



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**EL PROYECTO ELECTRICO**

**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS**

**MARZO 1983**

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

11/11/11 11:11 AM

# EL PROYECTO ELECTRICO.

- IMPORTANCIA.
- DISCUSION DE CRITERIOS.
- ANALISIS Y ESTUDIOS DE CARGAS.
- CALCULOS.

- ILUMINACION.
- ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.
- TABLEROS Y PROTECCIONES.
- SISTEMAS DE TIERRAS.
- CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.

- PLANOS
- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y, EQUIPOS, Y DE CONSTRUCCION.
- INTERVENCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

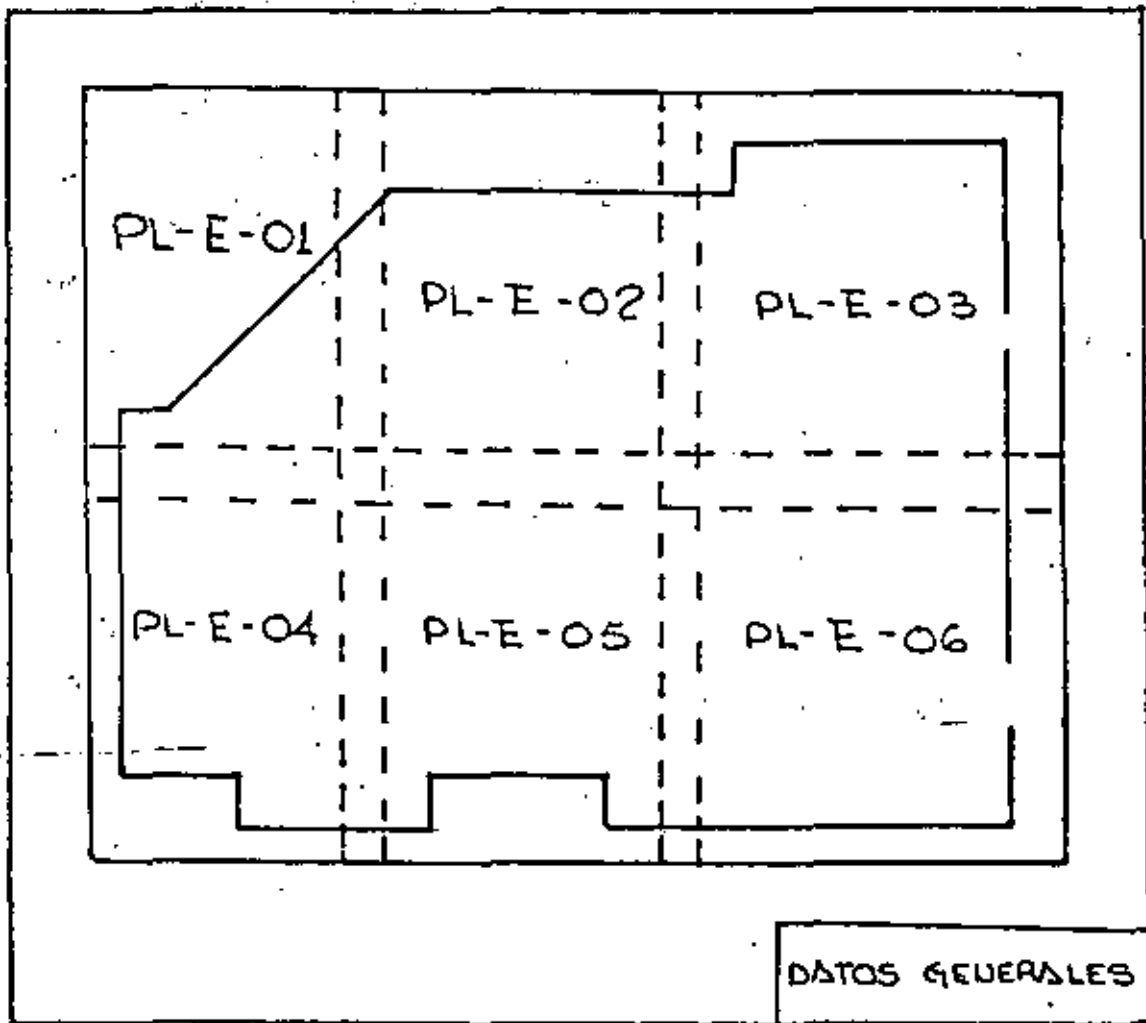




# GENERALES.

2

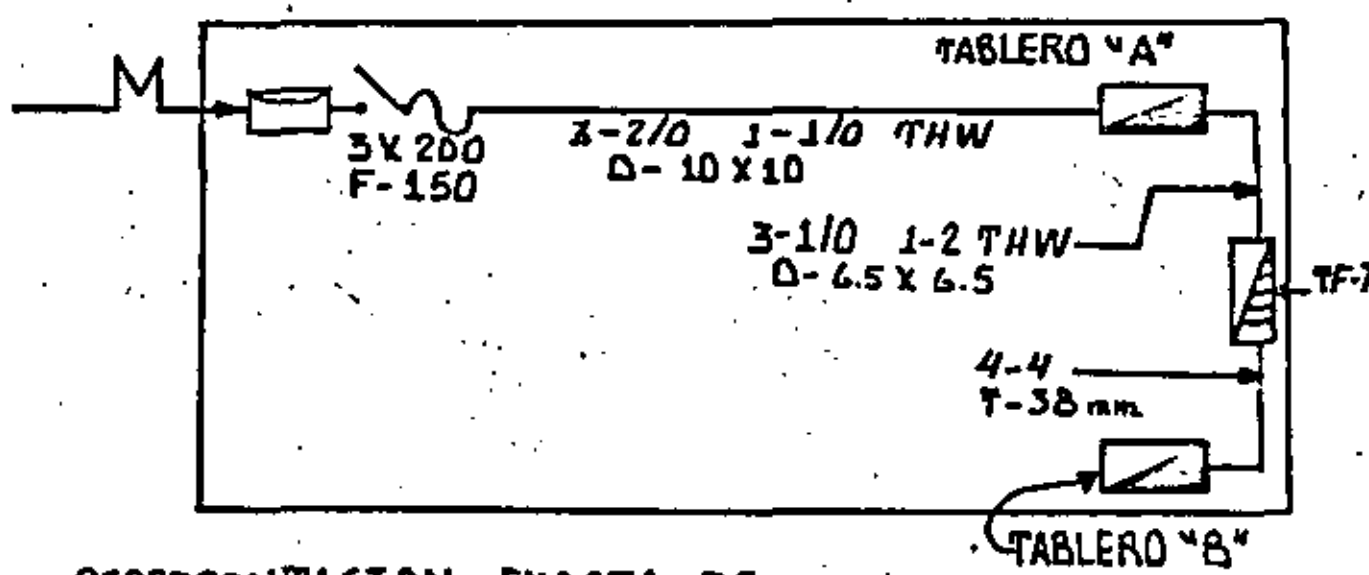
PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA.



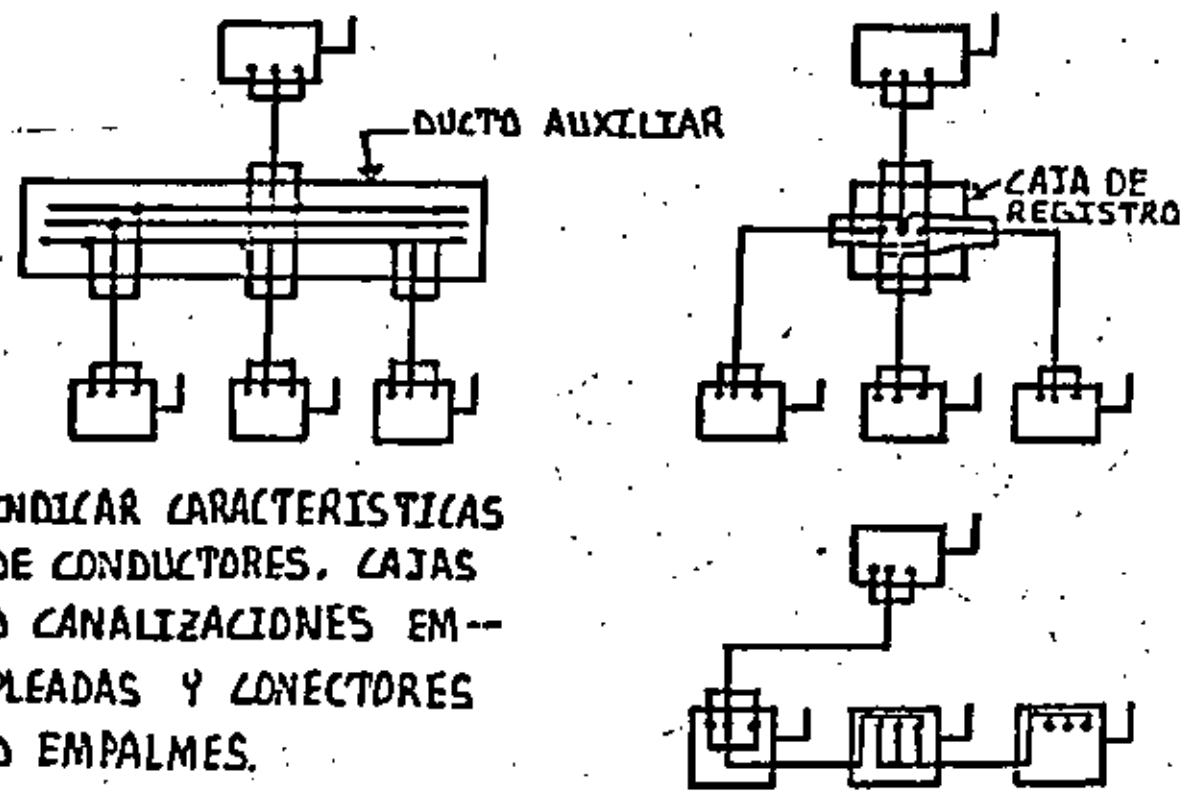
- CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES.
- ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS.  
(INCLUIRAS EN CADA PLANO Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE).



# LOCALIZACION DE ALOMETIDA Y TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES.

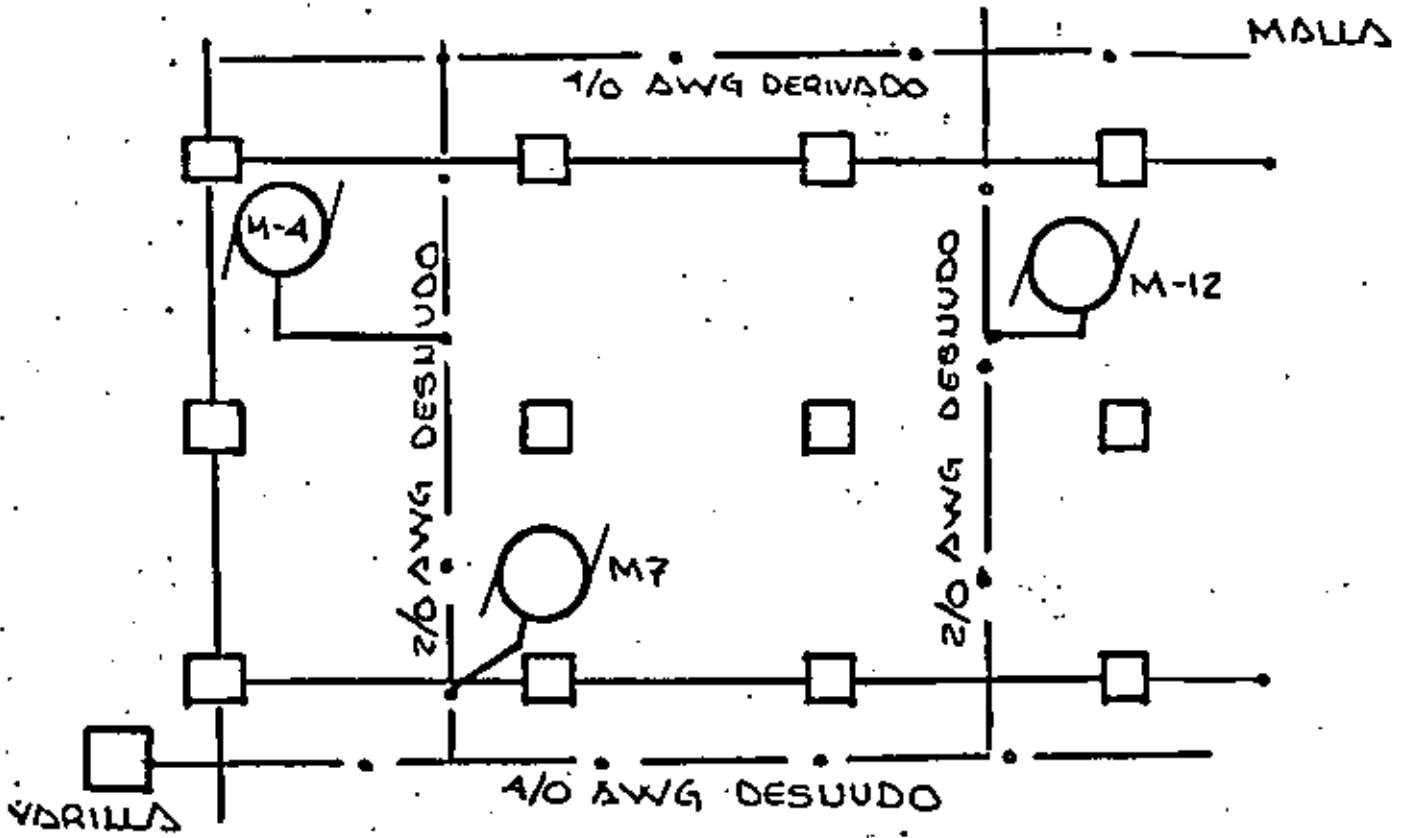


## REPRESENTACION EXACTA DE CONCENTRACION DE INTERRUPTORES

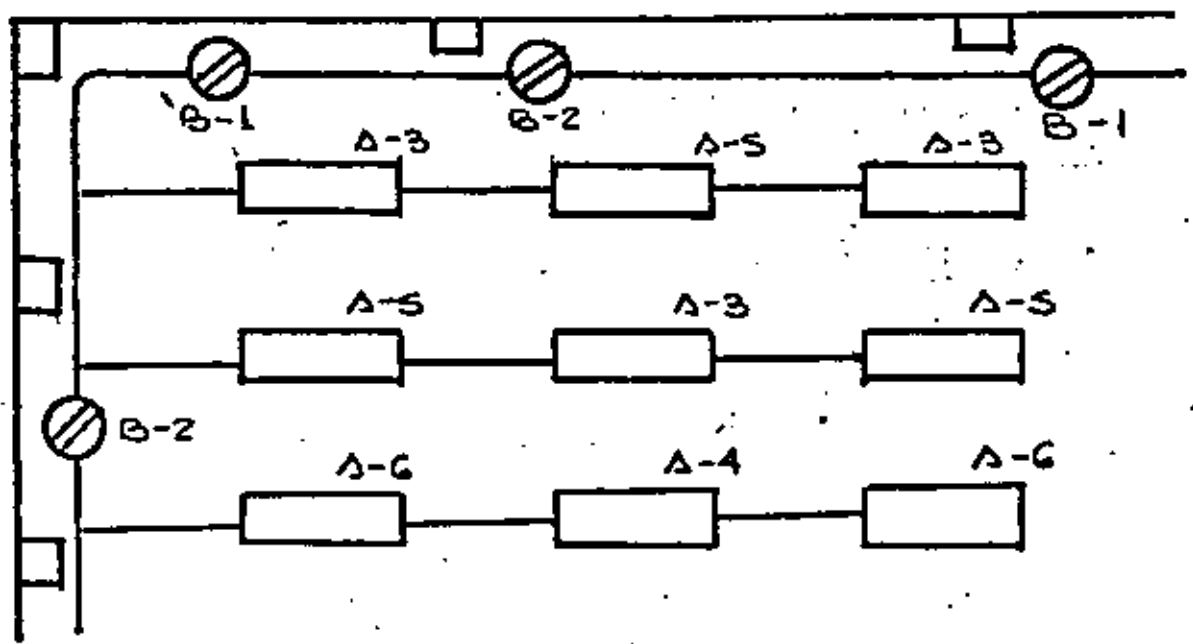


INDICAR CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES, CAJAS O CANALIZACIONES EMPLEADAS Y CONECTORES O EMPALMES.

- LOCALIZACION Y DISPOSICION DEL SISTEMA DE TIERRAS, CALIBRE DE CONDUCTORES. 4



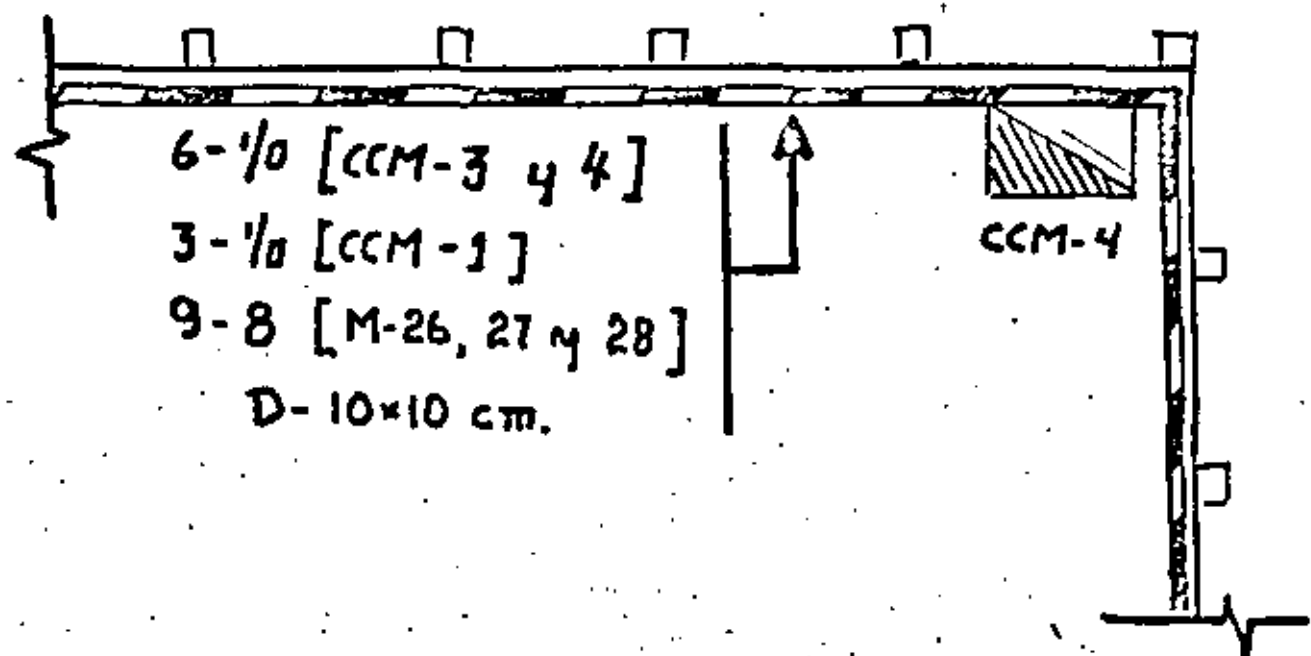
- IDENTIFICACION DE LUMBRAS Y CONTACTOS. -



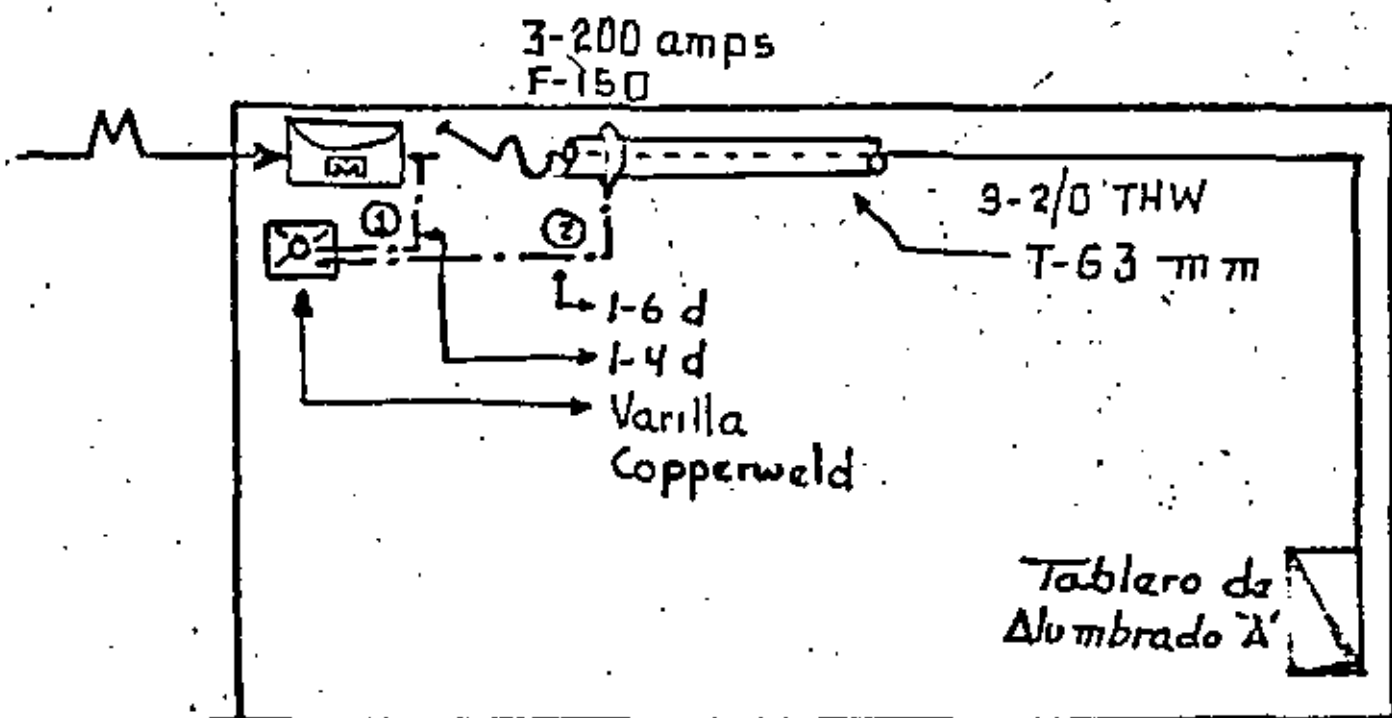
ALUMBRADO PROCEDENTE DEL TABLERO A.  
CONTACTOS PROCEDENTES DEL TABLERO B.



# IDENTIFICACION DE CIRCUITOS EN VISTAS FISICAS

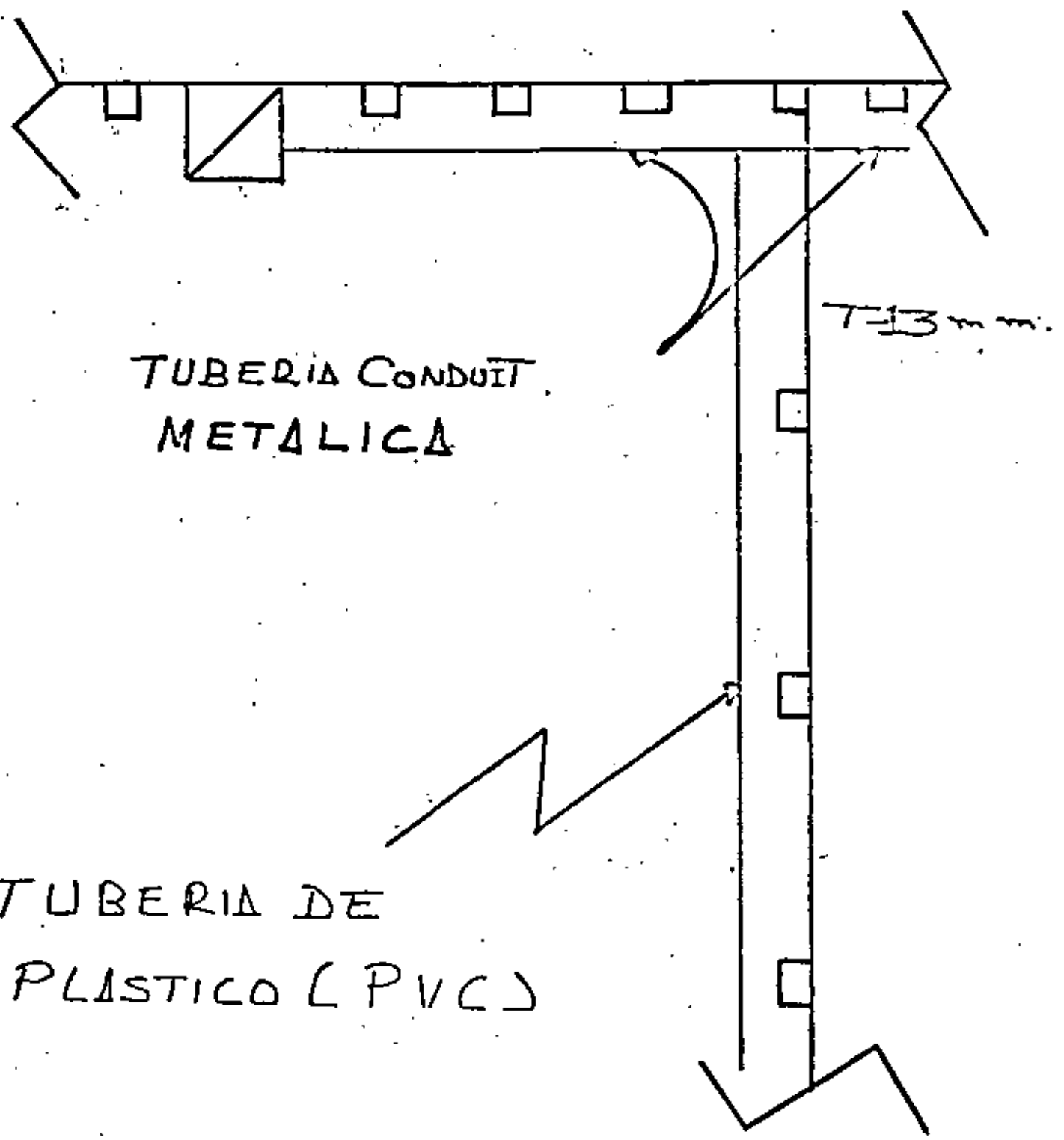


## UBICACION DEL ELECTRODO Y LAS CONEXIONES A TIERRA



- ① CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA
- ② PUESTO A TIERRA DE CABLEZACIONES METALICAS, TABLEROS, CARCAZAS Y CUBIERTAS DE EQUIPO ELECTRICI

# TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA



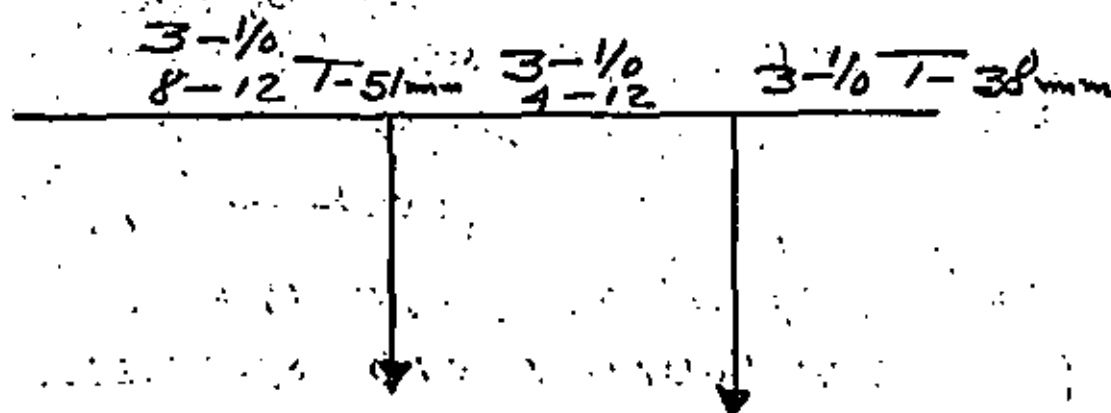
TUBERIA CONDUIT  
METALICA

TUBERIA DE  
PLASTICO (PVC)

T=13 mm.

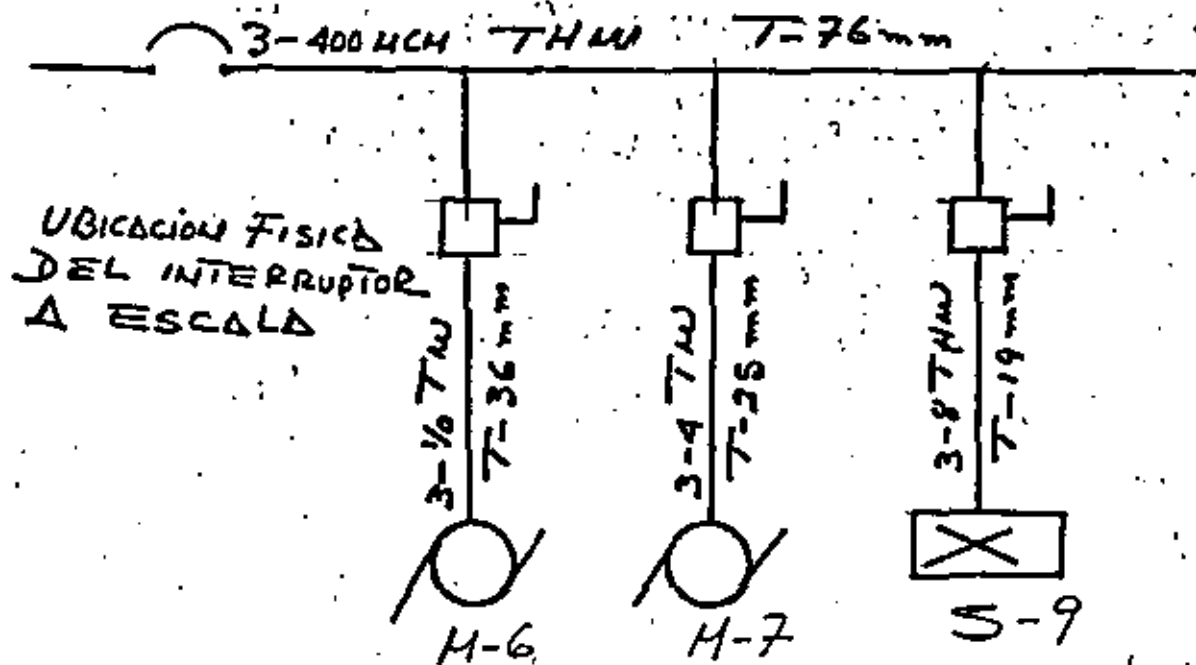
7

NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.



LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

ALIMENTADOR CON CARGAS DISTRIBUIDAS





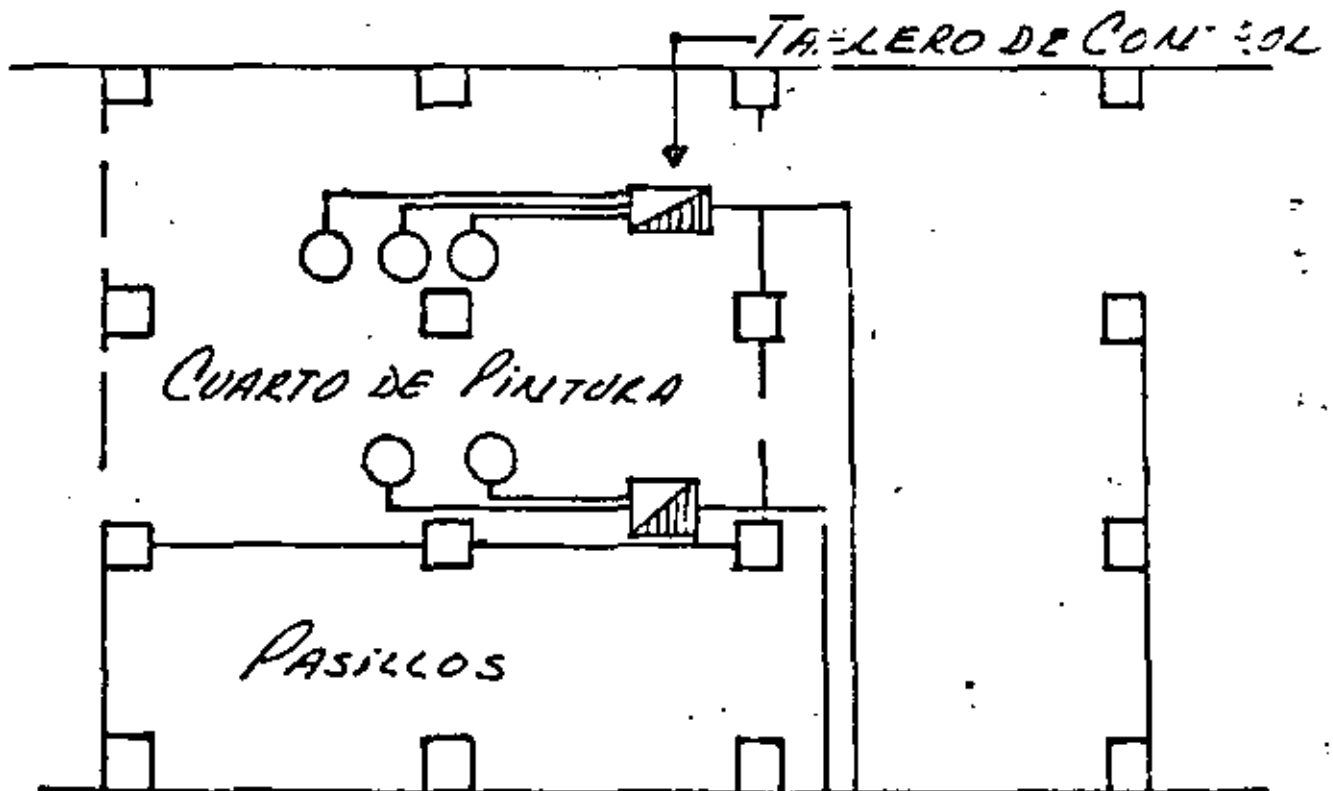
TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES  
ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

— CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINANE-900
-------------	---------------------

¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZÓ CADA UNO?

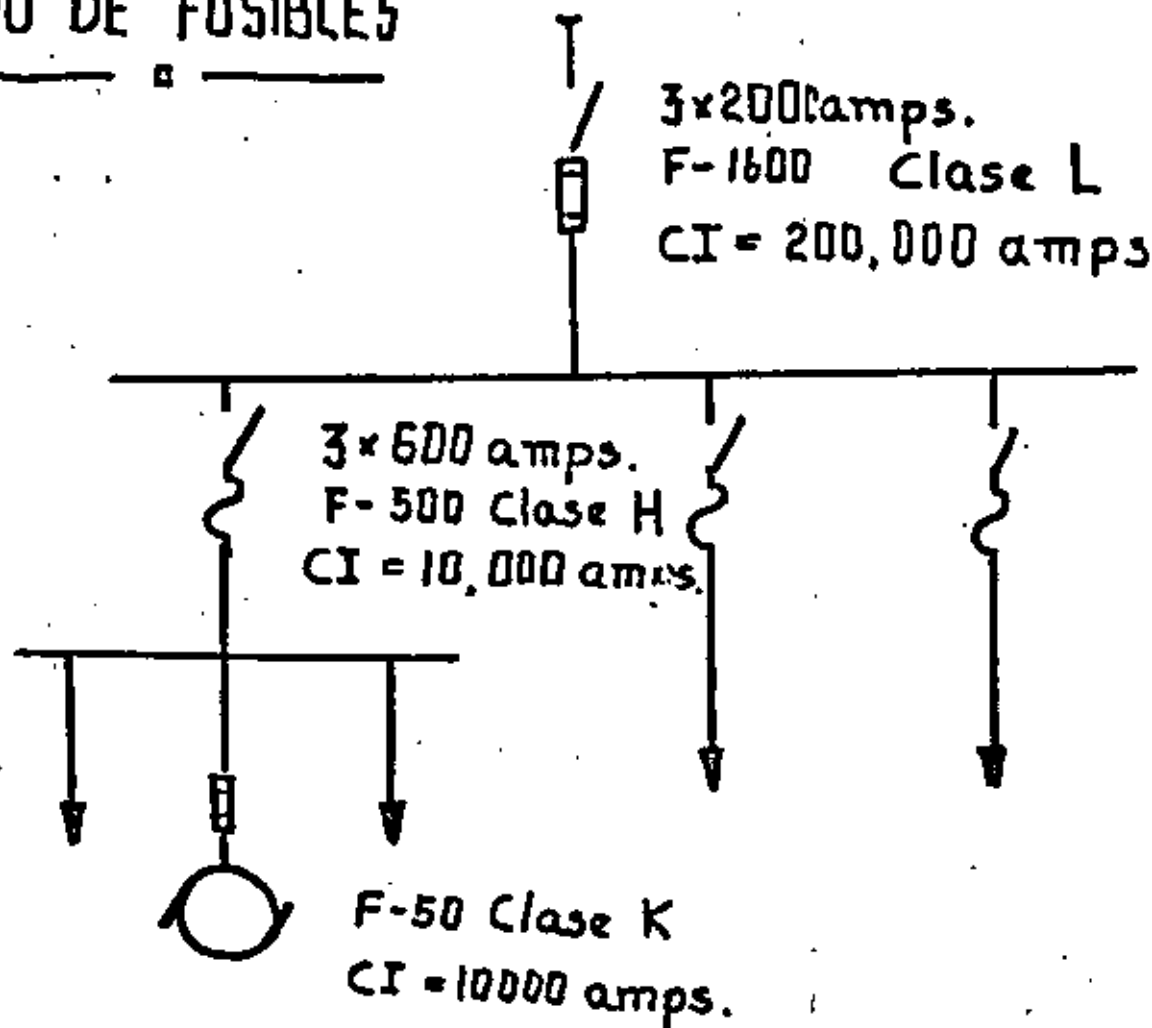
DELIMITACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS



LÍNEA PUNTEADA DELIMITA ÁREA  
CON AMBIENTE PELIGROSO.



# TIPO DE FUSIBLES



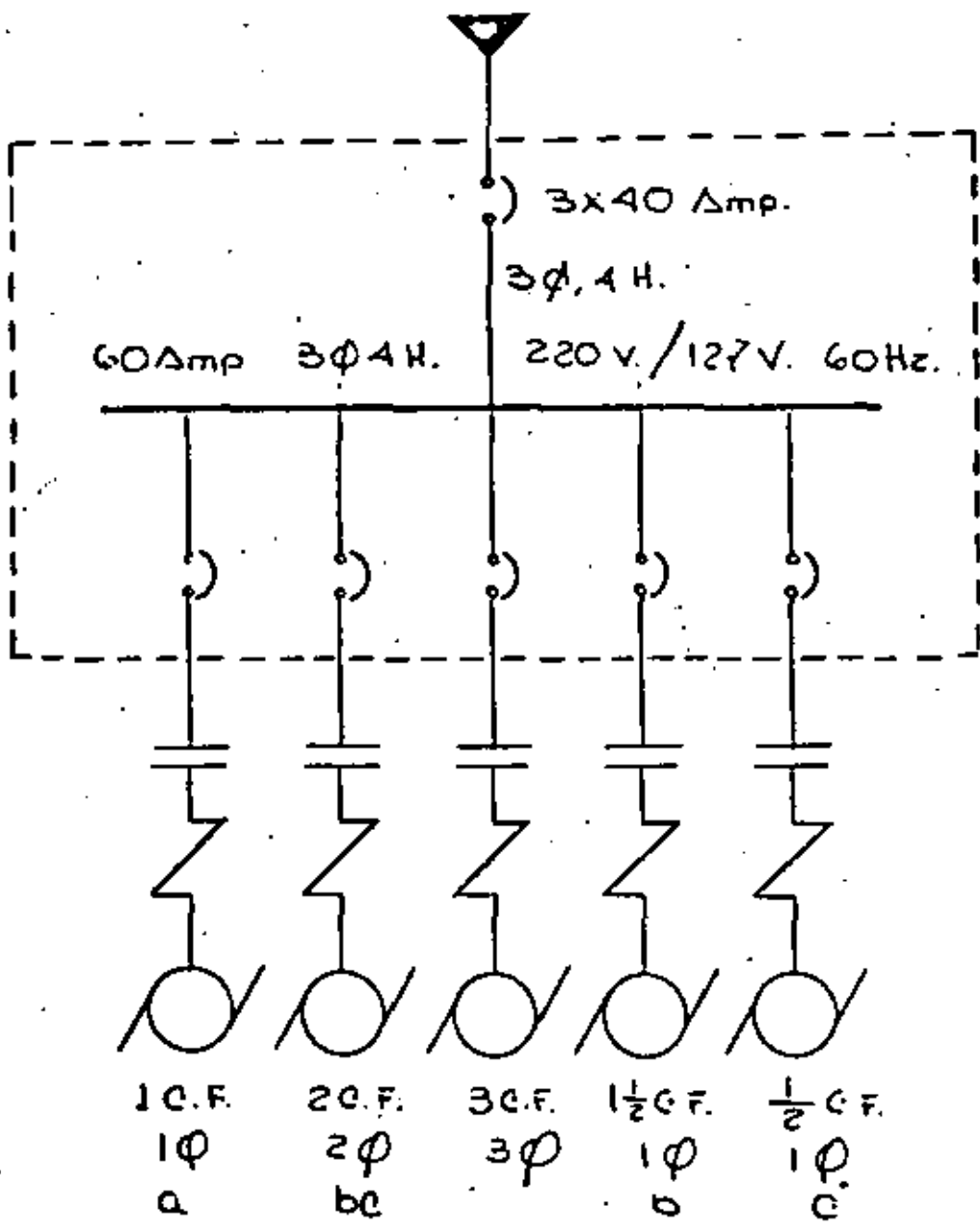
- Clase L - Fusibles limitadores de Corriente
- Clase H - Fusibles Convencionales
- Clase K - Fusibles con Retardo de tiempo

## INCLUIR REGIMEN DE TRABAJO Y TIPO DE SERVICIO DE MOTORES

IDENTIFICACION	APLICACION	TIPO DE SERVICIO	REGIMEN DE CARGA
M-7	COMPRESOR	INTERMITENTE	15 min
M-19	BOMBA	VARIABLE	60 min
M-62	VALVULAS	CORTO TIEMPO	5 min

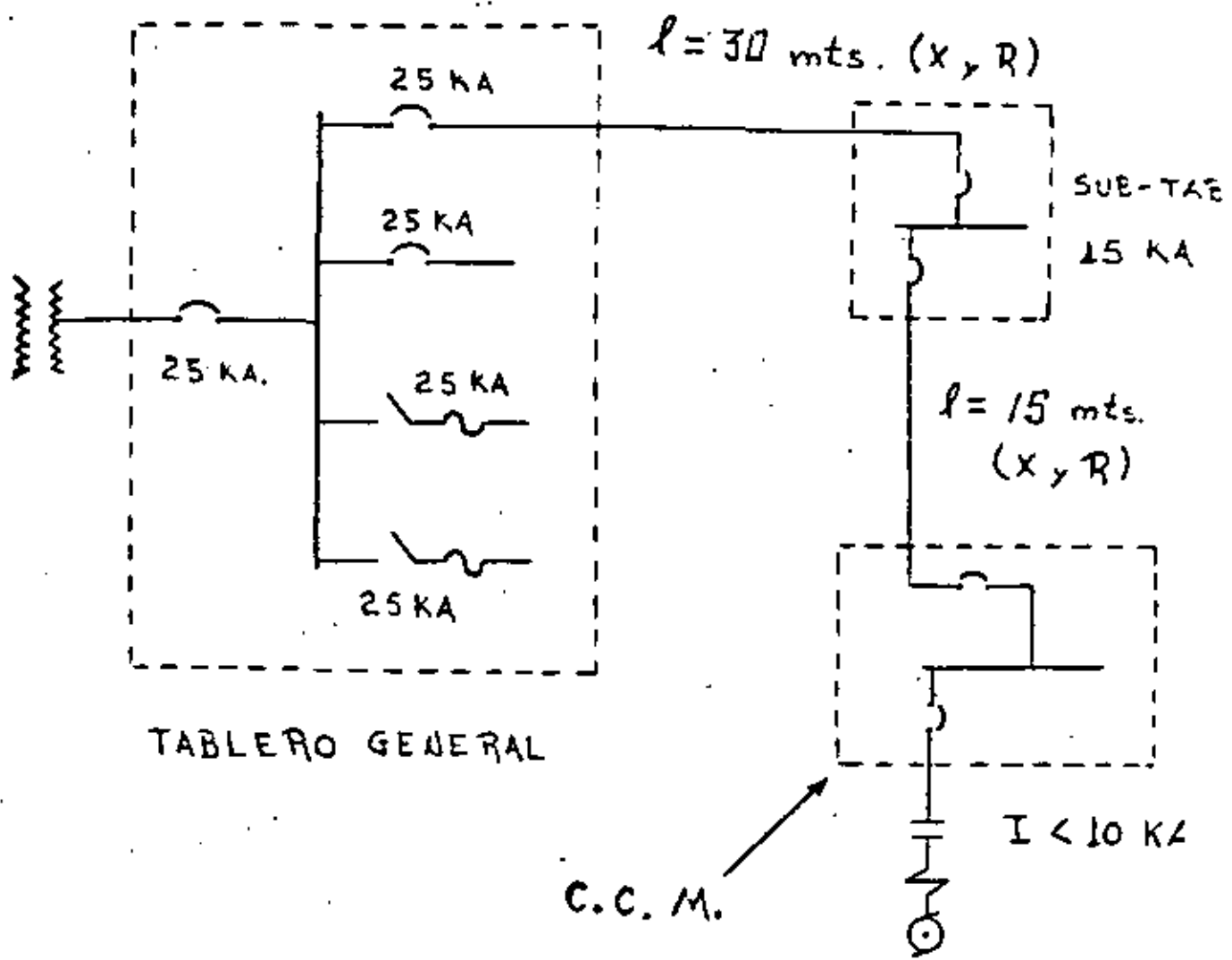
DEBEN DEFINIRSE A QUE FASE ESTAN CONECTADOS LAS CARGAS BIFASICAS O MONOFASICAS.

EJEMPLO :



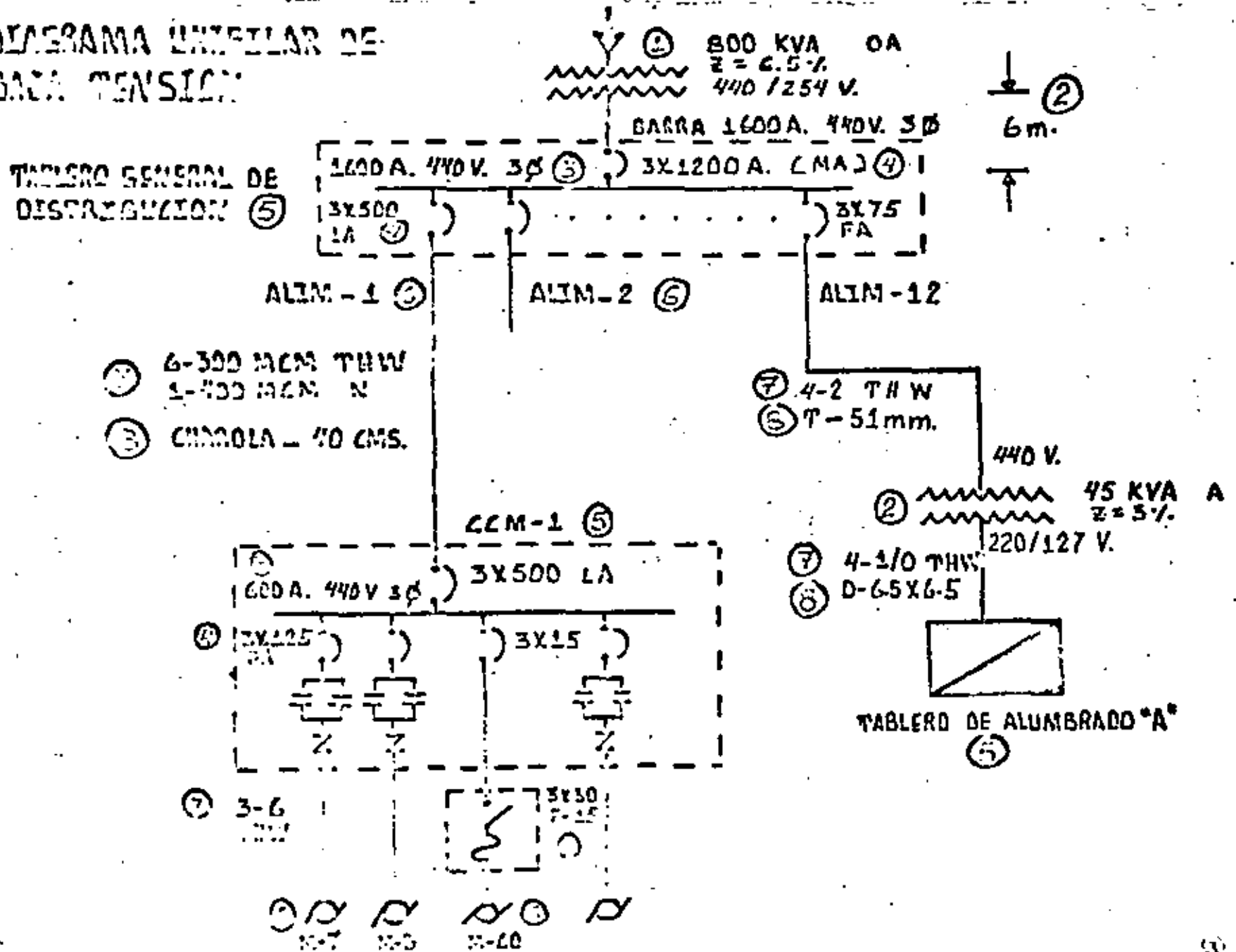
OBJETIVOS :

- DIMENSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO.
- FACILITAR EL BALANCEO.



### CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LAS DIFERENTES PROTECCIONES

# DIAGRAMA UNIFILAR DE BAJA TENSION



# MEMORIAS DE CALCULO

## DEBEN INCLUIR :

- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS PARA MOTORES.
- CALCULO DE CONDUCTORES PARA ALIMENTADORES.
- CALCULO DE CAIDAS DE TENSION EN LA INSTALACION
- CALCULO DE PROTECCIONES
  - CONTRA SOBRECARGA EN MOTORES.
  - CONTRA SOBRECORRIENTE EN CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
  - CONTRA CORTO CIRCUITO EN ALIMENTADORES

# MEMORIAS DE CALCULO

CONTINUACION . . . .

## → CALCULO DE CORTO CIRCUITO

- EN EL TABLERO GENERAL.
- EN LOS TABLEROS DERIVADOS.
- EN MOTORES O APARATOS CERCANOS (< 15 mts) DE LA SUBESTACION

## → CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE TIERRAS. CALCULO DE LA RED.

## → CALCULO DE BANCOS DE CAPACITORES.

## → CALCULOS PARA APARATOS O EQUIPOS ESPECIALES.



## \* MEMORIA DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y DE CONSTRUCCION

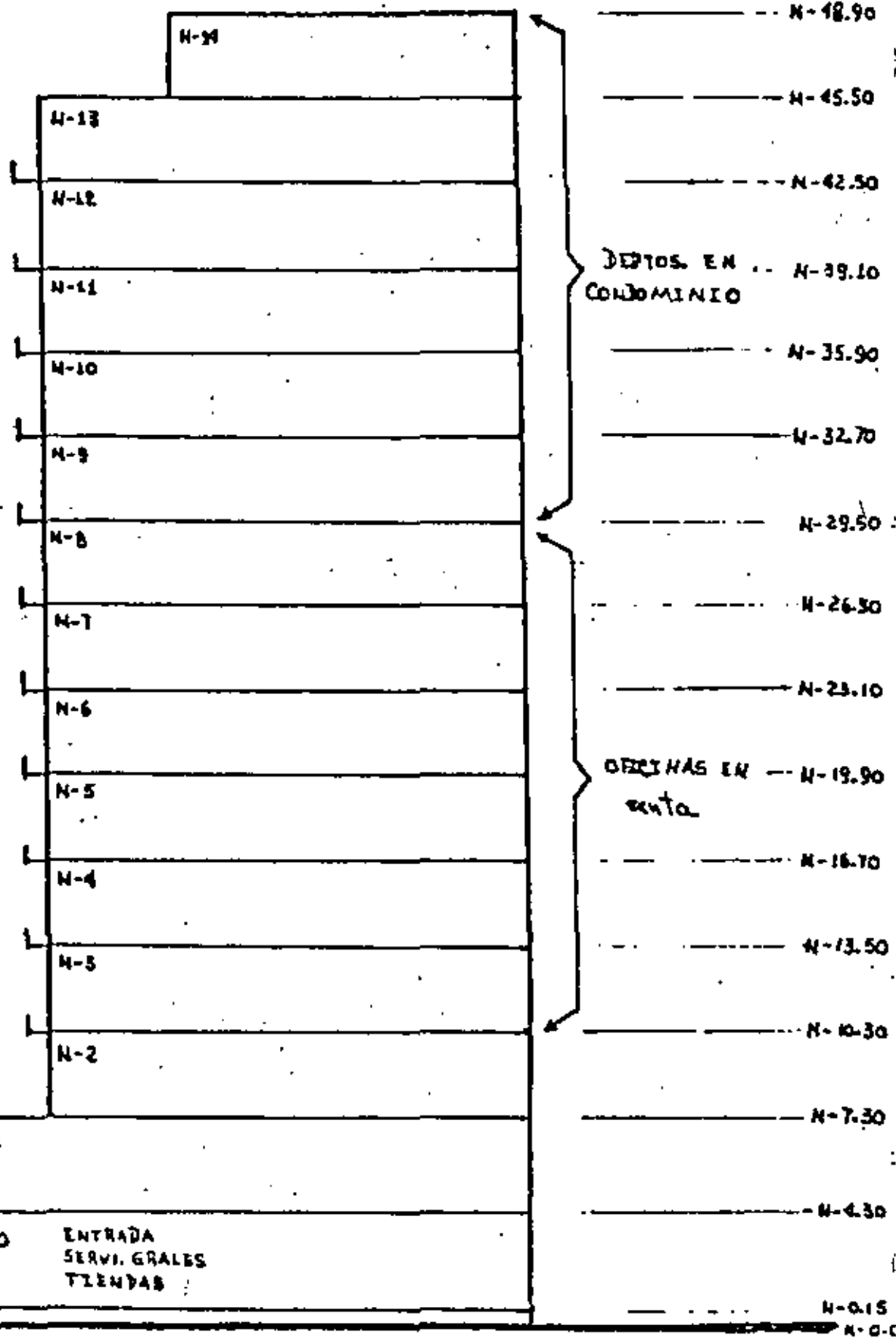
DEBEN CONTENER ESPECIFICACIONES DE :

- LUMINARIOS, LAMPARAS, CONTACTOS Y APAGADORES
- MOTORES, TIPOS DE PROTECCIONES, ARRANCADORES Y OBSERVACIONES SOBRE EL CONTROL.
- CONDUCTORES Y SUS AISLAMIENTOS
- CANALIZACIONES. DIMENSIONES, TIPOS, - MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS.
- TABLEROS. TIPOS, MATERIALES Y CAPACIDAD
- CAJAS DE CONEXION, CHALUPAS, ETC.
- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TIERRAS. TIPOS, MATERIALES Y DIMENSIONES
- METODOS Y PRACTICAS DE INSTALACION
- DESCRIPCION DE PRUEBAS PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.

18  
De

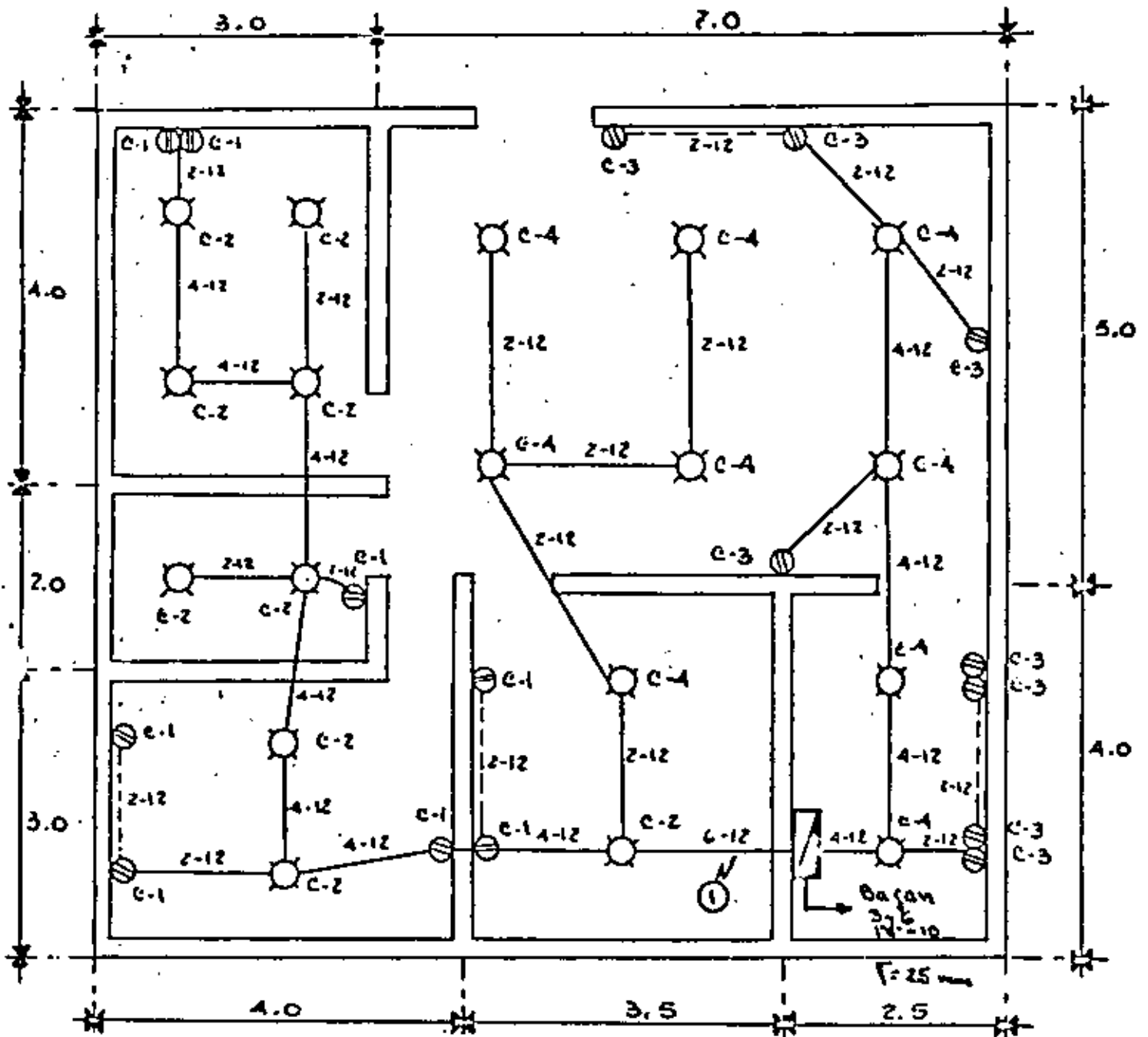
# EJEMPLO:

## INSTALACION EN EDIFICIOS.



IVF DE LA E

COMETIDA



CALCULO DE LA CARGA (NTIE 204.2)

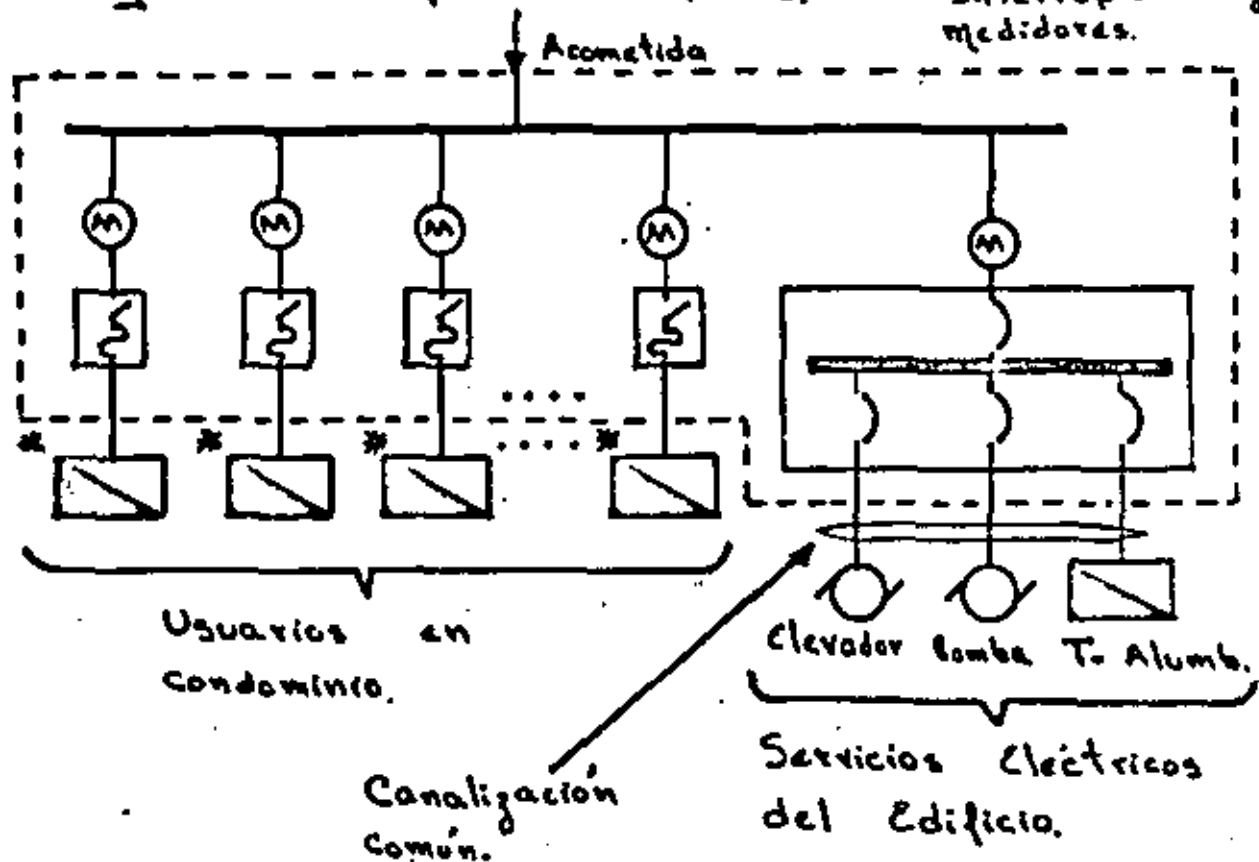
CIRCUITOS DERIVADOS :

- 2 ALUMBRADO — 9 x 125 W. = 1125 W.
- 2 CONTACTOS — 8 x 180 W. = 1440 W.

# Instalaciones Eléctricas en Condominio

## Diagramas Unifilares Típicos.

Concentración de Interruptores y medidores.

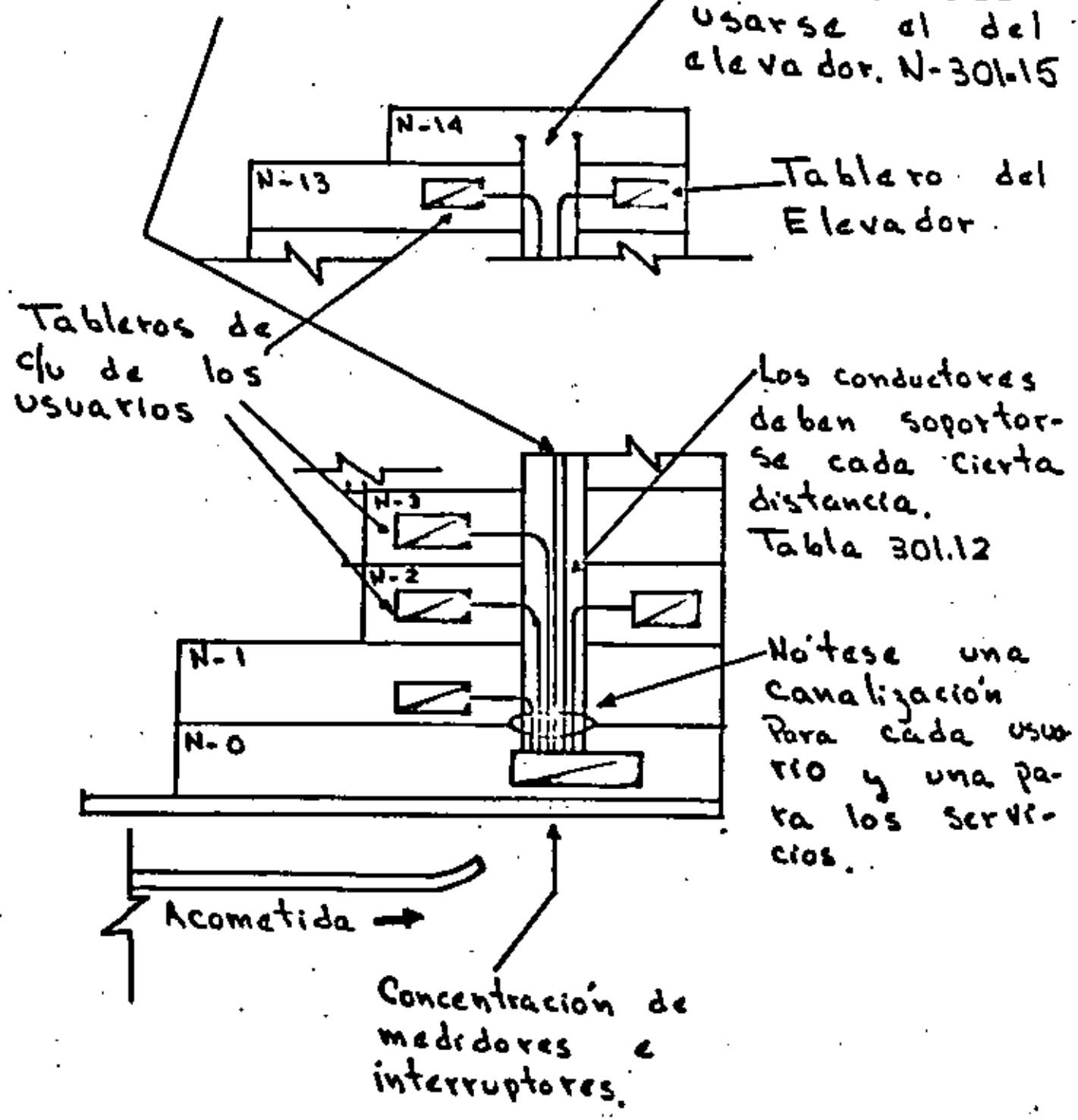


Los conductores de cada Usuario (marcados con asterisco \*), deben ir en canalizaciones independientes (Tubos o ductos diferentes). N-301.17

Los conductores de los servicios del edificio Pueden ir en las mismas canalizaciones.

Si la Canalización es tubo plástico, debe emplearse el de PVC y no el PE N-306.25

Cubo de Canalizaciones no debe usarse el del elevador. N-301.15



Los conductores deben soportarse cada cierta distancia. Tabla 301.12

No'tese una canalización para cada usuario y una para los servicios.

Tabletos de C/u de los usuarios

Acometida →

Concentración de medidores e interruptores.

Tablero del Elevador

N-14

N-13

N-3

N-2

N-1

N-0

CALCULO DE CONDUCTORES

CIRCUITO DE CONTACTOS, CARGA : 1,440 W

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_{NOMINAL} = \frac{CARGA}{TENSION} = \frac{1440}{127} = 11.3 \text{ Amps.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N° 14 → 15 Amps.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMP. = 1.0 x 15 = 15

FACTOR DE CORRECCION POR AGUP. = 0.8 x 15 = 12

CAPACIDAD DE CONDUCCION DISMINUIDA : 12 Amps

POR CAIDA DE TENSION:

$$\Delta\% \leq 3 \text{ (NTIE 2026)}$$

L = 18 mts.

$$S = \frac{4LI}{\Delta_n \Delta\%} = \frac{4(18)(11.3)}{127(3)} = 2.135 \text{ mm}^2, \cong \# 14$$

PERO SEGUN EL ART. 2027 G) DEBE SELECCIONARSE EL CALIBRE N° 12

CONCLUSION:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 12.

CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS

SELECCION DE LA PROTECCION :

PROTECCION SEGUN LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES :

CALIBRE NO. 12                      SOPORTA 20 Amp.  
 FACTOR DE AGRUPAMIENTO : 0.8 x 20 = 16 Amp.  
 CAPACIDAD DISMINUIDA 16 Amp.  
 PROTECCION DE 15 o' 20 Amp.

CANALIZACION :

PUNTO MAS CRITICO : ①  
 6 CONDUCTORES DEL NO. 12      (76.8) mm<sup>2</sup>  
 (12.8 mm<sup>2</sup>) x 6 = 76.8 mm<sup>2</sup>

NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40 % DE LA CANALIZACION.

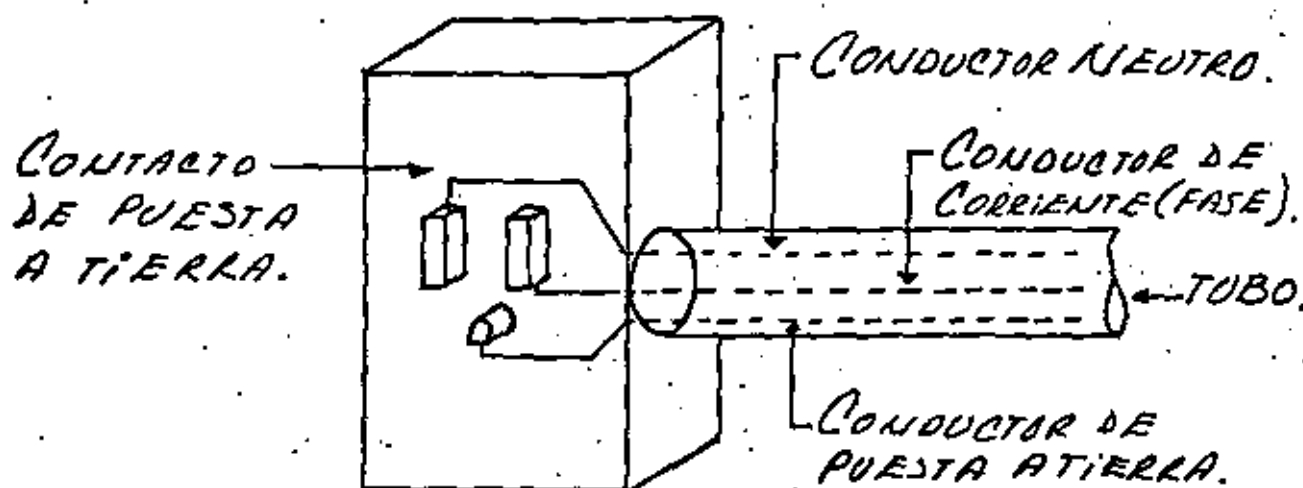
$$\begin{array}{rcl}
 76.8 \text{ mm}^2 & \text{---} & 40 \% \\
 \Delta & \text{---} & 100 \% \quad \Delta = 192 \text{ mm}^2
 \end{array}$$

CORRESPONDE A UN TUBO DE 13 mm.

POR FACILIDAD DE LA INSTALACION SE RECOMIENDA EL USO DEL TUBO DE 19 mm.



PUESTA A TIERRA DE PARTES METALICAS DE APARATOS QUE VAN A USARSE EN COCINAS Y BAÑOS MEDIANTE CONTACTOS DE PUESTA A TIERRAS.



CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA :

PROTECCION	CALIBRE (CU)
15 amp. —————	14
20 amp. —————	14
30 amp. —————	12

## ALIMENTADORES.

### CALCULO DE LOS CONDUCTORES:

- CARGA TOTAL 5130 WATTS 2 $\phi$  3 HILOS.

- ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA.

FACTOR DE DEMANDA 35% EXCESO DE 3000 WATTS.

$$5130 \text{ W.} - 3000 \text{ W.} = 2130 \text{ W.} \times 0.35 = 745.5 + 3000 =$$

$$= \underline{3745.5 \text{ WATTS.}} \quad \therefore$$

CARGA POR FASE = 1872.8 WATTS.

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_n = \frac{\text{CARGA}}{127} = \frac{1872.8}{127} = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N. 14 (TW) = 15 AMP.

$$F.C.T. \& F.C.A. = 1$$

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 15 AMP.

- POR CAÍDA DE TENSION  $e\% \leq 2$  (NTIE 203.3)

$$S = \frac{4LI}{e_n \cdot e\%} = \frac{4(50)14.7}{2 \times 127} = 6.9 \text{ mm}^2$$

$11.57 \text{ mm}^2$

CORRESPONDE A UN CALIBRE No 6 (TW).

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR No 6  
CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE  
MÁXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA  
CORRIENTE DE FASE MÁS CARGADA.

$\therefore I_n = 14.7 \text{ AMP.}$

CONDUCTOR No 6 por CAÍDA DE TENSION.

## PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE:

PROTECCION DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES.

CALIBRE N.º 6 SOPORTA 55 AMP. (T.W.)

PROTECCION DE 50 AMP. O MENOR (40, 30, 25 O 20 AMP.) ES ADECUADA EN ESTE CASO.

## CANALIZACIONES:

- LAS CANALIZACIONES EN DONDE SE ALOJAN LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DEBEN SER INDEPENDIENTES (NIE 301.17);

∴ SOLO 3 CONDUCTORES Y 1 DE TIERRAS.

- SEGÚN LA NORMA 301.12 LOS CONDUCTORES EN LAS CANALIZACIONES VERTICALES, DEBEN DE SUJETARSE (TABLA 301.12.) A NO MÁS DE 30 METROS.

- LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MÁS DEL 40% DEL ÁREA INTERIOR DE LA CANALIZACIÓN.

3 CONDUCTORES DEL N°6 ——— 158.7 mm<sup>2</sup>.

1 " " " N°10 (TIERRA) ——— 16.8 mm<sup>2</sup>.

175.5 mm<sup>2</sup>.

175.5 mm<sup>2</sup> ——— 40%.

A " ——— 100%.

A = 438.8 mm<sup>2</sup>.

CORRESPONDE A UN TUBO DE 25 mm.  
DIÁMETRO NOMINAL.



CIRCUITO DERIVADO PARA UN MOTOR DE SISTEMA DE BOMBEO DE 20 C.F. 3  $\phi$ , 220 Volts,  $\eta = 0.90$ , F.P. = 0.85, EL MOTOR ES DE SERVICIO PERIODICO Y SU REGIMEN DE TRABAJO ES CONTINUO. EN LA CANALIZACION VIAJAN 6 CONDUCTORES.

- CORRIENTE NOMINAL.

- TOMAR ESTE VALOR DE DATO DE PLACA O
- CALCULAR MEDIANTE :

$$I_{NPE} = \frac{C.F. \times 746}{\sqrt{3} \times KV \times F.P. \times \eta} = \frac{20 \times 746}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.85 \times 0.9} = 51.2 \text{ Amp.}$$

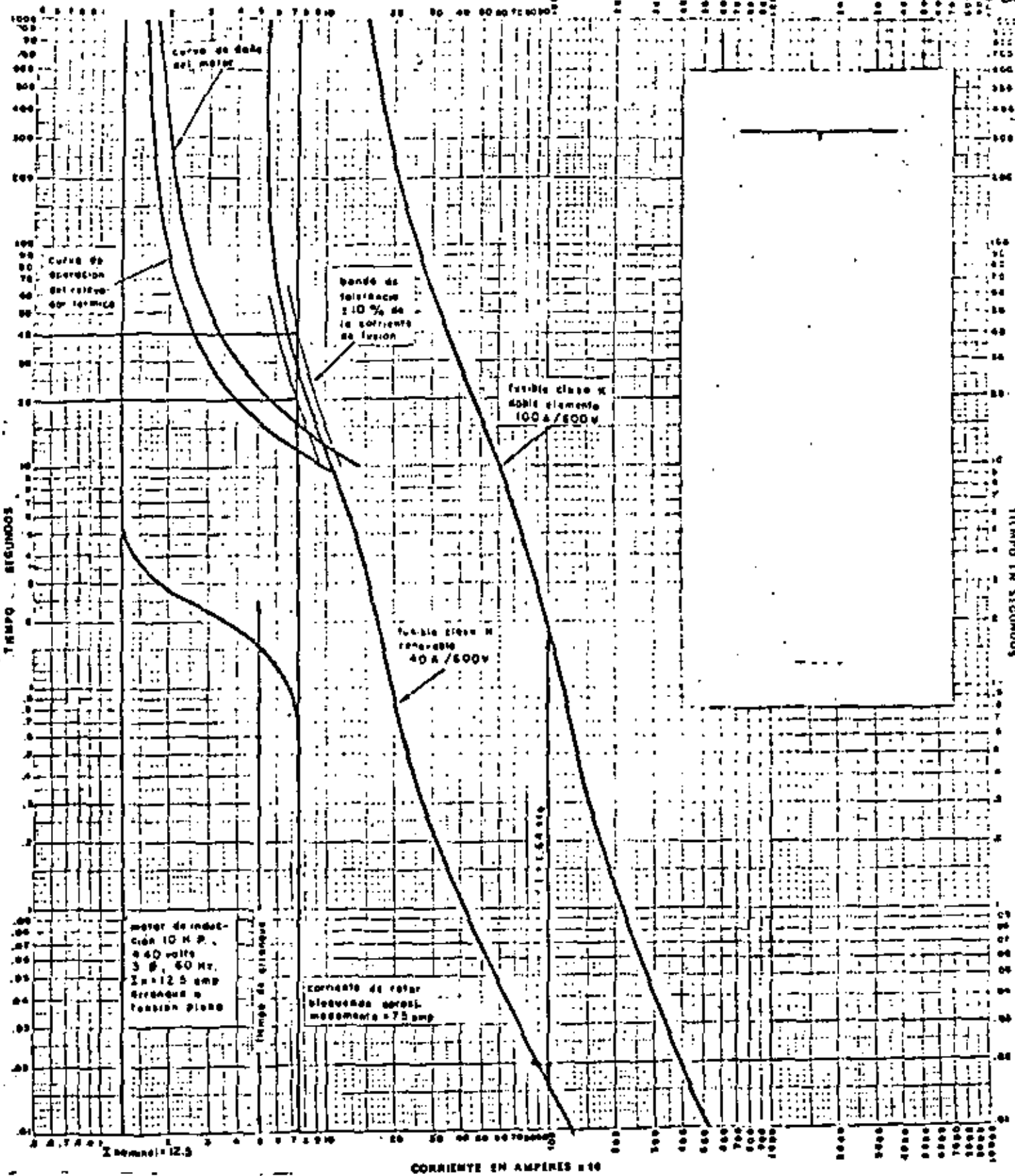
- CONDUCTORES.

- POR CAPACIDAD DE CORRIENTE :

EL FACTOR PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES SEGUN TABLA 403.14 DE LAS N.T. I. E. ES EL 140% DE LA  $I_{NPE}$ .

$$I_{COND.} = 1.4 \times I_{NPE} = 1.4 \times 51.2 = 71.7 \text{ Amp.}$$

CORRESPONDE A UN CALIBRE NO. 4 (THW) CON UNA CAPACIDAD DE 90 Amp.



motor de inducción 10 H.P.,  
 440 volts  
 3 Ø, 60 Hz,  
 $I_a = 12.5$  amp  
 arranque a tensión plena

Corriente de rotar  
 bloques apert.  
 momento = 7.5 amp

banda de tolerancia  
 $\pm 10\%$  de  
 la corriente  
 de fusión

fusible clase K  
 aplicable elemento  
 100A/600V

fusible clase M  
 renovable  
 40A/600V

Curva de daño  
 del motor

Curva de  
 operación  
 del relé  
 de tiempo

TIEMPO EN SEGUNDOS

TIEMPO EN SEGUNDOS



ESTE VALOR ES NECESARIO AFECTARLO POR EL FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO QUE EN ESTE CASO ES 0.8 Y F.C.T. = 1

$$I_{\text{REAL}} = I_{\text{NOM}} \times F.A. \times F.C.T.$$

$$= 90 \times 0.8 \times 1.0 = 72 \text{ AMP}$$

SE OBSERVA QUE EL CONDUCTOR SIGUE SIENDO EL No 4

- POR CAIDA DE TENSION :

LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA

$$\text{SI } L = 50 \text{ mts.}$$

$$S = \frac{2 L I}{E_{\eta} \times \%} = \frac{2(50) 51.18}{127 \times 2} = 20.15 \text{ mm}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 4 AWG

- EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL No 4 AWG PUES CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

$$I_{psc} = 1.25 I_{upe} = 1.25 (51.2) = 64 \text{ Amp.}$$

SI EL VALOR DE LA PROTECCION ES INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDE A UN TAMAÑO NORMALIZADO, PUEDE USARSE EL INMEDIATO SUPERIOR SIEMPRE-- QUE NO EXCEDA DEL 140 %  $I_{upe}$ .

$$I_{psc} \leq 1.40 I_{upe} \\ = 1.40 (51.2) = 71.7 \text{ Amp.}$$

- TAMAÑO DEL ARRANCADOR.

SEGUN TABLA ANEXA, TAMAÑO DE ARRANCADOR REQUERIDO = 3 NEMA

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

# CAPACIDAD POR TAMAÑOS DE ARRANCADORES MAGNETICOS

No. POLOS	TAMAÑO	1Ø, 127V	2Ø, 220V	No. POLOS	3Ø, 220V	3Ø, 440V
2 POLOS	00	$\frac{1}{3}$	1	3 y 4 POLOS	$1\frac{1}{2}$	2
	0	1	2		3	5
	1	2	3		$7\frac{1}{2}$	10
	2	3	$7\frac{1}{2}$		15	25
	3	$7\frac{1}{2}$	15		30	50
	4	.	.		50	100
	5	.	.		100	200
	6	.	.		200	400
	7	.	.		300	600

## — PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO

SUPONIENDO UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, NO DEBE EXCEDER DEL 400 % DE LA  $I_{NPC}$  SEGUN NTIE 403.35

$$V_{PROT.} \leq 400\% I_{NPC} = 4(51.2) = 204.8$$

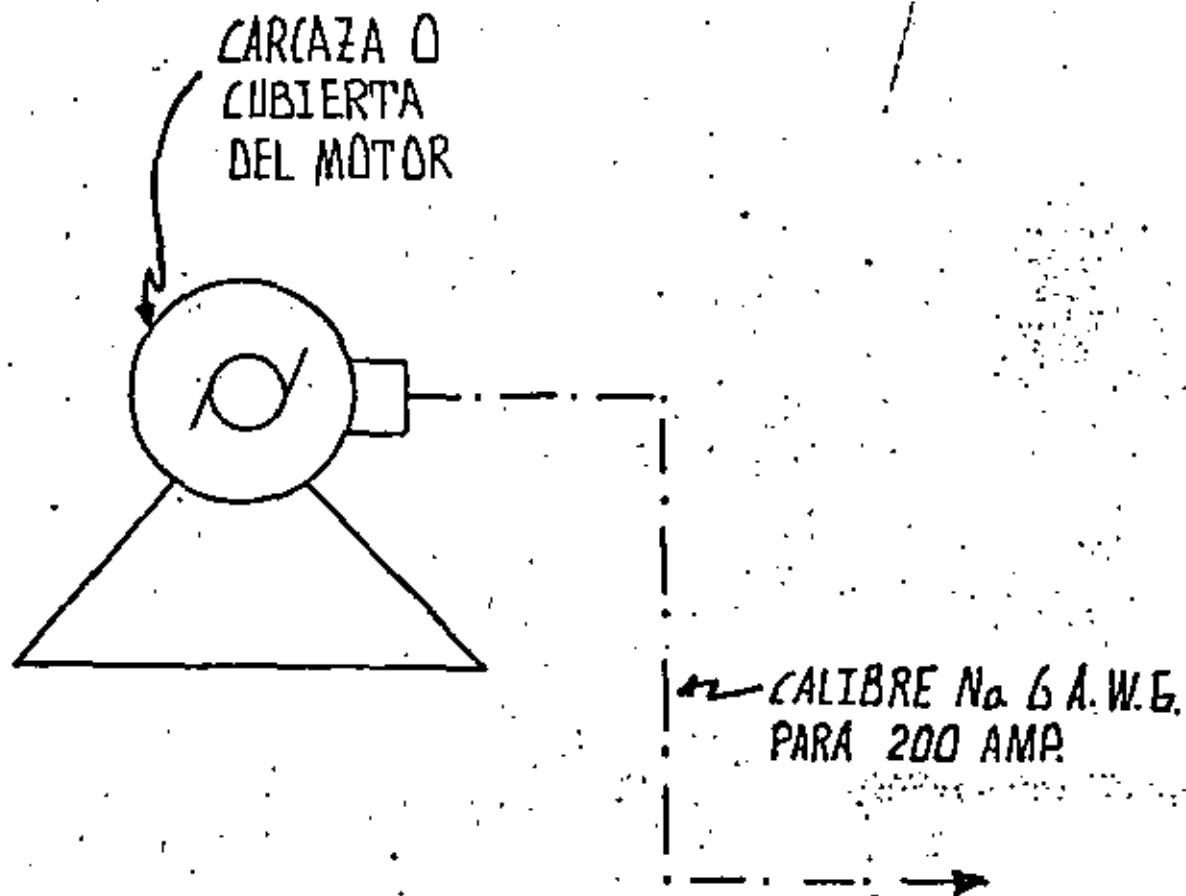
PUEDEN ESCOGERSE LAS PROTECCIONES DE :

3 x 150 AMP

3 x 175 AMP

3 x 200 AMP

# PUESTA A TIERRA DEL MOTOR.



AL ELECTRODO NATURAL O ARTIFICIAL LOCALIZADO EN LA ENTRADA DE SERVICIO SEBUN NTIE 206.58

F A S E S

	A (W.)	B (W.)	L (W.)
TAB A	4250	3950	3800
TAB B	5350	5100	5200
TAB L	3800	4250	3950
TAB D	5200	5350	5100
TAB E	3950	3800	4250
TAB F	3200	3100	3150
TAB S	7500	7600	7800
	33250	33150	33250

34

$$\text{DESBALANCED} = \frac{F_M - F_m}{F_M} \times 100 = 0.3\%$$

# ALIMENTADORES

## CALCULO DE LOS CONDUCTORES

CARGA TOTAL 99 650 W. 3Ø, 4 HILOS

ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA

• FACTOR DE DEMANDA 70% EXCESO SOBRE 20 000 W.

$$99\ 650 - 20\ 000 = 79\ 650 \times .70 = 55\ 755 + 20\ 000 = 75\ 755\ W.$$

— POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$F.P. = 0.85$$

$$I_N = \frac{\text{CARGA (W)}}{\sqrt{3} V_f F.P.} = \frac{75\ 755}{\sqrt{3} \times 220 \times .85} = 233.9\ \text{AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO 250 M.C.M. (THW) 75°C.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y AGRUPAMIENTO = 1

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 255 AMP.



-POR CAIDA DE TENSION:

$$C\% = 2 ; L = 30M$$

$$S = \frac{2LI}{Cn C\%} = \frac{2 \times 30 \times 233.9}{127 \times 2} = 55.25 \text{ MM}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 2/0.

CONCLUSION: EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL DE 250 M.C.M., CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CALLULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE MAXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA CORRIENTE DE LA FASE MAS CARGADA.

$$I_N = 233.9 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR 250 M.C.M. (THW) 75°C.

# CALCULO DE LA PROTECCION

## 1<sup>er</sup> CRITERIO:

$V_{\text{PROT}}$  DEL MOTOR MAYOR + I DEMAS MOTORES Y CARGA.

$$V = 175 + (233.9 - 51.2) = 357.7 \text{ AMP}$$

( $I_{\text{fase}} - I_{\text{mot mayor}}$ )

VALOR ADECUADO 3X300 ó 3X350 AMP

## 2<sup>o</sup> CRITERIO:

ACORDE CON LA AMPACIDAD DE LOS CONDUCTORES -  
Y NO MAYOR DEL 125% DE DICHA AMPACIDAD

$$V \leq 1.25 (\text{AMPACIDAD}) = 1.25 (255 \text{ AMP})$$

$$V \leq 318.8 \text{ AMP}$$

VALOR ADECUADO 3X300 AMP



# CANALIZACION:

LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DEL AREA INTERIOR DE LA CANALIZACION

4 CONDUCTORES 250 M.C.M. — 1258.4 MM<sup>2</sup>

$$1258.4 \text{ mm}^2 \text{ — } 40\%$$

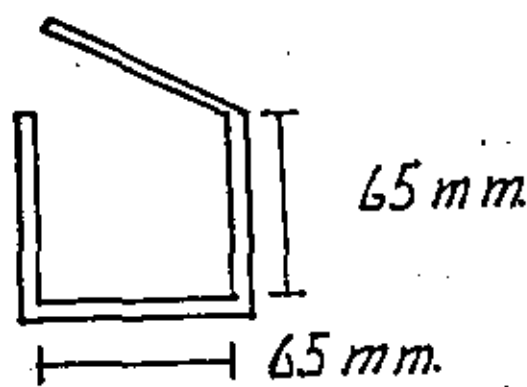
$$A \text{ — } 100\%$$

$$A = 3146 \text{ mm}^2$$

CORRESPONDE A TUBO DE 76 mm  $\varnothing$  NOMINAL



Ø DUCTO CUADRADO DE 6.5 x 6.5 cm





# SUBESTACION

## - CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

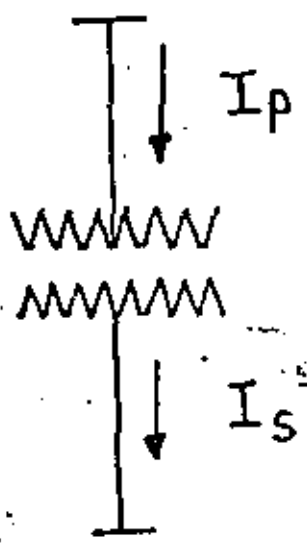
$$L = \frac{[\text{AREA TOTAL CONECTADA} \times \text{F.D.}] + \text{RESERVA}}{\text{FACTOR DE POTENCIA ESPERADO}}$$

$$L = \frac{75\,755 \text{ WATTS} + 20\% \cdot \text{RESERVA}}{0.85}$$

$$L = \frac{75.8 \text{ KW} + 15.2 \text{ KW}}{0.85} = 107.1 \text{ KVA}$$

SE SELECCIONA EL TRANSFORMADOR COMERCIAL INMEDIATO = 112.5 KVA.

### CORRIENTES NOMINALES.

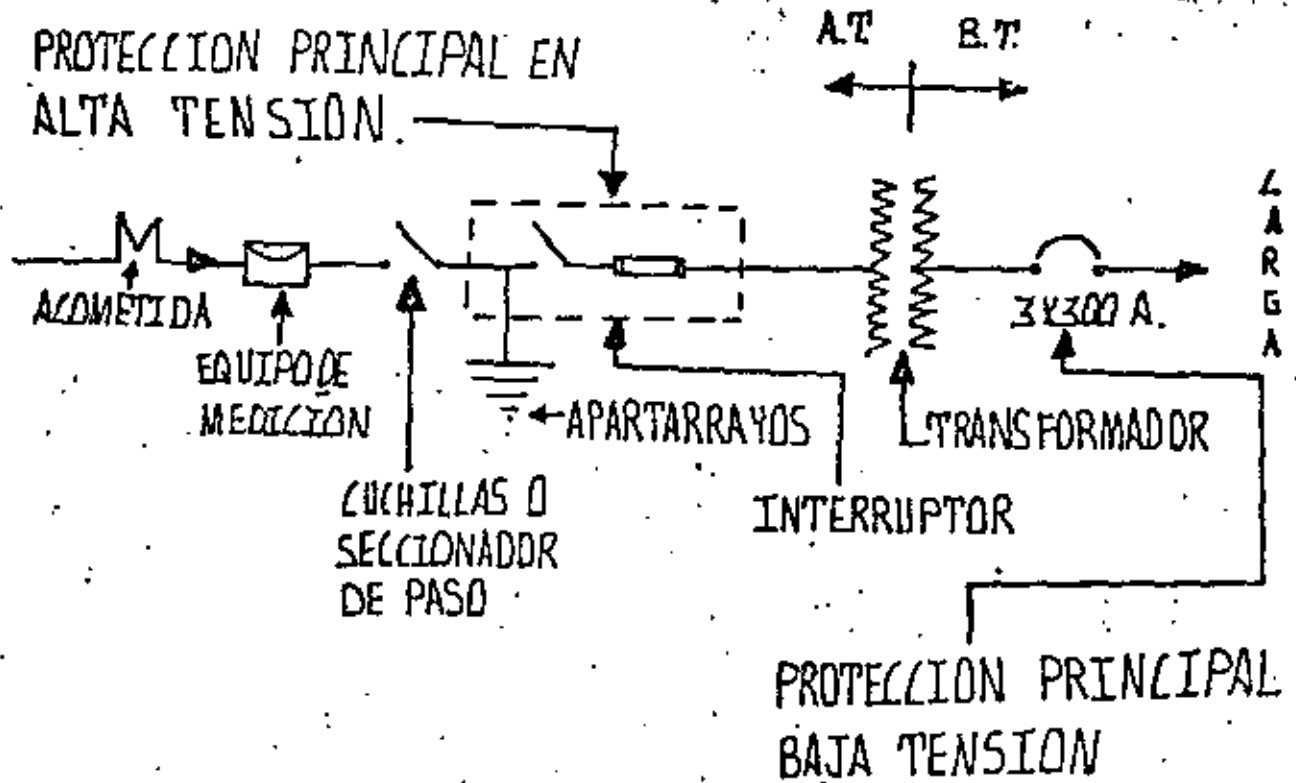


$$I_p = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_p}$$

$$I_p = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 23} = 2.82 \text{ AMP}$$

$$I_s = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_s}$$

$$I_s = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 0.22} = 295.2 \text{ AMP}$$

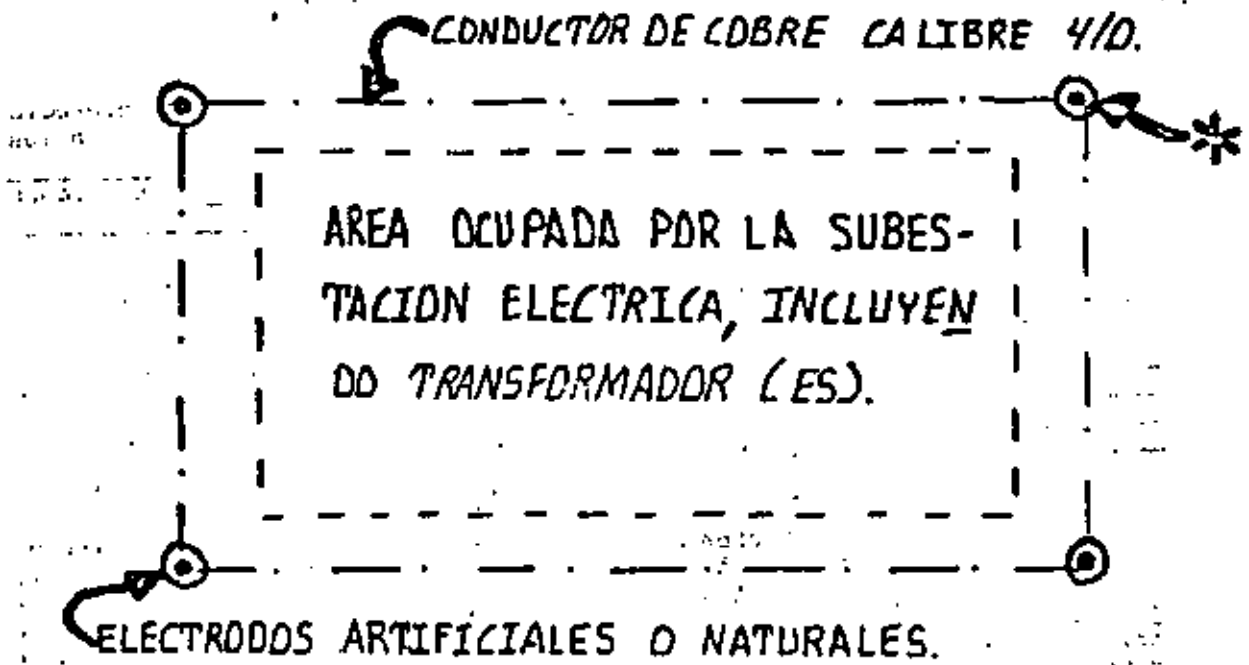


$$V_{\text{PROT}} \leq 200\% \cdot I_p \text{ (TRANSFORMADOR).}$$

$$V_{\text{PROT}} \leq 2(2.82) = 5.64 \text{ AMP.}$$

- PUEDE SELECCIONARSE EL FUSIBLE DE 3 AMP Ó EL DE 5 AMP. NOMINALES.
- PARA SUBESTACIONES COMPACTAS DEBE SER DEL TIPO DE NO-EXPULSION.
- DEBE TENER UNA CAPACIDAD INTERRUPTIVA  $\geq$  A LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO DEL SUMINISTRADOR NORMALMENTE DE 700, 800 O 1000 MVA SIMÉTRICOS EN EL SISTEMA DE LL Y FC

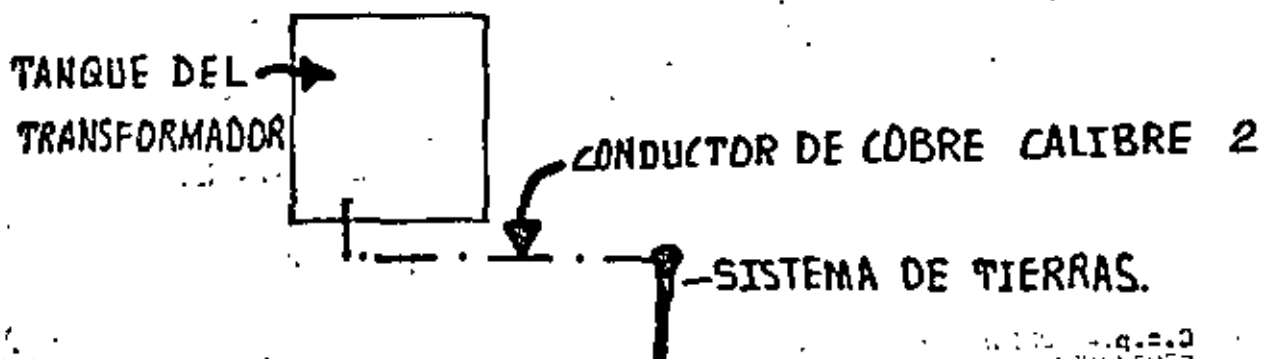
# RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.



SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS : 10  $\Omega$ .

\* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.







**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS  
PARA EDIFICIOS**

**S I S T E M A   D E   D I S T R I B U C I O N**

- CIRCUITOS ALIMENTADORES
- CENTROS DE DISTRIBUCION
- CIRCUITOS DERIVADOS

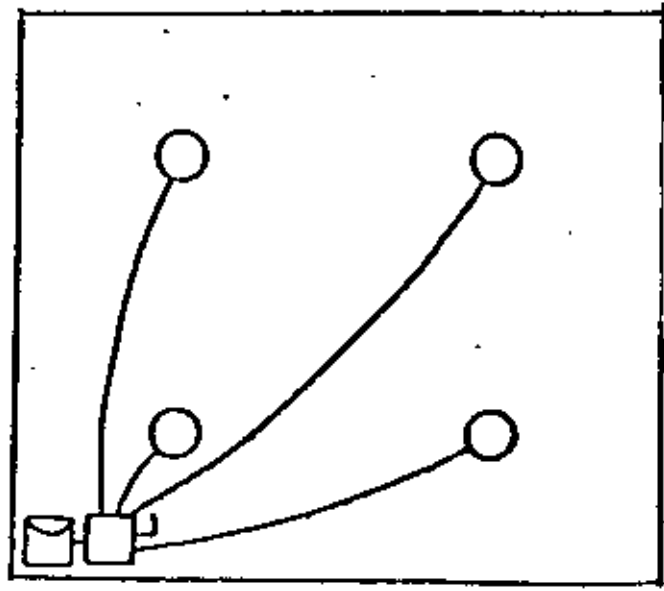
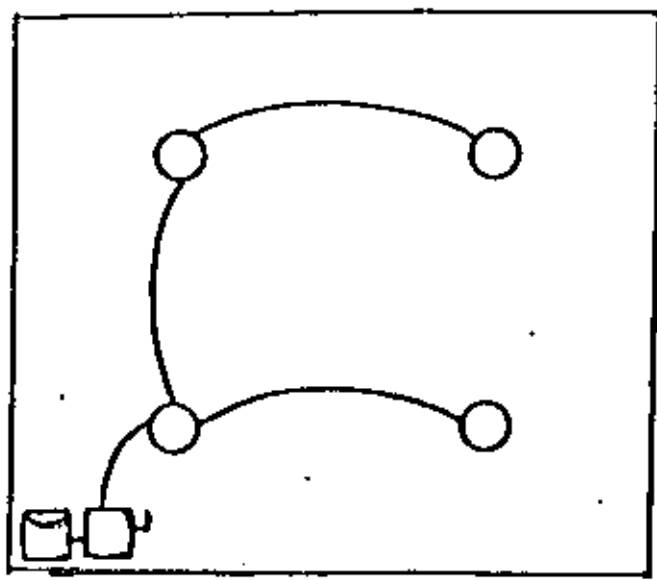
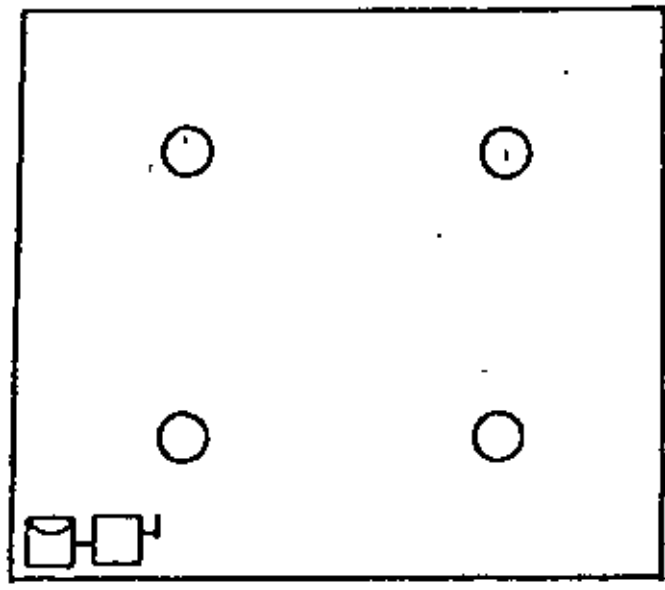
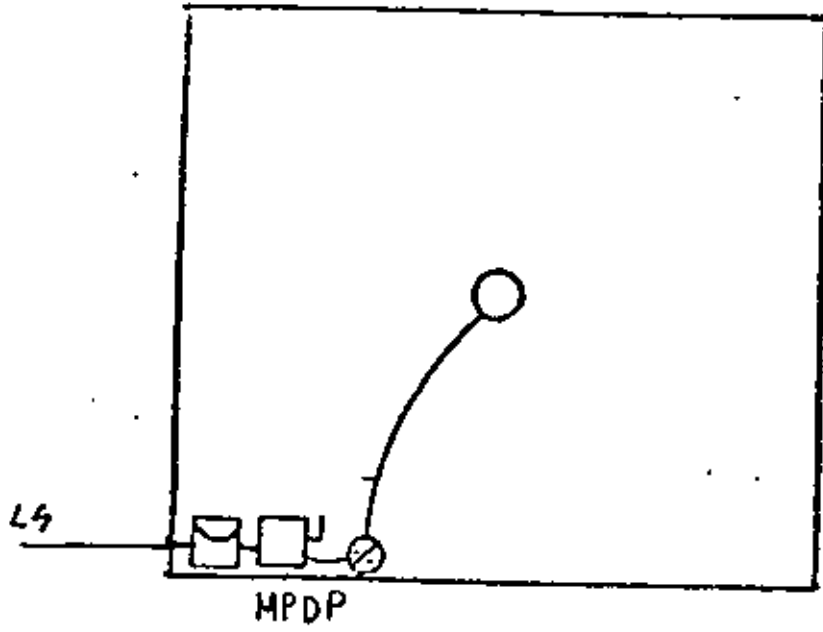
**ING. PABLO ZAPIAIN L.**

**MARZO, 1983**

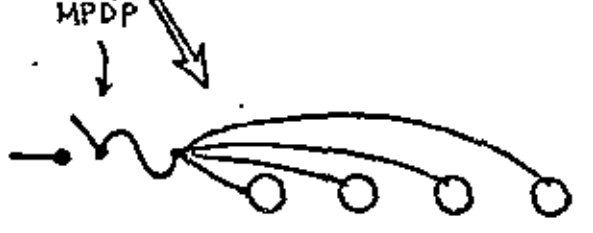
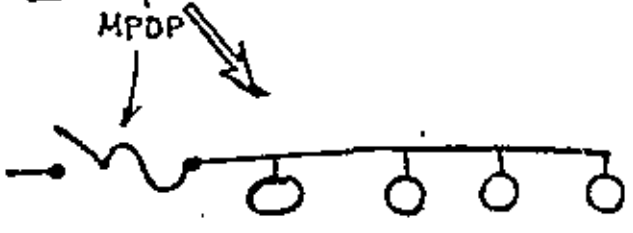
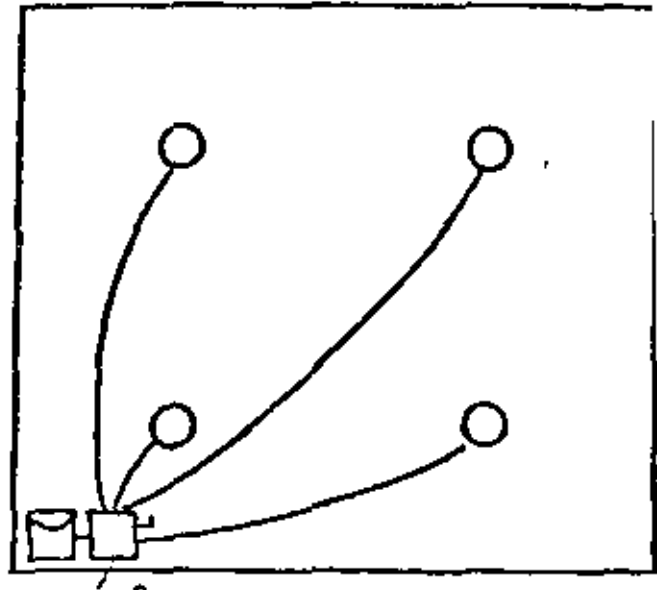
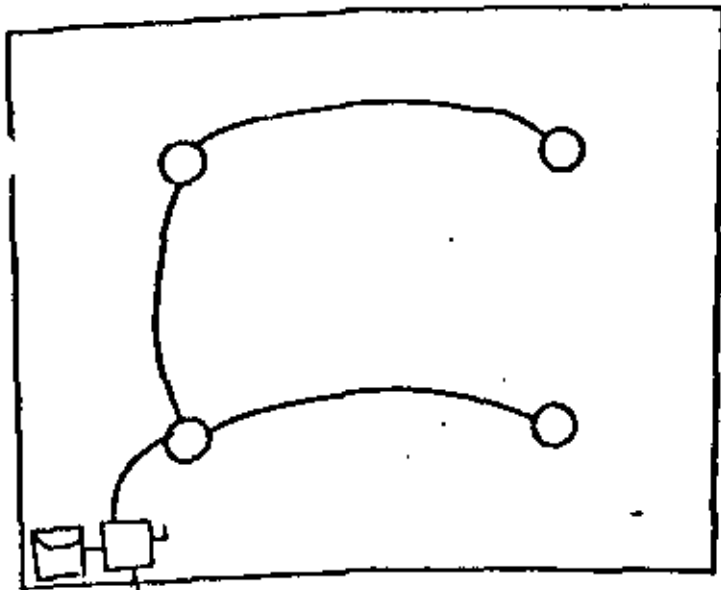
# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

- ① - CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- ② - CENTROS de DISTRIBUCION.  
(TABLEROS.)
- ③ - CIRCUITOS DERIVADOS. -

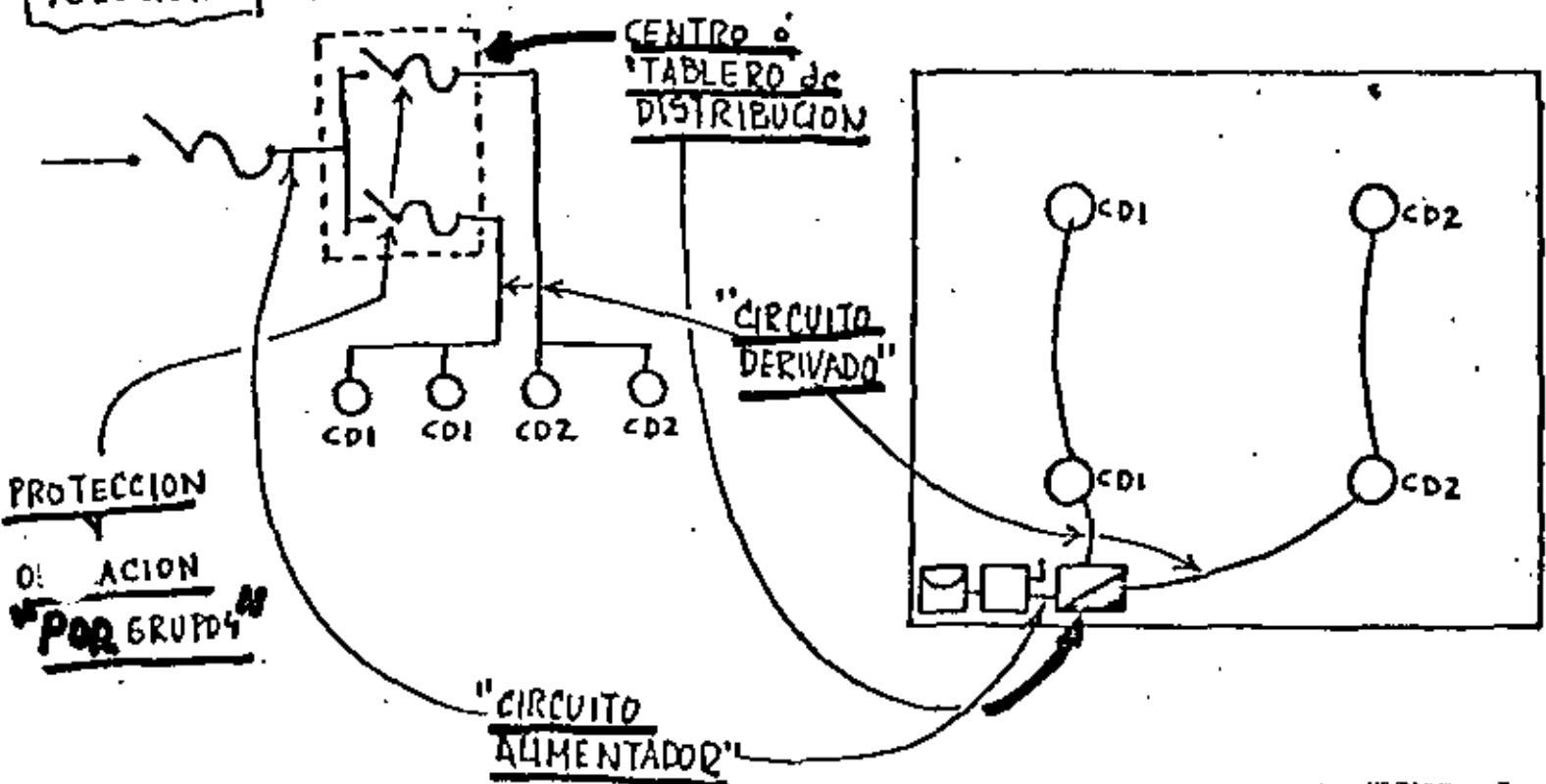


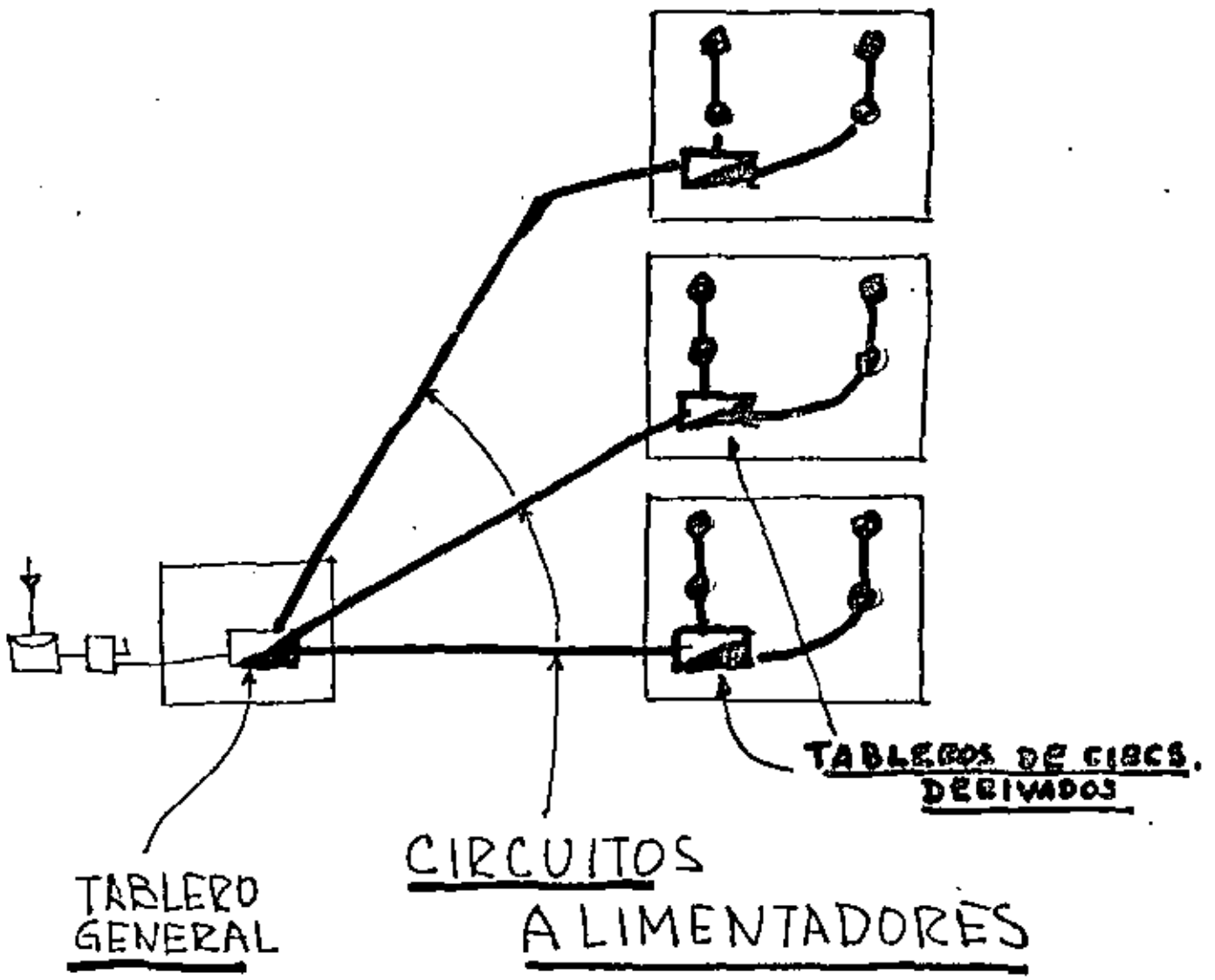


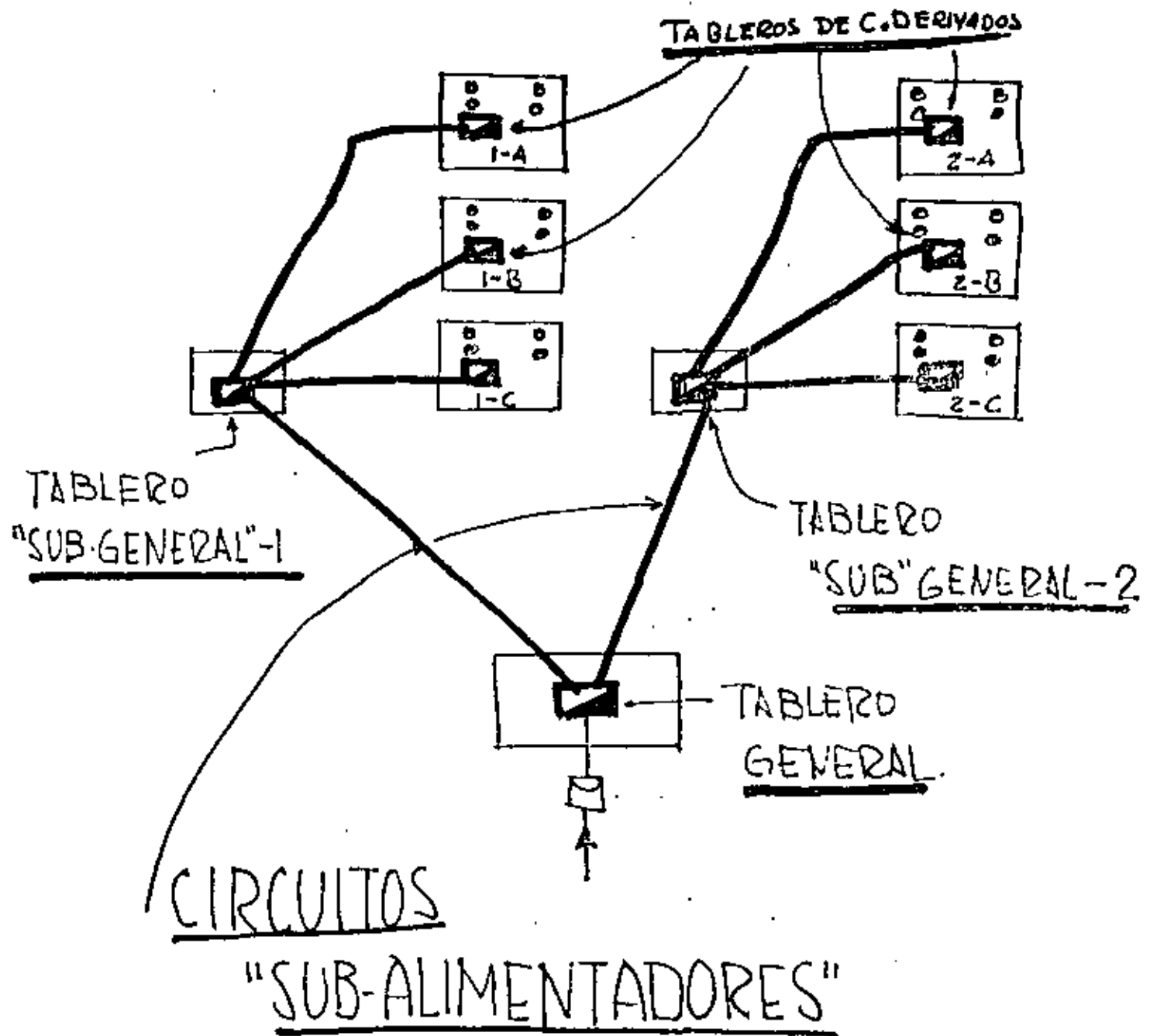


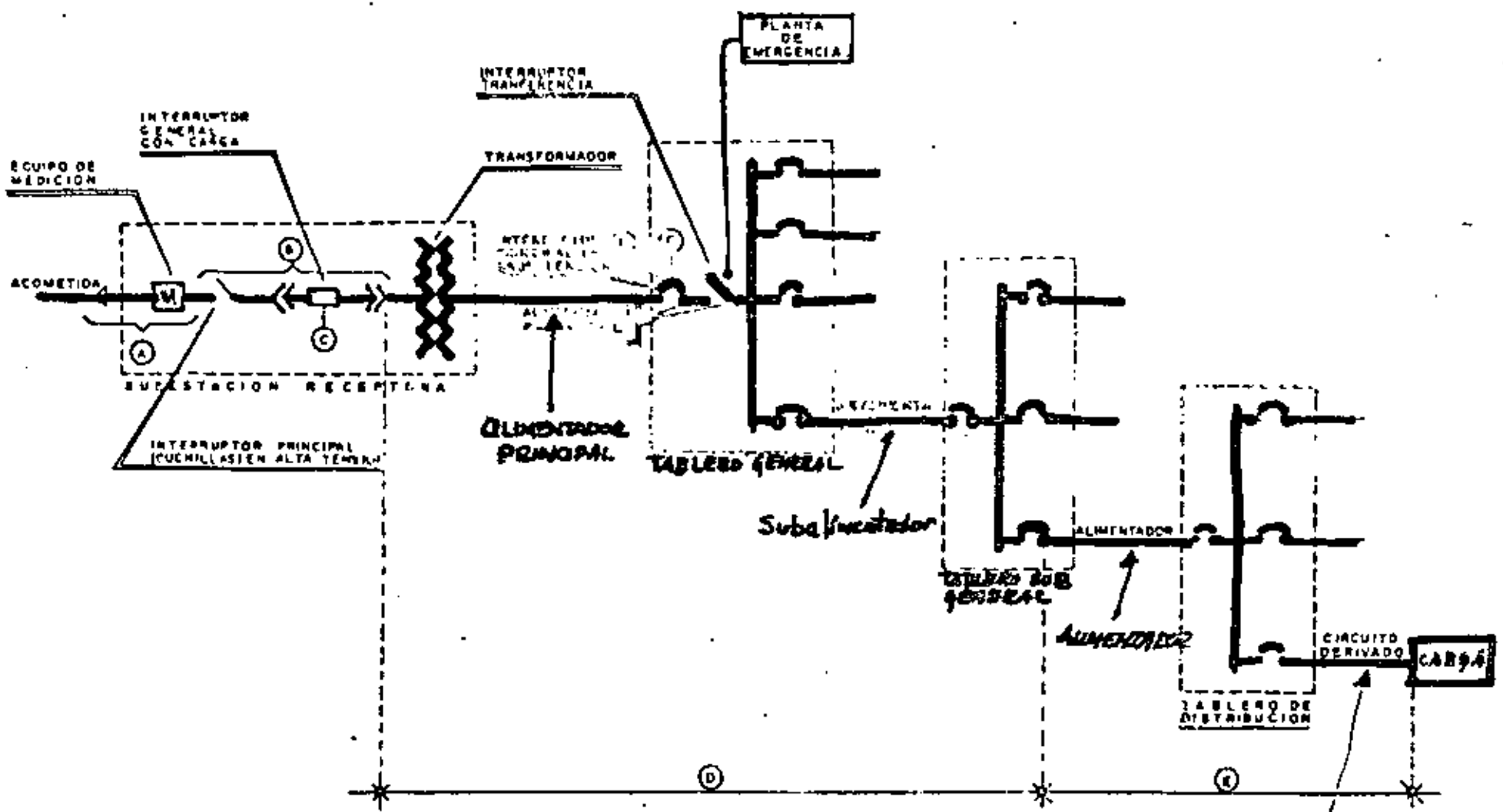
FALLA ———→ }  
 POSIBILIDAD ———→ } TOTAL  
 OPERACION ———→ }

**SOLUCION:**









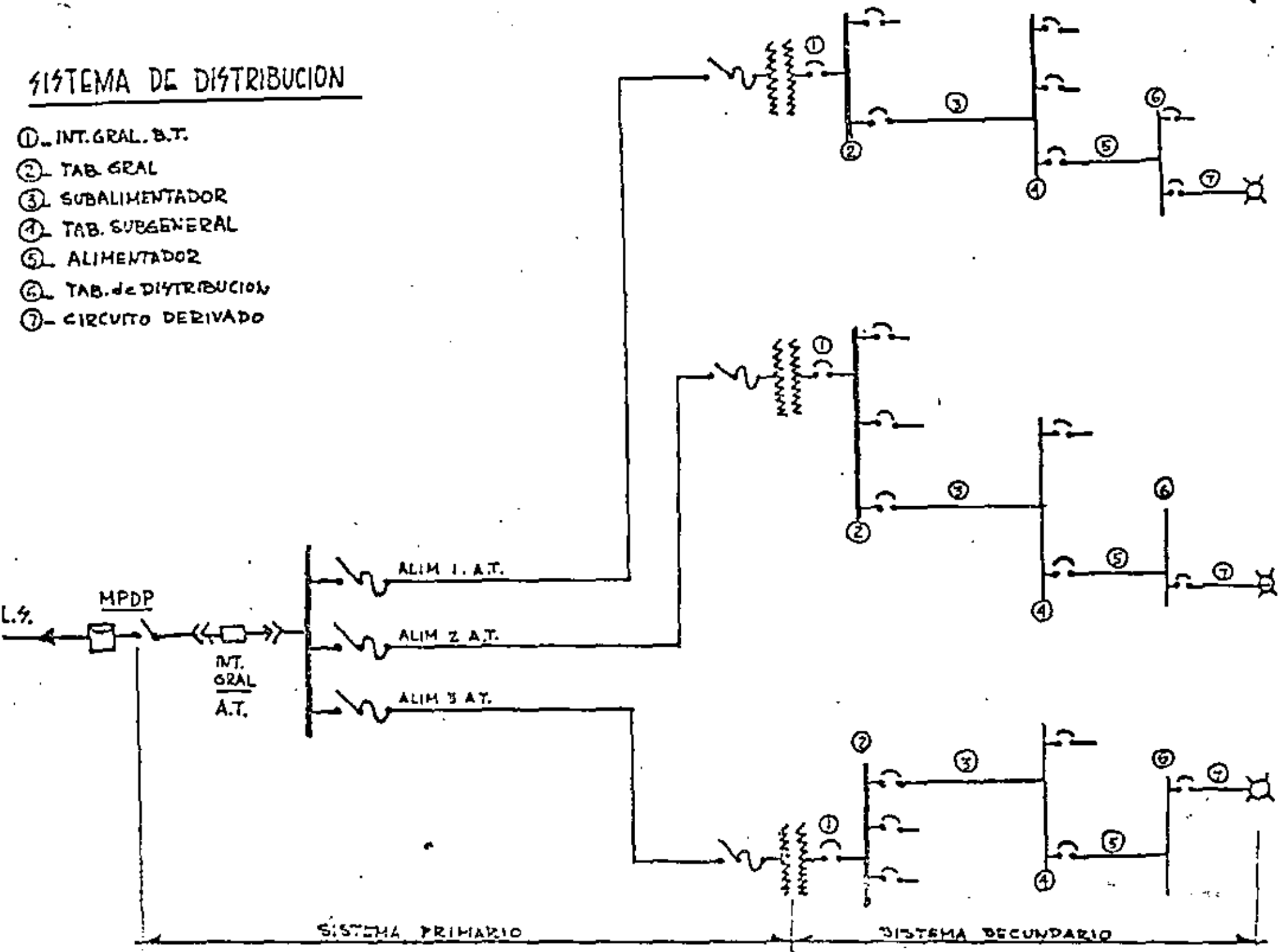
- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO.
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO

CIRCUITO DERIVADO



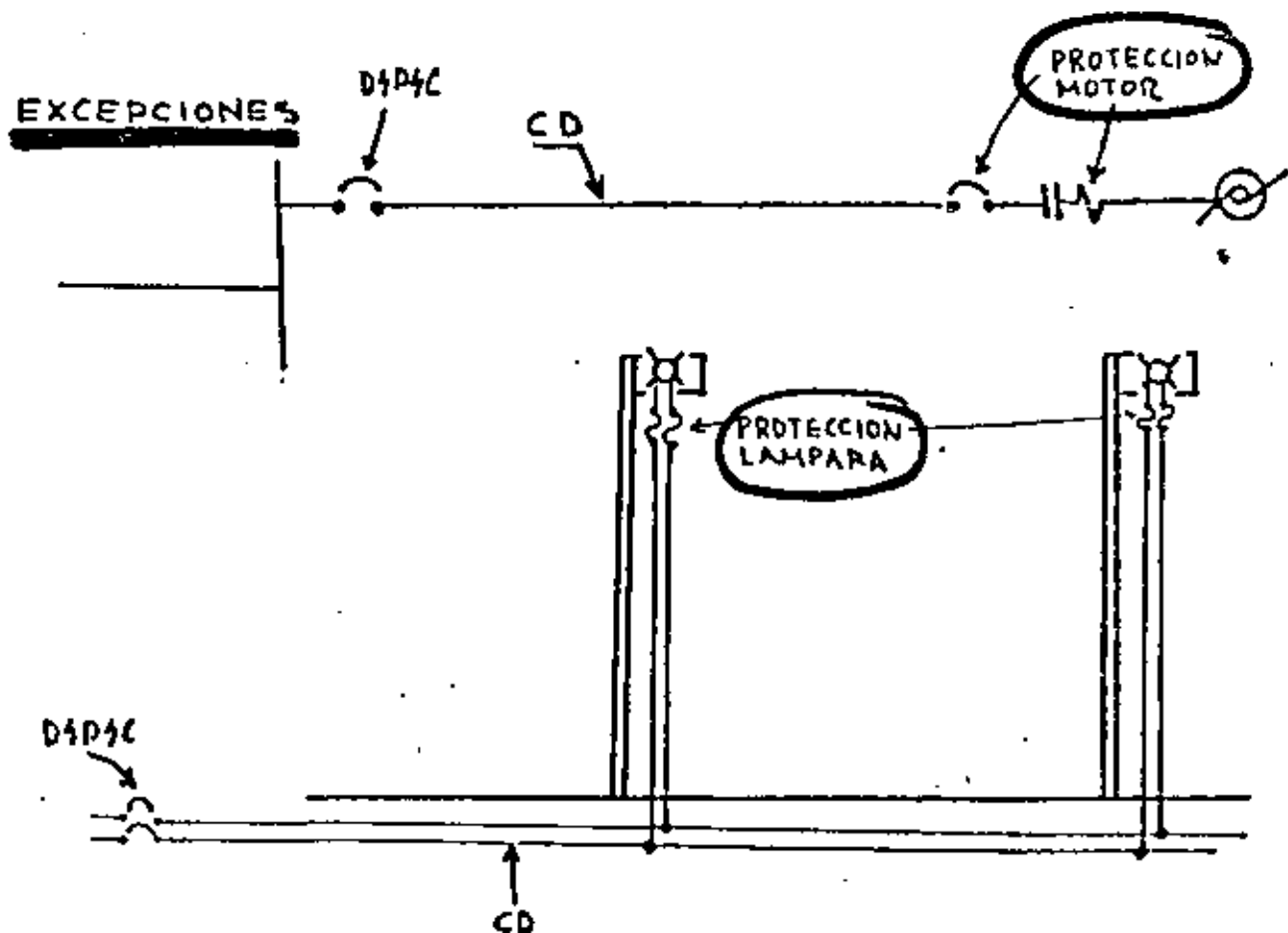
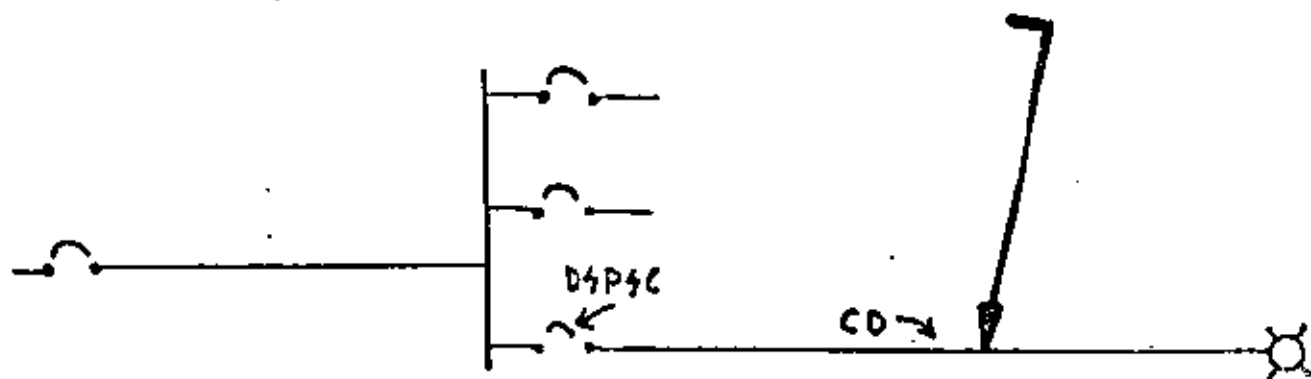
# SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① INT. GRAL. B.T.
- ② TAB. GRAL
- ③ SUBALIMENTADOR
- ④ TAB. SUBGENERAL
- ⑤ ALIMENTADOR
- ⑥ TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ - CIRCUITO DERIVADO



# CIRCUITO DERIVADO

"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION... HACIA LAS CARGAS"



# Clasificación de los circuitos

1. - De acuerdo con su conexión eléctrica
2. - # # # # USO

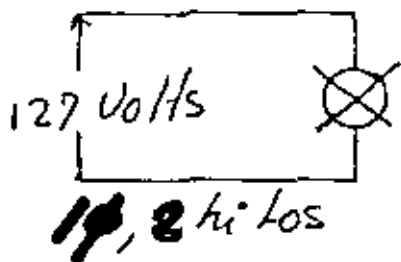
1. - De acuerdo con su conexión.

1.1.) En función del tipo de Circuito eléctrico:

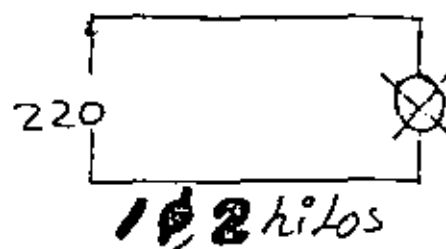
- 1.1) CIRCUITO SERIE ( $I = cte$ )
  - 1.2) CIRCUITO PARALELO ( $V = cte$ )
- } con respecto a la carga

1.2) En función de la cantidad de conductores que establecen el circuito:

(1.2.1.)

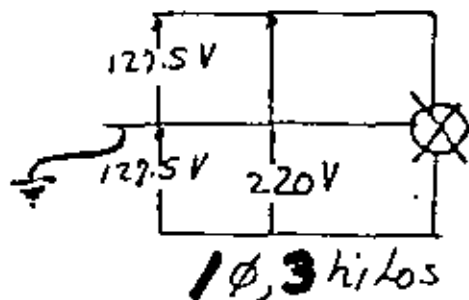


(1.2.2)

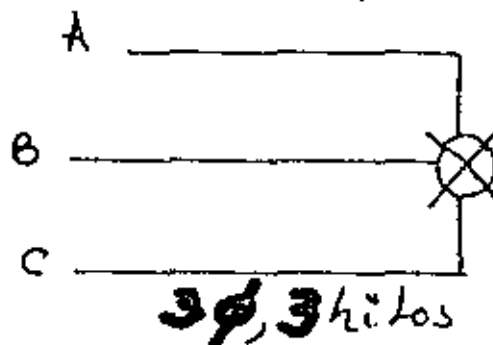


CIRCUITO DERIVADO MULTIFILAR NTE-81-101

(1.2.3)

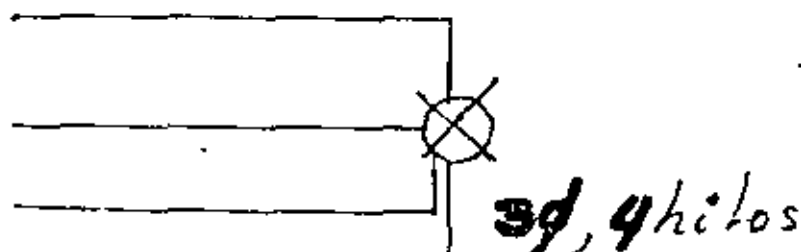


(1.2.4)



\* DOS O MAS CONDUCTORES  
ACTIVOS CON UNA ΔV  
ENTRE SI... Y UN  
CONDUCTOR PUESTO  
A TIERRA

(1.2.5)



2).- De acuerdo con su uso (NO EN NTIE).

2.1.- Uso General { CIRCUITO DE ALUMBRADO  
CIRCUITO DE CONTACTOS.

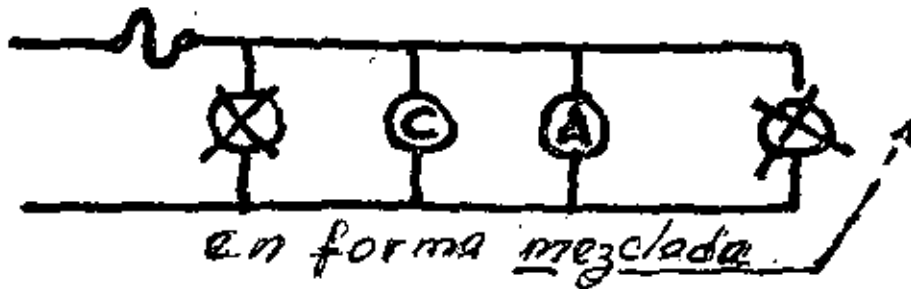
2.2.- Uso para aparatos

2.3.- Uso para cargas individuales

2.4.- Uso para motores.

• CARGAS INDIVIDUALES  
MAYORES DE 50A  
DEBEN ABASTECERSE  
POR C.D. INDIVIDUAL  
- NTIE-202-11-C  
• CUALQUIER CARGA  
INDIVIDUAL EN CUALQUIER  
LOCAL  
- NTIE-203-10-3-LOCAL

2.5.- Uso General  
\* para cargas de alumbrado y aparatos indistintamente



NO RECOMENDADO  
PARA APARATOS  
QUE TOMEN MAS DE  
3 AMPs. (PLANCHAS, FREZAS,  
-LLAS, REFRIGERADORES,  
LAVADORAS, ETC.  
- NTIE-202-11-C

¿cuantas lamp, C, A, etc... se debe de conectar?

SEGUN LA "CLASIFICACION"  
DEL CIRCUITO

¿QUE ESTABLECE LA "CLASIFICACION"  
DE LOS CIRCUITOS DE USO GENERAL?

LA CAPACIDAD del CIRCUITO.

1. The first part of the document is a list of names and addresses. The names are written in a cursive hand, and the addresses are in a more formal, printed style. The list includes names such as "John Smith", "Mary Jones", and "Robert Brown", along with their respective street addresses and city names.

2. The second part of the document is a series of short, handwritten notes or entries. These notes are arranged in a column and appear to be a continuation of the information provided in the first part. They are written in a similar cursive hand as the names and addresses.

3. The third part of the document is a list of names and addresses, similar to the first part. However, these names and addresses are written in a different cursive hand, possibly indicating a different set of records or a different section of the document.

4. The fourth part of the document is a series of short, handwritten notes or entries, similar to the second part. These notes are arranged in a column and appear to be a continuation of the information provided in the third part.

5. The fifth part of the document is a list of names and addresses, similar to the first and third parts. These names and addresses are written in a different cursive hand, possibly indicating a different set of records or a different section of the document.

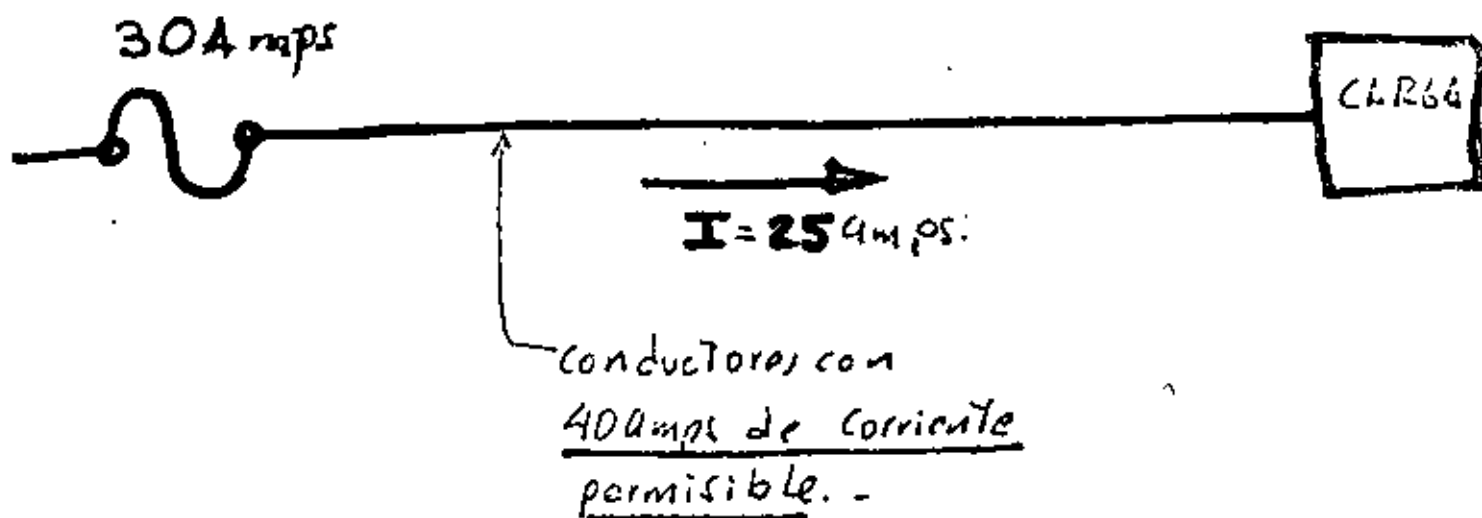
6. The sixth part of the document is a series of short, handwritten notes or entries, similar to the second and fourth parts. These notes are arranged in a column and appear to be a continuation of the information provided in the fifth part.

# CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DERIVADO

II

## CAPACIDAD DE SU PROTECCION

Ejemplo 8 ↙



La capacidad del C.D es:

capacidad = 30Amps

# CLASIFICACION de LOS CIRCUITOS DERIVADOS



## CAPACIDAD COMERCIAL DE LOS MEDIOS de PROTECCION - NTIE-21-202-7



- 15 amp.
- 20 amp.
- 30 amp.
- 40 amp.
- 50 amp.

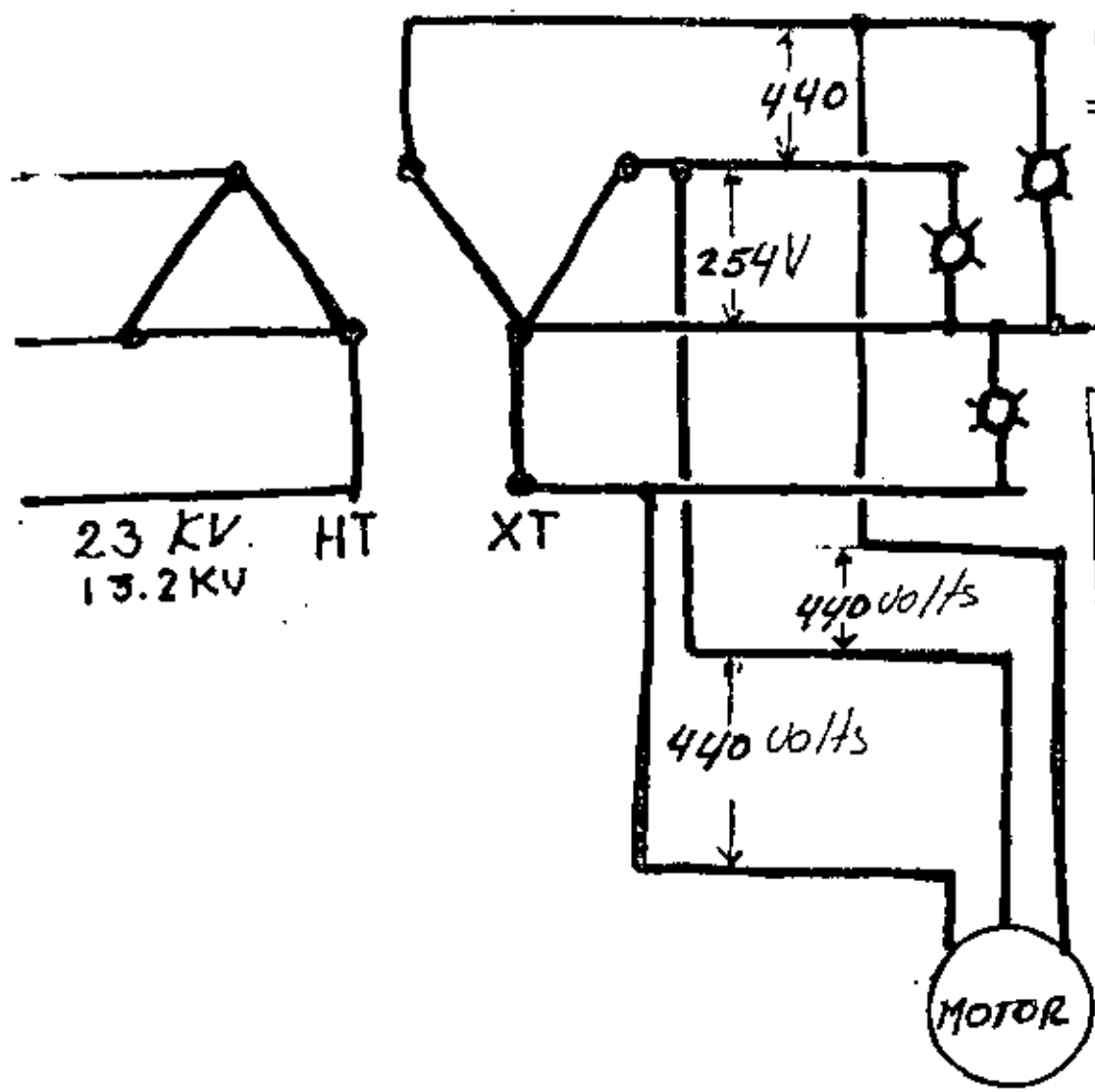
# Limitaciones del circuito de uso General.

1.- EN TENSION:

1.1) Voltaje al neutro < 150 volts NTIE-81-202-5.3  
excepciones:

a) -- EDIFICIOS INDUSTRIALES y COMERCIALES (Hasta 300V)

- \* que tenga mantenimiento responsable
- \* que tenga unicamente carga de alumbrado
- \* que tenga altura mayor de 2.40 m<sup>2</sup> las cargas. y
- **¡ADEMAS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL!**
- y \* PORTALAMPARAS TIPO "MOGUL"



Voltaje > 150 volts  
=> Peligro para las personas  
Pero

VENTAJA de uso  
 440V  
 con voltaje de 220V  
 el motor consume  $I$   
 y con voltaje de 440V  
 el motor consume  
 $I/2$

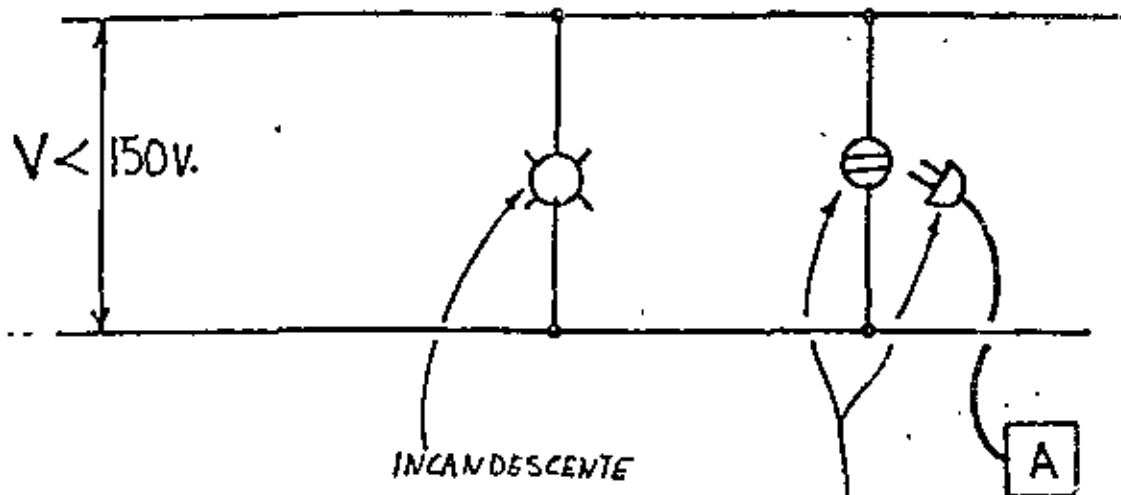


# 1.2 TENSION ENTRE CONDUCTORES

NTIE-202-5-b

- En: • CASAS HABITACION
- HOTELES

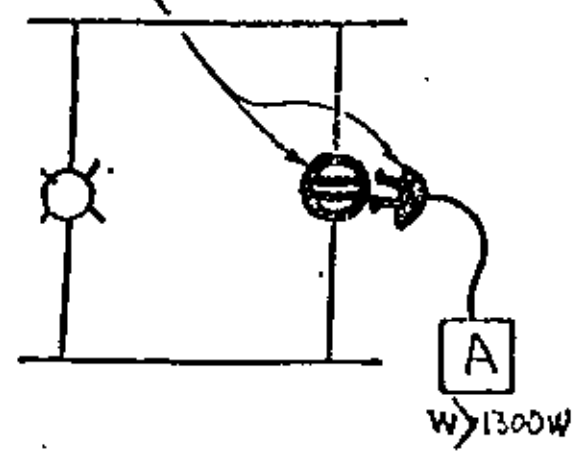
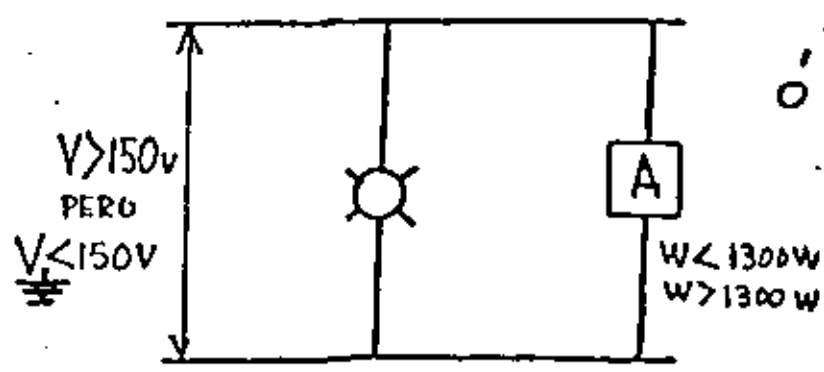
- LOCALES "SIMILARES"



$W < 1300W$

CONTACTO Y CLAVIJA DIFERENTES

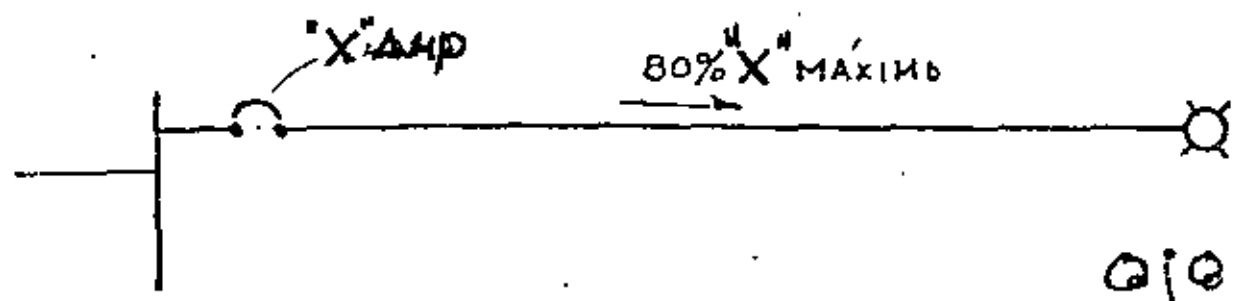
Si



## 2. CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE"

NTIE 202-8

3HS CONTINUAS



ojo

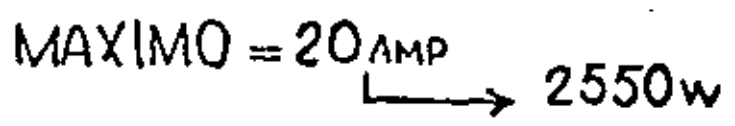
ALTERNATIVA: DISMINUCION NO NECESARIA SI SE USA FACTOR DE AGRUPAMIENTO EN DISEÑO CONDUCTOR.

## 3. RESIDENCIAS



NTIE 202-10-22

## 4. PORTALAMPARAS "SENCILLO"



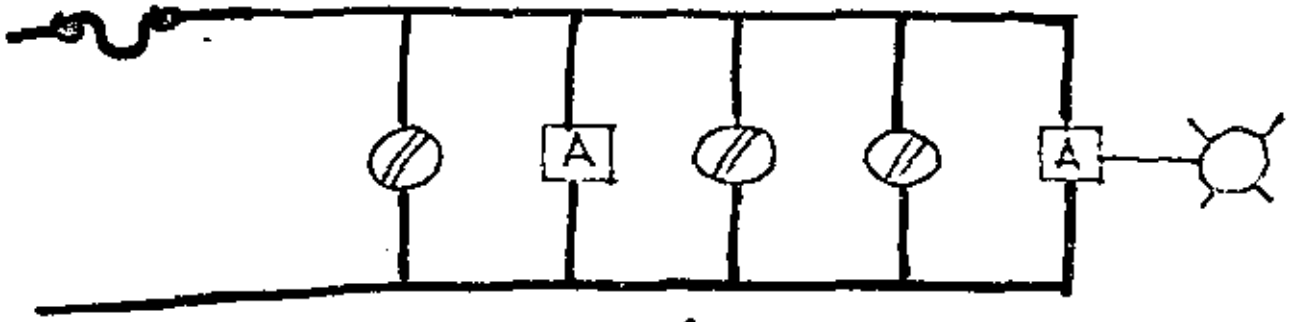
CAPACIDAD MENOR DE 600W:

- SOQUETS
- BASE FL.
- BASE SL.

"MOGUL" → O.K.

NTIE-20211-2

# CIRCUITOS PARA APARATOS



A — aparatos      ☼ — carga definida.  
 ☉ — contactos (toma corriente)      \* alumbrado integral

- a) — Para cargas definidas (aparatos no motor).
- b) — Para cargas indefinidas.

La capacidad del circuito queda definida por la capacidad del dispositivo de protección.

Especificaciones de la capacidad de los circuitos :

- \* circuito de 15 Amp.
- \* - - 20 Amp.
- \* - - 30 Amp.
- \* - - 50 Amp. 40AMP

LIMITACION EN TENSION :

**SE APLICA TAMBIEN NTB-202-56 (1.2 - CTO SCAL.)**

# CIRCUITO DE FUERZA

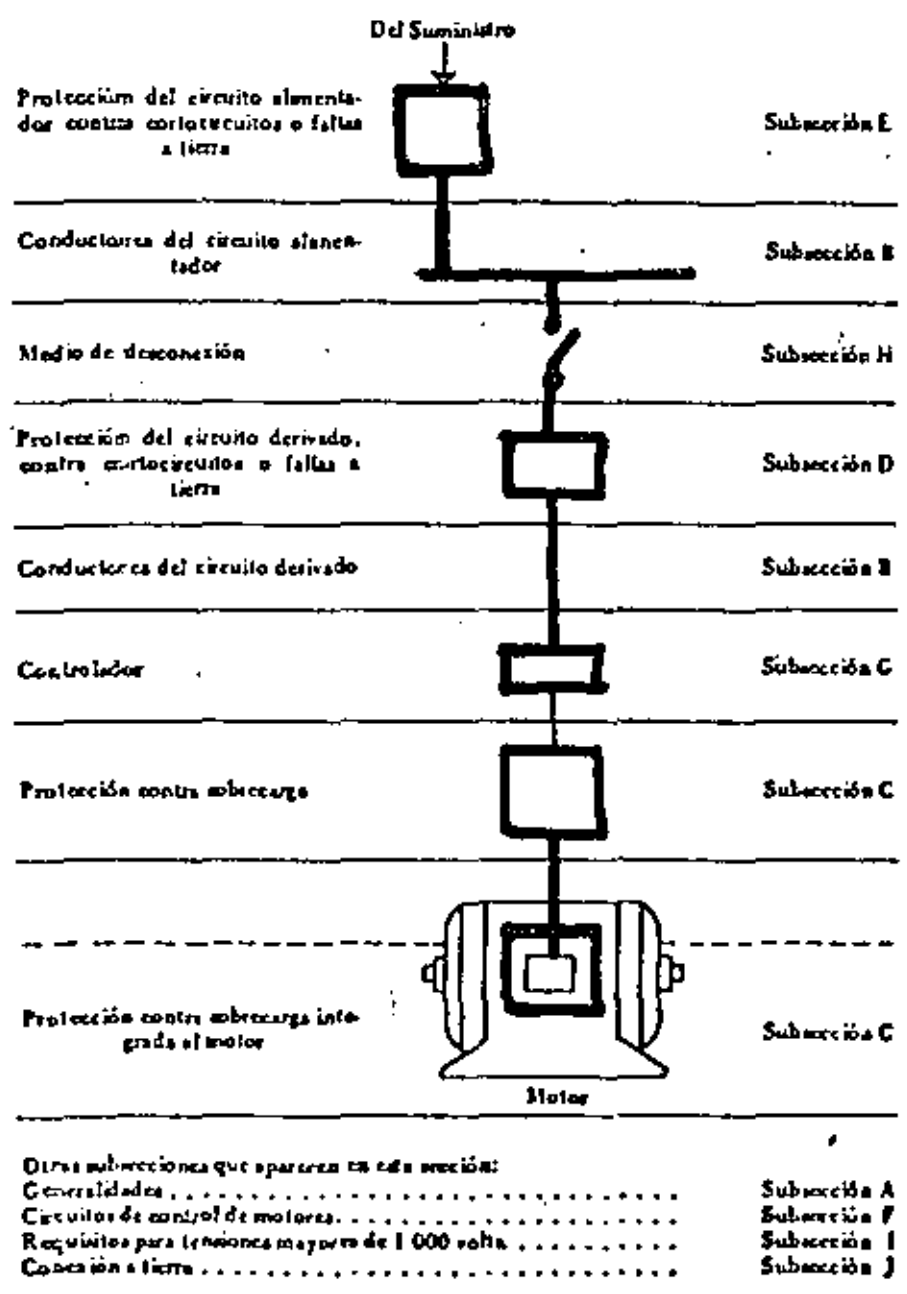
## 1) Elementos integrantes:

NTIE-81

132

Figura 403.1

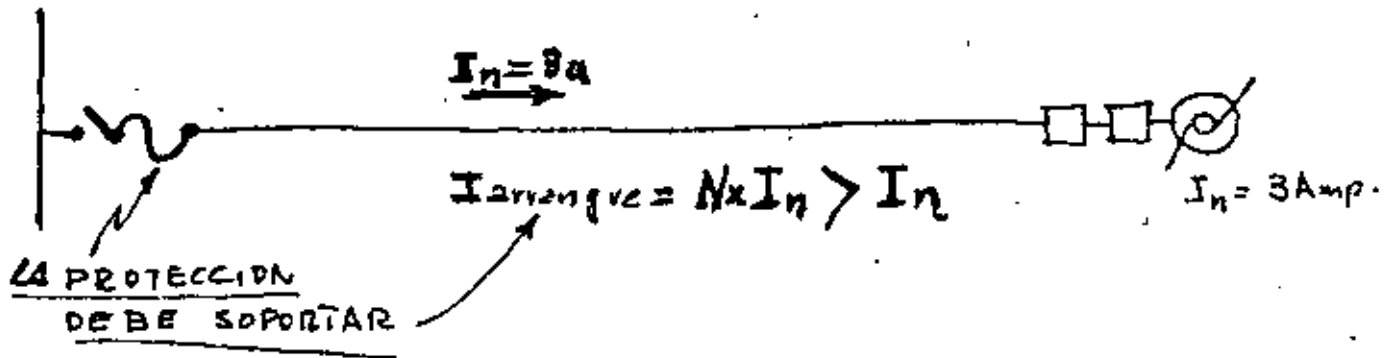
Diagrama que muestra la forma en que está dividida la Sección 403.



# CAPACIDAD DE UN CIRCUITO de FUERZA.

Capacidad Circuito  $\neq$  Capacidad del medio de protección del circuito

Capacidad = "Capacidad permisible de sus conductores."



Capacidad permisible de los conductores que abastecen a un motor :

**NTIE = 125%**  
**403-14**

de la corriente nominal a plena carga del motor

ARTICLE 430—MOTOR CIRCUITS, CONTROLLERS. 70-295

Table 430-22(a) Exception. Duty-Cycle Service

Classification of Service	Percentages of Nameplate Current Rating			
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	30 & 60 Minute Rated Motor	Continuous Rated Motor
Short-Time Duty Operating valves, raising or lowering rolls, etc.	110	120	150	...
Intermittent Duty Freight and passenger elevators, tool heads, pumps, drawbridges, turntables, etc. For arc welders, see Section 630-21	85	85	90	140
Periodic Duty Rolls, ore and coal-handling machines, etc.	85	90	95	140
Steady Duty	110	120	150	200

Any motor application shall be considered as continuous duty unless the nature of the apparatus it drives is such that the motor will not operate continuously with load under any condition of use.

EXCEPCIONES

%NTIE:

CUANDO EL SERVICIO SEA:

- DE "CORTO TIEMPO"
- INTERMITENTE
- PERIODICO
- VARIABLE

**EN LUGAR DEL 125% USAR FACTORES**

TABLA 403.14

Factores para seleccionar los conductores para motores que no sean de servicio continuo

Tipo de Servicio que requiere la carga	Por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos			
	Régimen de trabajo para el cual fue diseñado el motor			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 60 Minutos	Continuo
<u>De corto tiempo:</u> Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-
<u>Intermitente:</u> Ascensores y montacargas, máquinas-herramientas, bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas giratorias, etc. (para soldadoras de arco véase el artículo 518.12).	85	85	90	140
<u>Periódico:</u> Rodillos, máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
<u>Variable:</u>	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo, a menos que la naturaleza de la máquina o aparato accionado sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

**CORTO TIEMPO** - FUNCIONAMIENTO DE UNA CARGA SUBSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO CORTO DEFINIDO

**INTERMITENTE** - FUNCIONAMIENTO POR PERIODOS ALTERNADOS:

- 1) CON CARGA Y SIN CARGA
- 2) CON CARGA Y DESCONECTADO
- 3) CON CARGA, SIN CARGA Y DESCONECTADO

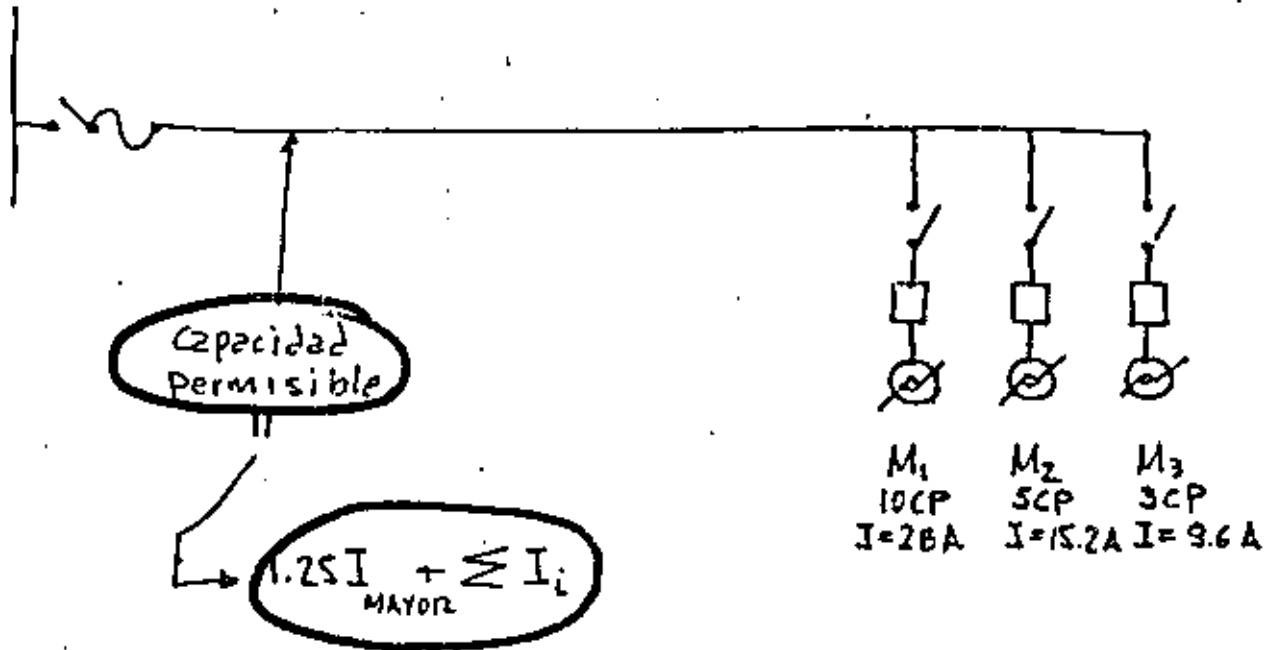
**PERIODICO** - INTERMITENTE CON CONDICIONES DE CARGA RECURRENTES

**VARIABLE** - LA CARGA Y SUS INTERVALOS DE DURACION SUJETOS A VARIACIONES CONSIDERABLES.

**CONTINUO** - CARGA SUBSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO LARGO INDEFINIDO

# CIRCUITO CON VARIOS MOTORES.

NTIE-403-16.



Example =  $1.25 \times 28 + 15.2 + 9.6 = 59.8$

70-258 NATIONAL ELECTRICAL CODE

Table 430-148. Full-Load Currents in Amperes  
Single-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are for motors running at usual speeds and motors with normal torque characteristics. Motors built for especially low speeds or high torques may have higher full-load currents, and multispeed motors will have full-load current varying with speed, in which case the nameplate current ratings shall be used.

To obtain full-load currents of 208- and 200-volt motors, increase corresponding 230-volt motor full-load currents by 10 and 15 percent, respectively.

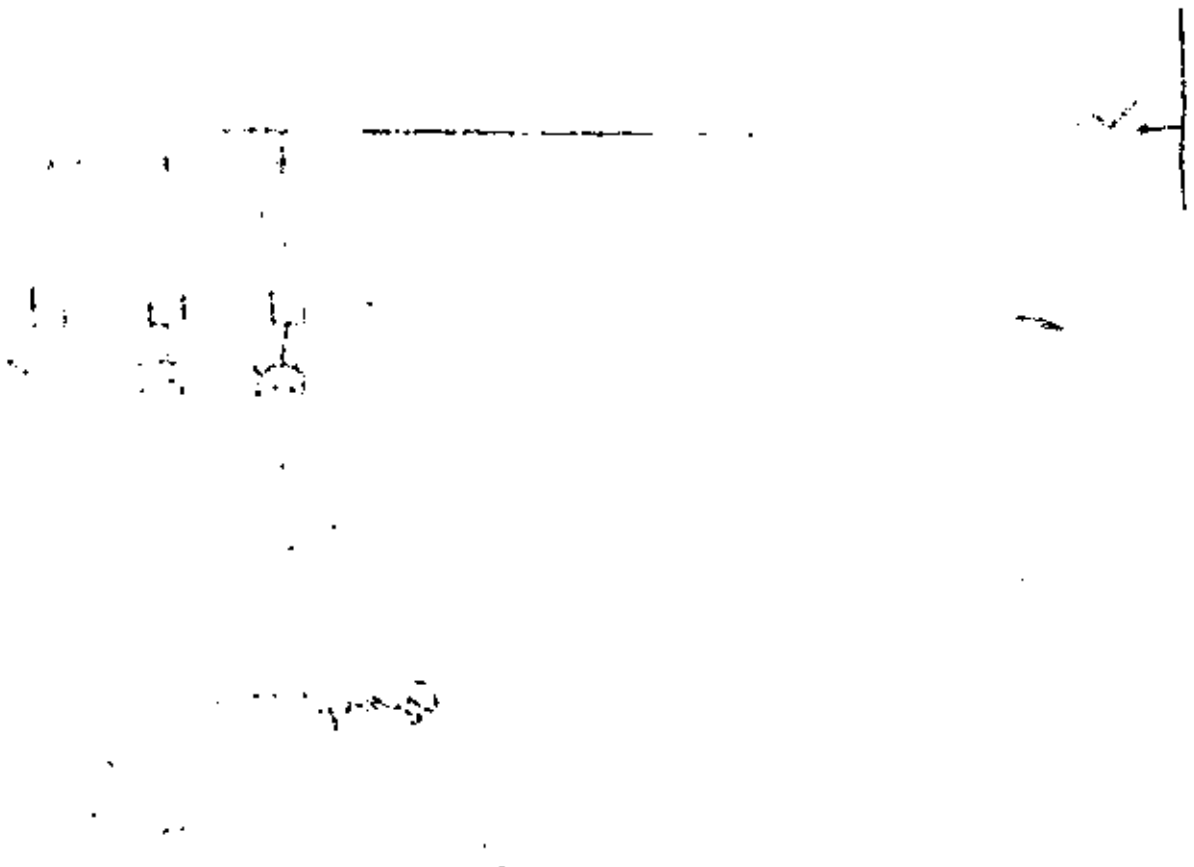
The voltages listed are rated motor voltages. Corresponding nominal system voltages are 110 to 120 and 220 to 240.

HP	115V	230V
1/8	4.4	2.2
1/4	5.8	2.9
1/2	7.2	3.6
3/4	9.8	4.9
1	13.3	6.9
1 1/2	16	8
2	20	10
3	24	12
4	34	17
5	36	28
7 1/2	40	40
10	100	50

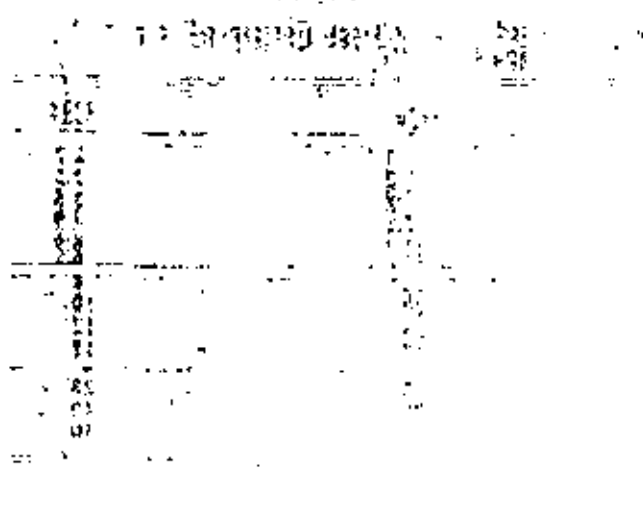
NOTES

11/11/51

(1)



... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..





22

NTE-81

Tabla 403.94  
Corriente a plena carga en amperes, de  
motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 403.93  
Corriente a plena carga en amperes, de motores  
de corriente directa

C.P.	Tensión nominal de armadura		
	120 V.	240 V.	500 V.
1/4	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
1/2	5.4	2.7	
3/4	7.6	3.8	
1	9.5	4.7	
1 1/2	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 1/2	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0
100		341.0	164.0
125		425.0	205.0
150		506.0	246.0
200		675.0	339.0

Los valores dados en esta tabla son para motores funcionando a su velocidad normal.

1870

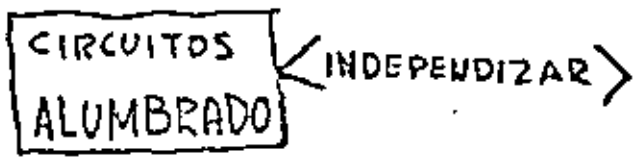
Year	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880
Population	1,000,000	1,050,000	1,100,000	1,150,000	1,200,000	1,250,000	1,300,000	1,350,000	1,400,000	1,450,000	1,500,000
Area (sq. miles)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Density (per sq. mile)	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15

# CIRCUITOS DERIVADOS - REQUERIDOS

## ANALIZAR :-

- ①.- CANTIDAD SUFICIENTE PARA ALIMENTAR A TODA LA CARGA DEFINIDA
- ②.- LAS LIMITACIONES DE CADA TIPO DE CIRCUITO
- ③.- LA POSICION RELATIVA DE SALIDAS Y DE LOS TABLEROS, Y SU INFLUENCIA EN LA CAIDA DE TENSION EN LOS CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES
- ④.- ESTABLECER UNA DISTRIBUCION UNIFORME DE LA CARGA.

⑤.- SE RECOMIENDA:



CIRCUITOS PARA

- [A] } MAS DE 3AMP %
- Ø }
  - PLANCHAS
  - PARRILLAS
  - REFRIGERADORES
  - ETC.

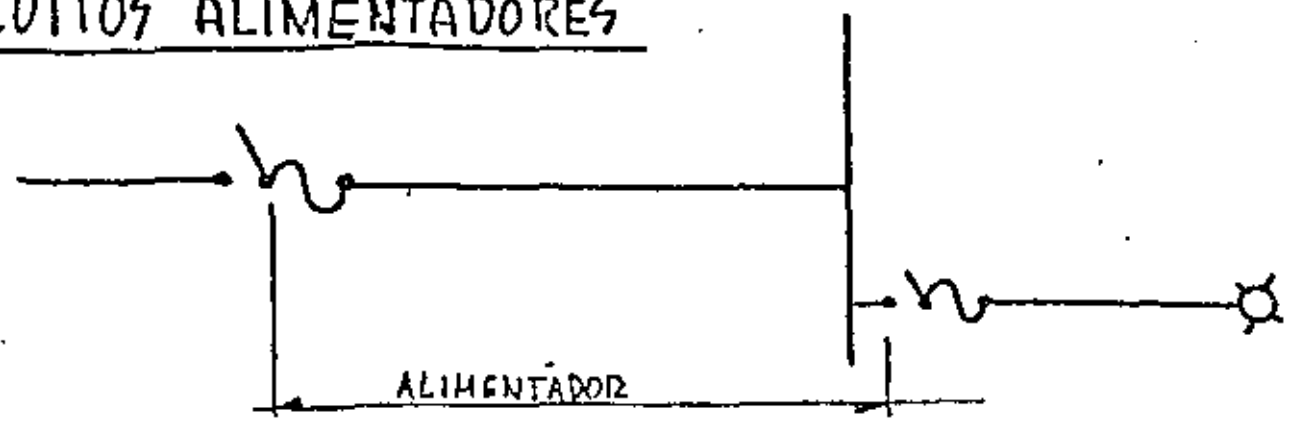
⑥.- EN RESIDENCIAS -

NTIE-204.36 :

2 CIRCUITOS DE 20AMP, INDEPENDIENTES PARA Ø DE



# CIRCUITOS ALIMENTADORES



CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE EL MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION Y LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

## CALIBRE

DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR A LA DEMANDA MAXIMA DETERMINADA. NTIE.203-2,204-7

calibre minimo: #10 AWG (5.26 mm<sup>2</sup>)  
NTIE-203-2

## DEMANDA-MAXIMA $\Sigma S$

"SUMA DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS ABASTECIDOS, MULTIPLICADA POR EL "FACTOR DE DEMANDA""

## FACTOR de DEMANDA

$$F.D. = \frac{DEMANDA MAXIMA}{CARGA CONECTADA}$$



# DETERMINACIÓN FACTORES de - DEMANDA

NTIE-01

27

Tabla 204.8 a)

Factor de demanda para el cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador. *
<u>Casas habitación</u>	Primeros 3 000 watta o menos Exceso sobre 3 000 watta	100% 35%
** <u>Hotelerías</u>	Primeros 20 000 watta o menos Exceso sobre 20 000 watta	50% 40%
** <u>Hospitales</u>	Primeros 50 000 watta o menos Exceso sobre 50 000 watta	40% 20%
<u>Edificios de oficinas.</u> <u>Escuelas</u>	Primeros 20 000 watta o menos Exceso sobre 20 000 watta	100% 70%
<u>Otros locales</u>	Carga total de alumbrado general	100%

## • ALUMBRADO GENERAL:

SEGUN NTIE 208.2 →

## • CONTACTOS:

• CARGA INDEFINIDA:

ESTIMAR 180W/ y

APLICAR NTIE 208.2 →

## • APARATOS:

UN  $\boxed{A}$  / CTO → FD = 100%

DOS O MAS  $\boxed{A}$  / CTO → FD = 75%

$\boxed{A}$  CALIFACCION → FD = 100%

## • MOTORES :-

SE CONSIDERA NORMA: CIRCUITO  $< / 2$  O MAS MOTORES → NTIE 403-16

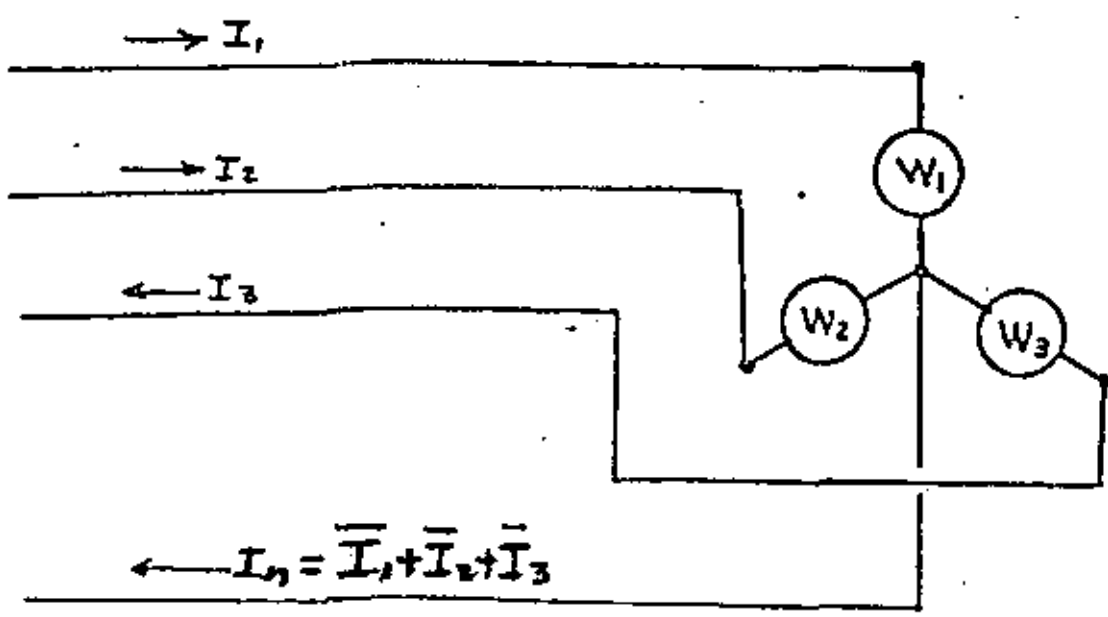
\* Factor de demanda: relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo.

\*\* Los factores de demanda de este tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

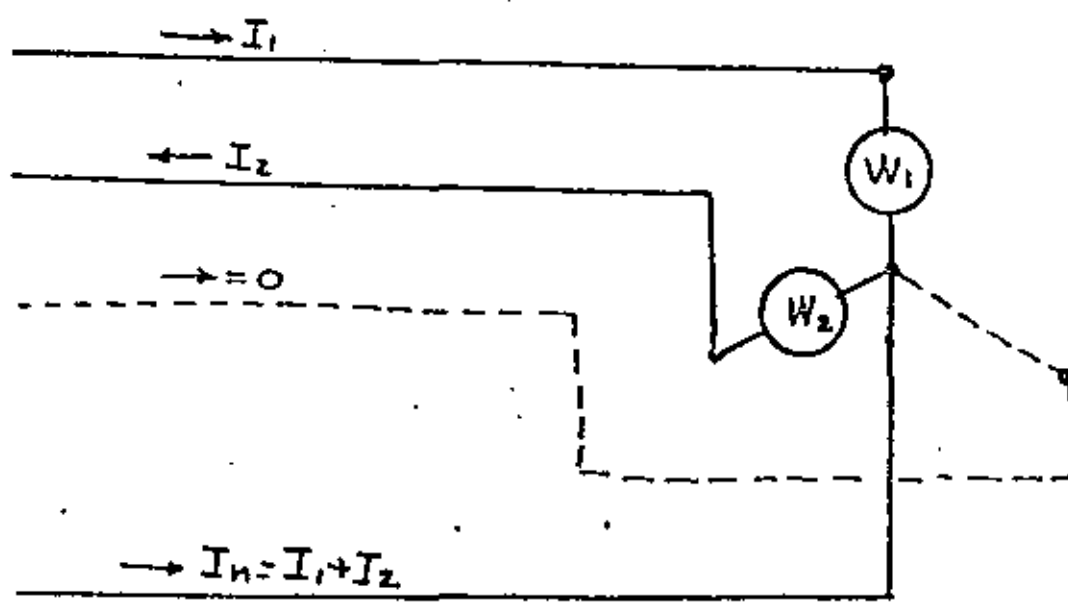


# CARGA del CONDUCTOR NEUTRO

NTIE 2049



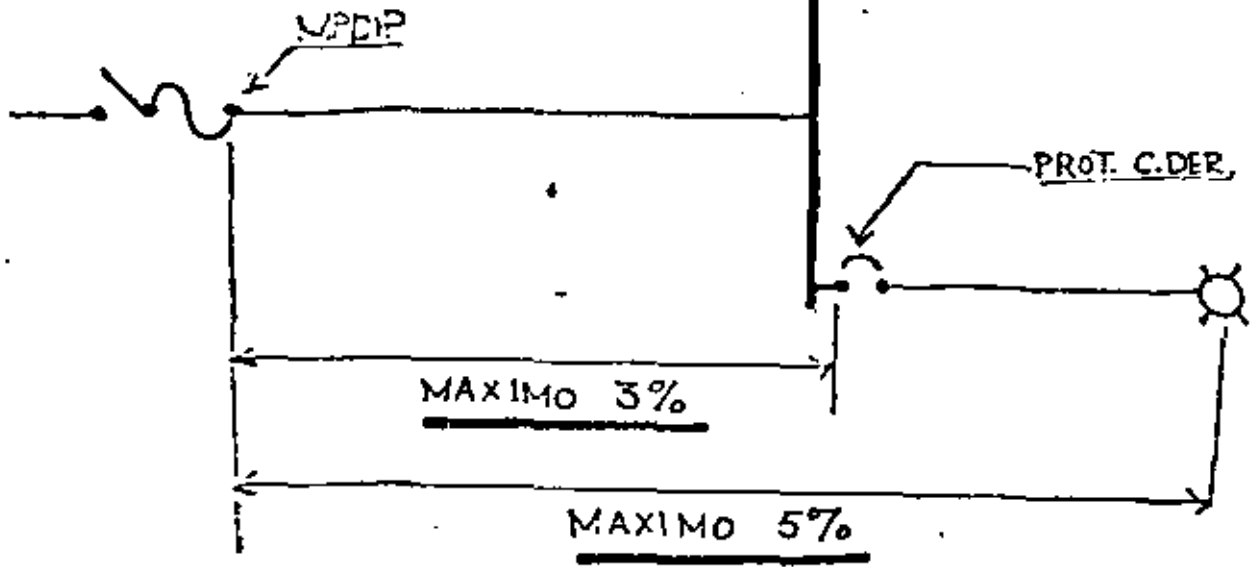
Si  $W_1 > W_2 > W_3 \rightarrow$  CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO-MAXIMO" :-





# CAIDA DE TENSION

NTIE 203.3



# DERIVACIONES

NTIE-203.7

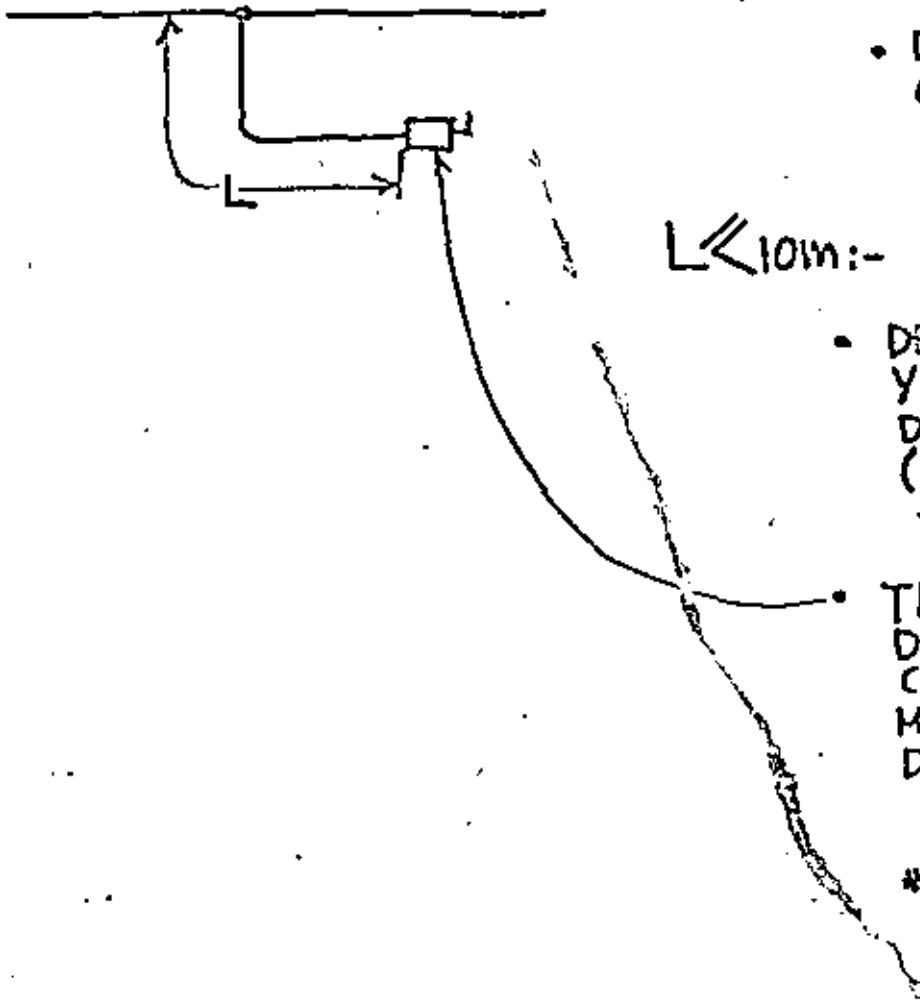
$L > 10m$  :-

- DERIVACION MÍSMO CAPACIDAD DE ALIMENTADOR

$L \leq 10m$  :-

- DERIVACION PUEDE TENER  $\frac{1}{3}$  DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR, PERO (CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA).
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MÍSMO CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

\* NO SI  $L \leq 3m$

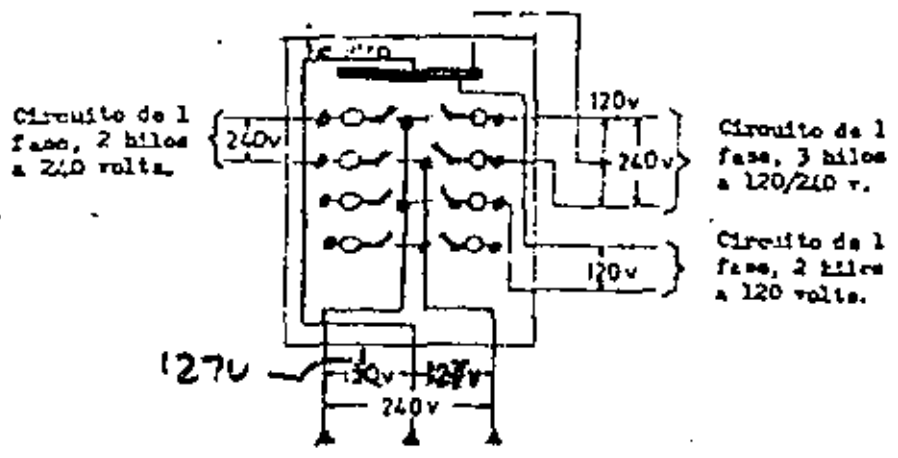


# TABLEROS de DISTRIBUCION

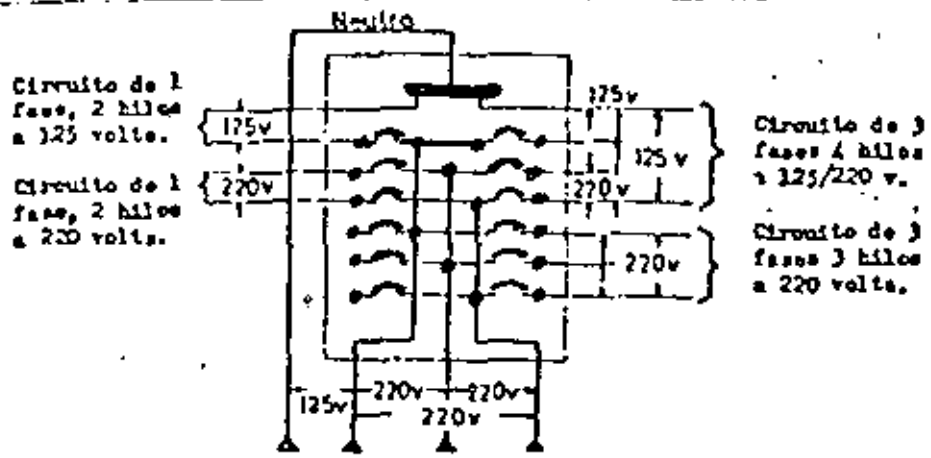
## OBJETIVOS:

- DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS O ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE EL LOS CIRCUITOS
- PROTEGER a LOS CIRCUITOS DERIVADOS
- CENTRO DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES:



Alimentación 1 fase, 3 hilos a un tablero con interruptores y fusibles.



Alimentación 3 fases 4 hilos a un tablero con interruptores automáticos.

LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

Contienen:

- 1.- Barras alimentadoras de corriente y neutra.
- 2.- Interrupción.
  - a) Interruptores
  - b) Interruptores automáticos.
  - c) Ninguna
- 3.- Protección del circuito.
  - a) Fusibles
  - b) Interruptores automáticos.

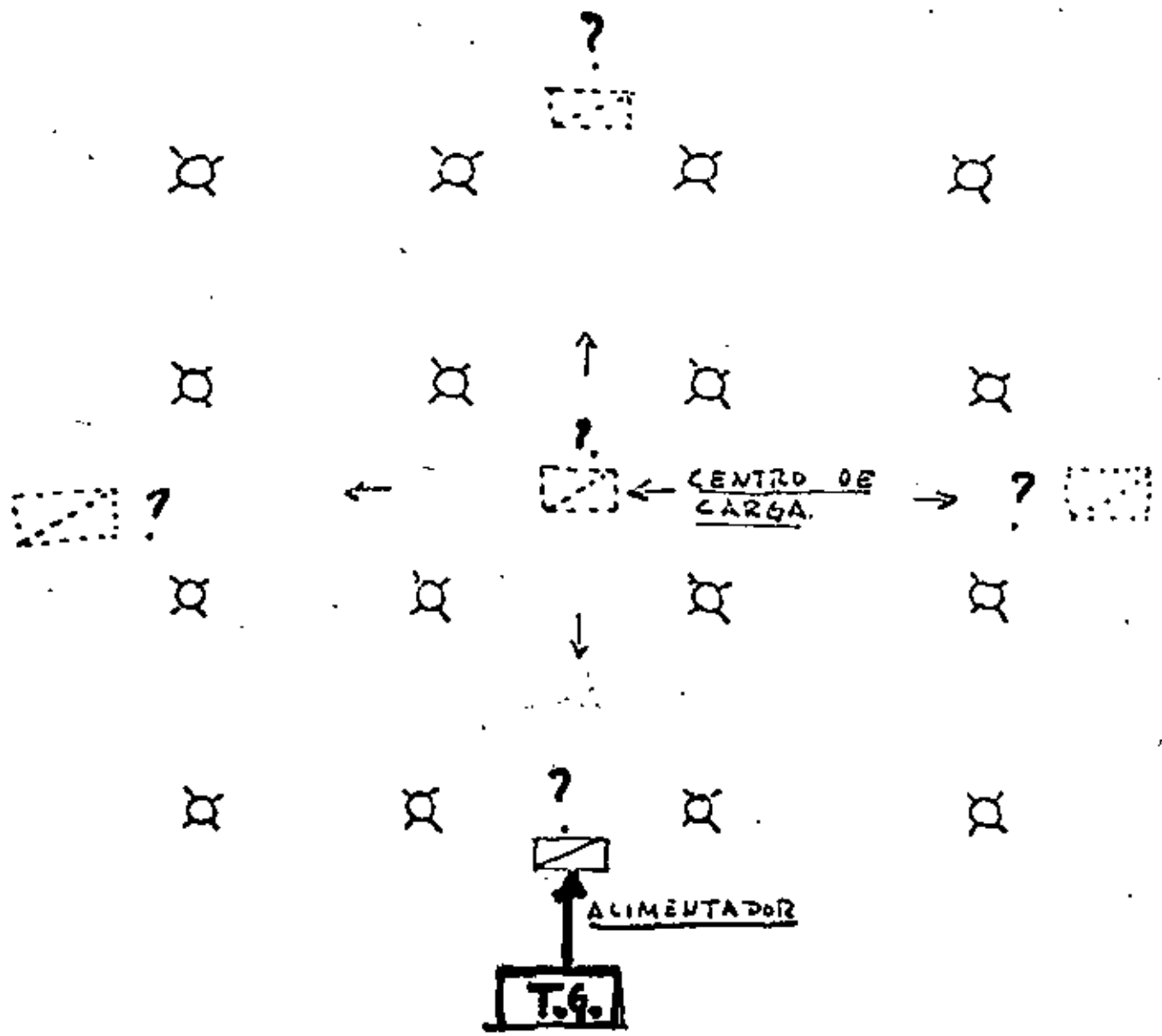
# TABLES DE DISTRIBUCION

USOS:-

- 1) - DISTRIBUIR ENERGIA.
- 2) - PROTEGER LOS CIRCUITOS.
- 3) - OPERAR LOS CIRCUITOS.

## PRINCIPALES CONDICIONES A ANALIZAR RELATIVAS A LOS TABLES:-

- 1) - CANTIDAD DE CIRCUITOS (MAX 42)
- 2) - USO.
- 3) - LOCALIZACION RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA (CENTRO DE CARGA).
- 4) - LOCALIZACION RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU ALIMENTADOR.
- 5) - ACCESIBILIDAD.



## TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

DEFINICION.- Tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos, es aquél que tiene más del 10 por ciento de sus elementos de protección contra sobrecorriente calibrados a 30 amperes o menos y está dotado de barra para conexiones al neutro.

### NORMAS GENERALES PARA LA SELECCIÓN DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

- 1.- No más de 42 circuitos derivados monopolares de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre tablero y la primera salida es de 30 metros.
- 3.- Los tableros deberán instalarse en sitios de fácil acceso.
- 4.- Los tableros deberán instalarse tan cercanos como sea posible a su centro de carga.
- 5.- Para interrumpir un circuito desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localización de los tableros, deberá considerarse la menor longitud posible de su alimentador y el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables-alimentadores para abastecer la carga.
- 8.- Un tablero para alumbrado y aparatos alimentado con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su alimentación con protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar por lo menos un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez seleccionados los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de tableros, deberá consignarse en planos y una tabla que indique: designación de cada tablero; localización, número y capacidad de los circuitos derivados, su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA  
EDIFICIOS

S I S T E M A   D E   D I S T R I B U C I O N

FORMADO POR:

- 1) CIRCUITOS ALIMENTADORES
- 2) CENTROS DE DISTRIBUCION  
( TABLEROS )
- 3) CIRCUITOS DERIVADOS

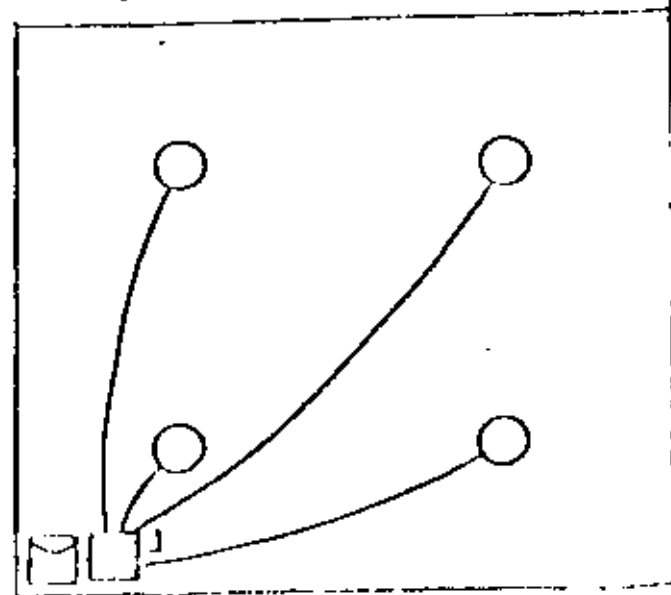
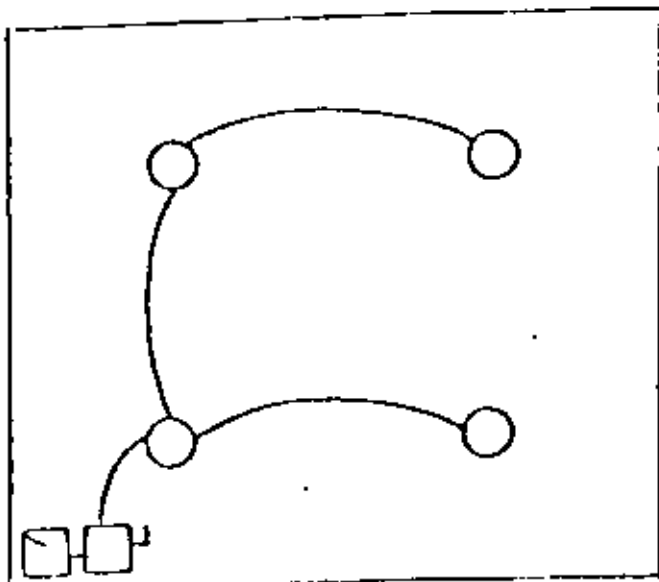
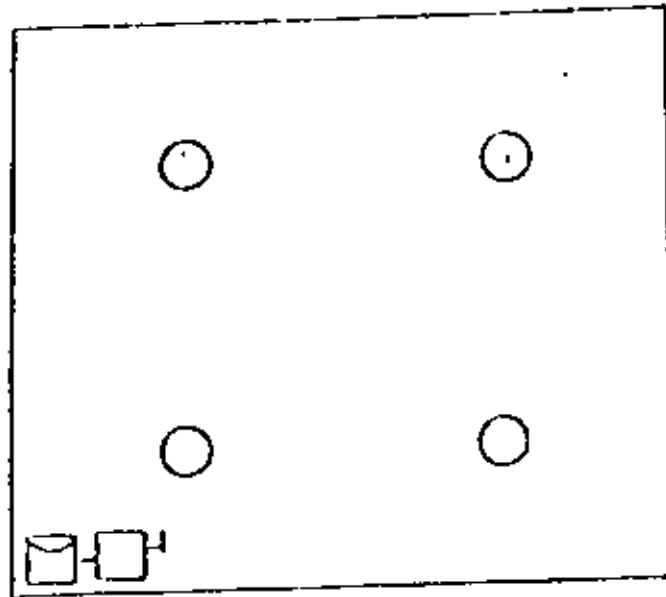
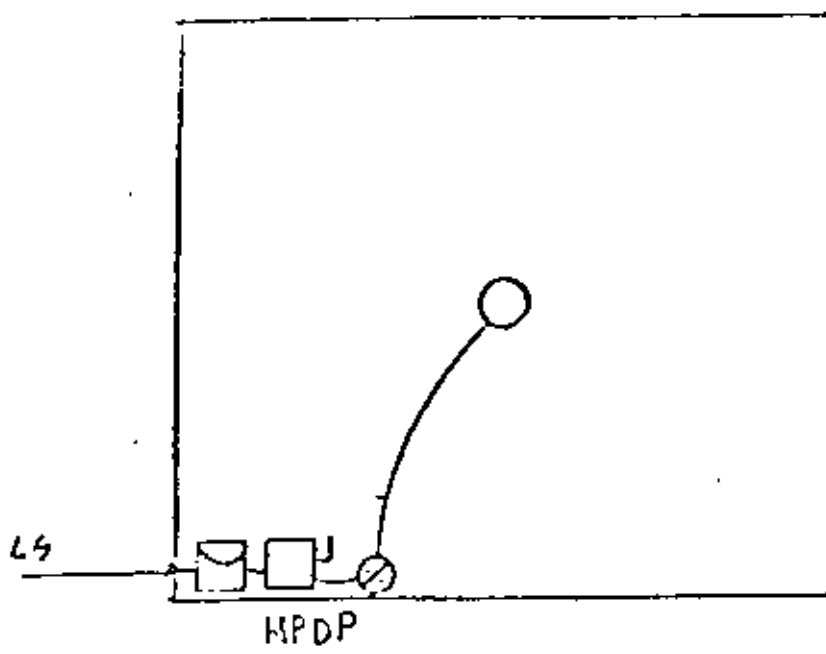
ING. PABLO ZAPIAN LECHINA

MARZO , 1983

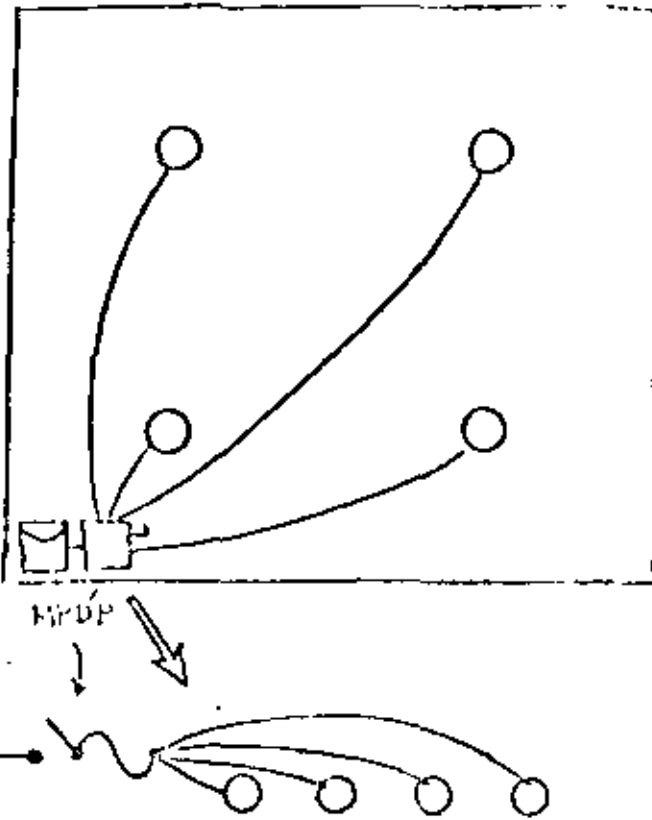
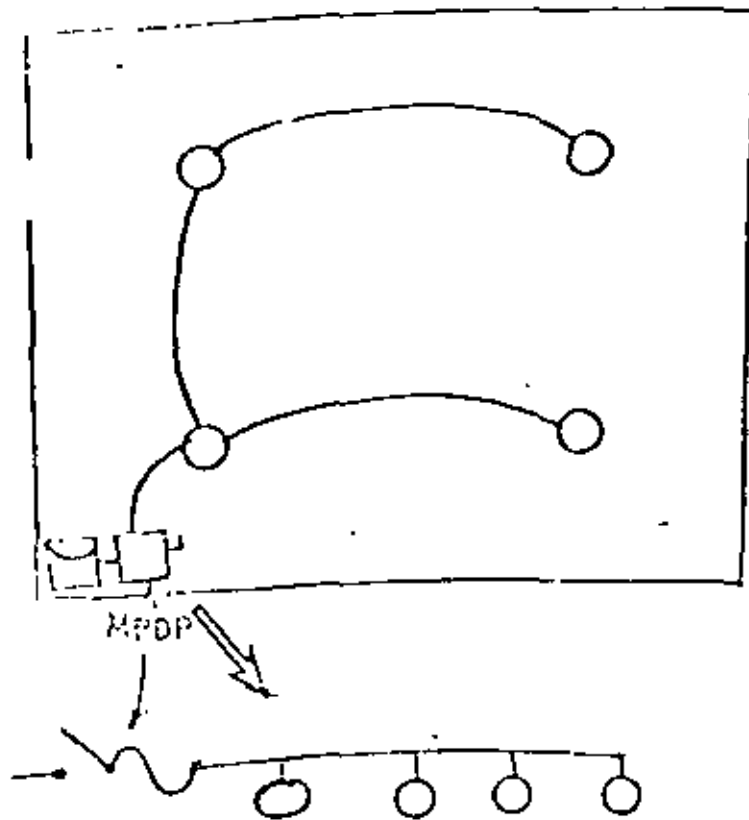
# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

- ① - CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- ② - CENTROS de DISTRIBUCION.  
(PLANTAS)
- ③ - CIRCUITOS DERIVADOS.

