



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

T E M A

SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS

ING. MARCO ANTONIO MACIAS HERRERA

NOVIEMBRE 1999.

VIII.- SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS.

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", Cumpliendo con todos los arts. del 65 al 76 del Cap. I que trata sobre Plantas generadoras y Subestaciones. DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUBESTACIONES. ( R.O.I.E.)

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

caída de voltajes que se tendrían, de aquí se presenta la necesidad de transmitir la energía eléctrica a voltajes mas elevados que resulten mas económicos.- 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 su ondreros de 13.8 Kv. a otro de transmisión mas conveniente que subndremos 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

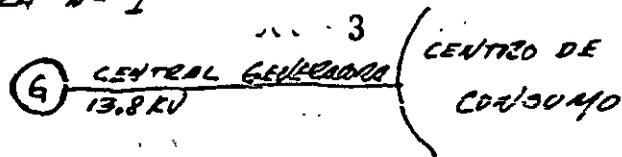


FIGURA N° 2

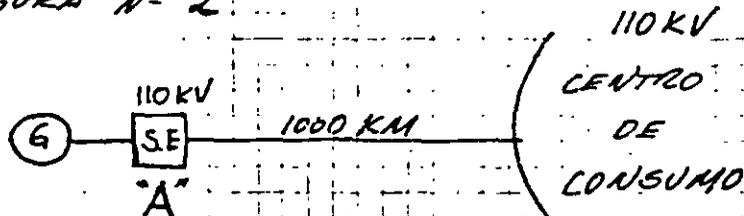
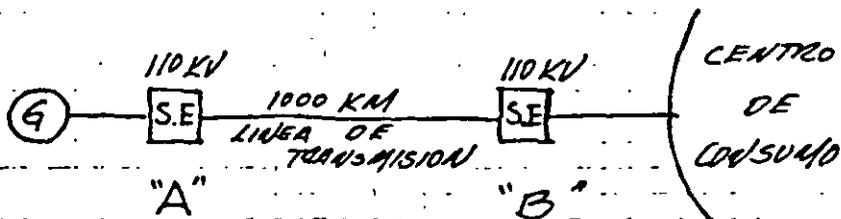


FIGURA N° 3



UNO 4

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  
Convertidores ó  
Rectificadoras.
  
  - 2.- Secundarias: Receptoras: Reductoras  
Elevadoras  
Distribuidoras  
De enlace  
Convertidoras ó  
Rectificadores.
  
- 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 interperie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la alta tensión que las compañías suministradoras de energía ( C.P.E. y/o Cia 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, - toroso, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y generalmente el 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.P.E. y/o Cia 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 Dirección General de Electricidad (de la S.C.). 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 linea 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 sustruirse esta cuchilla tripolar operacion en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual suprimirla, pero cuando se desea darle mantenimiento al resto de la subestación nos encontramos con el problema de estar solicitando lizranzas a las compañías suministradoras; y al suprimirla estábamos violando infrascriptamente el reglamento (R.O.I.E.).

**INTERRUPTORES.-** Esta seccion tiene por objeto que el usuario pueda interrumpir en un momento dado, ya sea manualmente o automáticamente 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 dañinos para los transformadores y el resto del equipo.

**DESCONECTADORES.-** Los desconectadores, son para abrir un circuito, 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 interruptores.

**FUSIBLES.-** Cuando un circuito se requiere proteger por sobrecarga, se usan los fusibles. Por ejemplo: a una subestación con varios transformadores, se le puede colocar un interruptor general y derivado de este, se ponen varios juegos de 3 fusibles para proteger cada transformador. Este procedimiento, aunque abarata la instalación tiene el inconveniente, de que una falla o desconexión voluntaria del interruptor general, paraliza todo el sistema.

**ESPACIOS LIRES.-** Estos son gabinetes vacios o que en algunas ocasiones se dejan instaladas 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 desmontar.

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 estrella 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 altas. Los transformadores normalizados están diseñados para regiones de 1000 metros sobre el nivel del mar (1000 M.S.F.E.) Esto naturalmente no quiere decir que no funcionan 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 afectados 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.

EXTERIOR (O INTERMEDIO).- 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

3.2 mm. (1/8"), con tenes inclinados, puestas 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.

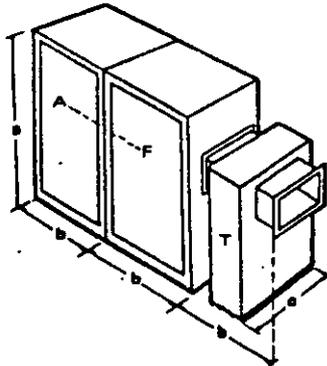
CAPACIDADES: Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de una manera normal, son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciéndola de capacidad mayor con el equipo estándar.

**TABLA No. 1.—COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.**

COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cia. 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.	Cuchillas desconectoras, 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

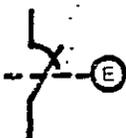
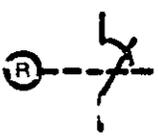
TABLA No. 2.—DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.

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 pasamuros.	
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)	

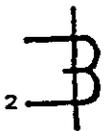
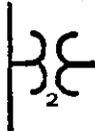
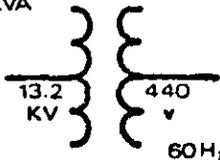
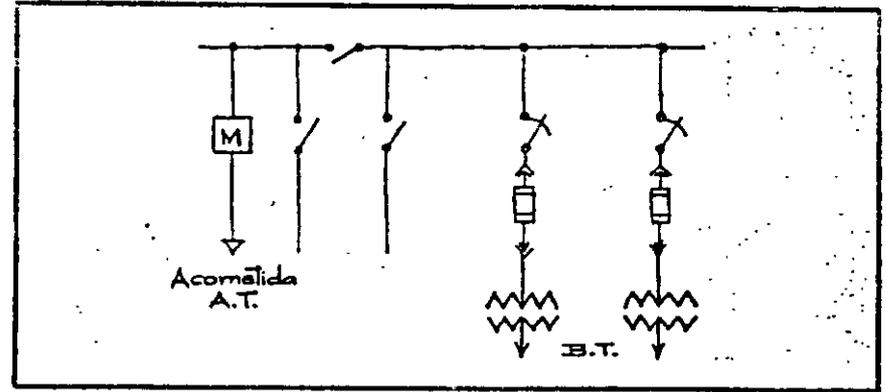
Ampérmetro	
Vóltmetro	
Transformador de Corriente (El número indica la cantidad de transformadores)	
Transformador de Potencial (El número indica la cantidad de transformadores)	
Conmutador.	
<b>TRANSFORMACION.</b>	
Transformador de Distribución o de Potencia. (Los números indican sus principales características)	<p>500 KVA</p> 

TABLA No. 3.—CARACTERISTICAS ELECTRICAS PRINCIPALES DE LAS SUBESTACIONES NORMALES.

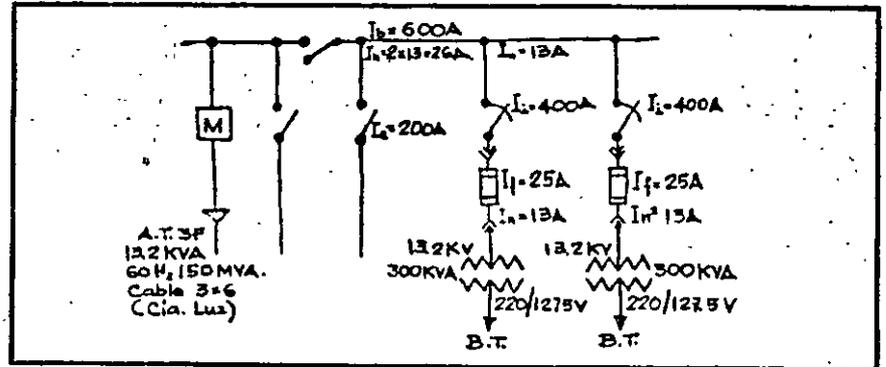
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6	5	150	10	
	13.2	2	150	6	
	23	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23	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
	3.2	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).