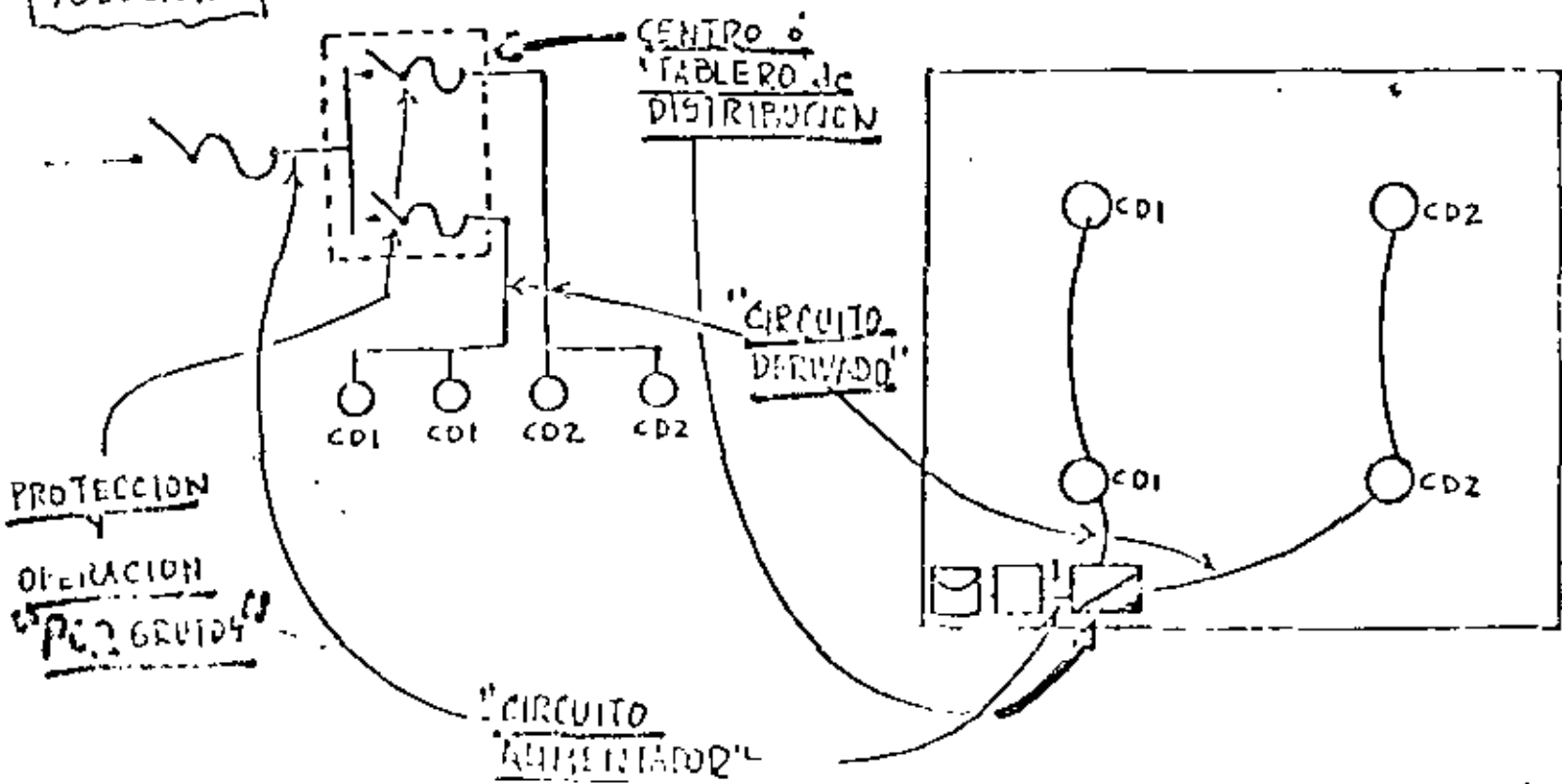


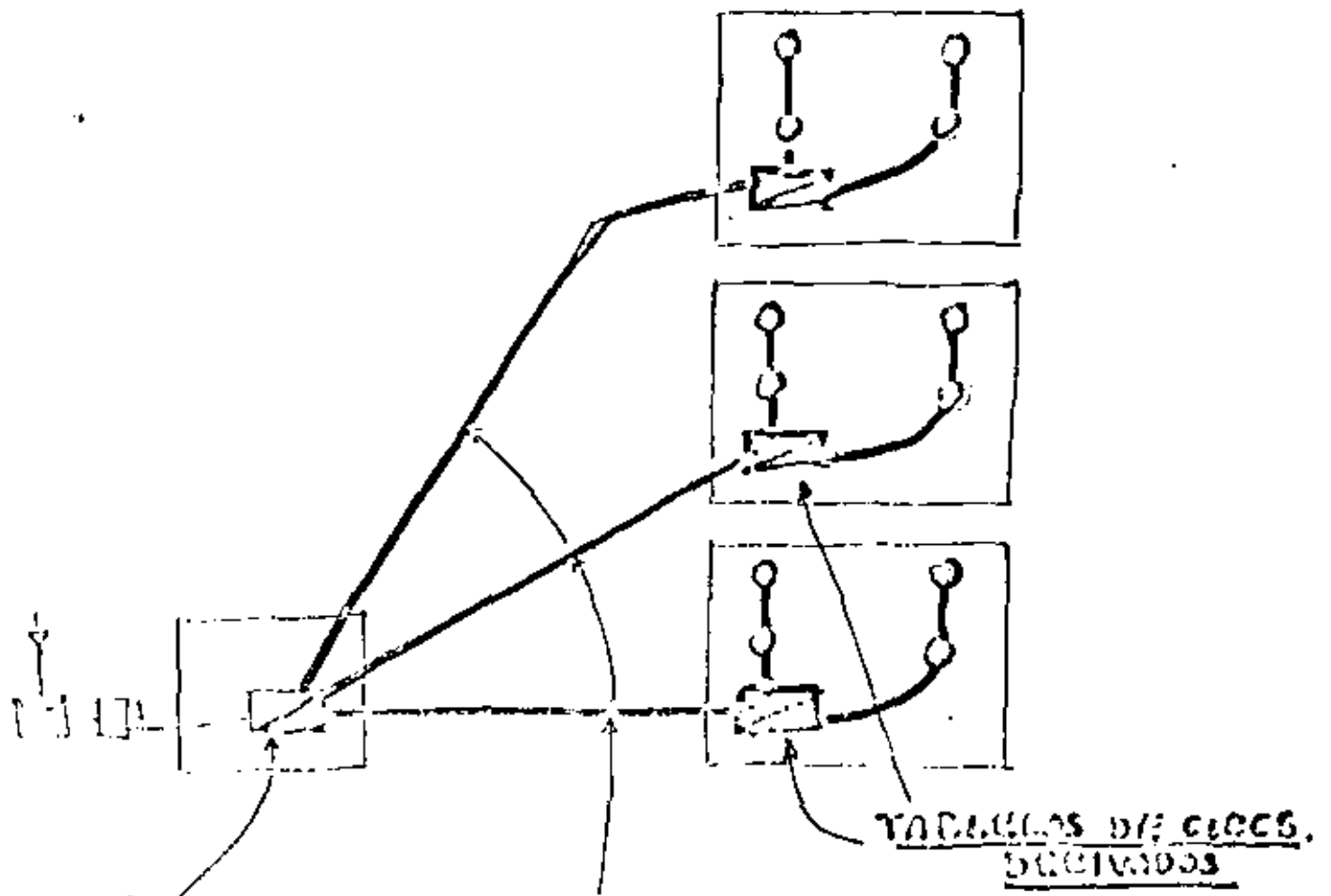




FALLA → }  
 POSIBILIDAD } TOTAL  
 OPERACION → }

SOLUCION:



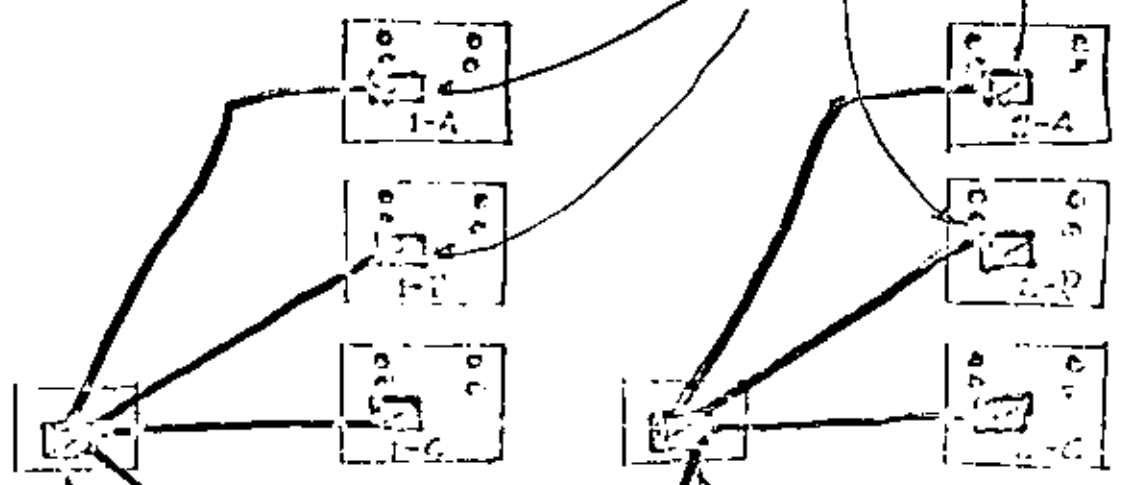


TABLERO GENERAL

CIRCUITOS ALIMENTADORES

TABLEROS DE C.C.C.S. DEDICADOS

TABLEROS DE C. DERIVADOS



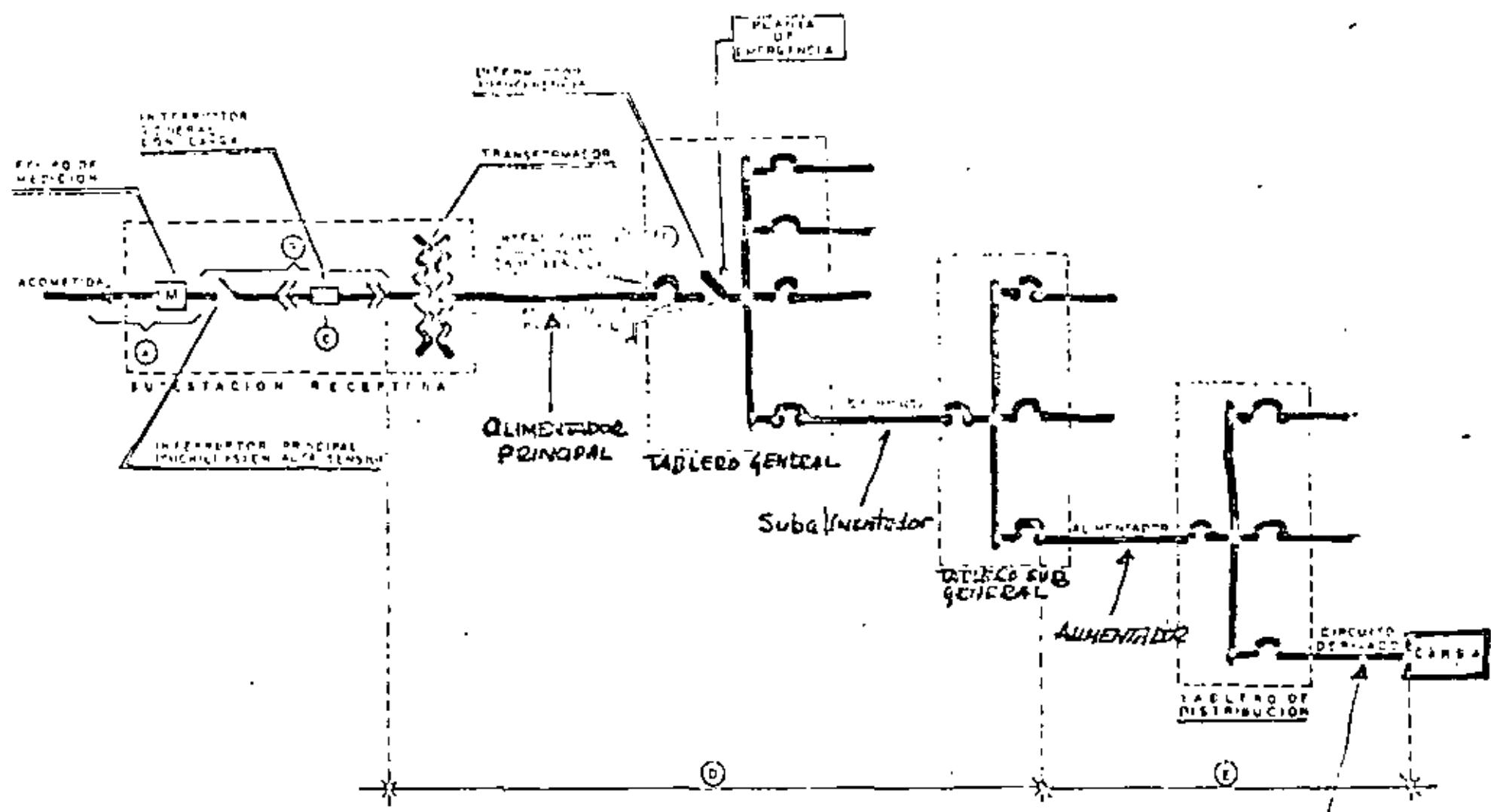
TABLERO "SUB GENERAL"-1

TABLERO "SUB" GENERAL-2

DISTRIBUCION GENERAL

CIRCUITOS

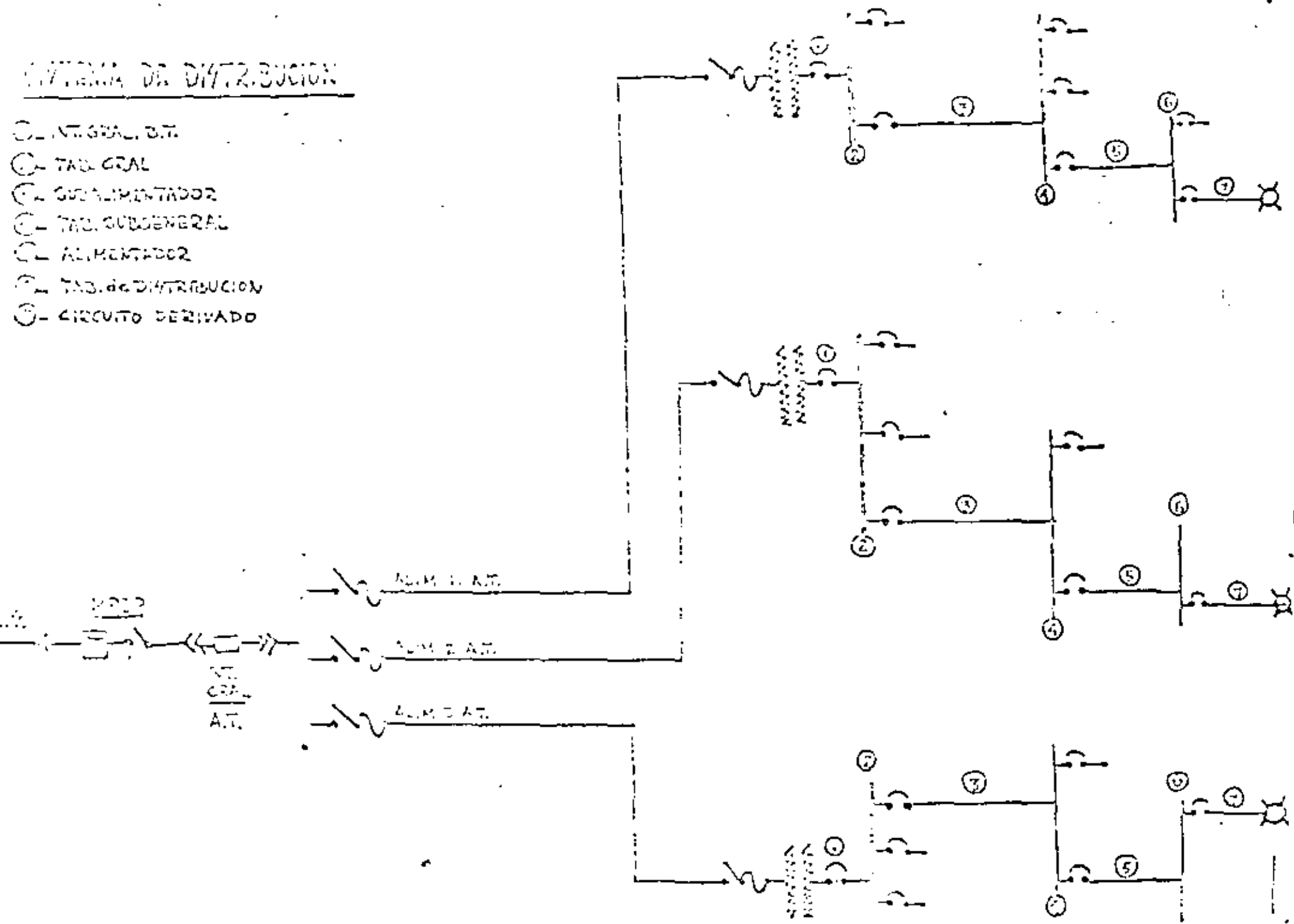
"SUB-ALIMENTADORES"



- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO

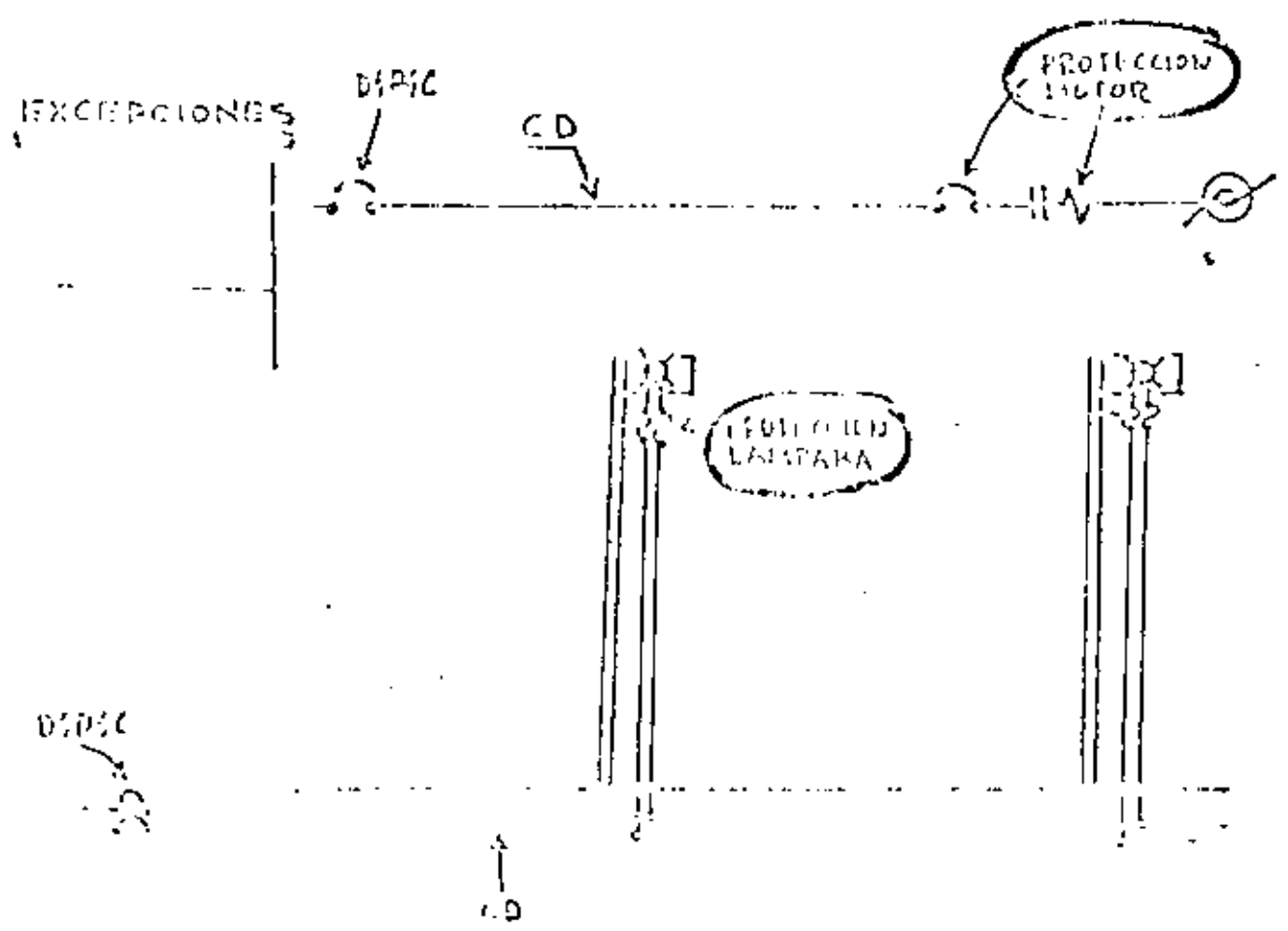
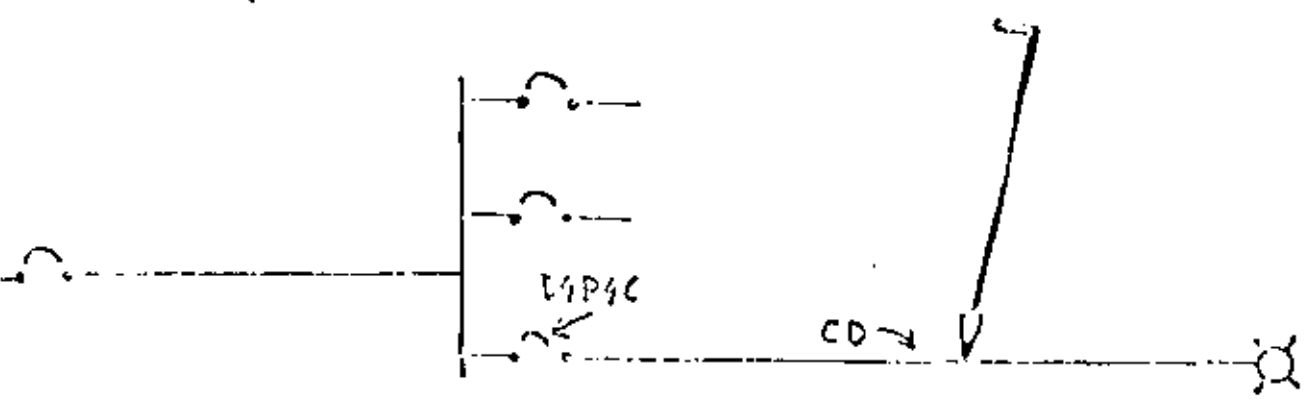
# SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ⊙ - TRANSFORM. D.T.
- ⊙ - TAB. GEN.
- ⊙ - SUBALIMENTADOR
- ⊙ - TAB. SUBGENERAL
- ⊙ - ALIMENTADOR
- ⊙ - TAB. de DISTRIBUCION
- ⊙ - CIRCUITO DERIVADO



# CIRCUITO DERIVADO

CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION... HACIA LAS CARGAS"



# Clasificación de los circuitos

1. - De acuerdo con su conexión eléctrica
2. - # # # # USO

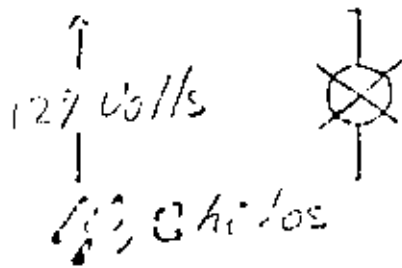
1 - De acuerdo con su conexión.

1.1) En función del tipo de circuito eléctrico:

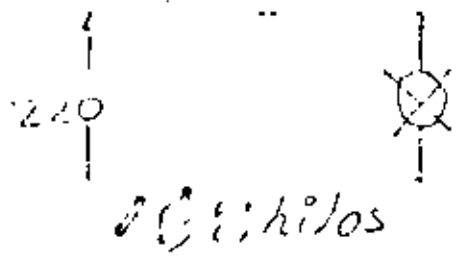
- 1.1) CIRCUITO SERIE ( $I = cte$ ) } con respecto
- 1.2) CIRCUITO PARALELO ( $V = cte$ ) } con respecto

1.2) En función de la cantidad de conductores que establecen el circuito:

(1.2.1)

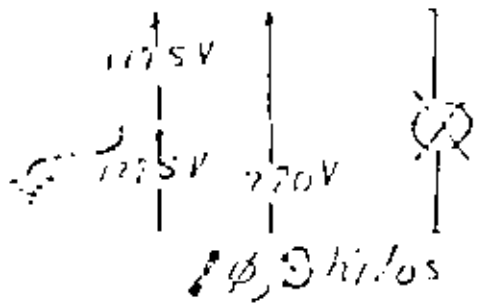


(1.2.2)

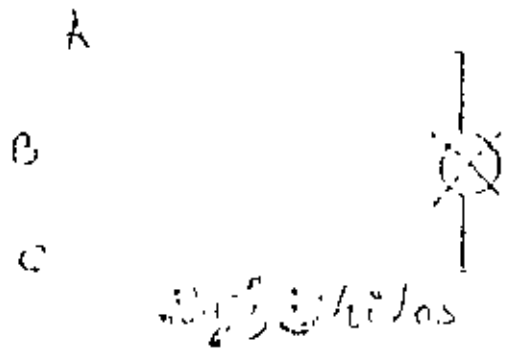


CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DE UN PRO-SERVO

(1.2.3)

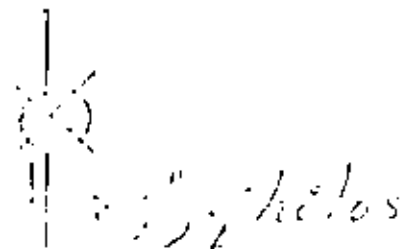


(1.2.4)



NOTA: LAS CONEXIONES DEBEN SER HECHAS CON CABLE 2V 1500V Y SU SECCION DEBE SER A MENOS

(1.2.5)





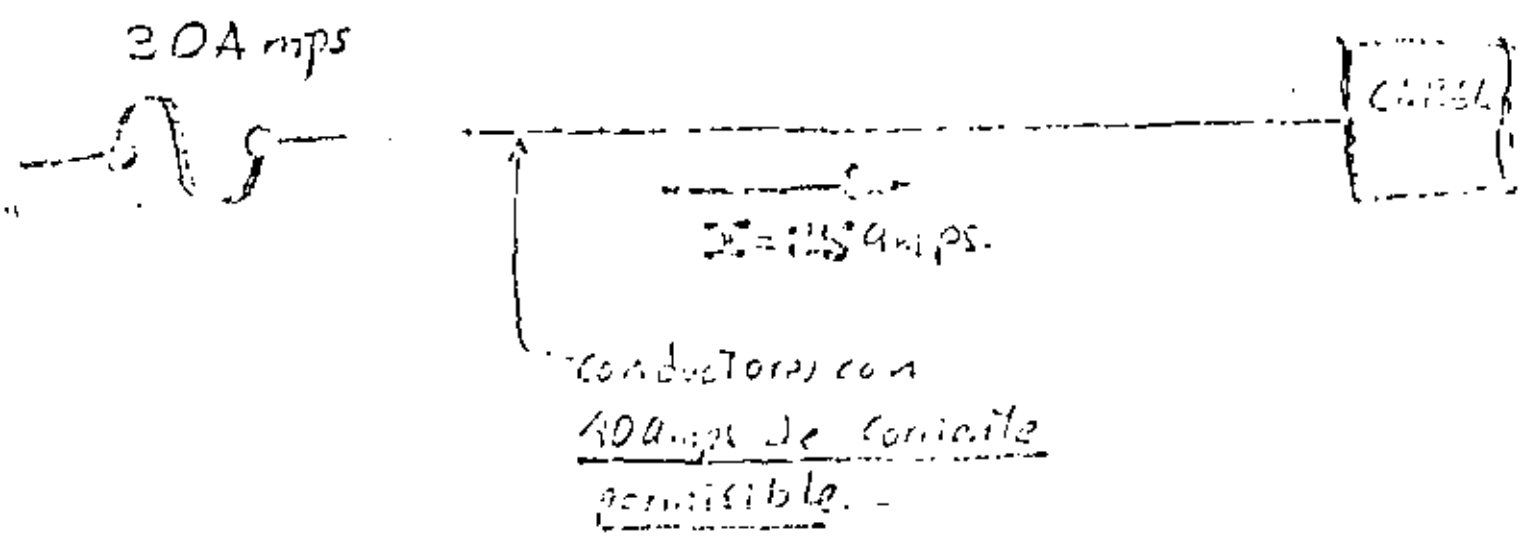


CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DETERMINADO

10

CAPACIDAD DE SU PROTECCION

Ejemplo 7



La capacidad de C.D. es

capacidad = 30Amps

# CLASIFICACION de LOS CIRCUITOS DERIVADOS

CAPACIDAD COMERCIAL DE LOS  
MEDIOS de PROTECCION ... NTIS-81-202-1

- 15 amp.
- 20 amp.
- 30 amp.
- 40 amp.
- 50 amp.

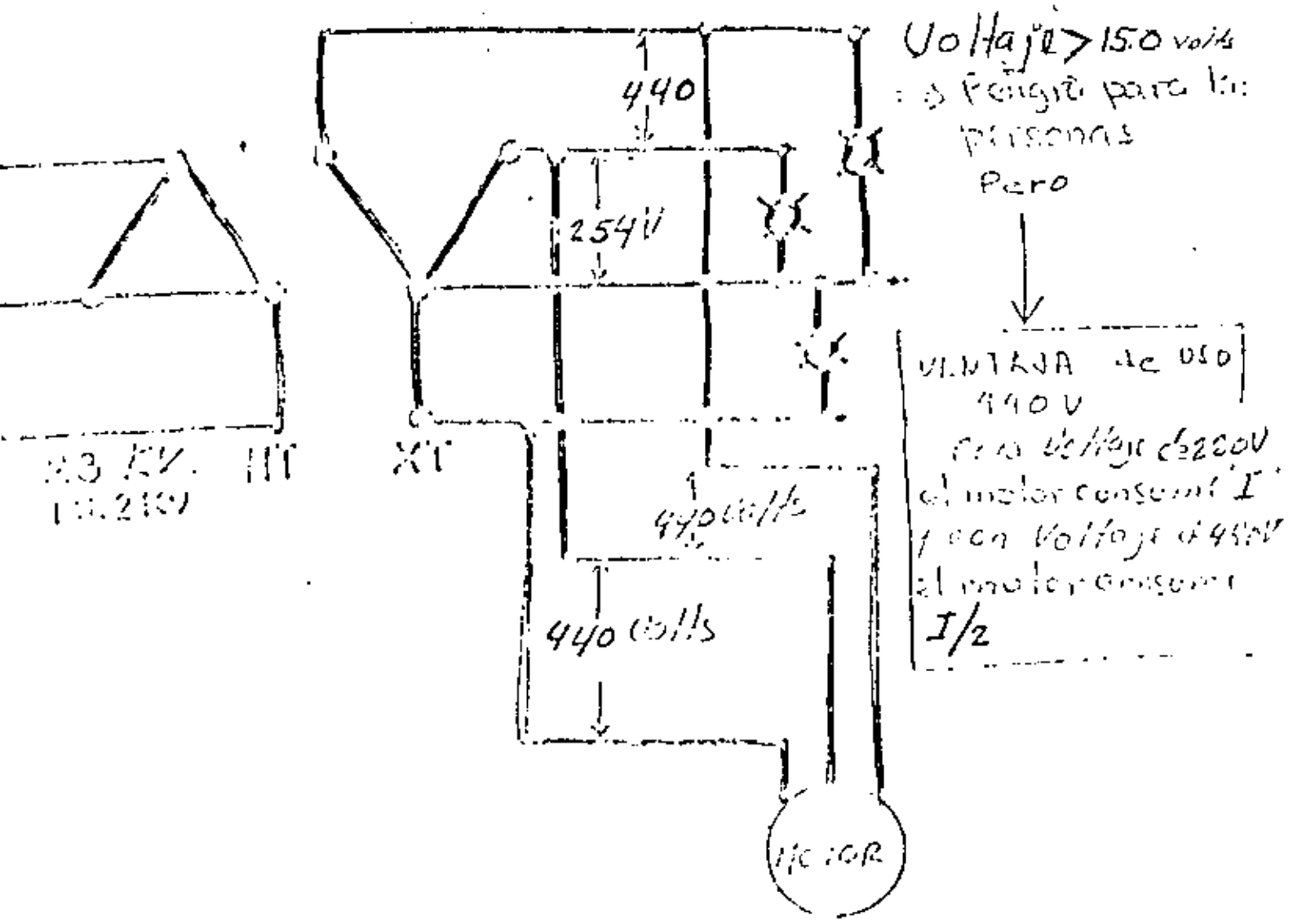
Limitaciones del circuito de uso General.

1.- EN TENSION:

1. Voltaje al neutro  $< 150$  volts ... NTIE-81-292-5.3  
 excepciones:

a) ... EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES (Hasta 300V)

- \* que tenga mantenimiento razonable
- \* que tenga unicamente carga de alumbrado
- \* que tenga altura mayor de 2.40m<sup>2</sup> las cargas.
- ... ADDEMÁS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL!!
- ... \* PORTALAMPARAS TIPO "MOGUL"

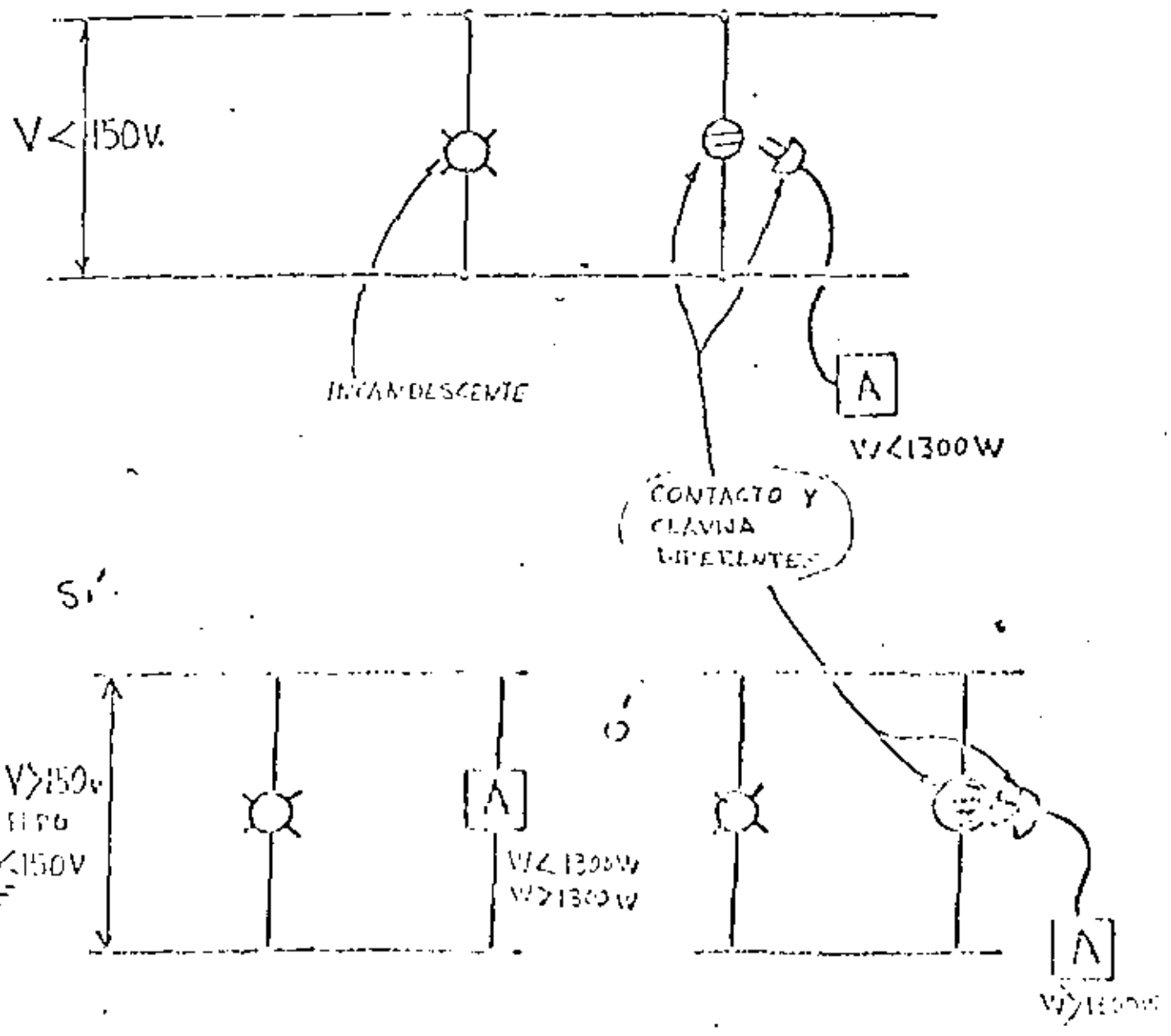


# 1.2 TENSIÓN ENTRE CONDUCTORES

ITIE-202-5-b

- En:
- CASAS HABITACION
  - HOTELS

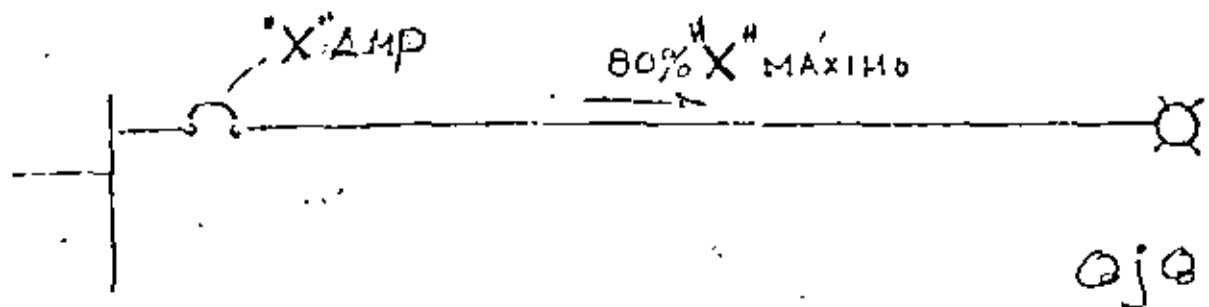
- LOCALES "SIMILARES"



## 2. CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE"

NTIE 202-8

SHS CONTINUAS



Ojo

ALTERNATIVA: DISMINUCION NO NECESARIA SI SE USA FACTOR DE AGRUPAMIENTO EN DISEÑO CONDUCTOR

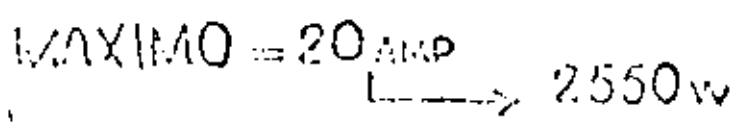
## 3. RESIDENCIAS



$$I \times V \times f.p.$$

NTIE 202-10-22

## 4. PORTALAMPARAS "SENCILLO"



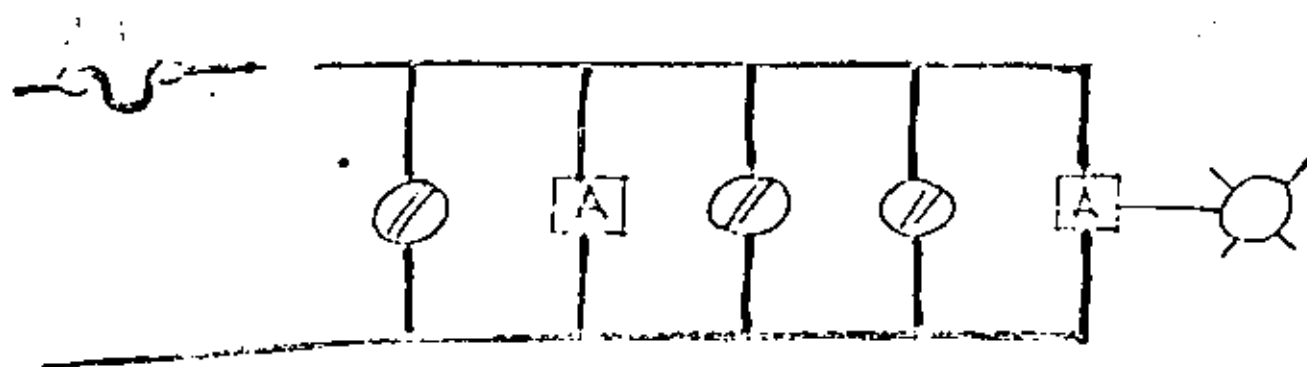
CAPACIDAD MEJOR DE 600W:

- SOCKET.
- BASE FL.
- BASE SL.

"MOCUL" = OK.

NTIE 202-11-2

# CIRCUITOS PARA APARATOS



A — aparatos      — carga definida.  
O — receptáculos (toma corriente)      \* alumbrado integral

1) — Para cargas definidas (aparatos no motor).

2) — Para cargas indefinidas.

La capacidad del circuito para cargas definidas por la capacidad del dispositivo de protección.

Excepciones a la capacidad de los circuitos:

- \* circuito de 15 amp.
- \* — — — 20 amp.
- \* — — — 30 amp.
- \* — — — 60 amp.

INSTALACION EN TUBERIA:

SE DEBE TUBERIA PROTEGIDA (12.070 cm<sup>2</sup>)

# CIRCUITO DE FUERZA

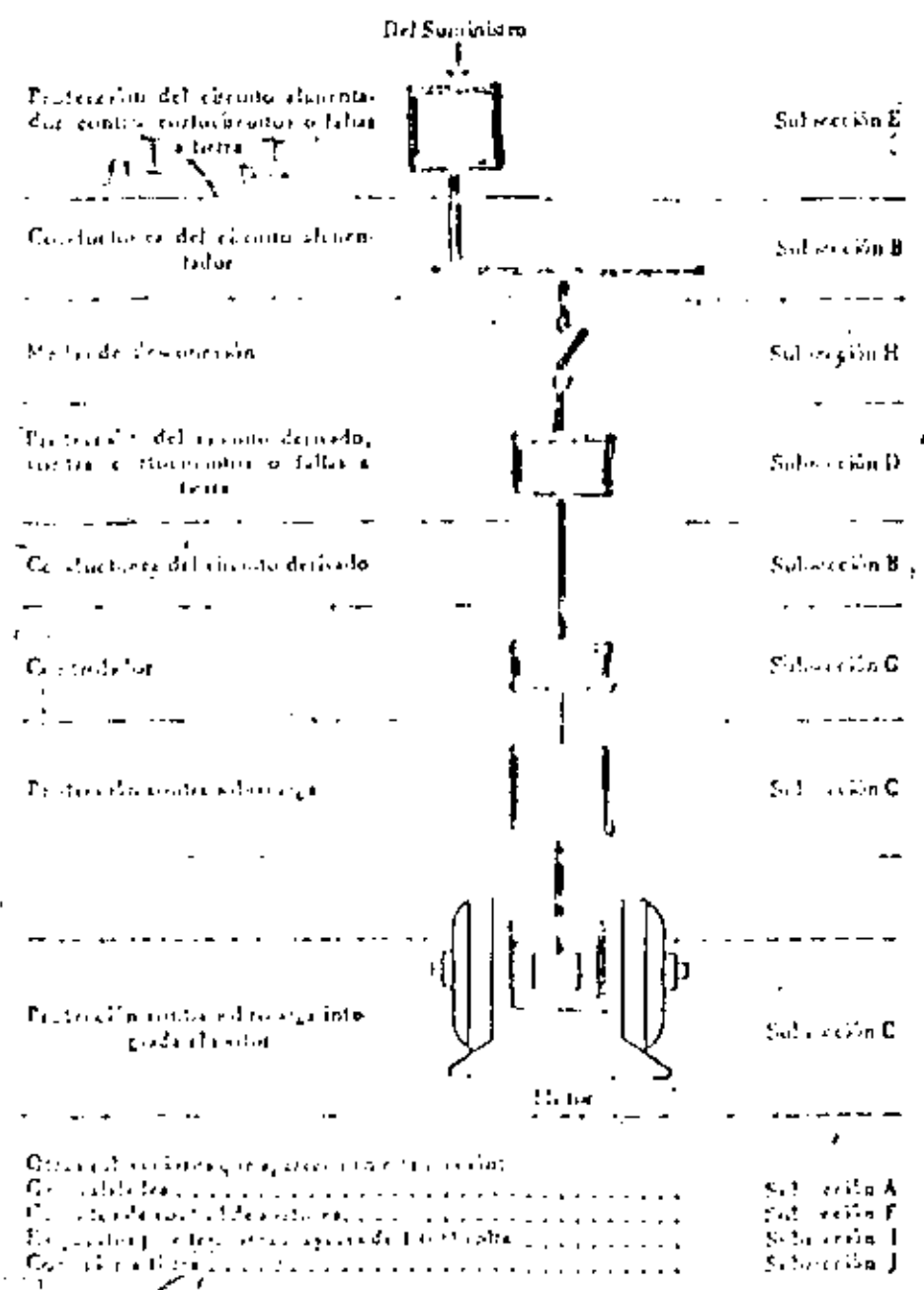
## 1) Elementos integrantes:

HTIE-81

132

Figura 403.)

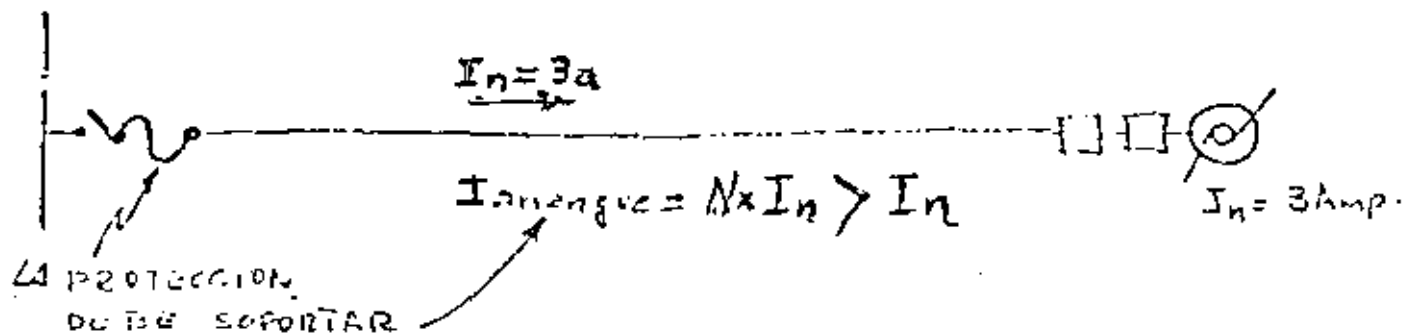
Diagrama que muestra la forma en que está dividido la Sección 403.



# CAPACIDAD DE UN CIRCUITO de FUERZA.

Capacidad circuito  $\neq$  Capacidad del medio de protección del circuito

Capacidad  $\Rightarrow$  "Capacidad permisible de sus conductores."



Capacidad permisible de los conductores que abastecen a un motor:

$$N = 1.25$$

de la corriente nominal a plena carga del motor

ARTICLE 430-MOTOR CIRCUITS, CONTROLLERS 70-295

Table 430-23(a) Free-Start, Duty Cycle Service

Circuit Breaker	Percentage of Nameplate Current Rating			Conductive Part of Motor
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	1 to 1.0 Hour Rated Motor	
100	110	120	150	
75	85	85	95	140
50	65	65	75	130
25	40	40	50	120

EXCEPCIONES:

CUANDO EL SERVIDOR SEA:

- DE "COLD START"
- INTERMITENTE
- PERIÓDICO
- VARIABLE

LA CARGA DEBEN SER DE GRAN POTENCIA

Small text at the bottom left, likely a reference or note.



**Tabla 403.14**  
Factores para seleccionar los conductores para motores que no sean de servicio continuo

Tipo de Servicio que requiere la carga	Por ciento de la corriente nominal autorizada en la placa de datos			
	Régimen de trabajo para el cual fue diseñado el motor			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 60 Minutos	Continuo
<b>De corto tiempo:</b> Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	—
<b>Intermitente:</b> Ascensores y montacargas, máquinas herramientas, bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas puestas, etc. (para soldaduras de arco ver el artículo 518.12).	85	85	90	140
<b>Periódico:</b> Rodillos, máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
<b>Variable:</b>	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo si la naturaleza de la máquina o aparato en el que se usa tal que el motor no opere continuamente sobre una o más condiciones condiciones de uso.

**CORTO TIEMPO**... FUNCIONAMIENTO DE UNA CARGA SUBSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO CORTO DEFINIDO

**INTERMITENTE**... FUNCIONAMIENTO POR PERIODOS ALTERNADOS:  
 1) CON CARGA Y SIN CARGA  
 2) CON CARGA Y DESCONECTADO  
 3) CON CARGA, SIN CARGA Y DESCONECTADO

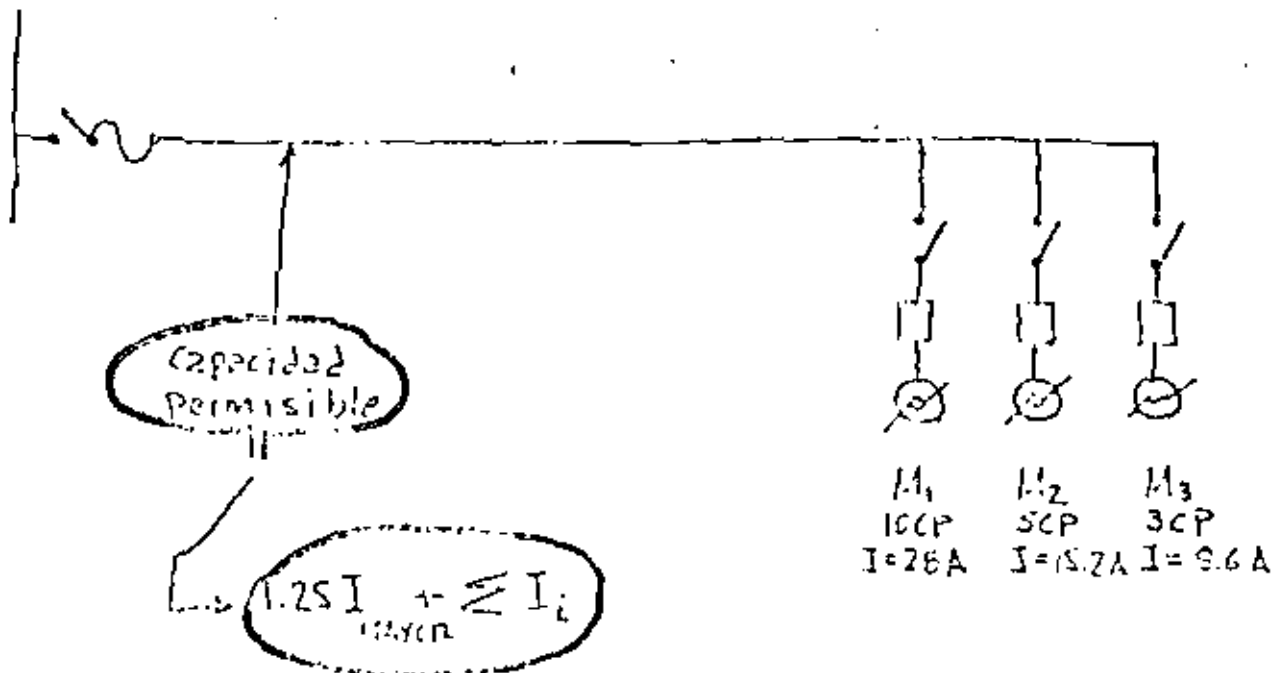
**PERIODICO**... INTERMITENTE CON CONDICIONES DE CARGA RECURRENTES

**VARIABLE**... LA CARGA Y SUS INTERVALOS DE VOLIACION SUJETOS A VARIACIONES CONSIDERABLES.

**CONTINUO**... CARGA SUBSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO LARGO INDEFINIDO

# CIRCUITO CON VARIOS MOTORES.

NTIE-403-16



Example:  $1.25 \times 28 + 15.2 + 9.6 = 59.6$

70 258

NATIONAL ELECTRICAL CODE

Table 430.148. Full-Load Currents in Amperes.

Single-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load current are for motors running at usual speeds and motors with normal factor of magnetization. Motors built for especially low speeds or for hoisting may have higher full-load currents, and multispeed motors will have full-load current varying with speed, in which case the nameplate current ratings shall be used.

To obtain full-load currents of 208- and 240-volt motors, increase corresponding 230-volt motor full-load currents by 10 and 15 percent, respectively.

The voltages listed are rated motor voltages. Class 1, 2, and 3 residual systems voltages are 110 to 120 and 220 to 240.

HP	115V	120V
1/4	4.4	3.2
1/2	7.8	5.9
3/4	11.2	8.6
1	14.6	11.4
1 1/2	20	15
2	24	18
3	34	25
5	56	42
7 1/2	76	57
10	100	75

FIG. 81

Tabla 403.94  
Corriente a plena carga en amperes, de  
motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionan a velocidades normales y con caídas de voltaje de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 403.93  
Corriente a plena carga en amperios, de motores  
de corriente directa

C.P.	Tensión nominal de armadura		
	120 V.	240 V.	500 V.
1/4	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
1/2	5.4	2.7	
3/4	7.6	3.8	
1	9.5	4.7	
1 1/2	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 1/2	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0
100		341.0	161.0
125		425.0	205.0
150		509.0	249.0
200		675.0	333.0

Los valores de los datos en esta tabla son para motores fríos, en  
24 a 25 voltios nominal.

# CIRCUITOS DERIVADOS - REQUERIDOS

## ANALIZAR :-

- ①.- CANTIDAD SUFICIENTE PARA ALIMENTAR A TODA LA CARGA DEFINIDA
- ②.- LAS LIMITACIONES DE CADA TIPO DE CIRCUITO
- ③.- LA POSICION RELATIVA DE SALIDAS Y DE LOS TABLEROS, Y SU INFLUENCIA EN LA CAIDA DE TENSION EN LOS CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES
- ④.- ESTABLECER UNA DISTRIBUCION UNIFORME DE LA CARGA.
- ⑤.- SE RECOMIENDA:

CIRCUITOS ALUMBRADO <INDEPENDIZAR>

CIRCUITOS PARA

$\left[ \begin{array}{l} \Delta \\ \phi \end{array} \right] \left. \begin{array}{l} \text{MAS DE 3AMP \%} \\ \cdot \text{PLANCHAS} \\ \cdot \text{PARRILLAS} \\ \cdot \text{REFRIGERADORES} \\ \text{ETC.} \end{array} \right\}$

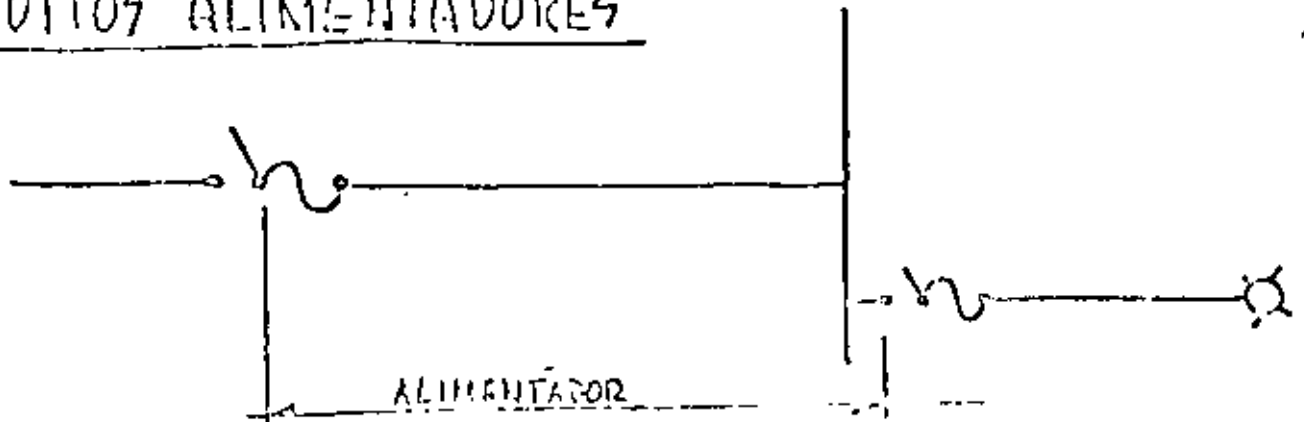
- ⑥.- EN RESIDENCIAS --

NIE-2013b :

2 CIRCUITOS DE 20AMP, INDEPENDIENTES PARA  $\phi$  DE

$\left[ \begin{array}{l} \cdot \text{COCINA} \\ \cdot \text{LAVADO} \\ \cdot \text{SALA} \\ \cdot \text{COMEDOR} \end{array} \right]$

## CIRCUITOS ALIMENTADORES



CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE EL MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION Y LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

## CALIBRE

DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR A LA DEMANDA MAXIMA DETERMINADA. NITE.2032,2097

calibre minimo: #10 AWG (526 mm<sup>2</sup>)  
NITE-2032

## DEMANDA-MAXIMA ES

"SUMA DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS ABASTECIDOS, MULTIPLICADA POR EL "FACTOR DE DEMANDA""

## FACTOR DE DEMANDA

$$F.D. = \frac{\text{DEMANDA MAXIMA}}{\text{CARGA CONECTADA}}$$

# DETERMINACIÓN FACTORES de - DEMANDA

Tabla 201 B a)

Factores de demanda para el cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

## ALUMBRADO GENERAL

SEGUN NTIE 208-a

## CONTACTOS:

CARGA INDEFINIDA:

ESTIMAR 180W/φ y  
APLICAR NTIE 203-a

## APARATOS:

UN [A] / CTO = ∴ FD = 100%

MAS O MAS [A] / CTO ∴ FD = 15%

[A] CONSERVACION ∴ FD = 100%

## MOTORES :-

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de Demanda en el alimentador *
Casa habitación	Primeros 3 000 watts o menos Exceso sobre 3 000 watts	100% 35%
** Hoteles	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 watts	50% 25%
** Hospitales	Primeros 50 000 watts o menos Exceso sobre 50 000 watts	25% 15%
Edificios de oficinas Escuelas	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 watts	100% 70%
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100%

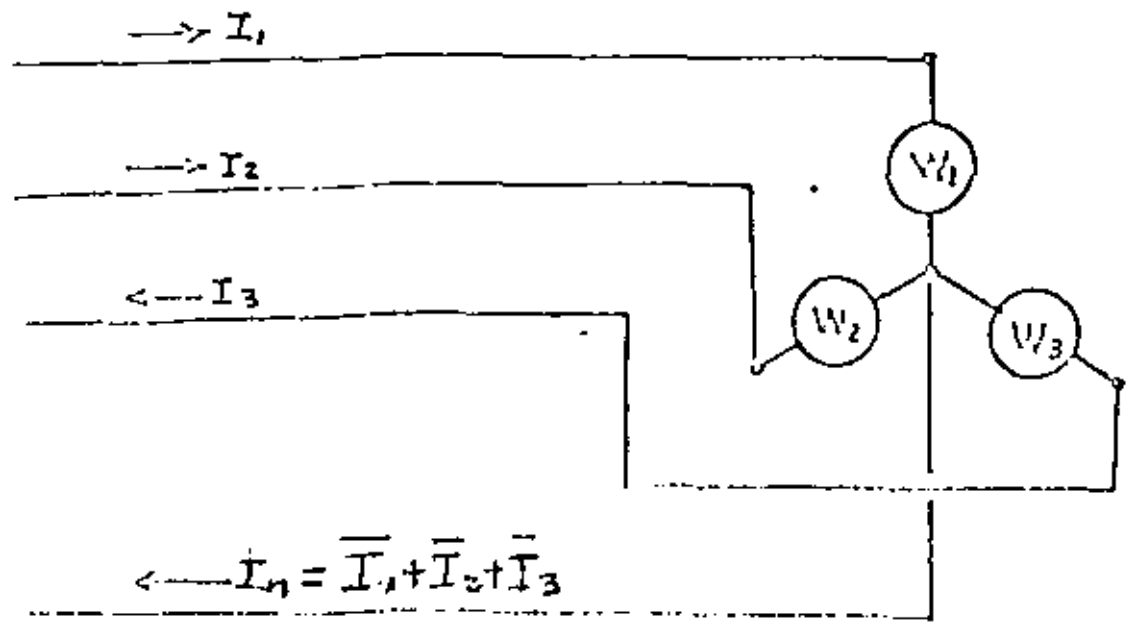
\* Factor de demanda aplicado a la suma de las cargas de los contactos y la carga indefinida del mismo.

\*\* Las tablas de factores de demanda de todas las edificaciones, la suma de la carga de alumbrado de las áreas de los hoteles y hospitales de todas las áreas que pertenecen en cualquier momento, como cuando se están de operaciones, edificios de la y edificaciones.

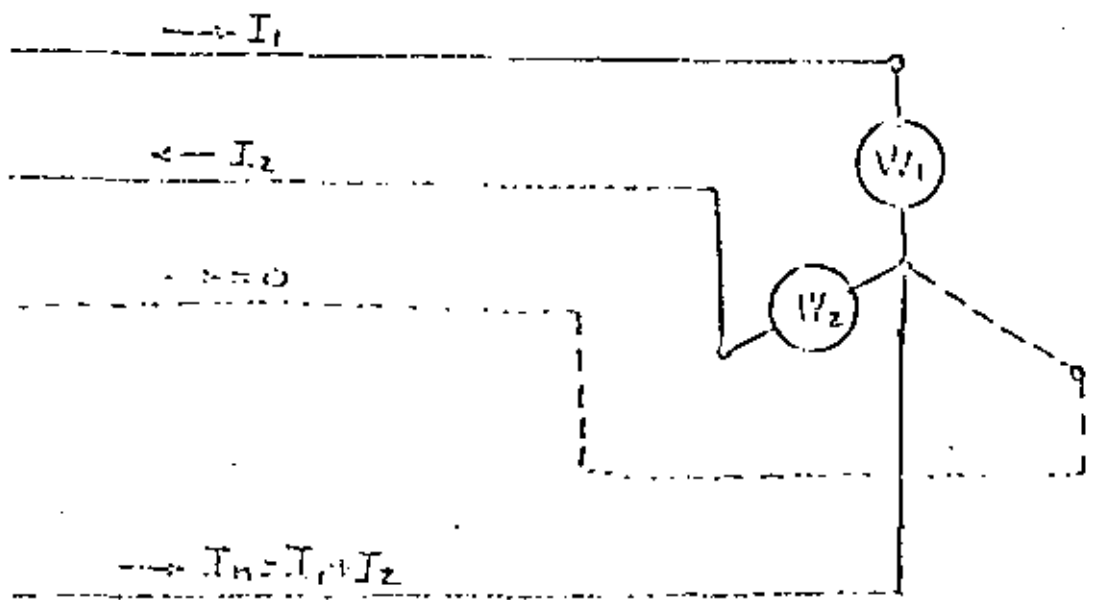
SE CONSIDERA UNICO CIRCUITO c/2.0 MAS MOTORES. NTIE 40316

# CARGA del CONDUCTOR NEUTRO

UTIE 201-9



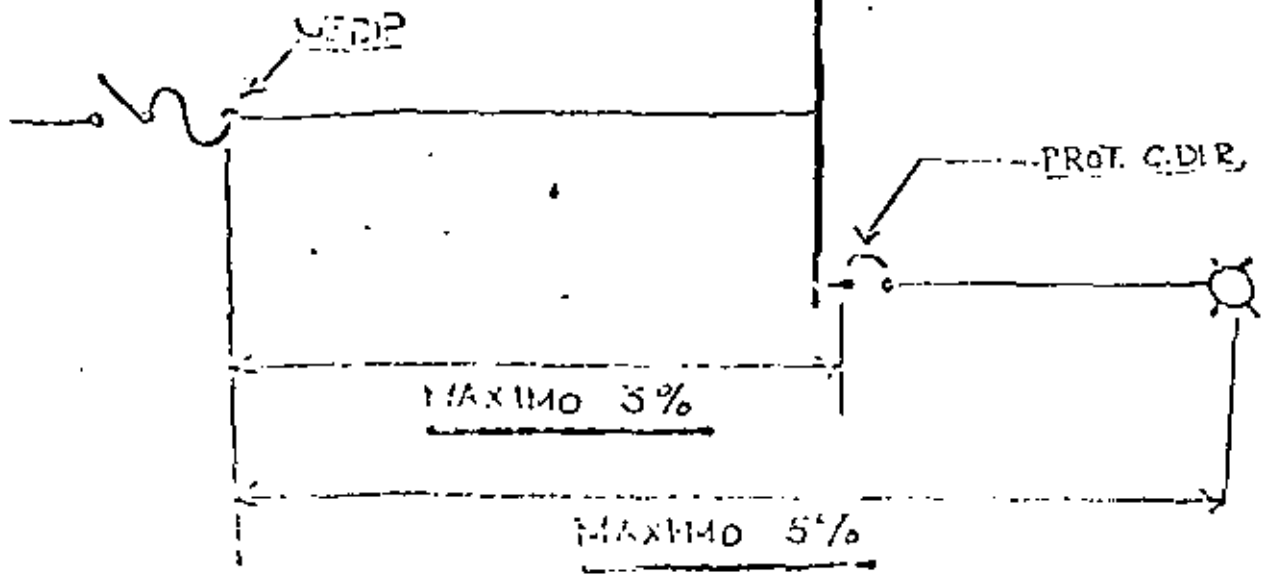
Si  $W_1 > W_2 > W_3$   $\rightarrow$  CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO - MAXIMO" :-





# CAIDA DE TENSION

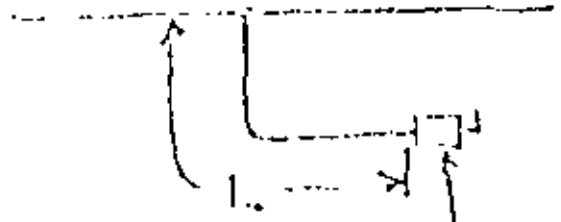
NTIE 2033



# DERIVACIONES

NTIE-2037

$l > 10m$  :-



- DERIVACION MISMMA CAPACIDAD DE ALIMENTADOR

$l \leq 10m$  :-

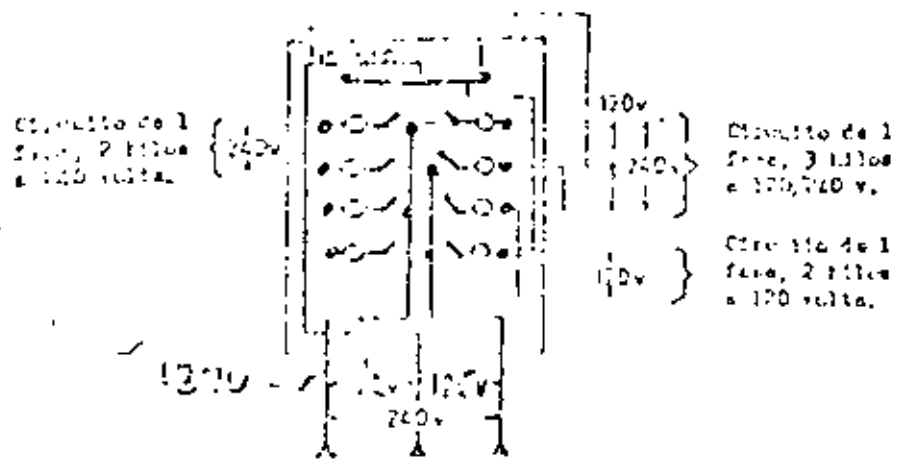
- DERIVACION PUEDE TENER  $\frac{1}{3}$  DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR, (CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA).
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MISMA CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

o no si  $l \leq 3m$

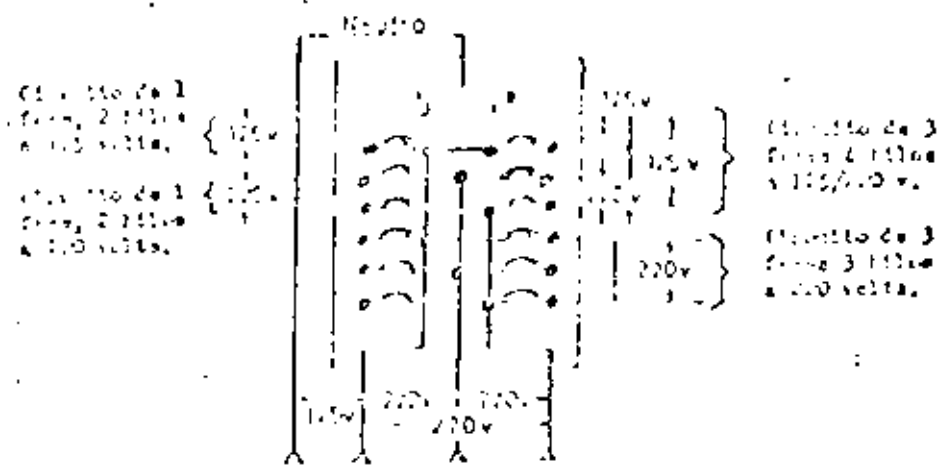
# TABLEROS DE DISTRIBUCION

- OBJETIVOS:**
- DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS O ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE EL LOS CIRCUITOS
  - PROTEGER A LOS CIRCUITOS DERIVADOS
  - CENTRO DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES:**



Representación 1 fase, 3 hilos a un sistema con 2 transformadores y neutro.



Representación 3 fases 2 hilos a un sistema con 3 transformadores y neutro.

LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS	
Continental	
1.-	Barra principal de derivación de los circuitos y neutro.
2.-	Interrupción. <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Interruptores</li> <li>b) Interruptores automáticos.</li> <li>c) Relés.</li> </ul>
3.-	Interrupción del circuito. <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fusibles</li> <li>b) Interruptores automáticos.</li> </ul>

## TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Usos:-

- 1) - DISTRIBUIR ENERGÍA.-
- 2) - PROTEGER LOS CIRCUITOS.-
- 3) - OPERAR LOS CIRCUITOS.-

### PRINCIPALES CONDICIONES A ANALIZAR RELATIVAS A LOS TABLEROS:-

- 1) - CANTIDAD DE CIRCUITOS (MAX 42)
- 2) - USO.-
- 3) - LOCALIZACIÓN RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA (CENTRO DE CARGA).
- 4) - LOCALIZACIÓN RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU MANTENIMIENTO.
- 5) - ACCESIBILIDAD.



## TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

**DEFINICIÓN.**- Tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos, es aquél que tiene más del 10 por ciento de sus elementos de protección contra sobrecorriente calibrados a 30 amperes o menos y está dotado de barra para conexiones al neutro.

### NORMAS GENERALES PARA LA SELECCION DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

- 1.- No más de 42 circuitos derivados monopolares de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre tablero y la primera salida es de 30 metros.
- 3.- Los tableros deberán instalarse en sitios de fácil acceso.
- 4.- Los tableros deberán instalarse tan cercanos como sea posible a su centro de carga.
- 5.- Para interrumpir un circuito desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localización de los tableros, deberá considerarse la menor longitud posible de su alimentador y el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables-alimentadores para abastecer la carga.
- 8.- Un tablero para alumbrado y aparatos alimentado con una línea protegida a más de 700 amperes, debe contar en su alimentación con protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder 700 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar por lo menos un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez seleccionados los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de tableros, deberá consignarse en planos y una tabla que indique: designación de cada tablero; localización, número y capacidad de los circuitos derivados, su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ANEXOS - TABLAS

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

14 MARZO, 1983



distribute electrical energy while *electrical signal systems* transmit information. This article focuses on power systems for Commercial-Industrial-Institutional (CII) buildings.

The engineer's problem is to conduct electricity safely through a structure, minimizing fire danger and shock hazard. Safety is provided by isolating conductors and normally enclosing them in raceways.

Metallic raceway systems are bonded together and grounded to protect against electrical fault conditions and such hazards as lightning. In the event of fault in the wiring system or in the equipment or load devices used in the system, grounded metallic conduit will carry the current to ground, operating the system's protective devices—fuses or circuit breakers. Non-metallic raceways provide insulation and protect against exposure to dangerous voltages due to fault conditions.

Raceways are valuable in other ways too. They provide mechanical protection, preventing accidental dam-

age to the insulations and conductors to assure system reliability and long life. They protect the wiring against harmful atmospheres and tampering.

Four principal interior wiring systems are used today. In the *exposed insulated cables system*, heavily insulated cables are used without enclosures. The insulation provides all needed protection. Plenum cable, which can be installed in buildings without conduit, is insulated and jacketed with Teflon FEP fluorocarbon resin and used at low voltage levels. Because it needs no conduit, this cable is much cheaper to use than types that do.

*Insulated cables in open raceways* are used in industry. Both the raceway and the insulation serve to isolate the conductor. Because *insulated conductors in closed raceways* can be employed in most kinds of buildings, they are quite common. In field-assembled systems, the enclosure is usually installed first and the wire or cable is laid in or pulled through later.

The raceway or conduit may be buried in a floor slab, attached to a wall, hung from a ceiling, or simply made a part of the structure (e.g. cellular concrete.) Systems of factory-assembled cables and pre-wired raceways are available. *Combined conductor and enclosure systems* include busway and busduct supplied in assembled form by the manufacturer.

### Measuring wire sizes

Wire sizes follow a rather eccentric and confusing system. For conductors of round cross-section, the industry standard is American Wire Gauge (AWG). Sizes up to No. 0000 (also stated as 4/0 and equal to 0.46-in. diameter) are expressed in AWG. But AWG numbers shrink as wire sizes increase, meaning that a No. 1 wire (0.280-in. diameter) is much larger than a No. 16 (0.0508-in. diameter). The AWG system extends only to size 0000, after which the MCM (thousand circular mils) designation is used. With MCM, diameter increases as the number does.

The circular mil is the square of the cable diameter in mils or thousandths of an inch. Thus a 1/2-in. cable can be called a 500-mil cable. It has an area of 500<sup>2</sup> or 250,000 circular mils (250 MCM). Countries that have the metric system express wire and cable diameters in millimeters.

**Ampacity**, the capacity of a conductor to carry a current, is determined by the amount of heat that its insulation can withstand on a continuous basis. The heat a conductor generates is a function of the current flowing through it, the conductor's resistance, and the surrounding environment. In a given environment, resistance falls and ampacity rises (see Table 1) as conductor size increases.

Table 1 shows ampacities for three conductors or less in a raceway. When the raceway contains more than three conductors, these must be derated or the temperature in the raceway will become dangerously high, threatening to destroy the insulation. Derating factors are 0.80 for four- to six conductors, 0.70 for 7 to 24 conductors, 0.60 for 25 to 42 conductors, and 0.50 for 43 or more.

Though conductor carrying capacities are greater in the open air, these do not apply to systems within buildings. In structures or portions of structures where ambient temperatures exceed 30°C (85°F), conductor current-carrying capacity must be reduced. The National Electrical Code provides correction factors. Temperatures are often high in boiler rooms.

Table 1  
Allowable Ampacities of Insulated  
Copper Conductors

Size AWG MCM	Temperature rating of conductor			
	60 C (140 F)	75 C (167 F)	90 C (194 F)	110 C (230 F)
	Types T, TW	Types RHW, THW, THWN, XHHW	Types SA, RHHN, THHN, XHHV	Type AVA
14	15	15	25	30
12	20	20	30	35
10	30	30	40	45
8	40	45	50	60
6	55	65	70	80
4	70	85	90	105
3	80	100	105	120
2	95	115	120	135
1	110	130	140	160
0	125	150	155	190
00	145	175	185	215
000	165	200	210	245
0000	195	230	235	275
250	215	255	270	315
300	240	285	300	345
350	260	310	325	390
400	280	335	360	420
500	320	380	405	470
600	355	420	455	525
700	385	460	490	560
750	400	475	500	580
800	410	490	515	600
900	435	520	555	—

Source: National Electrical Code

Note: Ampacities are for three conductors or less in a raceway. Conductor types are described in the text.



of heat-aging. The end-point or failure-point was chosen to be a conservative 100% absolute elongation at break. Extrapolation of the line to 40,000 hours yields a temperature index of about 123°C and to 30 years yields a temperature index of about 106°C. The thermal endurance of the material is clearly adequate.

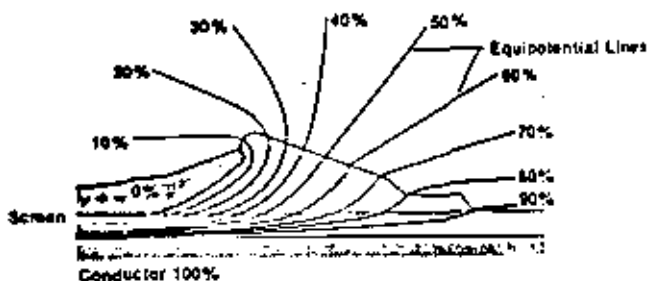
The data presented illustrates the excellent outdoor weathering resistance of "modified silicone" non-tracking materials supplied by Raychem; the data suggests that this high voltage material can be expected to perform well outdoors for at least 30 years. The extrapolation of thermal aging data suggests a continuous use temperature in excess of 100°C, at least as good as the performance of known cable dielectrics.

### 5.2. STRESS CONTROL

Stress control is provided in high-voltage cable terminations for one primary purpose; that is, to control the stress which exists at a point where the screen or shield is terminated. If no form of stress control were applied, discharges could occur and the life of the termination would be limited depending on the stress at the end of the screen and the discharge resistance of the primary dielectric, but would typically not exceed one year. Some form of stress control is therefore required at the termination of all screened power cables which have been designed to operate at 5kV or higher voltages to eliminate discharge activity during operation. Figure 23 shows the stress concentration that exists at the end of the screen of a high voltage cable when no stress control is used.

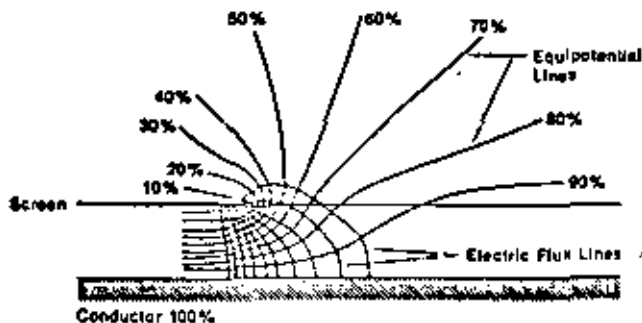
Further development of this approach took place when the first polymer-insulated cables were introduced, resulting in the now familiar pre-molded devices.<sup>32</sup> The effect of a stress cone on the electric field within a cable termination is shown in Figure 24.

FIGURE 24. CABLE TERMINATION INCORPORATING A STRESS CONE



The resistive (or electrical) forms of stress control have proved to be less popular. These have included both tapes and coatings, with resistive, capacitive, and non-linear characteristics. The relative lack of acceptance of these techniques has related more to their application rather than any technical shortcomings. In practice, a layer of material with the correct electrical characteristics is applied from the end of the screen over the cable dielectric for an appropriate distance as shown in Figure 25.

FIGURE 23. CABLE TERMINATION WITHOUT STRESS CONTROL



The conventional approach to this problem is to reduce the electrical stress at the screen termination either by the application of a stress cone<sup>31</sup> or by the use of high-resistance tapes. Stress cones have been known for many years and were first used in the jointing and termination of paper-lead cables where a cone shape was fabricated at the screen end from layers of tape.

FIGURE 25. CABLE TERMINATION INCORPORATING A RESISTIVE STRESS CONTROL LAYER



This layer is coupled capacitively to the conductor, and, depending on its impedance, increases in potential as the distance from the screen end increases. This effect is shown in Figure 26. Clearly, the incorrect choice of electrical properties will result in inferior performance. However, it will be recognized that the impedance of the layer is related to the capacitance of the cable. The impedance of the layer is also

## Comparison chart: solid dielectric cable insulation

Characteristics	PE (Polyethylene)	XLPE (Cross-linked polyethylene)	EPM (Ethylene-propylene copolymer)	EPDM (Ethylene-propylene terpolymer)
General	Best electrical characteristics of any common elastomer, but softens at 95C and melts at 107C, so requires larger conductor where overloads are expected.	Same electrical properties as PE, but stiffer at all temperatures. Deforms readily above 130C.	Less critical to manufacture; withstands 250C for short periods.	Faster cure rate, extrusion rate, a smoother than EPM, thus easier to manufacture with less likelihood of defect. Withstands 250C for short periods.
Chemical composition	Molecules of ethylene (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) bonded linearly.	Ethylene (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) molecules bonded linearly and cross-linked (vulcanized) linearly. Dicumyl peroxide (1.5 to 3%) added in some formulations as cross-linking agent.	Typically 55% ethylene and 45% propylene (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ) plus fillers, stabilizers, etc. Entire composition extruded and cross-linked.	Typically 52% ethylene, 45% propylene, 3% 1,4 hexadiene (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> ) plus fillers, stabilizers, etc. Entire composition extruded and cross-linked.
Susceptibility to corona	Good, provided that insulation is free of voids and impurities.	Good, provided that insulation is free of voids and impurities.	Better than PE or XLPE. More tolerant of small voids or impurities.	Better than PE or XLPE. More tolerant of small voids and impurities.
Insulation resistance	Highest of all.	High, but less than PE.	High, but less than XLPE.	High, but less than XLPE.
Impulse strength	Highest of all.	High, but less than PE.	Not as high as XLPE, but usually far greater than any equipment to which cable is connected.	Not as high as XLPE, but usually far greater than any equipment to which cable is connected.
Water/moisture resistance	Highest of all.	High, but less than PE.	Not as high as XLPE, but adequate for continuous or intermittent immersion.	Not as high as XLPE, but adequate for continuous or intermittent immersion.
Tensile strength	Low at elevated fluid temperatures—149C (300F).	30 to 50 psi at 149C (300F).	350 to 450 psi at 149C (300F).	450 to 500 psi at 149C (300F).
Ease of cable installation	Stiff, difficult to bend. Tapes do not bond, so sealant cement must be used when taping. Tends to shrink in length when cut unless clamped. Inherent stiffness protects against most damage from kinking.	Stiff, difficult to bend. Tapes do not bond, so sealant cement must be used when taping. Tends to shrink in length when cut, unless clamped. Inherent stiffness protects against most damage from kinking.	Handles easily, much like rubber-base cables. Susceptible to concealed damage from over-sharp bending or stressing.	Handles easily, much like rubber-base cables. Susceptible to concealed damage from over-sharp bending or stressing.
Approximate relative cable cost	1.0	1.1	1.15	1.1-1.2*

\*This price figure is quite elastic. One major manufacturer quotes the same price for XLPE and EPDM. There is more variation in price from the manufacturer to another than between basic material prices.

### 3.6.3 pruebas a cable terminado

En cables terminados se efectúan dos tipos de pruebas: Pruebas de Aceptación y Pruebas de Calificación.

#### a.- PRUEBAS DE ACEPTACION

**Prueba de Tensión.**— Se emplean tensiones de prueba en corriente alterna (5 min.) y en corriente directa (15 min.), cuyos valores se dan más adelante.

**Resistencia de Aislamiento.**— Deberán tener una resistencia de aislamiento a 15.0°C no menor de la que resulte de calcularla con una constante K = 6100 (en Megohm-Km).

**Descargas Parciales.**— La descarga parcial máxima en picocoulombs (pC) no debe exceder los valores dados por la ecuación:

$$pC = 5 + \left( \frac{V_T}{V_{RG}} - 1.5 \right) \times 30$$

donde:

$V_T$  = tensión de prueba.

$V_{RG}$  = tensión nominal de fase a tierra.

La fórmula es aplicable cuando la cantidad entre paréntesis no es menor que cero.

#### PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES

RELACION $V_T/V_{RG}$		1.5	2.0	2.5	3.0
TENSION NOM. DEL CABLE EN KV	TENSION A TIERRA ( $V_{RG}$ ) EN KV	PRUEBA DE TENSION ( $V_T$ ) EN KV CORRESPONDIENTE A $V_T/V_{RG}$			
5	2.9	4.3	5.8	7.2	8.6
8	4.6	6.9	9.2	11.5	13.8
15	8.7	13.0	17.3	21.6	26.0
25	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2*
28	16.2	24.2	32.3	40.4	48.4*
35	20.2	30.3	40.4	50.5	60.6*
46	26.5	39.8	53.1	66.3	-
69	40.0	60	80	-	-
Descarga máxima permisible en pico coulombs		5	20	35	50

Los cables deben probarse en las tensiones correspondientes a las cuatro relaciones de tensión  $V_T/V_{RG}$ .

\*La tensión de prueba  $V_T$  no debe exceder de la tensión de prueba en corriente alterna especificada para los diferentes espesores de aislamiento.

**Adherencia entre el Aislamiento y la Pantalla Semiconductora Extruída sobre el Aislamiento.**— La fuerza necesaria para retirar la capa semiconductora del aislamiento debe estar dentro de los límites indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO	CABLES DE 5 A 35 KV		CABLES DE 46 A 69 KV
	TENSION EN Kgf		TENSION EN Kgf
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Termoplástica	1.8	9.1	5.5
Tetrafluor	1.8	12.7	5.5

**Estabilidad Estructural.**— Debe hacerse sobre muestras de cable con tensiones nominales de 15KV y mayores.

**Estabilidad Dimensional.**— La proyección axial del conductor fuera del aislamiento no debe exceder de 4.1 mm. en ninguno de los extremos para cables de 5 a 35KV. Los valores medidos en cables de 46 a 69 KV se registran como información únicamente.

**Cavidades y Contaminantes en el Aislamiento e Irregularidades en la Pantalla sobre el Conductor.**— Las muestras cortadas en rodajas no deben tener los siguientes defectos:

— Cavidades mayores de 0.125 mm. El número de cavidades de 0.05 mm y mayores no debe exceder de 2 por  $cm^3$ .

— Cualquier contaminante mayor de 0.25 mm. El número de contaminante no debe exceder de 11 por  $cm^3$ .

— Cualquier material translúcido que sea mayor de 1.25 mm en su proyección sobre un vector radial.

— Cualquier proyección o irregularidad que salga más de 0.25 mm de la superficie de la pantalla extruída sobre el conductor.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.4, 1971.

## b.- PRUEBAS DE CALIFICACION

Estas se efectúan para comprobar que el fabricante es capaz de proporcionar cables con la totalidad de características de funcionamiento deseadas.

Las pruebas de cables de 5 a 15 KV se efectúan en cables de 15 KV con espesor de aislamiento de 4.4 a 5.6 mm.

Las pruebas de cables de 5 a 35 KV se efectúan en cables de 35 KV con el espesor de aislamiento indicado en la Tabla No. 3.6.4 b (Espesor de aislamiento, tensiones de prueba y calibras de conductor).

Para pruebas de 46 KV se prueba una muestra con espesor de aislamiento de 11.3 ó 14.7 mm.

### PRUEBA DE ALTA TENSION LARGA DURACION

Esta se realiza en muestras de cables de 15 KV y mayores.

Para cumplir los requisitos mínimos de calificación, la muestra del cable debe soportar 4 horas a 8 KV/mm y la primera hora a 12 KV/mm.

### PRUEBA DE TENSION DE IMPULSO A LA RUPTURA

Para efectos de esta especificación, los valores de tensión de NBA, o valores de impulso que deben soportar los cables son los siguientes:

TENSION NOMINAL DEL CABLE KV	TENSION NBA KV
5	60
8	95
15	110
25	150
28	150
35	200
46	250
69	350

### PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO CICLICO

Esta prueba se efectúa a muestras de cables para 15 KV y mayores, al final del primer día y en cada período de 7 días se miden y registran las descargas parciales en picocoulombs a la temperatura de prueba especificada; asimismo, se registra el factor de disipación a la tensión nominal a tierra.

### PRUEBA DE ESTABILIDAD DE LA RESISTENCIA DE LAS PANTALLAS SEMI-CONDUCTORAS EXTRUIDAS

Pantalla sobre el conductor: La estabilidad de la resistencia no debe exceder de 100,000 ohms-cm en ninguna lectura.

Pantalla-cubierta sobre el aislamiento: La resistividad de las pantallas o cubiertas semi-conductoras sobre el aislamiento no debe exceder de 50,000 ohms-cm en ninguna lectura.

## c.- PRUEBAS EN EL CAMPO

— En cualquier momento durante la instalación se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 75% de lo indicado en la Tabla 3.6.4.b, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

— Después de la instalación y antes de que el cable sea puesto en servicio normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 80% del indicado en la misma tabla, aplicado directamente durante 15 minutos consecutivos.

— Después de que el cable ha sido puesto en operación normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 85% del indicado en la misma tabla, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.- 4.1971.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PARARRAYOS

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

*17 marzo*

## SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

### EL MECANISMO DE UNA DESCARGA

Una descarga atmosférica (rayo) está formada por electricidad estática que proviene de una gran concentración de carga originada normalmente por fenómenos meteorológicos. El fenómeno de la formación de estas grandes concentraciones es debido a la acumulación en el interior de una nube de partículas de agua en fase gaseosa que por diversas condiciones atmosféricas resultan cargadas electrostáticamente. Durante las tempestades, o en periodos de gran turbulencia atmosférica, grandes cantidades de carga estática se acumulan de esta manera en las nubes. La carga puede ser uniforme, pero generalmente presenta varias zonas de diferente concentración en una misma nube, en la gran mayoría de las nubes (90%) se acumulan en la parte inferior las cargas negativas, con un pequeño núcleo en el que por el contrario se condensan cargas positivas. La zona central de la nube también está cargada negativamente, y la parte superior está cargada positivamente. (Lam. #2)

Las nubes que dan lugar más fácilmente a descargas eléctricas son los Cúmulos y los Cúmulos-Nimbos. Lo más frecuente es que la nube se extiende desde 500 a 1000 metros, hasta 3000 ó 4000 metros, con una base inferior casi plana con superficie de 5 a 30 Km. cuadrados.

Al ocurrir las condiciones de una tormenta, y cargarse la nube como hemos descrito anteriormente, ocurrirá por inducción una concentración de carga en la superficie de la tierra que está directamente abajo de dicha nube, esta concentración será del signo contrario a la que se tiene en la parte baja de la nube, o sea normalmente positiva. (Lam. #3). Su intensidad dependerá de la concentración en la nube. Conforme crecen las cargas eléctricas en la nube, crecerán en la tierra, y puesto que son de signo contrario se atraerán. Cuando el Gradiente expresado en Volts por centímetro cuadrado, excede la resistencia dieléctrica del espacio que separa la nube del suelo; una centella o Rayo "Piloto" se abre paso a través del aire, partiendo de la nube hacia la tierra. (Lam. #4). Su descenso

se hace por desplazamientos bruscos e irregulares, sufriendo ramales laterales y preparando el cauce del rayo incipiente con suspensiones en el avance de 10 a 12 microsegundos.

La velocidad de propagación durante estos impulsos es generalmente del orden de 1000 Km. por segundo, mientras que la velocidad efectiva de la propagación de la descarga, comprendiendo también los tiempos de suspensión, se mantiene en general en el orden de los 100 Km. por segundo, teniendo como máximo 300 Km. por segundo.

La mayoría de los rayos piloto son de polaridad negativa y su propagación hacia tierra es silenciosa y débilmente luminosa.

Cuando la extremidad del piloto o de algunos de sus ramales se acercan a tierra, se produce un intenso campo eléctrico que origina que de la tierra parte un segundo rayo piloto secundario al encuentro del original descendente. (Lam. #5). Este secundario es de polaridad positiva y establece contacto con el original, generalmente a una altura de 15 a 50 metros. (Lam. #6). El contacto entre los dos pilotos equivale a cerrar el circuito entre la tierra y la nube. En primer lugar una corriente de gran intensidad fluye de la tierra hacia la nube, para neutralizar la carga de ésta, acompañada de una gran emisión de luz (Relámpago). Esta suele después moderarse, tornándose en una corriente de mayor duración que termina con el remanente de cargas en la nube.

Los valores de la corriente de descarga son excepcionalmente altos (cientenas de miles de amperes), pero la duración de estas corrientes es afortunadamente paquísima, ya que en general, la corriente de descarga sube hasta su máximo en uno a diez microsegundos, para bajar a la mitad durante 10 a 100 microsegundos, siendo la duración total de varios miles de microsegundos. (Lam. #7).

Ocurre frecuentemente que las diversas concentraciones de carga de una misma nube utilizan un mismo cauce, produciéndose entonces descargas sucesivas. Estas pueden repetirse tan rápidamente que no es posible distinguir los destellos con la vista. Estos fenómenos llamados descargas sucesivas, pueden repetirse numerosas veces después de la descarga principal,

Las estadísticas de las mediciones efectuadas muestran que más del 50% de los rayos tienen por lo menos dos descargas, habiendo algunos en los que se conocen hasta 42 descargas sucesivas.

La trayectoria que presenta la formación de una descarga atmosférica, demuestra por qué los lugares elevados son alcanzados por los rayos con más frecuencia, ya que de acuerdo con las leyes elementales de la física, es evidente que en los lugares elevados la concentración de carga es mayor que en los lugares bajos, (Lam. 18) de aquí que sea precisamente de los lugares altos de donde parte con mayor facilidad un piloto secundario al encuentro de la centella descendente y por lo tanto sean preferidos por las descargas.

## SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

### ANALISIS DE LOS SISTEMAS

El principio fundamental de operación de un sistema de protección contra descargas atmosféricas es proporcionar el medio para que una descarga pueda incidir con seguridad sobre una construcción y sea conducida en forma inofensiva hasta tierra, de manera que no origine daños durante su recorrido.

Las instalaciones de protección contra descargas atmosféricas difícilmente son "Activas", es decir que originan una protección para que no incida un rayo sobre una estructura, sin embargo, dado que la concentración de cargas que se logra en un pararrayos tiene un efecto ionizador de la atmosfera, esta ionización origina un efecto dispersor de la carga, lo que disminuye el campo eléctrico.

Es por lo tanto de más importancia la protección "Pasiva", que se logra mediante la adopción de medios que reduzcan a límites no peligrosos las consecuencias de una descarga.

La protección contra descargas atmosféricas de una estructura no se logra contra lo que normalmente se cree con la instalación de una varilla y una conexión a tierra (Pararrayos de Franklin), ya que la acción de este dispositivo tiene una acción limitada; la "Zona" de protección que proporciona una barra de este tipo, aun desde los primeros intentos de Benjamin Franklin en 1740, no se puede considerar como un absoluto; en 1767, Franklin escribía que esta zona es función de la cantidad de carga (variable en cada caso), la forma de la estructura protegida y las condiciones atmosféricas (variable en cada caso). Posteriormente Oliver Lodge (1892) y Randerson (1879) afirman que no se puede justificar una determinada zona de protección para una barra, y finalmente F.W. Peak en 1929, mediante experimentos con modelos, concluye que esta zona depende de la altura de la concentración de carga, que en este caso queda representada por la

altura de la nube. Originalmente (1932) el código de U.S.A. estableció, basándose en las ideas de Peek, y tomando como promedio una altura de 1000 pies, un radio variable de 2 a 4. En 1945 esta cifra fué corregida a la unidad, con la consideración de que esta distancia puede ser reducida en cantidades no especificadas si alguna parte no protegida de la construcción tiene alguna forma, o alguna posición, capaz de iniciar un piloto secundario.

En vista de esto, la técnica moderna de protección ha descartado el uso de la barra Franklin y establece la colocación de conductores y puntas en los sitios en los que pueden iniciarse pilotos secundarios, tales como esquinas y aristas de las azoteas, (Lam. 19), es necesario pues, no hablar de un "Pararrayos", sino de la instalación de un sistema de pararrayos convenientemente estudiado para proporcionar protección a cada estructura en particular.

Un SISTEMA de pararrayos, está integrado por 3 elementos fundamentales:

- 1) Un elemento RECEPTOR de la descarga que lo constituyen las puntas de protección y los cables colocados estratégicamente en las partes de la estructura que puedan recibir una descarga. ("A", Lam. #10)
  - 2) CIRCUITO A TIERRA, formado por los conductores que tienen como misión transportar a tierra la corriente de la descarga, según un recorrido perfectamente determinado y de baja resistencia eléctrica, pasando normalmente por la parte exterior del edificio. La realización práctica de estos elementos debe efectuarse teniendo en cuenta que por ser la corriente del rayo e impulsos, adquiere una importancia notable la reactancia del circuito, cuya influencia pueda originar grandes caídas de tensión en el circuito. ("B", Lam. #10)
  - 3) ELECTRODOS de tierra, llamados también dispensadores de tierra, los que proveen de un contacto íntimo del sistema con el terreno, facilitando la dispersión de la corriente en el terreno propiamente dicho. ("C", Lam. #10)
- Existen en la actualidad diversos procedimientos para el cálculo y diseño de estos dispositivos, así como procedimientos de medición directa de la resistencia lograda. Se han desarrollado también algunos productos químicos que pueden usarse como aditivos en los electrodos y de esta manera lograr abatir la resistencia a tierra.

De acuerdo a la diferente organización de los elementos anteriores se conocen actualmente los siguientes tipos de pararrayos:-

Pararrayos de Franklin - Descubiertos por Benjamin Franklin alrededor de 1750 consta de una punta y una conexión a tierra, su interés actualmente es solo histórico, ya que se ha comprobado las limitaciones de superficie protegida que provee, otro defecto estriba en el hecho de que cada vez que es alcanzado directamente por un rayo, la descarga se recibe en un solo lugar, lo cual origina que la punta de la barra falle debido a la intensa corriente que transporta.

Jaula de Faraday - La jaula de Faraday se basa en el experimento del físico del mismo nombre, según el cual disponiendo una envoltura metálica cerrada y conectada a tierra, cualquier fenómeno eléctrico, por intenso que sea, no causa ningún efecto en el interior de la envoltura, o sea que la envoltura mencionada sirve como "Pantalla" o "Blindaje" del interior. Actualmente este tipo de sistema se construye a base de una red o malla de conductores que se coloca en la parte superior de la estructura que se protege, con suficientes conexiones a tierra para lograr en dicha malla una distribución uniforme del potencial de la tierra. La protección de las superficies intermedias entre los cables que forman la red, se logra mediante pequeñas puntas ionizadoras de la atmósfera que originan concentraciones de carga en ellas, las que en condiciones de tormenta, proveen múltiples "Pilotos Secundarios", lo que además proporciona muchas vías de entrada a la descarga principal cada una de ellas con una intensidad de corriente menor.

Este sistema es el que ha tenido hasta la fecha un desarrollo mayor, ya que desde 1904 se dispone de reglamentaciones oficiales de institutos y organismos especializados, los cuales recopilan normas de diseño experimentadas ampliamente y revisadas periódicamente, lo cual proporciona una garantía efectiva de su funcionamiento. Cabe agregar que este tipo de sistema está establecido como norma por instituciones como el IEEE (Instituto de Ingenieros Electricistas y en Electronica de los E.U.A.), Underwriters Laboratories Inc. NFPA (National Fire Protection Association) y es norma de la ASA (American Standard Association) de los E.U.A.



Pararrayos Radioactivos - Recientemente se ha desarrollado este tipo de pararrayos que no es más que un pararrayos Franklin al cual se le proporciona mayor alcance mediante el uso de un ionizador artificial, el cual en este caso lo forma un dispositivo que aloja un material radioactivo, cuya acción provee la ionización adicional. Su uso no está reglamentado en nuestro país.

Conclusión:

La instalación de un sistema de pararrayos es una labor delicada tanto en proyecto como en instalación, y es recomendable que estos trabajos sean desarrollados por expertos con conocimientos de la reglamentación existente. En este punto desgraciadamente en nuestro país no contamos aún con una reglamentación específica, aunque se espera que en la próxima edición del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, se trate este problema. Existe una interesante fuente de información en las disposiciones de la norma UL55A de Underwriters Laboratories, Inc., y en el Lightning Protection Code de National Fire Protection Association (NFPA N°78).

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

CRITERIOS DE DISEÑO

De la información que nos proporcionan las normas (N.F.P.A. y U.L.), pueden concluirse los siguientes criterios sobre los más importantes factores a decidir en el desarrollo del proyecto de un Sistema de Protección, así como en sus especificaciones. Estos factores son:

- 1) Ubicación de las Puntas
- 2) Trayectoria de Conductores
- 3) Conexiones a Tierra
- 4) Conexiones Adicionales
- 5) Sistemas de Instalación
- 6) Especificación de Materiales

1) UBICACION DE LAS PUNTAS

1.1) Posición: En los sitios en los cuales se forman concentraciones de carga en una tormenta eléctrica, las cuales son función de la forma o tipo de techos.

1.2) Tipos de Techos:

1.2-1) Plano

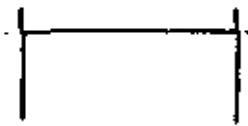
1.2-2) Inclinado

1.2-3) Pendiente Ligera: Con pendiente igual o menor a 1/8 en claro igual o menor de 12 Mts., o con pendiente igual o menor a 1/8 en claro mayor a 12 Mts.

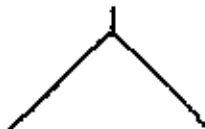
1.3) Colocación de las Puntas:

1.3-1) En función de la forma del techo,

a) Techos Planos:



b) Techos Inclinaos:



c) Techos con Pendiente Ligera:



1.3-2) Espaciamento:

a) Del límite del contorno protegido = 0.60 Mts.

b) Entre puntas:

b-1) En contornos:

6 Mts. puntas de 25 cms. a 60 cms.

7.62 Mts. puntas de más de 60 cms.

b-2) En superficie planas:

15 Mts. máximo.

1.4 Altura de las Puntas:

1.4-1) La parte más alta de una punta debe tener una altura FOR LO MENOS 25 cms. mayor que el contorno que protege, con un máximo de 91 cms. (U.L.)

1.4-2) Alturas normales de las puntas:

mínima: 25 cms.

máxima (U.L.): La que resulte al extenderse a lo más 91 cms. por encima del contorno protegido (tríplice obligatorio en puntas de más de 60 cms.)

## 2) TRAYECTORIA DE CONDUCTORES

2.1) Conductores Horizontales:

2.1-1) Deben interconectar las puntas formando una red cerrada.

2.1-2) Cada punta deberá tener por lo menos 2 trayectorias a tierra en donde no existan curvas ascendentes.

2.1-3) Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 70 cms. EVITARLOS

2.1-4) En exoteras placas se formarán redes de máximo 15 x 45 cms. para conectar las puntas en ellas.

2.1-5) Se deberán fijar firmemente cada 91 cms. (Long. máxima en aire 1,80 Mts.)

2.2) Conductores Verticales:

2.2-1) Deben conectar la red horizontal a tierra.

2.2-2) Posición: Depende de:

a) Ubicación de tierras

b) Trayectorias más directas

c) Ubicación de cuerpos metálicos

2.2-3) Cantidad:

a) Mínimo 2 hasta perímetros de 76.2 Mts.

b) Si el perímetro excede de 76.2 Mts. se aumentará 1 por cada 30 Mts. o fracción.

2.2-4) Localización:

a) Se deberá lograr una distribución uniforme del potencial de Tierra a lo largo del perímetro.

b) Diagonalmente opuestas al con 2.

- c) 30 Mts. de espaciamiento promedio más de 2.
- d) La condición 2.1-2 obliga la posición de bajadas en cambios de nivel.

#### 3) CONEXIONES A TIERRA

- 3.1) Ubicación: Donde se logre una dispersión fácil de la descarga en el terreno. Preferible: fuera de cimentaciones.
- 3.2) Medios de Conexión a Tierra. Electrodo Formado Por:
  - a) Varillas (3 Mts. mínimo).
  - b) Rehilates (1.5 - 2 Mts. Profundidad).
  - c) Cable enterrado: mínimo: 3.6 Mts. longitud a 0.3 - 0.5 Mts. de profundidad.
- 3.3) Valor de la Resistencia: Es función del tipo de terreno y del tipo de conexión usada.
- 3.4) Pruebas:
  - a) Debe medirse la resistencia del electrodo desconectado del Sistema, por lo que deben instalarse desconectores adecuados.
  - b) Deben probarse al instalarse, y una vez al año.
  - c) Valor suficiente de la resistencia: 50 Ohms.

#### 4) CONEXIONES ADICIONALES

- 4.1) Para cuerpos metálicos que puedan recibir una descarga (Chimeneas, Respiraderos, Ductos, etc.)
- 4.2) Para cuerpos metálicos, en los que debido a su cercanía con el Sistema (máximo 1.00 Mts.) en ellos pueda INDUCIRSE una carga que origine una descarga lateral.
- 4.3) Tierra Cruzada: De Sistemas que estén conectados a tierra (Eléctrico, Telefónico, Agua, Gas, etc.).

#### 5) SISTEMAS DE INSTALACION

- 5.1) Aparente (preferible)
- 5.2) Oculto (en ductos NO metálicos)
- 5.3) Usando estructura metálica (siempre y cuando de la misma sea posible garantizar su conductividad presente y futura).

#### 6) ESPECIFICACION DE MATERIALES

- 6.1) General: Deben ser diseñados y fabricados especialmente para Sistemas de Pararrayos dentro de las normas.
- 6.2) Tipos de Conductores:
  - a) Clase I, para edificios de 22.86 Mts. de altura máxima
  - b) Clase II, para edificios de más de 22.86 Mts. de altura

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICASINSTALACION DEL SISTEMA

Para el desarrollo de la correcta instalación de un sistema, la observación primordial, es el respeto absoluto a un buen proyecto que haya sido desarrollado dentro de las normas. Respeto a la correcta ubicación de los elementos, y a la estricta especificación de los materiales.

A fin de facilitar la correcta interpretación de un proyecto, es de interés el análisis de las siguientes observaciones generales relativas a los eventos principales a desarrollarse en una instalación de este tipo, que son:

- I - LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS
- II - FIJACION DE LAS BASES PARA PUNTAS
- III - DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES
- VI - FIJACION DE CONDUCTORES
- V - CONEXIONES
- VI - DETERMINACION DE LA POSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA
- VII - INSTALACION DE LOS ELECTRODOS
- VIII - CONEXIONES ADICIONALES
- IX - PRUEBAS

I.- LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS

Tomar en cuenta que:

- 1). La parte más alta de las puntas debe quedar por lo menos 25 cms. más alta que el contorno protegido.
- 2). La separación máxima de la orilla del contorno protegido es 60 cms.
- 3). Los espaciamientos máximos entre puntas 7.6m para puntas de 50 cms. de altura ó mayores, y 6m para puntas más bajas).

II.- FIJACION DE LAS BASES

Usar algun elemento rígido adecuado al ambiente en que se instale, P.E. taqueta de plastico con tornillo de latón.

III.- DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES

HORIZONTALES: Tomar en cuenta:

- 1). De cada punta deberán existir 2 trayectorias a tierra sin curvas ascendentes.
- 2). Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 20 cms.

VERTICALES: Tomar en cuenta:

- 1). Deben ser lo más directo posibles.
- 2). No deben tener curvas invertidas.
- 3). Procurar, de ser posible, alejarlos de ventanas metálicas. En caso contrario, deberán interconectarse estas.
- 4). Si se requiere cambiar la ubicación proyectada, procurar que el espaciamiento entre bajadas continúe siendo uniforme, por lo tanto debe concluirse que NO ES POSIBLE suprimir bajadas.
- 5). En la parte inferior de un cable vertical aparente (3m.) deberá instalarse una guarda de protección que proteja al conductor de daño mecánico. Se sugieren - Tuberías NO metálicas.

IV.- FIJACION DE CONDUCTORES

- 1). Antes de sujetarse el cable deberá ser tensado para garantizar trayectorias lo más rectas posible.

- 2). El espaciamiento máximo entre puntos de sujeción (abrazaderas) será 90 cms.
- 3). Para fijar las abrazaderas se usarán elementos apropiados al medio ambiente en que se instale.

#### V.- CONEXIONES

- 1). Las conexiones deberán ser las mínimas necesarias y de la máxima rigidez mecánica, tanto inicial como futura.
- 2). Siempre se deberán usar conectores mecánicos especiales para este uso.
- 3). Las conexiones soldadas deberán evitarse.

#### VI.- DETERMINACION DE LA POSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA

- 1). Cercanos a los conductores de bajada tierra.
- 2). Preferentemente fuera de cimentaciones.
- 3). Separados por lo menos 50 cms. de la construcción.
- 4). Preferible donde el terreno sea lo más húmedo posible ó este en el máximo contacto con humedad.

#### VII.- INSTALACION DE LOS ELECTRODOS

##### Varillas ó Bayonetas:

- 1). Deben clavarse totalmente (3m.) y asegurarse que el terreno es bueno, o sea que a través de la superficie de la varilla se establece un buen contacto con el terreno, por lo tanto, deberá evitarse el hacer una excavación para colocar en ella la varilla.
- 2). La conexión entre el cable y la varilla se hará con un conector especial para este fin, que garantice la superficie de contacto adecuada.

- 3). Preferentemente, pero no indispensable se construirá un registro para tener acceso al conector anterior, el que estará en el extremo superior de la varilla a 30 cms. de profundidad.

##### Rahiletes.-

- 1). Se usarán en terrenos donde no sea posible clavar la varilla en excavaciones especiales para ellos, de la máxima profundidad posible.
- 2). El rahilete se colocará en el fondo de la excavación en una mezcla de cisco de carbón y sal en proporción de 5 a 1.
- 3). Es muy importante que la excavación sea tapada con tierra de las mejores condiciones de conductividad, al máximo grado de COMPACTACION que sea posible.

##### Desconectores de Tierras:-

- 1). Cada electrodo de tierra deberá proveerse de un medio que permita su desconexión del sistema para poder llevar a cabo lecturas del valor de su resistencia a tierra..
- 2). Normalmente es recomendable la instalación del desconector en el extremo inferior de cada conductor de bajada, pero debe tenerse en cuenta que es importante que entre el mismo y el electrodo no debe haber ninguna conexión.

#### VIII.- CONEXIONES ADICIONALES

##### Deberán conectarse al Sistema:

- 1). Cuerpos metálicos colocados en azoteas, que tengan altura superior a las puntas y que por lo tanto pueden recibir una descarga directa.

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

- 2). Cuerpos metálicos localizados a menos de 1.80m en los cuales, al circular una descarga por el sistema, pueden presentarse cargas INDUCIDAS que originen una descarga lateral.
- 3). Es conveniente interconectar también todos los elementos o sistemas que se encuentren conectados a tierra, tales como los neutros de la red eléctrica, tuberías de agua, gas, teléfonos, etc.
- 4). Para las conexiones anteriores, siempre deberán utilizarse elementos especiales para este uso.

IX.- PRUEBAS

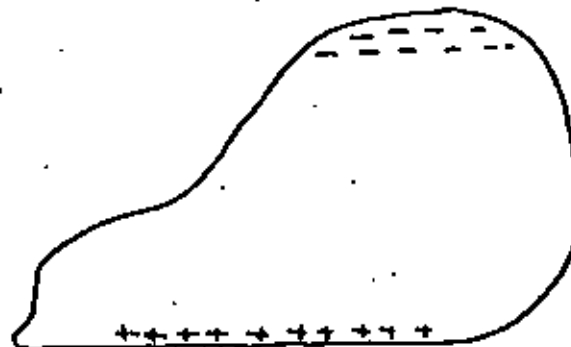
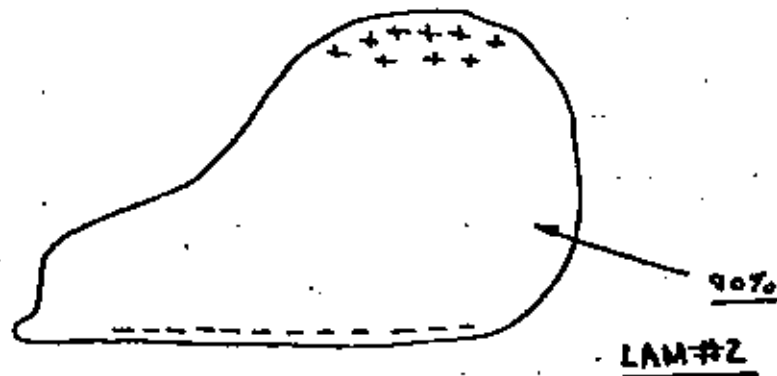
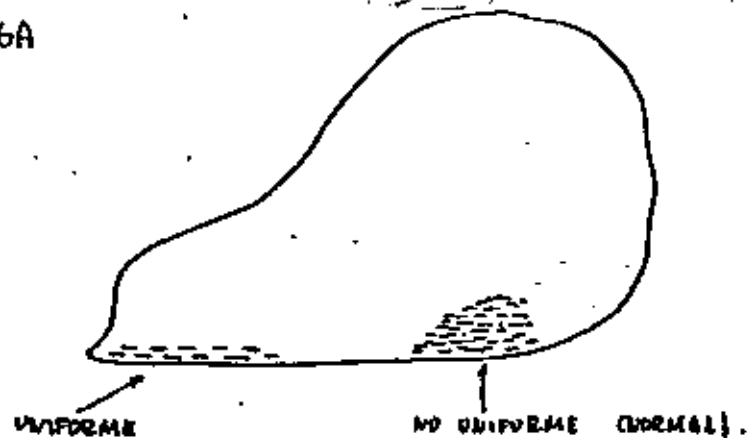
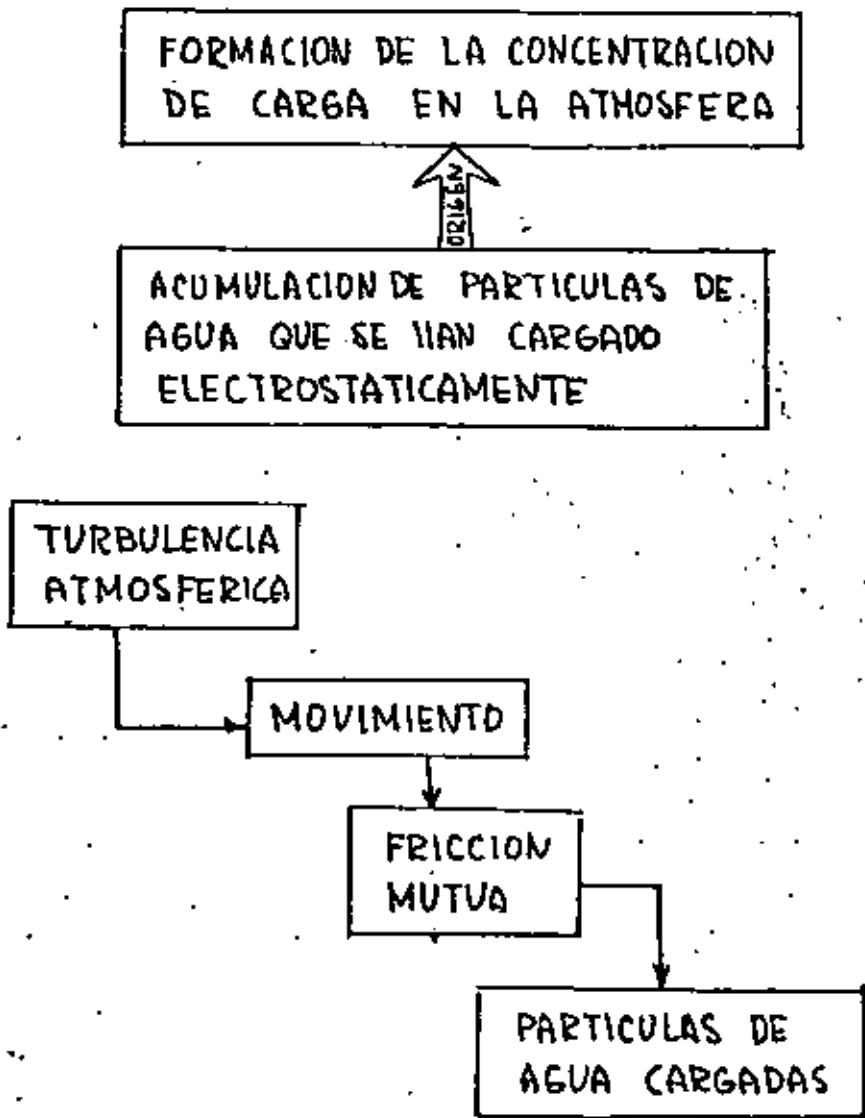
Para considerar satisfactoria una instalación, deberá esta tener:

- 1). Continuidad total en sus circuitos, que puede comprobarse haciendo pasar una corriente a través de ellos.
- 2). Resistencia a tierra adecuada en sus electrodos. Se consideran satisfactorios valores medidos de hasta 50 ohms para cada electrodo independiente.
- 3). Rigidez mecánica en sus elementos de soporte.

MANTENIMIENTO

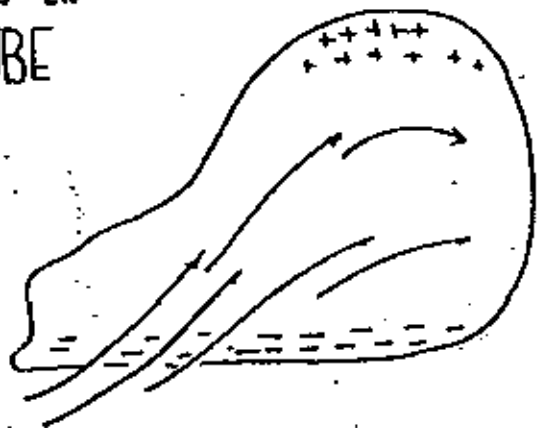
Un Sistema de Pararrayos está constituido por un conjunto de elementos normalmente estáticos, como tal, la condición primordial de mantenimiento constituye la permanencia de las condiciones iniciales de cada uno de estos elementos, así pues deberá confirmarse periódicamente (mínimo una vez al año):

- 1) Que el Sistema sigue siendo adecuado para el edificio, o sea, si los azoteas han sufrido modificaciones, el sistema deberá modificarse dentro de las normas, para incluir en su protección las zonas nuevas o las nuevas condiciones.
- 2) Que todos los elementos metálicos que están sobre las azoteas, y que requieren interconexión con el sistema, están conectados al mismo.
- 3) Que existe continuidad eléctrica en todos los circuitos del sistema.
- 4) Que la resistencia a tierra de sus electrodos sigue siendo adecuada.
- 5) Que todos los elementos del sistema están fijos en su sitio original en condiciones de resistencia mecánica aceptable.



CARGAS EN  
UNA NUBE

21



1) EN LA  
NUBE

22

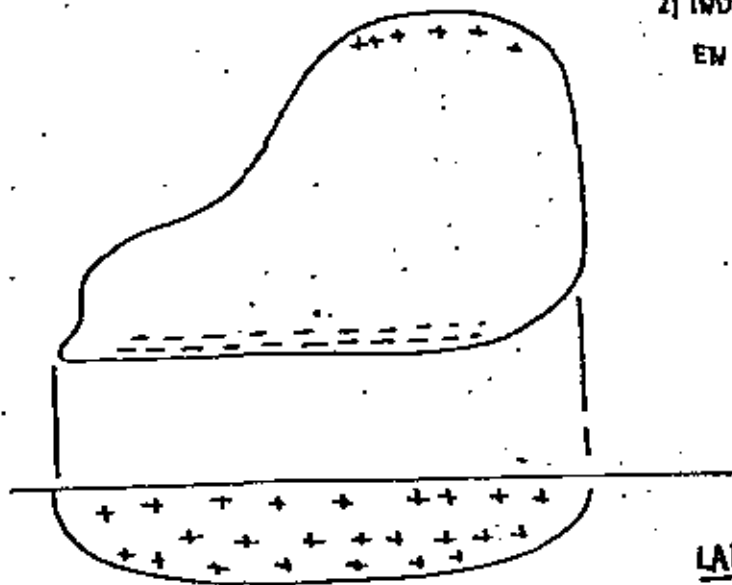


LAM-4

RAYO "PILOTO"  
PRIMARIO

$V_{MAX} = 10000 \text{ cm/sec}$  — PULSOS  
 $V = 100-300 \text{ Km/sec}$

2) INDUCIDA  
EN TIERRA



LAM-3

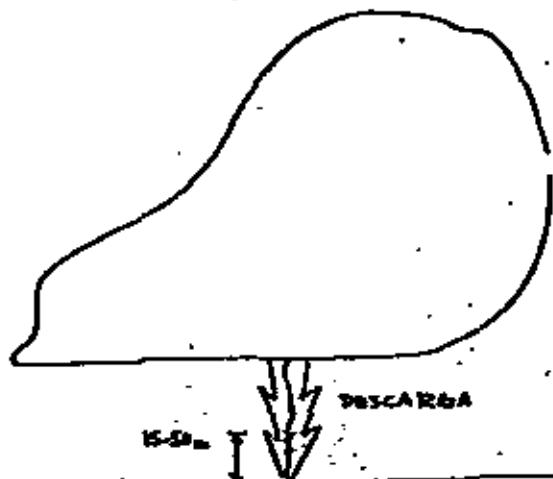
LAM-5



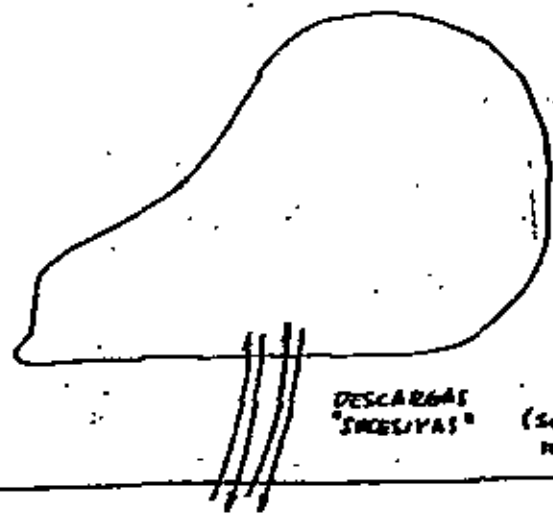
$\Delta-QV$

PILOTO SECUNDARIO





LAM-6

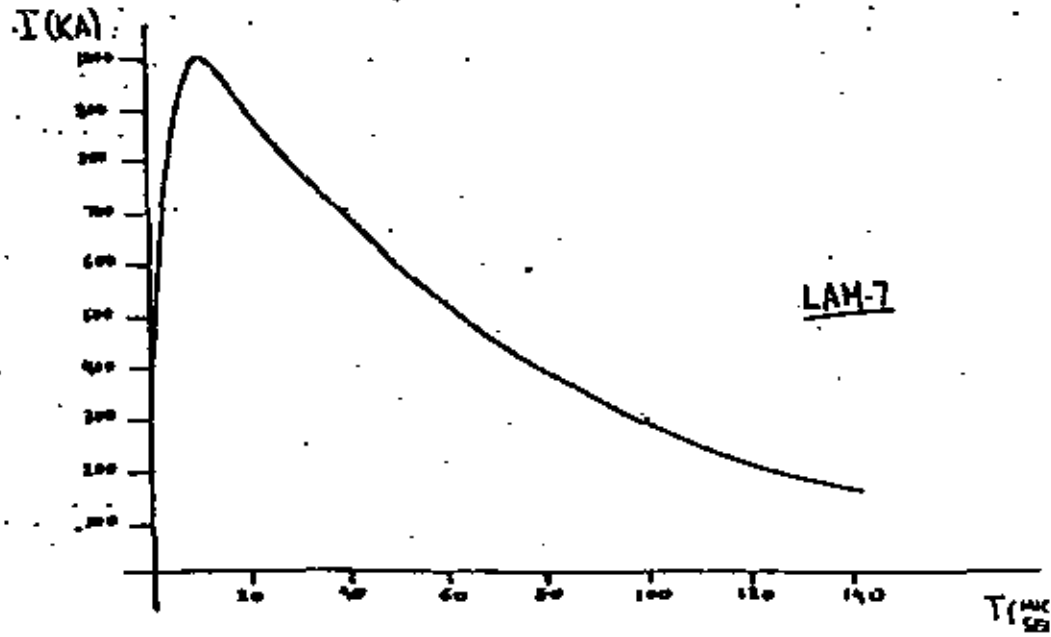


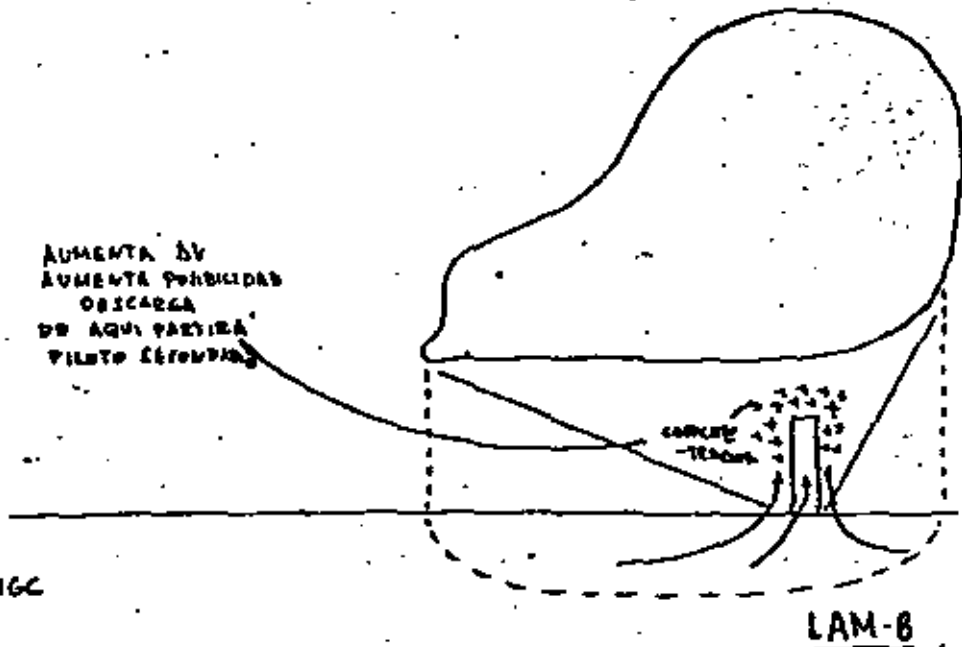
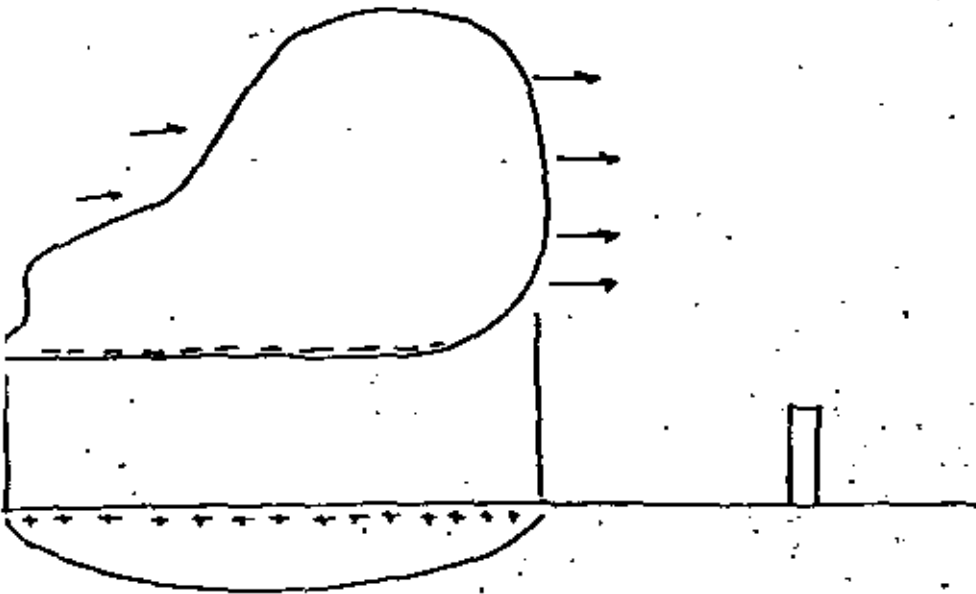
DESCARGAS SUCESIVAS (se han llegado a registrar 42)

MAGNITUDES de UNA DESCARGA

- VARIABLES
- INTENSIDAD DE CORRIENTE → 10-20 KA
  - DIFERENCIA DE POTENCIAL → 100-600KV
  - DURACION Y NUMERO → FUNCION DE DESCARGAS 50% - 100% zero > 10
  - ENERGIA
- ↓  
 CADA DESCARGA MAX. 100 COLUMENES  
 ↓  
 20 KWH  
 ↓  
 como fue corto  
 ↓  
 POTENCIA de L. ORDEN de 1000's KW

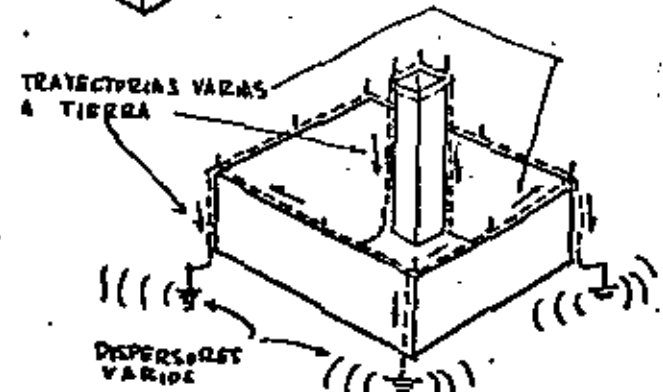
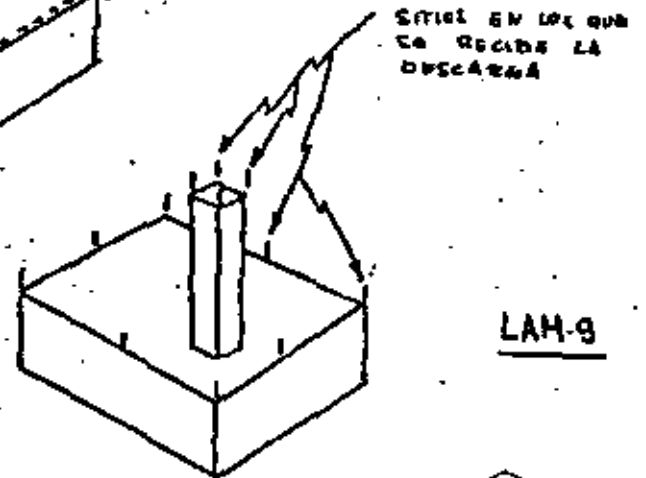
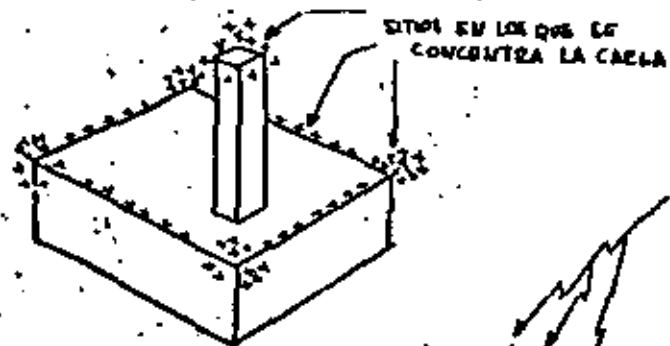
ONDA CONVENCIONAL





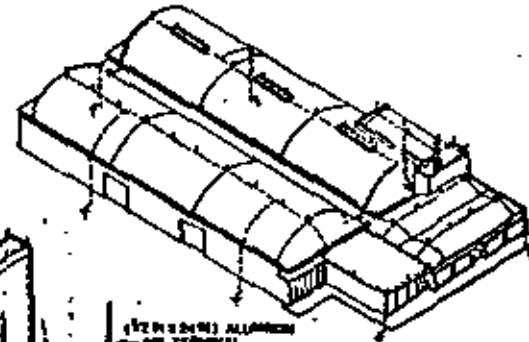
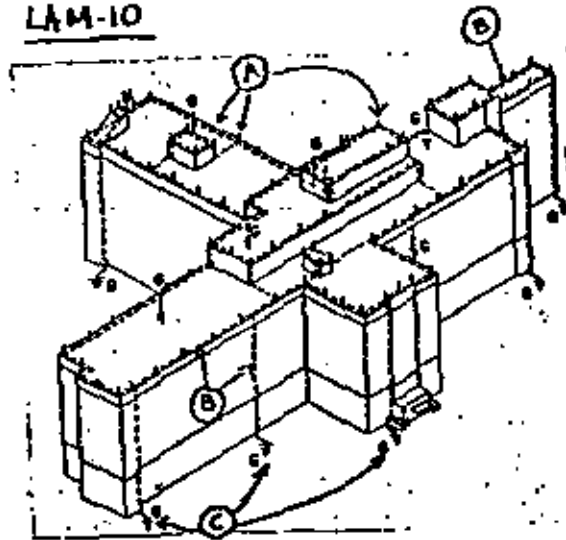
# SISTEMA FARADAY ..

- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICA.
  - BLINDAJE ELECTROSTATICO



# SISTEMA FARADAY. EJEMPLOS

LAM-10



STANDARD AIR TERMINAL  
 ALUMINUM CABLE CLIP  
 ALUMINUM LIGHTNING CONDUCTOR CABLE  
 ALUMINUM POINT SADDLE  
 ALUMINUM ROOF  
 TYPICAL AIR TERMINAL INSTALLATION

## VENTAJAS:-

- SEGURIDAD
- REGLAMENTADO — (1904).
- EXPERIMENTADO (1904-1973)
- VERIFICADO:
  - UNDERWRITER'S LABORATORIES
    - ↳ UL 96A
  - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
    - ↳ NFPA-78
- ANSI. — IEEE

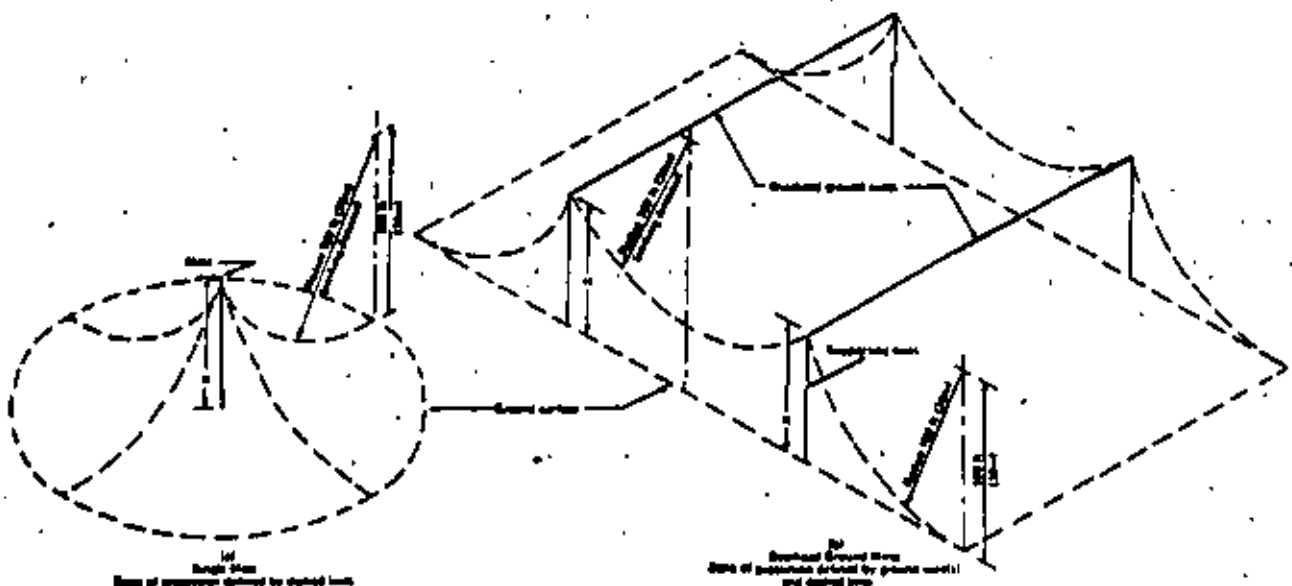
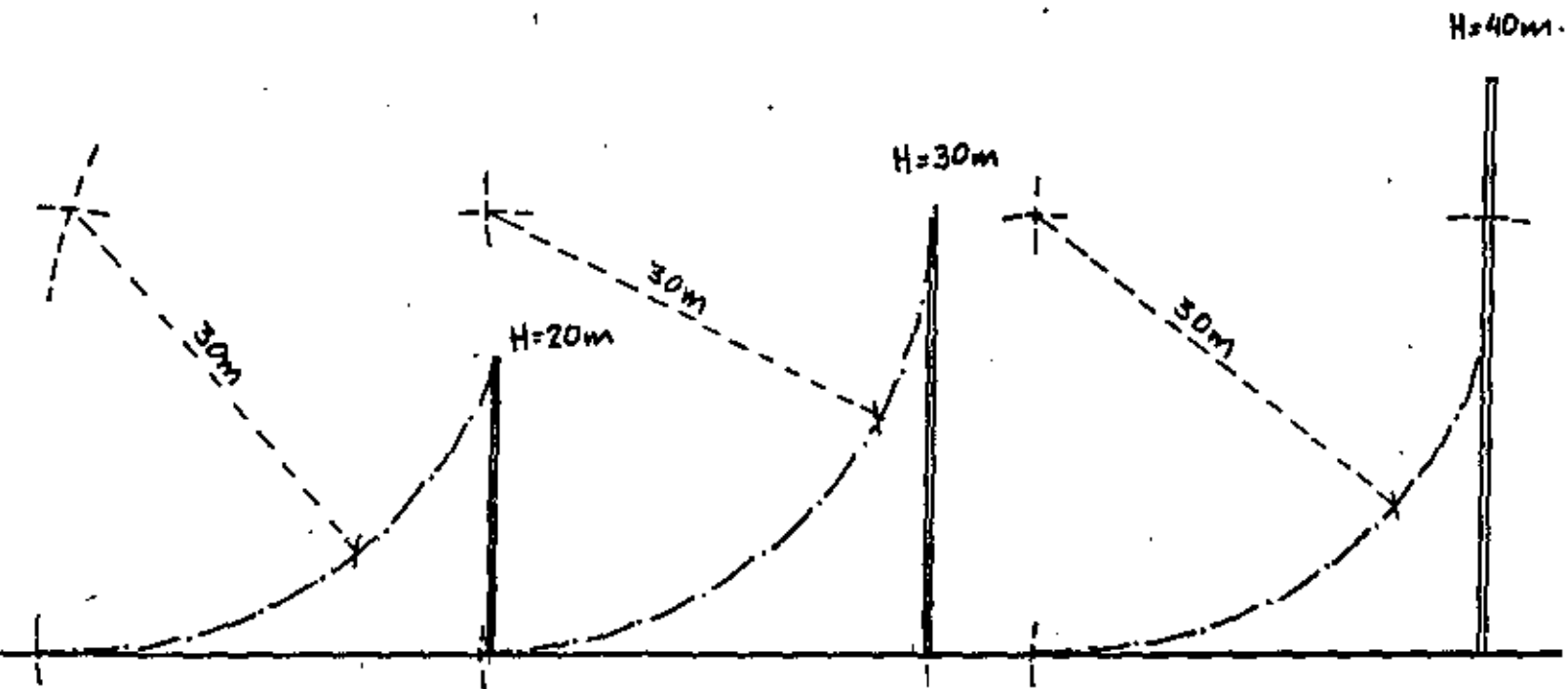


Figure 6-3.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).

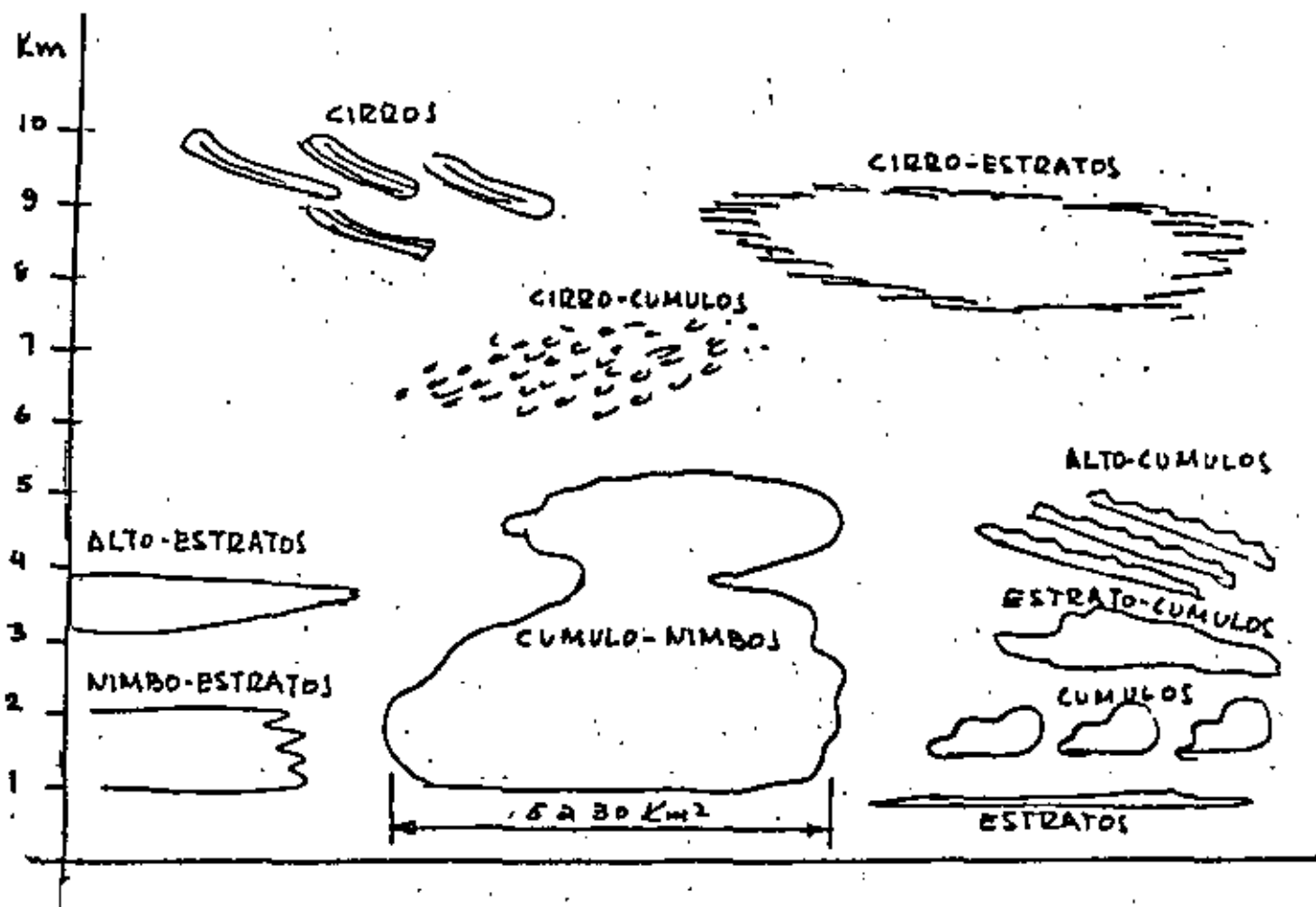
160



ALTURA vs DISTANCIA de ARQUEO

NUBES QUE  
ORIGINAN  
DESCARGAS

- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS



## SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

### FACTORES QUE GOBIERNAN LA DECISION DE SU INSTALACION

La protección contra descargas atmosféricas constituye un tema de especial interés dentro de las instalaciones necesarias de una construcción.

En el conocimiento de todas la capacidad destructiva que posee esta manifestación de la electricidad atmosférica que conocemos con el nombre de Rayo. Sus aspectos externos han sido conocidos siempre por la humanidad, así como sus efectos directos e indirectos.

Las consecuencias de la descarga directa pueden ser graves: Daños a personas y cosas, incendio y destrucción, interrupciones en los servicios de Energía Eléctrica que pueden originar grandes peligros para la necesaria continuidad de estos servicios, así como un sinnúmero más de consecuencias que en un instante pueden reducir o aún hacer desaparecer patrimonios de gran valor.

De acuerdo con el código de NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, los factores que gobiernan la decisión de instalar un Sistema de Pararrayos son los siguientes:

- 1) Frecuencia de las tormentas en la zona.
- 2) Valor y naturaleza del edificio y su contenido.
- 3) Riesgo a las personas que lo ocupan.
- 4) Exposición relativa.
- 5) Pérdidas indirectas.

En relación con la frecuencia de Tormentas Eléctricas, es de comprenderse que es difícil hablar de datos y registros que nos provean de cifras absolutas, sin embargo, se consideran como reales valores que oscilan entre 25,000 y 40,000 descargas diarias sobre toda la superficie de la tierra. En algunos países existen estudios estadísticos que permiten conocer la cantidad de tormentas eléctricas que son de esperarse en una determinada zona. Por ejemplo, en los Estados Unidos de Norteamérica los valores oscilan en zonas de 3 por día, a zonas de 90 por día. Cabe recordar que este índice aumenta conforme la zona analizada es más cercana al ecuador. En relación con el valor que pueden representar las

las pérdidas materiales originadas por rayos, recientemente (Julio 1972) la Sociedad Geográfica Nacional de Washington publicó los siguientes datos:

Se esperaban para la Unión Americana 17,000 a 20,000 construcciones dañadas por descargas en un año, y en total, una pérdida mínima de 10 millones de Dólares.

El análisis de la condición del riesgo a las personas, nos conduce a una conclusión inmediata, ya que sabemos que cualquier construcción SIEMPRE está ocupada por una cantidad mínima de personas que nos interesará proteger.

En relación con la exposición relativa, cabe considerar un razonamiento físico elemental: El hecho de que las cargas electrostáticas se concentran en los cuerpos de proporciones geométricas agudas, tales como rodillos, puntas, etc., hace que los rayos tengan preferencia por incidir en las alturas más notables, así el Edificio Empire State, por Ejemplo, situado en una zona de no gran frecuencia de tormentas eléctricas, recibe entre 75 y 50 descargas atmosféricas en un año, (SCRM y H.MT). H. M. Towne de General Electric Co., nos proporciona datos de la variación de la probabilidad de incidencia con relación a la altura, con los cuales puede construirse una gráfica que nos indica esta variación. (Law. #1)

Cabe recordar que en la actualidad la construcción vertical es cada vez más frecuente y en nuestro país no es raro el caso de que el edificio que analizamos sea el más alto de una población, y que podemos concluir, dentro de la lógica, que en nuestro caso el análisis de las condiciones anteriores nos obliga a la decisión de instalar un Sistema de Protección contra descargas atmosféricas.

La consideración de las pérdidas indirectas que una descarga eléctrica puede ocasionar es un factor cuya influencia en la decisión también es importante. El análisis de el costo que puede representar una suspensión de los servicios prestados por la construcción estudiada, o de la producción perdida, hace obvia la decisión.

# FRECUENCIA TORMENTAS

•) REGISTRO ESTADISTICO CONFIABLE

↳ MEX - (?)

•) INCIDENCIA : 25,000 - 40,000 DESCARGAS DIARIAS

•) PRESENTACION DATOS:

CURVAS ISOCERAUNICAS - LOCALIZAN

ZONAS EN QUE SE REGISTRAN LA MISMA CANTIDAD DE DIAS AL AÑO EN QUE HAN OCURRIDO DESCARGAS ATMOSFERICAS.

EJEMPLO:-

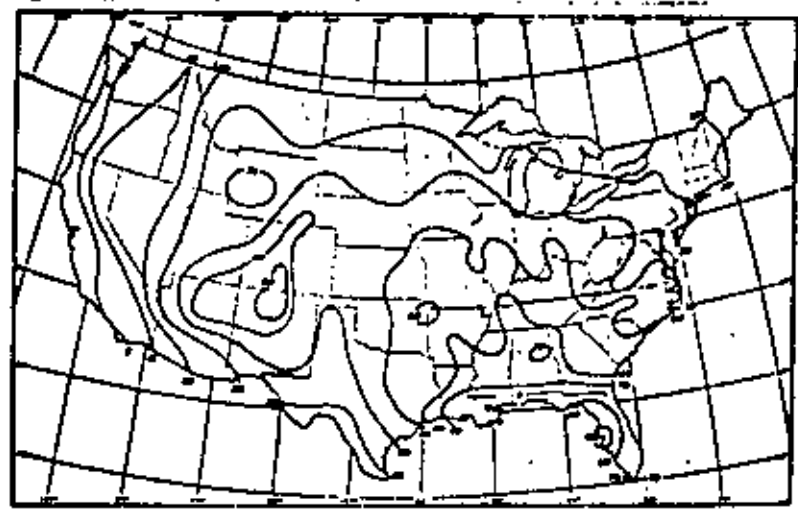
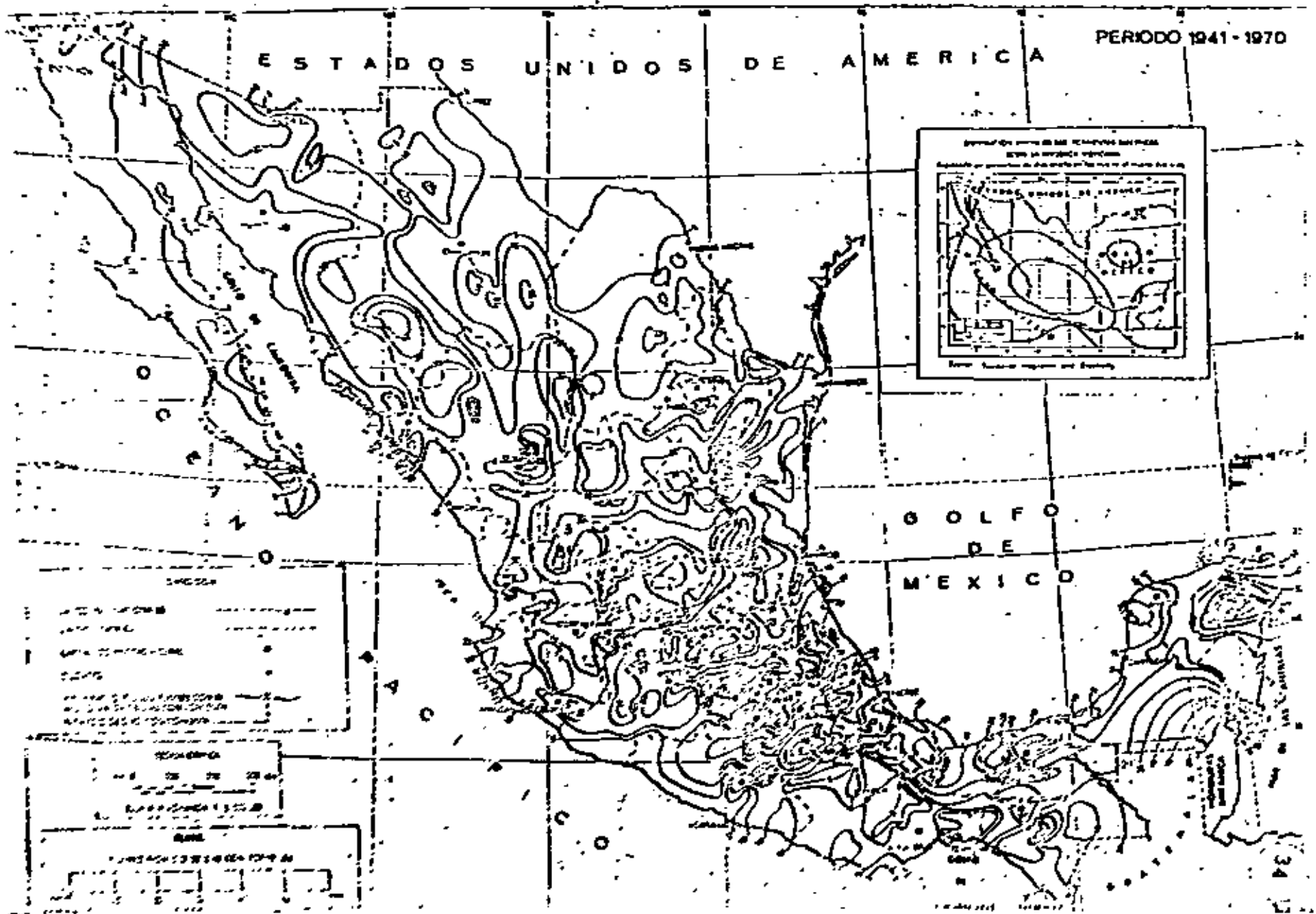


Fig. 3. US Weather Bureau's Map of the United States, with contour-lines showing number of days per year having thunder storms. Locations between lines can be interpolated - for example, if you live in Hartford, Conn. you have about 25 thunderstorm days per year; Philadelphia, Pa., 23; Kansas City, Mo., 12; Dallas, Texas, 22; etc.



# NUMERO DE DIAS AL AÑO CON TORMENTAS ELECTRICAS





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**LIGHTNING PROTECTION COMPONENTS**

**ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO**

**MARZO, 1983**

UL 96

**STANDA**

**LIGHTNING  
PROTECTION  
COMPONENTS**



**UNDERWRITERS  
LABORATORIES  
INC.**

TABLE OF CONTENTS

Foreword ..... 4

General ..... 5

    1. Scope ..... 5

    1A. Glossary ..... 5

    2. Units of Measurement ..... 5

Construction ..... 5

    Class I Components ..... 5

        3. General ..... 5

        4. Air Terminals ..... 5

        5. Air Terminal Base Supports ..... 6

        6. Braces ..... 6

        7. Chimney Bands ..... 6

        8. Conductors ..... 6

        9. Connector Fittings ..... 8

        10. Bimetallic Connectors ..... 8

        11. Water-Pipe Connectors ..... 8

        12. Ground-Rod Clamps ..... 8

        13. Bonding Plates ..... 8

        14. Clips and Fasteners ..... 8

        15. Ground Electrodes ..... 9

    Class II Components ..... 9

        16. General ..... 9

        17. Air Terminals ..... 9

        18. Conductors ..... 9

        19. Bonding Plates ..... 9

    Class II Modified Components ..... 9

        20. General ..... 9

        21. Air Terminals ..... 10

        22. Air-Terminal Supports ..... 10

        23. Conductors ..... 10

        24. Connector Fittings ..... 10

        25. Bonding Plates ..... 10

        26. Reserved For Future Use ..... 10

Performance ..... 10

    27. Security of Components ..... 10

Marking ..... 10

    28. General ..... 10

*\*Replaces page 3 dated February 17, 1977*

TABLE 8.1  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS OF CLASS I MAIN CONDUCTORS<sup>a</sup>

Type of Conductor	Material	
	Copper	Aluminum
<b>Cable</b>		
Strand diameter	0.048 inch (1.18 mm)	0.044 inch (1.13 mm)
Weight	0.187 pound/foot (278 gram/meter)	0.085 pound/foot (141 gram/meter)
Area	07,400 circular mils (28 mm <sup>2</sup> )	88,500 circular mils (350 mm <sup>2</sup> )
<b>Solid strip</b>		
Thickness	0.061 inch (1.53 mm)	0.080 inch (2.03 mm)
Width <sup>b</sup>	1 inch (25.4 mm)	1 inch (25.4 mm)
<b>Solid rod</b>		
Weight	0.187 pound/foot (278 gram/meter)	0.085 pound/foot (141 gram/meter)

<sup>a</sup> Main conductors are intended to be used as the main lightning conductor in addition to being used for the interconnection of metal bodies of conformance.

<sup>b</sup> This is the minimum width for a strip without perforations. If perforated, the minimum acceptable width is to be increased by the diameter of the perforations.

Revised Table 8.1 effective January 5, 1978

TABLE 8.2  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS OF SECONDARY CONDUCTORS<sup>a</sup>

Type of Conductor	Material	
	Copper	Aluminum
<b>Cable</b>		
Strand diameter	0.048 inch (1.18 mm)	0.044 inch (1.13 mm)
Number of strands	14	10
<b>Solid strip</b>		
Thickness	0.061 inch (1.53 mm)	0.080 inch (2.03 mm)
Width <sup>b</sup>	1/2 inch (12.7 mm)	1/2 inch (12.7 mm)
<b>Solid rod</b>		
Diameter	0.162 inch (4.11 mm)	0.204 inch (5.18 mm)

<sup>a</sup> Secondary conductors are intended to be used for the interconnection of metal bodies of conformance.

<sup>b</sup> This is the minimum width for a strip without perforations. If perforated, the minimum acceptable width is to be increased by the diameter of the perforations.

Revised Table 8.2 effective January 5, 1978

\*Replaces page 7 dated February 17, 1977

TABLE 2.1  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS  
OF CONNECTOR FITTINGS

Material	Construction	Thickness, Inch (mm)	Number	
			Full Threads	Bolt Size
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch-20
	Stamped	0.064 (1.63)	-	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch 20
	Stamped	0.102 (2.58)	-	

TABLE 3.1  
MINIMUM ACCEPTABLE THICKNESS OF  
AIR TERMINAL BASE SUPPORTS

Material	Construction	Thickness, Inch (mm)
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4) 0.061 (1.55)
	Stamped	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4) 0.087 (2.18)
	Stamped	

TABLE 3.1  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS  
OF CONNECTOR FITTINGS

Material	Construction	Thickness, Inch (mm)	Number	
			Full Threads	Bolt Size
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch 20
	Stamped	0.064 (1.63)	-	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch 20
	Stamped	0.102 (2.58)	-	

TABLE 4.1  
MINIMUM ACCEPTABLE AIR TERMINAL DIMENSIONS

Material	Construction	Diameter, <sup>a</sup> Inch (mm)	Base End Thread Diameter, Inch (mm)	Wall Thickness, Inch (mm)	Cross-Sectional Area, <sup>b</sup> Square Inch (mm <sup>2</sup> )
Copper and copper alloy	Solid	3/8 (9.5)	3/8 (9.5)	-	0.110 (71)
	Tubular	5/8 (15.9)	1/2 (12.7)	0.032 (0.81)	-
Aluminum	Solid	1/2 (12.7)	1/2 (12.7)	-	0.108 (128)
	Tubular	5/8 (15.9)	1/2 (12.7)	0.064 (1.63)	-

<sup>a</sup>The minimum diameter and minimum cross-sectional area are to be determined by measurements taken at various points along the end of the air terminal for a distance not to exceed 50 percent of the total length of the air terminal, measured from the threaded or base end and exclusive of the threaded portion or adapter of a tubular air terminal.

Revised Table 4.1 effective January 8, 1978

<sup>b</sup>Replaces page 5 dated February 17, 1977

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000

100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000

100-100000-100000  
100-100000-100000  
100-100000-100000



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**SISTEMAS DE EMERGENCIA**

**ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA**

**FEBRERO, 1983**



1 PLANTAS ELECTROGENAS

1.2 SU UTILIZACION

De acuerdo con la forma de operar de las plantas electrogenas, estas pueden dividirse en tres grupos:

- a) Plantas de Emergencia
- b) Plantas de Servicio Continuo
- c) Sistemas de Servicio Ininterrumpible de Potencia (UPS)

a) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de energia electrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro, ya sea porque se pierda o dañe una produccion determinada o porque se pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

En el caso de hospitales u otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, pueden considerarse las plantas de emergencia como un Salvavidas. De aqui la importancia de poner una gran atencion no solo a la buena seleccion, adquisicion e instalacion de la misma, sino mantener con gran acuidad y esmero todas las caracteristicas que aseguren su buena operacion.

Una planta de emergencia esta disenada para operar durante periodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energia electrica, se hace cargo de la demanda normal y solamente al fallar esta, se requiere un sustituto para algunas cargas y, por consiguiente, en lugares con buen suministro electrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aun sumándole los tiempos de ejercitacion semanal que se aconsejan.

13-XI-79

En otras ocasiones, la operación es más intensa, pero aún así, el diseño de una planta de emergencia es básicamente diferente a la de servicio continuo.

b) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO . .

En términos generales, las plantas de servicio continuo, son aquellas que suministran energía eléctrica para:

- a) venta y distribución del fluido
- b) accionar equipos eléctricos particulares en lugares donde no existe el suministro público o éste es deficiente, insuficiente o de diferentes características a las que requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y características muy especiales y complejos, ya que la venta y distribución de energía, están sujetos a una serie de normas y requerimientos gubernamentales para asegurar, no solo la continuidad y suficiencia del servicio, sino la buena calidad del mismo y detalles que en el presente estudio sería imposible agotar, sin embargo, al describir las segundas, se esbozan algunas características y estudios que, para el primer caso sería necesario ampliar.

Una planta de servicio continuo es aquella en que la operación de la misma se requiere por un período largo, ya sea a plena carga o parcialmente y, dependiendo de esto, las condiciones del calentamiento y desgaste del motor primo, así como, el consumo y aprovechamiento de combustible o energía mecánica, deben estudiarse en forma particular.

Aquí la característica COSTO DE GENERACION/KILO WATT-HORA, tiene una influencia importante en la selección del equipo.

El costo de generación depende del costo de combustibles, vapor, etc., que se consuman y del costo de operación, mantenimiento, reparación, así como, de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre éstos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

c) SISTEMA DE SERVICIO ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA (UPS)

Este es un sistema de generación eléctrica de servicio constante que combina las características de una planta de emergencia y sistema normal de suministro eléctrico.

El objetivo principal de estos sistemas es que, en ningún momento desaparezca el suministro eléctrico en la carga, aún cuando falle la fuente que los abastece.

Estos requerimientos generalmente se presentan en cargas menores muy especiales como: instrumental médico, aeropuertos, computadoras, plantas químicas, comunicaciones, etc.

Existen varias formas de hacerlo, dependiendo de la capacidad principalmente:

- a) CA - CD dependiente de batería (alumbrado de emergencia).
- b) Sistema de M - G con volante.
- c) Sistema M - G volante y motor primo.
- d) Conversión - Batería - Inversión.
- e) Generación Continua, con suministro Normal como Emergencia.

Posteriormente se analizan estos sistemas con más detalle.

2.- COMPONENTES

UNA PLANTA ELECTRICA, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo,

- b) Generador,
- c) Controles e Interruptor General,
- d) Interruptor de Transferencia o doble tiro (Planta de Emergencia) y
- e) Accesorios.

a) El Motor Primo pueda ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideramos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad es cogida para la mejor operación del motor primo.

En motores a gasolina, con potencias relativamente bajas, comunmente se usa una velocidad de operación de 3000 a 3600 RPM (50 ó 60 Hz, respectivamente), o sea la velocidad síncrona correspondiente a un generador de 2 polos.

En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

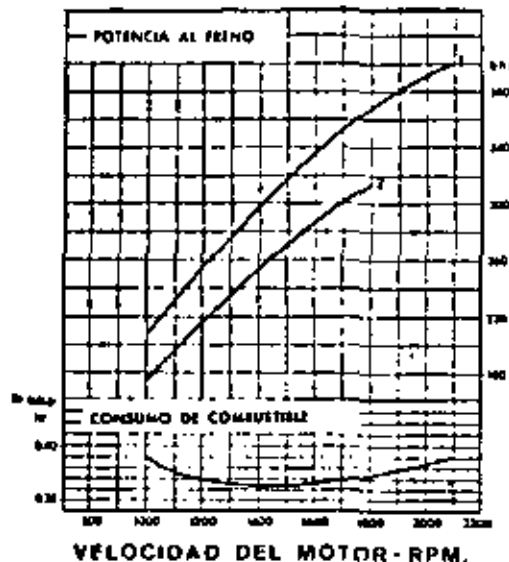
La potencia en este último caso, es relativamente alta.

En aplicación para equipos de aviación, generalmente se usa frecuencia de 400 Hz o sean 24000 RPM con 2 polos, 12000 RPM con generadores de 4 polos, 8000 con 6 polos, etc.

Esto permite el uso de equipo mas compacto.

En aplicaciones de motor diesel, la velocidad común es de 1500 - 1800 RPM o sean 4 polos en el generador, pero para aplicaciones de servicio continuo, se recomienda el uso de generadores de 6 u 8 polos, o sean 1000 - 1200 RPM ó 750 - 900 RPM respectivamente, para que el desgaste de sus elementos se reduzca en proporción y la vida útil de la máquina se prolongue. Esto, sin embargo, repercute en una pérdida casi linealmente proporcional de la potencia del motor.

### CARACTERÍSTICAS DE MOTORES



Por lo mismo, debe tenerse especial cuidado en la selección del equipo, para que corresponda a la mejor inversión, de acuerdo con su aplicación.

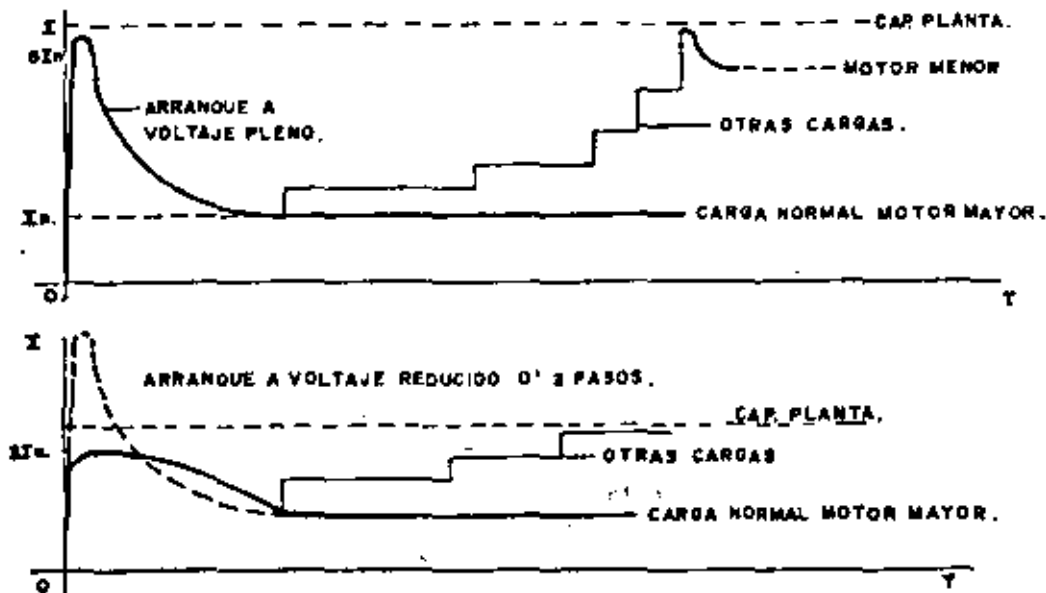
También cabe señalar que, a igualdad de velocidad, la potencia que se le puede sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia o con cargas intermitentes, dado que, el calentamiento y desgaste por períodos prolongados, reduce considerablemente la vida del motor.

En el caso de motores a gas, su selección depende de la potencia y de otras características, pudiendo usarse motores de ciclo Otto, o sea, con encendido eléctrico por bujías o de ciclo Diesel, o sea, enriqueciendo la mezcla aire - combustible, en cuyo caso, el encendido sigue haciéndose con la inyección de combustible líquido en la cabeza de los cilindros.

### 3.- SELECCION

El punto de partida para seleccionar un motor de combustión interna, es definir la potencia útil que se va a necesitar y en las circunstancias y condiciones del lugar de trabajo.

La potencia eléctrica que necesitaremos, a su vez, es la suma de las cargas totales, más la correspondiente al arranque de motores, dependiendo ésto, del tipo de arrancador empleado y del propio motor, el cual toma aproximadamente 5 veces la corriente nominal, según el tipo.



## 8

Una vez analizado el valor y la secuencia de arranque de los motores mas grandes, se verá cual es la potencia requerida en el generador y la que comercialmente se fabrica.

Para evaluar la potencia en la flecha a partir de la potencia eléctrica (en los cables de salida), debe considerarse la eficiencia del generador, que generalmente está entre 95% y 85% y esto ya nos pueda llevar a calcular la potencia requerida en la flecha del motor.

$$HP = \frac{KW}{0,85 \times 0,746}$$

A su vez, la potencia en HP en la flecha del motor puede calcularse partiendo de las curvas de comportamiento del motor y a la velocidad en que va a trabajar.

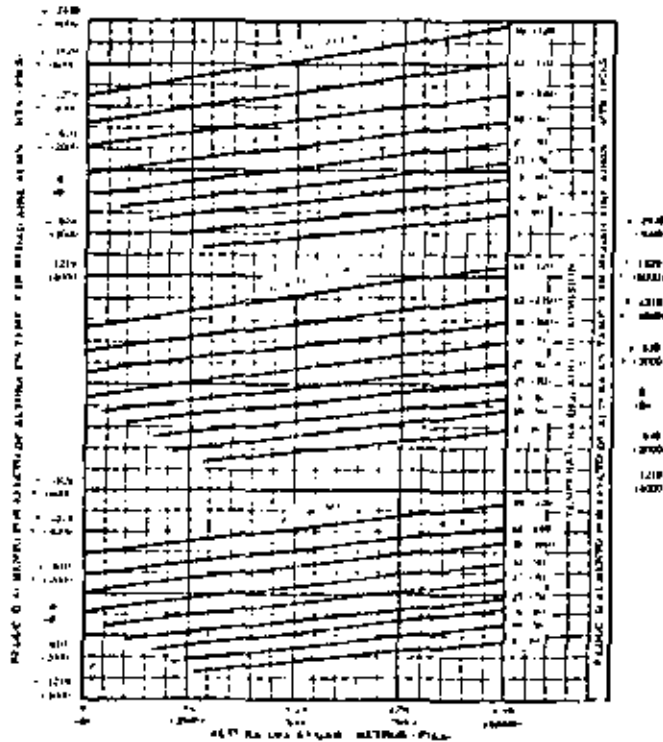
A esto deberán deducirse las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

A esta potencia todavía deben hacerse deducciones por:

- Consumo en HP del ventilador,
  - Pérdidas en el escape,
  - Pérdidas en bombas y ventiladores u otros equipos auxiliares, como: Radiador, intercambiador de calor, torre de enfriamiento, etc.,
  - Pérdida por temperatura ambiente.
- Arriba de 15°C se pierden aproximadamente 1% por cada 6°C.

La humedad relativa del aire influye igualmente teniendo que recurrirse a tablas de comportamiento para su ajuste.

GRAFICA QUE ILUSTRÁ LA CORRECCION PARA LA ALTURA EN EL LUGAR DE PRUEBA PARA OBTENER LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE DE ADMISION



## GENERADOR

En cuanto al generador, el primer punto de partida es escoger la capacidad en KVA del generador, de acuerdo con la frecuencia necesaria y la velocidad y potencia en KW correspondientes del motor de combustión interna.

Generalmente el factor de potencia es 0.8, que es el diseño normal.

También es necesario conocer la altitud de trabajo, ya que a mayor altitud se pierde ventilación, o sea, disipación del calor motivado por las pérdidas, y por lo tanto, disponibilidad de potencia efectiva.



Cabe mencionar, que a un factor de potencia menor de 0.8, — puede sobrecargarse el generador sin que el motor se "siente"

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	I A	INT	% Carga Eléctrica	% Efecto Joule
Normal	112	75	93	0.8	245	250	100	100
Bajo FP	112	75	114	0.66	296	300	121	147
Bajo FP	112	75	136	0.55	349	300	142	203

Con FP bajo, siendo igual la potencia mecánica del motor (112 HP), la carga reactiva, provoca en el generador un calentamiento en sus devanados de 147% y 203% ó sea un peligro inminente de quemarlos.

El FP bajo debe detectarse y corregirse en su caso pero individualmente en cada motor o carga que tenga bajo FP y no en conjunto para que nunca se tenga un FP adelantado.

### INTERRUPTOR

Desde luego, para evitar el problema de sobre carga, el interruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima justa del generador a  $FP = 0.8$

Aquí la protección contra circuito corto, debe revisarse únicamente para la capacidad interruptiva, de acuerdo con la impedancia del sistema.

### CONTROLES

Los controles de la planta pueden ser muy sencillos o llegar a un grado de sofisticación exagerado, pero nos limitamos a tomar en cuenta lo recomendable.

# 11

Primeramente deben considerarse Vóltmetro, Ampérmetro y Frecuencímetro, como unidades elementales para conocer el funcionamiento del equipo y los límites dentro de los cuales puede trabajar, tanto la máquina generadora como el equipo eléctrico que alimenta.

Un Wattmetro no es indispensable si la máquina trabaja individualmente, pero es esencial si se va a poner a trabajar en paralelo con otra máquina o con la red de suministro.

Para operación en paralelo de máquinas, se requiere — además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: ménsula con sincros-copio o luces de sincronización, vóltmetros dobles, frecuencímetros dobles, y de preferencia, control remoto de velocidad de motores diesel y de interruptores generales.

El Contador de Horas es necesario para llevar un control de mantenimiento del equipo.

Para la protección del motor primo, es necesario contar con indicadores visuales de presión de aceite, temperatura de la máquina y carga de baterías, pero mejor aún, es contar con dispositivos automáticos de paro del motor por falla, o sea, cuando la temperatura del motor o la presión del aceite están fuera de sus límites recomendables, éstos deben actuar y dejar alguna indicación de la causa y de ser necesario, también sonar una alarma.

En máquinas de arranque y paro automático, además de lo anterior, es necesario un dispositivo programador de arranques de la marcha con intervalos de 4 ó 5 segundos, para evitar que la batería se descargue o se dañe antes de lograr el arranque.

En estos casos es necesario contar con un relé de tiempo para diferir el inicio de arranque cuando falla el suministro eléctrico momentáneamente y vuelve normal.

Entre 3 y 5 segundos es tiempo suficiente para cerciorarse de ello, pero en casos especiales puede disminuirse o aumentarse.

El control que ordena el arranque de la planta de emergencia es un relé sensitivo de voltaje, preferentemente trifásico, con ajustes generalmente a 80% y 120% del voltaje normal.

Para el paro de la máquina, cuando el suministro normal ha regresado, se requiere también un relé de tiempo para diferir el retorno de la carga al servicio normal y esto puede hacerse en dos formas:

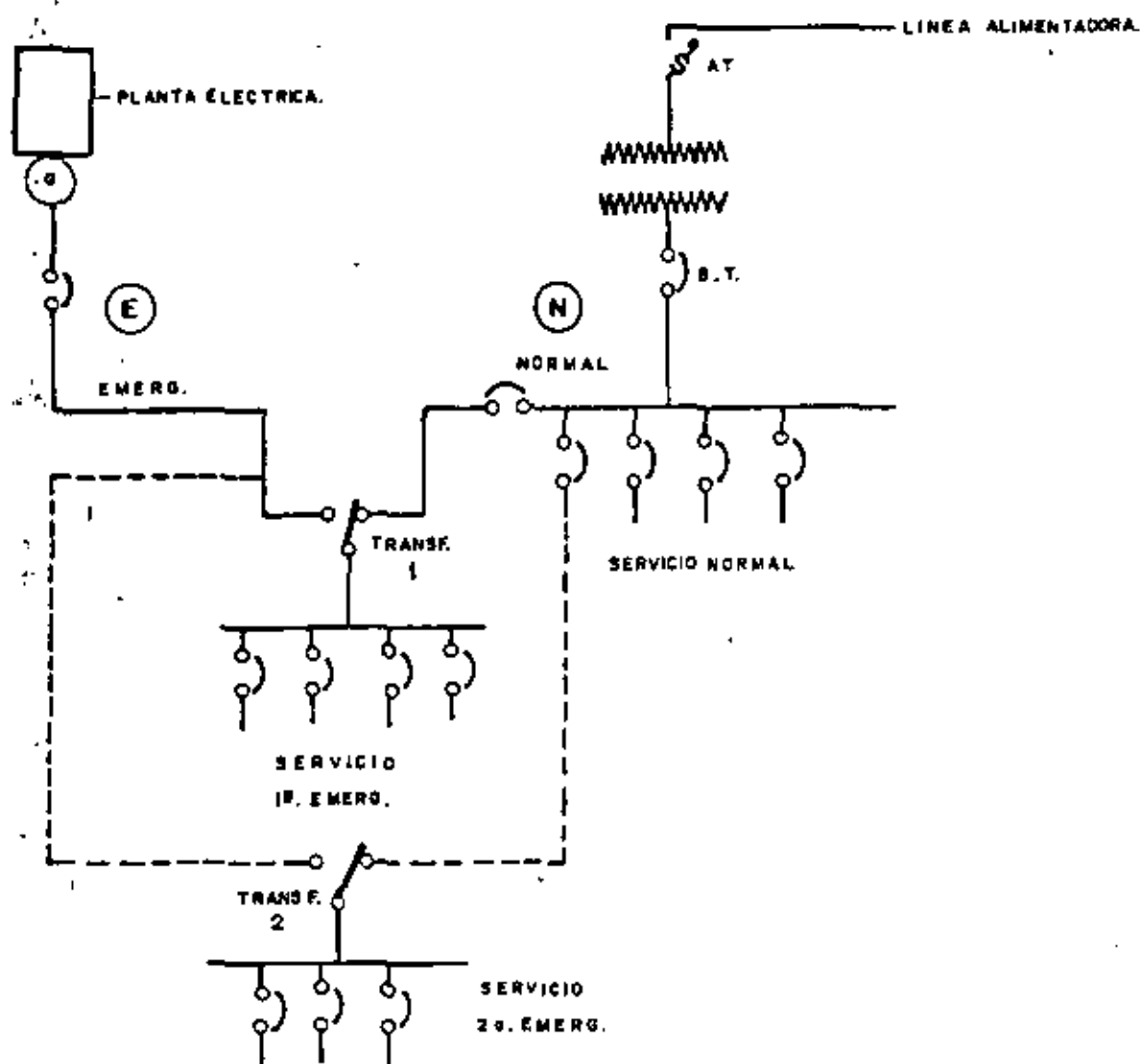
- 1a. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y pare al momento de hacerlo.

Esto, además asegura que en una operación corta, la batería alcance a recargarse, si es que no existe cargador adicional, sino únicamente mantenedor de carga.

- 2a. Dejar que la máquina trabaje con carga los mismos 1 a 10 minutos aproximadamente, haga la transferencia de ésta y siga en vacío otros 3 ó 5 minutos para enfriar el motor, primero, principalmente cuando la carga es de 60% o más de la capacidad.

### INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

Quando una carga eléctrica se alimenta alternadamente de un suministro Normal o de Emergencia, si falla el Normal, es indispensable contar con un medio de conexión fácil, pero que, al mismo tiempo, asegure que nunca se conecte la planta de emergencia al sistema alimentador, pues puede resultar altamente peligroso para los linieros cuando la línea de suministro este siendo reparada o para el equipo por quedar en circuito corto o fuera de sincronía.



Si una planta de emergencia tiene sistema automático de arranque y paro, no se concibe que el doble tiro sea manual y por consiguiente es necesario un Interruptor Automático de Transferencia que reconozca siempre una alimentación preferente.

Existen muchos diseños de Interruptores de Transferencia, pero cabe señalar que es muy necesario escoger un equipo confiable y que requiera un mantenimiento mínimo,

pues el 100% del tiempo permanece en uso, alimentado por servicio Normal o por Emergencia.

El tiempo de transferencia automática debe ser muy corto (alrededor de 0.5 segs.) pero no menor de 8 Hz (0.13 segs.) entre abrir un circuito y cerrar el otro, para evitar un circuito corto.

### ACCESORIOS

Entre los accesorios se puede hablar de muchos equipos, pero los principales son:

- Radiador o intercambiador de calor.
- Silenciador que absorba el máximo de ruido, pero que no resuene a la velocidad normal ni provoque una contrapresión (aproximadamente 4-6" agua).
- Tubo flexible para absorber las vibraciones entre la máquina y el silenciador.
- Tubo o codo de escape con protección contra lluvia.
- Protección antichispa para lugares peligrosos.
- Bases flexibles para que no se transmitan las vibraciones al piso o estructura.
- Tanque de día con nivel, válvulas de paso y desfogue, respiración y válvula de flotador (en su caso).
- Bomba de trasiego.
- Batería y cables de capacidades adecuadas.
- Cargador de batería o mantenedor.
- Reloj programador para ejercitación semanal.
- Interruptores para ejercitación y mantenimiento, con o sin carga.

• Precalentadores de aire y agua.

Como se vé, la selección de un equipo para generación eléctrica de servicio continuo o emergencia, no debe dejarse en manos inexpertas y es de aconsejarse que se haga un estudio para cada caso, ya que puede considerarse que las plantas son como un traje a la medida.

Noviembre de 1982

Centro de Educación Continua.

Ing. Sergio Ordóñez Lezama.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

Cuando se desea una buena calidad del servicio eléctrico, la caída de tensión durante el arranque de motores debe restringirse a 5% o menos, más de 5%, principalmente en alumbrado incandescente, es un grave inconveniente, aunque sea poco frecuente.

En donde las fluctuaciones de luz no sean importantes puede tolerarse hasta un 25% de caída de voltaje durante el arranque de un motor, más allá de este límite, cuando hay otros arrancadores y/o contactores magnéticos y relés de bajo voltaje, podrían desconectarse con menos del 75% del voltaje de suministro.

En donde el arranque de un motor grande es el único factor para tomarse en cuenta, puede tolerarse hasta 40% de caída de voltaje.

Los tamaños de motores en HP anotados en la tabla anterior, están basados en motores código F, que toman una corriente de arranque de 5.5 veces la corriente de trabajo a plena carga.

Al arrancar por medio de compensador, debe tomarse en cuenta que el par motor se reduce a 64% con la derivación de 80% y a 42% con la derivación de 64%. Asegúrese de que estos pares son suficientes para arrancar la carga.

La potencia en HP anotada en la columna de "Arranque con Resistencia" supone que posiblemente el motor no arranca hasta que toda la resistencia esté fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque.

Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

MOTORES DE TIPO CAPACITOR. Aumentense en 25% los valores de KVA y corriente de arranque de la Tabla dos.

MOTORES TRIFASICOS. Para motores del tipo de Alto Par de Arranque, redúzcanse en 25% los valores de KVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVANADO. Los KVA de arranque son únicamente de 30 a 50% mayores que los KVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los KVA de arranque de la Tabla dos, son para arranque directo sobre la línea (Voltaje completo).

En donde se usa resistencia de arranque o compensador, los KVA de arranque son de 50% o menos de los indicados en la tabla.

GENERADORES COMPACTOS.		TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA C. DE VOLT.											
		5% DE CAIDA DE VOLTAJE.				25% DE CAIDA DE VOLTAJE.				40% DE CAIDA DE VOLTAJE.			
		ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR.		ARRANQUE CON RESISTENCIA
80%	65%		80%	65%			80%	65%					
KVA.	KW.												
3.75	3	—	—	—	—	—	1	1.5	—	1	1.5	2	—
6.25	5	—	—	—	1	1	2	2	1	2	2	3	1
9.4	7.5	—	—	—	2	1.5	2	3	2	2	3	5	2
12.5	10.0	—	—	—	2	1.5	3	3	2	3	5	7.5	2
18.7	15	—	—	1	3	3	3	5	3	3	5	12.5	3
26.0	20	—	—	1.5	3	3	5	10	5	5	10	15	5
31.3	25	1	1.5	2	5	5	7.5	10	5	7.5	12.5	15	5
37.5	30	1	1.5	2	7.5	5	10	15	7.5	10	15	20	7.5
50	40	1.5	2	3	10	7.5	12.5	20	10	12.5	20	30	10
62.5	50	2	3	3	12.5	10	15	25	12.5	15	25	30	12.5
75	60	2	3	5	15	12.5	20	25	15	20	30	40	15
93.8	75	3	3	5	20	15	20	30	20	25	30	50	20
125	100	3	5	7.5	25	20	30	40	25	30	50	75	25
156	125	3	7.5	10	30	25	40	60	30	40	60	75	30
187	150	3	7.5	12.5	40	30	50	75	40	50	75	100	40

TABLA 2. CORRIENTE Y POTENCIA APROX QUE TOMAN LOS MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE-APCILLA.									
POTENC EN HP	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO				
	KW A PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	AMPERE EN PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO TIPO DE REPULSION E INDUCCION		MOTOR TRIFASICO TIPO DE PAR DE ARRANQUE NORMAL Y A LA NOMINAL DE ARRANQUE		
			MOTOR MONOFASICO	MOTOR TRIFASICO	KVA.	AMPRE.	KVA.	AMPRE.	
1/2	3	6	3.5	21	2.8	12.5			
1	10	14	6.5	37	4.5	20		7.7	20
2	1.9	2.4	11.0	6.3	9.0	41		12.6	33
3	2.8	3.7	17.0	9.7	12.8	56		17.0	48
5	4.5	6.0	27	15.8	20.0	90		22.8	78
7 1/2	6.6	8.1	37	21	26.0	140		43	112
10	8.6	11.0	50	29	37.0	167		55	144
15	13.0	15.0		39				83	220
20	17.2	20.0		52				110	290
25	21.4	24.5		64				135	352
30	25.5	29.0		78				160	420
40	33.8	39.4		103				217	570
60	42.2	47.8		128				264	690
80	60.0	69.3		158				328	850
75	62.5	71.0		168				390	1020
100	83.0	93.0		244				511	1340

NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2. SON PARA 220V. PARA 115V. LOS AMPERES SERAN EL DOBLE Y PARA 440V. SERAN LA MITAD DE LOS INDICADOS.





DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA

#### A) EMPRESA SUMINISTRADORA

- 1) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN CENTRAL DE LA COMPAÑÍA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
- 2) LINEAS DE SERVICIO
- 3) CONTRATACIÓN
- 4) DOBLE ALIMENTADOR

FEBRERO, 1983

## GERENCIA COMERCIAL

ASUNTO: Información necesaria para formular solicitudes en las que se requiere elaborar presupuesto (SP)

Dependencias Afectadas: Gerencia Comercial y Gerencias Técnicas

=====

A partir de la fecha de estas instrucciones los solicitantes de suministro de energía eléctrica y de otros servicios que ameriten la elaboración de presupuesto (SP) por la Sección de Presupuestos a Consumidores de la Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales, presentarán la información que se indica a continuación según el caso:

## 1.- UNIDADES HABITACIONALES Y FRACCIONAMIENTOS

1.01 Escrito u oficio del interesado (original y dos copias) indicando la ubicación de la unidad, número de servicios habitacionales anotando la carga de cada uno, número de otros servicios como bombeo de agua potable, bombeo de aguas negras, centros comerciales, centros sociales, escuelas, alumbrado público y servicios de edificio, precisando el número, tipo y capacidad de lámparas y demás carga en detalle, así como la zona postal, municipio o delegación y entidad federativa.

Si el proyecto consta de varias secciones, indicar las fechas programadas para la construcción de cada sección.

1.02 Plano de conjunto indicando si el proyecto consta de varias secciones, esc. 1:5000 (1 maduro y 3 copias).

1.03 Plano de vialidad, mostrando la distribución de los lotes, núcleos de casas o edificios, indicando las entradas a los mismos, esc. --- 1:1000 (1 maduro y 3 copias).

1.04 Plano de la red de alumbrado público indicando los puntos de alimentación a los circuitos, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).

1.05 En unidades habitacionales presentar planos de las casas y edificios en planta y elevación, con detalles de las entradas para indicar ubicación de los equipos de medición, esc. 1:500 (3 copias).

1.06 Planos de las redes de agua potable, gas y teléfonos en planta y -- corte transversal, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).  
(si se cuenta con ellos).

1.07 Planos de la ubicación de servicios de agua potable, aguas negras, escuela, centros comerciales y sociales, indicando zonas verdes y adoquinadas, etc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).

(Si no se indicaron en el punto 1.03).

1.08 Los planos serán copia de los aprobados o en proceso de aprobación (presentar constancia) por las autoridades correspondientes.

1.09 Nombre, dirección y teléfono del técnico responsable designado oficialmente para tratar los asuntos de carácter técnico relacionados con el proyecto.

1.10 Programa descriptivo o diagrama de barras referente a la ejecución de las obras con indicación de las etapas de construcción de guarniciones, redes de agua, de drenaje, de distribución de energía eléctrica, de alumbrado público, de teléfonos si está proyectada, de gas si está proyectada; construcción de casas y edificios y fechas de terminación y entrega a los usuarios, para cada sección del conjunto habitacional o fraccionamiento.

Nota 1.- Los sistemas de distribución para fraccionamientos residenciales en el Distrito Federal y zona metropolitana serán de tipo subterráneo.

Nota 2.- El cliente deberá proporcionar interruptores, fotoceldas, luminarias, lámparas, etc. para las redes de alumbrado público aéreas de circuitos convencionales.

Nota 3.- Las copias de los planos deberán venir dobladas a tamaño carta, a excepción del maduro que no deberá tener dobleces.

## 2.- COLONIAS, PUEBLOS Y BARRIOS

Los ubicados dentro de la zona considerada en el Plan Valle de México y de acuerdo con el programa que presente la Gerencia de Construcción, les será indicado a los solicitantes que ya se contempla su electrificación.

2.01 Escrito del representante de los colonos debidamente acreditado, o del Comité de Electrificación o de la Junta de Mejoramiento Moral, Cívico y Material, (original y dos copias) indicando nombre y ubicación de la colonia, zona postal, Delegación o Municipio correspondiente y entidad federativa.

2.02 Constancia de legalización de la colonia (boleta predial u otra documentación expedida por autoridad competente). Presentación con carácter devolutivo de 10 títulos de propiedad correspondientes a predios ubicados en la zona por electrificar.

2.03 Censo de servicios indicando domicilios y número de focos y contactos de cada uno, y número total de predios ocupados y lotes baldíos.

2.04 Croquis o plano de la zona por electrificar lotificada y referen-

cias naturales o artificiales más importantes que faciliten su localización (3 copias).

### 3.- EDIFICIOS CON MAS DE 15 KW DE CARGA CONECTADA.

#### Requisitos Generales

- 3.01 Escrito u oficio del interesado o de su representante legal (original y dos copias) indicando la dirección del edificio, número de plantas y uso a que se vaya a destinar (residencial, oficinas, despachos, talleres, clínica, hotel, dependencia gubernamental, etc.).
- 3.02 Nombre, teléfono y dirección del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 3.03 Ubicación del edificio, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, Municipio o Delegación y entidad federativa y, en caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desean los servicios.
- 3.04 Programa de construcción descriptivo o diagrama de barras con referencia a las etapas principales de la obra (cimentación, obra negra, instalaciones, acabados y puesta en servicio).
- 3.05 Relación detallada de la carga por piso, expresada en número, tipo y capacidad en watts, de unidades de alumbrado; número y capacidad en caballos de potencia de los motores, número de contactos y número y capacidad en watts de otros aparatos referidos al servicio del edificio (elevador, bomba, alumbrado de pasillos, etc.) y a cada uno de los servicios restantes.
- 3.06 Plano arquitectónico incluyendo detalle de la entrada al edificio para definir el lugar de los equipos de medición.
- 3.07 Si se trata de un aumento de la carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada. (Presentar el último recibo).

Nota 1-Para suministrar un servicio adicional o una ampliación de capacidad en el que la demanda total sea superior a 190 Kw, el cliente deberá poner a disposición de la Compañía un local adecuado para dicha instalación.

Nota 2-Requisito adicional para servicios nuevos en edificios que se encuentren en alguno de los siguientes casos:

- Demanda superior a 100 KW
- Ubicados en zonas sujetas a los programas de cambio de red aérea a red subterránea, o sobre las arterias principales de la ciudad (ver plano anexo).

Compromiso escrito del propietario para proporcionar un local adecuado para alojar el equipo de la subestación propiedad de la Compañía, cuya ubicación se determinará de común acuerdo en base a la información y con nuestra Gerencia de Distribución y Transmisión.

Nota 3 Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

4.- SERVICIOS INDUSTRIALES O COMERCIALES EN BAJA TENSION CON MAS DE 15 KW DE CARGA CONECTADA.

- 1.01 Escrito del interesado o su representante legal (Original y dos copias) indicando lo siguiente:
- 1.02 Dirección anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y en caso de difícil localización del lugar, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 4.03 Actividad de la empresa que requiere el servicio: fábrica de plásticos; taller mecánico; laboratorio, etc.
- 4.04 Nombre, dirección y teléfono del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- .05 Fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria y equipo, y puesta en servicio.
- .06 Relación detallada de la carga indicando:
  - a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia, clasificados en monofásicos y trifásicos.
  - b) Lista de lámparas, clasificadas por tipo y capacidad en watts - (fluorescentes, incandescentes, etc.)
  - c) Relación de otros aparatos fijos, indicando capacidad y número de fases, según datos de placa (hornos, calentadores, estufas - eléctricas, soldadoras, etc.).
  - d) Número de contactos.
- 4 07 Si se trata de un aumento de carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada. (Presentar el último recibo).

- Nota 1 - Para suministrar un servicio adicional o una ampliación de capacidad en el que la demanda total sea superior a 190 KW, el cliente - deberá poner a disposición de la Compañía un local adecuado para - dicha instalación.
- Nota 2 - Requisito adicional para servicios nuevos en edificios que se encuentren en alguno de los siguientes casos:
- Demanda superior a 100 KW.
  - Ubicados en zonas sujetas a los programas de cambio de red - - aérea a red subterránea, o sobre las arterias principales de - la ciudad (Ver plano anexo).  
Compromiso escrito del propietario para proporcionar un local adecuado para alojar el equipo de la subestación propiedad de la Compañía, cuya ubicación se determinará de común acuerdo - en base a la información y con nuestra Gerencia de Distribución y Transmisión.
- Nota 3 - Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

#### 5.- SERVICIOS EN ALTA TENSION 20/23 KV.

- 5.01 Escrito u oficio del interesado o su representante legal -- (original y dos copias), indicando lo siguiente:
- 5.02 Dirección, anotando calles transversales, colonia o pueblo y zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y en caso de difícil localización del lugar, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 5.03 Actividad para la que se requiere el servicio: fábrica de -- plásticos, fundición, oficinas, centro deportivo, etc.
- 5.04 Nombre, teléfono y dirección del Ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 5.05 Indicar fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria, equipo y puesta en servicio.
- 5.06 Relación detallada de la carga indicando:
- a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia y su equivalente en KW de acuerdo a la tabla de conversión anexa, clasificados en monofásicos y trifásicos.
  - b) Lista de lámparas clasificadas por tipo y capacidad en watts (fluorescentes, incandescentes, etc.)

c) Relación de otros aparatos fijos indicando su capacidad y número de fases según datos de placa (hornos, calentadores, soldadoras, mencionando su tipo, punteadoras, etc.)

d) Número de contactos.

5.07 Plano de la subestación propiedad del solicitante, el cual debe ser copia del aprobado o en proceso de aprobación por las autoridades correspondientes, y deberá indicar sus características técnicas y localización de ésta dentro del predio.

5.08 Si se trata de un aumento de la carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada (presentar el último recibo).

Nota 1 - Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

Nota 2 - Los servicios con demanda de 200 KW o menos, se miden en el lado de baja tensión de la Subestación por lo que deberá disponerse del espacio para los equipos de medición en baja tensión y para futuro equipo en alta tensión.

#### 6.- SERVICIOS EN ALTA TENSION. 85 KV, PARA DEMANDAS SUPERIORES A 5000 KW.

6.01 Escrito del interesado o su representante legal (Original y tres copias) indicando lo que se especifica en los siguientes puntos:

6.02 Dirección, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y, en caso de difícil localización, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.

6.03 Actividad de la empresa que requiere el servicio: fundición, fabricación de equipo de transporte, etc.

6.04 Nombre, teléfono y dirección del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.

6.05 Capacidad total instalada en KW que se requiere en una etapa inicial y, en su caso, programas de ampliación que consideren incrementos de demanda y capacidad, indicando la magnitud de éstos.

6.06 Plano esc. 1:500 del predio que ocupa la planta, mostrando la

ubicación de la fracción disponible para la instalación de la subestación propiedad del solicitante y el equipo de la Compañía. Dicha fracción no debe ser menor de 35 x 35 m en instalaciones intemperie, ni de 20 x 40 m en instalaciones interiores.

6.07 Si el interesado tiene servicio en el momento de su solicitud, deberá indicar el número de cuenta correspondiente y demanda contratada (Presentar el último recibo).

Nota.- Cuando el interesado designe un apoderado para trámites la carta deberá especificar las facultades que otorga el poderdante.

#### 7.- PRESUPUESTOS MENORES.

A) Servicios con 15 KW o menos de carga conectada en zonas que requieran extensiones de líneas.

7.01 Escrito u. oficio del interesado o su representante legal - (original y dos copias) indicando lo siguiente:

7.02 Dirección anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y, en caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desea el servicio.

7.03 Clase de servicio de que se trate (casa habitación, edificio de departamentos, taller, etc.)

7.04 Nombre, teléfono y dirección de la persona facultada por el interesado para tratar los asuntos de carácter técnico.

7.05 Fecha aproximada en que se requiere el servicio.

7.06 Relación detallada de la carga indicando:

a) Lista de motores con su capacidad expresada en caballos de potencia, clasificados en motores monofásicos y trifásicos.

b) Lista de lámparas por tipo y capacidad en watts.

c) Número de contactos

d) En edificios de departamentos deberán expresarse dichos datos referidos a cada departamento, y al servicio del -



edificio (bomba, elevador, alumbrado de pasillos y escaleras, etc.).

7.07

Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, el escrito debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

B) Movimiento de postes por necesidades o por razones de seguridad.

7.08

Carta del interesado o de su representante legal (original y dos copias), indicando dirección, calles transversales, colonia o pueblo, municipio y estado y, en caso de difícil localización, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del inmueble y del poste.

C) Movimientos de equipo de medición (servicios con acometida subterránea).

7.09

Escrito u oficio del interesado o su representante legal - (original y dos copias) indicando lo siguiente:

7.10

Dirección, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, y entidad federativa.

7.11

Croquis indicando la ubicación actual del equipo de medición y el lugar al que se desea transferir.

D) Movimiento de líneas por cambios de urbanización.

7.12

Escrito u oficio del interesado (original y dos copias) indicando la ubicación precisa del tramo o tramos de línea sujetos al cambio, incluyendo calles, colonia o fraccionamiento y municipio o delegación.

7.13

Nombre, dirección y teléfono de la persona física o dependencia que hace la solicitud.

E) Movimiento de líneas que cruzan un predio de propiedad privada.

7.14

Escrito del interesado o su representante legal (original y dos copias) acompañando croquis que muestre la ubicación precisa del tramo sujeto al cambio incluyendo dirección, colindancias, calles contiguas, colonia y municipio o delegación y entidad federativa, presentando la documentación que acredite la propiedad sobre dicho predio.

DEPOSITO QUE DEBEN CONSTITUIR LOS SOLICITANTES DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA CUANDO SE REQUIERA LA ELABORACION DE UN PRESUPUESTO (S.P.)

Todos los solicitantes de suministro de energia eléctrica (incluyendo reformas de contrato) y otros servicios que ameriten la elaboración de Presupuestos (S.P.'s), deberán constituir un depósito en el momento de hacer la solicitud de presupuesto, con las excepciones que se indican más adelante, en la oficina donde se formule.

<u>TIPO DE SOLICITUD</u>	<u>IMPORTE DEL DEPOSITO</u>
a) Servicios en baja tensión: Con carga mayor de 15 KW y hasta 40 KW	1,000.00
Más de 40 KW de carga	1,500.00
Cambio de lugar de equipos de medición de servicios de Cuentas Especiales o concentraciones de servicios ordinarios.	500.00
b) Servicios en alta tensión: Cambio de lugar de equipos de medición	1,500.00
Para cargas solicitadas en 23 KV (mínimo-20 KW de demanda).	2,000.00
Para cargas solicitadas en 85 KV (mínimo-5,000 KW de demanda).	45,000.00
c) En fraccionamientos particulares, se fijará un depósito unitario por lote, de (depósito total mínimo: \$1,500.00)	15.00
d) Para alumbrado público en fraccionamientos particulares, se fijará un depósito unitario por lámpara, de (depósito total mínimo: \$1,000.00)	20.00
e) Cambio de lugar de postes	500.00

Si el presupuesto resulta con cooperación a cargo del solicitante, la cantidad recibida como depósito se aplicará definitivamente como pago a cuenta de dicha cooperación.

Cuando el estudio del presupuesto determine que el servicio puede darse sin ejecución de obras, o resultare sin cooperación, el depósito se devolverá al quedar conectado el servicio.