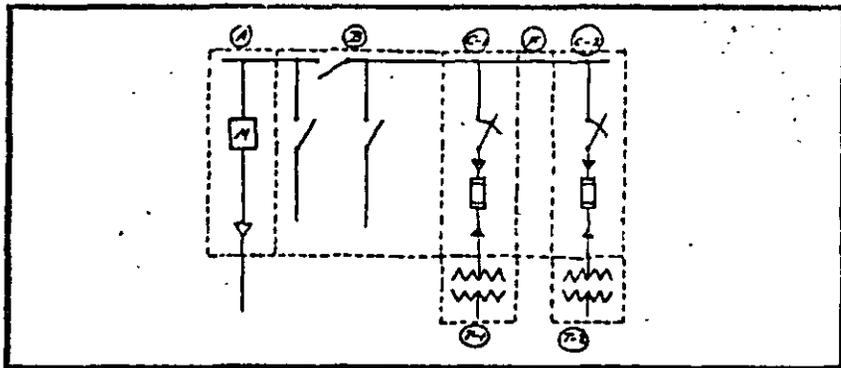


La capacidad de las cuchillas, de las barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos me-

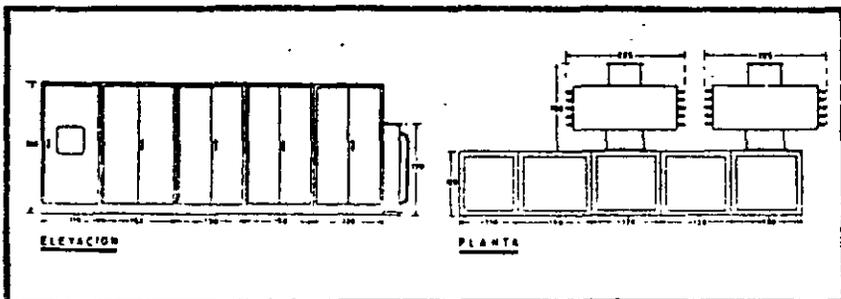
cánicos no serán perjudiciales en caso de cortos circuitos. La capacidad de los desconectadores generalmente es de 200A, la de los interruptores de 400A, y de las barras de 400, 600 ó 1200A, según el tamaño de la subestación.

3°—Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encarrando con rectángulos cada grupo (Ver Tabla No. 1).

Póngase 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.

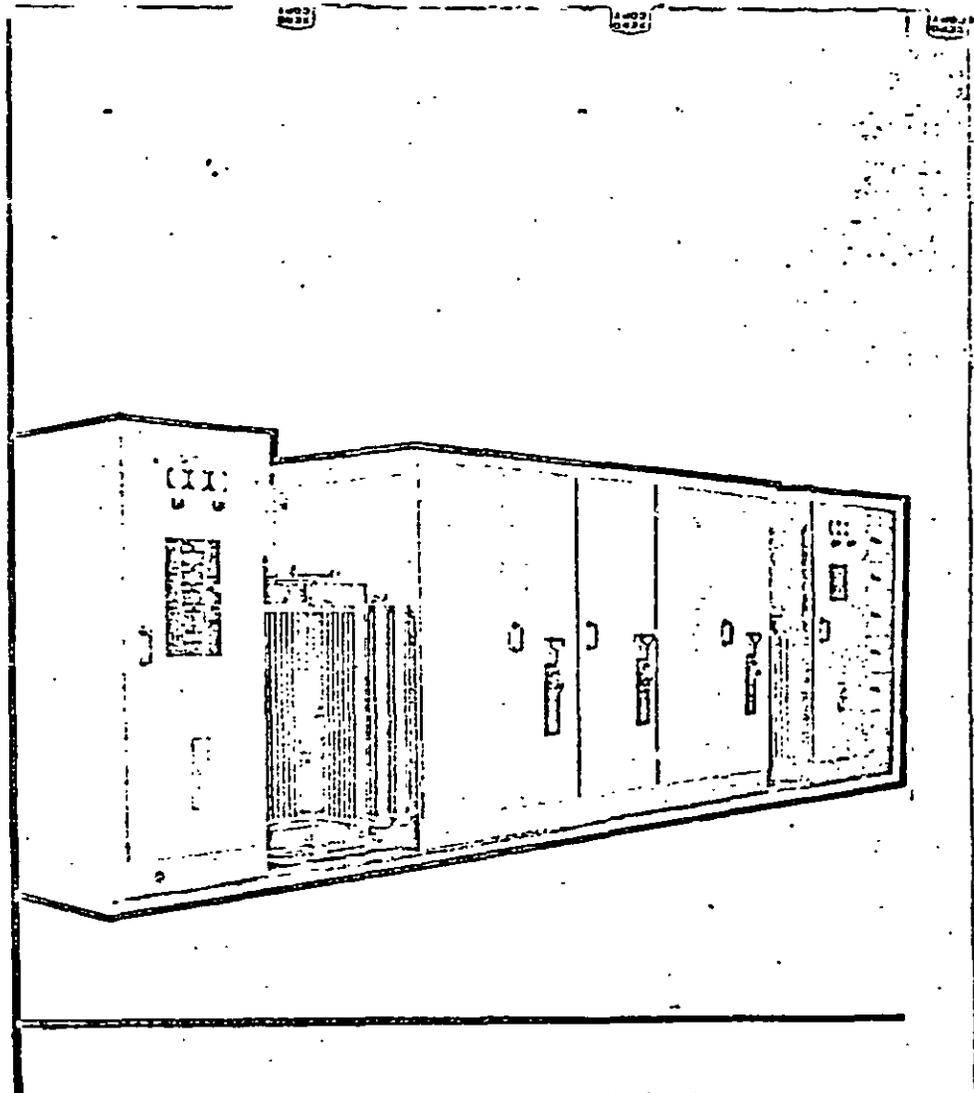


4°—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la Tabla No. 2.



5°—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinadas casos son útiles. Entre otros, se encuentran los instrumentos de medición, la operación eléctrica y disparo automático con diversos relevadores de los interruptores. Los apartarrayos son útiles en subestaciones o 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, la norma es que ya no se pongan las cuchillas de prueba.



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 o-ra más de 40 kw. de carga conectada.

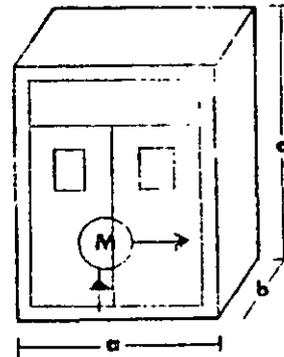
Y la otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 8 hasta 4500 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 66 kv. o superiores.

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 adquiera 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 electrica que realizan las compañías suministradoras hay que pagar una cantidad por el llamado regimen de cuotas que varia según las zonas del país ( I, II, III ) y la tarifa que se aplique al servicio.

SECCION I-MEDICION.-



KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	200	200	260
34.5	280	280	300

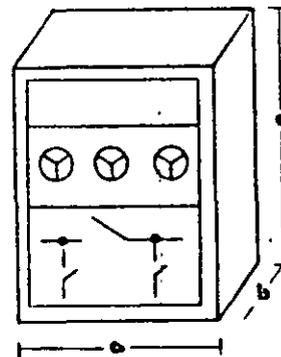
GABINETE .-

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 energía y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominándoles IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de ésta sección ó viceversa en el segundo caso.

EQUIPO.-

Este 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.-

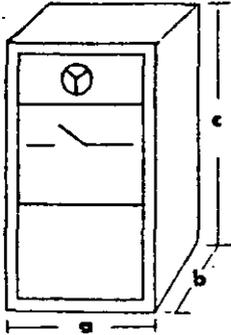
Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo que permite a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas de su equipo de medición sin tener necesidad de interrumpir el servicio al usuario.

KV	ADJUSTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	250
34.5	280	280	300

**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.

**SECCION II-C.- CUCHILLA**



**GABINETE.-**

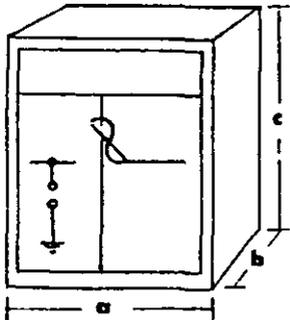
Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero no cesariamente con la interrupción del servicio.

KV	ADJUSTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	50	150	240
25	50	200	260
34.5	150	280	300

**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.

**SECCION III-S.- INTERRUPTOR**



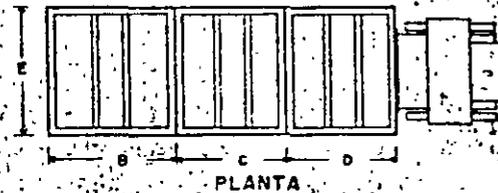
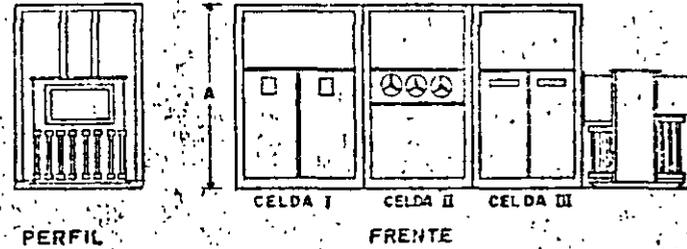
**GABINETE.-**

Esta sección denominada INTERRUPTOR, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión.

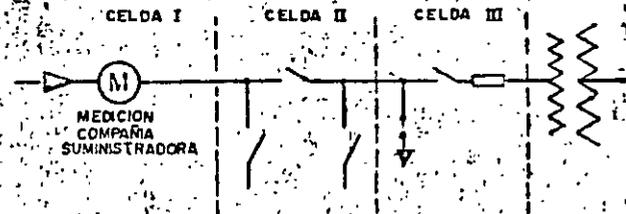
**EQUIPO.-**

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

**G A B I N E T E S**



**DIAGRAMA UNIFILAR**



\* SE ANOTAN LOS KV. NOMINALES

MODELO * ID3NTLSI		ADJUSTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA ← DERECHA	COLINEAL

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	280	280	300

Tres aparterrayos tipo autoválvula **25**  
 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-O.- 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 automático, 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 RFG 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.

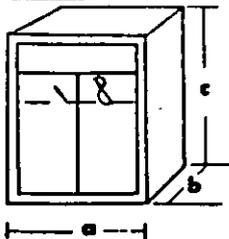
**EQUIPO.-**

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 20MG/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

**FIG. 26**

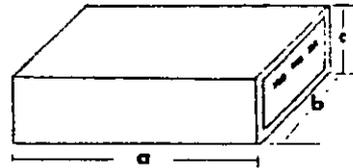
Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

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 Am. consultar a M.E.C.S.A.)

**SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO**



**GABINETE.-**

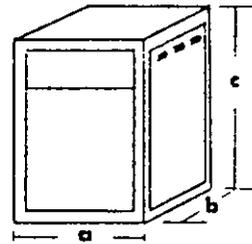
Esta sección denominada ELECTRODUCTO AEREO, está destinada a interconectar secciones que están acopladas a otros equipos que por tener un ancho mayor que la sección impiden el acoplamiento directo.

**EQUIPO.-**

Esta sección se suministra de fábrica unicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

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**



**GABINETE.-**

Esta sección denominada ELECTRODUCTO DE PISO, tiene la misma función que la sección anterior, excepto que, con la variante de que es autosuportada directamente sobre el piso y sus dimensiones de fondo y altura coinciden con las de las secciones a las cuales va acoplada.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	150	240
25	X	200	260
34.5	X	280	300

**EQUIPO.-**

Esta sección se suministra de fábrica unicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca MECOSA, estan formadas por la combinacion 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 digitos y letras en la siguiente forma:

- 1 Los primeros digitos indican el voltaje nominal de operacion de la subestacion por la cual unicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5
- 2 La siguiente letra nos indica el sentido de la subestacion, según vayan aumentando las secciones a partir de la acometida, ya sea hacia la izquierda ó hacia la derecha, por lo cual ésta letra unicamente puede ser I ó D respectivamente.
- 3 El (los) siguiente (s) digito (s) nos indica el número de secciones de que se compone la subestacion.
- 4 La siguiente letra nos indica si la subestacion es NORMAL o ESPECIAL, de MEDICION, VERIFICACION e INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constituye por cualquier otra combinacion, por lo que ésta letra unicamente puede ser N ó E

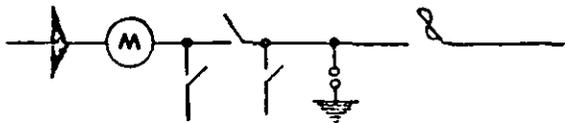


DIAGRAMA UNIFILAR

- 5 Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestacion, que unicamente 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 subestacion normal para 25 KV, con 3 secciones, con sentido derecho para servicio exterior:

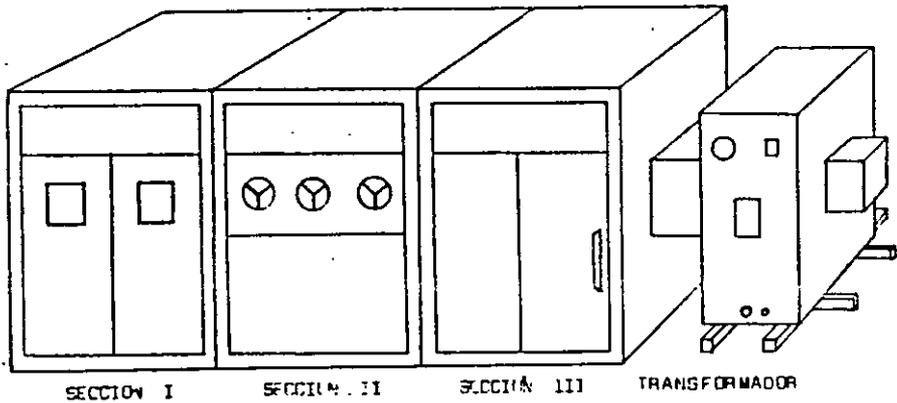
$\frac{25}{1}$ 
 $\frac{D}{2}$ 
 $\frac{3}{3}$ 
 $\frac{N}{4}$ 
 $\frac{SE}{5}$

TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES Y RELEVADORES

POTENCIA NOMINAL SUB-EST.	TENSION DE SERVICIO 11.2 KV	CAPACIDAD DE SERVICIO 15VA	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV.	CAPACIDAD INTERRUPTOR VA SIMETRICO	RUPTO FUSIBLES	MARCA "DELLE"	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELÉ Y FUSIBLE.	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELÉ Y FUSIBLE.	INTERRUPTOR "MECSA".	
										AMP-FUS
100	16	1000	16	1000	10/14	500	6.3/10	63	5/10	5/10
125	25	1000	25	1000	16/22-4	500	10/11	16	5/10	5/10
150	25	1000	25	1000	16/19-2	500	16/25-6	16	5/10	5/10
200	25	1000	25	1000	16/25-6	500	16/25-6	16	10/20	5/10
250	25	1000	25	1000	20/25	500	16/25-6	16	10/20	10/20
300	40	1000	25	1000	20/28	500	20/25-6	16	10/20	10/20
400	40	1000	25	1000	25/37-5	500	20/26	20	20/40	10/20
500	40	1000	40	1000	33/44-8	500	20/12	20	20/40	10/20
600	63	1000	63	1000	40/56	500	25/40	25	20/40	20/40
750	63	1000	63	1000	50/68-2	500	32/51-2	32	40/80	20/40
1000	100	1000	100	1000	50/112	500	50/65	50	40/80	20/40
1250	140	1000	100	1000	100/150	500	63/100-f	63	40/80	40/80

NOTAS:

1.- El seccionador SIEMENS no lleva relevadores de sobrecorriente primaria, 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 voltaje de aceite MECOSA, lleva dos barras relevadoras primarias de sobrecorriente, no necesita fusibles, ya que no los requiere para su operacion, se sujeta con una bobina de apertura y control remoto ó una bobina de apertura por bajo voltaje a tensiones 15/20/23/40 voltios.  
 Tambien se puede sustra totalmente automatico (consultar precio) 20MG/750 MVA simetricas, 800 Amps-nominales.  
 C.I.S. - Capacidad interruptiva Simetrica.  
 Interruptor "MECSA" Interruptor en bajo voltaje de aceite tipo 20MG/750 MVA simetricos, 800 Amps-nominales.