Tratándose de trabajos descritos en presupuestos que no llegan a ejecutarse, porque el solicitante cancele su solicitud, o abandone su trámite por más de 6 meses después de habersele informado el resultado, el depósito se aplicará totalmente a los gastos efectuados.

## CASOS QUE NO REQUIEREN DEPOSITO

Servicios solicitados para dependencias gubernamentales, embajadas, molinos de nixtamal, comisariados ejidales, riego agrícola, instituciones de beneficencia pública y privada y servicios para reventa.

Cuando se haya firmado la solicitud de servicio de energía eléctrica en una Sucursal o Agencia Foránea en zonas electrificadas y no se pueda conectar por falta de líneas de baja tensión hasta el punto de entrega.

## TRAMITE DE SOLICITUDES RECIBIDAS POR CORREO

En las solicitudes de presupuesto que se reciban por correo, se citará al cliente para que constituya el depósito correspondiente o se le pedirá que envíe cheque o giro postal.

A partir del 19 de enero del 76 se establece el REGIMEN DE CUOTAS para los nuevos usuarios y aquellos que modifiquen su carga conectada, bajo las siguientes

N O R M A S :

- I.- Toda persona física o moral que contrate el servicio estará sujeta al REGIMEN DE CUOTAS.
- II.- EL REGIMEN DE CUOTAS es INDEPENDIENTE de los pagos por operaciones, depósitos de garantía, derechos de inspección, o cualquier otro pago derivado de la prestación del servicio de energía eléctrica.
- III.- Para la aplicación de las cuotas se establecen las siguientes ZONAS ECONOMICAS:

ZONA ECONOMICA NO. 1

Integrada por el Distrito Federal y los Municipios de Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Ecatepec, Naucapán de Juárez, Tlalnepantla, Tultitlán y Texcoco del Estado de México; los Municipios de Apodaca, Garza García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina del Estado de Nuevo León y el Municipio de Guadalajara del Estado de Jalisco.

ZONA ECONOMICA NO. 2

Integrada por los Municipios de Tlaquepaque y Zapopan, del Estado de Jalisco; los Municipios de Lerma y Toluca del Estado de México; los Municipios de Cuernavaca y Jantepec, del Estado de Morelos; los Municipios de Cuautlancingo, Puebla y San Pedro Cholula del Estado de Puebla y el Municipio de Querétaro del Estado de Querétaro.

ZONA ECONOMICA NO. 3

Integrada por el resto del Territorio Nacional.

- IV.- Las cuotas por cada Tipo de Servicio y Zona Económica se cobrarán de acuerdo con los hilos de corriente en que se proporciona el mismo para los usuarios domésticos, y la carga conectada total expresada en kilowatts para el resto de los usuarios. Las cuotas serán las siguientes:

Tarifa Número	Tipo de Servicio	Cuotas para Zona Económica		
		NO. 1	NO. 2	NO. 3
T- 1	Servicio Doméstico			
	1 hilo de corriente	300	300	300
	2 hilos de corriente	1 200	1 200	1 200
	3 hilos de corriente	1 800	1 800	1 800
T- 1-A	Servicio Doméstico para Localidades con Clima muy Cálido			
	1 hilo de corriente	300	300	300
	2 hilos de corriente	1 200	1 200	1 200
	3 hilos de corriente	1 800	1 800	1 800

Tarifa Número		Cuotas para Zona Económica		
		No. 1	No. 2	No. 3
T- 2	Servicio General Has ta 40 KW de Carga -- Conectada			
	1er. KW de Carga Conectada	240	125	100
	Por cada KW adicional de Carga Conectada	400	250	125
T- 3	Servicio General para más de 40 KW de Carga Conectada			
	Por cada KW de Carga Conectada	500	350	250
T- 4	Servicio para Molinos de Nixtanal		Sin Cuota	
T- 5	Servicio para Alumbrado Público			
	Por cada KW de Carga Conectada	1 000	1 000	1 000
T- 6	Servicio para Bombeo de Aguas Potables y Negras			
	Por cada KW de Carga Conectada	500	500	500
T- 7	Servicio Temporal		Sin Cuota	
T- 8	Servicio General en Alta Tensión			
	Por cada KW de Carga Conectada	750	300	150
T- 9	Servicio de Bombeo de Agua para Riego Agrí- cola		Sin Cuota	
T-10	Servicio en Alta Ten- sión para Reventa		Sin Cuota	
T-11	Servicio en Alta Ten- sión para Minas			
	Por cada KW de Carga Conecta	150	150	150
T-12	Servicio General para 5 000 KW ó más de De- manda Contratada a -- Tensiones de 66 KV ó Superiores			
	Por cada KW de Carga Conectada	750	300	150

CARTA PODER

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 19\_\_.

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A., (en liquidación)  
P r e s e n t e .

Por la presente, \_\_\_\_\_ al Sr. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, poder amplio, cumplido y ---  
bastante, para que a \_\_\_\_\_ nombre y representación --  
gestione y efectúe los trámites correspondientes para la -  
solicitud de servicio de energía eléctrica en \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, bo  
jo el entendido de que los pagos que realice estarán debida-  
mente amparados por el correspondiente recibo de esa Compa-  
ñía.

Suyo Afmo. S.S.

OTORGANPE

Nombre: \_\_\_\_\_

Razón Social: \_\_\_\_\_

ACEPTO EL PODER

\_\_\_\_\_



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS-PARA EDIFICIOS**

**INSTALACIONES ESPECIALES**

**ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA**

**FEBRERO, 1983**

INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALESINTRODUCCION:

EL FIN ÚLTIMO DE TODA OBRA QUE SE PROYECTA Y REALIZA, ES PRESTAR UN SERVICIO EFICAZ Y EFICIENTE. ÉSTAS METAS SÓLO PUEDEN ALCANZARSE MEDIANTE EL EQUILIBRIO DE TODOS LOS COMPONENTES, SISTEMAS Y SUBSISTEMAS QUE INTEGRAN EL CONJUNTO Y LO HACEN FUNCIONAL Y ECONÓMICO A LO LARGO DE SU VIDA ÚTIL.

LOS SISTEMAS DE "COMUNICACIONES AUDIO VISUALES", (ASÍ DENOMINADOS EN FORMA GENÉRICA) FORMAN PARTE DE ESE CONJUNTO Y DEBEN PLANEARSE - OPORTUNAMENTE CON UNA ADECUADA VISIÓN DEL FUTURO, HABIDA CUENTA DE LA NATURAL VARIACIÓN Y EXPANSIÓN DE DEMANDAS Y NECESIDADES, Y DEL ACELERADO PROGRESO TECNOLÓGICO QUE ESTAMOS VIVIENDO.

EN ESTA SESIÓN, HABREMOS DE CUBRIR LOS ASPECTOS BÁSICOS DE PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ESTE TIPO, QUE CON MAYOR FRECUENCIA SE PRESENTAN EN LOS EDIFICIOS, CUYA IMPORTANCIA NO PUEDE SOSLAYARSE YA QUE CONSTITUYEN LOS "SENTIDOS" QUE PERMITEN LA OPERACIÓN EFICAZ DEL CONJUNTO.

LAS INSTALACIONES MÁS COMUNES EN EDIFICIOS SON:

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN:

- A) TELEFÓNICAS Y DE INTERCOMUNICACIÓN  
EXTERNAS  
INTERNAS
- B) ELECTROACÚSTICAS ( SONORIZACIÓN )
- C) DE TELEVISIÓN  
- ANTENAS COMUNALES  
- CIRCUITO CERRADO
- D) DE SEÑALIZACIÓN.



## 2.- ALARMAS

- A) CONTRA INCENDIO
- B) CONTRA ROBOS Y ASALTOS

## 1.- INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN:

### CONSIDERACIONES GENERALES

EN PRIMERA INSTANCIA Y DE ACUERDO CON LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO, DEBE PROCEDERSE A LA DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES - PRESENTES Y FUTURAS PARA TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIÓN QUE PUEDEN INTERVENIR, A FIN DE NO INCURRIR EN DUPLICIDADES U - OMISIONES.

EN MUCHOS CASOS EL ESTUDIO INTEGRAL DE NECESIDADES, PUEDE MOSTRAR QUE ES POSIBLE RESOLVER CONJUNTAMENTE LAS INSTALACIONES DE TELÉFONOS E INTERCOMUNICACIÓN YA QUE AMBOS EN ESENCIA SON PARA COMUNICACIÓN, Y SE DIFERENCIAN SOLAMENTE EN QUE LAS PRIMERAS, TRADICIONALMENTE SE HAN CONCEPTUADO COMO INSTALACIONES PARA COMUNICACIÓN EXTERNA AL EDIFICIO O UNIDAD FÍSICA Y LAS SEGUNDAS COMO INSTALACIONES SÓLO PARA SERVICIO INTERIOR.

LA REALIDAD ES QUE EN MUCHAS OCASIONES, AMBOS SERVICIOS PUEDEN RESOLVERSE CON UN SÓLO SISTEMA.

EN OTRAS OCASIONES, ES INDISPENSABLE MEZCLAR O INTERCONECTAR SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN INTERNA CON ELECTROACÚSTICOS - PARA VOCEO, O CON CIRCUITOS DE TELEVISIÓN, ETC.

EN OTRAS PALABRAS, ES CADA DÍA MAS CIERTO QUE LOS SISTEMAS - DE COMUNICACIÓN, ALARMA Y CONTROL DEBEN SER DISEÑADOS Y EJECUTADOS INTEGRALMENTE PARA CADA CASO ESPECÍFICO Y QUE EN UN FUTURO PRÓXIMO DEBERÉMOS TRATAR CON SISTEMAS CENTRALIZADOS Y COMPUTARIZADOS.

EN NUESTRO MEDIO AÚN EXISTE UNA GRAN RESISTENCIA A ESTAS SOLUCIONES INTEGRALES, DEBIDO A LA INTERVENCIÓN CASI OBLIGADA

DE DIVERSAS EMPRESAS PROVEEDORAS, CONSTRUCTORAS, Y OPERADORAS DE LOS SISTEMAS QUE POR RAZONES DE CONVENIENCIA O LIMITACIÓN TÉCNICA NO FACILITAN LAS SOLUCIONES Y ENTORPECEN CON NORMAS RÍGIDAS LA POSIBILIDAD DE MEJORES SOLUCIONES. ESTAS LIMITACIONES SÓLO SE EVITAN CUANDO EL DIRECTOR DEL PROYECTO CUENTA CON CONOCIMIENTOS TÉCNICOS Y REGLAMENTARIOS SUFICIENTEMENTE AMPLIOS QUE LO REVISTAN DE LA CAPACIDAD NEGOCIADORA NECESARIA PARA LOGRAR LAS MEJORES SOLUCIONES.

DADO QUE SE TRATA DE RESOLVER INTEGRALMENTE, SE DEBEN DETERMINAR LAS NECESIDADES Y ALCANCES DE LOS SERVICIOS, PARA POSTERIORMENTE PROCEDER A ESTUDIAR LAS SOLUCIONES APLICABLES.

LA DETERMINACIÓN CORRECTA DE LAS NECESIDADES SIGNIFICA CONOCER: USO DEL EDIFICIO, USOS ESPECÍFICOS POR ÁREAS, DENSIDAD DE POBLACIÓN FIJA Y FLOTANTE, TIPO DE SERVICIO QUE PRESTARÁ CADA ÁREA O DEPENDENCIA, CONDICIONES RESTRICTIVAS Y DE SEGURIDAD, ÁREAS DE ALTO RIESGO, ETC.

CON ESE CONOCIMIENTO, Y EN FUNCIÓN DE LOS PROGRAMAS ARQUITECTÓNICOS DEFINIDOS, Y DEL ESQUEMA ORGÁNICO DE LA EMPRESA O ENTIDAD, SE PREPARA UN CUESTIONARIO O MATRIZ QUE PERMITA -- CONSIGNAR LAS NECESIDADES DE CADA ÁREA. (EJEMPLO).

## COMUNICACIONES

## ALARMAS

A R E A	SUP. m <sup>2</sup>	EXT.	INTER I	SONIDO S	CCTV TV	ROBO AR	INCENDIO AI	OBSERV.
1) DIREC. GRAL.	100	21	1 VA	FM	MONIT.	SI	SI	
SECRETARIA	30	25	- -	FM		--	--	
AUXILIAR	20	1E	1 VA	--		--	--	
2) OFNA. ADMVA.	50	1E	1 VA	FM	CAM.	--	--	
CAJA	20	1E1L	- -	--		SI	SI	
CONTAB.	200	5E1L	- -	--		SI	SI	
3) DEPTO. TÉCNICO	30	1L1E	1 VA	Mic	CAM.	--	--	
OF. A1	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF. A2	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF. A3	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	

ESTA MATRIZ, DEBIDAMENTE DISEÑADA CON SUS CLAVES, SUS OBSERVACIONES Y NOTAS, PERMITIRÁ PASAR MEDIANTE DIAGRAMAS SIMPLES DE FLECHAS, BLOQUE, ETC., A LA SOLUCIÓN MÁS FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS.

---

DE ESTAS SOLUCIONES ESQUEMÁTICAS, SE PROCEDERÍA A PREPARAR PLANOS PRELIMINARES EN LOS QUE DEBEN UBICARSE CON LA SIMBOLOGÍA RESPECTIVA, TODOS LOS SERVICIOS REQUERIDOS, PROCEDIENDO A LA PROPOSICIÓN DE TRAYECTORIAS DE CANALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN MÁS FUNCIONALES, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES SIGUIENTES:

- 1.- LA DISTRIBUCIÓN DEBE HACERSE EN FORMA ESCALONADA Y RADIAL. CADA PUNTO EXTREMO DE DISTRIBUCIÓN, NO DEBE EXCEDER DE 10 SERVICIOS, EN EL CASO DE SERVICIOS TELEFÓNICOS.
- 2.- LA CANALIZACIÓN SE ORIGINA EN EL SITIO ELEGIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE LOS SERVICIOS, O SEA EN EL "DISTRIBUIDOR", Y DE AQUÍ SE RAMIFICA AL O LOS EDIFICIOS Y SALE HACIA EL EXTERIOR PARA HACER EL ENLACE CORRESPONDIENTE.
- 3.- PARA SERVICIOS TELEFÓNICOS, Y PREFERENTEMENTE EN TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIONES, DEBEN EXISTIR SIEMPRE EN LAS INSTALACIONES PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN DOBLE CAPACIDAD DE CANALIZACIÓN, DE MANERA TAL QUE SIEMPRE SEA POSIBLE Y EXPEDITA LA INTRODUCCIÓN DE CABLES PARA SUSTITUCIÓN DE OTROS DAÑADOS. DE HECHO EN ALGUNOS CASOS, DEBE DEJARSE UNA DOBLE TUBERÍA.

### CANALIZACIONES INTERIORES

LOS DIÁMETROS MÍNIMOS A EMPLEAR EN CANALIZACIONES DE TIPO TELEFÓNICO, SON:

EN TUBERÍAS PRIMARIAS VERTICALES U HORIZONTALES, CUYA FUNCIÓN ES INTERCONECTAR REGISTROS DE DISTRIBUCIÓN, LOS DIÁMETROS MÍNIMOS DEBEN SER:

10 - 30 PARES	- - - - -	25 MM
40 - 50 PARES	- - - - -	32 MM
70 - 80 PARES	- - - - -	38 MM
100 - 150 PARES	- - - - -	50 MM
200 - 300 PARES	- - - - -	76 MM

EN TUBERÍAS HORIZONTALES SECUNDARIAS:

1 A 2 PARES	- - - - -	13 MM
3 A 6 PARES	- - - - -	19 MM
7 A 10 PARES	- - - - -	25 MM

CUANDO SE ESTIME QUE EN ESTAS MISMAS CANALIZACIONES DEBERÁN INTRODUCIRSE LÍNEAS PARA SERVICIOS INTERSECRETARIALES, ES INDISPENSABLE QUE LAS TUBERÍAS SEAN DE 25 MM. O DE 32 MM.

LOS REGISTROS DE MURO Y SEGÚN SUS DIMENSIONES Y APLICACIÓN, SE CLASIFICAN COMO SIGUE, Y DEBEN SER ROBUSTOS (LÁMINA No. 18 USG) CON PUERTAS EMBISAGRADAS, CIERRE SENCILLO Y CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CMS. DE ESPESOR; PARA LA COLOCACIÓN DE TERMINALES.

DIMENSIONES (CMS)	USO EN LINEAS DE TIPO	NUM. DE PARES EN	
		PLINTOS	EMPALME
56 X 56 X 13	PRINCIPAL	80	600
56 X 28 X 13	PRINCIPAL	40	200
30 X 30 X 13	SECUNDARIA	20	- -
28 X 28 X 13	SECUNDARIA	20	- -
20 X 20 X 13	SECUNDARIA	10	- -
15 X 15 X 13	DE PASO	10	- -
60 X 60 X 60	ACOMETIDAS EN BANQUETAS	--	100
80 X 80 X 80		--	200

## NOTA

NO DEBEN EXTENDERSE TUBERÍAS A MÁS DE 20 M. SIN REGISTROS, NI DEBE HACER MÁS DE 2 CURVAS ENTRE REGISTROS.

LOS REGISTROS DE MURO DEBEN COLOCARSE EN ÁREAS PÚBLICAS A UN ALTURA ENTRE 20 Y 100 CMS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO, PARA FACILITAR SU ACCESO Y ATENCIÓN.

VER GRÁFICAS (1) AL (8) QUE ILUSTRAN SOLUCIONES TÍPICAS DE ALIMENTACIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN, CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS Y LA SIMBOLOGÍA.

## CANALIZACIONES DE RED EXTERIOR O URBANA.

ESTAS SE HACEN PREFERENTEMENTE BAJO BANQUETAS POR QUEDAR MÁS ACCESIBLES Y SUJETAS A CARGAS MENORES. LAS CEPAS SE EXCAVAN CON LAS PROFUNDIDADES MÍNIMAS SIGUIENTES:

1, 2 Y 4 VÍAS	55 CMS. ANCHO X 100 CMS. PROF.
6 Y 8 VÍAS	75 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.
10, 12 Y 16 VÍAS	100 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.

PARA LOGRAR UN NIVEL UNIFORME, A PESAR DE LOS CRUCES DE CABLES, - DEBE REFERIRSE LA PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL ARROYO, Y LA PENDIENTE DE 1% MÍNIMO DEBE DARSE HACIA LOS POZOS EN FORMA ALTERNADA.

EN LAS CURVAS NO DEBEN EXCEDERSE DEL 1% DE LA TANGENTE, Y NO DEBE EXISTIR MÁS DE UNA ENTRE REGISTROS O POZOS.

PARA LIBRAR OBSTÁCULOS QUE SE ENCUENTREN AL MISMO NIVEL GENERAL DE LA DUCTERIA, DEBEN PROFUNDIZARSE LOS REGISTROS O POZOS CORRESPONDIENTES AL TRAMO Y BAJAR EL NIVEL DE TODO EL TRAMO UNIFORMEMENTE, RESPETANDO LA PENDIENTE YA INDICADA.

LA DISTANCIA NORMAL ENTRE POZOS ES DE 50 A 110 M., PERO NO DEBE EXCEDER ESTA ÚLTIMA.

LOS DUCTOS DEBEN ASENTARSE SOBRE UNA CAMA DE ARENA O TIERRA SUAVE SIN PIEDRAS DE 5 CMS. DE ESPESOR, PREVIO APISONAMIENTO DEL FONDO DE LA CEPA, PARA OBTENER UN TENDIDO UNIFORMEMENTE SOPORTADO Y PERFECTAMENTE ALINEADO TANTO HORIZONTAL COMO VERTICALMENTE. CON EL AUXILIO DEL HILO, SE HACEN VERIFICACIONES EN EL TRAMO MÁS LARGO POSIBLE, PERO NUNCA MENOR DE 20 M.

LOS DUCTOS DEBEN ESTAR LIMPIOS INTERIORMENTE Y SE COLOCAN PONIENDO UNA PEQUEÑA PLANTILLA DE MEZCLA EN LA JUNTA, POSTERIORMENTE SE JUNTEA LA UNIÓN CON MEZCLA DE CEMENTO.

LA CORRECTA ALINEACIÓN SE VERIFICA MEDIANTE LOS "BASTONES", CILINDROS DE MADERA CON REGATONES DE METAL DE 27 MM. DE DIÁMETRO Y 30 CMS. DE LONGITUD QUE TIENE UN BASTÓN DE MADERA DE 1.35 M. DE LARGO CON UN TOPOE QUE ASEGURA SU CENTRADO EN LA JUNTA. ESTOS "BASTONES" DEBEN PERMANECER EN LA JUNTA HASTA TERMINAR SU UNIÓN CON LA MEZCLA DE CEMENTO, PARA ASEGURAR QUE LA UNIÓN QUEDE LIMPIA.

AL TERMINAR UN TRAMO DE CANALIZACIÓN, SE VERIFICA LA CONTINUIDAD DE CADA VÍA MEDIANTE UN "CILINDRO MENSAJERO" FABRICADO DE TUBO DE ACERO DE 85 MM. DE DIÁMETRO Y 25 CMS. DE LARGO CON BORDES REDONDEADOS, QUE DEBE TENER ARGOLLAS EN CADA EXTREMO.

ESTE CILINDRO SE PASA DE POZO A POZO CON UN CABLE ROBUSTO Y DEBE ATARSE EN AMBOS LADOS PARA EL CASO DE FALLA DEL CABLE.

LOS POZOS PUEDEN SER DE DOS, TRES O CUATRO BOQUILLAS Y SU CONSTRUCCIÓN SE ILUSTRAN EN LAS GRÁFICAS 10, 11 Y 12, PUDIENDO SER NECESARIOS POZOS DE FIGURA ESPECIAL QUE EN ESENCIA SE DESARROLLAN CON EL MISMO CRITERIO CONSTRUCTIVO.

LOS POZOS COMO SE INDICA EN LA GRÁFICA 10 PUEDEN SER DE TRES TAMAÑOS Y SU USO ES EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE VÍAS QUE RECIBE:

CHICO:	2 VÍAS
MEDIANO:	4 A 8 VÍAS
GRANDE:	MÁS DE 8 VÍAS

### CABLEADOS TELEFONICOS:

ESTA CLASE DE CABLEADOS SE APLICAN TANTO EN LAS INSTALACIONES TELEFÓNICAS COMO EN UNA GRAN MAYORÍA DE LAS DE INTERCOMUNICACIÓN.

DE HECHO, DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO TODO SISTEMA QUE USE CONMUTACIÓN Y RECEPTORES TRANSMISORES QUE OPEREN BAJO PRINCIPIOS DE TELEFONÍA ES UN SISTEMA TELEFÓNICO. EXISTEN EN EL MERCADO NUMEROSOS EQUIPOS QUE INCORPORAN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, COMO SON AMPLIFICADORES, FILTROS, BLOQUEADORES ETC., ESTOS TAMBIÉN SE ENLAZAN MEDIANTE CABLEADOS DEL TIPO TELEFÓNICO.

LOS CABLEADOS PUEDEN SER EXPUESTOS O VISIBLES O BIEN OCULTOS, POR TANTO SE CUENTA CON CABLES CUYA CONSTRUCCIÓN ES DIFERENTE ENTRE SI Y AD-HOC AL SERVICIO QUE DEBEN PRESTAR.

LOS TIPOS MÁS USUALES SON:

EKI            CON FORRO DE PVC GRIS, PARA USO INTERIOR EN EDIFICIOS, EN CANALIZACIONES Y EVENTUALMENTE EXPUESTO, SU CONSTRUCCIÓN ES MULTIFILAR DE ALAMBRES AISLADOS CON PVC, ARREGLADOS EN PARES IDENTIFICABLES, EN CALIBRE 26 AWG (0.40 MM), EN 10, 20, 30, 50, 70 Y 100 PARES.

EKE            CON FORROS DE POLIETILENO NEGRO, PARA USO EN EXTERIORES Y DE MISMAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN ELÉCTRICAS QUE EL EKI, PERO TAMBIÉN SE CONSTRUYE EN CALIBRE 24 AWG (0.51 MM) EN 150, 200 Y 300 PARES.



EKD

ES UN CABLE CON AISLAMIENTO DE PVC Y FORRO DE PLOMO, PARA USOS ESPECIALES (ENTRE PLANTA Y DISTRIBUIDOR EN CENTRALES) Y SE FABRICA EN 100, 200 Y 300 PARES CALIBRE 26 AWG.

ASP

ES UN CABLE SIMILAR AL EKE, CON UN CABLE DE ACERO INTEGRADO AL FORRO QUE SIRVE PARA SOPORTARLO EN LÍNEAS AÉREAS. SE CONSTRUYE EN CALIBRE 26 AWG DE 10 A 100 PARES, EN CALIBRE 24 DE 10 A 50 PARES Y EN CALIBRE 22 DE 10 A 50 PARES.

EL CÓDIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACIÓN Y LA CONSTRUCCIÓN, SE ILUSTRAN EN LA GRÁFICA (9).

LA INSTALACIÓN DE CABLES TELEFÓNICOS DEBE HACERSE CON GRAN CUIDADO, EVITANDO FRICCIONES Y TENSIONES EXCESIVAS QUE PUEDEN DETERIORAR EL FORRO O ROMPER HILOS, ESTA ES LA RAZÓN POR LA QUE LAS CANALIZACIONES SIEMPRE PARECEN EXAGERADAS EN SECCIÓN.

EN LA DISTRIBUCIÓN, SE USAN LOS CABLES MULTIPARES PARA LÍNEAS PRINCIPALES EN LAS QUE EL NÚMERO DE SERVICIOS A CONducIR LO JUSTIFICA, EN LA DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS A LOS APARATOS INDIVIDUALES, SE UTILIZA: UN CONDUCTOR TORZAL EN 2 Ó 3 HILOS CALIBRE 22 AWG DENOMINADO "JUMPER" PARA TUBERÍAS CONDUIT O BIEN UN CORDÓN PARALELO DE 2 Ó 3 HILOS CUANDO SE TRATA DE INSTALACIONES EXPUESTAS O MURALES.

EN LOS REGISTROS GENERALES A QUE YA HEMOS HECHO REFERENCIA, SE INSTALAN TABLILLAS TERMINALES DENOMINADAS PLINTOS QUE CUENTAN CON UNA PATA POSTERIOR PARA SOLDAR Y DOS TORNILLOS FRONTALES PARA PUNTEAR. EN ESTOS PLINTOS SE LLEVA A CABO LA DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS Y PERMITEN HACER LAS PRUEBAS DE LÍNEAS.

## CANALIZACIONES PARA OTRAS INSTALACIONES ESPECIALES.

EN EL CASO DE INSTALACIONES PARA SONIDO, T.V. ALARMAS, ETC., NO EXISTEN NORMAS DE CANALIZACIÓN DEFINIDAS, PERO LOS CRITERIOS A SEGUIR SON CONSISTENTES CON LOS YA EXPUESTOS.

- 1) DEBE ASEGURARSE LA PROTECCIÓN DEL CABLE O CONDUCTOR ALOJADO.
- 2) DEBE PERMITIR LA FÁCIL INTRODUCCIÓN O EXTRACCIÓN SIN QUE SUFRA DAÑOS.
- 3) DEBE SER ESTANCO A LA HUMEDAD, POLVO, ROEDORES, ETC.
- 4) LA INSTALACIÓN DEBE RESOLVERSE TOMANDO EN CUENTA LOS RIESGOS A QUE ESTA EXPUESTA LA CANALIZACIÓN, COMO SON CARGAS MECÁNICAS, GOLPES, INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA ETC.
- 5) CUANDO SE TIENE DUDA RAZONABLE DE LA COMPATIBILIDAD DE INSTALACIONES, O POR OTRA CAUSA, LA CONSULTA AL ESPECIALISTA ES INDISPENSABLE.
- 6) DEBEN EVITARSE LAS TRAYECTORIAS TORTUOSAS Y POCO CLARAS Y LOS REGISTROS DEBEN SER SÓLIDOS, AMPLIOS Y ACCESIBLES YA QUE TODAS LAS INSTALACIONES ESPECIALES REQUIEREN ALGÚN TIPO DE ACCESORIOS EN LOS REGISTROS ADEMÁS DE LAS TABLILLAS DE TERMINALES, COMO SON: DERIVADORES, AMPLIFICADORES, TRANSFORMADORES DE IMPEDANCIA, RELEVADORES AUXILIARES ETC.
- 7) EL DIMENSIONAMIENTO DEBE HACERSE CON EL CONOCIMIENTO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE CABLES QUE SE EMPLEAN.

## ELEMENTOS DE ACUSTICA

### AUDICION AL AIRE LIBRE

LA POTENCIA ACÚSTICA DE LA VOZ HUMANA ES MUY PEQUEÑA EN UNA CONVERSACIÓN NORMAL, LA VOZ MASCULINA TIENE UNA POTENCIA MEDIA DE 34 uW Y LA FEMENINA DE 19 uW. SI TODOS LOS HABITANTES DEL DISTRITO FEDERAL (10 MILLEONES) HABLARÁN AL MISMO TIEMPO, PRODUCIRÍAN SOLO UNA POTENCIA ACÚSTICA DE UNOS 250 W. LO QUE EXPLICA QUE LA INTELEGIBILIDAD AL AIRE LIBRE SEA YA DEFECTUOSA A UNOS CUANTOS METROS DE DISTANCIA. EL SONIDO PROPORCIONADO POR EL SISTEMA DE SONIDO, DEBE ESTAR DIRIGIDO ADECUADAMENTE POR DOS RAZONES PRINCIPALES:

- A) EL MICRÓFONO O LOS MICRÓFONOS NO DEBEN CAPTAR EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, PUES DE LO CONTRARIO SE PROVOCA UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA.  
PUEDE RESONAR TAMBIÉN A CIERTAS FRECUENCIAS O INCLUSO PUEDE OSCILAR TODO EL SISTEMA A UNA FRECUENCIA DETERMINADA EMITIENDO ENTONCES UN SILBIDO CONTINUO.
- B) EL SISTEMA DE SONIDO NO DEBE CAUSAR MOLESTIAS EN LAS ZONAS VECINAS. ESTO IMPONE TAMBIÉN UN LÍMITE A LA POTENCIA DE SALIDA.

### AUDICIONES EN LOCALES GRANDES

EN UNA SALA DE GRANDES DIMENSIONES LA DEBILIDAD DE LA VOZ HUMANA ES CAUSA DE LA MALA INTELEGIBILIDAD MAS ALLÁ DE CIERTAS DISTANCIAS, LO MISMO QUE CUANDO SE HABLA AL AIRE LIBRE, DEBE TENERSE EN CUENTA QUE LAS FRECUENCIAS ALTAS, QUE SON LAS QUE MAS CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD, SUFREN UNA ABSORCIÓN CONSIDERABLEMENTE MAYOR QUE LAS NOTAS GRAVES QUE CONTRIBUYEN A LA POTENCIA SONORA, PERO NO A LA INTELEGIBILIDAD. CONSECUENTEMENTE A CIERTA DISTANCIA DEL ORADOR, EXISTE UN DESEQUILIBRIO CRECIENTE ENTRE LA PARTE ALTA Y BAJA DEL ESPECTRO SONORO, CON NOTABLE PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. LAS NOTAS GRAVES DARÁN LA SENSACIÓN DE QUE LA VOZ LLEGA CON INTEN-

SIDAD SUFICIENTE, PERO LA DEBILIDAD DE LAS NOTAS AGUDAS, HARÁN QUE LA VOZ SEA ININTELEGIBLE, DE AQUÍ, QUE LA FUNCIÓN DEL SISTEMA DE SONIDO NO ES SIMPLEMENTE AMPLIFICAR EL SONIDO, SINO TAMBIÉN, CONSERVAR LA RELACIÓN CORRECTA DEL ESPECTRO SONORO, EN LA ZONA OCUPADA POR EL AUDITORIO. EL SISTEMA DE ALTAVOCES DEBE TENER, POR LO TANTO, CARACTERÍSTICAS DIRECCIONALES ADECUADAS PARA HACER LLEGAR EL SONIDO A LOS LUGARES QUE LO NECESITAN Y TAMBIÉN, COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE, PARA EVITAR QUE EL SONIDO LLEGUE A LOS MICRÓFONOS.

### AUDICION EN LOCALES REVERBERANTES.

SE DICE QUE UN LOCAL REÚNE BUENAS CONDICIONES ACÚSTICAS, CUANDO - LOS ASISTENTES A UNA CONFERENCIA, A UN CONCIERTO, O A UNA SESIÓN DE CINE SONORO, RECIBEN CON PERFECTA NITIDEZ LA PALABRA Y LA MÚSICA, O SI SE TRATA DE UNA MASA CORAL COMO MÚSICA DE ORGANO, CUANDO EL AUDITORIO SE SIENTE IMPRESIONADO POR LA PLÉNITUD DEL SONIDO Y POR LA MAJESTUOSIDAD DE SU CONJUNTO.

EL ÉCO Y LA RESONANCIA SE ORIGINAN DEL MISMO MODO, LAS ONDAS PROCEDENTES DE UN FOCO O MANANTIAL SONORO SE PROPAGAN EN LÍNEA RECTA EN TODAS DIRECCIONES, CON FRENTE ESFÉRICO Y EN EL MOMENTO EN QUE ALCANZAN A UNA PERSONA PRODUCEN EN SU OÍDO CIERTA SENSACIÓN. SI SE TRATA DE LOCALES CERRADOS, LAS ONDAS SONORAS LLEGAN NO SÓLO A LAS PERSONAS SINO TAMBIÉN A LAS PAREDES, TECHO Y PISO, LOS QUE LAS REFLEJAN Y LAS HACEN LLEGAR DE NUEVO AL AUDITORIO.

CUANDO ENTRE LA LLEGADA DE LA ONDA DIRECTA Y DE LA PRIMERA ONDA REFLEJADA, EXISTE UN INTERVÁLO DE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO O MÁS - (50 MILISEGUNDOS), SE PERCIBEN DOS SENSACIONES SUCESIVAS COMO SI SE TRATARA DE DOS SONIDOS, ESTE FENÓMENO RECIBE EL NOMBRE DE ECO. EN CAMBIO, DEBIDO A LA ESTRUCTURA DEL OÍDO HUMANO, CUANDO ENTRE DOS ONDAS SUCESIVAS NO TRANSCURRE NI UN VEINTEAVO DE SEGUNDO, SE OYE COMO UN SÓLO SONIDO PROLONGADO, POR ESTA RAZÓN, SE DICE QUE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO ES EL PODER DE SEPARACIÓN DEL OÍDO HUMANO.

EL CONJUNTO DE TODAS LAS SENSACIONES PERCIBIDAS POR EL OÍDO EN UN LOCAL CERRADO PROCEDENTES DE UNA ONDA DIRECTA Y ENTRE LAS CUALES NO HAYA UN INTERVALO MAYOR DE 50 MILISEGUNDOS, CONSTITUYE LA REVERBERACIÓN. ÉSTA SE MIDE POR SU DURACIÓN QUE ES EL "TIEMPO DE REVERBERACIÓN".

LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE ES DE APROX. 340 M, POR SEG., 50 MILISEGUNDOS CORRESPONDEN A 17 M APROXIMADAMENTE, PARA EVITAR LA FORMACIÓN DEL ECO, LAS DIMENSIONES DE LA SALA Y POR TANTO DEL CAMINO A RECORRER POR LAS ONDAS SONORAS HAN DE SER TALES QUE NO DEBE HABER MAS DE 17 M ENTRE FRENTE DE LA ONDA DIRECTA Y LA PRIMERA ONDA REFLEJADA. SI BIEN, LA REVERBERACIÓN ES DESEABLE PARA LA AUDICIÓN DE LA MÚSICA, RESULTA PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA, YA QUE EL SONIDO INDIRECTO O SONIDO REVERBERANTE TIENE UN NIVEL DE INTENSIDAD, PRÁCTICAMENTE IGUAL A TODOS LOS PUNTOS DE LA SALA. EN LA FIGURA A Y B SE REPRESENTA EL SONIDO REVERBERANTE POR LA RECTA HORIZONTAL. EL SONIDO INDIRECTO ES ININTELEGIBLE, EL SONIDO DIRECTO DE LA VOZ DEL ORADOR SE DEBILITA RÁPIDAMENTE CON LA DISTANCIA (LA CURVA Pd) Y MÁS ALLÁ DE UNA CIERTA DISTANCIA ES YA INFERIOR AL INDIRECTO, EN LAS PRIMERAS FILAS DE LA SALA PUEDA ENTENDERSE PERFECTAMENTE LO QUE DICE EL ORADOR, NO ASÍ EN LAS FILAS DE MÁS ATRÁS. LOS ALTAVOCES DEL SISTEMA DE SONIDO DEBEN TENER UNA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL, DE MANERA QUE EL SONIDO VAYA HACIA LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA Y LO MENOS POSIBLE HACIA LAS SUPERFICIES REFLEJANTES (TECHO Y PAREDES). EL SONIDO DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO ES ABSORBIDO CASI TOTALMENTE POR EL PÚBLICO, LAS BUTACAS, ALFOMBRAS, ETC. DE ESTE MODO SE CONSIGUE QUE EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES REFUERZEN EL NIVEL ÚTIL EN LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA, SIN ELEVAR APRECIABLEMENTE EL NIVEL DE REVERBERACIÓN.

#### AUDICION EN UN AMBIENTE RUIDOSO.

LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA PUEDE SER AFECTADA EN GRAN MEDIDA POR EL NIVEL DE RUIDO, ESPECIALMENTE POR LAS COMPONENTES ESPECTRALES DEL RUIDO QUE CUBREN LA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA Y -

PARTICULARMENTE EN LAS NOTAS ALTAS QUE SON LAS QUE CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD. EL SISTEMA DE SONIDO DEBE POR TANTO, REFORZAR ESTA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA DE MODO QUE SUPEREN EL RUIDO AMBIENTE Y RESTAUREN LA INTELEGIBILIDAD.

SEGÚN LAS CONSIDERACIONES QUE PRECEDEN PODEMOS RESUMIR LOS REQUISITOS DE UN SISTEMA DE SONIDO COMO SIGUE:

- A) EL MICRÓFONO DEBE CÁPTAR EL MÍNIMO POSIBLE DE SONIDO PROVENIENTE DE LOS ALTAVOCES Y DE SONIDO INTERFERENTE, REVERBERACIÓN Y RUIDO.
- B) LOS ALTAVOCES DEBEN DIRIGIR EL SONIDO HACIA LOS LUGARES DONDE SE NECESITA, Y EXCLUIRLO EN OTROS LUGARES, TALES COMO DONDE SE ENCUENTRA EL MICRÓFONO Y LAS SUPERFICIES DURAS, ALTAMENTE REFLEJANTES DEL SONIDO.
- C) LAS CARACTERÍSTICAS DE FRECUENCIA DEL SISTEMA DEBE ESTAR ADAPTADA A LAS CIRCUNSTANCIAS PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS. LA MAYORÍA DE LAS VECES SE REQUIERE LA ATENUACIÓN DE LAS NOTAS GRAVES QUE FAVORECEN LA REVERBERACIÓN. UNA RESPUESTA DE FRECUENCIA PLANA NO ES POR TANTO UNA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE UN SISTEMA DE SONIDO.

### EL ORADOR Y EL AUDITORIO.

EN EL CIRCUITO ORADOR-AUDITORIO, INTERVIENEN CUATRO ELEMENTOS PRINCIPALES:

- ORADOR
- EL MICRÓFONO
- EL AMPLIFICADOR
- LOS ALTAVOCES

## EL ORADOR

LAS CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ORADOR TOCANTES A LA INTELEGIBILIDAD SON: UNA BUENA ARTICULACIÓN, UN NIVEL MEDIO DE INTENSIDAD DE VOZ LO MAS CONSTANTE POSIBLE Y UN RITMO APROPIADO. EL SISTEMA DE SONIDO PUEDE ELEVAR EL NIVEL DE INTENSIDAD DE UN ORADOR CON POCA VOZ - Y MANTENERLO CONSTANTE DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, PERO NO PUEDE MEJORAR LA ARTICULACIÓN NI EL RITMO DEL ORADOR, HAY QUE SUBRAYAR, - QUE EL SISTEMA DE SONIDO AYUDA AL ORADOR A HACERSE ENTENDER BAJO CIRCUNSTANCIAS DESFAVORABLES AJENAS A SU CONTROL, PERO NO ES PANACEA PARA LOS MALOS ORADORES, POR OTRA PARTE, HABLAR ANTE EL MICRÓFONO EXIGE UNA CIERTA DISCIPLINA DEL ORADOR, ESTE DEBE TENER EN CUENTA QUE LAS VARIACIONES DE LA DISTANCIA ENTRE ÉL Y EL MICRÓFONO A CAUSA DE SUS MOVIMIENTOS, PRODUCIRÁN VARIACIONES MUY MARCADAS EN EL NIVEL DE SALIDA. OTRO PUNTO IMPORTANTE ES QUE EL SISTEMA ESTÁ DISEÑADO E INSTALADO DE MODO QUE SÓLO LLEGUE AL MICRÓFONO LA VOZ DEL ORADOR Y NO EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, EL ORADOR APENAS DEBERÁ OIRLOS PERO ESO NO DEBE DE INDUCIRLE A HABLAR DEMASIADO ALTO, - CANSANDOSE SIN NECESIDAD, E INCOMODANDO INCLUSO A LOS OYENTES. SI SE TRATA DE UN LOCUTOR QUE HABLA DENTRO DE UNA CABINA CERRADA, ÉSTA CABINA NO DEBE TENER UN AMORTIGUAMIENTO ACÚSTICO EXCESIVO, ES DECIR PAREDES DEMASIADO ABSORBENTES, EL LOCUTOR SE OIRÁ ASÍ MISMO DEBILMENTE Y DE MODO NATURAL TENDERÍA A HABLAR DEMASIADO FUERTE.

POR OTRA PARTE, UNA CABINA DEMASIADO REVERBERANTE ES MUY PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD, PUES ESTA REVERBERACIÓN ES AMPLIFICADA EN UNIÓN CON LA SEÑAL Y ES DIRIGIDA POR LOS ALTAVOCES HACIA LOS LUGARES DONDE ES MENOS DESEABLE, OTRO TANTO PUEDE DECIRSE DE LOS RUIDOS, LA CABINA DEBE ESTAR AISLADA CONTRA LOS RUIDOS DEL EXTERIOR.

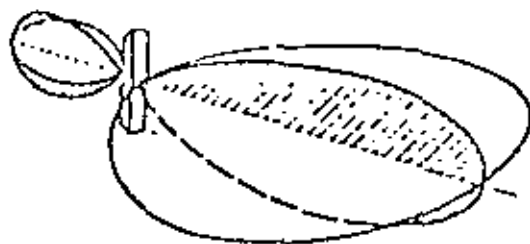
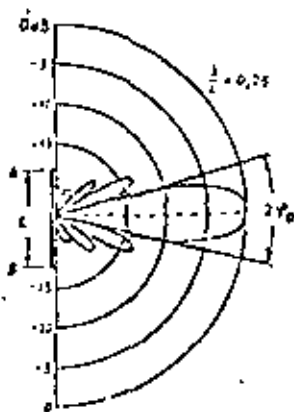
## EL MICROFONO

TODA VARIACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE LOCUTOR Y EL MICRÓFONO HACE VARIAR LA POTENCIA DE SALIDA DEL SISTEMA COMO LO INDICAMOS ANTERIOR

MENTE, LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO PEQUEÑA SON MENOS IMPORTANTES, PUEDEN SER NEUTRALIZADOS POR UN LIMITADOR DE VOLUMEN EN EL AMPLIFICADOR, MÁS DIFÍCIL ES CONTRARESTAR LOS EFECTOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO GRANDE, ES POR ESO QUE EN LOS TEATROS CON UN ESCENARIO MUY GRANDE EN EL QUE LOS ACTORES HAN DE HABLAR A VECES MUY LEJOS DEL MICRÓFONO, PLANTEAN UNO DE LOS PROBLEMAS ELECTROACÚSTICOS MÁS DIFÍCILES, PORQUÉ ADEMÁS DE LA VOZ DEL LOCUTOR, EL MICRÓFONO CAPTA EL SONIDO REVERBERANTE ( LO QUE IMPLICA SIEMPRE UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA) Y EL RUIDO AMBIENTE. LA RELACIÓN ENTRE EL SONIDO ÚTIL Y EL SONIDO REVERBERANTE DISMINUYE A MEDIDA QUE EL LOCUTOR SE ALEJA DEL MICRÓFONO, ADEMÁS, EL SONIDO PERJUDICIAL CAPTADO POR EL MICRÓFONO, ES AMPLIFICADO POR EL SISTEMA Y DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO, CON LO QUE AUMENTA EL EFECTO INTERFERENTE. TODO ESTO OBLIGA A USAR MICRÓFONOS DIRECCIONALES, LOS MÁS EFICACES SON LOS DE CARACTERÍSTICAS HIPERCARDIODE, SU SENSIBILIDAD EN LA DIRECCIÓN PRIVILEGIADA ES DE 6 DB MAYOR QUE LA SENSIBILIDAD MEDIA PARA EL SONIDO DIFUSO Y SU SENSIBILIDAD MEDIA ES DE 12 DB MAYOR EN EL SEMIESPACIO ANTERIOR (FRENTE) QUE EN EL POSTERIOR (AUDITORIO) SI SE DESEA UN EFECTO DIRECCIONAL MÁS PRONUNCIADO, HA DE EMPLEARSE UNA COLUMNA DE MICRÓFONO, ES DECIR, UN GRUPO DE MICRÓFONOS IGUALES ALINEADOS VERTICALMENTE. EN LA FIG. C SE REPRESENTA LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL TÍPICA DE UNA COLUMNA DE MICRÓFONOS EN EL PLANO DE SIMETRÍA LONGITUDINAL, ESTE DIAGRAMA ES TAMBIÉN VÁLIDO PARA UNA COLUMNA DE ALTAVOCES. COMO SE VE EXISTE UN LÓBULO PRINCIPAL EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LA COLUMNA, EL SEMI-ÁNGULO DE ABERTURA  $\theta$  DE ESTE LÓBULO ES TANTO MENOR CUANTO MÁS LARGA ES LA COLUMNA, Y CUANTO MENOR ES LA LONGITUD DE ONDA, EL DIAGRAMA DE LA FIGURA CORRESPONDE A UNA LONGITUD DE ONDA IGUAL A 0.25 DE LONGITUD DE LA COLUMNA, LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL EN EL PLANO PERPENDICULAR A LA COLUMNA ES LA QUE CORRESPONDE A UN SÓLO MICRÓFONO, ASÍ PUES UNA FORMA DE AUMENTAR LA INMUNIDAD DEL SISTEMA DE SONIDO AL RUIDO Y A LA REVERBERACIÓN, ES EMPLEAR EN VEZ DE UN MICRÓFONO AISLADO UNA COLUMNA VERTICAL CUYO PLANO MEDIO SE HAYA A LA ALTURA DE LAS CABEZAS DE LOS ACTORES.



CUANDO SE HA DE HABLAR EN UN LOCAL MUY RUIDOSO, POR EJEMPLO UNA SA  
 LA DE MÁQUINAS, PUEDE RECURRIRSE A OTRO ARTIFICIO. LOS MICRÓFONOS  
 HIPERCARDIOIDES Y LOS DE TIPO DENOMINADO DE GRADIENTE DE PRESIÓN,  
 TIENEN LA PROPIEDAD DE QUE SU ESENSIBILIDAD PARA LAS FRECUENCIAS  
 BAJAS AUMENTA AL DISMINUIR LA DISTANCIA ENTRE EL MICRÓFONO Y LA --  
 FUENTE DE SONIDO. SI EL LOCUTOR HABLA MUY CERCA DEL MICRÓFONO Y  
 MEDIANTE UN FILTRO ELÉCTRICO O ACÚSTICO, SE ASEGURA LA RESPUESTA  
 PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS Y EL RESULTADO SERÁ UNA CURVA PLANA, -  
 PERO PARA EL RUIDO QUE PROCEDE DE DISTANCIAS MAYORES, LA CURVA --  
 CAERÁ BRUSCAMENTE EN LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE SON PRECISAMENTE -  
 LAS PREDOMINANTES EN EL RUIDO. LOS MICRÓFONOS BASADOS EN ESTE PRIN  
 CIPIO, SE LLAMAN SUPRESORES DE RUIDO Y PERMITEN OBTENER BUENA IN-  
 TELEGIBILIDAD E INCLUSO CON UN NIVEL DE RUIDO DE 115 DB.



Patrones de radiación de una columna  
 y de un micrófono.

### CURVA DE RESPUESTA

SE HA DICHO YA EN LA PRIMERA PARTE DE ESTAS NOTAS QUE LA CURVA DE  
 RESPUESTA MÁS ADECUADA PARA UN SISTEMA DE SONIDO NO ES PRECISAMENTE  
 LA PLANA, POR DIVERSAS RAZONES SE REQUIERE SIEMPRE UNA MAYOR O ME-  
 NOR ATENUACIÓN DE LAS FRECUENCIAS BAJAS. UNA PRIMERA RAZÓN PARA  
 HACERLO ASÍ, ES QUE LA INTELEGIBILIDAD DEPENDE PRINCIPALMENTE DE  
 CIERTOS GRUPOS DE FRECUENCIAS ALTAS.

DE UNA MANERA CUANTITATIVA APROXIMADA PODEMOS DECIR QUE LA PARTE DEL ESPECTRO POR DEBAJO DE LOS 600 HZ PROPORCIONA SOLAMENTE UN 25% DE LA INTELEGIBILIDAD, AUNQUE CONTRIBUYE CON UN 70% A LA POTENCIA SONORA TOTAL.

QUE LA PARTE COMPRENDIDA ENTRE 600 Y 7000 HZ PROPORCIONA EL 75% DE LA INTELEGIBILIDAD AUNQUE SÓLO APORTA UN 30% DE LA POTENCIA. UNA SEGUNDA RAZÓN QUE YA HEMOS CITADO, ES QUE LAS FRECUENCIAS BAJAS SON MENOS ABSORVIDAS POR EL AIRE QUE LAS ALTAS, COMO RESULTADO, A MEDIDA QUE AUMENTA LA DISTANCIA ENTRE LOS OYENTES Y LOS ALTAVOCES, LAS FRECUENCIAS BAJAS VAN PREDOMINANDO SOBRE LAS ALTAS CON PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. UNA TERCERA RAZÓN ES QUE LA REVERBERACIÓN ESTÁ INTEGRADA PRINCIPALMENTE POR FRECUENCIAS BAJAS, ESTO SE DEBE EN PARTE A LO QUE ACABAMOS DE DECIR SU MENOR ABSORCIÓN EN EL AIRE, PERO SOBRE TODO A QUE LAS PROPIEDADES DIRECCIONALES DE LOS ALTAVOCES, COLUMNAS, BOCINAS, ETC., SON MUCHO MENOS PRONUNCIADAS PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE PARA LAS ALTAS, POR CONSIGUIENTE LAS FRECUENCIAS ALTAS SON DIRIGIDAS CORRECTAMENTE HACIA EL AUDITORIO, PERO LAS BAJAS SON IRRADIADAS PRACTICAMENTE EN TODAS DIRECCIONES DANDO ASÍ LUGAR A LA REVERBERACIÓN.

### ALTAVOCES.

UN REQUISITO INDISPENSABLE PARA QUE EL SISTEMA DE SONIDO DE BUENOS RESULTADOS, ES QUE EL PÚBLICO NO PUEDA LOCALIZAR ACÚSTICAMENTE LOS ALTAVOCES, ES DECIR, QUE EN CUALQUIER LUGAR DEL AUDITORIO SE TENGA LA SENSACIÓN DE QUE EL SONIDO PROCEDE DEL ESCENARIO, Y NO DEL TECHO U OTRO LUGAR DONDE SE HALLE UN ALTAVOZ CERCANO. SI LOS ALTAVOCES PUEDEN COLOCARSE CERCA DEL ORADOR LA DIFERENCIA DE DIRECCIÓN SERÁ IMPERCEPTIBLE PARA EL PÚBLICO O DICHO DE OTRO MODO PREDOMINARÁ LA IMPRESIÓN VISUAL QUE TIENDE A LOCALIZAR EL SONIDO EN EL ORADOR, PERO EL PELIGRO DE LA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA IMPIDE COLOCAR EL ALTAVOZ DEMASIADO CERCA DEL MICRÓFONO A MENOS QUE SEA DE ESCASA POTENCIA. CUANDO UN ALTAVOZ ESTÁ SITUADO A DISTANCIA CONSIDERABLE DEL ORADOR ES NECESARIO, HACER IMPERCEPTIBLE SU PRESENCIA POR OTROS MEDIOS.

SE HA COMPROBADO QUE EL OÍDO ESTABLECE LA POSICIÓN DE UNA FUENTE SONORA POR EL PRIMER ESTIMULO QUE RECIBE, DICHO DE OTRO MODO, SI DESPUÉS DE UN PRIMER SONIDO EL OÍDO RECIBE OTROS SONIDOS IGUALES PROCEDENTES DE OTRAS DIRECCIONES, CONFUNDIRÁ ESTÁ SEGUNDA DIRECCIÓN CON LA PRIMERA, INCLUSO, CUANDO EL SONIDO ES POTENTE (AFECTO JAS ), SIN EMBARGO ESTE FENÓMENO OCURRE SOLAMENTE ENTRE CIERTOS LÍMITES. SI EL SEGUNDO SONIDO SUPERA AL PRIMERO EN MÁS DE DIEZ FONOS EL OÍDO LO PERCIBIRÁ DISTINTAMENTE.

EXISTE UNA RELACIÓN ENTRE EL RETARDO Y LA INTENSIDAD PERMISIBLE, LA SITUACIÓN MAS FAVORABLE SE CONSIGUE CUANDO EL RETARDO ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE LOS 10 Y 25 MILISEGUNDOS, ENTONCES ES PERMISIBLE UNA DIFERENCIA DE INTENSIDAD DE HASTA 10 FONOS A FAVOR DEL SEGUNDO SONIDO.

ESTE RETARDO PUEDE OBTENERSE DE UN MODO NATURAL, POR LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEL SONIDO DEL ALTAVOZ Y POR LA VOZ DEL LOCUTOR. PARA LOGRAR EL RETARDO DE 10 O MÁS MILISEGUNDOS LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEBE DE SER DE 3.5 M O MÁS. ESTE SISTEMA ES FÁCIL Y CÓMODO CUANDO SÓLO SE EMPLEA UN ALTAVOZ O UNA COLUMNA.

## SISTEMAS DE SONIDO

### OBJETIVO DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE NECESIDADES.

UN SISTEMA DE SONIDO COMERCIAL, ES AQUEL QUE SE APLICA A INSTITUCIONES COMO HOTELES, RESTAURANTES, BARES, HOSPITALES, EDIFICIOS DE OFICINAS, ETC., CUYOS OBJETIVOS PRIMORDIALES SON:

- I           MÚSICA DE FONDO
- II           LLAMADAS A PERSONAL (VOCEO)
- III          AMBOS

DE LO ANTERIOR SE PUEDE CONCLUIR QUE EL SISTEMA NO REQUIERE FORZOSAMENTE ALTA FIDELIDAD, POR LO QUE ES MAS SUFICIENTE CONTAR CON UN EQUIPO CAPAZ DE REPRODUCIR AUDIO FRECUENCIAS DEL ORDEN DE 45 A 14000 HERTZ CON MENOS DE 1% DE DISTORSIÓN TOTAL, A UN NIVEL NORMAL DE OPERACIÓN.

UN EQUIPO COMERCIAL, DEBE SER SENCILLO DENTRO DE LO POSIBLE, PARA QUE SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SEAN RELATIVAMENTE SIMPLES EN FUNCIÓN DEL PERSONAL DISPONIBLE, Y DEBE SER ROBUSTO YA QUE POR LO GENERAL OPERA ENTRE 8 Y 16 HORAS DIARIAS CONTINUAS Y EVENTUALMENTE RECIBE TRATOS INCONVENIENTES.

POR LO GENERAL, LOS SISTEMAS NO SON TAN SIMPLES COMO EN OCASIONES PARECEN Y DEBEN RESOLVERSE EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN POR ZONAS COMO SON.

NO TODAS LAS ÁREAS REQUIEREN EL MISMO HORARIO DE SERVICIOS, POR LO QUE DEBEN PREVEERSE CANALES O INTERRUPTORES PARA MANEJARLOS INDEPENDIENTEMENTE.

ES POSIBLE QUE SE REQUIERAN PROGRAMAS MUSICALES O VOCEO DIFERENTES EN CADA ZONA, LO QUE OBLIGA A PREVEER AMPLIFICADORES SEPARADOS.

CUANDO EN CIERTA ÁREA SE REQUIEREN AMBOS SERVICIOS, ES IMPORTANTE DECIDIR SI EL VOCEO SE SUPERPONDRÁ A LA MÚSICA DE FONDO A UN NIVEL MAYOR, O SI AL EFECTUAR LLAMADAS, DEBERÁ CORTARSE LA MÚSICA DE FONDO PARA DAR MAYOR INTELIGIBILIDAD A LAS PALABRAS, EN ESTE ÚLTIMO CASO SE REQUERIRÁ UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE, ACTUADO MEDIANTE EL BOTÓN OPERADOR DEL MICRÓFONO DE VOCEO.

LA PRÁCTICA USUAL EN UN SISTEMA COMERCIAL CON MÁS DE 10 BOCINAS, ( POR DECIR UNA CIFRA ) ES DISTRIBUIR LA SALIDA DE AUDIO, MEDIANTE EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, ( 70 Ó 100 VOLTS. ) SALIDA DE LA QUE ESTÁN DOTADOS LOS AMPLIFICADORES COMERCIALES. ESTO PERMITE - EVITAR COMPLICADAS CONEXIONES SERIE-PARALELO ENTRE LAS BOCINAS, - PARA IGUALAR IMPEDANCIAS ENTRE EL AMPLIFICADOR Y ESTAS.

EN EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, LA CONEXIÓN DE BOCINAS SE HACE EN PARALELO APLICANDO TRANSFORMADORES DE LÍNEA ( PRIMARIO A - 70/100 V Y SECUNDARIO EN 4, 8 Ó 16 AHMS ) Y ESTO SIMPLIFICA ENORMEMENTE LOS ALAMBRADOS.

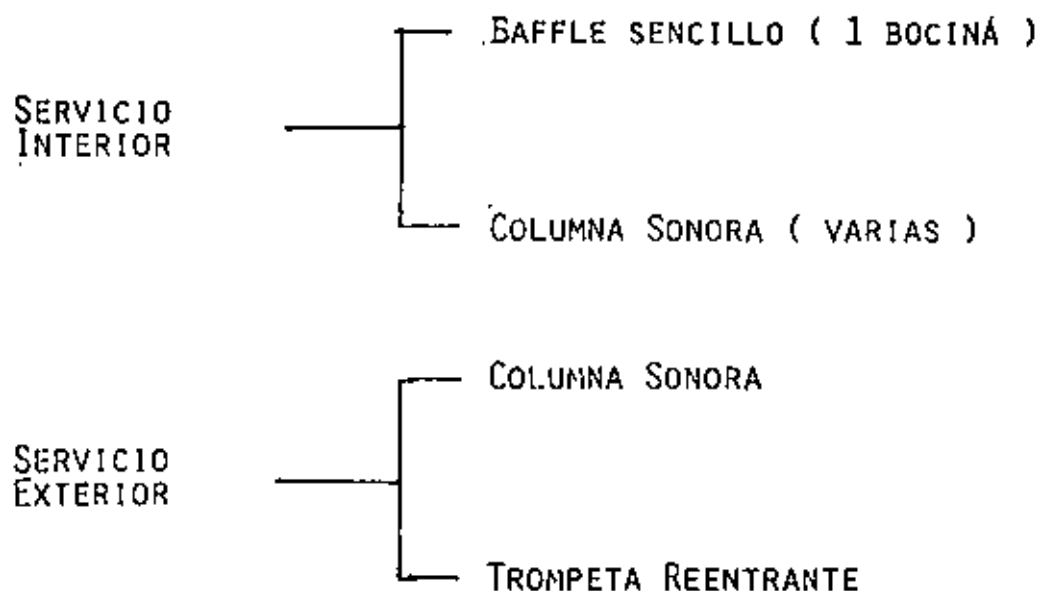
NO OBSTANTE SIEMPRE ES POSIBLE QUE UN TRANSFORMADOR O UN RAMAL DE LA LÍNEA PUEDA SUFRIR UN "CORTO CIRCUITO", ESTO CONDUCE A QUE GRAN PARTE DE LA ENERGÍA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR, SE PERDERÍA Y EL VOLUMEN DE TODAS LAS BOCINAS CONECTADAS A ÉSTE SE ANULARÍA. COMO ES DE COMPRENDERSE ES MUY DIFÍCIL DETERMINAR CUAL TRANSFORMADOR SE PUSO EN "CORTO CIRCUITO" O A QUÉ RAMAL OCURRIÓ ESTE, POR ELLO ES DEFINITIVAMENTE NECESARIO DIVIDIR EL SISTEMA DE CIRCUITOS RAZONADOS QUE TERMINADOS EN TABLILLAS DE CONEXIÓN O EN UN TABLERO DE INTERRUPTORES, PERMITAN DETECTAR FÁCILMENTE LA FALLA Y AISLARLA SIN AFECTAR TODO EL SISTEMA.

ADICIONALMENTE EN LOCALES CUYAS CONDICIONES ACÚSTICAS SON CRÍTICAS, COMO SON, IGLESIAS, AUDITORIOS, GIMNASIOS, ETC., ES NECESARIO CONTAR

CON CIRCUITOS DE BOCINAS, ARREGLADOS EN TAL FORMA, QUE SEAN SUSCEPTIBLES DE PONER EN OPERACIÓN SOLAMENTE AQUELLAS BOCINAS QUE SIRVEN A LAS ZONAS OCUPADAS POR EL PÚBLICO, A FIN DE ELIMINAR AL MÁXIMO - LOS PROBLEMAS DE REVERBERACIÓN.

### SELECCION DE EQUIPO

#### CLASIFICACIÓN DE BOCINAS Y CAJAS ACÚSTICAS ( ALTAVOCES ), SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN Y SERVICIO:



SE INDICÓ QUE LA RESPUESTA IDEAL SERÍA ENTRE 45 Y 14000 HERTZ, ESTO DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA BOCINA COMO SON DIÁMETRO DEL CONO, DIÁMETRO DE LA BOBINA DE VOZ, RELACIÓN ENTRE LOS ANTERIORES DIÁMETROS, DENSIDAD DEL FLUJO MAGNÉTICO DEL IMÁN PERMANENTE, ETC., EN REALIDAD DEPENDE DE APLICAR UNA BOCINA DE BUENA CALIDAD Y BUEN DISEÑO, LO QUE SE PODRÁ LOGRAR SI SE RECURRE A FABRICANTES DE PRESTIGIO Y SE REVISAN ESPECIFICACIONES MÍNIMAS.

DESDE LUEGO, ADICIONALMENTE A LA BOCINA EMPLEADA, ES DEFINITIVA LA INFLUENCIA DEL BAFFLE O CAJA ACÚSTICA, DESGRACIADAMENTE LOS BAFFLES MÁS EFICIENTES RESULTAN EXTREMADAMENTE VOLUMINOSOS Y NO SON APLICA-

CABLES EN LA GENERALIDAD DE LAS INSTALACIONES, ESTO OBLIGA A EMPLEAR BAFFLES DE DIMENSIONES LIMITADAS POR LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN, LO QUE TIENE COMO CONSECUENCIA UNA REDUCCIÓN IMPORTANTE EN LA EFICIENCIA DEL CONJUNTO, Y SIGNIFICA QUE SE DEBERÁN USAR BOCINAS CON UNA POTENCIA DE SALIDA DE APROXIMADAMENTE 5 VECES MAYOR QUE LA POTENCIA ACÚSTICA NECESARIA.

EN EL CASO PARTICULAR DE EMPLEAR TROMPETAS REENTRANTES, POR SU CONSTRUCCIÓN SE DEBE ACEPTAR UNA RESPUESTA DE FRECUENCIAS DEL ORDEN - DE 150-9000 HERTZ, QUE NO ES APROPIADA PARA REPRODUCCIONES MUSICALES PERO ADECUADA PARA VOCEO.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA, INDEPENDIEMENTE DEL ASPECTO ESTÉTICO, DEBE SER ROBUSTA Y CON SUS PARTES RÍGIDAMENTE UNIDAS, DE LO CONTRARIO SE TENDRÁN VIBRACIONES INDESEABLES Y MOLESTAS.

PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA SE DEBEN CONSIDERAR VARIOS ASPECTOS INTERDEPENDIENTES QUE SON:

**ALTAVOZ:** ESTA COMPUESTO POR LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, POR LA CAJA ACÚSTICA Y ACCESORIOS.

NIVEL DE RUIDO AMBIENTE DEL LOCAL A SONORIZAR.

EN RELACIÓN CON LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, LA POTENCIA INDICADA POR EL FABRICANTE, ES LA POTENCIA NOMINAL, LO QUE SIGNIFICA POTENCIA NETA DE CONSUMO DE LA BOCINA, QUE SE DENOMINA "POTENCIA DE AUDIO" CUYA UNIDAD ES EL AUDIO-WATT,

COMO SE COMPRENDERÁ, NO TODA ESTA POTENCIA SE TRANSFORMARÁ EN "POTENCIA ACÚSTICA" QUE ES AQUELLA POTENCIA TRANSMITIDA AL AIRE A FRECUENCIAS AUDIBLES, YA QUE DEPENDERÁ DE LA EFICIENCIA DE LA BOCINA, QUE ES DEL ORDEN DE 5 A 15%.

ADICIONALMENTE SE DEBERÁ TOMAR EN CUENTA LA CAJA ACÚSTICA, QUE COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE TAMBIÉN ACARREA PÉRDIDAS.

A PARTIR DE LAS CONSIDERACIONES HECHAS, Y DEL NIVEL DEL RUIDO AMBIENTE, SE HAN PREPARADO LAS SIGUIENTES FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA OBTENER PT = "POTENCIA NOMINAL" EN WATTS DEL TOTAL DE BOCINAS NECESARIAS.

SERVICIO INTERIOR: CON BAFFLES CONVENCIONALES O COLUMNAS SONORAS .

$$PT = \frac{KV}{100}$$

EN QUE:

V = VOLUMEN DEL LOCAL EN M<sup>3</sup>.

K = CONSTANTE QUE VALE:

5 PARA RUIDO AMBIENTE BAJO  
8 PARA RUIDO AMBIENTE MEDIO  
12 PARA RUIDO AMBIENTE ALTO

POTENCIA POR BOCINA: =  $\frac{PT}{\text{NUM. DE BOCINAS.}}$

CUANDO SE COLOCAN ALTOPARLANTES EN EL TECHO, EN EL CASO DE LOCALES DE NO MÁS DE 4 M. DE ALTURA, LA DISTANCIA ENTRE ALTOPARLANTES PARA LOGRAR LA MEJOR DISTRIBUCIÓN SE OBTIENE APROXIMADAMENTE COMO SIGUE:

$$D = 2.4 ( H - 1.5 )$$

EN QUE: D = SEPARACIÓN ENTRE BOCINAS EN M.

H = ALTURA DEL LOCAL EN M.

SERVICIO EXTERIOR:

USANDO TROMPETAS REENTRANTES SE TIENE:

PT60 = 0.4 D (TROMPETA CON RADIACIÓN A 60°)

PT30 = 0.2 D (TROMPETA CON RADIACIÓN A 30°)



EN QUE:

D = DISTANCIA EN METROS AL OYENTE INTERMEDIO. (PROFUNDIDAD).

P = POTENCIA NOMINAL DE CADA TROMPETA EN WATTS.

EN CUANTO AL NÚM. DE TROMPETAS A UTILIZAR, SE OBTIENE

$$N_{60} = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{Y} \quad N_{30} = \frac{F}{0.54 D}$$

EN QUE:

F = FRENTE EN METROS QUE SE PRETENDE CUBRIR.

CUANDO SE USAN TROMPETAS, SE DEBE CONSIDERAR Y MUY ESPECIALMENTE CUANDO SE APLICAN CON RADIACIÓN A 30°, QUE DEBEN ESTAR A CIERTA DISTANCIA DEL OYENTE MÁS PRÓXIMO, PARA EVITAR QUE ESTE RECIBA DEMASIADA INTENSIDAD, ESTO SE RESUELVE ELEVANDO LA TROMPETA SOBRE EL NIVEL DEL AUDITORIO, E INCLINÁNDOLA ADECUADAMENTE, CON UNA TENDENCIA A OBTENER UNA DISTANCIA UNIFORME CON RESPECTO A TODO EL AUDITORIO. CASO MUY PARECIDO A LA FORMA EN QUE SE APLICA UN REFLECTOR DE ALUMBRADO.

LA TROMPETA REENTRANTE SE DEBE USAR CUANDO SE TRATA DE OBTENER GRAN PENETRACIÓN, O SEA LOGRAR ALCANCES PROFUNDOS.

TAMBIÉN ES APLICABLE PARA NIVELES DE ALTO RUIDO AMBIENTE.

EN EL CASO EN QUE SE APLICAN COLUMNAS SONORAS, TANTO EN INTERIORES COMO EXTERIORES,

SE TIENE QUE:

$$P_T = 0.8 D$$

$$N = \frac{F}{2D}$$

EL MONTAJE DE UNA COLUMNA, DEBE SER RELATIVAMENTE BAJO Y DIRIGIDO, YA QUE LA RADIACIÓN ES APROXIMADAMENTE DE 130° EN ÁNGULO HORIZONTAL Y 40° EN EL ÁNGULO VERTICAL.

ADICIONALMENTE, LA COLUMNA NO POSEE GRAN PENETRACIÓN, POR LO QUE NO SE RECOMIENDA PARA CUBRIR DISTANCIAS MAYORES DE 30 M.

AL SELECCIONAR UNA COLUMNA, SE DEBEN VERIFICAR CIERTAS CONDICIONES COMO SON:

- LAS BOCINAS QUE LA CONSTITUYEN DEBEN QUEDAR LO MÁS PRÓXIMAS POSIBLES ENTRE SÍ.
- GABINETE RÍGIDO QUE NO VIBRE POR LA PRESIÓN ACÚSTICA.
- ACABADO ADECUADO PARA EL USO, ESPECIALMENTE PARA LA INTemperie, EN QUE DEBE SOPORTAR LLUVIAS, POLVO, ETC.

#### FASEADO DE BOCINAS:

PARA ACLARAR ESTE CONCEPTO, DEBEMOS CONSIDERAR, QUE EL SONIDO ES UNA VIBRACIÓN QUE SE TRASMITE AL MEDIO AMBIENTE Y QUE COMO TODA ONDA VIBRATORIA TIENE MÁXIMOS Y MÍNIMOS. SI EN UN MISMO INSTANTE UNA BOCINA EMITIERA UN IMPULSO POSITIVO, EN TANTO QUE OTRA DENTRO DEL MISMO LOCAL EMITIERA UN IMPULSO NEGATIVO. OBVIAMENTE SE ESTARÍAN CONTRARRESTANDO Y ESTO ES TOTALMENTE INDESEABLE, DE AQUI LA NECESIDAD DE CONECTAR TODAS LAS BOCINAS CON IDÉNTICA POLARIDAD. ESTA OPERACIÓN SE LLAMA "FASEADO DE BOCINAS", PARA OBTENER UN TRABAJO ADITIVO.

EN OTRAS OCASIONES ES POR EL CONTRARIO, NECESARIO QUE OPEREN EN OPOSICIÓN, COMO CUANDO SE INSTALAN FRENTE A FRENTE LOGRANDO ASÍ UN EFECTO ADITIVO.

## CONTROLES DE VOLUMEN Y SELECTORES

### CONTROLES DE VOLUMEN:

EN OCASIONES, ES NECESARIO CONTROLAR EL VOLUMEN DE SONIDO POR ÁREAS O LOCALES INDIVIDUALES, YA QUE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE ELLOS EN CUANTO A PERSONAL QUE LOS OCUPA, ACÚSTICA DEL LOCAL, ETC., PRESENTAN UN PANORAMA DEMASIADO HETEROGÉNEO PARA ADMITIR SÓLO UN CONTROL DE VOLUMEN CENTRAL. ESTO SE RESUELVE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CONTROLES DE VOLUMEN, QUE EN ESENCIA SON POTENCIÓMETROS QUE GOBIERNAN LA ENTRADA DE ENERGÍA A LA BOCINA.

LA FORMA DE APLICARLOS PUEDE SER VARIADA, Y EN OCASIONES SE TORNA COMPLEJA, POR LO QUE SOLAMENTE MENCIONARÉ APLICACIONES TÍPICAS.

EL CONTROL PUEDE INSTALARSE:

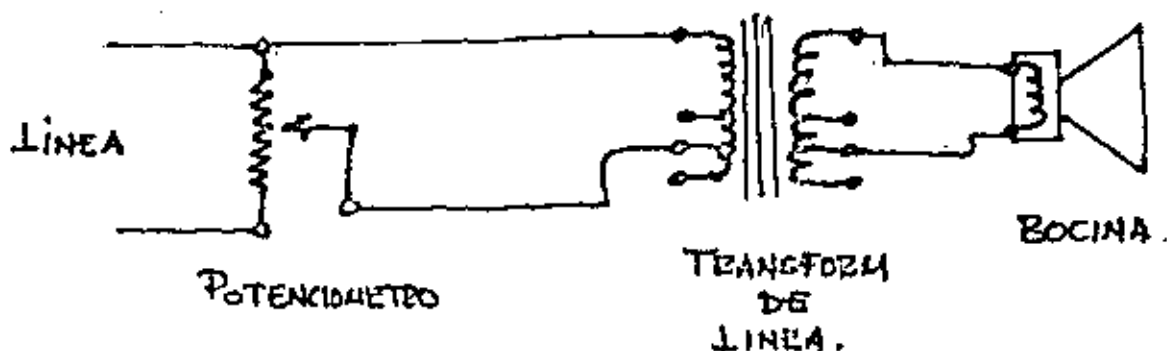
- A) EN LA CAJA ACÚSTICA MISMA CON OPERACIÓN INTERNA O EXTERNA EN FUNCIÓN DE SI EL AJUSTE QUE SE PRETENDE, ES EVENTUAL O CONTINUO.
- B) EN ALGÚN PUNTO DEL LOCAL PARA QUE EL USUARIO CONTROLE UNA O VARIAS BOCINAS A VOLUNTAD.
- C) VARIOS EN UN TABLERO DE CONTROL LOCALIZADO ESTRATÉGICAMENTE, PARA DESDE ESE PUNTO CONTROLAR VARIAS -- ÁREAS PÚBLICAS.

EL CONTROL DEBERÁ SER CAPAZ DE MANEJAR LA POTENCIA QUE DEMANDARÁN LAS BOCINAS CONTROLADAS. ESTA POTENCIA SE ESPECIFICA EN WATTS, PERO DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE SE REFIERE A WATTS CONTINUOS O SEA VALOR RMS QUE ES EL CASO DEL AUDIO.

NORMALMENTE ES ACEPTABLE APLICAR UN POTENCIÓMETRO, POR EJEMPLO DE 4 WATTS PARA EL MANEJO DE 4 BOCINAS DE 5 WATTS SIN PROBLEMAS.

DE SER DE PRIMERA CALIDAD, TIPO DE ALAMBRE, ROBUSTO Y CON UNA BUENA SOLUCIÓN MECÁNICA, YA QUE ES UN DISPOSITIVO DE USO CONTINUO Y DIARIO EN MUCHOS CASOS.

### CONEXION TIPICA:



### RESISTENCIA OHMICA:

EL VALOR DEBE SELECCIONARSE A PARTIR DEL NÚMERO DE CONTROLES EN PARALELO CONECTADOS A UN MISMO AMPLIFICADOR, YA QUE SIGNIFICARÁN CARGA.

ESTE CÁLCULO ES DE VITAL IMPORTANCIA, YA QUE DE QUEDAR CORTO EL VALOR, HABRÁ PÉRDIDAS ENORMES DE ENERGÍA EN DETRIMENTO DEL AMPLIFICADOR Y DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA Y DE QUEDAR EXCEDIDO EN EL VALOR, NO SE TENDRÁ CONTROL SOBRE LAS BOCINAS.

EN CONCRETO, LO IDEAL SERÁ IGUALAR AL MÁXIMO LA IMPEDANCIA DEL CIRCUITO CON LA DEL AMPLIFICADOR QUE LO ALIMENTA.

PARA LOGRARLO ES NECESARIO EFECTUAR UN CÁLCULO DE CIRCUITOS EN PARALELO A PARTIR DE LA IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR.

EN SISTEMAS A VOLTAJE CONSTANTE ( 70 VOLTS Ó 100 VOLTS ) ES APLICABLE LA SIGUIENTE FÓRMULA EMPÍRICA:

$$RP = \frac{NPZ}{4}$$

EN QUE:

RP = RESISTENCIA DEL POTENCIÓMETRO EN OHMS.

NP = NÚMERO DE POTENCIÓMETROS.

Z = IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR EN OHMS.  
(VARÍA ENTRE 90 Y 120 OHMS ).

### INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO.

SU DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PUEDEN SER DE MUY VARIABLE COMPLEJIDAD EN FUNCIÓN DEL SERVICIO QUE SE PRETENDE DEBAN PRESTAR Y DE LA DIMENSIÓN DEL SISTEMA.

LAS APLICACIONES USUALES SON: VIGILANCIA, SUPERVISIÓN INDUSTRIAL, EDUCACIÓN, PUBLICIDAD, INFORMACIÓN ETC.

ESTOS SISTEMAS ESTAN CONSTITUIDOS BÁSICAMENTE DE CÁMARAS QUE GENERAN LAS SEÑALES DE VIDEO Y DE AUDIO QUE EN OCASIONES SE INCORPORAN, Y DE UNA UNIDAD RECEPTORA LIGADOS POR UN CABLE COAXIAL, DE NO MÁS DE 300 M. SI SE PRETENDIERA AUMENTAR LA DISTANCIA O BIEN INCREMENTAR LOS RECEPTORES O MONITORES, TENDRÍAN QUE USARSE AMPLIFICADORES PARA COMPENSAR LAS PÉRDIDAS EN LA SEÑAL.

PUEDEN TENERSE SISTEMAS COMPLEJOS CON VARIAS CÁMARAS Y RECEPTORES, CONMUTACIÓN, AUDIO Y VIDEO COMBINADOS ETC., SER BLANCO Y NEGRO O COLOR, Y DE MUY DIVERSAS CUALIDADES SEGÚN EL CASO.

TAMBIÉN ES COMÚN TENER ACCESORIOS ESPECIALES, COMO MONTAJE DE CONTROL REMOTO CON MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL, ROTARIO O DE TRANSLACIÓN.

TODO LO ANTERIOR REQUIERE DE CUIDADOSA PLANEACIÓN POR EL ESPECIALISTA Y DE ELLA HABRÁN DE DERIVARSE LAS PREPARACIONES QUE DEBEN DEJARSE EN EL EDIFICIO, CANALIZACIONES, SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL, APOYOS, TIERRAS, PROTECCIONES, CABINAS DE CONTROL ETC.

### SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN

EN UNA GRAN CANTIDAD DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS LAS INSTALACIONES DE SEÑALIZACIÓN SON DE IMPORTANCIA, POR EJEMPLO:

TIENDAS DE DEPARTAMENTOS: REQUIEREN LLAMADAS AUDIO VISUALES PARA PERSONAL EJECUTIVO O ADMINISTRATIVO CUYA UBICACIÓN FÍSICA NO ES PERMANENTE DENTRO DEL EDIFICIO.

AEROPUERTOS: REQUIEREN EL MISMO SERVICIO CITADO, MÁS LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO COMO SON LOS TABLEROS DE VUELOS.

INSTALACIONES DEPORTIVAS: EMPLEAN LOS SISTEMAS CITADOS, MÁS OTROS PARA CONTROL DE EVENTOS, COMO ES EL CRONÓMETRAJE.

COMO SE HA DICHO, EL OPORTUNO CONOCIMIENTO DE LAS NECESIDADES Y LA COORDINACIÓN CUIDADOSA CON LOS RESPONSABLES DE ESTAS ESPECIALIDADES, ES LA ÚNICA FORMA DE ASEGURAR INSTALACIONES O PREPARACIONES ADECUADAS QUE PERMITAN LA FÁCIL INSTALACIÓN DE CABLEADOS Y EQUIPOS Y SU CONSERVACIÓN.

NO ES POSIBLE ENTRAR EN EL DETALLE DE ESTAS INSTALACIONES, PERO BASTA CON DECIR QUE TODAS SE DESARROLLAN BAJO PRINCIPIOS MÁS O MENOS COMUNES Y QUE UTILIZAN AL IGUAL CANALIZACIONES QUE SE RIGEN CON NORMAS PARECIDAS A LAS YA CITADAS Y UTILIZAN CONDUCTORES CUYAS CARACTERÍSTICAS SE ENCUENTRAN EN LOS CARTÁLOGOS DE CABLES PARA TELECOMUNICACIONES, PARA ELECTRÓNICA Y PARA FUERZA, CON LO QUE ES POSIBLE DIMENSIONAR LAS CANALIZACIONES.

POR OTRA PARTE, LOS PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE ESTOS SISTEMAS DEBEN SER CONOCIDOS POR EL INSTALADOR A EFECTO DE QUE ESTÉ EN CAPACIDAD DE INTERPRETAR APROPIADAMENTE LOS PROYECTOS DEL ESPECIALISTA Y AUXILIARLO EN LA SOLUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA, ES DECIR EN DETERMINAR TRAYECTORIAS, LOCALIZACIÓN DE REGISTROS Y CONTROLES, TOMANDO EN CUENTA LOS POSIBLES PROBLEMAS DE INTERFERENCIA O INCOMPATIBILIDAD CON LOS OTROS SISTEMAS QUE INTEGRAN EL EDIFICIO O CONJUNTO.

### ALARMAS ( INSTALACIONES DE SEGURIDAD )

LA FUNCIÓN DE UNA ALARMA, SEA CONTRA ROBO O INCENDIO U OTRA, ES DAR AVISO DE UNA ANOMALÍA Y EVENTUALMENTE PONER EN SERVICIO DISPOSITIVOS O SISTEMAS QUE LA SUPRIMAN.

PARA LOGRARLO, EXISTEN UN SINÚMERO DE ELEMENTOS DETECTORES DE ESA ANOMALÍA O FALLA, LOS QUE DEBIDAMENTE SELECCIONADOS Y LOCALIZADOS E INTERCONECTADOS ENVÍAN SEÑALES A UNO O MÁS TABLEROS RECEPTORES, EN LOS QUE DICHA SEÑAL SE INTERPRETA Y ACTIVA SEÑALES AUDIBLES Y VISUALES PARA INFORMAR DEL HECHO AL PERSONAL A CARGO, Y TAMBIÉN - COMO SE DIJO; PARA ACTIVAR LOS SISTEMAS RESTRICTORES. ÉSTOS SISTEMAS TAMBIÉN PUEDEN ACTUAR SOBRE CENTRALES EXTERNAS AL EDIFICIO.

LOS DISPOSITIVOS SE ENLAZAN A TRAVÉS DE CONDUCTORES CONVENCIONALES O ESPECIALES, DEBIDAMENTE PROTEGIDOS POR CANALIZACIONES QUE SIEMPRE SON INDEPENDIENTES DE OTROS SISTEMAS, Y LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEBE OTORGARLE GRAN CONFIABILIDAD, TANTA QUE INCLUSIVE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN SON ESPECIALMENTE SELECCIONADAS Y A VECES DUPLICADAS Y CON SISTEMAS DE APOYO EN EMERGENCIA.

LOS DISPOSITIVOS DETECTORES MÁS USUALES SON:

#### CONTRA ROBO:

- ELECTROMÉCANICOS CON INTERRUPTORES QUE SE INSTALAN EN PUERTAS,

VENTANAS, CERCAS, ETC.















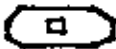


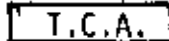






- FOTOELÉCTRICOS QUE OPERAN AL INTERRUMPIRSE EN HAZ LUMINOSO, SIMPLE O COMPLEJO, EN LUZ VISIBLE O INFRARROJA, O BIEN POR ALTERACIÓN DE UN CAMPO LUMINOSO.
- ULTRASÓNICOS, QUE OPERAN BAJO EL PRINCIPIO DE QUE UNA ONDA SÓNICA PERMANENTE, SE ALTERA CUANDO UN OBJETO SE MUEVE DENTRO DE SU CAMPO. ( 30 KHZ ),
- DE MICROONDAS QUE OPERAN BAJO UN PRINCIPIO SIMILAR, CON LA ÚNICA DIFERENCIA DE QUE NO SE APOYA EN LA PRESIÓN CAUSADA POR LA ONDA SÓNICA, SINO EN LA DEFORMACIÓN DE LA MICROONDA ( 10,000 MHZ ) POR EFECTO DOPPLER.
- DE PROXIMIDAD QUE DETECTAN A UNA PERSONA U OBJETO POR LA VARIACIÓN DEL CAMPO CAPACITIVO.
- Y LAS ALARMAS MANUALES.

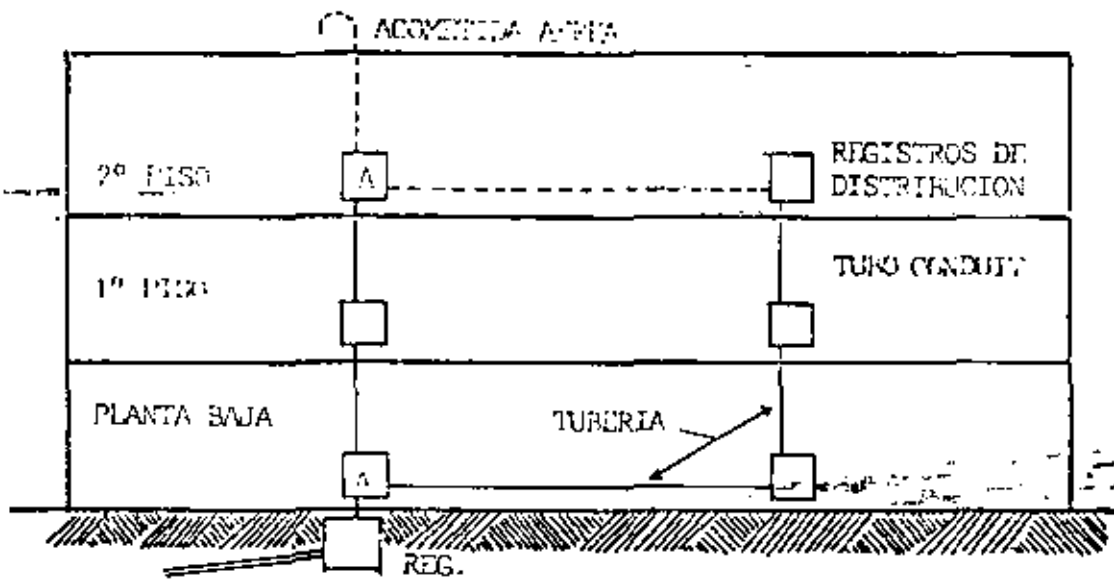
CONTRA INCENDIO:

- MANUALES: POR OPERADOR
- TÉRMICOS, QUE PERCIBEN LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.



S I M B O L O G I A

	TUBERÍA DE 19 MM DE DIÁMETRO		REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.16 USG 150x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA 1.5 CM (600 PARES).
	TUBERÍA DE 13 MM DE DIÁMETRO		REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 80x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (300 PARES)
	TUBERÍA DE 25 MM DE DIÁMETRO		SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO EN MURO PISO
	TUBERÍA DE 38 MM DE DIÁMETRO		SALIDA PARA TELÉFONO EXTENSIÓN DE CONMUTADOR EN PISO O MURO.
	TUBERÍA HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO. LA TUBERÍA SE DEBERÁ INDICAR SI ES POR PISO, LOSA O MURO Y DE QUÉ MATERIAL.		SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL PILOTO EN PISO O MURO.
	DUCTO DE P.V.C AHOGADO EN CONCRETO.		SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL SUPEDITADO, EN PISO O MURO.
	REGISTRO DE TABIQUE DE (X) DIMENSIONES CON POZO DE ABSORCIÓN AL FONDO.		SALIDA PARA TELÉFONO DE EXTENSIÓN EN PISO O MURO.
	POZO DE VISITA DE CONCRETO ARMADO DE (X) DIMENSIONES.		SALIDA PARA TELÉFONO PÚBLICO EN MURO.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 28x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.		CONMUTADOR AUTOMÁTICO TELEFÓNICO TIPO (X) Y (Y) EXTENSIONES.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.		RECTIFICADOR DE CORRIENTE.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x56x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.		BANCO DE BATERIAS.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 70x56x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (100 PARES).		
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG 100x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM (400 PARES).		



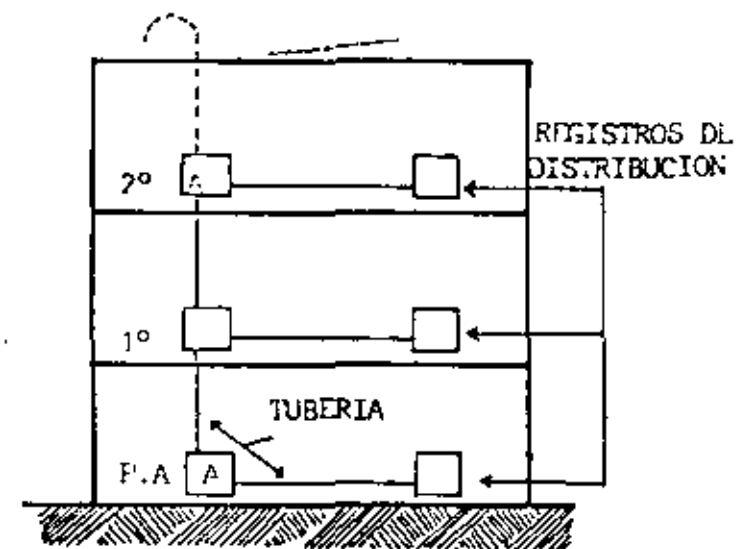
DUCTO PARA ENLACE DE ACOMETIDA SUBTERRANEA.

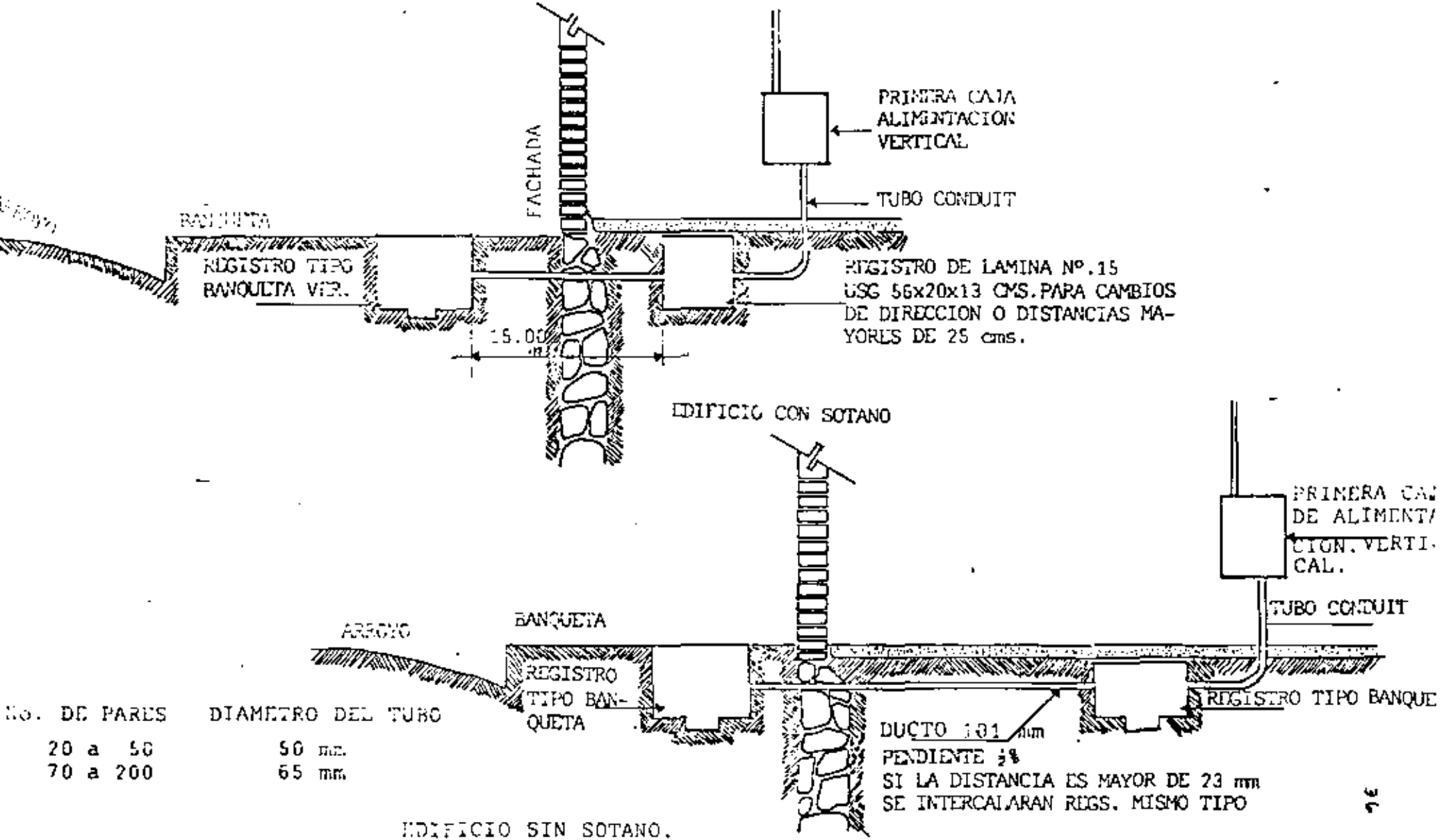


DISPOSICION CORRECTA DE LA PENDIENTE EN DUCTOS

CANALIZACIONES VERTICALES

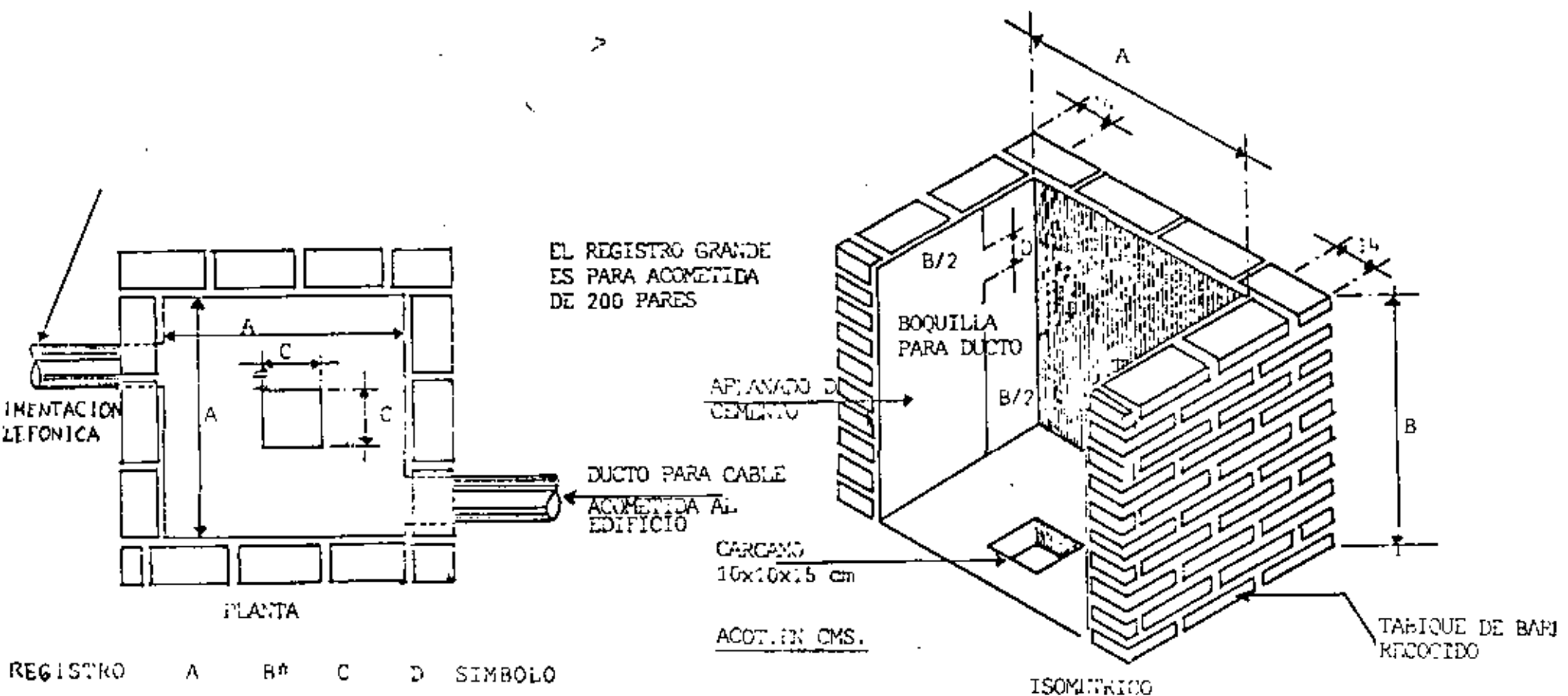
No. DE PARES	DIAMETRO DE TUBO
10 - 30	25 mm
40 - 50	32 "
70 - 80	30 "
100 - 150	50 "
200 - 300	70 "





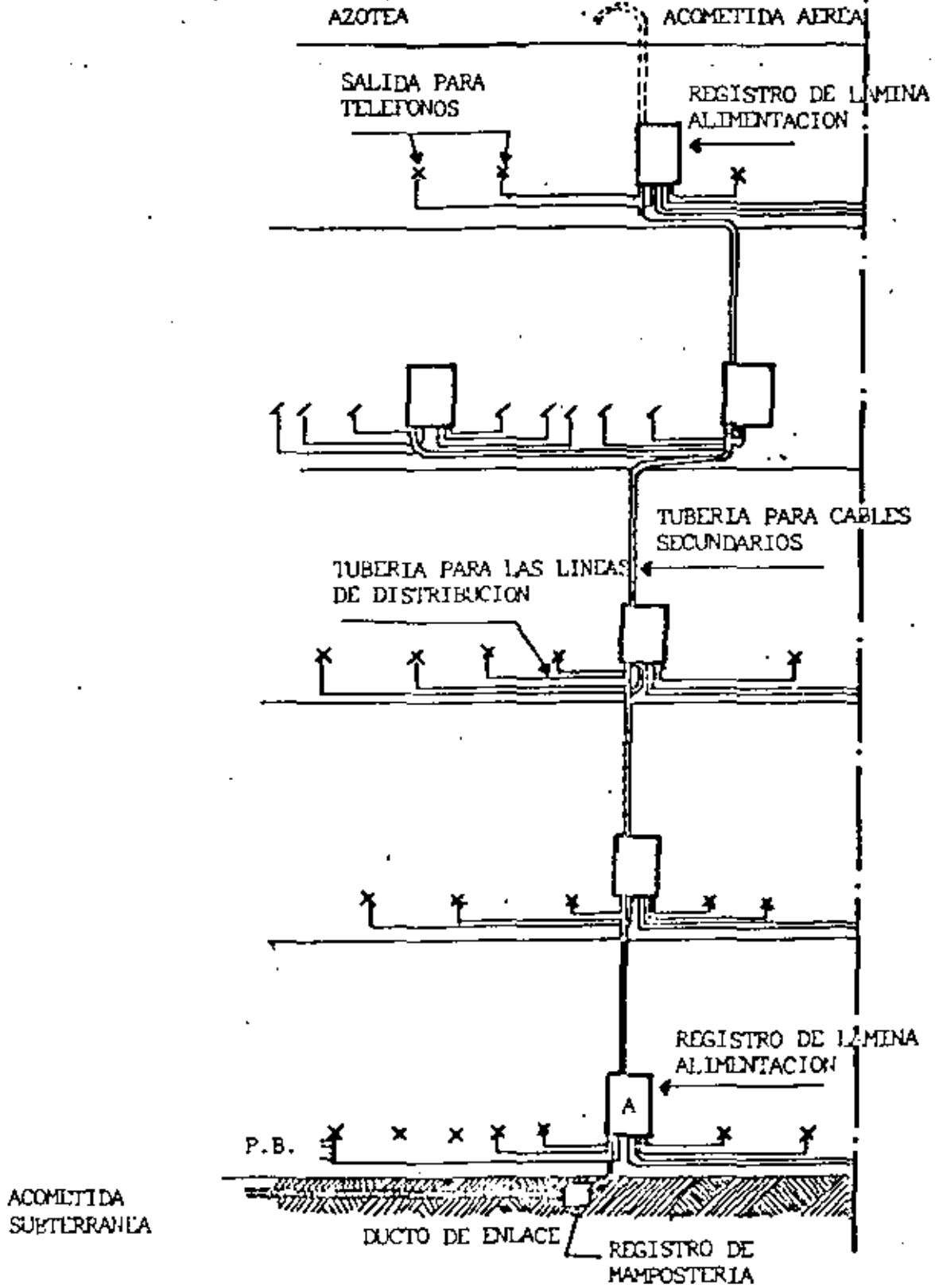
DETALLE DE ACOFONIA TELEFONICA

NOTA. SE CONSTRUYA A UNA DISTANCIA DE 30 CM DEL PARAMETRO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

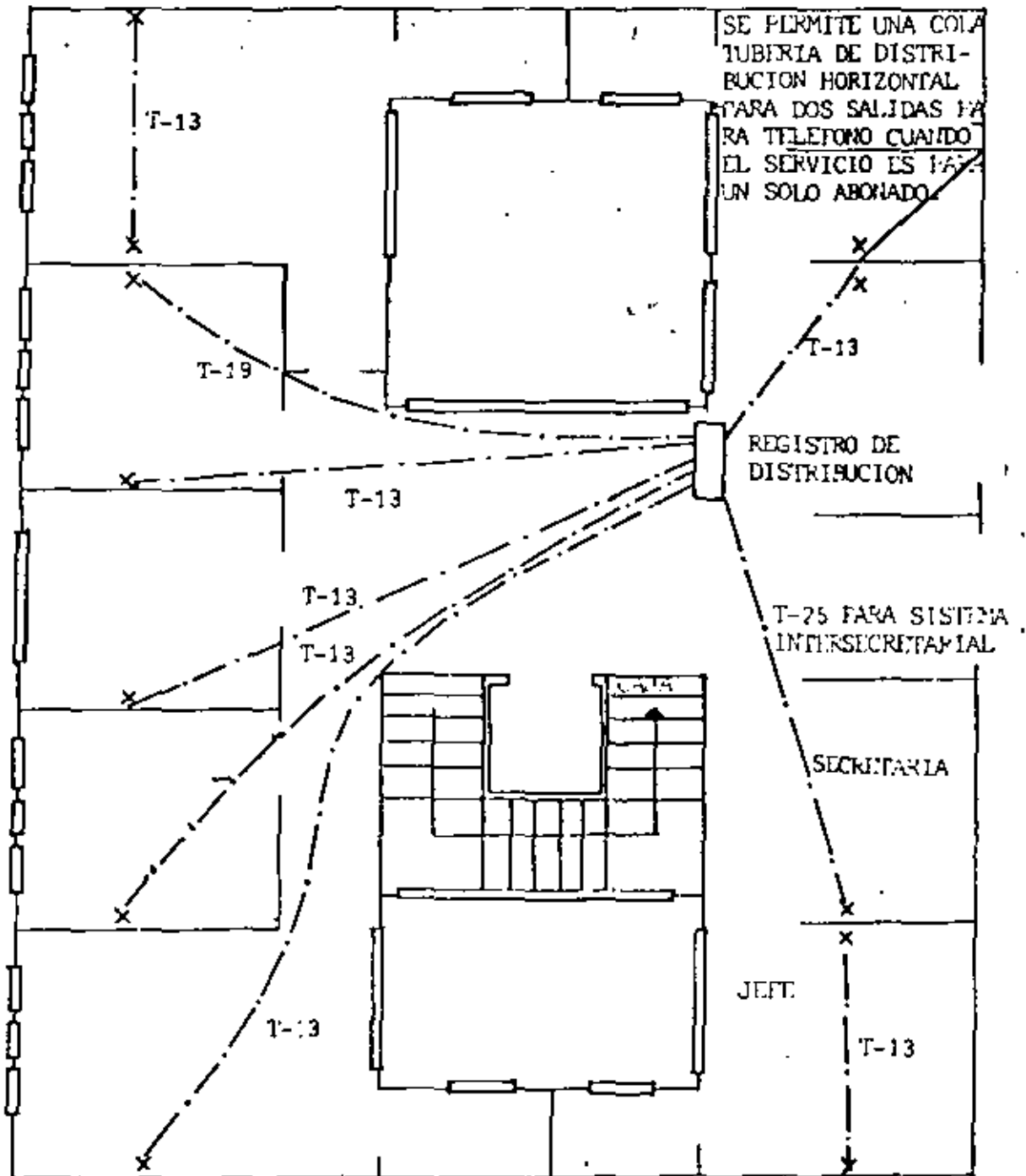


REGISTRO	A	B#	C	D	SIMBOLO
CHICO	600	600	200	130	1
GRANDE	800	800	200	150	2

# LA PROFUNDIDAD "B" PUEDE SER MAYOR DEPENDIENDO DE LA PENDIENTE DEL DUCTO DE ALIMENTACION.

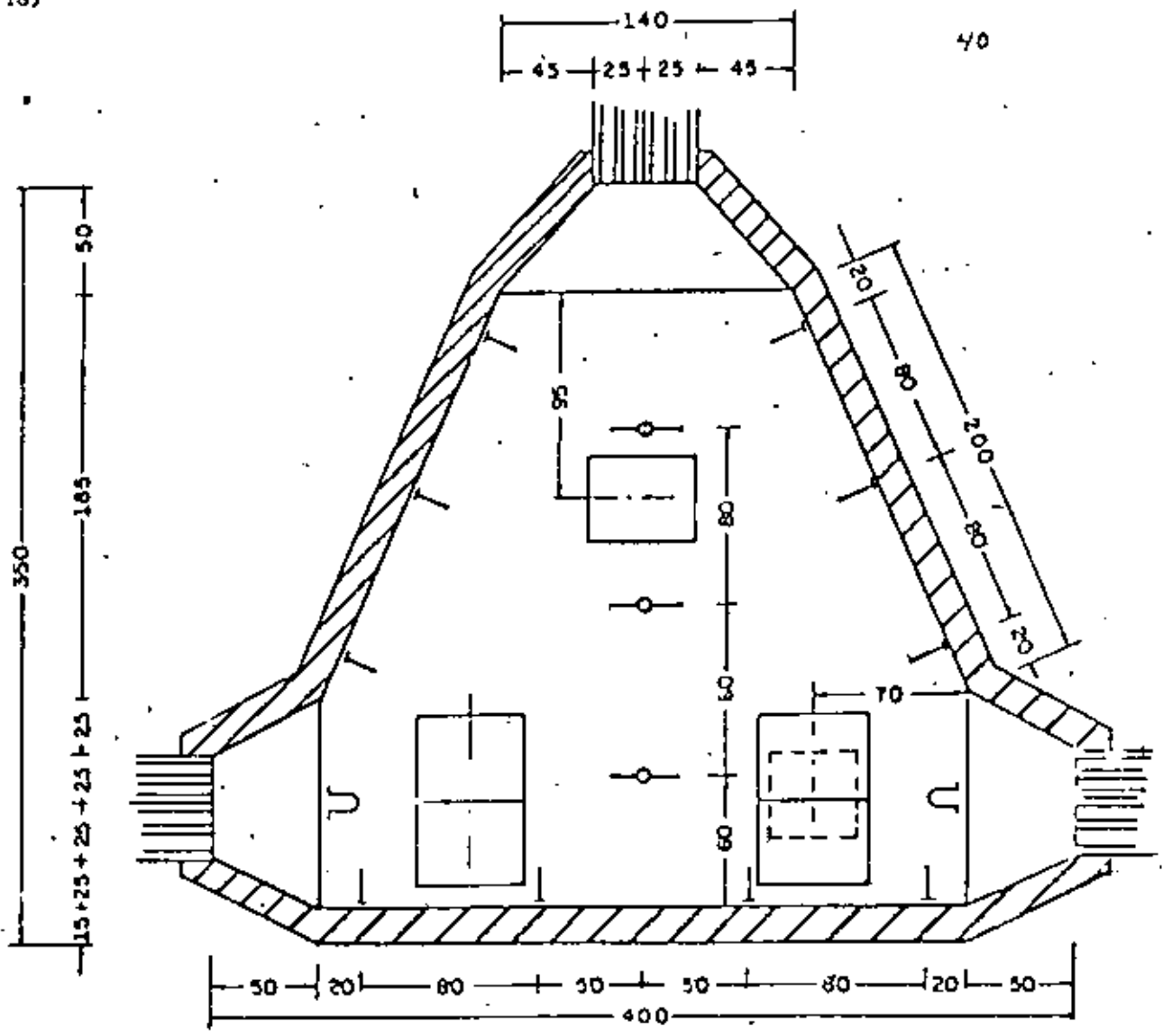


TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS

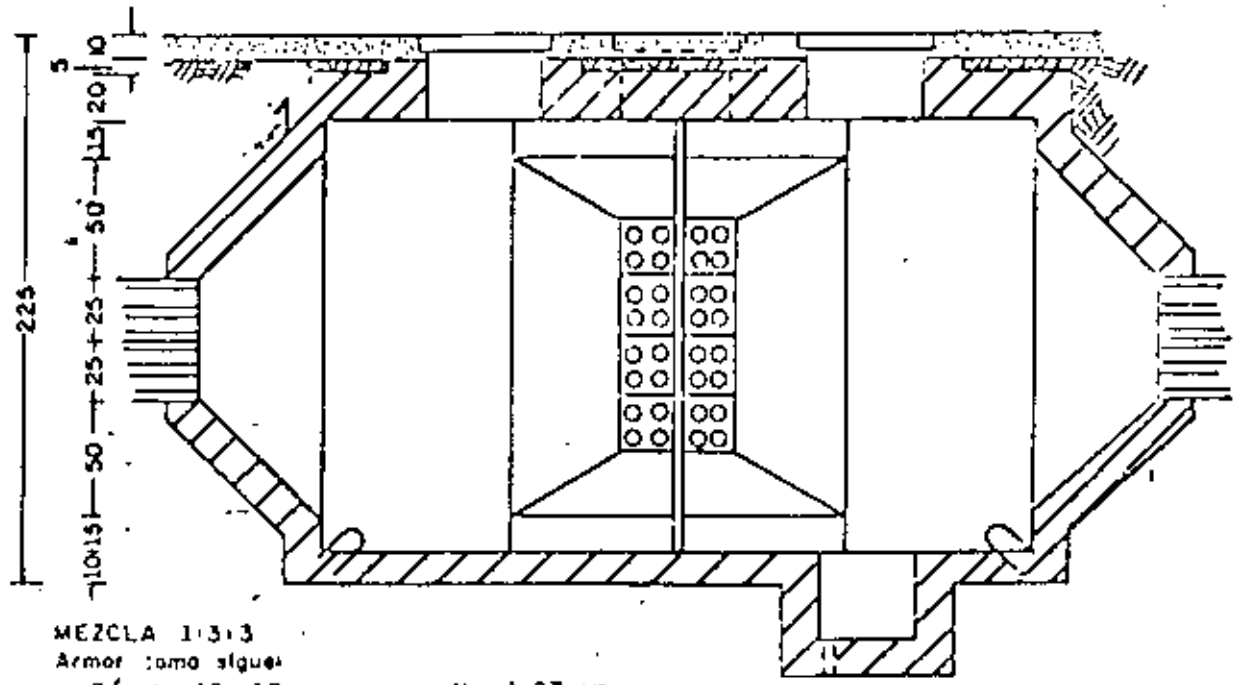


CANALIZACIONES	HORIZONTALES
m <sup>2</sup> DE LINEAS	DIAMETRO DE TUBO
1 - 2	13 mm
3 - 6	19 mm
7 - 8	25 mm
9 - 10	32 mm

TUBERIA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA



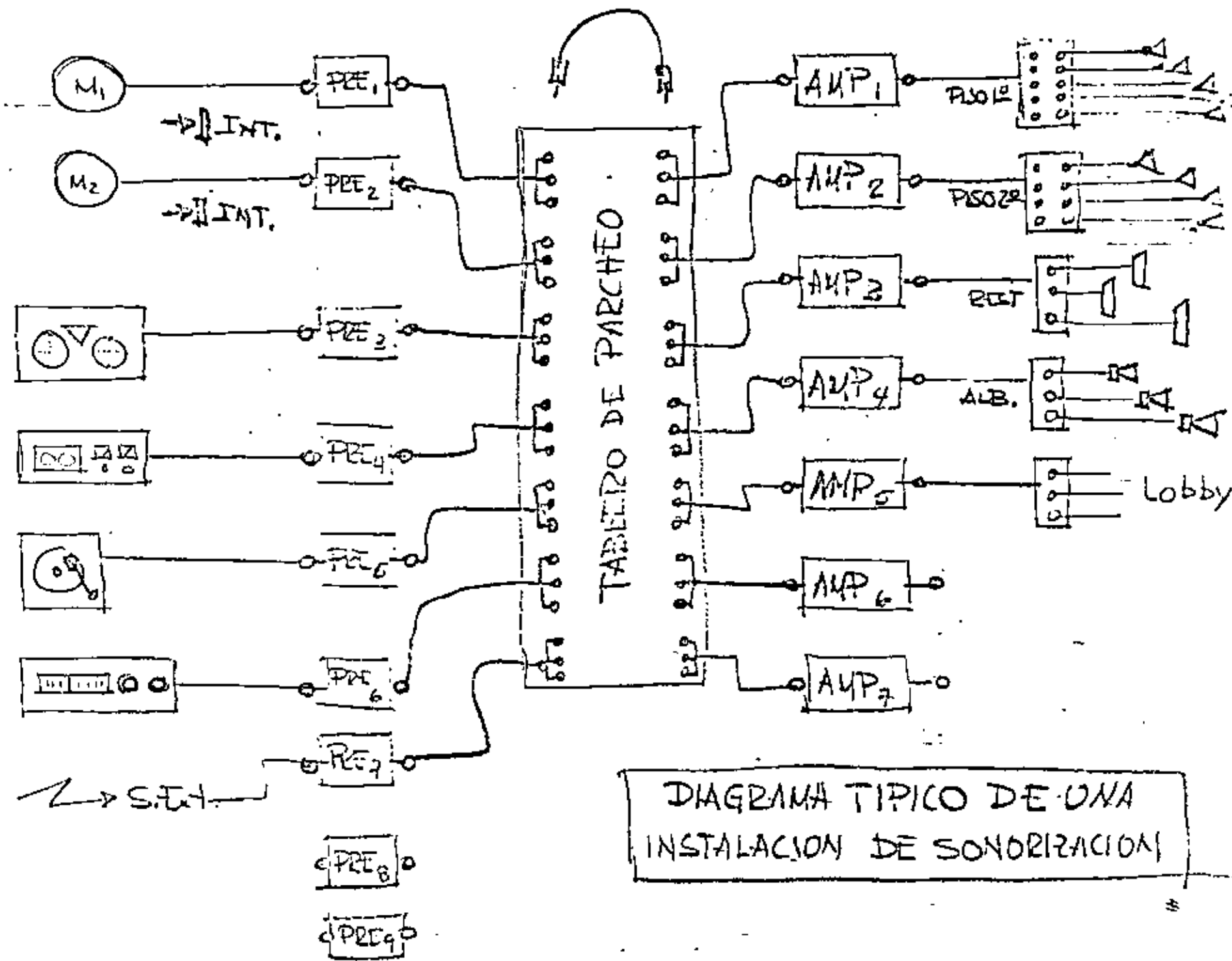
40



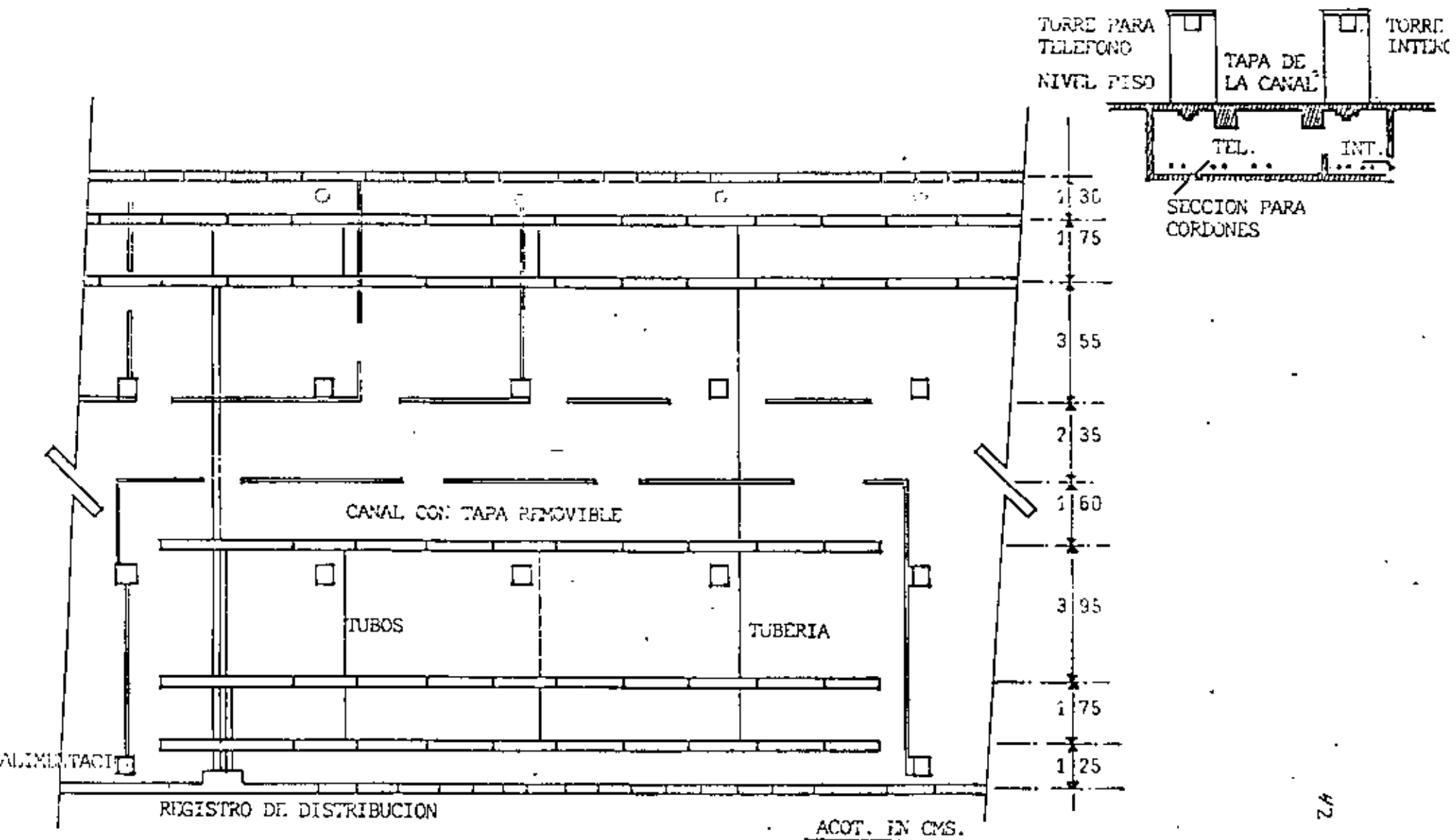
MEZCLA 1:3:3  
 Armor como sigue:  
 D6veda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Pared .20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Acotaciones en centimetros.

SIMBOLOS  
 U Estobón  
 + Alfiler  
 -o- Tuba y soportes

FIG. 14







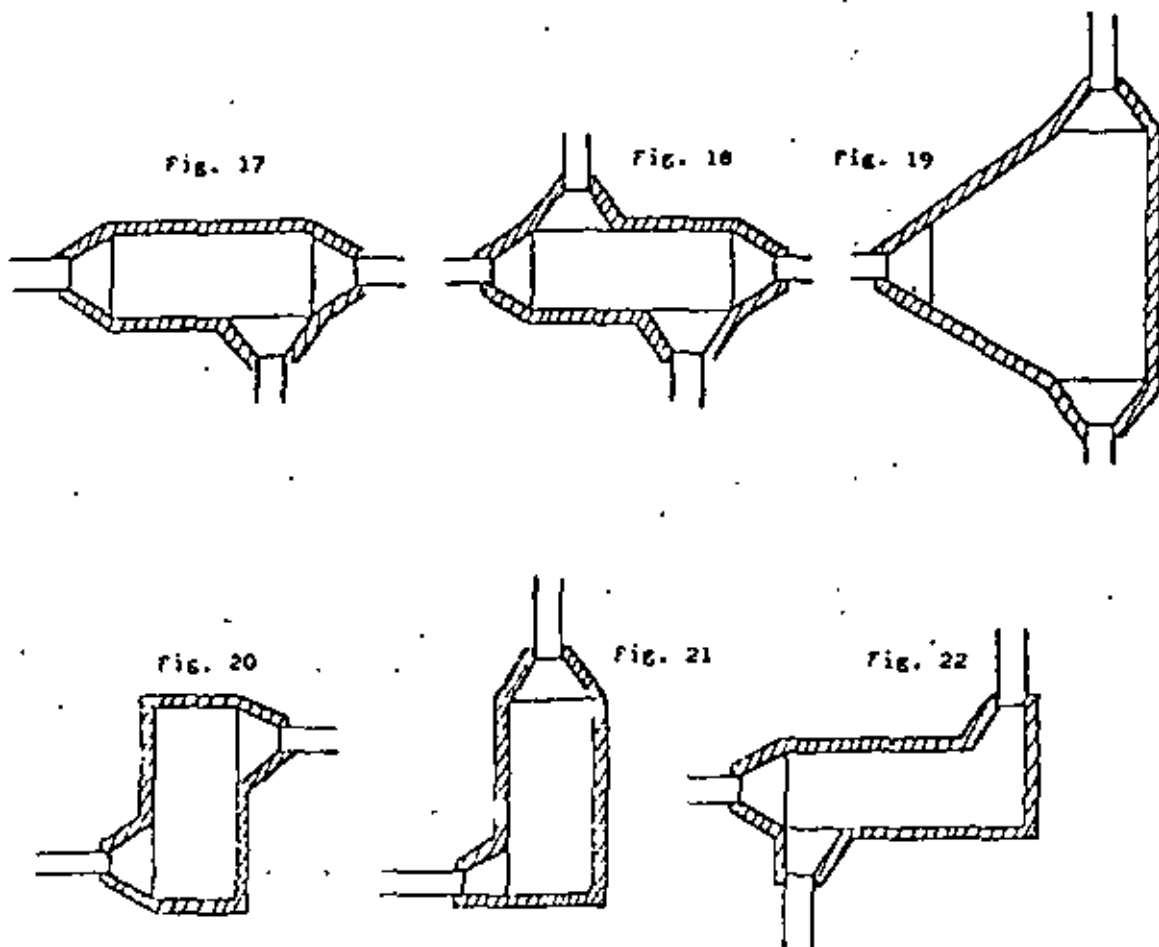
SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL

## 5.3 Datos Complementarios sobre Pozos de Visita

1/3

El pozo mostrado en la Fig. 12 sólo es aplicable a canalización en líneas recta y sin bifurcaciones.

Para los lugares en que se desvíe de la línea recta, se bifurque la canalización o se instale una caja de distribución, se deberá solicitar de Teléfonos de México, S.A. (Dirección de Operación) la información sobre forma y dimensiones de los pozos especiales tales como: Figs. 17 a 22.



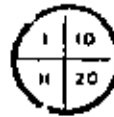
## CAJAS DE DISTRIBUCION

Túnel entre pozo y cajas: - Este no debe exceder de un metro de longitud. Si por alguna circunstancia la distancia entre la caja y el pozo es mayor de un metro, pero menor de 10 metros, se construirá un tramo de canalización de IV-vías y un pozo chico frente a la caja de distribución.

Ubicación: las cajas de distribución se deben colocar a un mínimo de 5 metros del paramento de la esquina y se buscará un lugar que además de ser seguro (no sérvase el tránsito de vehículos y peatones), no sea un estorbo físico o estético.

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS

CANTIDAD DE LOS PARES EN EL GRUPO	NUMERO DEL GRUPO	COLORES DE LOS NILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO
1	10	1 AZUL
11	20	2 AMARILLO
21	30	3 ROJO
31	40	4 VERDE
41	50	5 NARANJA
51	60	6 BLANCO - AZUL
61	70	7 BLANCO - AMARILLO
71	80	8 BLANCO - ROJO
81	90	9 BLANCO - VERDE
91	100	10 BLANCO - NARANJA
101	110	11 NEGRO - AZUL
111	120	12 NEGRO - AMARILLO
121	130	13 NEGRO - ROJO
131	140	14 NEGRO - VERDE
141	150	15 NEGRO - NARANJA
151	160	16 GRIS - AZUL
161	170	17 GRIS - AMARILLO
171	180	18 GRIS - ROJO
181	190	19 GRIS - VERDE
191	200	20 GRIS - NARANJA
201	210	21 MORADO - AZUL
211	220	22 MORADO - AMARILLO
221	230	23 MORADO - ROJO
231	240	24 MORADO - VERDE
241	250	25 MORADO - NARANJA
251	260	26 MARRON - AZUL
261	270	27 MARRON - AMARILLO
271	280	28 MARRON - ROJO
281	290	29 MARRON - VERDE
291	300	30 MARRON - NARANJA



20 PARES  
2 GRUPOS DE 10



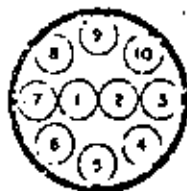
30 PARES  
3 GRUPOS DE 10



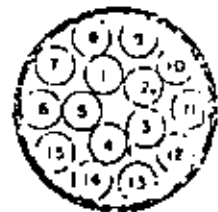
50 PARES  
5 GRUPOS DE 10



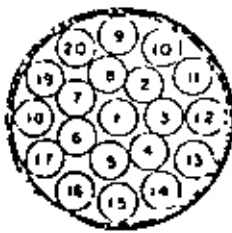
70 PARES  
7 GRUPOS DE 10



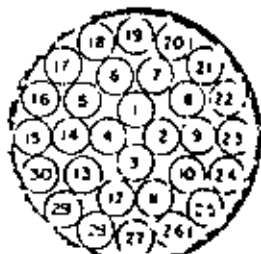
100 PARES  
10 GRUPOS DE 10



150 PARES  
15 GRUPOS DE 10



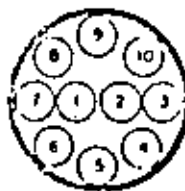
200 PARES  
20 GRUPOS DE 10



300 PARES  
30 GRUPOS DE 10

FIG. 20 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS PARES

PAR	COLORES DEL AISLAMIENTO QUE IDENTIFICAN AL PAR DENTRO DEL GRUPO
1	BLANCO y AZUL
2	BLANCO - AMARILLO
3	BLANCO - ROJO
4	BLANCO - VERDE
5	BLANCO - NARANJA
6	NEGRO - AZUL
7	NEGRO - AMARILLO
8	NEGRO - ROJO
9	NEGRO - VERDE
10	NEGRO - NARANJA

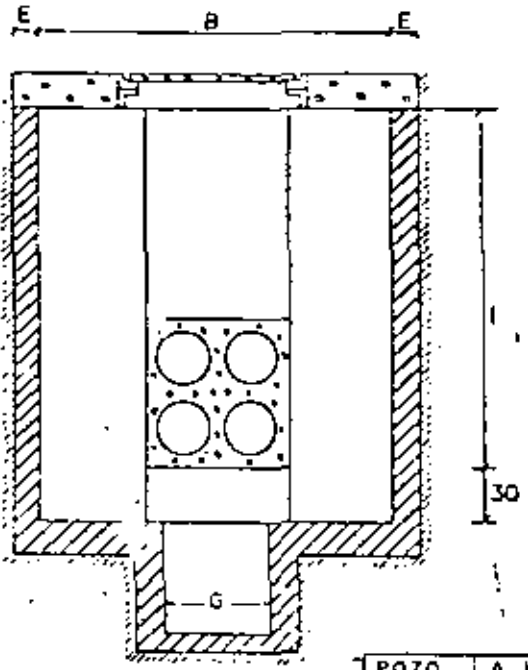
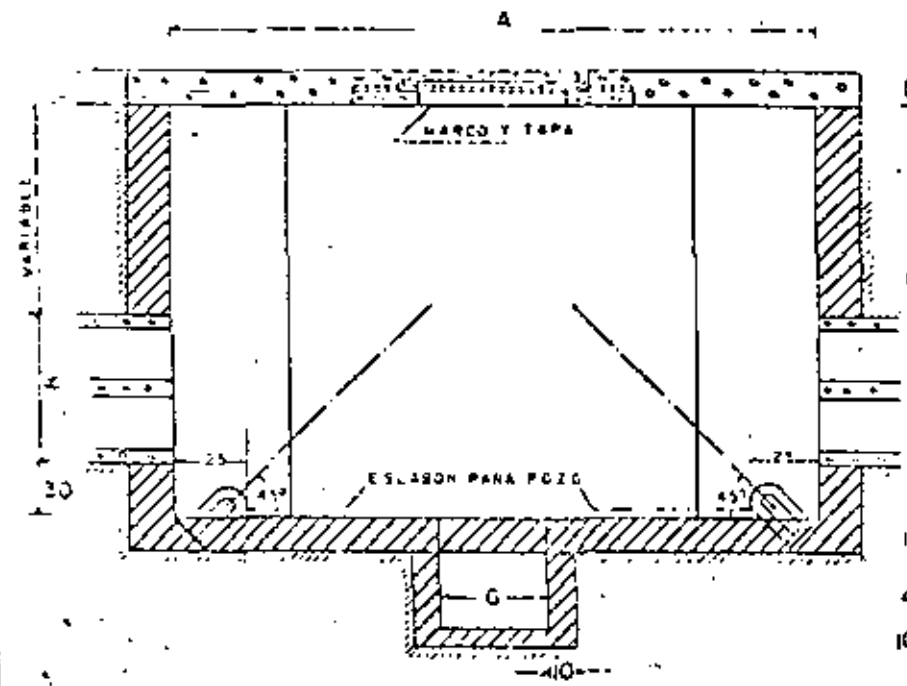
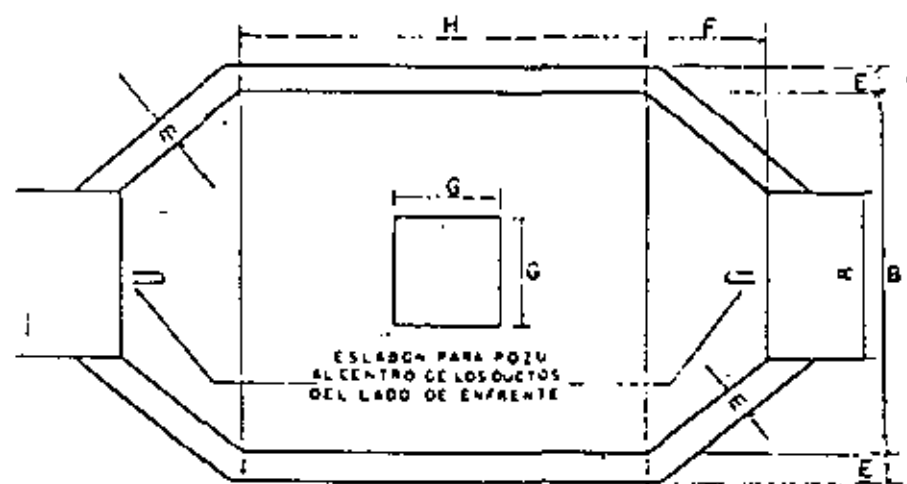


**POZOS EN ARROYO** → La bodega será armada para todos los pozos con varilla de 1/2", emparrillado de 10X10, gancho de 10.  
 Las muras de pozo grande serán armadas con varilla de 1/2", emparrillado 25 X 40, gancho de 10 (Vertical 25 y horizontal 40)

**POZOS EN BANQUETA.** → La bodega de pozo grande será armada con varilla de 3/8", emparrillado 10 X 10 gancho de 10, muras emparrilladas 25 X 40

**MARCOS Y TAPAS.** → a) En banqueta Marco No. Standard \_ 13 423  
 Tapa - " \_ 13 728  
 b) En arroyo Marco - " \_ 13 422  
 Tapa de fierro \_ 13 726

**NOTA**—Las acotaciones están dadas en centímetros



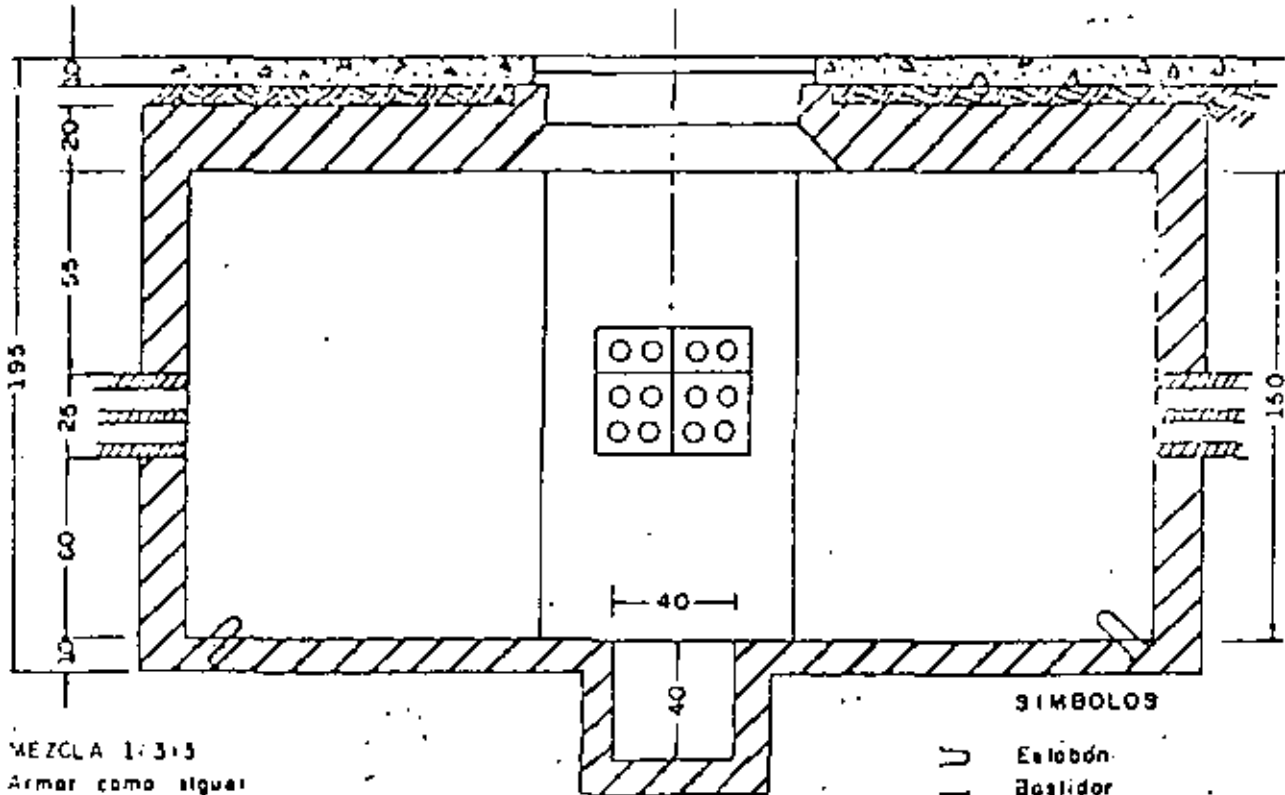
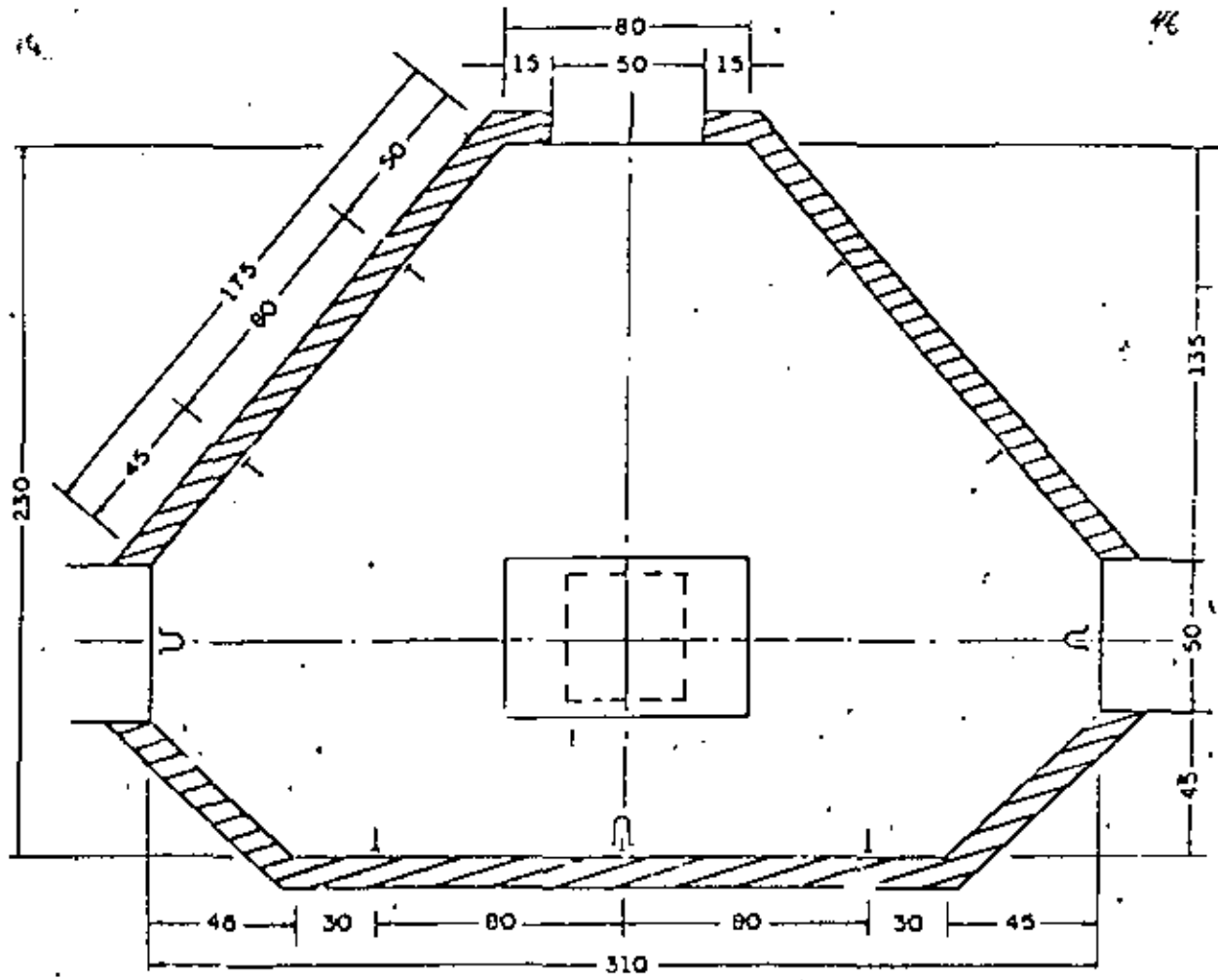
**G = ANCHO O ALTO DE LA SECCION DE DUCTOS**  
 2 VIAS 14.5 X 24.5  
 4 VIAS 24.5 X 24.5

POZO	A	B	C	D	E	F	G	H	I
CHICO	160	80	120	20	10	40	50	60	90
MEDIANO	240	120	120	20	15	60	50	120	90
GRANDE	300	150	150	20	20	75	50	150	120

564627

G-10

INSPECTIVO  
 EDICION  
 PAGINA  
 1 9 2  
 1-A 1967  
 (11)



MEZCLA 1:3:5

Armar como sigue:

D6veda 10 x 10 cm. con varilla 1.27 cm.

Paredes 20 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.

Pisa 20 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.

SIMBOLOS

I U Estab6n  
 Basidor

Anotaciones en centimetros



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

- EL PROYECTO ELECTRICO
- DATOS Y PUNTOS QUE DEBEN CONTENER  
LOS PROYECTOS

FEBRERO, 1983

## CAPITULO 4.- EQUIPO ELECTRICO DIVERSO

- ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- MOTORES.
- TABLEROS.

## CAPITULO 5.- INSTALACIONES ESPECIALES

- LUGARES PELIGROSOS.
- EMERGENCIA.
- ELEVADORES.
- PISCINAS.
- ANUNCIOS.
- SOLDADORAS.

## CAPITULO 6.- SUBESTACIONES:

# PUNTOS PRINCIPALES NUEVAS NORMAS

(2)

## CIRCUITOS DERIVADOS

202.3 SE CLASIFICAN EN CIRCUITOS DE 15, 20, 30, 40 Y 50 AMP.

202.7 CALIBRE MÍNIMO A EMPLEAR # 14 AWG (C) (CARGAS DEFINIDAS); CALIBRE # 12 AWG (C), (CARGAS INDEFINIDAS INCLUYE CIRCUITO DE CONTACTOS).

202.8 CARGAS MÁXIMAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

SERVICIOS NO CONTINUOS  $\leq$  CAPACIDAD DEL CIRCUITO  
(15, 20, 30, 40, ó 50 AMP.)

SERVICIOS CONTINUOS  $\leq$  80% CAPACIDAD DEL CIRCUITO



## CALCULO DE LA CARGA

(3)

204.2 PARA LOS CIRCUITOS DERIVADOS LA CARGA DE ALUMBRADO DEBE CONSIDERARSE AL 100% DE LA CARGA CONECTADA

EN CASAS HABITACION Y HOTELES

SALIDAS DE ALUMBRADO = 125 W.

SALIDAS DE APARATOS (CONTACTOS) = 180 W

CUANDO NO SE CONOZCA CON PRECISION LA CARGA PUEDE EMPLEARSE LA TABLA...

204.2 a.2 (WATTS / m<sup>2</sup>)

204.7 Y 204.8 FACTORES DE DEMANDA

PARA LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES PUEDEN UTILIZARSE LOS FACTORES DE DEMANDA INDICADOS EN LA TABLA -

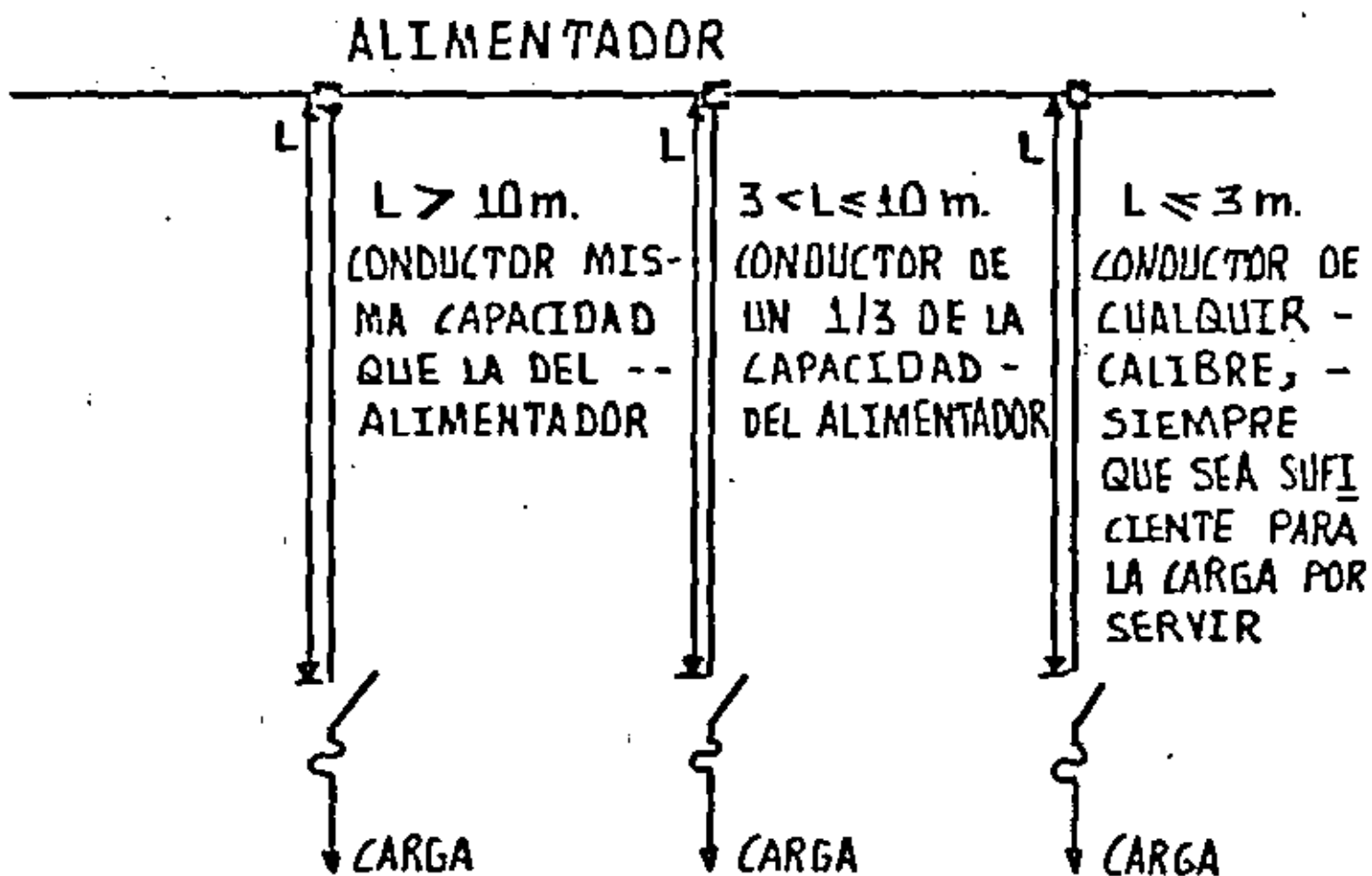
204.8 a

# CIRCUITO ALIMENTADOR

203.2 CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR: NO MENOR A LA CARGA POR SERVIR; FUERZA + ALUMBRADO + CONTACTOS + OTROS APARATOS O EQUIPOS + MAS AUMENTO FUTURO PREVISTO

CALIBRE NO MENOR DEL 10 AWG

## 203.7 DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

(5)

Tabla 204.8 a)  
Factores de demanda para el  
cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

Tipo de Local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador. (*)
Casas habitación	Primeras 3000 watts o menos	100 %
	Exceso sobre 3000 watts	35 %
(**) Hoteles	Primeras 20 000 watts o menos	50 %
	Exceso sobre 20 000 - watts	40 %
(**) Hospitales	Primeras 50 000 watts o menos	40 %
	Exceso sobre 50 000 - watts	20 %
Edificios de oficinas. Escuelas	Primeras 20 000 watts o menos	100 %
	Exceso sobre 20 000 - watts	70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

(\*) Factor de demanda : relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectado al mismo.

(\*\*) Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles - donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, - como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

# PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE ©

205.4 LA PROTECCION DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES

$$V_{\text{PROT}} \leq 1.25 \text{ CAP. COND. DE LOS CONDUCTORES}$$

↑  
TOLERANCIA MAXIMA

205.7 Y 205.8 DEBEN PROTEGERSE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS

NO DEBEN PROTEGERSE LOS CONDUCTORES NEUTROS Y LOS DE PUESTA A TIERRA.

102.7 TODAS LAS PROTECCIONES DEBEN TENER CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA AL PUNTO DE SUMINISTRO.

# CONDUCTORES DE USO GENERAL

(2)

ART.

302.3 DIFERENTES TIPOS DE AISLAMIENTO Y APLICACION [TABLA 302.3]

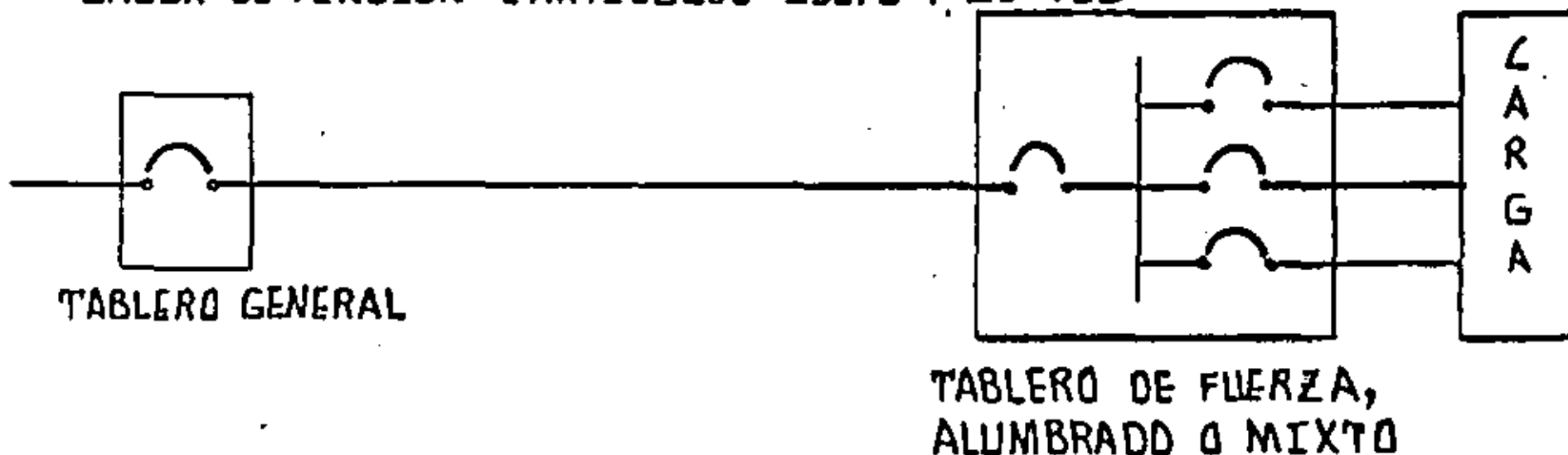
302.4 INDICA AMPACIDAD DE CONDUCTORES POR CALIBRES [TABLA 302.4]

SEÑALA FACTORES DE CORRECCION PARA:

— MAS DE 3 CONDUCTORES EN UNA CANALIZACION CERRADA (TABLA 302.4a) - FACTOR DE AGRUPAMIENTO

— TEMPERATURA POR ENCIMA DE LOS 31 ° C (TABLA 302.4b) - FACTOR DE TEMPERATURA.

# CAIDA DE TENSION (ARTICULOS 202.6 Y 203.3)



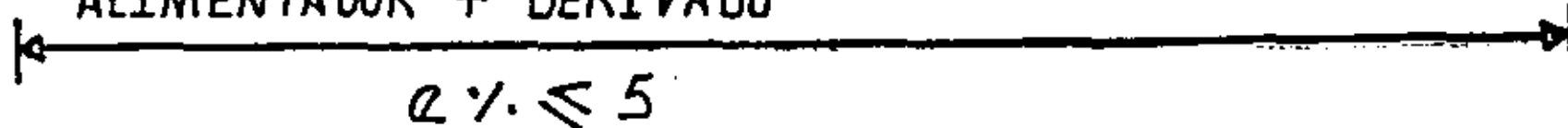
CIRCUITO ALIMENTADOR



$$2\% \leq 3$$

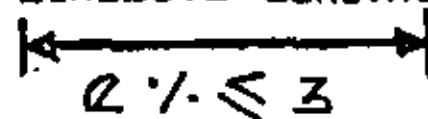
PERO DEBE CUIDARSE QUE :

ALIMENTADOR + DERIVADO



$$2\% \leq 5$$

CIRCUITO DERIVADO



$$2\% \leq 3$$

LA CAIDA DE TENSION REPRESENTA PERDIDAS DE ENERGIA EN  
LOS CONDUCTORES

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule Resistente al calor	RH	75	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
	RHH	90			
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedas y secas
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedas y secas
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedas y secas
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedas y secas
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedas
		90			Aplicaciones especiales en equipo de alumbrado por descarga eléctrica, limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos.

Capacidad de corriente en conductores de cobre aislados

A m p e r e s

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THVN, RUW T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THVN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW (*)	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable(*)	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

(\*) Los tipos EP, y XHHW pueden ser directamente enterrados.



Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados, Amperes

Temperatura máxima del aislamiento	110 °C		125 °C		200 °C	
Tipos	AVA, AVL		AI, SA	AIA	A, AA,	FEPB
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530	---	---
300	345	555	380	590	---	---
350	390	610	420	655	---	---
400	420	665	450	710	---	---
500	470	765	500	815	---	---
600	525	855	545	910	---	---
700	560	940	600	1005	---	---
750	580	980	620	1045	---	---
800	600	1020	640	1085	---	---
900	---	---	---	---	---	---
1000	680	1165	730	1240	---	---

(Véanse las notas de esta tabla en la Hoja 3 siguiente).

Tabla 302.4 a).

(12)

Factores de corrección por agrupamiento

Número de conductores	Por ciento del valor indicado en la Tabla 302.4
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
Más de 42	50

Notas.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.

En el caso de un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente - - equilibrados de tres o más conductores, no se debe afectar su capacidad de corriente con los factores indicados en esta tabla.

Tabla 302.4 b)

Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento					
	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	110 °C	125 °C
40	0.82	0.88	0.90	0.90	0.94	0.95
45	0.71	0.82	0.85	0.85	0.90	0.92
50	0.58	0.75	0.80	0.80	0.87	0.89
55	0.41	0.67	0.74	0.74	0.83	0.86
60	-	0.58	0.67	0.67	0.79	0.83
70	-	0.35	0.52	0.52	0.71	0.76
80	-	-	0.30	0.30	0.61	0.69

# CANALIZACIONES

(13)

SE PRECISAN LOS PUNTOS PRINCIPALES DE

— TUBO METALICO RIGIDO

~ TIPO PESADO Y SEMIPESADO

~ TIPO LIGERO

— TUBO METALICO FLEXIBLE

~ TIPO COMUN

~ TIPO HERMETICO A LIQUIDOS

— TUBO NO METALICO

~ PVC

~ PE

— DUCTOS METALICOS CON TAPA

“ NUEVOS TEMAS ”

— ELECTRODUCTOS

— CHAROLAS

# CANALIZACIONES:

(ART. 301.3)

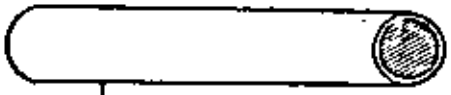
(14)

## OBJETIVOS:

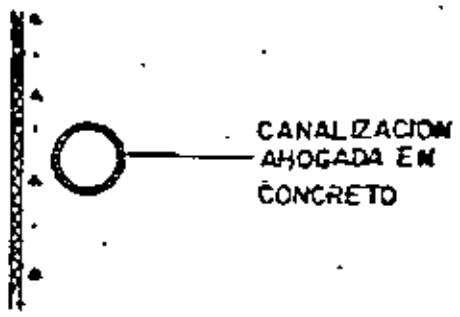
- \_\_\_\_\_ - Proteger a los conductores contra daño mecánico (golpes).
- \_\_\_\_\_ Proteger a los conductores contra los agentes del medio ambiente (humedad, corrosión, luz solar etc.)
- \_\_\_\_\_ Soportar a los conductores.

## EJEMPLOS:

### PROTECCION CONTRA DANO MECANICO



TUBO CONDUIT  
RIGIDO METALICO  
PARED GRUESA  
PROTECCION CON-  
TRA LIQUIDOS.



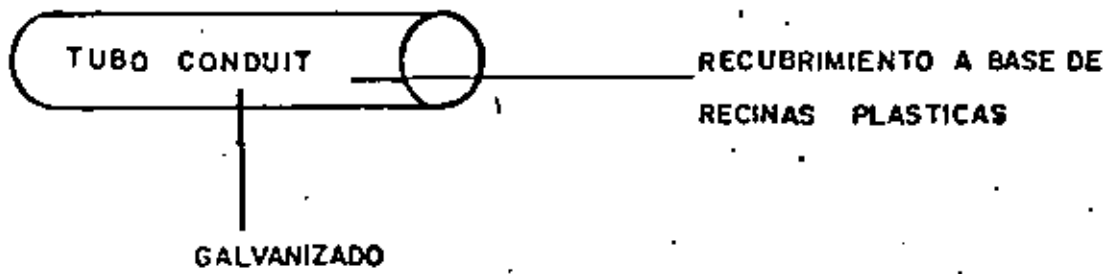
CANALIZACION  
AHOGADA EN  
CONCRETO



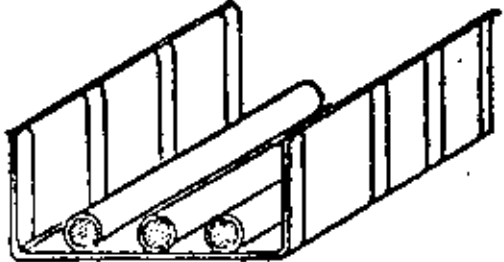
TUBO FLEXIBLE \_\_\_\_\_ HERMETICO A  
(LICUATITE) LOS LIQUIDOS

# PROTECCION CONTRA LA CORROSION:

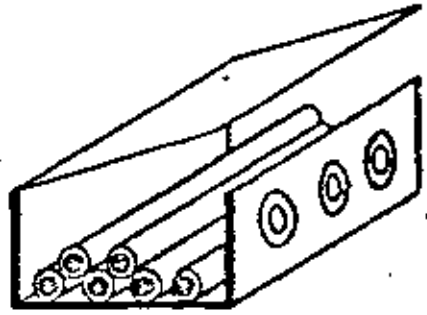
(15)



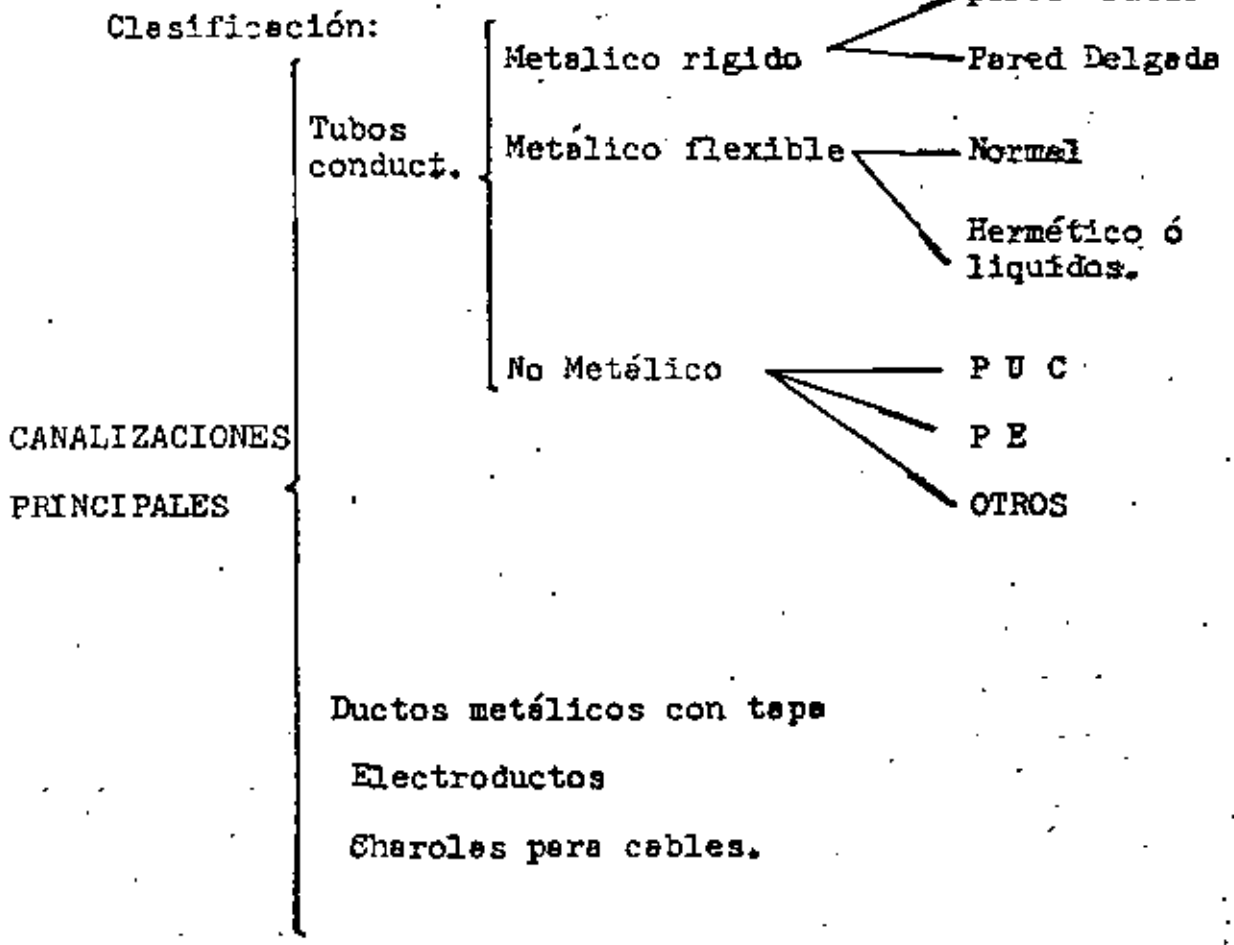
## SORTE DE CONDUCTORES



CHAROLAS DE ACERO O ALUMINIO



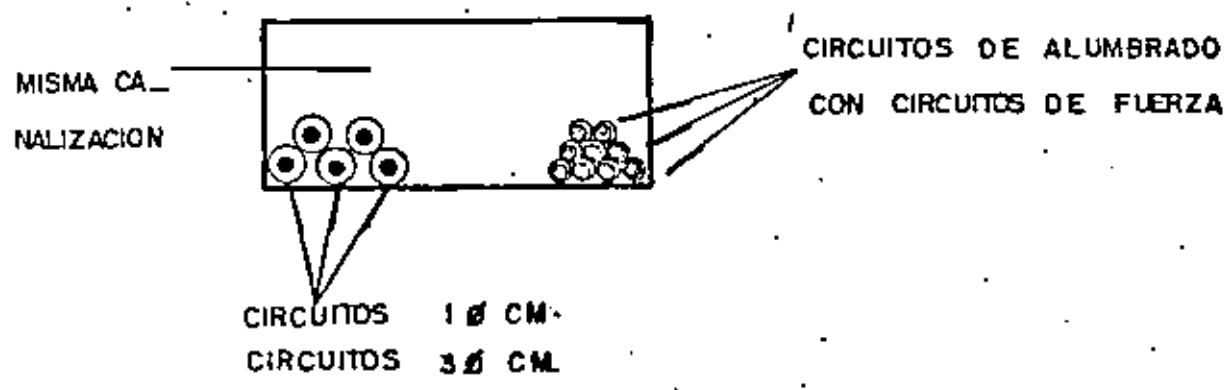
DUCTOS METALICOS CON TAPA EMBSISAGRADA



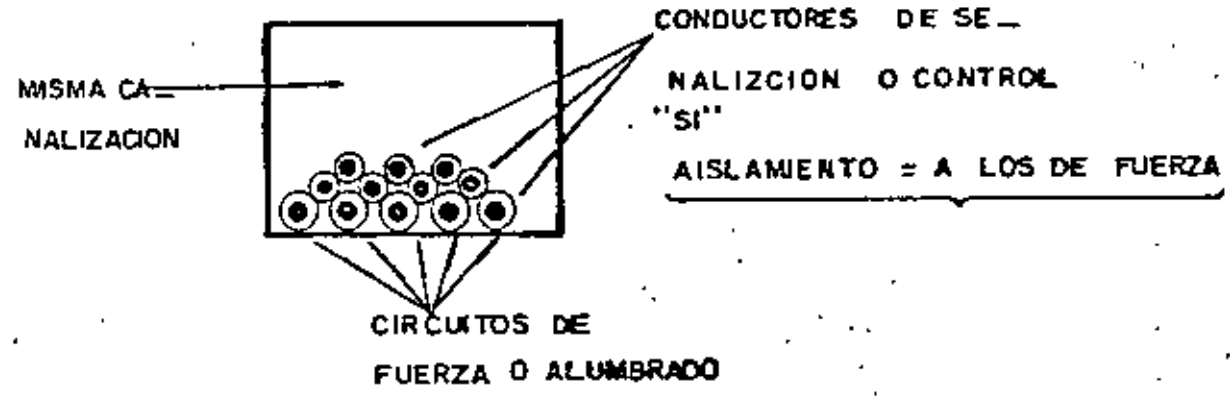
# ARREGLOS PERMITIDO

(16)

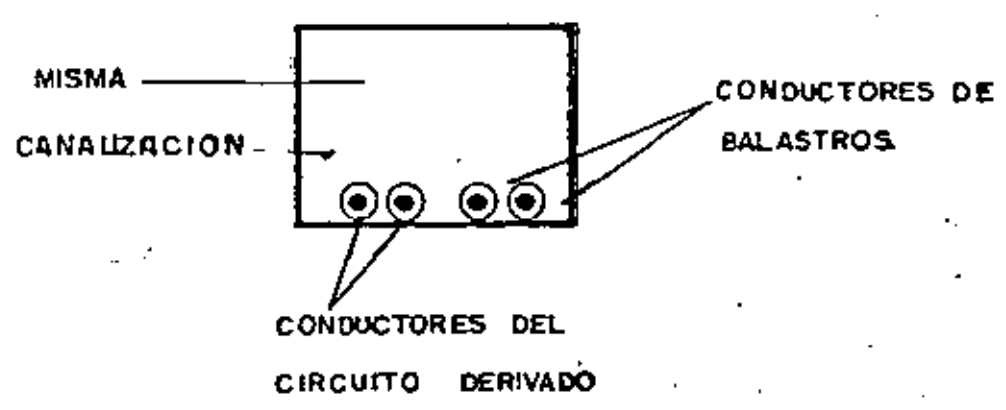
A.-



C.-

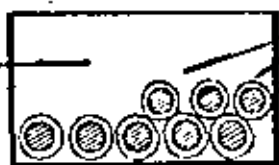


D.-



A.

MISMA CA  
CANALIZACION

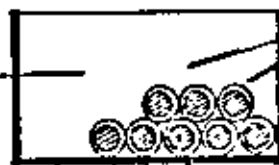


CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE 220V (C.A. o C.D.)

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE 440V (C.A. o C.A.)

B.

MISMA CA  
CANALIZACION

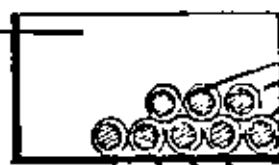


CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.D.

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.A.

C.

MISMA CA  
CANALIZACION

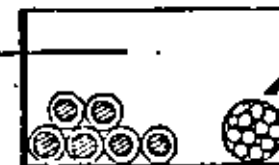


CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.A. 400hz

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.A. 60hz.

D.

MISMA  
CANALIZACION



CONDUCTORES DE UN SISTEMA TELEFONICO (COMUNICACION)

CONDUCTORES DE FUERZA O ALUMBRADO.

## TUBO METALICO RÍGIDO

(18)

Número de conductores ( art. 304.4)

— Los conductores no deben ocupar más del:



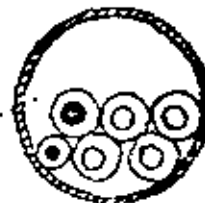
1 Conductor

55 %



2 Conductores

30 %



3 ó más

40 %

Para estimar el área que ocupan los conductores debe tomarse en cuenta:

- Su construcción (alambre o cable)
- Su tipo de aislamiento
- La existencia de cubiertas o pantallas

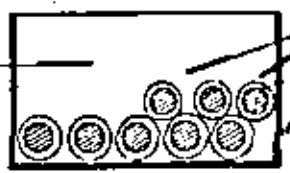
Estos criterios son válidos también para:

- Tubos metálicos flexibles
- Tubos no metálicos
- Ductos metálicos con tapa



A.

MISMA CA  
CANALIZACION

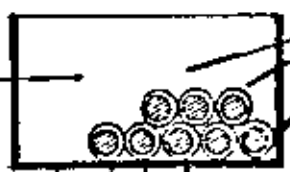


CONDUCTORES DE UN  
SISTEMA DE 220V (C.A. o C.D.)

CONDUCTORES DE UN  
SISTEMA DE 440V (C.A. o C.A.)

B.

MISMA CA  
CANALIZACION

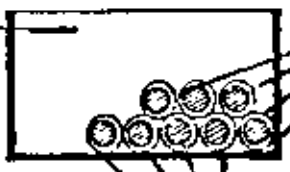


CONDUCTORES DE UN SIS-  
TEMA DE C.D.

CONDUCTORES DE UN SIS-  
TEMA DE C.A.

C.

MISMA CA  
CANALIZACION

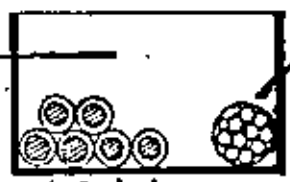


CONDUCTORES DE UN SIS-  
TEMA DE C.A. 400hz

CONDUCTORES DE UN SISTE-  
MA DE C.A. 60hz.

D.

MISMA  
CANALIZACION



CONDUCTORES DE UN SISTEMA  
TELEFONICO (COMUNICACION)

CONDUCTORES DE FUERZA  
O ALUMBRADO.

## TUBO METALICO RIGIDO

(18)

Número de conductores ( art. 304.4)

— Los conductores no deben ocupar más del:



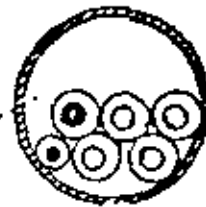
1 Conductor

55 %



2 Conductores

30 %



3 ó más

40 %

Para estimar el área que ocupan los conductores debe tomarse en cuenta:

- Su construcción (alambre o cable)
- Su tipo de aislamiento
- La existencia de cubiertas o pantallas

Estos criterios son validos también para:

- Tubos metálicos flexibles
- Tubos no metálicos
- Ductos metálicos con tapa

Tabla 1.1  
Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro interior (mm)	Área interior total (mm <sup>2</sup> )	Área disponible para conductores (mm <sup>2</sup> )	
mm	ulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	$\frac{1}{2}$	13.81*	196	78	59
19	$\frac{3}{4}$	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	$1\frac{1}{4}$	35.31*	979	392	294
38	$1\frac{1}{2}$	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 106	874	656
63	$2\frac{1}{2}$	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 900	1 431
89	$3\frac{1}{2}$	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

\* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

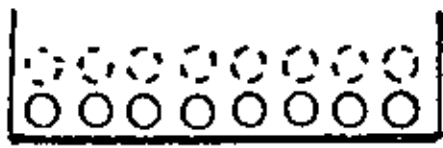
\*\* Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

# DISPOSICIÓN DE CABLES EN CHAROLAS

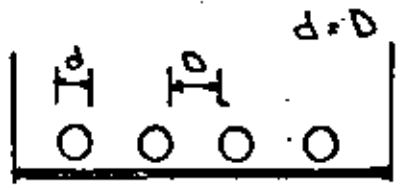
11

a)



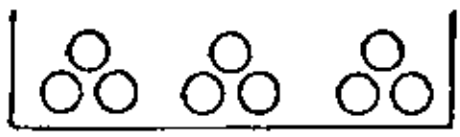
Una o dos capas al descubierto

b)



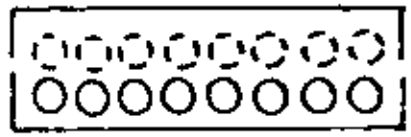
Una capa con espaciamientos

c)



Conductores cuatros por circuito

d)



Una o dos capas con Tapa o cubierta > 1.80 m<sup>2</sup>

e)



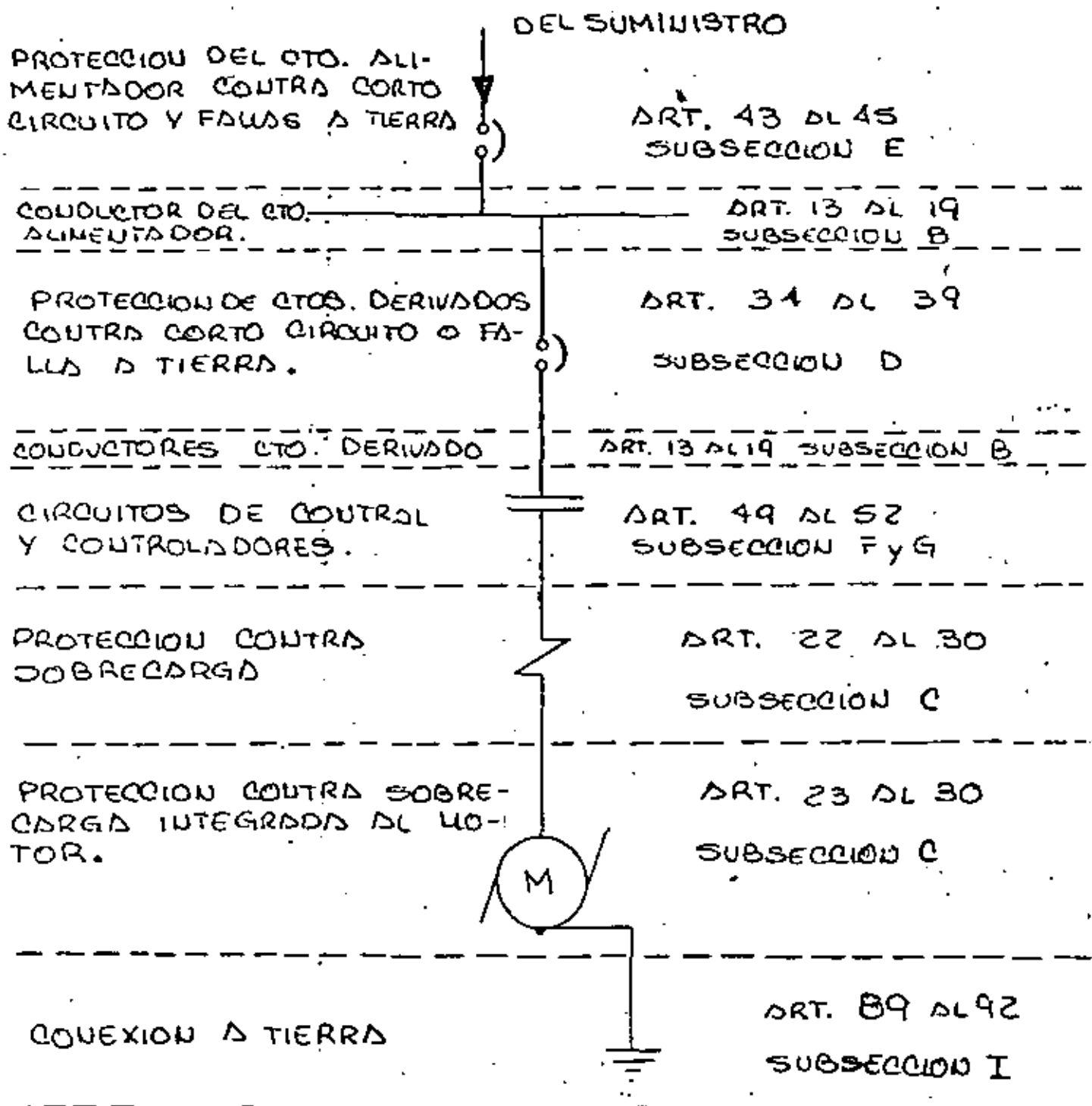
cables multiconductores

- a) Capacidad de Conducción — Al Aire x 0.75
- b) Capacidad de Conducción — Al Aire o Liv. Ab.
- c) Capacidad de Conducción — Al Aire x 0.75
- d) Capacidad de Conducción — Al Aire x 0.7
- e) Capacidad de Conducción — Tabla de Tubería

# SECCION 403. MOTORES

(44)  
(2)

PUNTOS QUE COMPRENDE ESTÁ SECCION



## SUBSECCION - C

(55)

### PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DE MOTORES

TIENE POR OBJETO PROTEGER LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO DERIVADO, QUE SON:

- EL MOTOR.
- LOS APARATOS DE CONTROL.
- LOS CONDUCTORES DEL CTO. DERIVADO.

CONTRA EXCESIVOS CALENTAMIENTOS, DEBIDO A SOBRECARGAS DEL MOTOR.

→ CABE SEÑALAR QUE LA SOBRECARGA **NO** INCLUYE FALLAS DE CORRIENTE DEBIDO A CIRCUITO CORTO O FALLAS A TIERRA.

\* PARA MOTORES DE SERVICIO CONTINUO

→ DE MAS DE 1. C.P.

• SU VALOR NO DEBE SER MAYOR DEL 125% DE LA  $I_{pc}$  DEL MOTOR

• SI EL CRITERIO ANTERIOR RESULTA INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDA A UN TAMAÑO NORMALIZADO PUEDE UTILIZARSE EL TAMAÑO SUPERIOR SI NO EXCEDE DEL 170% DE LA  $I_{pc}$  DEL MOTOR.

# MOTORES

(23)

REGLAS NUEVAS O ADICIONES PARA :

403.3 - IDENTIFICACION [PLACA DE DATOS]

403.14 - SELECCION DE CONDUCTORES PARA  
UN SOLO MOTOR — TIPOS DE SERVICIO Y RE-  
GIMEN DE CARGA [TABLA 403.14]

403.23 - PROTECCION CONTRA SOBRECARGA  
INDIVIDUAL VALOR  $\leq 125\% I_N$

403.35 - PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO :

FUSIBLES CONVENCIONALES  
INT. TERMOMAGNETICOS }  $400\% I_N$

FUSIBLES DOBLE ELEMENTO —  $225\% I_N$

INT. DISPARO INSTANTANEO —  $1300\% I_N$

403.66 - ARRANQUE A TENSION REDUCIDA  
MOTORES  $> 10$  C.F.

Excepciones: CUANDO NO CAUSEN DISTURBIOS  
CUANDO EXISTA SUBESTACION  
DEL USUARIO

FACTORES PARA SELECCIONAR LOS CONDUCTORES PARA MOTORES QUE NO SEAN DE SERVICIO CONTINUO.

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA.	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.			
	REGIMEN DE TRABAJO PARA EL CUI FUE DISEÑADO EL MOTOR.			
	5 MINUTOS	15 MINUTOS	30 Y 60 MINUTOS	CONTINUO
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	—
INTERMITENTE: Ascensores y Montacargas, Máquinas-Herramientas, Bombas, Puentes Levadizos, o giratorios, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco véase el artículo 518.12 U.T.I.E.)	85	85	90	140
PERIODICO: Rodillos, Máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	110	120	150	200



Tabla 404.94

Corriente a plena carga en amperes de motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1½	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7½	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 404.95

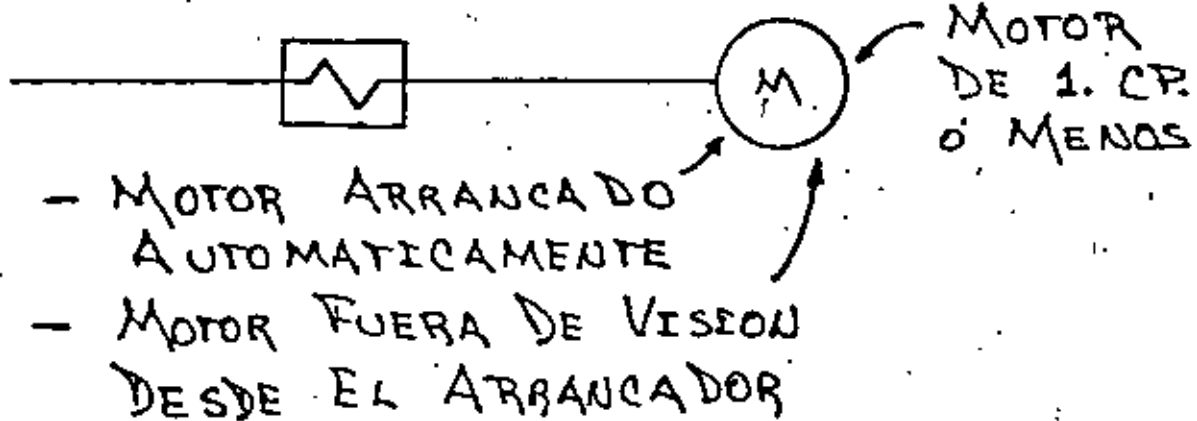
Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P.	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (amperes)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (amperes)		
	220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.8	1.9				
1 1/2	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7 1/2	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	45.0	22.0				
20	56.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	109.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14
100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	-	158	29
200	502.0	251.0	47	-	210	38

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también — normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

→ MOTORES DE 1 C.P. Ó MENOS (ARRANQUE AUTOMÁTICO) (23)

DEBEN PROTEGERSE CONTRA SOBRECARGA IGUAL QUE LOS MOTORES DE MAS DE 1 C.P.



→ PARA MOTORES DE SERVICIO NO CONTINUO

- NO REQUIEREN PROTECCION CONTRA SOBRECARGA PUES PUEDEN CONSIDERARSE PROTEGIDOS POR EL DISPOSITIVO CONTRA CIRCUITO CORTO DEL CTO. DERIVADO.

DISPOSITIVOS QUE NO SEAN FUSIBLES PARA LA PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DE UN MOTOR, NUMERO MINIMO DE UNIDADES Y SU COLOCACION :

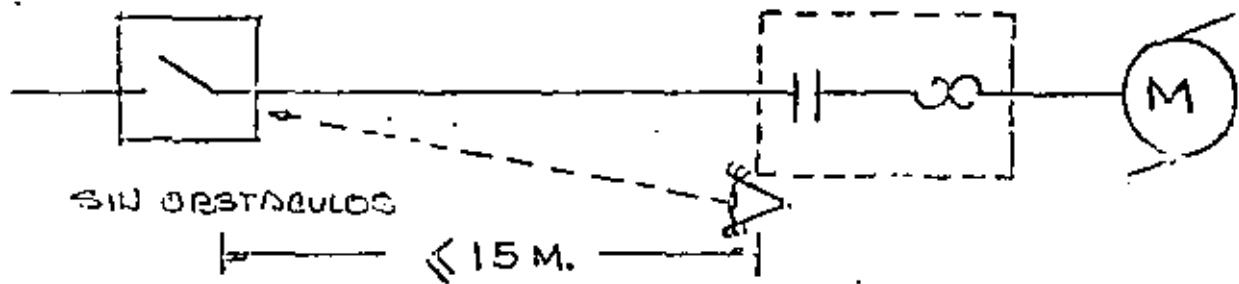
CLASE DE MOTOR	No. Y UBICACION DE UNIDADES DE SOBRECARGA QUE NO SEAN FUSIBLES
- 2 $\phi$ , 2 HILOS	- UNA EN CUALQUIERA DE LOS CONDUCTORES.
- 1 $\phi$ , 2 HILOS	- UNA EN EL CONDUCTOR NO PUESTO A TIERRA.
- 2 $\phi$ , 3 HILOS	- UNA EN CADA CONDUCTOR NO PUESTO A TIERRA.
- 3 $\phi$ , (CUALQUIERA)	- 2 , EN DOS CONDUCTORES CUALESQUERA , EXCEPTO EL NEUTRO

# SUBSECCION - D

## PROTECCION INDIVIDUAL CONTRA CORTO CIRCUITOS Y FALLAS A TIERRA.

I <sub>NPC</sub> MOTOR	PORCENTAJE A APLICAR PARA SELECCIONAR LA PROTECCION		
	FUSIBLES S/ RETARDO DE TIEMPO E INT. DE - TIEMPO - INVERSO	FUSIBLES C/ RETARDO DE TIEMPO	INTERRUPTOR DESPARO INSTANTANEO
> 6 Amp.	400 %	225 %	1300 %
≤ 6 Amp.    DISPOSITIVO ≤ 20 AMP.			

\* EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE ESTAR A LA VISTA (31) DESDE EL CONTROLADOR Y SER ACCESIBLE :

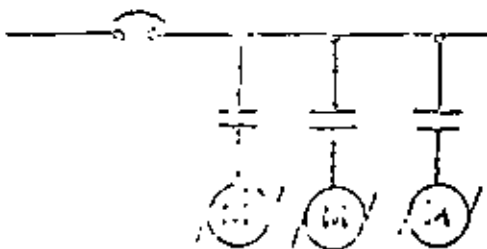


- CADA MOTOR DEBE CONTAR CON SU PROPIO MEDIO DE DESCONEXION.

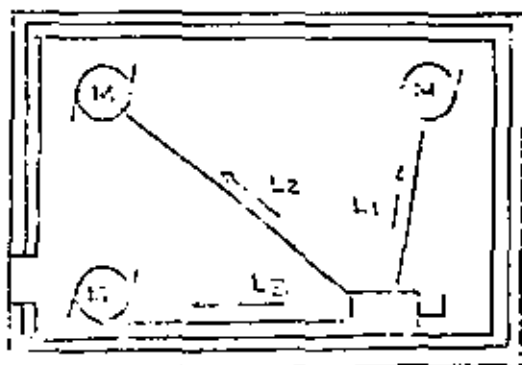
EXCEPTO SI :



VARIOS MOTORES FORMAN PARTE DE UNA SOLA MAQUINA.



VARIOS MOTORES ESTAN PROTEGIDOS POR UNA SOLA PROTECCION CONTRA CORTO-CIRCUITOS.



ESTAN EN UN MISMO LOCAL Y SON VISIBLES DESDE EL DESCONEXIONADOR.

$L_1, L_2 \text{ y } L_3 \le 15 \text{ metros.}$

(31)

CAPACIDAD Ó AJUSTE MÁXIMOS DE LOS  
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE  
LOS CIRCUITOS DERIVADOS DE  
MOTORES CONTRA  
CORTOS CIRCUITOS  
(SEGUN N.E.C.).

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA $I_{sc}$ .			
	FUSIBLE SIN RETARDO DE TIEMPO	FUSIBLE CON RETARDO DE TIEMPO	INT. AUTO. TIPO INST.	INT. TIEMPO INVERSO
- UNA FASE, TODOS LOS TIPOS SIN LETRA DE CÓDIGO....	300	175	700	250
- TODOS LOS MOTORES DE C.A., 1Ø y POLIFÁSICOS, JAULA DE ARDELLA Y SINCROSOS (*) CON ARRANQUE DIRECTO A RESISTENCIA O REACTANCIA				
• SIN LETRA DE CÓDIGO ....	300	175	700	250
• LETRA DE CÓDIGO F a V....	300	175	700	250
• LETRA DE CÓDIGO B a E....	250	175	700	200
• LETRA DE CÓDIGO A.....	150	150	700	150
(CONT.)	⋮	⋮	⋮	⋮

(\*) LOS MOTORES SINCROSOS DE BAJO PAR Y BAJA VELOCIDAD (MENOR DE 150 rpm). QUE ARRANQUEN EN VACÍO NO REQUIEREN UNA CAPACIDAD DE FUSIBLE O INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAYOR DEL 200% DE LA  $I_{sc}$

(CONT.)

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA I <sub>p.c.</sub>			
	FUSIBLE SIN RETARDO DE TIEMPO	FUSIBLE CON RETARDO DE TIEMPO	INT. AUTO. TIPO INST.	INT. TIEMPO INVERSO
- MOTORES DE C.A., 1Ø Y POLIFÁSICOS, JAULA DE ARDILLA Y SINCROSOS (*) CON ARRANQUE POR AUTO-TRANSFORMADOR :				
• NO MAS 30A SIN LETRA C...	250	175	700	200
• MAS DE 30A SIN LETRA C...	200	175	700	200
LETRA DE CODIGO F a V ...	250	175	700	200
LETRA DE CODIGO B a E ...	200	175	700	200
LETRA DE CODIGO A .....	150	150	700	150
- JAULA DE ARDILLA ALTA REACT.				
• NO MAS DE 30A SIN L. COD.	250	175	700	250
• MAS DE 30A SIN L. COD.	200	175	700	200
•				
- ROTOR DEVANADO SIN L. C.	150	150	700	150
- MOTORES DE C.D. (VOLTAJE CONSTANTE)				
• NO MAS DE 50 C.P. SIN L.C.	150	150	250	150
• MAS DE 50 C.P. SIN L.C.				



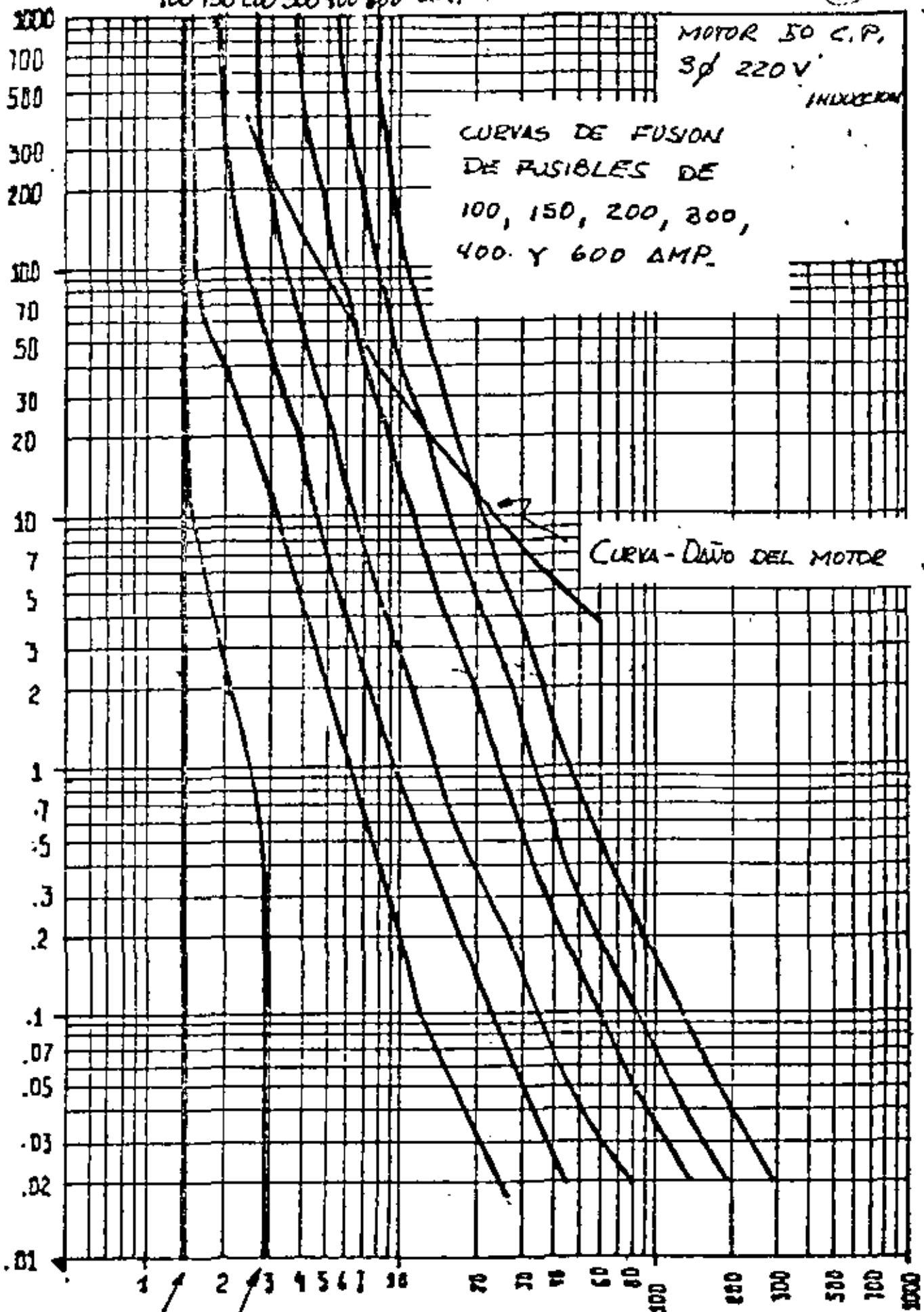
100 150 200 300 400 600 AMP

MOTOR 50 C.P.,  
3φ 220V  
INDUSTRIAL

CURVAS DE FUSION  
DE FUSIBLES DE  
100, 150, 200, 300,  
400 Y 600 AMP.

CURVA - DAÑO DEL MOTOR

TIEMPO EN SEGUNDOS



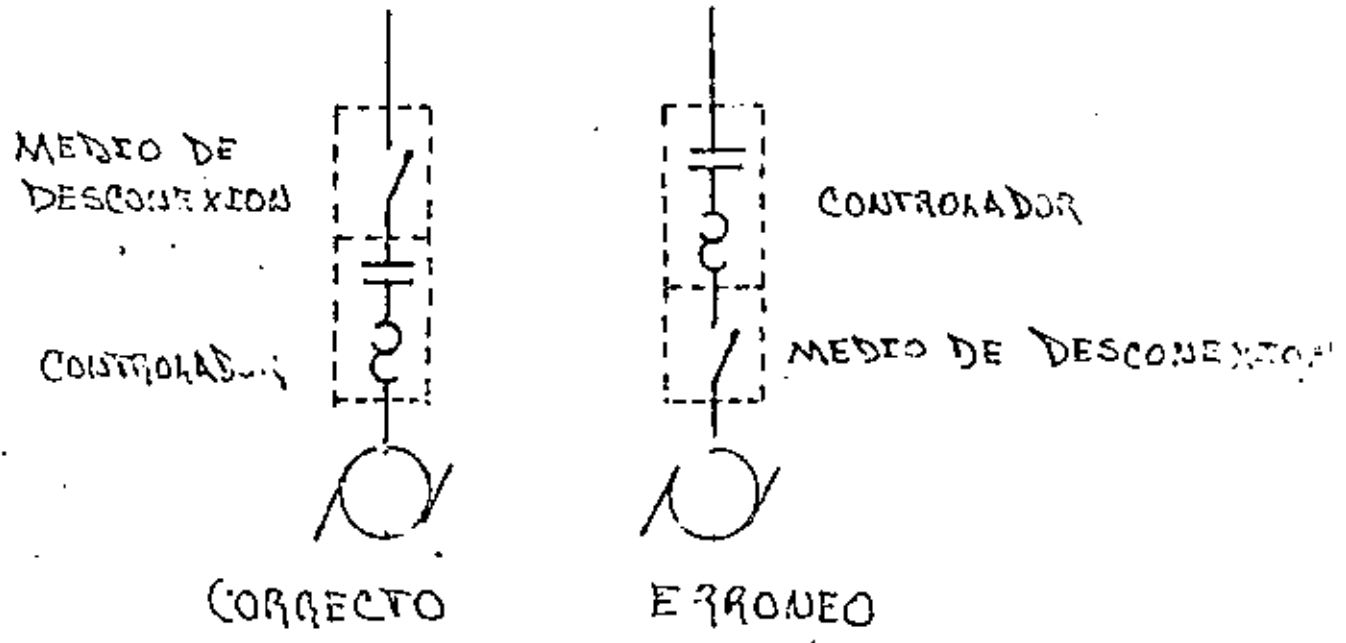
CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR

CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR

CORRIENTE - AMPS. x 100.

EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE CUMPLIR CON

- TENER UNA CAPACIDAD  $\geq 115\%$   $I_{pc}$  DEL MOTOR
- INDICAR LA POSICION DE ABIERTO Y CERRADO
- PUEDE DESCONECTAR EL CONDUCTOR DE TIERRA SOLO SI DESCONECTA SIMULTANEAMENTE - TODO LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO
- DEBE DESCONECTAR TANTO AL MOTOR COMO AL CONTROLADOR :



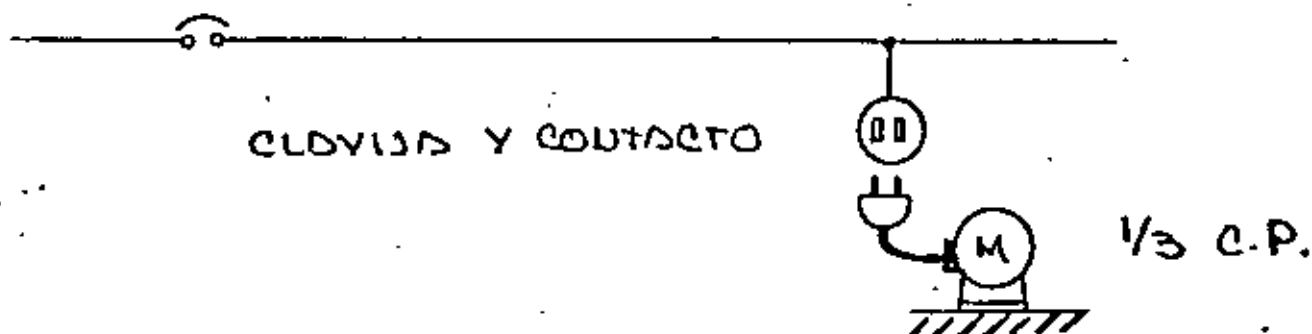
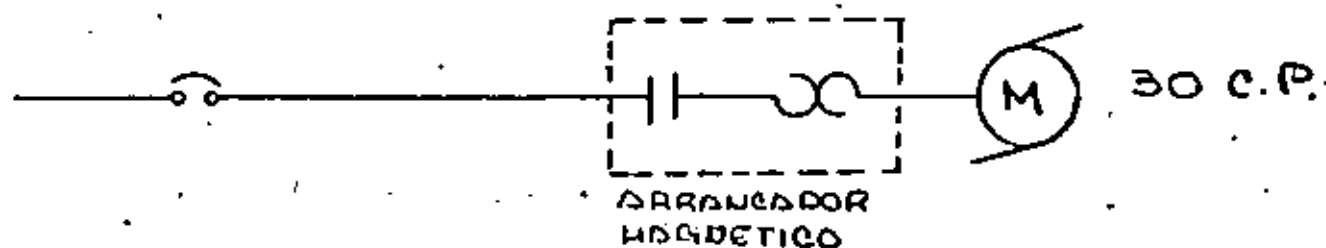
PODE ESTAR AROJADO EN LA MISMA CARRERA QUE EL CONTROLADOR.

## SUBSECCIONES F Y G

CONTROLADOR - DISPOSITIVO QUE SE UTILIZA PARA ARRANCAR Y PARAR UN MOTOR. (3.5)

PUEDE SER :

- ARRANCADOR MAGNETICO.
- INTERRUPTOR DE NAVAJAS.
- CLAVIJA Y CONTACTO.
- APAGADOR.
- PROTECCION DEL CIRCUITO.

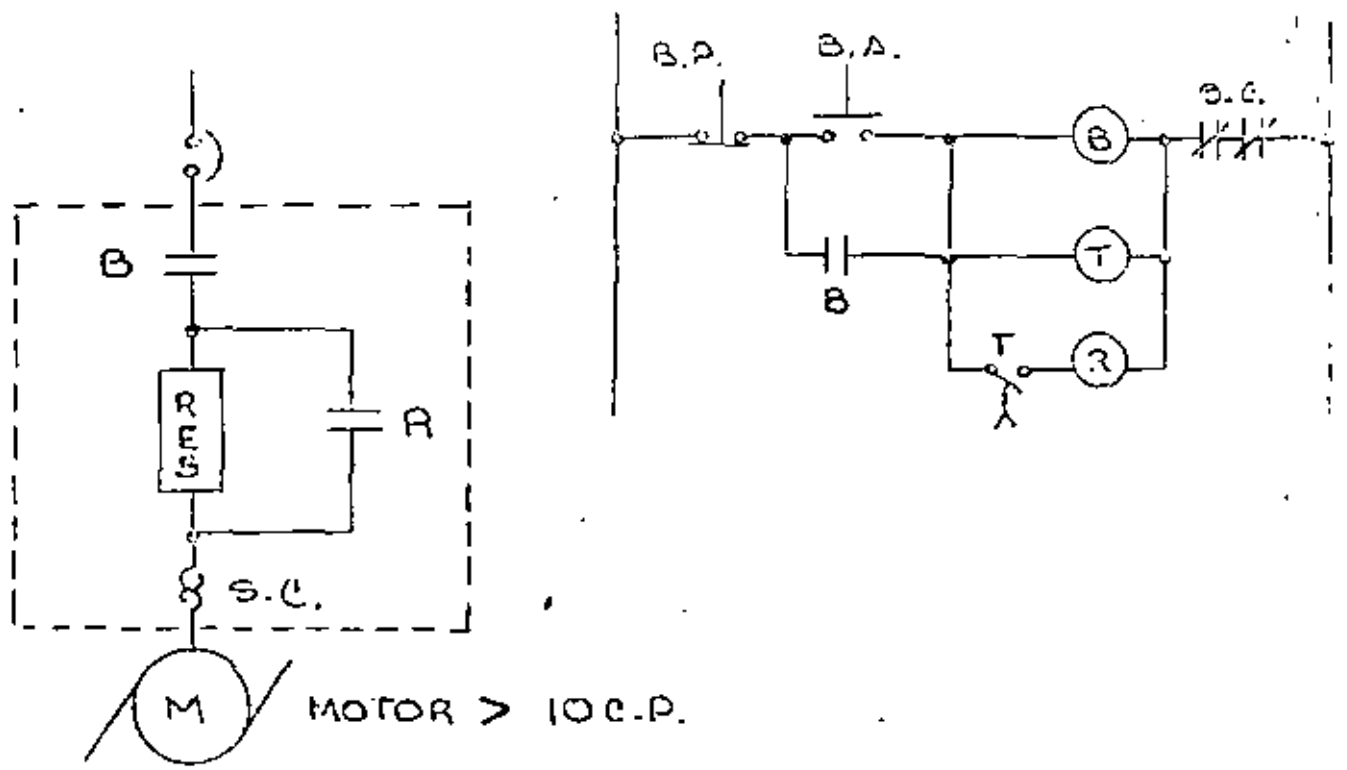


# REDUCCION DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE EN BAJA TENSION. (36)

## ACOMETIDAS EN BAJA TENSION.

LOS MOTORES MAYORES DE 10 C.P. DEBEN TENER UN CONTROLADOR QUE REDUZCA LA CORRIENTE DE ARRANQUE.

EJEMPLO :



## ACOMETIDAS EN ALTA TENSION.

EN SISTEMAS SUMINISTRADOS A TRAVES DE SUBESTACIONES CON CAPACIDAD SUFICIENTE, PUEDEN USARSE CONTROLADORES A TENSION PLENA EN MOTORES DE CUALQUIER CAPACIDAD.