G A B I N E T E S

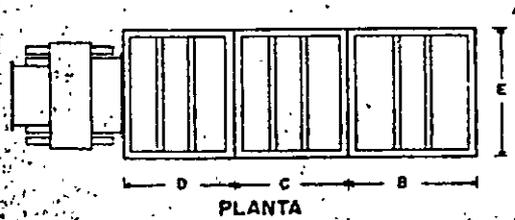
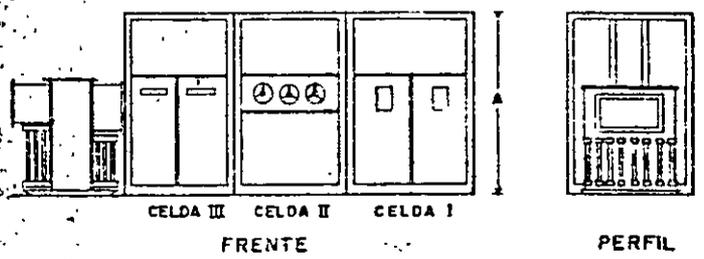
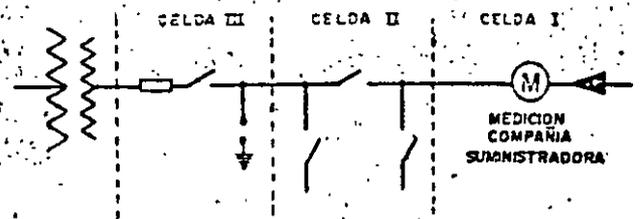


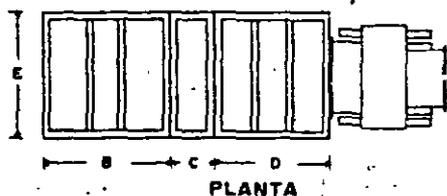
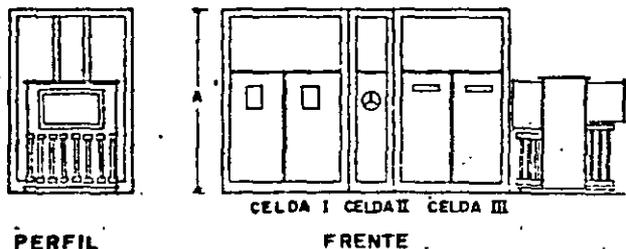
DIAGRAMA UNIFILAR



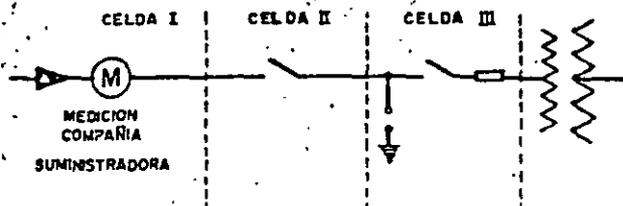
\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3NTLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEAL

31  
**G A B I N E T E S**



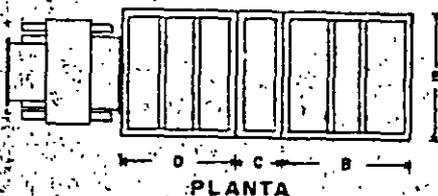
**DIAGRAMA UNIFILAR**



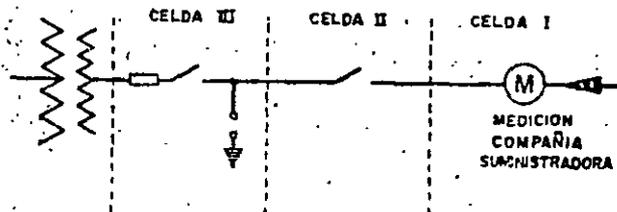
\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3ETLSI		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**



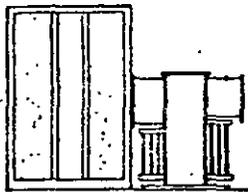
\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * D13ETLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEAL

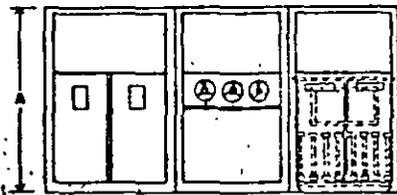
SUESTACION COMPACTA MARCA  
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV.

JULIO DE 1969  
HOJA II DE 26

33  
G A B I N E T E S

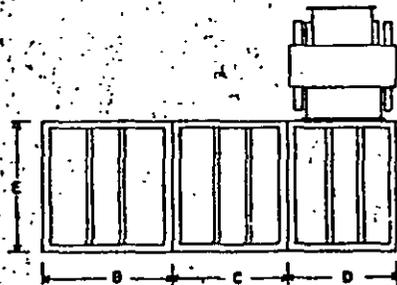


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

FRETE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMIALES

MODELO \* IDNTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

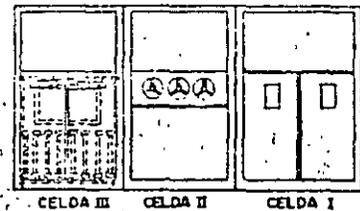
IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

SUESTACION COMPACTA MARCA  
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV.

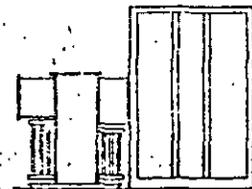
JULIO DE 1969  
HOJA 12 DE 26

34  
G A B I N E T E S

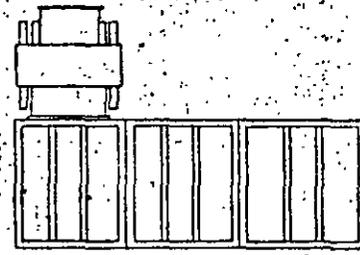


CELDA III CELDA II CELDA I

FRETE



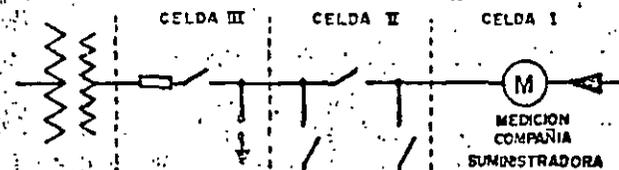
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ANOTARAN LOS KV NOMIALES

MODELO \* DI3NTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

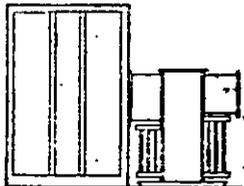
TRANSFORMADOR

INTERIOR

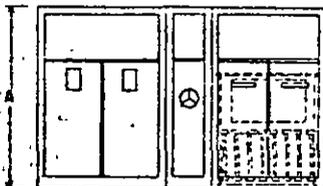
DERECHA — IZQUIERDA

POSTERIOR

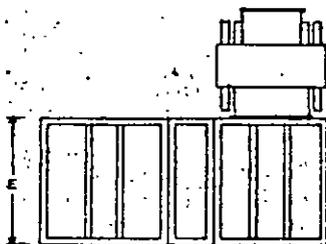
GABINETES



PERFIL

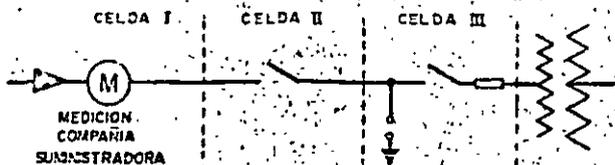


CELDA I CELDA II CELDA III  
FRETE



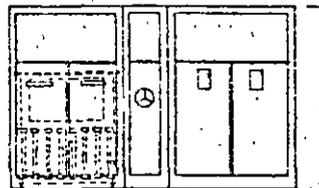
PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