# TABLA DE CAPACIDADES DE ARRANCADORES MAGNETICOS

(32)

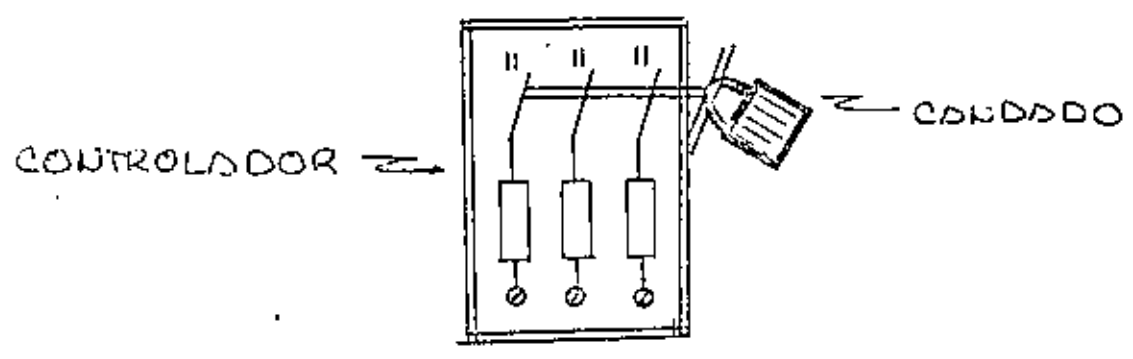
600 VOLTS MAX. C.A.

60 Hz.

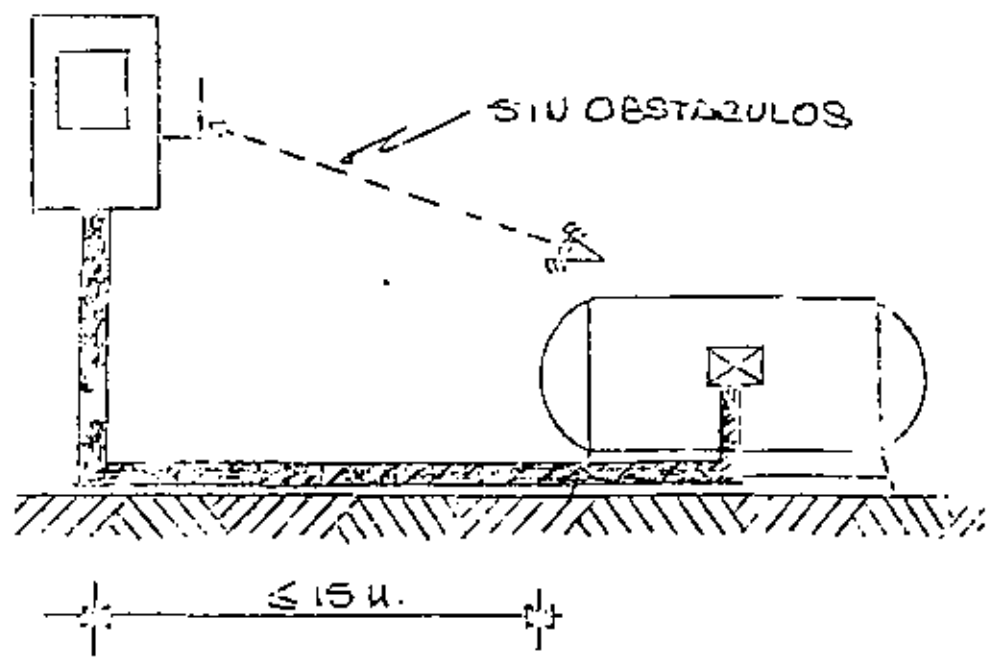
Nº POLOS	TAMAÑO	VOLTS	H. P.	
			3 F	1 F
2	0	110	~	1
		220	~	2
	1	110	~	2
		220	~	3
	1P	110	~	3
		220	~	5
3	0	110	2	1
		220	3	2
		440	5	~
	1	110	3	2
		220	7.5	3
		440	10	~
	2	110	7.5	3
		220	15	7.5
		440	25	~
	3	110	15	7.5
		220	30	15
		440	50	~
	4	220	50	~
		440	100	~
	5	220	100	~
		440	200	~
	6	220	200	~
		440	400	~
7	220	300	~	
	440	600	~	
8	220	450	~	
	440	900	~	

MOTOR QUE NO ESTE A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR, DEBE REUNIR CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES.

- DISPOSITIVOS PARA ASEGURAR EN LA POSICION DE ABIERTO AL CONTROLADOR.



- MEDIO DE DESCONEXION A LA VISTA DEL MOTOR.



# CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL MOTOR. (39)

- DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR LA MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA.
- PUEDE SER AISLADO O DESNUDO
- PUEDE SER DE ALUMINIO O COBRE
- PUEDE SER CABLE O ANILLO
- PUEDE SER LA PRIMA (ANILLO)

PARA SELECCIONAR EL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL MOTOR SE SUPONE:

RESISTENCIA DEL MOTOR

CALIBRE DEL CONDUCTOR (Cu)

RESISTENCIA DEL MOTOR	CALIBRE DEL CONDUCTOR (Cu)	AVIS
≤ 20 . Amp	14	AVIS
30 "	12	"
35 - 40 "	10	"
70 - 100 "	8	"
110 - 200 "	6	"
225 - 400 "	4	"
280 - 500 "	3	"
375 - 600 "	2 1/2	"
450 "	2 1/4	"
525 "	2 1/4	"

# PUESTA A TIERRA

DET.

(40)

206.5 SISTEMAS DE:

1 $\phi$ , 2H, 127 V ; 2 $\phi$ , 3H, 220/127 V

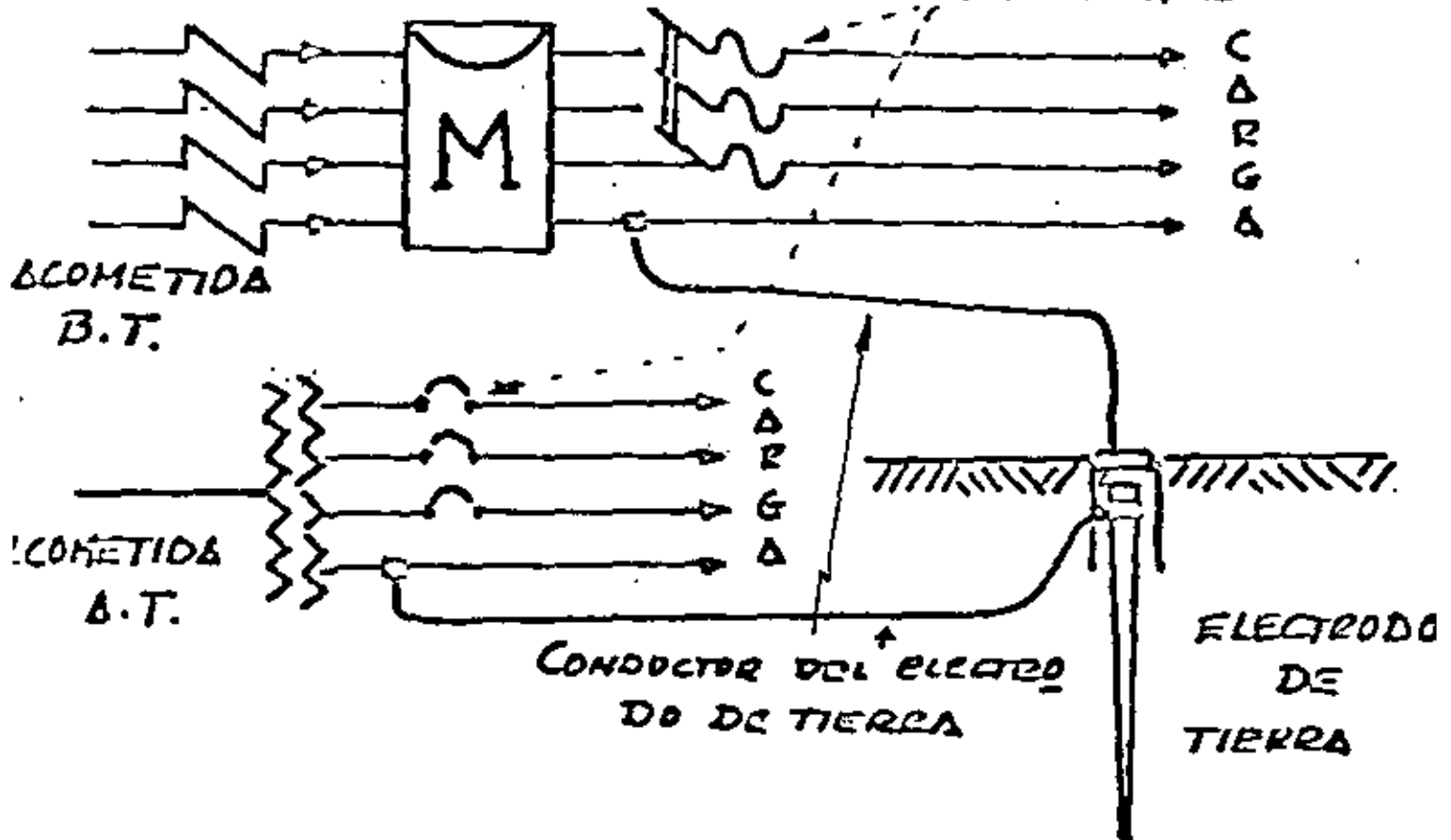
3 $\phi$ , 4H, 220/127 V ; 3 $\phi$ , 4H, 440/254 V

3 $\phi$ , 4H, 480/277 V ; 1 $\phi$ , 3H, 240/120 V

DEBEN CONECTARSE A TIERRA [NEUTRO SISTEMA]

206.13 LOCALIZACION DE LA CONEXION A TIERRA

MEDIO DE DESCONEXION PRINCIPAL





puesta a tierra.....

ART.

206.21

PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS

- ☐ TUBO CONDUIT
- ☐ DUCTO CON TAPA
- ☐ ELECTRODUCTO
- ☐ CHAROLA
- ☐ ARMADURA DE CABLES

206.26 y 206.27 PUESTA A TIERRA DE EQUIPO

- TENSION MAYOR DE 150 VOLTS A TIERRA
- EQUIPO EN LUGARES HUMEDOS O MOJADOS
- EQUIPOS EN AREAS PELIGROSAS
- ELEVADORES Y GRUAS
- ARMAZONES DE GENERADORES
- TABLES DE PISO Y PARED
- ANUNCIOS LUMINOSOS
- CUBIERTAS, RESGUARDOS O DIVISIONES METALICAS.

puesta a tierra.....

ART.

(42)

206.29 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS CONECTADOS MEDIANTE CORDON Y CLAVIJA :

■ Refrigeradores, Aire acondicionado, congeladores, lavadoras, maquinas lavaplatos, etc.

■ herramientas y aparatos portátiles de sujeción manual.

206.37 MEDIO DE PUESTA A TIERRA. PUEDE EMPLEARSE :

— LA CANALIZACION METALICA

— CONDUCTOR ADICIONAL (TABLA 206.58)

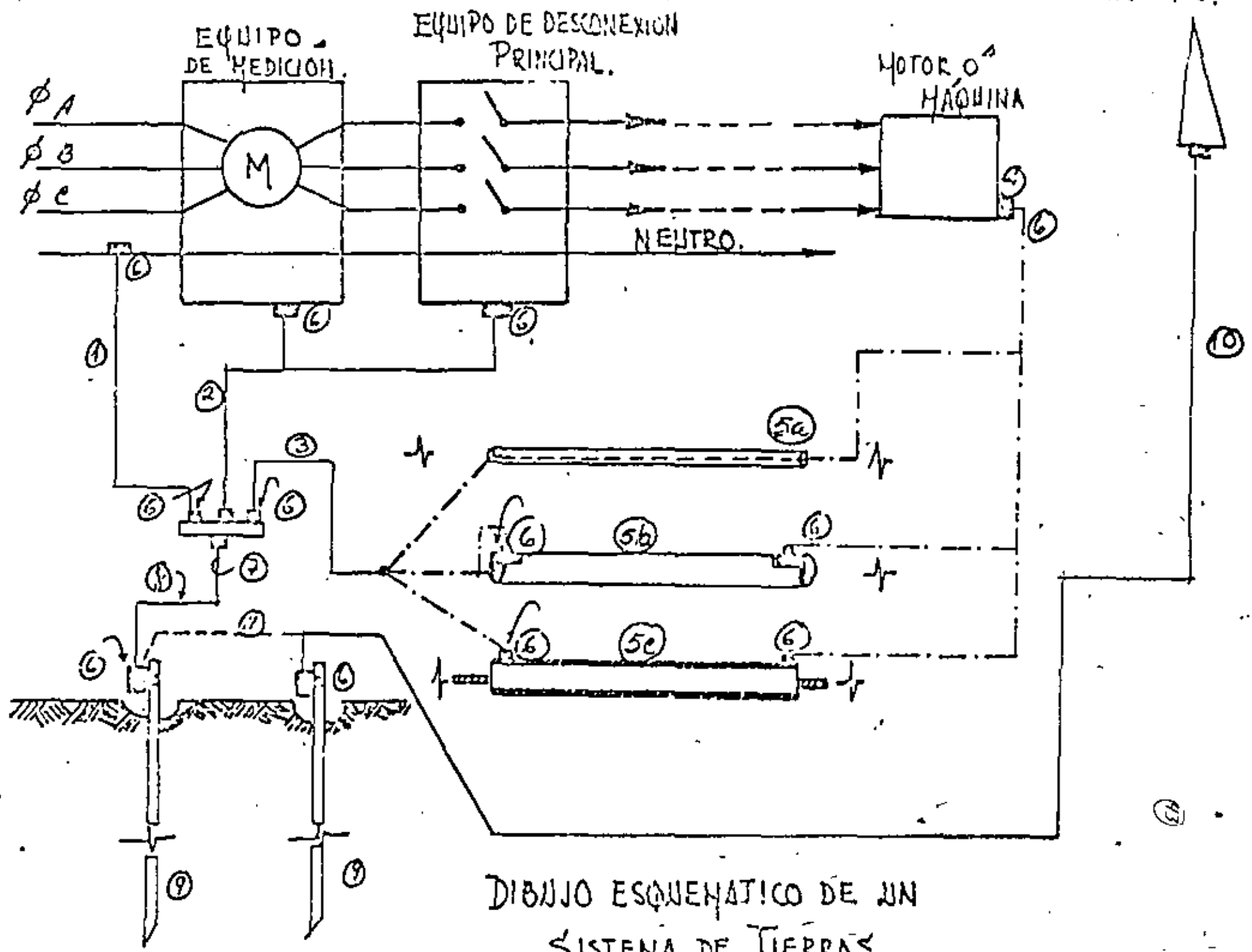
206.46, 206.47, 206.48 ELECTRODOS DE TIERRA

— TUBERIA SUBTERRANEA DE AGUA FRIA

— ESTRUCTURA METALICA DEL EDIFICIO

— ELECTRODOS DE PLACA, TUBO O BARRA

206.49 RESISTENCIA A TIERRA DE ELECTRODOS  $\leq 25 \Omega$



DIBUJO ESQUEMATICO DE UN SISTEMA DE TIERRAS.



SECRETARIA

DE

ENERGIA Y COMERCIO

44

Sistemas de corriente directa. Calibre del conductor de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de abastecimiento de corriente directa, no debe ser más delgado que el conductor más grueso abastecido por el sistema, o su equivalente si no son del mismo material. En ningún caso el conductor de puesta a tierra debe ser más delgado que el calibre No. 8 AWG (8.37 mm<sup>2</sup>) de cobre.

Sistemas de corriente alterna. Calibre del conductor del electrodo de tierra. En un sistema de corriente alterna el calibre del conductor del electrodo de tierra no debe ser menor al que se indica a continuación para conductores de cobre. Si se trata de otro material, su resistencia eléctrica no debe ser mayor que la equivalente al conductor de cobre correspondiente.

Calibre del conductor más grande de la acometida o su equivalente para conductores en paralelo.

AWG o MCM (Cobre)

Calibre del conductor del electrodo de tierra.

AWG o MCM (Cobre)

2 ó menor

8

1/0

6

2/0 ó 3/0

4

4/0 a 350 MCM

2

400 a 600 MCM

1/0

Mayor de 600 a 1100 MCM

2/0

Más de 1100 MCM

3/0

Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. El calibre del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al especificado en la Tabla 210.58, excepto los casos particulares a que se refieren las fracciones 210.59, 210.60 y 210.61.

Véase las fracciones 210.37 y 210.54, inciso b) para uso de canalizaciones o cubiertas metálicas de cables como medios de puesta a tierra.

# INSTALACIONES EN LUGARES PELIGROSOS (45)

## 501.6 CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

CLASE I — GASES O VAPORES INFLAMABLES  
O EXPLOSIVOS.

CLASE II — POLVOS INFLAMABLES O EXPLOSIVOS

CLASE III — FIBRAS O PELUSAS INFLAMABLES.

## 501.7, 5018 y 5019

DIVISIONES DE LAS DIFERENTES CLASES

DIVISION I — LUGARES CON CONDICIONES —  
MUY CRITICAS.

DIVISION II — LUGARES CON CONDICIONES —  
POCO PELIGROSAS O CRITICAS  
ESPORADICAMENTE.

## 501.15 AGRUPACION DE LAS DIFERENTES ATMOSFERAS PELIGROSAS, GRUPOS "A" A LA "G"

### SECCIONES 502, 503 Y 504

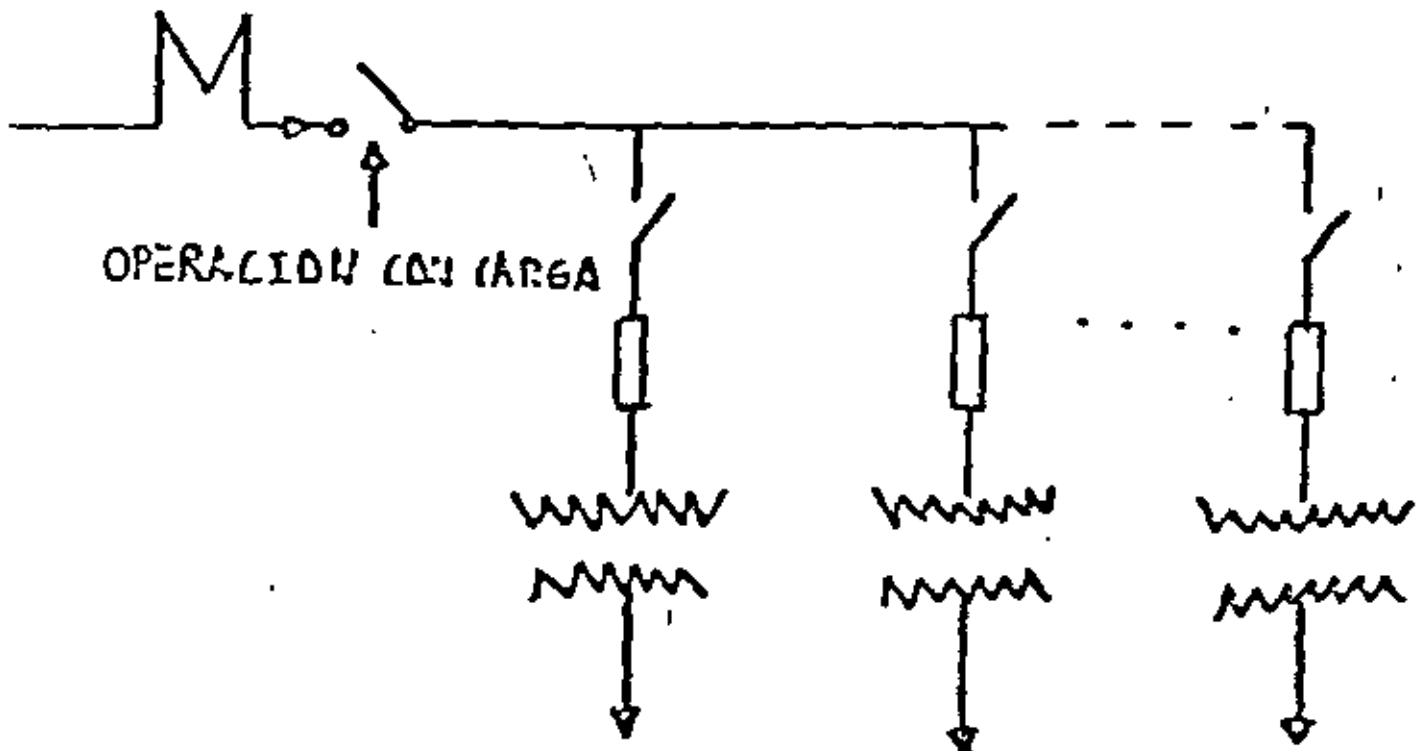
— CARACTERISTICAS DEL EQUIPO INSTALADO EN CADA AREA.

— AREAS PELIGROSAS ESPECIFICAS SECCIONES 505, 506, 507, 508 Y 509.

# SUBESTACION

(46)

601.5 MEDIO DE DESCONEXION GENERAL  
DEBE SER DE OPERACION CON CARGA



601.7 CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA  
ADECUADA A LA POTENCIA DE CORTO CIR-  
CUITO EN EL PUNTO DE SUMINISTRO.

602.3 ALUMBRADO DE SUBESTACIONES

SE MODIFICAN LOS NIVELES LUMINOSOS  
(VER TABLA 602.3a)

(74)

## SECCION 603. SISTEMA DE TIERRAS

(17)

### 603.2 ENUNCIA LAS CARACTERISTICAS GENERALES

- EXISTENCIA DE MALLA ENTERRADA
- CONDUCTOR DE MALLA  $\geq$  4/0 AWG.
- CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA  $\geq$  2 AWG.
- RESISTENCIA A TIERRA  $\leq$  10  $\Omega$

604.1 SEÑALA LAS DISTANCIAS MINIMAS PARA RESGUARDOS DE PARTES VIVAS Y ESPACIOS DE SEGURIDAD CON LAS TENSIONES NORMALIZADAS DE RECEPCION.

604.7 INDICA DISTANCIA MINIMA ENTRE FASES Y DE FASE A TIERRA

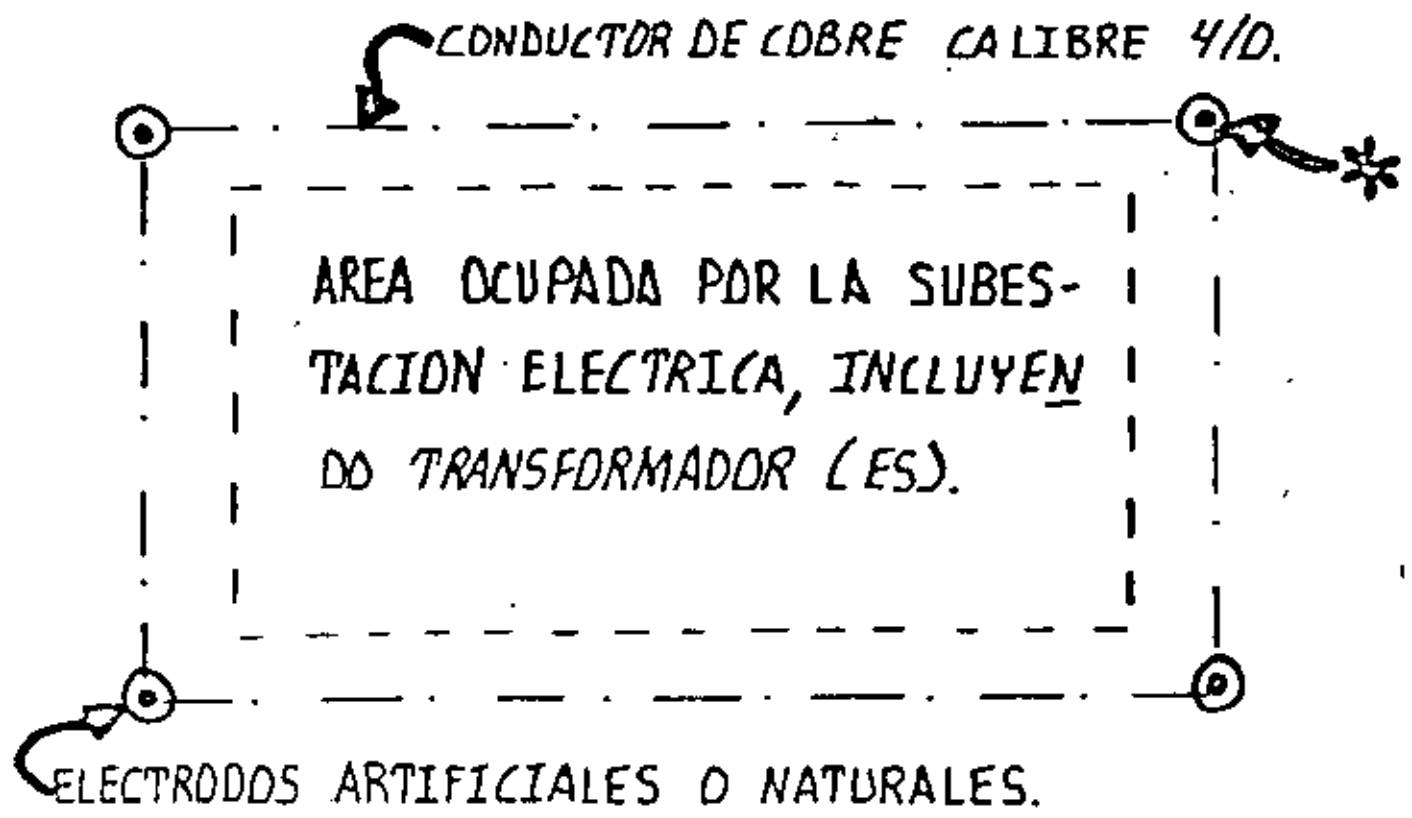
## SECCION 605

MARCA DISPOSICIONES PARA LA INSTALACION DE EQUIPO ELECTRICO ESPECIFICO EN SUBESTACIONES DE USUARIOS.

(21)

# RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.

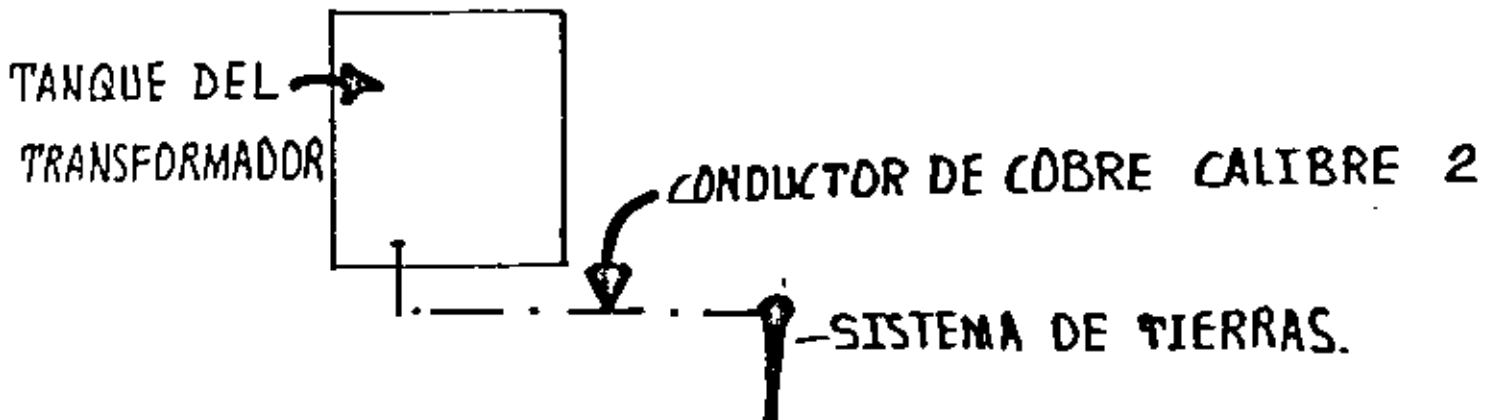
43



SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA, CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS : 10  $\Omega$ .

\* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.







**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**EL PROYECTO ELECTRICO**

**FEBRERO, 1983**

## I. - GENERALIDADES.

### El proyecto Eléctrico.

De acuerdo al Artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de fecha 22 de diciembre de -- 1975, la ejecución de cualquier obra e instalación eléctrica debe estar -- basada en los planos previamente elaborados, mismos que deben satis- -- facer los requisitos de seguridad establecidos en las Normas Técnicas -- del Reglamento de Instalaciones Eléctricas; asimismo es importante se -- ñalar que los planos, las memorias de cálculo correspondientes y de -- más información que forme parte integral del proyecto eléctrico en -- cuestión, deben estar supervisados y firmados por las personas regis- -- tradas y autorizadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Indus- -- trial para fungir como responsables.

La razón primordial de tomar como base en la construcción de las instalaciones eléctricas un proyecto previamente elaborado, es que éste contiene todos los criterios y datos necesarios que cubrirá la instala- ción eléctrica por ejecutarse.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas, se deben principalmente a la poca importancia que se le dá al pro- yecto eléctrico, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y ca- racterísticas del medio en que opera el equipo, la naturaleza de las car- gas, el tipo de servicio a que se destinará y otras consideraciones impor- tantes, genera el desconocimiento de lo que se va a construir, obligán- dose a tomar en la etapa constructiva, soluciones que no son las más - idóneas desde los puntos de vista de funcionalidad, seguridad y econo- mía.

Por otra parte, es recomendable que en el proyecto se especifiquen equipos, aparatos y materiales de buena calidad, utilizando aquellos -- que cuenten con autorización oficial para comercializarse, ya que esto -- garantiza una operación más confiable y protege al responsable contra -- posibles reclamaciones derivadas de las fallas intrínsecas imputables a -- equipos, aparatos y materiales.

Por lo tanto, es necesario que el proyecto cuente con toda la infor- mación para llevar a cabo la obra. Un proyecto completo presenta las -- siguientes ventajas:

- Evita los errores de interpretación durante la etapa de construc- ción.
- Facilita los mantenimientos futuros.
- Simplifica las ampliaciones o las remodelaciones.
- Evita confusiones en la revisión oficial y por consecuencia, agili- za dicha revisión.

- Evita que al responsable se le hagan observaciones que puedan originar, de acuerdo a la importancia de las fallas, la negativa al refrendo de su registro o cancelación del mismo por parte de la SEPAFIN.
- Facilita la elaboración de presupuestos.

Es pertinente aclarar además, que los requisitos y puntos que aquí se exigen, son los mínimos a cumplir para la presentación de proyectos, mismos que son considerados normalmente en la etapa de proyecto y que son base inclusive para el presupuesto de la instalación.

II. - Los proyectos eléctricos que solicite la Secretaría para su revisión y aprobación en su caso, deben satisfacer los puntos siguientes:

1. - Planos:

- a). - Deben incluir cada uno, la firma autógrafa del responsable del proyecto, su número de registro así como su nombre completo.
- b). - Deben incluir un cuadro de referencia donde se indiquen los datos del inciso b) de la hoja de información.
- c). - Debe procurarse dejar un espacio adecuado para inscribir los sellos y firmas por parte de la SEPAFIN.
- d). - Los dibujos y detalles que integran los planos deben dimensionarse adecuadamente de forma que sea fácil su revisión y que el tamaño del plano no sea excesivo ni muy reducido. Deben marcarse todas las escalas de dibujo que se utilicen.
- e). - Las cantidades o datos que aparezcan en los planos deberán estar especificados en el sistema métrico decimal y acompañados de su unidad respectiva.
- f). - Debe entregarse una sola heliografía de cada uno de los planos.
- g). - Debe incluirse una relación de los símbolos y abreviaturas utilizados a lo largo del proyecto.
- h). - Debe incluirse en croquis de localización de la instalación. En caso de que dicha instalación no pueda dibujarse con suficiente detalle en un solo plano, deberá existir un croquis o plano que muestre la correspondencia entre los diversos planos que se envíen.
- i). - Debe coincidir lo indicado en diagrama unifilar con lo especificado en vistas de planta, detalles, listas de cargas, etc.
- j). - Notas alusivas a determinados puntos que el proyectista considere necesario aclarar para evitar confusiones.

NOTA. - Pueden presentarse cédulas de información que substituyan a los planos, cuando así se desee, mismas que deben contener toda la información vertida en los planos.

## 2. - Memorias de Cálculo.

- a). - Deben utilizarse de preferencia, hojas cuadrículadas y -- estar escritas en letra de molde procurando que ésta sea legible.
- b). - Debe enviarse un solo tanto de la memoria.
- c). - Debe indicarse el método utilizado y el desarrollo del procedimiento de cálculo debe ser ordenado.

## 3. - Instalaciones en baja tensión.

Los planos de baja tensión deben contener lo siguiente:

- 3.1. - Diagrama Unifilar General.
- 3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.
- 3.3. - Cuadro de Características de Motores.
- 3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

### 3.1. - Diagrama Unifilar General.

El diagrama unifilar debe reproducir fielmente el - esquema o arreglo eléctrico de la distribución interna de las instalaciones del usuario desde la acometida (o el secundario del transformador), hasta cada uno de los equipos de que se constituya dicha instalación; mostrando claramente, la localización eléctrica de centros de carga, tableros de fuerza, - alumbrado, etc.; alimentadores y circuitos derivados (excepto aquellos controlados desde tableros de alumbrado). Debe contener además los siguientes datos:

- a). - El tipo y valor de cada una de las protecciones de los - alimentadores y subalimentadores.
- b). - El calibre y tipo de material y aislamiento de los con-- ductores activos y neutros de alimentadores y subali - mentadores.
- c). - Tipo y dimensiones de la canalización empleada en los - circuitos alimentadores y subalimentadores.

### 3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.

Debe hacerse un cuadro de cargas por cada tablero de alumbrado y contactos que exista. Debe incluirse su identifica-- ción, la tensión a la que opera, el número de fases e hilos -

que comprende y el valor de la protección general del tablero o la capacidad de sus zapatas; el tipo de material y aislamiento de los conductores de los circuitos derivados. -- Además debe contener cuando menos los siguientes datos:

- a). - La carga en Watts servida por cada circuito.
- b). - Cuando se realicen degradaciones en los conductores de circuitos derivados, debe indicarse también el calibre más pequeño utilizado en el circuito.
- c). - El valor de la protección de cada circuito derivado.

### 3.3. - Cuadro de Características de Motores.

Deben enlistarse en este cuadro, todos aquellos motores que comprenda la instalación. El cuadro debe contener como mínimo los siguientes datos para cada uno de los motores.

- a). - Capacidad de motor.
- b). - Corriente nominal a plena carga.
- c). - Tensión nominal de trabajo.
- d). - Número de fases.
- e). - Calibre, material y tipo de aislamiento del conductor del circuito derivado que lo alimenta (activos y neutros).
- f). - Tipo y valor de la protección contra sobrecarga.
- g). - Tipo y capacidad del interruptor. Si se utilizan fusibles anotarse la capacidad del elemento fusible o el ajuste si se trata de un interruptor ajustable.
- h). - Capacidad del arrancador y tipo de arranque (tensión plena o tensión reducida).

### 3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

- a). - Localización del punto de la acometida y del tablero o tableros generales de distribución.

- b). - Localización de centros de control de motores, tableros de fuerza, de alumbrado y concentraciones de interruptores.
- c). - Trayectoria horizontal y vertical (cuando ésta exceda de 4 metros) de alimentadores y circuitos derivados tanto de fuerza como de alumbrado. Las citadas trayectorias deben acompañarse de los siguientes datos, cuidando que éstos se inscriban de tal forma que no existan confusiones al identificar dichas trayectorias:
  - c.1. - Identificación de los alimentadores y circuitos derivados.
  - c.2. - Número y calibres de los conductores (activos y neutros), que los forman y tipo de aislamiento.
  - c.3. - Tipo y dimensiones de la canalización empleada.
- d). - Localización de motores y aparatos abastecidos desde circuitos derivados. Asimismo deben indicarse la localización de los arrancadores y de los medios de desconexión.
- e). - Localización de contactos y unidades de alumbrado, incluyendo sus controladores.
- f). - Ubicación de registros.

Di en el diseño de la instalación eléctrica existen puntos que den lugar a diferentes interpretaciones, es necesario detallar la información sobre el particular; tal es el caso por ejemplo de alimentaciones de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

#### 4.- SUBESTACIONES:

El proyecto de subestaciones deberá constar de planos que contengan — vistas físicas de las mismas con las especificaciones de materiales y equipo como a continuación se marca:

##### 4.1.- Subestaciones Compactas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contar con lo siguiente:

###### a).- Vistas Físicas:

Debe localizarse la subestación en el predio del usuario, así como el lugar donde se realiza la acometida.

Debe mostrarse el arreglo interno del equipo eléctrico que integra la subestación cuando existan dos o más transformadores. Asimismo, localizar el o los transformadores.

Debe mostrarse convenientemente la localización e instalación de los electrodos del sistema de tierras, del conductor de — puesta a tierra de cubiertas metálicas y de los conductores — que compongan la red de tierras.

Debe mostrarse el lugar donde se localiza el drenaje, los extinguidores, los accesos al local, las tarimas aislantes que haya y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que — el proyecto incluya.

Debe mostrarse también (excepto lo referente a la acometida — del servicio), la localización e instalación de cables en ductos, los registros y las vueltas o cocas que los cables efectúan en su recorrido. También deberá indicarse la forma en que se atarrazan las pantallas electrostáticas de los cables que se incluyan.

-Indicar claramente la interconexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador, incluyendo sus medios soporte y terminales en su caso.

###### b).- Especificaciones:

Debe indicarse el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación.

Debe indicarse el o los tipos de interruptores utilizados, su corriente nominal en amperes, su calibración o ajuste del disparo y la capacidad interruptiva asimétrica de los mismos. —



Cuando se utilicen fusibles, debe indicarse si son de expulsión ó no, si son limitadores de corriente o son de potencia y si son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.

Debe anotarse adicionalmente la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al Organismo Administrador.

Debe indicarse el tipo y dimensiones de los electrodos de tierra, el calibre de los conductores de la red de tierras, el calibre del conductor, o dimensiones de la barra utilizada para aterrizar las cubiertas u otras partes metálicas de la subestación y las características de los conectores empleados para regular las conexiones necesarias del sistema de tierras, incluyendo el tipo del tipo soldable o atornillado.

La marca y el número de registro del arreglo o paquete de la subestación.

- Debe señalarse la existencia de enclaves que impiden operar con carga los desconectores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existen partes energizadas.
- Indicar las características del conductor que interconecta el interruptor en alta tensión con el primario del transformador, incluyendo las correspondientes a soportes, medios de sujeción y terminales en su caso.
- Deben anotarse las características completas del o los transformadores.

A. 2.- Subestaciones abiertas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contener los siguientes puntos:

a).- Vistas físicas:

Debe indicarse el arreglo de los elementos de la subestación indicando las distancias entre partes activas entre sí y partes activas y tierra; además de altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarreyos, postes, etc.

La vista de planta, elevación y detalles de la subestación, deben mostrar con claridad, la acometida del servicio, cubiertas y bajadas de conductores, cruzamientos, entre líneas, mufas, instalación de aisladores de suspensión, de alfiler, de tensores y retenciones, etc.,

- Debe mostrarse la ubicación de electrodos y conductores tanto de puesta a tierra de cubiertas metálicas así como de los que conforman la red de tierras.
- Deben indicarse las dimensiones y características del material de construcción de los locales, incluyendo su ventilación, medio de acceso, localización de drenaje, extintores y turmas - aislantes cuando se trata de subestaciones interiores. Cuando se instalen cercas metálicas en las subestaciones tipo exterior, deberá mostrarse la conexión al sistema de tierras.
- Debe indicarse la localización del alumbrado normal y de emergencia.

b).- Especificaciones:

- Deben tomarse en consideración los puntos enumerados para las subestaciones compactas, en este renglón de Especificaciones, excepto en lo referente a la Marca y Registro de la subestación y en lo relativo a unclavos de gabinetes.

Además, deben indicarse los siguientes puntos:

- Tipo y mecanismos de operación de desconectores o interruptores.
- Material, tipo y tensión de operación de los aisladores utilizados.
- Material y dimensiones de las barras o conductores de alta tensión.
- Características de capacitores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.

## 5. - Condiciones Especiales.

(10)

Bajo este rubro quedan comprendidas todas aquellas instalaciones, aparatos o equipos eléctricos que a continuación se señalan:

5.1. - Canalizaciones: Conduit y cable flexible. Conduit no metálico. Charolas. Electroductos.

5.2. - Equipos Especiales: Capacitores, Equipo Electrolítico, Equipo de Rayos X, Equipo de Procesamiento de Datos. Gruas y Montacargas. Motores y -- otras máquinas de corriente directa. Plantas Generadoras. Soldadoras. Transformadores de -- distribución en baja tensión.

5.3. - Lugares Especiales: Albercas y Fuentes. Gasoline--ras. Hangares. Hospitales y -- Clínicas. Instalaciones a la in--temperie y en lugares húmedos o mojados. Centros de reunion Pública. Lugares peligrosos.

5.4. - Sistema de Tierras.

5.5. - Capacidad Interruptiva: Cálculos de circuito corto.

5.1. - Canalizaciones.

a). - Conduit Flexible.

En los locales en donde se utilice este tipo de canalizaciones es necesario indicar el uso al que dicho local está destinado; además, cuando la conexión a tierra se requiera y se -- utilice las características del puente de conti--nuidad eléctrica así como las de los conectores empleados.

b). - Cable Flexible.

Cuando se usen cables o cordones fle--xibles deberán indicarse el tipo de aislamiento y forros.

c). - Conduit no metálico.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas, además deberá indicarse el calibre del conductor de continuidad eléctrica a tierra así como los tipos de conectores utilizados para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente de los aparatos eléctricos. Debe indicarse además el material en que el tubo de polietileno queda embutido o ahogado, mostrando adicionalmente un detalle de la instalación de este tipo de tubo o notas suficientemente claras sobre el particular.

d). - Charolas.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas; además, deberán mostrarse los detalles necesarios que ilustren los siguientes puntos: o bien, deben existir notas aclaratorias sobre el particular.

- Las dimensiones y alturas de montaje de las charolas.
- La disposición de los conductores en la charola.
- El paso a través de muros o techos, así como las dimensiones, características y espaciamiento de soportes y cubiertas.

e). - Electroductos.

Es necesario indicar las áreas en donde se utilice esta canalización; precisando si se trata de atmósferas peligrosas con polvo, húmedas, corrosivas, etc., además, deben mostrarse los detalles o notas que se consideren necesarias para ilustrar este punto.

- La instalación de los ductos: altura, dimensiones, características de soportes y cubiertas, así como tipo de los interruptores para las derivaciones que en su caso se realicen.
- Las extensiones a través de muros, pisos o techos.
- ♦La interconexión con tableros, centros de control de motores y máquinas.
- Dimensiones y características de las reducciones de tamaño de dichos electroductos.
- Su capacidad nominal en amperes.

5. 2. - Equipos Especiales.

a). - Capacitores.

Cuando se utilicen capacitores de potencia con objeto de corregir el factor de potencia de la instalación, deberán indicarse los siguientes datos:

- Capacidad total reactiva en KVAR.
- Frecuencia nominal de operación.
- Tipo de dispositivo de descarga a tierra.
- Tipo de ventilación utilizada en el local donde se ubican los capacitores.
- Tipo de impregnante y la anotación si es o no combustible.
- Características del medio de desconexión y protección contra-sobrecorriente.

Todos los equipos especiales mencionados en esta parte, deben indicarse cuando menos en el diagrama unifilar general y en las vistas físicas de la instalación; además deben incluirse todos los datos que exige el "Cuadro de Características de Motores" que les sean aplicables.

#### b). - Equipo Electrofítico.

Deben indicarse las características a las que opera el equipo -- electrofítico (tensión en CD y corriente nominal); asimismo, deben incluirse las características y dimensiones de barras y otros conductores alimentadores, así como detalles de montaje y soporte de barras, cordones, etc.

#### c). - Equipos de Rayos X.

Debe indicarse el tipo de ambiente donde se instalen, la tensión de alimentación, si son del tipo portátil o fijo y características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente.

#### d). - Equipo de Procesamiento de Datos.

Debe indicarse el tipo de ambiente en que dicho equipo se instale y la frecuencia a la que opera; además deben incluirse las características de las conexiones utilizadas para asegurar la continuidad eléctrica a tierra de las partes metálicas de dicho equipo.

#### e). - Grúas y Montecargas.

Debe ilustrarse la forma en que los motores de grúa son abastecidos desde los alimentadores, incluyendo las características de aisladores, troleja, cordones, etc.

Por otra parte debe indicarse la forma en que los carriles o rieles de las grúas están aterrizados, así como las cargas de motores y otras partes metálicas relacionadas con la grúa (ver requisitos en el punto 4 "Sistema de Tierras").

dor de la planta.

- Características y localización de conexiones a tierra y electrodos como lo marca el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

**h. - Soldadoras.**

Debe indicarse el tipo de cada una de las soldadoras que incluya la instalación, así como su ciclo o régimen de trabajo y la corriente nominal primaria de las soldadoras. En caso de soldadoras portátiles debe indicarse el tipo de cable o cordón utilizado, así como las características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente de la soldadora.

**i. - Transformadores.**

Estas disposiciones son aplicables exclusivamente a los transformadores de distribución en baja tensión, tales como aquellos que reducen la tensión de 440/220-127 Volts.

Debe indicarse lo siguiente:

- La relación de transformación o en su lugar las tensiones primarias y secundarias.
- El tipo y valor de las protecciones contra sobrecorriente en el lado primario y en el lado secundario.
- La capacidad en KVA del transformador y su número de fases.
- El tipo de enfriamiento.
- El lugar donde se localizan y sus características de montaje.
- El tipo de conexión interna.

Donde se requiera la conexión a tierra, deben indicarse los datos marcados en el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

**5. 3. - Lugares Especiales.**

Las anotaciones e indicaciones que se incluyen en esta parte, deben realizarse de preferencia en las vistas físicas del proyecto o dentro

de notas convenientemente indicadas en los planos.

a). - Albercas o Fuentes.

Debe indicarse todo el equipo eléctrico instalado y relacionado con las albercas o fuentes, tales como alumbrado exterior, alumbrado subacuático, contactos, bombas y otros aparatos eléctricos.

Debe indicarse el tipo de canalización empleada para cada uno de los circuitos derivados, el calibre del conductor de puesta a tierra para las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico y la forma de puesta a tierra de la parrilla, escaleras, trampolines metálicos de la alberca o fuente.

Asimismo, deben detallarse la instalación de la unidad de alumbrado y su gabinete dentro de albercas y fuentes, así como las características de los conductores que trabajaran sumergidos.

b). - Gasolneras.

Los planos deberán mostrar en conjunto, la localización de todas las áreas que integran la instalación; además deberá mostrarse en detalle, la localización de las zonas donde se encuentran los tanques de almacenamiento de las bombas así como la ubicación de drenaje y los surtidores.

Deberán indicarse las características de los equipos eléctricos instalados, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada y la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

c). - Hangares.

Los planos deberán mostrar en conjunto todas las instalaciones que intervienen en el hangar; además debe delimitarse claramente el área ocupada por el hangar, así como los pozos o depresiones del terreno. Deberán indicar asimismo, la altura mínima con respecto al piso terminado, del equipo eléctrico y salidas (Incluyendo cajas de conexiones); el tipo de conductores que alimentan equipo portátil; las características de los equipos eléctricos ubicadas en el hangar, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

d). - Hospitales y Clínicas.

En hospitales y locales similares cuya finalidad sea la --

asistencia médica, se deberá incluir una descripción clara y completa del sistema de emergencia incluyendo su fuente de alimentación.

Deberán indicarse las características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico y de otras partes metálicas de dispositivos o aparatos que requieran dicha conexión.

Deberán anotarse las características eléctricas del equipo instalado en quirófanos, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

e). - Instalaciones a la Intemperie y en Lugares Húmedos o Mojados.

Deben anotarse las características de todos los equipos eléctricos que se encuentren en áreas exteriores a la intemperie o en áreas interiores en lugares húmedos o mojados.

Anotar también el tipo de envolvente, cubierta o carcasa de luminarias, motores y otros equipos, así como la existencia de cajas selladas (condulets), tipo de canalización y tipo de aislamiento de los conductores. Deberán anotarse las características del sistema de tierras de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico localizado en estas zonas.

f). - Centros de Reunión Pública.

Deberá precisarse el uso al que se destinan los lugares de reunión pública (cines, teatros, auditoriums, salas deportivas, etc.)

Deberán indicarse la localización y características de los siguientes equipos, dispositivos y sistemas:

- Las luces y otros equipos eléctricos sobre el escenario, tales como motores de telones, etc.
- Las luces de señalización de salidas, entradas y otros accesos; así como las luces de posición de asientos, pasillos, etc.
- Los reguladores de iluminación (Dimmers)
- Los proyectores, el equipo asociado con ellos, las canalizaciones sobre el local de proyección y las características de construcción de dicho local.



f). - Motores y Otras Máquinas de corriente directa.

Debe indicarse lo siguiente;

- Tensión entre hilos y entre hilos y neutro (en caso de existir éste último).
- Tipo del motor (se refiere a su conexión interna: serie, paralelo, compuesto, etc. )
- Medio de control de la velocidad; en caso de máquinas que bajo ciertas condiciones puedan desbocarse (motores-serie), debe indicarse el tipo de la protección contra sobrevelocidad.
- Cuando se requiera la conexión a tierra, deberán cumplirse los requerimientos del punto 4 "Sistema de Tierras".

Además de lo anterior, deben incluirse los datos completos de los sistemas de fuerza y alumbrado abastecidos por corriente directa, indicando si proceden de generadores separados, de grupos motor-generador o de rectificadores estáticos e incluyendo las características de estos equipos.

g). - Plantas Generadoras.

Los planos de este tipo de instalaciones deben reunir los siguientes puntos:

- La localización, dimensiones, material y otras características generales del lugar donde se instale la planta.
- Capacidad en KW, factor de potencia nominal, tensión entre fases, número de fases y frecuencia de los generadores.
- Tipo y características generales de los primo-motores.
- Tipos y características generales de las protecciones de los generadores contra sobrecarga, sobrecorriente, sobrevelocidad y sobretemperatura.
- Localización, trayectorias, dimensiones y características de ductos, tubos, cables y conductores relacionados con las plantas.
- Tipo y capacidad de los interruptores de transferencia.
- Características misceláneas tales como tipo de combustible, capacidad y localización de tanques de almacenamiento, localización de drenaje, extintores, alumbrado normal y de emergencia, características del basamento de la planta, localización y características de escape de gases y silenciador y por último, características de operación del arranque.

- Los aparatos / dispositivos eléctricos localizados en camerinos, bodegas de películas, almacenes de vestuario y utilería y locales similares.
- Las conexiones de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico al sistema de tierras.

g). - Lugares Peligrosos.

- Deben indicarse con toda exactitud la clase, división y grupo del equipo, aparatos y dispositivos eléctricos localizados en ambientes con atmósferas que contengan gases, polvos, fibras o pelusas y líquidos inflamables ó explosivos.

Los locales que contengan o manejen dichas sustancias deben delimitarse con toda precisión en los planos y dentro de dichos límites deben especificarse las características de las cubiertas, envolventes o carcasas de equipos o dispositivos eléctricos tales como, luminarias, motores, arrancadores, instrumentos de medición, interruptores, tableros, etc.

Deben indicarse con precisión la localización de sellos en las canalizaciones y el tipo de ellos; además todas las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico deben mostrar su conexión al sistema de tierras (Ver Punto No. 4).

5. 4. - Sistema de Tierras.

La instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, puede representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquiera de los dos casos, deben contener la información siguiente: características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud enterrada. Especificar las características del puente de unión que interconecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra tanto del sistema como del equipo. Indicar las características del conductor de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión a tierra del equipo y las referentes a la conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierras. Anotar los criterios y cálculos en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierras.

5. 5. - Capacidad Interruptiva. (Cálculos de Corto Circuito)

Todos los proyectos de instalaciones que reciben la energía del suministrador en alta tensión y que reúnan cualquiera de las

siguientes condiciones, deben acompañarse de la memoria de cálculo de corto circuito que necesariamente se realizó para la adecuada selección de la capacidad interruptiva simétrica de todas las protecciones de la instalación o enviar los datos necesarios para realizar dichos cálculos; independientemente de anotar los tipos de interruptores así como sus marcas:

- a). - Transformador de 75 KVA o mayores, tensión secundaria de 220 Volts entre fases.
- b). - Transformadores de 150 KVA o mayores, tensión secundaria de 440 Volts.

Los datos que se requieren para realizar los cálculos de corto-circuito son los siguientes:

- Capacidad de corto circuito del sistema de suministro (este dato lo proporciona el Organismo Suministrador).
- Capacidad del o de los transformadores de la instalación, acompañados de sus impedancias respectivas y tensiones primarias y secundarias de los mismos.
- Cuando se utilicen generadores / motores en alta tensión, es necesario enviar datos referentes a Reactancias Subtransitorias. De igual forma si se trata de líneas de distribución, áreas y/o subterráneas, debe anotarse su reactancia efectiva de acuerdo al acomodo de conductores.

5. 6. - Sistemas y Equipos de Utilización a más de 600 Volts nominales.

Los planos de sistemas y equipos que operen en sistemas de más de 600 Volts deben cumplir con lo siguiente:

- Debe especificarse la clase y material del aislamiento de los conductores empleados, si su instalación es en ductos u otras canalizaciones describiendo el aterrizado de las pantallas cuando éstas existan, así como sus terminales.
- Deben anotarse las características de las canalizaciones y sus accesorios.
- Deben especificarse las características tales como ajustes o valores, capacidades de conducción continuas, capacidades interruptivas, etc. de interruptores, controladores / desconectores del equipo de utilización; mencionando con precisión su secuencia de operación contra sobrecorrientes, corto circuito, falla de tierra, operación monofásica, sobrecarga, etc. y

los elementos y dispositivos auxiliares que requieran junto con sus características, tales como relevadores, transductores, equipo de señalización, transformadores de corriente, potencial etc.

Cuando un interruptor, controlador o seccionador junto con sus elementos auxiliares se consiga comercialmente como un equipo integrado, deberá asentarse su marca, tipo y el número de registro correspondiente.

- Deben especificarse las características de los interruptores y seccionadores de alimentadores de enlace o transferencia; así como la de los apartarrayos con que cuente la instalación.
- Deben especificarse las características especiales del aterrizado de los sistemas eléctricos y de las partes metálicas no conductoras de corriente que requieran ser aterrizadas; así como detalles o notas respectivas que ilustren su conexión.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION DE  
ENERGIA ELECTRICA**

**FEBRERO, 1983**

## CONTENIDO

### 1- REDES SUBTERRANEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Red mallada
- 1.3.- Red Mallada limitada
- 1.4.- Red en anillo abierto
- 1.5.- Red con alimentadores selectivos
- 1.6.- Red en derivación doble
- 1.7.- Red en derivación múltiple.

### 2- ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE

- 2.1.- Generalidades
- 2.2.- Acometida sencilla
- 2.3.- Acometida doble
- 2.4.- Medición de energía
- 2.5.- Locales para subestaciones en interior de edificios.

## 1.- REDES SUBTERRANEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA.

### 1.1.- Introducción.

Las redes subterráneas han visto favorecida su implementación en las zonas urbanas de alta densidad de carga debido a las ventajas que presentan ante las redes aéreas. Las principales ventajas son la confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al paisaje. Naturalmente, este aumento en la confiabilidad y en la estética involucra un incremento en el costo de las instalaciones y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes.

Los principales factores que se deben analizar al implantar una red subterránea son: Densidad de carga, costo de instalación, grado de confiabilidad, facilidad de operación y seguridad. Todos estos factores son importantes y la selección final del tipo de red se ve altamente influenciada por la experiencia que se tiene en equipos, materiales y especialización del personal.

De acuerdo a las estructuras, las redes subterráneas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- 1- Red Mallada.
- 2- Red mallada limitada
- 3- Red en anillo abierto de operación radial

- 4- Red con alimentadores selectivos.
- 5- Red en derivación doble
- 6- Red en derivación múltiple.

Posteriormente, en este mismo capítulo, se describen las principales características de estas redes.

Las redes subterráneas se han visto afectadas por las innovaciones tecnológicas que se producen en el campo de la Ingeniería. Estos cambios han modificado desde los materiales y equipos, hasta las técnicas de diseño, operación y expansión de las Redes, provocando así que los técnicos relacionados con ellas, se mantengan en constante preparación para asimilar los cambios que se producen en este campo.

Cualquier Ingeniero Electricista que tiene la oportunidad de trabajar en este campo, inmediatamente advierte la importancia que presentan estas instalaciones y la invaluable experiencia profesional que adquiere al especializarse en esta área de su profesión.

#### 1.2.- Red Malleada.

Esta red también se le conoce como Red Automática, debido a que dispone de un dispositivo automático de protección (pro



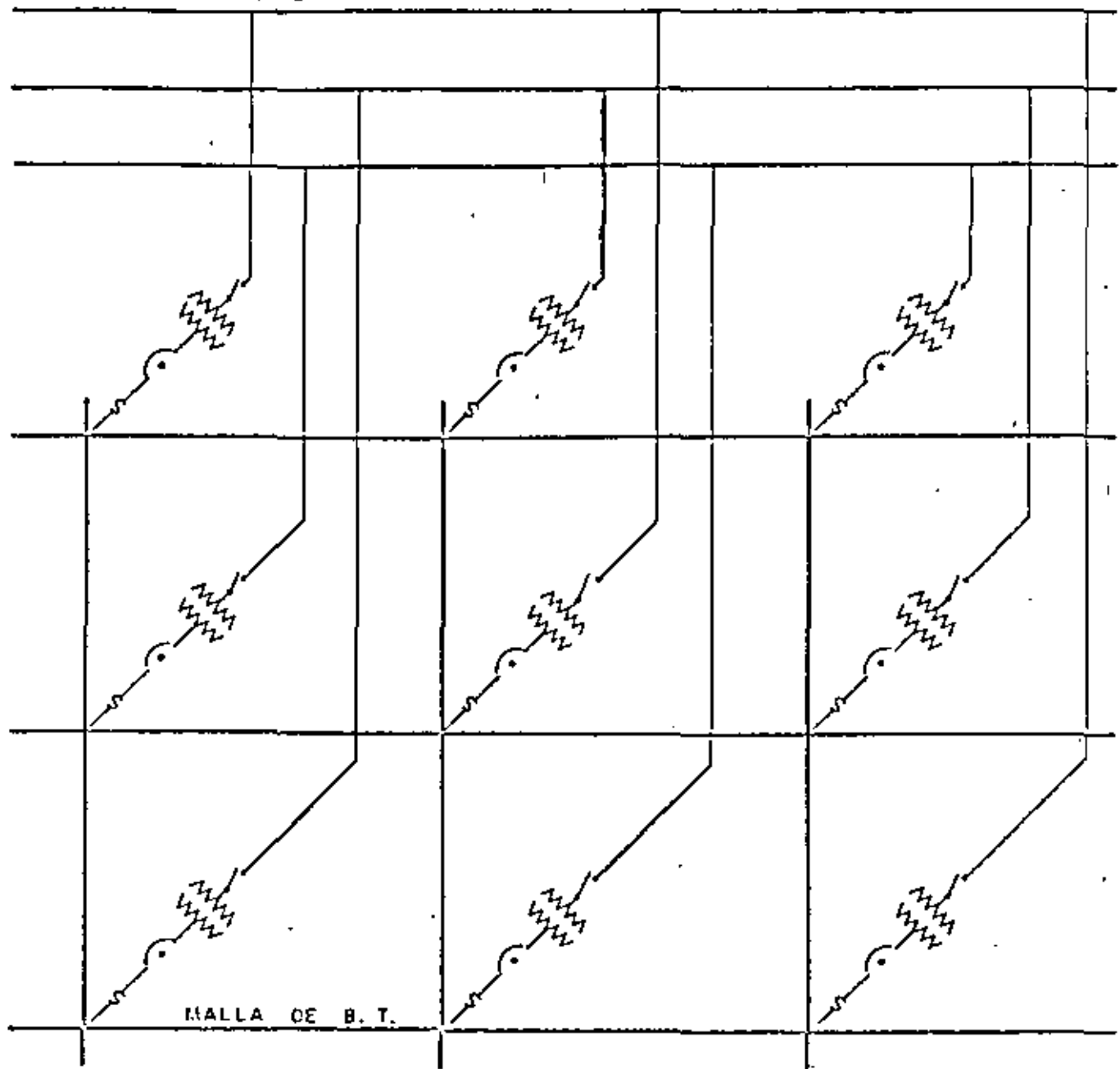
ector de red}), empleado por la característica de diseño inherente para este tipo de redes. Esta red está constituida por cables troncales que salen de una fuente de alimentación (Subestación de potencia) y cables ramales que alimentan en forma alternada las subestaciones de distribución. Ver Figura No. 1.1.

Las derivaciones a las subestaciones de distribución se efectúan con elementos de derivación instalados en la troncal. En esta estructura no se realizan interconexiones entre las troncales de los diferentes alimentadores que forman la red de mediana tensión, ya que la red de baja tensión se construye sólidamente conectada.

La protección de cada alimentador la proporciona el interruptor localizado en la subestación de potencia y los protectores asociados a las subestaciones MT-BT. Estas subestaciones se conectan directamente a los alimentadores de mediana tensión sin ningún medio de protección.

En condiciones de falla en un alimentador de mediana tensión, al operar la protección en la subestación de potencia, todas las subestaciones MT-BT conectados a este alimentador quedan fuera de servicio, además los protectores

ALIMENTADORES M. T.

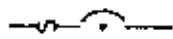


MALLA DE B. T.

SIMBOLOGIA



Transformador



Protector de Red



Cable B. T.

RED EN MALLA SOLIDAMENTE CONECTADA.

de red desconectan las subestaciones MT-BT del lado de -  
B.T. Bajo esta situación los alimentadores y las subes-  
taciones restantes alimentan la totalidad de la carga -  
aprovechando la interconexión de los alimentadores de -  
baja tensión.

Cuando ocurre una falla en la red de baja tensión, ésta -  
es alimentada por todas las subestaciones MT-BT, provocán-  
dose una corriente de corto circuito suficiente para eva-  
porar en ese lugar el conductor de cobre de los cables, -  
trozándose el cable en una reducida longitud y en un corto  
tiempo, quedando así aislada la falla sin provocar interrup-  
ciones, a menos que la falla sea directamente en la acomen-  
tida de un servicio.

Esta red es recomendable para zonas que requieren de una -  
alta continuidad de servicio y cuya densidad de carga ex-  
cede  $20 \text{ MVA/Km}^2$ . Su mayor aplicación es en zonas que pre-  
sentan cargas con demandas uniformes que pueden ser alimen-  
tadas en baja tensión desde una red mallada sólidamente --  
conectada o limitada.

### 1.3.- Red Mallada Limitada.

Esta es una variante de la red automática sólidamente co-  
nectada, en este tipo de red la eliminación de fallas se

realiza por la operación de fusibles de alta capacidad in-  
terruptiva (conocidos como limitadores). La Figura 1.2 -  
muestra de manera esquemática una red mallada limitada.

Desde el punto de vista de confiabilidad, la diferencia -  
fundamental entre la red mallada sólidamente conectada y  
la red mallada limitada, es que en el caso de la primera  
el nivel de continuidad desciende hasta los servicios y -  
en el segundo caso la continuidad sólo llega al nivel del  
cable. Es decir, en el caso de una falla que afecta un-  
cable secundario, cuando se trata de la primera red, los  
servicios conectados al cable no sufren interrupción y -  
en el caso de una red limitada, el tramo de cable afecta-  
do por la falla se desenergiza al fundirse los limitado-  
res conectados en los extremos del cable.

#### 1.4.- Red en anillo abierto.

Este tipo de red está constituida por cables subtrunciales  
dispuestos en forma de anillo, el anillo se puede alimen-  
tar desde una o más fuentes, mediante cables troncales.

Dentro del anillo las subestaciones MI-BI, preferentemen-  
te se conectan en seccionamiento. Ver figura 1.3.

Las redes en anillo operan normalmente abiertas en un pun-

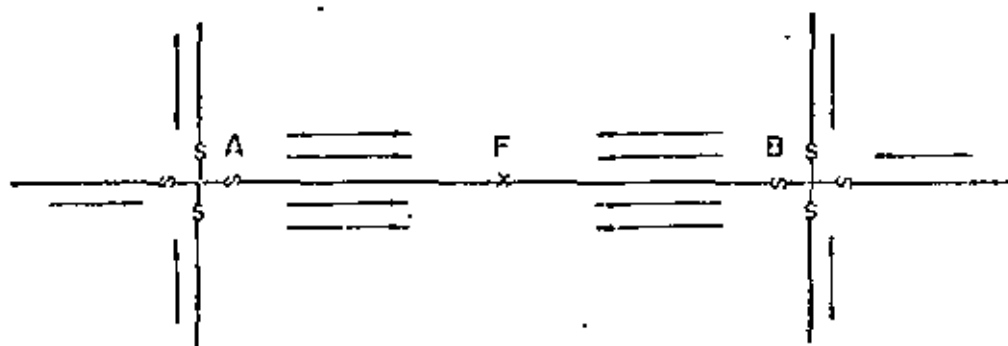
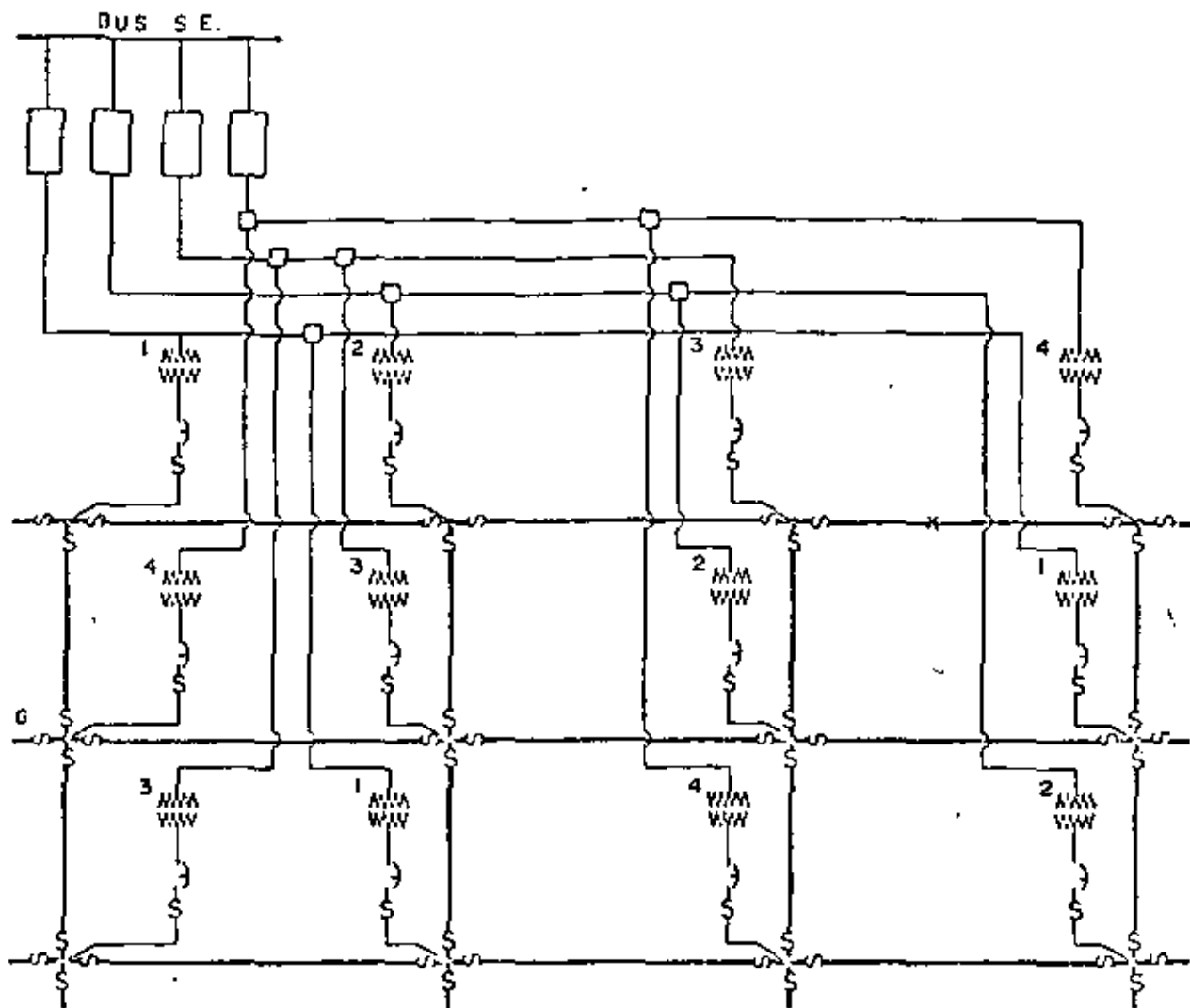


Fig. Ib. - Flujo de corriente a la falla en "F"  
y fusión de los limitadores en A y B

RED AUTOMÁTICA LIMITADA

C. L. F. C. FIG. N° 1.2.

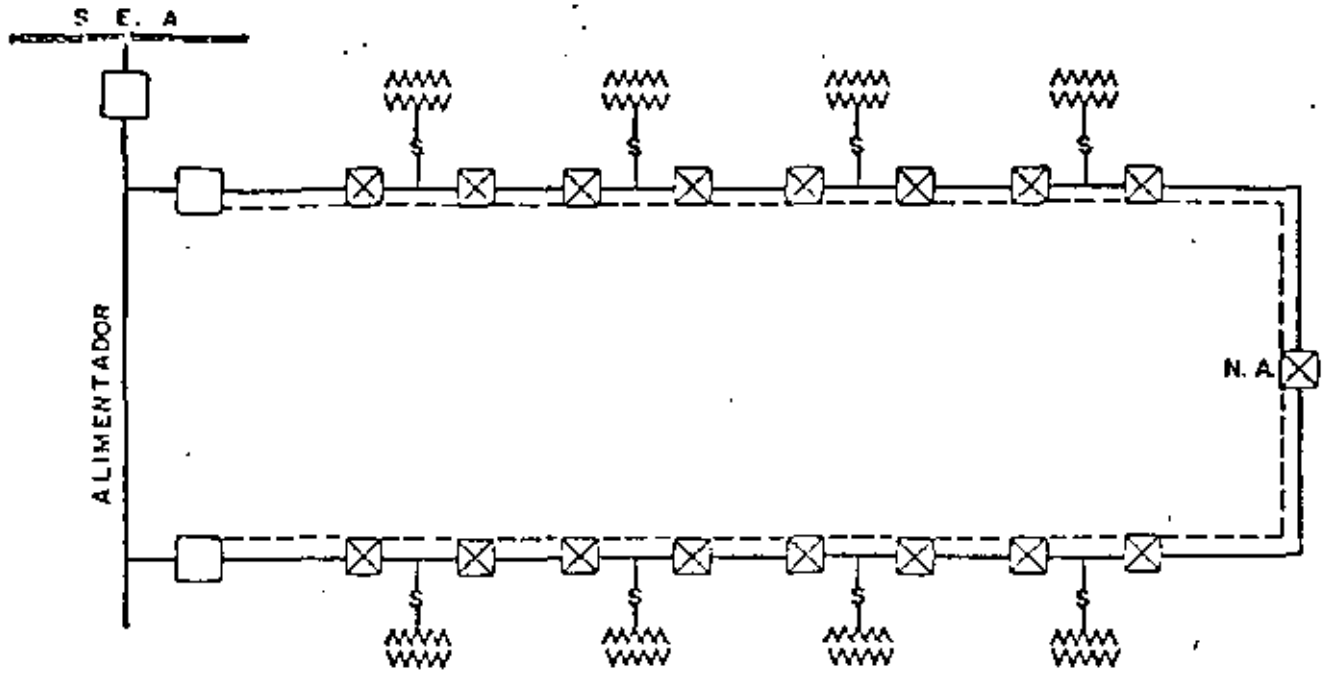


Fig. 2a.- Red en anillo con una fuente de alimentación

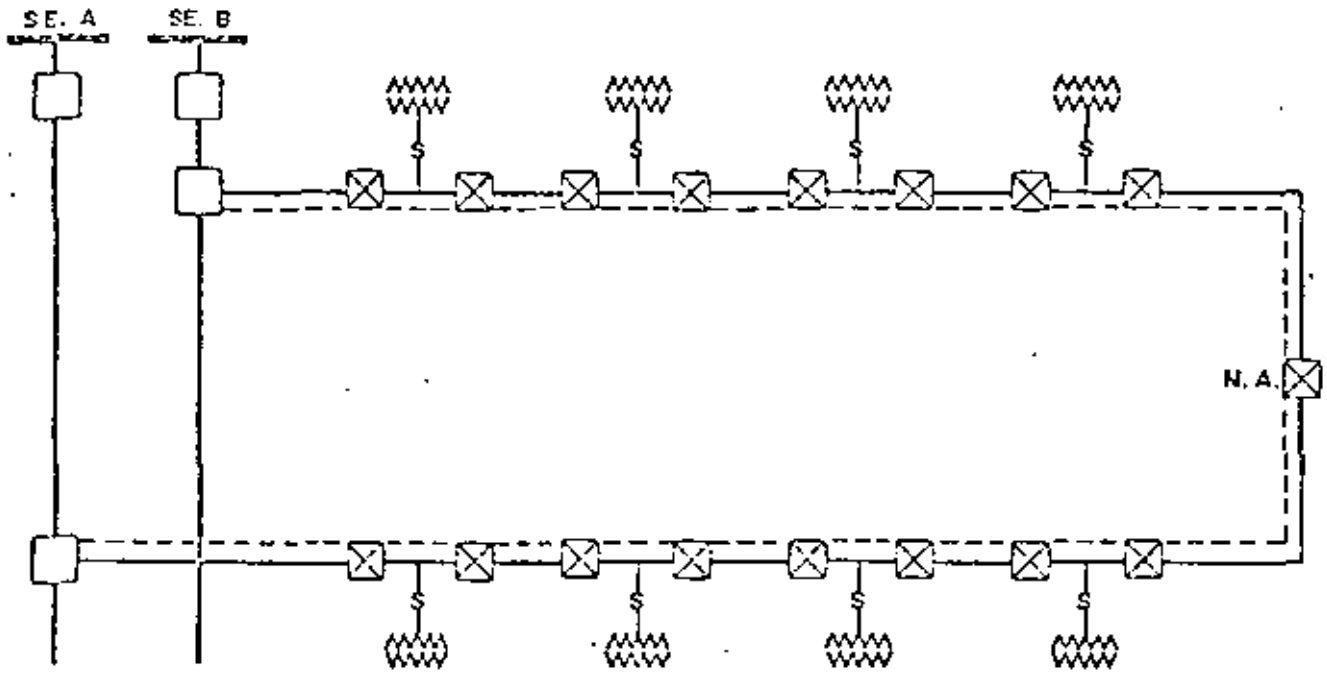


Fig. 2b.- Red en anillo con dos fuentes de alimentación

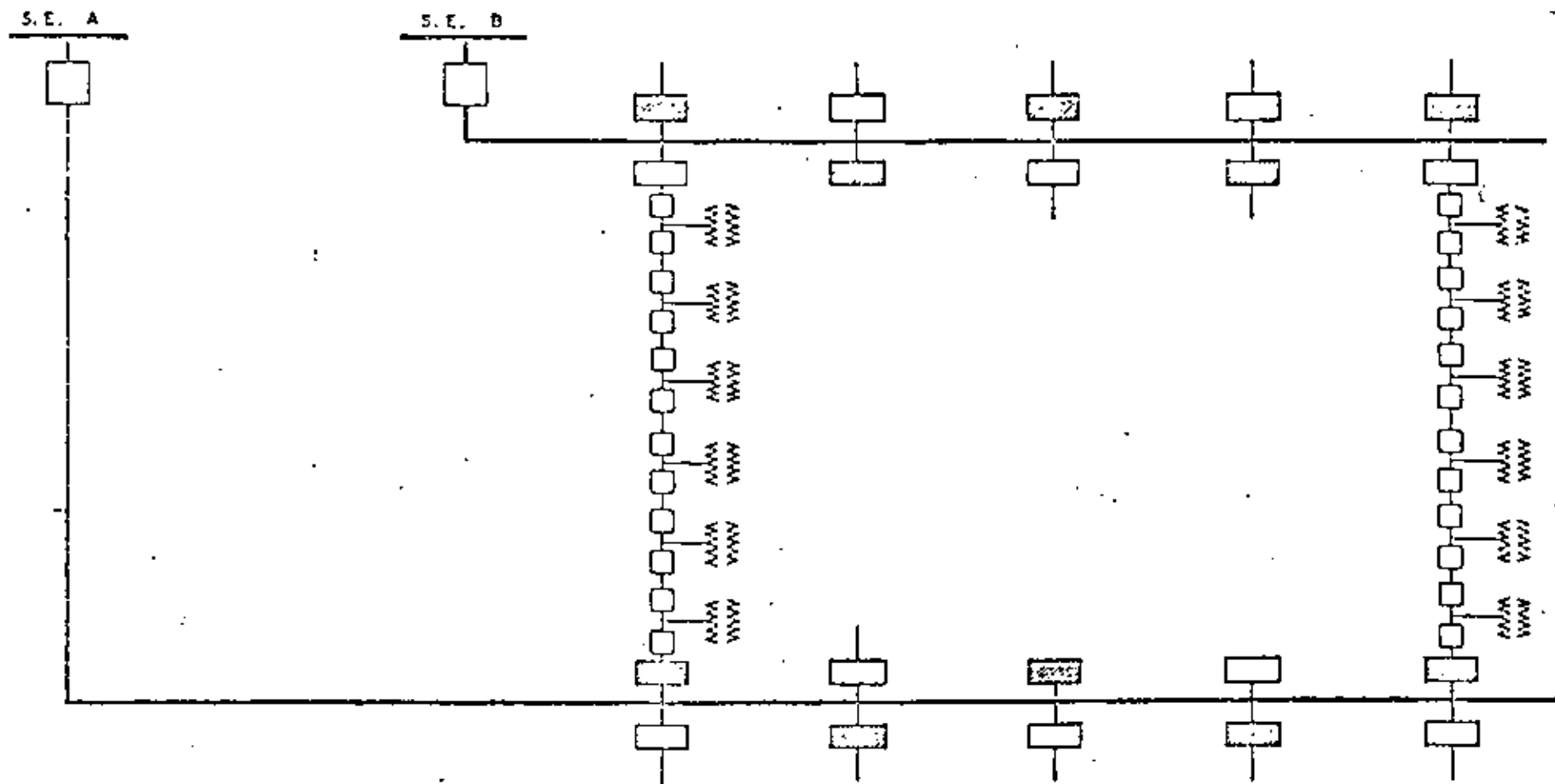
to, que generalmente es el punto medio, razón por la cual se les conoce como redes en anillo abierto. Al ocurrir una falla dentro de un anillo, se secciona el tramo fallado para proceder a la reparación, siguiendo una serie de maniobras con los elementos de desconexión instalados a lo largo de la subtrancoal.

Este tipo de red es ampliamente empleado en zonas en las que el aumento de la carga es nulo o muy pequeño, de tal forma que se puede absorber fácilmente con la estructura inicial y no es necesario llevar a cabo trabajos para modificar la estructura de la red. Como ejemplos de estos casos se tiene las electrificaciones a conjuntos habitacionales con servicios bien planeados.

#### 1.5.- Red con alimentadores selectivos.

Esta red se constituye por cables troncales que llegan hasta la zona por alimentar y cables ramales de menor sección, que van de una troncal a otra enlazándoles siguiendo el principio de la doble alimentación. Las subestaciones MT-BT se reparten entre parejas de alimentadores quedando conectadas en seccionamiento. Ver figura 1.4.

La protección de esta red consiste de: interruptores instalados en la subestación de potencia a la salida de cada ali



- INTERRUPTOR CERRADO NORMALMENTE
- INTERRUPTOR ABIERTO NORMALMENTE
- INTERRUPTOR MANUAL

**RED CON  
ALIMENTADORES SELECTIVOS**

C. L. F. C. FIG. No 1.4

67



mentador y cortacircuitos fusible para proteger las subestaciones MT-BT. También es posible dotar de interruptores en los puntos de derivación de las subtroncales, aún cuando su aplicación debe estar respaldada por un estudio técnico-económico que los justifique.

En condiciones normales de operación, las subestaciones MT-BT son alimentadas de las subtroncales con un punto - normalmente abierto en la subtroncal. Cuando ocurre una falla en la subtroncal o en la troncal, los dispositivos de seccionamiento permiten efectuar los movimientos de carga, transfiriendo las subestaciones MT/BT al alimentador adyacente.

Esta red se recomienda para zonas donde las construcciones existentes están siendo substituídas por edificaciones que representan fuertes concentraciones de carga y requieren de un alto grado de confiabilidad.

#### 1.6.- Red en derivación doble.

En esta red la disposición de los cables troncales se hace por pares, instalándose en forma paralela a lo largo de la carga. Las troncales son de sección constante y de menor calibre las derivaciones, que en general vienen a constituir las acometidas.

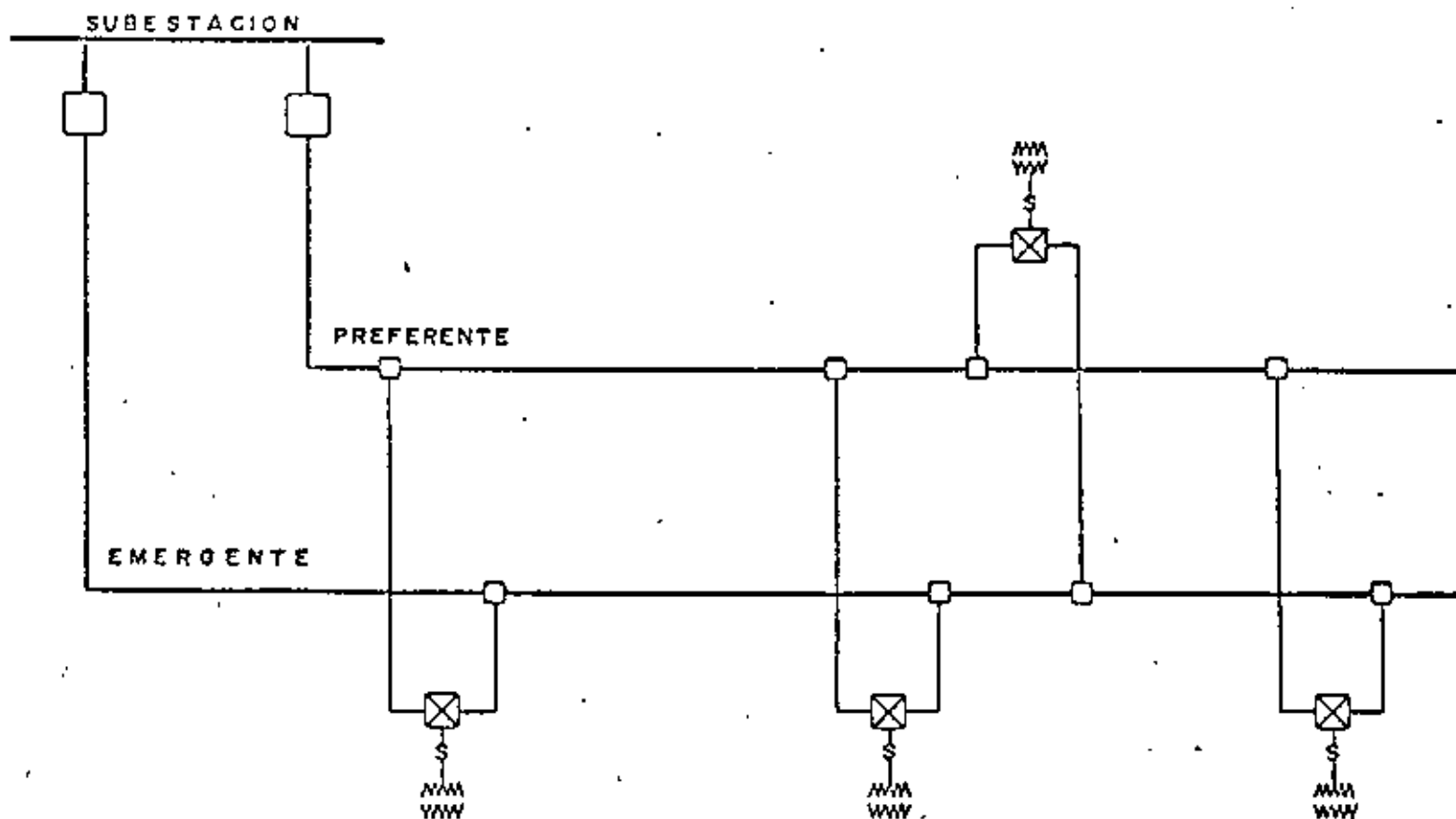
Cada una de las troncales es la encargada de llevar la — energía desde una fuente de alimentación hasta los servicios. La alimentación a los servicios se realiza por acq metidas dobles las que llegan generalmente a un dispositivo de transferencia automática de donde se deriva la alimentación a las instalaciones del cliente. Ver figura - 1.5.

La protección a las troncales se realiza por medio de interruptores localizados en la subestación de potencia al principio de cada alimentador, la protección a los ramales por medio de corta-circuitos fusibles.

La operación se puede efectuar en dos formas diferentes:

Primero, haciendo trabajar el circuito emergente sin carga y la segunda es haciéndolo trabajar con la mitad de la carga. La primera tiene la desventaja que mientras un circuito trabaja al mínimo (pues solamente está energizado) el - otro está trabajando al máximo de su capacidad, mientras- que en la segunda opción los dos circuitos trabajan en iguales condiciones.

Dentro de las normas de diseño que caracterizan a este tipo de redes, se tienen las dos siguientes, que son muy importantes:



Bq

☒ — INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA DE  
OPERACION MANUAL O AUTOMATICA

RED EN DOBLE DERIVACION	
C. L. F. C.	FIG. N°1.5

1.- El equipo de transferencia debe tener un mecanismo que impida la puesta en paralelo de los dos alimentadores.

2.- Para obtener una mejor confiabilidad de servicio, es conveniente instalar los circuitos en rutas diferentes.

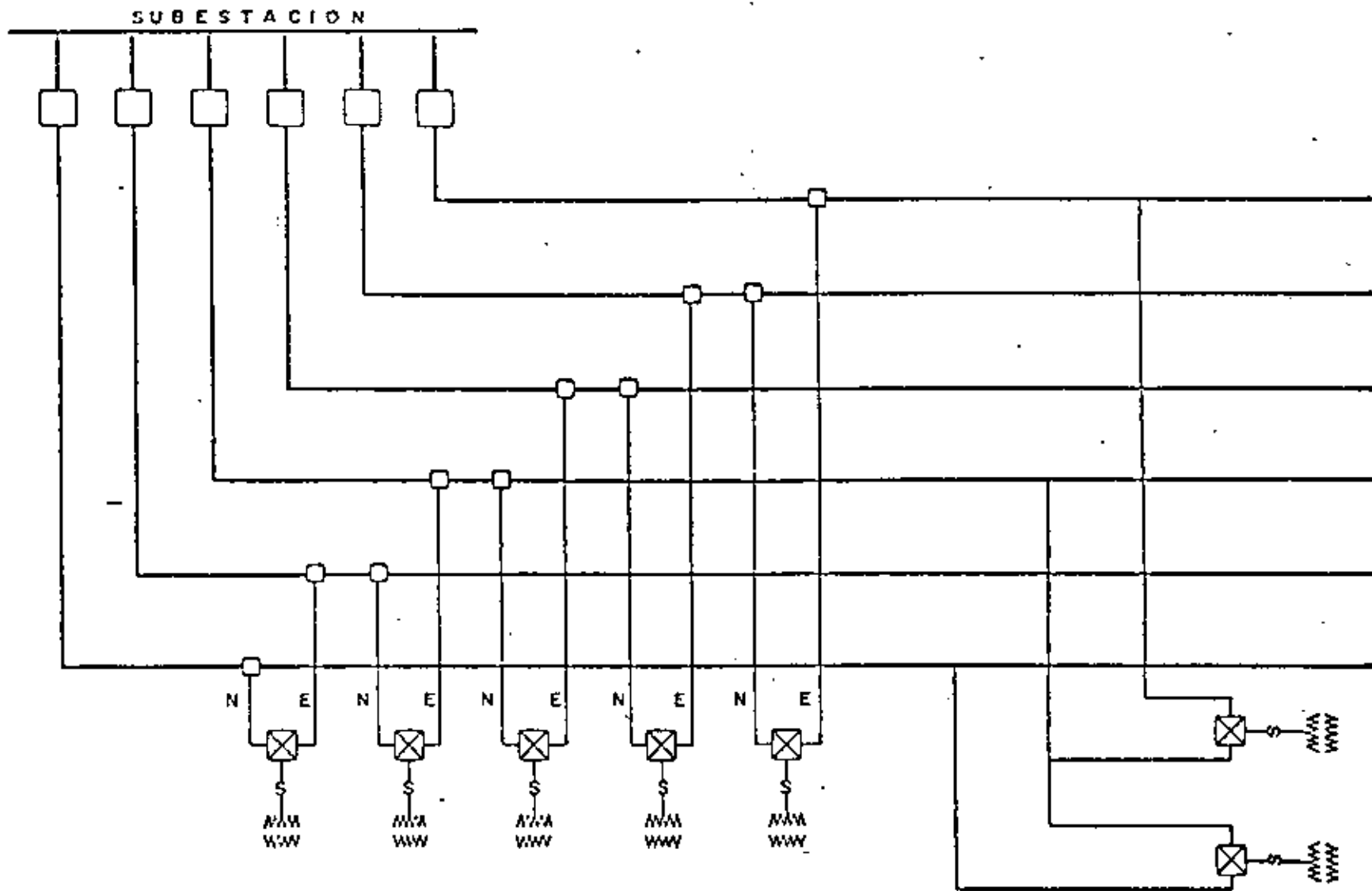
La implantación de esta red se recomienda para zonas turísticas y comerciales de configuración extendida, donde existan grandes concentraciones de carga que tienen necesidad de asegurar una elevada continuidad.

#### 1.7 Red en Derivación Múltiple.

Esta red se constituye por un número determinado de alimentadores que contribuyen simultáneamente a la alimentación de la carga. En realidad estas redes son una extensión de las redes en derivación doble, ya que siguen el mismo principio, solamente que este tipo de red permite alimentar una área mayor, debido al mayor número de alimentadores.

Esta red se debe diseñar dejando un margen de capacidad de reserva en los alimentadores de mediana tensión, de tal manera que al quedar fuera de servicio uno de ellos, la carga se reparte a los restantes, por medio de la transferencia automática. Ver figura 1.6.

Estas redes tienen aplicación en zonas que presentan cargas concentradas muy fuertes, en las que es necesario pre-



N - ALIMENTACION NORMAL  
 E - ALIMENTACION EMERGENTE  
 ☒ - INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

RED EN  
 DERIVACION MULTIPLE

C. L. F. C. | FIG. N°1.6

porcionar una alta continuidad a los servicios, tienen —  
además la ventaja que permiten alimentar servicios en me-  
diana tensión y en baja tensión simultáneamente.

## 2.- ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE.

### 2.1.- Generalidades.

La alimentación al servicio del cliente, es el punto de conexión entre el sistema de distribución de la Compañía suministradora y la red de distribución del cliente. La manera en que se realiza la alimentación a un cliente, está íntimamente ligada con el tipo de red instalado en la zona, la tensión de alimentación al cliente y la magnitud y tipo de carga solicitada. Todo esto influenciado por el equilibrio que existe entre la inversión necesaria para llevar a cabo estas instalaciones y los beneficios futuros que se tengan, factores que marcan la pauta a seguir para tomar la decisión final.

Uno de los mayores objetivos que se persiguen al dar un servicio, es proporcionar la mayor continuidad de suministro al cliente, esto es función de varios factores:

- 1.- Confiabilidad del sistema de Potencia y del Sistema de Distribución de la Compañía Suministradora.
- 2.- Tipo de alimentación al cliente.
- 3.- Instalaciones de emergencia.

Razón por la que la continuidad de servicio es el resultado de la planeación que realizan las empresas de suministro de energía y las provisiones que tome el mismo cliente.

En este capítulo se describen las diferentes técnicas que se siguen al proporcionar el suministro de energía eléctrica a los consumidores y las características más sobresalientes a cada una de ellas.

#### 2.2.- Acometida sencilla.

Esta forma de alimentación es la más simple y empleada debido a su sencillez y costo. Se puede realizar en Baja o Mediana Tensión de acuerdo con las necesidades del cliente; la gran mayoría de las acometidas que realizan las Compañías suministradoras, son de este tipo. Cuando las cargas requieren de una mayor continuidad de servicio, es práctica común proporcionar acometida doble al servicio.

#### 2.3.- Acometida doble.

Esta forma de alimentación, generalmente, se proporciona en mediana tensión a aquellos clientes cuyo suministro de energía requieren de un mayor grado de confiabilidad. El tipo de Redes Subterráneas más adecuadas, por su diseño, para proporcionar esta alimentación son las Redes de Derivación Doble y en Derivación Múltiple, en éstas la acometida



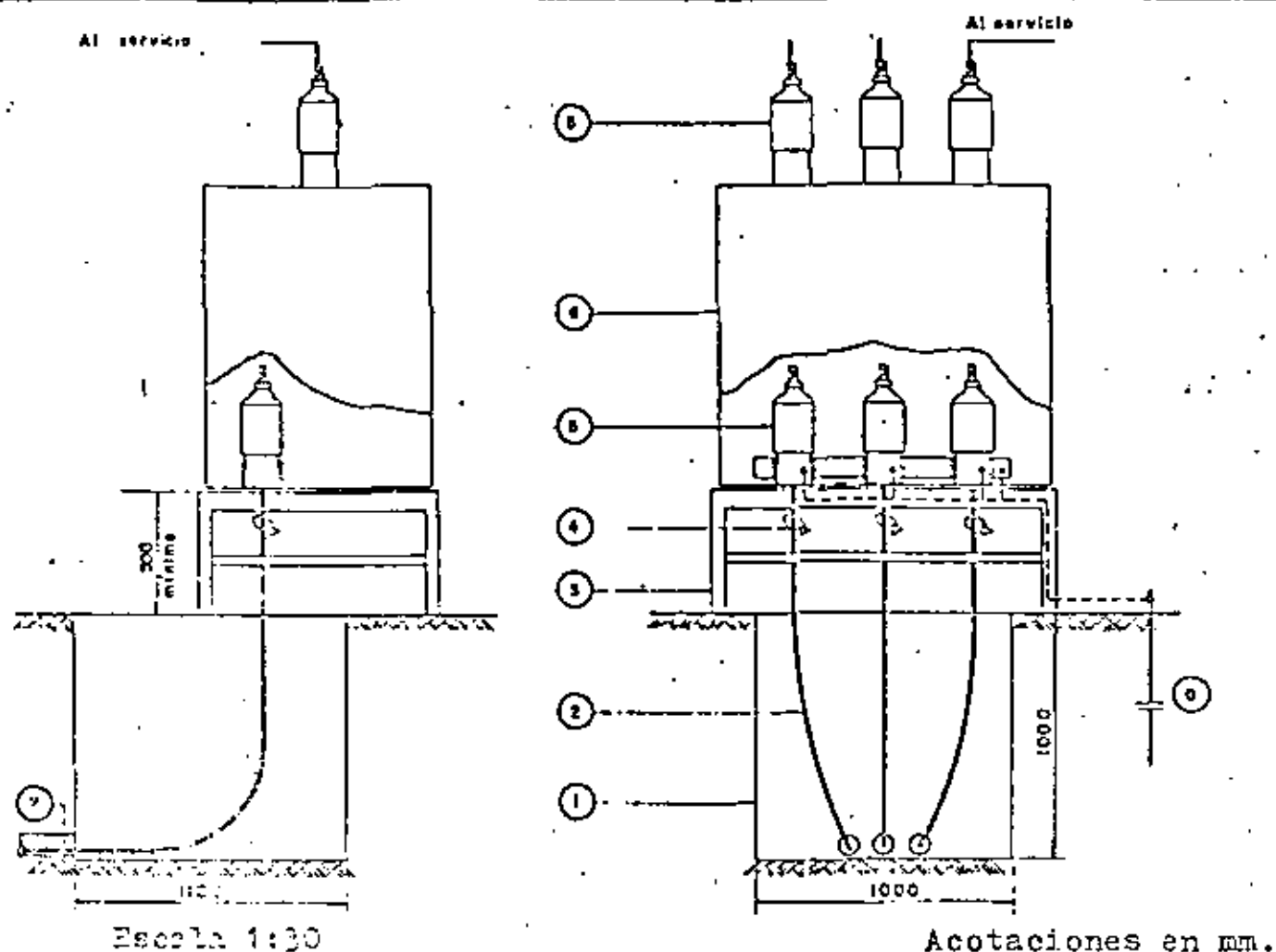
tida converge a un dispositivo de transferencia automáti-  
ca para realizar el cambio de alimentación ante fallas -  
del alimentador preferente. Cuando se trata de Redes -  
Aéreas, la doble acometida se realiza desde dos alimenta-  
dores diferentes, en los que los circuitos de la acometi-  
da, al igual que en las redes subterráneas, convergen a  
un interruptor de transferencia automática.

Los interruptores de transferencia automática empleados  
son los del tipo en aceite, aún cuando actualmente los -  
interruptores en vacío ganan más aceptación por su menor  
volumen y facilidad de instalación. Esta aceptación se  
verá más favorecida en la medida que su costo se acerque  
más a los del tipo en aceite.

#### 2.4.- Medición de energía.

La medición de energía eléctrica es la última operación-  
que realiza la Compañía suministradora del servicio, an-  
tes de hacer la entrega de la energía al cliente. Esta -  
se realiza en las instalaciones del cliente y requiere de  
un espacio para instalar el equipo de medición.

El equipo de medición se puede reducir a un conjunto de --  
wathorímetros o a un equipo diseñado para efectuar medi-  
ciones en alta tensión, esto depende de la magnitud de la



MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Registro de 110 x 100 x 100 cm.	
2	Cable de mediana tensión.	
3	Estructura para soportar equipo de medición.	
4	Placa de nivelación del cable MT.	
5	Terminal MT.	
6	Equipo de medición MT.	
7	Ductos de asbesto cemento de 76.2 mm. de diámetro.	
8	Electrodo de tierra. (copperweld de 15.9x3048 mm.).	

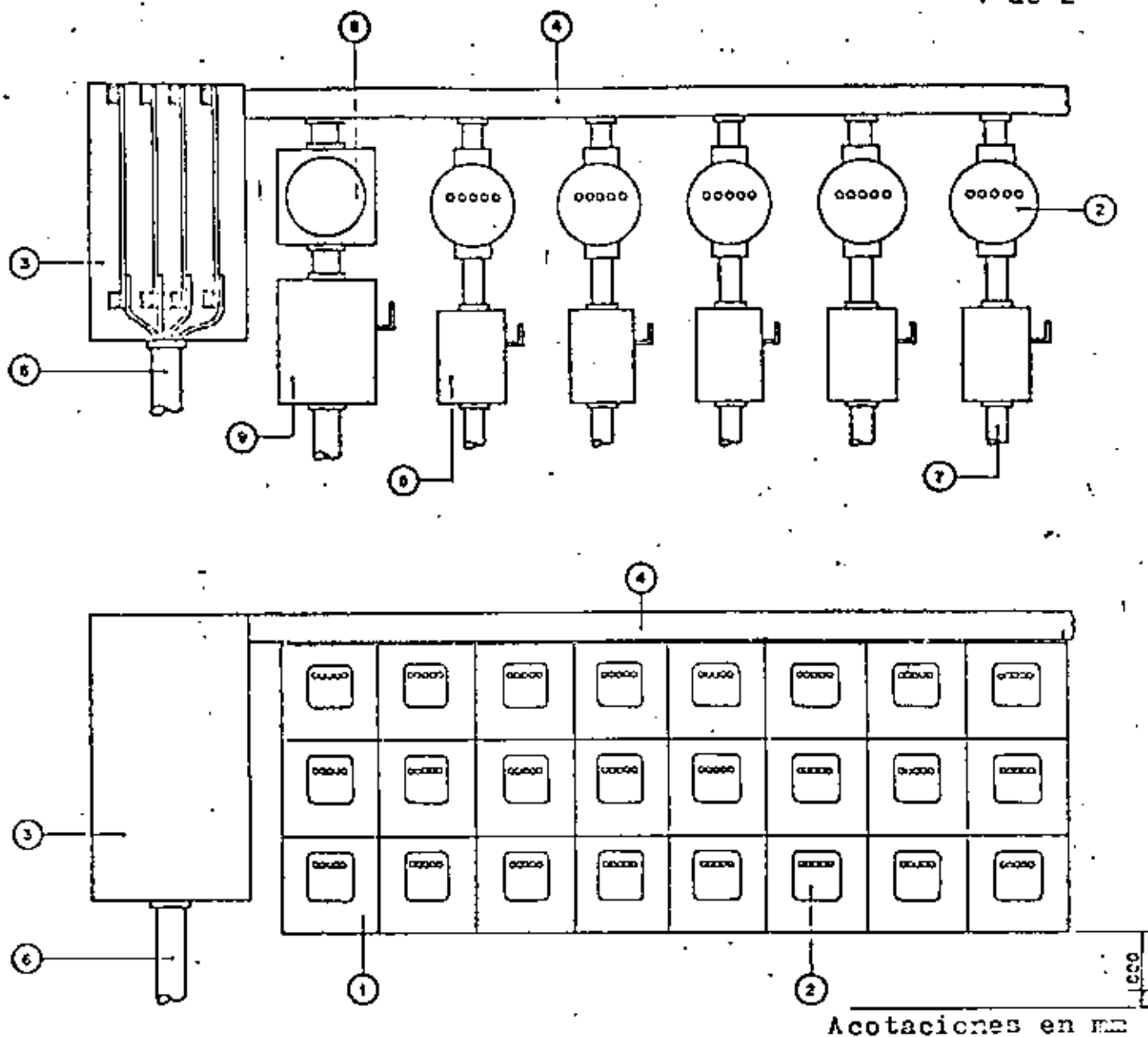
APLICACION:

Alimentar la Mediana Tensión subestación particular.

CLAVE DEL BOSQUE:

MT = Mediana Tensión.  
EM = Equipo de Medición.

FIGURA Nº 2.1



Acotaciones en mm

MATERIAL: (Ver 2 de 2)

APLICACION:

Medición de servicios concentrados monofásicos y/o trifásicos en zonas de Distribución Residencial o Comercial Subterránea.

CLAVE DEL NOMBRE:

1 = Opción No. 1

FIGURA N° 2.2

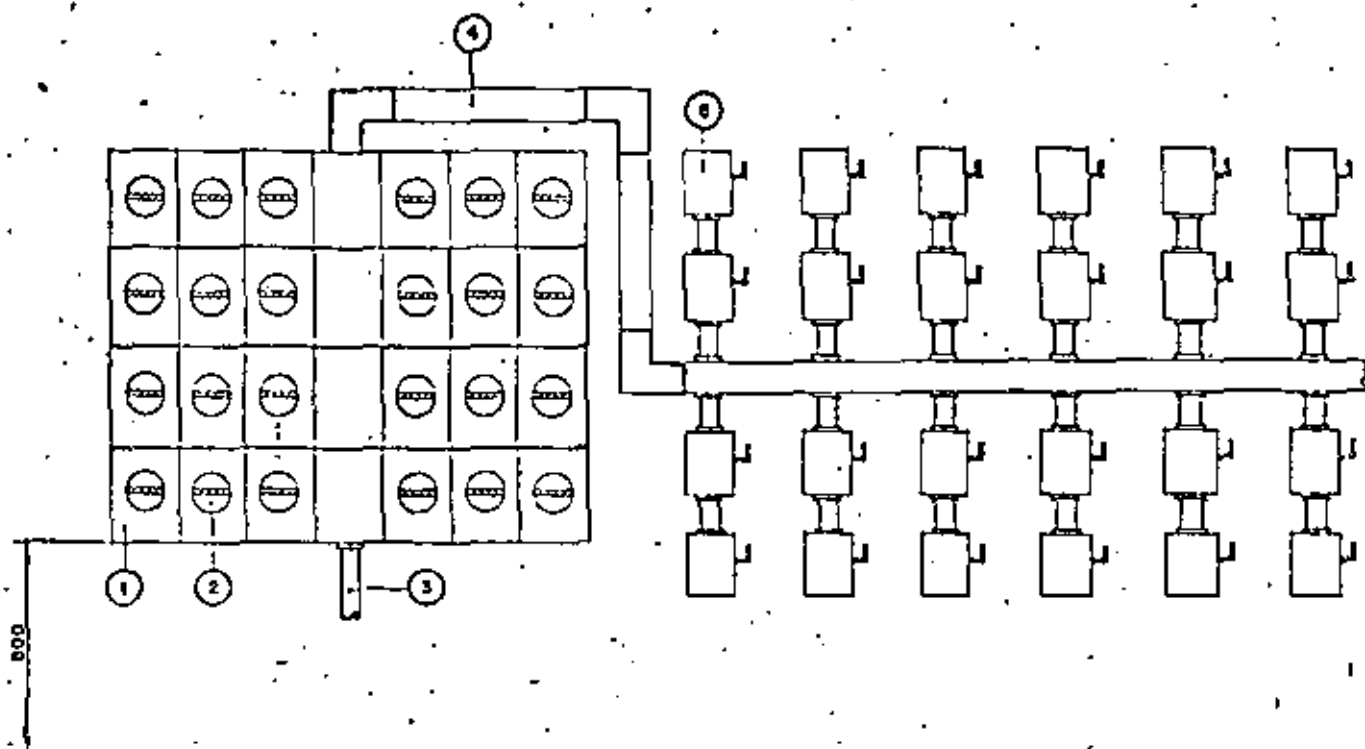
MATERIAL:

2 de 2.

Ref.	Nombre	Norma
1	Base para wathorímetro.	
2	Wathorímetro monofásico.	
3	Gabinete conteniendo barras de cobre.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor de fusibles.	
6	Ducto para acometida a la concentración.	
7	Ducto de alimentación al consumidor.	
8	Wathorímetro polifásico.	
9	Interruptor tripolar.	

FIGURA N° 2.2

(CONTINUACION)



Acotaciones en mm.

MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Basé para Watthorímetro.	
2	Watthorímetro monofásico	
3	Ducto para acometida a la concentración.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor con fusibles.	

APLICACION:

Alimentar servicios concentrados, monofásicos y/o trifásicos, en zonas de Distribución Residencial o Comercial. Subterránea.

CLAVE DEL NOMBRE:

2 = Opción No. 2.

FIGURA N° 2.3

carga y de la tensión de entrega de la energía. En las figuras 2.1, 2.2 y 2.3 se muestran ejemplos de acometidas y mediciones a diferentes tipos de servicios.

#### 2.5.- Locales para subestaciones en interior de edificios.

Cuando es necesario instalar una subestación en interior de edificios, el local proporcionado por el cliente debe ser lo suficientemente amplio, de tal forma que la construcción y operación de la subestación se realice sin problemas de espacio, además que las vías de acceso permitan el libre paso de equipo eléctrico, para operaciones de mantenimiento y reemplazo del equipo.

El local debe ser construido con materiales resistentes e incombustibles, exento de humedad y protegido contra filtraciones de líquido, con la ventilación adecuada, siendo necesario que el local sea construido a prueba de explosiones. Los muros del local deben ser de un espesor tal que permita fijar las estructuras y accesorios que soporten el equipo y cables de energía. Las mismas condiciones debe llenar los techos. Por lo que se refiere a los pisos, éstos deben de ser capaces de soportar el peso del equipo eléctrico. Estas y otras consideraciones se deben de tomar en cuenta al proyectar las subestaciones en interior de edificios.

En las figuras 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 se muestran al-

## DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO

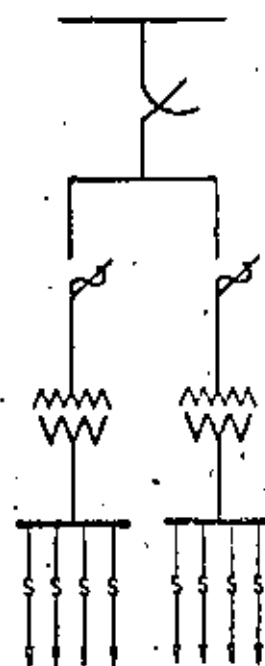
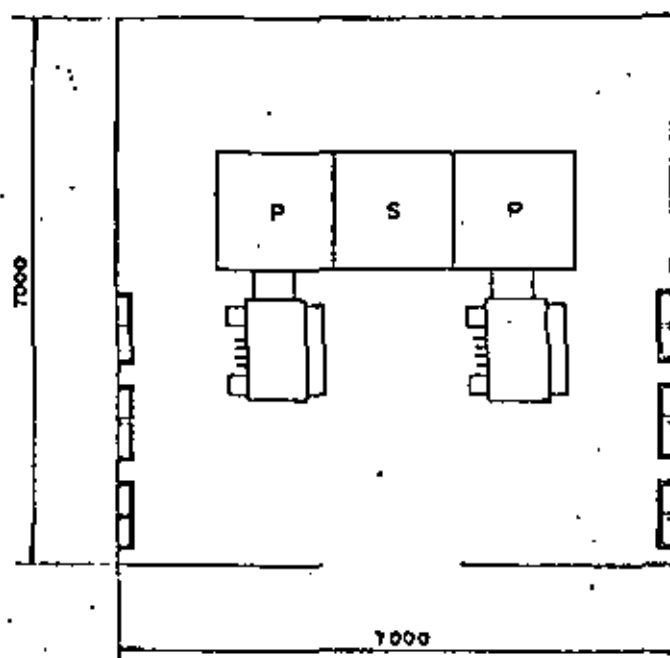
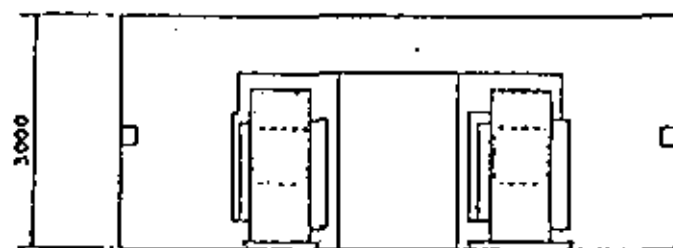


DIAGRAMA UNIFILAR



Esc. 1:100

Anotaciones en mm.

APLICACION: En el interior de edificios, localizados en zonas de red aérea o subterránea de tipo radial, con derivación simple o seccionador y protecciones individuales en gabinete, para transformadores sin seccionadores acoplados, alimentará servicios en B.T. del propio edificio y exteriores.

FIGURA 2.4

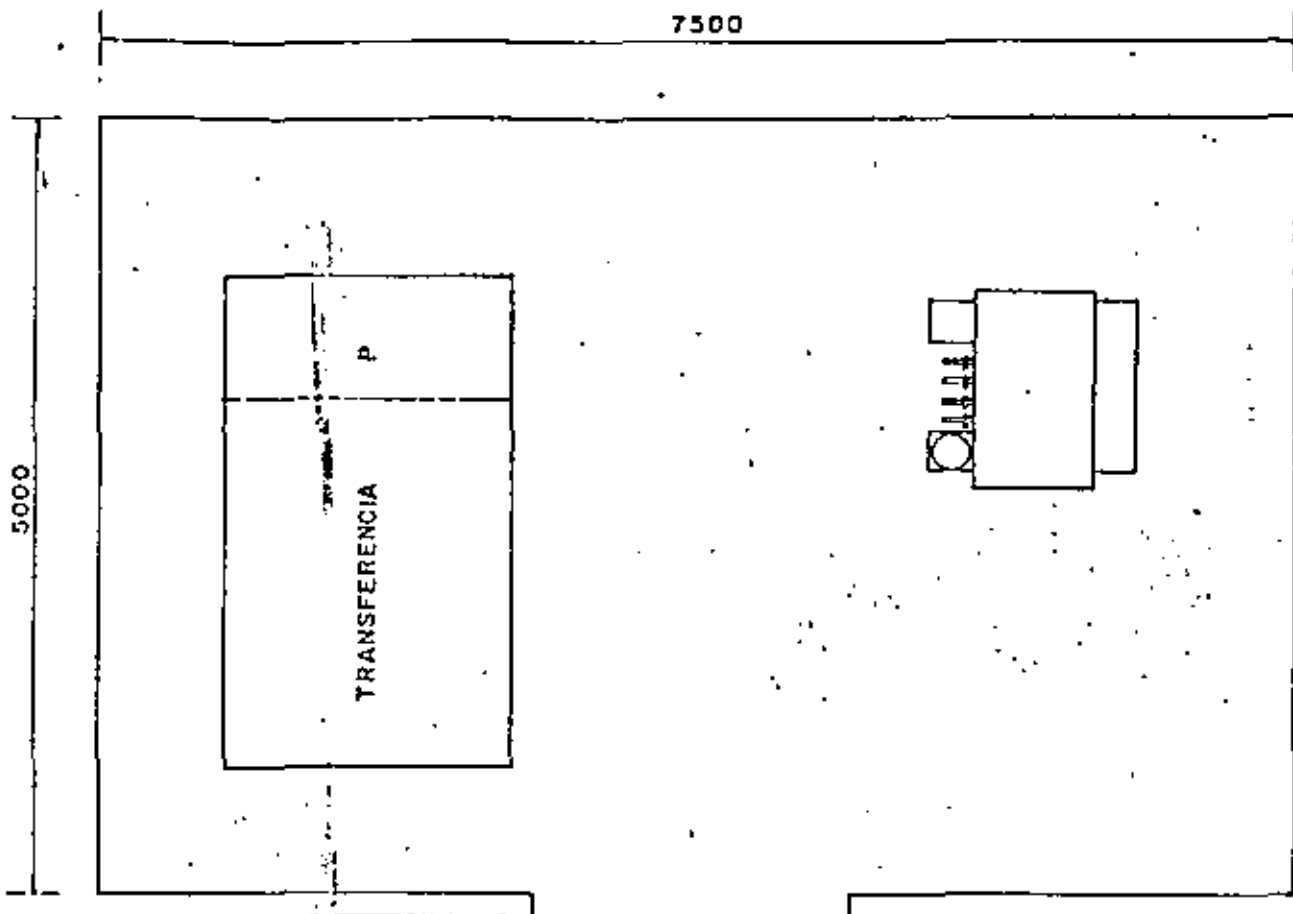


DIAGRAMA UNIFILAR

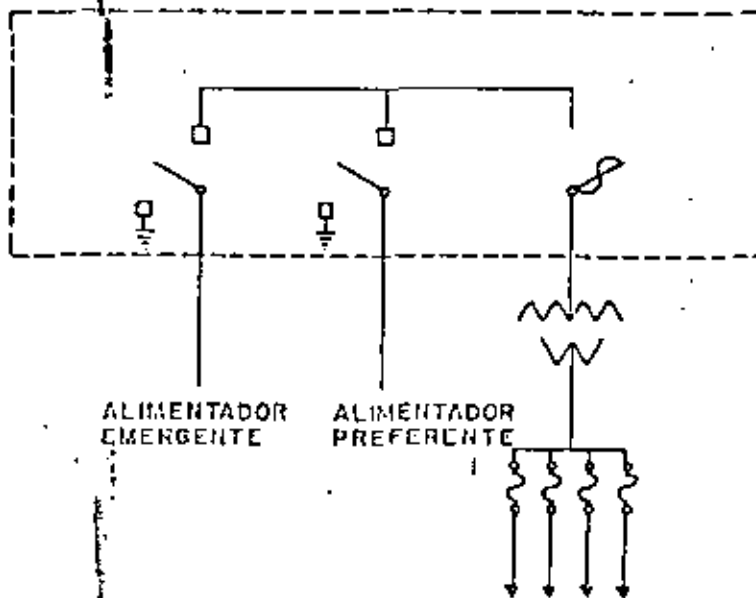


FIGURA 2.5



DISTRIBUCION DE EQUIPO

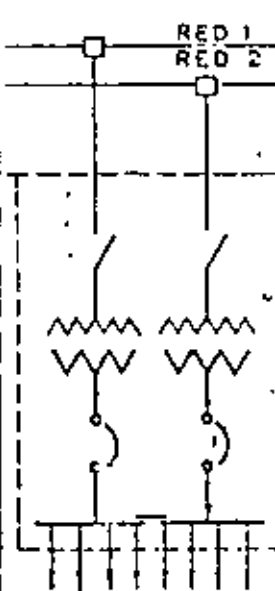
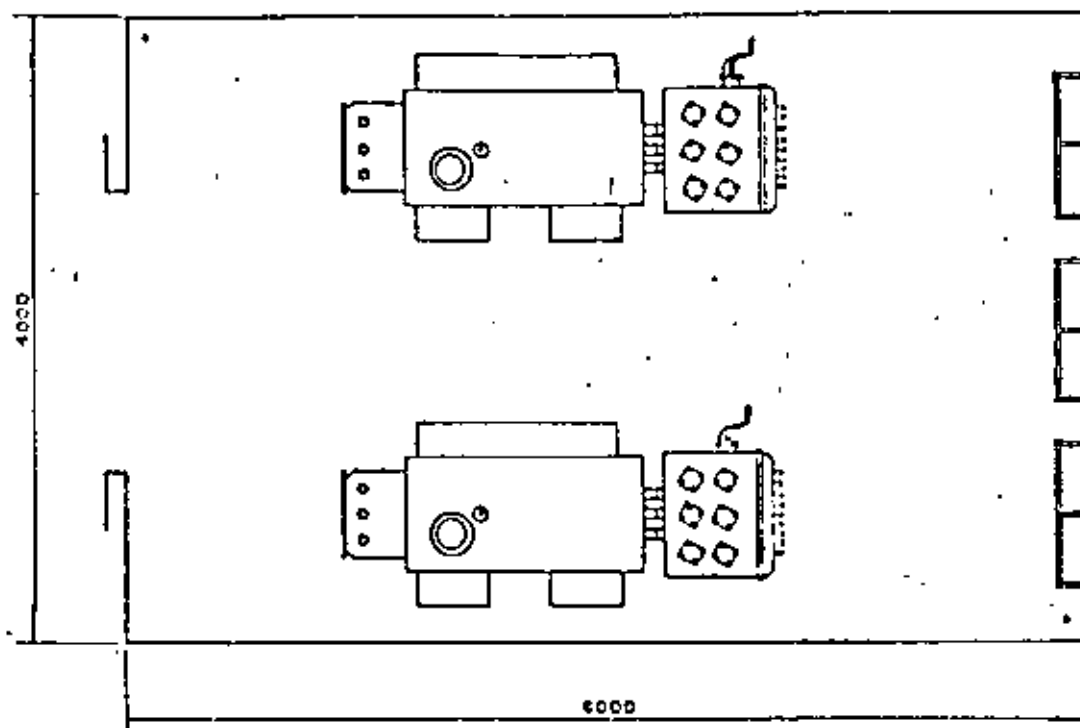
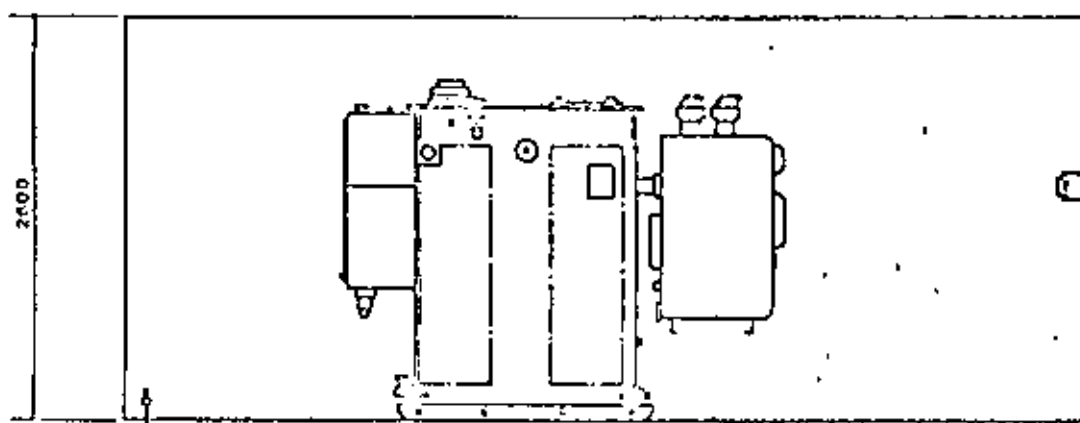


DIAGRAMA UNIFILAR

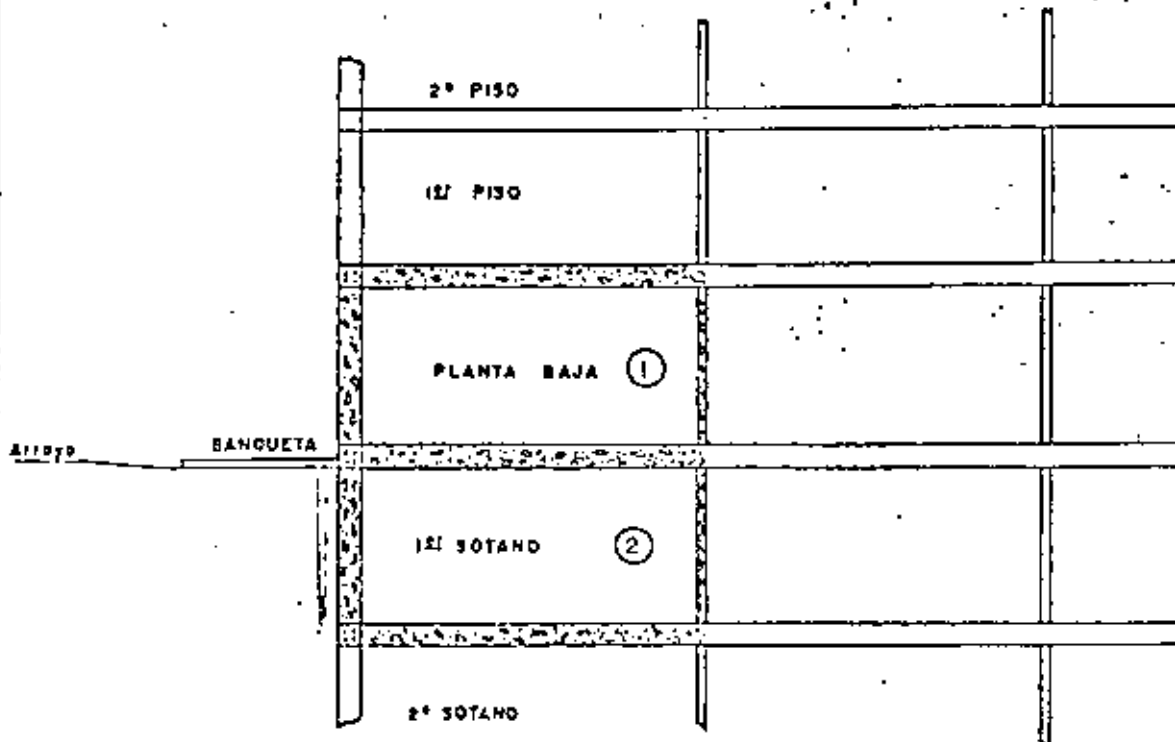


Esc. 1:50

Anotaciones en mm

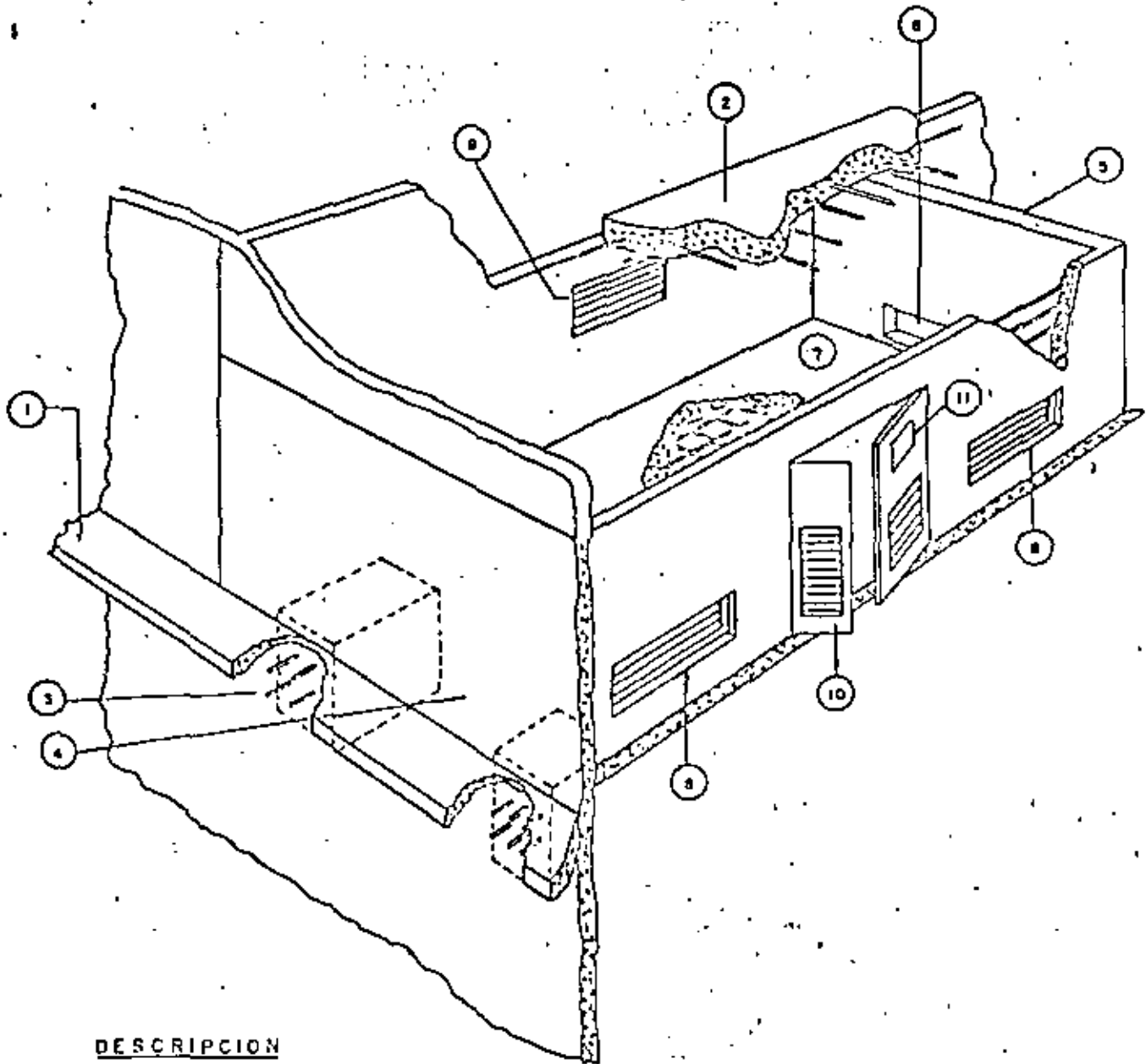
APLICACION: En el interior de edificios, localizados en zonas de red subterránea automática, en derivación simple a transformadores con seccionador y protector acoplados, permite alimentar servicios en B.T. del propio edificio y exterioros.

FIGURA 2.6



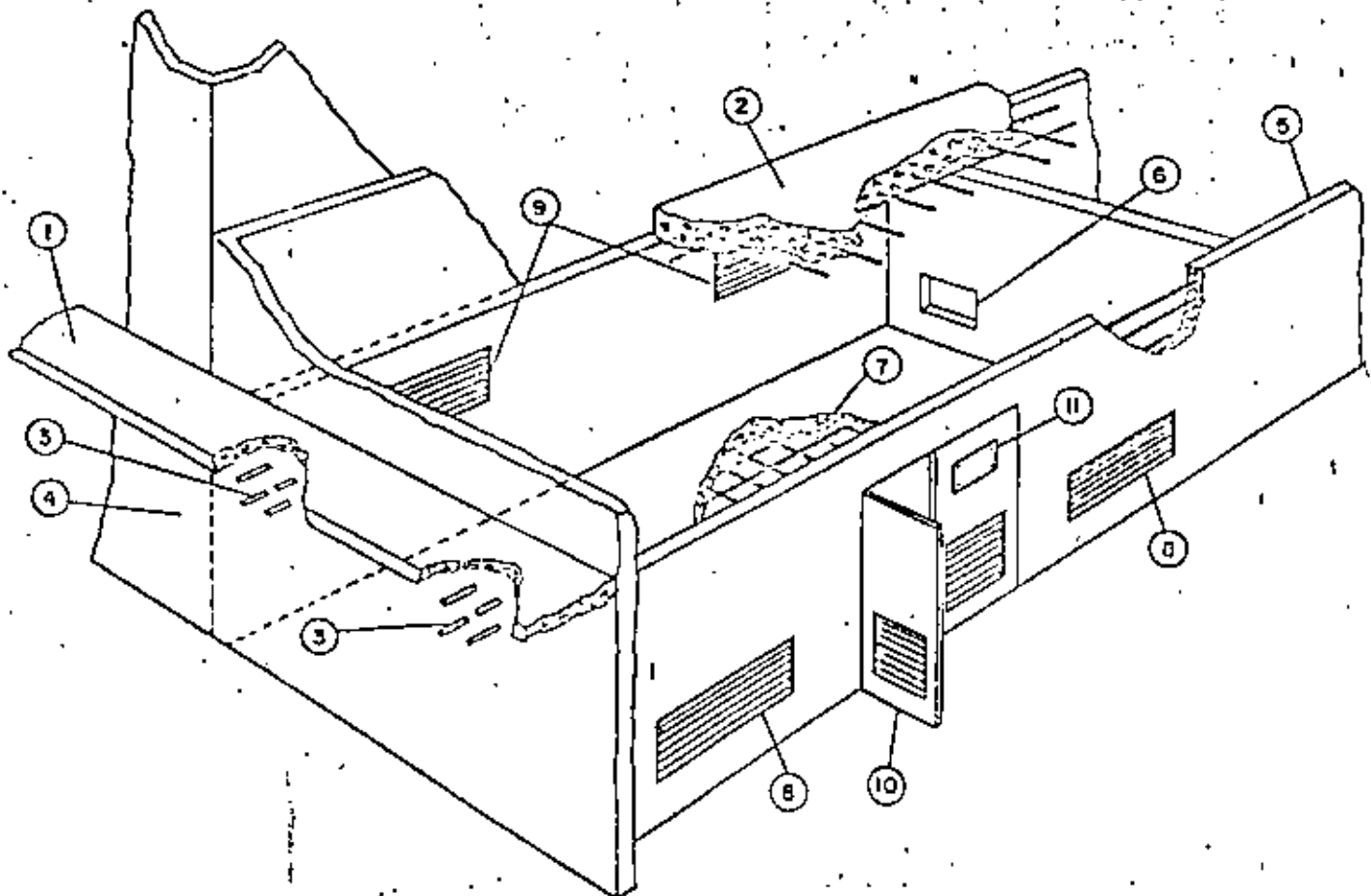
- 1.- ALTERNATIVA 1, LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.
- 2.- ALTERNATIVA 2 LOCALIZACION EN EL 1º SOTANO DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

FIGURA 2.7

DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INTERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LEYENDA (PELIGRO Ly F)

FIGURA 2.8

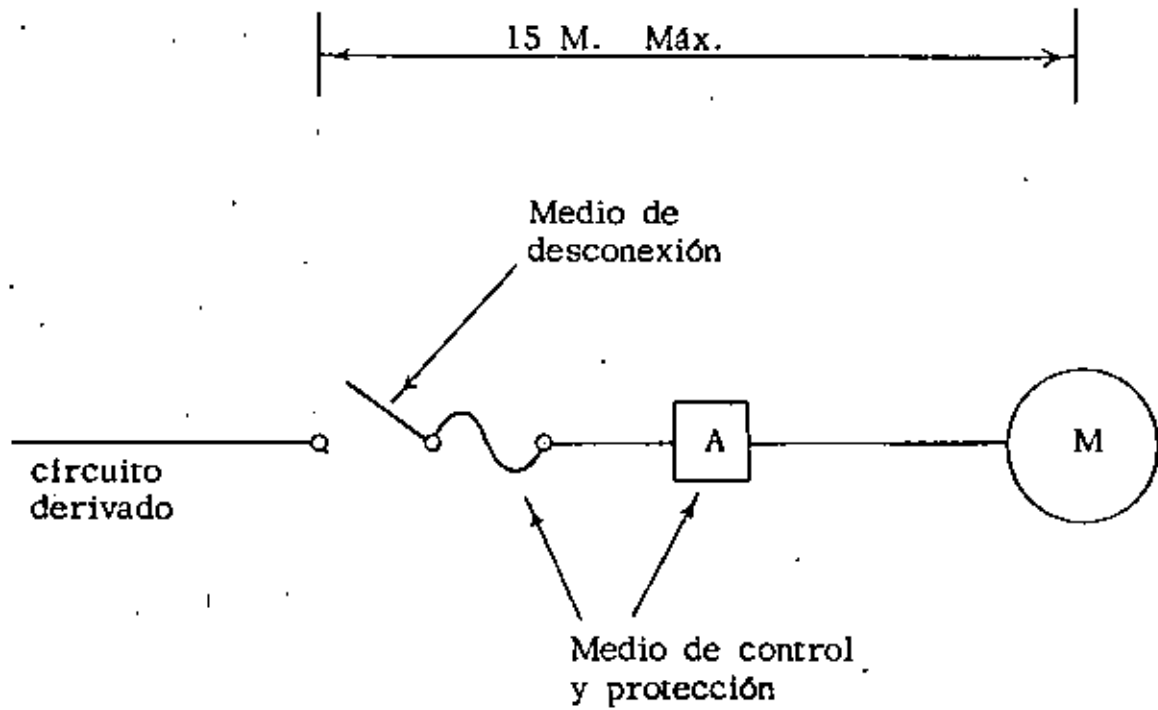


## DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PISO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LETENDA (PELIGRO L y F)

FIGURA 2.9

gunos locales normalizados de acuerdo con diferentes diseños de las subestaciones en interior.



CIRCUITO ELEMENTAL DE UN MOTOR.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

FEBRERO, 1983

QUINTA SESION

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

CONDUCTORES ELECTRICOS:

Condiciones de diseño

- Características de un conductor
- Capacidad permisible
- Cálculo de la Caída de potencial
- Aislamientos
- Resistencia mecánica



Características de un conductor eléctrico

Los conductores eléctricos se clasifican en:

- a) desnudos
- b) aislados para bajo voltaje (hasta 1000 volts)
- c) aislados para alto voltaje (arriba de 2500 volts)

El material del elemento conductor es generalmente cobre o aluminio y se construye en forma de alambre o cable.

Cuando los conductores desnudos se utilizan en líneas aéreas, pueden llevar alma de acero para aumentar su resistencia a la tensión.

Los materiales aislantes utilizados son generalmente compuestos termoplásticos, termofijos, elastoméricos o poliméricos.

Construcción

El aislamiento de los conductores para bajo voltaje se construye directamente extruído sobre el elemento conductor y generalmente no lleva ninguna protección exterior.

La construcción de los conductores para alto voltaje es más compleja, y generalmente consta de varias capas, listadas de afuera hacia adentro:

- chaqueta exterior
- pantalla de cinta de cobre
- cinta semiconductor
- aislamiento
- capa conductora
- conductor

Capacidad permisible

La capacidad de corriente de un conductor es el valor de la --

corriente eléctrica, en amperes, que puede conducir sin exceder una temperatura de operación prefijada. El aumento de temperatura está regulado por la pérdida eléctrica ( $RI^2$ ) en la resistencia del conductor, la cual se incrementa al aumentar la temperatura y por la capacidad de disipación de calor de las capas aislantes y del medio ambiente en que está instalado el conductor.

## Especificaciones para Cable de Cobre Duro, Semi-Duro y Suave. Ⓞ

4

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	No. de Hilos	Area mm <sup>2</sup>	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amps.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
							Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	506	4595	20.31	1300	0.0361	21788	0.0359	15898	0.0347	13256
1000	AA	37	506	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	15100	0.0347	13180
900	B-A	61	456	4135	27.81	1220	0.0401	19731	0.0399	14276	0.0385	12630
900	AA	37	456	4135	28.02	1220	0.0401	19226	0.0399	14183	0.0385	11856
800	B-A	61	405	3676	26.22	1130	0.0451	17605	0.0449	12812	0.0434	10806
800	AA	37	405	3676	26.82	1130	0.0451	15930	0.0449	12569	0.0434	10546
750	B-A	61	380	3448	25.30	1090	0.0481	15693	0.0479	12021	0.0463	9942
750	AA	37	380	3448	25.32	1090	0.0481	15150	0.0479	11862	0.0463	9879
700	B-A	61	354.2	3216	24.52	1040	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.48	1040	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9226
650	B-A	61	329.1	2988	23.63	990	0.0555	13700	0.0552	10511	0.0534	8690
650	AA	37	329.1	2988	23.60	990	0.0555	13213	0.0552	10283	0.0534	8569
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10788	0.0578	8680
600	A-AA	37	304.0	2757	22.63	940	0.0602	12256	0.0598	9953	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	895	0.0656	11701	0.0653	9765	0.0631	7734
550	A-AA	37	278.6	2528	20.65	895	0.0656	11204	0.0653	8759	0.0631	7019
500	B-A	37	253.2	2298	20.70	840	0.0721	10211	0.0718	7961	0.0694	6591
500	AA	19	253.2	2298	20.60	840	0.0721	9967	0.0718	7856	0.0694	6591
450	B-A	37	226.0	2063	19.61	780	0.0802	9276	0.0798	7212	0.0771	5933
450	AA	19	226.0	2063	19.59	780	0.0802	8950	0.0798	7022	0.0771	5933
400	B	37	202.8	1833	18.49	730	0.0902	8310	0.0898	6414	0.0868	5271
400	A-AA	19	202.8	1838	18.44	730	0.0902	8079	0.0898	6328	0.0868	5271
350	B	37	177.2	1609	17.30	670	0.103	7285	0.103	5617	0.0991	4703
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	5334	0.0991	4613
350	AA	12	177.2	1609	18.03	670	0.103	6868	0.103	5461	0.0991	4613
300	B	37	152.0	1379	16.00	610	0.120	6291	0.120	4872	0.115	4115
300	A	19	152.0	1379	15.96	610	0.120	6126	0.120	4776	0.115	3954
300	AA	12	152.0	1379	16.69	610	0.120	5974	0.120	4713	0.115	3954
250	B	37	126.6	1149	14.60	540	0.144	5244	0.144	4061	0.139	3479
250	A	19	126.6	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	4008	0.139	3395
250	AA	12	126.6	1149	15.24	540	0.144	5049	0.144	3954	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	3342	0.164	2983
4/0	A-AA	7	107.2	972.2	13.26	480	0.170	4152	0.170	3297	0.164	2789
3/0	B	19	85.0	771.3	11.94	420	0.214	3492	0.214	2708	0.207	2301
3/0	A-AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	2635	0.207	2212
2/0	B	19	67.43	611.4	10.64	360	0.270	2791	0.270	2162	0.261	1825
2/0	A-AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2688	0.270	2105	0.261	1755
1/0	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2222	0.340	1725	0.329	1447
1/0	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1670	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.66	270	0.429	1768	0.429	1379	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.50	270	0.429	1725	0.429	1347	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.14	270	0.424	1642	0.424	1306	0.414	1148
2	B-A	7	33.62	304.0	7.42	230	0.539	1381	0.539	1071	0.527	910
2	AA	3	33.62	304.0	8.13	240	0.539	1321	0.539	1043	0.520	875
3	B-A	7	26.67	240.7	6.60	200	0.682	1104	0.682	865	0.657	722
3	AA	3	26.67	240.7	7.26	200	0.682	1070	0.682	852	0.657	722
4	B-A	7	21.15	190.8	5.89	180	0.856	873	0.856	685	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.856	852	0.856	665	0.825	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	150	1.060	681	1.06	531	1.05	454
6	B	7	13.30	119.9	4.67	130	1.310	550	1.31	424	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	443	1.73	347	1.67	286
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.160	351	2.18	277	2.16	226
9	B	7	6.76	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10	B	7	5.26	47.73	2.95	65	3.460	223	3.46	176	3.34	142

Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 25°C Temperatura Ambiente, 0.5 factor de emisión (cobre óptico), y un viento de 0.6 mts./seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta ó baja tensión, en buses de subestaciones y sistemas de tierra.

⊕ Especificaciones para Alambre Desnudo Duro, Semi-Duro y Suave

Calibre A.W.G.	DIAMETRO NOMINAL		SECCION TRANSVERSAL		Peso en Kilos por km.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
	mm.	pulg.	mm. cuadrados	mm. circulares		Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima	Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima
4/0	11.684	.4600	107.20	211,600	953.0	.16552	3693.665	.16467	3166.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167,800	756.0	.20870	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.266	.3648	67.43	133,100	599.0	.26317	2503.418	.26182	2086.106	.25568	1706.897
1/0	8.251	.3249	53.48	105,500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83,690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.686	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66,370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52,640	237.1	.67227	1106.330	.66866	899.942	.64635	694.008
4	5.189	.2043	21.15	41,740	188.0	.84781	893.592	.84321	718.502	.81532	550.216
5	4.621	.1819	16.77	33,100	149.0	1.0686	721.677	1.0633	573.350	1.0279	436.317
6	4.115	.1620	13.30	26,250	118.0	1.3478	580.608	1.3409	458.136	1.2963	346.061
7	3.675	.1443	10.55	20,820	93.8	1.6998	467.208	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.366	16,510	74.4	2.1434	374.673	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13,090	59.0	2.7028	299.920	2.6887	233.241	2.5988	172.595
10	2.588	.1019	5.261	10,380	46.8	3.4089	240.045	3.3892	186.157	3.2773	139.430
11	2.306	.09074	4.172	8,234	37.1	4.2981	191.827	4.2751	148.599	4.1340	112.496
12	2.053	.08081	3.309	6,530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.061	5.2102	89.58
13	1.828	.07196	2.624	5,178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	.06408	2.081	4,107	18.5	8.6159	96.844	8.5732	75.569	8.2845	56.337
15	1.450	.05707	1.650	3,257	14.7	10.8666	77.021	10.8108	60.928	10.4467	44.670
16	1.291	.05082	1.309	2,583	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.172	13.1764	35.426
17	1.150	.04526	1.038	2,048	9.23	17.2777	48.762	17.1891	38.424	16.6148	28.091
18	1.024	.04030	.8231	1,624	7.32	21.7858	38.769	21.6742	30.667	20.9491	22.289
19	.9116	.03589	.6527	1,288	5.80	27.4718	30.840	27.3307	24.153	26.4153	17.867
20	.8118	.03196	.5176	1,022	4.60	34.6473	24.530	34.4505	20.928	33.3621	14.011
21	.7229	.02846	.4105	810.1	3.65	43.6701	19.4365	43.4404	17.629	41.9968	11.1327
22	.6438	.02535	.3255	642.4	2.89	55.0879	15.5403	54.7920	15.629	52.9553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978	12.729	66.8011	6.3899
24	.5106	.02010	.2047	404.0	1.82	87.5698	9.8295	87.1433	10.119	84.2232	5.7561
25	.4547	.01790	.1624	320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806	9.409	106.2659	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	254.1	1.14	139.2456	6.2279	138.5238	8.009	133.8950	3.6246
27	.3606	.01420	.1021	201.5	.908	175.5991	4.9533	174.6804	7.109	168.8730	2.6718
28	.3211	.01264	.08098	159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863	6.109	212.9369	2.2775
29	.2859	.01126	.06422	126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694	5.109	268.5470	1.8107
30	.2546	.01025	.05093	100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108	4.309	338.5992	1.4220
31	.2268	.008928	.04039	79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226	3.609	426.8581	1.1258
32	.2019	.007950	.03203	63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138	3.009	538.4127	.9008
33	.1798	.007080	.02540	50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621	2.509	678.8389	.7144
34	.1601	.006305	.02014	39.75	.179	890.1353	0.99973	885.5419	2.109	1079.4490	.5616



Carga de ruptura:— La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves o flexibles.

NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.

**Características Eléctricas**  
**Alambre y Cable Desnudos de Cobre Duro 97.5% Conductividad IACS**    **Unidades Métricas**

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Ohmica por Conductor por Kilómetro <b>6</b>				Radio Geométrico Medio	Reactancia p.c. Conductor por Km. 60 cps 305 mm. de separación §
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20°C	60°C	20°C	50°C		Inductiva X <sub>L</sub>
AWG o MCM		ohms	ohms	ohms	ohms	μh	ohms
<b>Sólido</b>							
10	1	3.381	3.7424	3.361	3.7424	1.1089	0.4306
8	1	2.114	2.3612	2.114	2.3612	1.2710	0.4132
6	1	1.330	1.4851	1.330	1.4851	1.6032	0.3957
4	1	0.8363	0.9339	0.8363	0.9339	2.0208	0.3782
3	1	0.6629	0.7407	0.6629	0.7407	2.2708	0.3694
2	1	0.5289	0.5872	0.5261	0.5884	2.5481	0.3610
1	1	0.4169	0.4642	0.4171	0.4645	2.8521	0.3526
1/0	1	0.3307	0.3682	0.3310	0.3686	3.2126	0.3433
2/0	1	0.2734	0.2923	0.2639	0.2929	3.6088	0.3343
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2088	0.2325	4.0508	0.3268
4/0	1	0.1649	0.1838	0.1656	0.1847	4.5607	0.3170
<b>Cableado</b>							
4	7	0.8524	0.9492	0.8524	0.9492	2.1397	0.3739
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1865	0.3722
3	7	0.6760	0.7556	0.6756	0.7552	2.3957	0.3654
3	3	0.6698	0.7481	0.6698	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5362	0.5990	0.5362	0.5996	2.6914	0.3566
2	3	0.5310	0.5939	0.5312	0.5947	2.7554	0.3548
1	7	0.4253	0.4753	0.4255	0.4760	3.0736	0.3479
1	3	0.4211	0.4704	0.4214	0.4705	3.1093	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.5682	0.3354
1/0	12	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.7705	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3766	0.3377	0.3765	3.3833	0.3323
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2357	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2988	3.8100	0.3304
3/0	12	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.7549	0.3137
3/0	7	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.2672	0.3219
4/0	19	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	6.0902	0.3081
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	6.3340	0.3060
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8158	0.3127
250	19	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.5169	0.3025
250	12	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0350	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3398	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.5227	0.2898
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.8560	0.2861
400	19	0.08997	0.09942	0.09028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.5286	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.4066	0.2802
500	37	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.9248	0.2752
500	19	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.6029	0.2763
550	37	0.06474	0.07214	0.06648	0.07413	8.1210	0.2715
600	37	0.05922	0.06624	0.06126	0.06804	8.6868	0.2682
650	37	0.05476	0.06104	0.05696	0.06333	9.0526	0.2651
700	61	0.05086	0.05669	0.05310	0.06019	9.4468	0.2619
700	37	0.05086	0.05669	0.05310	0.06199	9.3878	0.2624
750	61	0.04746	0.05290	0.04965	0.05558	9.7841	0.2593
750	37	0.04746	0.05290	0.04965	0.05558	9.7211	0.2597
800	81	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0194	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0779	0.2574
850	37	0.04188	0.04688	0.04436	0.04967	10.3637	0.2550
900	61	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.7250	0.2523
900	37	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.8375	0.2530
1000	61	0.03559	0.03968	0.03819	0.04313	11.3031	0.2484
1000	37	0.03559	0.03968	0.03819	0.04313	11.2106	0.2490
1250	61	0.02928	0.03263	0.03126	0.03595	12.6157	0.2401
1500	61	0.02439	0.02719	0.02766	0.03106	13.8079	0.2322
1750	91	0.02091	0.02331	0.02476	0.02762	14.9507	0.2271
2000	91	0.01830	0.02039	0.02196	0.02515	16.0325	0.2220

\* Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 97.5% IACS incrementados en un 2% por cableado, excepto en los cables de 3 hilos en los cuales el incremento es de 1%.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.

§ La reactancia inductiva fue calculada para una distancia equivalente a 305 milímetros.

TABLA 1

## CABLES DE ALUMINIO (AAC)

Codigo Mundial	Calibre			Cableado	Diametro Total mm	Tension de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C 60 Ohms/Km	Peso Kg / Km	Amperes *
	AWG — CM	mm <sup>2</sup>	Equiv en Cobre						
Peachbell	6	13.287	8	7 x 1.554	4.673	252	2.2711	36.4	100
Rose	4	21.156	6	7 x 1.960	5.892	397	1.3949	58.0	140
Iris	2	33.604	4	7 x 2.473	7.416	606	0.87823	92.2	180
Pansy	1	42.176	3	7 x 2.776	8.331	737	0.69653	116.2	200
Poppy	1/0	53.470	2	7 x 3.119	9.347	894	0.55193	146.6	230
Aster	2/0	67.402	1	7 x 3.502	10.515	1125	0.43786	184.8	270
Phlox	3/0	85.011	1/0	7 x 3.931	11.785	1363	0.34716	233.1	300
Oslip	4/0	107.199	2/0	7 x 4.417	13.258	1719	0.27537	293.9	340
Sneezewort	250.000	126.678	157.200	7 x 4.800	14.401	2037	0.23298	347.3	450
Valerian	250.000	126.678	157.200	19 x 2.913	14.579	2045	0.23298	347.3	450
Daisy	266.800	135.127	3/0	7 x 4.960	14.884	2165	0.21841	370.5	460
Laurel	266.800	135.127	3/0	19 x 1.009	15.062	2177	0.21841	370.5	460
Peony	300.000	151.962	188.700	19 x 3.192	15.976	2404	0.19420	416.7	490
Tulip	336.000	170.409	4/0	19 x 3.180	16.916	2694	0.17319	467.3	530
Larkspur	350.000	177.310	220.000	19 x 3.446	17.246	2803	0.16644	486.3	545
Canna	397.500	201.369	250.000	19 x 3.675	18.389	3170	0.14656	551.1	590
Goldenlull	450.000	227.943	283.000	19 x 3.909	19.558	3460	0.12947	625.1	610
Compos	477.000	241.617	300.000	19 x 4.073	20.142	3669	0.12214	667.7	670
Synlga	477.000	241.617	300.000	37 x 2.882	20.197	3900	0.12214	667.7	670
Zinnia	500.000	253.291	314.000	19 x 4.119	20.599	3846	0.11651	694.7	690
Hyacinth	500.000	253.291	314.000	37 x 2.951	20.650	4086	0.11651	694.7	690
Dahlia	556.500	281.929	350.000	19 x 4.345	21.747	4282	0.10468	773.1	740
Mistletoe	556.500	281.929	350.000	37 x 3.114	21.793	4458	0.10468	773.1	730
Meadow Sweet	600.000	303.924	377.000	37 x 3.731	22.631	4808	0.09710	813.5	750
Orchid	636.000	322.177	400.000	37 x 3.329	23.317	5098	0.09160	883.5	760
Heuchera	650.000	329.272	409.000	37 x 3.365	23.571	5211	0.08967	903.0	800
Verbena	700.000	354.621	440.000	37 x 3.493	24.466	5611	0.08327	972.5	830
Flax	700.000	354.621	440.000	61 x 2.770	24.485	5833	0.08327	972.5	830
Violet	715.500	362.490	450.000	37 x 3.533	24.739	5733	0.08141	994	840
Nasturtium	715.500	362.490	450.000	61 x 2.750	24.765	5964	0.08141	994	840
Poliana	750.000	379.905	472.000	37 x 3.616	25.323	5892	0.07766	1042	870
Cattail	750.000	379.905	472.000	61 x 2.816	25.349	6128	0.07766	1042	870
Arbutus	795.000	402.736	500.000	37 x 3.723	26.060	6246	0.07378	1104	900
Lilac	795.000	402.736	500.000	61 x 2.900	26.111	6500	0.07378	1104	900
Cockscomb	900.000	455.950	566.000	37 x 3.962	27.736	6926	0.06472	1250	970
Snopdraguh	900.000	455.950	566.000	61 x 3.086	27.787	7217	0.06472	1250	970
Magnolia	954.000	481.298	600.000	37 x 4.079	28.549	7339	0.06106	1315	1010
Goldenrod	954.000	481.298	600.000	61 x 3.177	28.600	7647	0.06106	1325	1010
Hawkweed	1'000.000	506.586	629.000	37 x 4.175	29.235	7693	0.05825	1389	1040
Camellia	1'000.000	506.586	629.000	61 x 3.251	29.260	8051	0.05825	1389	1040
Bluebell	1'033.500	523.546	650.000	37 x 4.246	29.718	7951	0.05637	1435	1060
Larkspur	1'033.500	523.546	650.000	61 x 3.307	29.768	8282	0.05637	1435	1060
Mango	1'113.000	563.794	700.000	61 x 3.431	30.886	8917	0.05274	1746	1300
Hawthorn	1'192.500	604.107	750.000	61 x 3.550	31.353	9525	0.04885	1856	1160
Narcissus	1'272.000	644.356	800.000	61 x 3.667	33.020	9979	0.04580	1905	1200
Columbine	1'351.500	684.990	850.000	61 x 3.787	34.036	10614	0.04308	1978	1250
Carnation	1'431.000	724.980	900.000	61 x 3.891	35.026	11022	0.04070	1987	1300
Gladiolus	1'510.500	764.970	950.000	61 x 3.997	35.991	11612	0.03857	2098	1340
Coreopsis	1'590.000	805.605	1'000.000	61 x 4.102	36.931	12247	0.03663	2209	1380
Jessamine	1'750.000	886.230	1'101.000	61 x 4.302	38.735	13471	0.03330	2431	1500
Cowslip	2'000.000	1'012.650	1'260.000	91 x 3.764	41.402	15694	0.02914	2776	1550
Vegetable	2'250.000	1'139.070	1'415.000	91 x 3.997	43.916	17282	0.02590	3156	1650
Lupine	2'500.000	1'265.490	1'570.000	91 x 4.209	46.304	19232	0.02337	3504	1770
Bittersweet	2'750.000	1'391.910	1'730.000	91 x 4.414	48.564	21137	0.02120	3858	1900
Bellium	3'000.000	1'515.750	1'890.000	127 x 3.903	50.698	23047	0.01947	4198	1970
Bluebonnet	3'500.000	1'773.105	2'200.000	127 x 4.216	54.811	26943	0.01664	4758	2050

\* Las capacidades de los cables están calculados para 75°C en el conductor, 30°C temperatura ambiente y un viento de 0.6 m/sag en dirección perpendicular al eje del cable.

B

Cálculo de la caída de potencial

Para circuitos trifásicos balanceados:

$$V_R = R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

$V_R$  = Caída de potencial en la resistencia del conductor.

$R_k$  = Resistencia de un conductor en ohms por kilómetro, a la temperatura de operación.

$L$  = Longitud del circuito en metros.

$I$  = Corriente en amperes

$V$  = Voltaje entre líneas del sistema

$$\text{En por ciento } \% V_R = \frac{R_k \times L / 1000 \times I}{V / \sqrt{3}} \times 100 = 0.1732 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Para circuitos monofásicos

$$V_R = 2 R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

$$\text{En por ciento } \% V_R = \frac{2 R_k \times L / 1000 \times I}{V} \times 100 = 0.2 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Existen tablas y gráficas que simplifican el cálculo de la caída de potencial

Aislamientos

En conductores para bajo voltaje se utilizan generalmente aislamientos de cloruro de polivinilo (PVC), de polietileno negro PE y polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE)

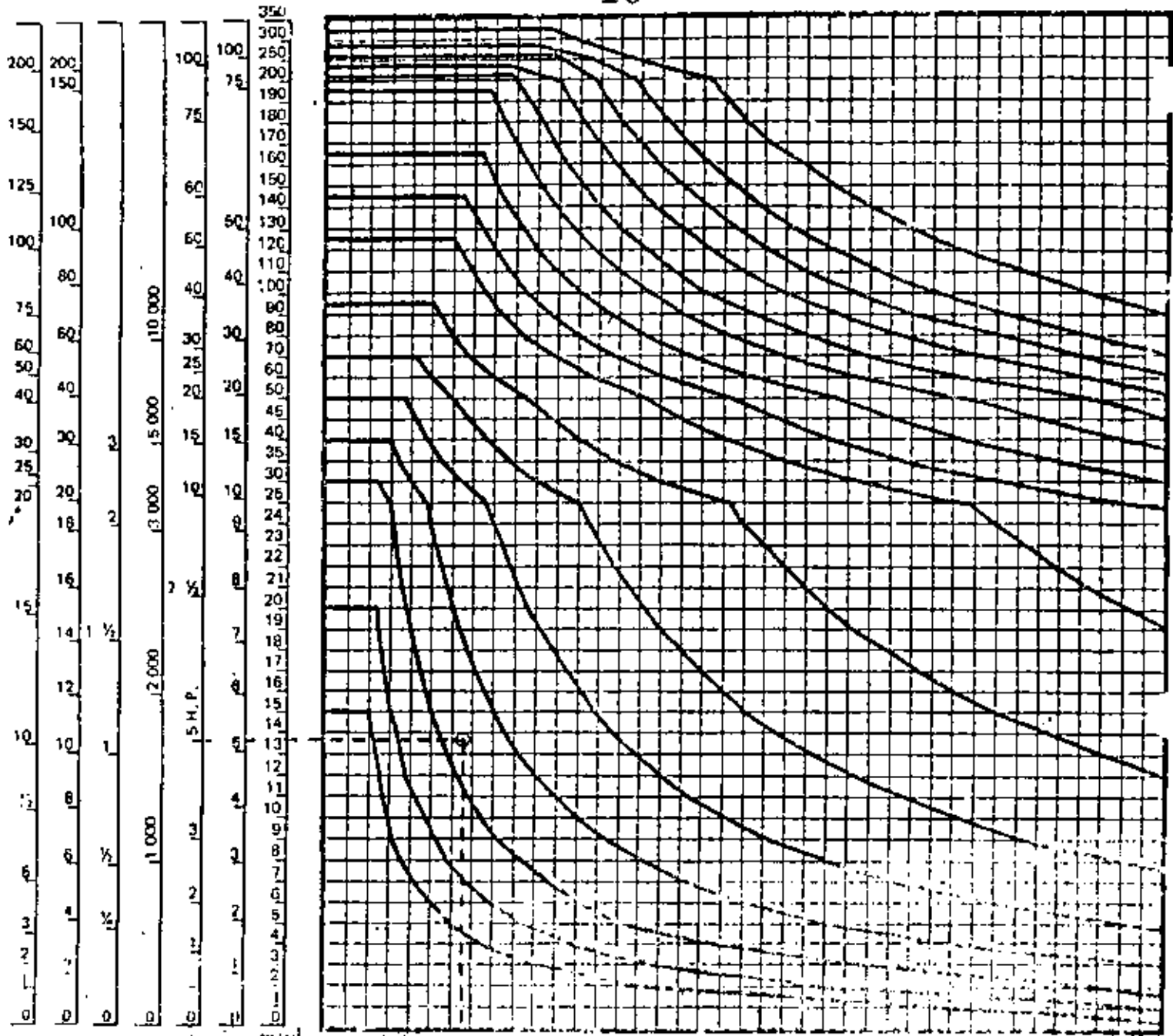
En conductores para alto voltaje se utilizan aislamientos a base de polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE) y a base de hule etileno-propileno (EPR).

El forro o chaqueta exterior generalmente es de PVC y en algunos casos se utiliza polietileno negro PE.

#### Resistencia mecánica

La carga mecánica o esfuerzo a la tensión a que son sometidos los conductores eléctricos al instalarlos (principalmente en tuberías conduit o en líneas aéreas), no debe exceder a un tercio del valor de tensión a la ruptura nominal del mismo. Estos valores se indican en las tablas de características de los conductores, anexas.





10 20 30 40	50 60 70 80	90 100 110 120
1% 220v	3% 220v	5% 220v
1% 110v	3% 220v	5% 220v
3% 110v	5% 220v	1% 440v
5% 110v	3% 220v	5% 440v
	1% 220v	3% 440v
	3% 220v	5% 440v
		1% 440v
		3% 440v

F	E	100	200
0 10	100	200	300
0 10	150	300	400
0 10	200	400	500
0 10	250	500	600
0 10	300	600	800
0 20	400	800	1000
0 20	500	1000	1200
0 20	600	1200	1500
0 40	1000	1500	2000

Ejemplo:

Para el cálculo del calibre de un conductor de una línea de 100 metros, que alimentará a un motor de 5 H.P. a 220 Volts, 3 Fases, con un 3 % en pérdida de voltaje, se localizará en la columna correspondiente a H.P. y 220 Volts el valor de E, y en el cuadro correspondiente a 3 Fases, 3 % y 220 Volts, se localizará la longitud de la línea de 100 metros. Se trazan las coordenadas y su punto de intersección se encontrará dentro del área que corresponde al calibre 8 AWG, que será el adecuado para estas necesidades.

## Conductores Aislados para Baja Tensión



## Definición

Se puede considerar como conductor para baja tensión a todo aquel que tenga un aislamiento que le permita operar en voltajes de 0 a 1000 volts en condiciones apropiadas de

seguridad.

## Clasificación

Los conductores forrados se clasifican según las propiedades del aislamiento, de acuerdo con las tablas siguientes.

Características de Conductores

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Hule resistente al calor	RH	75	Hule resistente al calor.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
	RHH	90			
Hule resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos.
Hule látex, resistente al calor.	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad.	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos.
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama.	Ninguna	Locales secos.
Termoplástico resistente a la humedad.	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C.	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
(B) Cables Control	B (600V)		Policloruro de Vinilo	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Circuitos de Señalización y control.
			Poliétileno		
			Poliétileno Vulcanizado.		
			Estireno - Butadieno.		
			Butilo		
			Etileno - Propileno.		
	C (1000V)		Poliétileno	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	
			Poliétileno Vulcanizado		
			Butilo.		
			Etileno - Propileno.		
Cable Control y Potencia.	NYY NYCY	75°C	Policloruro de Vinilo.	No metálica resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Señalización, Control y Potencia.
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor.	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado.	Ninguna	Locales húmedos y directamente enterrados.
		90			Locales secos.
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, para máquinas herramientas.	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama.	Ninguna o Nylon	Locales húmedos y alumbrado en máquinas herramientas.
		90			Locales secos, alumbrado en máquinas herramientas.
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto.	No metálica retardadora de la flama.	Alumbrado de tableros de distribución solamente.
Termoplástico y malla de fibra.	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama.	Solo alumbrado de tableros.
Sintético resistente al calor.	SIS	90	Gule resistente al calor	Ninguna	Sólo alumbrado de tableros.

Nombre comercial ①	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Aislante mineral cubierta metálica.	MI	85	Óxido de Magnesio.	Cobre	Locales húmedos y secos con ajustes terminales del tipo O.
		250			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales.
Silicón Asbesto	SA	90	Hule Silicón	Asbesto o vidrio	Locales secos.
		125			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales.
Etileno Propileno	EP	90	Etileno Propileno	No metálica resistente a la humedad y al calor y retardadora de la flama.	Locales húmedos, secos y directamente enterrados.
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos.
	FEPB	200	Etileno Propileno Fluorinado	Malla de vidrio o malla de asbesto.	Aplicaciones especiales en locales secos.
Cambrey Barnizado	V	85	Asbesto y Cambrey Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de Plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambrey Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambrey Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alambrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente, instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas con permiso especial

⊗ Capacidad de Conducción de Corri. en Conductores de Cobre Aislados

No mas de tres conductores instalados en conduit o directamente enterrados o un conductor de aire (Basada en temperatura ambiente de 30° C).

11

Sección nominal en mm <sup>2</sup>	Calibre AWG MCM	60°C		75°C		85°C		90°C		110°C		125°C		200°C	
		Tipos RUW, T, TW, TWD, MTW		Tipos RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW, NMC		Tipos PILC, V, MI		Tipos TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, FEPb, EP, RHH, THHN, MTW, XHHW, NMC.		Tipos AVA, AVL		Tipos AI, AIA		Tipos A, AA, FEPB	
		En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire
2.08 3.31 5.26 8.37	14 12 10 8	15 20 30 40	20 25 40 55	15 20 30 45	20 25 40 65	25 30 40 50	30 40 55 70	25 30 40 50	30 40 55 70	30 35 45 60	40 50 65 85	30 40 60 65	40 50 70 90	30 40 55 70	45 55 75 100
13.30 21.15 28.07 43.67 42.41	6 4 3 2 1	55 70 80 95 110	80 105 120 140 165	65 85 100 115 130	95 125 145 170 195	70 90 105 120 140	100 135 155 180 210	70 90 105 120 140	100 135 155 180 210	80 105 120 135 160	120 160 180 210 245	85 110 130 145 170	125 170 195 220 265	95 120 145 165 190	135 180 210 240 280
53.49 67.43 85.01 107.20	0 00 000 0000	125 145 165 195	195 225 260 300	150 175 200 230	230 265 310 360	155 185 210 235	245 285 330 385	155 185 210 235	245 285 330 385	190 215 245 275	285 330 385 445	200 230 265 310	305 355 410 475	225 250 285 340	325 370 430 510
127 152 177 203 253	250 300 350 400 500	215 240 260 280 320	340 375 420 455 515	255 285 310 335 380	405 445 505 545 620	270 300 325 350 405	425 480 530 575 660	270 300 325 350 405	425 480 530 575 660	315 345 390 420 470	495 555 610 665 765	335 380 420 450 500	530 590 655 710 815	-- -- -- -- --	-- -- -- -- --
304 355 380 405 450	600 700 750 800 900	255 285 300 410 435	525 620 675 690 775	420 460 475 490 520	630 765 785 815 870	455 490 500 515 555	740 815 845 880 940	455 490 500 515 555	740 815 845 880 940	525 560 560 600 --	855 940 970 1020 --	545 600 620 640 --	910 1005 1045 1080 --	-- -- -- -- --	-- -- -- -- --
507	1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000	680	1165	730	1240	--	--

Ver notas en la página siguiente

	Butilo	Poliuretano Clorosulfonado	Etileno Propileno	Neopreno	Hule Natural	Poliuretano	Silicon
Resistividad Ohm/cm	10 <sup>17</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>16</sup> - 10 <sup>17</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>15</sup> - 10 <sup>17</sup>	10 <sup>11</sup> - 10 <sup>14</sup>	10 <sup>11</sup> - 10 <sup>17</sup>
Rigidez dieléctrica	600	500	800	150-600		350-525	100-653
Constante dieléctrica 1000 hz	2.1-2.4	7-10	3.17-3.34	9.0	2.3-3.0	5-8	3.0-3.5
Factor de potencia 1000 hz	0.0030	0.03-0.07	0.0066-0.0079	0.03	0.0023-0.0030	0.16-0.8	0.001-0.010
Resistencia a la tracción Kg/cm <sup>2</sup>	175-211	175	35	211-283	175-211	175-283	29
Elongación %	400-800	700	200-400	800-900	760-850	200-600	200-800
Densidad	0.91	1.12-1.28	0.86	1.23-1.25	0.92-0.96	1.05-1.16	0.97
Temperatura de fragilidad °C	-80	-60	-70	-55	-60	-50/-66	-65/-125
Máxima temperatura de servicio °C	150	150	180	105	150	65/150	260
Resistente a:							
oxidación	B-E	E	E	E	B	E	E
ozono	E	E	E	E	P-R	E	E
desgarr	B	E	R-B	B	MB	E	R-B
abrasión	B	E	B-E	E	E	E	P-B
radiación	P	R-B	-	P	R	B-E	R-E
ácidos diluidos	E	E	E	E	R-B	R	E
ácidos concentrados	E	MB	E	B	R-B	P	R
hidrocarburos alifáticos	P	B	P	B	P	E	P
hidrocarburos aromáticos	P	R	P	R	P	R-B	P
hidrocarburos clorinados	P	P	P	M	M	R-B	M
aceites y gasolina	M	B	P	B	M	E	P-B
Aceite animal y vegetal	E	B	B-E	B	P	E	E
Absorción de agua	E	B	E	B	E	B	E
Envejecimiento solar	M	E	E	MB	P	B	E
Envejecimiento por Temperatura (212° F)	B	E	E	B	B	B	E
Flama	P	B	P	B	P	P-B	R-E
Acids	M	B	MB	B	R-B	P-R	P-B

⊕ E- Excelente, MB- Muy bueno, B- Buena, R- Regular, P-Pobre, M-Mala.

### ⊕ Espesores de Aislamiento para Cables de Alta Tensión

Aislados con:

Etileno Propileno (EP), según Norma No. S-68-516 Polietileno Natural (Pe), según Norma IPCEA No. S-61-407

Polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPI), según Norma S-66-524

Voltaje volts	Calibre AWG-MCM	Espesor de aislamiento				Prueba de corriente alterna	
		N/T		N/A		N/T	N/A
		mills	mm	mills	mm	KV	KV
2001 - 5000	B-1000	90	2.29	90	2.29	13	13
5001 - 8000	6-1000	115	2.92	140	3.56	18	22
8001 - 15000	2-1000 1-1000	175	4.45	215	5.46	27	33
15001 - 25000	1-1000	260	6.60	345	8.76	38	49
25001 - 28000	1-1000	280	7.11			42	
28001 - 35000	1/0-1000	345	8.76			49	

c) **Pantalla Electroestática:** La función principal de la pantalla electrostática es la de confinar el campo eléctrico al interior del aislamiento, evitando con esto gradientes de potencial peligrosos en la superficie de los cables.

La pantalla electrostática de los cables con aislamiento sólido, está formado por dos elementos: Elemento Semiconductor, que puede ser una cinta de material textil impregnada en negro de humo ó compuesto del mismo aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo semiconductor. Elemento Conductor, formado por una cinta de cobre desnuda o estañada aplicada helicoidalmente sobre el aislamiento, cubriéndolo completamente, ó una espiral abierta formada por alambres de cobre desnudo o estañado.

En los cables aislados con papel y aceite no migrante, la pantalla la forma la chaqueta exterior de plomo.

En los cables aislados con papel y gas ó aceite en tuberías de acero a presión, la pantalla está formada por una cinta de material conductor, (cobre ó aluminio) aplicada en el

exterior de cada uno de los conductores, en forma de una espiral abierta.

d) **Armaduras:** Existen varios tipos de armaduras para proteger a los cables de daños mecánicos. Armadura con flejes de acero, se utilizan dos flejes de acero aplicados en espiral abierta y uno cubre los espacios libres dejados por el otro y se utiliza principalmente en cables que van a ser enterrados directamente. Armadura con hilos de acero, se utiliza hilos de acero aplicados en espiral con un paso muy largo sobre el cable, cubriéndolo completamente.

e) **Cubierta Protectora:** Los cables con aislamiento sólido, utilizan cubiertas protectoras compatibles con los aislamientos (mismos coeficientes de dilatación, temperatura de operación, etc.) y éstas pueden ser de Cloruro de Polivinilo (PVC), polietileno alta densidad y neopreno.

En algunas ocasiones los cables armados se protegen de la corrosión por medio de cubierta termoplástica. Las cubiertas de yute asfaltado, se utilizan para proteger los conductores al ser instalados ya sean armados ó de papel y plomo (solid type).

## TEORIA DE LOS CABLES DE ALTA TENSION

### Introducción:

Los cables de Alta Tensión los desglosaremos en cada uno de sus elementos indicando sus características y funciones.

El aprendizaje de la anatomía de un cable aislado para alta tensión ayudará para comprender el porqué de los diferentes componentes de los Empalmes y Terminales.

### i. Partes de un conductor y sus funciones:

#### CABLES DE ALTA TENSION

##### CABLE TIPO DCS

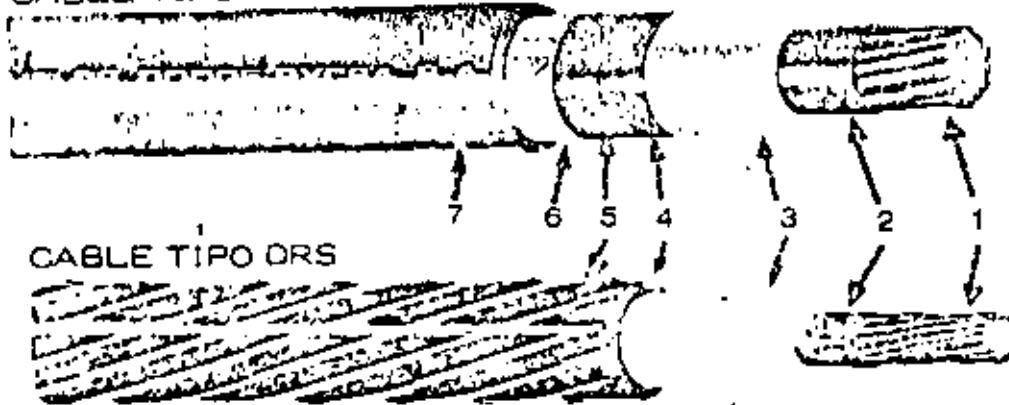


Fig. N° 1

### 1. Conductor:

Se considera conductor eléctrico a la substancia o material que



permite que una corriente eléctrica pase a través de él, con un mínimo de pérdidas.

### 1.1 Función del conductor:

La función del conductor es la de conducir la electricidad desde el punto donde se genera hasta el punto donde se consume ó utiliza.

### 1.2 Tipo de conductor:

En general un conductor se compone de un hilo o alambre sólido o de varios, cableados en construcción normal o compactado.

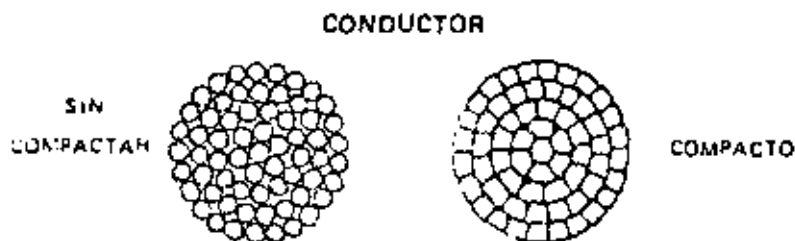


Fig. N° 2

### 1.3 Material del conductor:

Para la fabricación de conductores eléctricos se utilizan principalmente el cobre y el aluminio.

# 19

## 1.3.1 Propiedades de los materiales conductores:

	Cobre	Aluminio
Número Atómico.	29	13
Peso Específico	8.89 gr/cm <sup>3</sup>	2.703 gr/cm <sup>3</sup>
Coefficiente de Temperatura por °C a 20°C.	0.00393	0.00403
Conductividad Eléctrica.	100%	60.97%
Conductividad Térmica.	0.93 cal/cm <sup>2</sup>	0.52 cal/cm <sup>2</sup>
Temperatura de Fusión	1083°C	660°C
Coefficiente de Dilatación lineal por °C.	16.22 x 10 <sup>-6</sup>	23.0 x 10 <sup>-6</sup>
Calor Específico.	0.0918 cal/gr/°C	0.2259 cal/gr/°C
Resistividad Volumétrica a 20°C.	0.017241 ohms-mm <sup>2</sup> /mt	0.02828 ohms-mm <sup>2</sup> /mt
Resistencia Eléctrica (ohms en 304.8m a 20°C.	10.371 ohms	17.0 ohms
Esfuerzo de Tensión, Temple duro.	38.70 kg/cm <sup>2</sup>	1620 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de Tensión, Temple suave.	2,250 kg/cm <sup>2</sup>	845 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo de Elasticidad.	1,200,000 kg/cm <sup>2</sup>	702,000 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al Corte.	1,750 kg/cm <sup>2</sup>	665 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al límite de Fluencia.	560 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Fig. N° 3

## 2. Pantalla sobre el Conductor:

### 2.1 Función de la Pantalla:

La función del forro semiconductor extruido directamente sobre el conductor es la de distribuir el campo eléctrico en la superficie exterior del conductor evitando con esto la concentración de esfuerzos eléctricos en la superficie del mismo

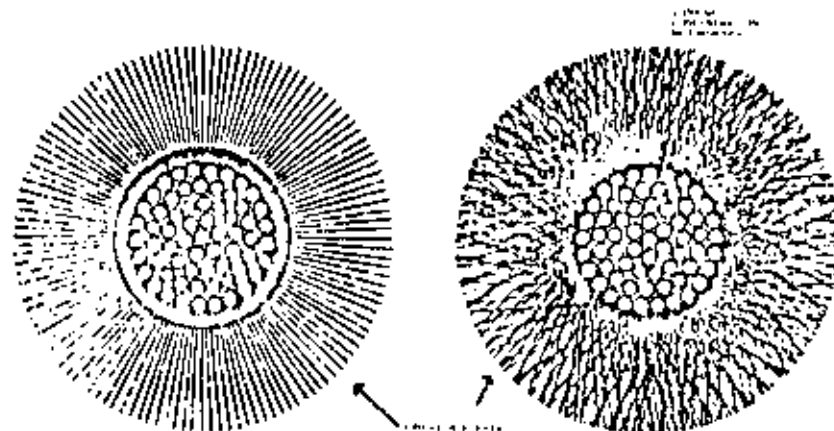


Fig. N° 4

## 2.2 Material y características:

Para configurar la pantalla sobre el conductor se utiliza un material semiconductor compatible con el aislamiento, ya sea EPR semiconductor ó Polietileno Vulcanizado de cadena cruzada semiconductor, en ambos casos, el semiconductor es aplicado en tandem con el aislamiento teniendo con esto una liga perfecta y libre de cavidades. Las características de operación de este material son las mismas que las del aislamiento en cuanto a temperaturas de operación, elongación y envejecimiento.

## 3. Aislamiento:

Se considera como aislamiento eléctrico a la substancia o material que tiene una gran resistencia al paso de una corriente eléctrica.

### 3.1 Función del aislamiento:

La función del aislamiento es la de controlar y canalizar el flujo de electrones, que forman la corriente eléctrica, no permitiendo el paso de esta corriente através de él.

### 3.2 Tipos de aislamiento:

El continuo avance de la tecnología ha permitido mejorando progresivamente tanto materiales como equipo. En el inicio de la construcción de sistemas de distribución oculta o subter-

red de alta tensión, las instalaciones se efectuaban con conductores aislados con papel impregnados en aceite y forrados con plomo. Este tipo de conductores tienen el inconveniente de necesitar una mano de obra muy especializada, tanto en el tendido del conductor como en la elaboración de empalmes y terminales, además del problema que se presenta al emigrar el aceite impregnante hacia las partes bajas de la instalación, creando con esto fallas en las partes altas de la instalación donde al emigrar el aceite quedará únicamente el papel como aislante.

Para evitar estas fallas se utilizó aceite no migrante lo que eliminó el problema, subsistiendo el de la mano de obra.

Con la aparición de los aislamientos sólidos, tipo seco, el problema de la mano de obra se ha simplificado grandemente debido a que, teniendo cuidado de seguir los instructivos de los fabricantes de equipos, la elaboración de Empalmes y Terminales ha dejado de ser un problema.

### 3.3 Materiales y características:

Los principales aislamientos de tipo sólido en el mercado nacional son:

### 3.3.1 Policloruro de Vinilo:

Es un material termoplástico, el cual mezclado adecuadamente con otras sustancias tales como: plastificantes, estabilizadores, lubricantes, rellenos y pigmentos da por resultado un compuesto con propiedades mecánicas y dieléctricas muy variadas pudiéndose utilizar como aislamiento en baja tensión y como cubierta protectora.

### 3.3.2 Butilo:

Hule sintético, polímero del isobutileno, conteniendo pequeñas cantidades de isopreno. Este material tiene una gran resistencia a oxidación, envejecimiento, ozono y al abuso mecánico. No resiste aceites de petróleo, grasas y gasolinas y muchos solventes.

### 3.3.3 Polietileno natural:

Material termoplástico constituido por una cadena muy larga de monómeros de etileno. Es uno de los mejores dieléctricos que se conocen entre los aislamientos de tipo sólido. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioletas.

### 3.3.4 Polietileno de cadena cruzada (XLPE):

Partiendo del polietileno natural, y utilizando procesos químicos en presencia de catalizadores, se logran moléculas de

forma tridimensional después de un proceso de vulcanizado, adquiriendo propiedades de termoestabilidad.

En este compuesto las características dieléctricas inherentes al polietileno natural no son alteradas, y sí se incrementan sus propiedades mecánicas y térmicas, resultando un material más duro, rígido y resistente al calor. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioleta.

### 3.3.5 Etileno Propileno Rubber (EPR):

Es un tripolímero de etileno y propileno con un dieno conjugado. Este material ofrece excelente resistencia al ozono, intemperie, luz solar, efecto corona y calor. Retiene sus propiedades mecánicas al exponerlo a vapor, algunos solventes y agentes químicos. Presenta pobres propiedades al contacto con grasas y aceites derivados del petróleo.

### 3.4 Teoría sobre Aislamientos:

Debido a que los aislamientos nunca son puros u homogéneos, lo que sería el aislamiento ideal, sino que son mezclas de diferentes tipos de dieléctricos tratando de combinar las propiedades de los mismos para obtener un producto adecuado al trabajo a desempeñar. El diseño, desarrollo y aplicación de los dieléctricos es un camino muy largo y de una gran especialización dentro de la In-

geniería Eléctrica. Por lo tanto, solamente trataremos los conocimientos básicos sobre los aislamientos.

### 3.4.1 Campo eléctrico:

Se define como una región del espacio donde existe electricidad capaz de ejercer una fuerza.

Una de las manifestaciones fundamentales de un campo eléctrico de fuerza, es que este campo de fuerza tiene la habilidad o potencialidad de hacer un trabajo. Esta potencial eléctrica de trabajo es llamado voltaje por lo que, un campo eléctrico siempre estará interrelacionado con su correspondiente voltaje.

El campo eléctrico lo podemos representar por líneas de fuerza -- que parten de la parte positiva (+) y terminan en la parte negativa (-). La correspondencia o interrelación de voltaje con el campo de fuerza puede ser representada por líneas de igual gradiente de voltaje las que son perpendiculares a las líneas del campo eléctrico.

Gradientes de Voltaje      Líneas de Fuerza de Campo eléctrico

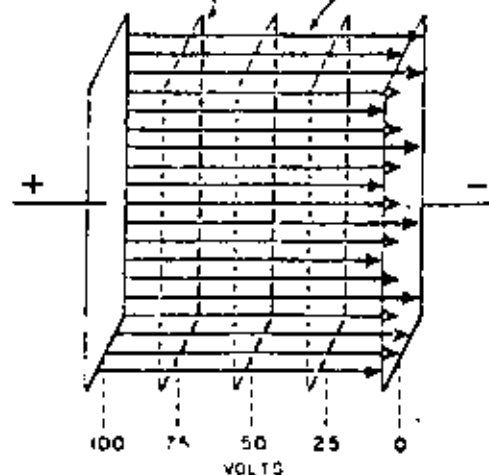


Fig. N° 5

El campo eléctrico ejerce una fuerza en los electrones (cargas negativas). Los electrones comprendidos dentro del campo eléctrico y que puedan ser desplazados se mueven adquiriendo velocidad hacia la placa positiva

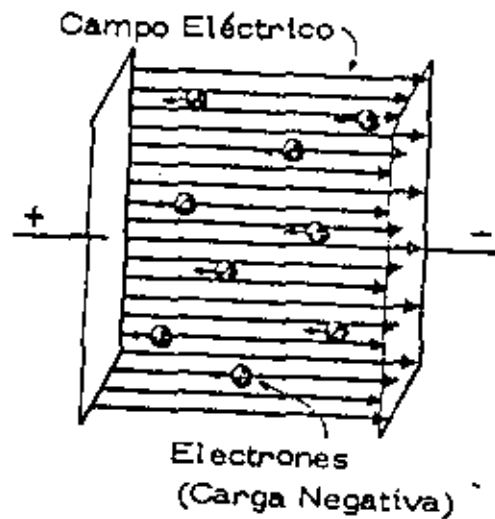


Fig. N° 6



La fuerza con que se mueven estos electrones depende de la fuerza del campo eléctrico. La energía y velocidad adquiridos por la aceleración de los electrones al ir de la placa negativa hacia la placa positiva, serán según la posición donde se encuentren los electron-volts que tenga, llegando a tener el 100% del voltaje al llegar a la placa positiva. El movimiento de estas cargas constituye una conducción de corriente ó sea una corriente eléctrica.

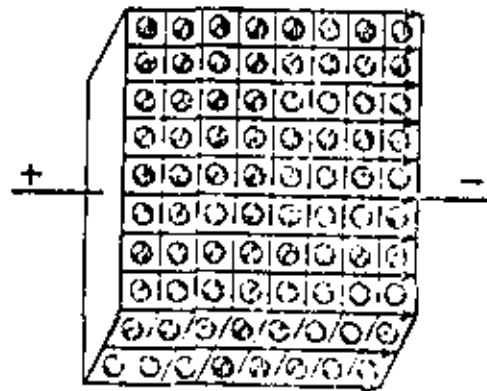


Fig. N° 7

Teniendo un bloque de material dieléctrico entre ambas placas y considerando que las moléculas están distribuidas como se ilustra, la fuerza creada por el campo eléctrico y que actúa sobre los electrones, no los desplaza, debido a su ligamiento molecu-

lar no teniendo por esto un flujo de electrones entre ambas placas como en el caso anterior, este material actúa como una barrera sin electrones libres no permitiendo la conducción ó tener corrientes de fuga. En la práctica no existe un material con una resistividad infinita, lo que sería el aislamiento ideal.

Los buenos aislamientos tienen muy pocos electrones libres teniendo como consecuencia corrientes de fuga muy pequeñas.

El campo eléctrico somete a los aislamientos a algunos efectos electromagnéticos.

Los principales efectos son:

#### 3.4.1.1. Efectos de Conducción:

Está asociado con la pequeña fuga de corriente debida a los electrones libres en el aislamiento. Esta fuga de corriente produce una pérdida eléctrica pequeña que se calcula con la fórmula :  $I^2 R$ .

Los materiales aislantes se seleccionan y procesan para dar una resistencia ohmica muy elevada, para que en condiciones normales de operación las pérdidas debidas a la fuga de corriente sean muy pequeñas y se consideren despreciables. Cualquier factor que degrade o reduzca la resistencia del aislamiento introduce la posibilidad de una fuga de corriente localizada que puede originar un deterioramiento y la consecuente falla del aislamiento.

Analicemos diagramalmente la distorsión del campo eléctrico debido a una impureza en el aislamiento.

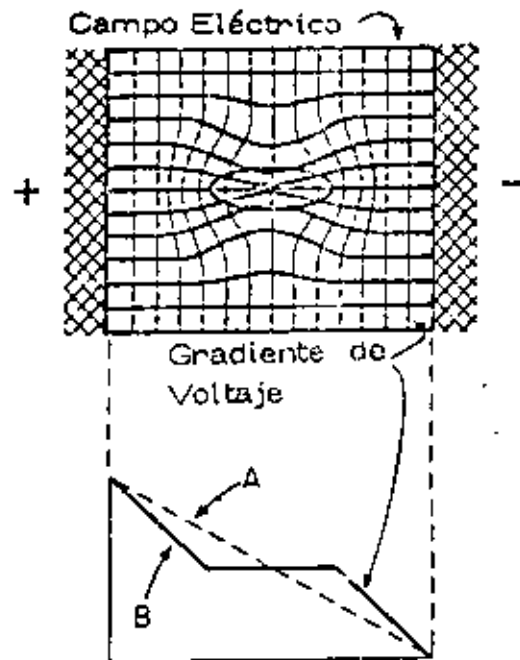


Fig. N° 8

Cuando se presenta la impureza, las líneas del campo eléctrico se concentran y no se distribuyen uniformemente.

El gradiente de voltaje por unidad de espesor del aislamiento se incrementa creando con esto un mayor esfuerzo en el punto de la impureza. Si el esfuerzo resultante excede la capacidad del dieléctrico, puede ocurrir el rompimiento debido al desplazamiento brusco de electrones. Normalmente el número de electrones libres permanece constante pero en campos eléctricos intensos y en puntos anormales del aislamiento, los electrones libres que se desplazan -

pueden dar origen a otros debido al choque, quedando los átomos en condiciones de ionización haciéndolos conductivos. Los electrones liberados de los átomos y los electrones libres crean una cascada ó avalancha. El calor del sendero conductor, y la alta corriente de fuga creada puede llevarlo a la rotura del aislamiento.

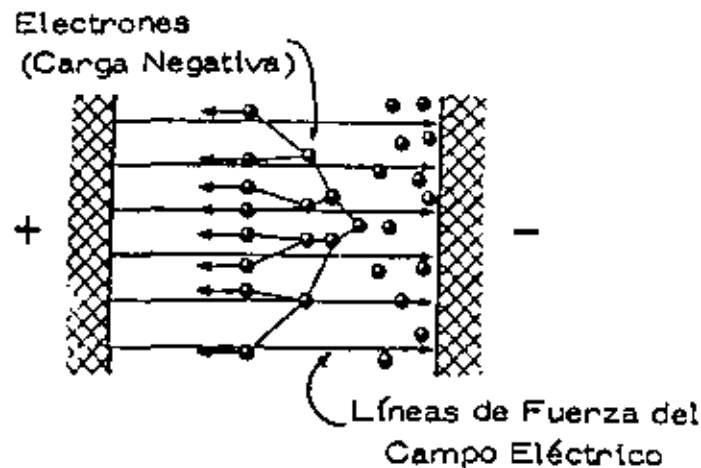


Fig. N° 9

### 3.4.1.2 Efecto de Polarización:

Está asociado con la concentración de cargas en la molécula de los dieléctricos, y estos son debidos a los electrones. Estas concentraciones de carga están clasificadas como "Polares y no Polares".

3.4.1.2.1. En dieléctricos polares, las concentraciones de carga están ligeramente separadas formando dipolos con una polaridad espacial negativa y positiva definida. Las moléculas de estos ele-

mentos están normalmente sin ninguna orientación. (Fig. 10-A).

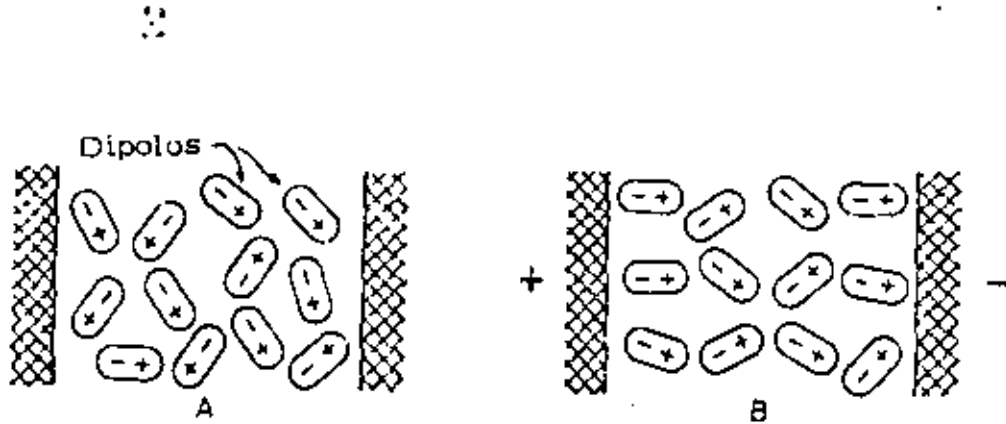


Fig. N° 10

Al poner este material dentro de un campo eléctrico, las moléculas tienden a orientarse siguiendo la dirección del campo eléctrico, este fenómeno es reversible, según se mueva la polaridad del campo, en caso de corriente alterna el campo variable somete a una rotación periódica a las moléculas del dieléctrico.

9.4.1.2.2 En dieléctricos no polares, las concentraciones de carga positiva y negativa están normalmente en simetría central y no hay separación polar. En un campo eléctrico, la simetría se distorsiona por la atracción y repulsión mutua causando la creación de una estructura bipolar inducida. Cuando el campo se invierte, la polarización de las moléculas también se invierte, de modo que con corriente alterna, las moléculas son forzadas a oscilar. Esta oscilación está afectada directamente por la frecuencia.

## 31

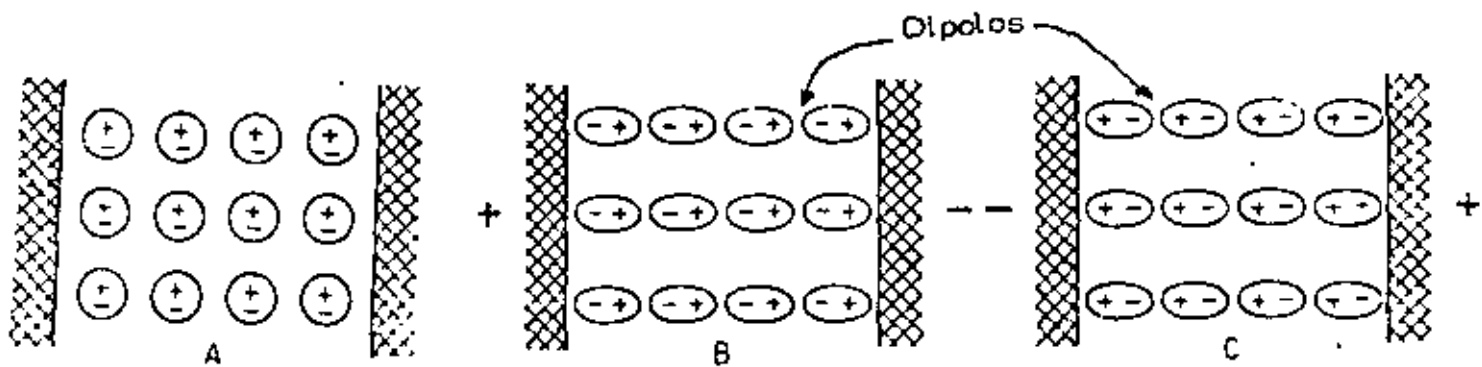


Fig. N° 11

3.4.1.2.3 La oscilación y rotación molecular están acompañadas por un desplazamiento de corriente. Esta corriente produce una pérdida de calor que depende del tipo del dieléctrico y la intensidad del campo eléctrico.

## 3.4.1.3 Efecto de ionización:

Está generalmente asociado con la presencia de gases atrapados en burbujas que pueden causar gradientes anormales de voltaje y con la humedad u otras impurezas pueden disociarse y producir corrientes de conducción electrolítica.

La introducción de humedad dentro de los aislamientos, es particularmente destructiva. La humedad siempre lleva sustancias disueltas que forman una solución química. Bajo un esfuerzo de voltaje estas sustancias tienden a disociarse en iones electroquímicos positivos y negativos que son altamente conductivos. También estas soluciones pueden formar gases por acción electrolítica que con-

## 32

tribuyen a la distorsión y degradación del aislamiento.

### 3.4.1.4 Efecto de descargas parciales ó corona:

Este se manifiesta físicamente por presencia de des cargas luminosas en la superficie de los dieléctricos debidos a la ionización del aire adyacente y ocurre generalmente en potenciales cercanos a los 10 KV.

Los aislamientos son seleccionados por su alta resistencia eléctrica para reducir al mínimo las pérdidas por corrientes de fuga y - alta estabilidad térmica para soportar y disipar las pérdidas por - polarización.

Estos materiales son aplicados con un alto grado de seguridad y - en procesos diseñados para reducir al mínimo la entrada de conta minantes y poder mantener la integridad del aislamiento ó sea que un buen aislamiento se basa en: Escoger propiamente los materia les y un método de aplicación que logre una firmaza estructural.

## 4. Pantalla Semiconductora sobre el Aislamiento:

### 4.1 Función de la pantalla.

Este forro semiconductor actúa como distribuidor del cam po eléctrico confinándolo al interior del aislamiento.

### 4.2 Material y características:

## 33

En la elaboración de esta pantalla se pueden utilizar varios materiales, los más comunes son:

### 4.2.1 Barniz Semiconductor:

A base de una resina y negro de humo.

### 4.2.2 Cinta semiconductora:

Normalmente de material textil impregnada en negro de humo.

### 4.2.3 Extrudidos:

Del mismo material que el aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo conductor.

## 5. Pantalla conductora sobre el aislamiento.

### 5.1 Función de la pantalla:

Este elemento conductor en contacto con la pantalla semiconductora puede tener dos funciones:

5.1.1 Como pantalla electrostática trabajando en contacto con la pantalla semiconductora y llevando el potencial de tierra a la superficie misma del cable logrando con esto que no haya gradientes de potencial peligroso en la superficie del mismo.

5.1.2 Como conductor neutro.



En estos casos la conductividad del conductor concéntrico será igual a la del conductor central en instalaciones monofásicas, para instalaciones trifásicas. El conductor concéntrico tendrá una conductividad de  $1/3$  de la del conductor central.

#### 5.2 Material y características:

Para la pantalla conductora se utilizan cintas de cobre desnudo, cintas de cobre estañado, alambres de cobre desnudo ó alambres de cobre estañado.

Las cintas de cobre tanto desnudas como estañadas y los alambres de cobre desnudos se utilizan en cables en que esta pantalla forma parte de la pantalla electrostática.

Los alambres de cobre estañados se utilizan para cables donde se lleve el neutro concéntrico.

#### 5.3 Conexión de pantallas:

La conexión de la pantalla de los cables puede ser:

5.3.1 Pantalla abierta; ó sea sin ninguna conexión a tierra.

5.3.2 Pantalla conectada en un punto ó sea conectada a tierra en un sólo extremo del cable, no teniendo ninguna corriente circulante através de la misma.

5.3.3 Pantalla multiterrizada: o sea que tiene varios puntos de conexión a tierra. Al tener varios puntos de conexión se presentan corrientes circulantes através de la pantalla generando pérdidas por efecto "joule" reduciendo con esto el amperaje a transmitir del cable, debido a que el calor generado en la pantalla se suma al calor del medio ambiente reduciéndose así la temperatura a la que podríamos elevar el conductor para tener la temperatura de trabajo del cable.

## 6. Cinta separadora:

### 6.1 Función de la cinta separadora:

La cinta separadora tiene por objeto evitar que la chaqueta protectora del cable se pegue a la pantalla electrostática y así facilitar en la instalación la colocación de Empalmes y Terminales.

### 6.2 Material y características:

La cinta que normalmente se usa es una cinta Mylar, no metálica no hygrosópica.

## 7. Chaqueta o cubierta protectora:

7.1 Función de la chaqueta: Esta cubierta protectora tiene como función proteger a los elementos del cable contra daños mecánicos.

### 7.2 Material y características:

Los materiales más usados como cubiertas protectoras son: PVC (Cloruro de Polivinilo), Polietileno natural (PE), Plomo (Pb) y neopreno.

El material de la chaqueta debe ser compatible con el material del aislamiento y tener los mismos coeficientes de dilatación y temperatura de operación.

### 8. Tipos de instalación:

Las formas en que se puede hacer una instalación subterránea son:

#### 8.1 Directamente enterrados:

Se consideran directamente enterrados cuando no se cuenta con ningún otro material entre el cable y el subsuelo.

#### 8.2 En ducto:

Estas instalaciones cuentan con un sistema de tuberías ó ductor que unen registros entre sí pudiéndose sacar los conductores sin hacer excavaciones ó sea que tenemos entre el subsuelo y el cable el material del ducto.

#### 8.3 Al aire:

En estas instalaciones los conductores se encuentran colo-

## 37

cados como si fuera una línea aérea.

#### 8.4 En charolas:

Estas instalaciones son realmente instalaciones al aire pero no con un gran número de soportes.

#### 8.5 Submarinos:

Los conductores eléctricos también pueden instalarse de -- forma tal que siempre estén bajo el agua, teniendo en cuenta las -- cualidades no higroscópicas en los elementos que formen el cable, -- principalmente en su aislamiento y chaqueta protectora.

SEMINARIO DE EMPALMES Y TERMINALES

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

ING. FERNANDO MONZON

CADALAJARA, JAL.

NOVIEMBRE, 1977

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

1 - Análisis de un conductor y su campo eléctrico.

1.1 Líneas Equipotenciales ó de igual gradiente de voltaje.

1.1.1 Al analizar un conductor aislado para alta tensión, -  
tenemos que el voltaje aplicado se encuentra distribuido de 0 a 100%  
entre la pantalla y el conductor central.

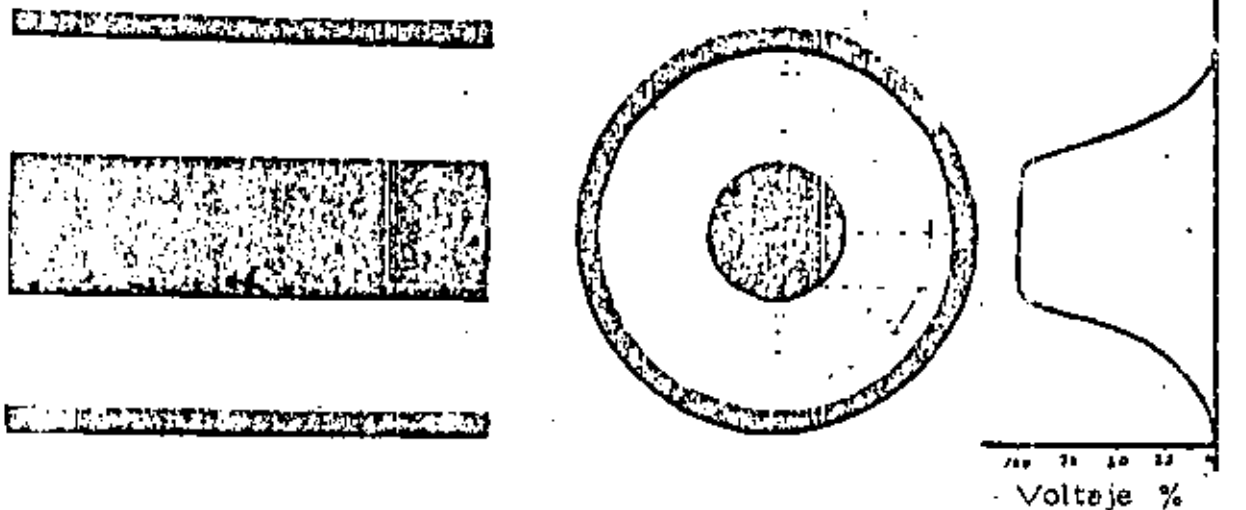


Fig. N° 1

formándose círculos concéntricos de igual potencial a diferentes dis  
tancias del centro. Estas líneas se denominan líneas equipotencia-  
les teniendo su mayor gradiente de potencial cercano al conductor.