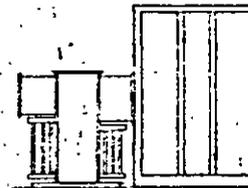


\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

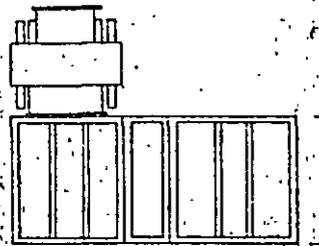
GABINETES



CELDA III CELDA II CELDA I  
FRETE

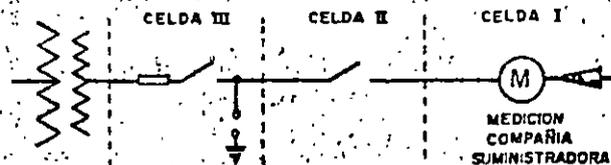


PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* IDSETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

MODELO \* DISETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

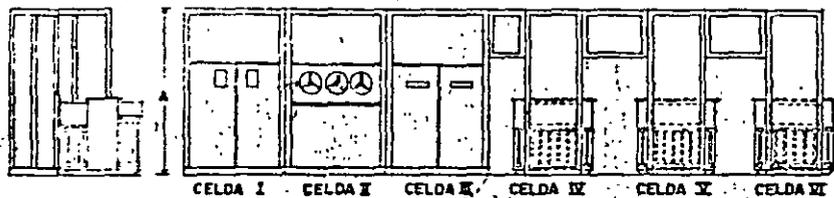
DERECHA — IZQUIERDA

POSTERIOR

SUBESTACION COMPACTA MARCA  
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV

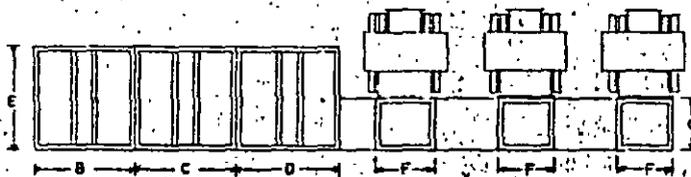
JULIO DE 1969  
HOJA 15 DE 25

GABINETES



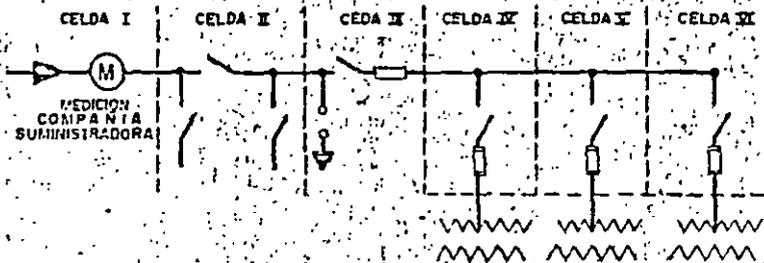
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

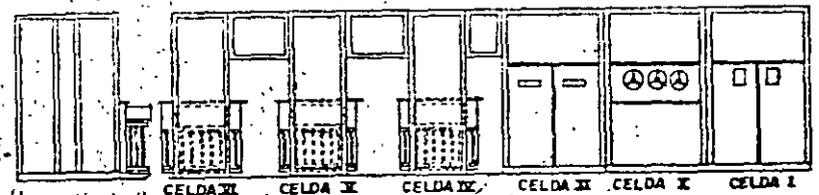


\* SE ANOTAN LOS KV NOMNALES

SUBESTACION COMPACTA MARCA  
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV

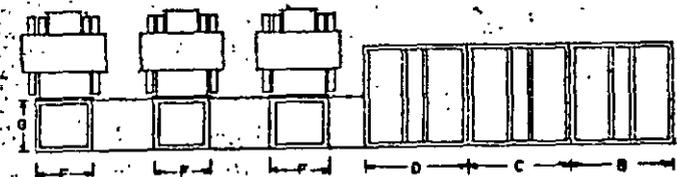
JULIO DE 1969  
HOJA 16 DE 26

GABINETES



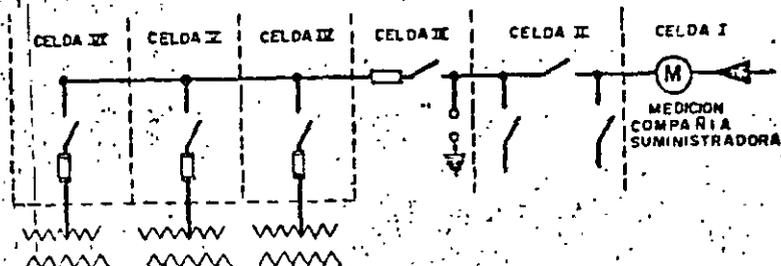
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMNALES

MODELO \* ID3N3TLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

INTERIOR

IZQUIERDA - DERECHA

COLINEALES

MODELO \* D13N3TLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

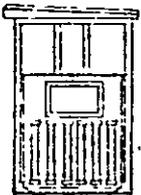
TRANSFORMADORES

INTERIOR

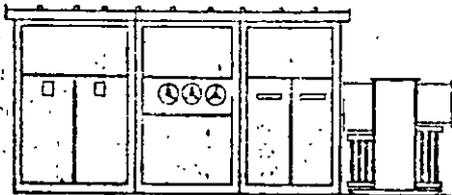
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEALES

39  
GABINETES



PERFIL

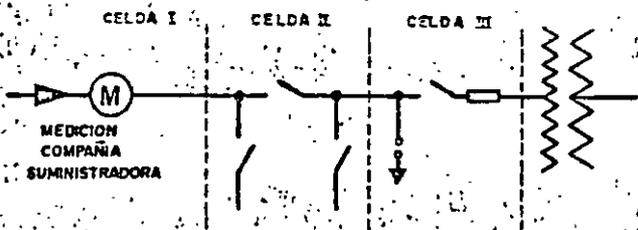


CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



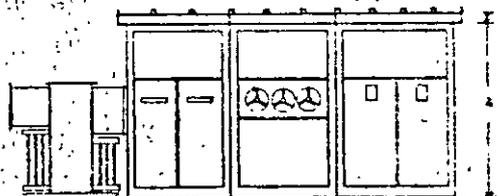
\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3NTLSE

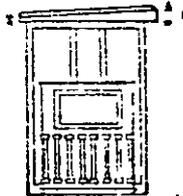
ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

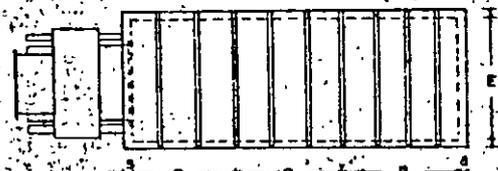
40  
GABINETES



CELDA III CELDA II CELDA I  
FRENTE



PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



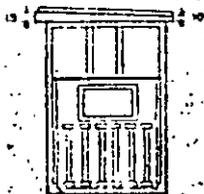
\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3NTLSE

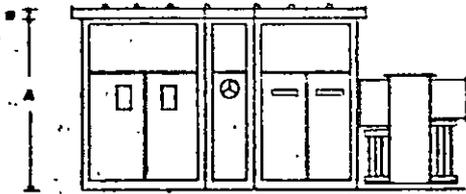
ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	COLINEAL

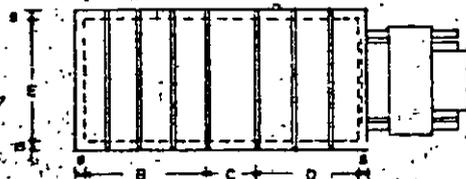
G A B I N E T E S



PERFIL

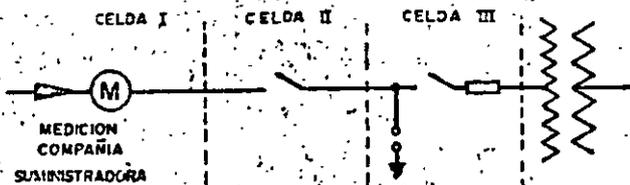


FRETE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 Y 4

SERVICIO

SENTIDO

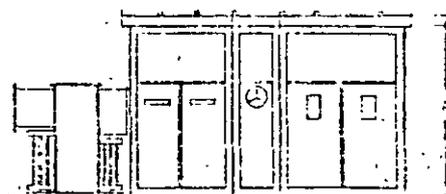
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