1.2 Líneas del campo eléctrico o de esfuerzos.

1.2.1 Haciendo el análisis del conductor anterior vemos que

40

las líneas del campo eléctrico de esfuerzos son perpendiculares a las dos pantallas del cable

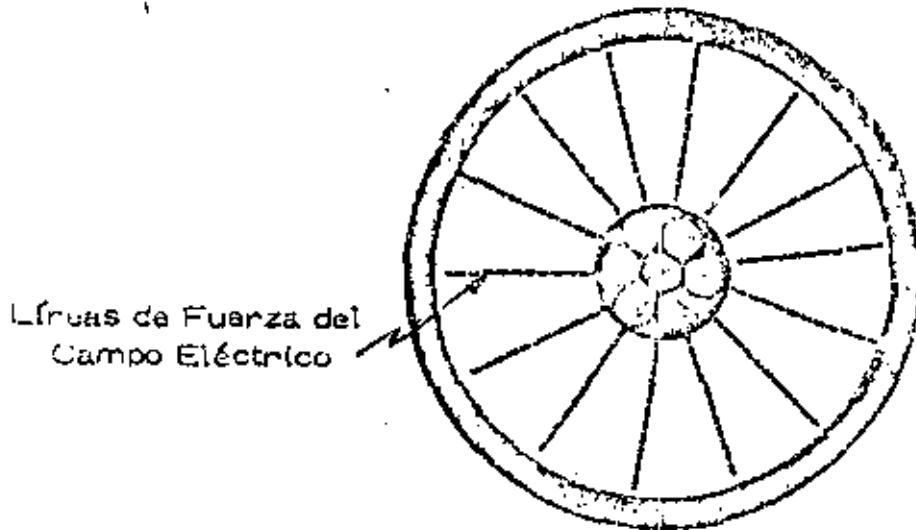


Fig. N° 2

o sea que son líneas radiales al centro del conductor, teniéndose la mayor concentración sobre la superficie de la pantalla del conductor.

1.3 La combinación de ambas líneas dentro de un conductor se encuentran en un perfecto equilibrio y distribución de esfuerzos sin crear ninguna concentración que pudiera originar la ruptura del aislamiento

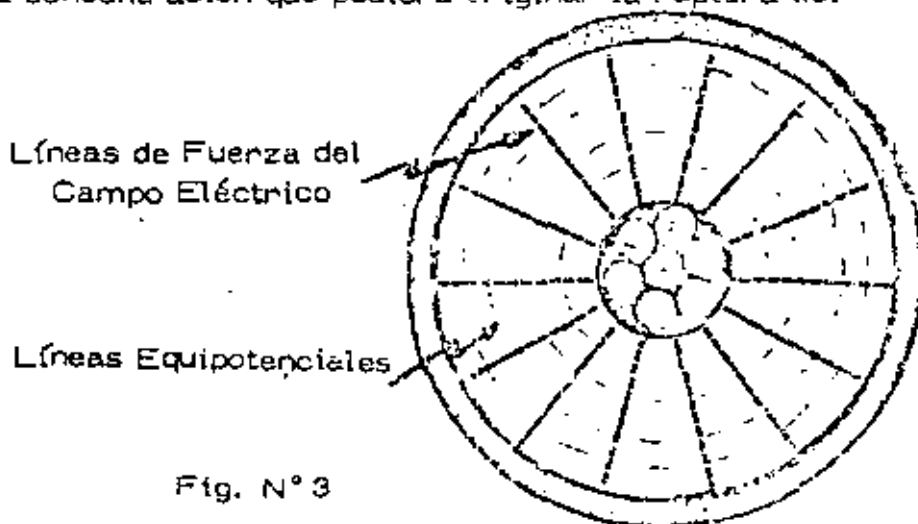


Fig. N° 3

Toda instalación de cable tiene dos extremos en los cuales se corta el conductor para unirlo a otros elementos. Al efectuar este corte es necesario retirar la pantalla electrostática para evitar un arqueo, al retirar una porción de esta pantalla el campo eléctrico sufre considerables modificaciones y alteraciones que ponen en peligro la operación del sistema. La pantalla deja de tener control de los esfuerzos tanto longitudinales (líneas equipotenciales) como de las transversales ó radiales (líneas de esfuerzos) creandose una concentración de estos esfuerzos a la terminación de la pantalla.

1.4 Punto de concentración de esfuerzos.

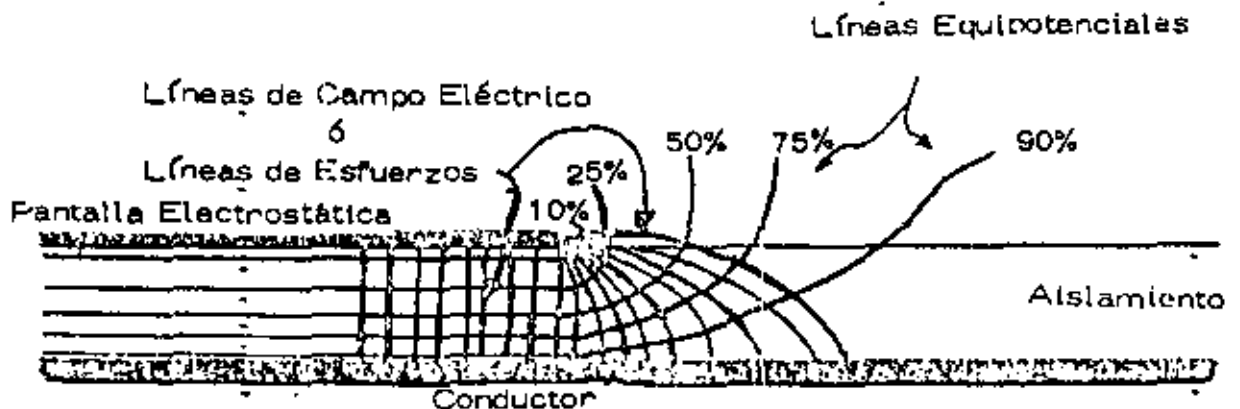


Fig. N° 4



## 42

### 2 Diferentes Técnicas para efectuar el Alivio de Esfuerzos

2.1 Preparación de un cable de Alta Tensión, Tipo DRS para abonar un empalme o terminal.

2.1.1 Teniendo cuidado de no doblar el cable más de lo permitido preséntelo en su posición definitiva y corte en escuadra el exceso del mismo.

2.1.2 Retire el conductor neutro a la distancia especificada por el fabricante del accesorio, haga un amarre para sujetar los hilos del neutro y tuérsalos hasta formar un solo grupo.

2.1.3 Retire el forro semiconductor haciendo un corte circular a la distancia es pecificada y un corte longitudinal a todo lo largo procurando no dañar el aislamiento.

2.1.4 Retire el aislamiento del cable en la punta procurando no dañar al conductor, limpiándolo perfectamente.

2.1.5 Haga una punta de lápiz lijando el aislamiento para dejarlo terso usando exclusivamente lija de material no conductor.

2.1.6 Con solvente limpie perfectamente la superficie del aislamiento procurando no pasar el material semiconductor hacia el aislamiento.

2.2 Métodos para efectuar el alivio de esfuerzos.

2.2.1 Cono deflector prefabricado. Constituye una continuación expandida en diámetro del blindaje electrostático. Puede ser un

# 43

cono metálico ó de material plástico metalizado con una sección parabólica que se inserta sobre el blindaje y se utiliza en terminales - con resina.

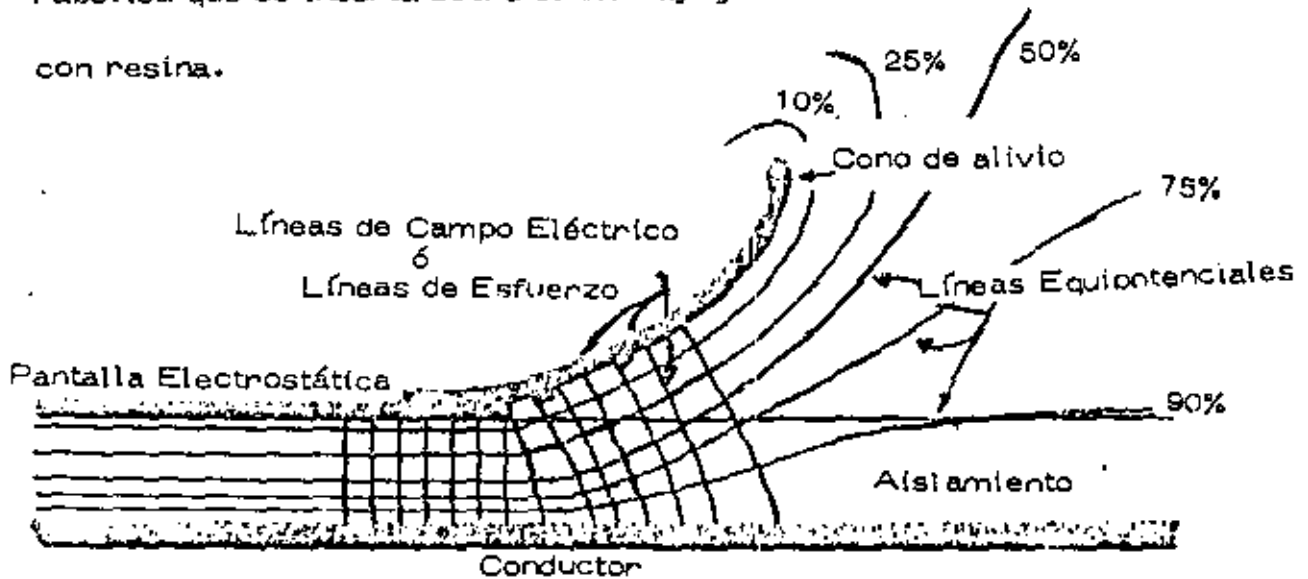


Fig. N° 5

2.2.2 Cono de alivio encintado. Este es una variante del anterior en que el espandimiento del blindaje se logra mediante un aislamiento a base de cinta autofundente y sobre él una cinta semiconductora hasta la parte superior de la cinta aislante.

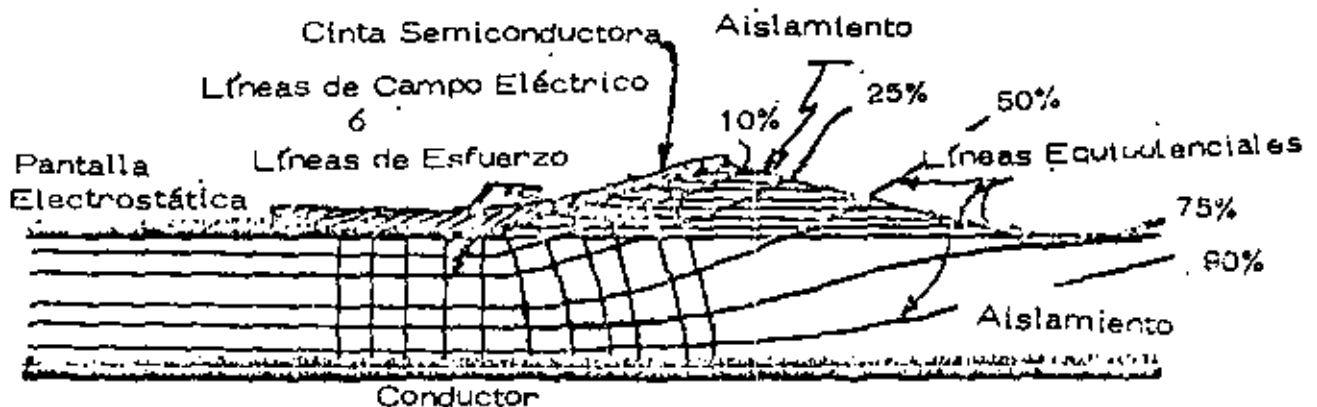
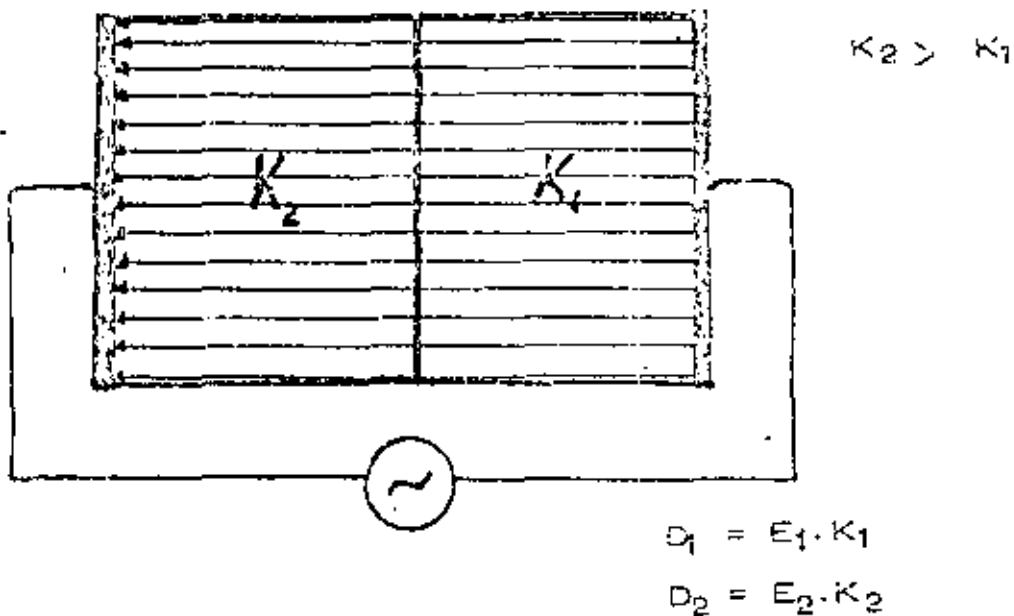


Fig. N° 6

2.2.3 Control del campo eléctrico a través de materiales con diferentes constantes dieléctricas.

2.2.3.1 Consideremos dos materiales aislantes de diferente constante eléctrica, dispuestos en serie con el campo eléctrico perpendicular a la interfase entre ambos dieléctricos.



Ftg. N°7

Siendo  $E_1$  y  $E_2$  los respectivos gradientes de potencial, como en este caso la densidad de flujo es constante entre ambas placas

$$D_1 = D_2$$

$$K_1 E_1 = K_2 E_2$$

$$E_2 = \frac{K_1}{K_2} E_1 \quad E_2 < E_1$$

# 45

o sea que la intensidad de campo es mayor en el aislamiento de ma  
yor constante dieléctrica.

2.2.3.2 Consideremos los aislamientos dispuestos en paralelo.

El campo eléctrico es paralelo a la interfase entre ambos dieléctrico  
cos.

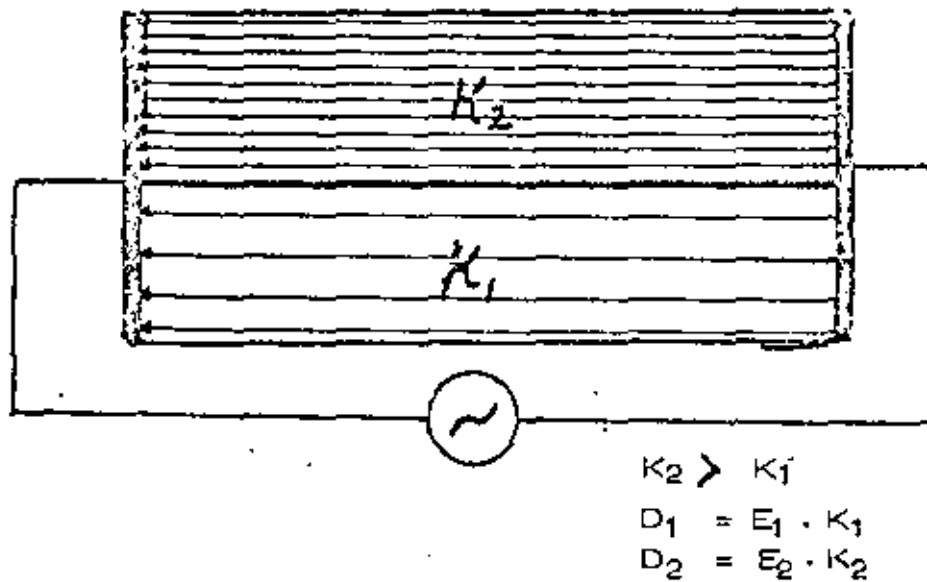


Fig. # 8

La diferencia de potencial aplicada a ambos dieléctricos es la --  
misma:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{D_1}{K_1} = \frac{D_2}{K_2}$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1} D_1 \quad D_2 > D_1$$

o sea que la densidad de flujo es mayor en el aislamiento de mayor constante dieléctrica.

2.2.3.3 Considerando los aislamientos dispuestos en forma angular o sea que la interfase de los aislamientos no es perpendicular ni paralela al campo eléctrico.

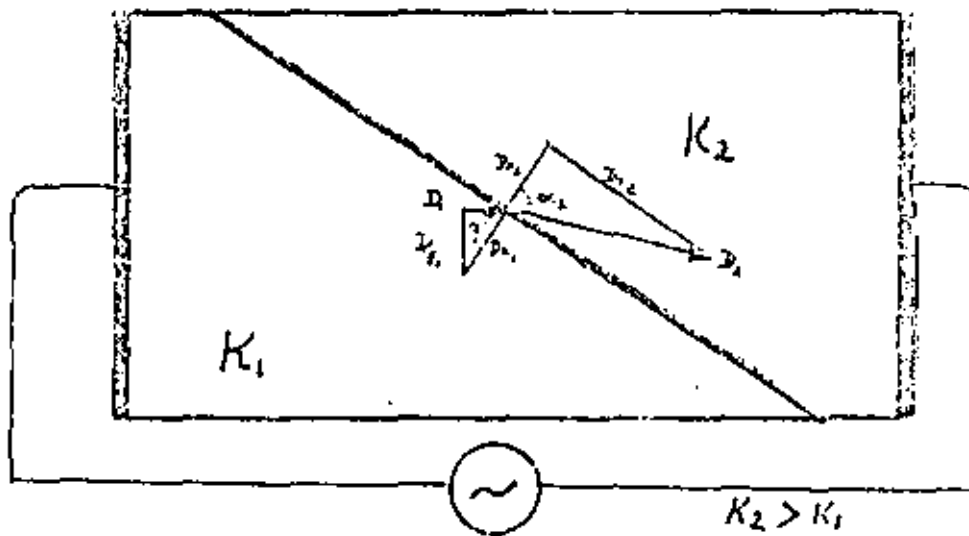


Fig. N° 9

Descomponiendo  $E_1$  y  $E_2$  y  $D_1$  y  $D_2$  en sus respectivos componentes normales y tangenciales a la interfase y aplicando lo deducido en los casos anteriores y siendo  $\alpha_1$  el ángulo de incidencia y  $\alpha_2$  al ángulo de refracción tenemos:

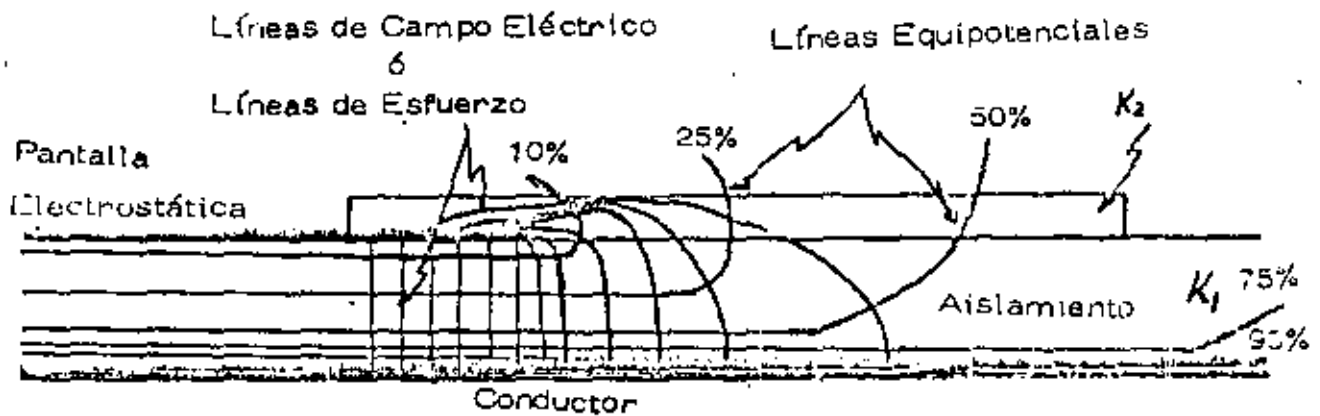
$$D_{n2} = D_{n1}$$

$$D_{T2} = D_{T1} \frac{K_2}{K_1}$$

resultando que:

$$\frac{T_g \alpha_2 = K_2}{T_g \alpha_1 \quad K_1}$$

2.2.3.4 Aplicando lo antes visto a un conductor tenemos: que las líneas de campos eléctricos o de esfuerzos que se originan y parten perpendicularmente del conductor, atraviesan el aislamiento y se refractan en la interfase del aislamiento y del material de mayor constante dieléctrica y se dirigen por dentro del mismo hacia el blindaje electrostático.



Control de Campo con materiales de constantes dieléctricas más altas que el aislamiento.

Fig. N° 10

Debido a la elevada constante dieléctrica se permiten valores de densidad  $D=E \cdot K$ , muy elevados con bajos valores resultantes de gradientes de potencial, produciéndose una distribución lineal del voltaje

48

48

Estas propiedades son utilizadas por los accesorios a base de cintas especiales y tubos termocontractiles.

### 3 Clasificación de accesorios.

#### 3.1 Clasificación de Empalmes.

Los empalmes se pueden clasificar según su

3.1.1 Aplicación: pueden ser Rectos para continuar un conductor ó con Derivación para sacar de un circuito un ramal u acometida.

3.1.2 Tipo de conexión: Esta puede ser Permanente o sea que no se puede eliminar esta la que se usa más frecuentemente ó separable cuando esta conexión se puede eliminar utilizándose en contados casos.

3.1.3 Tipo de aislante: El aislamiento para hacer un empalme puede ser: Cintas, cuando se utilicen diferentes cintas para restituir los elementos del cable. Pre moldeados: Estos elementos contienen ya prefabricados todos los elementos del cable. Termocontractiles: Cuando se utilizan materiales termocontractiles para reponer los elementos del cable. Rellenos: Cuando se utilizan moldes y estos son rellenos con resinas o materiales asfálticos para hacer el aislamiento.

### 3.2 Clasificación de Terminales.

Las terminales las podemos clasificar según su

#### 3.2.1 Tipos de Instalación:

**Interior:** Cuando la terminal no tenga ninguna protección contra el medio ambiente.

**Exterior:** Cuando cuenta con protección con el medio ambiente.

#### 3.2.2 Número de fases:

**Monofásicas:** Cuando se encuentra instalada una terminal por cada fase ó conductor.

**Trifásicas:** Estas se instalan en cables trifásicos ó en cables que contienen 3 conductores aislados dentro de una misma cubierta.

#### 3.2.3 Forma de Alivio de Esfuerzos:

**Cintas:** Por medio de cintas se construye el cono de alivio de esfuerzos y la protección exterior.

**Premoldeadas:** Dentro de una unidad de material plástico se diseña y construye el cono de alivio formando este una sola pieza con el resto del aislamiento.

**Thermocontráctiles:** Con materiales termocontráctiles



## 50

elaboran el cono de alivio y protección exterior.

**Porcelana:** Son aquellas que utilizan casquillos de porcelana y rellenos de distintos materiales y compuestos - aislantes siendo la porcelana la protección contra el medio ambiente.

### 3.3 Conectores premoldeados:

Accesorios que nos sirven para conectar las redes subterráneas a los diferentes equipos y hacen la función de un empalme o terminal indistintamente según se utilicen y se pueden clasificar dependiendo de su operación en:

#### 3.3.1 Conectores de Operación sin carga y sin potencial.

Estos conectores tienen interconstruído en su interior el cono de alivio y no están capacitados para ser operados con energía. Para la operación de estos accesorios es necesario desenergizar totalmente el sistema.

#### 3.3.2 Conectores de Operación con Carga y con Potencial.

Estos conectores, como los anteriores, también tienen interconstruído el cono de alivio y además están capacitados por medio de elementos de interrupción de arco a operar con carga y potencial inclusive se pueden operar en condiciones de circuito corto ó sea "cierne con falla".



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SELECCION DEL CALIBRE DEL CABLE CONSIDERANDO LAS CURVAS  
TIEMPO-CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

FEBRERO, 1983

# Selecting cable size from protection time-current curves

The method described here provides full protection for conductor size with minimum ability to select for alternative cable that would incur excessive heat. But such a method can never be complete for any protection against damage from high magnitude short-circuit currents. The method described here provides full protection.

**S**ELECTION of insulated conductor sizes should be made as a function of protective device time-current coordination curves for low- and medium-voltage industrial power systems. To use such curves to best advantage, their characteristics and cable damage curves should be known and understood. A unified and complete treatment of this important subject must include the effect of temperature on the resistance of conductors and the general equation of the short-time thermal capability of insulated cables. A review of the method usually used and the difficulties encountered in selecting the right size of feeder conductor does recommend a new method of selection.

For circuits to motors, transformers, motor-control centers, switchgear and similar loads, selection of conductors should be made according to the operating voltage, the voltage drop and the currents which can be carried safely by the conductor under continuous load, overload and short-circuit conditions. Conductors often operate under overload conditions, and if conductor size is not selected in accordance with the time interval of overload permitted by the time-current protection devices, the cable may be damaged. Appropriate tripping coordination curves must be used for selecting cable sizes. Short-circuit current magnitudes, overload conditions, and interrupting time of overload or short-circuit current pro-

vided in the coordination diagrams of the protection must be factored into the selection of conductor cross-section area. Usually, the minimum cross-section area is plotted versus the short-circuit current at which the cable should remain undamaged, provided the relay protection will operate to trip the circuit breaker. In practice, it is very difficult to say which situation is more dangerous: a short-circuit fault with a very short time before the fault is cleared, or an overload current with a long time, more than 10 seconds, before the inverse-time relay or thermal element will trip the circuit. The size of cable must be sufficiently large to carry the overload current for a suitable time interval until the circuit breaker is tripped, and this must be before the cable is heated to the point where its insulation will be damaged. However, the economical aspects should not be overlooked.

A rigorous analysis of the effect of temperature on conductor resistance was utilized to determine both the short-circuit thermal capability and the overload thermal capability of conductors. Determination of these thermal limits, based on current vs time, was made for copper and aluminum conductors. The cable short-circuit thermal capability was evaluated on the assumption that the time interval of current flow is very short, up to 10 seconds, and hence the heat developed during that period is contained within the conductor. Heat released from the conductor by conduction or radiation is considered negligible. Overload conditions were taken as currents for a time longer than 10 sec.

The insulated conductors discussed here are the most common ones—i.e., cross-linked polyethylene insulated cables (XLPE, called Type XHHW in the NE Code) and the thermoplastic poly-

vinyl chloride insulated cables (PVC, called Type TW or THW in the NE Code). Since aluminum has cost advantages and is being used more and more in industrial and commercial installations, both copper and aluminum cables, for single or three conductors, are considered.

For many years, graphs that relate insulated conductor size to safe maximum thermal capacity based on cross-section area vs current have been available. Such graphs were plotted from a mathematical analysis of the thermal capability of insulated cables. These diagrams have been used to select the cables in accordance with short-circuit requirements. Insulated cable manufacturers provide such a family of curves for each kind of insulation and copper material and as a function of cable cross-section area. The difficulty in applying that method for selecting the right size of cables is that it is necessary to check the size of the cable for each value of the short-circuit current and the corresponding time.

An alternative method of mathematical analysis produces another family of parallel straight lines on the same log-log graph paper used for protection coordination curves. Using equations for different cross-section areas and conductor materials of cables, Figs. 1 to 4 were obtained, and these offer an approach to cable selection that is distinctly different from that of the old graphs. The curves in Figs. 2 to 5 provide effective application for ambient temperatures from 20C to 40C, although these lines are plotted for 20C. For overload and short-circuit currents, differences in sets of graph lines for conductors are negligible.

For practical work, the graphical representation of the overload current limit is a straight line on a log-log graph paper, in continuation of the

**NOTE:** This article summarizes the results of a study made by the authors. The complete, detailed report on which this article is based includes the mathematical computations and offers much wider application of the evaluative method to cable selection. Further details may be obtained from the authors.

short-circuit thermal capability lines and asymptotic to the cable ampacity (vertical lines, from NE Code Tables) as shown in Figs. 1 to 4, Fig. 6 and Fig. 7. The short-circuit and overload cable thermal capability curves represent the cable damage curves. These curves should always be above and on the right-hand side and close to the corresponding feeder protection devices'

time-current curves. In this case, cable and equipment are protected by the same devices. For any conductor, the "ampacity"—the maximum safe, continuous, full-load current rating—must be carefully selected. For any one of the sizes and types of conductors in Figs. 1 to 4, the specific ampacity to be used for a particular application will depend upon the Table from which it is

selected and upon actual conditions that may alter that ampacity.

For instance, the ampacity for a conductor might be selected from NE Code Tables 310-16 or 310-17—referring to conductor material (copper or aluminum), type of insulation (75C PVC or 90C XHHW) and to conditions of use (in conduit, in cable, in open air, etc.). Then, even that ampacity might

2

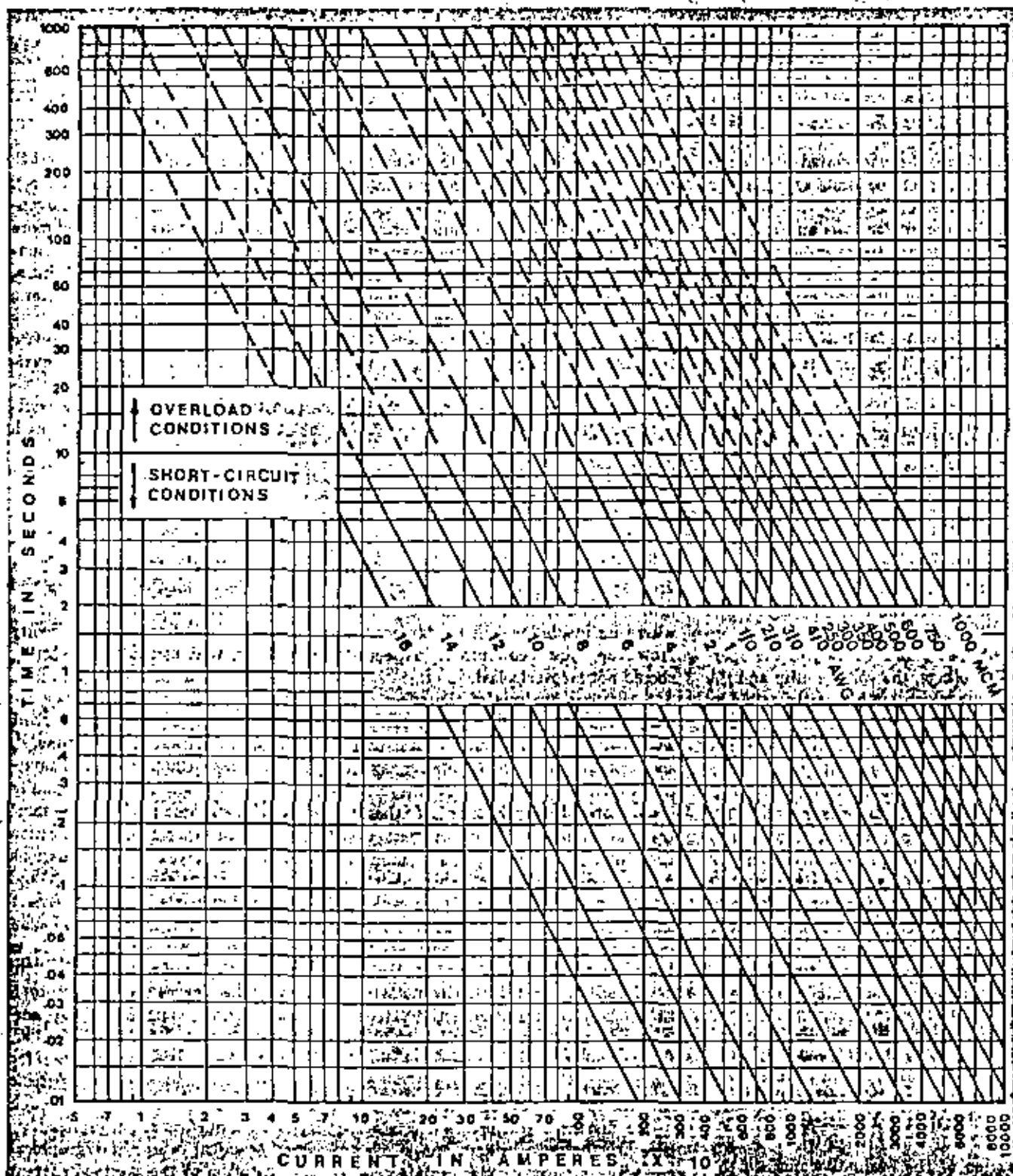


FIG. 1. Maximum short-circuit and overload curves for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

have to be altered to satisfy other code rules: It may be necessary to reduce the Table-value of ampacity if the ambient temperature is over 30C or if more than three conductors are in a conduit (Note 8 to Table 310-16/19). Then Section 220-10(b) of the NE Code requires that conductors supplying a continuous load (load operating steadily for 3 hours or more) must have an

ampacity at least equal to 125% of the load. If the circuit operates above 2000 volts, NE Code Tables 310-39 to -54 may be used to determine ampacity, along with the notes to those Tables.

Although the ampacity of any given size and type of conductor may vary due to application conditions, as described above, the thermal damage lines for overload or short circuit for

that conductor is essentially constant and must, therefore, be adjusted for the actual ampacity. When the ampacity of any conductor is determined, that value of current must be marked on the top (horizontal) coordinate of the graph—such as by a short vertical line at that current value, as in Fig. 6. Then the straight-line damage curve for the particular conductor is made asymp-

3

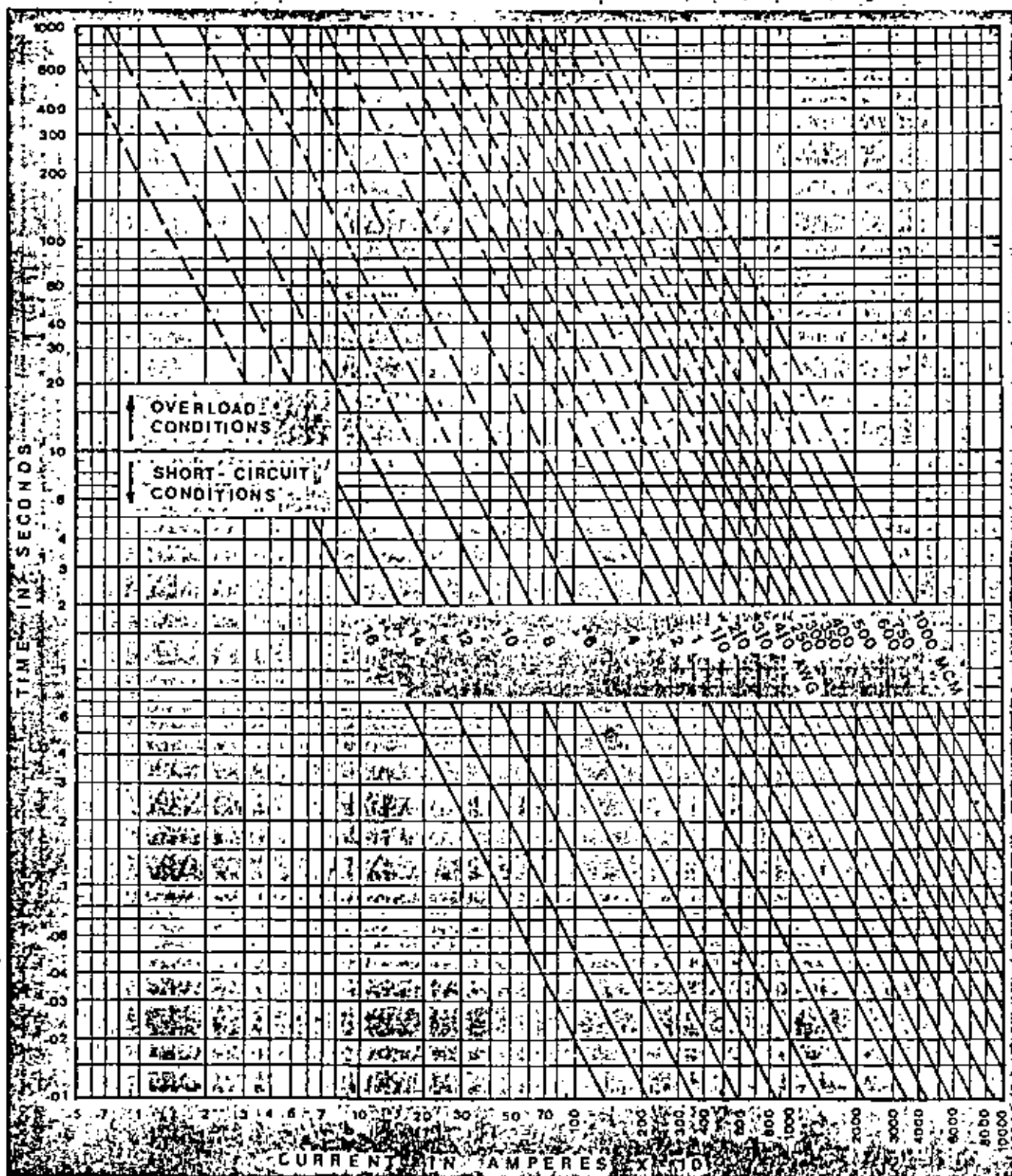


FIG. 2. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

to the short vertical line at the top of the graph.

In the one-line diagram of Fig. 5, only the protection device numbers that are used for the selection of the cable sizes are given. The device protection coordination curves of this system are shown in Fig. 6 and Fig. 7. Fig. 6 is used to select the low-voltage cables (600 volts) for switchgear, motor-

control centers, individual motors, or other load feeders. Selection of 4.16-kv cable is based on the protection diagrams shown in Fig. 7.

For 600-volt and 4.16-kv ac motors, rated 70 hp or more, thermal overload and short-circuit protection were provided in the CB relays. For motors supplied from the MCC, the molded-case circuit breakers with magnetic

element (only instantaneous trip) were used for short-circuit protection, and for running protection the overload relay heaters in the starters were used. For each MCC and transformer feeder, the protection relays included an instantaneous unit to provide instantaneous tripping for very high currents and an induction overcurrent unit with inverse-time-delay characteristics.

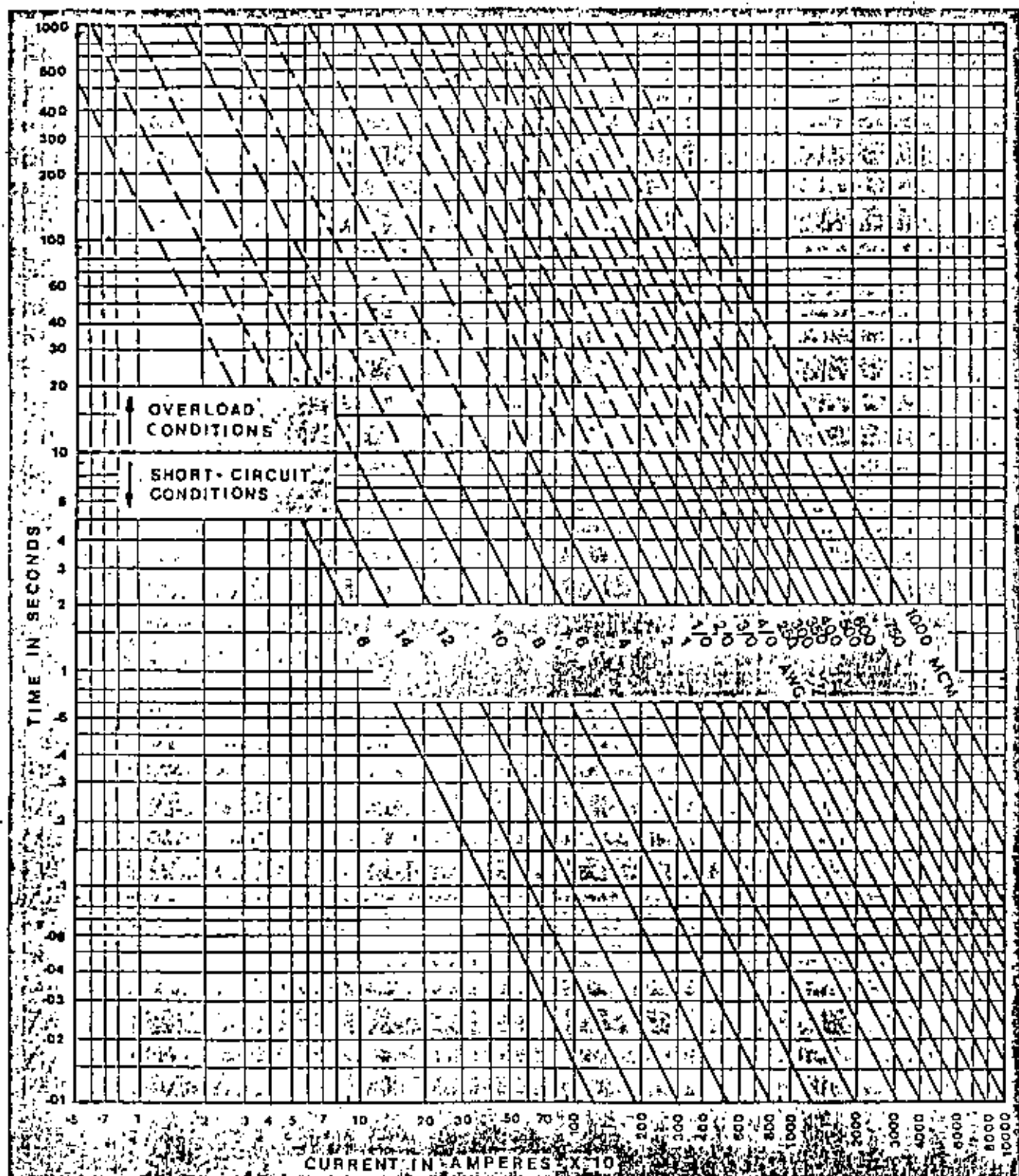


FIG. 3. Maximum short-circuit and overload current for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.

For 4.16-kv feeders, 3-conductor XLPE insulated cables with copper conductors were used. For 600-volt feeders, PVC insulated cables were used. NE Code Table 310-41 on ampacities of cable must be used to establish permitted cable load current rating. It is assumed that the feeder cables are installed in air at 40C ambient temperature, Conductor temperature of 75C

for PVC insulated cables and 90C for XLPE insulated cables, with a derating factor of 0.82 and 100% load factor, were considered. Under other conditions—e.g. single- or 3-conductor cables direct-burial, single- or 3-conductor cables in air, etc.—the same method may be used, considering the corresponding cable ampacity (NE Code Tables 310-89 to 310-54) with

corresponding correction factors for various ambient temperatures, ambient earth temperatures, and group correction factors. (See Notes to NE Code Tables 310-39 to 310-54).

When selecting cable size from the diagrams, the method consists of selecting the cable so that the domain on the right-hand side of its cable damage curve will not overlap the

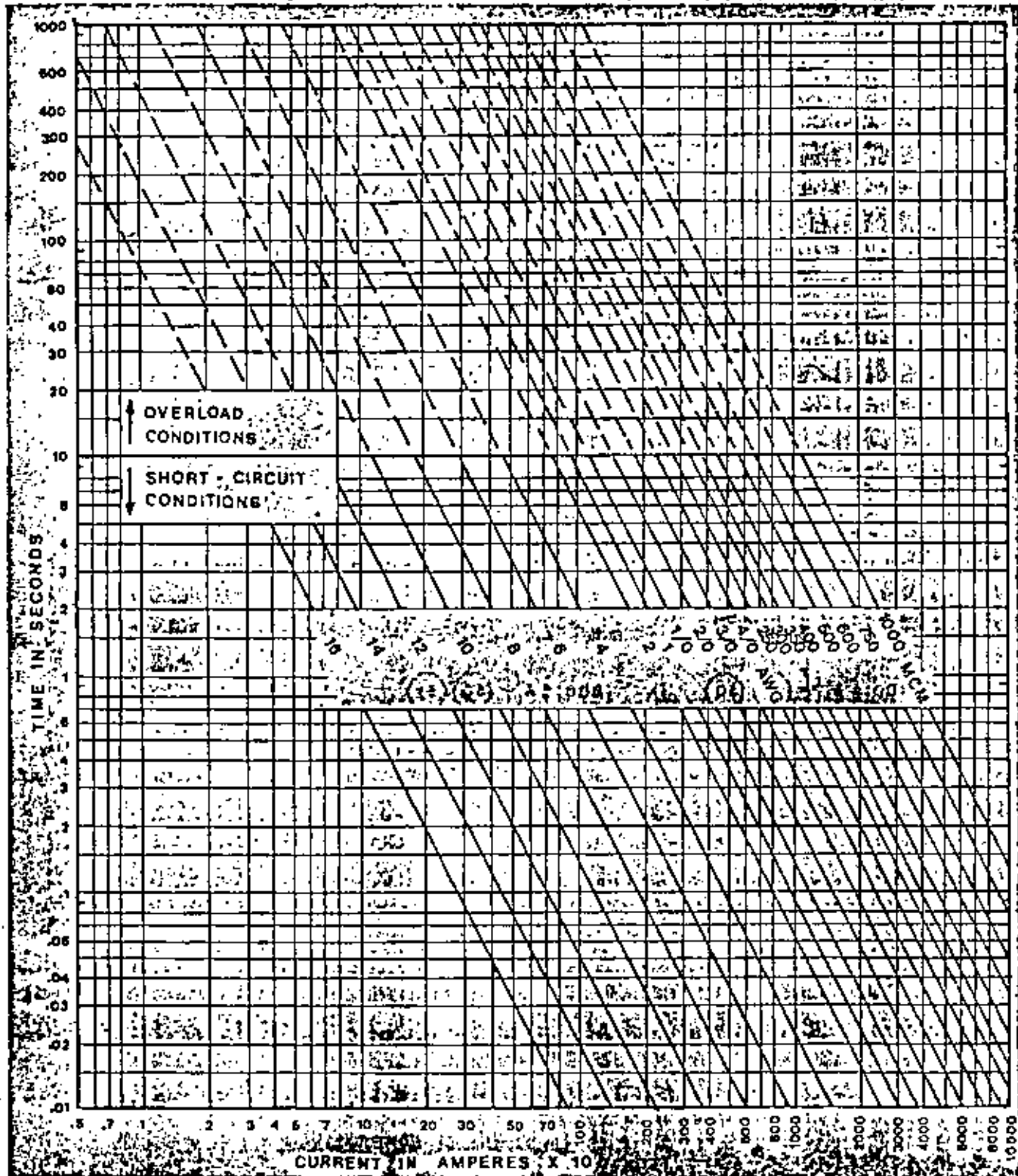


FIG. 4. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.



domain on the left-hand side of the protective device curves. In other words, the time-current curve of the protective devices such as relays, fuses, CBs should be below and to the left of the damage curves of the selected cable. If the protection curves for an electrical system are plotted on a transparent log-log graph paper and the time-current cable damage curves are plotted on the same scale on another page, the paper with the protection curves may be put over the paper with the

cable curves and the selection of cable size may be made readily.

In the example shown in Fig. 5 the cable size will be first selected on the basis of ampacity, in accordance with the full-load current. These values are shown in the diagram. Because in many cases, when selecting initially on ampacity only, the corresponding damage time-current curves intersect the protective device protection time-current curves, the conductor cross-sectional area of cables will increase

until curves do not intersect.

The cables selected by this method, for the given electric system, are shown in Fig. 6 for 600-volt feeders and in Fig. 7 for 4.16-kv feeders. From Fig. 6 it can be seen that, for loads supplied from the MCC-bus and for the smaller loads, the size of cables should be selected in accordance with the short-circuit current. However, for large loads, the size of cables should be selected in accordance with the over-current protection curves.  $\Delta$

6

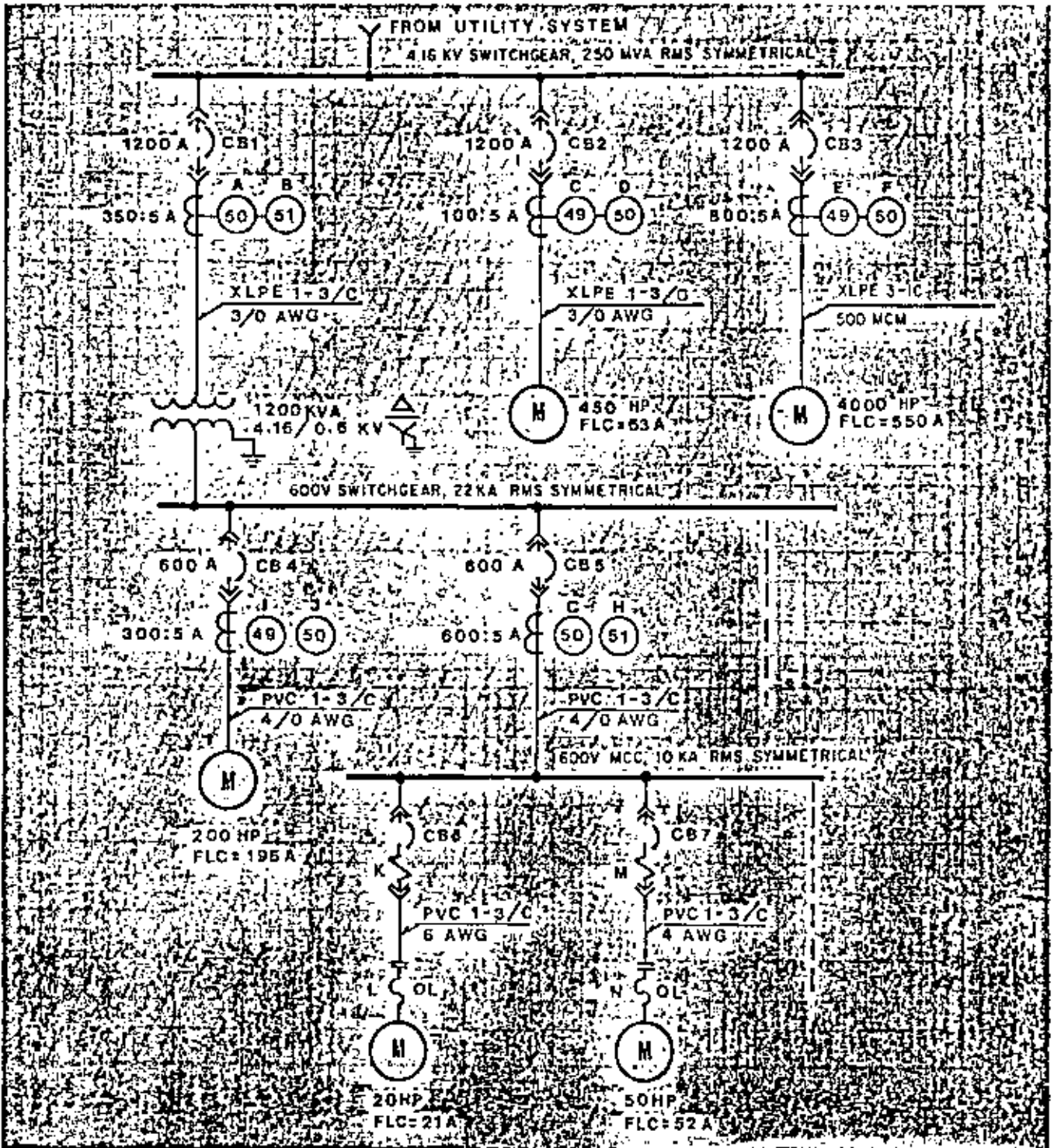


FIG. 5. One-line diagram of a 4.16 kV electric system



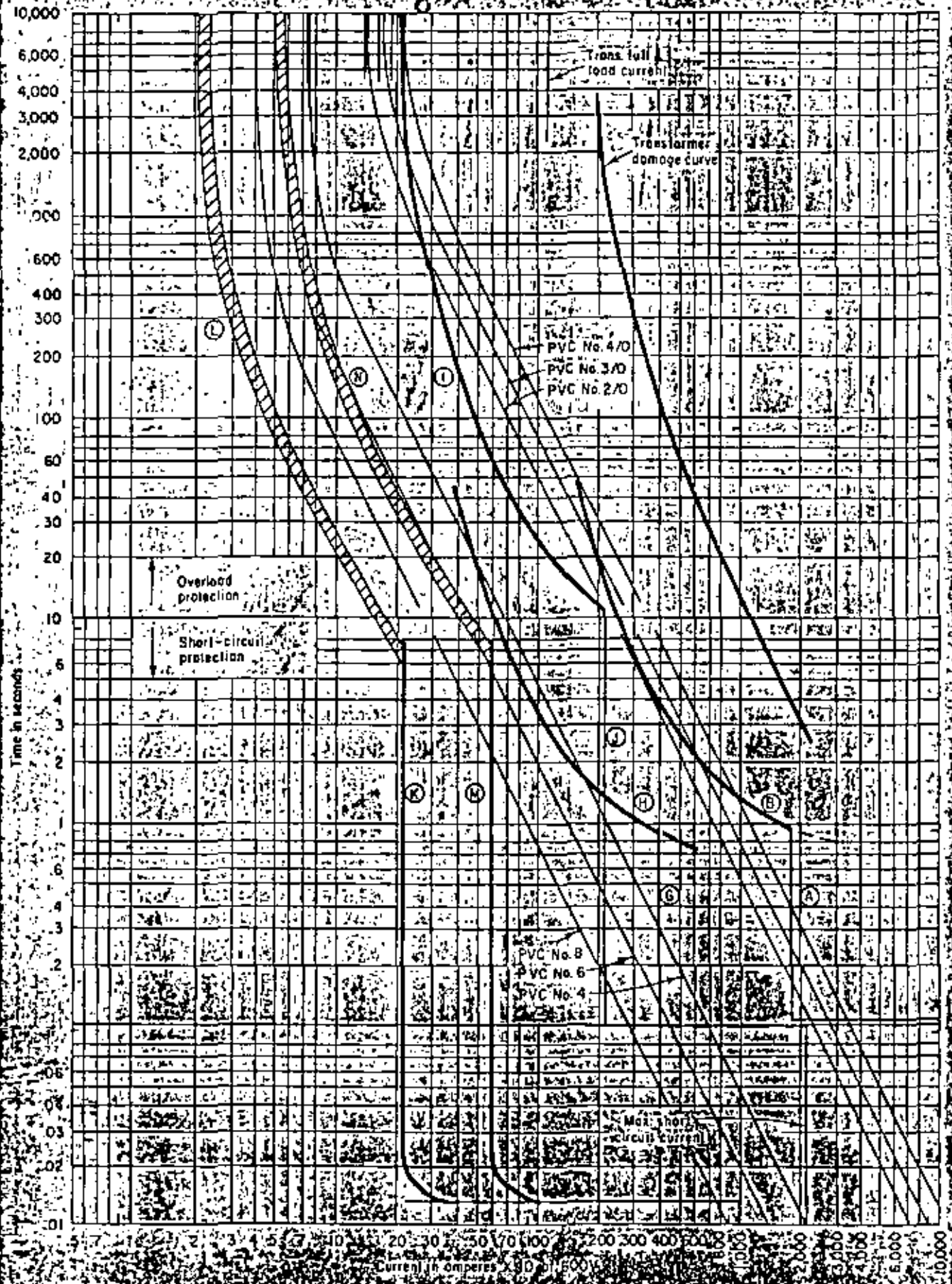


FIG. 8. Short-circuit and overload protection curves and selection of 500-volt PVC insulated cable with copper conductors.

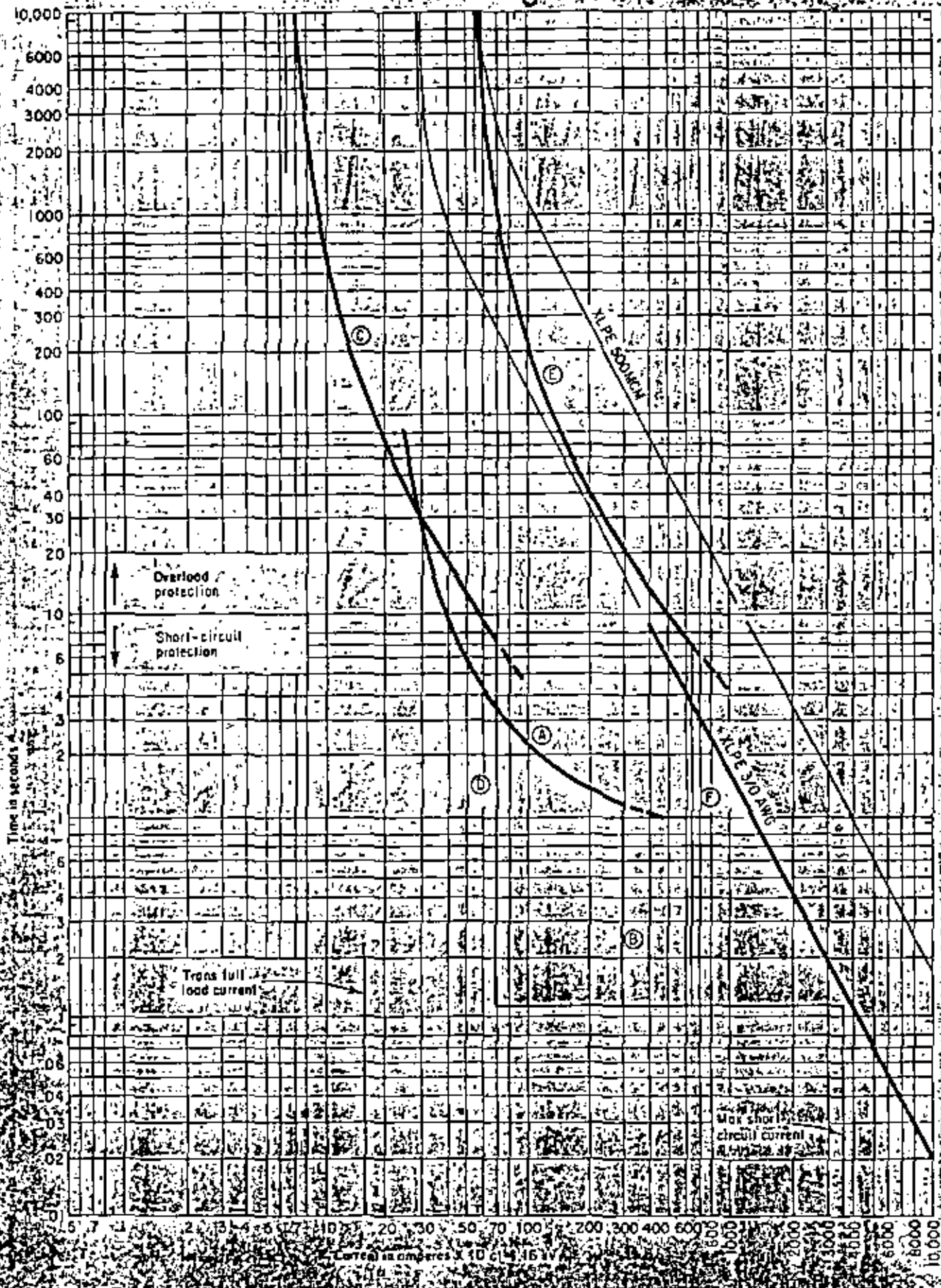


FIG. 7. Short-circuit and overload protection curves and selection of 4.15-kV XLPE inc. jacketed cable with copper conductors.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES

ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO

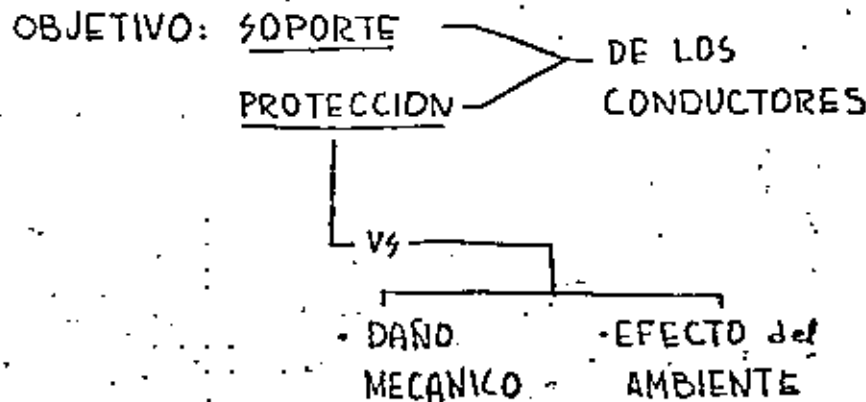
FEBRETO, 1983

# MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION: - "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON:

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN"  
(NTIE-81-101)



# PROTECCION vs DAÑO MECANICO

- UBICACION PROPIA (DE CONDUCTORES - NTIE-81-304-A)
- CUBIERTAS ADECUADAS

# PROTECCION vs EFECTOS DEL AMBIENTE

(NTIE-81-304-3)

- SI ES DE MAT. NO RESISTENTE a CORROSION:
    - GALVANIZADO INTERIOR y EXTERIOR
    - PINTURA, BARNIZ, Rec. PLASTICO
- ↳ SOLO INTERIORES

- DEBEN TENER PROTECCION

• "ADECUADA al MEDIO":-

- EN {
- "CONDICIONES CORROSIVAS"
  - COLADAS en CONCRETO
  - ENTERRADAS

LUGAR "HUMEDO" (in)  
(NOVEDOSO GRADO DE HUMEDAD POR CONDENS. SOTANOS, GRANEROS.)

LUGAR "MOJADO" (in)  
(CONDICION EXTREMA DE HUMEDAD: INTERRIE, LAVADO, ENTERRADAS.)

ZONA COSTERA (in)  
(50 KM TIERRA ADETRÁS)

PRESENCIA GASES, VAPORES, o POLVOS de PRODY. QUIMICOS.

- EN LUGARES "HUMEDOS o MOJADOS":
  - NO EN CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE.

MEDIOS DE CANALIZACION  
CARACTERISTICAS GENERALES

DEBEN TENER CONTINUIDAD:

- ELECTRICA:  
METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA  
(NTIE-81-301-5, 206-21)
- MECANICA:
  - RENATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO
  - SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION →  
CAJA ADECUADA

NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES: EJ:

- 220/127.5 vs 490V
- C.D.
- FRECUENCIA DIFERENTE
- COMUNICACION, etc.

SIST. NORMAL  
Vs  
SIST. EMERG.

Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE FZA → SI → MISMO AISLAMIENTO  
CTO. Balastro y CTO Alumbriado.

CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

- COLOCARLOS
  - REMOVERLOS
  - DISIPAR CALOR
- (NTIE-81-301-10)

MEDIOS DE CANALIZACION  
CARACTERISTICAS GENERALES (2)

• DEBE EVITARSE:

- LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301-13)
- LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301-14)
- INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES o BASURA (SI EN DUCTOS de AA → TUBERIA METALICA) (301-16)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS:- (301-17)

- PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)
- EN CONDOMINIOS → CANALIZACIONES SEPARADAS

# METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
  - METALICO RIGIDO
    - PESADO
    - SEMIPESADO
    - LIGERO
  - METALICO FLEXIBLE
  - NO METALICO
    - PVC
    - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

# INSTALACION VISIBLE

SOBRE AISLADORES

(NTIE-81-312)

## CARACTERISTICAS:-

- CONDUCTORES
  - UNIPOLARES
  - AISLADOS
  - SOPORTE → AISLADORES.

## USO

- INTERIORES y EXTERIORES
- LUGARES SECOS y HUMEDOS

## EXCLUSIONES:

- ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES
- SALAS de REUNION (CINES, TEATROS, etc.).
- ESTUDIOS de CINE
- CUBOS de ELEVADOR
- AREAS "PELIGROSAS" →

PELIGRO POR LA EXISTENCIA Y CONCENTRACION EN LA ATMOSFERA DE GASES, VAPORES, LIQ. VOLATILES, POLVOS O PELUSAS COMBUSTIBLES O INFL.

## VENTAJAS:-

- MENOR COSTO → { MATERIAL  
INSTALACION
- AUMENTO CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES AL MONTARSE "AL AIRE" → NTIE Tabla 302-4.

**TABLA 302.4**  
**Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)**

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THRN, MTW, EP, XHHW*	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425

107111

Continúa TABLA 302.4  
**Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)**

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THRN, MTW, EP, XHHW*	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	455	730	520	870	555	940	555	940
1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

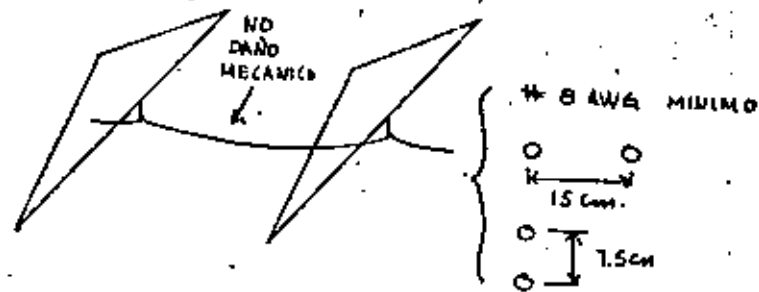
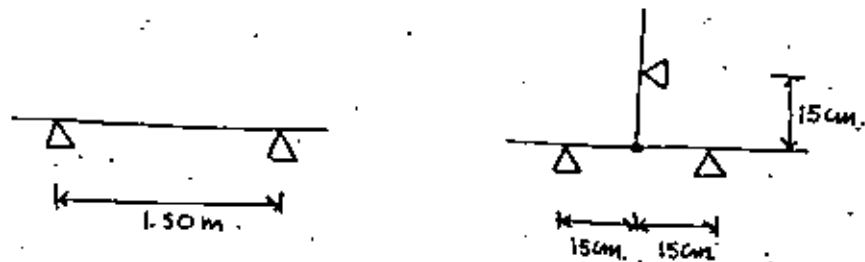
\* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

76

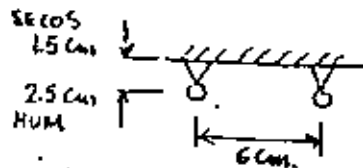
# MONTAJE

CONDICIONES MINIMAS

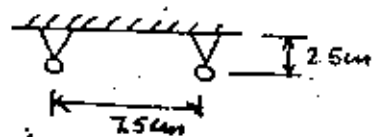
9



300 V.



600 V



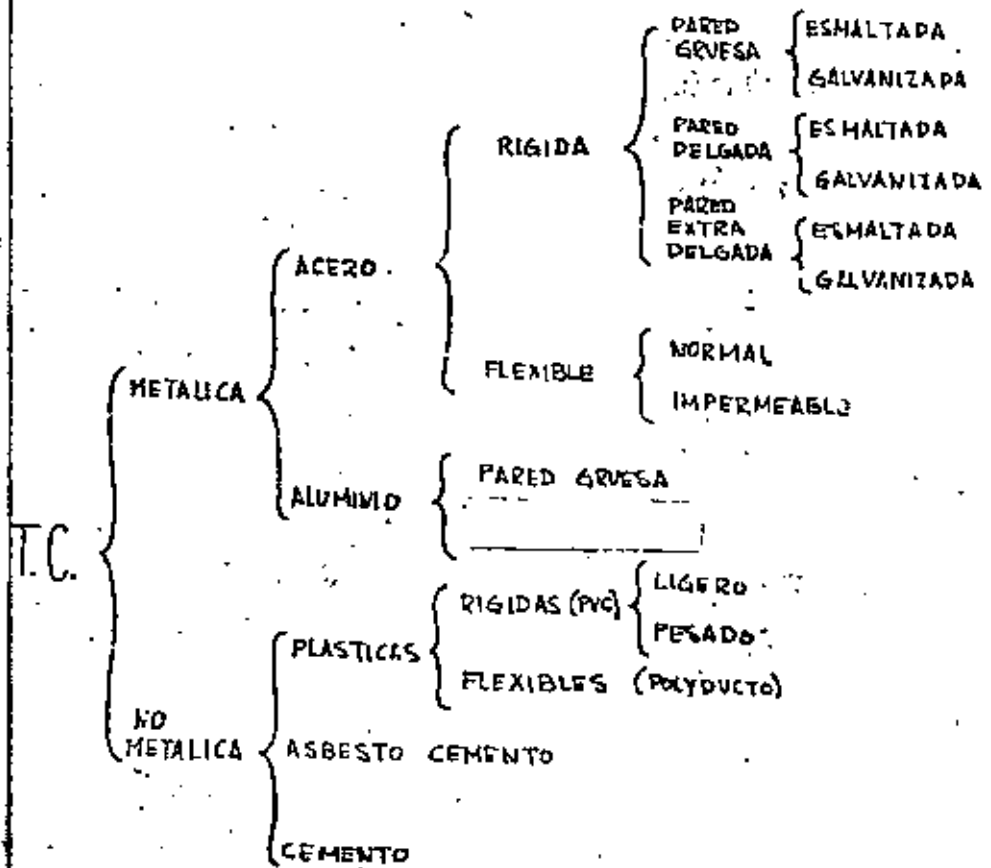
10

# CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:





11

## VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- PROTECCION vs CORROSION
- PROTECCION MECANICA
- CONTINUIDAD ELECTRICA
- ESTANQUEIDAD
- APARIENCIA

12

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

13

# TUBERIA PARED GRUESA

VS

# TUBERIA PARED DELGADA

DIFERENCIA:-

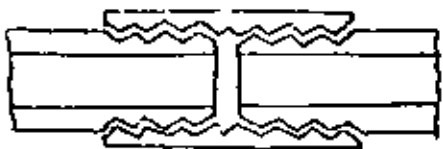
P.G. se puede roscar.  
P.D. no se puede roscar



ACOPLAMIENTO

P.G.

P.D.



MAS. RIGIDEZ  
MEJOR CONTINUIDAD.  
MEJOR ESTANQUEIDAD.

14

# TUBO NO METALICO

CARACTERISTICAS GENERALES:-

- $\phi_{\text{MINIMO}} = 13\text{mm}$
- ACCESORIOS: DEBEN SER APROBADOS ESPECIFICAMENTE PARA EL USO
  - ↓
  - UNION ENTRE TUBOS
  - UNION A CAJA
  - BOQUILLAS
- CAJAS:
  - RECOMENDABLE → MISMO MATERIAL
  - METALICAS → DEBEN CONECTARSE A TIERRA
- CONEXION a TIERRA (CONTINUIDAD):
  - DEBE INSTALARSE SIEMPRE UN CONDUCTOR ADICIONAL DE PUESTA A TIERRA.

# TUBO DE POLIETILENO

(NTIE 81-306-23)

(POLYDUCTO NARANJA)

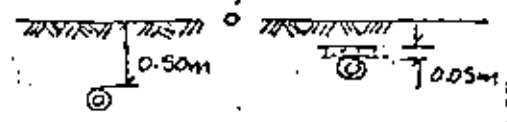
## CARACTERISTICAS

DEBE SER RESISTENTE A:

- HUMEDAD
- AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS
- RESISTENCIA MECANICA "ADECUADA"
  - PROT CONDUCTORES
  - TRATO "RUDD" EN INSTALACION

## USO:

- EN TENSION MAXIMA DE 150V a TIERRA.
- EMBEDIDO EN MUROS, PISOS o TECHOS.
- ENTERRADO:



## EXCLUSIONES:

- OCULTO POR PLAFONES en TECHOS
- OCULTO EN CUBOS
- EN INSTALACIONES VISIBLES

# TUBO RIGIDO DE PVC

(NTIE-81-306-14)

## CARACTERISTICAS:-

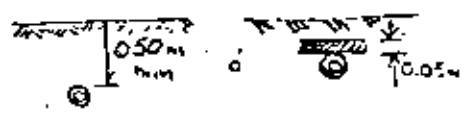
DEBE SER:

- AUTOEXTINGUIBLE
- RESISTENTE a
  - APLASTAMIENTO
  - AGENTES QUIMICOS
  - HUMEDAD

## USO:-

- INSTALACIONES OCULTAS
- INSTALACIONES VISIBLES
  - NO EXPUESTAS a DAÑO MECANICO
- SITIOS EXPUESTOS a AGENTES QUIMICOS
  - DEBE RESISTIR
- LOCALES "HUMEDOS" o "MOJADOS"

ENTERRADO:



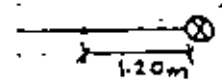
## EXCLUSIONES:

- LOCALES "PELIGROSOS"
- TEATROS, CINES, etc (SALVO CUANDO NO PUEDE SER METALICA)
- COMO SOPORTE LUMINARIOS
- si  $t_s > 70^{\circ}C$

## SOPORTES:

ESPACIAMIENTO MAXIMO:-

$\phi$ 13-19 mm	→ 1.20 m	63-76 mm	→ 1.80 m
$\phi$ 25-51 mm	→ 1.50 m	89-102 mm	→ 2.10 m



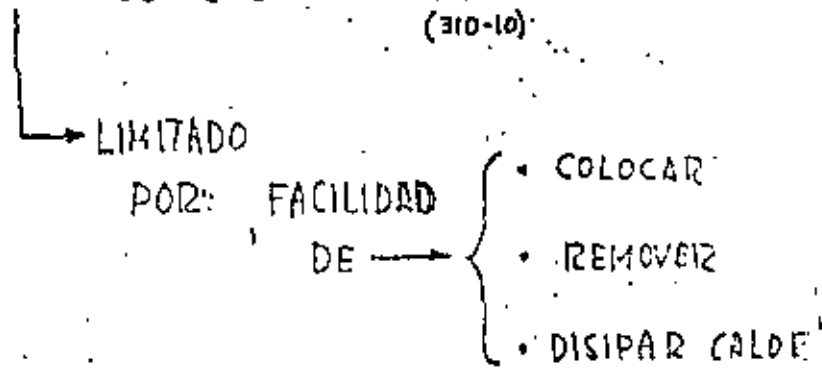


# CONDICIONES de DISEÑO:

•) DIAMETRO MIMIMO : 13mm (1/2")  
(EXCEPTO TUBO FLEXIBLE → 9.5mm 3/8")

NTIE  
[304-3  
305-2  
306-3]

•) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:  
(01-01E)



•) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

1 CONDUCTOR	_____	55%	de AREA INT.
2 CONDUCTORES	_____	30%	✓ -
3 o MAS CONDUCTORES	_____	40%	✓ -

Tabla 1.1

Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro Interior (mm)	Área interior total (mm <sup>2</sup> )	Área disponible para conductores (mm <sup>2</sup> )	
mm	pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	1/2	15.81*	196	78	59
19	3/4	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	1 1/4	35.31*	979	392	294
38	1 1/2	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	2 1/2	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	3 1/2	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

\* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

\*\* Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

Tabla 1.2

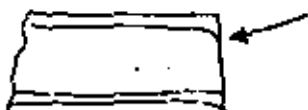
Dimensiones de conductores con aislamiento de hule y termoplástico<sup>1</sup>

Cable AWG, MCM	Tipo T, TW y THW <sup>2</sup> RHW y RHH (con cubierta exterior)		Tipo RHW y RHH (con cubierta exterior)		Tipo THWN y THHN	
	Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7
A						
L 14	3.3	8.7	—	—	2.7	5.9
A 14	4.1*	13.3*	5.2	21.1	—	—
M 12	3.8	11.1	—	—	3.2	7.9
B 12	4.5*	16.2*	5.6	24.7	—	—
R 10	4.3	14.3	—	—	4.0	12.3
E 10	5.0*	20.1*	6.1	29.7	—	—
S						
	14	3.6	9.9	—	3.0	6.9
	14	4.3*	14.8*	5.4	23.0	—
	12	4.0	12.8	—	3.4	9.3
	12	4.8*	18.4*	5.9	27.3	—
	10	4.6	16.8	—	4.3	14.7
	10	5.4*	23.0*	6.5	33.3	—
C	8	6.2	30.4	—	5.6	25.0
	8	7.0*	38.6	8.3	54.5	—
A						
B	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6
	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4
	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9
L	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5
	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7
E	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0
	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4
S						
	250	20.0	314.6	22.0	381.8	18.2
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	—
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1
	500	26.1	536.5	28.4	634.4	24.3
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	—
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	—
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	—
	1 250	40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	—
	1 500	43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	—

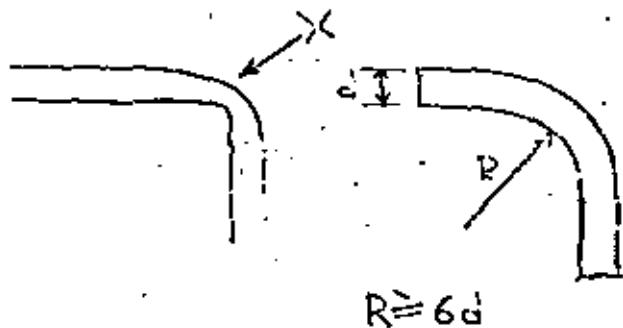
## CONDICIONES de MONTAJE

(22)

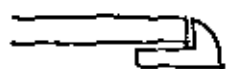
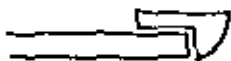
① ESCARIADO



② DOBLADO



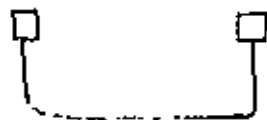
③ MONITORES:



④ CURVAS :-

Nº MAXIMO

•) RECOMENDABLE → 2 de 90°

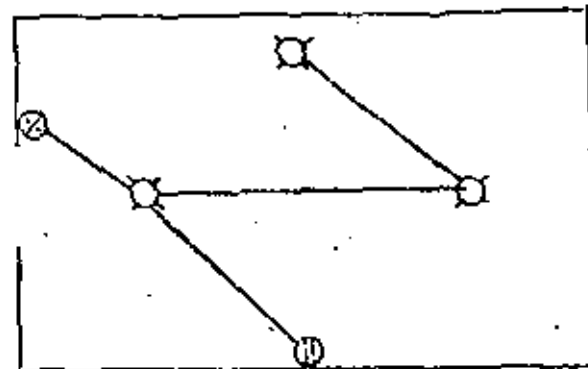


•) PERMITIDO → 4 de 90° (CON RADIO AMPLIO).

## TRAYECTORIAS:

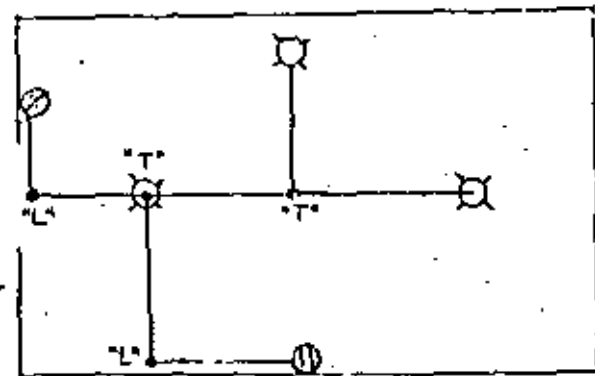
(23)

INSTALACION OCULTA:



TRAYECTORIAS LO MAS CORTAS POSIBLE →

INSTALACION APARENTE:



TRAYECTORIAS PARALELAS A Ejes ESTRUCTURALES →

(24)

# CAJAS de CONEXIONES

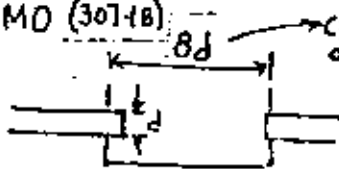
→ LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS EN EL INTERIOR DE LAS TUBERIAS

- FIN CAJAS:
  - CONEXION a UTILIZACION
  - CONEXIONES de CABLES
  - FACILIDAD PARA CABLEAR.

→ DIMENSIONES CAJAS:

PROFUNDIDAD MINIMA (307-15) → 35mm (1 3/8" EX.)

ANCHO MINIMO (307-18) → Cable #6 o MAYOR



→ NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO:

VOLUMEN OCUPADO POR CONDUCTORES MAS CONEXIONES ≤ 60% del volumen interior o espacio libre (307-9)

# NUMERO DE CONDUCTORES EN CAJAS SEGUN NEC

(25)

## ARTICLE 370-BOXES AND FITTINGS

70-211

Table 370-6(a). Metal Boxes

Box Dimension, Inches Trade Size or Type	Min. Cu. In. Cap.	Maximum Number of Conductors				
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	12.5	6	5	5	4	0
4 x 1 1/4 Round or Octagonal	15.5	7	6	6	5	0
4 x 2 1/4 Round or Octagonal	21.5	10	9	8	7	0
4 x 1 1/2 Square	18.0	9	8	7	6	0
4 x 1 3/4 Square	21.0	10	9	8	7	0
4 x 2 1/4 Square	30.3	15	13	12	10	6*
4 11/16 x 1 3/4 Square	25.5	12	11	10	8	0
4 11/16 x 1 3/8 Square	29.5	14	13	11	9	0
4 11/16 x 2 1/4 Square	42.0	21	18	16	14	6
3 x 2 x 1 1/2 Device	7.5	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Device	10.0	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/4 Device	10.5	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 3/4 Device	12.5	6	5	5	4	0
3 x 2 x 2 3/8 Device	14.0	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3 1/4 Device	15.0	9	8	7	6	0
4 x 2 1/4 x 1 1/2 Device	10.3	5	4	4	3	0
4 x 2 1/4 x 1 3/4 Device	13.0	6	5	5	4	0
4 x 2 1/4 x 2 1/4 Device	14.5	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 2 1/4 Masonry Box/Gang	14.0	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 3 1/4 Masonry Box/Gang	21.0	10	9	8	7	0
FS—Minimum Internal Depth 1 1/2 Single Cover/Gang	13.5	6	6	5	4	0
FD—Minimum Internal Depth 2 1/2 Single Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	3
FS—Minimum Internal Depth 1 1/2 Multiple Cover/Gang	15.0	9	8	7	6	0
FD—Minimum Internal Depth 2 1/2 Multiple Cover/Gang	24.0	12	10	9	8	4

Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor

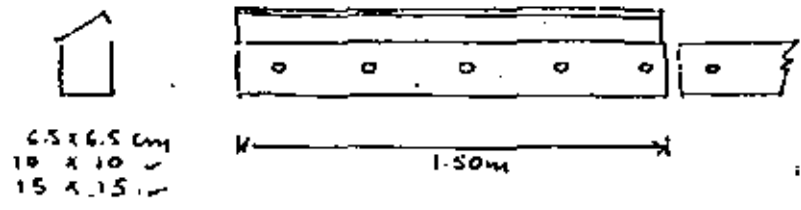
Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 14	2 cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3 cubic inches
No. 6	5 cubic inches



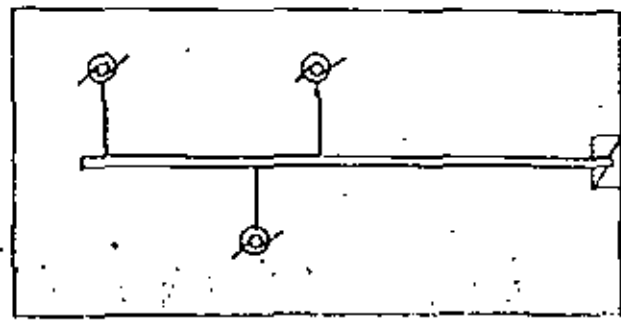
# CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

- > DUCTO EMBISAGRADO (Lay-In) - CON TAPA (NTIE-308)
- > DUCTO ALIMENTADOR (Feed-In) } CON BARRAS
- > DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-In) } (NTIE-309)

## 1) DUCTO EMBISAGRADO (ART-308)



USO:-



## VENTAJAS

- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA. (Fact. Relleno = 40%).

DUCTO POR MM<sup>2</sup> UTILIZABLE :-

TUBO CONDUIT GALV	15mm	AREA UTIL (mm <sup>2</sup> )	Cap. (%)
-	18	78	100
-	25	132	52
-	32	222	77
-	38	330	66
-	51	530	61
-	64	870	41
-	76	1240	62
-	101	1590	64
DUCTO 6.5x6.5cm		1650	48
DUCTO 10x10cm		4000	27
DUCTO 15x15cm		9000	24

## LIMITACIONES:-

- > INTERIORES (EXTERIORES -> PBA LLUVIA)
- > APARENTES
- > LUGARES SECOS
- > NO EXPUESTO a DAÑO MECANICO
- > NO EXPUESTO a GASES, VAPORES, etc.
- > NO MAS de 30 CONDUCTORES (excepto control)
- > SOPORTE CADA 1.5m. (3m -> construcciones especiales).



- > PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-2 (NTIE-308.7)).

# DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.

No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta máx. 30 conductores.

Calibre del Conductor	Área del cable con larro en cm <sup>2</sup> Tipo TW-THW.	No. Máximo de Conductores en Ducto †		
		6.5 x 6.5 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
14	0.102	92	237	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	321
8	0.222	30	78	176
6	0.515	15	39	87
4	0.650	11	29	66
3	0.785	9	25	57
2	0.950	8	21	48
1	1.267	6	15	35
0	1.474	5	13	30
00	1.767	4	11	25
000	2.011	3	9	21
0000	2.405	3	8	18
250000	3.016	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.374	1	4	10
500000	5.183	1	3	8

† EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, limita a 30 conductores el número de los que se puedan instalar en un ducto, a no ser que los alambres en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor y se usen solamente en el período de arranque.



REGISTRO



NIPLE



ADAPTADOR



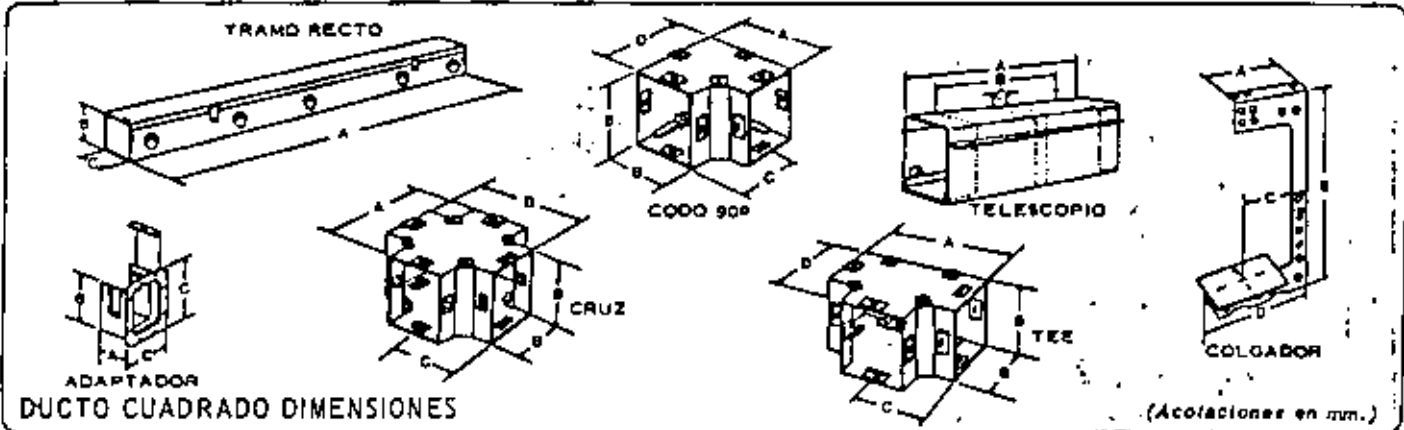
TEE



REDUCTOR



TELESCOPIO

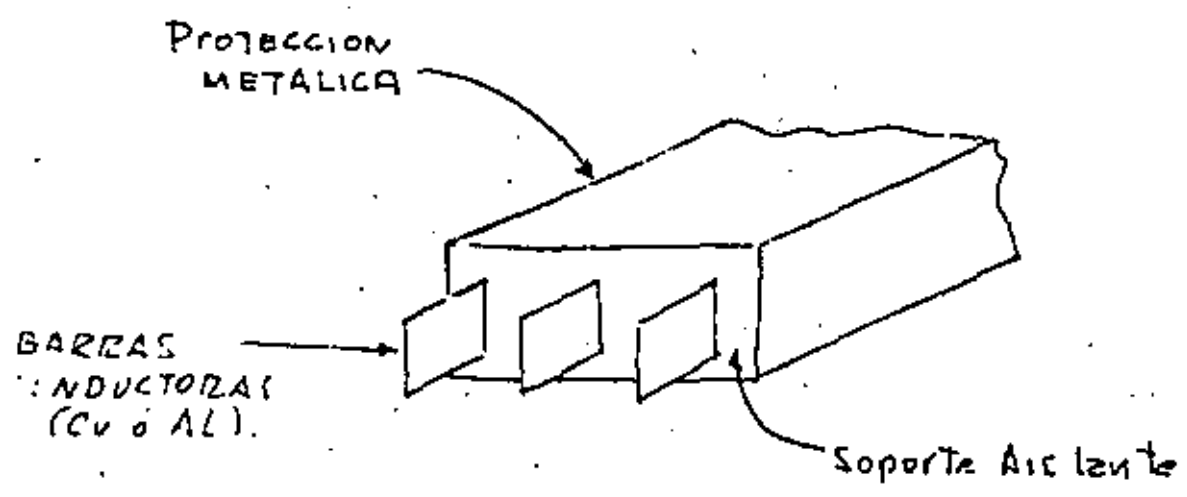


(Acolaciones en mm.)

DUCTO 6.5 x 6.5 cm.					DUCTO 10 x 10 cm.					DUCTO 15 x 15 cm.				
CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D
LD21	304	66	66	—	LD41	304	105	105	—	LD61	304	155	155	—
LD22	609	66	66	—	LD42	609	105	105	—	LD62	609	155	155	—
LD25	1524	66	66	—	LD45	1524	105	105	—	LD65	1524	155	155	—
LD290L	117	66	84	117	LD490L	157	105	103	157	LD690L	222	157	144	222
LD245L	73	86	—	73	LD445L	89	105	—	89	LD645L	127	16	—	127
LD225L	59	66	—	59	LD425L	87	105	—	87	LD625L	92	137	—	92
LD2T	168	66	84	117	LD4T	205	105	103	156	LD6T	289	156	144	222
LD2J	168	66	84	168	LD4J	206	105	103	206	LD6J	289	156	144	289
LD2TF	381	222	13	—	LD4PD	167	105	—	367	LD6PB	300	156	—	300
LD2H	110	254	81	111	LD4TF	181	222	11	—	LD6TF	381	222	13	—
LD22A	82	67	92	—	LD4H	110	254	100	152	LD6H	138	431	129	206
					LD44A	97	105	130	—	LD6EA	113	156	134	—

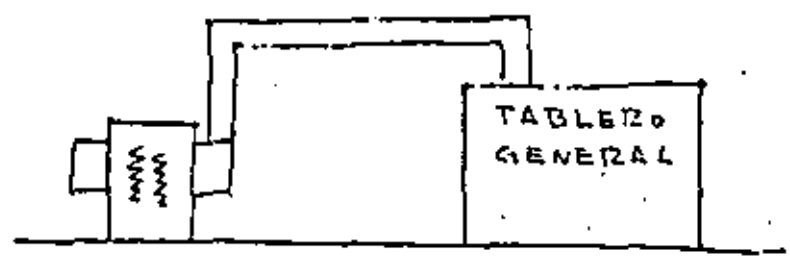


# DUCTO ALIMENTADOR



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS.

EJ :-



- VENTAJAS:-
- ) BAJA IMPEDANCIA
  - ) RESISTENCIA MECANICA
  - ) RESISTENCIA a CTES C.C.
  - ) FACILIDAD de INSTALACION

# DUCTO ALIMENTADOR - USG

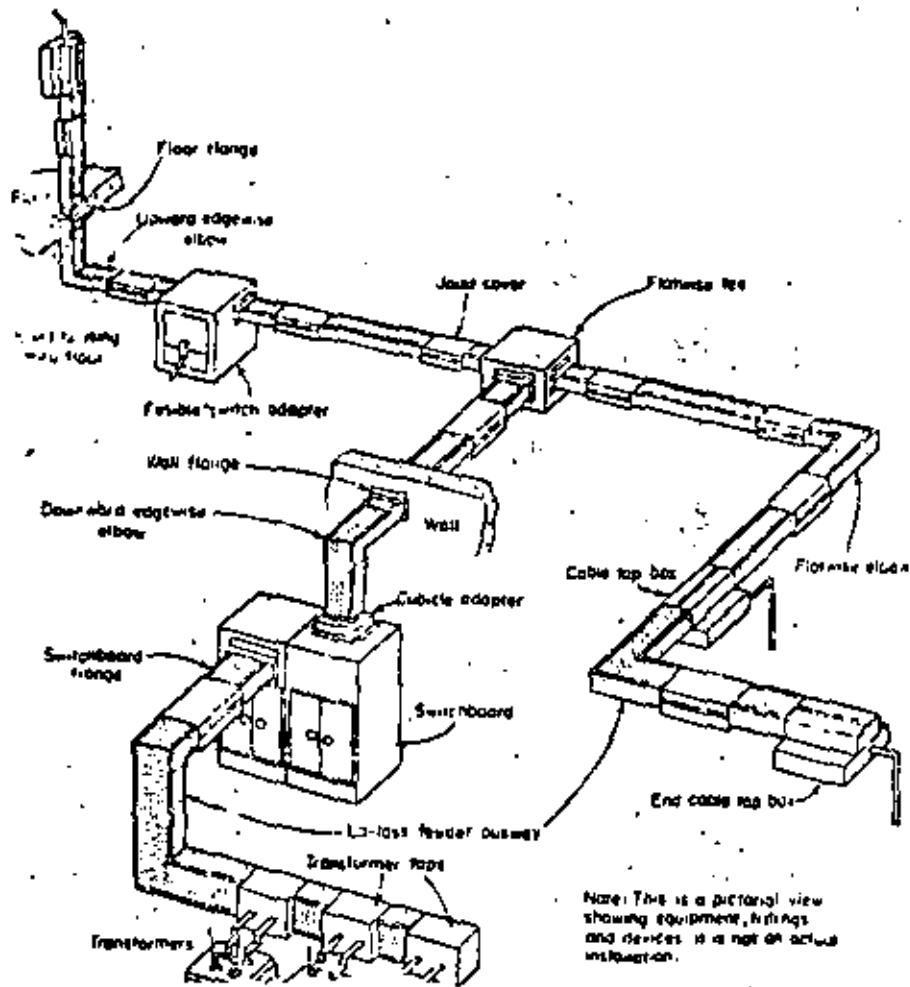


FIG. 103 Typical low-voltage-drop feeder busway system. (National Electric Dist., H. K. Carter Co., Inc.)

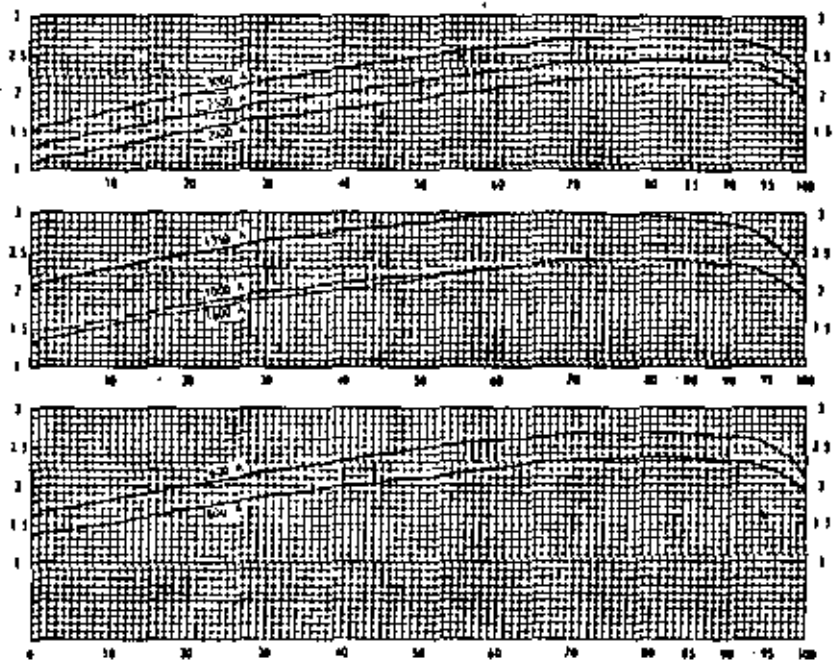
# ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

## CURVAS DE CÁIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COBRE FEED-IN - 3 POLOS - 600V.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

Promedio de caída de voltaje en volts por 100 pies de longitud.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA  
TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Rango en amperes	R Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	X Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
600	.00204	.00156	1.62	1.82	2.01	2.19	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.69	2.61	2.52	2.12
800	.00140	.00096	1.33	1.52	1.69	1.85	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.26	1.94
1000	.00106	.00084	1.45	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.29	2.35	2.38	2.38	2.32	2.23	1.87
1350	.00093	.00069	2.08	2.29	2.47	2.63	2.77	2.88	2.97	3.01	2.98	2.94	2.86	2.72	2.17
1600	.00069	.00050	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.25	2.33	2.36	2.35	2.32	2.25	1.91
2000	.00055	.00033	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.95	2.06	2.15	2.21	2.22	2.21	2.17	1.91
2500	.00048	.00030	1.30	1.50	1.69	1.86	2.02	2.17	2.29	2.36	2.44	2.45	2.44	2.38	2.08
3000	.00043	.00030	1.56	1.77	1.98	2.16	2.32	2.47	2.59	2.66	2.72	2.72	2.70	2.62	2.24

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1000 Amps. con 50 % de F.P.  
 Caída de voltaje: =  $\sqrt{3} \times I \times (R \cos \theta + X \sin \theta)$   
 =  $\sqrt{3} \times 1000 \times (.00106 \times .50 + .00084 \times .866)$   
 = 2.19 Volts / 100 pies

- 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
- 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
- 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
- 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación  $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
- 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación  $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$
- 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



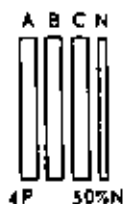
# ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

## CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			PESEO POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 POLOS	DB-2P, DB y C-3P ØA, B, C y 100%N-4P.	50% NEUTRO	2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	H	W			
									2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.
600A	25-3X51	15-6X51	15-3X51	25	30	31.5	33	219	54	67	70	73
800A	25-3X76	15-6X76	15-3X76	27.5	34.5	36.5	39	219	54	67	70	73
1000A	25-3X101	15-6X101	15-3X101	30.5	39	42	45	219	54	67	70	73
1350A	25-4X101	15-8X101	15-4X101	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1600A	25-3X152	15-6X152	15-3X152	44	57	61	66	321	54	67	70	73
2000A	45-3X101	25-6X101	25-3X101	50	66	71.5	77	321	54	67	70	73
2500A	† 45-3X114	† 25-6X114	† 25-3X114	59	78	84	90	422	54	67	70	73
3000A	45-3X152	25-6X152	25-3X152	68	91	100	108	422	54	67	70	73
• 4000A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
• 5000A	85-3X114	45-6X114	45-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
• 6000A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

- \* H: *series dobles; en 4000A, son 2 de 2000A, en 3000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.*
- *Barra espaciada 76 mm. (canto con canto).*

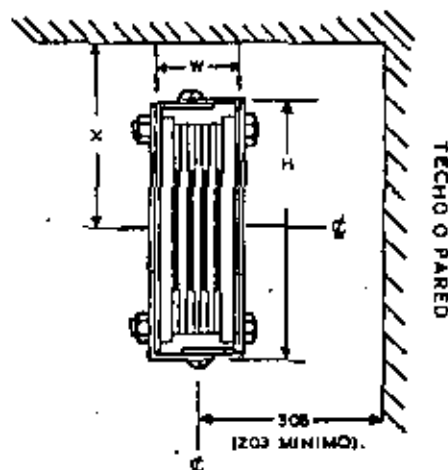
### ACOMODO DE SOLERAS



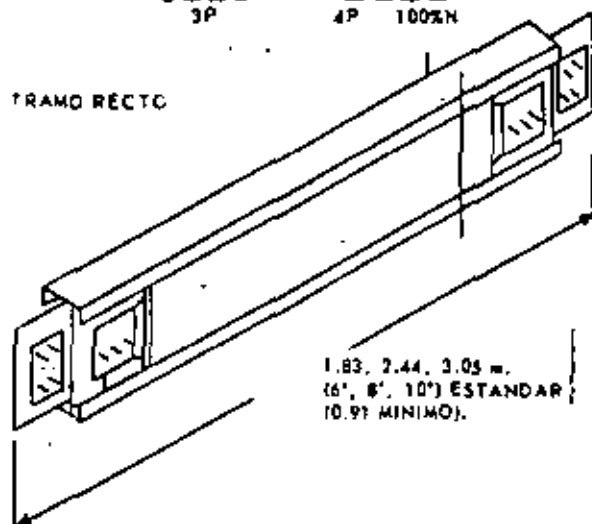
Espacio recomendado al techo o pared.

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1350	203
1600-2000	254
2500-3000	305

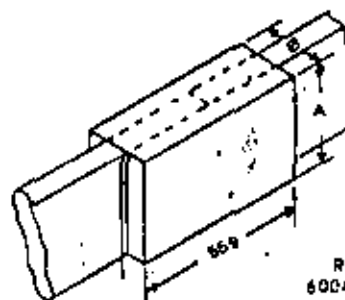
### TECHO O PARED



### TRAMO RECTO



### ENSAMBLE DE UNIÓN

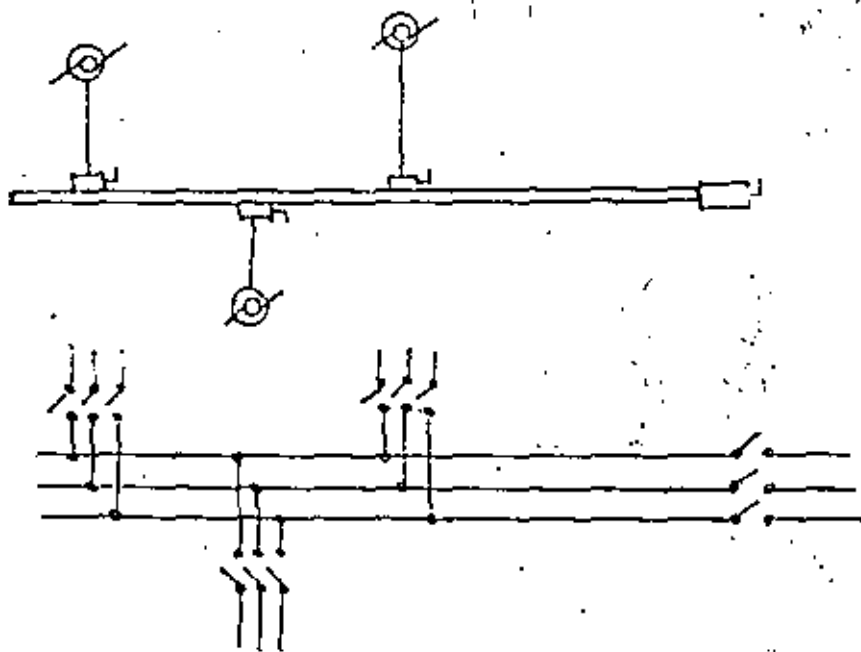
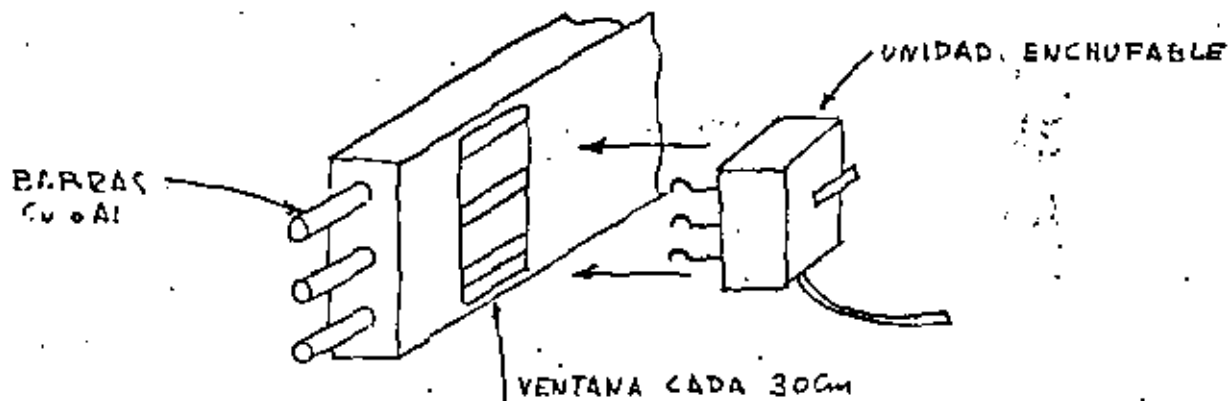


POLOS	B
2	179
3	190
4	203

RANGO	A
600A = 1350A	228
1600A = 2000A	330
2500A = 3000A	432



# DUCTO DISTRIBUIDOR



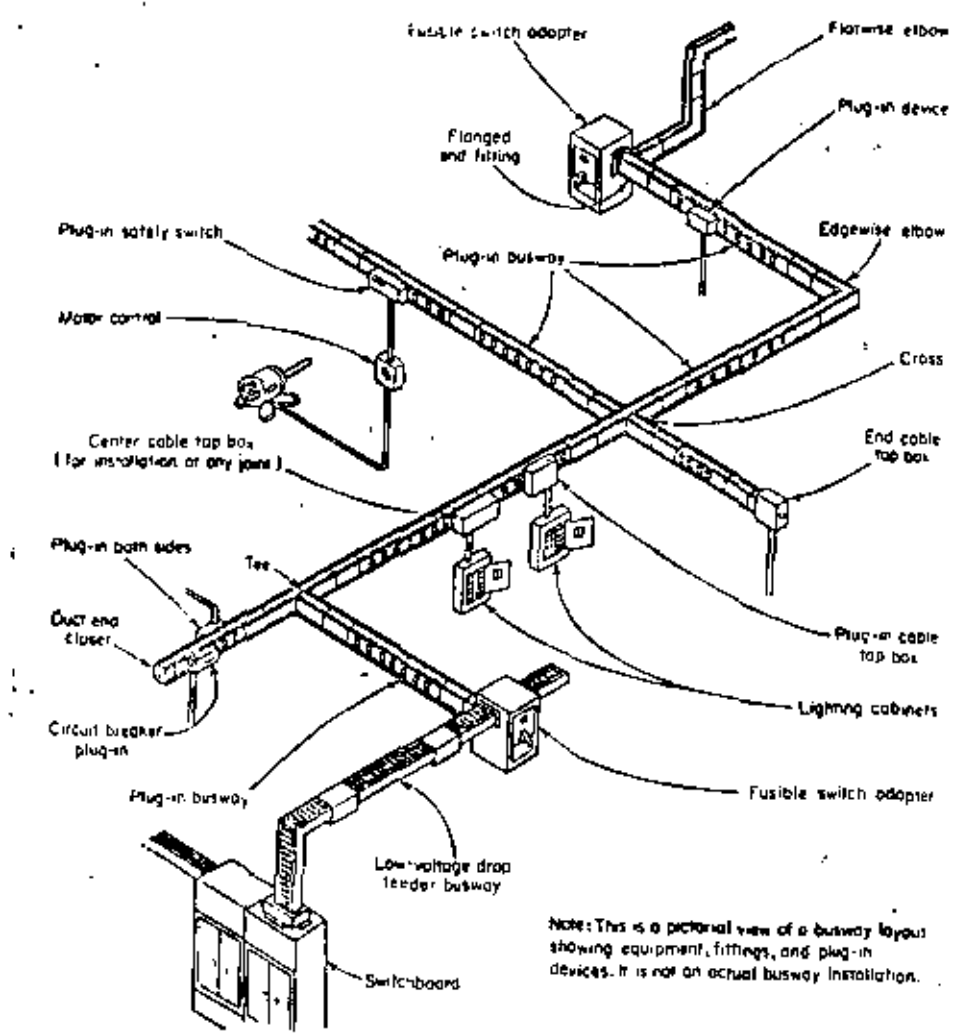
EQUIVALE A UN TABLERO DE DISTRIBUCION DESARROLLADO SOBRE EL AREA DE TRABAJO.

VENTAJA PRINCIPAL:

- ) MAXIMA FLEXIBILIDAD..
- ) RAPIDEZ INSTALACION..

# DUCTO-DISTRIBUIDOR

# USO



Note: This is a pictorial view of a busway layout showing equipment, fittings, and plug-in devices. It is not an actual busway installation.

FIG. 164 Typical plug-in busway (power-tape) system. (National Electric Dist., H. K. Potter Co., Inc.)

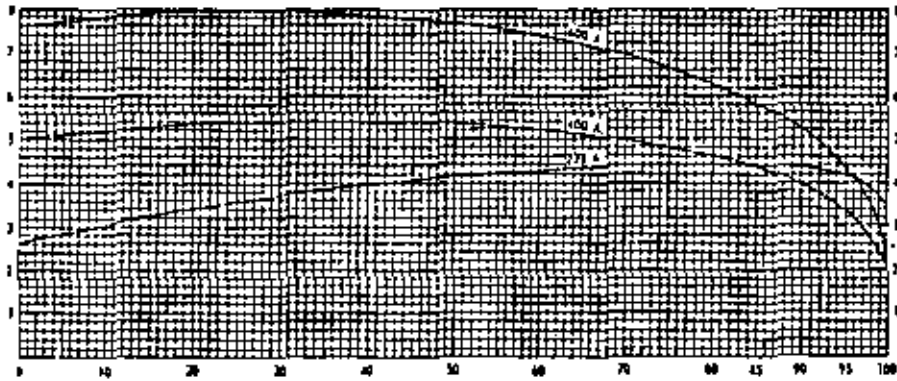
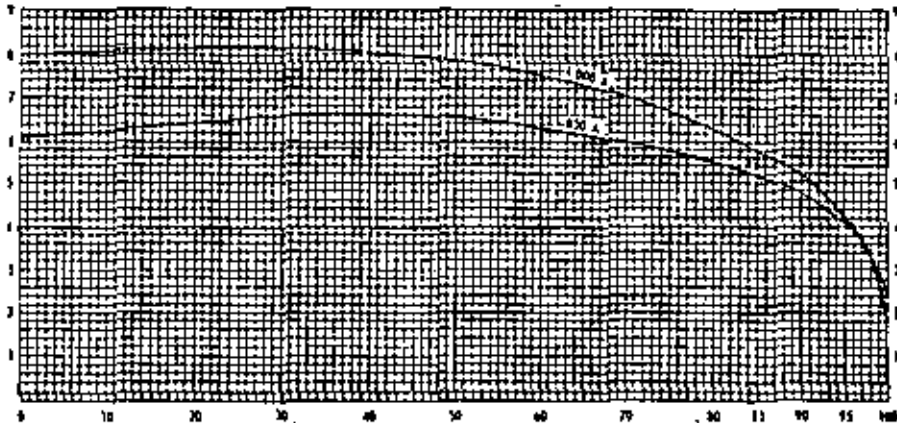


# ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

## CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de cobre Plug-in de 3 polos 600 Volts.  
 Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

PROMEDIO DE CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS POR 100 PIES DE LONGITUD.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

Rango en amperes	Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	86	90	98	100
225	.00900	.00696	2.72	3.05	3.35	3.64	3.89	4.12	4.28	4.30	4.44	4.42	4.34	4.18	3.81
400	.00294	.00720	4.98	5.16	5.30	5.35	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.36	4.01	3.48	2.04
800	.00208	.00735	7.53	7.80	7.90	7.91	7.84	7.68	7.38	6.95	6.26	5.82	5.24	4.40	2.13
1000	.00170	.00439	6.08	6.30	6.43	6.50	6.53	6.45	6.30	5.98	5.83	5.22	4.77	4.12	2.38
1000	.00109	.00458	7.95	8.07	8.14	8.13	8.03	7.81	7.46	6.95	6.25	5.77	5.14	4.26	1.89

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1,000 Amps., con 50% de F. P.

$$\begin{aligned} \text{caída de voltaje} &= \sqrt{3} I (R \cos \phi + X \sin \phi) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00109 \times .50 + .00458 \times .866) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.004511) = 7.81 \text{ Volts./100 pies.} \end{aligned}$$

- NOTAS:
- 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
  - 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
  - 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
  - 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación:  $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
  - 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación:  $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$
  - 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.

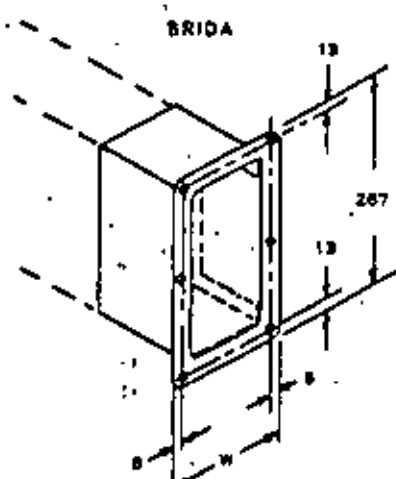


# ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

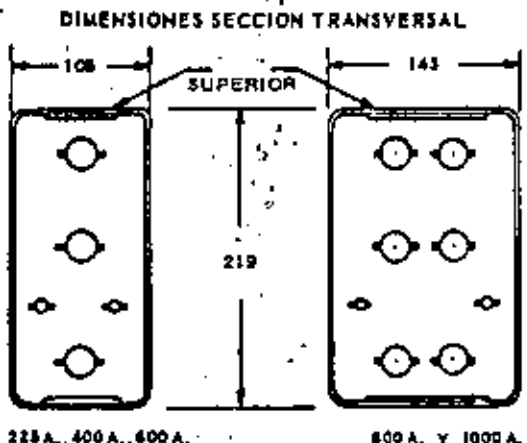
CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES	NEUTRO	FASES	NEUTRO	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 Ø	2P.	3P.	3 Ø
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.3 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	12.5	13.1	13.8
400 A.	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	1-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 2.9 Pared	13.2	14.6	15.6	15.0	17.8	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.6	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-B 16 Dia.	16.2	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	—	—	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	33.0	39.0

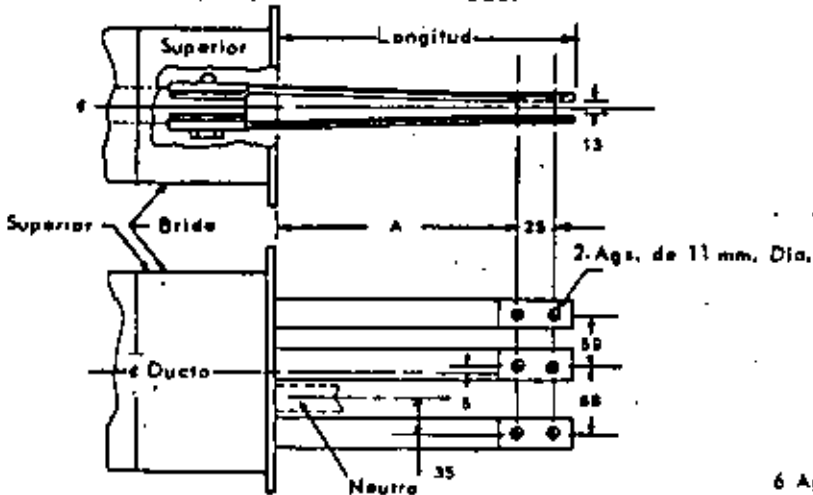
• DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.



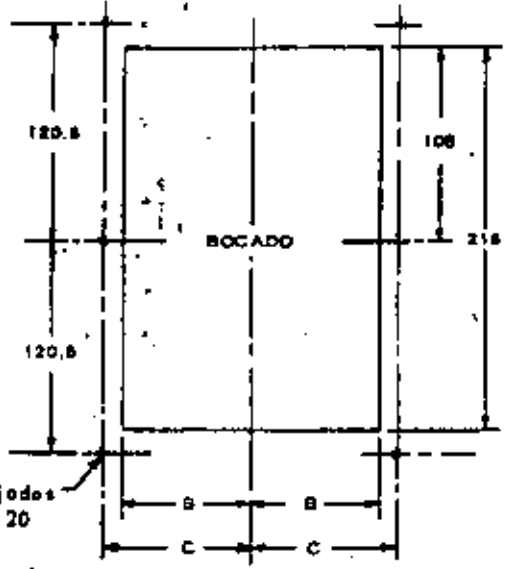
RANGO	W (mm.)
225A., 400A., 600A.	143
800A., 1000A.	181



EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



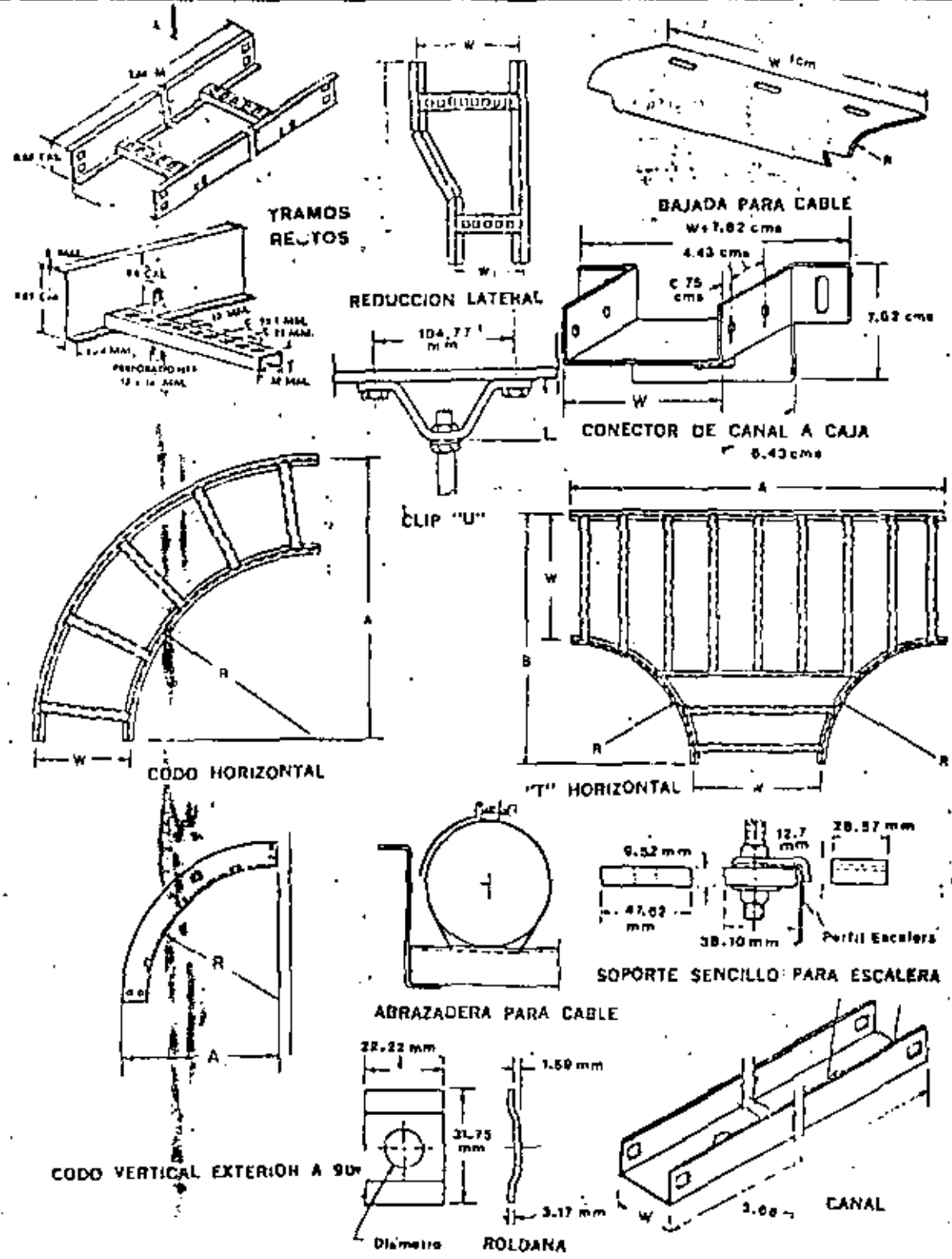
LONGITUD		
mm.	PIES	A
305	1	267
610	2	571
914	3	876

A cot. en mm.

225A., 400A., 600A.      800A. Y 1000A.  
 Ø=14, C=63.8      B=73, C=62.8

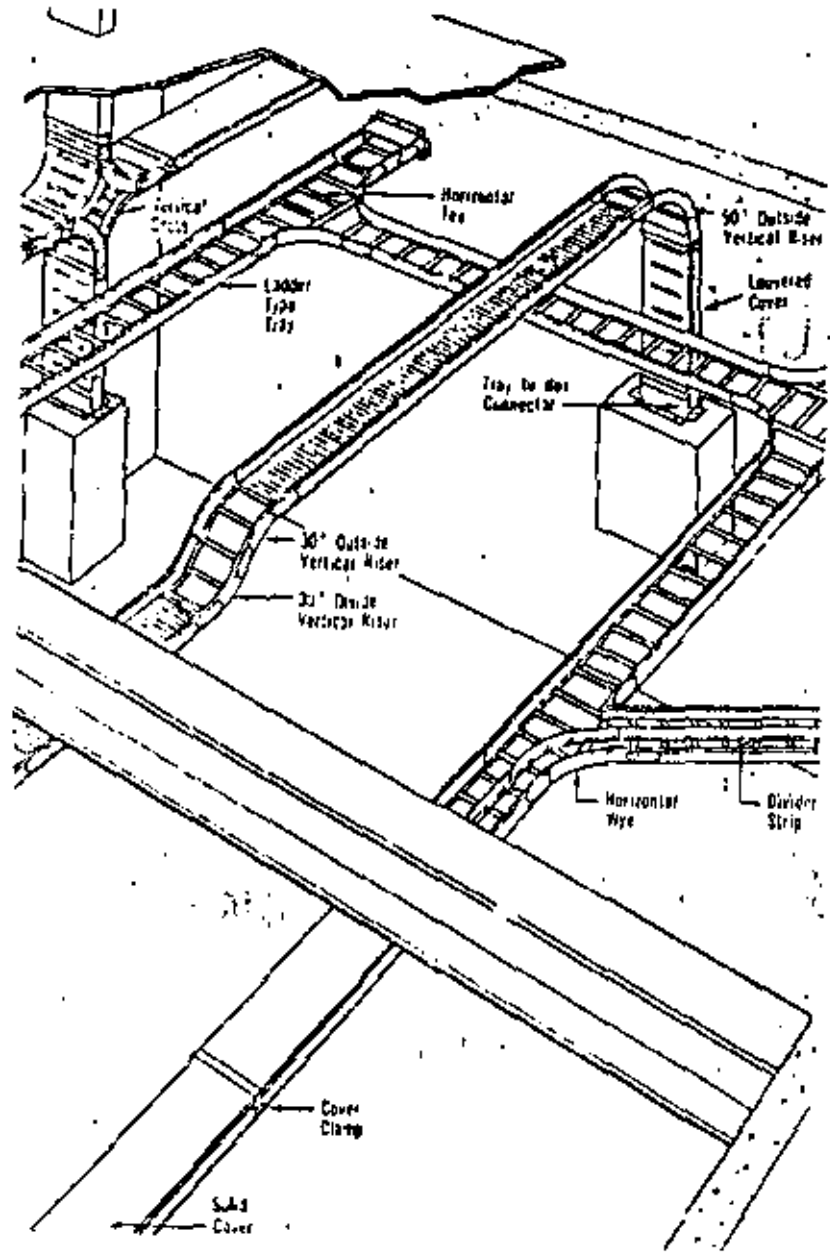


# SISTEMA de CHAROLAS: ESCALERAS



# SISTEMA DE CHAROLAS . USO :

9-152 INTERIOR WIRING



# USO

NECESIDAD DE

GRAN CANTIDAD  
 GRAN SECCION  
 GRAN FLEXIBILIDAD

DE CONDUCTORES

DEBEN TENER  
 AISLAMIENTO Y  
 CUBIERTA APROBA  
 -DOS PARA ESTE  
 TIPO DE INSTALACION

SOLO EN LOCALES CONSTRUIDOS  
 CON MATERIALES INCOMBUSTIBLES  
 y RESISTENTES AL FUEGO.

USO ADICIONAL: SOPORTE DE  
 TUBERIAS U  
 OTRAS CANALI  
 -ZACIONES.

## EXCLUSIONES:-

- CUBOS DE ELEVADOR.
- LUGARES "PELIGROSOS" (SALVO CABLES ESPECIALES)
- EXPUESTOS a DAÑO MECANICO.

# CONDICIONES DE DISEÑO

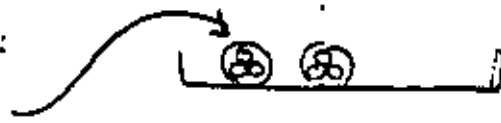
- ) NUMERO DE CONDUCTORES
- ) CAPACIDAD DE CONDUCTORES
- ) DIMENSIONES

- ANCHO
- ESPACIAMIENTO TRAVESANOS.

## NUMERO CONDUCTORES

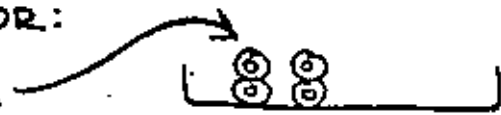
MULTICONDUCTOR:

MAX. UNA CAPA



DE UN SOLO CONDUCTOR:

MAX. DOS CAPAS



## CAPACIDAD CONDUCTORES:

MULTICONDUCTOR: CAPACIDAD → TABLA 302.4 "EN TUBERIA"

DE UN SOLO CONDUCTOR:

SI ⇒

UNA SOLA CAPA



DESCUBIERTA

IGUAL 2 φ MAYOR CONDUCTOR

USAR CAPACIDAD TABLA 302.4 "EN AIRE"

SI ⇒ UNA o 2 CAPAS



SIN SEPARACION

DESCUBIERTA

CAP "EN AIRE" X 0.75

SI SE CUBRE EN MAS de 1.80 = X 0.70

### CONDICIONES de DISEÑO

→ ANCHO CHAROLA → N° de CABLES → ESPACIAMIENTO

15.2 cm	
22.8 cm	
30.48 cm	
40.64 cm	
45.72 cm	
50.8 cm	
60.96 cm	

### → ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

↳ CALIBRE CONDUCTOR

15.24 cm	
22.86 cm	
30.48 cm	
45.72 cm	

# ADIMENSIONES NORMALES.

## AREA UTIL:-

<u>CHAROLAS</u>		<u>TUBO CONDUIT</u>		
<u>Ancho</u>	<u>Area Util</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Area Total</u>	<u>Area Util</u>
15.2 cm.	86.64 cm <sup>2</sup>	5.08 cm.	20.25 cm <sup>2</sup>	8.06 cm <sup>2</sup>
30.4 "	173.28 "	6.35 "	31.61 "	12.70 "
45.7 "	260.49 "	7.62 "	45.80 "	18.32 "
60.9 "	346.56 "	10.16 "	81.29 "	32.25 "

Por lo tanto el número de tubos conduit necesarios, para tener la misma área útil que se tiene en escaleras es el siguiente:

<u>CHAROLA.</u>		<u>NO. DE TUBOS.</u>				
<u>Ancho</u>	<u>Area</u>	<u>5.08 *</u>	<u>6.35 *</u>	<u>7.62 *</u>	<u>10.16 *</u>	
<u>cm.</u>	<u>Plg.</u>	<u>cm.<sup>2</sup></u>	<u>2"</u>	<u>2½"</u>	<u>3"</u>	<u>4"</u>
15.2	6	86.64	10.8	6.8	4.9	2.7
30.5	12	173.28	21.6	13.6	9.4	5.4
45.7	18	260.49	32.5	20.6	14.3	8.3
60.9	24	346.56	43.2	27.2	18.8	10.8



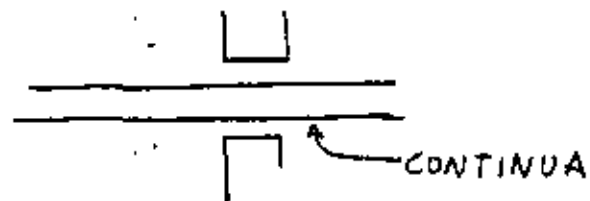
# CONDICIONES DE INSTALACION

(311-6)

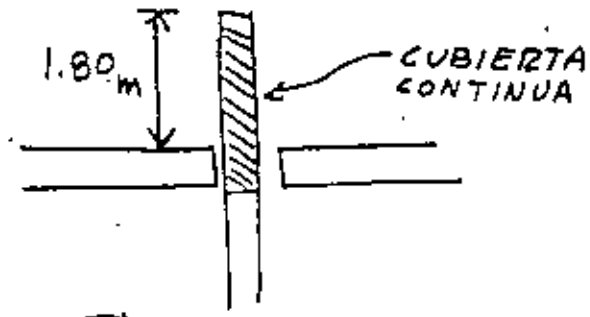
- ) SISTEMA COMPLETO ANTES INSTALAR CONDUCTORES
- ) PUEDE HABER CONEXIONES
- ) RIESGO DAÑO → TAPAS
- ) AL DERIVAR CABLES: NO ESFUERZO MECANICO
- ) CIRCUITO DE DIF. TENSIONES:



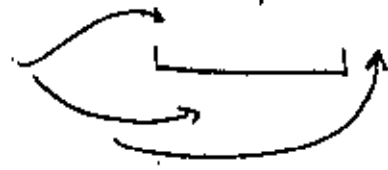
- ) PUEDE ATRAVESAR MUROS :-



- ) PUEDE ATRAVESAR PISOS :-

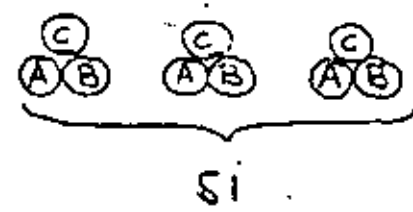
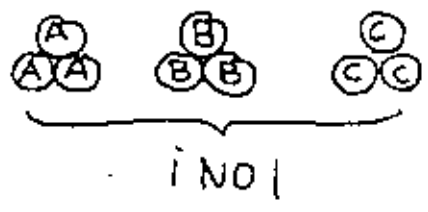


- ) ESPACIO :



- ) CIRCUITOS EN PARALELO :-

(311-8)



# COSTOS

## MATERIAL

### COMPARACION<sup>2</sup> VS T.CONDUIT P.G.G. (1971)

#### CHAROLAS

#### PRECIO POR NO. DE TUBOS. (%)

Ancho cm	Acho Plg.	Precio I Tramo	5.08* (2")	6.35* (2½")	7.62* (3")	10.16* (4")
15.2	6	100 %	143	193	168	141
30.5	12	100 %	265	359	314	263
45.7	18	100 %	367	496	433	369
60.9	24	100 %	449	607	531	445

## INSTALACION

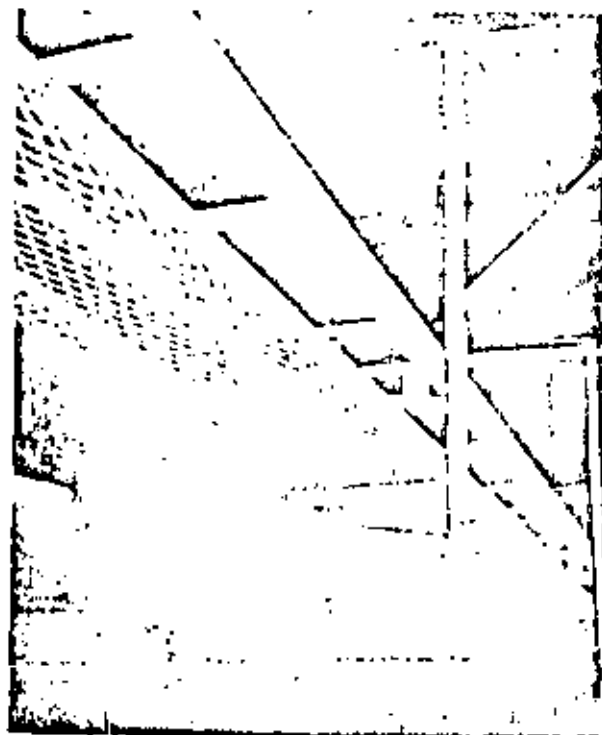
Charolas . . . . . Tubo conduit pared gruesa - Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

Ancho x 30 mts.	Horas Hombre	5.08 cm. $\phi$ (2" $\phi$ )		7.62 cm. $\phi$ (3" $\phi$ )		10.16 cm. $\phi$ (4" $\phi$ )	
		Fe.	Al.	Fe.	Al.	Fe.	Al.
6"	12.0	53.0	34.0	40.3	26.0	42.0	22.0
15.2 cm.							
12"	13.25	106.0	67.0	78.0	49.0	73.0	43.0
30.4 cm.							
24"	16.75	212.0	135.0	156.0	98.0	146.0	83.0
60.9 cm.							

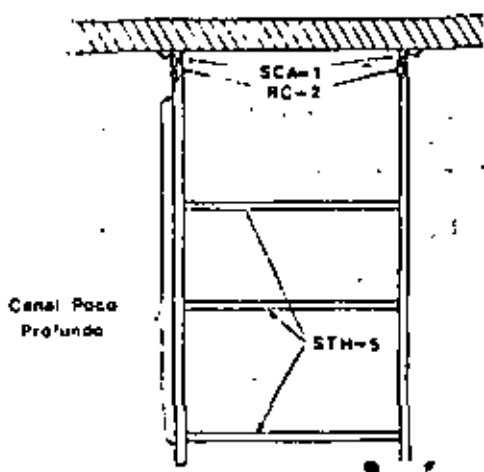
\* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctricos en E. E. U.U.

# MONTAJE



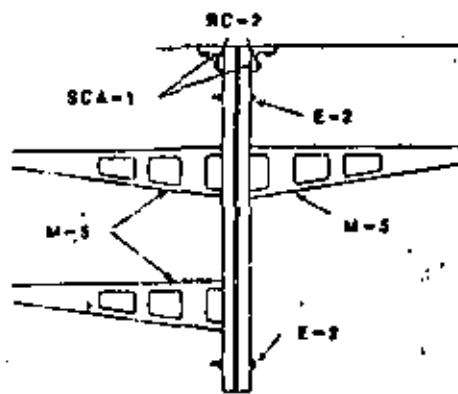
a) Sujeto a la estructura.

## SOPORTE TIPO TRAPEZIO

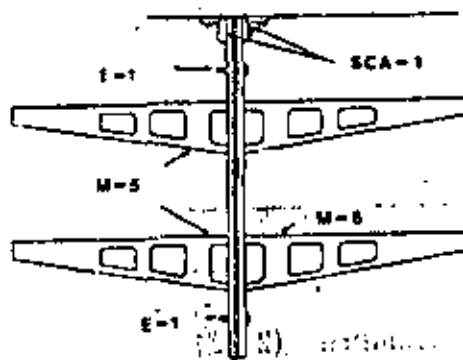


b) Empotrado en la loza.

## MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



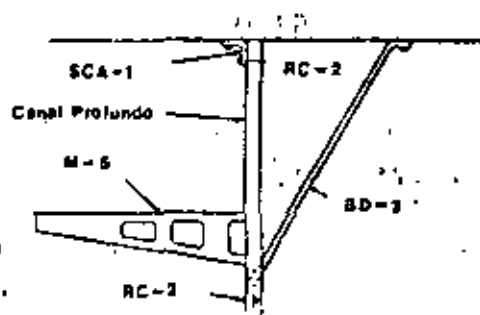
## MONTAJE A CARGAS SIMETRICAS



## Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

Can. CP-3 CP-8

## MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL

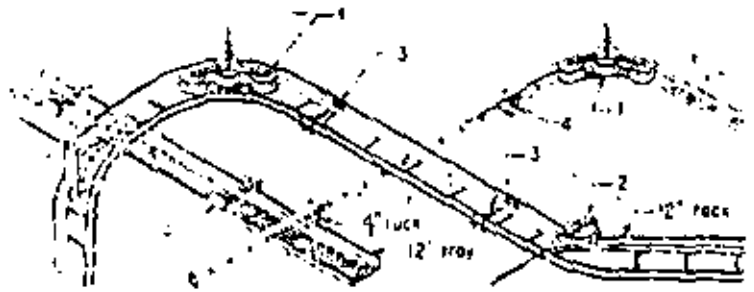


c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

# CABLEADO

- 1. LATERAL
- 2. JALADO

CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



- 1 Triple pulley
- 2 Surge pulley
- 3 Wide roller
- 4 Narrow roller

Installation aids available



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**MEDIOS DE PROYECCION**

**ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN**

**FEBRERO, 1983**

SEPTIMA SESION

Lunes 17 de junio.

INGENIERO CARLOS MARTINEZ CALDERON.

#### MEDIOS DE PROTECCION

- Sobrecorriente: orígenes.
- Sobrecarga
- Corto circuito
- Medios de protección contra sobrecorrientes
- Interruptores automáticos
- Riesgos al personal

Los dispositivos que se utilizan para interrumpir las sobrecorrientes son los fusibles y los interruptores automáticos:

Deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar - abrir y extinguir el arco producido por la sobrecorriente.

Fusibles. - Es un dispositivo térmicamente operado que sirve - para detectar y abrir un circuito cuando se presenta una sobre corriente.

Tienen la desventaja de no ser ajustables y ser lentos para -- operar con valores moderados de sobrecorriente. Son menos pre cisos que los relevadores, pero comparables con los interru pto res termomagnéticos de bajo voltaje de disparo instantáneo, -- con altas corrientes y superior a ellos en bajas corrientes de corto circuito. Tienen también la desventaja, de que en caso de fundirse uno sólo de ellos, el circuito trifásico puede que dar en operación monofásica ocasionando una sobrecarga en las líneas restantes.

Los fusibles se clasifican en:

Fusibles limitadores de corriente y en fusibles no limitadores. Al ocurrir un c.c. los fusibles limitadores de corriente se -- funden en el primer medio ciclo de la corriente de corto cir-- cuito, mucho antes de alcanzar su valor máximo, logrando redu-- cir notablemente el valor de la potencia aparente a interrum pir.

La curva de operación CORRIENTE - TIEMPO DE RESPUESTA es una -- curva de tiempo inverso.

Los interruptores automáticos de bajo voltaje pueden ser:

- 1) electromagnéticos, y
- 2) termomagnéticos.

### SOBRECORRIENTES - Orígenes

Las sobrecorrientes en los sistemas eléctricos normalmente se deben a sobrecargas y a cortos circuitos.

Las sobrecargas permanentes en un circuito se deben generalmente a la conexión de mayores cargas que la de diseño o nominal del circuito.

Las sobrecargas transitorias pueden deberse a cortos circuitos intermitentes en circuitos derivados, a operación monofásica - mecánica de los motores, a arranques frecuentes de motores - eléctricos, etc.

Los cortos circuitos son debidos a conexiones francas entre los conductores de un alimentador o circuito derivado.

El diseño de un sistema de protección contra sobrecorrientes implica 2 puntos importantes:

- 1) La selección correcta del dispositivo adecuado para interrumpir la sobrecorriente.
- 2) Escoger los valores de corriente y tiempo de respuesta correctos para los dispositivos ajustables que les permita funcionar selectivamente con otros dispositivos, sean o no ajustables, para desconectar la porción del sistema con problemas, con un el mínimo posible de disturbios al resto del sistema.

Los dispositivos que se usan para detectar sobrecorrientes son los fusibles, los relevadores y las bobinas de disparo de acción directa e instantánea.



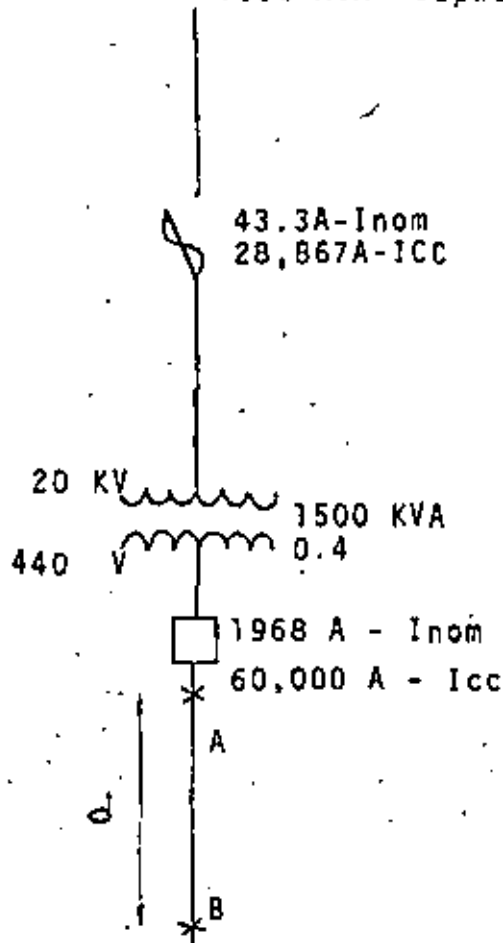
Los electromagnéticos operan cuando el valor de la corriente alcanza un determinado valor al atraer la armadura del dispositivo de disparo.

Una combinación de disparo térmico (para protección de sobrecargas moderadas) y disparo magnético instantáneo (para corto circuito) se proporciona en los interruptores termomagnéticos.

Deben ser capaces de abrir y cerrar su corriente nominal repetidamente y de abrir la corriente de corto circuito de diseño.

CALCULO SIMPLIFICADO DE CORTO CIRCUITO

1000 MVA Capacidad de c.c. de la Cfa. suministradora



$$\text{Impedancia pu} = Z_s \cdot 0/1 = \frac{\text{KVA}_b}{\text{KVA}_{cc}} = \frac{1500}{1000,000} = 0.0015$$

c.c. en el punto A

$$\text{Reactancia total} = 0.0015 + 0.04 = 0.0415$$

$$\text{KVA}_{cc} = \frac{1500}{0.0415} = 36,145 \text{ KVA}$$

$$I_{cc_s} = 47,427 \text{ A}$$

$$I_{cc_{as}} = 1.25 \times 47,427 \text{ A} = 59,284 \text{ A}$$

Diagrama unifilar

Si el c.c. ocurre en el punto B, d metros después del punto A, la impedancia del alimentador contribuirá a limitar el valor del c.c.

Para simplificar el cálculo existen tablas que realacionan el valor del c.c. con la longitud del alimentador.

## METODO SIMPLIFICADO DE CALCULO DE VALORES DE FALLA PARA SISTEMAS ELECTRICOS.

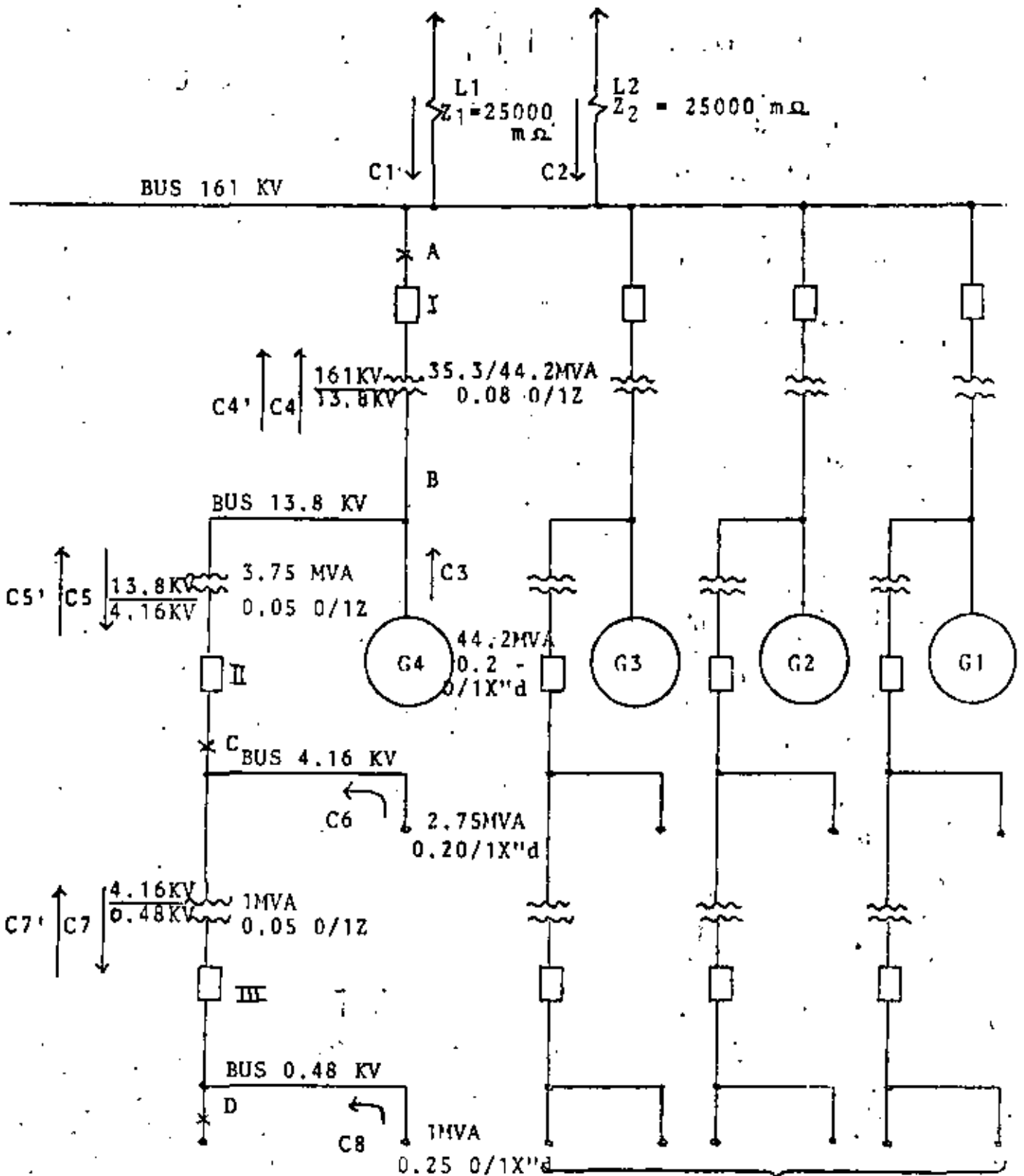
Uno de los procesos más útiles, como herramienta fundamental de un Ingeniero especializado, es la determinación de los valores de falla en los diferentes puntos de un sistema a partir de los datos que nos son presentados en cada caso.

Existen diferentes medios de determinar los niveles de falla -- mencionados en que se emplean diferentes aspectos de la tecnología matemática. Cuando se presenta el caso del cálculo de una falla trifásica en un sistema, es suficiente con conocer y emplear los elementos básicos de la matemática; los de la aritmética.

La intención del presente trabajo es presentar un sistema rápido, sencillo, claro y de exactitud suficiente para la mayoría de las aplicaciones, como son: selección de interruptores y cables, y determinación de esfuerzos electro mecánicos derivados de una corriente de falla.

Con objeto de tener un sistema con la mayor cantidad de elementos que nos puedan proporcionar suficientes puntos en diferentes niveles de tensión, pondremos como ejemplo el siguiente caso:

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE CALCULO



SISTEMAS IGUALES AL No. 4

Fig. No. 1

**UNIDADES A EMPLEAR:**

Por comodidad, haremos uso de las unidades siguientes:

Potencia nominal de generadores, transformadores y motores en MVA.

Potencia de corto circuito en MVA.

Impedancias y reactancias transitoria y subtransitoria en por unidad.

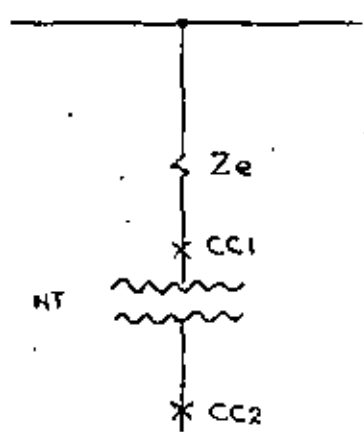
Impedancias de líneas en miliohms.

Tensiones en kilovolts.

**DIFERENTES CONSTANTES DE CONTRIBUCION A UNA FALLA.**

Cuando ocurre una falla de corto circuito en un sistema, existen diferentes fuentes de contribución y diferentes medios de limitación de tal contribución:

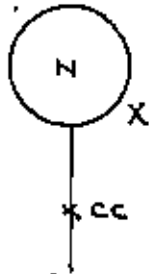
**1.- RED ALIMENTADORA.**



$$Z_e = \frac{NT}{CC1}$$

$$CC2 = \frac{NT}{\frac{NT}{CC1} + ZT} \quad \text{--- (1)}$$

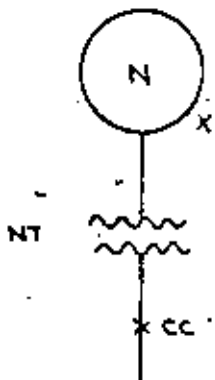
2.- EQUIPO ROTATORIO.



$$CC = \frac{N}{X}$$

2

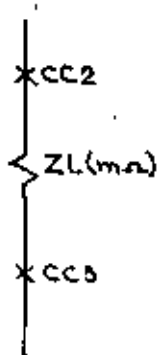
3.- EQUIPO ROTATORIO A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.



$$CC = \frac{N}{\frac{NT}{N} + ZT} = \frac{N^2}{\frac{NT}{N} \cdot X + ZT}$$

3

4.- LINEA SUMINISTRADORA O PASO POR REACTOR.



$$MVA = \frac{1000 KV^2}{ZL (m\Omega)}$$

$$CC3 = \frac{KV^2}{Ze + ZL} = \frac{KV^2}{\frac{KV^2}{CC2} + ZL} = \frac{1}{\frac{1}{CC2} + \frac{ZL}{1000KV^2}}$$

4

## CONSIDERACIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA FALLA.

Para el cálculo de una falla de corto circuito en una red, es necesario saber que es lo que se va a calcular:

- 1.- Valores momentáneos.
- 2.- Valores de interrupción.

Para poder observar más gráficamente esto, a continuación incluimos una gráfica tiempo-corriente del comportamiento de una máquina bajo condiciones de circuito corto.

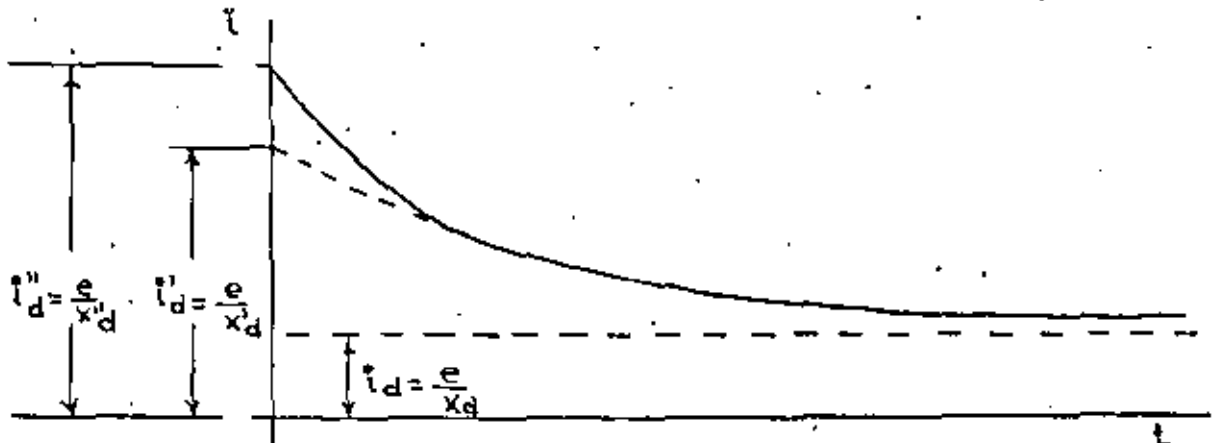


FIG. N° 2

En la cual podemos observar la corta influencia de la componente subtransitoria ( $i''_d$ ), la más prolongada influencia de la transitoria ( $i'_d$ ) y la presencia constante de la componente estática ( $i_d$ ) determinadas cada una por las reactancias subtransitoria ( $x''_d$ ), transitoria ( $x'_d$ ) y síncrona ( $x_d$ ) característica de cada máquina, todas de eje directo.

La gráfica anterior es cierta para máquinas síncronas, y para un motor de inducción debemos considerar una reactancia similar a la subtransitoria debido al flujo remanente pero no deben tomarse en cuenta la transitoria y síncrona ya que estos motores carecen de devanado de campo que las originen.

A modo de información mencionaremos que las reactancias síncronas son afectadas por el arreglo físico y dimensiones del acero en actividad como circuito magnético y cobre de rotor y estator; la reactancia transitoria es afectada en cierta proporción por las dimensiones de los polos del rotor; la reactancia subtransitoria y la de secuencia negativa son afectadas considerablemente por el arreglo físico del devanado; amortiguador dentro del rotor; la reactancia de secuencia cero varía principalmente en función del paso de devanado empleado en el armadura y la reactancia síncrona lo hace principalmente en función de los factores de diseño de entrehierro y armadura.

Las reactancias de una máquina síncrona se calculan a partir de los parámetros de diseño de la misma y pueden ser probados empleando procedimientos de prueba aceptados. Generalmente se expresan en valores por ciento (%) o por unidad (0/1) basados en la capacidad nominal (N) de la máquina.

Podemos deducir, analizando las diferentes componentes de contribución que si necesitamos conocer los esfuerzos electromecánicos ocasionados por una falla es necesario tomar en cuenta las corrientes originadas por la reactancia subtransitoria subsecuentemente, si deseamos conocer un valor posterior para determinación de la capacidad interruptiva adecuada para un interruptor o fusible, es natural que entren en juego los conceptos de naturaleza de la máquina (si es generador, motor síncrono o de inducción) y la velocidad de apertura, para seleccionar el tipo de reactancia que se tendrá en consideración.

Para poder hacer una evaluación rápida de estos conceptos, incluimos a continuación una tabla que los agrupa, y que ha sido tomada de la página 99 de la publicación Electric Power -- Distribution for Industrial Plants (IEEE No. 141).



**Table 4.12**  
**Table of Multiplying Factors and Machine Reactances**  
**To be used for Calculating Short-Circuit Currents for Circuit Breaker, Fuse, and Motor Starter Applications**

Classification	Circuit Voltage	Location in System	Multi- plying Factor	Machine Reactances to Use		
				Generators Synchronous Converters Synchronous Condensers Frequency Changes	Synchronous Motors	Induction Motors
<b>*Power Circuit Breakers</b> .....				<i>Interrupting Duty</i>		
Eight cycle or slower (general case) .....	Above 600 v	Any place where symmetrical short-circuit kva is less than 500 Mva	xx1.0	Subtransient	Transient	Neglect
Five cycle .....	Above 600 v		xx1.1	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
General case .....	Above 600 v	Near generating station	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Less than 5 kv .....	601 to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage Fuses</b> .....				<i>Maximum Rms Ampere Interrupting Duty</i>		
All types, including all-current-limiting fuses .....	Above 600 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Non-current-limiting types only .....	601 to 15 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 4)	1.2	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage, Fused Motor Starters</b> .....				<i>Maximum Rms Ampere Interrupting Duty</i>		
All horsepower ratings .....	2400 & 4160 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage Motor Starters</b> .....				<i>Interrupting Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.0	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Apparatus, 600 Volts and Below</b> .....				<i>Interrupting or Momentary Duty</i>		
Low-Voltage power molded case circuit breakers, or 1-v fuses .....	600 v or less	Anywhere in system	†1.0	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Low-Voltage motor starters (with fuses or molded case breakers) .....	600 v	Anywhere in system	†1.25	Subtransient	Subtransient	Subtransient

\* Revisions to ASA C37.10 have been proposed (References 8, 9). These revisions eliminates the use of these multiplying factors in applying power circuit breakers.

\*\* These factors are increased to 1.1 and 1.2 respectively if the symmetrical fault level is above 500 mva and the system is fed predominantly by generators or through current-limiting reactors.

† Fuses which operate in under 0.004 second have a multiplying factor of 1.4 to 1.6.

Un exámen rápido de esta tabla, nos arroja los siguientes resultados:

- 1.- Siempre se tomará como base la reactancia subtransitoria de generadores, convertidores síncronos, condensadores síncronos y cambiadores de frecuencia, para cálculo de valores momentáneo o de interrupción.
- 2.- Lo anterior es aplicable para motores síncronos excepto para interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción en que se emplea la reactancia transitoria.
- 3.- En motores de inducción se tomará siempre el valor de la reactancia subtransitoria y su contribución es cero en interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción.

Naturalmente que los valores  $x''d$  ó  $x'd$  para la tabla anterior deben ser tomados de los datos de diseño del fabricante correspondiente, sin embargo, para efectos de aproximación podemos proporcionar los siguientes valores:

TABLA NUMERO 2

	x''d (0/1)	x'd (0/1)
<b>GENERADORES DE TURBINA:</b>		
2 polos	0.09	0.15
4 polos	0.15	0.23
<b>GENERADORES DE POLOS SALIENTES CON DEVANADO AMORTIGUADOR:</b>		
12 polos o menos	0.16	0.33
14 polos o más	0.21	0.33
<b>MOTORES SINCRONOS:</b>		
6 polos	0.15	0.23
8-14 polos	0.20	0.30
grupos en 600 V o menos	0.25	0.33
más de 600 V	0.15	0.25
<b>CONDENSADORES SINCRONOS:</b>	0.24	0.37
<b>CONVERTIDORES SINCRONOS:</b>		
600 V en C.D.	0.20	-
250 V en C.A.	0.33	-
<b>MOTORES DE INDUCCION:</b>		
grandes (1)	0.25	-
grupos en 600 V o menos	0.25	-
más de 600 V	0.2	-

## RELACION DE FORMULAS DE TRANSFORMACION

$$\%Z = \frac{Z(\Omega) \times KVAb}{10KV^2} = \frac{100 \times KVAb}{1.73 \times I_{cc} \times KV} = 100/1$$

$$Z(\Omega) = \frac{10(\%Z) \times KV^2}{KVAb}$$

$$Z(\Omega)E_2 = \frac{E_1^2 \times ZE_1}{E_2^2}$$

$$Z(KVAb_2) = \frac{KVAb_2}{KVAb_1} \times Z(KVAb_1)$$

$$KVAcc = \frac{100 (KVAb)}{\%Z} = \frac{1000 KV^2}{Z(\Omega)} = 1.73 (KV) I_{cc}$$

$$I_{cc} = \frac{100 (KVAb)}{1.73 \times \%Z \times KV} = \frac{E}{1.73 \times 2 \text{ línea } (\Omega)}$$

## SISTEMA DE CALCULO

PASO NUMERO 1.- Obtención de un diagrama unifilar. Es necesario incluir como se puede observar en la figura número 1:

- A.- Línea o líneas conectadas o en su defecto, sistema equivalente incluyendo impedancia o potencia de falla en MVA.
- B.- Unidades generadoras incluyendo capacidad nominal en MVA y reactancia subtransitoria en 0/1.
- C.- Transformadores incluyendo capacidades en MVA, impedancia en 0/1 así como relaciones de transformación.
- D.- Carga conectada mencionando su naturaleza, capacidad nominal en MVA y reactancias subtransitoria y transitoria en caso de aplicarse esta. En este punto podemos realizar una gran simplificación sin mucho sacrificio de la exactitud de los resultados si consideramos que todas las máquinas conectadas a la red contribuirán a la falla por una corriente que estará siempre limitada exclusivamente por la reactancia subtransitoria independientemente del tipo de máquina y valor (interrupción o momentáneo) que calculemos haciendo una única excepción en el renglón de valor de interrupción en arrancadores en tensión media ya que aquí se puede dejar fuera la contribución de motores de inducción.

PASO NUMERO 2.- Determinación de las constantes de contribución y de las potencias de falla.

Se realiza una determinación independiente de cada una de las constantes de contribución.

Tomando como base los datos de la figura número 1.

$$C1 = C2 = \frac{1000 \text{ KV}^2}{2L (13 \Omega)} = \frac{1000 \times 161^2}{25000} = 1036.84 \text{ MVA}$$

$$C3 = \frac{N}{x''d} = \frac{44.2}{0.2} = 221. \text{ MVA}$$

$$C4' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + 2T \cdot 1/0} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{44.2} \times 0.2 + 0.08} = 157.86 \text{ MVA}$$

$$CCA = C1 + C2 + 4C4' = 2705.12 \text{ MVA}$$

$$CCA' = CCA - C4' = 2547.26 \text{ MVA} \quad (\text{falla CCA equivalente para cálculos derivados ya que } C4' \text{ no contribuye a su falla primaria)}$$

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{N} + 2T \cdot 0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02 \text{ MVA}$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + 2T \cdot 0/1} = \frac{2.75}{\frac{3.75}{2.75} \times 0.2 + 0.05} = 8.52 \text{ MVA}$$

$$CCB = C3 + C4 + C5' = 221 + 454.02 + 8.52 = 683.54 \text{ MVA}$$

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02 \text{ MVA}$$

$$C5 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCB} + ZT0/1} = \frac{3.75}{\frac{3.75}{675.02} + 0.05} = 67.5 \text{ MVA}$$

$$C6 = \frac{N}{x''d} = \frac{2.75}{0.2} = 13.75 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{1} \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

$$CCC = C5 + C6 + C7 = 67.5 + 13.75 + 3.33 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$CCC' = CCC - C7 = 81.25 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCC'} + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{81.25} + 0.05} = 16.05 \text{ MVA}$$

$$C8 = \frac{N}{x''d} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ MVA}$$

$$CCD = 16.05 + 4 = 20.05 \text{ MVA}$$

o sea en amperes:

$$CCD = \frac{20.05 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.48} = 24116 \text{ amperes.}$$

Habiendo determinado los niveles de falla en cada punto señalado, es posible especificar el valor momentáneo directamente de CCA, CCB y CCC y CCD, más para determinación de capacidades interruptivas de interruptores se requiere realizar diferencias como sigue:

Para el interruptor I, sometido a dos fuentes de contribución

$$C1 + C2 = 20.73.68 \text{ MVA y } CC4^1 = 454.02 \text{ MVA.}$$

Es natural que preferimos optar por basarnos en la mayor para especificar capacidad de interrupción.

$$\text{Para II: } C5 = 67.5 \text{ MVA o bien } C6 + C7' = 17.08 \text{ MVA}$$

optamos por C5

$$\text{Para III: } C7 = 16.05 \text{ MVA o bien } C8 = 4 \text{ MVA}$$

optamos por C7

Sin embargo en el caso de II y III podemos especificar.

$$\text{Para II: } C5 + C6 + C7 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$\text{Para III: } C7 + C8 = 20.05 \text{ MVA}$$

Ya que cualquier interruptor derivado del bus principal en - 4.16 KV ó 480 V, tendrá prácticamente una capacidad interruptiva de este nivel.



### FALLAS A DISTANCIA

Todas las fallas estimadas han sido hechas sin tomar en cuenta la impedancia del cable, es decir, han sido calculadas en las terminales; cuando se requiere calcular una falla a una distancia determinada, es necesario hacer uso de la fórmula número 4.

Pongamos por ejemplo, derivado del bus de 480 V, un circuito - como sigue:

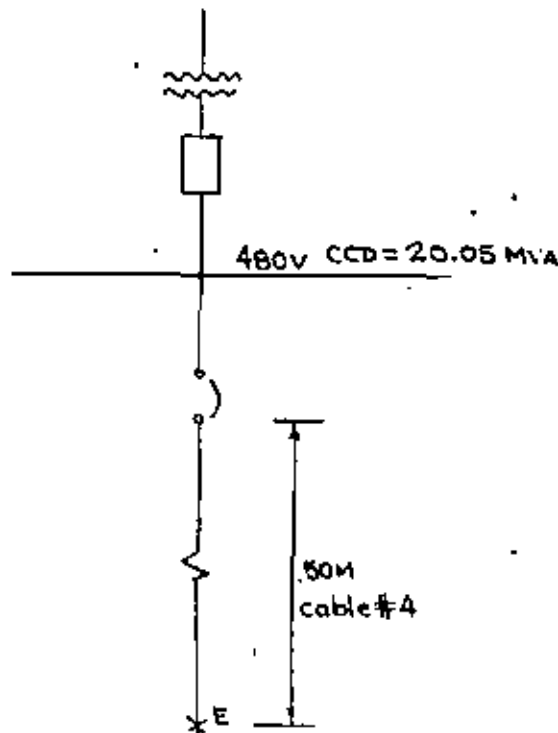


Fig: No. 3

y deseamos calcular la falla en E que es un punto a 50 m. de - un circuito trifásico alimentado por cable aislado en ducto me<sub>t</sub>álico.

A continuación incluimos una tabla en que se puede determinar la impedancia de una línea en tales circunstancias para casos de línea aérea, es necesario emplear la formulación y técnica necesaria para obtención de la impedancia.

TABLA NUMERO 3

CALIBRE	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500
Zc(mΩ/m)	0.97	0.43	3.35	2.14	1.39	0.867	0.517	0.347	0.272	0.232	0.191	0.179	0.162	0.1445	0.135	0.1255

Con la tabla anterior, podemos estimar la impedancia del cable de nuestro ejemplo:

$$Z_L = 50 \times 0.867 = 43.35 \text{ m}\Omega$$

Y entonces el corto circuito se verá reducido a:

$$CCE = \frac{1}{\frac{1}{CCD} + \frac{Z_L}{1000 \text{ KV}^2}} = \frac{1}{\frac{1}{20.05} + \frac{43.35}{1000 \times .48^2}} = 4.202 \text{ MVA}$$

$$\text{o sea en amperes: } CCE = \frac{4.202 \times 1000}{\sqrt{3} \times .48} = 5054 \text{ amperes.}$$

## CAIDA DE TENSION DEBIDA AL ARRANQUE DE UN MOTOR

Habiendo obtenido el nivel de falla en un punto determinado, podemos estimar nuestra caída de tensión al arranque de un motor en tal punto; para esto es necesario conocer solamente los MVA de arranque del motor o en su defecto, la letra NEMA de código correspondiente.

Pongamos por ejemplo complementario del caso anterior el siguiente:

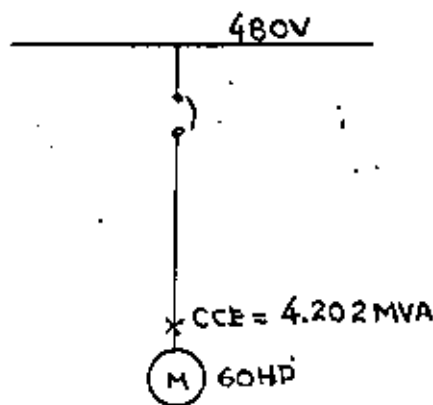


Fig. No. 4

La expresión para la estimación de la caída de tensión es:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times \text{MVA}_A}{\text{MVA} + \text{CCA}}$$

Donde  $\text{MVA}_A$  = Potencia de arranque en MVA.

Supongamos un motor con letra de código G (5.6 KVA/HP), entonces;  $MVA_A = 0.0056 \times 60 = 0.336$

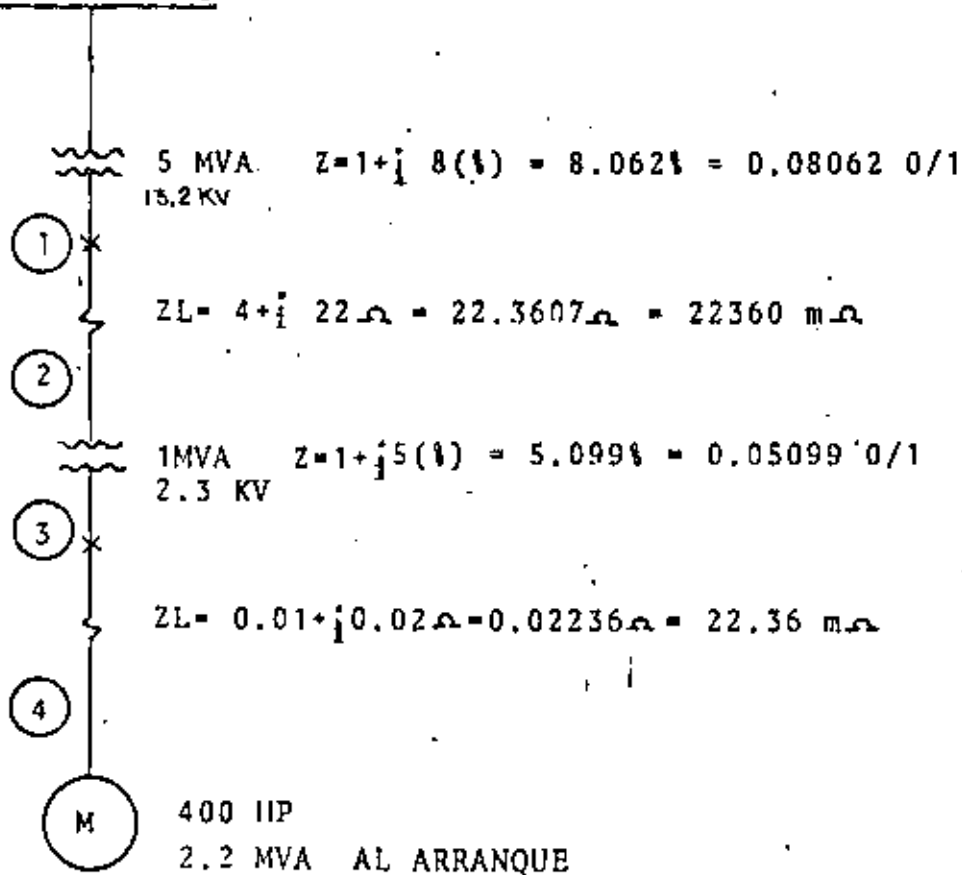
Substituyendo:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times 0.336}{0.336 + 4.202} = 7.4$$

He aquí la utilidad del empleo de un método sumamente sencillo para estimación de factores comunes en la práctica diaria.

Ahora pondremos finalmente el siguiente caso para su resolución por medio del método simplificado expuesto aquí.

BUS INFINITO



En este caso se pide calcular la caída de tensión al arranque del motor; con nuestro método es suficiente con aplicar cinco fórmulas:

$$1.- \text{CC1} = \frac{5}{0.0862 + \frac{5}{\infty}} = 62.02 \text{ MVA}$$

$$2.- \text{CC2} = \frac{1}{\frac{1}{62.02} + \frac{22360}{1000 \times 13.2^2}} = 6.923 \text{ MVA}$$

$$3.- \text{CC3} = \frac{1}{0.0599 + \frac{1}{6.923}} = 5.1167 \text{ MVA}$$

$$4.- \text{CC4} = \frac{1}{5.1167 + \frac{22.36}{1000 \times 2.3^2}} = 5.008 \text{ MVA}$$

$$5.- \text{CDT} = \frac{100 \times 2.2}{2.2 + 5.008} = 30.521$$



TABLA DE SELECCION PARA INTERRUPTORES EN AIRE  
COMO INTERRUPTORES SECUNDARIOS PRINCIPALES

Capacidad del transformador KVA	208 V - Secundario			440 V - Secundario		
	Amp. Carga plena	Corto Max. Amp. Asim.	Interruptor TIPO	Amp. Carga plena	Corto max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO
225	625	15,650	75M-2			
300	825	20,900	25M-2			
450	1250	31,300	25M-2	590	14,750	25M-2
600	1650	41,700	50M-2	790	19,750	50M-2
750	2080	52,000	65M-2	985	24,600	50M-2
1000	2780	69,500	75M-2	1310	32,800	50M-2
1500	4160	104,000	100M-2	1920	48,200	65M-2
2000				2620	65,500	75M-2
3000				3940	96,400	100M-2
4000						

NOTA: Las corrientes de corto circuito estan basadas en un 50% de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro limitado en primario y factor de asimetría promedio en las tres fases, de 1.25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplique los valores a 208 V por 0.95.

CALCULO DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA EN SISTEMAS DE  
BAJO VOLTAJE DE C. A.

CORRIENTE DE FALLA DISPONIBLE (AMPERES SIMÉTRICOS RCM) 440 VOLTS

Capacidad KVA del transformador	Calibre del conductor por fase	Distancia desde el transformador al punto de falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	5,426	5,372	5,317	5,236	4,921	4,542	3,685	2,230	1,305
	No. 0	5,426	5,385	5,344	5,276	5,195	4,991	4,569	3,536	2,516
	250 MCM	5,426	5,399	5,372	5,317	5,249	5,140	4,868	4,188	3,304
	2-250 MCM	5,426	5,412	5,399	5,358	5,317	5,208	5,113	4,732	4,216
225	No. 4	8,132	8,051	7,983	7,806	7,208	6,269	4,760	2,556	1,373
	No. 0	8,132	8,078	8,024	7,956	7,670	7,208	6,392	4,460	2,856
	250 MCM	8,132	8,092	8,051	8,010	7,833	7,548	7,004	5,684	4,202
	2-250 MCM	8,132	8,105	8,078	8,064	7,969	7,820	7,534	6,691	5,630
	2-500 MCM	8,132	8,119	8,105	8,092	8,024	7,915	7,684	7,044	6,283
300	No. 4	10,866	10,716	10,608	10,281	9,248	7,561	5,304	2,720	1,478
	No. 0	10,866	10,771	10,716	10,526	10,036	9,248	7,888	5,086	3,128
	250 MCM	10,866	10,798	10,757	10,608	10,336	9,792	8,894	6,800	4,760
	2-250 MCM	10,866	10,825	10,798	10,776	10,553	10,308	9,792	8,432	6,800
	2-500 MCM	10,866	10,852	10,825	10,744	10,662	10,472	10,064	8,976	7,616
500	No. 4	17,992	17,680	17,272	16,320	13,572	9,960	6,256	2,720	1,360
	No. 0	17,992	17,816	17,625	17,136	15,776	13,844	10,472	5,712	3,204
	250 MCM	17,992	17,856	17,816	17,571	16,728	15,368	13,124	8,704	5,712
	2-250 MCM	17,992	17,911	17,856	17,761	17,299	16,428	15,232	12,240	8,948
	2-500 MCM	17,992	17,952	17,911	17,843	17,516	17,000	15,912	13,328	10,404
750	No. 4	22,249	21,896	21,420	20,128	16,048	11,152	6,800	2,992	1,427
	No. 0	22,249	22,032	21,760	21,148	19,312	16,320	11,832	6,528	3,168
	250 MCM	22,249	22,100	21,896	21,488	20,332	18,224	15,232	9,656	5,848
	2-250 MCM	22,249	22,236	21,964	21,760	21,216	20,128	18,088	13,872	9,928
	2-500 MCM	22,249	22,236	22,032	21,828	21,488	20,672	19,040	15,504	11,832
1,000	No. 4	29,580	28,696	27,540	25,160	18,768	12,240	6,800	2,992	1,632
	No. 0	29,580	29,240	28,560	27,540	24,208	19,584	13,328	6,528	3,318
	250 MCM	29,580	29,335	28,832	28,220	26,248	22,984	18,224	10,880	6,392
	2-250 MCM	29,580	29,444	29,240	28,900	27,880	26,112	22,848	16,320	11,152
	2-500 MCM	29,580	29,552	29,376	29,104	28,220	26,792	24,344	18,768	13,600
1,500	No. 4	43,588	41,548	39,132	34,340	22,168	13,056	7,208	3,128	1,632
	No. 0	43,588	42,500	40,120	39,168	32,268	23,800	14,688	6,528	3,400
	250 MCM	43,588	42,840	41,888	40,528	36,176	30,260	22,168	11,968	6,528
	2-250 MCM	43,588	43,248	42,840	42,160	39,712	36,176	32,008	19,448	11,968
	2-500 MCM	43,588	43,384	42,840	42,432	40,528	37,536	39,440	23,392	15,640
2,000	No. 4	57,392	53,992	49,368	40,800	23,664	13,600	6,936	2,856	1,632
	No. 0	57,392	55,624	53,720	48,060	37,808	25,840	15,640	6,800	3,536
	250 MCM	57,392	56,168	54,468	51,816	44,744	35,360	24,480	12,376	6,800
	2-250 MCM	57,392	56,712	55,760	54,400	50,184	43,792	35,224	21,488	12,512
	2-500 MCM	57,392	57,120	56,168	55,216	51,816	46,512	39,168	26,656	17,000

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores máximos disponibles rcm simétricos, basados en transformadores llenos de líquido aislante, con impedancias nominales de 4-1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e incluye la contribución por motores basada en una carga de 100 o/o por motores.



FORMULAS UTILES PARA DETERMINAR LOS AMPERES, LOS CABALLOS DE FUERZA, LOS KILOWATTS Y K.V.A.

Para encontrar	Corriente directa	CORRIENTE ALTERNA		
		Una fase	2 fases, 4 hilos	Tres fases
Ampéres cuando se conocen los Caballos de fuerza (H.P.)	$H.P. \times 746$ E o/o Ef.	$H.P. \times 746$ E o/o Ef. x F.P.	$H.P. \times 746$ $2 \times E \times F.P.$	$H.P. \times 746$ $1.73 \times E \times F.P.$
Ampéres cuando se conocen los K.W.	$K.W. \times 1000$ E	$K.W. \times 1000$ E x F.P.	$K.W. \times 1000$ $2 \times E \times F.P.$	$K.W. \times 1000$ $1.73 \times E \times F.P.$
Ampéres cuando se conocen los K.V.A.		$K.V.A. \times 1000$ E	$K.V.A. \times 1000$ $2 \times E$	$K.V.A. \times 1000$ $1.73 \times E$
Kilowatts	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2 \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times F.P.}{1000}$
K.V.A.		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
H.P. con la fecha del motor	$\frac{I \times E \times 0.746}{746}$	$\frac{I \times E \times 0.746 \times F.P.}{746}$		$\frac{I \times E \times 1.73 \times 0.746 \times F.P.}{746}$

I — Amperes. o/o ef. — o/o de eficiencia K.W. — Kilowatts H.P. — Caballos de fuerza.  
E — Volts. F.P. — Factor de Potencia K.V.A. — Kilo-Volt-Amperes.

CALCULOS DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE C. A.

Corriente de falla disponible (ampéres simétricos rmc) 220 volts.

Capacidad del transformador KVA	Calibre del conductor por fase	Distancia del transformador al punto de la falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	10,925	10,165	9,500	8,076	5,300	3,040	1,645	648	332
	No. 0	10,925	10,564	10,212	9,547	7,666	5,557	3,384	1,539	817
	250 MCM	10,925	10,735	10,497	10,022	8,787	7,220	5,217	2,850	1,520
	2-250 MCM	10,925	10,830	10,687	10,497	9,785	8,778	7,144	4,579	2,850
225	No. 4	16,350	16,915	13,252	11,400	5,795	3,230	1,692	712	380
	No. 0	16,350	15,628	14,820	13,395	9,880	6,412	3,384	1,615	855
	250 MCM	16,350	15,865	15,390	14,440	11,970	9,262	6,110	3,175	1,615
	2-250 MCM	16,350	16,150	15,865	15,390	13,965	12,065	9,024	5,320	3,087
300	No. 4	21,850	22,455	16,055	15,675	14,535	13,015	10,622	6,840	4,275
	No. 0	21,850	19,380	16,245	11,970	6,175	3,325	1,692	712	380
	250 MCM	21,850	20,520	19,190	16,625	13,252	7,600	3,760	3,182	1,662
	2-250 MCM	21,850	20,995	20,140	18,525	14,535	11,590	6,862	5,700	3,135
500	No. 4	36,290	35,530	34,675	32,870	27,930	22,610	16,150	8,550	4,750
	No. 0	36,290	29,260	22,800	14,630	6,555	3,325	1,692	760	380
	250 MCM	36,290	32,680	28,880	22,800	13,490	7,600	3,760	1,710	950
	2-250 MCM	36,290	32,200	32,110	27,930	19,095	12,920	7,520	3,230	1,710
750	No. 4	44,840	43,605	42,085	32,870	25,650	17,202	10,522	6,080	3,325
	No. 0	44,840	34,010	24,700	15,200	6,555	3,230	1,598	760	380
	250 MCM	44,840	39,805	34,485	25,935	14,060	7,600	3,854	1,710	950
	2-250 MCM	44,840	41,420	38,000	32,585	21,850	13,300	7,520	3,230	1,710
1,000	No. 4	59,565	58,710	55,290	51,965	40,280	29,925	19,740	9,500	3,135
	No. 0	59,565	40,850	27,645	16,150	7,410	3,515	1,692	665	380
	250 MCM	59,565	50,825	42,085	29,640	15,200	8,075	4,136	1,710	902
	2-250 MCM	59,565	53,770	48,450	39,900	24,700	15,150	8,272	3,230	1,776
1,500	No. 4	87,780	83,600	78,850	70,300	54,150	36,100	22,372	10,450	5,700
	No. 0	87,780	50,350	31,350	17,195	7,410	3,705	1,880	760	570
	250 MCM	87,780	69,825	54,150	34,675	16,910	8,740	4,324	1,900	950
	2-250 MCM	87,780	76,000	66,025	49,400	28,500	16,530	8,048	3,610	1,900
2,000	No. 4	115,710	108,490	100,700	86,450	58,900	38,000	22,466	9,500	4,750
	No. 0	115,710	55,100	32,110	17,290	6,840	3,610	1,692	570	760
	250 MCM	115,710	83,600	60,515	36,100	16,140	8,360	3,948	1,710	1,710
	2-250 MCM	115,710	95,190	79,610	57,000	29,450	16,150	7,990	3,040	3,325

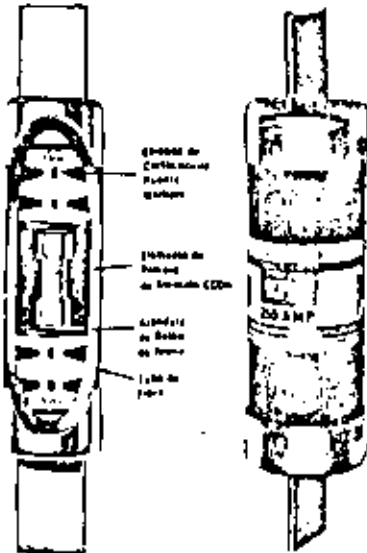
Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores simétricos rmc máximos disponibles, basados en transformadores llenos de líquido, con impedancias nominales de 4-1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e inclusive la contribución por motores basada en una carga de 100 o/o de motores.

**EPSE Fusibles de Baja Tensión**

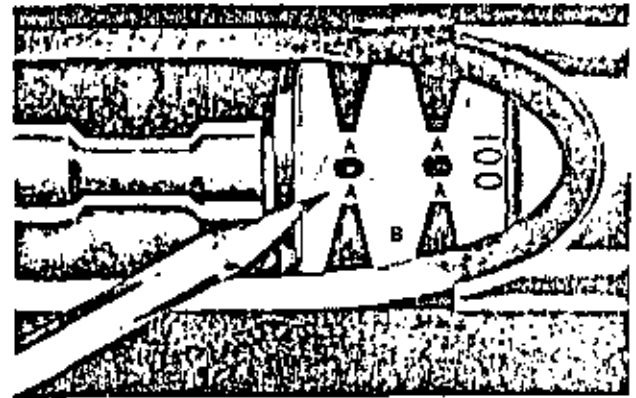
**Fusibles de Cartucho de doble elemento** - Están clasificados por UL según Clase K-9, para 100,000 amperes r.c.m., c.e., de capacidad interruptiva. Son fusibles limitadores de energía con una dilación de tiempo de por lo menos 10 segundos a 500 o/o de su capacidad. Cuando se usan en circuitos de motores reducen al mínimo su operación debido a las corrientes de arranque y en algunos casos permite el uso de interruptores más pequeños. Es el fusible ideal para aplicaciones industriales de servicio general.

Amperes	250 VOLTS.				500 VOLTS.			
	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de
		PUBLICICO	\$ 1000.00 o más			PUBLICICO	\$ 1000.00 o más	
1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12.5, 1.5, 1.6, 1.8, 2, 2.25, 2.5, 2.8, 3, 3.2, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.8, 6.25, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 17.5, 20, 25, 30	Símbolo del catálogo "ECN"	11.00	9.50	10	Símbolo del catálogo "ECS"	25.00	21.00	10
35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	seguido por los amperes	19.50	18.00	10	seguido por los amperes	40.50	37.00	10
110, 125, 150, 175, 200		44.50	42.00	5		85.50	81.00	5
225, 250, 300, 350, 400		87.00	90.00	1		169.00	157.50	1
450, 500, 600		176.00	169.00	1		339.00	321.00	1
		288.00	248.00	1		457.00	457.00	1

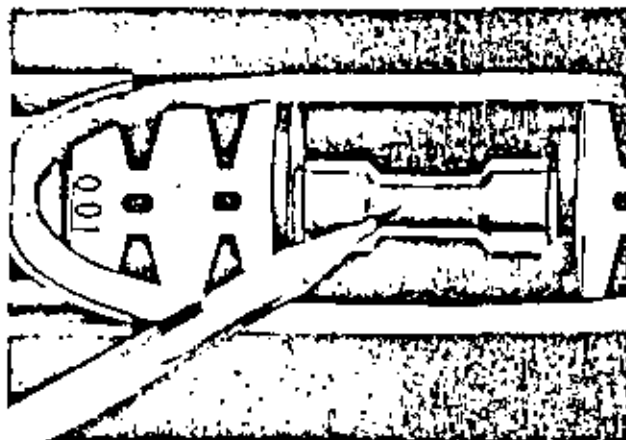
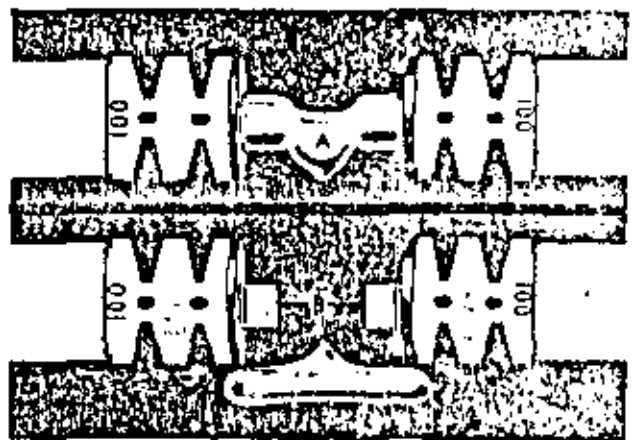
Tipo "Feruta" (casquillo), 60 amp. y menos. Tipo de navaja, 65 amp. y mayores.  
Para información detallada, soliciten las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



Acción instantánea en corto circuitos. Los estabones de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" peligroso. Las gargantas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.

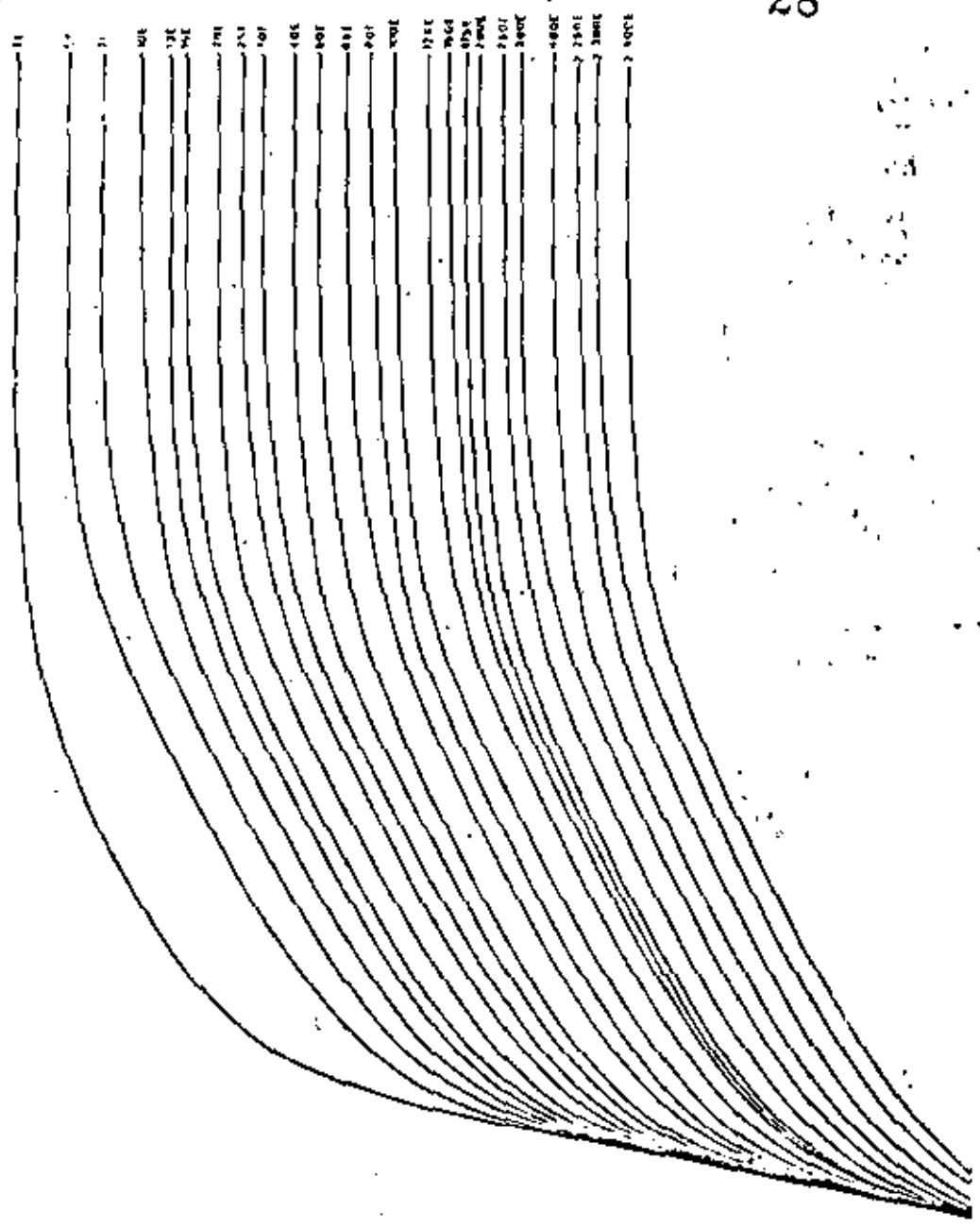


Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa. Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que se determinan de antemano, la aleación Econ (A) cambia instantáneamente de sólida a líquida, interrumpiendo positivamente el circuito. ATENCIÓN: LA DISTANCIA (entre barras) MUY GRANDE (B) PROPORCIONAN UN "CORTE SEGURO" DEL CIRCUITO... EVITA LA FORMACIÓN DE UN ARCO.



Retraso en sobrecargas momentáneas e inofensivas. El elemento térmico de la exclusiva aleación ECON absorbe sobrecargas inofensivas hasta 500 o/o... el retraso calibrado evita interrupciones innecesarias... evita tiempos perdidos.





### TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

#### SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

**BASIC** - These units were tested to determine total clearing time-current characteristics for use in determining the proper size of the unit for a given job. The test was run at 25°C and the unit was run for a minimum of 100 hours.

**CONSTRUCTION** - These units are built to standard specifications and are subject to the same tolerances as other units.

**TOLERANCES** - Curves are plotted to show the tolerance of the units.

**APPLICATION** - These units are used for clearing and are subject to the same tolerances as other units.

**COORDINATION** - These units are used for clearing and are subject to the same tolerances as other units.

After reviewing the data, the following information is given for the units. The units are tested to determine the total clearing time-current characteristics for use in determining the proper size of the unit for a given job.

1. These units are built to standard specifications and are subject to the same tolerances as other units.
2. These units are used for clearing and are subject to the same tolerances as other units.

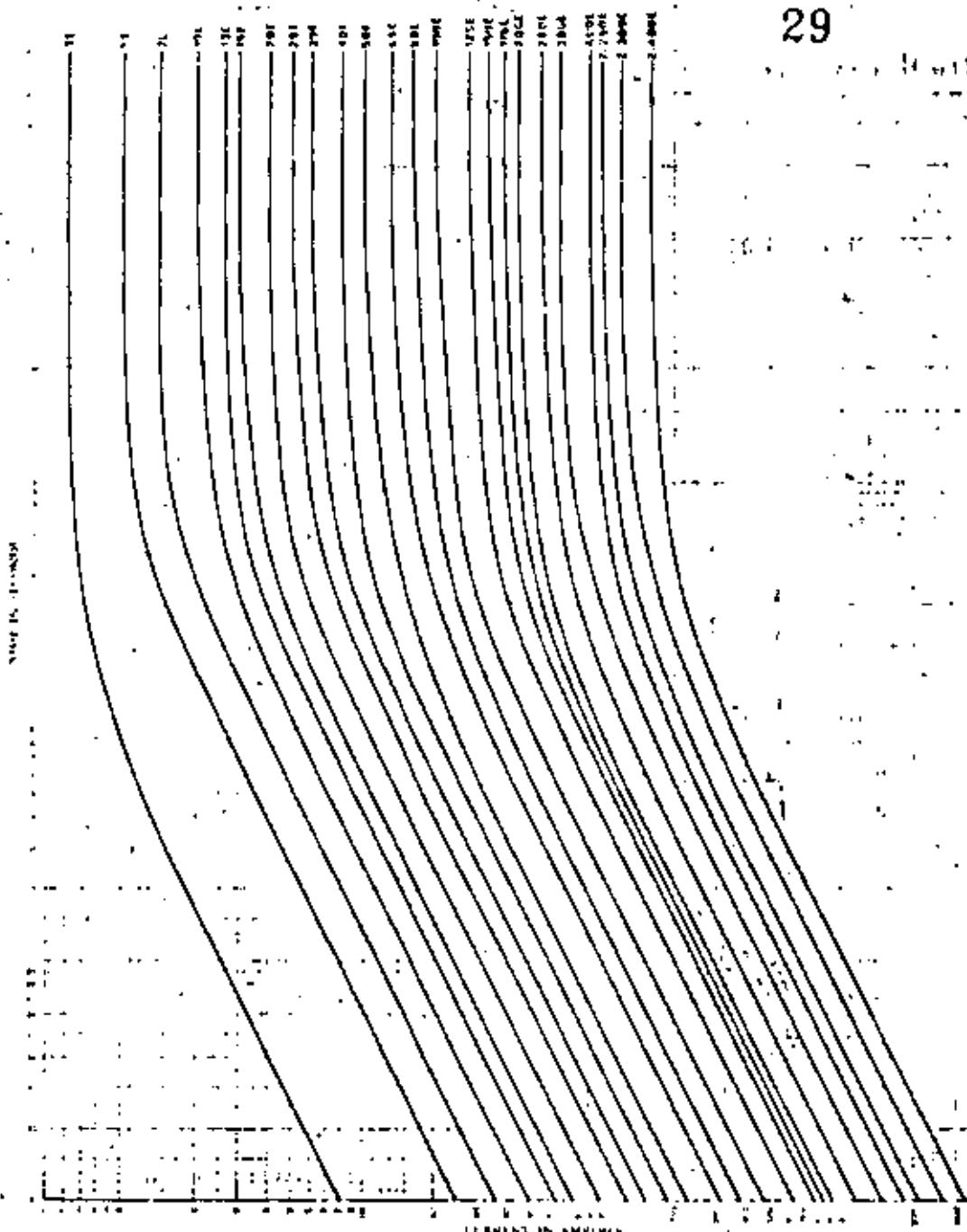
The total clearing time-current characteristics for the units are given in the following table. The units are tested to determine the total clearing time-current characteristics for use in determining the proper size of the unit for a given job.

Remember a correct program setting will not meet the requirements unless the unit is tested to determine the total clearing time-current characteristics for use in determining the proper size of the unit for a given job.

Do not assume that these units are "standard" units. They are tested to determine the total clearing time-current characteristics for use in determining the proper size of the unit for a given job.

**REFILL UNITS AVAILABLE:**

Refill Unit	At Base Setting	At High Setting
2300	1.2 and 1.4	1.8 through 2.0
2301	1.6 through 1.8	2.2 through 2.4



**MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES**

**SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED**

**NOTE** - These units were prepared in accordance with the procedures described in UNDER STAPLED SPECIFICATIONS for Heavy Duty and Low Duty Stapling Machines, G. 37 AS 1967. In accordance with these specifications, curves are based on tests made with the unit set in an ambient temperature of 20°C and at their load size, maximum running current is not less than 20% of rated unit input rating.

**CONSTRUCTION** - Single element for unit used rated 20 through 25 amperes per hour-capacity, unit equipped with a single element for unit used rated 100 through 400 amperes per hour, heavily coated. All are of galvanized construction.

**THE BRANDS** - Curves are plotted at maximum unit power. Maximum temperature permitted in current values are: Plus 10% for 10A through 400A amperes ratings. Plus 15% for 50 and 25 amperes ratings. Plus 20% for 20 amperes rating.

**APPLICATION** - Refill units having this element in other element capacities are not subject to damage by being in operation with this element. It is recommended to replace the element in the unit in accordance with the element replacement instructions when used in this unit with other elements.

**OPERATION** - This unit produces a clean, sharp, uniform staple. This is especially true for those units that are equipped with a secondary element for use in the primary element. The secondary element is designed to produce a clean, sharp staple when the primary element is worn. The secondary element is designed to produce a clean, sharp staple when the primary element is worn. The secondary element is designed to produce a clean, sharp staple when the primary element is worn.

There are cases where the construction requirements may be very limiting. For example, in designing a secondary element for use in the primary element, the secondary element must be designed to produce a clean, sharp staple when the primary element is worn. The secondary element is designed to produce a clean, sharp staple when the primary element is worn.

- The unit data represented by these curves permit the user to select the unit which is best suited to his application. The unit data represented by these curves permit the user to select the unit which is best suited to his application.
1. As soon as 10% load capacity in maximum output is required, it is recommended to use the 20A unit of the 20A and 25A units in series of load.
  2. The "heavy duty" or "high speed" unit is recommended.

This unit will melt normally and provide the correct characteristics of the standard element. It will melt and hold the distribution characteristics. It will melt and hold the distribution characteristics.

Whenever a special element is used, it is recommended that the element be replaced in any available unit. It is recommended that the element be replaced in any available unit.

Do not assume that any unit "high speed" or "heavy duty" will melt and hold the distribution characteristics. It is recommended that the element be replaced in any available unit.

**REFILL UNITS AVAILABLE:**

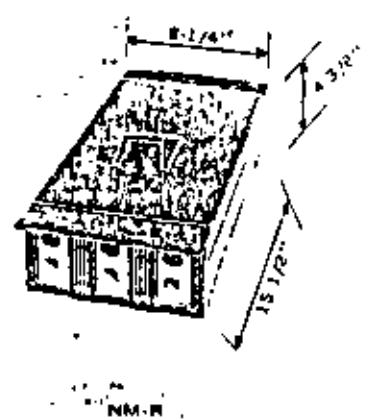
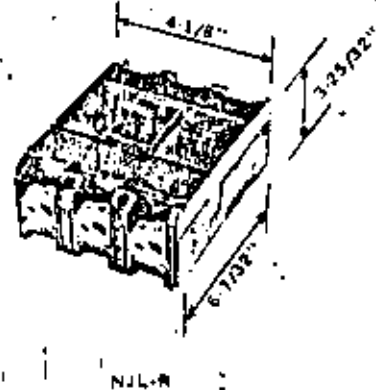
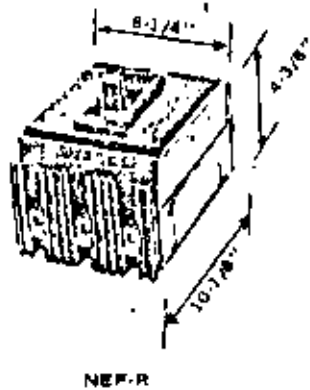
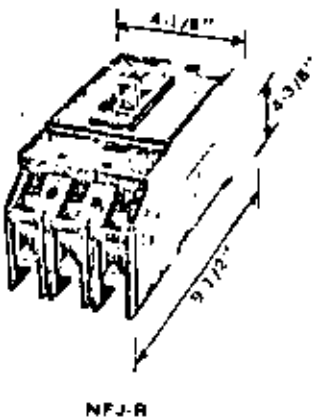
Unit Size	Max. Hourly Output	Element Rating
20A	2.2 through 14.1	20 through 100A
25A	0.6 through 14.1	25 through 100A
100A	22 and 74.1	100 through 1000A



Tabla de Selección

Características de los Interruptores Termomagnéticos

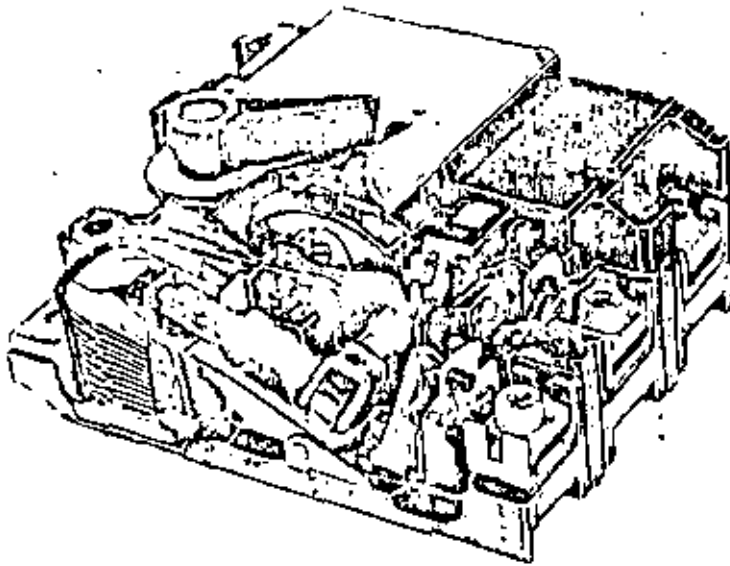
Modelo	Amperes	TENSION MAXIMA		No. de Poles	CAPACIDAD INTERRUPTIVA (AMPERES ASIMETRICOS RMC (AMPERES SIMETRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC'				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.		240V	480V	600V	C. C.	Rango	Calibre del Conductor	
										Mín.	Máx.
NFJ-R	15-100	480	250	2,3	20M (18M)	15-M (14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NFJ-R	70-225	600	250	2,3	25M (22M)	20M (18M)	15M (14M)	10M	70-225	No. 4	300MCM
NJL-R	70-500	600	250	2,3	50M (42M)	35 M (30M)	25 M (22M)	20M	70-225	No. 4	600MCM
									250-300	No. 4	600 MCM
									350-500	No. 2/0 No. 4	500 MCM 250 MCM
NM-R	125-1000	600	250	2,3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	125-350	No. 1	600-MCM
									400-600	2-No. 3/0	2-600MCM
									700-1000	3-250 MCM	3-500 MCM



# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad Interruptiva

Hoja descriptiva



Corte del interruptor  
NCL de manija rotatoria.

Los interruptores termomagnéticos en caja moldeada de la Federal Pacific están diseñados para protección de sistemas de distribución de baja tensión. Estos interruptores industriales son adecuados como interruptores principales y para protección de circuitos ramales y de alimentación, así como de los aparatos conectados a ellos. Ofrecen protección contra sobrecarga para los conductores y protección contra cortocircuito para todos los elementos del circuito tales como conductores, motores y arrancadores y se ofrecen en construcción de manija rotatoria.

Los interruptores en caja moldeada se usan en tableros del tipo panel, tableros de distribución, centros de control, redátatos de arranque para motores, combinaciones de arrancador-interruptor, y unidades de enchufar en electroducto. En estos diversos tipos de dispositivos, los interruptores cumplen con todos los requisitos que se exigen en los circuitos de distribución de luz y fuerza. Se han diseñado primordialmente para protección de los conductores. Aunque los interruptores industriales pueden usarse para otros objetos distintos de la protección de conductores, recomendamos que se piense cuidadosamente sobre el caso antes de usarlos para otro objeto.

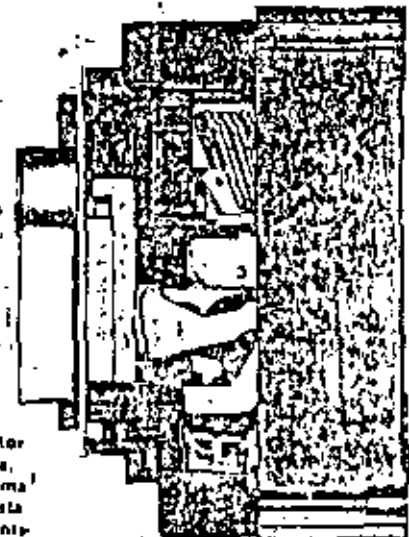
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES EN CAJA MOLDEADA.

La información descriptiva y los datos técnicos de este boletín se aplican primordialmente a los interruptores normales en caja moldeada de la Clase 1410 —que son los que se usan con más frecuencia en sistemas de distribución. Sin embargo, cuando se requieren capacidades muy altas de interrupción (se puede disponer) de la línea "H" de F.P.E.M. de los interruptores con las mismas características mecánicas, tamaños y capacidades de corriente de los interruptores normales.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA, DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA LINEA "H".

Los interruptores de la línea "H", Clase 1420, se destacan porque ofrecen alta capacidad interruptiva a una fracción del costo de métodos convencionales de interrupción, tales como interruptores en aire, blindados, transformadores de alta impedancia y reactores limitadores de corriente. Además de ser de un costo reducido, como dispositivos de alta interrupción.



Corte del interruptor  
de manija rotatoria,  
mostrando la forma  
en que la manija está  
conectada al mecanismo.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

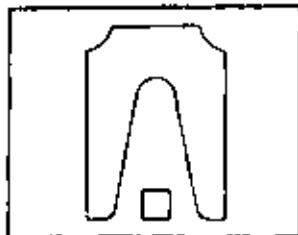
Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

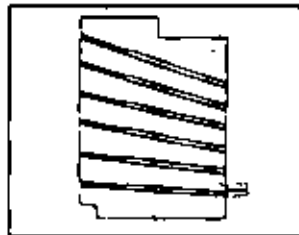
32

Principio de ionización de la cámara de arco.

Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



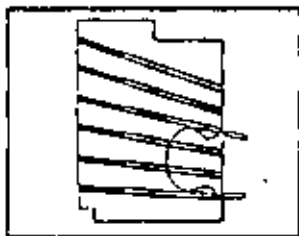
1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



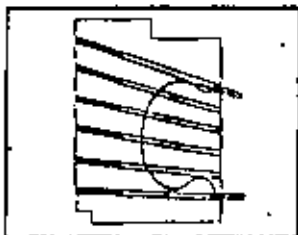
2. Contactos cerrados.



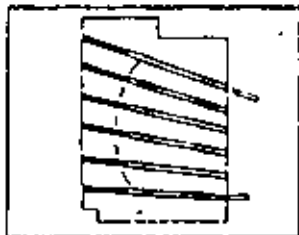
3. Contactos abriéndose - formación del arco.



4. Extensión del arco hacia la garganta de la cámara de arcos.



5. Arco a punto de romperse.



6. Arco roto en segmentos, enfriado y extinguido.

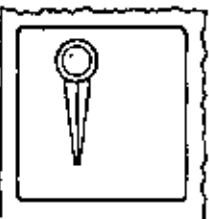
Manija rotatoria del interruptor en sus posiciones de operación.



Posición de "CONECTADO": La manija se está en esta posición cuando el circuito está "cerrado".



Posición de "DISPARO" (desconexión): Cuando el interruptor dispara automáticamente debido a una sobrecarga o corto-circuito.



Posición de "DESCONECTADO": La manija queda en esta posición cuando el circuito está "abierto".



"RESTABLECER": Para restablecer el interruptor después de una desconexión, la manija se gira del centro a "restablecer".

**REDUCCION DE TIEMPOS MUERTOS Y DE MANTENIMIENTO:** Los interruptores termomagnéticos son diseñados para servicio repetitivo, para larga vida, libres de mantenimiento y evitan paros costosos e innecesarios. Debido a que el interruptor es un dispositivo restablecedor, la corriente es restablecida en sólo cuestión de minutos después de que se ha corregido una sobrecarga o una falla.

**COSTO REDUCIDO DE OPERACION:** Al incorporar alta presión de contacto, atornillaciones de plata y contactos de presión directa, en los interruptores termomagnéticos se ofrece mucho menor resistencia a la corriente eléctrica que los chips para fusibles, conexiones atornilladas y conexiones articuladas en un dispositivo para fusibles, con una menor pérdida por calentamiento, con el consiguiente ahorro en gastos de corriente.

**PROTECCION CONTRA OPERACION MONOFASICA:** Una falla o sobrecarga en cualquier fase abra todos los polos del interruptor, reduciendo a su mínimo la posibilidad de que los motores polifásicos trabajen monofásicamente.

**ELEMENTOS DE PROTECCION DOBLE:** Los elementos térmicos bimetálicos protegen contra sobrecarga cuando la desconexión a tiempo inverso es deseable y los elementos magnéticos disparan el interruptor instantáneamente en caso de fallas de corriente peligrosas.

**MAXIMO DE SEGURIDAD:** Los interruptores en caja moldeada son completamente de frías partes; por lo tanto, el personal no queda expuesto a partes "vivas".

**A PRUEBA DE ALTERACIONES:** El interruptor completo, o la unidad de disparo es sellada en la fábrica para evitar intervenciones indebidas o alteraciones en su capacidad.

## CONSTRUCCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

Los interruptores termomagnéticos proporcionan al mismo tiempo dilación en la sobrecarga y protección instantánea contra cortocircuito y se componen de tres elementos: (1) unidad de disparo, (2) mecanismo del interruptor y (3) cámara de arco.

Un interruptor termomagnético es esencialmente un interruptor de carga con elementos repetitivos de protección. El mecanismo del interruptor se puede operar manualmente, usando la manija o automáticamente con la liberación de un gatillo de disparo accionado por la unidad de disparo. Las características siguientes son las específicas de la construcción de los interruptores Termomagnéticos en Caja Moldeada Federal Pacific.

**TOTALMENTE ENCERRADOS EN UNA CAJA MOLDEADA:** Las cajas de resina fenólica proveen gran resistencia al impacto y alta fuerza dieléctrica, proporcionando una caja robusta que contiene el mecanismo de operación.

**MANIJA ROTATORIA DE CUATRO POSICIONES:** La posición de la manija rotatoria da una indicación positiva del interruptor cuando está "Conectado", "Desconectado" o en posición de "Disparo" sin véndolo a distancia. También hay una cuarta posición de "Restablecer", para indicar la debida operación para restablecer o reconectar el circuito después de un disparo o desconexión automática.

**COJINETES RESISTENTES A LA CORROSION:** Los cojinetes de diferentes metales proporcionan una operación suave, de baja fricción. El templado y el acabado a prueba de corrosión de todas las partes móviles también aseguran una larga vida del interruptor.

**CALIBRACION SELLADA POR LA FABRICA:** Cada interruptor termomagnético se calibre, selle y pruebe en sobrecargas para asegurar su operación adecuada y su capacidad eléctrica invariable. En los marcos NM y HM, las unidades de disparo se sellan y se prueban individualmente, siendo intercambiables con la simple remoción de la cubierta del interruptor.

**PROTECCION ADECUADA Y EXACTA:** Todas las partes del dispositivo de disparo tienen superficies esmeriladas y pulidas y son tratadas térmicamente para evitar distorsiones. Los bimetales son tratados térmicamente reteniendo su calibración en forma permanente.

**ZAPATAS MECANICAS DE PRESION SIN SOLDADURA:** Normalmente se usan zapatas mecánicas de presión sin soldadura, con todos los interruptores para lograr conexiones firmes y duraderas.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja de Dimensiones

33

rapidez. La manija robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

**CIERRE:** Todos los interruptores termomagnéticos de manija rotatoria incluyen un anillo de cierre retráctil que acepta hasta 3 candados para lograr un máximo de seguridad.

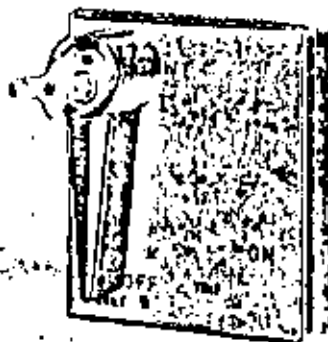
**MANIJA INTEGRAL (TIPO ROTATORIO):** La manija rotatoria forma parte del mecanismo del interruptor.

Este diseño elimina los mecanismos externos de la manija de extensión, que ofrece muchos inconvenientes. Cuando los interruptores de manija rotatoria se colocan en un gabinete provisto de puerta, sólo se requiere un simple corte adecuado en la puerta.

**BLOQUEO MECÁNICO DE PUERTA (Tipo de Manija Rotatoria):** La barra y el tope de enclavamiento se pueden proporcionar, son de montaje fácil en el interruptor para bloquearlo con la puerta. Una junta alrededor del corte de la puerta proporciona un sello que protege contra el polvo y el aceite. Una barra de enclavamiento se desliza dentro de una ranura del interruptor y queda asegurada en el interruptor. El entrelace mecánico de la puerta evita que se abra sin autorización cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado". El entrelace mecánico puede ser librado por el personal autorizado.



El juego del entrelace mecánico consiste de un junta, una barra de enclavamiento, un tope — inmovilizador y una placa de "puerta abierta"



Dispositivo de seguro exclusivo para interruptor, que permite el bloqueo de la manija mediante su anillo retráctil que puede acomodar — hasta 3 candados.

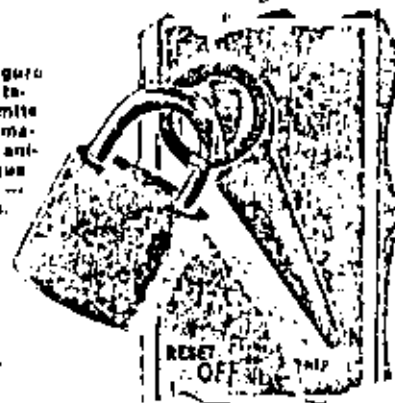


TABLA 1 — DATOS PARA SELECCION

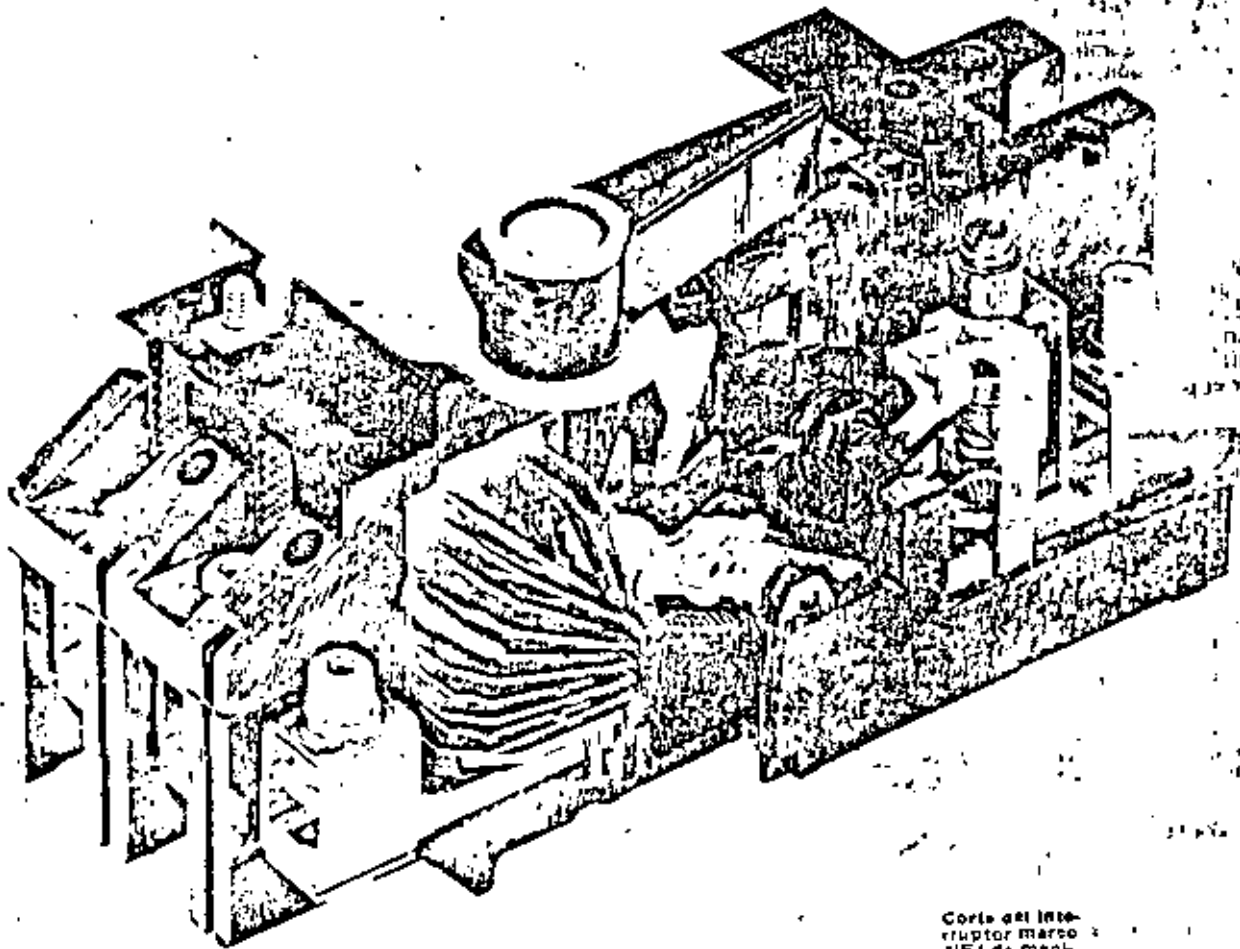
Tipo	Polos	Capacidad en amperes.	TENSION (Volts)		U.L. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS ASIMÉTRICAS—AMPERES RCM					Ajuste del disparo magnético	Unidad de disparo intercamb.
			C.A.	C.C.	U.L. Valores simétricos entre ( )						
					C. A.			C. C.			
					120	240	480	600			
<b>INTERRUPTORES NORMALES</b>											
NB (NBH)	1	15-50	120/240	—	+5M (10M)	—	—	—	—	—	—
	2	15-100	120/240	—	+5M (10M)	—	—	—	—	—	—
	3	15-100	240	—	—	+5M (10M)	—	—	—	—	—
NEF	2	10-100	480	125/250	—	20M (16M)	15M (14M)	—	10M	—	—
	3	10-100	480	125/250	—	20M (16M)	15M (14M)	—	10M	—	—
NFJ	2,3	70-225	600	250	—	25 (22)	20 (18)	15M (14M)	10M	Si	—
NJL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	Si
<b>INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.</b>											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	50M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	50M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HJL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	50M (35M)	30M (25M)	20M	Consulta con la fábrica.	—
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	50M (35M)	30M (25M)	20M	Si	Si

+ Los valores simétricos son iguales a los valores asimétricos.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva



Corte del interruptor marco N.F.J. de maniobra rotatoria.

## CIRCUITOS DE MOTORES Y SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

Aunque los interruptores se pueden aplicar para protección de sobrecorriente de motores, cuando se cumple con los requerimientos del Artículo 430 del N.E.C., esas aplicaciones no son recomendables para interruptores del Tipo AB. Por lo tanto, las siguientes recomendaciones están limitadas al uso de un interruptor, como protector de un circuito.

Para la mayoría de las aplicaciones, especialmente aquellas donde el comportamiento de arranque del motor no se conoce, las reglas máximas del N.E.C. se deben seguir.

Ocasionalmente se pueden usar interruptores de más baja capacidad con buenos resultados, cuando las características del motor son bien conocidas.

Los requerimientos del interruptor termomagnético va-

rian, dependiendo de si hay uno o varios motores en el circuito.

**CIRCUITO CON UN SOLO MOTOR:** El interruptor debe tener una capacidad continua de no menos de 115% de la corriente a plena carga del motor. (Sección N.E.C. 434.7.) Antes de aplicar un interruptor de una capacidad igual o cercana al 115% de la carga completa del motor, revise para determinar el efecto de cualesquiera de las siguientes condiciones: alta temperatura ambiental, calentamiento dentro de la cubierta del interruptor debido al agrupamiento de dispositivos que consumen corriente, arranque frecuente de motores y aceleración de los motores durante un periodo largo. Los motores con letras de código que no sean las letras de la "A" a la "J", pueden ocasionar disparos magnéticos instantáneos del interruptor cuando se seleccione con la norma de 115%, por lo tanto se deben consultar las curvas del interruptor para evitar esos disparos innecesarios.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Hoja descriptiva

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

TABLA 2

AMPERES A PLENA CARGA DEL MOTOR  
Valores promedio para todas las velocidades y frecuencias.

HP	Monofásico C.A.			Polifásico C.A. (tipo de inducción) Jaula de ardilla y rotor devanado								Corriente directa		
	110 volts	230 volts	440 volts	110 volts		220 volts		440 volts		550 volts		115 volts	230 volts	550 volts
				3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos			
1/8	3.2	1.6												
1/4	4.5	2.3												
1/2	7.4	3.7												
3/4	10.2	5.1												
1	13	6.5												
1 1/2	18.4	9.2												
2	24	12												
3	34	17												
5	56	28												
7 1/2	80	40	21											
10	100	50	26											
15														
20														
25														
30														
40														
50														
60														
75														

Estos valores de corriente de carga plena son para motores trabajando a velocidades usuales para motores con bandas y motores con características de par normal. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o de alto par pueden requerir corrientes normales más altas, en este caso se debe considerar la corriente indicada en la placa.

Para proteger motores de un caballo o menos, ver Sección 430-32 NEC. La corriente en el conductor común de un sistema de 2 fases, 3 hilos, será de 1.41 veces el valor dado.

Para las corrientes a carga plena de motores de 208 a 200 volts, aumenta la corriente a carga plena del motor a 220 volts en un 6 ó 10% respectivamente. Para corrientes a carga plena de motores a 208 y 200 volts, aumenta la corriente a carga plena del motor a 230 volts en un 10 y 15% respectivamente.

TABLA 3

CAPACIDADES DEL INTERRUPTOR AB PARA  
CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES

Tipo de motor y método de arranque	Capacidad máxima del interruptor en porcentaje de la corriente del motor a plena carga para selección del interruptor.	Selección de la capacidad del interruptor de la tabla No. 4 - Ver la columna:
<b>Para motores marcados con la letra de código</b>		
Todos los motores monofásicos C.A. y los polifásicos de tipo jaula de ardilla y síncronos, con arranque a voltaje plano con reactancia o reactor:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	250	3
Todos los motores de C.A. del tipo de jaula de ardilla y síncronos de arranque con auto-transformador:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	250	2
<b>Para motores que no están marcados con letra de código</b>		
Monofásicos de todos los tipos.		
Motores tipo jaula de ardilla y síncronos (arranque a tensión plena con resistor y reactor)	250	3
Motores tipo jaula de ardilla y síncronos (arranque con auto-transformador)	250	3
Tipo jaula de ardilla de alta reactancia:		
no más de 30 amps	250	3
mas de 30 amps	200	3
Rotor Devanado	150	1
Corriente Directa	150	1

Las tolerancias anteriores se pueden aumentar hasta un 400 o/o de la corriente del motor de carga plena si se encuentra que no son satisfactorias para el arranque. A menudo se pueden usar valores más bajos, hasta llegar a un mínimo de 115 o/o de la carga plena del motor.

TABLA 4

CAPACIDADES MAXIMAS DE INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

Corriente a plena carga del motor (Amp.)	Corriente máxima del interruptor del motor (amperes)		
	Columna		
	150 o/o	200 o/o	250 o/o
1 1/8	15	15	15
7	15	15	20
8	15	15	20
9, 10	15	15	20
11, 12	20	20	20
13	20	20	20
14, 15	30	30	40
16	30	40	40
17 a 20	30	40	40
22, 24	40	40	40
26	40	40	40
28	50	50	50
30, 32	50	70	70
34	70	70	70
36 a 40	70	100	100
42 a 46	70	100	100
48, 50	100	100	100
52 a 60	100	125	150
62	100	125	175
64, 66	100	130	175
68, 70	125	150	175
72, 74	125	150	200
76 a 80	125	175	200
82	125	175	225
84, 88	150	175	225
88, 90	150	200	225
92 a 100	150	200	250
105, 110	175	225	300
115	175	250	300
120	200	250	300
125	200	250	300
130	200	300	350
135, 140	225	300	350
145, 150	225	300	400
155, 160	250	350	400
165	250	350	500
170, 175	300	350	500
180 a 200	300	400	500
210 a 230	350	500	500
240	400	500	500
250	400	500	500
260	400	600	600
270 a 300	500	600	600
320	500	600	600
340 a 400	600	600	600

CALIBRE DE LAS ZAPATAS

Interruptor tipo.	Rango en Amperes.	Calibre máximo del conductor
NB	15-70	No. 14 - No. 4
	100	No. 6 - No. 1/0
NEF, HEF	10-50	No. 4
	70-100	No. 1/0
NFJ, HFJ	10-50	No. 1/0
	70-225	No. 4/0
NJL, HJL	70-225	150MCM
	250-350	600MCM
	500	1-250MCM 1-500MCM
NM, HM	125A-400A	1-800MCM
	600-800A	2-500MCM
	700-1000A	3-500 MCM



# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Hoja descriptiva

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

## RAZONES POR LAS CUALES LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA NO SE CLASIFICAN EN CABALLOS

A diferencia de los interruptores de navajas los interruptores termomagnéticos no se clasifican por el número de caballos que son capaces de maniobrar, porque pueden interrumpir con toda seguridad corrientes que exceden en mucho el valor a rotor bloqueado de cualquier motor al que se apliquen. Esta característica ha sido demostrada por las pruebas de los Underwriters' descritas en boletín Clase 1400, página 3. Un interruptor debe pasar una prueba de sobrecarga preparada por los Underwriters' Laboratories, Inc. que consiste en una apertura de corriente de 600 o/o de su valor nominal 50 veces. Como las capacidades de los interruptores para derivación de motores, generalmente son del 125 o/o — 250 o/o de las corrientes del motor a carga plena, esta prueba establece la capacidad del interruptor para interrumpir corrientes con rotor bloqueado.

Después de la prueba de sobrecarga y de otras que se hacen, se exige al interruptor que interrumpa satisfactoriamente su corriente nominal de corto circuito, de acuerdo con su tamaño. Debido a que por su propia definición un interruptor debe "abrir en condiciones anormales... sin dañarse", el interruptor debe continuar en condiciones de operar después de la prueba.

## ESPECIFICACIONES TÍPICAS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA DE TIPO NORMAL Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA

Los circuitos eléctricos serán protegidos por interruptores termomagnéticos en caja moldeada, como los fabricados por Federal Pacific Electric (o aprobados como iguales). Cada interruptor proporcionará protección contra sobrecarga a tiempo inverso e instantáneo contra cortocircuitos por medio de un elemento termomagnético.

Cuando se usa en centros de control, la manija del interruptor será saliente, proyectándose a través de la puerta y ninguna palanca operadora externa de manija se aplicará. Los interruptores de dos o tres polos tendrán un dispositivo que permita el uso de candados, hasta candados en la posición de "Abierto" o en la de "Cerrado", con puerta "Abierta" o "Cerrada", y tendrá un dispositivo para interconexión con la puerta, de modo que dicha puerta no pueda ser abierta cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado" a menos que se libere el bloqueo.

Los interruptores termomagnéticos deben ser de cierre y apertura ultra rápida, con disparo mecánico libre de modo que los contactos no puedan mantenerse "Cerrados" en caso de una sobrecarga o de un corto circuito. El disparo será indicado por medio de la manija en su posición de "Disparado". Los interruptores termomagnéticos serán totalmente cubiertos por una caja moldeada y la parte del interruptor que cubre los elementos calibrados de protección serán sellados en la fábrica para evitar que los toquen personas no autorizadas. La capacidad en amperes será visible claramente al frente del interruptor. Los contactos serán de aleación de plata no fundibles.

## APLICACION DE LOS INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA EN SERIE CON FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE "ECONOLIM" FEDERAL PACIFIC

Si el cálculo de la corriente de falla demuestra que dicha corriente excede la capacidad de los interruptores normales, los interruptores Línea "H" de alta capacidad y los interruptores Fusematic, los cuales, coordinan el mecanismo del interruptor con los limitadores de corriente, se debe considerar la conveniencia de aplicar Fusibles Limitadores de Corriente Econolim en serie con interruptores normales en caja moldeada.

La aplicación de fusibles limitadores de corriente mon-

tados en serie con interruptores del tipo normal o Línea "H" (de alta capacidad interruptiva) no debe confundirse con la instalación de interruptores en Caja Moldeada FPE Fusematic.

Los fusibles limitadores de corriente Econolim se han diseñado sobre la base de un principio enteramente nuevo que permite una reacción extremadamente corta a corrientes de falla muy altas. Debido a la velocidad a la que operan los Fusibles Econolim, se limita la magnitud y la duración de la corriente de falla a una fracción de su posible valor. Esta característica permite el uso de fusibles y de interruptores en combinaciones, cuando las corrientes de falla puedan llegar hasta 100,000 amperes simétricos. R.C.M.

Los tamaños mínimos de los fusibles son aquellos cuya curva característica no cruza la curva del interruptor en un punto donde los fusibles se quemarían frecuentemente en forma repetitiva convirtiéndose en una molestia innecesaria.

La Tabla N° 6 muestra las capacidades máximas de limitación para los lados de línea y de carga. El limitador del lado de la línea nunca debe colocarse en el lado de carga del interruptor. A veces es posible agrupar varios interruptores con un solo juego de limitadores. En ningún caso, el limitador pueda ser mayor que:

1. El limitador máximo del lado de línea del interruptor de más baja capacidad en el grupo, ni tampoco
2. El limitador máximo que se puede instalar en el lado de carga del interruptor que controla el grupo.

El total de carga del circuito en un grupo, incluyendo el factor de diversidad, no debe exceder la capacidad del limitador. Los limitadores instalados en el lado de la línea se deben acompañar de un desconectador para la reposición de limitadores.

Más de un limitador usualmente funcionan en fallas elevadas de 3 fases, aunque no siempre es éste el caso. En la mayoría de las veces la energía de la corriente de fuga es suficiente para operar el interruptor, evitando la operación monofásica, sin embargo, es posible que el interruptor no se abra.

Para evitar operaciones innecesarias de los limitadores, se recomienda usar el máximo de capacidades que se muestran en la página 12.

## ESPECIFICACIONES TÍPICAS PARA USO DE FUSIBLES ECONOLIM EN SERIE CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

En los casos en que las corrientes de falla calculadas excedan a las capacidades de los interruptores normales o de alta capacidad Línea "H", se instalarán Fusibles Limitadores de Corriente Econolim de la Federal Pacific, en serie con los interruptores termomagnéticos Federal Pacific con capacidades interruptivas de 100,000 amperes simétricos R.C.M. Los fusibles serán de un diseño que evite la sustitución por diferentes capacidades en el futuro.

Los fusibles cumplirán con todos los requerimientos de NEMA, Pub. — FU-1-1959. Los interruptores termomagnéticos normales y de alta capacidad Línea "H" en caja moldeada usados cumplirán con las especificaciones que aparecen en la Tabla N° 6.

## APLICACION EN CAPACITORES

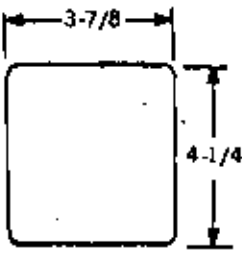
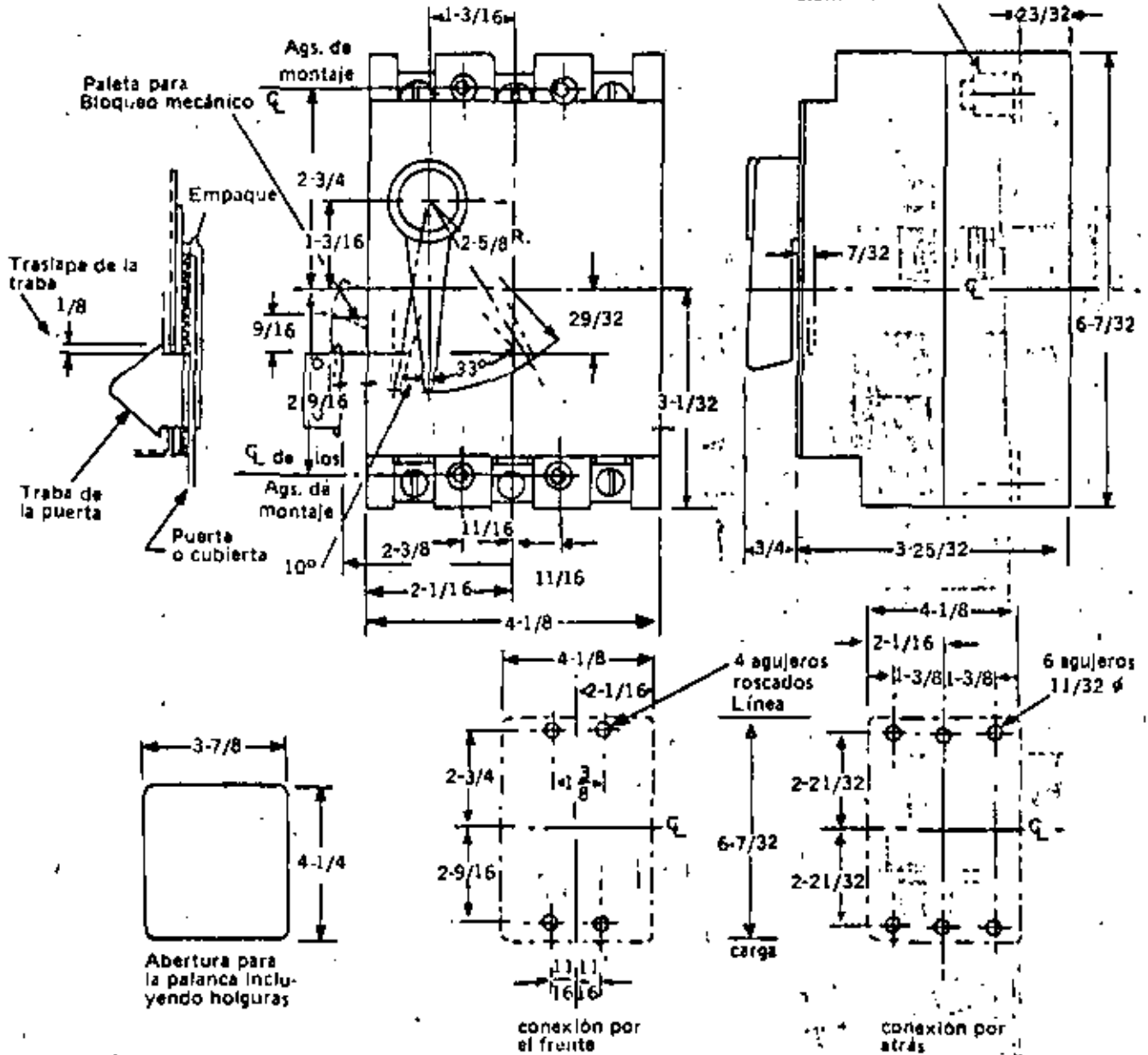
Para aplicaciones normales en capacitores el interruptor con capacidad 150 o/o mayor que la capacidad de corriente del capacitor será el que se recomiende. Este factor permite las sobrecorrientes armónicas y otros factores similares. Esta selección cumple con los requerimientos del N.E.C. 460-B que establece que el desconectador debe ser de no menos de 135 o/o de la capacidad del capacitor. Debido a componentes armónicas, las corrientes de operación pueden exceder de 135 o/o, en cuyo caso se hará necesario el uso de un interruptor de mayor capacidad. La temperatura ambiente también se debe tomar en consideración para la selección.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos NEF y HEF (Rotatorio), 3 Polos, 15-100 Amp. 480 V. C-A, 125/250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

Los conectores toman conductores del No. 14 al No. 0 de cobre o aluminio



Abertura para la palanca incluyendo holguras

Dimensiones para montar interruptores termomagnéticos NEF de 3 polos con palanca rotatoria.

Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

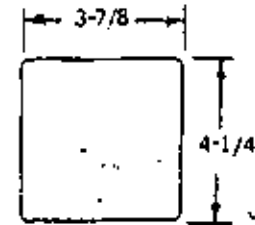
Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

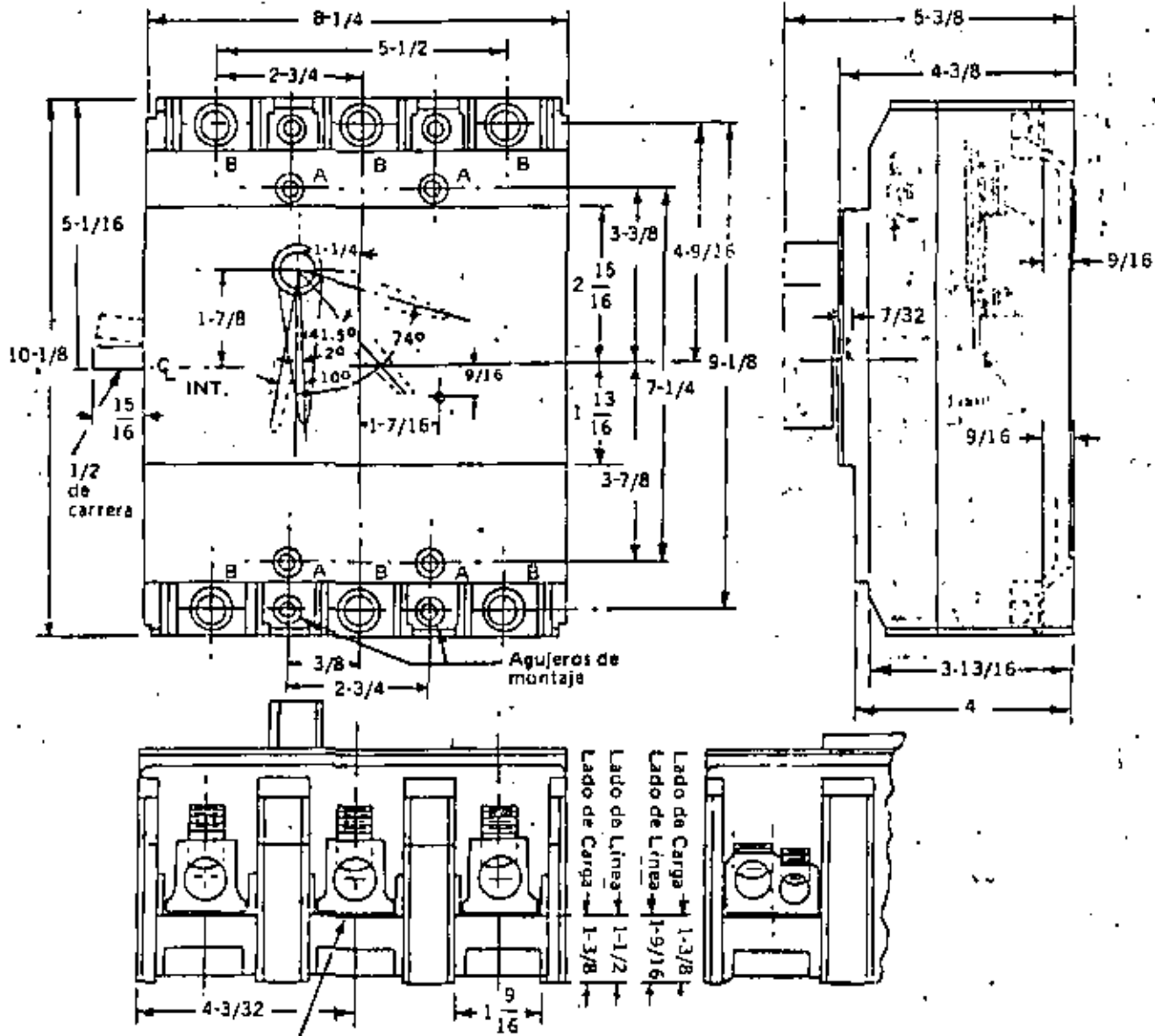
38

Para montajes del interruptor con conexión por el frente, taládrase haciendo coincidir los agujeros con los marcados "A" (4) ags. 6/16". El interruptor deberá conectarse a tierra mediante el conector provisto.

Para montar el interruptor con conexión posterior, taládrase haciendo coincidir los agujeros con los marcados "B" 9/16" de diametro, para 70 a 225A y 13/16" de diametro para capacidades arriba de 225A.



Dimensiones de aberturas para la palanca incluyendo holguras.



Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso.



## I) EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Los efectos biológicos de la electricidad son primariamente una función del amperaje aplicado y no del voltaje.

Efectos de una corriente eléctrica de 60 hertz en el ser humano promedio al atravesar el tronco del cuerpo.

Intensidad de la corriente, mA - (contacto de 1 - segundo)	Efecto fisiológico
1	Umbral de la percepción.
5	Máxima intensidad de corriente - aceptada como inofensiva.
10-20	Contracciones musculares involuntarias; a intensidades de corriente más altas empiezan las contracciones musculares sostenidas.
50	Dolor, agotamiento y posible desfallecimiento. Las funciones del corazón y del aparato respiratorio continúan.
100-300	Empieza la fibrilación ventricular, pero las funciones respiratorias se mantienen intactas.
6000	Contracción sostenida del miocardio seguida por ritmo normal del corazón. Parálisis respiratoria temporal. Quemaduras si la densidad de corriente es alta.

Como nos muestra la tabla anterior a medida que la corriente que circula por el cuerpo humano alcanza valores mayores a 1 mA aparecen el dolor y las contracciones musculares involuntarias; a valores de 100 mA la fibrilación cardíaca puede ocurrir. Es interesante hacer notar, sin embargo, que con corrientes mayores a 100 mA, hay una tendencia a que las contracciones musculares sean tan rápidas y violentas que la persona es involuntariamente arrojada lejos del contacto con la fuente de energía eléctrica.

A su paso por el cuerpo humano, la corriente tomará camino por los tejidos de más baja resistividad, siendo éstos los más afectados naturalmente. La resistencia total de ese camino puede variar desde valores ligeramente menores a 1000 ohms, hasta valores alrededor de 100,000 ohms, dependiendo principalmente de la presencia de humedad en mayor o menor grado.

Lo anterior nos da una idea del grave peligro que afronta un individuo que, con piel, ropa o zapatos mojados, entra en contacto, voluntaria o accidentalmente, con dos o más puntos de un sistema eléctrico (conductores, bastidores, corazas, tierras, etc.) entre los que existe una diferencia de potencial mayor de 75 volts.

## II) SISTEMAS DE DISTRIBUCION

El término sistema aislado de tierra se usa para identificar un sistema en el cual no hay conexión intencional entre los conductores del sistema y la tierra. Sin embargo, existe un acoplamiento capacitivo entre los conductores del sistema y la tierra.

Cuando el neutro de un sistema no está conectado a tierra es posible que aparezcan sobrevoltajes transitorios, de varias veces el normal, durante las maniobras normales de los interruptores del circuito, al ocurrir una falla de línea a tierra.

Ventajas del sistema conectado a tierra:

- 1.- Reducción de gastos de operación y mantenimiento:
  - a) Reducción en magnitud de los sobrevoltajes transitorios.
  - b) Mejora en la protección contra descargas atmosféricas.
  - c) Simplificación de localización de fallas a tierra.
  - d) Mejora de la protección contra fallas del sistema y del equipo.
- 2.- Mejora de la confiabilidad del servicio.
- 3.- Más seguridad para el personal y el equipo.

## III) EQUIPO CONECTADO A TIERRA

La puesta a tierra del equipo de un sistema consiste en conectar a tierra las partes metálicas (que no llevan corriente) del alambrado y aparatos conectados al sistema.

El objetivo principal de esta conexión a tierra es limitar la diferencia de potencial entre las partes metálicas del sistema, que no llevan corriente y entre estas partes y tierra, a un valor seguro bajo cualquier condición de operación, normal o anormal, del sistema.

Para lograr este objetivo es necesario construir un sistema de tierra, que mantenga un potencial uniforme en todas las partes metálicas de estructuras y aparatos, y que permita al personal estar siempre al mismo potencial.

El segundo objetivo de la conexión a tierra del equipo es proporcionar un retorno de baja impedancia para la corriente de falla a tierra.

El peligro al personal existe al tiempo que ocurre una falla a tierra. El forzar a la corriente a circular a través de una conexión de alta impedancia puede crear una diferencia de potencial peligrosa.

La importancia de un circuito continuo metálico de baja impedancia en el paso de retorno de la corriente de tierra, se ilustra en la Figura 1.

La Figura 1 muestra un sistema monofásico 120/240 con el neutro del transformador conectado a tierra a través de un electrodo de tierra, el cual tiene una resistencia a tierra de 10 ohms. El tubo conduit está conectado a tierra a través de un electrodo de tierra separado, el cual mide 20 ohms a tierra. Una falla ocurre entre el conductor B y el conduit; la corriente de falla será igual a:

$$I = \frac{120}{20 + 10} = 4 \text{ amp.}$$

Diferencia de potencial entre el conduit y tierra:

$$V = 4 \times 20 = 80 \text{ volts}$$

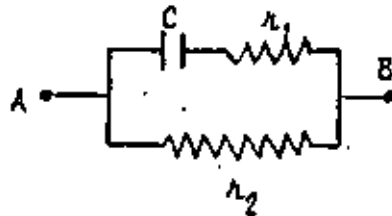
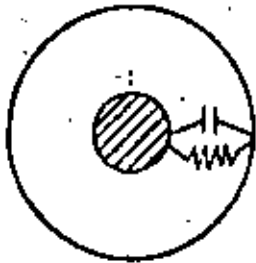
Este voltaje no es necesariamente fatal.

La figura 1-b muestra el mismo sistema con un circuito continuo metálico. La corriente de falla tendrá un valor muy elevado debido al paso de baja impedancia, lo cual causa que operen los dispositivos de protección. Por la resistencia de 25 ohms circula una corriente muy pequeña y el potencial del tubo conduit se mantiene muy cercano al de tierra.

En grandes subestaciones la resistencia del bus de tierra no debe exceder de 1 ohm. En pequeñas estaciones no debe exceder de 5 ohms. En residencias la resistencia debe ser menor a 25 ohms.



Representación gráfica del dieléctrico de un cable



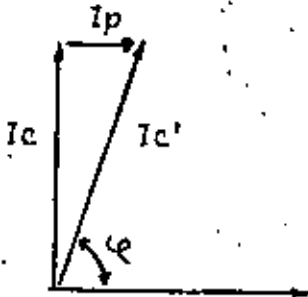
Circuito A - B consta de dos ramas en paralelo

la primera representa la capacitancia y las pérdidas del dieléctrico

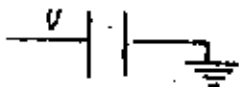
la segunda representa la componente de fuga (resistencia de aislamiento)

En un dieléctrico perfecto:  $r_1 = 0$   $r_2 = \infty$

Representación vectorial del dieléctrico de un cable



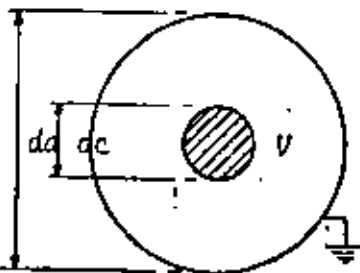
Capacitancia



Almacenamiento de energía eléctrica de dos electrodos entre los cuales se intercala un dieléctrico, cuando hay diferencia de potencial entre los electrodos

$$C = \frac{0.024 \epsilon}{\log \frac{da}{dc}}$$

- $\epsilon$  = constante dieléctrica
- relación capacitancia condensadores con un dieléctrico dado o con vacío como dieléctrico.



$\epsilon = 3.6$  para papel       $2.3$  para polietileno  
 $6.0$  para PVC

**Efecto de la capacitancia**

Es el de provocar una corriente capacitiva a través del dieléctrico que resulta con un adelanto de  $90^\circ$  con respecto a la tensión aplicada y que vale:

$$I_c = 2\pi f C V \cdot 10^{-6} \text{ amp/Km}$$

V en volts (voltaje entre cond y tierra)

C en  $\mu\text{F/Km}$

**Factor de potencia del aislamiento**

Lo expresado en el párrafo anterior no se verifica exactamente en la práctica porque existe una corriente de pérdida  $I_p$  que sumada a la corriente capacitiva real  $I_c$  que resulta adelantada con respecto a V un ángulo  $\phi$  menor de  $90^\circ$ :

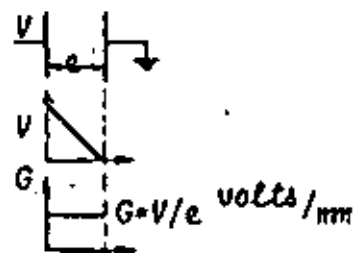
$\cos \phi = \cot \phi$  se llama "Factor de Potencia"

- = 0.01 en aislam. de papel
- = 0.0005 en polietileno
- = 0.08 en PVC

**Resistencia del aislamiento**

$$R \text{ de } A = K \log \frac{d_a}{d_c} \text{ M}\Omega\text{-Km}$$

K = constante que depende del aislamiento =  $\begin{cases} 1500 \text{ papel} \\ 6000 \text{ poliet} \\ 300 \text{ PVC} \end{cases}$

**Distribución de voltajes y esfuerzos eléctricos en el aislamiento**

V = voltaje entre cond y tierra

$d_c$  = Diámetro cond (mm)

$d_a$  = Diámetro aislam (mm)

$$G_{\max} = \frac{0.87 V}{d_c \log \frac{d_a}{d_c}}$$

$$G_{\min} = \frac{0.87 V}{d_a \log \frac{d_a}{d_c}}$$

**Rigidez dieléctrica**

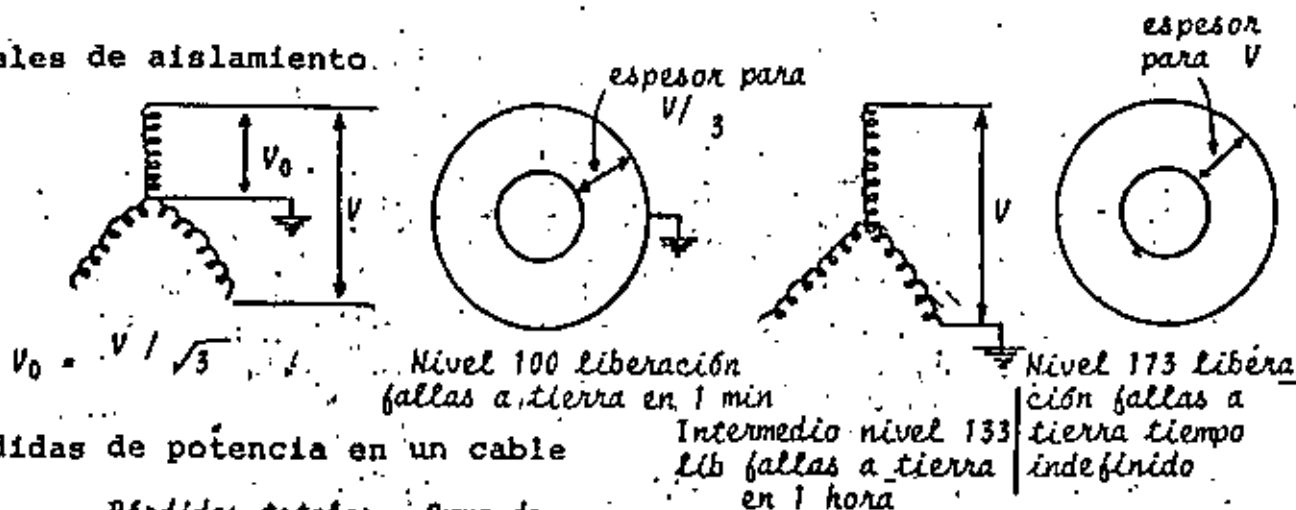
Es el gradiente o esfuerzo de ruptura del aislamiento. Normalmente es como el doble del gradiente de prueba de los cables y de 4 a 5 veces mayor que el gradiente de operación normal, que es el que se usa para seleccionar el espesor de aislamiento usando las fórmulas anteriores.

- G de diseño =  $\begin{cases} 4 \text{ Kv/mm} & \text{en papel impregnado tipo sólido} \\ 12 \text{ Kv/mm} & \text{en papel impregnado tipo presión de aceite} \\ 3 \text{ Kv/mm} & \text{en polietileno} \end{cases}$





Niveles de aislamiento.



Pérdidas de potencia en un cable

Pérdidas totales = Suma de

- Pérdidas en conductor o conductores.
- Pérdidas en el dieléctrico
- Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas

Pérdidas en el conductor

Según la Ley de Joule

$$W_c = R_c I^2 \cdot 10^{-3} \text{ watts/m} \quad \text{en cable unipolar}$$

$$= n R_c I^2 \quad \text{watts/m} \quad \text{en cable de } n \text{ conductores.}$$

$R_c$  = Resistencia conductor en ohms/Km

$I$  = Corriente que transporta cada conductor, en amps

Pérdidas en el aislamiento o dieléctrico

$$W_d = 2\pi f c (KV)^2 \cot \varphi \cdot 10^{-3} \quad \text{watts/m}$$

$c$  = capacitancia en  $\mu F/Km$

$KV$  = kilovolts aplicados entre cond. y tierra

$\cot \varphi$  = Factor de potencia del dieléctrico

Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas (en cables unipolares que permitan circulación de corriente en pantallas)

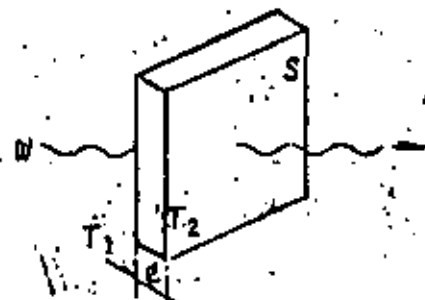
Como suelen ser el resultado de corrientes inducidas por la corriente que circula por el conductor suelen calcularse en función de esta, como si se produjera un aumento aparente en la resistencia del conductor:

$$W_p = \Delta R \cdot I^2 \cdot 10^{-3} \quad \text{W/m}$$

$$\Delta R = R_p \frac{\{ 2\pi f L_p / R_p \}^2}{1 + \{ 2\pi f L_p / R_p \}^2} \quad \text{ohm/Km}$$



Ley de Ohm Térmica



$$\Delta T = W R_t$$

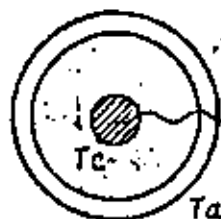
$\Delta T$  = caída de temp, °C

$W$  = cant. de calor, Watts

$R_t$  = resistencia térmica

$$= \rho_t \frac{l}{S} = \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} \cdot \text{m (ohm-term)}$$

Derivación de la fórmula básica para la corriente que puede llevar un cable



$$T_c - T_a = (R_c I^2) \sum R_t \therefore I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_c \sum R_t}} \text{ amps}$$

$W_c = R_c I^2$   
 (considerando sólo  
 pérdidas en el  
 conductor)

$\sum R_t$  = suma resistencias  
 térmicas del  
 dieléctrico cubierto  
 medio externo

Fórmula general para calcular la corriente de un cable

(Considerando pérdidas totales en cable de n conductores)

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a - \Delta T_d}{n [R_c + R_{td} + (R_c + \Delta R) (R_{t_{cub}} + R_{t_{ext}})]}} \text{ amp}$$

$T_c$  = temp cond en °C

$n$  = número de cond

$T_a$  = temp ambiente en °C

$R_c$  = resist. cond en ohm/Km

$R_{td}, R_{t_{cub}}, R_{t_{ext}}$  = resistencias térmicas dieléctrico, cubierta, ext. en  $\frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} \cdot \text{m}$

$$\Delta T_d = R_{td} (W_c + \frac{W_d}{2})$$

Temperatura del conductor

En la fórmula anterior  $T_c$  es la temperatura máxima a la que puede trabajar el conductor sin afectar las propiedades del aislamiento

$T_c = 90^\circ\text{C}$  para aislam de EP o XLP

$T_c = 75^\circ\text{C}$  para polietileno

$T_c = 85^\circ\text{C}$  para papel

(consultense las especificaciones de los cables)

FECHA:	SUBSTITUYE A:	PREPARADO:	REVISO:	APROBADO:	PAG: 7
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Hawley			22
					*cmb



Temperatura ambiente

En la fórmula anterior se considera la temperatura máxima previsible del ambiente que rodea a los cables

Aire = 35 a 40 °C

Terreno = 20 a 25 °C

Resistencias Térmicas

Dieléctrico:  $R_{td} = .0037 \rho_{td} \log \frac{da}{dc}$

$$\rho_{td} = \begin{cases} 400 \text{ para EP} \\ 400 \text{ para poliet.} \\ 600 \text{ para papel} \\ 700 \text{ para PVC} \end{cases}$$

Cubierta:  $R_{t_{cub}} = .0037 \rho_{t_{cub}} \log \frac{d_{ext\ cub}}{d_{int\ cub}}$

$$\rho_{t_{terr}} = \begin{cases} 110 \text{ para concreto} \\ 75 \text{ arena compacta húmeda} \\ 100 \text{ arena compacta seca} \\ 120 \text{ arena suelta húmeda} \\ 200 \text{ arena suelta seca} \end{cases}$$

Terreno:  $R_{t_{terr}} = .0037 \rho_{t_{terr}} \log \frac{4P}{d_{ext\ cable}}$

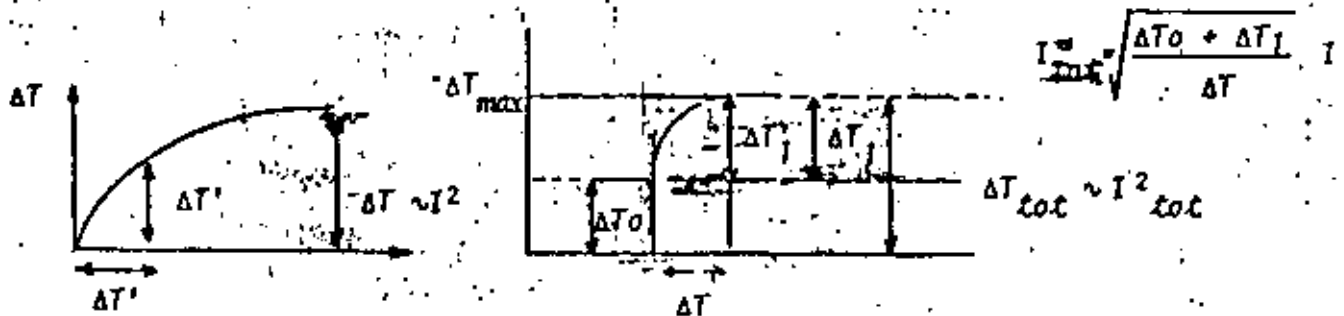
P = profundidad del cable bajo tierra

Factores que afectan la corriente que pueda llevar un cable

- 1) Presencia de otros cables. - Tiene el efecto de aumentar la temperatura del ambiente por el calor que generan
- 2) Factor de carga. - En cables subterráneos, si la carga es variable, el terreno no tiene tiempo de calentarse y puede admitirse corriente mayor

Sobrecargas

Considerar temperatura máxima de sobrecarga que fijan las normas de cables = 110 - 130 °C



FECHA: FEBRERO 1980	REVISOR: ABRIL 1979	PREPARADO: Ing. Francisco Hawley	REVISADO:	APROBADO:	8 22 cub
---------------------------	---------------------------	-------------------------------------	-----------	-----------	----------------

**Corto circuitos**

*Considerar que en el brevísimo tiempo del corto circuito el calor producido no tiene tiempo de disiparse:*

Calor producido = Calor absorbido

$$dq = i^2 dt$$

$$dq = c V dt$$

+ Volumen

+ Capacidad térmica

$$I_{cc} = \frac{330 \cdot S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{234.5 + T_2}{234.5 + T_1}}$$

S = sección del cond mm<sup>2</sup>

t = duración del cc en seg

T<sub>2</sub> = Temp. max. del cond durante al cc (de 160 °C a 250 °C dependiendo del aislamiento)

T<sub>1</sub> = Temp inicial del cond en °C

PLAZA:

REVISADO A:

PREPADO:

ELABORADO:

APROBADO:

FEBRERO  
1980

ABRIL  
1979

Ing. Francisco Hawley

9  
22  
cmb



Principio Básico

La caída de tensión en una línea de cables depende del calibre de los conductores, de la separación entre los mismos, de la longitud de la línea y de la corriente conducida.

Ecuación Básica

$$\Delta V = 1 \pm l (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

$\Delta V$  = caída de tensión en volts

$l$  = longitud de la línea en kms

$k = \sqrt{3}$  en sistema trifásico, 2 en sistema monofásico

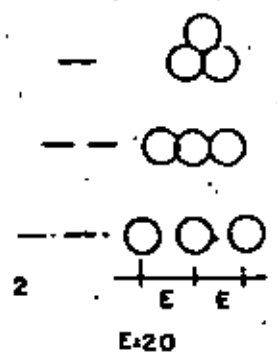
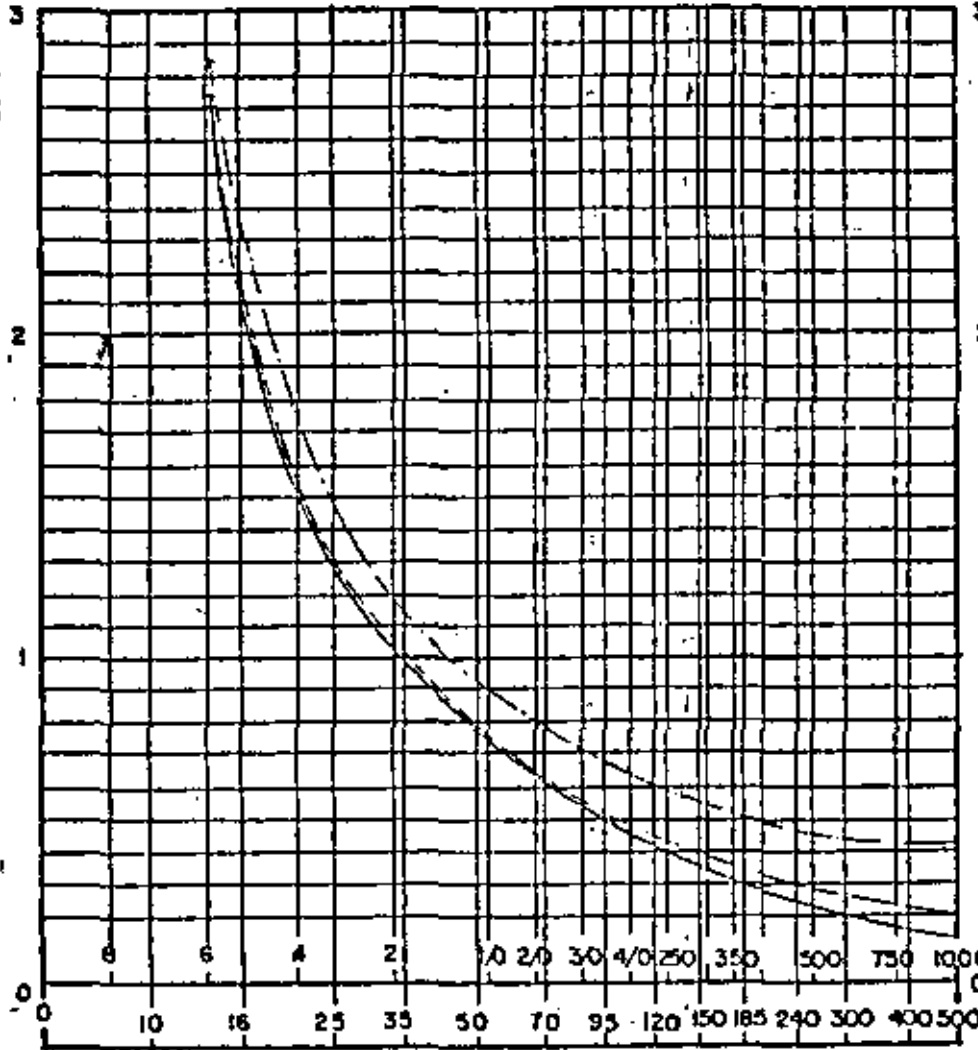
$I$  = corriente transmitida por conductor en amps.

$R$  = resistencia del conductor, en ohms/km

$\cos \phi$  y  $\sin \phi$  = factor de potencia y factor reactivo

$X_L$  = reactancia inductiva, en ohms/km,  $2\pi f l$

Caída de  
 Voltaje  
 Ohm/km



AWG o MCM  
 $k=2$

Condiciones sumadas en la gráfica

- Sistema trifásico ( $k = \sqrt{3}$ ). Para sistema monofásico multiplíquese por 1,16
- Factor de potencia  $\cos \phi = 0,8$
- Frecuencia = 60 cps
- Temperatura de conductor = 75°C

Cómo usar la gráfica

Para obtener la caída de voltaje en volts, multiplíquese el valor tomado de la gráfica por la longitud de la línea en kms y la corriente por conductor en amps.

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISOR:	APROBADO:	PAG.: 10 DE: 22 cmb
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	----------	-----------	---------------------------



Principios Físicos

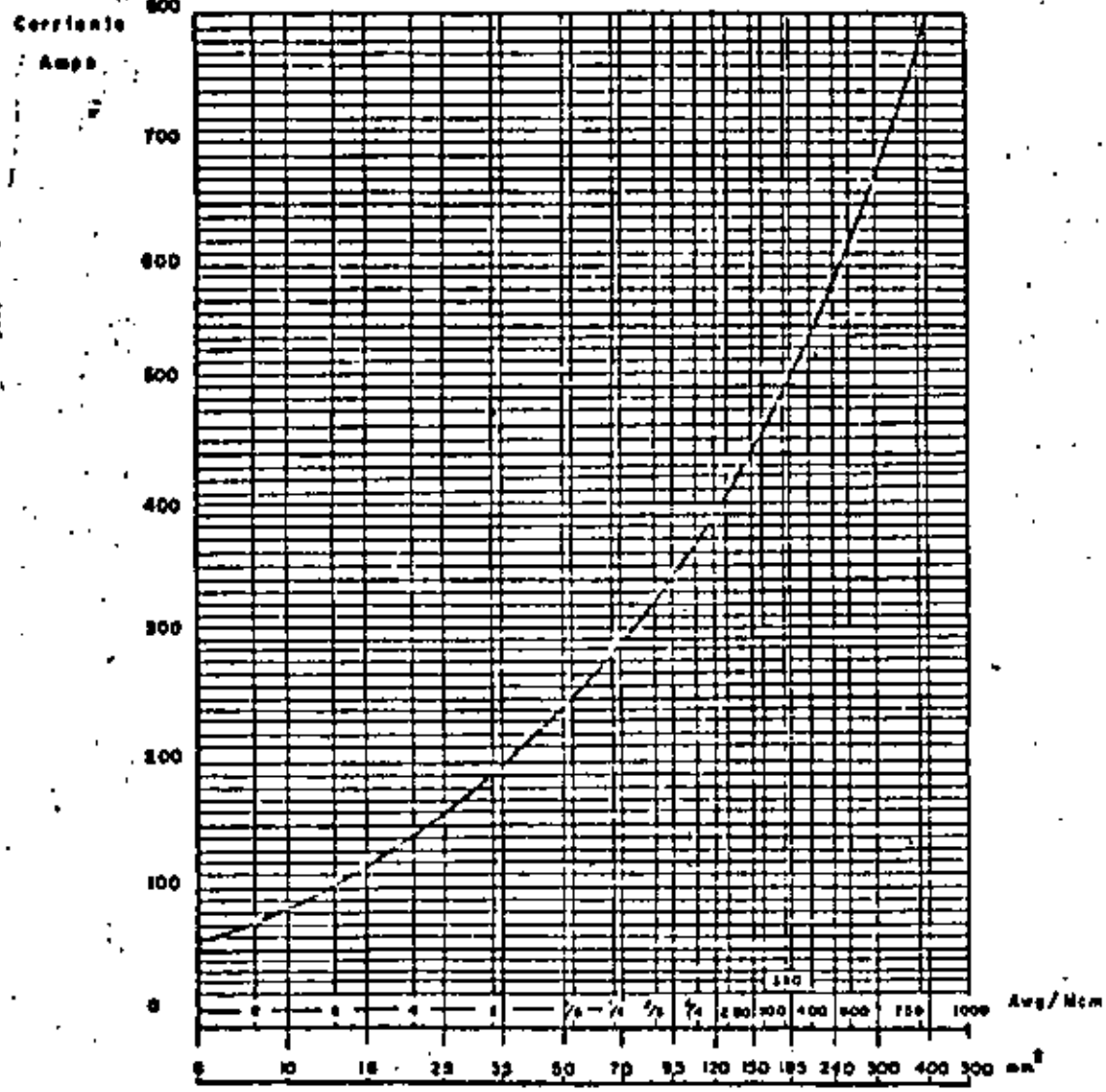
- a) El calor generado por efecto Joule en el conductor debe disiparse al exterior del cable venciendo las resistencias térmicas que presentan el aislamiento, la cubierta y el medio que rodea al cable.
- b) Varios cables juntos ejercen un calentamiento mutuo y limitan la corriente que puede llevar cada cable.
- c) En cables subterráneos el terreno no se calienta a la misma velocidad que el cable por lo que el cable puede admitir corrientes mayores si la carga es variable.

Ecuaclón Básica (Derivada de la Ley de Ohm Térmica)

$$I = \frac{T_c - T_a}{R_c + R_t}$$

$T_c$  = Temperatura del conductor  
 $T_a$  = Temperatura ambiente

$R_c$  = Resistencia eléctrica del conductor  
 $R_t$  = Suma resistencias térmicas aislamiento, cubiertas, medio.



Condiciones supuestas en la grafica

- a) Temperaturas
  - En cables subterráneos  $T_c = 75^{\circ}\text{C}$   
 $T_a = 25^{\circ}\text{C}$   
 $T_c - T_a = 50^{\circ}\text{C}$
  - En cables aéreos  $T_c = 75^{\circ}\text{C}$   
 $T_a = 35^{\circ}\text{C}$   
 $T_c - T_a = 40^{\circ}\text{C}$

- b) Número de conductores: 1
- c) Factor de Lanza: 100%
- d) Instalación: Cables subterráneos: enterrados  
 Cables aéreos: a la sombra

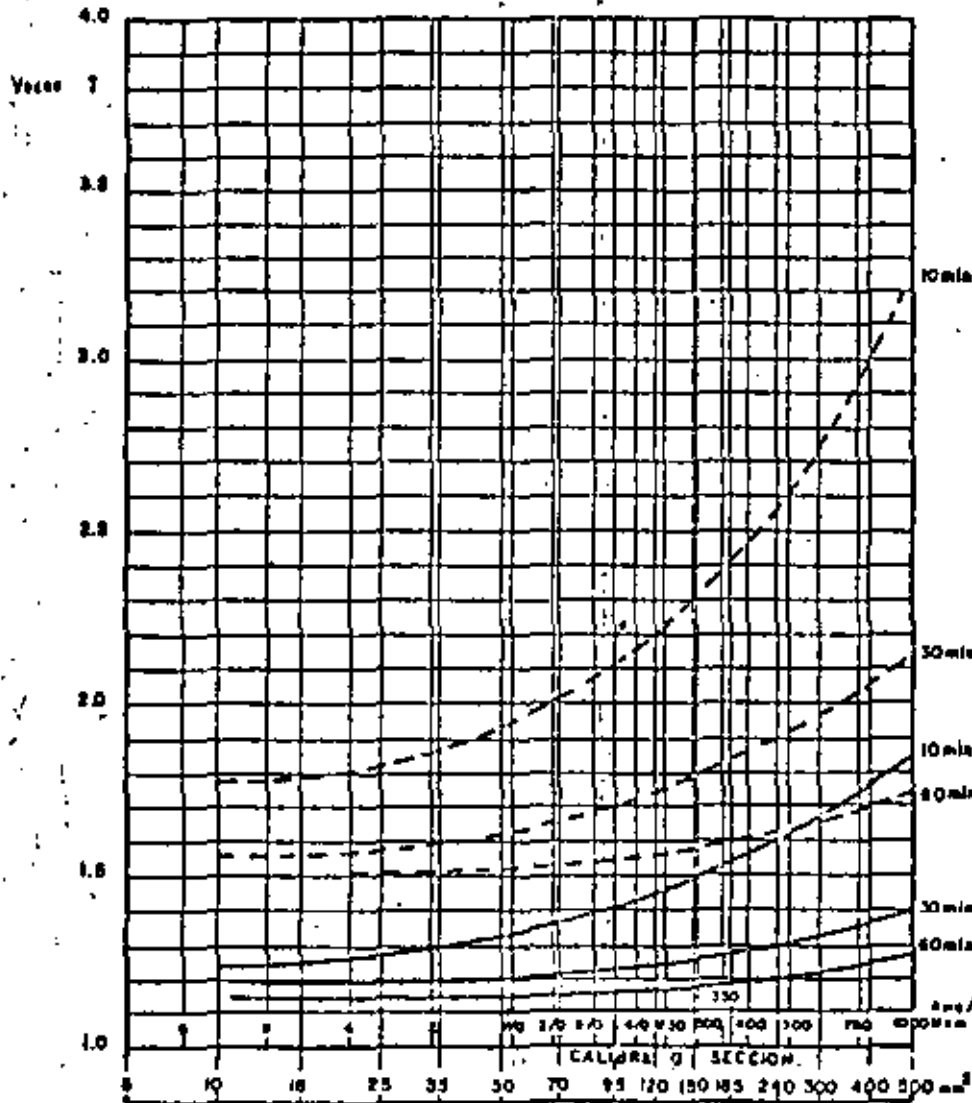
Calibre a seccion  
Factores de corrección para condiciones diversas

Si $T_c - T_a = 60^{\circ}\text{C}$	factor	1.30
"    "    "    "    "    "    "    "		0.90
"    "    "    "    "    "    "    "		0.80
"    "    "    "    "    "    "    "		0.70
"    "    "    "    "    "    "    "		0.60
"    "    "    "    "    "    "    "		0.50
"    "    "    "    "    "    "    "		0.40
"    "    "    "    "    "    "    "		0.30
"    "    "    "    "    "    "    "		0.20
Si 3 conductores en contacto:	0.85	Si 3 cmda. sep: 0.90
"    "    "    "    "    "    "    "	0.75	"    "    "    "    "    "    "    "
"    "    "    "    "    "    "    "	0.65	"    "    "    "    "    "    "    "
"    "    "    "    "    "    "    "	0.55	"    "    "    "    "    "    "    "
"    "    "    "    "    "    "    "	0.45	"    "    "    "    "    "    "    "
"    "    "    "    "    "    "    "	0.35	"    "    "    "    "    "    "    "
"    "    "    "    "    "    "    "	0.25	"    "    "    "    "    "    "    "
"    "    "    "    "    "    "    "	0.15	"    "    "    "    "    "    "    "
"    "    "    "    "    "    "    "	0.05	"    "    "    "    "    "    "    "



Principios Básicos

- a) Existe un tiempo de transición entre el momento en que se aplica una corriente al conductor y el tiempo en que se establece el flujo térmico hacia el exterior del cable. Aprovechando este transitorio se puede sobrecargar el cable durante corto tiempo
- b) La corriente de sobrecarga depende de la temperatura máxima de sobrecarga que se fija para cada tipo de cable y será mayor mientras más frío se encuentre el cable antes de iniciarse la sobrecarga.



Condiciones asumidas en la gráfica

- Cable caliente antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 75°C)
- - - - - Cable frío antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 35°C)

Cable aéreo (sobrecarga puede ser 20% mayor en el cable subterráneo)

Temperatura máxima de sobrecarga 90°C (aislamiento termoplástico)

Si T<sub>mdx.</sub> = 130°C (aislamiento elastomérico) factor 1.8 para cable caliente  
 1.2 para cable frío

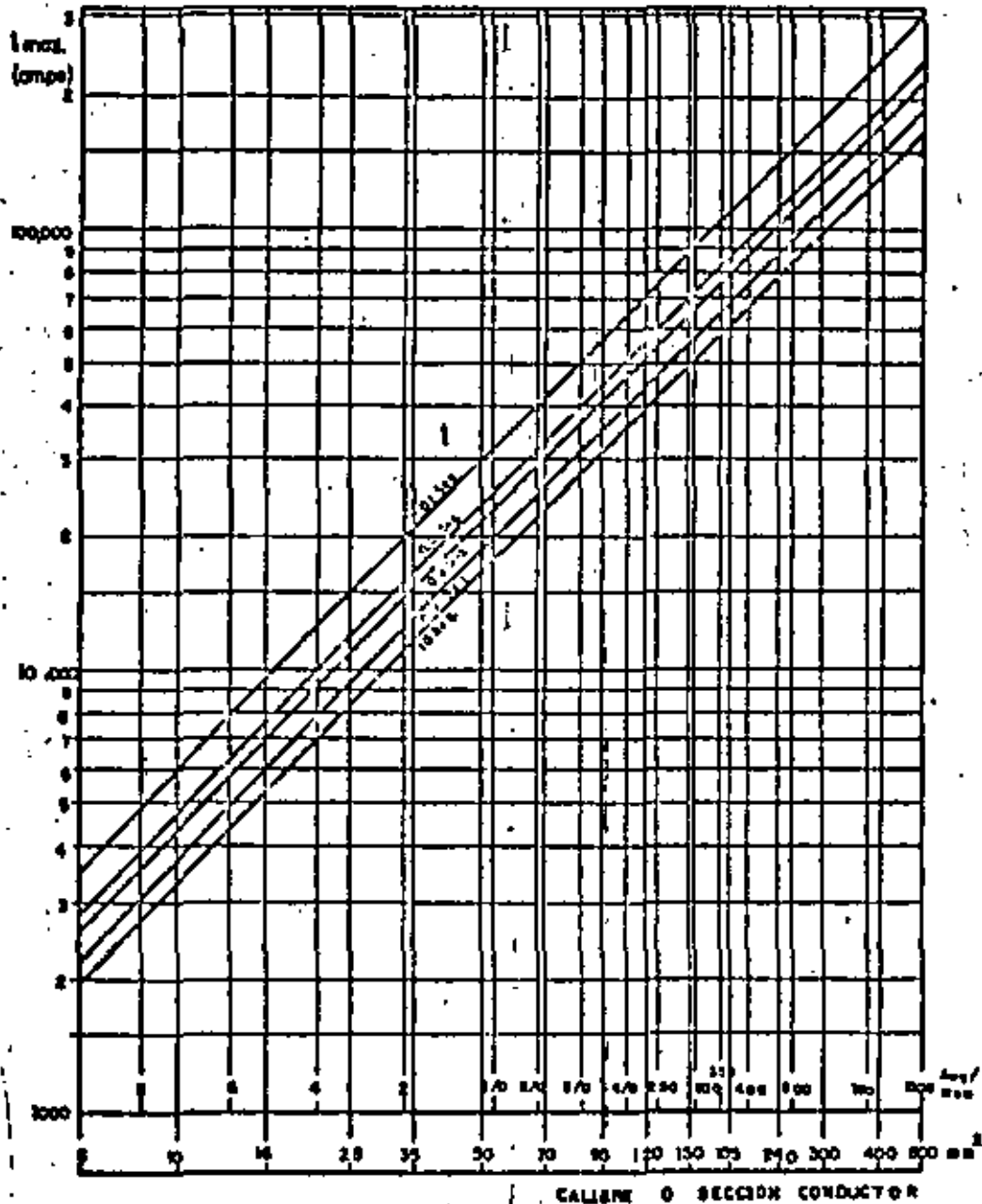


CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Principio Fisico Por brevísima duración del cortocircuito, calor generado en el conductor se absorbe en el mismo conductor sin pasar a las otras partes del cable.

Ecuación Básica  $I_{cc} = \frac{330 S}{\sqrt{t}} \log \frac{T_2 + 274,5}{T_1 + 274,5}$

- $I_{cc}$  = corriente efectiva del c.c. en sepa.
- $S$  = sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- $t$  = tiempo del c.c. en seg.
- $T_2$  = temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. en °C
- $T_1$  = temperatura del conductor antes del c.c.



Condiciones Supuestas en la Gráfica

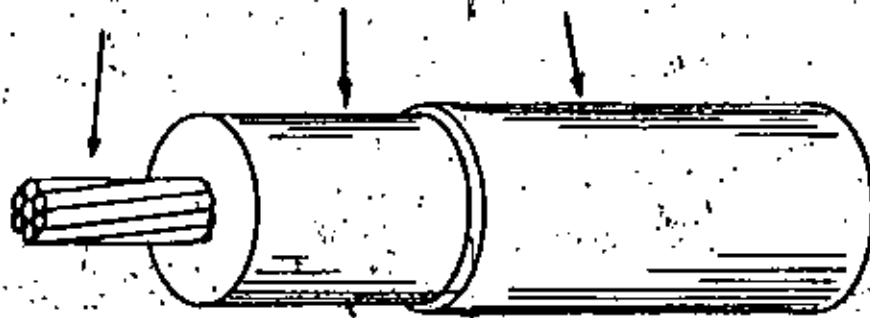
- $T_2 = 160^{\circ}\text{C}$
- $T_1 = 85^{\circ}\text{C}$

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG. 13 DEL 22
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------	---------	-------------------





Energía = Corriente x Voltaje x Tiempo



Conductor

Aislamiento

Cubierta

Elementos básicos de un cable unipolar

**Tipos de cables empleados en Sistemas Trifásicos**

Cables unipolares

*Ventajas:* ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas

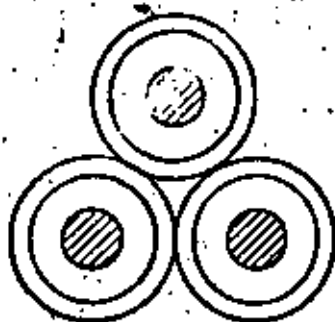
*Desventajas:* campos electromagnéticos rodeando los cables interfieren con cables de comunicaciones, aumentan pérdidas, impiden el uso de armaduras magnéticas, dan lugar a corrientes circulantes en pantallas, reparto no uniforme de corrientes al usar varios cables en paralelo



Cable triplex

*Ventajas:* Más flexible que cable trifásico. Campo electromagnético balanceado, terminales sencillas.

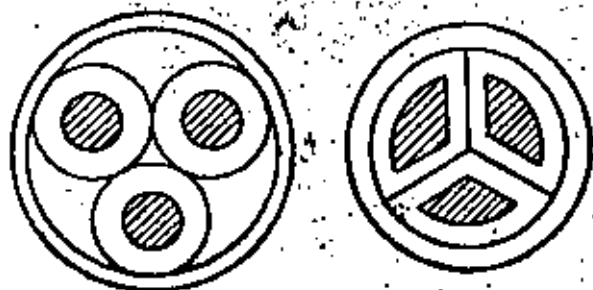
*Desventajas:* Costo ligeramente superior a tres unipolares. Mayor diámetro total que un tripolar limita longitudes de embarque



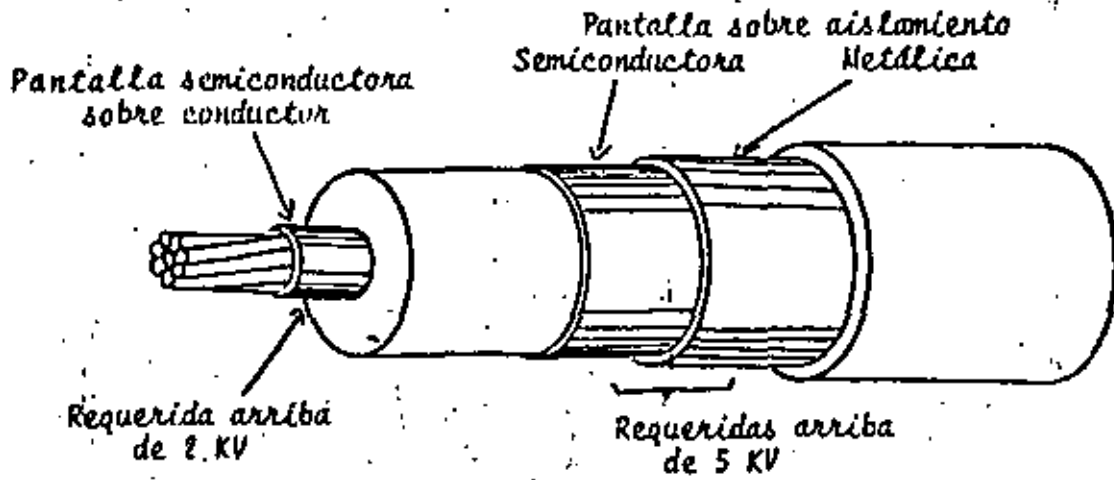
Cables tripolares

*Ventajas:* Pueden usar armaduras de metales magnéticos. Campo electromagnético balanceado. Si se usan conductores sectoriales (der.) se reduce diámetro y precio

*Desventajas:* Peso. Terminales complicadas



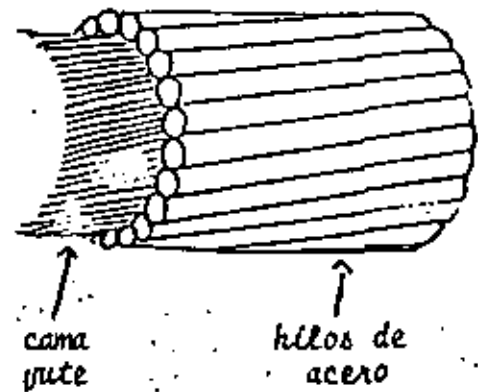
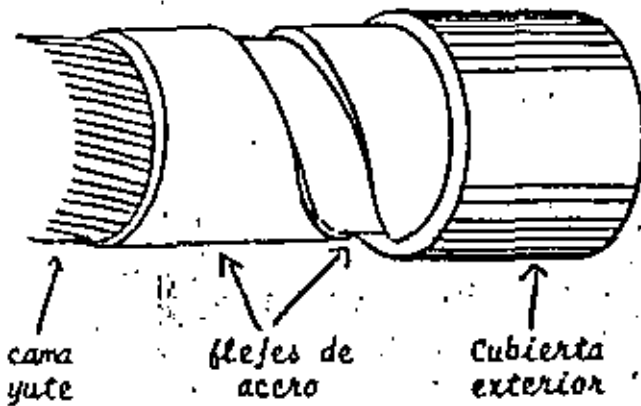
**Elementos adicionales empleados para control  
del campo eléctrico**



**Armadura de protección empleadas en cables trifásicos**

*para protección mecánica*

*para protección mecánica y  
esfuerzo longitudinal*





Aspectos a considerar en la selección de conductores

- 1) **Materiales:**
  - Cobre 100% conductividad 2600 Kg/cm<sup>2</sup> tracción  
 17.24 ohm·mm<sup>2</sup>/Km de resistividad  
 Densidad 8.9 gr/cm<sup>3</sup>
  - Alum 61% conductividad 1100 Kg/cm<sup>2</sup> tracción  
 28.26 resistividad 2.7 densidad
- 2) **Flexibilidad:**
  - Depende de número de hilos
  - Clase B cables energía normales
  - Clase C poco más flexibles
  - Clase G y H cables portátiles
  - Clase K y M cordeles flexibles
- 3) **Forma:**
  - Redondo normal (33% espacios libres)
  - Redondo compacto (10% espacios libres)
  - Sectorial (triángulos)
- 4) **Dimensiones:**
  - Calibre se determina en función de capacidad de conducción de corriente y en función de caída de tensión

Aspectos a considerar en la selección de aislamientos:

- 1) **Confiabilidad:** El aislamiento de papel impregnado ha demostrado su confiabilidad a través de muchos años de uso. Sobre otros aislamientos más nuevos no se tiene aún mucha experiencia.
- 2) **Propiedades térmicas:** Los aislamientos elastoméricos (XLP o EP) trabajan a 90°C. El papel y los termoplásticos suelen especificarse para temperaturas del orden de 75°C.
- 3) **Flexibilidad:** Los cables de papel con forro de plomo y los cables aislados con XLP tienen menos flexibilidad que los aislados con EP.
- 4) **Propiedades mecánicas:** El XLP tiene mejor resistencia a la abrasión que el EP y en baja tensión puede usarse sin cubierta adicional.



## Aspectos a considerar en la selección de cubiertas:

- 1) Confiabilidad: El tubo de plomo ofrece la máxima impermeabilidad y debe usarse cuando el aislamiento es de papel o cuando se quiere proteger al cable contra la penetración de líquidos corrosivos.
- 2) Propiedades mecánicas: XLP y Hypalon gran resistencia a la abrasión, Neopreno bastante buena Plomo mala.
- 3) Flexibilidad: Hypalon y Neopreno excelentes
- 4) Resistencia a la intemperie: Plásticos y elastómeros solo buena en color negro, conteniendo negro de humo
- 5) Resistente a agentes químicos: Plomo excelente PVC y polietileno buena, Neopreno y Hypalon regular.
- 6) Peso: Polietileno es el más ligero. Plomo muy pesado

## Función de la pantalla semiconductor sobre el conductor

- 1) Uniformiza campo eléctrico alrededor del conductor

sin



con



- 2) Evita queden espacios vacíos ionizables junto al conductor

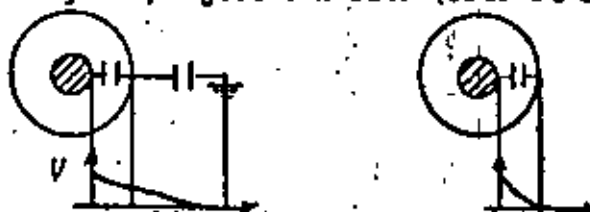


- 3) Reduce energía destructiva al transferir el electrodo de mayor esfuerzo eléctrico de un metal con alta función de trabajo a un metal con baja función de trabajo.
- 4) Amortigua corrientes de impulso que tienden a viajar por la superficie del conductor



### Funciones de la pantalla sobre aislamiento

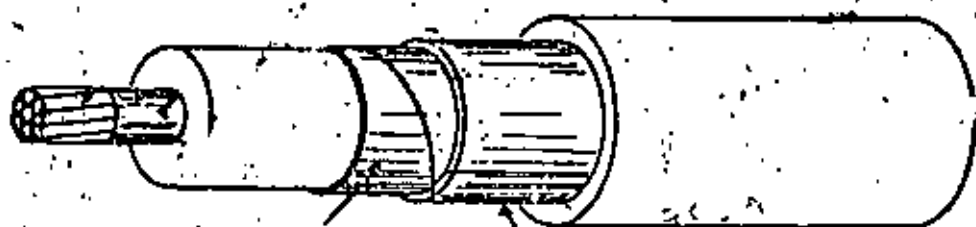
- 1) Bajar voltaje superficial a cero (sólo si se conecta a tierra)



- 2) Confinar campo eléctrico a interior del aislamiento y hacer que trabaje en forma radial y uniforme, eliminando esfuerzos tangenciales  
3) Proporcionar trayectoria fija para escape de corriente de carga  
 $I_c = 2 f c$

- 4) Proporcionar trayectoria para corriente de cc  $I_{cc} = \frac{3305}{L} \log \frac{234.5 + L_2}{234.5 + L_1}$

### Variantes en el diseño de la pantalla sobre aislamiento



cinta semiconductor

tubo metálico (Pb)



barniz semiconductor

cinta semicond.

cinta metálica (Cu)



pantalla semicond. extruida

hilos de cobre

### Precaución sobre el diseño de la pantalla

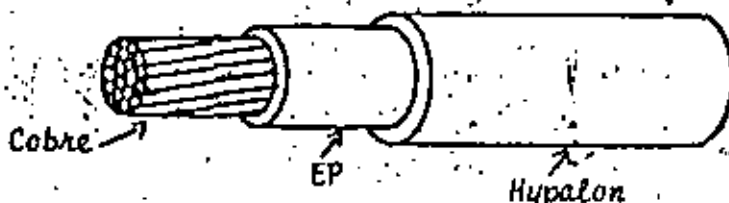
En cables unipolares la pantalla o cubierta metálica actúa como el secundario de un transformador. La corriente alterna que fluye por el conductor crea un campo magnético cambiante e induce una corriente en la pantalla, que será mayor mientras menor sea la resistencia de la misma pantalla. Estando la pantalla en circuito abierto, se podrá medir en su extremo el voltaje a tierra  $E_0 = I \cdot 2 \cdot f \cdot L \times 10^{-3}$  volts/Km; siendo  $L = 0.46 \log \frac{2A}{dP}$  mH/Km.  $I$  = corriente cond amps,  $A$  = dist media geom entre 3 conds del sistema trifásico



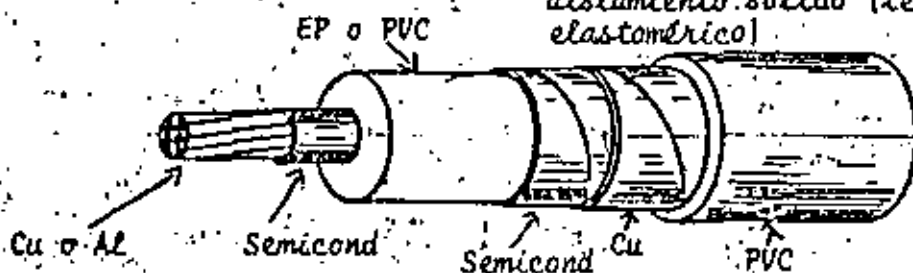
Construcciones específicas: 1) Cable de baja tensión con aislamiento termoplástico



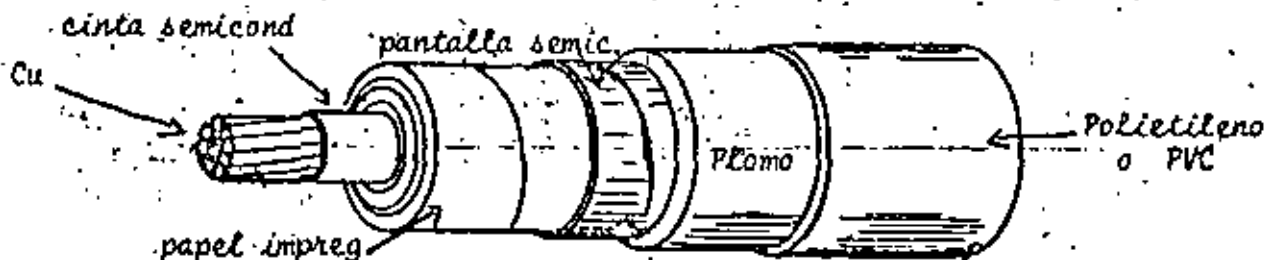
Construcciones específicas: 2) Cable de baja tensión con aislamiento elastomérico



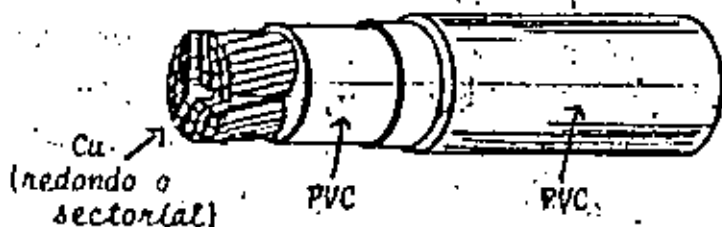
Construcciones específicas: 3) Cable unipolar de media tensión con aislamiento sólido (termoplástico o elastomérico)



Construcciones específicas: 4) Cable unipolar de media tensión con aislamiento de papel impregnado

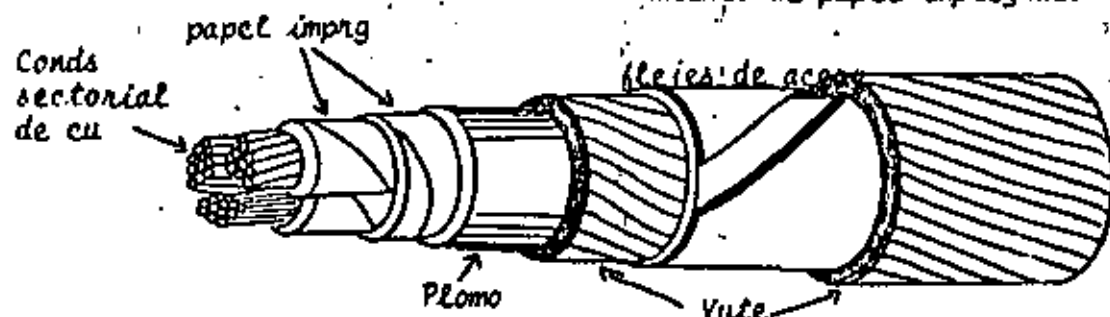


Construcciones específicas: 5) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento termoplástico

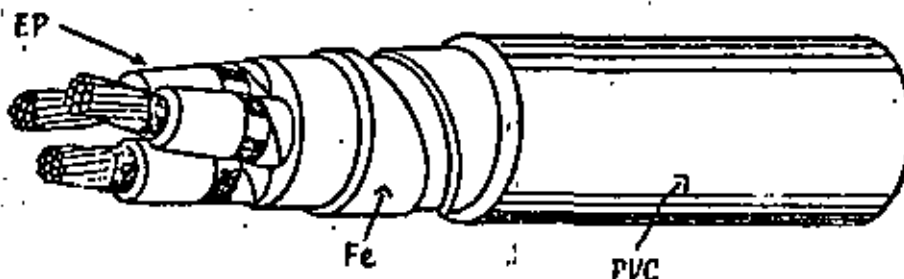




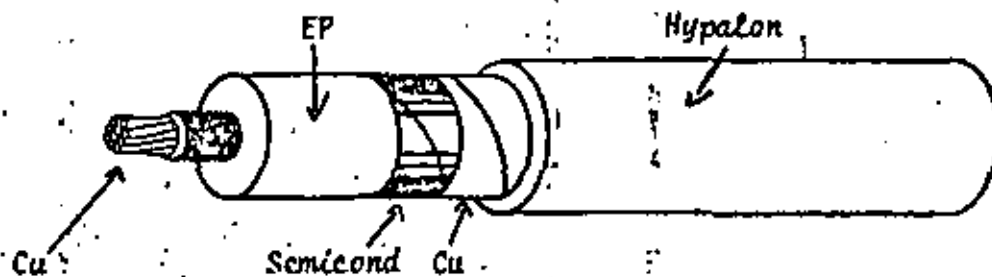
Construcciones especificas: 6) Cable tripolar de baja tension con aislamiento de papel impregnado (tipo armado)



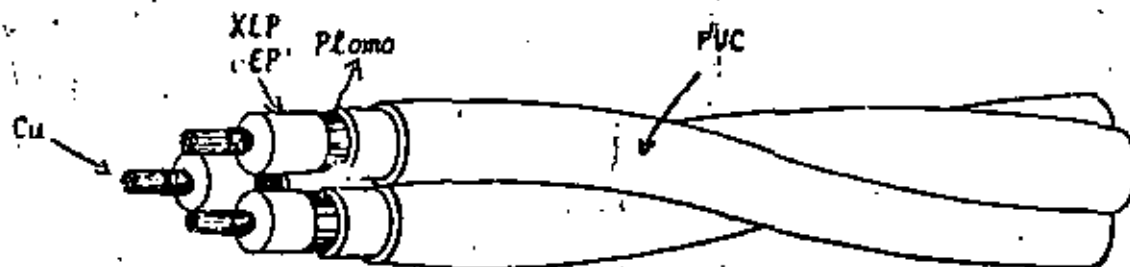
Construcciones especificas: 7) Cable tripolar de media tension con aislamiento elastomerico (armado)



Construcciones especificas: 8) Cable unipolar de media tension con aislamiento elastomerico para plantas generadoras



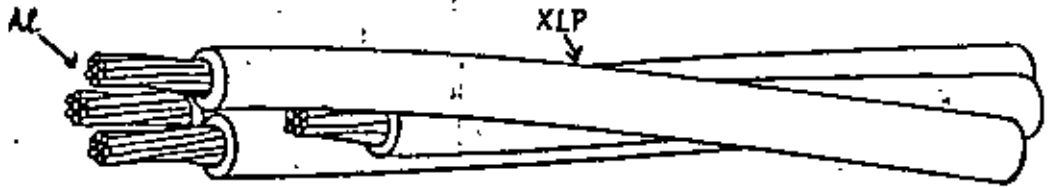
Construcciones especificas: 9) Cable triplex de media tension para la industria petroquimica



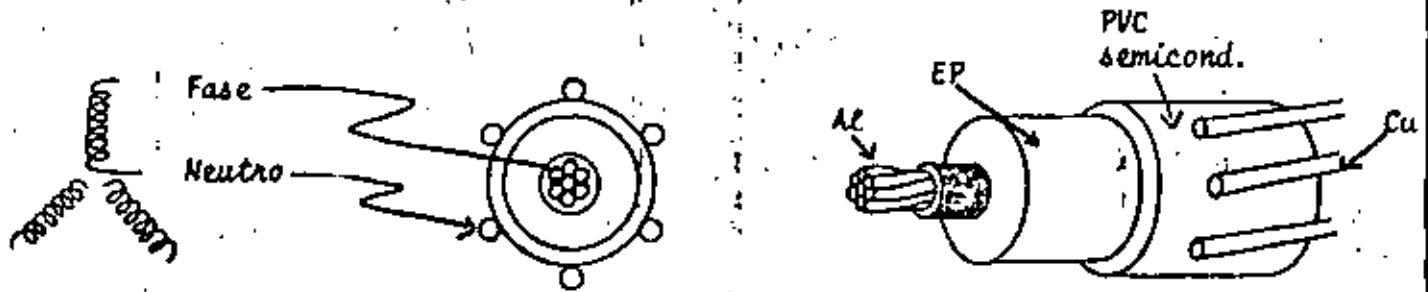




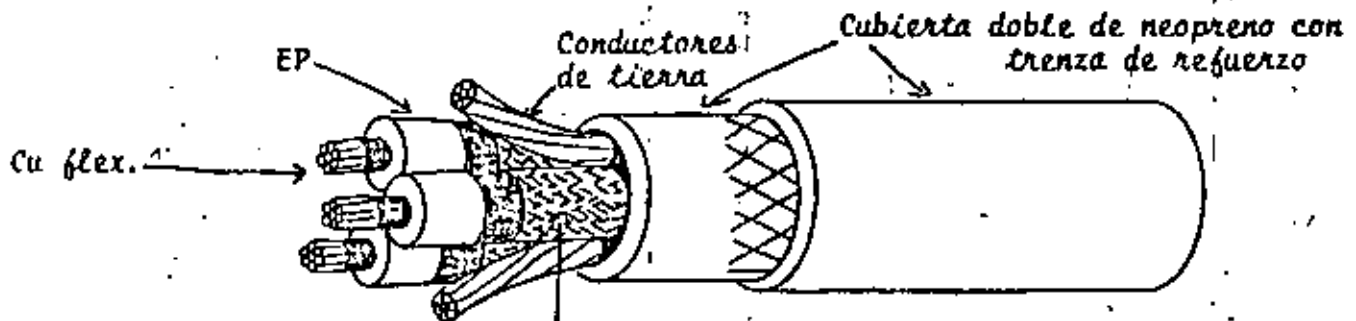
Construcciones específicas: 10) Cable de baja tensión para secundarios de redes subterráneas residenciales



Construcciones específicas: 11) Cable de media tensión para primarios de redes subterráneas residenciales



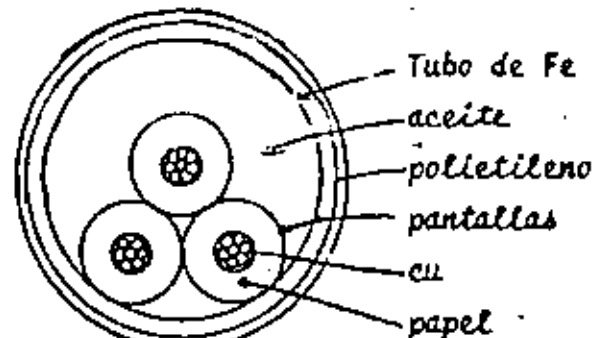
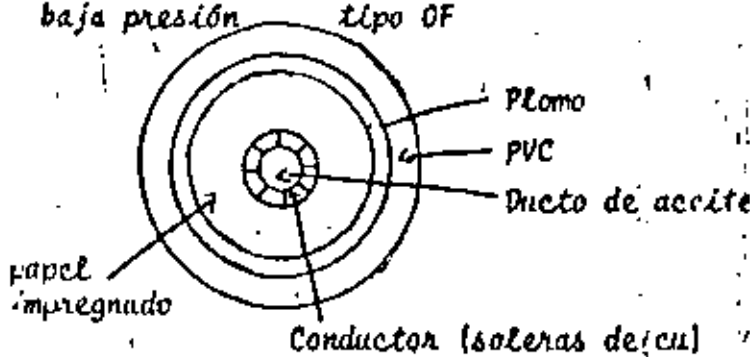
Construcciones específicas: 12) Cable tripolar de media tensión (flexible) para minas



Pantalla flex (hilos trenzados de cu)

Construcciones específicas: 13) Cables de alta tensión con aceite a presión

Autocontenido con aceite a baja presión tipo OF



Tipo alta presión de aceite en tubo



$$R_i = K \log_{10} \left( \frac{D}{d} \right) \quad (1)$$

Donde:

$R_i$  = Resistencia de aislamiento en Megohms x Km

$K$  = Constante de resistencia de aislamiento  
(ver Tabla 1)

$\log_{10}$  = Logaritmo decimal

$D$  = Diámetro sobre aislamiento en milímetros

$d$  = Diámetro bajo aislamiento en milímetros

T A B L A 1

CONSTANTE DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Aislamiento	K (M x Km)
Papel impregnado	3,000 a 20°C
PVC Bajo voltaje	150 a 15.6°C
PVC Alto voltaje (Sintenax)	750 a 20°C
Policetileno (normal)	15,250 a 15.6°C
Policetileno vulcanizado (XLP)	6,100 a 15.6°C
Cambray barnizado (VC)	1,000 a 15.6°C
Etileno propileno (EP)	6,100 a 15.6°C

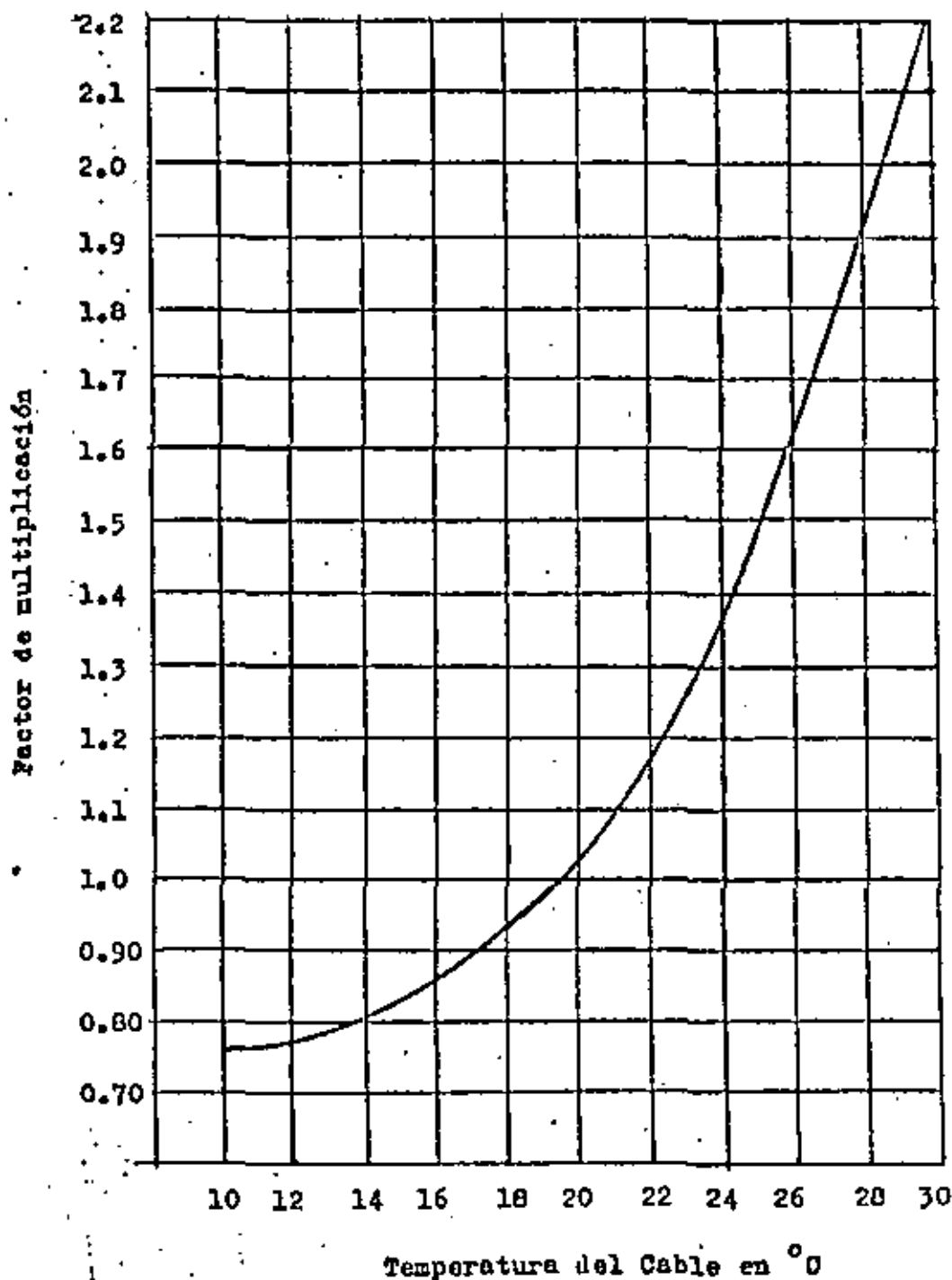
El valor de  $R_i$  deberá corregirse por temperatura y por longitud como se ilustra en el ejemplo 1.

Enseguida se procede a probar el cable usando para ello un megger (manual ó con motor de preferencia, como se muestra en la figura 1). El borne positivo del aparato se conecta al conductor y el negativo a la pantalla ó cubierta metálica del cable, que también deberán estar conectados a tierra. Dado que



TABLA VIII

Factores de corrección por temperatura para resistencia de aislamiento en cables Sintenax





DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### SELECCION DE PROTECCION

- A) PROTECCIÓN DE CONDUCTORES
- B) PROTECCIÓN DE CARGAS

### MEDIOS DE CONTROL

- A) DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA ALUMBRADO
- B) CIRCUITOS ALIMENTADORES
- C) DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA

ING. NOE ARMAS MORALES

FEBRERO, 1983

## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ING. NOE ARMAS MORALES

### 1.- SELECCION DE PROTECCION

- a) Protección de conductores
- b) Protección de cargas

a) Proyecto y canalizaciones eléctricas (Conductores).

Se consideran separadamente las disposiciones referentes a:

- a) Líneas de servicio para suministro de energía.
- b) Conductores alimentadores de las canalizaciones.
- c) Circuitos derivados.

**Línea de servicio.**- Los conductores y equipo que se usen para el suministro de energía eléctrica, desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de conexión y protección contra sobre corriente de la instalación servida.

**Conductores alimentadores.**- Son aquellos comprendidos entre los medios principales de desconexión y protección contra sobre corriente y los medios de protección contra sobre corriente de los circuitos derivados.

**Circuitos derivados.**- Es la parte de conductor o canalización que se extienda después del último dispositivo de protección contra sobre corriente del lado de la carga que protege a esa parte.

Los arrancadores de motores con protección contra sobre corriente y otros dispositivos semejantes no se deben considerar como la protección de sobre corriente de un circuito derivado.

**Identificación de conductores conectados a tierra.**

Cuando una canalización tenga un conductor conectado a tierra, se identifique este con un color blanco o gris.

**Circuitos derivados:**

Son los conductores alimentadores que abastecen cargas de alumbrado o de aparatos domésticos o comerciales o a combinaciones cuando se conecten motores o aparatos accionados por motores u otras cargas especiales es necesario aplicar los artículos del ROIE para esas cargas.

La clasificación de los circuitos derivados para cargas indefinidas es por medio de la protección contra sobre corriente de:

- 15 amps.
- 20 amps.
- 30 amps.
- 50 amps.

Las cargas individuales mayores de 50 amps. deberán alimentarse por circuitos derivados individuales.

Circuitos derivados multifilares.- Dos o más conductores a diferente potencial entre sí y de un conductor que tenga la misma diferencia de potencial con respecto a cada uno de los otros conductores.- Ejemplo: 4 hilos, 3 fases.

Colores normales de identificación.

Trifilar; Negro, blanco y rojo.  
Tetrafilares: Negro, blanco, rojo y azul.  
Pentafilares: Negro, blanco, rojo, azul y amarillo.

Voltaje:

Los circuitos derivados que abastezcan porta lámparas, aparatos ó contactos de 15 amps. ó menos no deberán exceder de 150 volts. a tierra; excepciones:

- a) Establecimientos industriales hasta 300 volts a tierra en circuitos de alumbrado que estén colocados a más de 2.40 mts. de altura sobre el piso y que no tengan interruptores integrados.
- b) Sistemas ferroviarios.
- c) Calefacción industrias infraroja.

Circuitos derivados para distintas clases de carga.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños. Relojes, radios.
- b) Aparatos de más de 3 amps. Planchas, parrillas, refrigeradores.

Cálculo de la carga.- Para obtener la capacidad de los circuitos derivados se consideran las cargas a conectarse con los mínimos siguientes.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños, por metro cuadrado del área del piso.

LUGAR:	CARGA WATTS POR METRO CUADRADO
Anfiteatros	10
Bancos	20
Bodegas o almacenes	2
Casa habitación	20
Clubes	20
Edificaciones industriales	20
Oficinas	20
Escuelas	30
Locales comerciales chicos	5
Hospitales	20
Hoteles (Sin aparatos eléctricos para cocinar)	20
Iglesias	5
Peluquerías y salas de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

- b) Aparatos de más de 3 amps.- Se considera cargas no menor 5 amps., si hay varios contactos en un solo cuarto que no se usan simultaneamente la carga se calcula de 5 amps., por cada tres contactos.
- c) Hilo neutro.- Si hay hilo neutro en un circuito derivado la carga que se considera para el neutro, no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga en el circuito.

Conductores de circuitos derivados.

- a) Calibre suficiente para conducir la corriente del circuito derivado ( Caída voltaje 3% alumbrado, 4% aparatos y motores).
- b) Sección mínima.

Mínimo No. 14 circuito alumbrado y aparatos pequeños.

Mínimo No. 12 circuito que alimentan aparatos de más de 3 amps.

Los alambres y cordones pertenecientes a unidades de alumbrado o aparatos que se usen para conectarlos a la salida de los circuitos derivados pueden ser de menor sección.

	CIRCUITOS DERIVADOS	CORRIENTE MAXIMA
Mínimo no. 18	15 amps.	5 tw
no. 16	20 amps.	7 tw
no. 14	30 amps.	15 tw
no. 12	50 amps.	20 tw
no. 10		25 tw

Protección contra sobre corriente.- Conductor no conectado a tierra de un circuito derivado, se debe proteger contra corrientes excesivas por medio de dispositivos.

La capacidad de estos dispositivos deben cumplir lo siguiente:

- a) No deberá ser mayor que la corriente permitida para los conductores del circuito.
- b) Si el circuito abastece únicamente a un solo aparato con capacidad de 10 amps. ó más la capacidad ó ajuste de sobre corriente no deberá exceder del 150% de la capacidad del aparato.
- c) Los alambres y cordones se consideran protegidos por el dispositivo contra sobre corriente del circuito derivado.

Dispositivos de salida.

- a) Porta lamparas.- No menor a la carga a servir, mayores de 20 amps., sean de servicio pesado.
- b) Contactos.- No menor a la carga a servir; cuando esté con 2 ó más salidas tengan la capacidad siguiente.

CAPACIDADES CIRCUITO

15 amps.

20 amps.

30 amps.

50 amps.

CAPACIDADES CONTACTO

no mayor de 15 amps.

20 amps.

20 ó 30 amps.

50 amps.

Conductores alimentadores.- No deben ser de calibre más delgado (Tabla de la corriente permitida en los conductores) y cumplir con el cálculo de la carga

Caída de voltaje.

3% de alumbrado

4% de motores y aparatos.

Cálculo de la carga.- La carga para los conductores alimentadores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de



TABLA NUMERO 1

**CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS**

Basada en temperatura ambiente de 30°C y no más de 3 conductores en un ducto  
(Para otros casos véase la Fracción 11-4.)

*Temperatura permisible y material del aislamiento*

CONDUCTOR Calibre AWG. o MCM.	Sección Transversal en milímetros cua- dros.	Temperatura permisible		Material del aislamiento			
		60°C Hule, Termoplástico o P.V.C.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplástico o similar, Cambrey barnizada y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
14	2.081	15	15	25	30	30	30
12	3.309	20	20	30	35	40	40
10	5.261	30	30	40	45	50	55
8	8.366	40	45	50	60	65	70
6	13.30	55	65	70	80	85	95
4	21.15	70	85	90	105	115	120
3	26.67	80	100	105	120	130	145
2	33.63	95	115	120	135	145	165
1	42.41	110	130	140	160	170	190
0	53.48	125	150	155	190	200	225
000	67.44	145	175	185	215	230	250
0000	85.01	165	200	210	245	265	285
250	107.22	195	230	235	275	310	340
300	126.63	215	255	270	315	335	
350	152.01	240	285	300	345	380	
400	177.35	260	310	325	390	470	
4000	202.69	280	335	360	420	450	
500	253.36	320	380	405	470	500	
600	304.01	355	420	455	525	545	
700	354.70	385	460	490	560	600	
750	384.01	400	475	510	580	630	
800	405.37	410	490	515	600	610	
900	456.01	435	520	555			
1000	506.71	455	545	585	680	730	
1250	633.39	495	590	615			
1500	764.07	520	625	700	785		
1750	886.73	545	650	735			
2000	1011.42	560	665	775	810		

**FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE MAS DE 30°C.**

*Temperatura permisible y material del aislamiento*

Temperatura Ambiente Grados Centígrados	Temperatura permisible		Material del aislamiento			
	60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplástico o similar, Cambrey barnizada y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.95	
45	0.71	0.82	0.85	0.90	0.92	
50	0.58	0.75	0.80	0.87	0.89	
55	0.41	0.67	0.74	0.81	0.86	
60	....	0.58	0.67	0.79	0.83	0.91
70	....	0.35	0.52	0.71	0.76	0.87
75	....	....	0.41	0.66	0.72	0.86
80	....	....	0.30	0.61	0.69	0.84
90	....	....	....	0.50	0.61	0.80
100	....	....	....	....	0.51	0.77
120	....	....	....	....	....	0.69
140	....	....	....	....	....	0.59

TABLA NUMERO 3

CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LINEA ABIERTA

Basada en temperatura ambiente de 30°C. Para temperatura ambiente mayor aplíquense los factores de corrección dados en la Tabla Número 2.

Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

CONDUCTOR Cable AVG. o MCM.	60°C Hule, Termoplást. o similar	75°C Hule o similar	80°C A prueba de agua perla	85°C Papel, Termoplást. o y asbesto Cambrey, barnizado y asbesto o similar	110°C Cambrey barnizado y asbesto o similar	125°C Asbesto impregnado o similar	200°C Asbesto o similar
14	20	20	30	30	40	40	45
12	25	25	40	40	50	50	55
10	40	40	55	55	65	70	75
8	55	65	70	70	85	90	100
6	80	95	100	100	120	125	135
5	105	125	130	135	160	170	180
4	120	145	150	155	180	195	210
3	140	170	175	180	210	225	240
2	165	195	205	210	245	265	280
1	195	230	235	245	285	305	325
00	225	265	275	285	330	355	370
000	260	310	320	330	385	410	430
0000	300	360	370	385	445	475	510
250	340	405	410	425	495	530	
300	375	445	460	480	555	590	
350	420	505	510	530	610	655	
400	455	545	555	575	665	710	
500	515	620	630	660	765	815	
600	575	690	710	740	855	910	
700	610	755	780	815	940	1005	
750	655	785	810	845	980	1045	
800	680	815	845	880	1020	1085	
900	730	870	905	940			
1000	780	935	965	1000	1165	1240	
1250	890	1065		1130			
1500	980	1125	1215	1260	1450		
1750	1070	1280		1370			
2000	1155	1385	1405	1470	1715		

los circuitos derivados abastecidos por dichos conductores (Cargas por metro cuadrado).

En los casos siguientes se podrá aplicar a la carga computada el factor de demanda siguiente:

- a) Casas habitación 30% al excedente 2500 watts.
- b) Edificios de oficinas 70% al excedente 20000 watts.
- c) Escuelas 50% al excedente sobre 15000 watts.
- d) Hospitales 40% hasta 50000 watts. y 20% al excedente.
- e) Hoteles 50% hasta 20000 watts y 35% al excedente.
- f) Motores.- La carga se calcula de acuerdo si son motores individuales o conductores que abastezcan a varios motores.
- g) Cuando haya hilo neutro en el circuito alimentador la carga que se considere para el neutro no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga.

Circuitos alimentadores con neutro común.- Se puede usar un hilo neutro para dos o más circuitos alimentadores multifilares siempre que estos estén dentro de una misma canalización.

Líneas de servicio.

Medios de desconexión.

Conexiones antes de los medios de desconexión.

Apertura simultánea.

Tipos permitidos.

Indicación de posición.

Accionamiento exterior.

Capacidad de interruptores de servicio.

Voltaje-amperaje.

Protección contra sobre corriente.

- a) Conductores no conectados a tierra. Capacidad según tabla de corrientes.

b) Motores.- Capacidad o ajuste para motor individual o grupo de motores y la capacidad o ajuste de las cargas de motor y alumbrado.

c) Fusibles ó interruptores automáticos.

d) La protección contra sobre corriente puede estar formado por uno ó varios interruptores automáticos ó juegos de fusibles.

Protección contra sobre corriente.

Conductores - corriente permisible

a) Fusibles.- Si la corriente permisible no corresponde a un fusible de capacidad normal, puede usarse el de capacidad inmediata superior si no excede del 150% - no usar fusibles tipo tapón ó de rosca en circuito mayores de 150 volts. a tierra.

La rosca debe estar en el lado de la carga.

b) Interruptores automáticos de disparo no ajustables.- Capacidad nominal de acuerdo a la corriente permisible de los conductores ó al inmediato superior siempre que no pase del 150% de la corriente permisible.

Interruptores automáticos ajustables.- Deben ajustarse para que no operen a más del 150% y debe tomarse en cuenta el ajuste por temperatura,

Motores y controladores.

Las disposiciones contenidas en las normas técnicas para instalaciones eléctricas comprenden algunas disposiciones miscelaneas -- para motores y controladores.

Sobre calentamiento por acumulación de polvo.

Identificación de los motores.

Identificación de los controladores.

Cuando un controlador está construido como parte integrante de un motor generador, el controlador no necesita estar marcado separadamente, ya que los datos necesarios deben aparecer en la placa del motor.

Identificación de terminales (Motores y controladores).

Espacio para conexiones en cubierta.

Cubiertas.

Ubicación de motores (Mantenimiento).

Calibre de conductores para circuitos de motores. Conductores capaces de conducir la corriente del motor, sin sobre-calentamiento y bajo condiciones que se especifiquen. para caída de voltaje en el circuito.

### Motores individuales.

La corriente permisible en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante no será menor del 125% de la corriente nominal a carga plena del motor.

Cuando la carga sea variable, el calibre de los conductores podrá fijarse considerando una corriente menor que el 125% nominal a carga plena del motor según el régimen del trabajo que se trate, pero no menor del 85% especialmente cuando el motor arranca con frecuencia es necesario instalar más gruesos.

Secundario del motor con rotor devanado. Los conductores que conecten el secundario de un motor para corriente alterna con rotor devanado, a su controlador deben ser de calibre para una corriente no menor del 125% de la corriente secundaria del motor, a carga plena, si es para régimen de trabajo continuo.

Conductores que abastecen a varios motores.

Los conductores que alimentan a 2 ó más motores deberán ser de calibre suficiente para una corriente no menor que el 125% de la corriente a carga plena del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a carga plena de los demás motores de grupo. Cuando los motores no funcionen simultáneamente a carga plena, se aplicará el factor de demanda que corresponda al régimen de operación.

### Carga Mixta.

Los conductores alimentadores que abastezcan carga de motor y también de alumbrado y/o aparatos de acuerdo con el artículo 6, deberán ser de calibre suficiente para la carga total del alumbrado y/o de aparatos más la corriente que corresponda a la carga de motores.

Protección contra sobrecorriente de motores.

Se refieren a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger motores, aparatos de control de motores y conductores de circuitos derivados que los abastezcan contra el calentamiento excesivo debido a sobre-carga de los motores.

Motores para servicio continuo.

Cada motor deberá protegerse contra sobrecarga de la manera siguiente:

- a) De más del caballo de potencia.- La protección deberá asegurarse haciendo uso de uno de los medios siguientes.

- Un dispositivo de sobre corriente separado, que actúe por efecto de la corriente del motor.- La capacidad ó ajuste de este dispositivo no deberá ser mayor del 140% nominal a carga plena.
- Un dispositivo protector incluido en el motor que actúe por efecto de la corriente ó de la corriente y la temperatura.

b) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado manualmente.

Cada motor que se arranque manualmente podrá considerarse protegido contrasobrecorriente que protege a los conductores del circuito derivado.

c) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado automáticamente. Deberá protegerse contra sobre corriente en la misma forma que los motores de más de 1 caballo de potencia, como se indica en a).

d) Secundarios de motor con rotor devanado.

Los circuitos secundarios de motor de corriente alterna con rotor devanado, incluyendo conductores, controladores, resistencias, etc. se consideran protegidos contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecarga del circuito primario del motor.

Servicio intermitente.- Un motor que lleve carga intermitente ó variable se considera protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de sobre corriente de circuito derivado, si este se protege a no más de 400% de la corriente nominal a plena carga del motor.

Periodo de arranque.

Si es arrancado manualmente, la protección contra sobre carga puede excluirse del circuito durante el periodo de arranque siempre que el dispositivo que lo excluya no pueda dejarse en la posición de arranque. el motor podrá considerarse protegido contra sobrecorriente durante el arranque, si se coloca en el circuito fusibles ó interruptores automáticos de acción retardada, con capacidad ó ajuste no mayor de 400%. La protección contra sobrecarga del motor no deberá suprimirse durante el periodo de arranque si el motor se arranca automáticamente.

Fusibles.

Si se usan fusibles para la protección de sobrecarga del motor deberá intercalarse en cada conductor no conectado a tierra.

Dispositivos que no sean fusibles. La tabla siguiente señala el número mínimo de unidades de sobrecorriente, tales como bobinas de disparo, relevadores ó elementos térmicos que se permiten y su colocación.

CLASE DE MOTOR	SISTEMAS DE ABASTECIM.	NUM. Y COLOCACION DE LAS UNIDADES DE SOBRECORRIENTE
Monofásico ó de C.D.	Bifilar y monofásico ó de C.D. no conectado a tierra.	Uno, en cualquier conductor.
Monofásico ó de C.D.	Bifilar, monofásico ó de C.D. un conductor conectado a tierra.	Uno, en el conductor no conectado a tierra.
Monofásico ó de C.D.	Trifilar, monofásico ó de C.D., neutro conectado a tierra.	Uno, en cualquiera de los dos conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico no conectado a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - un conductor conectado a tierra.	Dos, en los conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - neutro conectado a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Tetrafililar, trifásico, neutro conectado ó no a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera, excepto el neutro.

Numero de conductores desconectados por dispositivo de sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecarga del motor que no sean fusibles ó interruptores térmicos no polares, deberán desconectar simultaneamente todos los conductores no conectados a tierra.

Arrancador de motor como protección contra sobrecarga.

Un arrancador de motor también puede servir como dispositivo de protección contra sobrecarga, si el número de unidades de sobrecorriente concuerda con lo indicado en la tabla anterior.

Protección contra corto circuito. El dispositivo que se use para proteger a un motor contra sobre carga, tal como un interruptor-ó relevador térmico, no está construido para interrumpir un corto circuito, deberá protegerse instalando, además, fusibles ó un interruptor automático con capacidad ó ajuste de no más de 400% la corriente nominal a plena carga del motor, a menos que el dispositivo de que se trate esté construido y aprobado para protegerse por fusibles ó interruptor automático de mayor capacidad.

Motores en circuitos con lamparas ó contactos. Cumplir con lo referente a circuitos derivados ó varios motores, motores servicio continuo y protección con corto circuito.

Protección contra sobrecorriente de circuitos derivados para motores. Capacidad ó ajuste para motor individual. El dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque, pero su ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor, exceptuando los motores de cuatro amperes de corriente de plena carga, que se consideren protegidos por un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado de 15 amps.

Varios motor con un circuito derivado. Dos ó más motores pueden conectarse al mismo circuito derivado, bajo las condiciones siguientes:

- a) En un circuito derivado de menos de 600 volts, entre conductores, protegido a no más de 20 amps. , se puede conectar varios motores de no más de 1 caballo de potencia y de corriente nominal a carga plena, que no exceda de 6 amps. La protección individual contra sobre carga no es necesaria para dichos motores a menos que su arranque sea automático.
- b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con protección contra sobre carga, pueden conectarse a un circuito derivado, siempre que se cumpla con todas las condiciones siguientes:
  - I.- El circuito derivado debe estar protegido por fusibles que tengan una capacidad que no exceda de la especificada para el motor más grande conectado al circuito derivado, más las corrientes nominales a carga plena, de todos los demás motores conectados al circuito.



II.- Cada dispositivo de sobre carga y cada controlador de motor necesita será apropiado para instalarse con la protección contra sobre corriente del circuito derivado.

III.- Los conductores de cualquier derivación que abastezcan a un solo motor, no necesitan tener protección individual, siempre que cumplan con cualquiera de los requisitos siguientes: (1) que la corriente permisible de los conectores que vallan al motor no menor que la de los conductores del circuito derivado, ó (2) Que la longitud de los conductores de la derivación no excedan de 10 mts., y que su corriente permisible no sea menor que la requerida para el motor ni menor que un tercio de la corriente permisible en el circuito derivado.

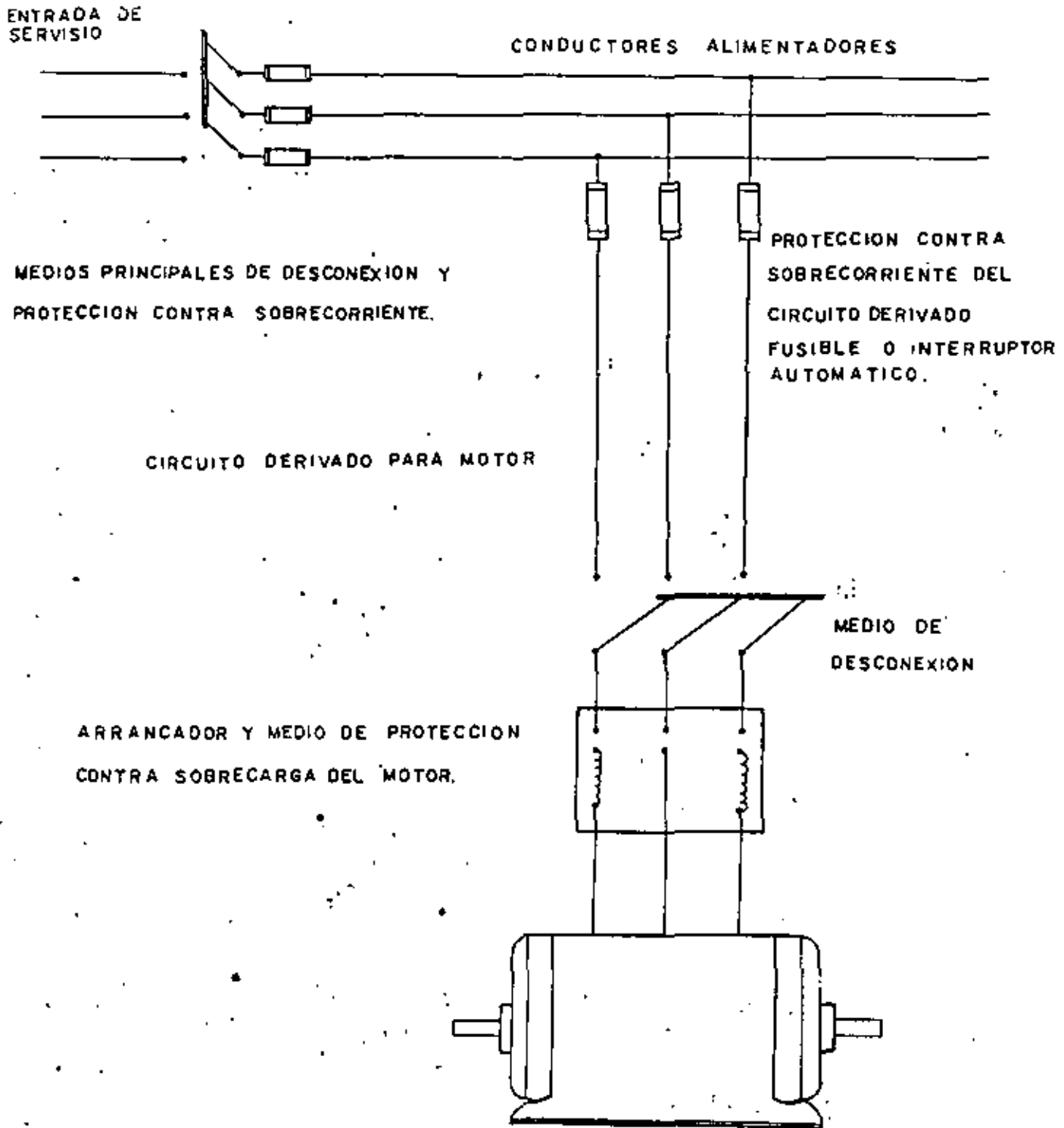


DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR.

## PROTECCION DE CARGAS.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar lo siguiente:

Energía eléctrica aprovechable.- Los equipos que usan energía eléctrica pueden tener características muy variadas que requieren condiciones de suministro definidas, tales como tensión, frecuencia, número de fases, corriente alterna ó corriente directa, regulación de tensión etc. etc.

Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones máximas de consumo.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe tener la capacidad necesaria la demanda máxima de la planta; por tanto debe considerarse el incremento de la demanda debido a ampliaciones y cargas futuras.

Energía donde se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también cable y conduit para distribuir la energía eléctrica a los puntos de consumo. Debe considerarse la adaptabilidad necesaria en estos componentes para tomar cargas futuras y para permitir cambios en la localización de dichas cargas.

Energía cuando se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también de seguridad, así como contactores, también magnéticos, como las "válvulas" del sistema de distribución, para alimentar ó interrumpir la energía.

Protección para el personal de operación y mantenimiento.-

Es muy importante tomar en cuenta, al proyectar un sistema de distribución, la protección adecuada contra errores de operación, así como defensas que eviten el contacto accidental del personal con conductores y partes vivas de los elementos del sistema.

Protección automática a los circuitos para condiciones anormales de funcionamiento.-

Los dispositivos de protección de circuitos deben ser seleccionados de modo que interrumpan las sobre cargas ó cortos circuitos que pudieran presentarse

## PROPORCIONAR ENERGIA ELECTRICA APROVECHABLE

Las compañías suministradoras, generalmente, entregan la energía al cliente industrial en la forma que esta es más económica para transmitirse. Muy a menudo la tensión de transmisión es más elevada que la que el cliente puede usar. Una ventaja de la alta tensión es que ocasiona pérdidas de transmisión mínimas. Además, la tensión de transmisión alta presenta otra ventaja para la C. F. E. y Cía. de Luz así como para el cliente: Reduce la variación de tensión en el punto de utilización (La diferencia entre la tensión cuando no hay carga y la tensión cuando hay carga plena en el sistema).

Cuando se conectan las cargas al sistema, la tensión del mismo "cae". El bajo voltaje ocasiona que los motores se sobrecalienten y, por esa razón fallen prematuramente. También es causa de que los equipos electrónicos funcionen erráticamente y, así mismo, da lugar a una baja eficiencia de alumbrado.

Por otro lado cuando se desconectan las cargas del sistema, la tensión sube. El sobre voltaje causará mayores exigencias en el mantenimiento del equipo electrónico, así como una reducción en la vida útil de las lámparas. Al conectar y desconectar las cargas al sistema, habrá variación en el voltaje.

estas variaciones causan cambios molestos en el nivel del alumbrado aumentan el porcentaje del rechazo de las etapas de producción, así como otros efectos indeseables en el control de los procesos. Por consiguiente, una de las características principales que la energía eléctrica debe tener para que sea aprovechable, es que se ha suministrada con una estabilidad adecuada de su tensión.

PROPORCIONAR CAPACIDAD ADECUADA PARA SUMINISTRAR ENERGIA EN  
CONDICIONES MAXIMAS DE CONSUMO.

El sistema de distribución debe tener suficiente capacidad para satisfacer la demanda máxima. Sin embargo, un sistema que tiene apenas la capacidad necesaria en la actualidad será, un sistema que tiene apenas la capacidad necesaria en la actualidad será, muy probablemente, insuficiente en un futuro cercano. Puesto que las provisiones necesarias para el equipo del sistema de distribución y los circuitos correspondientes se incorporan al diseño del edificio, el cual, una vez construido, es difícil modificar el pasar por alto la capacidad requerida en el futuro puede ser una omisión sumamente cara.

El uso de la electricidad en los edificios comerciales y en las plantas industriales esta creciendo a un ritmo muy acelerado, - sin que puedan apreciarse signos de que decrezca en el futuro. - Mayores cargas de alumbrado, nuevas máquinas de oficina y el -- equipo de aire acondicionado necesario para eliminar el calor -- adicional disipado en un edificio, contribuyen al crecimiento -- de la demanda en edificios comerciales.

Asimismo, el ritmo de crecimiento de la tensidad de carga eléctrica, en areas de manufactura es bastante similar, debido a -- las prácticas modernas de alumbrado con mayores niveles de -- iluminación, a máquinas más rápidas y al crecimiento de la automa -- tización. La carga en las plantas industriales varia considera -- blemente, dependiendo del tipo de manufactura y grado de -- avance en los procesos; ya que al aumentar la productividad del traba -- jador, se aumentan las necesidades de energía eléctrica, resul -- tando mayores demandas en las areas de manufactura.

Un sistema con capacidad insuficiente es la causa de una mala -- regulación de voltaje, lo cual ocasiona un alumbrado defectuoso, mayor mantenimiento, baja productividad del personal y del equi -- po y reducción en la vida útil del sistema de distribución y de -- las máquinas eléctricas. Además, la capacidad inadecuada de un -- sistema limita lastimosamente las posibilidades de modernizar las -- instalaciones y de usar equipo y máquinas modernas.

### III.- PROPORCIONAR ENERGIA DONDE SE REQUIERE

Se usan ductos y cables en conduit para llevar la energía eléctrica a los aparatos que la usan. Los ductos se usan, principalmente, en sistemas de baja tensión, y el cable se emplea ampliamente en todos los niveles de tensión usados en sistemas de distribución.

Las Cías. suministradoras transmiten la energía eléctrica desde puntos distantes en alta tensión entre los dos extremos de la línea. Los clientes industriales pueden reducir a menudo la caída de tensión ventajosamente en una manera similar, dividiendo la planta ó el edificio en "area de carga" y distribuyendo la energía a cada una de dichas areas.

Como ya se ha dicho, las necesidades futuras deben preverse cuando se proyecta un sistema de distribución. En la misma forma, los cambios probables en la localización de las cargas debidos a modificaciones de los procesos de manufactura, así como a nuevas máquinas que representan cargas adicionales, - deberán ser previstos. Una manera conveniente de proporcionar la flexibilidad necesaria en un sistema de modo que satisfaga los cambios en forma económica,

## 2.- MEDIO DE CONTROL.

- A) Dispositivos de control para alumbrado,
- B) Circuitos alimentadores.

### PROPORCIONAR ENERGIA CUANDO SE REQUIERE.

La "válvula" del sistema eléctrico de distribución es el interruptor ó el contactor, Con objeto de suministrar la energía eléctrica cuando se necesita, estos dispositivos deben llevar las siguientes funciones:

- A) Conducir la corriente normal del circuito sin sobrecalentarse.
- B) Desconectar sin peligro el circuito bajo condiciones normales ó anormales a voluntad del operario.

### CONDUCCION DE LA CORRIENTE.-

La capacidad normal de un dispositivo de conducir la corriente del circuito esta determinada, principalmente, por el límite de temperatura de operación permitida para dicho dispositivo. Los aparatos para protección de circuitos son también conductores y, por tanto, actúan como tales; la corriente que fluye por ellos eleva su temperatura. Puesto que los cambios instantáneos de la intensidad de la corriente que circula por los dispositivos no producen a su vez cambios instantáneos en la temperatura de los mismos, los aparatos de protección de circuitos pueden manejar sobrecargas momentáneas. Es por esta razón por lo que estos aparatos pueden satisfacer las condiciones de sobrecarga que exceden su capacidad de trabajo continuo las cuales se presentan debido al arranque de los motores, características de los ciclos de operación de los motores y a la corriente inicial de lámparas ó dispositivos electromagnéticos. Desde el punto de vista de operación, los incrementos momentáneos de corriente, debidos a las causas anteriores, se consideran normales y el dispositivo de protección del circuito debe tener la capacidad suficiente para manejarlos.

### INTERRUPCION DE LA CORRIENTE.-

Básicamente, en todos los circuitos eléctricos, la corriente no deja de fluir en el instante en que el interruptor se abre. La inductancia del circuito obliga a la corriente a continuar circulando a través del claro formado por los-

contactos del interruptor en la forma de un arco eléctrico, Conforme los contactos del interruptor se abren, el arco se hace mas largo y, finalmente, se extingue debido a que la tensión es insuficiente para sostenerlo.

El interruptor básico de navajas se abre y se cierra a una velocidad que depende de la rapidez con que lo accione el operario. A pesar de que a este tipo de interruptor se le clasifica con una capacidad de conducción continua de corrientes este no tiene clasificación ó especificación de corriente al cerrar ó al abrir las cuchillas. Los dispositivos que pueden abrir y cerrar con carga, se diseñan generalmente de modo que sus contactos abran ó cierren a una velocidad que es independiente de los movimientos del operario. Para lograr este efecto, los mecanismos de dichos dispositivos se llaman "contacto rápido, apertura rápida ó mecanismos de "energía acumulada". La acción del mecanismo se lleva a cabo acumulando energía en un resorte, la cuál es entonces liberada cuando se requiere para abrir ó cerrar los contactos rápidamente.

El contactor para arrancadores magnéticos debe ser capaz de llevar a cabo su operación en forma rápida, confiable y repetidamente. Muy a menudo, debe abrir y cerrar sus contactos bajo carga eléctrica muchos miles de veces durante su vida útil. Este tipo de contactor debe soportar interrupciones de corriente que sean hasta seis veces la corriente normal de trabajo que es lo que ocurre cuando el motor que controla se sobrecarga ó se atora.

En el caso de interruptor de "contacto rápido" y apertura rápida, la velocidad de cierre y de apertura de los contactos del arrancador magnético son también independientes del operario. En los arrancadores magnéticos, el cierre rápido se obtiene por medio de un conjunto electromagnético y en los arrancadores manuales por un mecanismo de resorte, semejante al que se usa en un apagador ordinario. La operación rápida en estos arrancadores manuales se obtiene liberando la energía de un resorte ó por la acción de dicho mecanismo usado en los apagadores.



El interruptor termomagnético ó el interruptor de cuchillas que se usan en unarrancador combinado no es normalmente accionado por el operario para cerrar ó abrir el circuito del motor que controla. En este caso los dispositivos mencionados se usan para desconectar el circuito de carga cuando se va a hacer una reparación al equipo, dando así protección al electricista. Asimismo su función es proporcionar, además, la protección al circuito contra cortos circuitos. Sin embargo, el interruptor termomagnético ó de cuchillas puede ser cerrado por algún descuido bajo condiciones de corto circuito y rápidamente abrirlo antes de que el fusible haya tenido tiempo de fundirse. También puede ocurrir que el dispositivo sea abierto bajo condiciones, tales como circuito de alumbrado, es normal que los interruptores abran y cierren con carga, por lo que en dichas aplicaciones existe también la posibilidad de que el interruptor se cierre ó se abra bajo condiciones de sobrecarga ó corto circuito. En todos estos casos, el interruptor termomagnético ó de cuchillas debe ser capaz de operar satisfactoriamente y con seguridad, sin riesgo alguno de daños al equipo ó a los operarios. Los dispositivos de protección de circuitos que han sido satisfactoriamente probados y que pueden satisfacer las condiciones de trabajo arriba indicadas, son los siguientes:

Interruptores termomagnéticos en caja moldeada,

Combinaciones de interruptores termomagnéticos y fusibles.

Limitadores de corriente.

Interruptores de cuchillas combinados con fusibles.

PROPORCIONAR PROTECCION PARA EL PERSONAL DE OPERACION  
Y MANTENIMIENTO.-

La satisfacción de los cuatro fundamentos de la seguridad en las aplicaciones de equipo eléctrico reducirán grandemente el número de accidentes que resultan en quemaduras y electrocuciones.

Dichos fundamentos son los siguientes:

- A) El uso de equipo de interrupción con capacidad adecuada para interrumpir el suministro de energía a todos los circuitos bajo cualquier condición normal ó de emergencia que pudiera presentarse. Algunos dispositivos de interrupción, tales como interruptores de dos vías, de transferencia, etc., pueden ser usados, aunque no tienen capacidad interruptiva, siempre y cuando sean dotados de un enclavamiento ó entrelazado adecuado que no permita la apertura de estos dispositivos bajo carga.
- B) Ponganse todas las partes dentro de un gabinete metálico, el cuál debe estar conectado a tierra.
- C) Ponganse a tierra todas las corazas de las máquinas y aparatos eléctricos.
- D) No se haga ningún trabajo en equipo eléctrico que este energizado, cualquiera que sea la tensión.

Los primeros dos fundamentos de seguridad se satisfacen automáticamente cuando se especifica el equipo adecuado y se instala nuevo. Para satisfacer la tercera norma, se requiere poner en práctica los procedimientos adecuados de instalación. Y, para satisfacer la cuarta regla, basta con definir y poner en práctica reglas y procedimientos de mantenimiento adecuados.

PROPORCIONAR PROTECCION AUTOMATICA A LOS CIRCUITOS  
AL OCURRIR CONDICIONES ANORMALES DE FUNCIONAMIENTO

Las dos condiciones anormales más comunes son:

- A) Sobrecarga
- B) Corto circuito

Una sobrecarga ocurre cuando el equipo toma demasiada corriente durante un periodo de tiempo demasiado largo. Esta condición puede ser ocasionada por la operación defectuosa del equipo (tal como un motor con su rotor bloqueado), ó por la operación simultánea de un número anormal de aparatos eléctricos en un sistema de distribución.

Un corto circuito se presenta cuando una falla de aislamiento entre conductores ó entre un conductor y tierra. Se ha mencionado que los interruptores se usan para conectar y desconectar la energía eléctrica a voluntad del operario. Los interruptores termomagnéticos se usan también para proteger automáticamente contra condiciones anormales a los circuitos que alimentan. Puesto que los interruptores de cuchilla son operados exclusivamente por el personal, es natural que no abran automáticamente bajo condiciones anormales del circuito. Por consiguiente, normalmente se usan fusibles conjuntamente con este tipo de interruptores, los cuales proporcionan la protección automática requerida.

El interruptor ó los fusibles, cuyas capacidades son insuficientes, pueden ser precisamente la causa de consecuencias que pueden ser más serias que la falla eléctrica, tales como un incendio, destrucción del equipo ó lesiones al personal. Por tanto, en tratándose de dispositivos de protección de circuitos, es esencial seleccionarlos con características adecuadas. El dispositivo de protección de circuitos, cuyas características no satisfacen los requerimientos del circuito, puede ser comparado con los frenos defectuosos de un automóvil. Pueden ser capaces de funcionar correctamente en paradas normales, pero en caso de una emergencia verdadera, la destrucción y el daño que pueden causar son enormes.

Como se ilustra en la Fig. 1, la capacidad interruptiva de las cuchillas del interruptor excede el valor máximo de la corriente que debe interrumpir, puesto que el fusible limitador operará con corrientes por abajo de dicha capacidad.

Debido a que las diferentes clases y marcas de fusibles tienen características diferentes, deben usarse únicamente equipos combinados que hayan sido debidamente aprobados por sus fabricantes. Un interruptor combinado que no está debidamente coordinado puede estallar al ser operado en tal emergencia, cuando el operario está parado precisamente enfrente de él.

En otros casos se usan interruptores termomagnéticos combinados en forma combinada con fusibles, con objeto de suministrar protección completa a bajo costo a aquellos sistemas que requieren una gran capacidad interruptiva. El interruptor termomagnético interrumpe corto circuitos de pequeña cuantía mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortocircuitos según se muestra en la figura 2.

Los interruptores automáticos, así como los fusibles deben ser adecuadamente seleccionados para que puedan interrumpir con seguridad las sobrecargas y los corto circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados.

a) Capacidad continua de corriente. Está determinada por la carga normal máxima.

b) Capacidad interruptiva. Está determinada por la capacidad de corto circuito disponible en el punto del sistema en que se instala el interruptor.

La capacidad interruptiva (Capacidad de corto circuito) que debe tener el dispositivo protector está determinada por el sistema de distribución y no por la carga. Un tubo de agua que se ha roto es semejante a un corto circuito (Fig. 3). El gasto del agua que escapa es una función de la capacidad del depósito, de la presión del agua, y del diámetro y la longitud del tubo que llega a la rotura. es un sistema eléctrico de

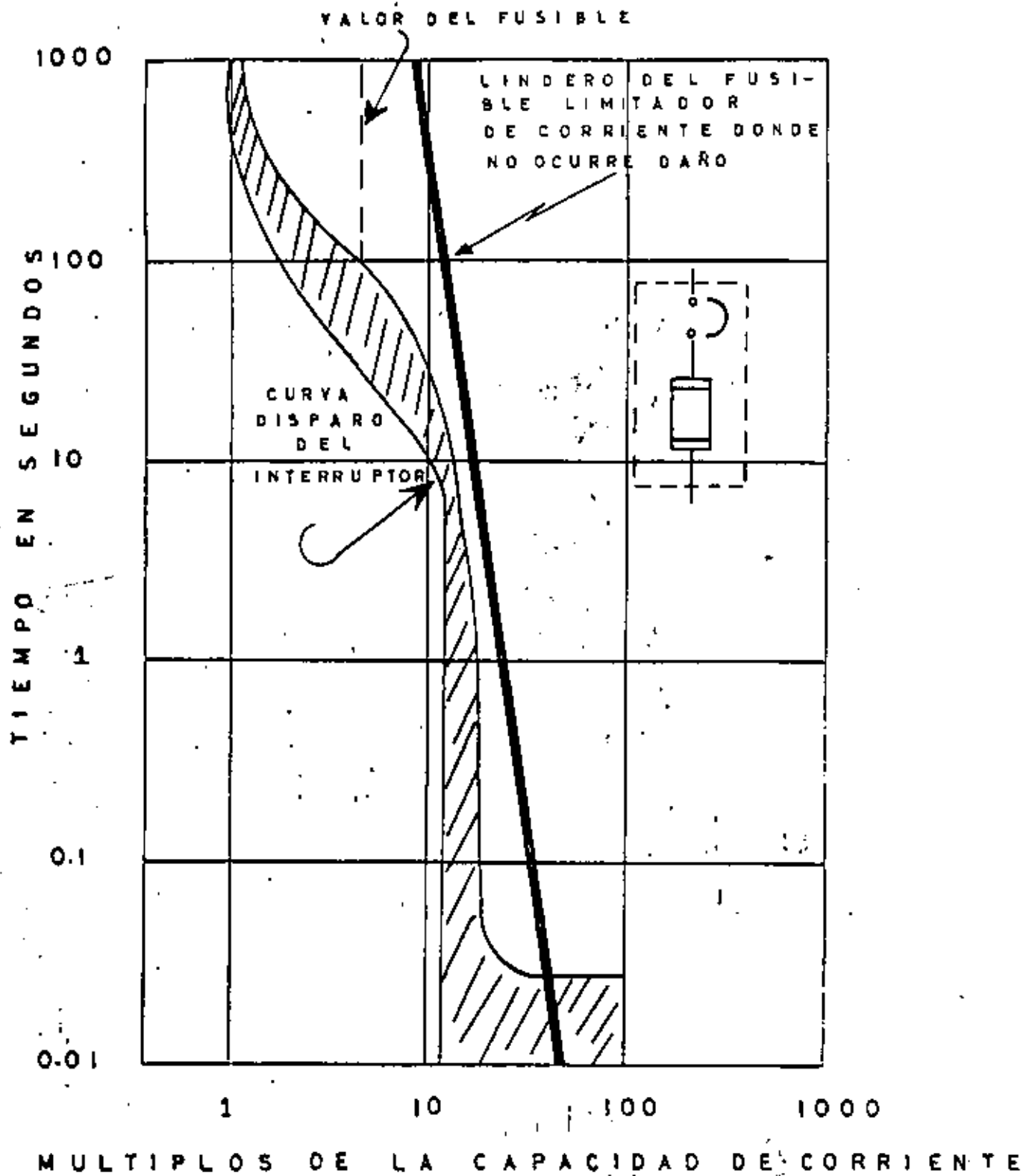
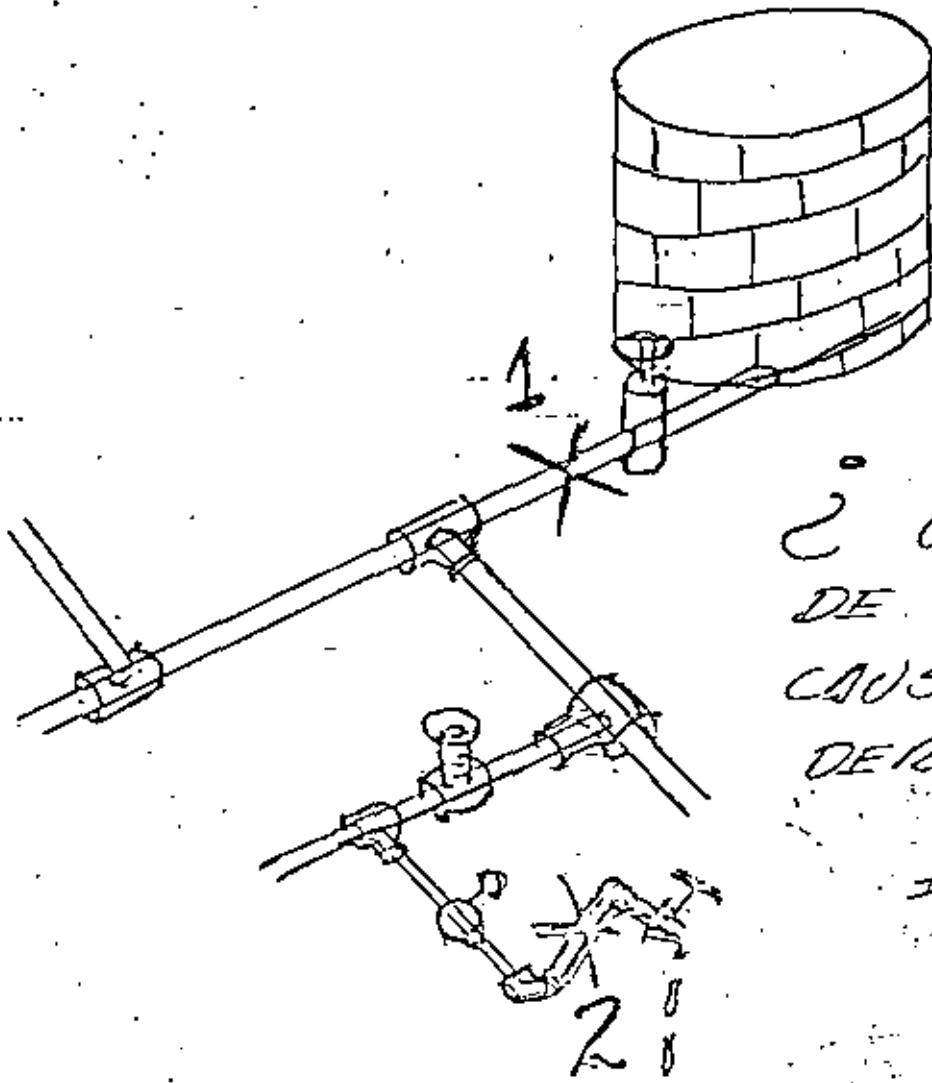


FIG N° 2



¿ CUAL ROTURA  
DE LA TUBERIA  
CAUSARA EL MAYOR  
DESEMBOQUE DE AGUA?  
EN "1" O "2"

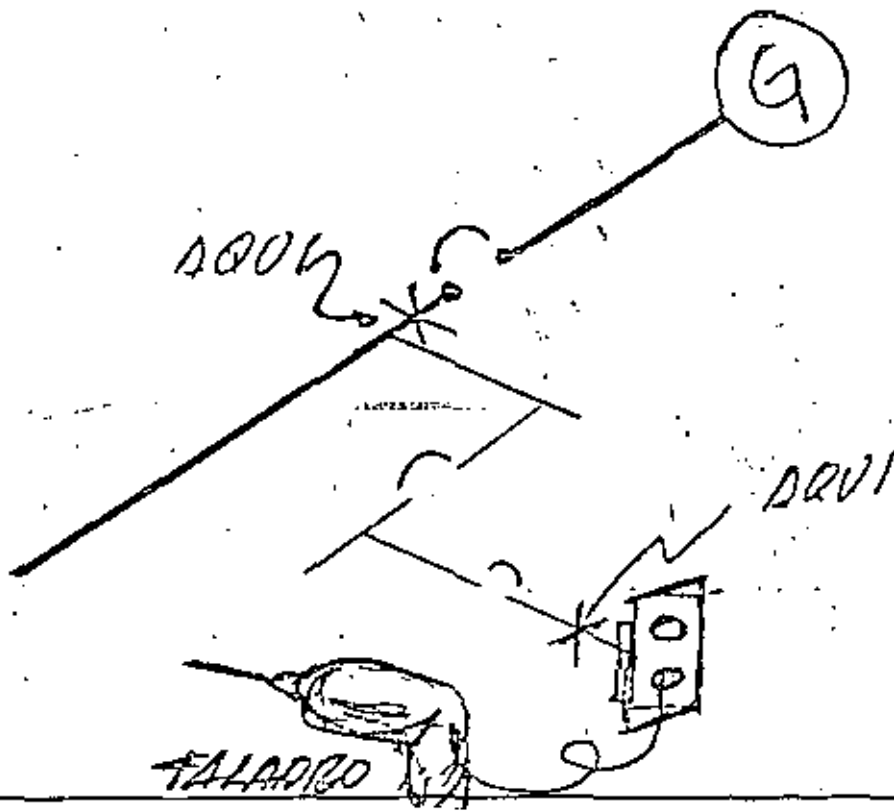


FIG. N° 3

Distribución la magnitud posible de la corriente de corto circuito está determinada por la capacidad del sistema de distribución, de la tensión eléctrica (PRESION), del tamaño de los equipos (Tales como ductos, cables, transformador) y la longitud física de los ductos y los cables (Largo de la tubería) hasta el punto del corto circuito. por lo tanto en los sistemas eléctricos la capacidad interruptiva requerida se determina por la corriente de corto circuito disponible en el lugar en que se encuentra escalado el dispositivo de protección del circuito.

Como un ejemplo sencillo considerese la fig. 4. Las cifras que se muestran en dicha figura han sido seleccionadas para facilitar el cálculo, más bien que como ejemplos de características reales en sistemas de distribución.

La impedancia que limita el flujo de la corriente de carga normal es principalmente la impedancia aparente del motor cuyo valor es de 20 OHMS. Al ocurrir un corto circuito en el punto "F", la única impedancia que limita el flujo de la corriente de corto circuito es la impedancia del transformador de 0.1 OHMS comparada con 20 OHMS del motor. por consiguiente la corriente de corto circuito es:

$20/01. = 200$  veces la corriente normal. = a mil amps.

a menos de que el interruptor "A" sea capaz de interrumpir 1000 amps; la corriente de corto circuito continuará circulando causando grandes perjuicios.

#### DONDE SE ORIGINAN LAS CORRIENTES DE CORTOS CIRCUITOS .

Cuando se calcula el corto circuito disponible, es de extrema importancia que todas las fuentes que contribuyen al corto circuito se tomen en cuenta y que así mismo las reactancias de estas fuentes sean determinadas.

Hay tres fuentes básicas que contribuyen a la corriente total de corto circuito;

- 1.- Generadores.
- 2.- Motores sincrónicos, condensadores sincrónicos y convertidores sincrónicos.
- 3.- Motores de inducción.

PROTECCION DE SOBRECARGAS.

Como ya se mencionó anteriormente en la mayoría de los casos, la principal función protectora de un dispositivo protector de circuito es precisamente la proveer protección adecuada a los elementos del mismo. El interruptor termomagnético de un arrancador magnético para motores, por ejemplo, se provee principalmente para dar protección de corto circuito. Sin embargo, se incluye comunmente otro dispositivo de protección que evita que el equipo de utilización se dañe debido a sobre cargas. El arrancador de un motor, por ejemplo, lleva incorporados unos relevadores térmicos de sobre carga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetalico. Cuando el motor sufre una sobre carga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cual, al circular por los relevadores de sobre carga, calentar el elemento bimetalico despues de cierto tiempo, a la temperatura que hace que este abra los contactos del relevador, deteniendo en esta forma el funcionamiento del motor. con objeto de que la protección contra sobre carga del motor sea efectiva, esto debe ocurrir antes de que el aislamiento del motor llegue a una temperatura que lo perjudique. Es un sistema de distribución, los motores, los arrancadores y los cables se seleccionan con capacidad suficiente para manejar las corrientes de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo no está alimentada al valor máximo continuo del motor o de cualquier otra carga, sino que incluye ciertos incrementos en exceso de la corriente normal, tales como los que ocurren durante el arranque del motor. Puesto que los motores toman aproximadamente seis veces su corriente normal durante el arranque, pueden sobrecalentarse y dañarse si por alguna razón no pueden arrancar, o aún si su periodo de aceleración resulta demasiado largo, a menos de que sean desconectados del sistema. así mismo, los elementos del circuito que alimentan el motor se sobrecalientan, lo cual puede ocasionar daños a los aislamientos, dando lugar a corto circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.



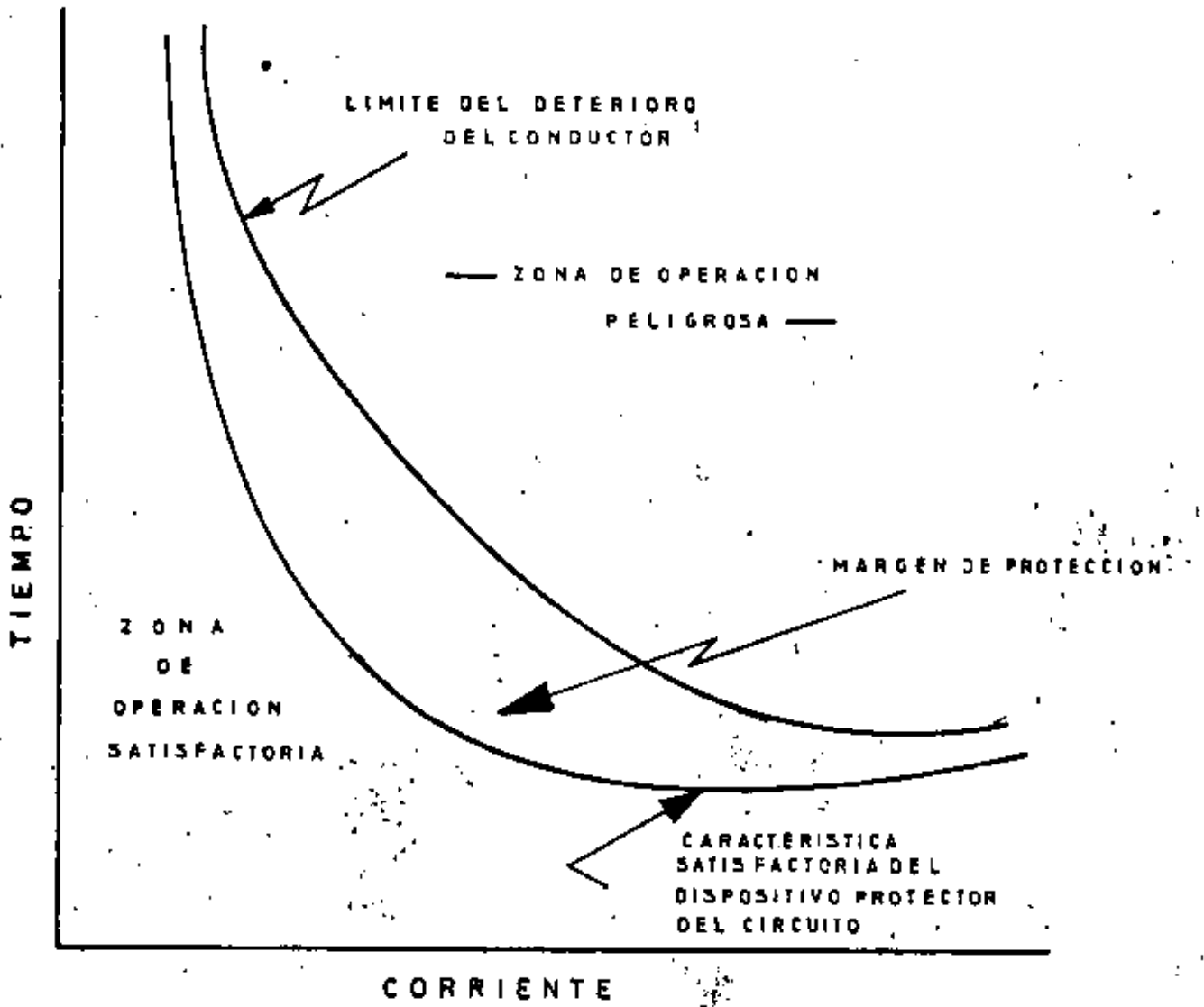
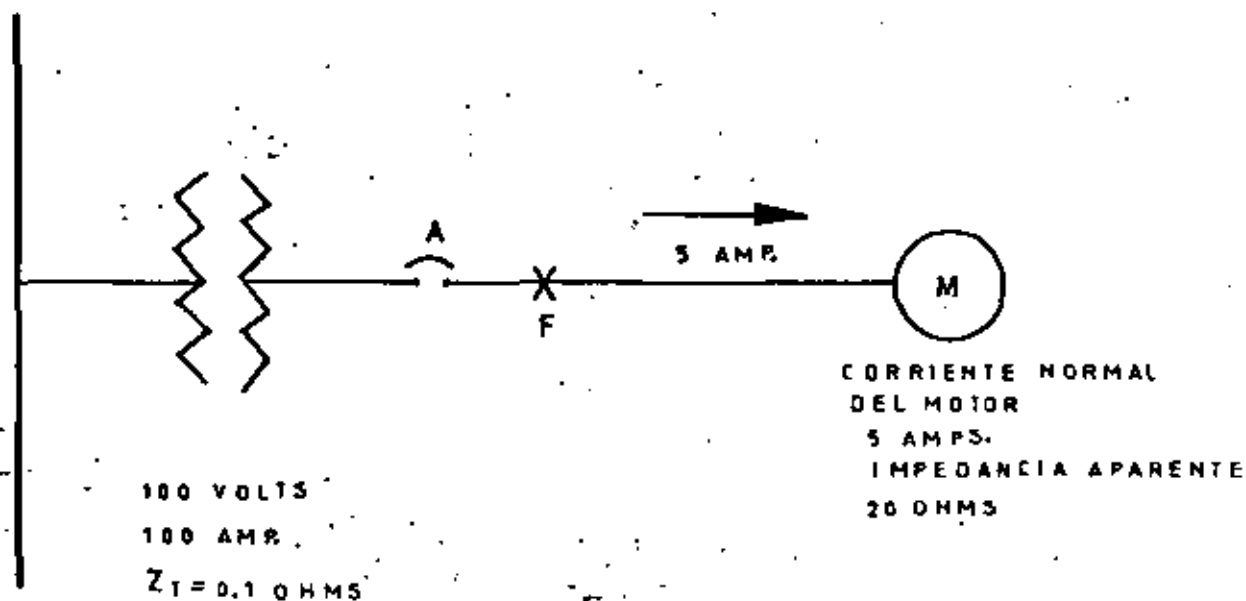


FIG. No 5



LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO  $\frac{20}{0.1} = 200$  VECES LA CORRIENTE NORMAL  $200 \times 5 = 1000 \text{ A.C.C.}$

$$\frac{E}{Z_T} = \frac{100}{0.1} = 1000 \text{ AMPS.}$$

SI EL INTERRUPTOR "A" ES CAPAS DE INTERRUMPIR 1000 AMPS. CORTARA EL CIRCUITO Y NO CAUSARA DAÑOS

FIG. No 4

Cuando un circuito alimenta varias cargas, este puede sobrecalentarse si todas ellas experimentan su demanda máxima al mismo tiempo. Esta condición es semejante a la que se presentaría si se conectaran demasiados aparatos domésticos simultáneamente, a los enchufes de una casa. Los circuitos no se calculan normalmente con capacidad suficiente para manejar todas las condiciones extraordinarias de carga, tales como las que se han mencionado debido al costo adicional que tendrían. Por consiguiente el circuito debe estar protegido contra la posibilidad de que dicha contingencia se presente y, como resultado la característica de disparo por sobrecorriente. Esta característica debe caer al lado izquierdo de la curva de operación segura de los conductores del circuito como se muestra en la figura 5, de modo que el circuito se desconecte precisamente antes de que sus conductores se sobrecalienten. Una función muy conveniente que debe darse al proteger un circuito es la de proveer "Una segunda línea de defensas"; lo cual deberá operar en caso de que la protección primaria no funcione, o en el caso de que la corriente exceda la capacidad de la protección primaria. Un interruptor que se combina con un arrancador magnético, proporciona esta función de protección secundaria. Por ejemplo, su característica de tiempo de disparo ó de función se selecciona de modo que interrumpa la sobre corriente del motor solamente en caso de que el relevador térmico de sobrecarga no funcione. Este tipo de protección es la de que este no dispare innecesariamente.

El hecho de que ocurran disparos innecesarios pueden ser causado por lo que se ha usado un dispositivo protector de circuitos cuya capacidad continua de corriente no es adecuada para conducir la corriente a plena carga del circuito en temperaturas ambientales más elevadas que la temperatura ambiente de calibración original. También puede presentarse esta condición como resultado de la falta de coordinación de las características de disparo ó de función de los dispositivos protectores usados.

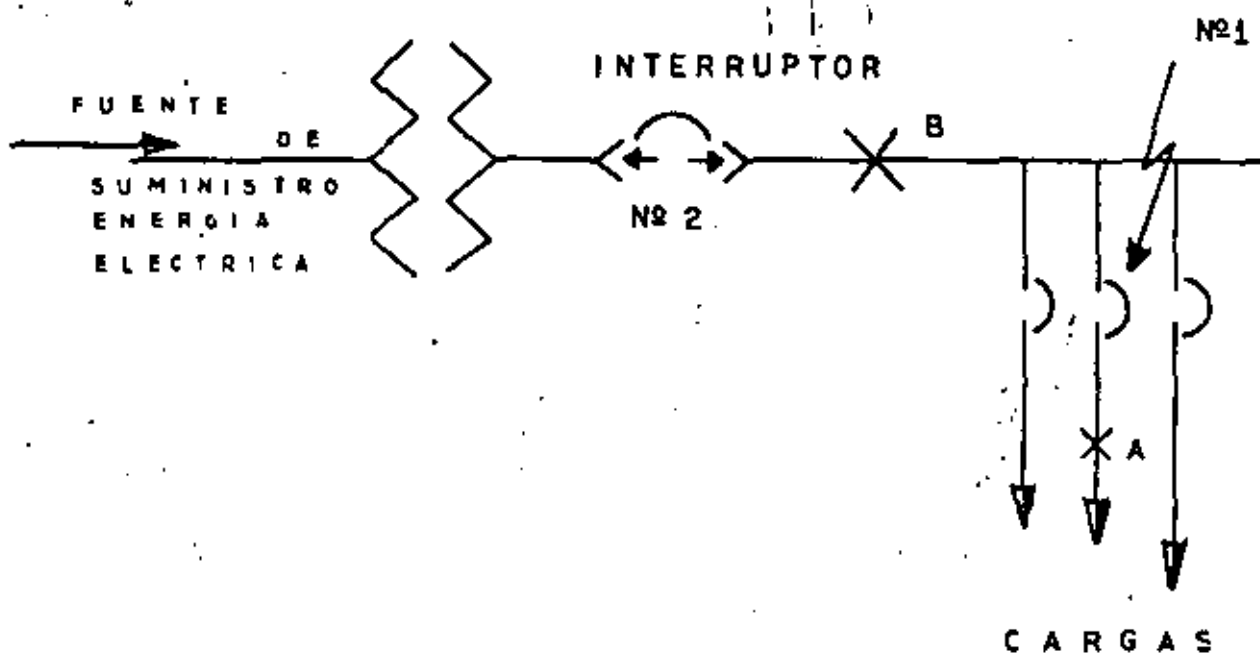


DIAGRAMA UNIFILAR DE  
UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS  
DERIVADOS

En este último caso, tomese como ejemplo el arreglo de los interruptores mostrado en la figura 6. El interruptor número uno se ha seleccionado con la capacidad suficiente para interrumpir una falla del "A". Por consiguiente el interruptor número dos debe tener una característica tal que no abra al ocurrir dicha falla en "A" excepto si es necesario que opere como protección de respaldo, de modo que la energía continuará siendo alimentada a los circuitos que no tienen falla. Pero una falla en "B", el interruptor número 2 debe interrumpirla.

Cuando este interruptor abra como se explica en este ejemplo, se dice que es "Selectivo" y por consiguiente, que está formulado con el interruptor número uno.

La coordinación entre interruptores es más comprensible cuando las curvas características de tiempo y corriente, que pueden obtenerse de los fabricantes, se comparan gráficamente.

#### DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.-

En la figura 7 se muestran equipos y aparatos que comunmente se usan en edificios comerciales y plantas industriales a simple vista, puede solamente apreciarse una porción relativamente pequeña del total de los componentes que forman el sistema de distribución.

Ocultos en las paredes, bajo el piso y en los techos se encuentran los cables y los ductos que conducen la energía eléctrica a las diferentes partes del sistema. Los gabinetes metálicos de las instalaciones modernas dificultan en cierto grado la identificación de los varios dispositivos que se encuentran instalados dentro de los mismos. Es por lo tanto necesario para el ingeniero el contar con algun esquema o cuadro que muestre el arreglo del circuito, el número de fuentes de energía, el tipo y tamaño de los alimentadores, la capacidad de los motores, los niveles de tensión eléctrica y otros muchos datos que describen con toda precisión a los sistemas eléctricos. Dicho "cuadro" da las respuestas a preguntas tales como, ¿ Que equipos será desenergizado cuando este interruptor se abra? ó así mismo ¿ puede alimentarse este motor desde otra fuente de energía?.

El "cuadro" ó esquema que permite al ingeniero entender el sistema de distribución se conoce con el nombre de diagrama unifilar. se le llama "unifilar" debido a que en el todos los conductores de cada circuito se representan con una sola línea, independientemente de que se trate de un sistema monofásico ó de uno trifásico. Se usan diferentes símbolos en los diagramas unilaterales, los cuales identifican en forma específica a los equipos eléctricos del sistema.

La línea que llega desde la fuente de energía termina en una mufa de donde pasa a un transformador a travez de un interruptor desconectador. del secundario del transformador, un interruptor deslizante alimenta a cuatro interruptores en aire tambien deslizantes, uno de los cuales es de reserva.

De la izquierda a la derecha el primer alimentador suministra energía a un centro de control para motores, en el cual se encuentran agrupados varios arrancadores magnéticos combinados. El segundo alimentador está conectado a dos tableros de alumbrado por medio de un ducto uno de dichos tableros, por medio de un interruptor fusible y, el otro, a traves de un interruptor fusible y un transformador.

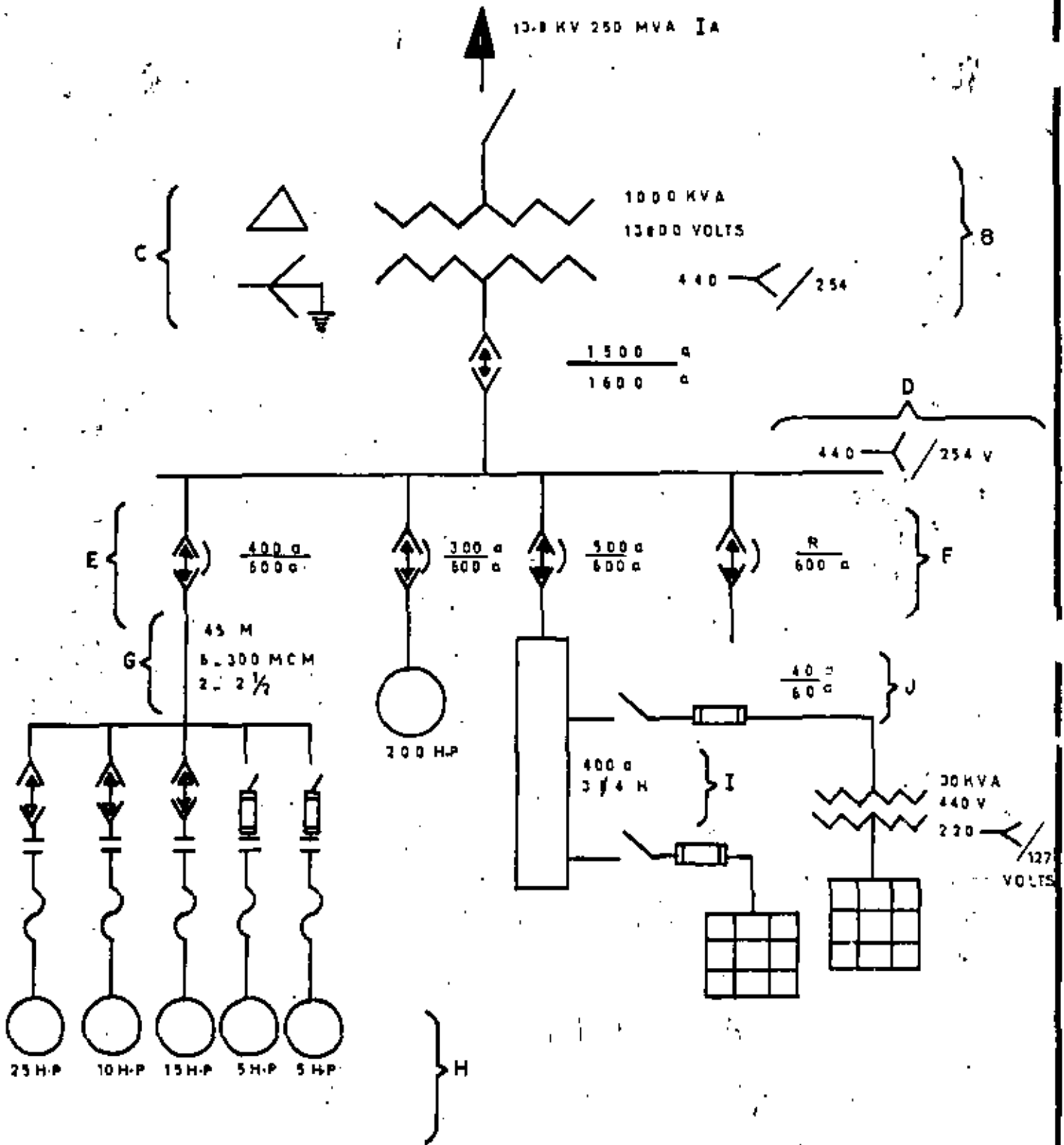


DIAGRAMA UNIFILAR

FIG. No 7

A.- Esta nota indica que el nivel de la tensión eléctrica de la fuente de energía es 13.8 KV (13,800 volts) y que al ocurrir un corto circuito firmemente entre las tres fases del alimentador de 13.8 KV, se presentará una energía de corto circuito con valor de 250Mva (250,000 KVA) disponible en el sistema de alimentación este valor corresponde a aproximadamente a 10,500 amperios en 13.8 KV. esta información determina la selección de los dispositivos de protección en ambos lados del transformador.

B.- Estas cifras definen las características del transformador siendo este de 1,000 KV, con primario de 13.8 KV. y secundario de 440 voltios entre líneas conectado en estrella y con 254 voltios entre línea y neutro.

C.- estos símbolos indican que el transformador está conectado en delta en el primario y estrella en el secundario, cuyo neutro esta conectado firmemente.

D.- Estas cifras identifican el nivel de tensión eléctrica del sistema

E.- Estas designaciones identifican la capacidad de los interruptores. la cifra 600, abajo de la línea, indica el tamaño del marco del interruptor y la cifra 400a, arriba de la línea, indica el valor de la corriente de disparo del elemento de operación.

Debido a que hay considerable superposición entre las características disponibles por corriente para los distintos tamaños nominales de interruptores en el mercado, ambas cifras se requieren para dar una descripción completa de los interruptores usados.

F.- Este es un interruptor de reserva, con un marco de 600 amperios, para el cual las bobinas de disparo no ha sido seleccionadas.

G.- Este es un alimentador que consiste en seis cables de 300 MCM, dos por fase, en dos conduits de 2. 1/2" el alimentador es de 45 mts. de largo .

H.- Indica las capacidades de los motores.

I.- Indica la capacidad del ducto, la cual es de 400 amperios, 3 fases, 4 hilos.

J.- Esta anotación de la capacidad del fusible (40Amps.) y la del interruptor es normalmente, la inmediata superior estandar con respecto al fusible, a menos de que pueda obtenerse un interruptor cuya capacidad sea la misma que la del fusible.



## 2.- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA. CIRCUITOS ALIMENTADORES: El Arrancador.

### ARRANCADOR MAGNETICO

El arrancador magnético está formado por un contactor que permite abrir y cerrar respectivamente los circuitos, millones de operaciones en condiciones normales y anormales en caso de sobre corriente que no sobrepase el valor de corriente ó rotor bloqueado: 10 veces la corriente nominal.

Si al contactor se le adaptan portablemente y elementos térmicos de protección de sobre carga a fin de interrumpir ó abrir los contactos cuando la corriente del motor sobre pasa la nominal en el valor ajustado que protege al motor evitando se queme, procediendo a verificar y corregir la anomalía que causa la sobrecarga.

El arrancador magnético puede ser accionado manualmente a través de una estación de botones dispositivo piloto; termostato, presostato, electronivel, etc. Así mismo mediante una protección de sobrecarga, bajo voltaje, alto voltaje, rele direccional, de falla de fase, protección de tierra, etc.

A fin de proteger el circuito el motor contra estos problemas.

Se puede clasificar:

- A.- Funcionamiento.- Manual, automático a tensión plena a voltaje reducido.
- B.- Forma de extinguir el arco.- El aire, aceite, gas a presión ó en vacío.
- C.- Finalidad.- De protección, seccional, selector de mando.
- D.- Medio ambiente.- En tablero, en gabinete; a prueba de polvo; de agua, corrosión ó explosión.
- 1.- Arrancador a tensión plena.- Bajo condiciones apropiadas de carga, tamaño de motor, tensión, se puede utilizar para arrancar el motor.

El motor puede soportar una corriente de arranque de 800% y procedera a girar, pero hay que considerar los problemas que pueden causar a la máquina por accionar, si esta puede dañarse y causar disturbios en la línea en cuyo caso un arrancador a voltaje reducido será más adecuado y necesario. Por lo tanto no solo nos limita la capacidad del motor que sea mayor de 10 H.P., para considerarlo.

- 2.- Arrancadores manuales.- Adecuados para motores de hasta 7.5 H.P., 3 fases, que operan continuamente ó tienen pocas interrupciones.

No tienen protección de no voltaje y por lo tanto el sobrecalentamiento del motor por esta causa, no lo protejera.

Así mismo las interrupciones del suministro de la energía por parte de la cía. de Luz al normalizarse: Arrancarán al motor y si es peligroso para el personal, reglamentar su operación ó evitarlo. Para ventiladores y equipos que conbiene que operen continuamente es ideal.

3.- Arrancadores a voltaje reducido:

- A) De resistencias .- Se tiene pérdida de energía.
- B) Tipo autotransformador.- Limita la corriente en el arranque y da lugar a mayores pares de arranque (En estrella ó en delta abierta). Pudiendo ajustarse según el caso para reducir el voltaje en 80%, 65% ó 50%.
- C) Devanado de partido.- Para cargas ligeras: la aceleración es suave.
- D) Estrella diagonal delta.- Limitado, equivalente al 57% del tipo autotransformador y se proporciona un 33% del par de arranque.

4.- Elementos térmicos.- Que se utilizan para dar la protección de sobrecarga, se tienen varios tipos:

- A) De aleación que al sobrecalentarse y fundirse, mueve un engrane, que suelta el trinquete.
- B) Tipo de resistencia.
- C) Tipo bimetalico.- Directo ó indirecto.

Normalmente su ajuste máximo es de 125% de la corriente nominal del motor. Considerando que el motor está diseñado para un factor de servicio de 1.15 y una sobre elevación de temperatura de 40°C.

Para otro tipo de motores es recomendable ajustar los elementos térmicos a 115%.

Al seleccionar los elementos térmicos es de considerar el factor de potencia al cual opera y si se instala una capacidad para corregirlo al lado de la carga deberá tenerse cuidado que el factor de potencia no se aumente a más de la unidad conveniente 95% .

En el caso de arrancadores a voltaje reducido no deberan instalarse del lado de la carga por el peligro que presenta la viación de voltaje. Ver fig. no. 9.

FIGURA No. 9

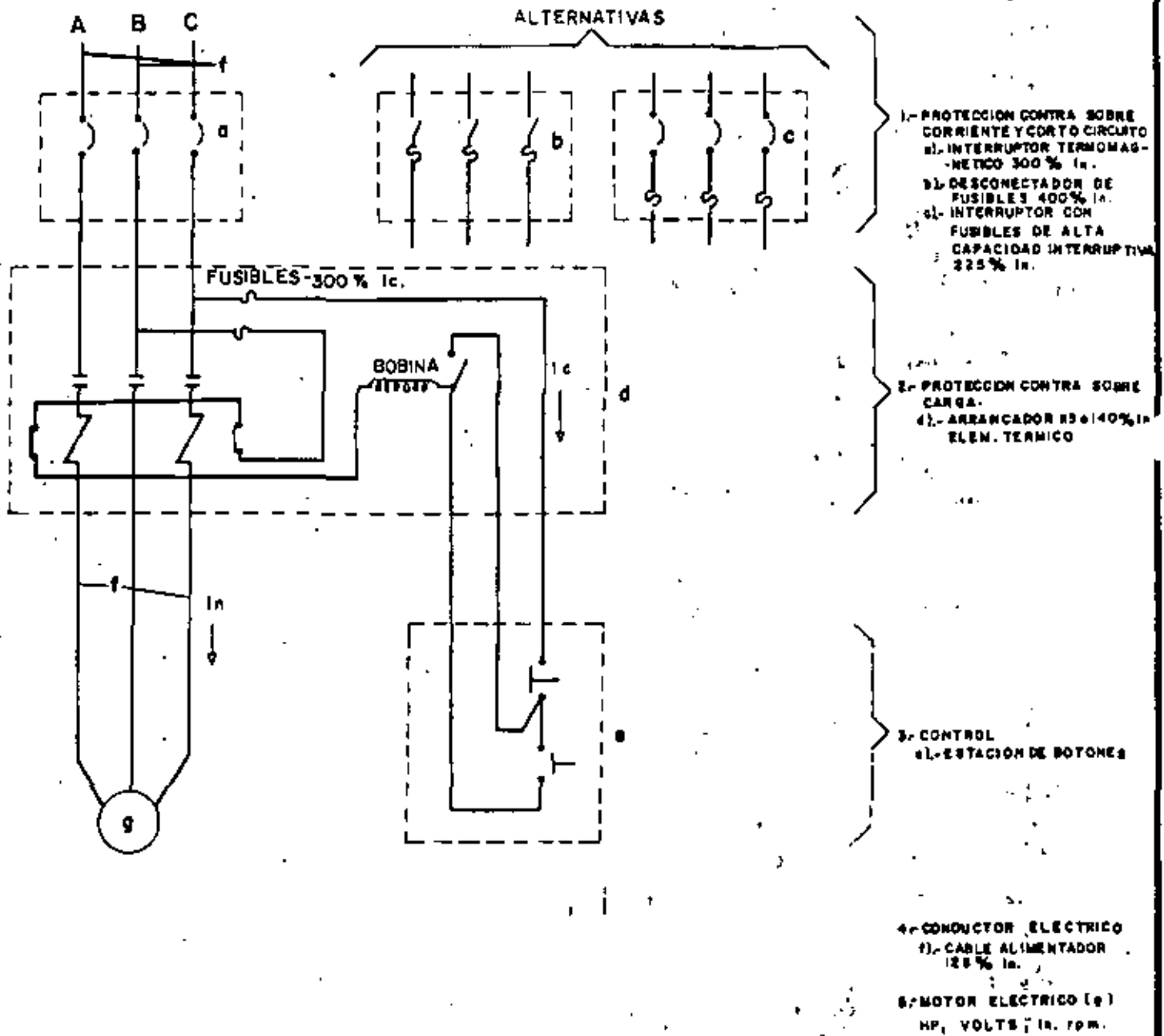


DIAGRAMA ELECTRICO.  
PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO.  
CORTOCIRCUITO - SOBRECORRIENTE - SOBRECARGA.

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO  
CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION COMPLETA

Ver la figura No. 10

Secuencia d- la operación.-

Sí apretamos el botón de arrancar (A), instantaneamente se cierra el contacto de sello (C.S.), se energiza la bobina (B), se cierran los contactos de la bobina (C.B.) quedando - el motor conectado a la línea.

El motor quedará protegido por:

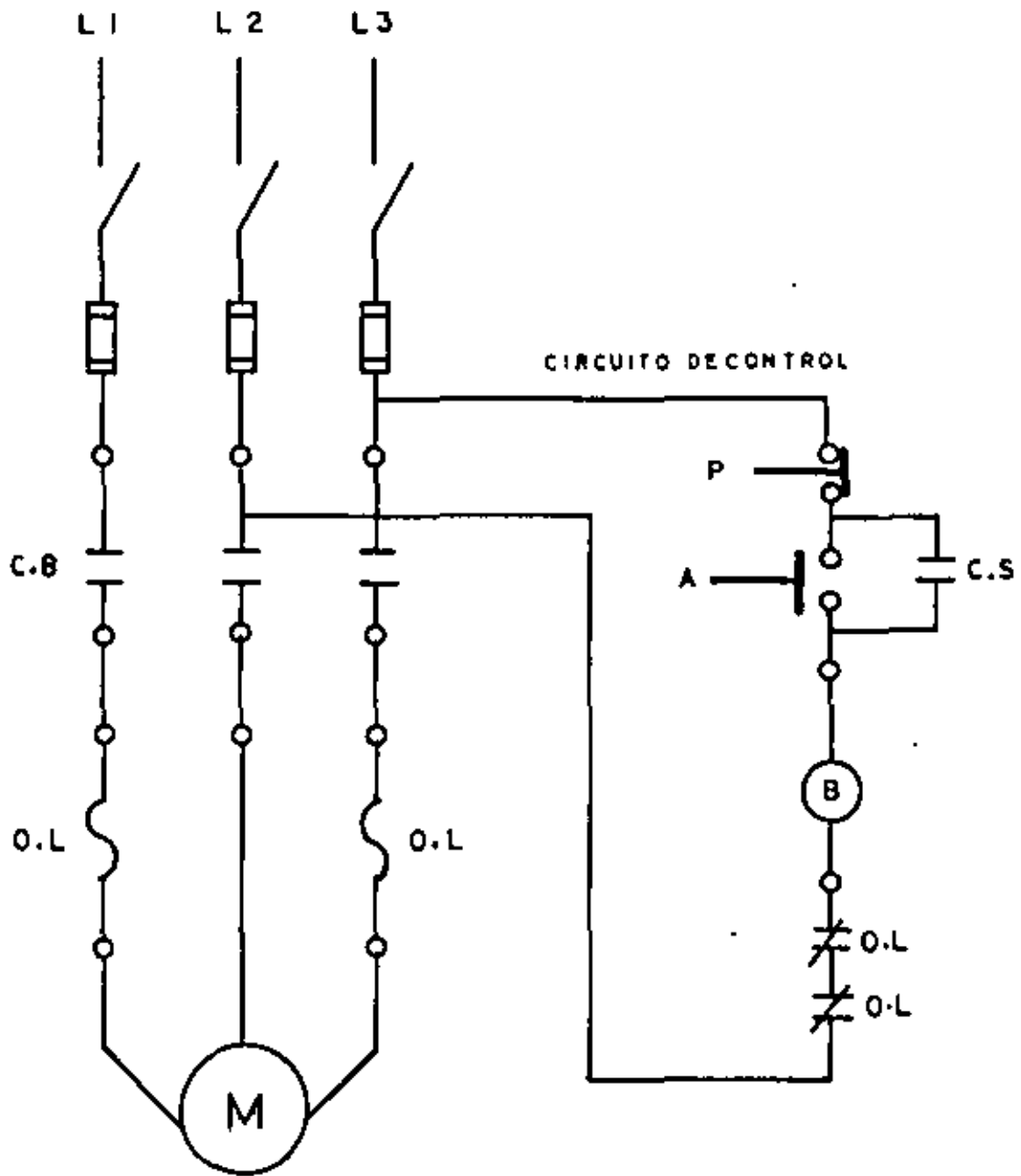
Elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga -- (OVER LOAD) (OL).

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO  
CON ARRANCADOR MAGENETICO A TENSION REDUCIDA

Ver la figura No. 11

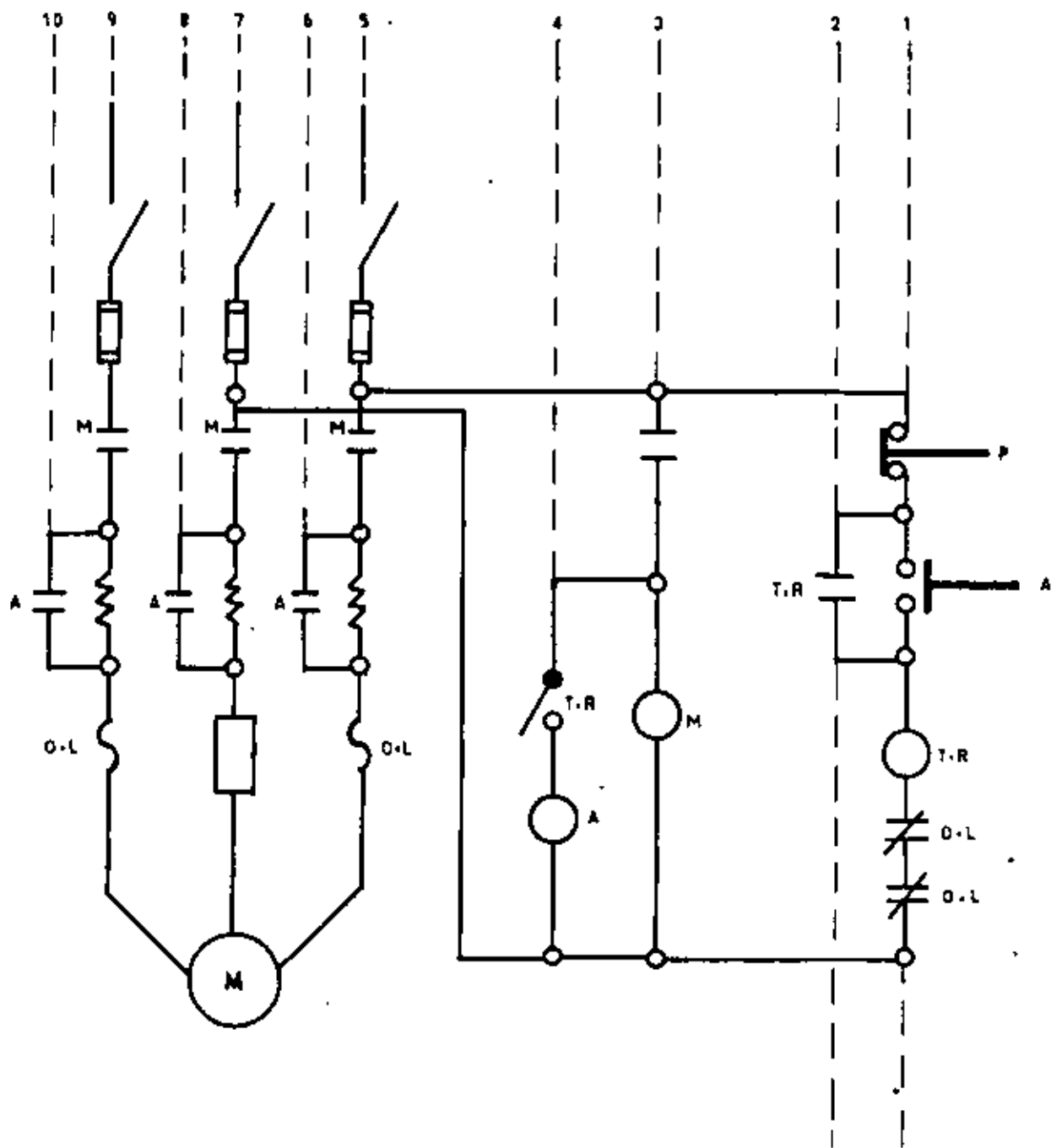
Secuencia de la operación.-

Al oprimir el botón de arranque, (A), se energiza la - bobina (TR) en el eje 1, la cuál cierra los contactos instan- taneos (TR) en los ejes 2,3, el contacto en 2 es de sello ó en clave, el contacto en 3 energiza la bobina (M), la que -- cierra sus contactos en 5,7 y 9 quedando el motor alimentado a través de las resistencias, las que provocan una caída de tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión re- ducida. El mismo contacto en el eje 3 deja preparado el cir- cuito para que el contacto (TR) en el eje 4 que es el contac- to de tiempo retardado del relevador de tiempo, al cerrar -- energiza a la bobina (A) la que a su vez cierra sus contac- tos (A) en los ejes 6,8 y 10 quedando así el motor alimenta- do a la tensión de la línea.



ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

FIG. No 10



ARRANCADOR MAGNETICO  
A TENSION REDUCIDA

FIG. No 11

APLICACION TIPICA DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES

ELECTRICAS

La familiarización y la comprensión cabal del reglamento de obras e instalaciones eléctricas, así como del "NATIONAL -- ELECTRICAL CODE" requiere mucho estudio de dichos documentos, el cuál está fuera del propósito de este curso. Sin embargo, es conveniente tener un concepto general de la forma como -- estos reglamentos se aplican, por lo que el siguiente ejemplo se presenta con este propósito. Debe recordarse que ambos documentos contienen solamente las provisiones básicas y mínimas -- que se consideran necesarias para operación de los sistemas y aparatos eléctricos con un grado de seguridad satisfactorio.

Supóngase que un cliente ha adquirido un motor de inducción de 20 caballos de potencia, el cuál deberá operar en 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos. Puesto que este motor deberá -- conectarse al sistema de distribución, deberán seleccionarse los conductores, la protección contra sobrecarga de motor y la protección para el circuito mismo.

En vista de que la selección apropiada de estos componentes es necesaria para proteger al personal de los riesgos que el uso de la electricidad presenta, el reglamento de obras e -- instalaciones eléctricas así como el "NATIONAL ELECTRICAL CODE" indican los requerimientos mínimos para el alambrado y la protección de este circuito,

1.) CARACTERISTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas características del motor, las cuales se encuentran en su placa de datos.

- A) Potencia del motor: 20 Cp.
- B) Tensión del motor: 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos.
- C) Diseño del motor: GE tipo K, diseño nema B, par de arranque normal, corriente de arranque normal.
- D) Corriente a plena carga: 25.8 amps.

2.) TIPO DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

El segundo paso incluye la determinación de los conductores que el cliente desea usar en el circuito. El cliente ha -- especificado en este caso lo siguiente:

- A) Tres conductores de cobre, con aislamiento termoplástico, - en tubo conduit.
- B) Temperatura ambiente máxima: 40°C.

3.) CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

- A) El artículo 11 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas trata sobre los conductores adecuados y las condiciones bajo las cuales van a ser usados. Por otro lado,

se especifica que "la corriente permisible - en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante, no será menor de 125% de la corriente nominal a carga plena del motor."

Capacidad del circuito derivado =  $1.25 \times 25.8 = 32.2$  amp. (min).

- B) La tabla No. 2 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas muestra las capacidades de los conductores a una temperatura ambiente de 30°C. Para su uso en ambiente de 40°C, la continuación de la misma tabla muestra los factores de - corrección para temperaturas mayores de 30°C, el cuál es de 0.82 para nuestro caso. Usando la columna No. 3 para conductores con aislamiento termoplástico seleccionamos un conductor de calibre No. 8 AWG.

Corriente permitida =  $40 \text{ amp.} \times 0.82 = 32.8$  amp. (adecuado)

- C) Compruébese la caída de tensión en el alimentador cuando el motor opera a plena carga. En el artículo 6, inciso 2 del - reglamento de obras e instalaciones eléctricas, se especifica que, " la caída de voltaje desde la entrada del servicio hasta el último punto de la canalización correspondiente, - la carga no deberá ser mayor de 4% para cargas de aparatos y motores". Si la caída de tensión calculada resulta mayor de este valor, considerese un calibre más grande para los - conductores.



4.) REGLAMENTO DE SOBRECARGA

El reglamento de obras e instalaciones eléctricas indica que "la capacidad ó el ajuste de este dispositivo (de sobrecorriente) no deberá ser mayor del 140% de la corriente nominal a plena carga "Sin embargo, este porcentaje indica la tolerancia máxima que puede aceptarse siendo normalmente aceptado por los fabricantes de los motores con 40°C, de sobre elevación de temperatura, que el dispositivo de sobrecarga no dispare a más de 125% de la corriente a plena carga del motor. Está misma cifra se menciona también en el nec, - artículo 430-32.

Capacidad de sobrecarga =  $1.25 \times 25.8 = 32.2$  amps. (máximo).

5.) SELECCION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE PARA UN ALIMENTADOR QUE SUMINISTRA A MOTORES.

A) A partir del reglamento de obras e instalaciones eléctricas especifica la forma en que debe protegerse los circuitos que alimentan a varios motores. La fracción que se refiere a la capacidad ó ajuste del dispositivo protector de sobre corriente del circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque; pero su capacidad ó ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor...

B) El código nacional eléctrico de los EE. UU. (NEC) es más estricto al respecto, aunque solo especifica la capacidad mínima y máxima del dispositivo de protección contra corto circuito permitiendo el diseñador la selección dentro de ambos límites de la capacidad requerida.

Capacidad mínima: El artículo 430-57, indica que, el interruptor... deberá tener una capacidad continua de 115% de la corriente nominal del motor a plena carga.

Capacidad mínima del interruptor =  $25.8 \times 1.15 = 30$  amp.

Capacidad máxima: Puede obtenerse esta cifra de dos maneras: en la tabla 430-146, en la línea de 26 amps. y bajo la columna cuatro, la capacidad máxima del interruptor es de 70 amps. el otro modo es por medio de la tabla 430-152 del mismo nec. para motores con letra código F (La cual aplica los motores-tipo K), polifásicos, de inducción, con arranque a pleno voltaje, la capacidad máxima del interruptor es de 250% de la corriente a carga máxima ó la capacidad estandar inmediata superior.

$I_{max.} = 25.8 \times 2.5 = 65 \text{ amps.}$

Capacidad máxima del interruptor = 70 amps.

cualquiera de las capacidades normales en que se fabrican -- los interruptores es decir, 30, 40, 50, ó 70 amps., puede seleccionarse para esta aplicación de acuerdo con el nec. sin embargo, debido a que los interruptores termomagnéticos de caja moldeada son sensibles para temperatura ambiente y a que sus capacidades nominales son establecidas a una temperatura ambiente de 25°C, debe considerarse la temperatura ambiente a la cual el interruptor estará sometido y también los efectos de la caja ó cubierta dentro de la cual pueda hallarse instalado con objeto de evitar disparos innecesarios del interruptor.

#### Instalación eléctrica de motores

Ver fig. 8

Corriente a plena carga:

Es la corriente que consume un motor cuando está desarrollando su potencia nominal a la velocidad normal y por lo tanto influye las pérdidas mecánicas por fricción, las pérdidas magnéticas por histeresis y las pérdidas eléctricas en el cobre por efecto joule

A) Circuito derivado del motor.- Los conductores se calculan para un 25% de sobrecarga o sea para 1.25 veces la corriente a plena carga.

B) Protección del circuito derivado.- Los fusibles e interruptores automáticos para proteger el circuito derivado contra corto circuito debe resistir la corriente de arranque del motor que es varias veces la corriente a plena carga. Fusibles 300%.  
Interruptor aut. 250%

C) Desconectador del motor.- Este sirve para desconectar el motor y su control, para revisiones ó reparaciones y debe abrirse después de que haya parado el motor.

Su capacidad se calcula tomando 1.15 veces la corriente a plena carga.