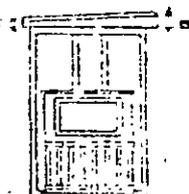
IZQUIERDA — DERECHA

COLINEAL

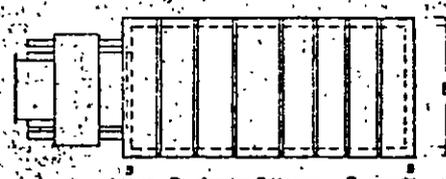
G A B I N E T E S



FRETE

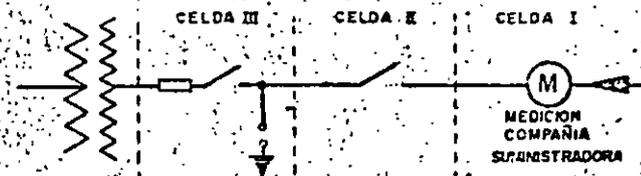


PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* DI3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 Y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

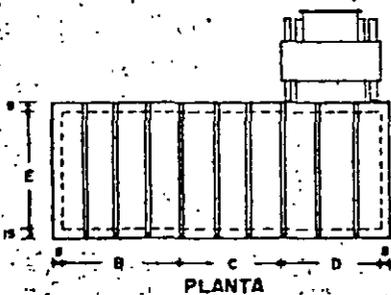
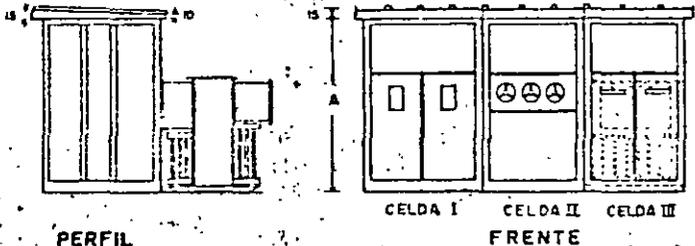
INTEMPERIE

DERECHA — IZQUIERDA

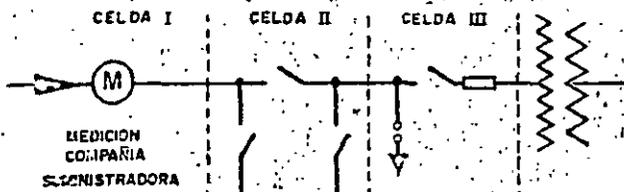
COLINEAL

### G A B I N E T E S

43



### DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

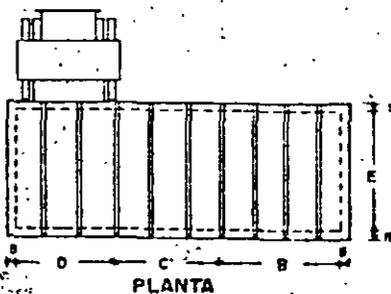
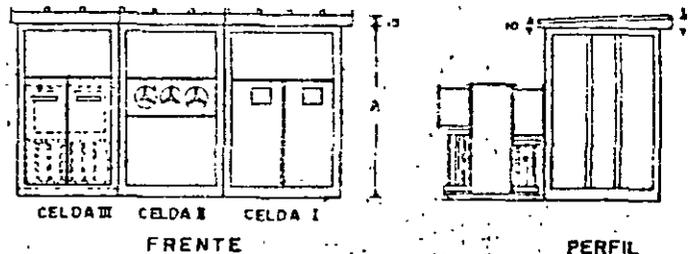
MODELO \* ID3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

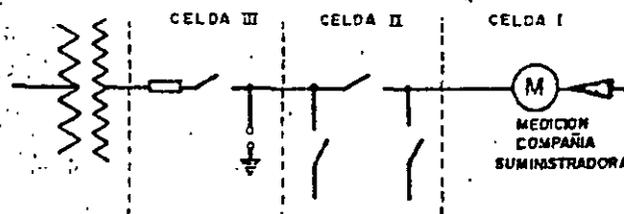
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

### G A B I N E T E S

44



### DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

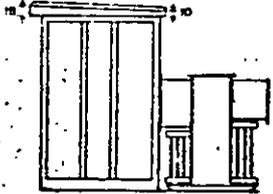
MODELO \* DI3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

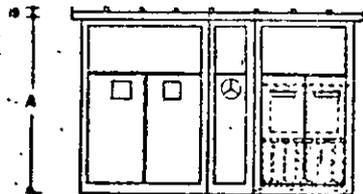
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

G A B I N E T E S

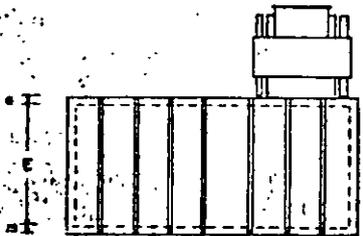
45



PERFIL

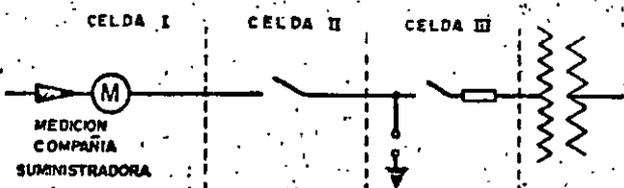


CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

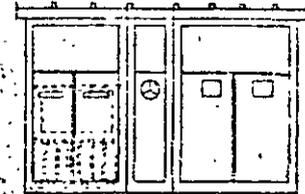
MODELO \* ID3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

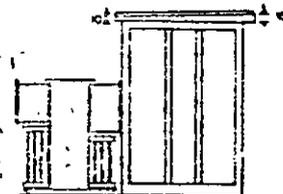
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA → DERECHA	POSTERIOR

G A B I N E T E S

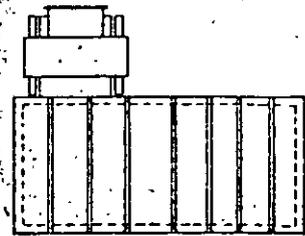
46



CELDA III CELDA II CELDA I  
FRENTE

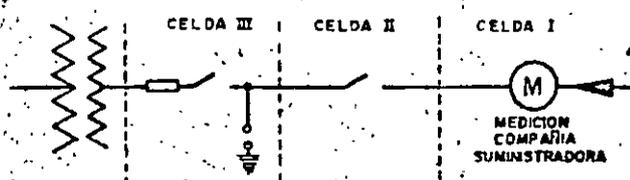


PERFIL



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

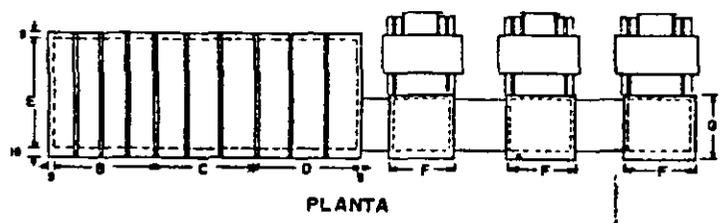
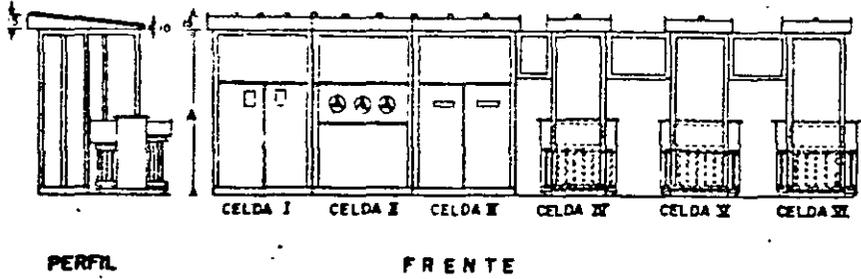
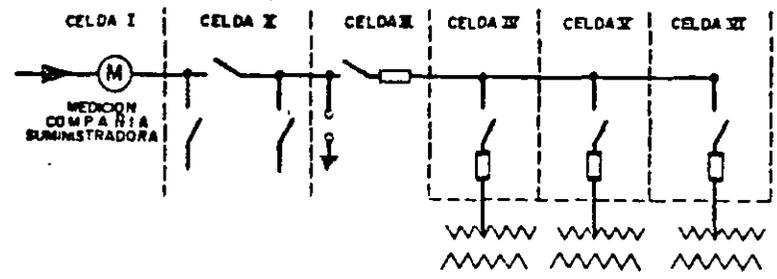


DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 Y 5
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTEMPERIE	IZQUIERDA - DERECHA	COLINEALES

G A B I N E T E S  
48

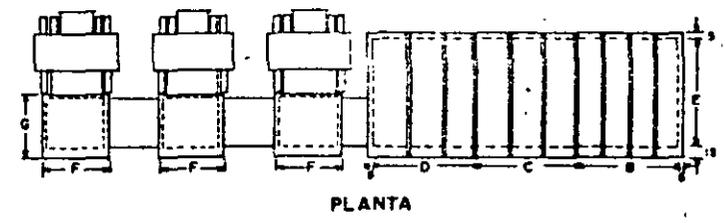
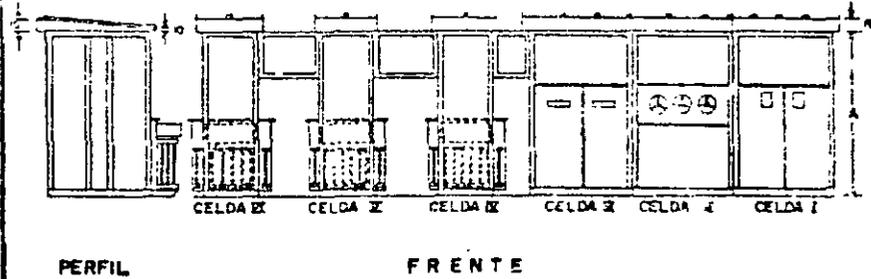
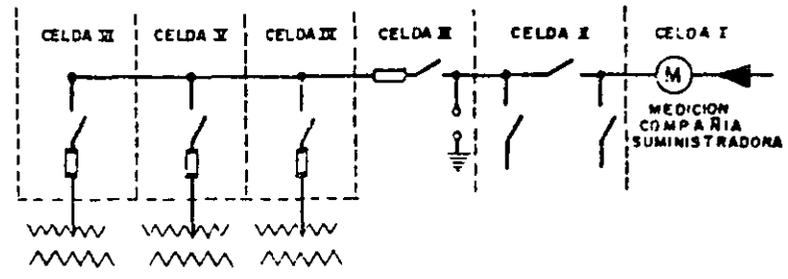


DIAGRAMA UNIFILAR

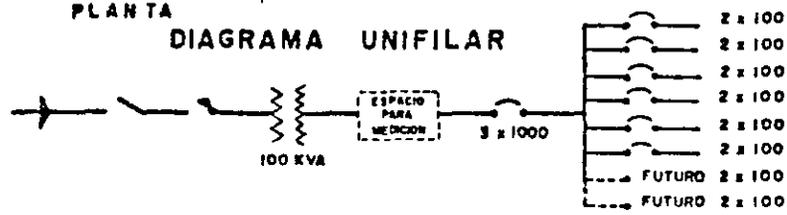
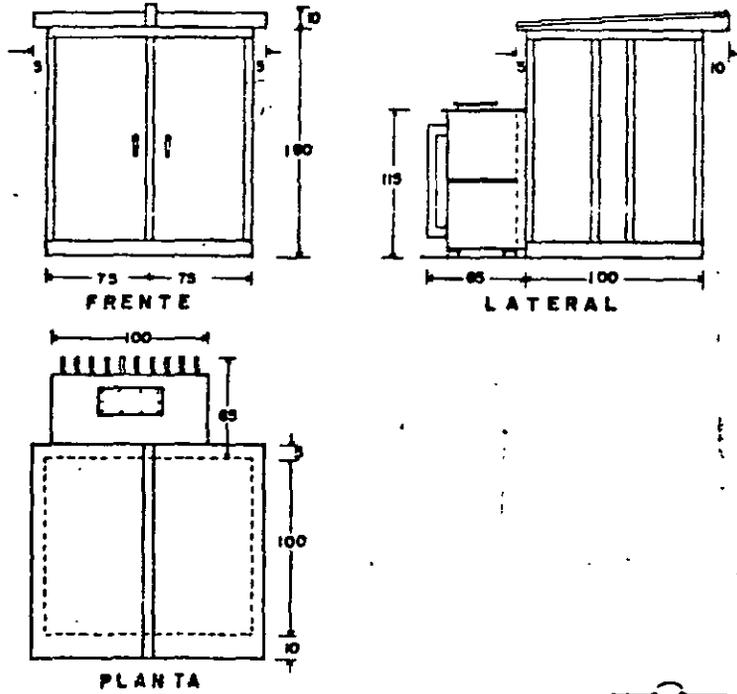


\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3N3TLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 Y 5
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTEMPERIE	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEALES

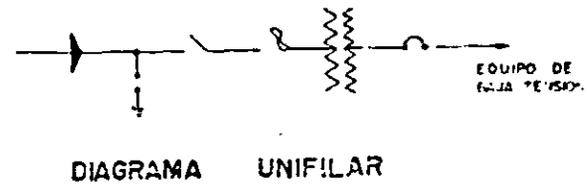
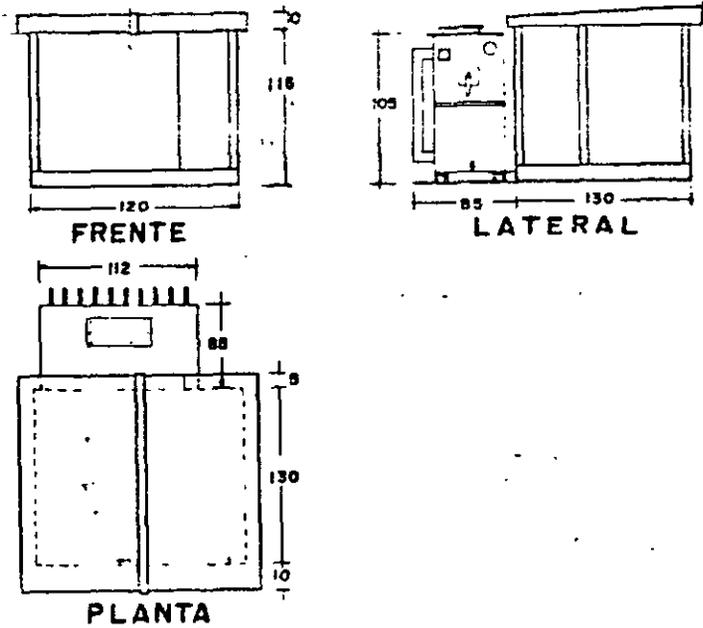
MEMORIA DESCRIPTIVA