- D) Protección del motor contra sobre carga.- Los elementos térmicos de acción retardada se calculan para una sobre carga del 25% ó sea 1.25 veces la corriente a plena carga. Siendo de acción retardada resisten la corriente de arranque momentanea del motor.
- E) Control del motor.- Este aparato sirve para arrancar y parar el motor y generalmente incluye los elementos tér micos (D) para la protección del motor.
- G) Control remoto del motor.- El control (E) del motor puede operarse desde otros lugares por medio de una estación de botones (G) conectado por medio de los conductores (F).
- J) Control secundario.- Para motores con rotor devanado y anillos rozantes, el motor se controla por medio de un reostato que puede estar cerca ó lejos del motor, el cual sirve para arrancar y variar su velocidad.

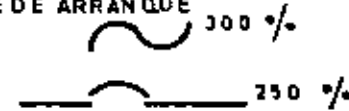
# INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES

$$\text{ALIMENTADOR } I = 1.25 I_{p.c.} \text{ MAYOR} + \sum I_{p.c.} \text{ OTROS MOTORES}$$



PROTECCIONES DEL CIRCUITO DERIVADO  
CONTRA C-C

$I =$  CORRIENTE DE ARRANQUE



$$I_n = I_{\text{ARRANQUE MAXIMO}} + \sum I_{p.c.} \text{ DEMAS MOTORES}$$

$I_{p.c.} =$  CORRIENTE A PLENACARGA DEL MOTOR

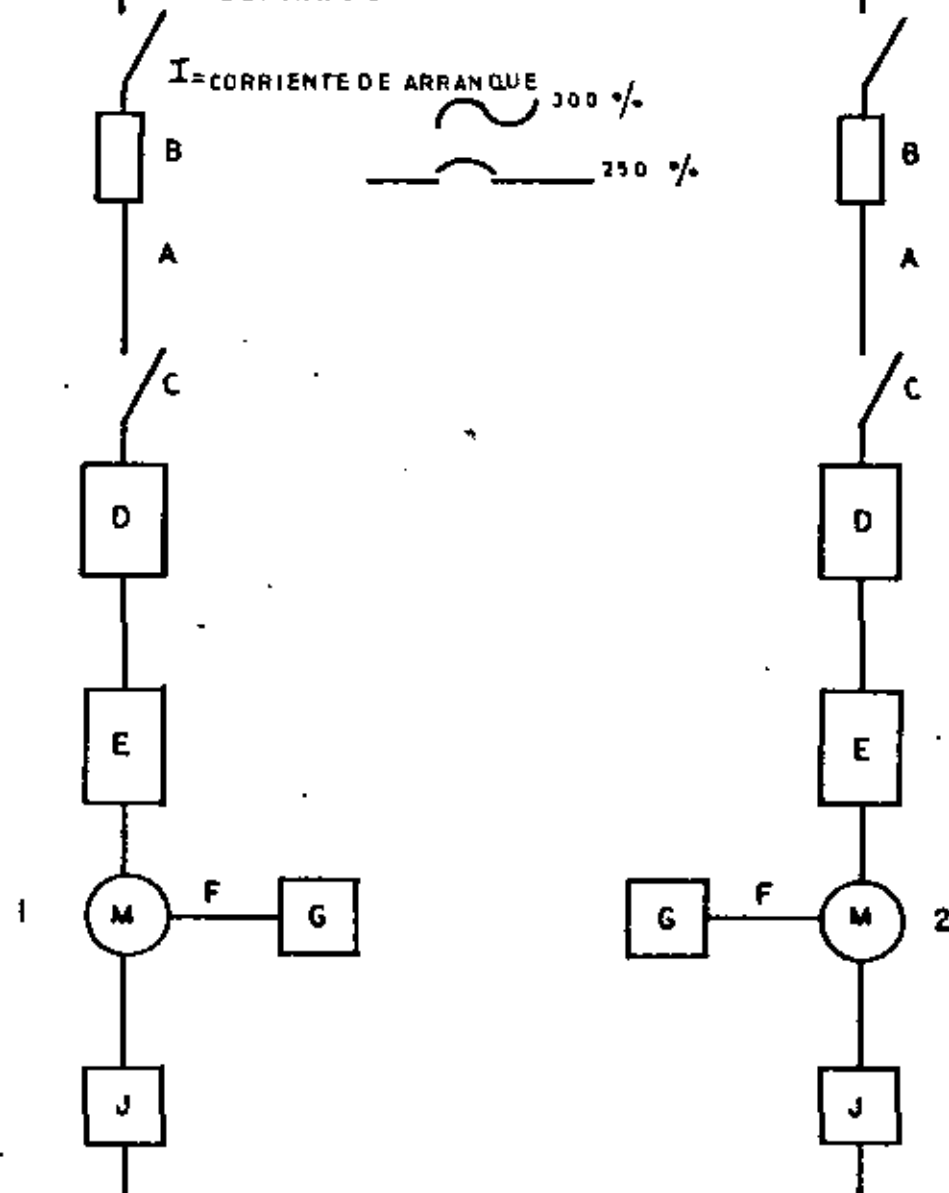
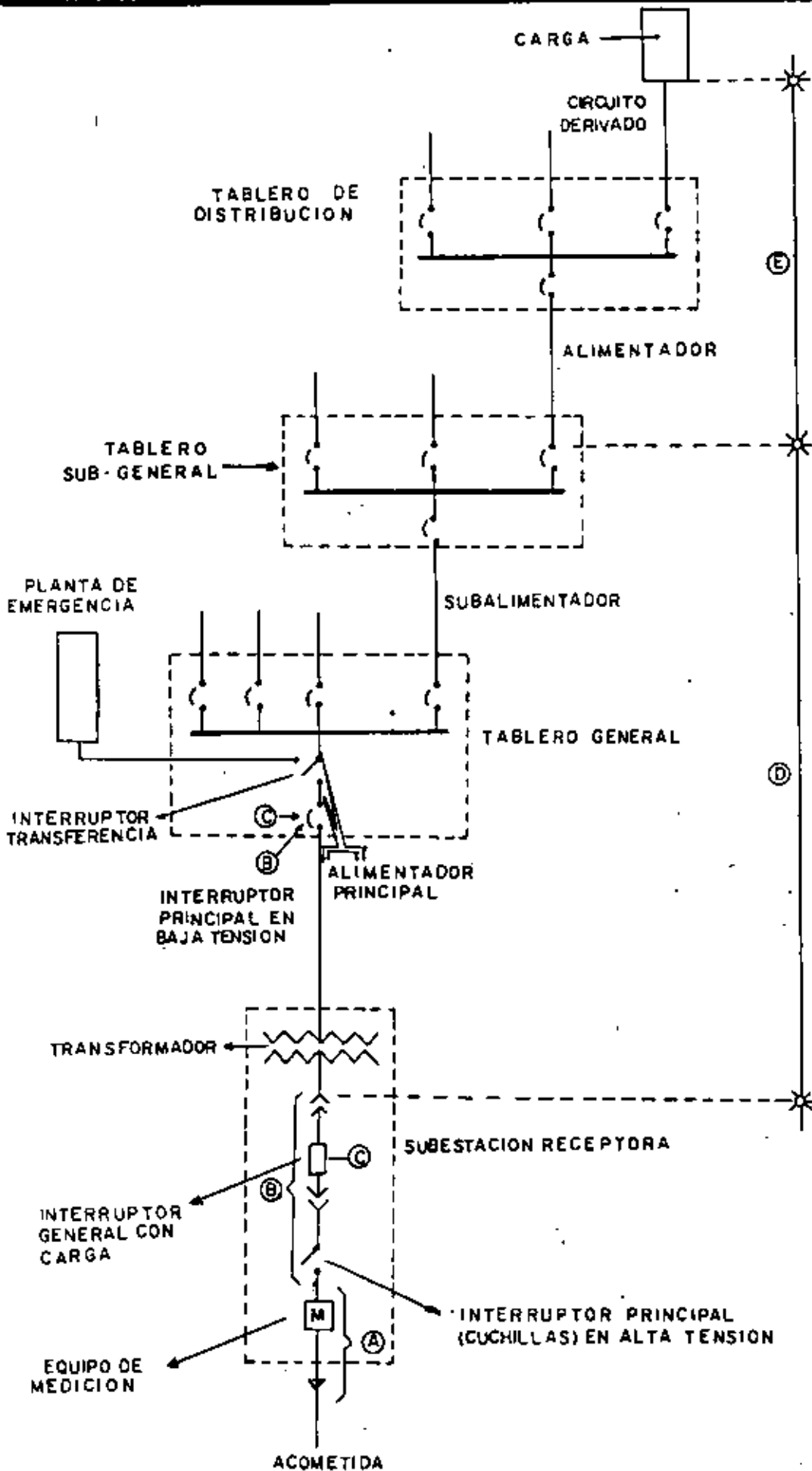


FIG. No 8



- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO.

A.- DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.-

LOS DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA ESTAN FORMADOS POR LAS "LINEAS DE SERVICIO", QUE SON LOS CONDUCTORES Y EL EQUIPO QUE SE USAN PARA EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA DESDE LAS LINEAS O EQUIPOS INMEDIATOS DEL SISTEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO, HASTA LOS MEDIOS PRINCIPALES DE DESCONEXION Y PROTECCION DE LA INSTALACION SERVIDA. QUEDAN PUES FORMADAS POR LA "ACOMETIDA" Y POR EL "EQUIPO DE MEDICION" DE LA CIA. DE LUZ.

B Y C.- DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL.

EL 2o Y 3er. ELEMENTO NORMALMENTE ESTAN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE DE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACION SERVIDA, ASI COMO UN MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.

D Y E.- SISTEMA DE DISTRIBUCION.

EL 4o. ELEMENTO, O SEA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION SE ACOSTUMBRA DIVIDIR EN PRIMARIO Y SECUNDARIO, DE ACUERDO CON LA CONDICION DE QUE EL VOLTAJE DE SUMINISTRO SE TRANSFORME O NO EN LA INSTALACION SERVIDA O AUN DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES PASOS QUE SE PLAN EEN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTÁ INTEGRADO POR:

## CENTROS DE DISTRIBUCION.

Es el que alimenta, protege, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios.

Clasificación: De acuerdo con la tensión los tableros pueden ser de alta tensión y de baja tensión.

TABLEROS DE BAJA TENSION: Deben cumplir con el art. 25 de ROEI. y 75.

### a) TABLEROS PRINCIPALES:

Tienen por objeto alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica dentro del area, donde se genere ó utilice.

Cuando un tablero este mejor diseñado a los usos a que se destine, se obtendrá un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, permitiendo economias es su consumo, continuidad en el servicio, protección a las personas y propiedad, a un costo mínimo del propio tablero.

Un tablero puede ser pequeño, para ser usado en una casa habitación, con capacidad de unos 1000 watts, ó bien, puede ocupar una area de varios metros cuadrados para grandes instalaciones industriales, donde se manejen muchos millones de watts.

Un tablero puede estar formado por una sección ó varias para facilitar su transporte y montaje, pero una vez unidas formaran un solo conjunto.

#### a.1) Componentes de un tablero.

- Los gabinetes son cajas metalicas o blindaje que tienen por objeto: montar el equipo eléctrico, de conexión, desconexión, medición y control; conectar interiormente ese equipo; protegerlo de la intemperie, del polvo ó de golpes; proteger las personas y a la propiedad de descargas eléctricas accidentales.

Los gabinetes se clasifican en dos tipos según la rudeza a que se sometan exteriormente.

TIPO INTERIOR: Son los tableros colocados en el interior de un edificio, bajo cubierta, sin que se vean afectados por la lluvia, la humedad, ó cualesquiera otros agentes físicos que los perjudiquen. Se fabrican con lamina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

TIPO EXTERIOR O INTEMPERIE: Para ser montados a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestos a la lluvia, al sol, al polvo y a golpes ocasionales. Se fabrican con lamina gruesa, de 3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaques de hule y sin dejar expuestos los aparatos.

- Barras. Las barras son los elementos de conexión entre el interruptor principal ó general y los derivados. En sistemas trifásicos se compone de tres barras, rectangulares de cobre electrolítico, con una conductividad eléctrica mínima de 99%. Las barras se calculan para una elevación de temperatura, a plena carga, de 30°C, sobre el ambiente de 40°C máximo.

Además de las barras principales, que van aisladas, a lo largo del tablero, en la parte inferior, se coloca otra barra de tierra, firmemente unida sin aislamientos, a los gabinetes.

Esta barra tiene por objeto, evitar poner en peligro de un choque eléctrico al operar que toque un gabinete cuando haya una falla de aislamiento. El tamaño de las barras y su número por cada polo se indican a continuación:



CAPACIDAD MAXIMA AMPS.	DIMENSIONES EN MM. Y PULG.		NUM. DE BARRAS EN PARALELO
200	6.3x25.4	1/4x1	1
400	6.3x38.0	1/4x1 1/2	1
600	6.3x50.8	1/4x2	1
800	6.3x50.8	1/4x2	1
1200	6.3x76.0	1/4x3	1
1600	6.3x101.6	1/4x4	1
2000	6.3x76.0	1/4x3	2
3000	12.6x76.0	1/2x3	2
4000	12.6x101.6	1/2x4	2

INTERRUPTORES: Los interruptores son la parte principal de un tablero. De la calidad y de su correcta aplicación depende la bondad del tablero. En México hay tres tipos de interruptores, que han ganado la aceptación de los usuarios: el termomagnético en caja de plástico; el electromagnético, y el de navajas con fusibles de alta capacidad interruptiva. Los interruptores termomagnéticos son los más prácticos por el pequeño espacio que ocupan, por poderse acomodar y conectar uno al lado del otro, y por ser económicos dentro de su funcionamiento seguro y eficiente. Se fabrican de 1 a 3 polos hasta 100 A. y de 2 y 3 polos hasta 2500A. Universalmente se usan ocho interruptores derivados y en muchos casos, cuando la selectividad de disparo del interruptor, no es factor muy importante, se usan como interruptores principales ó generales.

Los interruptores electromagnéticos son más robustos, capaces de un número mayor de operaciones sin reparaciones y susceptibles de ajuste del tiempo de apertura para permitir que en sobrecargas severas ó cortos circuitos se abran primero los interruptores derivados que alimentan el circuito donde exista la falla. Estos

interruptores son muchos más caros que los termomagnéticos.

Y se fabrican hasta capacidades de 6000 amps. y 100000 amps. asimétricos.

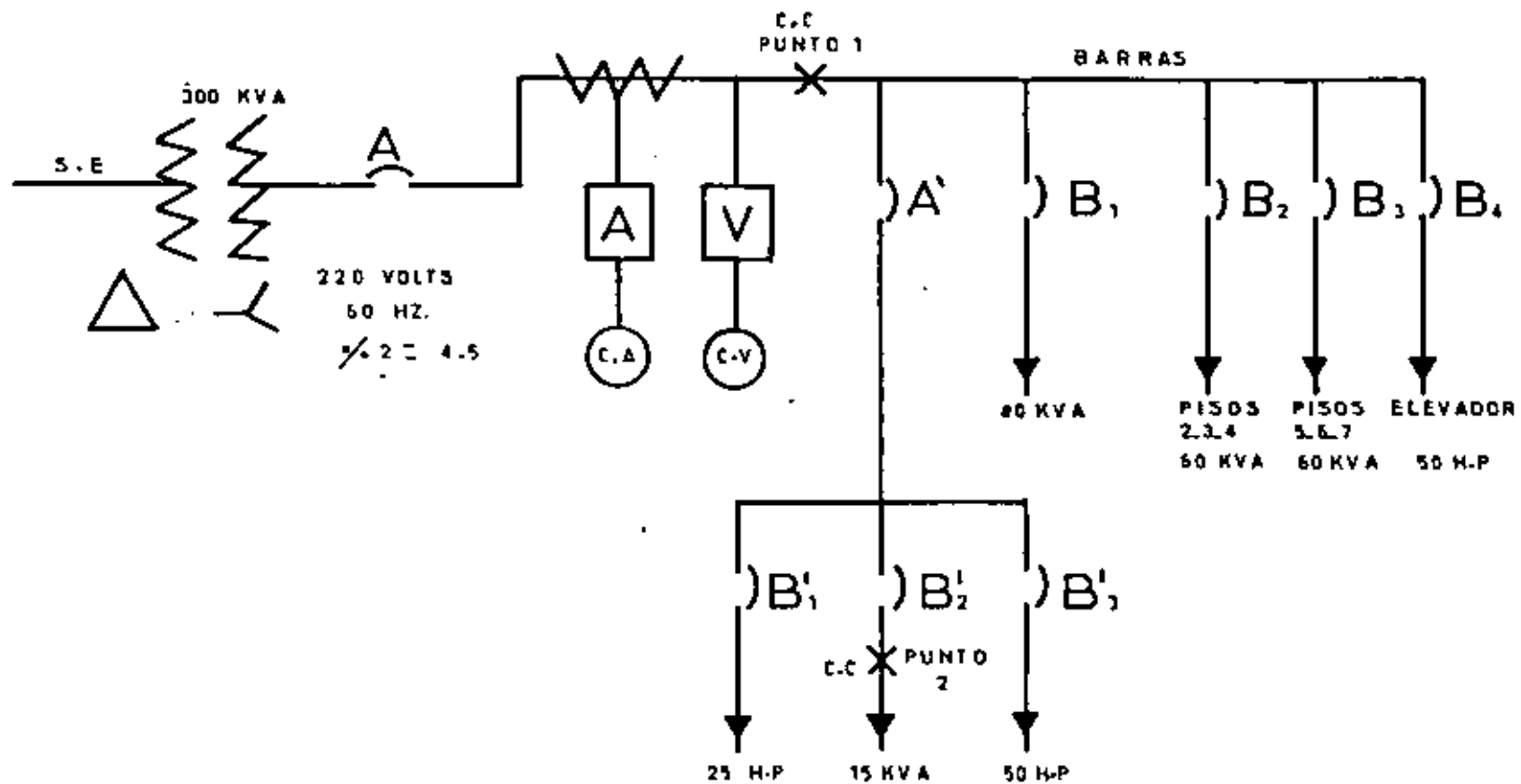
Los interruptores confusibles de alta capacidad interruptiva son económicos, pueden abrir corto circuitos de 200,000A., pero tienen la desventaja de no poder discriminar el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se colocan ó derivan de fuentes ó bloques de gran capacidad.

**INSTRUMENTOS:** Un tablero, para llenar su función, basta con tener los componentes descritos anteriormente: gabinetes, barras e interruptores. Sin embargo algunas veces para un mejor control ó mantenimiento cuando las instalaciones son importantes ó que genera la electricidad, conviene medir las características principales de energía eléctrica.

Los instrumentos industriales necesitan para su conexión dispositivos auxiliares. Generalmente en tensiones hasta 240 V. son -- para conexión directa, pero para 440 V., son necesarios transformadores de potencial (T. P.). Cuando las corrientes exceden de 50 A., se usan transformadores de corriente (T. C.). Cuando es necesario, con un solo instrumento, medir los tres aspectos que tiene un sistema trifásico se usan conmutadores (CM) aplicables para los ampérmetros y los vóltmetro.

Ampérmetros, vóltmetro, wattmetro, vármetro, frecuencímetro, -- medidor ó wattrímetro.

# DIAGRAMA UNIFILAR DE UN TABLERO



Diseño de un tablero principal

- a).- Haga un diagrama unifilar, con los componentes del tablero según las necesidades eléctricas del edificio.
- b).- Cálculense las capacidades normales en amperes del interruptor general y de los derivados.
- c).- Cálculense el corto circuito aproximado en el punto uno de la figura.

$$I_{cc} = \frac{I_n(\text{transformador}) \times 100}{4.5}$$

$$I_n = \frac{KVA \times 1000}{1.73 \times 220} = \frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790 \text{ amps.}$$

$$I_{cc} = \frac{790 \times 100}{4.5} = 17600 \text{ amps. de capacidad interruptiva.}$$

- d).- Calcular el corto circuito en el punto 2; aun es más desfavorable pues contribuyen a aumentar el corto circuito los motores que juntos suman 125 H.P. (310 amps), que con una imperancia del 20% darían:

$$I_{cc} = \frac{310 \times 100}{20} = 1550 \text{ amps.}$$

El corto circuito total para el punto dos será de:

$$I_{cct} = 17,600 + 1550 = 19150 \text{ amps.}$$

- e).- Los interruptores seleccionados serán:

INTERRUPTOR	CORR. NORMAL	TIPO	C.I. 240 V.	C.I. CALCULADA
A	1,000	NM.	42,000	17,600
A	300	NJN	42,000	17,600
B	225	NFJ	25,000	17,600
B1	175	NFJ	25,000	17,600
B2	175	NFJ	25,000	17,600
B3	175	NFJ	25,000	17,600
B4	200	NFJ	25,000	17,600
B'1	200	NFJ	25,000	19,150
B'2	50	NEF	18,000	19,150
B'3	300	NJL	42,000	19,150

## INTERRUPTOR

## CARGA

## AMPS. NORMALES

CALIBRACION  
AMPERES.

A	300KVA	$\frac{300 \times 100}{1.73 \times 220} = 790$	1000 amps.
		$790 \times 1.25 = 987.5$	
A'	15.0 KVA		
	25 HP = $\frac{25 \times 0.746}{\cos \phi} =$	23.4 KVA	
	50 HP = $\frac{50 \times 0.746}{\cos \phi} =$	46.8 KVA	
	25% x 46.8 =	11.7 KVA	
	SUMA	96.9KVA	$\frac{96.9 \times 1000}{1.73 \times 220} = 254$ 300 amps.
B <sub>1</sub>	80 KVA.	$\frac{80 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	216 225 amps.
B <sub>2</sub>	60 KVA.	$\frac{60 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	158 175 amps.
B <sub>3</sub>	60 KVA.	$\frac{60 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	158 175 amps.
B <sub>4</sub>	Motor devanado 50 HP.	Ver tabla	200 amps
B' <sub>1</sub>	Motor jaula de ardilla 25 HP T.C.	Ver tabla	200 amps.
B' <sub>2</sub>	15 KVA.	$\frac{15 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	39.5 50 amps.
B' <sub>3</sub>	Motor jaula de ardilla 50 HP T.R.	Ver tabla	300 amps.

En la tabla, se da la calibración aproximada para diferentes motores trifásicos. Se supone para un motor al que se le aplica directamente la tensión de la línea que este toma un 250% de la corriente normal. Con un arrancador a tensión reducida (TR) toma 200% de la tensión normal. Por último, para un motor con rotor devanado, con arrancador de resistencias se tendrá solo una corriente 150% de

b) TABLEROS SECUNDARIOS.

Los circuitos derivados necesitan una proteccion en su iniciación. Cuando salen varios circuitos de un mismo punto, al conjunto de elementos de proteccion se le llama "tablero".

Normas generales para la seleccion de un tablero de circuitos de circuitos derivados.

- 1.- No debe darse distribucion a mas de 42 circuitos derivados ( a un hilo de corriente) a partir de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre el tablero de circuitos derivados y la primera salida es de 30 mts.
- 3.- Todos los tableros de circuitos derivados deberan instalarse en sitios de acceso facil.
- 4.- Los tableros de circuitos derivados deberan instalarse tan cercanos como sea posible a los centros de carga que les corresponden.
- 5.- Si se desea interrumpir un circuito derivado desde su tablero, debera usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localizacion de los tableros de circuitos derivados, debera considerarse la menor longitud posible de los alimentadores y que estos tengan el minimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente minima de las barras alimentadoras de los tableros de circuitos derivados, debera ser igual o mayor a la minima requerida por los cables alimentadores para abastecer la carga.

- 8.- Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos que se alimente con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su lado de abastecimiento con dispositivos de protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder de 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez que se hayn seleccionado los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de sus tableros deberá hacerse en planos y especificaciones una tabulación que indique: La designación de cada tablero, su localización, número y capacidad de los circuitos derivados, con indicaciones de su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

Los tableros de distribución tienen tres usos:

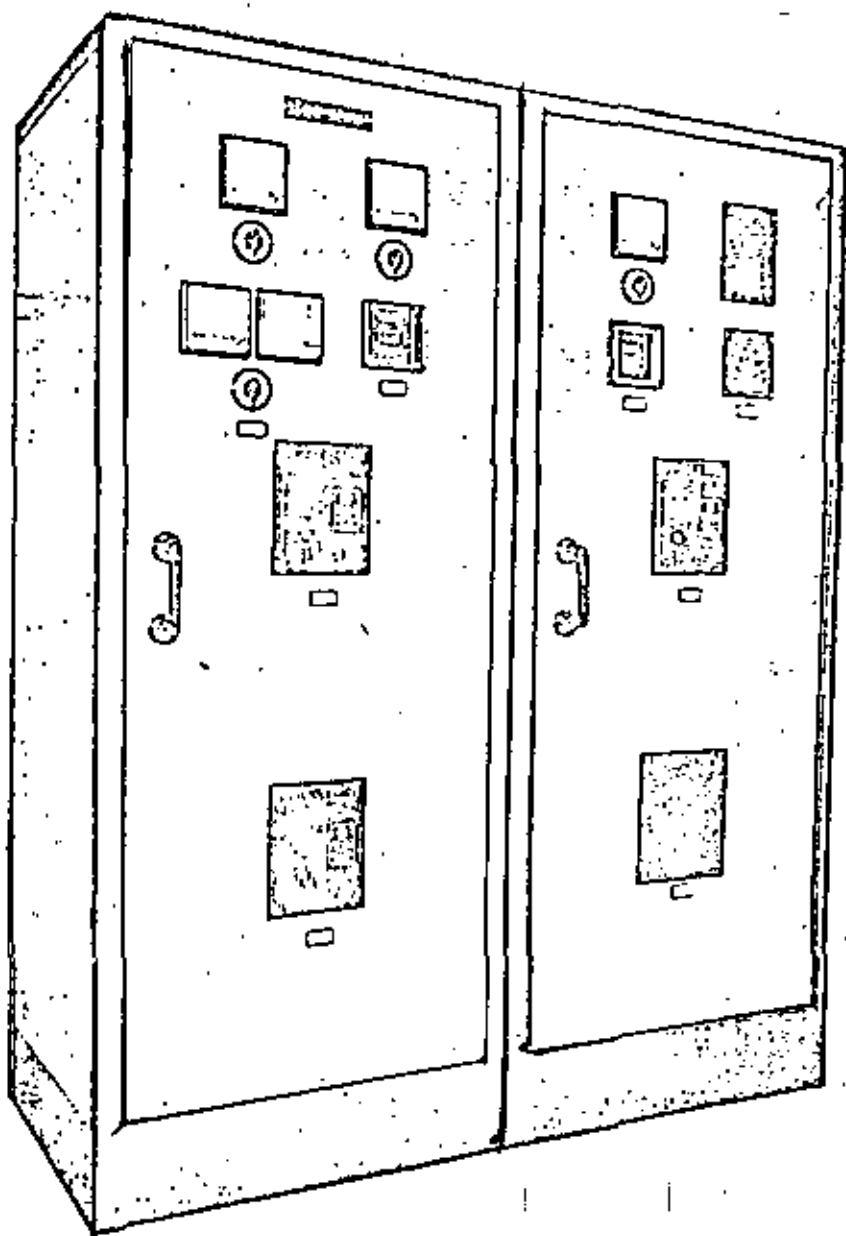
- 1) Distribuir la energía a los circuitos derivados
- 2) Proteger las líneas de los circuitos derivados, ya que al interconectar en ellos los cables de los alimentadores que generalmente llevan la energía para una zona amplia y que por lo mismo son de sección considerable, con los conductores de los circuitos derivados, lógicamente de menor sección, es necesario proteger contra sobrecorriente a estos últimos. Esta

proteccion se provee con los interruptores automaticos "breakers" que se instalan en los tableros, o aun con los fusibles.

- 3) El tercer fin de los tableros de distribucion, sobre todo en instalaciones de lugares publicos, es el control. Los interruptores de los tableros se pueden usar para controlar y poner en operacion la instalacion electrica. Es conveniente en este caso que la especificacion se cuide mediante interruptores de mayor resistencia para el uso constante. tambien en este caso los tableros pueden contar con un interruptor principal que permite la desconexion total de la zona servida.

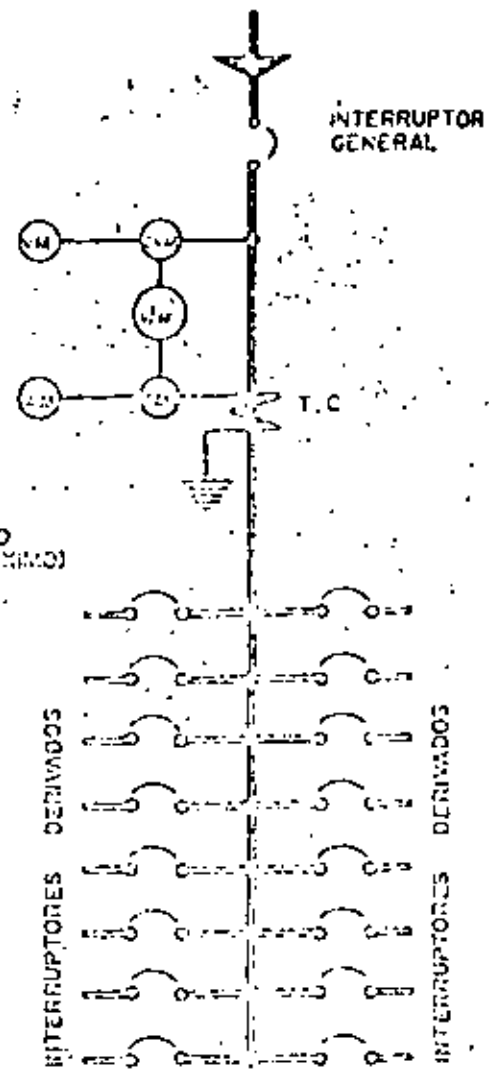
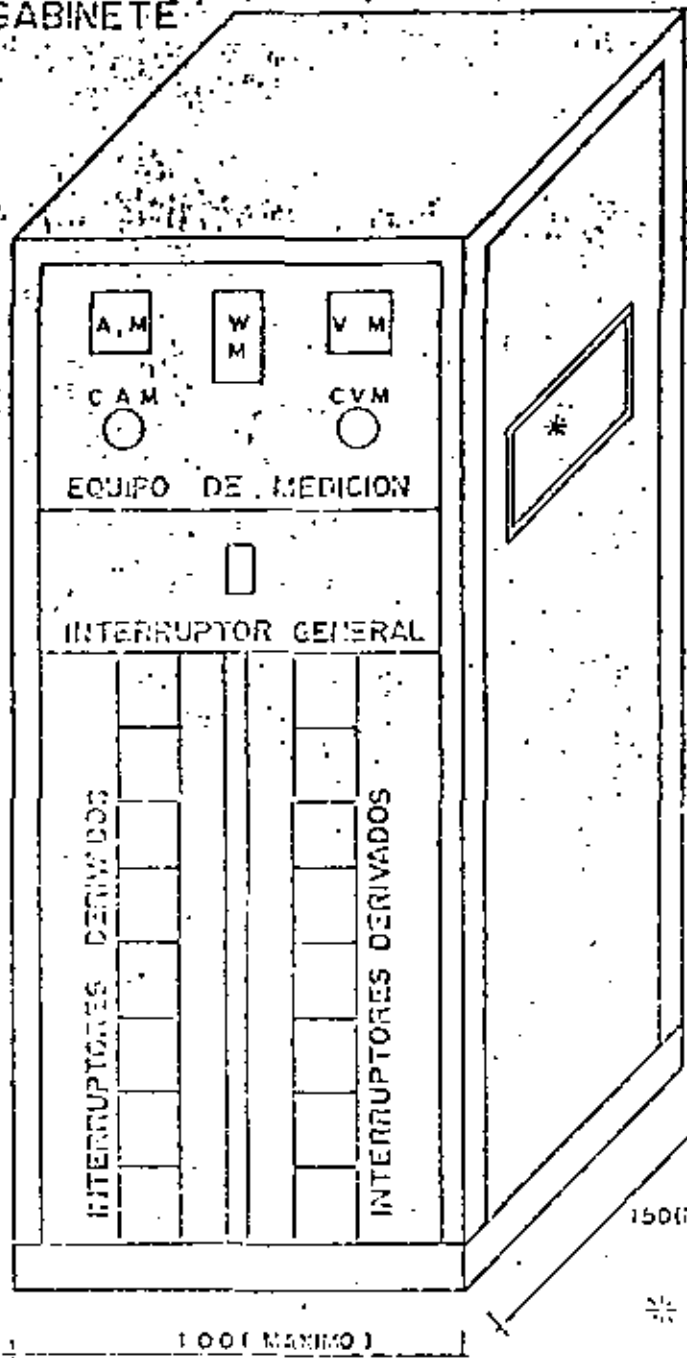


TABLA No. 8 APLICACION DE INTERRUPTORES EN MOTORES					
A TIPO JULIA DE ARDILA, ARRANQUE A T.C.					
B " " " " " " " " " " I.R.					
C " " DEVANADO, ARRANQUE A T.R.					
H.P.	VOLTS.	AMPERES	Calibración del interruptor en amperios		
			A	B	C
1 1/2	200	5.0	15	15	15
	440	7.5	15	15	15
2	220	6.5	15	15	15
	440	3.3	15	15	15
3	220	9.0	20	20	15
	440	4.5	15	15	15
5	220	15.0	40	30	20
	440	7.5	20	15	15
7 1/2	220	22	50	40	30
	440	11	30	20	15
10	220	27	70	50	40
	440	14	40	30	20
15	220	40	100	100	70
	440	20	50	50	30
20	220	52	125	100	100
	440	26	70	50	50
25	220	64	200	125	100
	440	32	100	70	50
30	220	78	200	150	125
	440	39	100	100	70
40	220	104	225	200	150
	440	52	125	100	70
50	220	125	300	225	200
	440	63	150	125	100
60	220	150	400	300	225
	440	75	200	150	125
75	220	185	500	400	300
	440	92	250	200	150
100	220	246	600	500	400
	440	123	300	225	200
125	220	310	800	600	500
	440	155	400	300	225
150	220	360	1000	800	500
	440	180	500	400	275
200	220	480	1200	1000	600
	440	240	600	500	400



# GABINETE

# DIAGRAMA UNIFILAR



\* GARANTIA DE ACOPLO PARA CUANDO EL VUELVO VA ACOPLO DIRECTAMENTE A LA RED DEL TRANSFORMADOR

## CLAVE

- VM — VOLMETRO
- CVM — COMUTADOR DE FASES PARA VOLMETRO
- WM — WATTMETRO (PUEDE SER TAMBIEN CUALQUIER OTRO APARATO O APARATOS DE MEDICION INDICADOR O INTEGRAADOR)
- AM — AMPERMETRO
- CAM — COMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
- T.C. — TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- ☎ — INTERRUPTOR

# SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS

Transformador trifásico en KVA y por ciento de impedancia	Corriente de corto circuito máxima en KVA disponible del sistema primario	Corriente normal de pleno carga en amperes	Corriente total de corto circuito RMS amperes simétricos			Tamaño mínimo de interruptor electromagnético recomendado						
			Transformador solo	100% carga de motores	Combinado	Sistema de plena capacidad F		Sistema cascada C		Sistema selectivo S		
						M	F	M	C1	M S	F	S
						Interruptor principal	Interruptor derivado	Interruptor principal	Interruptor derivado	Interruptor principal	Derivado tipo cap. plena	Derivado tipo selectivo

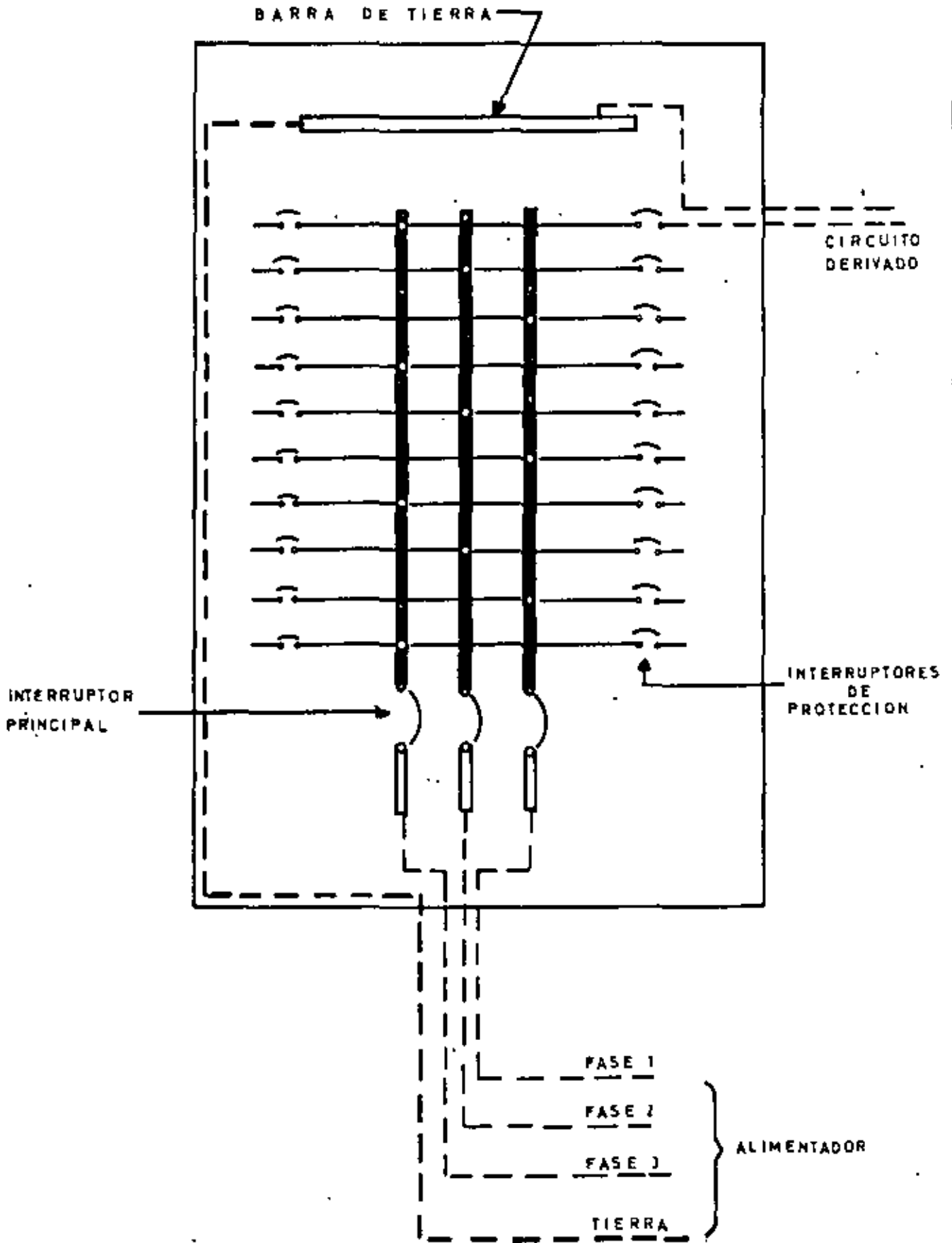
## 240 VOLTS-3 FASES

400 (4.5%)	50,000	722	14,100	2800	17,300	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		15,100		18,000							
	150,000		15,400		18,300							
	200,000		15,700		18,600							
	300,000		15,900		18,800							
Limitada	16,100	19,000										
500 (5.7%)	50,000	1203	20,100	4800	24,500	Marco 1600A	225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		21,900		26,700							
	150,000		22,600		27,400							
	200,000		23,100		27,900							
	300,000		23,400		28,400							
Limitada	24,100	28,900										
750 (9.1%)	50,000	1804	24,900	7200	32,100	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		27,600		34,000							
	150,000		29,300		35,100							
	200,000		29,800		37,000							
	300,000		30,600		37,800							
Limitada	31,400	38,600										
1000 (12.2%)	50,000	2406	31,100	8600	40,700	Marco 3000A	600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	1600A	Marco 3000A
	100,000		35,700		44,300							
	150,000		37,500		47,100							
	200,000		39,100		48,700							
	300,000		40,500		50,100							
Limitada	41,900	51,500										
1500 (18.3%)	50,000	3609	41,300	14400	54,700	Marco 4000A	1600A	Marco 4000A	Marco 600A	Marco 4000A	1600A	Marco 3000A
	100,000		49,800		64,200							
	150,000		53,500		67,900							
	200,000		56,900		71,300							
	300,000		59,700		74,100							
Limitada	62,600	77,200										

## 480 VOLTS-3 FASES

300 (4.5%)	50,000	381	7,300	1400	8,600	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 225A
	100,000		7,600		9,000							
	150,000		7,800		9,200							
	200,000		7,840		9,240							
	300,000		7,900		9,400							
Limitada	8,000	9,450										
500 (6.7%)	50,000	601	10,100	2400	12,400	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		10,900		13,300							
	150,000		11,300		14,000							
	200,000		11,600		14,300							
	300,000		11,800		14,400							
Limitada	12,000	14,450										
750 (9.1%)	50,000	902	12,500	3600	16,100	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		13,900		17,500							
	150,000		14,400		18,000							
	200,000		14,900		18,500							
	300,000		15,300		18,800							
Limitada	15,700	19,300										
1000 (12.2%)	50,000	1203	15,500	4800	20,300	Marco 1600A	225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		17,800		22,600							
	150,000		18,800		23,600							
	200,000		19,500		24,400							
	300,000		20,200		25,000							
Limitada	20,900	25,700										
1500 (18.3%)	50,000	1804	20,600	7200	27,600	Marco 3000A	600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	1600A	Marco 1600A
	100,000		24,900		32,100							
	150,000		26,700		34,000							
	200,000		28,400		35,900							
	300,000		29,800		37,000							
Limitada	31,400	38,600										
2000 (24.4%)	50,000	2406	24,700	9600	34,300	Marco 3000A	1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	1600A	Marco 1600A
	100,000		31,100		40,700							
	150,000		34,000		43,600							
	200,000		36,700		46,300							
	300,000		39,100		48,700							
Limitada	41,900	51,500										

DEBE SER INTS. DE OPERACION ELECTRICA.



TABLERO



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### SUBESTACIONES ELECTRICAS

- A) SUBESTACIONES RECEPTORAS
- B) SUBESTACIONES DERIVADAS

ING. NOE ARMAS MORALES

FEBRERO, 1983

a).- SUBESTACIONES RECEPTORAS.

b).- SUBESTACIONES DERIVADAS.

En el empleo de Energía Eléctrica ya sea para fines industriales, comerciales o de uso residencial interviene una gran cantidad de máquinas y equipo eléctrico.

Un conjunto de equipo eléctrico es lo que se conoce con el nombre de "SUBESTACION ELECTRICA".

#### DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUBESTACIONES.

Como se ha visto con anterioridad una subestación eléctrica no es mas que una de las partes que intervienen en el proceso de generación - consumo de energía eléctrica por lo cual podemos dar la siguiente definición.

#### DEFINICION.

Una subestación eléctrica no es mas que un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc), tipo C.A. a C.C., o bien conservarla dentro de ciertas características.

#### RELACION ENTRE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS, LINEAS DE TRANSMISION Y CENTRALES GENERADORAS.

Los voltajes de generación en las Centrales Generadoras por razones técnicas (aislamiento, enfriamiento, etc) son relativamente bajos en relación a los voltajes de transmisión, por lo que si la energía eléctrica se va a transportar a grandes distancias estos voltajes de generación resultarían antieconómicos debido a la gran

Caida de voltajes que se tendría, de aquí se presenta la necesidad de transmitir la energía eléctrica a voltajes mas elevados que resulten mas económicas.- Por ejemplo si se va a transmitir energía eléctrica de una central generadora a un centro de consumo que este situado a 1000 Km. de distancia será necesario elevar el voltaje de generación que supondremos de 13.8 Kv. a otra de transmisión mas conveniente que supondremos de 110 kv. como se ilustra en la -- fig. 1.

Para poder elevar el voltaje de generación de 13.8 kv. al de -- transmisión de 110 kv. se hace necesario el empleo de una S.E. "A".

Suponiendo que la caída de voltaje en la línea de transmisión fuera cero volts tendríamos en el centro de consumo 110 kv., es claro que este voltaje no es posible emplearlo en instalaciones industriales y aun menos en comerciales y residenciales, de aquí se desprende la necesidad de reducir el voltaje de transmisión de 110 kv. a otro u otros mas convenientes de distribución en centros urbanos o de consumo, por tal razón será necesario emplear otra subestación eléctrica B como se ilustra en la fig. 3.

De lo anteriormente estudiado se puede observar que existe una estrecha relación entre las subestaciones eléctricas, líneas de -- transmisión y centrales generadoras.



FIGURA N° 1

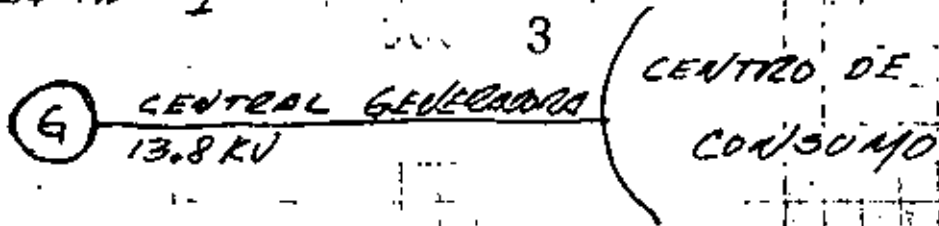


FIGURA N° 2

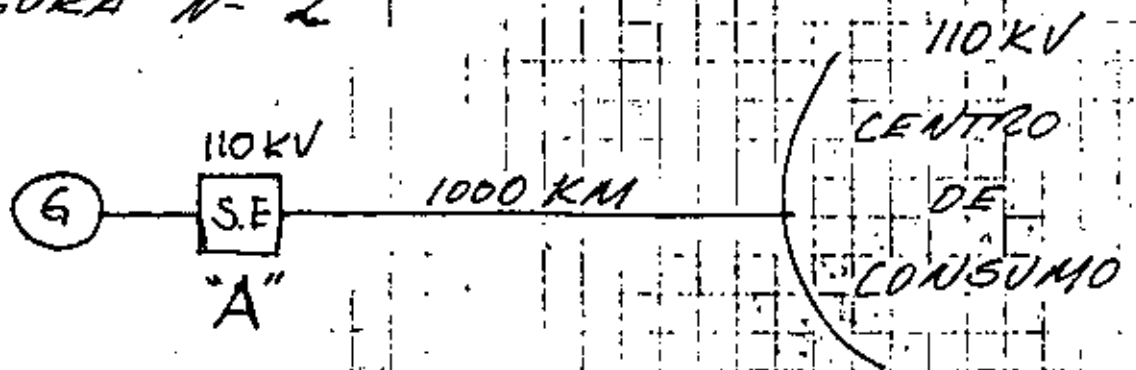
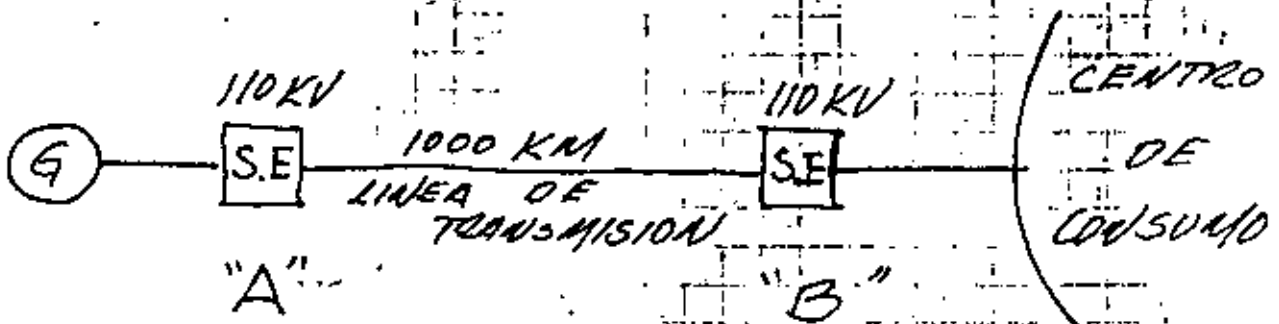


FIGURA N° 3



CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS.

Es difícil hacer una clasificación precisa de las subestaciones eléctricas pero de lo anteriormente estudiado, podemos hacer la siguiente clasificación.

- a) POR SU OPERACION. 1.- De corriente alterna  
2.- De corriente continua

- b) POR SU SERVICIO. 1.- Primarias: Elevadores  
Receptoras Reductoras  
De enlace o distribución  
De Swtcheo  
Convertidoras o  
Rectificadoras.

- 2.- Secundarias: Receptoras: Reductoras  
Elevadoras  
Distribuidoras  
De enlace  
Convertidoras o  
Rectificadoras.

- c) POR SU CONSTRUCCION. 1.- Tipo Intemperie  
2.- Tipo Interior  
3.- Tipo Blindado.

## ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios.

## ELEMENTOS PRINCIPALES.

- 1.- Transformador.
- 2.- Interruptor de Potencia
- 3.- Restaurador
- 4.- Cuchillas fusible
- 5.- Cuchillas Desconectadoras y Cuchillas de Prueba
- 6.- Apartarrayos
- 7.- Tableros
- 8.- Condensadores
- 9.- Transformadores de Instrumento

## ELEMENTOS SECUNDARIOS.

- 1.- Cables de Potencia
- 2.- Cables de Control
- 3.- Alumbrado
- 4.- Estructura
- 5.- Herrajes
- 6.- Equipo contra incendio
- 7.- Equipo de filtrado de Aceite
- 8.- Sistema de Tierras

En nuestro caso hablaremos sobre las subestaciones usadas principalmente en las instalaciones para los edificios.

Subestaciones compactas, para servicio interior o intemperie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la alta tensión que las compañías suministradoras de energía ( C.F.E. y/o Cía de Luz ) proporcionan a un precio más barato, a tensiones usuales en la industria, las instituciones o el comercio.

Antiguamente las subestaciones eran un dispositivo molesto, - bronoso, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y generalmente al usuario le repugnaban. Actualmente se usan las subestaciones unitarias, que son compactas, no presentan peligro, son fáciles de instalar, de mover de lugar, ampliar y tienen un valor de recuperación mayor que las del tipo antiguo. (subestaciones abiertas).

El costo actual aproximado de una subestación compacta es del 50 a 75% del valor de una subestación abierta del tipo antiguo.

Las subestaciones unitarias se fabrican en secciones o partes, para facilitar su transporte y montaje, pero una vez instalados forman un solo conjunto. Cada sección o parte llena una función; mide, protege, conecta o desconecta, transforma, etc. Los aparatos o equipos y sus conexiones se encierran o blindan en gabinetes metálicos de manera de proteger los propios aparatos, la propiedad y las personas encargadas de su manejo.

Las diferentes partes que componen una subestación normal son:

ACOMETIDA.- Es el lugar en que se hace la conexión en alta tensión a la subestación. En esta sección, cuando se compra energía a la C.F.E. y/o Cía de Luz, se hace la medición del consumo.

VERIFICACION DE MEDIDORES.- SECCION DE VERIFICACION.- Es la seccion que sirve para comprobar el buen funcionamiento de los medidores de la cia. suministradora. Esta seccion anteriormente, a la mexicanización de las compañías era obligatoria, por pedirlo así la Direccion General de Electricidad ( ). En la actualidad se hace como en otros países más adelantados: se verifican los aparatos de medición antes de instalarlos o se comprueba el consumo y la demanda máxima en baja tensión, agregando un 2% por pérdidas en los transformadores. Por las razones expuestas, ahora se hace la comprobación de medidores solamente a solicitud del usuario, así como incluir en la subestación la seccion de verificación es opcional por parte del cliente, siempre que este acepte por escrito, que en caso de comprobación de los medidores se le interrumpa el servicio unos 20 ó 30 minutos. Con la seccion de verificación, no es necesaria esta interrupcion, ya que se cuenta con cuchillas desconectadoras que transfieren la línea normal a un circuito donde se instalan previamente aparatos de medición, sin necesidad de interrumpir el servicio.

Cuando quitamos la celda de verificación que normalmente consta de 3 juegos de cuchillas tripolares operacion sin carga; dos de estas cuchillas tripolares son para la verificación, y la otra cuchilla tripolar es para mantener la continuidad o aislar la continuidad en la subestación eléctrica. Como se vera para cumplir con el reglamento de obras e instalaciones en vigor nunca debe suprimirse esta cuchilla tripolar operacion en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual suprimirla, pero cuando se desca-  
ba darle mantenimiento al resto de la subestación nos encontramos  
con el problema de estar solicitando libranzas a las compañías sumi-  
nistradoras; y al suprimirla estábamos violando infrascriptamente el re-  
glamento ..

**INTERRUPTORES.**- Esta sección tiene por objeto que el usuario  
pueda interrumpir en un momento dado, ya sea manualmente o automati-  
camente la totalidad del servicio eléctrico. La interrupción puede  
ser voluntaria para ampliaciones, reparaciones o en accidentes, o -  
bien, puede ser automática por sobre cargas o cortos circuitos que  
pueden ser dañosa para los transformadores y el resto del equipo.

**DESCONECTADORES.**- Los desconectadores, son para abrir un cir-  
cuito, con fines de separarlo o modificarlo. No tienen protección de  
sobrecarga ni corto circuito, ni tienen capacidad de apertura con -  
carga, por eso, antes de abrir un desconectador, hay que quitar la  
carga. Los desconectadores naturalmente son más baratos que los inte-  
ruptores.

**FUSIBLES.**- Cuando un circuito se requiere proteger por sobre-  
carga, se usan los fusibles. Por ejemplo: a una subestación con va-  
rios transformadores, se le puede colocar un interruptor general y  
derivado de este, se ponen varios juegos de 3 fusibles para prote-  
ger cada transformador. Este procedimiento, aunque abarata la insta-  
lación tiene el inconveniente, de que una falla o desconexión volun-  
taria del interruptor general, paraliza todo el sistema.

**ESPACIOS LIBRES.**- Estos son gabinetes vacíos o que en algunas  
ocasiones se dejan instalados las barras alimentadoras. Se usan, cuando

dos o más transformadores grandes se montan atrás de los gabinetes y hay que ampliar los espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algún otro equipo que en el futuro se desee montar.

Si los transformadores se montan en el mismo eje de la subestación, el arreglo entre las celdas de interrupción con su transformador, a la otra celda de interrupción con su transformador se hace por medio de ductos horizontales.

**TRANSFORMADORES.**- Como su nombre lo indica es la sección donde se convierte la energía suministrada en alta tensión para los voltajes nominales 6, 13.2, 20/23 y 34.5 kv., a los cuales se les denomina respectivamente de clase 7.5, 15, 25 y 34.5 kv. en alta tensión, a baja tensión, utilizable en los aparatos de consumo 440, 220/127.5 volts. Los transformadores tienen bobinas que son aisladas y enfriadas por el aceite contenido en un tanque provisto de radiadores. Son trifásicos, conexión en alta tensión en delta y baja tensión en estralla con neutro accesible, para los circuitos de alumbrado. En el circuito de alta tensión o primario se instalan derivaciones, que pueden cambiarse por medio de una palanca, sin estar energizado en transformador; las derivaciones son para poder ajustar en alta tensión las diferencias que pueda haber en los voltajes suministrados por las compañías suministradoras; son normalmente dos derivaciones del 2 1/2 % de la tensión nominal para ajustar arriba y dos para ajustar abajo. Como todo aparato eléctrico, que se alimenta con electricidad, el transformador sufre un calentamiento. Este calentamiento normal es de 55°C sobre una temperatura ambiente máxima de 40°C.

El enfriamiento es más efectivo en regiones con presiones barométricas bajas. Los transformadores normalizados están diseñados para regiones de 1000 metros sobre el nivel del mar (1000 M.S.N.M.). Esto naturalmente no quiere decir que no funcionen bien en otros lugares, sino hay que tomar un punto de referencia estandarizado, ya que sería imposible diseñar transformadores para cada lugar de la tierra con diferentes temperaturas y presiones barométricas. Los transformadores normalizados en México son para 60 ciclos por segundo.

Para subestaciones unitarias los transformadores vienen dotados con gargantas o ductos laterales en los lados opuestos, donde se alojan las terminales tanto de alta como de baja tensión.

La capacidad de los transformadores se mide en Kilovoltamperes.

Pueden fabricarse transformadores con características diferentes de las normales anteriormente indicadas, pero resultan mucho más caros y con frecuencia las alteraciones o innovaciones son inútiles.

#### CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES COMPACTAS NORMALIZADAS

Las subestaciones compactas normalizadas, de una manera general, se fabrican con las siguientes características:

**INTERIOR.**- Para ser montadas en el interior de un edificio, bajo cubierta sin que se vean afectadas por la lluvia, la humedad o cualesquiera otros agentes físicos que la perjudiquen. Se fabrica como lámina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

**ESTERIOR (O INTEMPERIE).**- Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuesta a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con lámina más gruesa, de 3



3.2 mm. (1/8"); con techos inclinados, puertas con empaque de hule y sin dejar expuestos aparatos o elementos de control.

**FRECUENCIA:**- En la República Mexicana tenemos 60 Hz. normalizados.

**TENSIONES:**- Las tensiones a las que tienden a normalizar las compañías suministradoras son 13.2, 22.9 y 34.5 kv., sin embargo aún hay otras tensiones que poco a poco van a desaparecer, como son 6,000 volts. Las tensiones 2.4, 4.16 y 6 kv. se usan para distribución industrial de carácter privado.

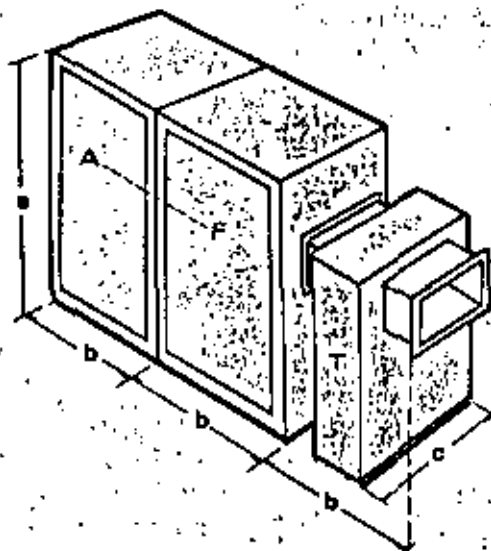
**CAPACIDADES:** Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de una manera normal; son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciéndola de capacidad mayor con el equipo estándar.

TABLA No. 1.—COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.

COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cía. de Luz.	Apartarrayos Mufa Pasamuros.	A
VERIFICACION DE MEDIDORES.	Para poder comprobar, a solicitud del Cliente, los Medidores sin interrumpir el servicio.	Aparatos de Medición. Transformadores de Potencial y Corriente.	B
INTERRUPTOR.	Interruptor en Aire, apertura con carga, fusibles de A.C.I., Operación manual.	Interruptor en Aceite.  Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectador en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillos desconectores, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (A.C.I.). Operación manual por pértiga.	Fusibles de baja capacidad interruptiva. Operación por pértiga.	E
ESPACIO.	Gabinete que se deja libre para futura ampliación o permitir una adecuada separación de los transformadores.	Especificar el equipo.	F
TRANSFORMADOR.	Trifásico, enfriamiento por aceite, 4 derivaciones de 2.5%, elevación de temperatura 55/40°C a 1000 M.S.N.M. Ductos laterales.	Tipo Seco. Contactos para señales. Ventilación forzada.	T

TABLA No. 2.—DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.

GABINETE	DIMENSIONES EN CENTIMETROS					
	2.4 a 15 KV.			HASTA 25 KV.		
	a ALTO	b ANCHO	c FONDO	a ALTO	b ANCHO	c FONDO
A	240	110/150	120/150	260	200	200
B	240	150/150	120/150	260	150	200
C	240	130/150	120/150	260	150	200
D	240	110/150	120/150	260	150	200
E	240	110/150	120/150	260	150	200
F	240	Variable	120	260	Variable	200
T	TRANSFORMADORES					
45-112.5 KVA MAXIMO	150	145	145	200	150	170
150-500 KVA MAXIMO	170	160	225	200	170	240
750-1000 KVA MAXIMO	180	180	260	230	190	260



## 3.—SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES.

## ACOMETIDAS:

Por medio de mufa.



Por medio de pasomuros.



Por medio de tubo.



## INTERRUPTORES:

Interruptor sin fusibles

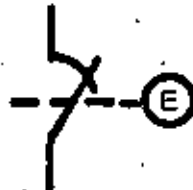
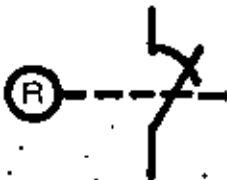






Interruptor con fusibles



Fusibles solos



Operación eléctrica	
Operación por relevador	
DESCONECTOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.	
<b>MEDICIONES</b>	
Equipo de Medición de la Cla. de Luz	
Wattmetro	
Wathorimetro (Medidor)	

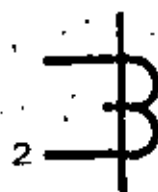
Ampémetro



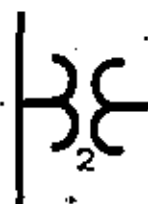
Vóltmetro



Transformador de Corriente  
(El número indica la cantidad de transformadores)



Transformador de Potencial.  
(El número indica la cantidad de transformadores)



Conmutador.



**TRANSFORMACION.**

Transformador de Distribución  
o de Potencia.

(Los números indican sus  
principales características)

500 KVA

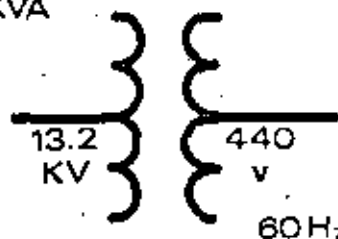
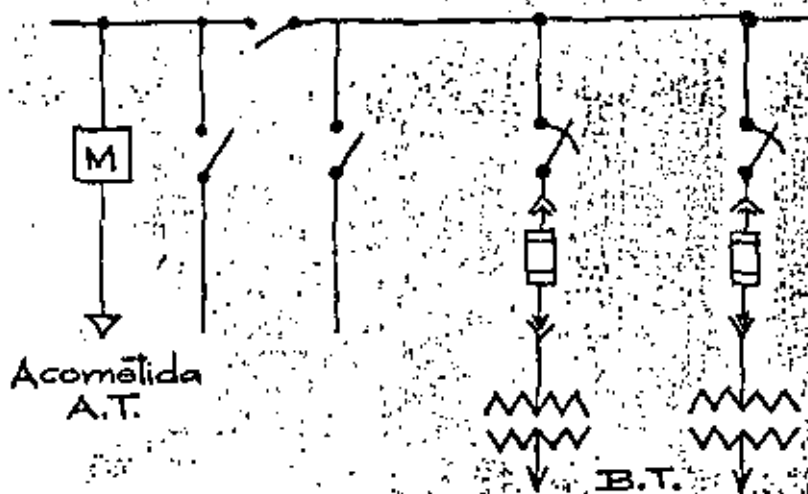


TABLA No. 3.—CARACTERISTICAS ELECTRICAS  
PRINCIPALES DE LAS  
SUBESTACIONES NORMALES.

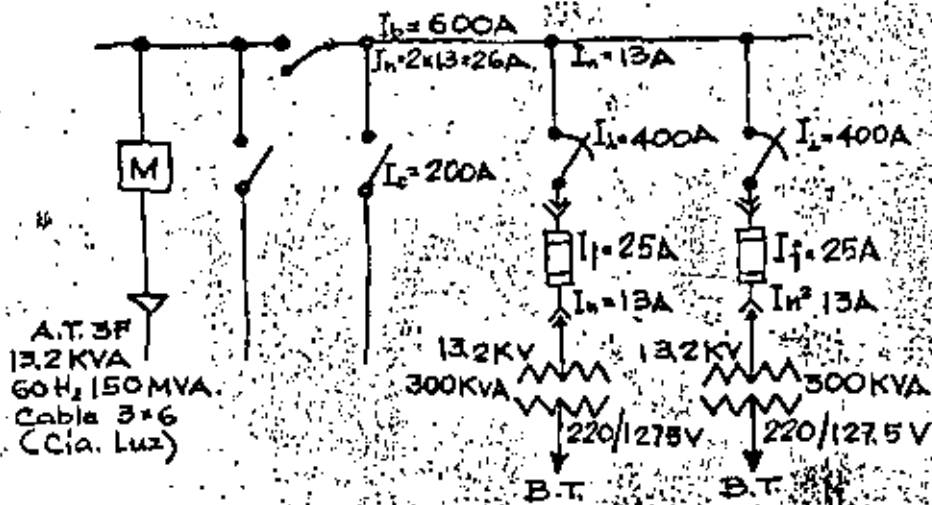
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6	5	150	10	
	13.2	2	150	6	
	23	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23	3	1000	6	
150	2.4	36	100	63	400
	4.16	21	100	40	
	6	15	150	40	
	13.2	7	150	16	
	23	4	1000	10	
225	2.4	54	100	100	400
	4.16	31	100	63	
	6	22	150	40	
	13.2	10	150	25	
	23	6	1000	16	
300	2.4	72	100	100	600
	4.16	42	100	100	
	6	29	150	63	
	13.2	13	150	25	
	23	8	1000	16	
500	6	48	150	100	600
	13.2	22	150	40	
	23	13	1000	25	
750	6	72	150	100	600
	3.2	33	150	63	
	23	19	1000	40	
1000	5	96	150	160	600
	13.2	44	150	100	
	23	25	1000	63	

4.—COMO DISEÑAR UNA SUBESTACION UNITARIA.

1°—Haga un diagrama unifilar sencillo de la subestación tal como la tenga pensada.



2°—Ponga en el diagrama los datos de suministro de la Cia de Luz y los valores normales del equipo (Ver Tabla No. 3).



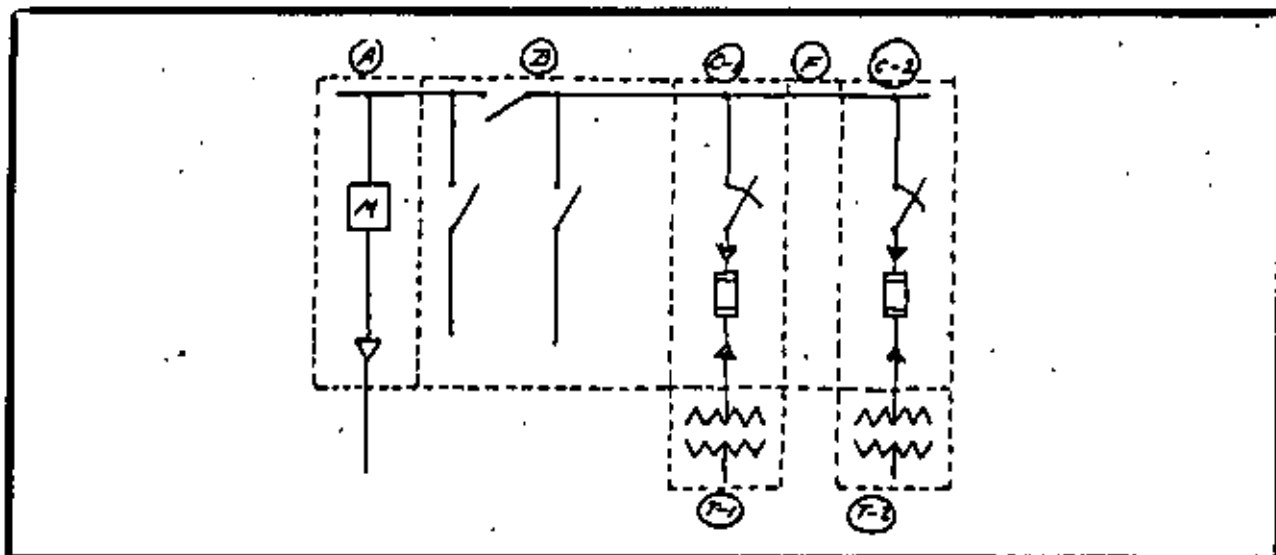
La capacidad de las cuchillas, de las barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos me-

cánicos no serán perjudiciales en caso de cortos circuitos. La capacidad de los desconectores generalmente es de 200A., la de los interruptores de 400A. y de las barras de 400, 600 ó 1200A. según el tamaño de la subestación.

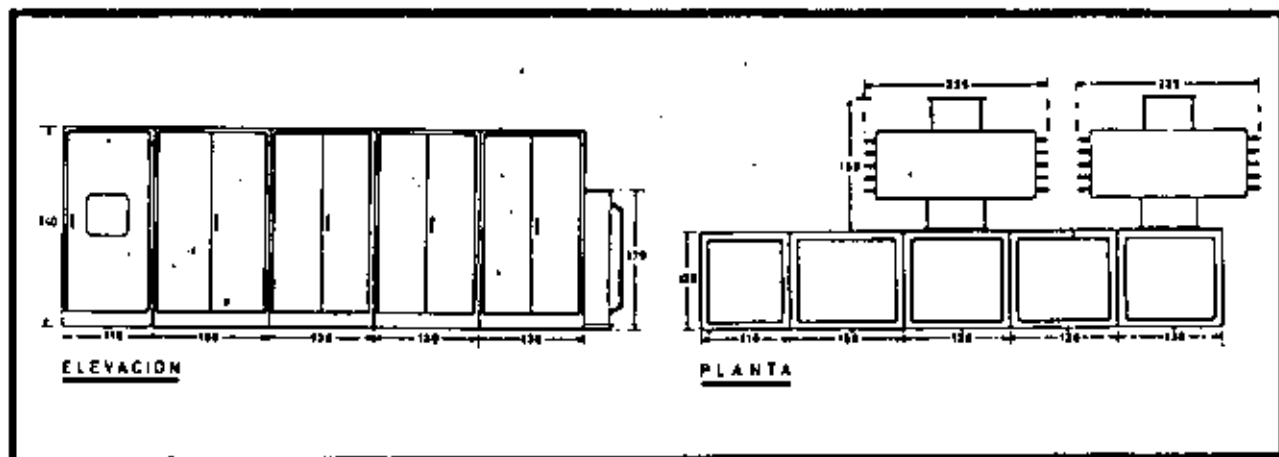


3°—Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encerrando con rectángulos cada grupo (Ver Tabla No. 1).

Póngose una letra y un número, si el mismo equipo se repite. En nuestro ejemplo sería A, B, C-1, F, C-2, T-1, T-2.



4°—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la Tabla No. 2.



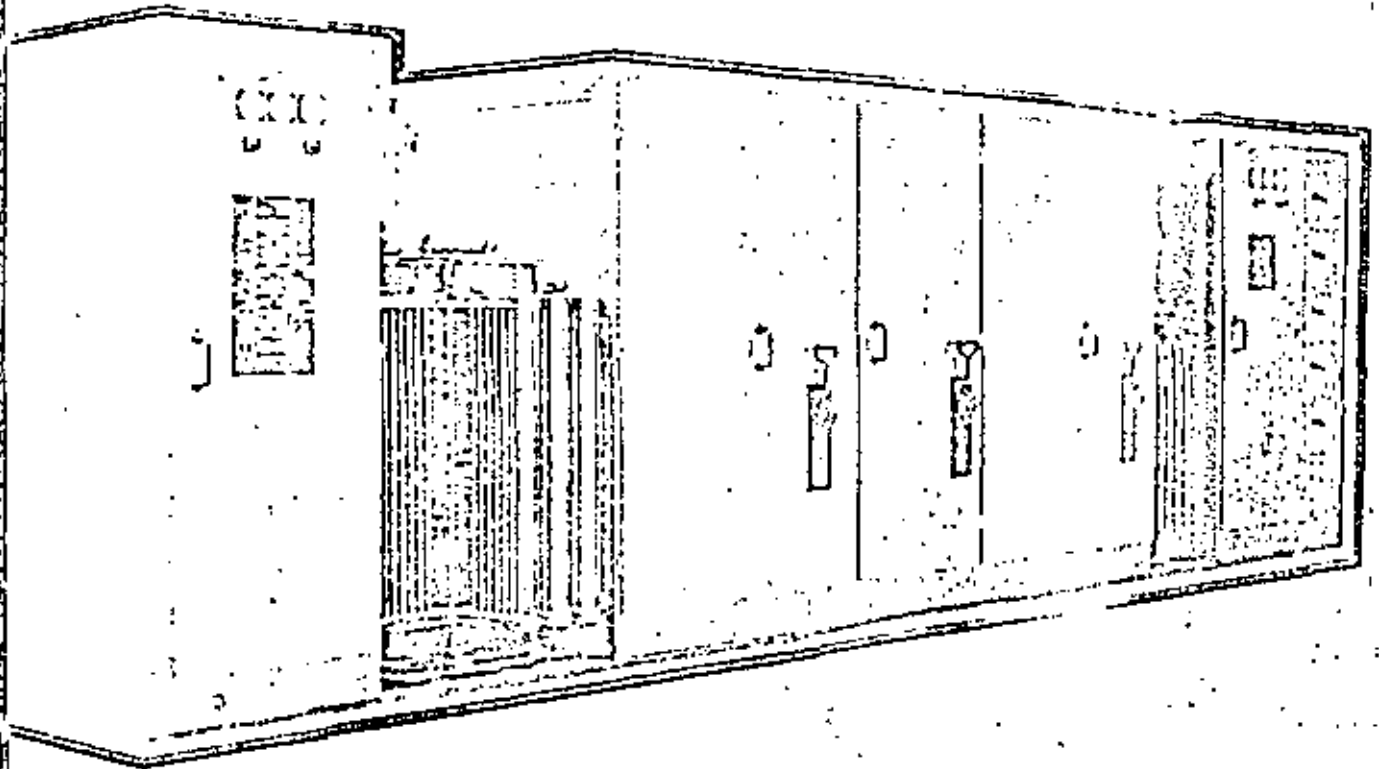
5°—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinados casos son útiles. Entre otras, se encuentran los instrumentos de medición, la operación eléctrica y disparo automático con diversos relevadores de los interruptores. Los apartarrayos son útiles en subestaciones a la intemperie, cuando

la Cia. de Luz no los pone en su poste de acometida. En la tabla No. 1, está el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instalan. Cuando se instalan instrumentos de medición en la sección de Verificación de Medidores, lo normal es que ya no se pongan las cuchillas de prueba.

2002  
0211

2002  
0211

2002  
0211



DOS MANERAS MAS BARATAS DE OBTENER ENERGIA ELECTRICA MAS BARATA EN SU INDUSTRIA O EN SU EDIFICIO.

21

I.- Las compañías suministradoras tienen dos tarifas: una a baja tensión; tarifa no. 2 Servicio general hasta 40 kw. de carga conectada o la tarifa no. 3 Para servicio general para más de 40 kw. de carga conectada.

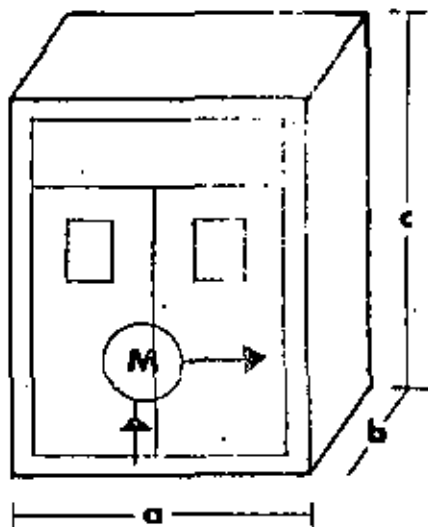
Y la otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 8 hasta 4500 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 66 kv. o superiores.

II.- Manteniendo en sus instalaciones un factor de potencia igual o mayor de 85%.

Si este factor que mide mensualmente la compañía suministradora es menor, le cobrara al usuario un sobrecargo que resulta de dividir 85% entre el factor de potencia medido; el cociente aunque sea mayor de 7 como máximo será esta cantidad la que multiplique al costo de la factura. Para librarnos de este recargo se necesita instalar un banco de capacitores.

Las tarifas generales de las compañías suministradoras ya sea que las soliciten a las mismas o se adquiriera el diario oficial del 15 de noviembre de 1976; también recomendamos al solicitar un nuevo servicio o aumento de carga aparte del costo de la obra eléctrica que realizan las compañías suministradoras hay que pagar una cantidad por el llamado regimen de cuotas que varía según las zonas del país ( I, II, III ) y la tarifa que se aplique al servicio.

SECCION I-MEDICION.-



GABINETE .-

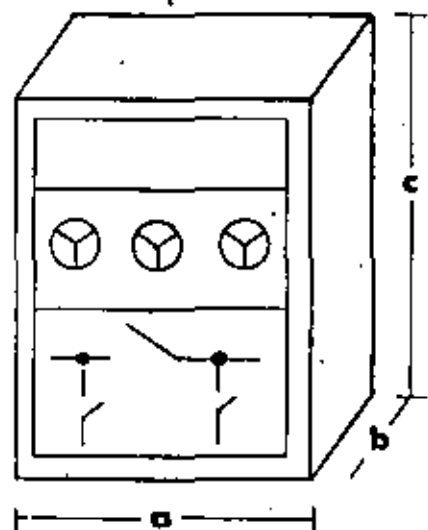
Esta sección denominada MEDICION, está destinada a alojar el equipo de medición en alta-tensión de la compañía suministradora de energía eléctrica. Esta sección es la que recibe la acometida y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominandolas IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de ésta sección ó vice-versa en el segundo caso.

KV	ADOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	200	200	260
34.5	280	280	300

EQUIPO.-

Esta gabinete se suministra vacío de fábrica con objeto de alojar el equipo de medición - indicando anteriormente y unicamente se proporcionan las zapatas en los buses de las fases y barra de tierra para poder efectuar las conexiones correspondientes.

SECCION II- VERIFICACIONES.-

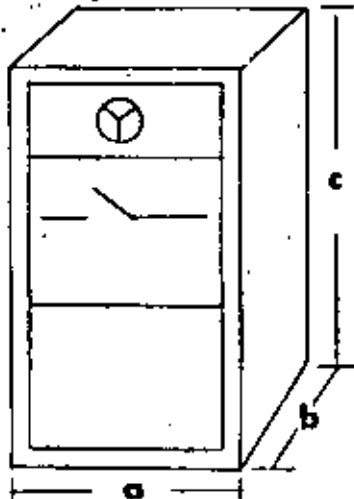


GABINETE.-

Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas de su equipo de medición sin tener necesidad de interrumpir el servicio al usuario.

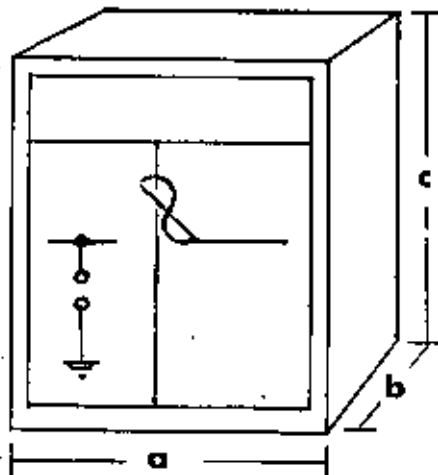
KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34,5	280	280	300

SECCION II-C.- CUCHILLA



KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	50	150	240
25	50	200	260
34,5	150	280	300

SECCION III-S.- INTERRUPTOR



EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con tres juegos de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga montadas y conectadas de acuerdo con el diagrama unifilar.

GABINETE.-

Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero no cesariamente con la interrupción del servicio.

EQUIPOS.-

Esta sección se suministra de fábrica con un juego de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

GABINETE.-

Esta sección denominada INTERRUPTOR, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión.

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	280	280	300

Tres aparterrayos tipo autoválvula.  
Un Seccionador en aire baja carga, tripolar operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva con mecanismo de disparo en los tres polos automáticamente al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca SIEMENS, tipo H251.

### SECCION III-D.- INTERRUPTOR

#### GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando unicamente el tipo de seccionador, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

Tres aparterrayos tipo autoválvula

Un seccionador en aire bajo carga, tipo autoneumático, tripolar de operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva, con mecanismo de disparo automático en los tres polos al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca DELLE, tipo RF6 ó similar.

### SECCION III-M. INTERRUPTOR

#### GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando unicamente en el equipo de protección el cual UNICAMENTE se puede ofrecer para las subestaciones en 25 KV, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

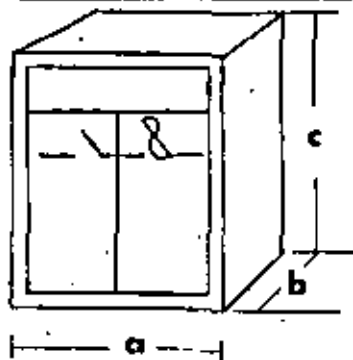
#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Tres aparterrayos tipo autoválvula

Un interruptor en volumen reducido de aceite montaje fijo, marca MECSA, fabricado bajo licencia de MAGRINI M.S.M., tipo ZOMG/750/800, con 750 MVA de capacidad interruptiva a voltaje nominal, 800 amperes con mando tipo B-14 manual, provisto de dos relés tipo SA de la capacidad adecuada, con disparo voluntario con bobina de envío de corriente ó disparo automático con bobina de no voltaje, completo con palanca de operación.

### SECCION IV-CUCHILLAS-FUSIBLES



#### GABINETE.-

Esta sección denominada CUCHILLAS-FUSIBLES, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión para circuitos derivados siempre y cuando exista un interruptor general.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34,5	200	280	300

EQUIPO

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

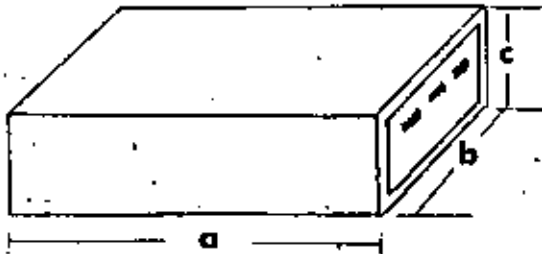
Un juego de cuchillas tripolares, de operación en grupo sin carga.

Tres bases portafusibles, unipolares, con sus respectivos fusibles de alta capacidad interruptiva.

( Fusible mayor de 50 AMP.

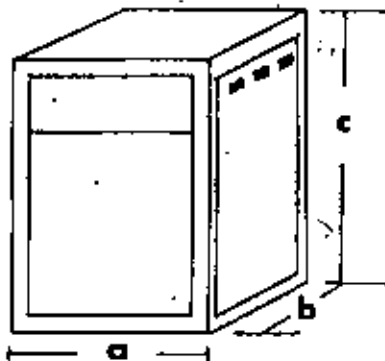
consultar a M.E.C.S.A.)

#### SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO



KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	85	45
25	X	100	50
34,5	X	160	100

#### SECCION V-P.- ELECTRODUCTO DE PISO



KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	150	240
25	X	200	260
34,5	X	280	300

#### GABINETE.-

Esta sección denominada ELECTRODUCTO AEREO, está destinada a interconectar secciones que estén acopladas a otros equipos que por tener un ancho mayor que la sección impiden el acoplamiento directo.

#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

#### GABINETE.-

Esta sección denominada ELECTRODUCTO DE PISO, tiene la misma función que la sección anterior, excepto que, con la variante de que es autosoportada directamente sobre el piso y sus dimensiones de fondo y altura coinciden con las de las secciones a las cuales va acoplada.

#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

## COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca MECESA, están formadas por la combinación de las secciones descritas anteriormente de acuerdo con las necesidades particulares de cada cliente.

Con objeto de poder identificar las subestaciones de acuerdo con las combinaciones más usuales de las secciones, se han establecido nomenclaturas formadas también por una combinación de dígitos y letras en la siguiente forma:

- ① Los primeros dígitos indican el voltaje nominal de operación de la subestación por la cual únicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5
- ② La siguiente letra nos indica el sentido de la subestación, según vayan aumentando las secciones a partir de la acometida, ya sea hacia la izquierda ó hacia la derecha, por lo cual ésta letra únicamente puede ser I ó D respectivamente.
- ③ El (los) siguiente (s) dígito (s) nos indica el número de secciones de que se compone la subestación.
- ④ La siguiente letra nos indica si la subestación es NORMAL o ESPECIAL, de MEDICIÓN, VERIFICACION e INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constituida por cualquier otra combinación, por lo que ésta letra únicamente puede ser N ó E

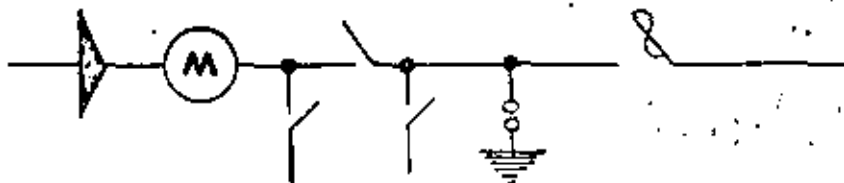


DIAGRAMA UNIFILAR

- ⑤ Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestación, que únicamente puede ser INTERIOR ó EXTERIOR, por lo que, éstas letras serán SI ó SE según el caso.

Como ejemplo ilustrativo de lo anteriormente descrito, vamos a identificar una subestación normal para 25 KV, con 3 secciones, con sentido-derecho para servicio exterior:

$\frac{25}{\textcircled{1}}$	$\frac{D}{\textcircled{2}}$	$\frac{3}{\textcircled{3}}$	$\frac{N}{\textcircled{4}}$	$\frac{SE}{\textcircled{5}}$
------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------



II

II

TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES Y RELEVADORES

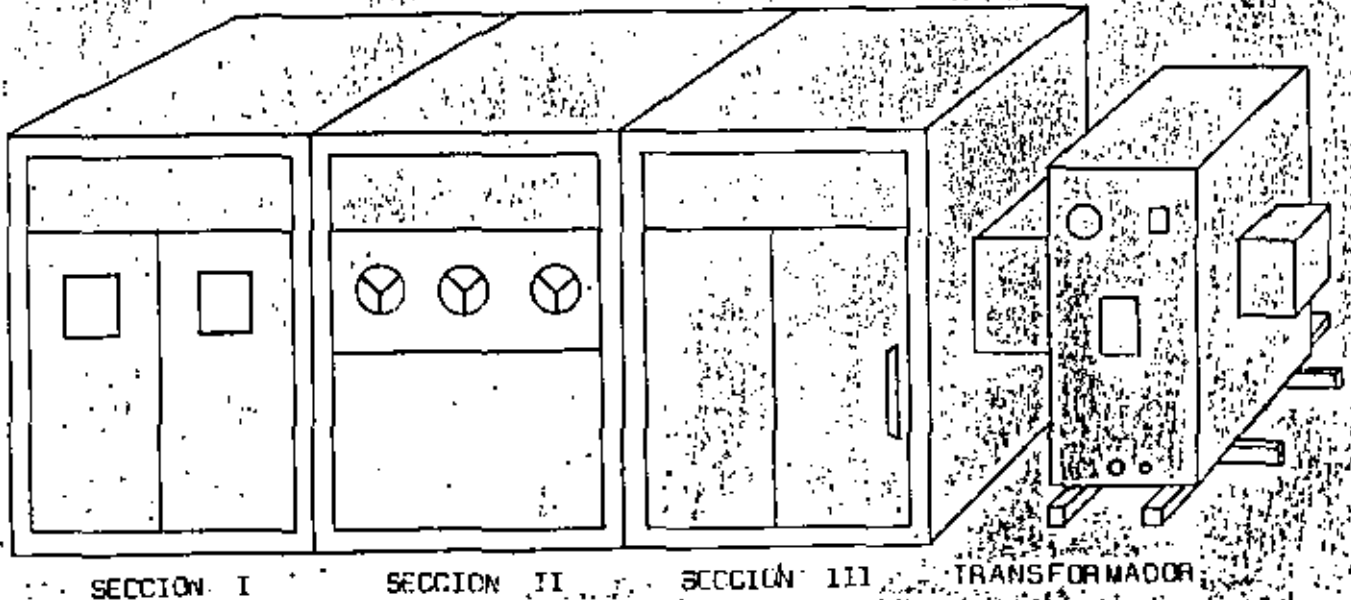
POTENCIA NOMINAL SUB-EST.	SECCIONADOR CON FUSIBLES SIEMENS				RUPTO FUSIBLES MARCA "DELLE"						INTERRUPTOR "MECSA".	
	TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	CAPACIDAD INTERRUPTIVA S.	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV.	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	TENSION DE SERVICIO 13.2KV CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO	
	K.V.A.	M.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-CLS	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-CLS	AMP-RELE	AMP-RELE
100	16	1000	16	1000	10/14	10	500	6.3/10	63	1000	5/10	5/10
125	25	1000	25	1000	16/22.4	16	500	10/13	10	1000	5/10	5/10
150	25	1000	25	1000	16/19.2	16	500	16/25.6	16	1000	5/10	5/10
200	25	1000	25	1000	16/25.6	16	500	16/25.6	16	1000	10/20	5/10
250	25	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
300	40	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
400	40	1000	25	1000	25/37.5	25	500	20/26	20	1000	20/40	10/20
500	40	1000	40	1000	32/44.8	32	500	20/32	20	1000	20/40	10/20
600	63	1000	40	1000	32/44.8	32	500	25/40	25	1000	20/40	20/40
750	63	1000	63	1000	40/56	40	500	32/51.2	32	1000	40/80	20/40
1000	100	1000	63	1000	63/88.2	63	500	40/64	40	1000	40/80	20/40
1250	100	1000	63	1000	80/112	80	500	50/65	50	1000	40/80	40/80
1600	160	1000	100	1000	100/150	100	500	63/100.8	63	1000	80/160	40/80

NOTAS:

- 1.- El seccionador SIEMENS no lleva relevadores de sobrecorriente primarios, solo tres fusibles con C.I.S., de 1000 MVA.
- 2.- El portafusible DELLE lleva tres relevadores primarios de sobrecorriente y tres fusibles con C.I.S., de 500 MVA ó 1000 MVA.
- 3.- El interruptor en bajo volúmen de aceite MECSA, lleva dos ó tres relevadores primarios de sobrecorriente, no necesita fusibles, ya que no los requiere para su operación, se surte con una bobina de apertura a control remoto ó una bobina de apertura por bajo voltaje a tensiones 127/220/354/440 volts.  
También se puede surtir totalmente automático (consultar precio) 20MG/750 MVA simétricas, 800 Amps. nominales.

C.I.S. - Capacidad interruptiva Simétrica

Interruptor "MECSA" Interruptor en bajo volúmen de aceite tipo 20MG/750 MVA simétricas, 500 Amps. nominales.



SECCION I

SECCION II

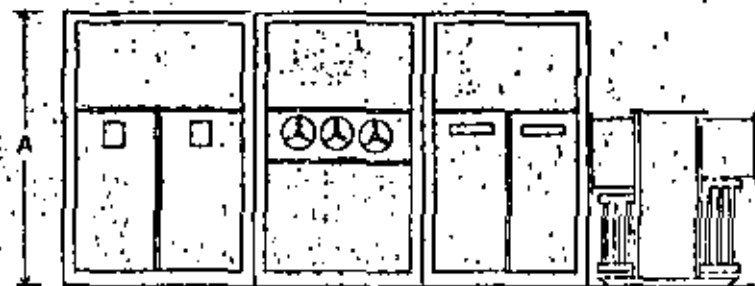
SECCION III

TRANSFORMADOR

# C A B I N E T E S



PERFIL



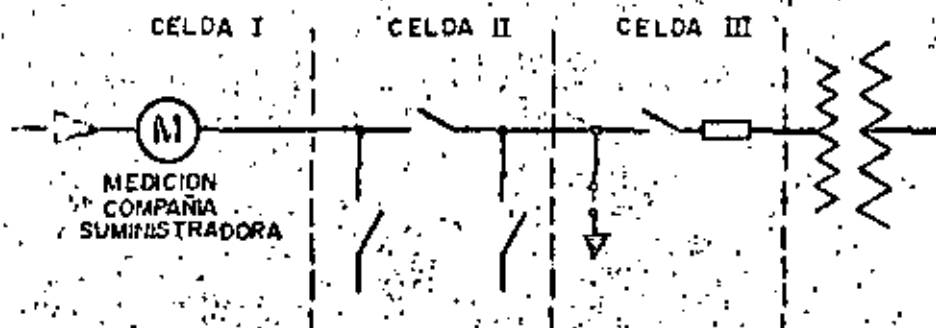
CELDA I CELDA II CELDA III

FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR



SE ANOTAN LOS KV. NOMINALES

MODELO ID3NTLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

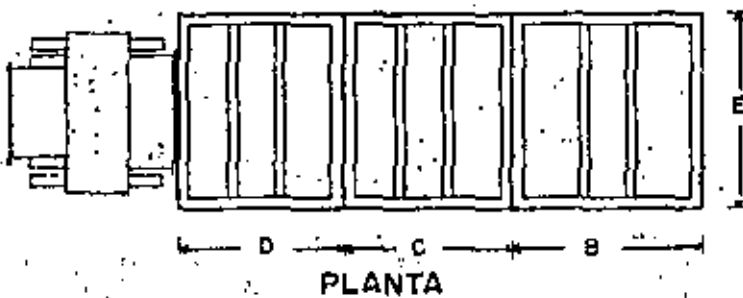
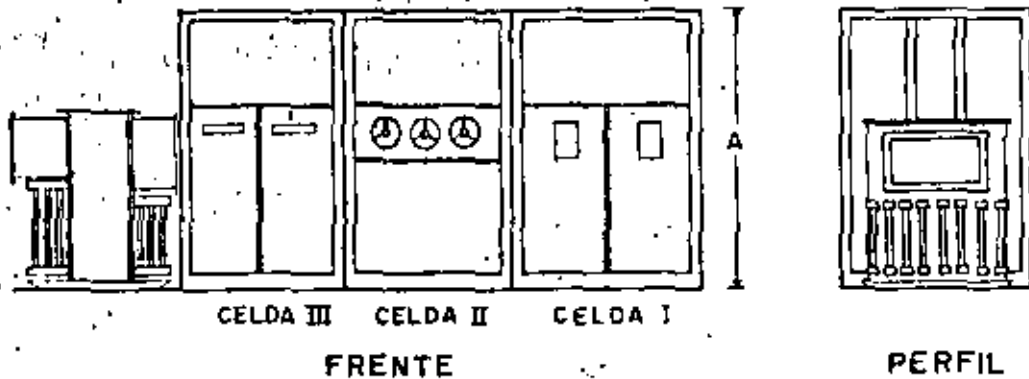
INTERIOR

IZQUIERDA - DERECHA

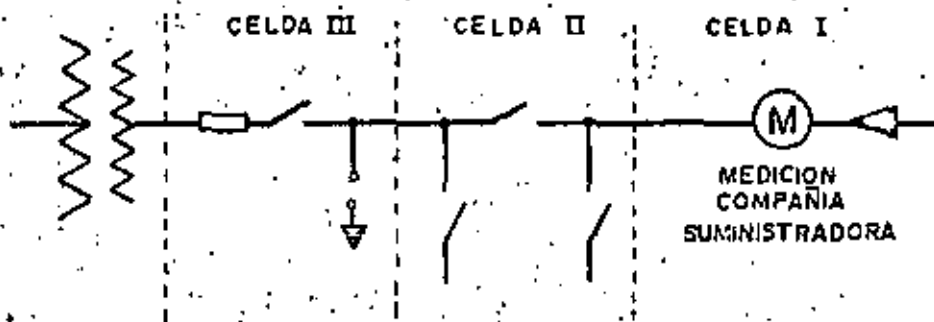
COLINEAL

500 30

# G A B I N E T E S



## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D3NTLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

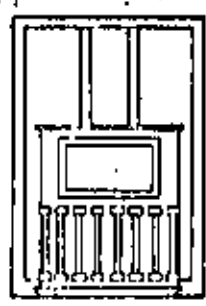
INTERIOR

DERECHA - IZQUIERDA

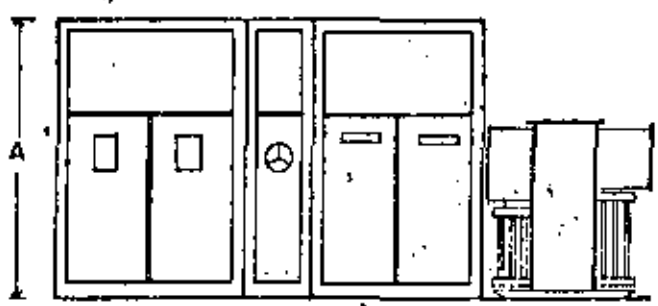
COLINEAL

31

# G A B I N E T E S

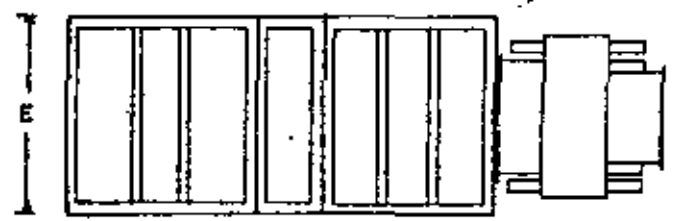


PERFIL



CELOA I CELDA II CELDA III

FRENTE

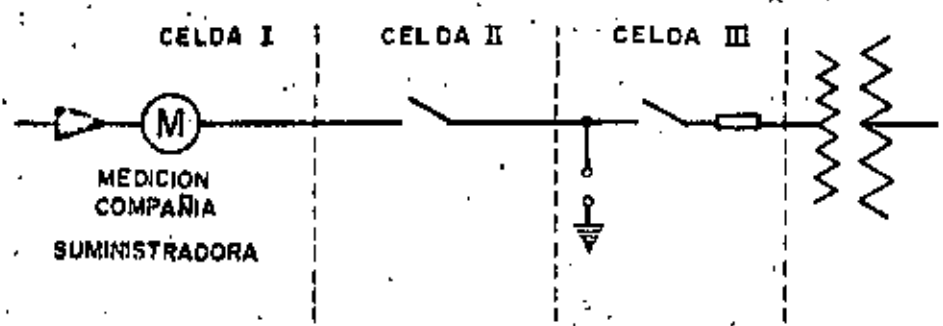


B C D

PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3E TL SI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

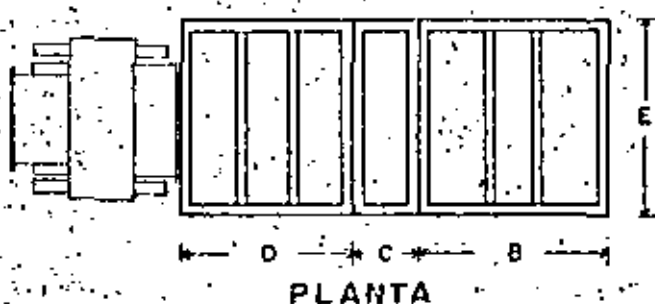
TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA — DERECHA

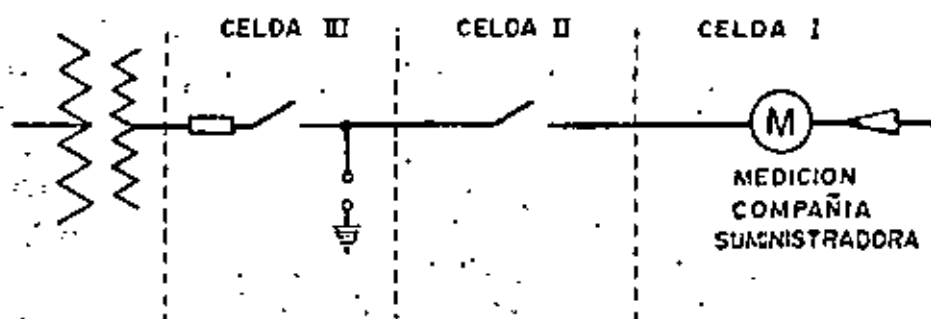
COLINEAL

32  
**G A B I N E T E S**



**DIAGRAMA**

**UNIFILAR**



\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13ETLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

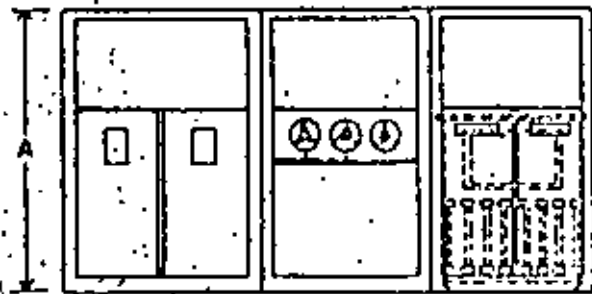
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

33  
G A B I N E T E S

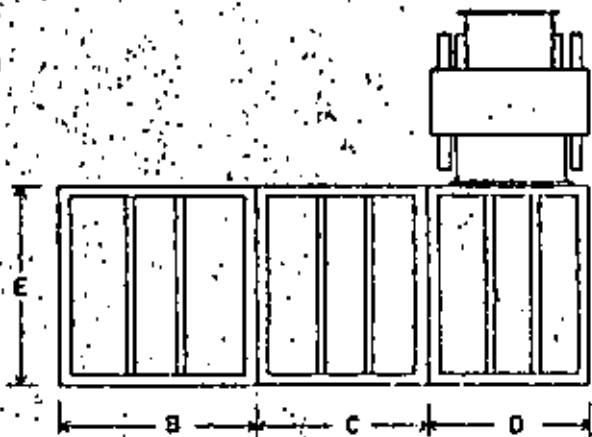


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* IDNTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA DERECHA

POSTERIOR

34  
C A B I N E T E S

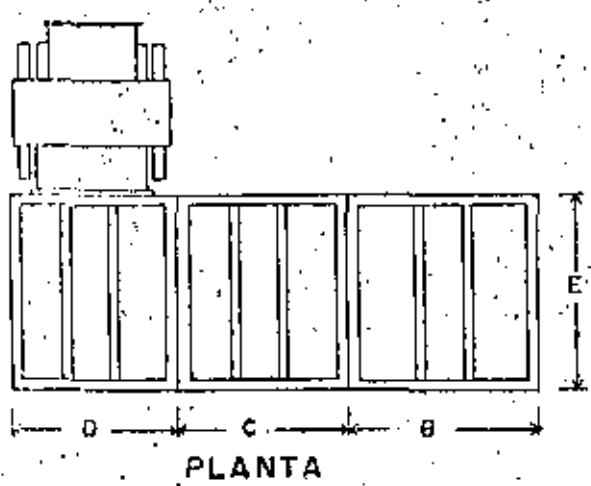
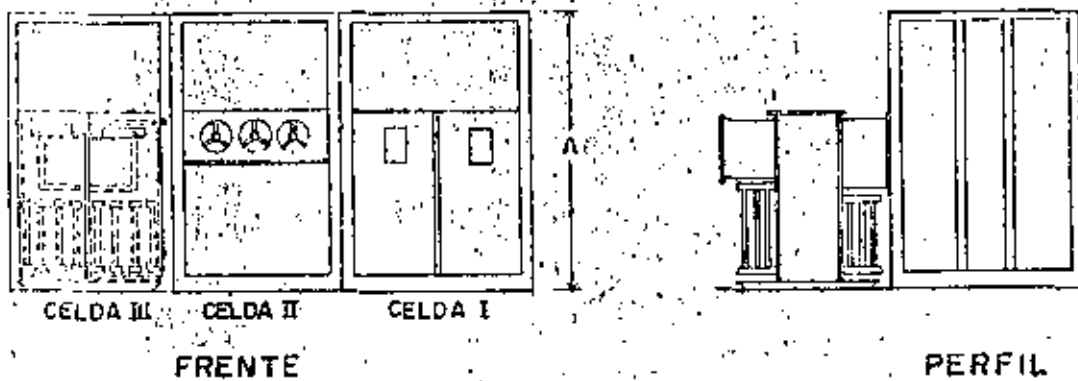
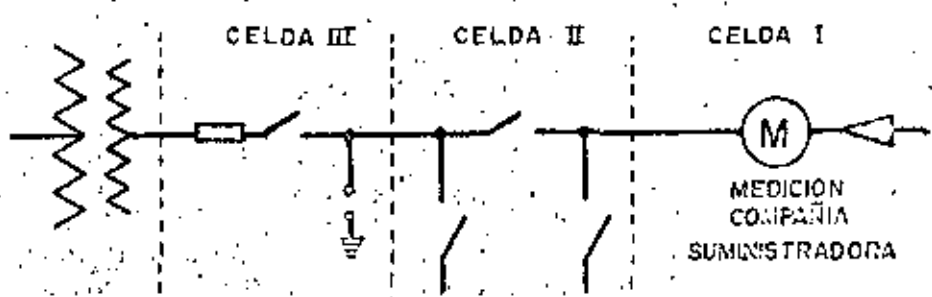


DIAGRAMA UNIFILAR

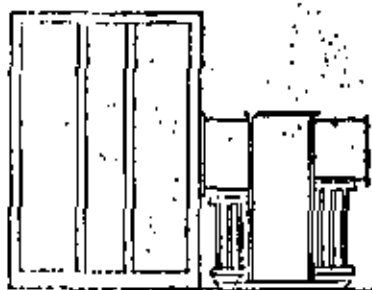


\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

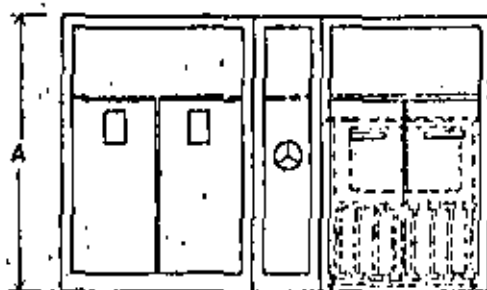
MODELO * D13NTPSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR



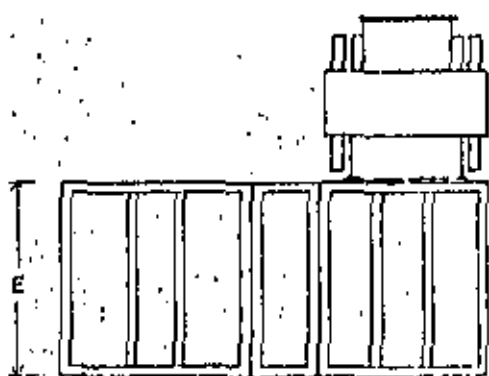
35  
**G A B I N E T E S**



PERFIL



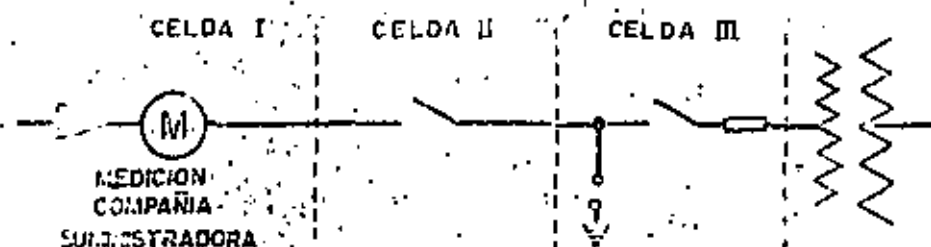
CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

**DIAGRAMA**

**UNIFILAR**



\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO

03ETPCI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

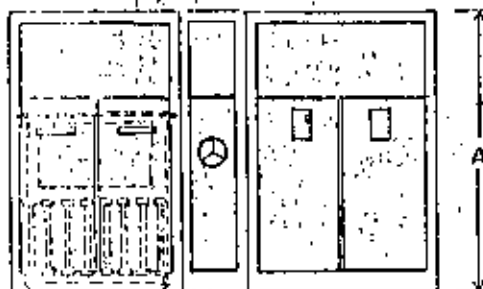
INTERIOR

IZQUIERDA → DERECHA

POSTERIOR

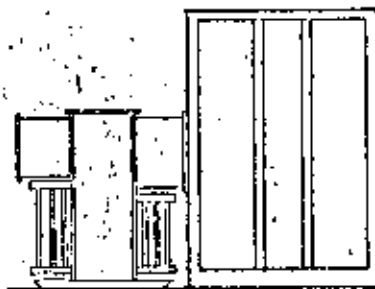
36

G A B I N E T E S

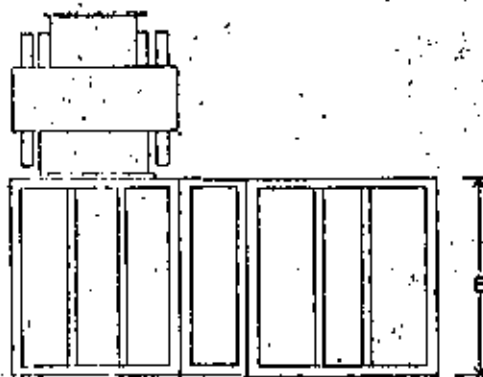


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



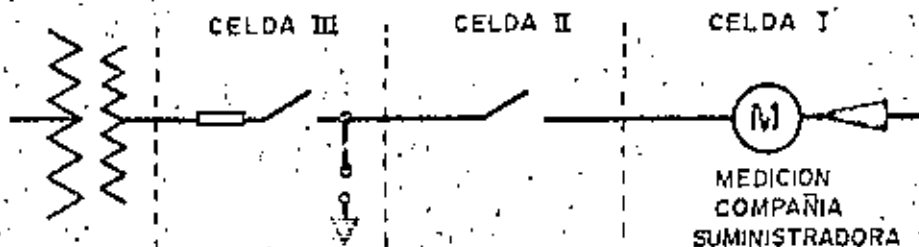
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* DISETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

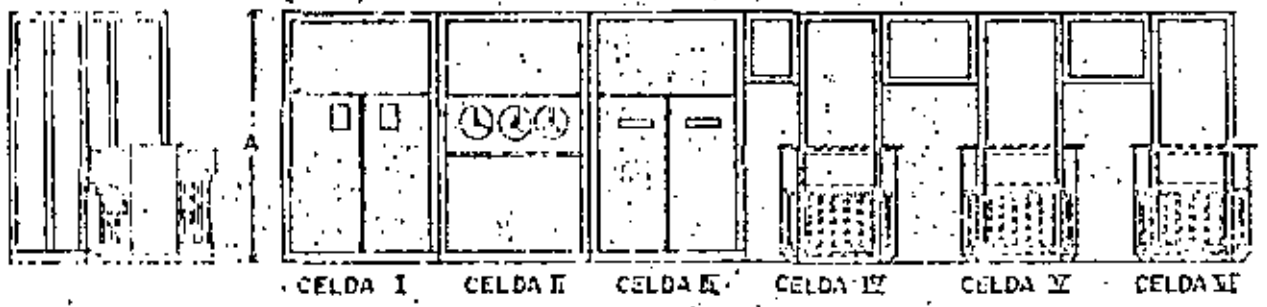
TRANSFORMADOR

INTERIOR

DERECHA — IZQUIERDA

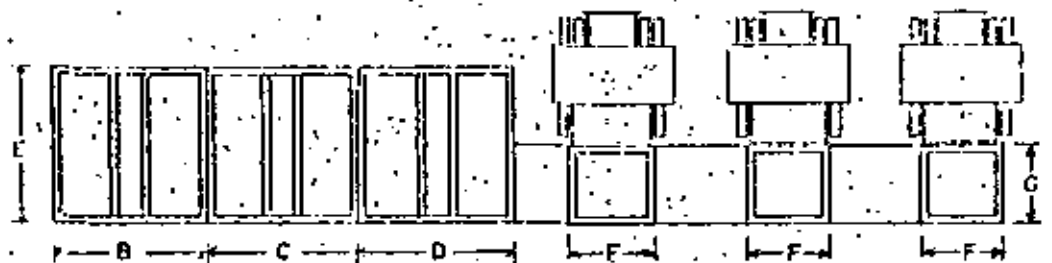
POSTERIOR

37  
G A B I N E T E S



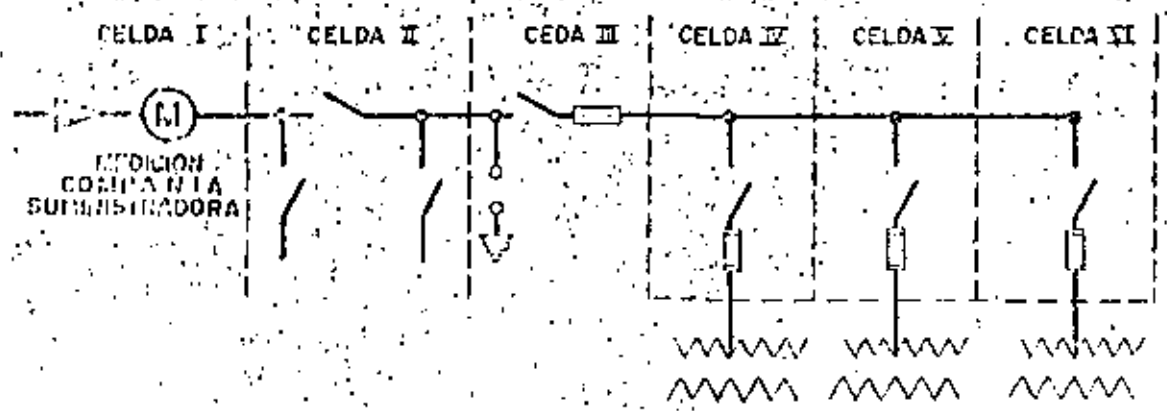
PERFIL

FRENTE



PLANTA

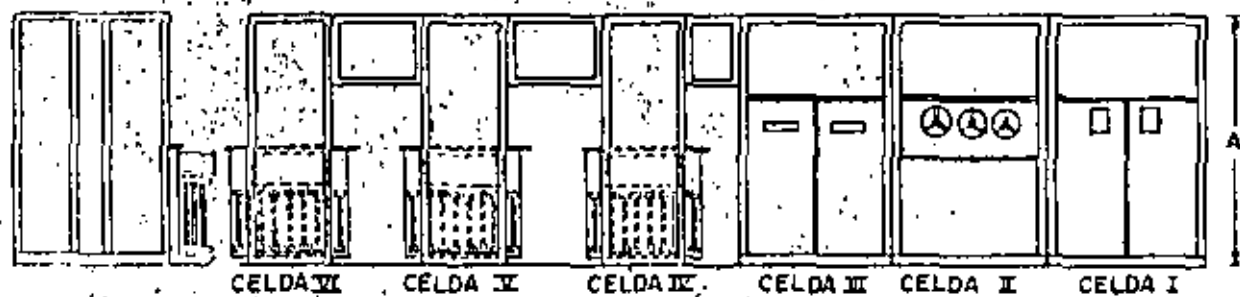
DIAGRAMA UNIFILAR



SE ADOPTAN LOS KV NOMINALES

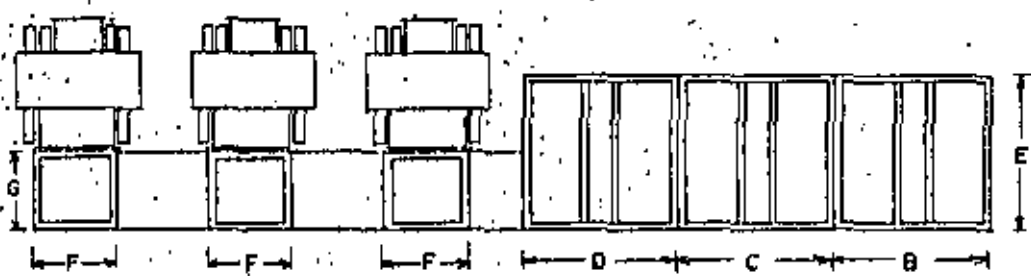
MODELO ID5N3TLSH		ACOTACIONES EN HOJAS No. 3, 4 y 5
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTERIOR	IZQUIERDA -- DERECHA	COLINEALES

38  
G A B I N E T E S



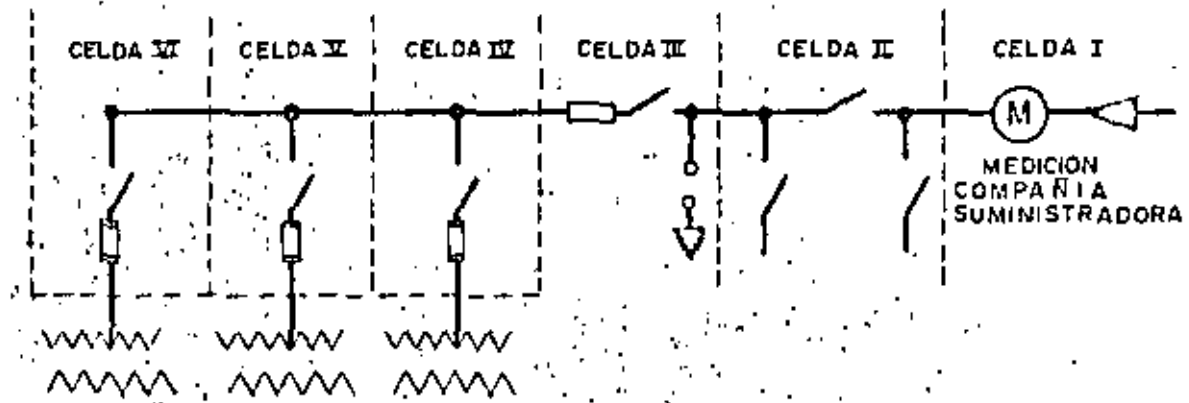
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



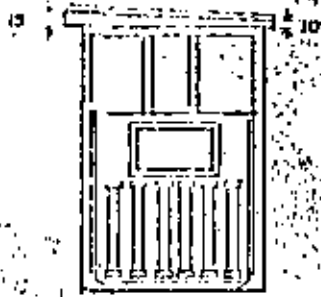
\* SE ANOTAN LOS KV NOMNALES

MODELO \* D13N3TLSI

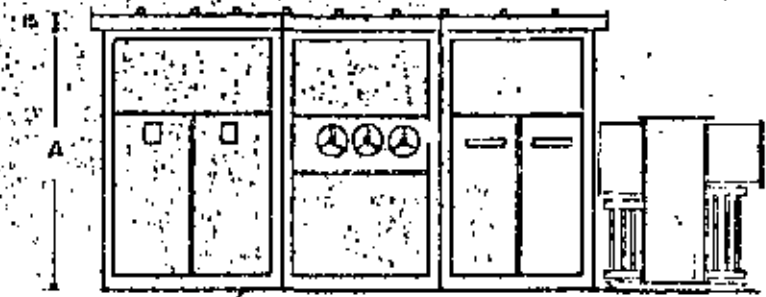
ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 y 5

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTERIOR	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEALES

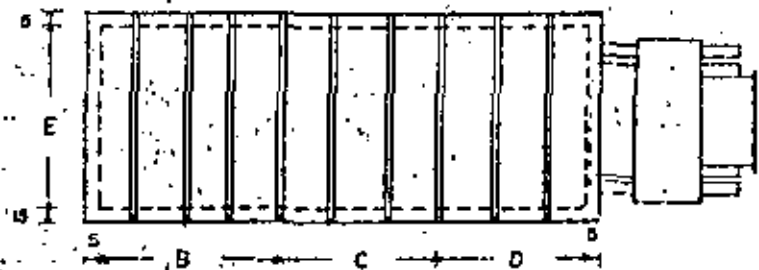
39  
G A B I N E T E S



PERFIL

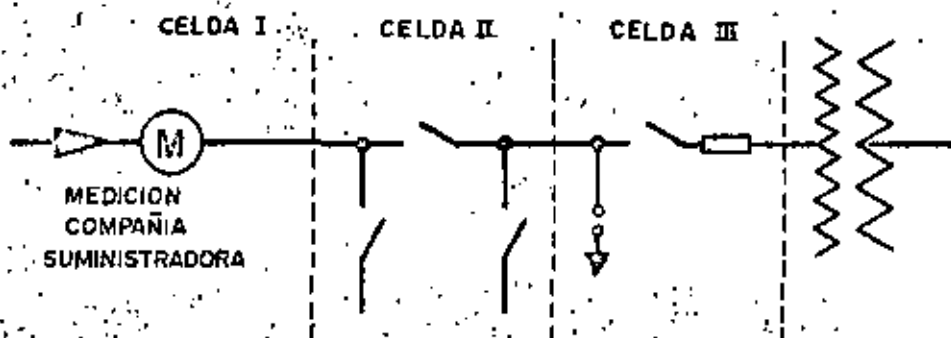


CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID5NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

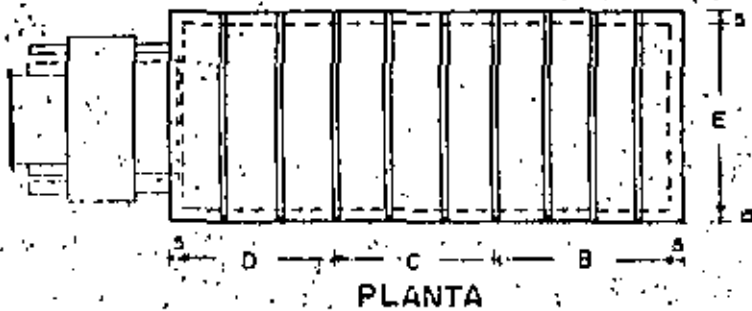
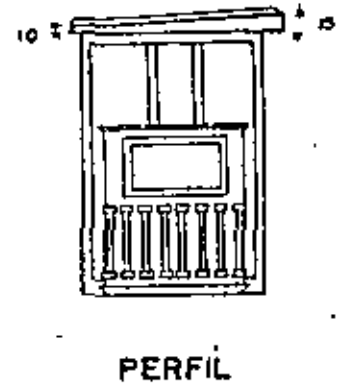
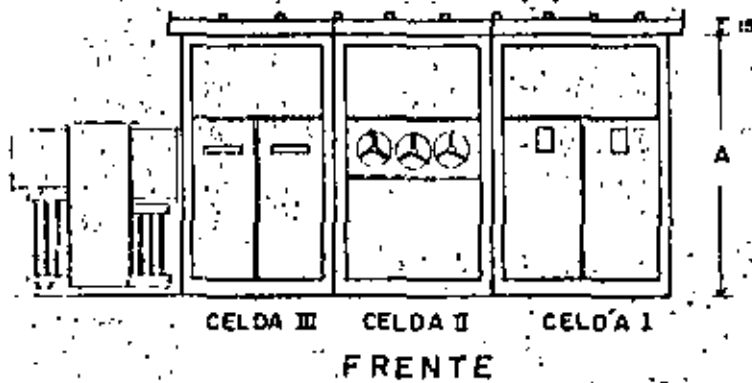
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

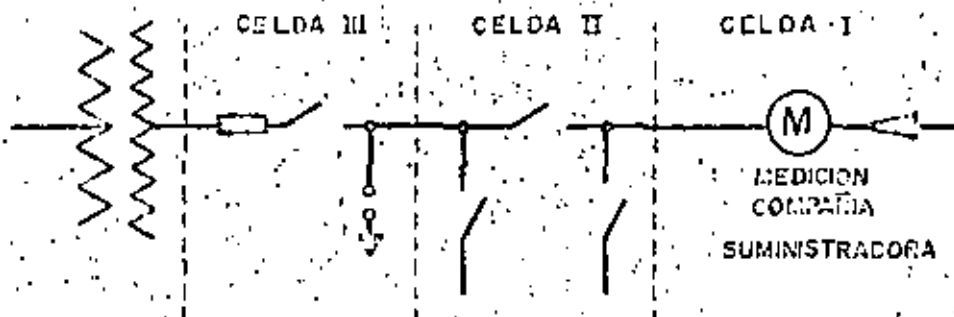
COLINEAL

40  
G A B I N E T E S



DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO ~~SK~~ D13NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

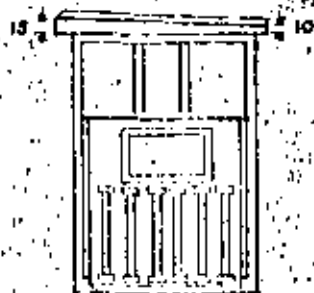
INTENSIDAD

DERECHA—IZQUIERDA

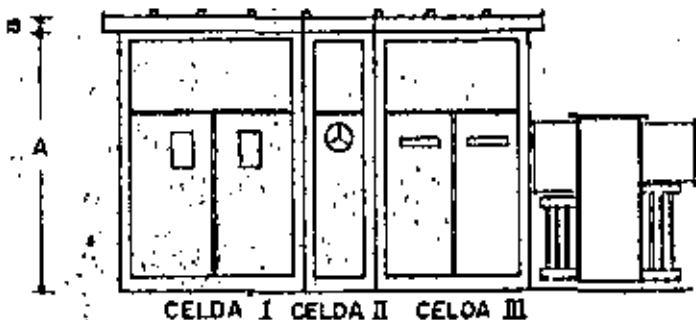
COLINEAL

41

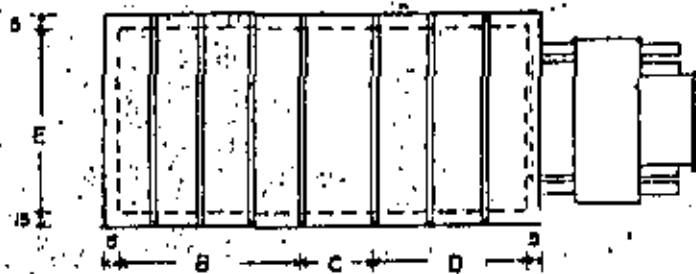
G A B I N E T E S



PERFIL



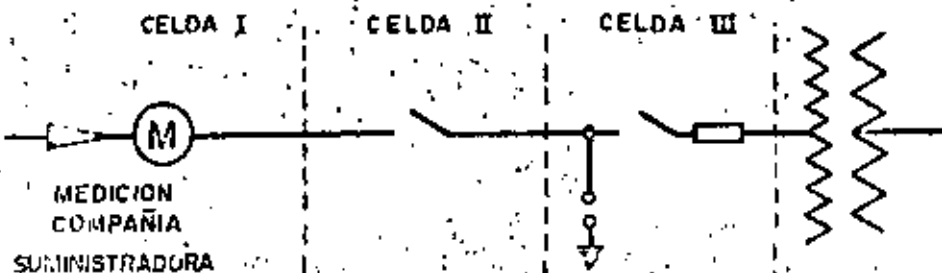
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ACOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO:

SENTIDO:

TRANSFORMADOR

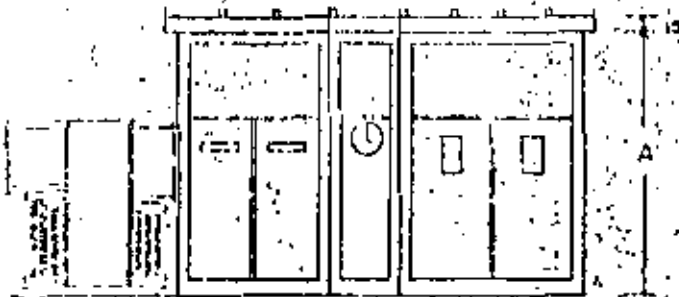
LINEA EN PEDIDO

IZQUIERDA — DERECHA

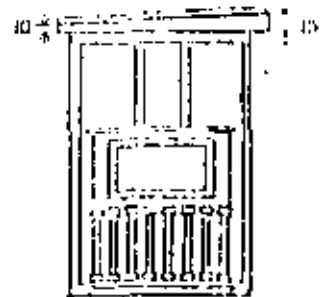
COLINEAL

42

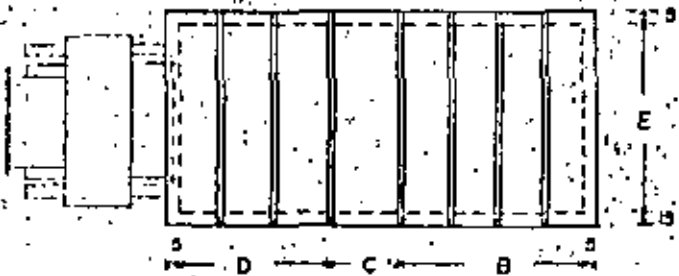
**O A B I N E T E S**



CELDA III CELDA II CELDA I  
FRENTE

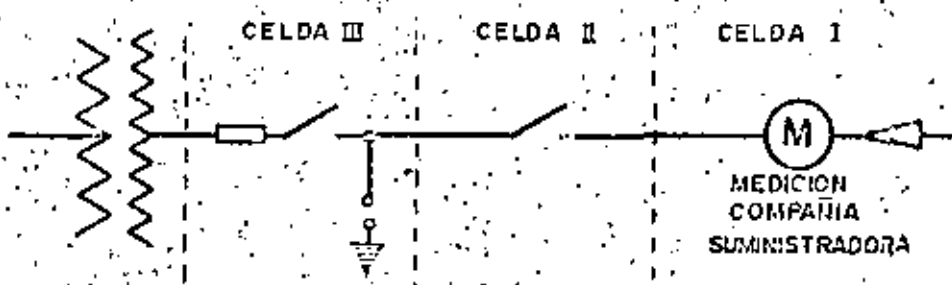


PERFIL



PLANTA

**DIAGRAMA UNIFILAR**



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERPERIE

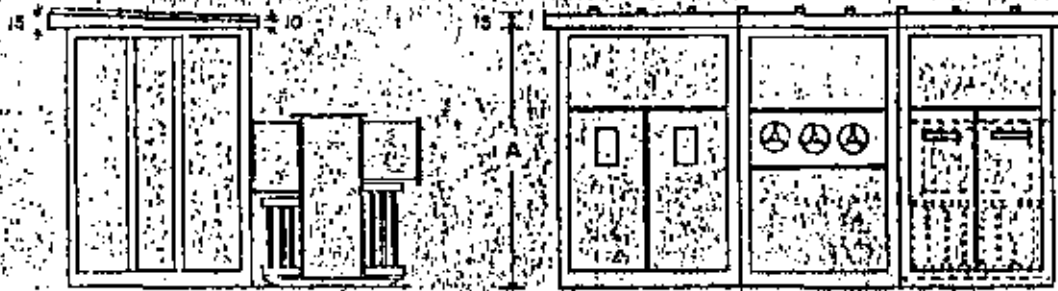
DERECHA — IZQUIERDA

COLINEAL



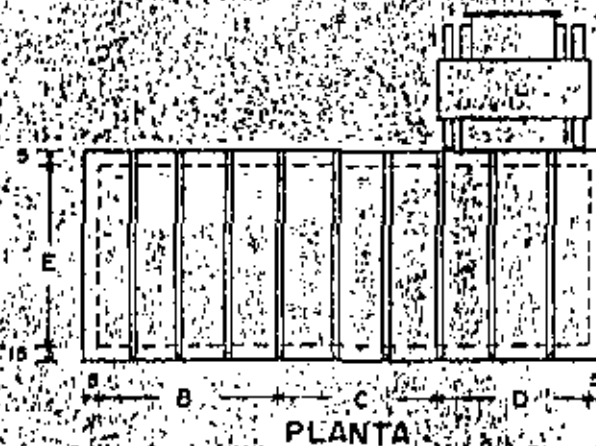
# G A B I N E T E S

43



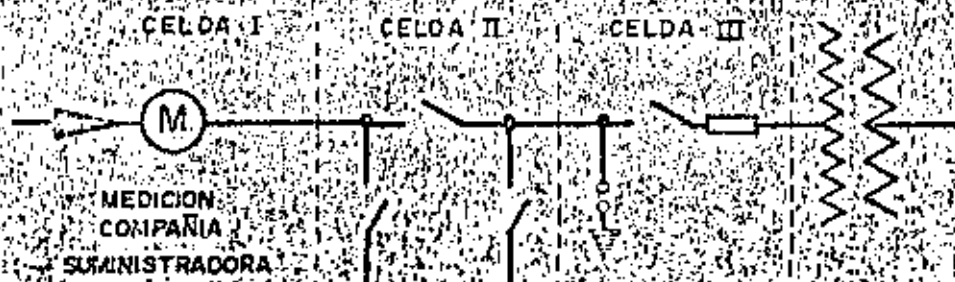
PERFIL

CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

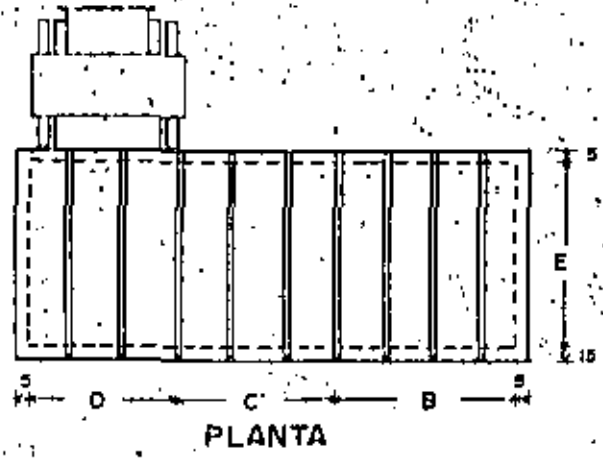
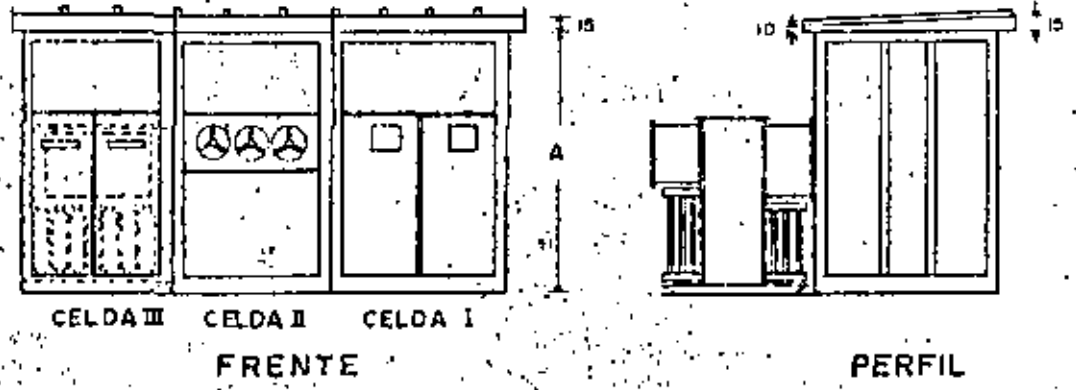
INTemperie

IZQUIERDA — DERECHA

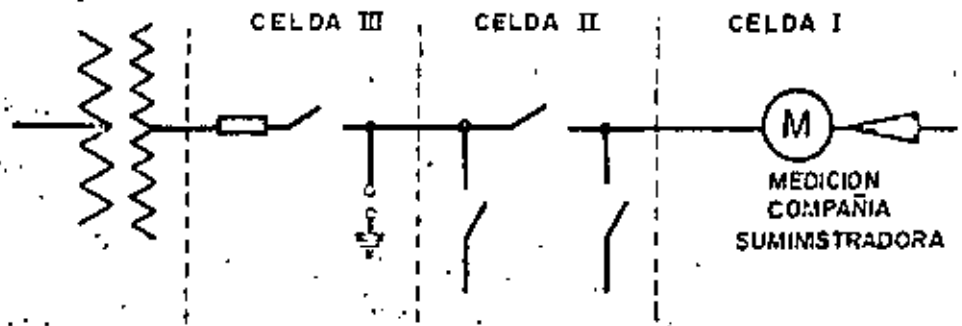
POSTERIOR

# GABINETES

## 44



### DIAGRAMA UNIFILAR



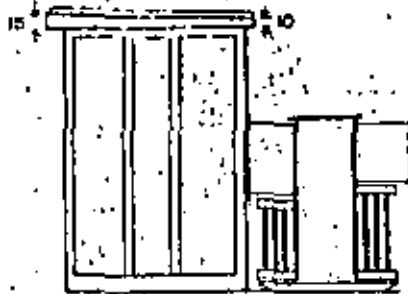
SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

ODELO \* DI3NTPSE

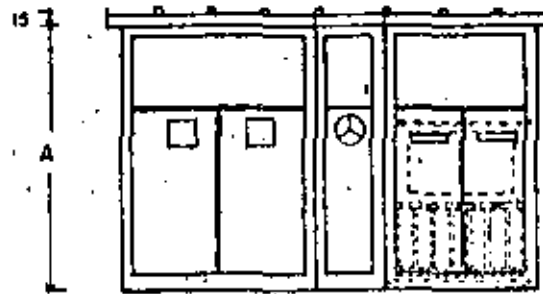
ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

# GABINETES 45

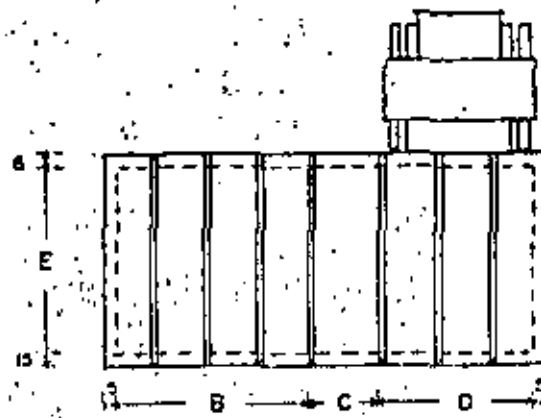


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

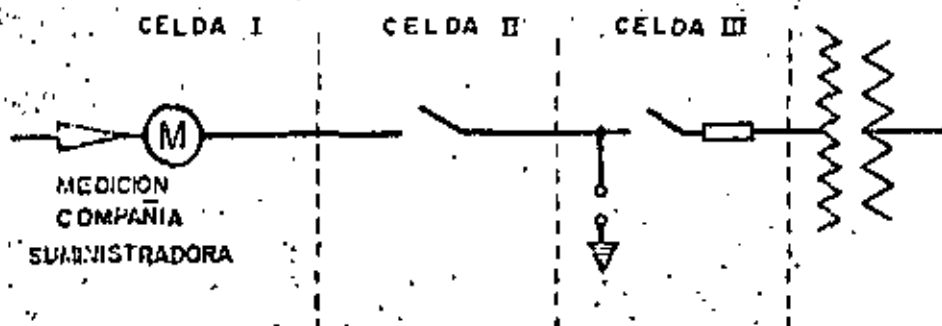
FRETE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE AÑADAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INYECCION

IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

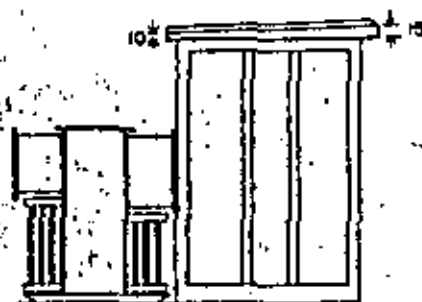
# G A B I N E T E S

46

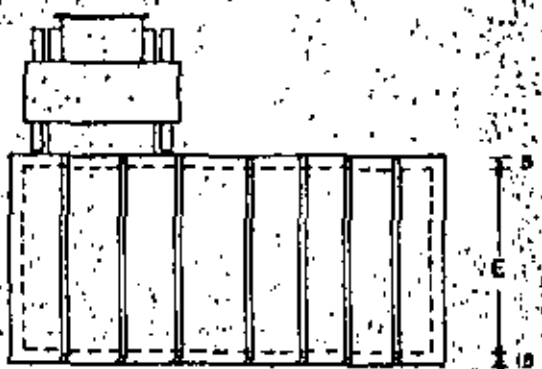


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE

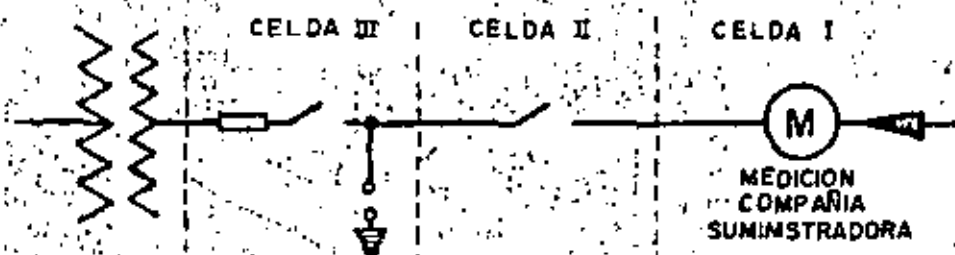


PERFIL



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR.



SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* DI3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

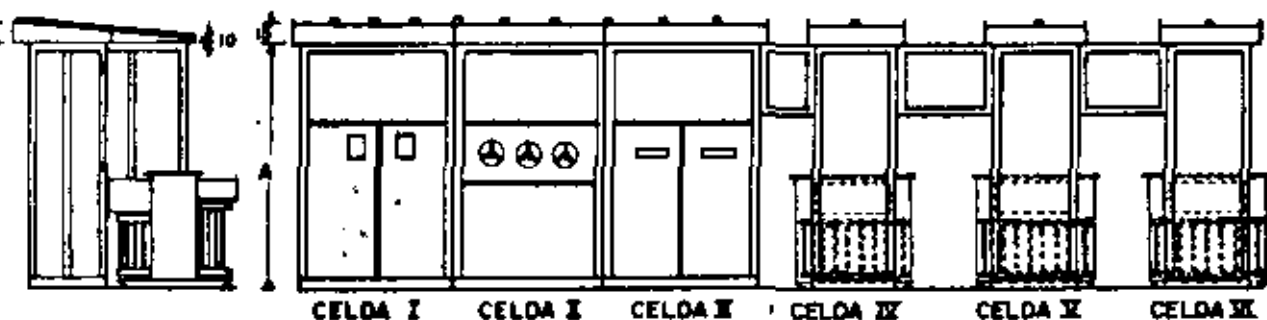
INTEMPERIE

DERECHA — IZQUIERDA

POSTERIOR

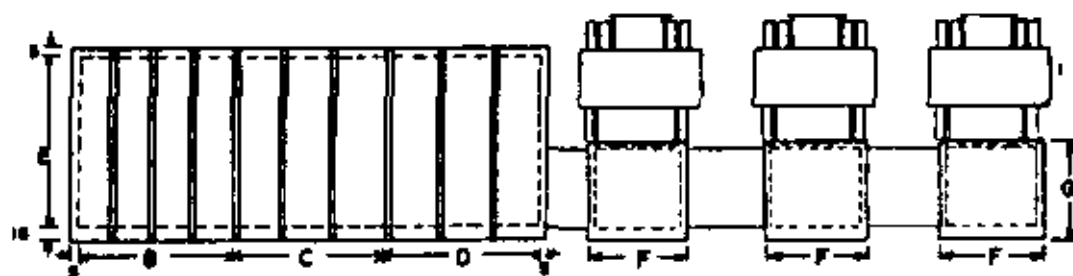
# G A B I N E T E S

47



PERFIL

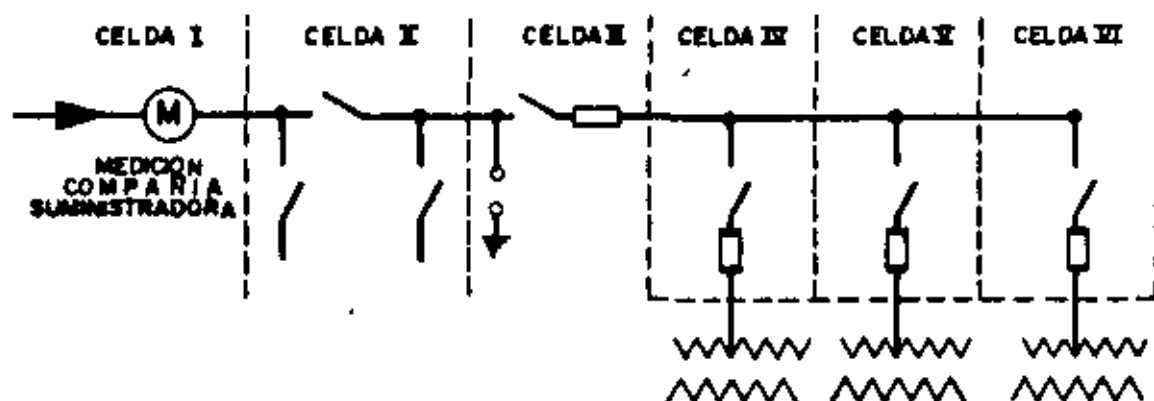
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* 103NTLSE

AGOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 Y 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

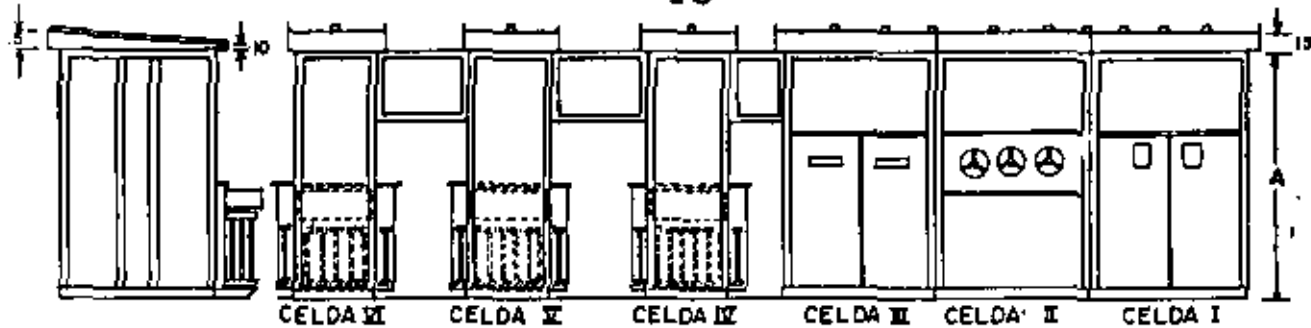
INTEMPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

COLINEALES

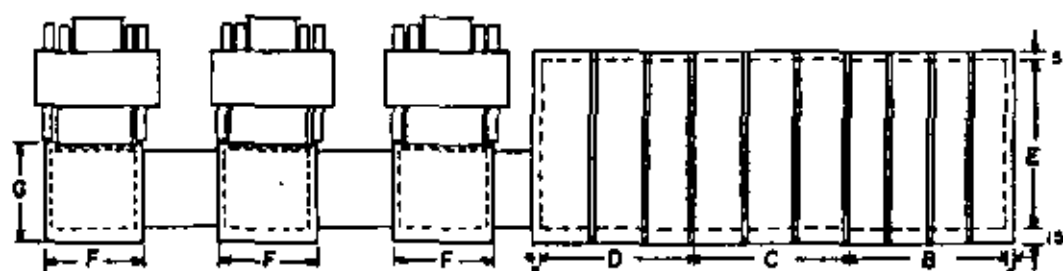
# G A B I N E T E S

48



PERFIL

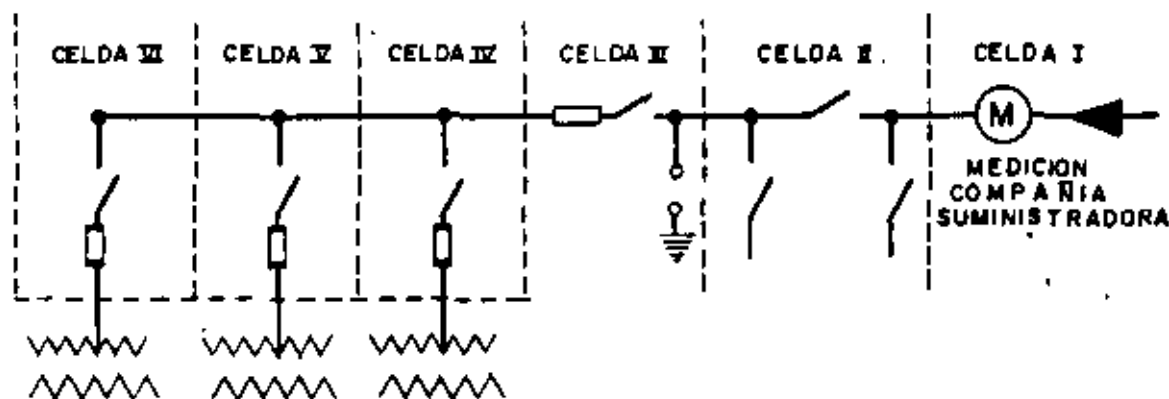
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMNALES

MODELO \* D13N3TLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

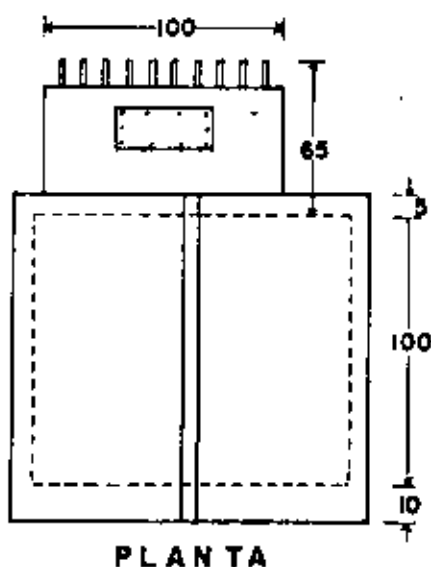
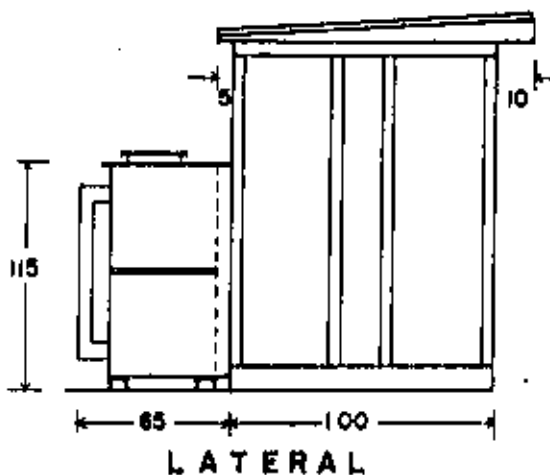
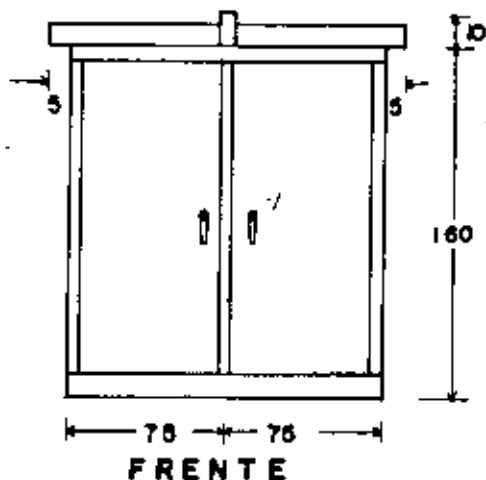
INTEMPERIE

DERECHA - IZQUIERDA

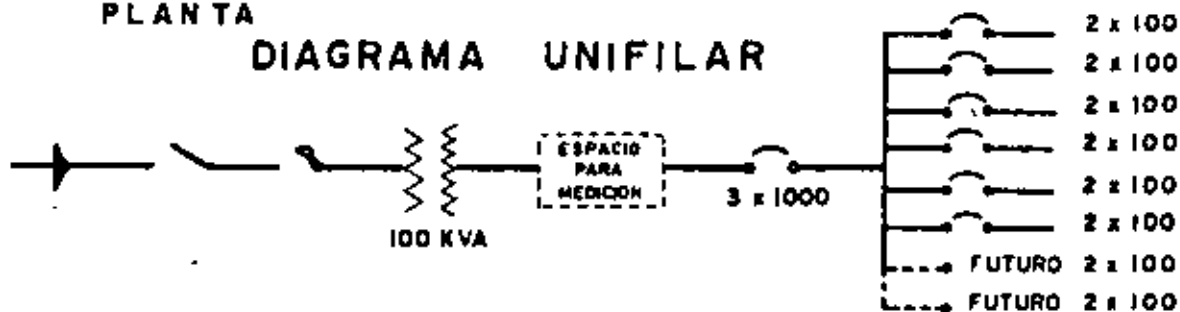
COLINEALES

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**GABINETE**



**DIAGRAMA UNIFILAR**



MODELO "MECSAPAQ 100"

ACOTACIONES EN CENTIMETROS

SERVICIO

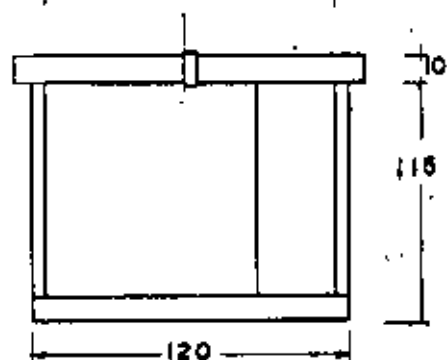
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

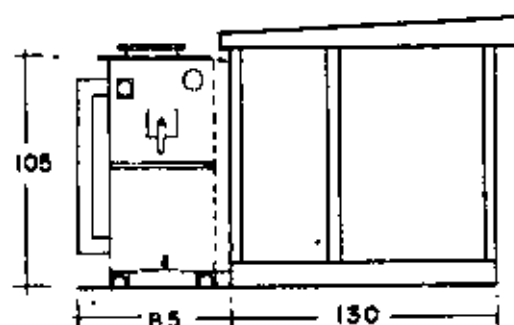
POSTERIOR

MEMORIA DESCRIPTIVA

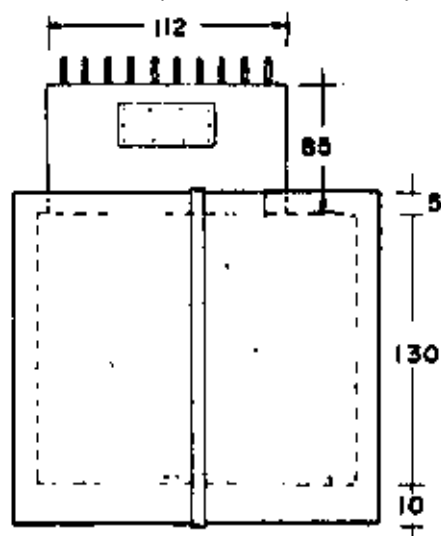
50



FRENTE



LATERAL



PLANTA

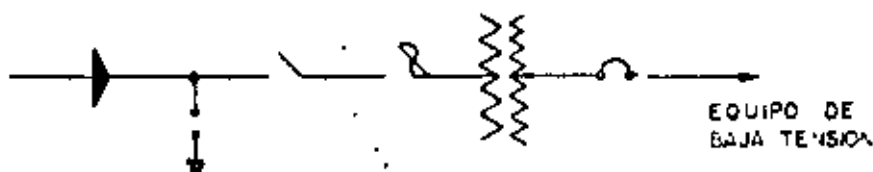


DIAGRAMA UNIFILAR

MODELO MECSAPAQ

ACOTACIONES EN CENTIMETROS

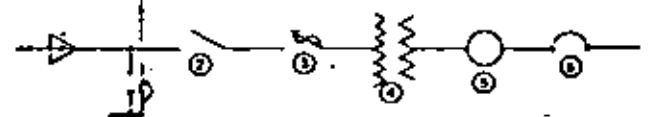
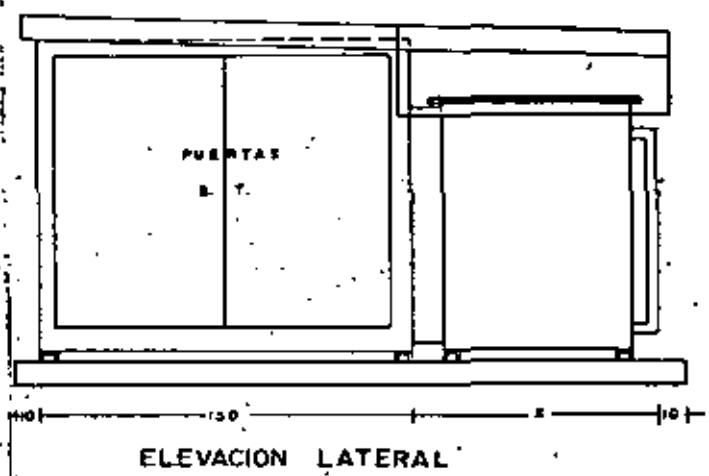
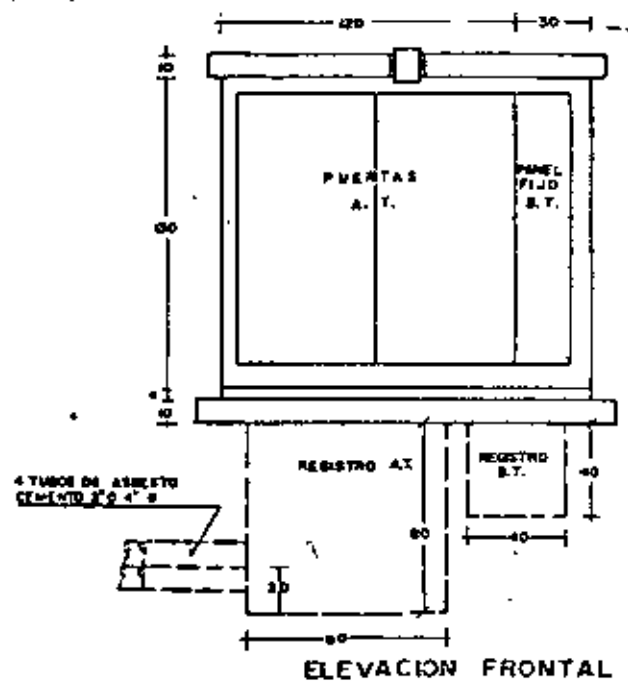
SERVICIO

TRANSFORMADOR

INTEMPORAL

POSTERIOR





**MATERIAL Y EQUIPO**

- 1. APARTARRAYOS PARA 25 KV
- 2. JUEGO DE CUCHILLAS TRIPOLARES OPERACION EN GRUPO SIN CARGA 25 KV 400 AMPERES
- 3. FUSIBLES MARCA SIEMENS 20/25KV
- 4. TRANSFORMADOR MARCA MECSA 20/23 KV 220/127 VOLTS.
- 5. EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION
- 6. TERMOMAGNETICO

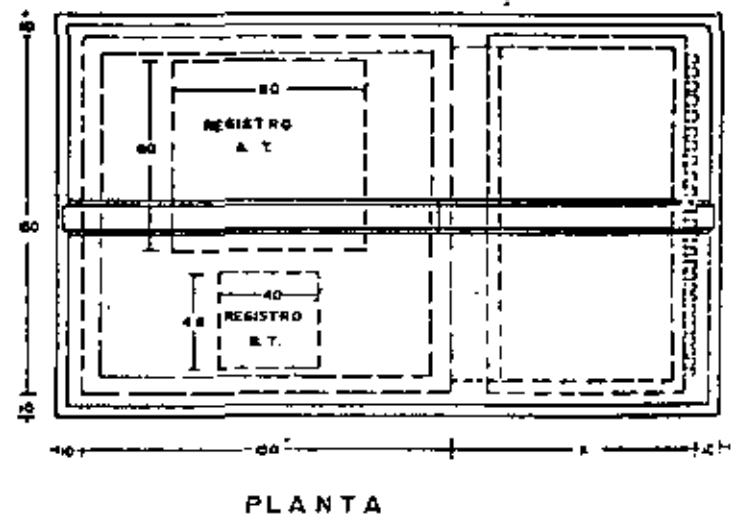
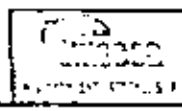


DIAGRAMA UNIFILAR

DIMENSIONES DE "X" Y CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		
KVA	X	TERMO MAGNETICO
150	76	3x200A.
75	69	3x200A
30	70	3x200A.
45	69	3x200A.
30	67	3x125A
ACOT. EN CM.		

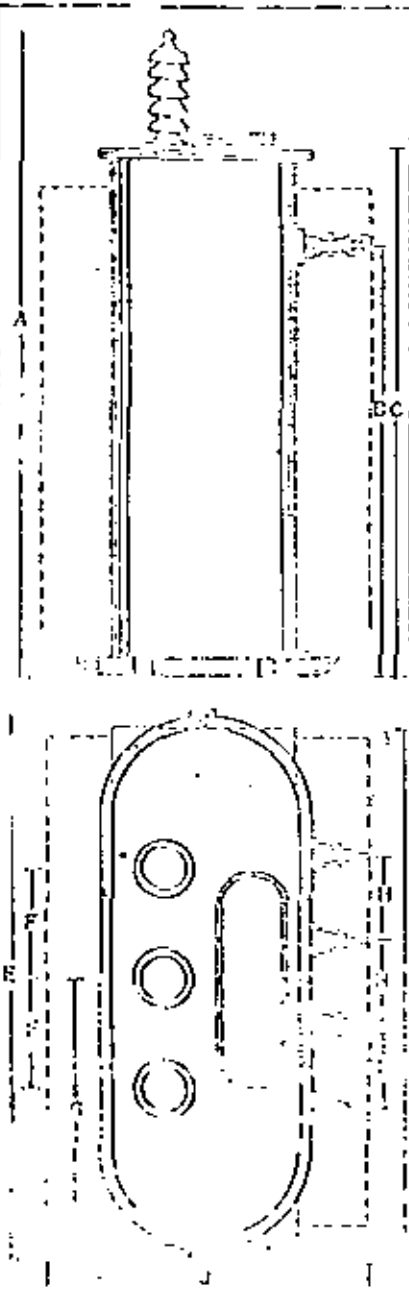


**SUBESTACION MECSAPAQ  
R-25KV**

P.G.-170  
12/II/72

**DISEÑO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA 50/30 Hz. TIPO TANQUE OVALADO**

INDICACIONES ELÉCTRICAS COMPLEMENTARIAS



KVA	ALTA TENSION			BAJA TENSION		DIMENSIONES APROXIMADAS EN CMS.										PESO KG	
	KV	CONEX	DERIVACIONES	VOLTS	CONEX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
5	132	DELTA	2 2 4+ 2.5 %	220/127	ESTRELLA	101	535	60.5	72.5	67	125	29	9	36	47	50	200
10	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	220/127	ESTRELLA	102	605	67.5	71.5	75	20	32	8	64	51	70	250
15	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	100.5	67.5	76.5	80.5	78	23	33.5	8.5	67	52	90	300
20	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	108	66	73	77	83	23	36	8.5	72	53	95	320
25	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	115	69.5	79.5	80.5	84	23	38.5	8.5	73	54	110	350
30	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	100.5	69.5	75.5	79.5	83	23	39.5	8.5	77	56	120	370
45	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	112.5	70.5	77.5	81.5	85	23	40.5	1.5	81	57	120	400
50	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	117	74	82	86	100	23	43	10.5	80	64	133	450
60	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	89	93	107	24	50.5	10	81	64	140	500
75	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	125	81	89	93	107	24	50.5	10.5	87	67	150	550
	23/20	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	220/127	ESTRELLA	116.5	81	103	107	113	24	53	10.5	87	67	150	550
100	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	127	81	93	97	109	24	57	11	88	67	150	600
	23/20	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	127	81	107	111	117	24	57	11	88	67	150	600
150	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	81	93	97	109	24	59	11	88	67	150	650
	23/20	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	81	107	111	117	24	59	11	88	67	150	650
200	132	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	130	85	103	107	113	24	61	11	88	67	150	700
	23/20	DELTA	± 2 4+ 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	130	85	117	121	127	24	61	11	88	67	150	700

TABLA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD MAXIMA EN AMPERES POR FASE A LA QUE DEBEN SUJETARSE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA LIBERAR DE SOBRECARGAS EL CIRCUITO PRIMARIO DE BANCOS TRIFASICOS DE TRANSFORMACION.

K.V.A. del BANCO	2 400 volts.		4 160 volts.		6 900 volts.		11 500 volts.		13 200 volts.		22 000 volts.		33 000 volts.		44 000 volts.	
	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.
4.5	1.08	3	0.63	1.5	0.38	1	0.23	1	0.20	1						
7.5	1.80	3	1.04	2	0.63	1.5	0.38	1	0.33	1	0.20	1				
9	2.17	5	1.25	3	0.75	1.5	0.45	1	0.39	1	0.24	1	0.16	1		
10	2.41	5	1.39	3	0.84	2	0.50	1	0.44	1	0.26	1	0.17	1		
15	3.61	7	2.08	5	1.26	3	0.75	1.5	0.66	1.5	0.39	1	0.26	1	0.20	1
22.5	5.41	10	3.12	7	1.88	5	1.13	2	0.98	2	0.59	1.5	0.39	1	0.30	1
25	6.01	13	3.47	7	2.09	5	1.26	3	1.09	2	0.66	1.5	0.44	1	0.33	1
30	7.22	15	4.16	10	2.51	5	1.51	3	1.31	3	0.79	2	0.52	1	0.39	1
37.5	9.02	15	5.20	10	3.14	7	1.88	5	1.64	5	0.98	2	0.66	1.5	0.49	1
45	10.83	20	6.25	15	3.77	7	2.26	5	1.97	5	1.18	3	0.79	2	0.59	1.5
50	12.03	25	6.94	15	4.18	10	2.51	5	2.19	5	1.31	3	0.87	2	0.66	1.5
75	18.04	30	10.41	20	6.28	10	3.77	7	3.28	7	1.97	5	1.31	3	0.98	2
100	24.06	40	13.88	25	8.37	15	5.02	10	4.37	10	2.62	5	1.75	5	1.31	3
112.5	27.06	40	15.61	25	9.41	15	5.65	10	4.92	10	2.95	7	1.97	5	1.49	3
150	36.08	50	20.82	30	12.55	20	7.53	15	6.56	15	3.94	7	2.62	5	1.97	5
200	48.11	65	27.76	40	16.73	25	10.04	20	8.75	15	5.25	10	3.50	7	2.62	5
225	54.13	80	31.73	50	18.83	30	11.29	20	9.84	20	5.90	10	3.94	7	2.95	7
300	72.17	100	41.64	65	25.10	40	15.06	25	13.12	20	7.87	15	5.25	10	3.94	7
450			62.45	80	37.65	50	22.59	30	19.66	30	11.81	20	7.87	15	5.90	10
500			69.40	100	41.84	65	25.10	40	21.87	40	13.12	20	8.75	15	5.56	15
690					57.74	80	34.64	40	30.18	50	18.11	30	12.07	20	9.05	15
750					62.76	80	37.65	50	32.80	50	19.68	30	13.12	20	9.84	20
1 000							50.70	65	43.74	65	26.24	40	17.50	25	13.12	20
1 500							75.31	100	65.61	100	39.36	50	26.24	40	19.68	30
2 000											52.49	65	35.00	50	26.24	40

A.P.C. = AMPERES A PLENA CARGA DEL BANCO DE TRANSFORMACION.

A.D. = AMPERES DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION.

PARA BANCOS CUYA CORRIENTE PRIMARIA SEA SUPERIOR A LAS INDICADAS EN ESTA TABLA, LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CORRESPONDIENTES, DEBERAN SUJETARSE AL 125 % DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL PROPIO BANCO COMO MAXIMO.

(53)



DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 Hz CON GARGANTAS LATERALES EN AT. y BT.

MANUFACTURER ELECTRANES CAMERON S.A.

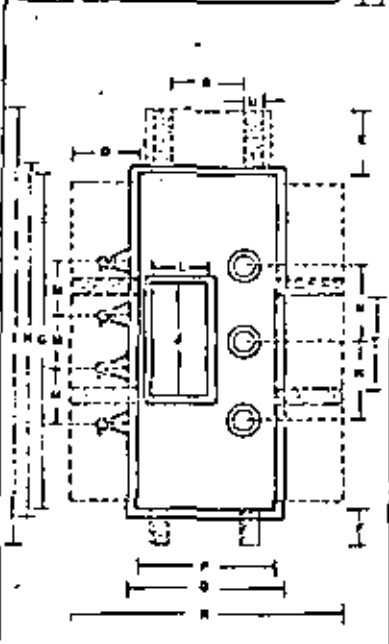
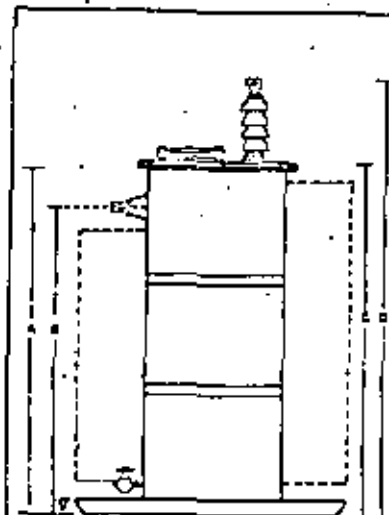
200		250		300		500		750		1000	
DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

544

DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 HZ. TIPO TANQUE RECTANGULAR

MANUFACTURER: ELECTRICAS CANARIAS S. A.

KVA	200	225	250	300	500
KV	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
CONEXION	DELTA / DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA
SERVACIONES	20/22.5/25/30/35/40/45/50/55/60/65/70/75/80/85/90/95/100	20/22.5/25/30/35/40/45/50/55/60/65/70/75/80/85/90/95/100	20/22.5/25/30/35/40/45/50/55/60/65/70/75/80/85/90/95/100	20/22.5/25/30/35/40/45/50/55/60/65/70/75/80/85/90/95/100	20/22.5/25/30/35/40/45/50/55/60/65/70/75/80/85/90/95/100
VOLTS	440/480/520/560/600/640/680/720/760/800/840/880/920/960/1000	440/480/520/560/600/640/680/720/760/800/840/880/920/960/1000	440/480/520/560/600/640/680/720/760/800/840/880/920/960/1000	440/480/520/560/600/640/680/720/760/800/840/880/920/960/1000	440/480/520/560/600/640/680/720/760/800/840/880/920/960/1000
CONEXION	ESTRELLA / ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA
DIAMETROS EN CENTIMETROS					
A	181	181	184	184	189
B	126	126	126	126	126
C	116	120	120	120	120
D	170.4	169	167	167	160.0
E	14	14	14	22	24
F	14	14	14	14	14
G	114	110	110	110	114
H	102	100	102	100	102
I	100	100	100	100	100
J	54	54	54	54	54
K	26	25	25	25	25
L	17	16	16	16	16
M	14	14	14	14	14
N	26	24	24	24	24
O	12	12	12	12	12
P	22	24	24	22	20
Q	42.0	42	42.0	42.0	42.0
R	20	17	16	16	12
S	26	24	24	24	24
T	51	51	51	51	51
U	6	6	6	6	6
V	6	6	6	6	6
PESO EN KG	200	210	225	250	300
PESO SIN TANQUE	120	130	140	160	200



DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO: INSTALACIONES

ELECTRICAS PARA EDIFICIOS MARZO DE 1983 .

1. Ing. Guillermo Aguilar Campuzano (COORDINADOR)  
Director  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán  
UNAM  
Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
2. Ing. Noe Armas Morales  
Coordinador General de Sistemas de Agua Potable  
Dirección General de Construcción y  
Operación Hidráulica  
D D F  
San Antonio Abad No. 231-6° Piso  
Col. Obrera  
Cuauhtémoc  
06800 México, D.F.  
761 88 23
3. Ing. Carlos Martínez Calderón  
Gerente de Ingeniería Electromecánica  
Proyectos Marinos, S.C.  
Centro COMERMEX, S.C.  
Periférico y Reforma 4° Piso  
México, D.F.  
395 00 88 Ext. 180 & 147
4. Ing. Sergio Ordóñez Lezama  
Gerente General  
Proyectos Industriales, S.A.  
Monterrey No. 89-303  
Col. Roma  
Cuauhtémoc  
06700 México, D.F.  
514 58 58 y 533 62 69
5. Ing. Héctor Sánchez Ceballos  
Jefe del Departamento de Proyectos  
Secretaría de Energía, Minas e  
Industria Paraestatal  
Río Rhin No. 56-4° Piso  
Col. Cuauhtémoc  
Cuauhtémoc  
0065 México, D.F.  
592 51 11
6. Ing. Pablo Zapian Lechuga  
Subdirector General de Duport Ostión  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecológico  
Retorno 801 No. 3 Esq. Av. 3  
Col. Centinela  
Coyoacán  
04450 México, D.F.  
544 84 23

NOMBRE DEL SUJETO	FECHA DE INTERVISTA	DURACION	LUGAR
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]
[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]	[Illegible]



U.N.A.M. FACULTAD DE INGENIERIA  
 DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

(5)

PROGRAMA DEL CURSO :  
 QUE SE IMPARTIRA DEL

DE 198

FECHA	HORARIO	T E M A	P R O F E S O R
		Resistencia mecánica	
8 Marzo	18 a 21 h.	MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES	Ing. Ignacio González Castillo
		Medio de soporte y protección de los conductores	
		Diferentes medios según R.O.I.E.	
		Tubo conduit	
		Ductos metálicos	
		Charolas	
9 Marzo	18 a 21 h.	MEDIOS DE PROTECCION	Ing. Carlos Martínez Calderón
		Medios de protección	
		Sobrecorriente: orígenes	
		Sobrecarga	
		Corto circuito	
		Medio de protección VS sobrecorriente	
		Fusibles	
		Interruptores automáticos	
10 Marzo	18 a 21 h.	SELECCION DE PROTECCION	Ing. Noé Armas Morales

(3)

U.S. DEPARTMENT OF THE ARMY  
HEADQUARTERS, WASHINGTON, D.C.

OFFICE OF THE CHIEF OF STAFF  
FOR THE ARMY

11

11







**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA  
INSTALACION ELECTRICA**

**ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO**

**FEBRERO, 1983**

## INTRODUCCION

### INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

#### OBJETIVO

PROPORCIONAR LOS CRITERIOS BASICOS NECESARIOS PARA CONOCER, PROYECTAR Y CONSTRUIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE UN EDIFICIO

#### METODOLOGIA

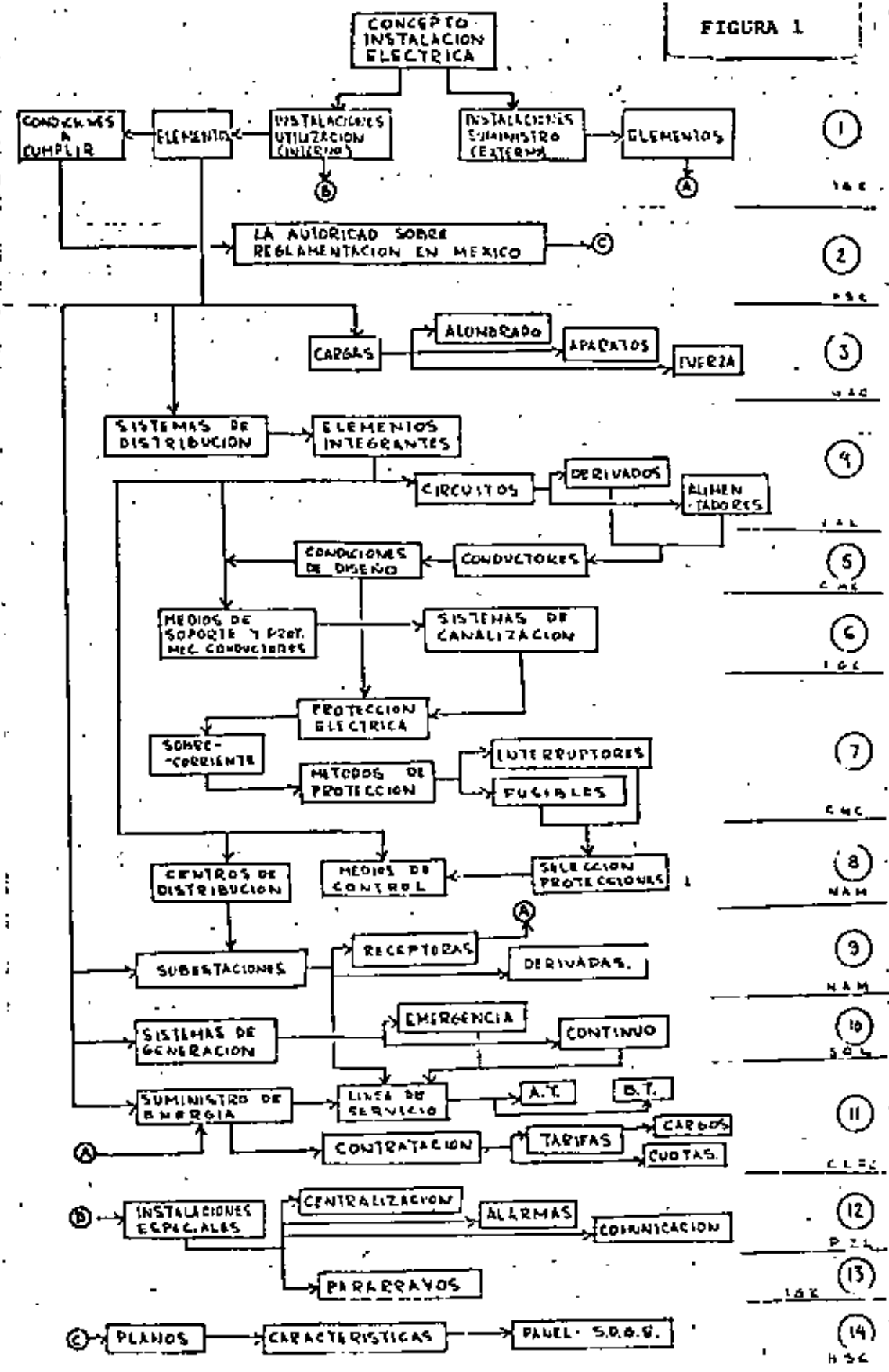
ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

- . LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA
- . LOS METODOS Y SISTEMAS USADOS EN:
  - . EL DISEÑO DE UNA I.E.
  - . LA CONSTRUCCION DE UNA I.E.
- . LAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR:
  - . MATERIALES
  - . EQUIPOS

#### DESCRIPCION DE CURSO

EN LA FIGURA 1 ANEXA, SE PRESENTA LA DESCRIPCION Y ORGANIZACION DE LAS SESIONES.

FIGURA 1



## CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

### EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

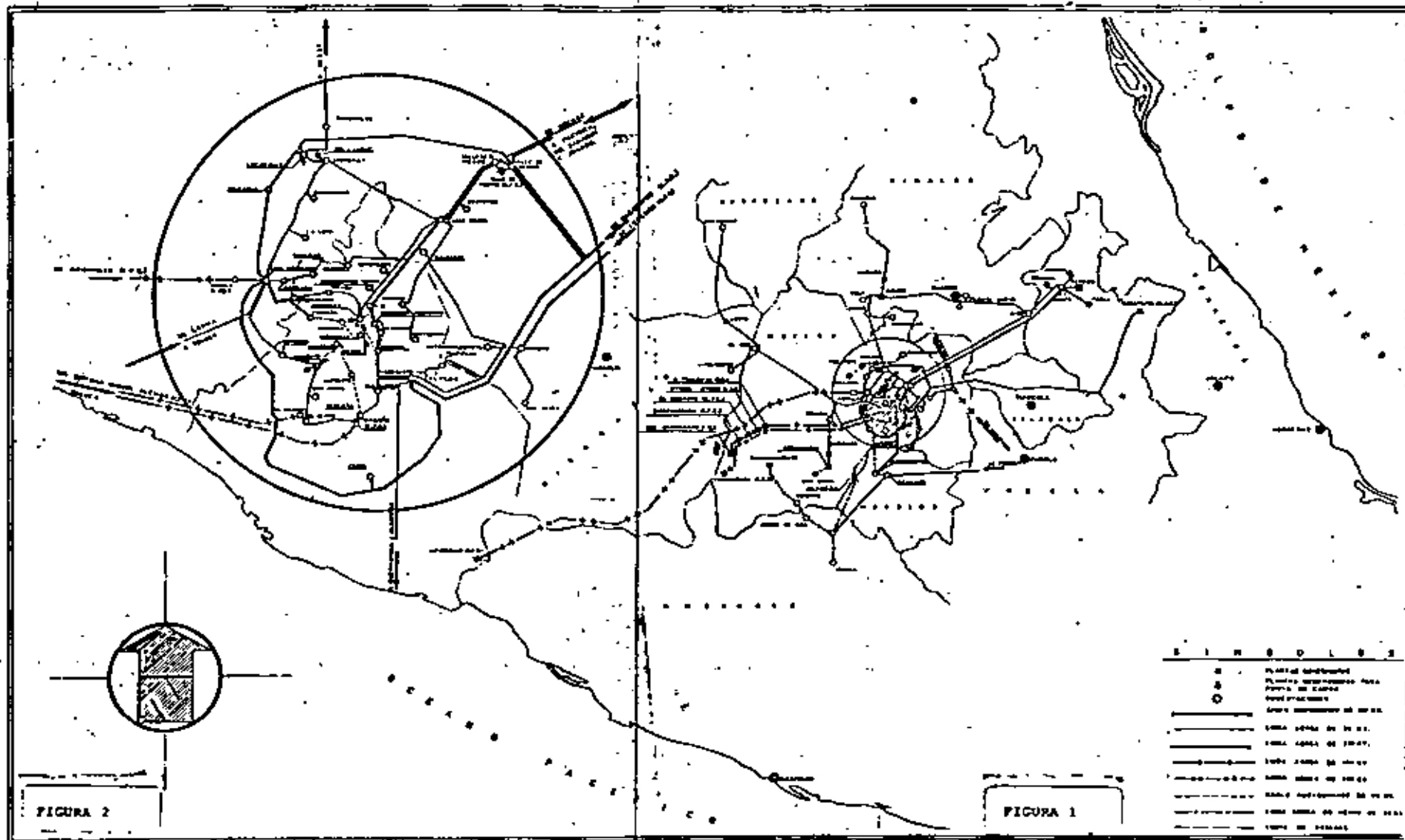
FUENTE DE ENERGIA  
EQUIPO DE GENERACION  
SISTEMA DE TRANSMISION  
SISTEMA DE DISTRIBUCION

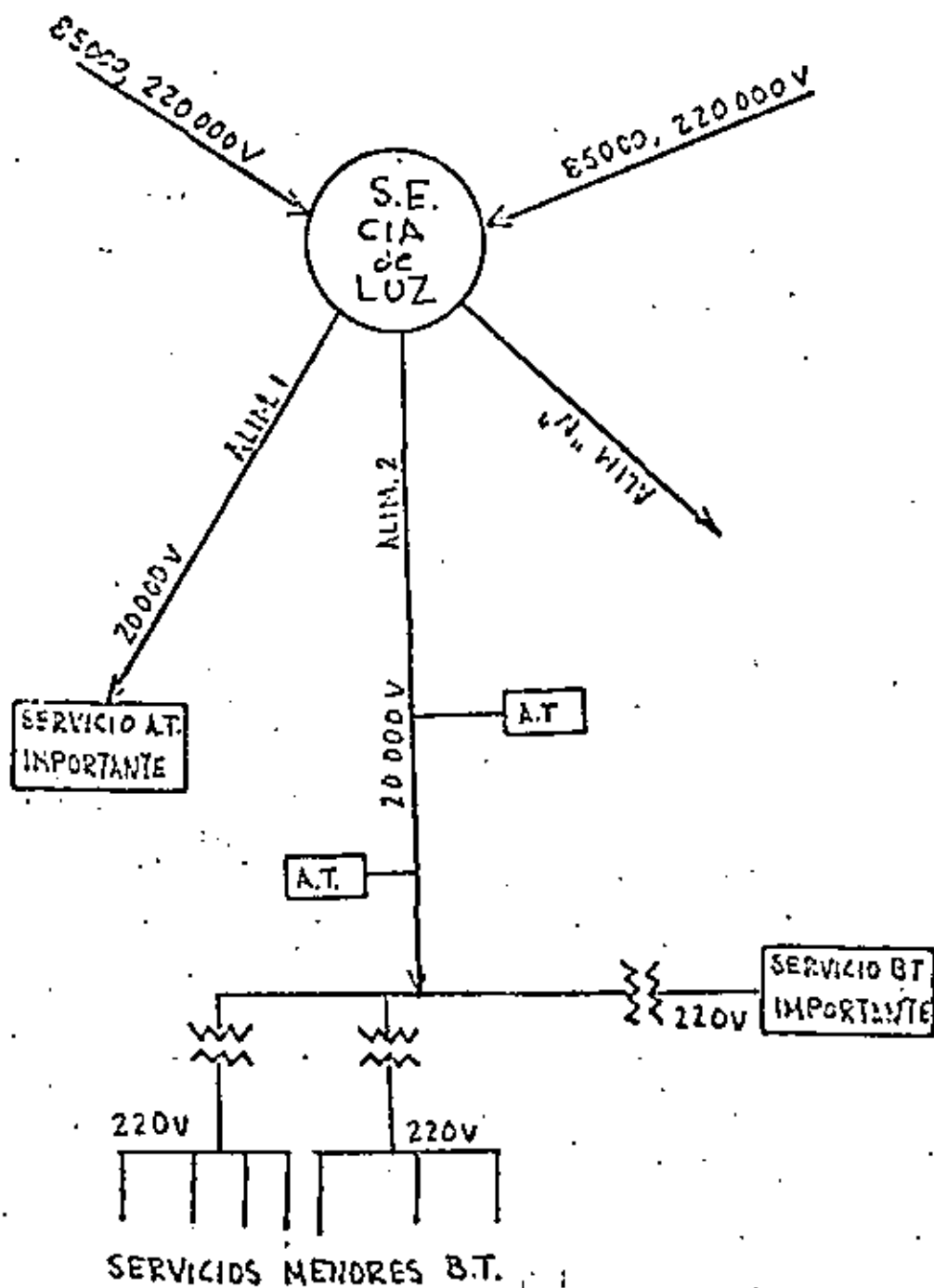
LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

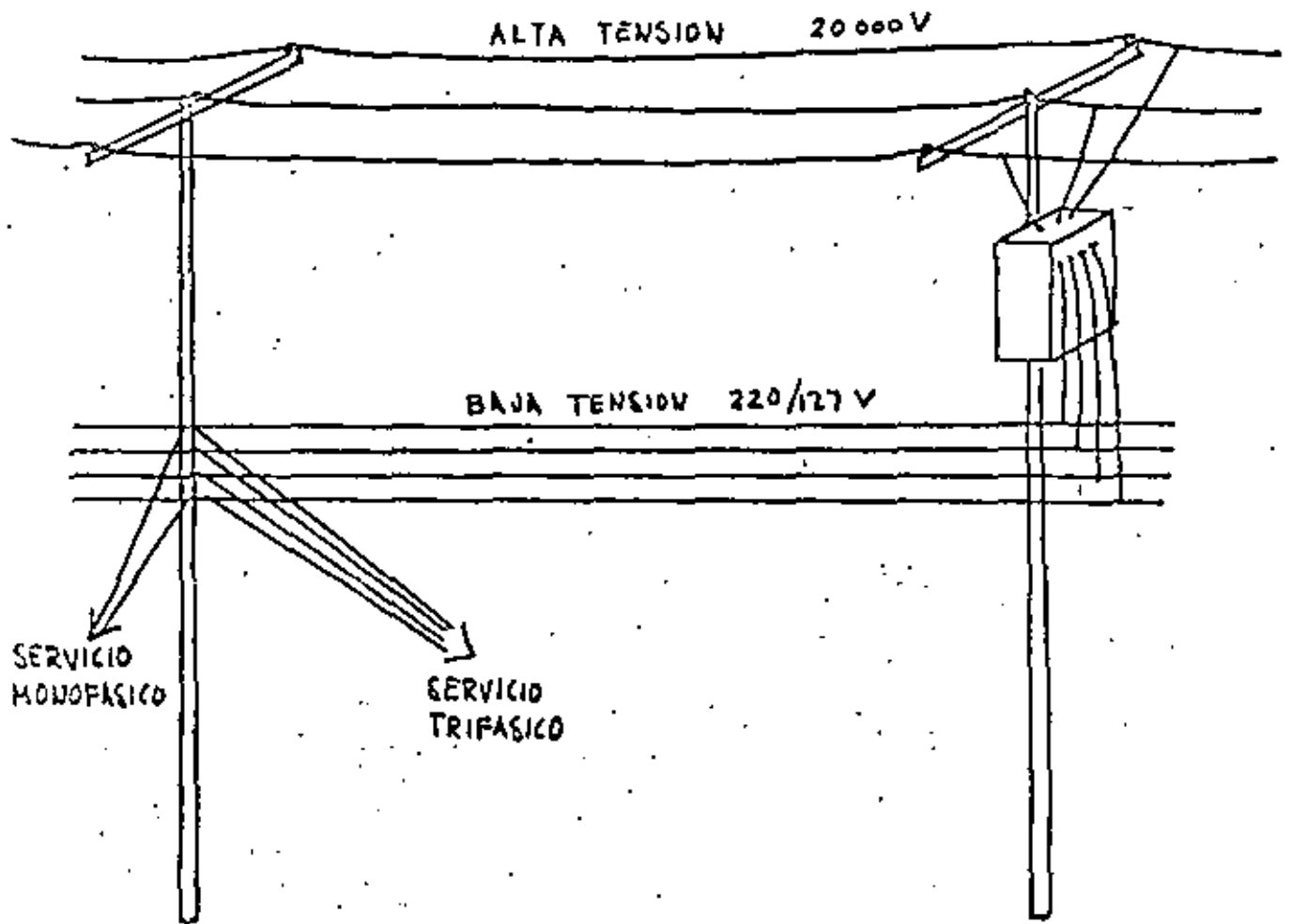
DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.



# Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central







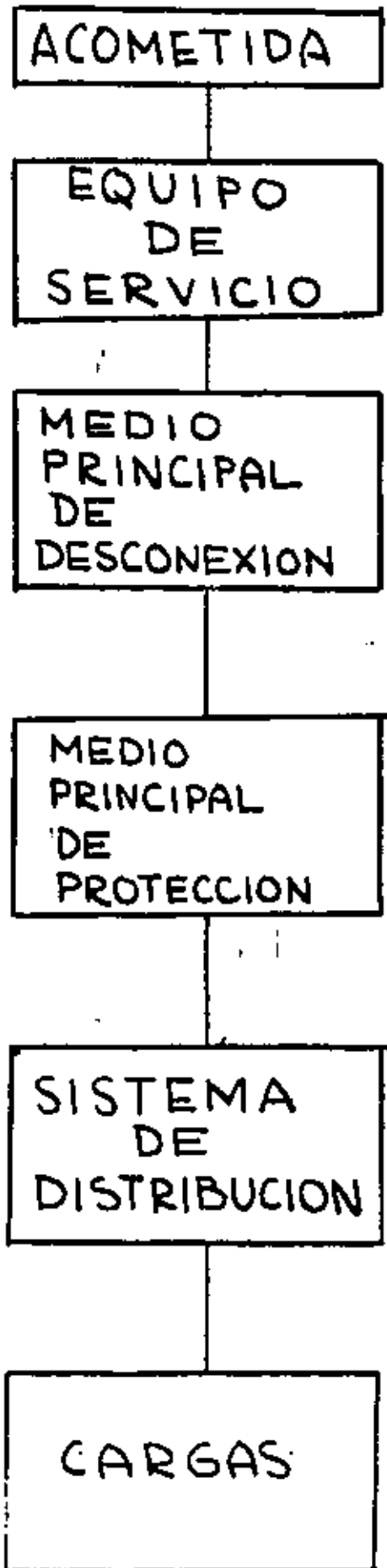


FIGURA 5

## ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO.

(NTIE-81-101).

# ACOMETIDA

## CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE  
(Caso General)

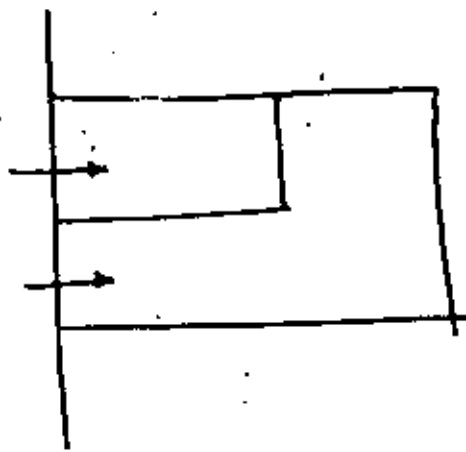
↓  
EXCEPCION:  
• ACUERDO CON  
• SEPAFIN  
• CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES  
(sin comunicacion)

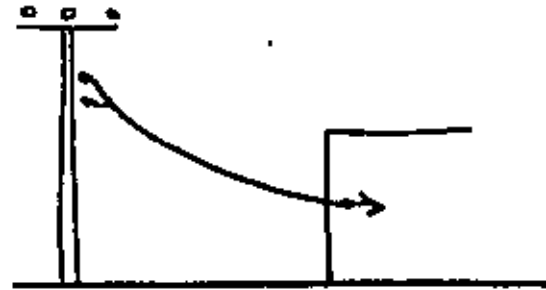
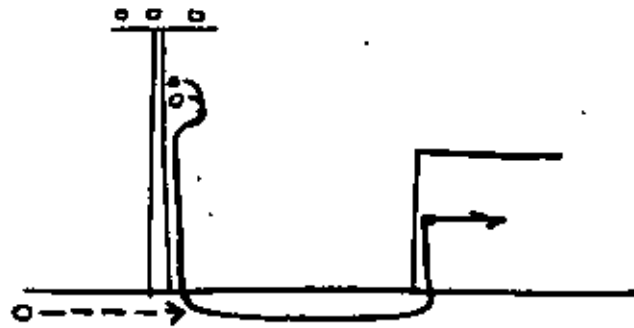
(NTIE-81-201-3)



ACOMETIDA

## CLASIFICACION

- DE ACUERDO  
AL TIPO DE  
LINEA

• AEREA• SUBTERRANEA

- DE ACUERDO  
A LA TENSION

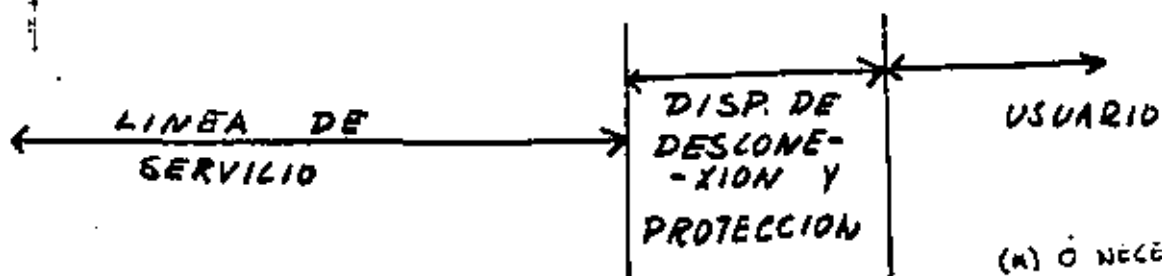
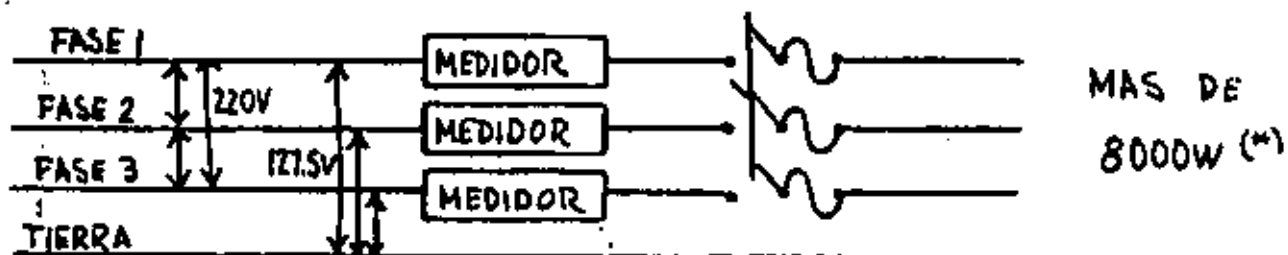
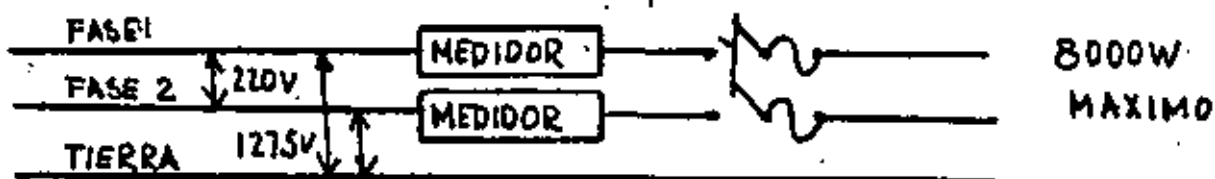
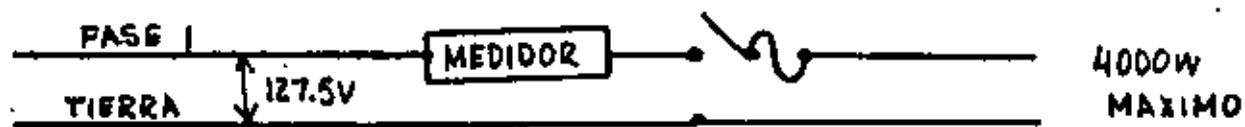
• BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

• ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

## LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION



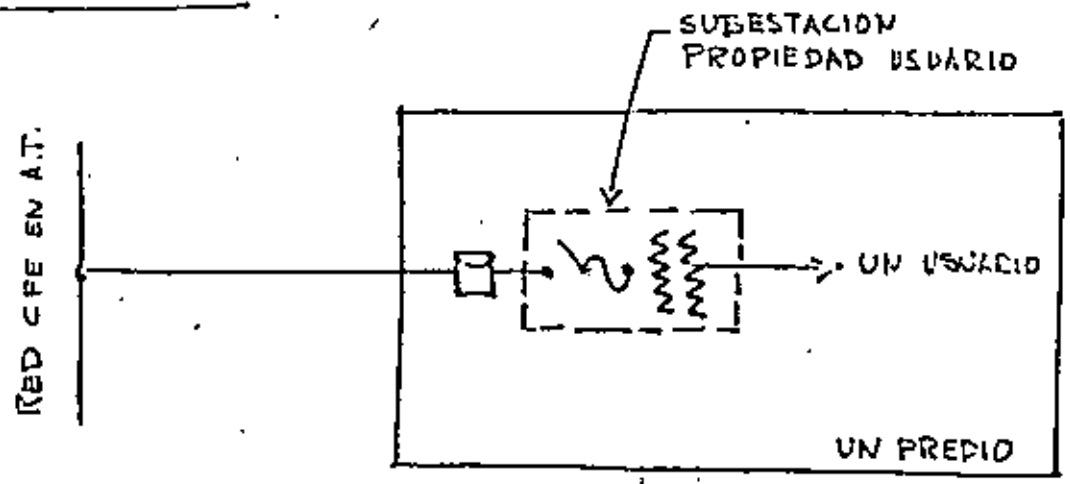
(\*) O NECESIDAD ESPECIFICA DE LA CARGA.



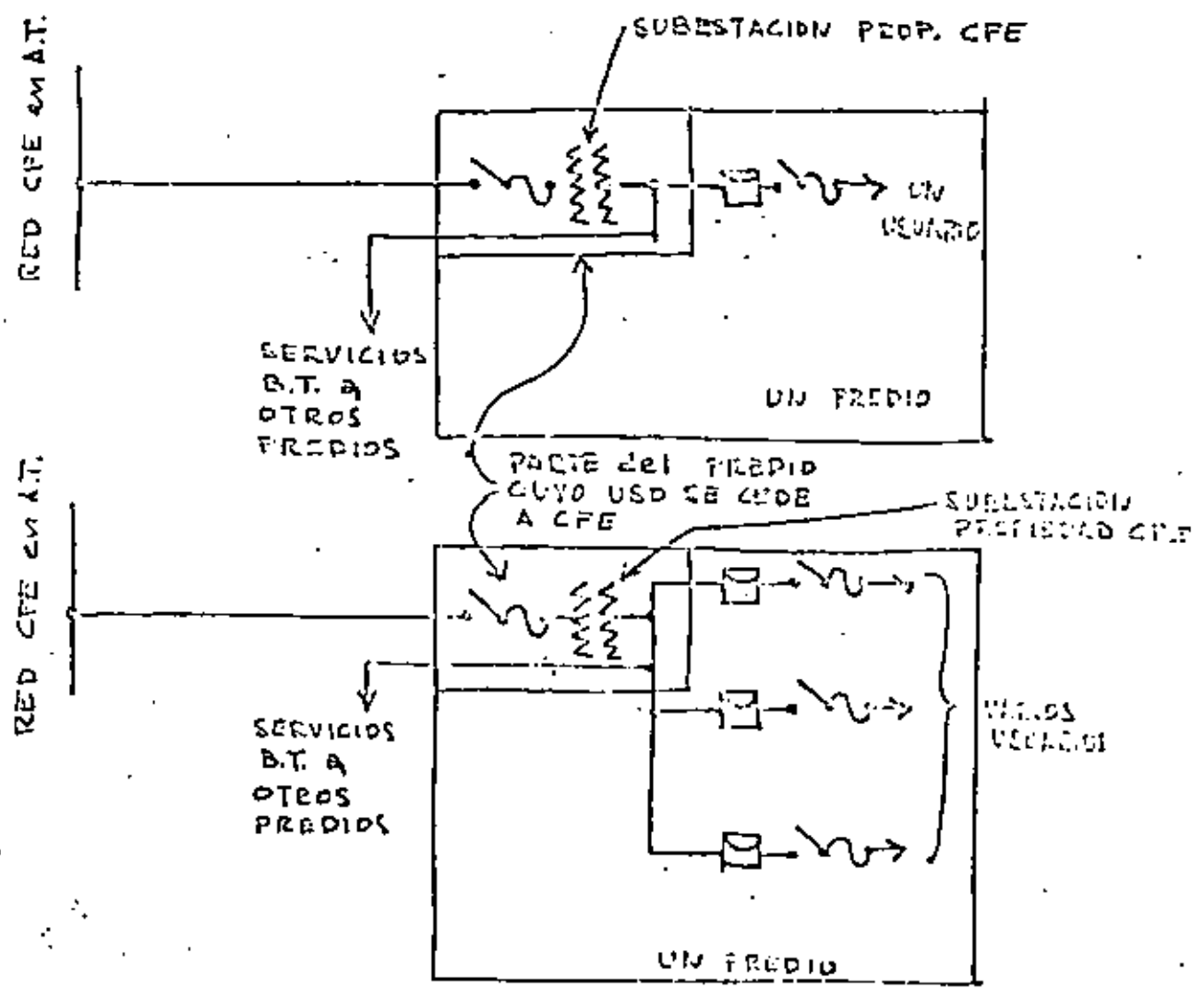
# LÍNEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tensión.
- 2) Para Servicio en Baja Tensión

## 1) SERVICIO en A.T.:-



## 2) SERVICIO en B.T.



## EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

# EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERÍSTICAS:

(NTIE-81-201-4)

• DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
  - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
  - DIMENSIONES QUE PERMITAN
    - INSTALAR
    - OPERAR
    - MANTENER
    - RETIRAR
- } CON "FACILIDAD  
Y  
SEGURIDAD"

• DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS  
CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS  
A TIERRA.

# DISPOSITIVO DE DESCONEXION

## PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

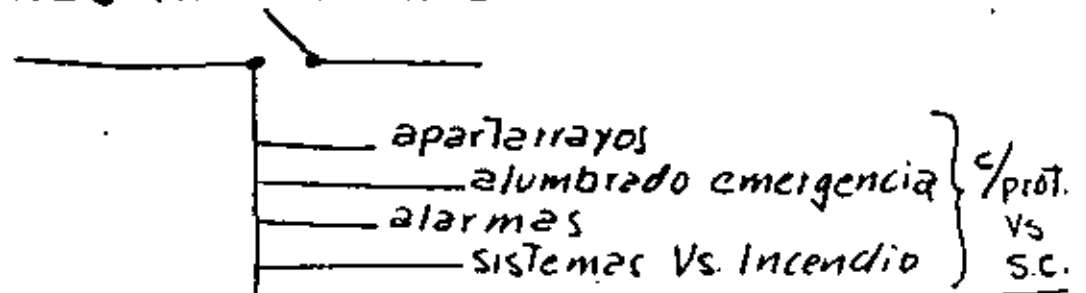
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

### CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA Y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO D.E

PROTECCION PRINCIPAL

(vs SOBRECORRIENTE).

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A  
LA INSTALACION SERVIDA DE LA  
RED DE SUMINISTRO CUANDO  
OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

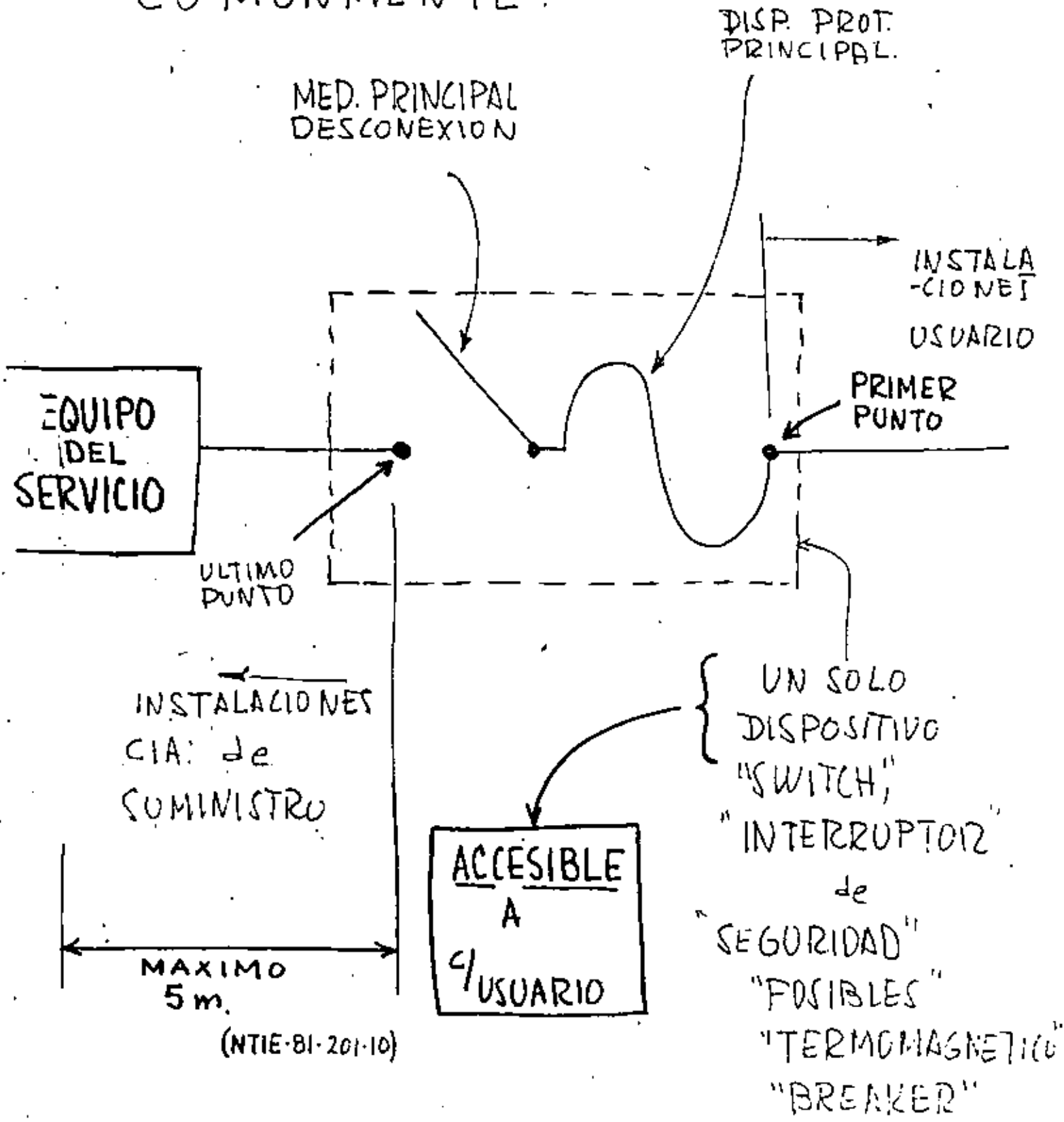
SOBRECORRIENTE :

$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$

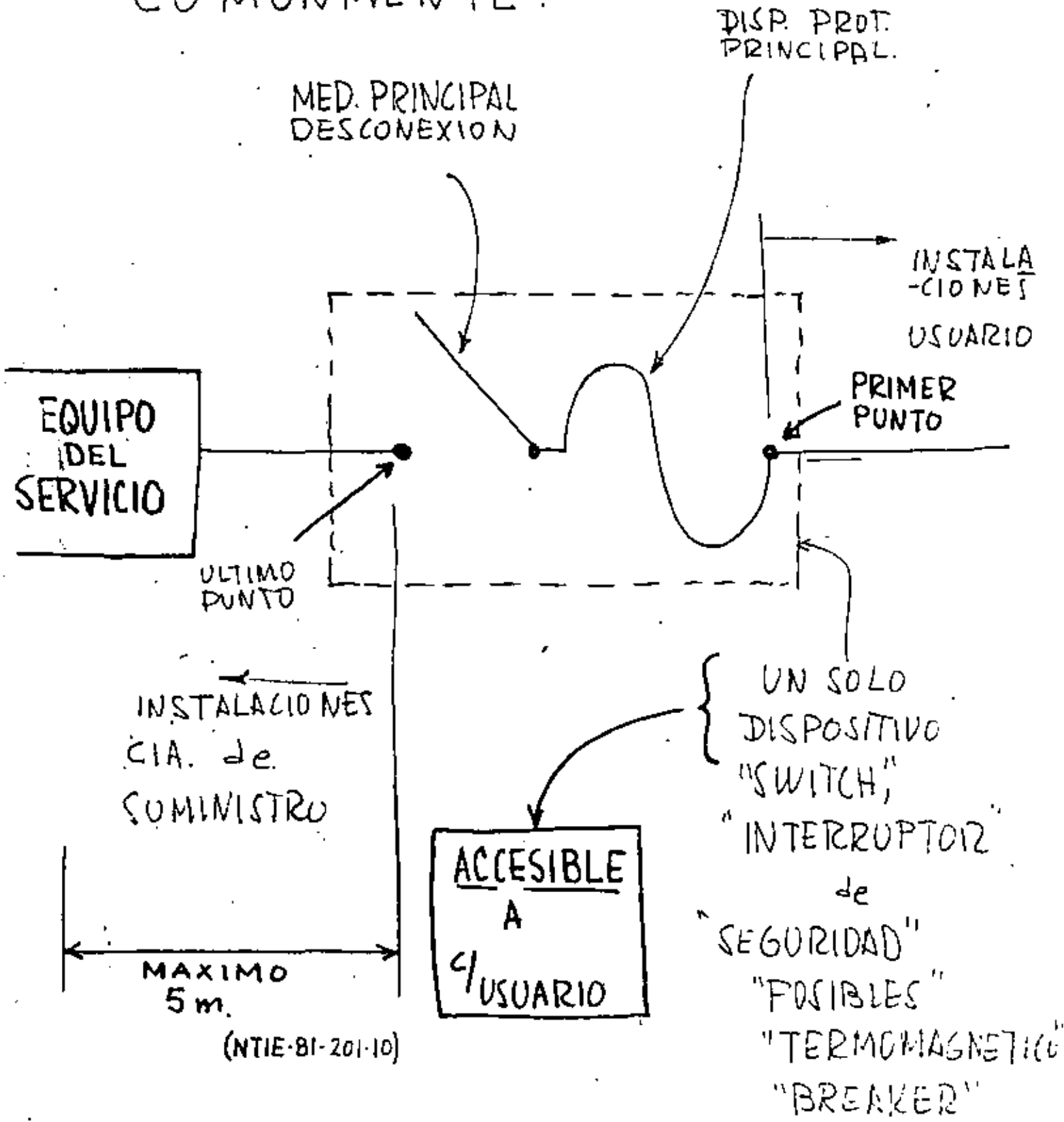
CAPACIDAD INTERRUPTIVA

↳ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO  
POSIBLE

# COMUNMENTE :



# COMUNMENTE :



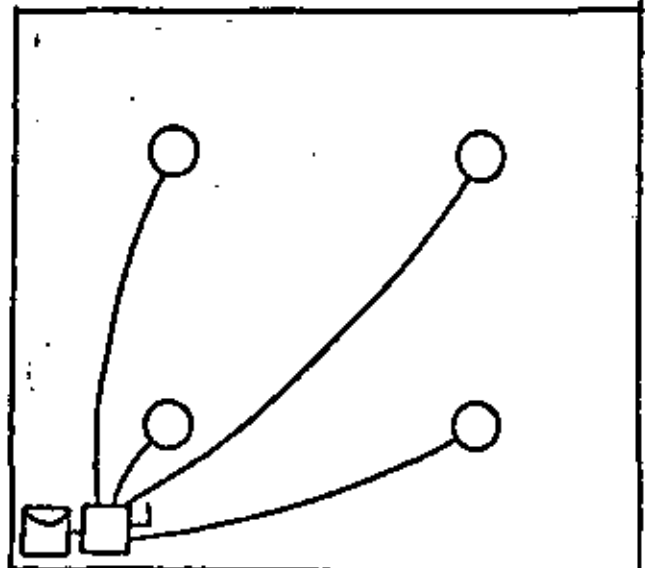
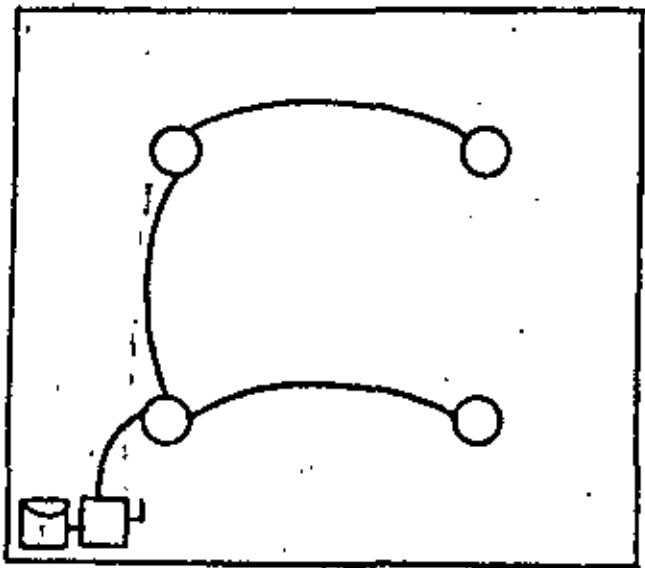
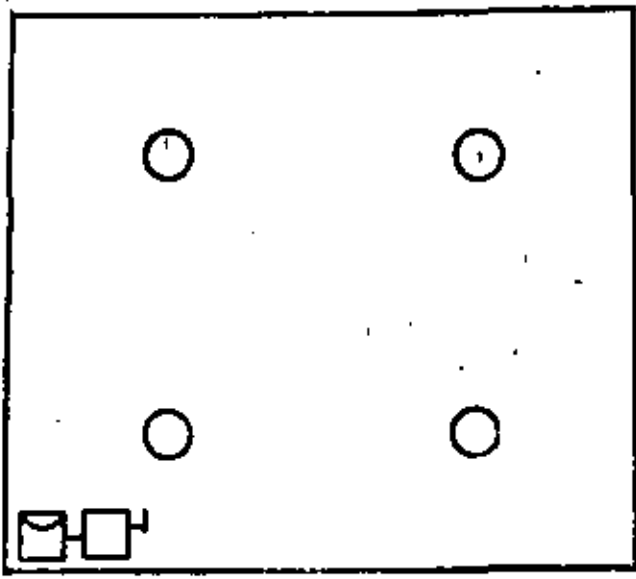
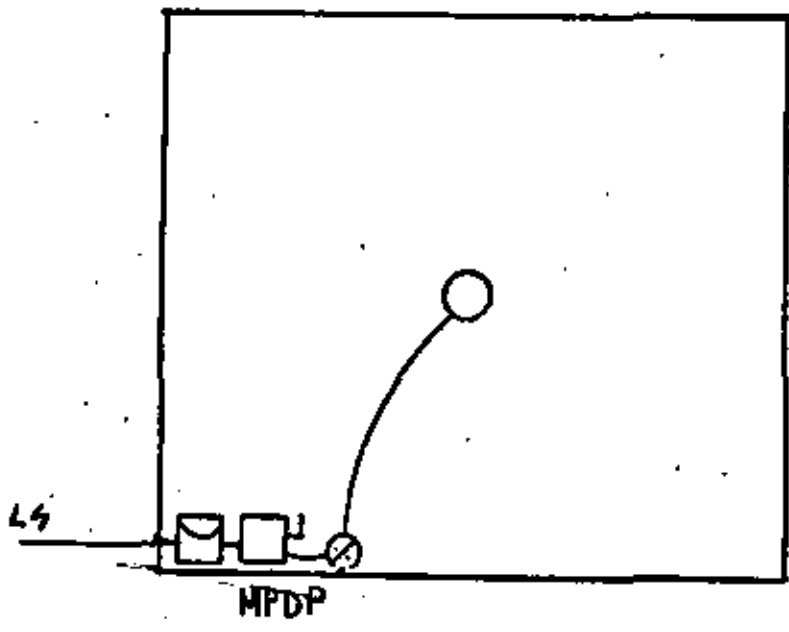
(NTIE-81-201-10)

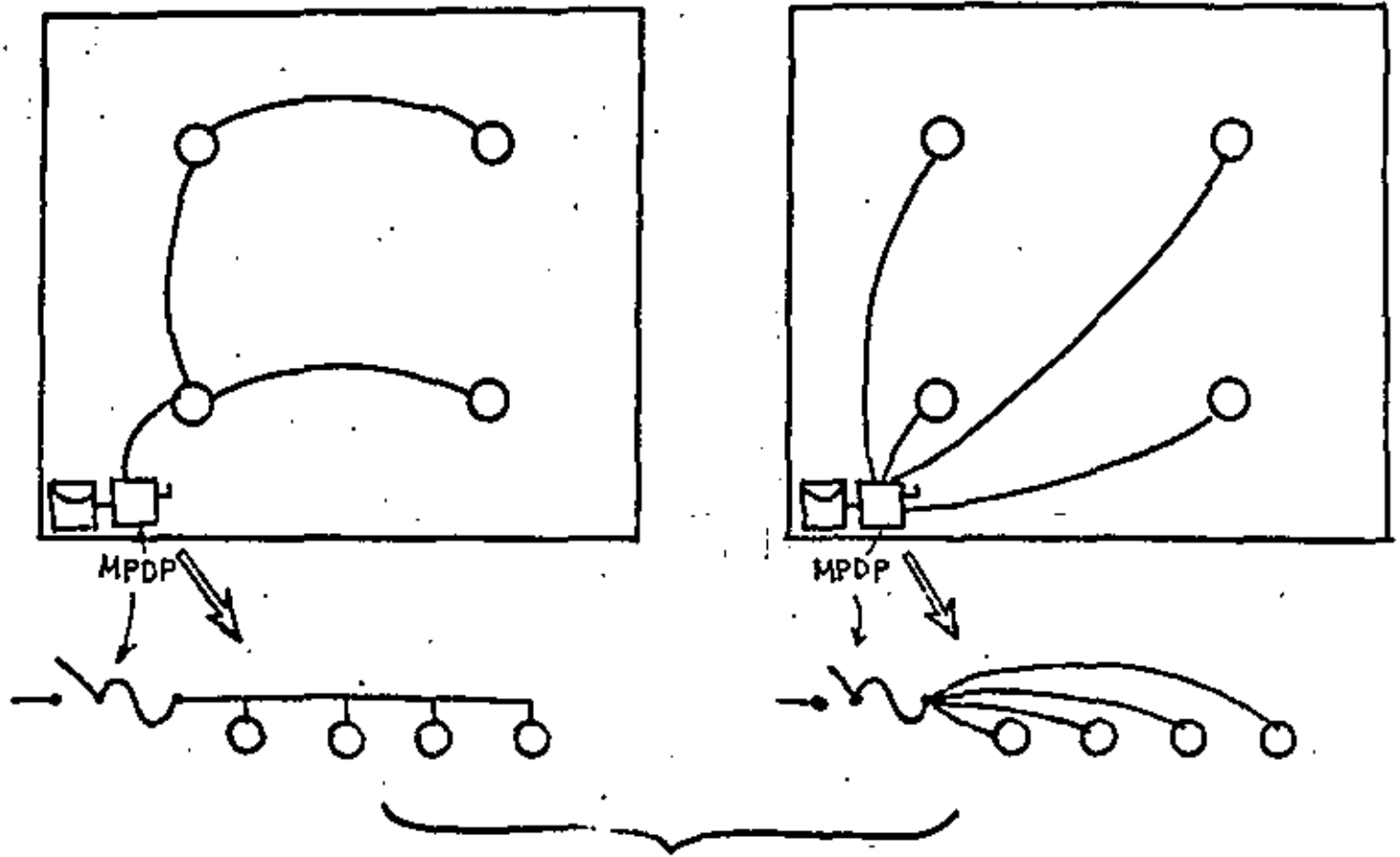
# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.  
(TABLEROS).
- CIRCUITOS DERIVADOS.

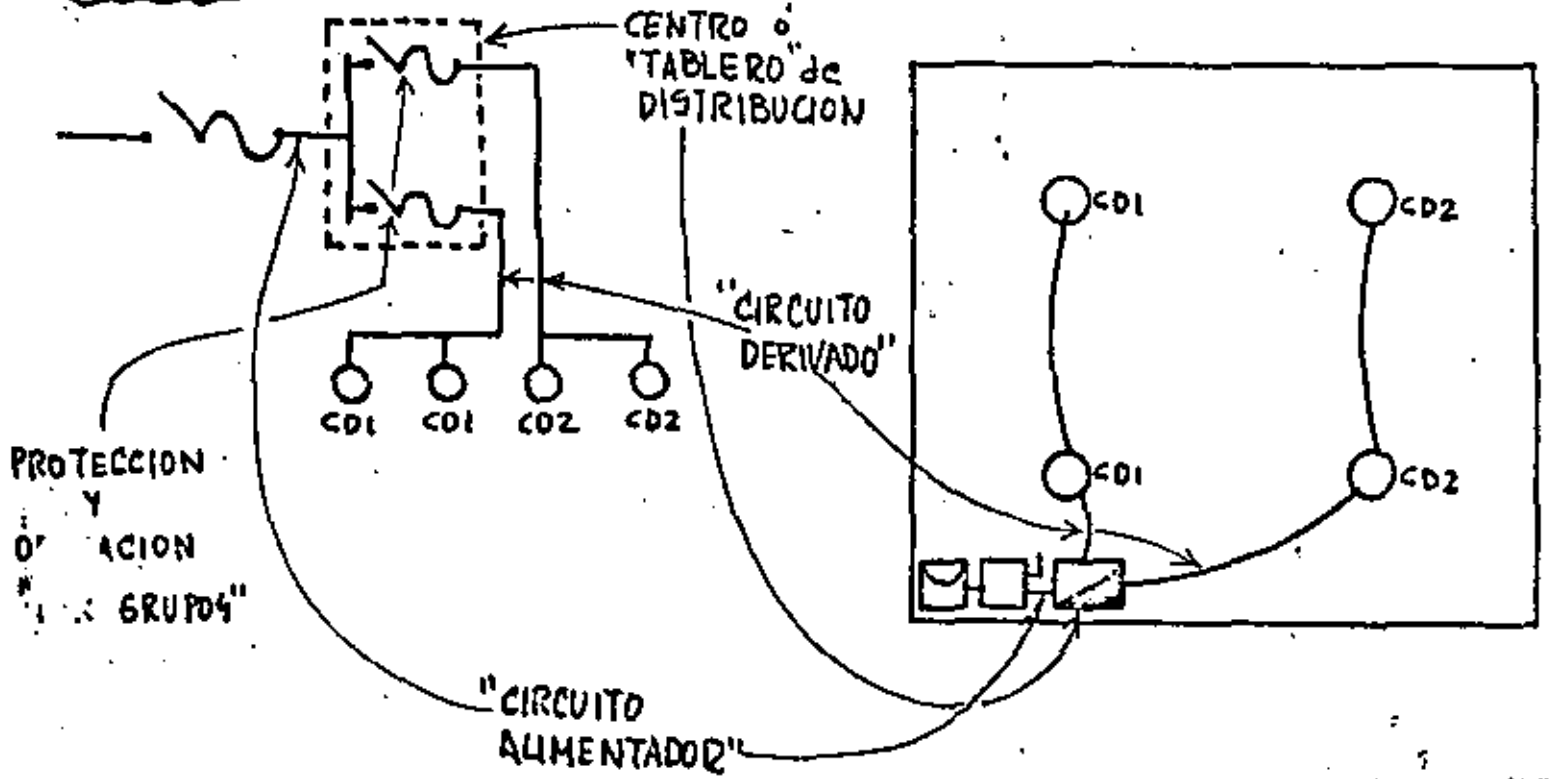


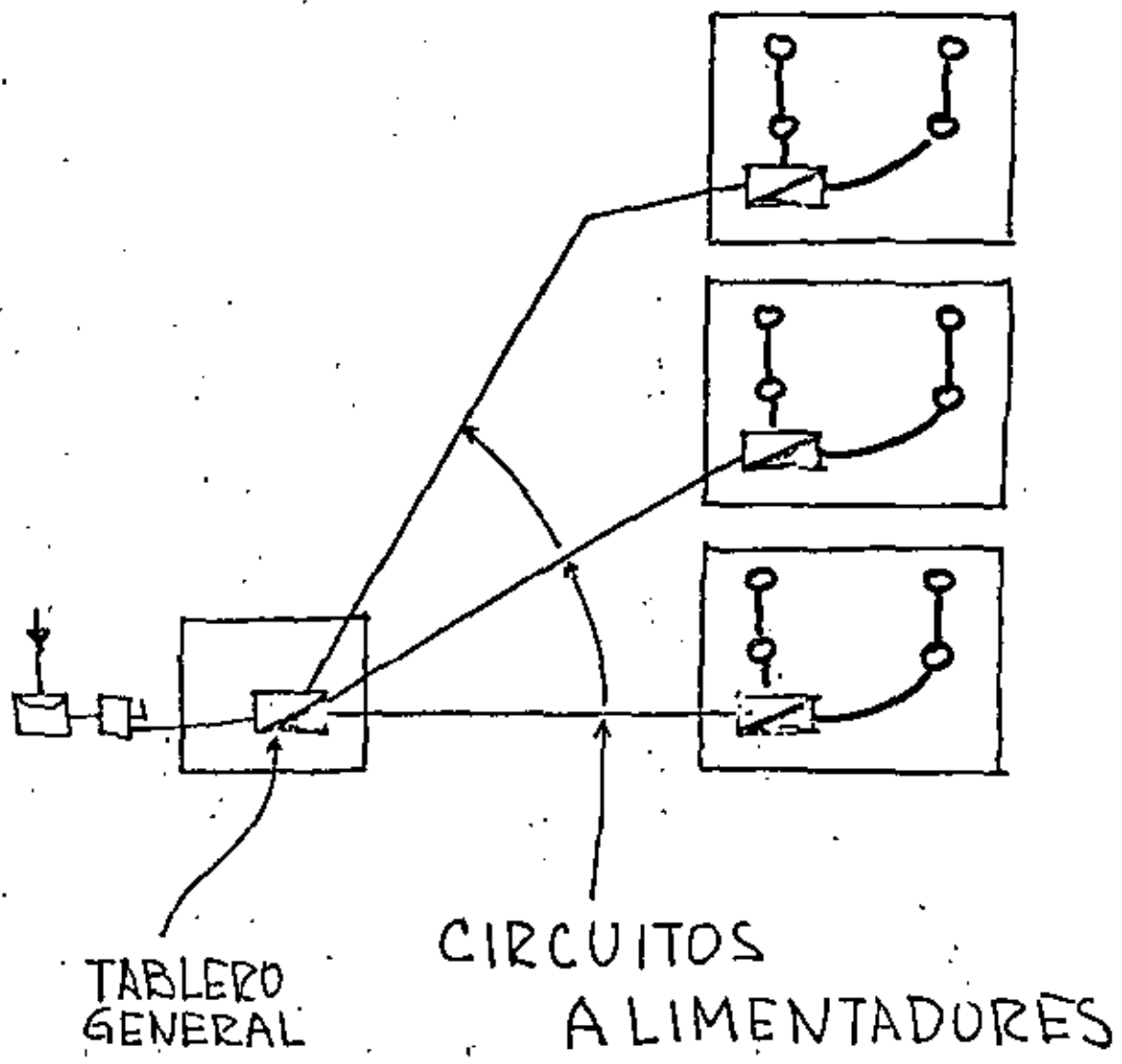


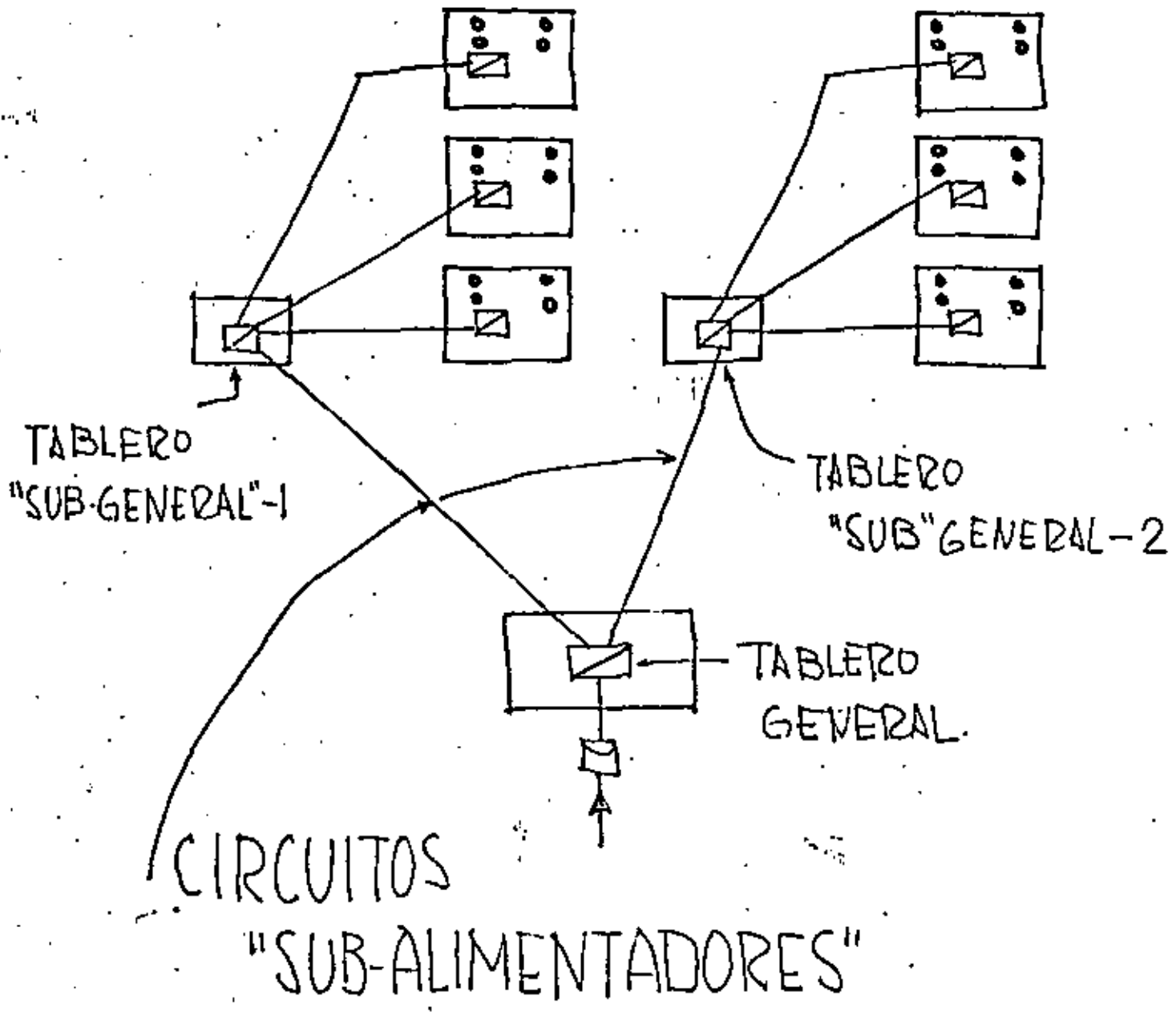


FALLA →  
 POSIBILIDAD OPERACION → } TOTAL

**SOLUCION:**

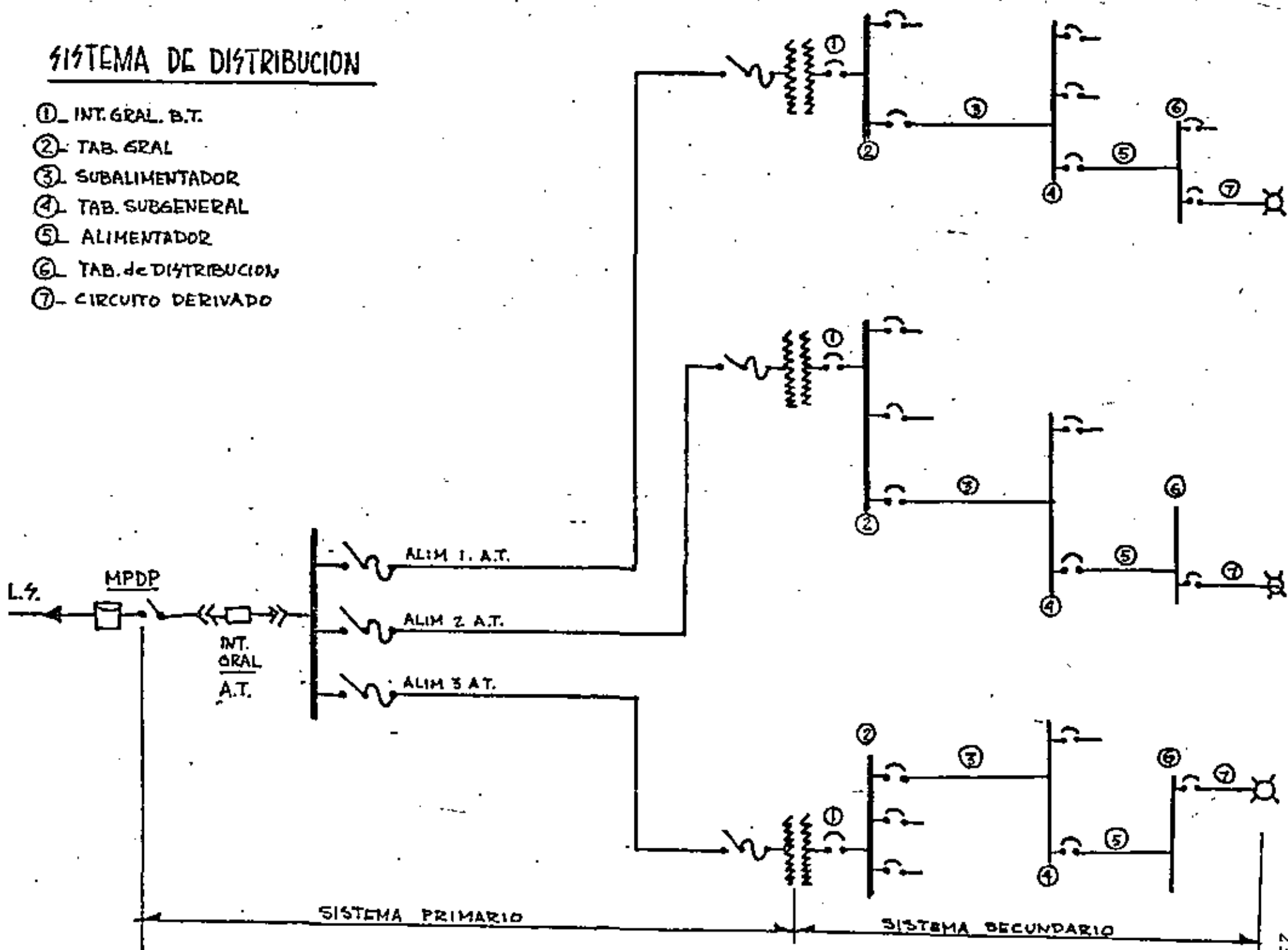






# SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① INT. GRAL. B.T.
- ② TAB. GRAL
- ③ SUBALIMENTADOR
- ④ TAB. SUBGENERAL
- ⑤ ALIMENTADOR
- ⑥ TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ CIRCUITO DERIVADO









**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA  
INSTALACION ELECTRICA**

**ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO**

**FEBRERO, 1983**



CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR,  
O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE  
SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALA-  
CION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

CONVENIENCIA

CAPACIDAD

REGULACION

ACCESIBILIDAD

FLEXIBILIDAD

SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO  
DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.  
EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERA-  
CION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA  
CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD  
EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONducIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN  
ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS  
PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION

OPERACION

MANTENIMIENTO

AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO

PERSONAL EN OPERACION

PERSONAL EN MANTENIMIENTO

FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981) :

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REvisa DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

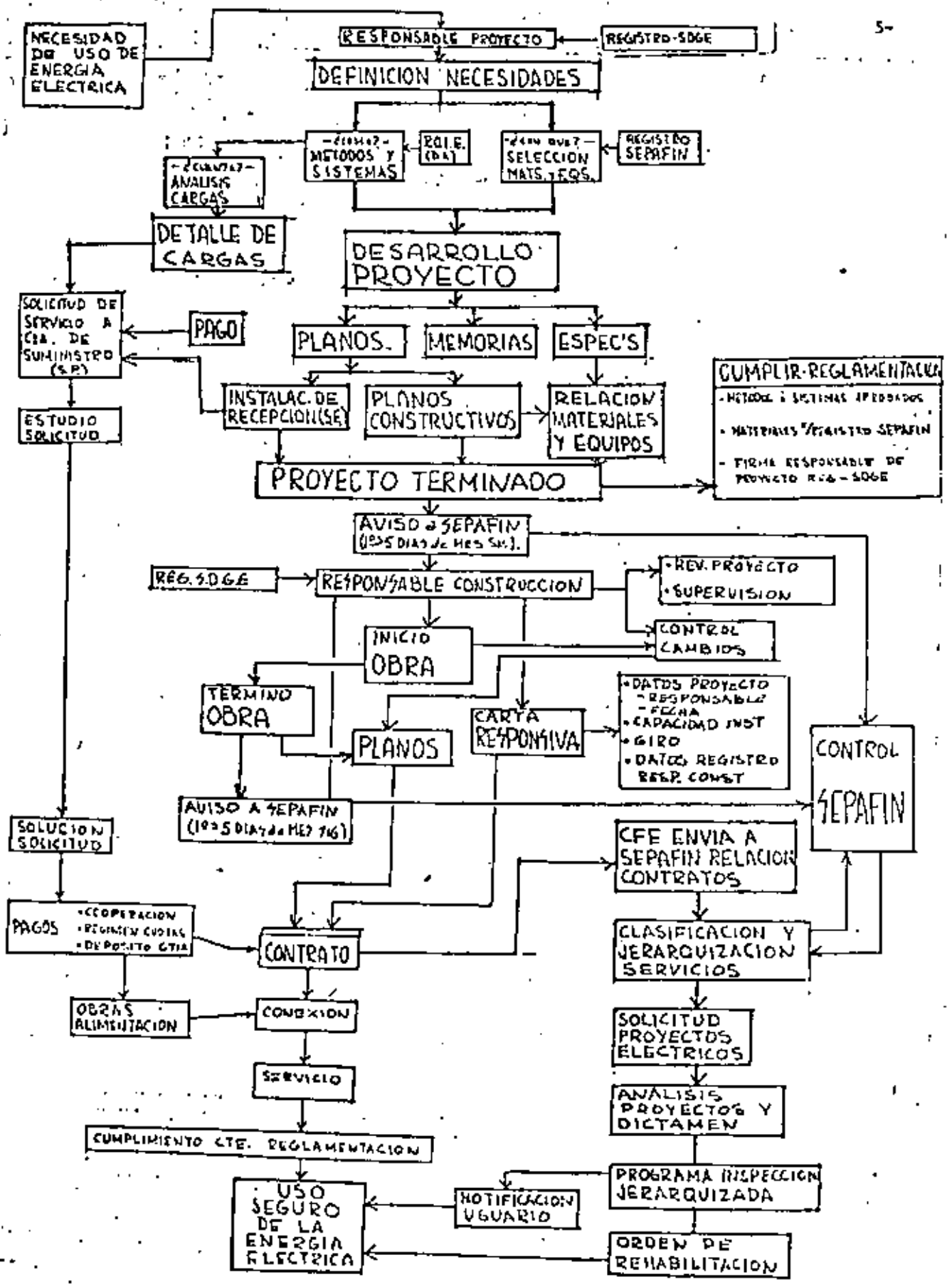
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVÉS DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.



1667



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

- SEPAFIN
- LEGISLACION VIGENTE
- FACULTADES Y TRAMITES ANTE LA  
SUBDIRECCION DE ELECTRICIDAD
- DETALLES DEL ACUERDO SOBRE TRAMITACION

**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS**

**MARZO, 1983**

# INSTALACIONES ELECTRICAS

ORGANISMO RECTOR:

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL (SEPAFIN)

DEPENDENCIAS:

SUBSECRETARIA DE ENERGIA Y MINAS

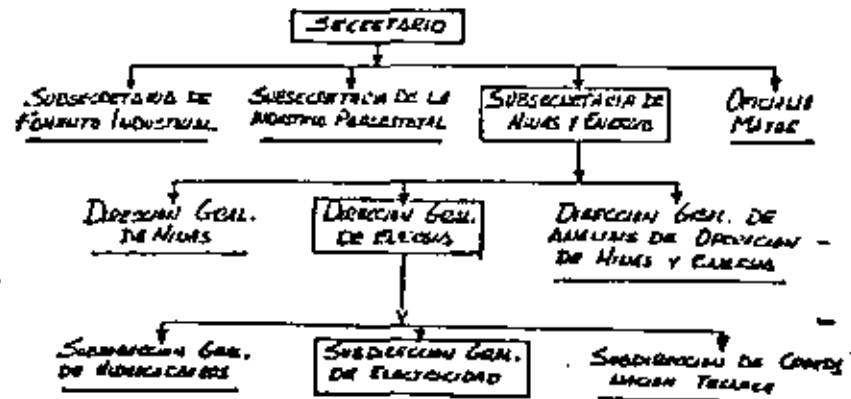
DIRECCION GENERAL DE ENERGIA

SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

- DEPTO. DE SERVICIO AL PUBLICO.
- DEPTO. DE PROYECTOS.
- DEPTO. DE REGISTRO DE RESPONSABLES.
- DEPTO. DE AUTOABASTECIMIENTO.
- DEPTO. DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

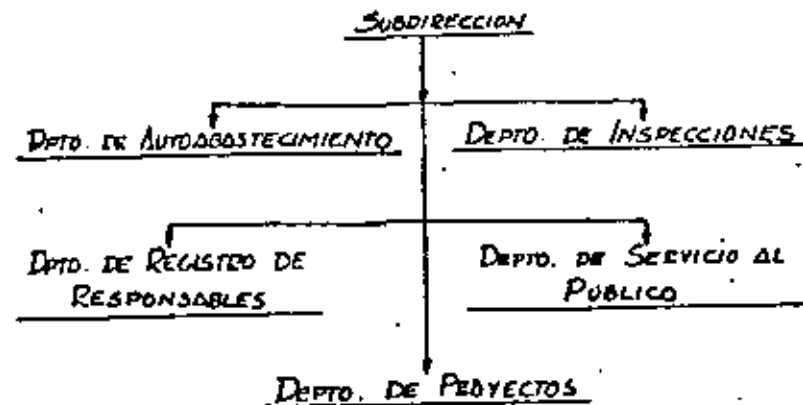
## SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

- ORGANIGRAMA -



Lamina # 1

## SUBDIRECCION GEN. DE ELECTRICIDAD ORGANIGRAMA



## LEGISLACION VIGENTE

LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 22-DIC-1975.

ART. 28.- PROYECTO ELECTRICO PREVIO A LA --  
EJECUCION DE LAS OBRAS ELECTRICAS.

REGLAMENTACION DE LA LEY DE LA INDUSTRIA  
ELECTRICA.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 4-OCT-1945.

CAPITULO XI.- DE LAS OBRAS E INSTALACIONES --  
ELECTRICAS.

ARTS. 93 AL 97, 101 Y 102.

CAPITULO XVIII.- INSPECCION Y VIGILANCIA.

CAPITULO XIX.- DE LAS PERSONAS CAPACITADAS --  
PARA PROYECTAR Y EJECUTAR OBRAS  
E INSTALACIONES ELECTRICAS.

ARTICULO 29. LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE  
ENERGIA ELECTRICA

UTILIZACION DE MATERIALES Y EQUIPOS --  
APROBADOS Y REGISTRADOS

VENTAJAS:

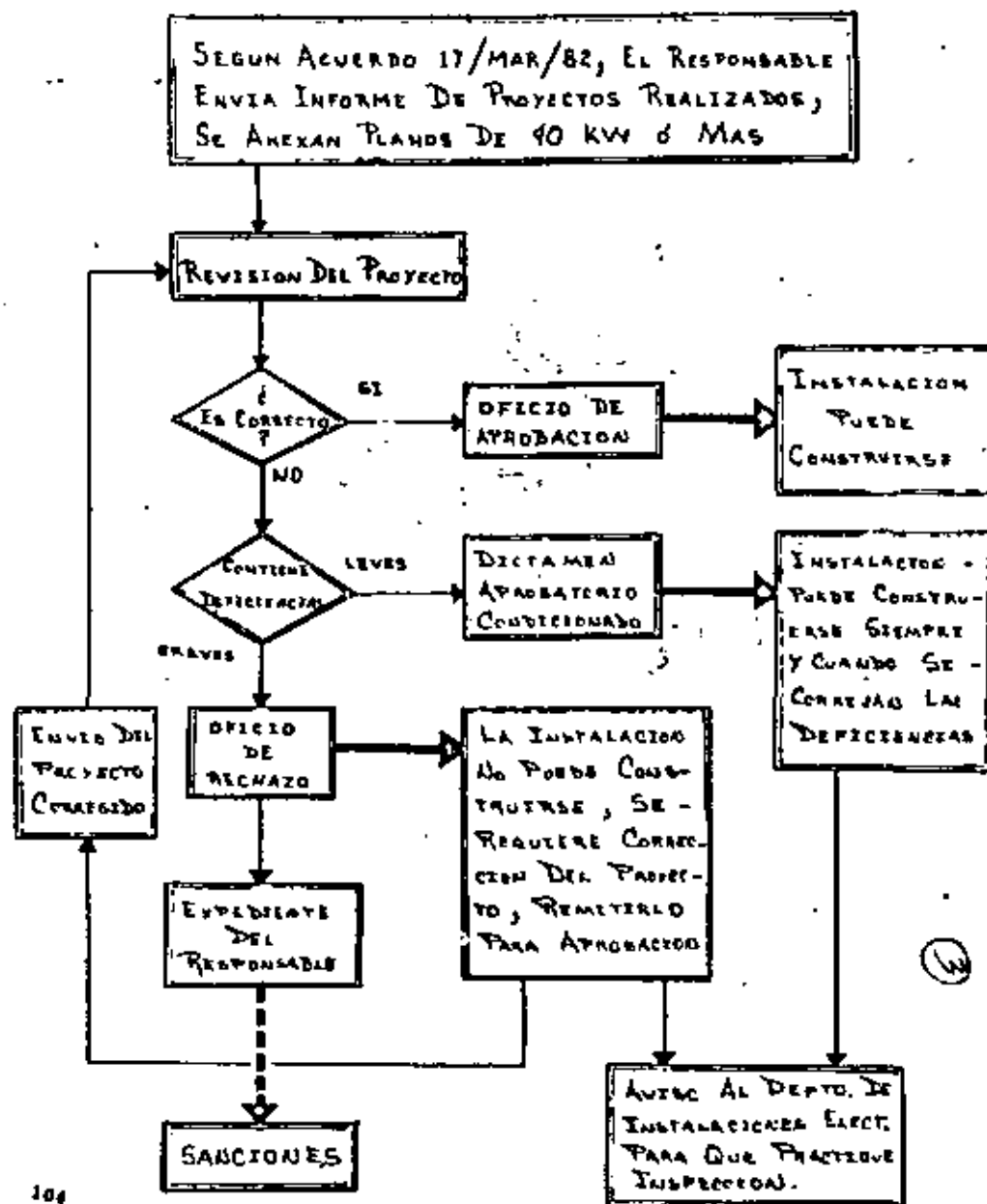
- \_\_\_ UTILIZACION DE MATERIAL PROBADO E  
INSPECCIONADO.
- \_\_\_ CONFIANZA MAYOR EN SU BUEN FUNCIO  
NAMIENTO.
- \_\_\_ MAYOR SEGURIDAD PARA EL USUARIO
- \_\_\_ PROTECCION PARA EL CONTRATISTA.

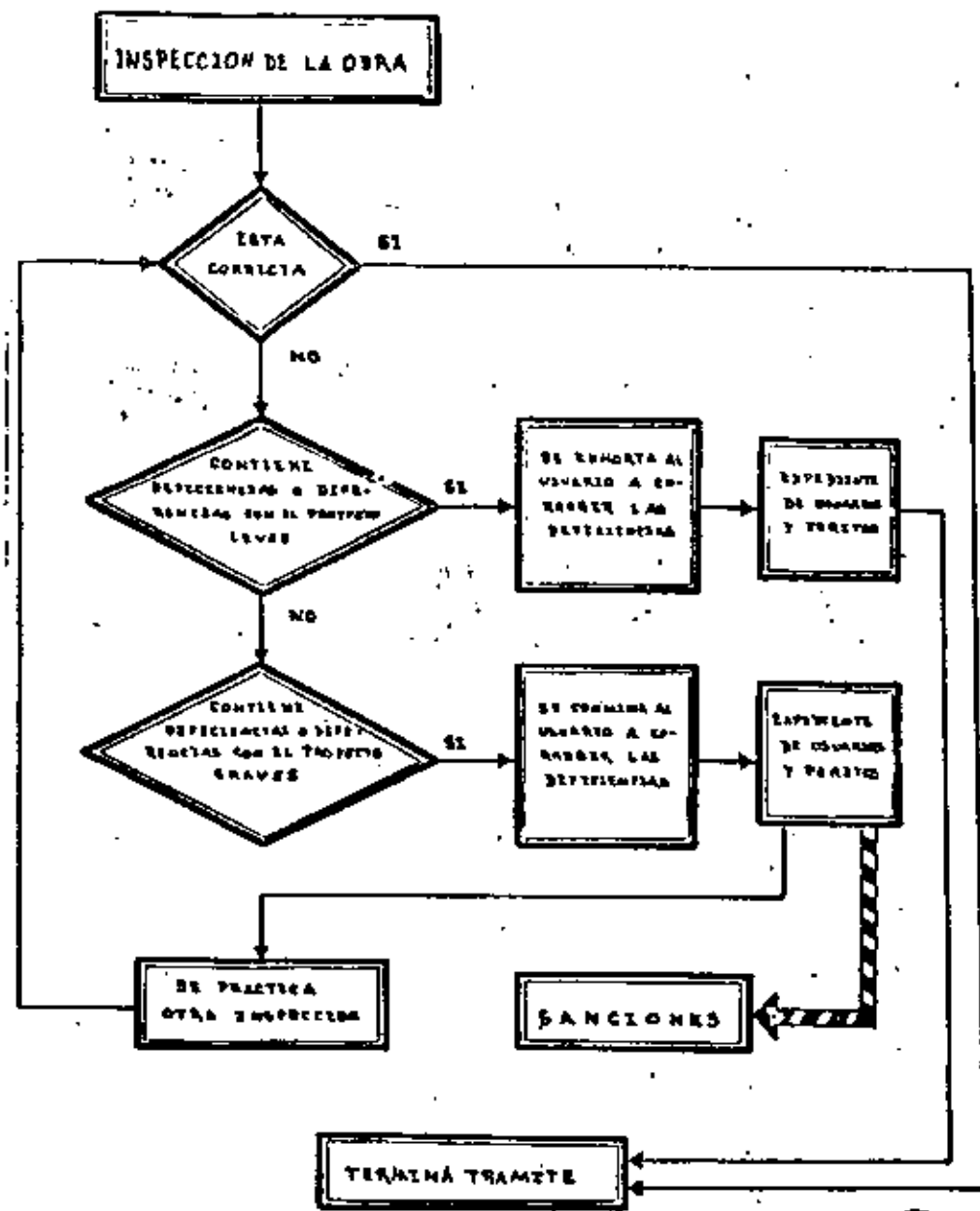
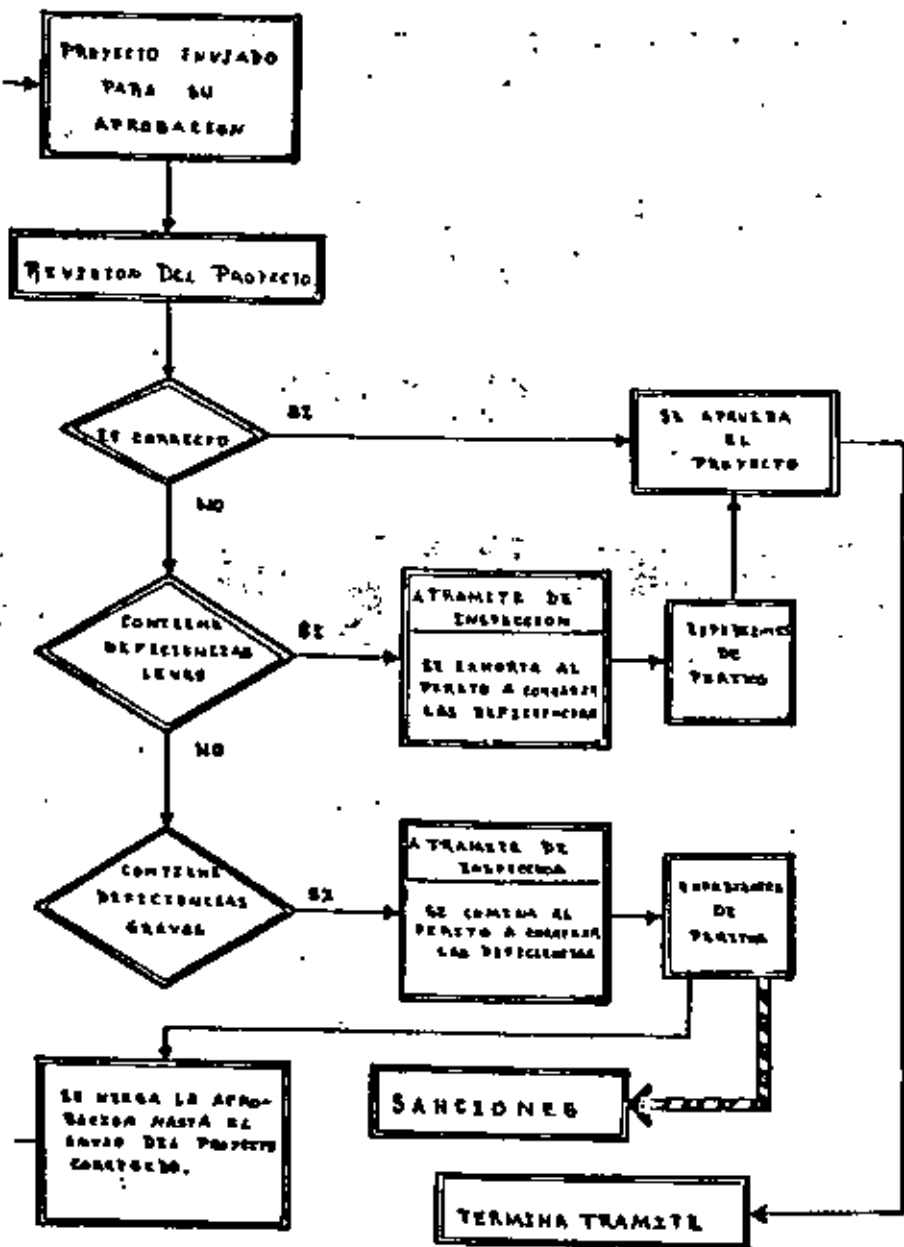


## FUNCIÓNES Y FACULTADES DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD

- VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS ELÉCTRICOS, SE ADEGUEN A LA REGLAMENTACIÓN VIGENTE -- (REVISIÓN DE PROYECTOS).
- VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELÉCTRICAS SEAN SEGURAS (INSPECCIÓN DE INSTALACIONES).
- REGISTRAR Y CONTROLAR A LOS PROFESIONALES RESPONSABLES DE PROYECTOS Y OBRAS ELÉCTRICAS (CONTROL DE PERITOS).
- CONTROLAR Y OTORGAR LICENCIAS DE AUTOGENERACIÓN (PERMISOS DE AUTOABASTECIMIENTO).
- AUXILIAR EN LA ACTUALIZACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS.
- DIRIMIR CONFLICTOS ENTRE USUARIOS Y EL ORGANISMO SUMINISTRADOR.

TRAMITACIÓN ANTE LA SUBDIRECCIÓN GEN. DE ELECTRICIDAD





ACUERDO SOBRE TERMINACION DE OBRAS Y PROYECTOS PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION [17/MARZO/82]

CONTIENE:

INSTRUCCIONES SOBRE LO QUE DEBEN CONTENER LOS PLANOS Y MEMORIAS DE LOS PROYECTOS

- SUBESTACIONES
- PROT. VS. SOBRECARGA
- CONDUCTORES
- CANALIZACIONES
- MOTORES
- ALUMBRADO Y CONTACTOS

INSTRUCCIONES PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES O AMPLIACIONES

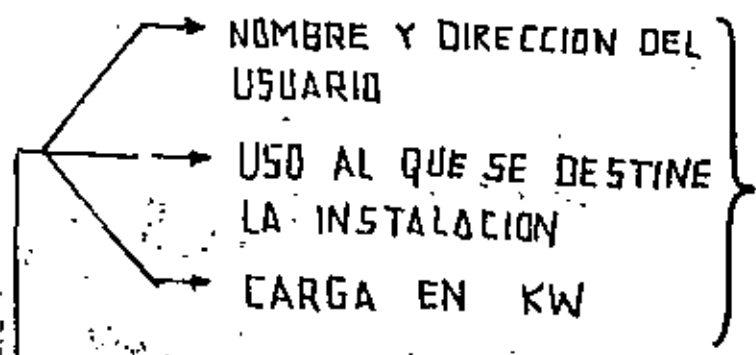
- APEGARSE AL PROYECTO
- UTILIZAR COMPONENTES APROBADOS
- CAMBIOS DEL PROYECTO
- PRUEBAS ELECTRICAS

INSTRUCCIONES PARA LA CONTRATACION DE SERVICIOS

- INSTALACION < 20 KW
- INSTALACION ≥ 20 KW

INFORME DE PROYECTOS

DEBE CONTENER:



POR CADA PROYECTO ENLISTADO

ADEMAS:

NOMBRE, FIRMA, REGISTRO Y DIRECCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

INCLUIR COPIAS DEL PROYECTO, EXCEPTO SI SE REUNEN LAS 3 SIGUIENTES CONDICIONES

- B.T. MENOR DE 40 KW
- NO TIENE AREAS PELIGROSAS
- NO SE UTILIZA PARA BOMBEO

INFORME DE OBRAS

DEBE CONTENER:

MISMOS DATOS

ADEMAS INCLUIR:

COPIA DE CADA UNA DE LAS RESPONSIVAS DE CONSTRUCCION

RELACION DE PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS ELABORADOS:

EL 21/10/87 DE ...

RAZON SOCIAL O NOMBRE DEL PROPIETARIO	DIRECCION (Calle, Numero, Colonia, Delegacion o Municipio, Cort. Postal)	USO DE LA INS- TALACION O GIRO	CARGA DE DISEÑO (KW)
<b>EJEMPLOS:</b>			
MARTINEZ NUÑES, S.A.	GRANDERAS LOCAL, COL. CONSTRUCCION, 20700EN, 45800EN	FABRICA DE PAPIERAS	1250
MORAN RIVERA TAGLE	AVILA NO. 50 COL. ARRIPELO, DELEGACION TLAHUACALPAN	CARDINERIA	14

NOMBRE DEL RESPONSABLE

NO. DE REGISTRO

FIRMA

101

RELACION DE PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS TERMINADOS:

EL 21/10/87 DE ...

RAZON SOCIAL O NOMBRE DEL PROPIETARIO	DIRECCION (Calle, Numero, Colonia, Delegacion o Municipio, Código Postal y Entidad):	USO DE LA INSTALACION O GIRO	NO. DE REGISTRO DEL RESPONSA- BLE DEL PROYECTO	CARGA (KW)
<b>EJEMPLOS:</b>				
ORIAS LOPEZ GARCIA	CADIZ NO. 96-201, COL. ALAMOS, DE- LEGACION B. JUAREZ, 03900 D.F.	TALLER DE COSIURA	II-XIII-1-A	15
LUCENA S.A.	GALEANA NO. 47, COL. LASCARDO CARDE- NAS, ADOBADO, 41440 GUERRERO.	FABRICA DE DULCES	I-IV-8-E	210

NOMBRE DEL RESPONSABLE

NO. DE REGISTRO

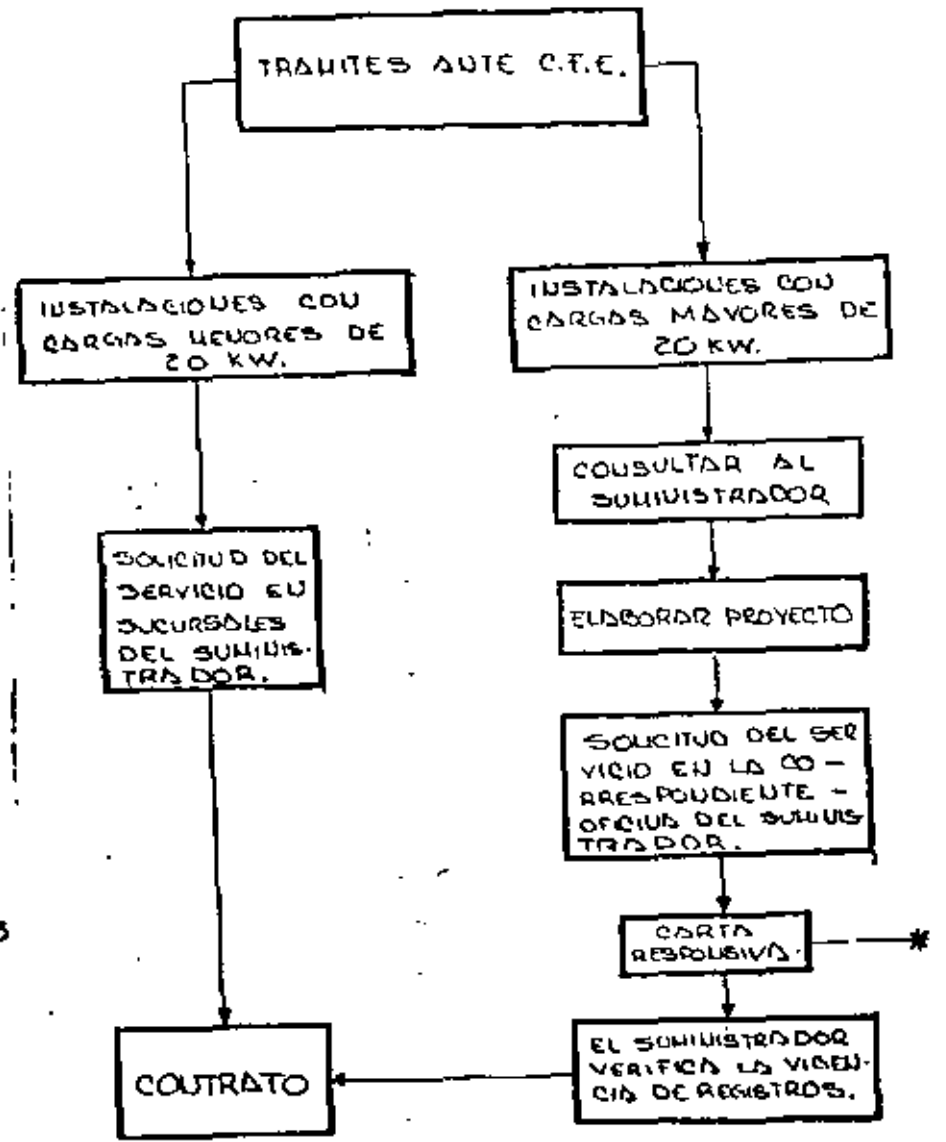
FIRMA

**RESPONSIVA DE CONSTRUCCION DEBE CONTENER**

- NOMBRE Y No. DE REGISTRO DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO
- FECHA DE ELABORACION
- RELACION DE CARGAS
- NOMBRE DEL PROPIETARIO O USUARIO
- DIRECCION Y GIRO DE LA INSTALACION
- NOMBRE, No. DE REGISTRO Y FIRMA DEL RESPONSABLE DE LA CONSTRUCCION
- FECHA DE TERMINACION DE OBRA

**DECLARACION QUE MANIFIESTE QUE:**

- LA INSTALACION SE HIZO ACORDE AL PROYECTO
- SE UTILIZARON MATERIALES Y EQUIPOS APROBADOS
- SE CUMPLIO CON LAS NTIE
- LA CARGA CORRESPONDE A LO CONSTRUIDO



INDEPENDIEMENTE DE LA CARGA

- CON UN HILO DE CORRIENTE
- MOLINOS DE NIXTAMAL EN BAJA TENSION
- BOMBEO PARA RIEGO AGRICOLA
- DE CARACTER TEMPORAL

SOLICITAR SERVICIO EN LA OFICINA DEL SUMINISTRADOR

CONTRATO

## PERIODOS RESPONSABLES

### FUNCIONES:

- VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- ASESORAR A LOS USUARIOS SOBRE EL USO ADECUADO, SEGURO Y ECONOMICO DE LA ENERGIA ELECTRICA.
- AUXILIAR A LOS USUARIOS SOBRE EL MANTENIMIENTO ADECUADO Y LA OPERACION APROPIADA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

RESPONSABLES DE OBRAS Y PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

REGIDOS POR: REGLAMENTO DE LA INDUSTRIA ELECTRICA - CAPITULO XIX

### CLASIFICACION

#### GRUPO I - PROFESIONALES

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR CUALQUIER INSTALACION SIN LIMITACION DE CAPACIDAD O TENSIONES

FORMAN ESTE GRUPO LOS INGENIEROS TITULADOS DE:

IPN - OPCION POTENCIA O UTILIZACION.

UNAM - ESPECIALIZACION ELECTRICIDAD.

ADEMAS:

LIAM.

ITESM.

INSTITUTOS TECNOLOGICOS REGIONALES.  
UNIVERSIDADES PRIVADAS.

UNIVERSIDADES PUBLICAS DE PROVINCIA.

OTRAS INSTITUCIONES, UNIVERSIDADES, COLEGIOS DE ENSEÑANZA SUPERIOR, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO A NIVEL DE LICENCIATURA LOS TEMAS DE:

- SUBESTACIONES.

- LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION.

- INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.

(b)

## GRUPO II TÉCNICOS

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000 KVA, SIN QUE EXISTAN EQUIPOS INDIVIDUALES MAYORES DE 100 KVA;

### FORMAN ESTE GRUPO

— TODOS LOS PASANTES DE LAS CARRERAS E INSTITUCIONES MENCIONADAS PARA EL GRUPO I, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO LAS MATERIAS CITADAS A NIVEL LICENCIATURA.

— EGRESADOS TITULADOS DE LA ESCUELA WILFRIDO MASSIEU, QUE HAYAN TERMINADO UN AÑO DE ESPECIALIZACIÓN ADICIONAL EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

FORMAN ESTE GRUPO EGRESADOS DE:

- CELYT
- CENETI
- INSTITUTOS TECNOLÓGICOS REGIONALES (NIVEL TÉCNICO).
- ESCUELA MEXICANA DE ELECTRICIDAD
- OTRAS ESCUELAS O INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS

SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO A NIVEL TÉCNICO LOS TEMAS DE:

- SUBESTACIONES.
- LINEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.



QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y APRUEBEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN EXAMEN DE COMPETENCIA EN DICHA SECRETARIA.

GRUPO III — "OBREROS CALIFICADOS"

FACULTADES PARA PROYECTAR INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000 KVA, SIN QUE EXISTAN EQUIPOS INDIVIDUALES MAYORES DE 100 KVA.

FACULTADES PARA CONSTRUIR Y OPERAR -- INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 100 KVA, SIN QUE EXISTAN -- GRUAS, MONTACARGAS NI ELEVADORES EN DICHAS INSTALACIONES; SIN LIMITA--- CION DE TENSION.

TAMBIEN:

QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y -- APRUEBEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN -- EXAMEN DE COMPETENCIA EN DICHA SECRE-- TARIA.

PARA SER RESPONSABLES DE PROYECTOS U OBRAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS ES NECESARIO REGISTRARSE EN CUALQUIER GRUPO DE LOS CITADOS. EN:

DEPTO. DE REGISTRO DE RESPONSABLES  
SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD  
DGE-SEPAFIN.

RIO RHIN 56-3er Piso  
COL. CHAUHTEMOL, MEXICO S. D. F.  
TEL.

ATENCION DE: ING. MARIO CERRILLO

EL REGISTRO DEBE REFRENDARSE CADA 2 AÑOS SIN NECESIDAD DE PAGAR DERECHOS.

PARA PRESENTAR EXAMEN DE COMPETENCIA EL PROCE-  
DIMIENTO ES:

- SOLICITADO AL DEPTO. CITADO O A LA DELEGA-  
CION ESTATAL O REGIONAL DE SEPAFIN SE PRO-  
PORCIONA TEMARIO.
- SEÑALAR DE COMUN ACUERDO LA FECHA DEL -  
EXAMEN.
- REALIZAR EL EXAMEN. ES NECESARIO LA PRESEN-  
CIA DE UN REPRESENTANTE DE Z.F.E. PUEDE ES-  
TAR PRESENTE UN REPRESENTANTE DEL SIN-  
DICATO O GREMIO AL QUE PERTENEZCA EL -  
SUSTENTANTE.
- SI EL EXAMEN ES APROBADO, SE CONCEDE  
EL REGISTRO SOLICITADO.  
SI EL EXAMEN NO ES APROBADO PUEDE  
PRESENTARSE POR SEGUNDA VEZ SIGUIEN-  
DO LOS PASOS ANTERIORES, SIEMPRE Y --  
CUANDO EXISTAN 6 MESES CUANDO MENOS  
ENTRE UN EXAMEN Y EL SIGUIENTE.

## PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE RESPONSABLES

- SE FORMA UN EXPEDIENTE POR RESPONSABLE DE  
LAS OBRAS EN LAS QUE INTERVIENE.

FUENTE → ZFE

- SE COMPLEMENTA EL EXPEDIENTE CITADO --  
CON COPIA DEL DICTAMEN DEL PROYECTO, --  
CUANDO ESTE ES PRESENTADO O SOLICITA  
DO.

FUENTE → DEPTO. DE PROYECTOS  
SEPAFIN

- SE ELABORA ESTADISTICA ANUAL DEL RESPON-  
SABLE CONTENIENDO:
  - NUMERO DE OBRAS Y PROYECTOS.
  - DICTAMENES APROBATORIOS, APROBATORIOS  
CON OBSERVACIONES Y NO APROBATO-  
RIOS.
  - CASOS DE REINCIDENCIAS EN FALTAS U --  
OMISIONES.
  - OTROS DATOS QUE SE JUZGUEN PERTINENTES.

PUEDE QUEDAR SUJETO A SANCIONES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS:

- HACER CASO OMISO DE LOS REQUERIMIENTOS DE SEPAFIN.
- FUNGIR COMO RESPONSABLES DE PROYECTOS U OBRAS SIN CONTAR CON REGISTRO EN SEPAFIN O TENERLO VENCIDO.
- EXCEDER LOS LÍMITES DE LAS CATEGORÍAS DE RESPONSABLES.
- CONSTRUIR Y PROYECTAR INSTALACIONES CUYAS CARACTERÍSTICAS NO CUMPLAN CON LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NTIE.

## IMPORTANCIA DE LA REGLAMENTACIÓN

REGULA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS.

EVITA ANARQUÍA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

EVITA UN MAL DISEÑO, QUE PUEDE PROVOCAR:

- PELIGRO DE INCENDIO POR SOBRECALENTAMIENTO Y CORTO-CIRCUITO.
- PELIGRO DE ELECTROUCIÓN O COMOCIÓN ELÉCTRICA.
- DAÑOS IRREPARABLES O FALLECIMIENTOS DE PERSONAS.
- BAJO RENDIMIENTO DE EQUIPOS POR EXCESO DE CAÍDA DE TENSIÓN Y AUMENTO DEL COSTO ANUAL POR PÉRDIDAS DE ENERGÍA.
- AUMENTO DEL COSTO INICIAL POR RECORRIDO EXCESIVO DE CONDUCTORES Y MAL APROVECHAMIENTO DE CANALIZACIONES.

(C)

(1)

## NUEVA REGLAMENTACION.

DEROSA EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS ( FUE PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, EL 31 DE MARZO DE 1950 ).

### REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS :-

PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 23 DE JUNIO DE 1981, ENTRA EN VIGOR EL 23 DE JUNIO DE 1981.

DA ORIGEN A ;

### NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.

## ESTRUCTURA DE LAS NORMAS TECNICAS ( PARTE 1 )

APLICABLES PARA EL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA

CAPITULO 1. GENERALIDADES

CAPITULO 2.- PROYECTO Y PROTECCION DE INSTALACIONES.

- ACOMETIDAS.
- ALIMENTADORES.
- PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.
- PUESTA A TIERRA.

CAPITULO 3.- METODOS DE INSTALACION

- CONDUCTORES.
- CANALIZACIONES.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA  
INSTALACION ELECTRICA

ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO

FEBRERO, 1983

TERCERA SESION.-

V.- Elementos principales constitutivos de una instalación eléctrica.

a). - Diagrama general. - El diagrama general que se muestra en la figura 1, nos indica los principales elementos que constituyen una instalación eléctrica, desde la carga más elemental, pasando por los diversos dispositivos de que se compone hasta la acometida en la que entrará la alimentación por parte de la compañía suministradora.

b). - Diversos elementos que la componen. - Los elementos integrantes de una instalación eléctrica son los siguientes:

1.- Dispositivos de recepción de energía. - Los dispositivos de recepción de la energía están formados por las líneas de servicio, que son los conductores y el equipo que se usan para el suministro de la energía eléctrica desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de medición y protección de la instalación alimentada.

2 y 3.- Dispositivos de desconexión y protección principal.

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un solo dispositivo, ya que de acuerdo con las normas técnicas indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimen

000 2

Azometida

posible colocación en AT.

1

M

2

3

6000 V

150 kVA 5%

Subestación

50 KVAC 5%

3

440 V

Alimentadores

15 KVAC

2

440 V

220 W 275

vmb9950

15 KVAC

1

15 KVAC

1

1

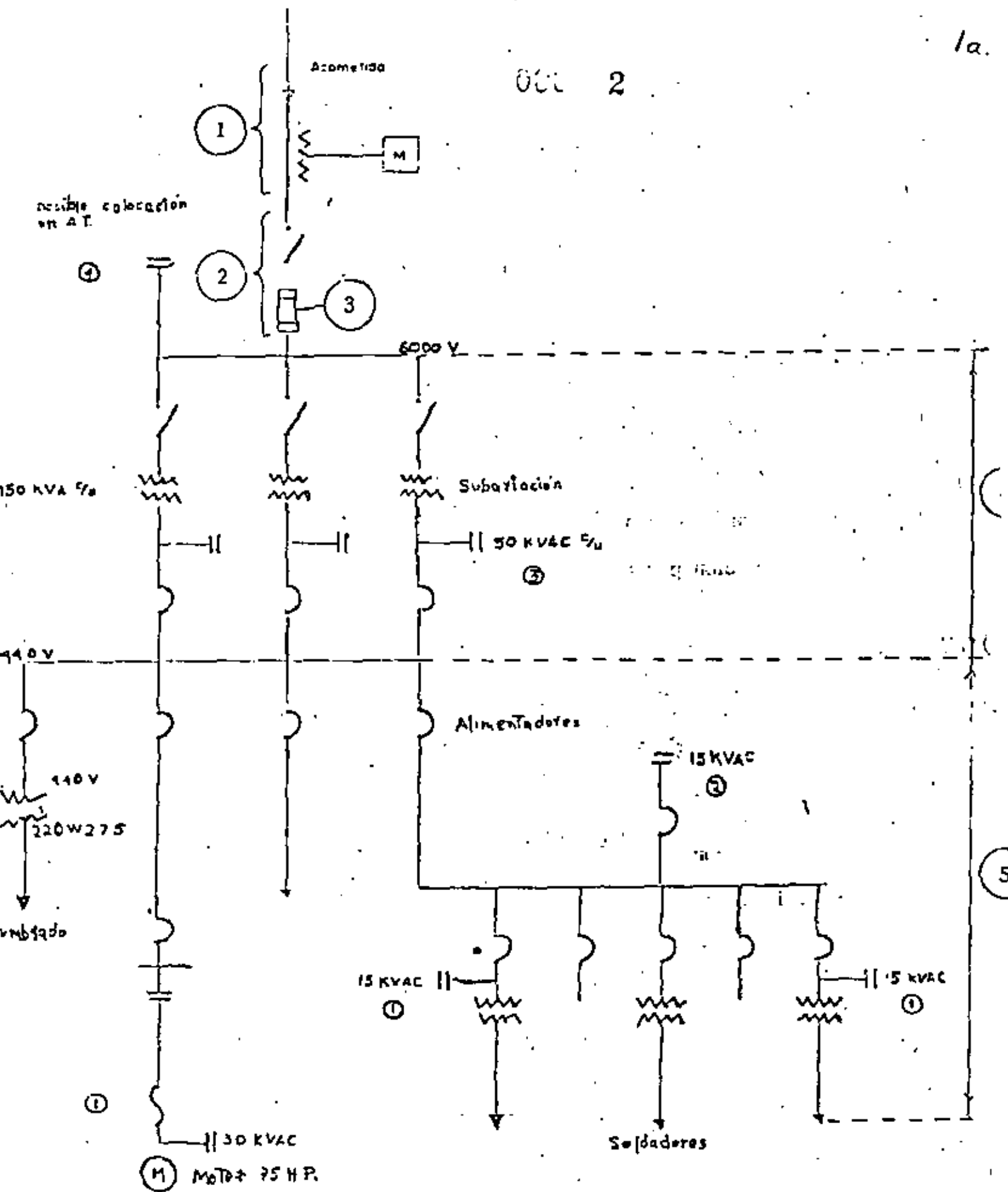
30 KVAC

M MOTOR 75 H.P.

Soldadores

5

Fig. 2



tada, así como un medio de protección contra sobrecorriente.

4 y 5 - Sistema de distribución.- El siguiente elemento o sea el sistema de distribución, se acostumbra dividir en primario y secundario, de acuerdo con la característica de que la tensión de su ministro se transforme o no en la instalación alimentada, o también de acuerdo con las diferentes fases que se planeen en la distribución. Este sistema está integrado por:

- ° Los circuitos derivados.
- ° Los tableros de distribución
- ° Los alimentadores.

6.- Dispositivos de utilización o cargas.- Este será el dispositivo de nuestro sistema que nos representará al conjunto de elementos que usarán la energía eléctrica del sistema.

#### VI.- Análisis de los elementos constitutivos.

a).- Cargas.- El análisis de la instalación eléctrica la desarrollaremos a partir del último elemento, o sean los dispositivos de utilización o cargas.

La carga se define como cualquier dispositivo adecuado para absorber o transformar la energía eléctrica, ya sea en energía luminosa ( lámparas ), energía mecánica ( motores ), energía térmica ( calefacto-



res ), o en cualquier otra forma de energía, por lo que estos elementos constituyen los dispositivos de utilización de energía eléctrica.

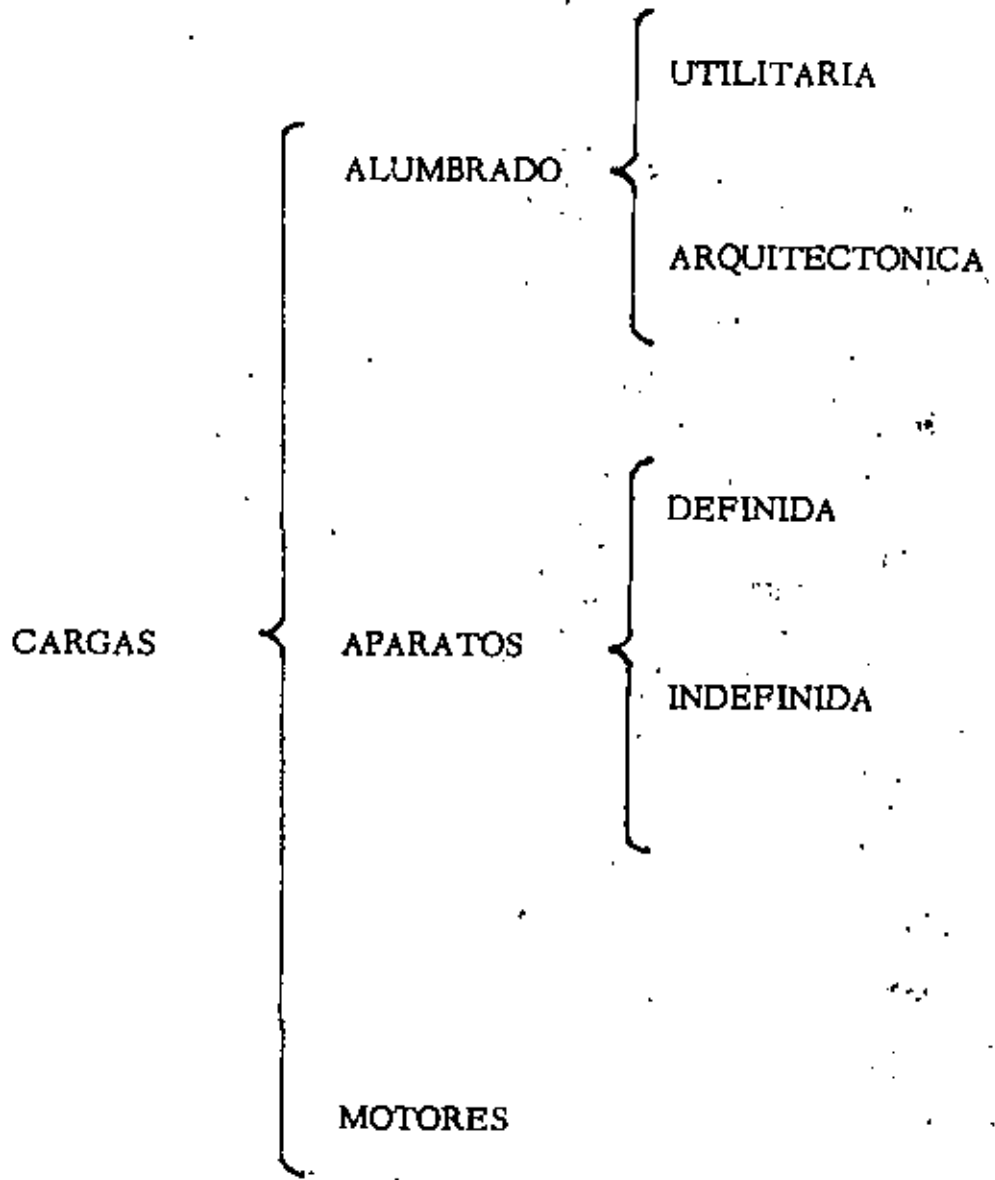
Las cargas de acuerdo a su fuente de alimentación se clasifican como sigue:

- 1.- Cargas en el sistema normal.
- 2.- Cargas en el sistema de emergencia

La primera de ellas nos indica que los dispositivos de utilización o cargas están conectados al sistema de alimentación de la compañía suministradora de energía eléctrica y las segundas son las que estando también conectadas al sistema de alimentación de la compañía suministradora, se consideran básicas para proporcionar los servicios para lo cual han sido instaladas por lo que, en el caso de falla por parte de la compañía suministradora, estas cargas estarán conectadas a un generador de energía eléctrica adicional ( planta de emergencia ) que le suministrará la energía eléctrica necesaria mientras dure la falla mencionada.

Para analizar las cargas, ya sean de servicio normal o de emergencia, se clasifican de la forma siguiente:

- 1.- Cargas de alumbrado.
  - ° Utilitaria.



° Arquitectónica.

2.- Cargas de aparatos.

° Definida.

° Indefinida.

3.- Cargas de motores.

1.- Cargas de alumbrado. - Estas cargas se han dividido en utilitarias y arquitectónicas.

Cargas de alumbrado utilitarias.

Estas cargas sirven para proporcionar la energía luminosa necesaria para iluminar una determinada superficie y permite la visión a un máximo de velocidad, precisión y facilidad, con un mínimo esfuerzo y fatiga.

La característica principal de este tipo de carga es que se encuentra uniformemente distribuida en función del nivel de iluminación.

El nivel de iluminación está en función del uso del local y se mide en unidades llamadas luxes. De acuerdo a los diversos usos específicos, existen tablas que indican los niveles de iluminación recomendables, los que se consideran sobre el plano del trabajo, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.

En el caso donde el área del trabajo no esté definida, la iluminación se considera sobre un plano horizontal de 75 cm. por encima del suelo.

Los valores dados por estas tablas son considerados como el nivel luminoso mínimo recomendado para cualquier punto sobre el sitio de trabajo y en cualquier momento. Esto significa que una instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la suciedad de las luminarias, lámparas, paredes y techos, ni la distribución normal en la emisión luminosa de las lámparas en sí, hagan disminuir la iluminación en algún momento por debajo del nivel recomendado.

Se anexan las tablas que representan los niveles recomendados -- por la I. E. S. ( Illumination Engineering Society ), y por la -- ( Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación ).

Para diseñar las instalaciones de alumbrado existen dos métodos -- que son los siguientes:

- ° Método de los lúmenes.
- ° Método de punto por punto.

El método de los lúmenes proporciona el nivel medio de luxes mediante la utilización de expresiones realmente sencillas. Cada --

e Niveles mínimos de iluminación recomendados para el alumbrado general de interiores

8

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Auditorios.</b>		<b>Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta</b>	500
Reunión o asamblea	150	<b>Sala de fracturas:</b>	
Exposición y exhibiciones	300	General	500
<b>Bancos.</b>		Mesa de operaciones	2000
<b>Vestíbulos:</b>		<b>Laboratorios:</b>	
General	500	Salas de ensayo	300
Áreas de trabajo	700	Mesas de trabajo	500
Correspondencia, claves, etc.	1500	Trabajos delicados	1000
<b>Bomberos (ver Servicios del Municipio).</b>		Bibliotecas	700
<b>Correos (Oficinas de).</b>		Salas de armarios	200
Mesas del vestíbulo	300	Vestíbulos y pasillos	300
Clasificación, fichero, etc.	1000	Archivo de protocolos médicos	1000
<b>Escuelas.</b>		<b>Salas de enfermeras:</b>	
Lectura de textos impresos	300	General	200
Lectura de textos a lápiz	700	Pupitres y diagramas	500
Lectura de textos en papel de copias:		Despacho de medicinas	1000
Buenas	300	Salas de trabajo de enfermeras	300
Mulas	1000	<b>Cases cunas:</b>	
Salas de dibujo y bancos de trabajo	1000	General	100
Fizarras	1500	Mesa de reconocimiento	700
Salón de costura	1500	Pediatría y sala de juegos	300
<b>Estaciones, cocheras y terminales.</b>		<b>Obstetricia:</b>	
Salas de espera y salas para fumadores	300	Salas de esterilización	300
Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores	1000	Salas de consulta	200
Facturación de equipajes	500	Sala de partos, general	1000
Andenes y almacenes	200	Mesa de partos	25000
Servicios y lavabos	300	<b>Farmacias:</b>	
<b>Galerías de arte.</b>		General	300
General	300	Mesas de trabajo	1000
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario)	300*	Almacén de productos	300
Para esculturas y demás objetos de arte	1000**	Habitaciones y salas	
<b>Hospitales</b>		General	100
Cuartos de anestesia y preparación	300	Lectura	300
Autopsia y depósito de cadáveres:		Locales para pacientes mentales	100
Sala de autopsias	1000	Trabajo con radioisótopos:	
Mesa de autopsias	25000	Laboratorio radioquímico	300
Depósito general	200	Salón de medidas	200
Central esterilizadora:		Mesas de trabajo	500
General	300	Solariums	200
Afilado de agujas	1500	<b>Almacenes:</b>	
Departamento odontológico:		General	150
General	700	Oficinas	700
Vitrina de instrumental	1500	<b>Cirugía:</b>	
Salón dental	10000	Salas de instrumentos y esterilización	300
Laboratorio, bancos	1000	Salas de limpieza (instrumentos)	1000
Sala de recuperación	50	Salas de operaciones, general	1000
Sala de emergencia:		Mesas de operaciones	25000
General	1000	Salas de recuperación	300
Local	20000	<b>Radioterapia:</b>	
Sala de reconocimiento y tratamiento:		Física	200
General	500	Aplicada	300
Mesa de reconocimiento	1000	Lavabos	100
Salidas (nivel luminoso en el suelo)	50	Otros locales	200
Ojos, nariz, oído y garganta:		Salas de espera:	
Sala oscura	100	General	150
		Lectura	300
		Rayos X:	
		Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura	100
		Radioterapia profunda y superficial	100
		Examen de pruebas	300
		Archivos, películas reveladas	300
		Almacén, películas sin revelar	100

\* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener de 2 a 3 veces este nivel.  
\*\* A veces se requiere muchos más.

\* De enfermas o heridas.

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

9

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

<b>Hoteles.</b>		Escritura a mano, reproducciones, copias malas . . .	700
<b>Bares y cafeterías (ver Restaurantes).</b>		Pupitres de estudio . . . . .	700
<b>Salas de baños:</b>		Lectura de partituras musicales:	
General . . . . .	100	Partituras sencillas . . . . .	300
En el espejo . . . . .	300†	Partituras completas . . . . .	700**
<b>Dormitorios:</b>		Cuartos de costura:	
General . . . . .	100	Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela,	
Tocador . . . . .	300†	telas bastas, puntadas grandes . . . . .	300
Lectura y escritura . . . . .	300	Trabajos intermitentes, telas finas . . . . .	500
<b>Comedores (ver Restaurantes).</b>		Trabajo continuo, telas ligeras o medias . . . . .	1000
Vestíbulo . . . . .	300	Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste . . . . .	2000
Recepción . . . . .	500	Tocadores, maquillajes, afeitados (emplazado sobre	
<b>Servicio de lavado de ropas:</b>		los espejos y rostros) . . . . .	500
Lavado . . . . .	300	Taller, bancos de trabajo . . . . .	700
Planchado . . . . .	500	Alumbrado general:	
Planchado mecánico . . . . .	700	Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos . . . . .	100
<b>Lencería y ropa blanca:</b>		Cuartos de estar, comedores, dormitorios, biblio-	
General . . . . .	200	otecas y salas de juegos . . . . .	100
Costura . . . . .	1000	Cocina, lavandería, cuartos de baño . . . . .	300
<b>Salas de espera:</b>		<b>Restaurantes, cafeterías y bares.</b>	
General . . . . .	100	<b>Comedores:</b>	
Zonas de lectura y trabajo . . . . .	300	De tipo íntimo:	
<b>Marquesina:</b>		Con alrededores oscuros . . . . .	30
Alrededores oscuros . . . . .	300	Con alrededores claros . . . . .	100
Alrededores claros . . . . .	500	Para realizar el trabajo de limpieza . . . . .	200
Dispensas . . . . .	100	De tipo general:	
<b>Municipio (Servicios del); Bomberos y Policía.</b>		Con alrededores oscuros . . . . .	150
<b>Policía:</b>		Con alrededores claros . . . . .	300
Ficheros de identificación . . . . .	1500	De autoservicio:	
Celdas y cuartos para interrogatorios . . . . .	300	Alrededores normales . . . . .	500
<b>Bomberos:</b>		Alrededores muy iluminados . . . . .	1000
Dormitorio . . . . .	200	Cajas . . . . .	500
Aparcamiento de coches y sala de recreo . . . . .	300	Exposición de comida: dos veces el nivel general	
<b>Museos (ver Galerías de arte).</b>		pero nunca menos de . . . . .	500
<b>Oficinas.</b>		Cocinas:	
Lectura de alto contraste de textos bien impresos;		Inspección, verificación, precios . . . . .	700
tareas y zonas que no exigen una atención exagerada		Otras áreas . . . . .	300
o prolongada, tales como lavabos, archivos no necesi-		<b>Tiendas.</b>	
tados a diario, salones de conferencia, salas de visita, etc	300	<b>Escaparates:</b>	
Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o		Alumbrado de día:	
lápiz tinta, sobre buen papel; archivos usados con		General . . . . .	2000
frecuencia . . . . .	700	Detalle o pormenor . . . . .	10000
Trabajo normal burocrático; lectura de buenas re-		Alumbrado de noche:	
producciones; lectura o transcripción de escritura a		Districtos poco concurridos o pequeñas ciudades:	
mano con lápiz duro o sobre mal papel, archivos de		General . . . . .	1000
uso continuo, clasificación de correspondencia, índice		Detalle . . . . .	5000
de asuntos . . . . .	1000	Districtos principales o de mucha competencia:	
Contabilidad, audición, máquinas de escribir, tene-		General . . . . .	2000
duría de libros, máquinas calculadoras, lectura de		Detalle . . . . .	10000
malas reproducciones, dibujo a mano alzada . . . . .	1500	Interior de las tiendas:	
Cartografía, estudios, dibujo detallado . . . . .	2000	Zonas de circulación . . . . .	300
Corredores, escaleras, ascensores y escaleras mecá-		Zonas de estanterías y almacenamiento de produc-	
cas . . . . .	200*	tos:	
<b>Policía (ver Servicios del Municipio).</b>		Con servicio normal . . . . .	1000
<b>Residencias.</b>		Con autoservicio . . . . .	2000
<b>Tareas visuales concretas:</b>		Vitrinas y estanterías:	
Juegos de mesa . . . . .	300	Con servicio normal . . . . .	2000
Cocinas:		Con autoservicio . . . . .	5000
Planchas de cinc, fregaderos . . . . .	700	Exposición de detalles:	
Hornillos y superficies de trabajo . . . . .	500	Con servicio normal . . . . .	5000
Lavadoras, cestos de ropa, planchas y tablas de plan-		Con autoservicio . . . . .	10000
char . . . . .	500		
Salones de lectura, escritura y estudio:			
Libros, revistas, periódicos . . . . .	300		

\* Para exámenes meticulosos 500 lux

\*\* O no menos, de 1/5 del nivel luminoso en las zonas inmediatas.  
\*\* Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales y hay anotaciones sobre las líneas se necesitan 1500 lux o más.

## ⊕ Niveles Mínimos de Iluminación Recomendados para el Alumbrado de Interiores Industriales

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Acero (ver Hierro y acero).</b>		<b>Bodegas (ver Almacenes y bodegas).</b>	
Ajuste (Talleres de).		Carbón (Volquetes automáticos y lavaderos de).	
Trabajo basto de fácil visión .....	300	Triturado y lavaderos .....	100
Trabajo basto de difícil visión .....	500	Selección .....	3000
Trabajo medio .....	1000	Cartón (Fábricas de cajas de): Area general .....	500
Trabajo fino .....	5000		
Trabajo extra fino .....	10000	<b>Caucho (ver Goma).</b>	
<b>Almacenes y bodegas:</b>		Cementos y derivados de la arcilla.	
De poco movimiento .....	50	Molido, prensas de filtro .....	300
Activos de mucho movimiento:		Moldeado, lavarlo y prensado .....	300
Embalaje tosco .....	100	Color y vidriado trabajo duro; esmaltado .....	1000
Embalaje medio .....	200	Color y vidriado, trabajo fino .....	3000
Embalaje fino .....	500		
<b>Arcilla (ver Cementos).</b>		<b>Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.</b>	
<b>Automóviles (Fábricas de).</b>		Auxiliares, habitaciones de baterías, bombas de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos .....	200
Ajuste del bastidor .....	500	Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas .....	100
Línea de montaje y ajuste de chasis .....	1000	Plataforma de quemadores .....	200
Montaje final e inspección de línea .....	2000	Condensadores: áreas de desaeradoras evaporadores y calentadores .....	100
<b>Fabricación de la carrocería:</b>		Habitaciones de control:	
Piezas .....	700	Panel de interruptores (frente vertical):	
Acabado e Inspección .....	2000	Secciones sencillas o dobles frente al operador:	
<b>Aviación. Fábricas de aviones.</b>		Tipo A. Habitaciones de control, centralizado, de gran tamaño. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo .....	500
<b>Naves:</b>		Tipo B. Habitación de control normal. Nivel a 1,70 metros sobre el suelo .....	300
De producción .....	1000	Sección de "duplax" frente al operador .....	300
De inspección .....	2000	Pupitres de trabajo (nivel horizontal) .....	500
Fabricación de piezas:		Áreas interiores de los paneles de interruptores para "duplex" .....	100
Remachar, soldar y taladrar .....	700	Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical) .....	100
Cabinas de pintura .....	1000	Alumbrado de emergencia para todas las áreas. ....	30
Preparación planchas de aluminio y trabajo de templado; formación y pulido de las partes pequeñas del fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores .....	1000	Laboratorio de química .....	500
Montajes secundarios: Trenes de sterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes .....	1000	Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos .....	200
Montaje final e inspección .....	1000	Túneles o galerías, tuberías .....	100
Reparación de herramientas .....	1000	Zona de turbinas bajo el pavimento .....	200
<b>Aviación. Hangares (solamente servicio de reparaciones)</b> .....	1000	Habitación de turbinas .....	300
<b>Azúcar (Industrias de).</b>		<b>Conservas (Fábricas de).</b>	
Departamento de chocolates:		Clasificación inicial de materias crudas .....	500
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar .....	500	Tomates .....	1000
Limpieza y selección de granos, inmersión, envase, empaquetado, etc .....	500	Selección de color (cortado) .....	2000
Molienda .....	1000	Preparación:	
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado .....	500	Selección preliminar:	
Getatina y jales .....	500	Albaricoques y melocotones .....	500
Decoración a mano .....	1000	Tomates .....	1000
Departamento de caramelos:		Aceitunas .....	1500
Mezclar, cocer, moldear .....	500	Cortado y selección final .....	1000
Cortar y seleccionar .....	1000	Conservado	
Envasar y empaquetar .....	1000	Enlatado continuo en cadena .....	1000
<b>Azúcar (Refinerías de).</b>		Empaquetado a mano .....	500
Dosificación .....	500	Aceitunas .....	1000
Inspección del color .....	2000	Examen de envasados .....	2000
		<b>Corte y confección.</b>	
		Inspección de paños .....	20000
		Cortado y prensado .....	3000
		Cosido .....	5000
		<b>Electricidad (ver Centrales eléctricas).</b>	
		<b>Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).</b>	
		Impregnación .....	500
		Aislado, pintado de conductores .....	1000
		Ensayos .....	1000

Encuadernación:	
Doblar, montar, encolar, etc .....	700
Cortar, perforar y coser .....	700
Repujar e inspección .....	2000
<b>Forja (Talleres de) .....</b>	<b>500</b>
<b>Fundiciones.</b>	
Templado, limpiado, batido .....	300
Moldeo o fabricación de machos, trabajo medio .....	500
Moldeo o fabricación de machos, trabajo fino .....	1000
Desbastado y cepillado .....	1000
Inspección media .....	1000
Inspección fina .....	5000
Moldes, grandes; relleno y vaciado .....	500
Moldes medianos .....	1000
Horno de cúpula .....	200
<b>Galvanizado .....</b>	<b>300</b>
<b>Garajes: Automóviles y camiones.</b>	
Servicio de garajes:	
Reparaciones .....	1000
Zonas de tráfico activo .....	200
<b>Garajes de aparcamiento:</b>	
Entrada .....	500
Pistas y rampas .....	100
Aparcamiento .....	50
<b>oma (Mecanizado de artículos de).</b>	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado .....	300
Preparación del tejido, corte y telares .....	500
Moldeado y selección de productos, calibrado .....	500
Inspección .....	2000
<b>Guantes (Fábricas de).</b>	
Prensado y cortado .....	3000
Máquinas de hacer punto y selección .....	1000
Cosido e inspección .....	5000
<b>Harina (Fábricas de).</b>	
Molido, cernido, refinado .....	500
Empaquetado .....	300
Control de productos .....	1000
Cribas, limpiadoras, ascensores, pasillos, recipientes de control .....	300
<b>Hierro y acero (Industria del).</b>	
Interiores abiertos:	
Piso de carga (Fundición) .....	200
Vagonetas de colada:	
Pozos de escoria .....	200
Plataformas de control .....	300
Zona superior .....	300
Pasarelas elevadas de inspección .....	100
Mezcladores .....	300
Calcinado y sangrado .....	100
Trenes de laminación:	
Ingotas, pletinas, barras calientes y planchas calientes .....	300
Laminación en frío, barras y planchas .....	300
Tubos, barras, varillas redondas, alambres .....	500
Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío .....	500

<b>Sala de máquinas y motores .....</b>	<b>300</b>
Inspección:	
Chapas oscuras, chagote, cascajo .....	1000
Hojalata y otras superficies brillantes .....	1000
<b>Imprentas.</b>	
Fundición de tipos:	
Máquinas y moldes de mano; fundición de conjuntos, clasificación .....	500
Fabricación de matrices, rectificado de tipos .....	1000
Plantas de impresión:	
Inspección de color y valoración .....	2000
Composición a máquina, salas de composición .....	1000
Prensas .....	700
Lectura de pruebas y revisión de planchas .....	1500
Efectrotipia:	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación .....	1000
Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado .....	500
Fotograbado:	
Grabado al aguafuerte, planchas .....	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado y enmascarado .....	1000
<b>Inspección (Trabajos de).</b>	
Ordinario .....	500
Difícil .....	1000
Bastante difícil .....	2000
Muy difícil .....	5000
Lo más difícil .....	10000
<b>Lavanderías.</b>	
Lavado .....	300
Planchado, clasificación y marcado .....	500
Acabado a máquina y con plancha. Clasificación .....	700
Planchado fino a mano .....	1000
<b>Madera.</b>	
Trabajos bastos y de banco .....	300
Medidas, cepillado, lijado basto, trabajos medios de banco y máquina encolado barnizado y tonelería .....	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado .....	1000
<b>Manipulado de materiales.</b>	
Empaquetado, embalaje y etiqueta .....	500
Clasificación y distribución .....	300
Carga y colocación en camiones .....	200
Interior de camiones y coches de transporte .....	100
<b>Metal, Trabajo en metales laminados.</b>	
Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquinaciones diversas, trabajo medio de banco .....	500
Inspección de estañado y galvanizado; trazado .....	2000
<b>Neumáticos y tubos de goma (Fabricación de).</b>	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado .....	300
Preparación de productos: cortado, construcción de bordes .....	500
Máquinas de hacer tubo .....	500
Fábricas de neumáticos:	
Bandajes sólidos .....	300

\* Los materiales especulares o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de alumbrado o en su orientación respecto al trabajo.

+ La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar más condiciones de contraste favorables.



<b>Neumáticos y tubos de (continuación)</b>		<b>Soldadura (Talleres de) (continuación)</b>	
Neumáticos .....	500	Iluminación general .....	500
Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos .....	700	Soldadura manual de arco, Gran precisión .....	10000
Inspección final: Tubos, neumáticos .....	2000	<b>Sombreros (Fábricas de).</b>	
<b>Papel (Fábricas de).</b>		Tinte, enderezado, acordonado, limpieza y refinado .....	1000
Triturado, molido y prensado .....	300	Dar forma, tamaño, perforado, rebordado, acabado y planchado .....	2000
Acabado, cortado, aparejado y máquinas de hacer papel .....	500	Cosido e inspección .....	5000
Cortado a mano, máquinas de cortar e igualar .....	700	<b>Teñido (Manipulado del).</b>	
Botellas de papel, inspección y laboratorios .....	1000	Secado, limpieza general .....	300
Rebobinado .....	1500	Clasificación y apartado .....	2000
<b>Piel (Fabricación de artículos de).</b>		<b>Tañosas.</b>	
Prensado, enrollado y glaseado .....	2000	Cuarto de mezclas .....	500
Clasificación, cortado, acoplado y cosido .....	3000	Estanterías (iluminación vertical) .....	300
<b>Piel (Industrias de la). Cueros.</b>		Interior del horno (mezcladores verticales) .....	500
Depósitos de limpieza, curtido y estirado .....	300	Cuarto de fermentación .....	300
Curtido, descarnado y estopado .....	500	Locales restantes:	
Acabado y cosido .....	1000	Pan .....	300
<b>Piedras. Triturado y cribado.</b>		Dulces y productos de confitería .....	500
Correas transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de receptáculos .....	100	Horno, pruebas y empaquetado .....	300
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos .....	100	Rellenado y otros ingredientes .....	500
Cribas .....	200	Decorado y azucarado:	
<b>Pinturas (Fabricación de).</b>		Mecánico .....	500
General .....	300	A mano .....	1000
Mezclas comparativas y normales .....	2000	<b>Talleres de forja (ver Forja).</b>	
<b>Pintura (Talleres de).</b>		<b>Talleres mecánicos.</b>	
Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perfilado delicado a mano .....	500	Trabajos bastos de banco y máquina .....	500
Trabajos finos de pintura a mano y acabado .....	1000	Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio .....	1000
Trabajos extrafinos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.) .....	3000	Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino .....	5000
Planchado y limpiado en seco (ver Tintorerías).		Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino .....	10000
<b>Productos lácteos: Industrias de la leche.</b>		<b>Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).</b>	
Habitación de hervido y almacén de botellas .....	300	Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).	
Clasificación de botellas .....	500	☉	
Limpiado de botellas .....		<b>Textiles (Fábricas). Algodón.</b>	
Lavado de bidones y equipos de frío .....	300	Abrir, mezclar y picar .....	300
Rellenado, inspección .....	1000	Cardar, estirar, torcer, encanillar, hilar, urdir .....	500
Indicadores, aneles y termómetros (parte vista) ..	500	Confección de piezas de tela:	
Laboratorios .....	1000	Artículos grises .....	500
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores ..	300	Mezclilla .....	1500
Tanques depósitos:		Inspección:	
Interiores claros .....	200	Artículos grises (girado a mano) .....	1000
Interiores oscuros .....	1000	Mezclilla (movimiento rápido) .....	5000
<b>Pulido y bruñido .....</b>		Estirado automático .....	1500
	1000	Hilado a mano .....	2000
<b>Química (Trabajos de).</b>		Tejido .....	1000
Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros .....	300	<b>Textiles (Fábricas). Lana y estambre.</b>	
Tanques, cristallizadores, extractores, coladores ..	300	Clasificación .....	1000
<b>Servicio (Áreas de).</b>		Hilado (en bastidor o máquina): blanco .....	500
Escaleras, pasillos, ascensores .....	200	Hilado (en bastidor o a máquina): coloreado .....	1000
Lavabos y Tocadores .....	300	Trenzado o urdido: blanco .....	500
		Urdido en peine: blanco .....	1000
		Urdido: color .....	1000
		Urdido en peine: color .....	3000
		Trenzado: blanco .....	300
		Trenzado: color .....	500
		Tejido: blanco .....	1000
		Tejido: color .....	2000

\* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

13

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

**Textiles (Fábricas) (continuación).**

**Locales para géneros grises:**

Borra .....	1500
Hilos .....	3000
Telas .....	700
Acabado, completado, pegado, tratado y secado .....	500
Tintas .....	1000
Acabado en seco:	
Preparado, acondicionado, prensado y tejido .....	700
Corte .....	1000
Inspección .....	20000

**Textiles (Fábricas). Seda y rayón.**

Fabricación: empapado coloreado y acondicionamiento o colocación de líneas .....	300
Devanado, trenzado, rebobinado, encanillado y enderezado:	
Materiales claros .....	500
Materiales oscuros .....	2000
Sala de telares (en sus diversas modalidades) .....	1000
Hilado en peines o sobre alambres en los telares .....	1000
Tejido .....	1000

**Tintorerías. Planchado y limpiado en seco.**

Reconocimiento y clasificación .....	500
Limpieza en seco, húmeda y al vapor .....	500

Inspección y localización de manchas .....	5000
Planchado a mano y máquina .....	1500
Reparaciones y modificaciones .....	2000

**Vidrio (Fábricas de).**

Sala de mezclas y horno, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio .....	300
Molido, cortado del vidrio a medida, esmerilado .....	500
Molido fino, pulido y biselado .....	1000
Inspección, grabado y decorado .....	2000

**Zapaterías. Trabajo en goma.**

Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho .....	300
Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas .....	500
Laminado de suelas, forrado y 287, proceso de fabricación y acabado .....	1000

**Zapaterías. Trabajo en material.**

Mesas de corte, marcado, ojales, raspar, clasificar y control en materiales oscuros .....	3000
Fabricación y acabado, lavado, revestimiento, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas y palas, repujado, forrado, laminado, limpiado, teñido, alisado, pulido y estampado .....	2000

uno de los factores utilizados en estas expresiones debe ser valorado adecuadamente para la obtención de resultados exactos.

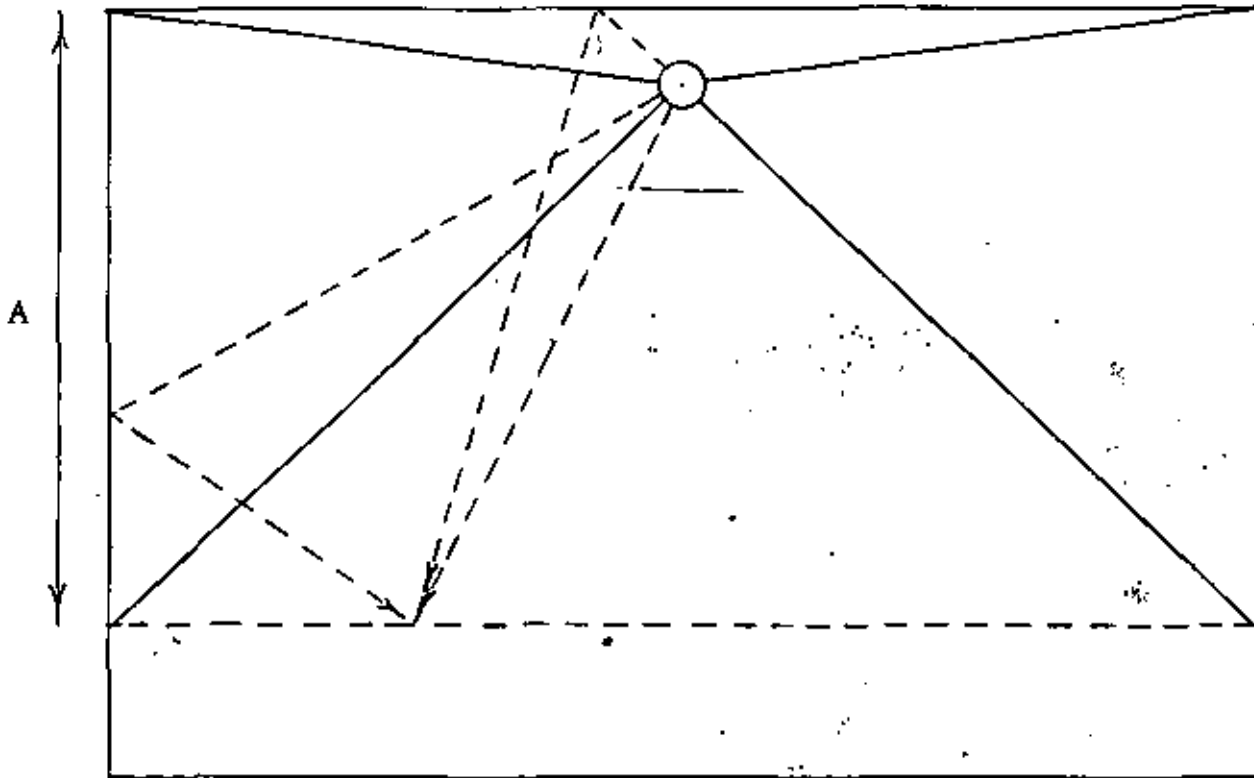
El método de punto por punto lleva en si un cálculo separado de la contribución de cada luminaria a la iluminación total. Por lo general este método se utiliza principalmente para alumbrado público y para alumbrado con proyectores.

Método de los lúmenes.

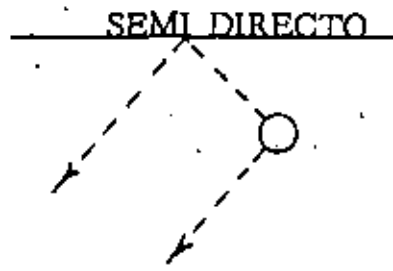
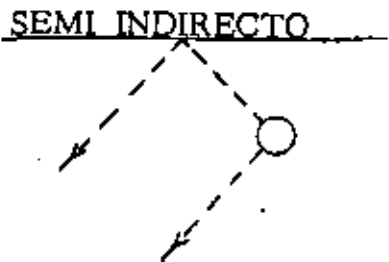
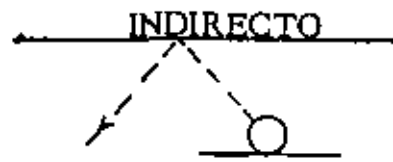
Para utilizar este método en la resolución de un problema de alumbrado deberá seguirse la siguiente secuencia:

- i Determinar el nivel requerido de iluminación. - De acuerdo a las tablas existentes, deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico que se vaya a realizar.
- ii Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias. - Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente manera:
  - ° directo
  - ° semidirecto
  - ° general difuso o directo-indirecto.





Plano de trabajo.



- ° semi-indirecto
- ° indirecto.

Por lo general, las oficinas quedan mejor iluminadas utilizándose, ya sea un sistema indirecto, un semi-indirecto o un directo-indirecto. En la industria general se utiliza el sistema directo o el semi-directo y las áreas comerciales pueden usar cualquier tipo de alumbrado o combinación de sistemas. La instalación del mejor sistema dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área por iluminar.

- iii Determinar el coeficiente de utilización. - El coeficiente de utilización es la relación del flujo luminoso que llega al plano de trabajo sobre el total del flujo generado por las lámparas. Es un factor que tiene en cuenta la eficiencia y distribución de las luminarias, su altura de montaje, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y suelos.

Los locales se clasifican con relación a su forma en diez grupos, cada uno de los cuales es identificado con una letra conocida bajo el nombre de índice del local. Los in-

## 17.

indices del local para una amplia gama de dimensiones se proporcionan en las tablas que se anexan.

La clasificación de los índices del local están basados en las relaciones entre las dimensiones de las habitaciones - las que se calculan de la forma siguiente:

Para luminarias directas, semi-directas, directa-indirecta y general difusa:

$$RL = \frac{A \times L}{H \times (A + L)}$$

Para luminarias semi-indirectas e indirectas:

$$RL = \frac{3 \times A \times L}{2 \times H \times (A + L)}$$

donde:

- RL.- Relación del local
- A.- Ancho del local
- L.- Largo del local
- H.- Altura del techo sobre el plano de trabajo.

Cada índice del local representa un valor de la relación.

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto													
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20
		Altura de montaje sobre el suelo en metros Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso													
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10
2.45	3.05	H	I	J	J	J	J	J							
	3.65	H	I	J	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	G	H	I	J	J	J	J							
	5.48	G	H	I	J	J	J	J							
	6.10	G	H	I	J	J	J	J							
	7.30	G	H	I	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
15.25	F	G	H	I	J	J	J								
3.05	3.05	H	H	I	J	J	J	J							
	3.65	G	H	I	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	F	H	I	J	J	J	J							
	5.48	F	H	I	J	J	J	J							
	6.10	F	H	I	J	J	J	J							
	7.30	F	H	I	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
15.25	F	G	H	I	J	J	J								
18.30	F	G	H	I	J	J	J								
21.35	F	G	H	I	J	J	J								
3.65	3.65	G	H	I	J	J	J	J							
	4.26	F	H	I	J	J	J	J							
	4.87	F	H	I	J	J	J	J							
	5.48	F	H	I	J	J	J	J							
	6.10	F	H	I	J	J	J	J							
	7.30	F	H	I	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
	15.25	F	G	H	I	J	J	J							
18.30	F	G	H	I	J	J	J								
21.35	F	G	H	I	J	J	J								
24.40	D	H	I	J	J	J	J								
30.50	D	H	I	J	J	J	J								
4.25	4.26	F	G	H	I	J	J	J							
	4.87	F	G	H	I	J	J	J							
	5.48	F	G	H	I	J	J	J							
	6.10	F	G	H	I	J	J	J							
	7.30	F	G	H	I	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	D	H	I	J	J	J	J							
	15.25	D	H	I	J	J	J	J							
	18.30	D	H	I	J	J	J	J							
21.35	D	H	I	J	J	J	J								
24.40	D	H	I	J	J	J	J								
30.50	D	H	I	J	J	J	J								
4.85	4.87	F	G	H	I	J	J	J							
	5.48	F	G	H	I	J	J	J							
	6.10	F	G	H	I	J	J	J							
	7.30	D	H	I	J	J	J	J							
	9.15	D	H	I	J	J	J	J							
	10.65	D	H	I	J	J	J	J							
	12.20	D	H	I	J	J	J	J							
	15.25	D	H	I	J	J	J	J							
	18.30	D	H	I	J	J	J	J							
	21.35	D	H	I	J	J	J	J							
24.40	C	H	I	J	J	J	J								
30.50	C	H	I	J	J	J	J								
5.50	5.48	F	G	H	I	J	J	J							
	6.10	F	G	H	I	J	J	J							
	7.30	D	H	I	J	J	J	J							
	9.15	D	H	I	J	J	J	J							
	10.65	D	H	I	J	J	J	J							
	12.20	D	H	I	J	J	J	J							
	15.25	C	H	I	J	J	J	J							
	18.30	C	H	I	J	J	J	J							
	21.35	C	H	I	J	J	J	J							
	24.40	C	H	I	J	J	J	J							
30.50	C	H	I	J	J	J	J								
36.60	C	H	I	J	J	J	J								



(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros																
		Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto																
		2,75	3,20	3,65	4,10	4,55	5,00	5,50	6,40	7,30	8,25	10,05	11,90	14,65	19,20	23,75	28,35	
		Altura de montaje sobre el suelo en metros																
Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso																		
		2,15	2,45	2,75	3,05	3,35	3,65	3,95	4,55	5,20	5,80	7,00	8,25	10,05	13,10	16,15	19,20	
6,10	6,10	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J						
	7,30	D	E	F	F	G	G	H	I	J	J	J						
	9,15	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	10,65	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	12,20	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	15,25	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	18,30	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	21,35	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	24,40	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
7,30	7,30	D	E	F	F	G	G	H	I	J	J	J						
	9,15	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	10,65	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	12,20	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	18,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	21,35	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	24,40	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	30,50	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
9,15	9,15	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J						
	10,65	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	12,20	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	18,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	21,35	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	24,40	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	30,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	36,60	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
10,65	10,65	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	12,20	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	18,30	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	21,35	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	24,40	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	30,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	36,60	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	42,70	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
12,20	12,20	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	18,30	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	21,35	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	24,40	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	30,50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	36,60	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	42,70	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G				
	15,25	15,25	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G		
18,30		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
21,35		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
24,40		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
30,50		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
36,60		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
42,70		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
51,80		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
60,95		A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
18,30	18,30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	42,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
24,40	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	42,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	60,95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
30,50	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	45,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	60,95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
36,60	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	48,80	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			
	60,95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G			

del local y las tablas de coeficiente de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de estas relaciones.








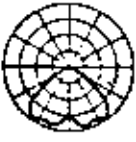









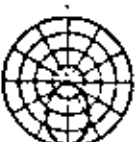
### VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

Relación del local			
Índice del local	Valor		Punto central
J	Menos de 0.7		0.60
I	0.7	a 0.9	0.80
H	1.9	a 1.12	1.00
G	1.12	a 1.38	1.25
F	1.38	a 1.75	1.50
E	1.75	a 2.25	2.00
D	2.25	a 2.75	2.50
C	2.75	a 3.50	3.00
B	3.50	a 4.50	4.00
A	Más de 4.50		5.00










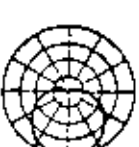
La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionará entre las que se anexan, sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. El coeficiente de utilización puede determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en las superficies de la habitación.







Las reflexiones recomendadas, en por ciento, se anotan en la siguiente tabla.











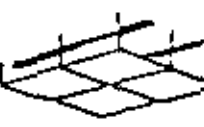

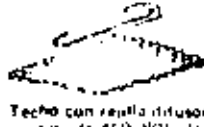





⊗ Coeficientes de Utilización

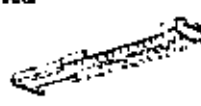



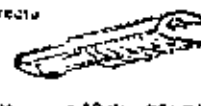


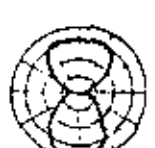


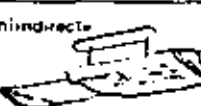

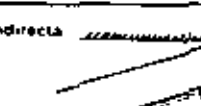
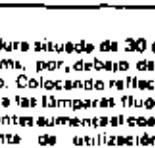


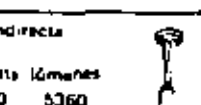
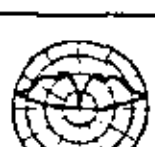
Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo		70%		50%		30%			
					Indice local	Coeficiente de utilización								
Incon- descendentes	Directa  Reflector de curva RLM		1.3 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.75 Medio 0.65 Mala 0.55	J I H G F E D C B A	0.33 0.40 0.47 0.54 0.59 0.65 0.69 0.72 0.70 0.78	0.28 0.36 0.43 0.49 0.54 0.61 0.65 0.68 0.73 0.75	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.57 0.62 0.65 0.70 0.71	0.32 0.40 0.47 0.53 0.58 0.64 0.68 0.70 0.74 0.76	0.28 0.36 0.42 0.48 0.53 0.60 0.64 0.67 0.72 0.74	0.23 0.33 0.39 0.45 0.50 0.57 0.62 0.65 0.69 0.72	0.28 0.36 0.42 0.48 0.53 0.60 0.64 0.67 0.72 0.74	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.57 0.62 0.65 0.69 0.72	
	Directa  Intemper dura Haz medio.		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.77 Mala 0.73	J I H G F E D C B A	0.43 0.52 0.58 0.59 0.61 0.65 0.67 0.68 0.70 0.71	0.40 0.47 0.52 0.56 0.58 0.61 0.65 0.66 0.68 0.70	0.31 0.45 0.50 0.54 0.57 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.41 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69 0.70	0.40 0.47 0.52 0.56 0.58 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69	0.38 0.45 0.50 0.54 0.57 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.30 0.45 0.51 0.53 0.55 0.58 0.61 0.63 0.64 0.66	0.28 0.45 0.51 0.53 0.55 0.58 0.61 0.63 0.64 0.66	
	Directa  Intemper dura Haz estrecho.		0.8 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.80 Medio 0.77 Mala 0.73	J I H G F E D C B A	0.45 0.53 0.57 0.61 0.64 0.67 0.69 0.70 0.72 0.73	0.42 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.71	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.64 0.65 0.67 0.69	0.45 0.52 0.56 0.60 0.63 0.66 0.68 0.69 0.71 0.71	0.47 0.54 0.58 0.62 0.65 0.67 0.68 0.69 0.71 0.71	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.64 0.65 0.67 0.69	0.48 0.56 0.60 0.64 0.67 0.68 0.69 0.71 0.71	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.64 0.65 0.67 0.69	
	Directa  Lámpara reflectora R-52 Haz ancho 500 y 750 w.		1.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Mala 0.75	J I H G F E D C B A	0.50 0.62 0.70 0.77 0.82 0.88 0.92 0.94 0.97 0.99	0.45 0.57 0.65 0.72 0.77 0.84 0.88 0.91 0.94 0.97	0.42 0.53 0.62 0.69 0.74 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94	0.49 0.61 0.69 0.76 0.81 0.87 0.90 0.92 0.95 0.97	0.45 0.57 0.65 0.72 0.77 0.84 0.88 0.91 0.94 0.97	0.41 0.53 0.62 0.69 0.74 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94	0.48 0.56 0.64 0.71 0.76 0.82 0.86 0.89 0.92 0.95	0.41 0.53 0.62 0.69 0.74 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94	
	Directa  Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Mala 0.75	J I H G F E D C B A	0.68 0.75 0.80 0.85 0.88 0.92 0.96 0.98 1.00 1.01	0.62 0.71 0.76 0.81 0.85 0.89 0.93 0.95 0.98 1.00	0.60 0.68 0.73 0.78 0.82 0.86 0.89 0.91 0.94 0.96	0.65 0.74 0.79 0.84 0.88 0.92 0.95 0.97 0.99 1.00	0.62 0.71 0.76 0.81 0.85 0.89 0.93 0.95 0.98 1.00	0.68 0.76 0.81 0.86 0.90 0.94 0.96 0.98 1.00 1.01	0.59 0.68 0.73 0.78 0.82 0.86 0.89 0.91 0.94 0.96	0.59 0.68 0.73 0.78 0.82 0.86 0.89 0.91 0.94 0.96	
	Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz ancho. 400 w H33-1-CD		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Mala 0.65	J I H G F E D C B A	0.38 0.47 0.53 0.59 0.63 0.68 0.72 0.75 0.77	0.34 0.43 0.49 0.55 0.59 0.64 0.67 0.70 0.73	0.33 0.43 0.48 0.54 0.58 0.62 0.65 0.67 0.70	0.38 0.46 0.52 0.58 0.62 0.66 0.69 0.72 0.75	0.34 0.43 0.48 0.54 0.58 0.62 0.65 0.67 0.70	0.33 0.43 0.48 0.54 0.58 0.62 0.65 0.67 0.70	0.34 0.43 0.48 0.54 0.58 0.62 0.65 0.67 0.70	0.33 0.43 0.48 0.54 0.58 0.62 0.65 0.67 0.70
		Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz medio. 400 w H33-1-CD		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.78 Medio 0.70 Mala 0.65	J I H G F E D C B A	0.46 0.54 0.58 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.76	0.43 0.51 0.56 0.60 0.63 0.66 0.68 0.70 0.73	0.41 0.48 0.53 0.57 0.60 0.63 0.65 0.67 0.70	0.46 0.54 0.58 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.76	0.43 0.51 0.56 0.60 0.63 0.66 0.68 0.70 0.73	0.41 0.48 0.53 0.57 0.60 0.63 0.65 0.67 0.70	0.46 0.54 0.58 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.76	0.41 0.48 0.53 0.57 0.60 0.63 0.65 0.67 0.70
		Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho. 400 w. H33-1-GL/C		0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Mala 0.63	J I H G F E D C B A	0.51 0.68 0.82 0.66 0.69 0.72 0.74 0.76 0.78	0.48 0.55 0.59 0.63 0.66 0.68 0.70 0.72 0.75	0.46 0.53 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72	0.51 0.68 0.82 0.66 0.69 0.72 0.74 0.76 0.78	0.48 0.55 0.59 0.63 0.66 0.68 0.70 0.72 0.75	0.46 0.53 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72	0.48 0.55 0.59 0.63 0.66 0.68 0.70 0.72 0.75	0.46 0.53 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72
		Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz ancho. 700 ó 1000 w. Vap. merc. color Corr.		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Mala 0.58	J I H G F E D C B A	0.38 0.46 0.53 0.58 0.63 0.67 0.70 0.73 0.77	0.36 0.44 0.50 0.55 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73	0.33 0.41 0.47 0.52 0.57 0.61 0.64 0.67 0.70	0.38 0.46 0.53 0.58 0.63 0.67 0.70 0.73 0.77	0.36 0.44 0.50 0.55 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73	0.33 0.41 0.47 0.52 0.57 0.61 0.64 0.67 0.70	0.38 0.46 0.53 0.58 0.63 0.67 0.70 0.73 0.77	0.33 0.41 0.47 0.52 0.57 0.61 0.64 0.67 0.70

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo		70%		60%		30%		
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho. 100 ó 1000 w. Vap. merc. color corr.		0,9 x Altura de montaje	Buena 0,68 Medio 0,63 Mala 0,58	J I H G F E D C B A	0,50 0,57 0,62 0,66 0,69 0,73 0,75 0,77 0,78 0,80	0,47 0,54 0,59 0,63 0,67 0,71 0,73 0,75 0,77 0,78	0,45 0,52 0,57 0,61 0,64 0,68 0,70 0,72 0,73	0,50 0,57 0,62 0,66 0,69 0,72 0,74 0,76 0,77 0,78	0,47 0,54 0,59 0,63 0,66 0,69 0,70 0,72 0,73	0,45 0,52 0,57 0,61 0,64 0,68 0,69 0,70 0,71	0,47 0,54 0,59 0,63 0,66 0,69 0,70 0,71 0,72	0,45 0,52 0,57 0,61 0,64 0,68 0,69 0,70 0,71
	Directa  Aluminio grandes alturas con cristal. 700 ó 1000 w. Vapor mercurio, color corregido.		0,9 x Altura de montaje	Buena 0,75 Medio 0,77 Mala 0,68	J I H G F E D C B A	0,45 0,51 0,55 0,59 0,61 0,64 0,66 0,67 0,69 0,70	0,42 0,48 0,53 0,56 0,59 0,62 0,64 0,65 0,66 0,67	0,40 0,47 0,51 0,54 0,57 0,60 0,62 0,63 0,64 0,65	0,44 0,50 0,55 0,58 0,61 0,63 0,65 0,66 0,68 0,69	0,42 0,48 0,52 0,56 0,59 0,61 0,63 0,64 0,65 0,66	0,40 0,46 0,50 0,54 0,57 0,60 0,62 0,63 0,64 0,65	0,47 0,52 0,57 0,61 0,64 0,68 0,69 0,70 0,71	0,46 0,50 0,54 0,57 0,60 0,62 0,63 0,64 0,65 0,66
	Directa  Ventilada para bajas alturas 400 w H33-1-GL/C		1,2 x Altura de montaje	Buena 0,73 Medio 0,68 Mala 0,63	J I H G F E D C B A	0,35 0,40 0,49 0,55 0,59 0,64 0,67 0,69 0,71 0,74	0,32 0,39 0,45 0,51 0,54 0,60 0,64 0,66 0,68 0,70	0,27 0,37 0,42 0,48 0,51 0,58 0,61 0,63 0,65 0,67	0,35 0,43 0,49 0,54 0,58 0,63 0,66 0,68 0,71 0,73	0,31 0,39 0,45 0,50 0,54 0,60 0,63 0,65 0,67 0,69	0,29 0,37 0,42 0,47 0,51 0,57 0,61 0,63 0,65 0,67	0,29 0,37 0,42 0,47 0,51 0,57 0,61 0,63 0,65 0,67	0,29 0,37 0,42 0,47 0,51 0,57 0,61 0,63 0,65 0,67
	Directa  Ventilada de porcelana Esmaltada para bajas alturas 400 w H33-1-ON/C		1,5 x Altura de montaje	Buena 0,73 Medio 0,68 Mala 0,63	J I H G F E D C B A	0,34 0,44 0,50 0,57 0,62 0,69 0,73 0,76 0,79 0,81	0,30 0,39 0,46 0,52 0,57 0,64 0,69 0,72 0,75 0,77	0,27 0,35 0,42 0,48 0,53 0,60 0,64 0,67 0,70 0,72	0,34 0,43 0,50 0,56 0,61 0,67 0,71 0,74 0,77 0,80	0,30 0,37 0,44 0,49 0,54 0,60 0,63 0,65 0,67 0,69	0,27 0,35 0,41 0,46 0,51 0,57 0,61 0,63 0,65 0,67	0,29 0,37 0,42 0,47 0,51 0,57 0,61 0,63 0,65 0,67	0,27 0,35 0,41 0,46 0,51 0,57 0,61 0,63 0,65 0,67
	Directa  Interperie dura. Haz ancho. 400 w H33-1-CD		1,5 x Altura de montaje	Buena 0,75 Medio 0,72 Mala 0,68	J I H G F E D C B A	0,32 0,45 0,48 0,52 0,56 0,59 0,61 0,63 0,64	0,29 0,37 0,42 0,46 0,50 0,54 0,57 0,59 0,61	0,27 0,34 0,39 0,44 0,48 0,52 0,55 0,58 0,60	0,32 0,42 0,49 0,54 0,58 0,62 0,65 0,67 0,69	0,29 0,36 0,41 0,46 0,50 0,54 0,57 0,59 0,61	0,27 0,34 0,39 0,44 0,48 0,52 0,55 0,58 0,60	0,29 0,36 0,41 0,46 0,50 0,54 0,57 0,59 0,61	0,27 0,34 0,39 0,44 0,48 0,52 0,55 0,58 0,60
	Directa  Interperie dura. Haz estrecho. 400 w H33-1-CD		0,5 x Altura de montaje	Buena 0,75 Medio 0,72 Mala 0,68	J I H G F E D C B A	0,42 0,48 0,50 0,54 0,56 0,58 0,60 0,61 0,62 0,63	0,40 0,45 0,48 0,52 0,54 0,56 0,58 0,59 0,60 0,61	0,39 0,44 0,47 0,51 0,53 0,55 0,57 0,58 0,59 0,60	0,42 0,45 0,48 0,51 0,53 0,55 0,57 0,58 0,59 0,60	0,40 0,44 0,47 0,50 0,52 0,54 0,56 0,57 0,58 0,59	0,39 0,44 0,47 0,51 0,53 0,55 0,57 0,58 0,59 0,60	0,40 0,44 0,47 0,50 0,52 0,54 0,56 0,57 0,58 0,59	0,39 0,44 0,47 0,50 0,52 0,54 0,56 0,57 0,58 0,59
	Directa  Interperie dura. Haz medio 1070 w H34-12GV, H36-15GV		0,7 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,67 Mala 0,63	J I H G F E D C B A	0,49 0,52 0,55 0,57 0,58 0,60 0,62 0,63	0,46 0,49 0,51 0,53 0,54 0,56 0,57 0,58	0,44 0,47 0,50 0,52 0,53 0,55 0,56 0,57	0,49 0,52 0,55 0,57 0,58 0,60 0,62 0,63	0,46 0,49 0,51 0,53 0,54 0,56 0,57 0,58	0,44 0,47 0,50 0,52 0,53 0,55 0,56 0,57	0,49 0,52 0,55 0,57 0,58 0,60 0,62 0,63	0,46 0,49 0,51 0,53 0,54 0,56 0,57 0,58
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz ancho. 400 w H33-1-FY		1,3 x Altura de montaje	Buena 0,80 Medio 0,75 Mala 0,70	J I H G F E D C B A	0,38 0,48 0,56 0,63 0,69 0,76 0,81 0,85 0,90 0,93	0,33 0,42 0,49 0,57 0,62 0,68 0,71 0,76 0,80 0,84	0,29 0,37 0,44 0,51 0,55 0,61 0,65 0,69 0,73	0,38 0,47 0,54 0,61 0,67 0,75 0,80 0,84 0,88	0,33 0,41 0,47 0,54 0,59 0,65 0,69 0,73 0,77	0,29 0,36 0,42 0,49 0,53 0,59 0,63 0,67 0,71	0,31 0,39 0,45 0,51 0,56 0,61 0,65 0,69 0,73	0,29 0,36 0,42 0,49 0,53 0,59 0,63 0,67 0,71
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz medio 400 w H33-1-MS		0,8 x Altura de montaje	Buena 0,80 Medio 0,75 Mala 0,70	J I H G F E D C B A	0,49 0,56 0,62 0,70 0,76 0,82 0,88 0,92 0,96	0,44 0,53 0,59 0,67 0,71 0,78 0,83 0,88 0,92	0,41 0,50 0,56 0,64 0,68 0,74 0,80 0,84 0,88	0,49 0,57 0,64 0,70 0,75 0,82 0,88 0,92 0,96	0,44 0,52 0,58 0,65 0,69 0,75 0,81 0,85 0,89	0,41 0,49 0,55 0,62 0,66 0,72 0,78 0,82 0,86	0,44 0,51 0,56 0,62 0,66 0,72 0,78 0,82 0,86	0,41 0,49 0,55 0,62 0,66 0,72 0,78 0,82 0,86

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo	70%			50%			30%		
					Parades	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
					Índice local	Coeficiente de utilización								
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12	12 ↑ ↓ 75		1,4 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,60 Mala 0,50	J	0,30	0,35	0,27	0,29	0,25	0,22	0,25	0,21
	Semidirecta  3 lámparas 40 w y "Slimline"	11 ↑ ↓ 74		1,3 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,60 Mala 0,50	J	0,30	0,25	0,22	0,30	0,26	0,22	0,25	0,22
	Semidirecta  2 lámparas T-12 con resilla difusora de 23"	18 ↑ ↓ 60		1,2 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,65 Mala 0,60	J	0,35	0,30	0,27	0,33	0,30	0,27	0,29	0,26
	Semidirecta  2 lámparas de Alta Emisión de 1,5 amps.	18 ↑ ↓ 64		1,3 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,60 Mala 0,50	J	0,28	0,23	0,20	0,27	0,23	0,20	0,23	0,20
	Semidirecta  Lámpara Baja Temper. de 100 w. con plástica exterior	10 ↑ ↓ 62		1,4 x Altura de montaje	Buena 0,75 Medio 0,70 Mala 0,65	J	0,31	0,26	0,21	0,29	0,25	0,21	0,23	0,20

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones										
					Techo	80%			70%			50%			
					Parades	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
					Índice local	Coeficiente de utilización									
Incandescentes	Directa  Empotrada con lente prismática.	0 ↑ ↓ 63		1,5 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,60 Mala 0,50	J	0,33	0,30	0,27	0,33	0,29	0,27	0,33	0,29	0,27
	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Sin usara	18 ↑ ↓ 68		1,3 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,60 Mala 0,50	J	0,30	0,24	0,21	0,29	0,24	0,21	0,28	0,24	0,21
	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Con usara	18 ↑ ↓ 63		1,3 x Altura de montaje	Buena 0,70 Medio 0,60 Mala 0,50	J	0,29	0,24	0,21	0,29	0,24	0,22	0,28	0,24	0,21

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo	80%			70%			60%		
					Paradas	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Indice local	Coeficiente de utilización								
Fuores-centras	Semidirecta  2 lámparas de 1.20 a 2.40 m. Montaje de superficie	20   73		1.4 x Altura de montaje	Buena 0.75 Medio 0.65 Mala 0.55	J I H G F E D C B A	0.27 0.31 0.17 0.38 0.30 0.24 0.43 0.36 0.30 0.49 0.47 0.37 0.55 0.47 0.42 0.62 0.55 0.50 0.67 0.61 0.56 0.71 0.66 0.60 0.76 0.71 0.66 0.81 0.76 0.71	0.27 0.21 0.17 0.35 0.30 0.24 0.41 0.35 0.31 0.46 0.42 0.36 0.53 0.47 0.41 0.60 0.53 0.49 0.66 0.60 0.55 0.70 0.63 0.58 0.74 0.69 0.65 0.78 0.74 0.70	0.27 0.21 0.17 0.34 0.28 0.24 0.40 0.34 0.30 0.46 0.42 0.36 0.53 0.47 0.41 0.60 0.53 0.49 0.66 0.60 0.55 0.70 0.63 0.58 0.74 0.69 0.65 0.78 0.74 0.70	0.27 0.20 0.17 0.34 0.28 0.24 0.40 0.34 0.30 0.46 0.40 0.36 0.53 0.47 0.41 0.60 0.53 0.49 0.66 0.60 0.55 0.70 0.63 0.58 0.74 0.69 0.65 0.78 0.74 0.70				
	Directa  2 lámparas empotradas con vidrio plano esmerilado	0   53		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.26 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.44 0.41 0.49 0.48 0.44 0.50 0.49 0.48 0.52 0.50 0.48 0.53 0.52 0.50	0.26 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.43 0.41 0.48 0.48 0.44 0.49 0.48 0.48 0.51 0.50 0.48 0.52 0.51 0.50	0.26 0.22 0.20 0.31 0.28 0.26 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47 0.51 0.50 0.49	0.26 0.22 0.20 0.31 0.28 0.26 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47 0.51 0.50 0.49				
	Directa  2 lámparas empotradas con rejilla difusora de plástico de 45°	0   52		1.0 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.21 0.18 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.35 0.32 0.41 0.38 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.42 0.48 0.48 0.44 0.50 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48	0.24 0.21 0.19 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.34 0.32 0.40 0.37 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.41 0.48 0.48 0.44 0.49 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48	0.24 0.21 0.18 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.34 0.32 0.40 0.37 0.35 0.43 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47	0.24 0.21 0.18 0.30 0.27 0.24 0.33 0.30 0.29 0.37 0.34 0.32 0.39 0.37 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47				
	Directa  4 lámparas empotradas con rejilla difusora metálica de 30°	0   30		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.23 0.20 0.34 0.30 0.27 0.39 0.35 0.32 0.43 0.39 0.36 0.46 0.42 0.39 0.50 0.47 0.44 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.57 0.54 0.52 0.58 0.56 0.55	0.27 0.23 0.20 0.33 0.30 0.27 0.38 0.34 0.31 0.43 0.39 0.36 0.48 0.47 0.39 0.50 0.46 0.44 0.52 0.49 0.47 0.54 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54	0.27 0.23 0.20 0.33 0.30 0.27 0.38 0.34 0.31 0.43 0.39 0.36 0.48 0.47 0.39 0.50 0.46 0.44 0.52 0.49 0.47 0.54 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54	0.27 0.23 0.20 0.33 0.29 0.27 0.37 0.34 0.31 0.42 0.38 0.36 0.45 0.42 0.39 0.48 0.46 0.43 0.51 0.49 0.47 0.53 0.50 0.49 0.55 0.53 0.51 0.56 0.55 0.54				
	Directa  8 lámparas empotradas con plástico	1   61		1.7 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.22 0.20 0.33 0.29 0.26 0.38 0.34 0.30 0.43 0.38 0.35 0.46 0.42 0.38 0.50 0.47 0.43 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.57 0.55 0.53 0.58 0.56 0.54	0.26 0.22 0.19 0.33 0.29 0.25 0.38 0.33 0.30 0.42 0.38 0.34 0.46 0.41 0.38 0.50 0.38 0.43 0.53 0.49 0.47 0.54 0.52 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.57 0.55	0.26 0.22 0.19 0.33 0.29 0.25 0.38 0.33 0.30 0.42 0.38 0.34 0.46 0.41 0.38 0.50 0.38 0.43 0.53 0.49 0.47 0.54 0.52 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.57 0.55	0.26 0.22 0.19 0.33 0.29 0.27 0.37 0.33 0.30 0.41 0.37 0.34 0.44 0.41 0.38 0.48 0.45 0.43 0.51 0.48 0.46 0.53 0.51 0.49 0.55 0.53 0.51 0.56 0.55 0.54				
	Directa  Cielo luminoso 50% de transmisión y 80 % de reflexión en la cavidad	0   69			Buena 0.85 Medio 0.65 Mala 0.45	J I H G F E D C B A	10% reflectancia del suelo 0.27 0.18 0.15 0.30 0.25 0.22 0.36 0.31 0.27 0.42 0.37 0.33 0.46 0.41 0.37 0.52 0.48 0.44 0.57 0.53 0.49 0.60 0.56 0.53 0.63 0.60 0.57 0.66 0.63 0.61	30% reflectancia del suelo 0.22 0.18 0.15 0.31 0.25 0.22 0.37 0.32 0.28 0.44 0.38 0.34 0.50 0.43 0.39 0.57 0.51 0.46 0.67 0.57 0.52 0.68 0.61 0.57 0.71 0.67 0.63 0.74 0.71 0.67	* Eficacia para habitaciones de índice "A". Para habitaciones con otros índices la menor eficacia es la que debe ser utilizada.					
	Directa  Techo con rejilla difusora para de 45°-80° de reflexión en la cavidad	0   65			Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.55	J I H G F E D C B A	Plástico 0.23 0.19 0.16 0.30 0.26 0.23 0.36 0.31 0.28 0.41 0.36 0.33 0.44 0.40 0.37 0.49 0.46 0.43 0.52 0.49 0.47 0.55 0.52 0.49 0.58 0.55 0.53 0.60 0.58 0.56	Metal 0.26 0.23 0.21 0.33 0.30 0.27 0.37 0.34 0.32 0.40 0.39 0.36 0.43 0.41 0.39 0.46 0.44 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.48 0.47 0.51 0.50 0.49 0.53 0.52 0.51	* Eficacia para habitaciones de índice "A". Para habitaciones con otros índices la menor eficacia es la que debe ser utilizada.					
	Directa  3 lámparas con rejilla difusora de plástico de 45° Montaje de superficie	1   51		1.1 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.22 0.19 0.17 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.46 0.43 0.40 0.47 0.45 0.43 0.49 0.47 0.45 0.51 0.49 0.48	0.22 0.19 0.17 0.29 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.42 0.40 0.47 0.44 0.42 0.49 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47	0.22 0.19 0.17 0.27 0.25 0.23 0.31 0.27 0.27 0.35 0.31 0.30 0.38 0.35 0.33 0.42 0.39 0.37 0.44 0.42 0.40 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44 0.49 0.47 0.45	0.22 0.19 0.17 0.27 0.25 0.23 0.31 0.27 0.27 0.35 0.31 0.30 0.38 0.35 0.33 0.42 0.39 0.37 0.44 0.42 0.40 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44 0.49 0.47 0.45				
	Directa  3 lámparas con plástico. Montaje de superficie	1   50		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.29 0.25 0.23 0.33 0.29 0.27 0.36 0.32 0.30 0.40 0.37 0.34 0.42 0.39 0.37 0.44 0.41 0.39 0.47 0.44 0.42 0.49 0.46 0.44	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.29 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.29 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.38 0.35 0.34 0.41 0.38 0.37 0.43 0.40 0.39 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.44	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.29 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.38 0.35 0.34 0.41 0.38 0.37 0.43 0.40 0.39 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.44				

Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas anteriores	Factor de Mantenimiento	Reflexión																																																																																																			
					Techo			80%			50%																																																																																													
					Paredes			50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%																																																																																								
					Índice local	Coeficiente de utilización																																																																																																		
Fluorescente	Directa  2 lámparas 40 W y "Stimline" Montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.23	0.29	0.26	0.23	I	0.37	0.33	0.30	0.37	0.33	0.29	0.35	0.32	0.29	H	0.42	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.35	0.33	G	0.46	0.42	0.38	0.45	0.41	0.38	0.43	0.40	0.39	F	0.60	0.45	0.47	0.48	0.44	0.41	0.46	0.43	0.40	E	0.64	0.50	0.47	0.63	0.49	0.46	0.50	0.47	0.45	D	0.58	0.52	0.50	0.55	0.52	0.49	0.53	0.50	0.48	C	0.58	0.55	0.52	0.57	0.54	0.52	0.54	0.52	0.50	B	0.61	0.59	0.56	0.59	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53	A	0.62	0.60	0.58	0.61	0.60	0.57	0.60	0.58	0.55
	Directa  4 lámparas 40 W y "Stimline" Montaje de superficie		1.1 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.28	0.24	0.22	0.28	0.24	0.22	0.27	0.24	0.22	I	0.34	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27	H	0.38	0.34	0.31	0.37	0.34	0.31	0.36	0.33	0.30	G	0.41	0.37	0.35	0.40	0.37	0.35	0.39	0.36	0.34	F	0.44	0.40	0.38	0.43	0.40	0.37	0.42	0.39	0.37	E	0.47	0.44	0.42	0.47	0.44	0.41	0.45	0.43	0.41	D	0.50	0.47	0.44	0.49	0.46	0.44	0.47	0.45	0.43	C	0.51	0.49	0.46	0.50	0.48	0.46	0.48	0.46	0.45	B	0.53	0.51	0.49	0.52	0.50	0.48	0.50	0.49	0.48	A	0.55	0.53	0.51	0.53	0.52	0.50	0.51	0.50	0.49
	Directa  2 lámparas 40 W y "Stimline" con rejilla difusora de 45° y fondo de plástico montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.26	0.23	0.20	I	0.33	0.29	0.26	0.32	0.28	0.25	0.32	0.28	0.26	H	0.37	0.33	0.29	0.36	0.32	0.29	0.35	0.31	0.29	G	0.41	0.36	0.33	0.40	0.36	0.33	0.39	0.35	0.32	F	0.44	0.40	0.36	0.43	0.39	0.36	0.42	0.38	0.35	E	0.48	0.44	0.41	0.47	0.43	0.40	0.45	0.42	0.39	D	0.51	0.47	0.44	0.50	0.46	0.44	0.48	0.45	0.42	C	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.46	0.50	0.47	0.45	B	0.56	0.53	0.50	0.54	0.52	0.49	0.52	0.50	0.48	A	0.57	0.55	0.52	0.56	0.54	0.52	0.54	0.52	0.50
	General Difusa  2 lámparas 40 W "Stimline" con rejilla difusora de 35° x 45° suspendida y con lados de plástico		1.5 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.24	0.19	0.16	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15	I	0.32	0.26	0.22	0.31	0.25	0.22	0.28	0.24	0.20	H	0.38	0.32	0.28	0.36	0.31	0.27	0.33	0.28	0.25	G	0.44	0.38	0.33	0.42	0.36	0.32	0.37	0.33	0.29	F	0.49	0.42	0.38	0.48	0.41	0.36	0.41	0.36	0.33	E	0.66	0.49	0.45	0.52	0.47	0.43	0.46	0.41	0.39	D	0.60	0.54	0.51	0.58	0.51	0.47	0.49	0.45	0.42	C	0.64	0.58	0.54	0.69	0.58	0.51	0.51	0.48	0.45	B	0.68	0.64	0.59	0.63	0.60	0.56	0.54	0.51	0.48	A	0.71	0.67	0.63	0.66	0.63	0.60	0.58	0.54	0.52
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Stimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico		1.4 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.24	0.18	0.16	0.23	0.18	0.16	0.21	0.17	0.15	I	0.30	0.25	0.21	0.29	0.24	0.20	0.26	0.22	0.18	H	0.36	0.30	0.26	0.34	0.29	0.25	0.30	0.26	0.23	G	0.41	0.35	0.31	0.39	0.33	0.30	0.34	0.30	0.27	F	0.46	0.40	0.35	0.43	0.38	0.33	0.37	0.33	0.30	E	0.52	0.46	0.42	0.49	0.43	0.39	0.42	0.38	0.34	D	0.57	0.51	0.47	0.52	0.48	0.44	0.44	0.41	0.38	C	0.60	0.55	0.50	0.55	0.51	0.47	0.47	0.43	0.41	B	0.64	0.60	0.56	0.58	0.54	0.52	0.49	0.47	0.45	A	0.67	0.63	0.60	0.61	0.58	0.55	0.51	0.49	0.47
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Stimline" suspendida y con lados y fondo de plástico		1.6 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.16	0.11	0.07	0.15	0.10	0.06	0.12	0.08	0.06	I	0.21	0.15	0.12	0.19	0.15	0.12	0.16	0.12	0.08	H	0.25	0.20	0.16	0.23	0.19	0.15	0.19	0.15	0.12	G	0.32	0.25	0.20	0.28	0.23	0.19	0.23	0.18	0.15	F	0.36	0.30	0.24	0.33	0.26	0.22	0.25	0.21	0.18	E	0.42	0.36	0.31	0.38	0.33	0.27	0.29	0.25	0.22	D	0.46	0.40	0.36	0.41	0.36	0.33	0.32	0.29	0.25	C	0.50	0.44	0.40	0.44	0.40	0.36	0.34	0.31	0.28	B	0.54	0.50	0.45	0.48	0.44	0.41	0.37	0.34	0.32	A	0.57	0.53	0.50	0.51	0.48	0.44	0.39	0.36	0.34
	Indirecta  Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflector a las lámparas fluorescentes aumentar coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100.			Buena 0.60 Medio 0.50 Mala 0.40	J	0.11	0.09	0.06	0.09	0.07	0.06	0.07	0.05	0.04	I	0.15	0.12	0.10	0.13	0.10	0.08	0.09	0.07	0.06	H	0.18	0.15	0.12	0.16	0.13	0.10	0.10	0.09	0.07	G	0.22	0.18	0.16	0.20	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	F	0.25	0.21	0.19	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	E	0.29	0.26	0.22	0.25	0.22	0.20	0.17	0.15	0.14	D	0.33	0.30	0.28	0.28	0.26	0.24	0.20	0.19	0.17	C	0.35	0.32	0.30	0.31	0.28	0.26	0.21	0.20	0.19	B	0.38	0.34	0.32	0.32	0.30	0.28	0.22	0.21	0.20	A	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.24	0.23	0.23
	Directa  Con lámpara PAR 38, 150 w. difusora. Vitrina de 45° emisión luminosa total, 1730 lúmenes		0.7 x Altura de montaje	En todas las condiciones 0.75	J	0.53	0.51	0.49	0.53	0.51	0.49	0.52	0.51	0.49	I	0.58	0.54	0.53	0.56	0.54	0.53	0.56	0.54	0.53	H	0.58	0.58	0.55	0.58	0.56	0.55	0.57	0.56	0.55	G	0.60	0.58	0.57	0.60	0.58	0.57	0.60	0.58	0.57	F	0.67	0.60	0.59	0.61	0.60	0.59	0.61	0.59	0.58	E	0.63	0.62	0.60	0.63	0.61	0.60	0.62	0.61	0.60	D	0.64	0.63	0.61	0.63	0.62	0.61	0.63	0.62	0.61	C	0.65	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	B	0.65	0.65	0.64	0.65	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63	A	0.68	0.68	0.65	0.68	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64
	Indirecta  Watts lúmenes 300 5360 500 9300 750 14600 Área concentrador con lámpara de ampolla plateada		1.5 x Altura de montaje	300-750 W Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.55	J	0.13	0.07	0.04	0.12	0.07	0.04	0.10	0.06	0.03	I	0.18	0.11	0.07	0.15	0.10	0.06	0.13	0.08	0.05	H	0.23	0.15	0.10	0.20	0.14	0.09	0.16	0.11	0.07	G	0.28	0.20	0.15	0.25	0.18	0.13	0.19	0.14	0.10	F	0.33	0.25	0.19	0.29	0.22	0.17	0.22	0.16	0.12	E	0.40	0.32	0.26	0.35	0.28	0.23	0.26	0.20	0.16	D	0.45	0.38	0.32	0.38	0.33	0.28	0.29	0.24	0.20	C	0.49	0.42	0.37	0.43	0.37	0.32	0.31	0.26	0.23	B	0.54	0.50	0.43	0.47	0.43	0.38	0.34	0.31	0.28	A	0.58	0.53	0.48	0.50	0.40	0.43	0.36	0.33	0.30

## 26

## REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

Superficie	Oficinas	Plantas Industriales	Escuelas	Residencias	Hospitales
Techo	80-92	80-90	70-90	60-90	80-92
Paredes	40-60	40-60	40-60	35-60	40-60
Piso	21-39	Mfnimo 20	30-50	15-35	20-40

iv. - Estimar el factor de conservación. - En el funcionamiento de cualquier sistema de alumbrado hay tres elementos de conservación que son variables y que afectan a la can- ti- dad de luz obtenida del sistema:

- ° Pérdida en la emisión luminosa de la lámpara. La -- emisión luminosa media a lo largo de la vida de la -- lámpara es de 10 a 25% más baja que la inicial. El valor de esta disminución depende del tamaño.
- ° Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre la -- superficie reflectora o transmisora de la luminaria y sobre las propias lámparas.
- ° Pérdida de luz reflejada debida a la acumulación de -- suciedad por las paredes y techos.

En las tablas de coeficientes de utilización que se mencionaron con anterioridad, los factores de conservación que



se proporcionan para lámparas y luminarias han sido calculadas para tres condiciones definidas, que son las siguientes:

- ° Factor de mantenimiento bueno. - Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.
  - ° Factor de mantenimiento medio. - Cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de la luminaria no es frecuente y sólo se sustituyen las lámparas cuando se funden.
  - ° Factor de mantenimiento malo. Cuando la atmósfera es bastante sucia y la instalación tiene una conservación deficiente.
- v. - Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas. El número de lámparas y luminarias puede calcularse mediante las expresiones siguientes:

$$N_{La} = \frac{E \times S}{I \times CU \times FC}$$

$$N_{Lu} = \frac{N_{La}}{L L}$$

donde:

- N La. - Número de lámparas
- E. - Nivel de iluminación en luxes
- S. - Superficie en metros cuadrados
- I. - Intesidad luminosa en lúmenes
- CU. - Coeficiente de utilización
- FC. - Factor de conservación
- N Lu. - Número de luminarias
- L L. - Lámparas por luminaria.

vi. - Determinar el emplazamiento de las luminarias. - El em-  
plazamiento de las luminarias, depende en general de la  
arquitectura y dimensiones de la habitación, posición de  
las salidas existentes, tipo de luminarias, etc.

En las tablas mencionadas de coeficiente de utilización se  
tiene la columna "distancia entre lámparas inferior a" --  
que proporciona las relaciones máximas permitidas entre  
la distancia entre lámparas y la altura de montaje, sobre  
el plano de trabajo, para los distintos tipos de lumina--  
rias. En la mayor parte de los casos, es necesario co-  
locar las luminarias más próximas unas a otras, de lo -  
que estas relaciones máximas determinen. Con relación

a los equipos fluorescentes es recomendable que sean montados en líneas continuas.

Ejemplo:

Se tiene una oficina de 18.30 metros de ancho por 30.50 metros de largo y con una altura de su techo de 4.00 metros. La reflexión del techo es de 80% y la de las paredes de 50%, con una buena conservación de luz para las luminarias y superficie de la habitación.

De acuerdo con el orden mencionado para efectuar el cálculo de alumbrado analizaremos este ejemplo.

- i. - De acuerdo con la tabla de niveles de iluminación recomendados, para una oficina de este tipo nos marca, de acuerdo con el I.E.S. 1000 luxes y con el S.M.I.I. 600 luxes. Trabajaremos con el valor recomendado por I.E.S. de 1000 luxes.
- ii. - Se seleccionan luminarias fluorescentes de 4 x 40 W. de arranque rápido del tipo semi-indirecto y rejilla inferior montados a 0.61 metros por debajo del techo.
- iii. - De acuerdo con la tabla de índice del local, para este ca

## Fuentes Lumínicas



Características de las Lámparas Incandescentes de Alumbrado General para una Tensión de Operación Normal.

Watts	Bulbo	Acabado	Base	Longitud máxima total (mm)	Filamento	Vida normal media (horas)	Flujo luminoso inicial (lúmenes)	Flujo luminoso medio (lúmenes)
25	A-19	Mat. int.	Media	100	C-9	1000	265	---
40	T-19	Bianco	Media	112	C-9	1350	430	---
60	T-19	Bianco	Media	112	CC-6	1350	785	---
75	T-19	Bianco	Media	112	CC-8	1350	1085	---
100	T-19	Bianco	Media	112	CC-8	1350	1535	---
50	T-21	Bianco	Media de 3 contac.	150	2CC-6	1350	595	---
100							1435	---
150							2030	---
100	PS-25	Bianco	Mogul de 3 contac.	173	2CC-6	1000	1500	---
200							3500	---
300	T-21	Bianco	Media	160	CC-6	1350	5000	---
150							2380	---
200	A-25	Bianco	Media	176	CC-6	750	3800	3500
		Mat. int. o Claro	Media	176	CC-6	750	3800	3500
300	PS-30	Mat. int. o Claro	Media	204	C-8	760	6300	5550
500	PS-40		Mogul	247	C-8	1000	10750	9650
750	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	16700	15500
1000	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	23000	21000
1500	PS-52		Mogul	332	C-7 A	1000	33300	27000

⊕ Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

Watts	Bulbo	Base	Longitud máxima total (mm.)	(1) Apertura aproximada del haz (grados)	(1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes)	Flujo luminoso inicial total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
<b>Proyectoras (3)</b>								
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	465	750	4800	Intensiva
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	600	750	1500	Extensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	1100	1730	10500	Intensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	1350	1730	3400	Extensiva
200	PAR-46	M. Contac.	102	17x23	1200	2350	33000	Estrecha
200	PAR-46	A. Lat. (6)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR-56	Mogul con	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR-56	tacto ame.	127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR-56	final (7)	127	30x60	2100	3720	10000	Ancha
<b>Reflectoras</b>								
30	R-20	Media	100	90	160	210	245	Extensiva
75	R-30	Media	132	50	410	820	1840	Intensiva
75	R-30	Media	132	130	700	820	430	Extensiva
150	R-40	Media	165	40	860	1890	7000	Intensiva
150	(4)R-40	Media	165	110	1600	1890	1300	Extensiva
300	(4)R-40	Media	165	35	1800	3700	13500	Intensiva
300	(4)R-40	Media	165	115	2800	3700	2500	Extensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	35	3100	6500	22000	Intensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	115	5400	6500	4800	Extensiva
500	R-57	Mogul	305	70	—	7850	—	Estrecha
500	R-52	Mogul	298	120	—	7850	—	Ancha
750	R-57	Mogul	305	70	—	12700	—	Estrecha
750	R-52	Mogul	298	120	—	12700	—	Ancha
1000	R-57	Mogul	305	70	—	17500	—	Estrecha

(1) En la apertura del haz se incluyen todos los rayos de intensidad luminosa de valor superior al 10 por 100 del valor del rayo de intensidad máxima que parte del foco luminoso.

(2) Valor en el cono central de 10° (apertura total) para todas las lámparas, excepto las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo. Para las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo, el cono central es de 5°.

(3) Bulbo de vidrio resistente al calor.

(4) También pueden adquirirse con bulbo de vidrio resistente al calor.

(5) Media roscada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

**Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.**

(1) Tipo de Lámpara	32 Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes)(3)		Flujo Luminoso medio (Lúmenes)(4)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida	Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida
<b>Precalentamiento</b>								
4-W T-5 6"	Miniat. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
6-W T-5 9"	Miniat. Biclav.	0.145	47	110	250	260	195	200
8-W T-5 12"	Miniat. Biclav.	0.170	56	110	380	395	285	300
13-W T-5 21"	Miniat. Biclav.	0.160	95	176	740	765	590	610
14-W T-12 15"	Media Biclav.	0.385	39	110	580	600	475	490
15-W T-8 18"	Media Biclav.	0.300	55	110	760	785	640	665
15-W T-12 18"	Media Biclav.	0.330	46	110	680	705	500	615
20-W T-12 24"	Media Biclav.	0.380	56	110	1080	1120	940	990
25-W T-12 33"	Media Biclav.	0.490	57	110	1650	1700	1430	1470
30-W T-8 36"	Media Biclav.	0.355	98	176	1930	2000	1600	1660
90-W T-17 60"(15)	Mogul Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
<b>Precal. - Arranque Rápido</b>								
40-W T-12 48"(15) (16)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
<b>Arranque Rápido</b>								
30-W T-13 36"	Media Biclav.	0.430	75	250	1900	1970	1670	1730
<b>Alta Emisión(7)</b>								
24" T-12 30-W	Retr. D.C.(11)	0.800	41	225	1500	1550	1270	1310
48" T-12 60-W	Retr. D.C.	0.800	75	256	3850	3950	3160	3340
72" T-12 85-W	Retr. D.C.	0.800	113	395	6100	6300	5150	5320
96" T-12 110-W	Retr. D.C.	0.800	150	465	8500	8800	7180	7440
<b>Muy Alta Emisión (Super HI)(7) (8)</b>								
48" T-12 110-W	Retr. D.C.	1.500	86	250	8900	—	6800	—
72" T-12 160-W	Retr. D.C.	1.500	128	350	10900	—	8100	—
96" T-12 215-W	Retr. D.C.	1.500	172	470	15000	—	12800	—
<b>Circular(7)</b>								
22-W T-9 8 1/4" OD	Cuatro Clav.	0.380	60	185	1020	1060	765	795
32-W T-10 12" OD	Cuatro Clav.	0.430	80	205	1760	1830	1450	1500
40-W T-10 16" OD	Cuatro Clav.	0.415	108	205	2450	2530	2070	2120
<b>Arranque Instantáneo(9)</b>								
40-W T-12 48"	Media Biclav.	0.425	104	385	2700	2750	2400	2450
40-W T-17 60"	Mogul Biclav.	0.425	107	385	2700	2750	2430	2480
<b>"Slimline"(10)</b>								
42" T-6 25-W	Monoclavillo.	0.200	150	405	1625	1675	1370	1410
64" T-6 37-W	Monoclavillo.	0.200	233	540	2600	2700	2180	2240
72" T-8 37.5-W	Monoclavillo.	0.200	218	540	2650	2740	2280	2360
96" T-8 50-W	Monoclavillo.	0.200	290	675	3700	3800	3250	3300
48" T-12 38.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	100	385	2600	2700	2320	2410
72" T-12 58-W	Monoclavillo.	0.425	145	475	4100	4200	3670	3761
96" T-12 73.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	197	565	5800	5950	5200	5320

(1) Potencia nominal en watts, designación del bulbo (T indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada), longitud total normal (la lámpara con dos portalámparas normales).

(2) Para un arranque asegurado a 100°C. o más de temperatura ambiente o valores aplicables a las lámparas de precalentamiento, arranque instantáneo y "Slimline" conectadas a reactancias sencillas o dobles del tipo "Lead-Lag"; a las lámparas de arranque rápido, alta emisión y muy alta emisión conectadas a reactancias dobles del tipo serie; y a las lámparas circulares conectadas a reactancias sencillas del tipo "arranque rápido". Para las lámparas de muy alta emisión los valores son aplicables a un factor de pico de la tensión mínimo, de 1.6.

(3) Medido después de cien horas de servicio a 25°C. y en condiciones de ensayo especificadas. Los valores aproximados para los otros tonos pueden determinarse multiplicando el flujo luminoso de las lámparas "blanca fría" por los siguientes factores: alta eficacia, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca

suave, 0.70; luz día, 0.84; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.06.

(4) Valor aproximado al 40 por 100 de la vida media.

(5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 86 por 100 de la de las lámparas ordinarias.

(6) Valores eléctricos, aplicables únicamente al dar servicio con reactancias de arranque rápido.

(7) Lámparas con funcionamiento basado en el principio del arranque rápido.

(8) El valor de la emisión luminosa (lúmenes) se obtiene con los nuevos modelos de reactancias.

Los valores que se consiguen con las reactancias actuales es aproximadamente el 93 por 100 de los valores citados.

(9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

(10) Las lámparas "Slimline" T-6 y T-8 pueden trabajar de 100 a 300 mA. y las T-12 de 200 a 600 mA.

(11) Abreviaturas de "Retractor de doble contacto".

⊕ Pérdidas Aproximadas en las Reactancias (1)

Tipo de Lámpara	Tipo de Cebador	110 - 125 Volts			240 - 280 Volts		
		Sencillas	Dobles		Sencillas	Dobles	
			Tipo Serie	Tipo Lead-Lag		Tipo Serie	Tipo Lead-Lag
<b>Pre calentamiento</b>							
48" T-12 40W (2)	FC-4	10	—	16	10	—	16
60" T-17 90W	FC-85	21	—	30	—	—	40
<b>Arranque rápido</b>							
48" T-12 40W (2)	Corriente 430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
<b>"Slimline"</b>							
48" T-12 38,5W	425 mA	20	32	28	20	28	28
72" T-12 56W	425 mA	22	27	32	22	27	31
96" T-12 73,5W	425 mA	27	27	32	25	27	31
<b>Alta Emisión</b>							
48" T-12 60W	800 mA	85 (3)	145 (3)	—	85 (3)	147 (3)	—
72" T-12 85W	800 mA	118 (3)	205 (3)	—	118 (3)	205 (3)	—
96" T-12 110W	800 mA	138 (3)	245 (3)	—	138 (3)	245 (3)	—
<b>Muy Alta Emisión</b>							
48" T-12 110W	1,5 amps.	145 (3)	260 (3)	—	145 (3)	240 (3)	—
72" T-12 160W	1,5 amps.	235 (3)	360 (3)	—	235 (3)	360 (3)	—
96" T-12 215W	1,5 amps.	235 (3)	460 (3)	—	230 (3)	460 (3)	—

(1) Reactancias de alto factor de potencia

(2) Con lámparas de Pre calentamiento-Arranque rápido

(3) Potencia total absorbida por la reactancia, incluido el consumo de las lámparas y el consumo de la reactancia

Lámparas de Vapor de Mercurio

34

Designación ASA	Antigua Designación Westinghouse	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Lumínico (Inicial) (Lúmenes por 100 h.)	(1) Flujo Lumínico Medio (Lúmenes)
100 Watts H38-4 GS H38-4 JM H38-4 H7 H38-4 JA/C H38-4 JAW	C-H4-LG E-H4-LG L-H4-LG M-H4-LG M-H4/SW-LG	PAR-38 PAR-38 BT-25 BT-25 BT-25	Clara, Reflector Intensivo Clara, Reflector Extensivo Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	— — 28 28 28	138 138 187 187 187	— — 127 127 127	2400 2400 3850 3350 4000	1440 1440 2960 2580 2840
175 Watts H39-22 KB H39-22 KC/C H39-22 KC/W	A-H22-LG B-H22-LG B-H22/SW-LG	BT-28 BT-28 BT-28	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	51 51 51	211 211 211	127 127 127	7800 7800 8050	6700 6350 6500
250 Watts H37-5 KB H37-5 KC/C H37-5 KC/W H37-5 KC/X	C-H5-LG D-H5-LG D-H5/SW-LG D-H5/X-LG	BT-28 BT-28 BT-28 BT-28	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo	54 54 54 54	211 211 211 211	127 127 127 127	12000 11800 13000 8600	10300 9650 10300 6950
400 Watts (2) H33-1 -GD H33-1 -GL/C H33-1 -GL/W H33-1 -GL/X H33-1 -GL/Y H33-1 -FY H33-1 -HC H33-1 DN/C H33-1 DN/W H33-1 DN/X H33-1 -LN H33-1 -FS/C H33-1 -FS/X	E-H1-LG J-H1-LG J-H1/SW-LG J-H1/X-LG J-H1/Y-LG K-H1-LG L-H1-LG P-H1-LG P-H1/SW-LG P-H1/X-LG — — —	BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57 R-57 R-57 R-57 R-60 R-60 R-60	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Amarilla Mat. Int. Refl. Haz Ancho Mat. Int. Refl. Haz Medio Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora Blanca de Lujo Semi Reflect. Blanca Normal Haz Abierto Blanca de Alta Emisión Haz Abierto Blanca de Lujo Alta Emisión	70 70 70 70 70 — — 70 70 70 — — —	292 292 292 292 292 324 324 324 324 324 278 278 278	177 177 177 177 177 — — 217 217 217 — — —	21800 2100 24000 18000 11800 18500 17500 21000 24000 18000 17200 16000 11800	18900 18200 19700 12700 9550 16400 15200 19000 20100 13000 15000 13200 9350
425 Watts H40-17 MA H40-17 GL/C H40-17 GL/W H40-17 DN/C H40-17 DN/W	A-H17-LG B-H17-LG B-H17/SW-LG C-H17-LG C-H17/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora	89 89 89 89 89	292 292 292 324 324	177 177 177 217 217	21800 21000 24000 21000 24000	18900 18200 19700 19000 20100
430 Watts 6.8 Amperes H41-24 CD H41-24 GL/C H41-24 GL/W	A-H24-LG B-H24-LG B-H24/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	65 65 65	292 292 292	177 177 177	20000 18500 22000	15600 14100 16000
700 Watts H35-18 NA H35-18 ND/C H35-18 ND/W	A-H18-LG B-H18-LG B-H18/SW-LG	BT-46 BT-46 BT-46	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	127 127 127	368 368 368	241 241 241	37000 38000 41000	31800 30600 33200
1000 Watts H34-12 GV H34-12 GW/C H34-12 GW/W H34-12 GW/X H34-12 KY/C H34-12 KY/W H36-15 GV H36-15 GW/C H36-15 GW/W H36-15 GW/X H36-15 KY/C H36-15 KY/W H36-15 FB H36-15 FA/C	A-H12-LG C-H12-LG C-H12/SW-LG C-H12/X-LG D-H12-LG D-H12/SW-LG A-H15-LG B-H15-LG B-H15/SW-LG B-H15/X-LG D-H15-LG D-H15/SW-LG — —	BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 R-80 R-80	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Blanca Normal Semi Reflectora Blanca Normal Emisión Semi Reflectora Blanca Normal Haz Abierto Blanca de Alta Emisión Haz Abierto	127 127 127 127 127 127 152 152 152 152 152 152 — —	390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 352 352	241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 — —	65000 52000 60000 40000 63500 57000 57000 54000 62000 42000 55000 59000 45500 40000	44500 41300 45600 30600 42500 44700 46000 43800 47100 32100 43700 46300 34100 30000
300 Watts H9 X-J	A-H9	T-9 1/2	Clara (De un sólo bulbo)	1220	1398	—	13200	108000

1) Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económicamente rentable de las lámparas LIFE GUARD es de 12,000 a 16,000 horas, y la de lámparas normales y las de vidrio duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En los lugares en que las dimensiones físicas lo permiten, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirse.



so el valor es: "A". El coeficiente de utilización, de --  
acuerdo con la tabla correspondiente, para un local de --  
80% de reflectancia del techo y de 50% de las paredes es  
0.67 metros.

iv.- De la misma tabla de coeficiente de utilización, obtene- -  
mos un factor de mantenimiento de 0.70 metros.

v.- Sustituyendo los valores anteriores en la expresión co- -  
rrespondiente para el cálculo del número de luminarias -  
y de acuerdo con las características de una lámpara fluo  
rescente de 40 watts, la que tiene 2900 lúmenes, obtene  
mos:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

vi.- Con relación a las dimensiones de la oficina, una distri-  
bución de 8 filas de 13 luminarias cada una proporciona  
una iluminación satisfactoria, con una separación dentro  
del máximo recomendado.

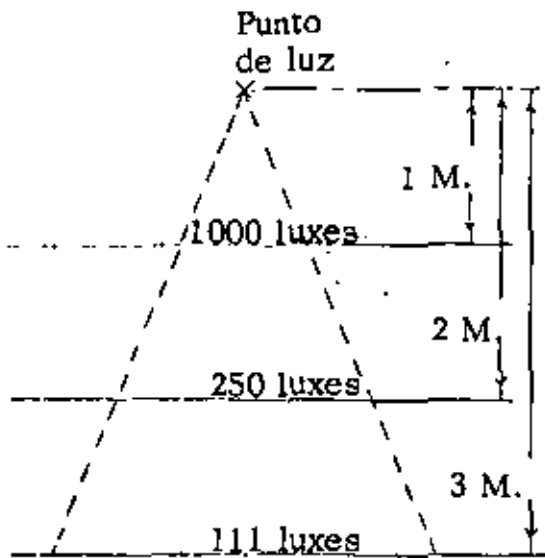


## 36

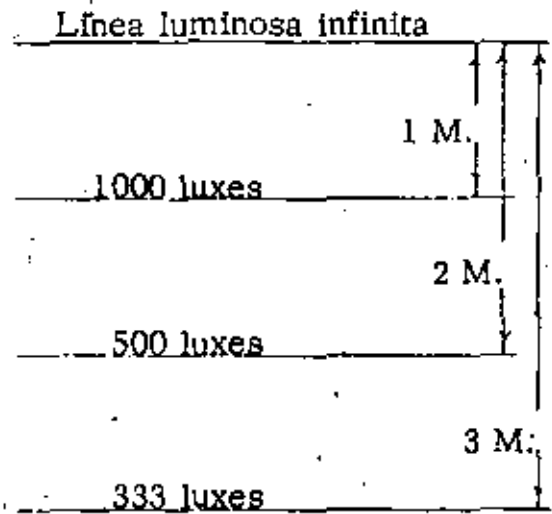
Método de punto por punto.

Este método se basa en la cantidad real de luz que se ha producido en cada punto del área iluminada. Esto requiere un conocimiento de la forma según la cual la luz se distribuye desde las diversas fuentes de iluminación que se tienen para tal efecto. Se tienen las siguientes relaciones fundamentales:

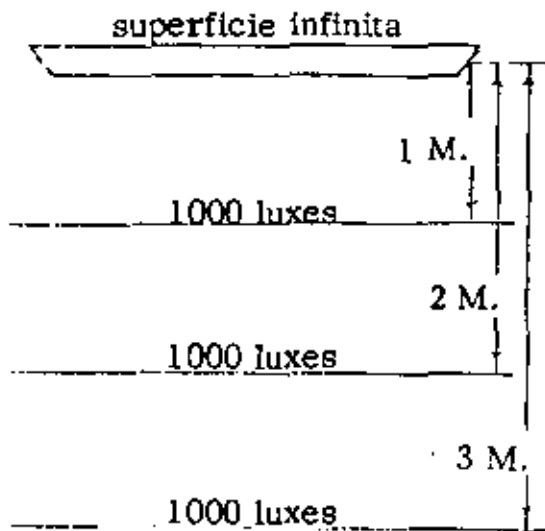
- i. - Fuentes puntiformes. - La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.
- ii. - Fuentes lineales de longitud infinita. - La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. Una fila de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia se aproximan a una fuente lineal.
- iii. - Fuente superficial de área infinita. - La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios totalmente indirectos se aproxima a esta condición, y dentro de ciertos lími



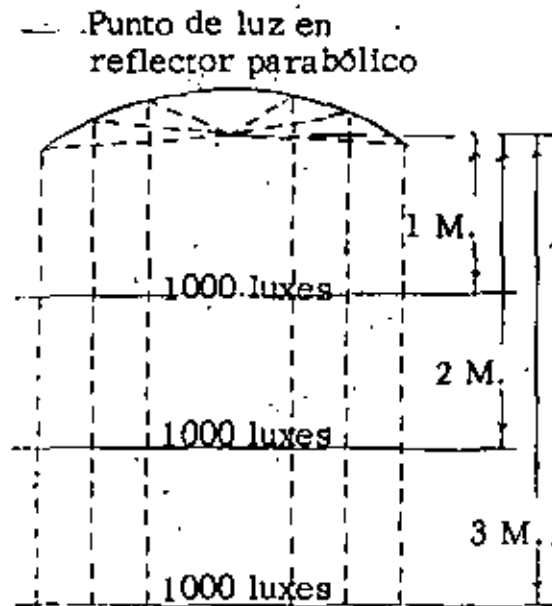
i. - Fuentes puntiformes



ii. - Fuentes lineales de longitud infinita.



iii - Fuente superficial de área infinita.



iv - Haz paralelo de luz.

tes, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

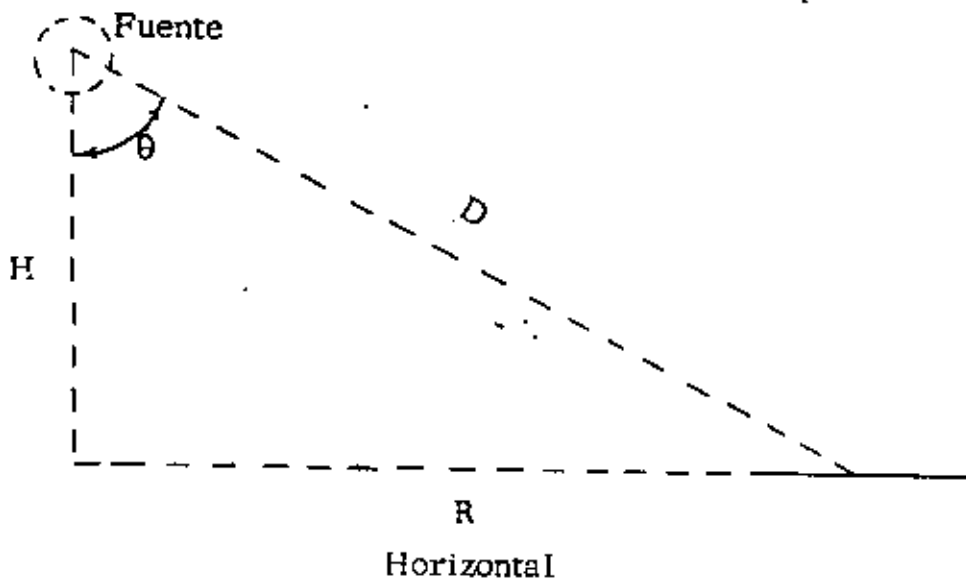
- iv. - Haz paralelo de luz. - La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo. - La ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular la iluminación de proyectores, focos concentradores y otras luminarias productoras de haces, más allá de una cierta distancia mínima, determinada por el diámetro y la distancia focal del reflector, y el tamaño de la fuente de luz.

Teóricamente, la ley de la inversa de los cuadrados está basada en una fuente de luz puntiforme que radia uniformemente en todas las direcciones. Así, donde la fuente de luz es grande y extensa, sea una línea de luz o un área de gran superficie, no podrá generalmente usarse el método de punto por punto para calcular la iluminación para distancias normales de trabajo. Se

podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la su perficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud razonable la ilumina ción, cinco veces la dimensión mayor de la fuente.

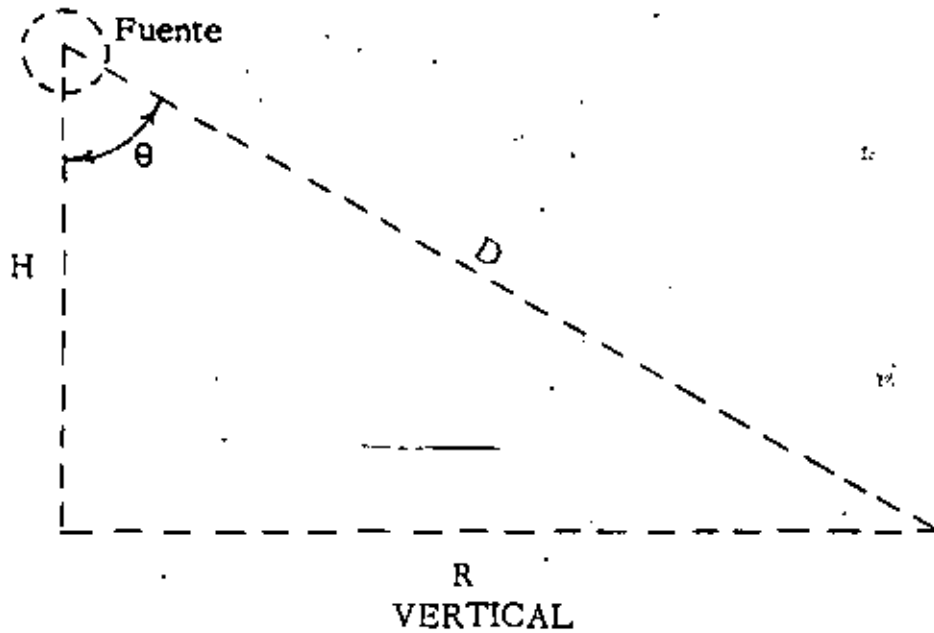
En los casos en que se den estas condiciones, y en los que haya curva de distribución luminosa de la fuente, se puede determinar la iluminación sobre la superficie horizontal o vertical, mediante el empleo de las fórmulas siguientes:

$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} \quad (\text{superficie horizontal})$$



40

$$E = \frac{I \times \text{sen } \theta}{D^2} \quad (\text{superficie vertical})$$



donde:

$E$ = Nivel de iluminación en luxes

$I$ = Intensidad luminosa en candelas

$D$ = Distancia de la fuente luminosa al lugar iluminado, en metros.

Y como:

$$\text{seno } \theta = \frac{R}{D} \quad \text{y, } \text{coseno } \theta = \frac{H}{D}$$

Las fórmulas pueden escribirse de la forma siguiente:

## 41

En el plano horizontal:

$$E = \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{H^2}$$

En el plano vertical:

$$E = \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \cos^2 \theta \times \sin \theta}{H^2}$$

Para facilitar el cálculo de los niveles de iluminación en el plano horizontal, se tienen las tablas que se anexan las que se usarán siguiendo los tres puntos siguientes:

- i. - Determinar el ángulo en grados de la figura anterior por medio de la tabla.
- ii. - De la curva de distribución luminosa de la fuente de luz, determinar la intensidad luminosa de la fuente, en la dirección correspondiente al punto de que se trata.
- iii. - Multiplicar la intensidad luminosa (candelas) hallada en el punto 2 por el factor de multiplicación que es la cifra inferior de cada casilla de la tabla, y luego dividir el resultado por la intensidad luminosa ( 100 o 100000 candelas ) sobre el que se base la parte de la



**TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"**  
 Números superiores: Ángulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.  
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

		DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m.)													
		0	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,45	2,75	3,05	3,35	3,65	3,95
		LUX POR CADA 100 CANDELAS													
0,80	0° 230,00	77	49	36	27	22,41	18	15	12	9	7	6	5	4	3
0,90	0° 111,10	87	54	40	30	24,00	19	16	13	10	8	7	6	5	4
1,20	0° 51,50	110	69	52	39	31,00	24	20	16	13	10	9	8	7	6
1,50	0° 40,00	127	80	60	45	36,00	28	23	18	15	12	10	9	8	7
1,80	0° 32,70	141	89	66	49	40,00	31	25	20	16	13	11	10	9	8
2,10	0° 28,41	152	96	72	54	43,00	33	27	21	17	14	12	11	10	9
2,45	0° 25,63	161	102	77	58	45,00	35	28	22	18	15	13	12	11	10
2,75	0° 23,57	168	107	81	61	46,00	36	29	23	19	16	14	13	12	11
3,05	0° 22,00	174	111	84	63	47,00	37	30	24	20	17	15	14	13	12
3,35	0° 20,76	179	114	86	64	47,00	38	31	25	21	18	16	15	14	13
3,65	0° 19,78	183	117	88	65	48,00	39	32	26	22	19	17	16	15	14
3,95	0° 18,94	187	120	90	66	48,00	40	33	27	23	20	18	17	16	15
4,25	0° 18,21	190	122	91	67	49,00	41	34	28	24	21	19	18	17	16
4,55	0° 17,58	193	124	92	68	49,00	42	35	29	25	22	20	19	18	17
4,90	0° 17,03	196	126	93	69	50,00	43	36	30	26	23	21	20	19	18
5,20	0° 16,54	198	127	94	70	50,00	44	37	31	27	24	22	21	20	19
5,50	0° 16,10	200	128	95	71	50,00	45	38	32	28	25	23	22	21	20
5,80	0° 15,70	202	129	96	72	50,00	46	39	33	29	26	24	23	22	21
6,10	0° 15,33	204	130	97	73	50,00	47	40	34	30	27	25	24	23	22

6-31

Luz sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

6,40	0° 14,98	206	131	98	74	50,00	48	41	35	31	28	26	25	24	23
6,70	0° 14,70	207	132	99	75	50,00	49	42	36	32	29	27	26	25	24
7,00	0° 14,45	208	133	100	76	50,00	50	43	37	33	30	28	27	26	25
7,30	0° 14,22	209	134	101	77	50,00	51	44	38	34	31	29	28	27	26
7,60	0° 14,01	210	135	102	78	50,00	52	45	39	35	32	30	29	28	27
8,25	0° 13,57	212	137	104	80	50,00	54	47	41	37	34	32	31	30	29
9,15	0° 13,10	214	139	106	82	50,00	56	49	43	39	36	34	33	32	31
10,05	0° 12,68	216	141	108	84	50,00	58	51	45	41	38	36	35	34	33
11,00	0° 12,29	218	143	110	86	50,00	60	53	47	43	40	38	37	36	35
12,20	0° 11,92	220	145	112	88	50,00	62	55	49	45	42	40	39	38	37
13,70	0° 11,57	222	147	114	90	50,00	64	57	51	47	44	42	41	40	39
15,25	0° 11,24	224	149	116	92	50,00	66	59	53	49	46	44	43	42	41
16,75	0° 10,93	226	151	118	94	50,00	68	61	55	51	48	46	45	44	43
18,30	0° 10,63	228	153	120	96	50,00	70	63	57	53	50	48	47	46	45
21,35	0° 10,35	230	155	122	98	50,00	72	65	59	55	52	50	49	48	47
LUX POR CADA 100,000 CANDELAS															
24,40	0° 10,08	232	157	124	100	50,00	74	67	61	57	54	52	51	50	49
30,50	0° 9,82	234	159	126	102	50,00	76	69	63	59	56	54	53	52	51
38,10	0° 9,57	236	161	128	104	50,00	78	71	65	61	58	56	55	54	53
45,70	0° 9,33	238	163	130	106	50,00	80	73	67	63	60	58	57	56	55
53,35	0° 9,10	240	165	132	108	50,00	82	75	69	65	62	60	59	58	57
60,95	0° 8,88	242	167	134	110	50,00	84	77	71	67	64	62	61	60	59

6-35

Luz sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla al revés: la altura de la fuente luminosa se lee sobre la escala de distancias horizontales, etc.

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

**TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)**  
 Numeros superiores: Angulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.  
 Numeros inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

		DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)																
		3.95	4.25	4.55	4.85	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.55	9.15	10.65	12.20	15.25			
Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	LUX POR CADA 100 Candelas																	
	0.60	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87		
	0.90	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77		
	1.20	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70		
	1.50	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64		
	1.80	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
	2.10	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57		
	2.45	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54		
	2.75	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52		
	3.05	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
	3.35	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49		
	3.65	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48		
	3.95	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
	4.25	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46		
	4.55	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45		
	4.90	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44		
5.20	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43			
5.50	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42			
5.80	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41			
6.10	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			

6-36

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

6.40	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87		
6.70	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82		
7.00	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78		
7.30	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74		
7.60	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71		
8.25	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66		
9.15	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62		
10.05	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59		
11.00	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56		
12.20	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53		
13.70	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
15.25	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
16.75	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45		
18.30	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43		
21.35	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
LUX POR CADA 100 000 Candelas																	
24.40	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37		
30.50	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34		
38.10	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31		
45.70	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28		
53.35	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26		
60.95	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		

6-37

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla al revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

tabla que se ha utilizado.

El resultado así obtenido es la iluminación en luxes en ese punto.

Estas tablas también pueden utilizarse para calcular niveles de iluminación sobre superficies verticales en puntos de un plano que sea normal al plano vertical -- que incluye a la fuente de luz y al punto. Cuando el punto está sobre una superficie vertical que no es normal al plano vertical que contiene la fuente y al punto, se debe considerar el ángulo adicional.

Ejemplo:

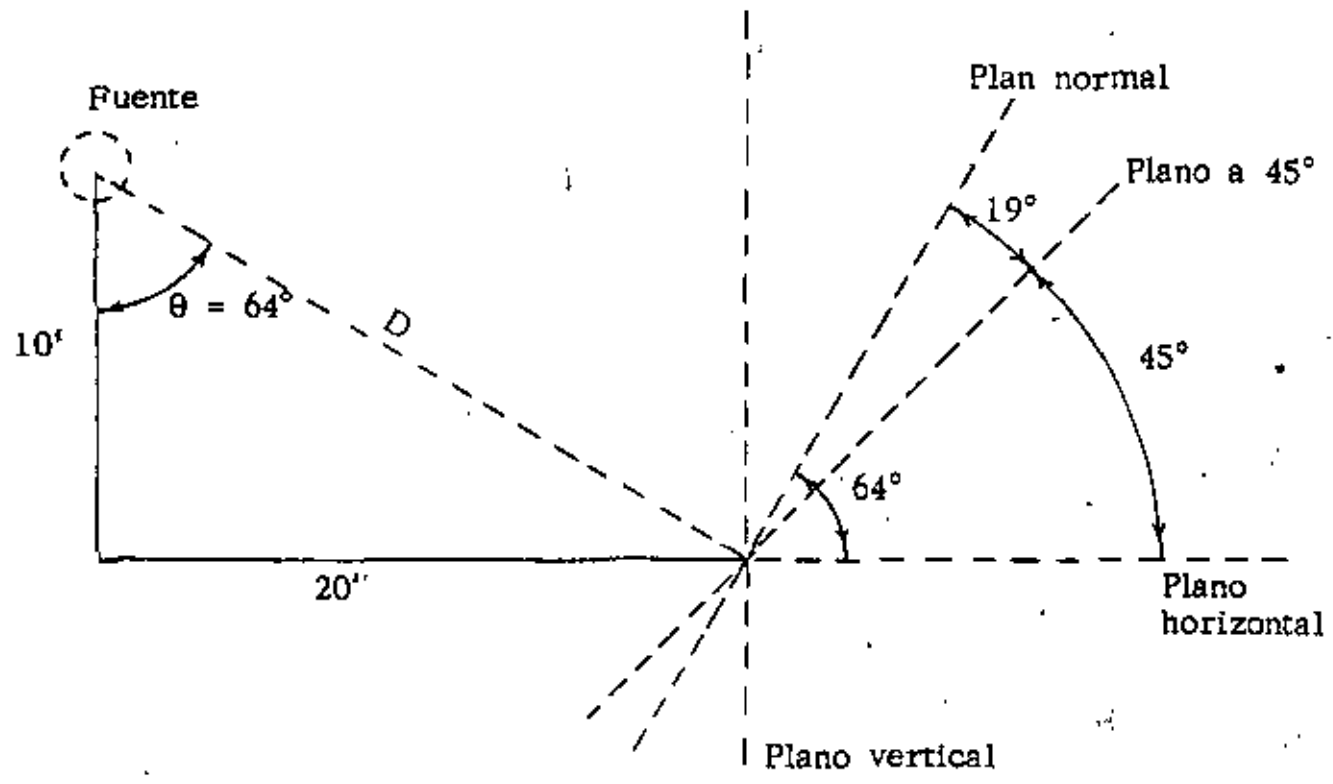
Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de -- una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuida es de 1000 candelas. Determínese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.



Cálculos:

$$\text{Tan } \theta = 20/10 = 2.0$$

$$\theta = 64^\circ$$

$$E_n = 10/d^2 = 1000/500^* = 2 \text{ bujías-pie.}$$

$$E_n = E_n \cos \theta = (2) (\cos 64^\circ) = (2) (.44) = 0.88 \text{ bujías} \cdot \text{pie.}$$

$$E_v = E_n \text{ sen } \theta = (2) (\text{sen } 64^\circ) = (2) (.90) = 1.8 \text{ bujías} \cdot \text{pies.}$$

$$E_{45^\circ} = E_n \cos 19^\circ = (2) (.95) = 1.9 \text{ bujías} \cdot \text{pie.}$$

$$* d^2 = a^2 + b^2 + (20)^2 = 100 + 400 = 500$$

#

## 44

**Cargas de alumbrado arquitectónica.**

El fin primordial de éstas cargas es proporcionar los efectos de contraste entre luz y sombra para hacer resaltar las características particulares de una construcción, aunque en algunas ocasiones puede tener también fines utilitarios.

Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

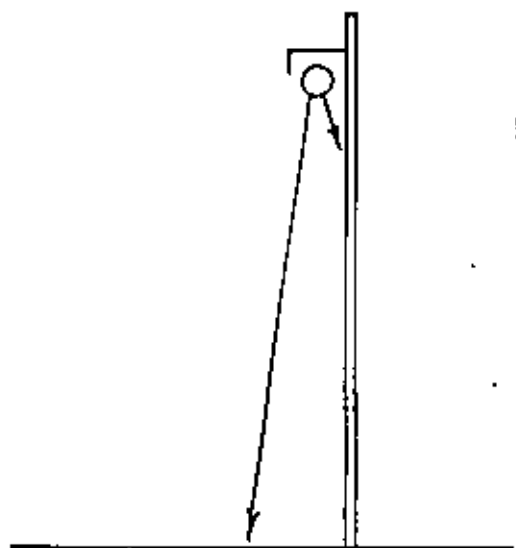
- ° Con proyectores.
- ° Rasante.

La carga con proyectores presenta un ángulo de incidencia grande, además de una iluminación uniforme. El problema que se tiene con esta carga es el de su posición con el fin de poderla dejar oculta.

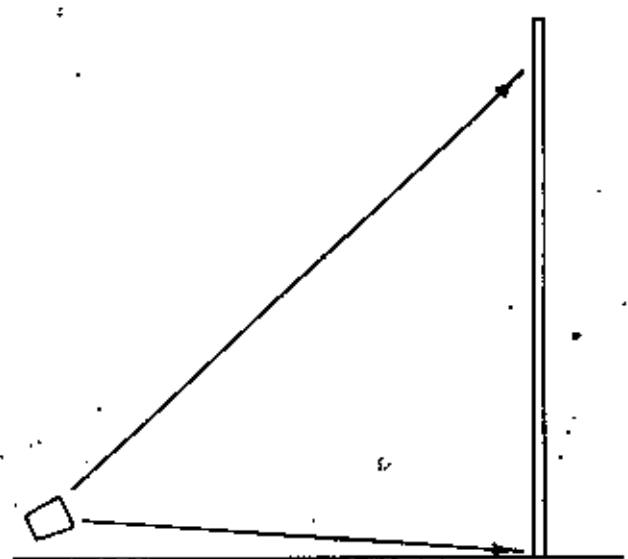
La carga rasante proporciona un ángulo de incidencia pequeño con una iluminación concentrada. Su problema al igual que la anterior es el ocultar la fuente de iluminación.

**2. - Cargas de aparatos. - Criterio para determinar cargas.**

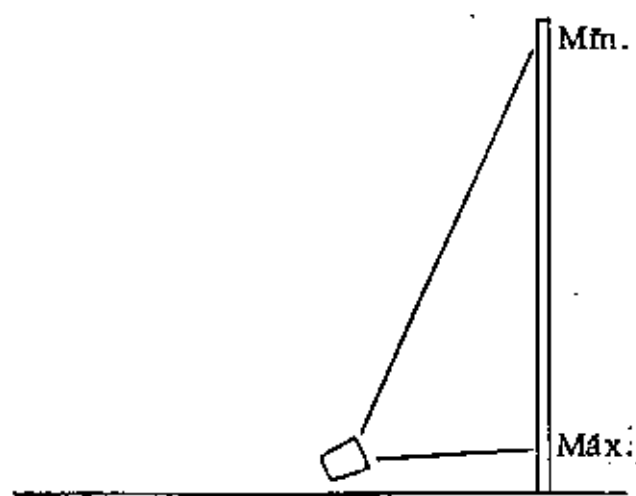
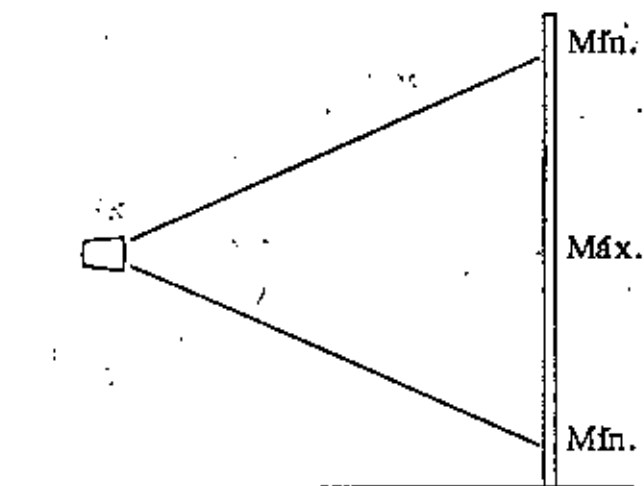
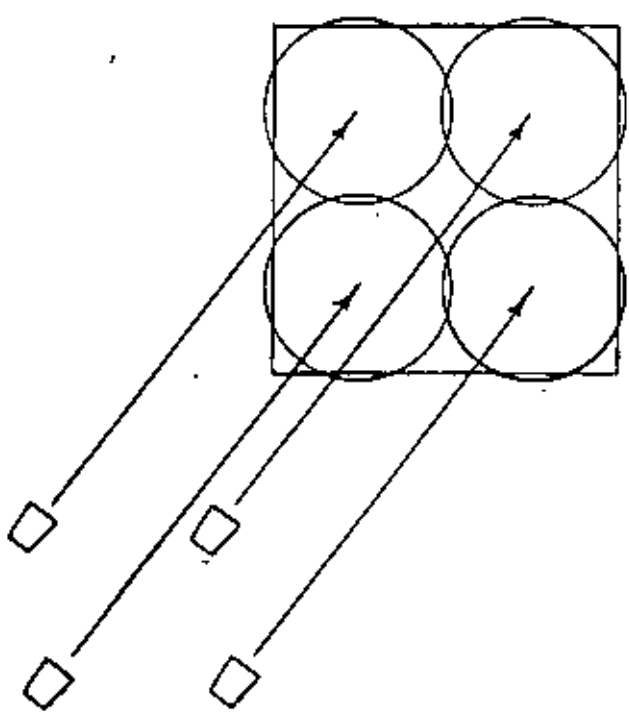
45



RASANTE



PROYECTOR



## 46

Las cargas de aparatos pueden ser:

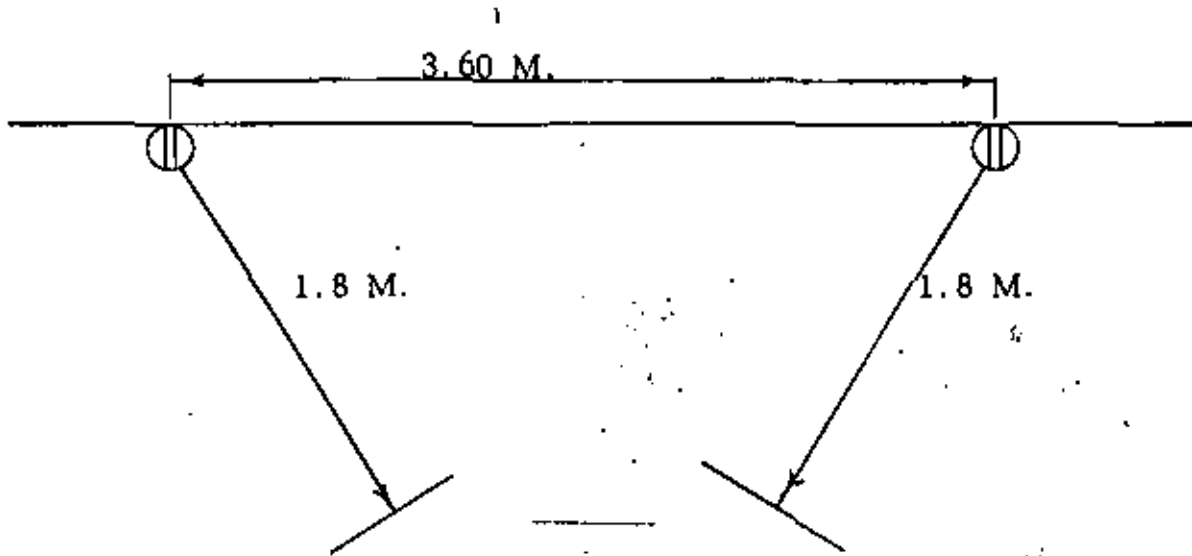
- ° Definidas
- ° Indefinidas

Carga definida.- Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

Por lo que corresponde a estas cargas, es importante conocer su capacidad y su localización exacta al desarrollarse el proyecto. - Estas pueden ser fijas o móviles, en el caso de ser fijas se deberá tener un medio de desconexión. Si son móviles deberá instalarse contacto especial para su alimentación.

Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
PLANCHADORA	1600	127
LAVADORA ROPA	1200	127
SECADORA	5000	127-220
PLANCHA	1000	127



$S < 40 \text{ M}^2$ : 1 contacto / 3 M.

$S > 40 \text{ M}^2$ : 8 contactos + 3 contactos cada 40  $\text{M}^2$



## 48

	WATTS TÍPICOS	VOLTAJE USUAL
CALENTADOR DE AGUA	3000	127-220
CALEFACTOR	1000-2500	127-220
TELEVISOR	300	127
ACONDICIONADOR	1200-2400	127-220
ESTUFA	12000	127-220
HORNO	4500	127-220
PARRILLA	3000-6000	127-220
LAVADORA PLATOS	1200	127
TRITURADOR	300	127
ASADOR	1500	127
CAFETERA	1000	127
REFRIGERADOR	300	127
CONGELADOR	400	127

Carga indefinida.- Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario en una zona determinada. Su uso implica utilizar elementos de conexión, conocidos con el nombre de contactos.

Para su localización no existe una regla fija, pudiéndose situar -- donde sea posible el uso de un aparato. Debe considerarse el al

## 49

cance máximo normal de los conductores de los aparatos por conectarse los que por lo general tienen aproximadamente 1.80 metros, por lo tanto el espaciamento máximo puede ser de 3.60 metros. De acuerdo a donde se vayan a instalar estos contactos se tienen las siguientes recomendaciones:

Residencias. - Los contactos por habitación, deberán tener un espaciamento máximo de 3.60 metros.

Oficinas. - Para una superficie normal de 40 metros cuadrados - un contacto cada 3 metros de muro. Para una superficie mayor, 8 contactos por los primeros 40 metros cuadrados con tres más - por cada 40 metros cuadrados adicionales.

Escuelas. - Un contacto por cada muro.

Locales comerciales. - Un contacto por cada 40 metros cuadrados.

3. - Cargas de fuerza. - Parámetros necesarios para su determinación.

Las cargas de fuerza son las que corresponden a los motores eléctricos. Están definidas por las características de placa de este dispositivo.

## 50

La localización de estas cargas deberá ser accesible para su montaje; su servicio y su operación

El circuito básico de las mismas contempla los siguientes elementos indispensables para su operación.

- ° Medio de control y protección
- ° Medio de desconexión

Tanto los medios de control y protección como los de desconexión deberán estar visibles desde el motor, con objeto de tener una mayor seguridad. Al considerarse la carga de un motor se deberá tener presente que durante el arranque ésta aumenta de 5 a 7 veces.

Finalmente de acuerdo con la reglamentación existente en México, para motores mayores de 10 C.P. es necesario utilizar arrancadores con voltaje reducido.