GABINETE



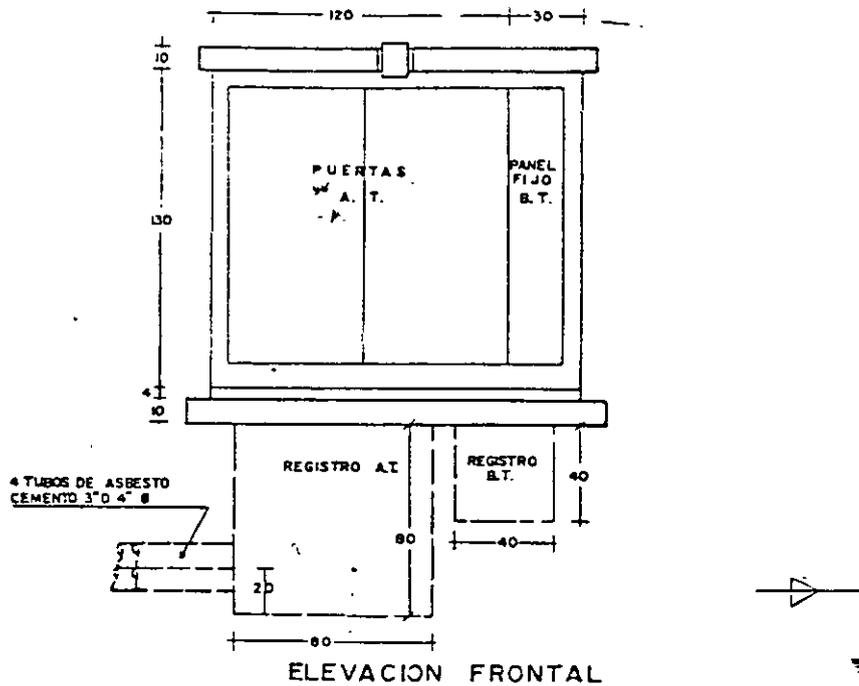
MEMORIA DESCRIPTIVA

50

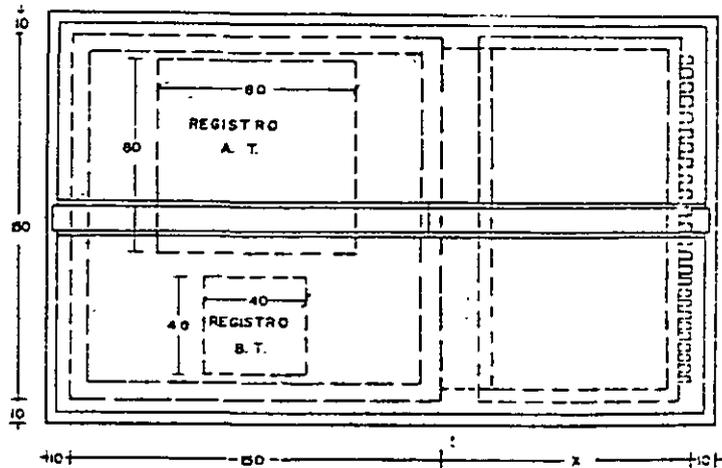


MODELO "MECSAPAQ 100"		ACOTACIONES EN CENTIMETROS
SERVICIO		TRANSFORMADOR
INTEMPERIE		POSTERIOR

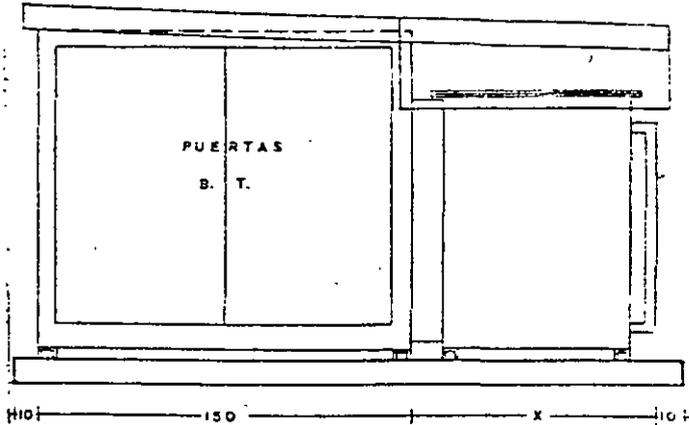
MODELO MECSAPAQ		ACOTACIONES EN CENTIMETROS
SERVICIO		TRANSFORMADOR
INTEMPERIE		POSTERIOR



ELEVACION FRONTAL



PLANTA



ELEVACION LATERAL

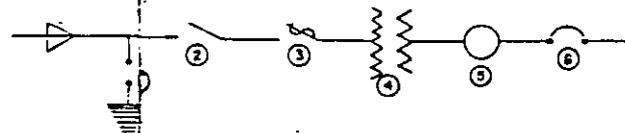


DIAGRAMA UNIFILAR

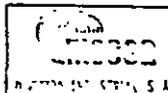
DIMENSIONES DE "X" Y CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

KVA	X	TERMOMAGNETICO
150	76	3x600A
75	69	3x300A
30	70	3x200A
45	69	3x200A
30	67	3x125A

ACOT. EN Cm

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 20/23KV
4. TRANSFORMADOR MARCA MECSA 20/23 KV 220/127 VOLTS.
5. EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION
6. TERMOMAGNETICO



SUBESTACION MECSAPAQ  
R - 25 KV

P.G. - 170

12 / X / 72

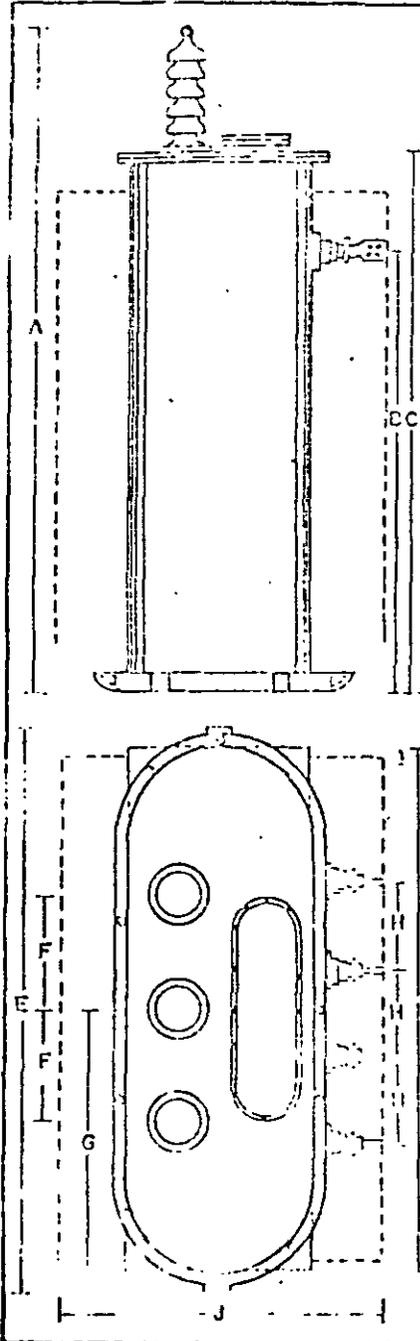
51

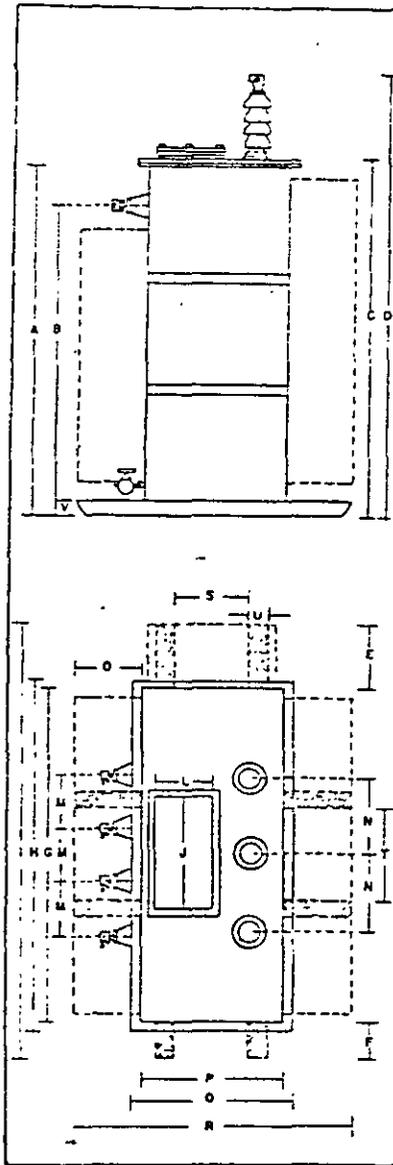
**DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES  
TRIFASICOS PARA 50/60 Hz.  
TIPO TANQUE OVALADO**

MANUFACTURAS ELECTRICAS CANARENA S. A.



KVA	ALTA TENSION			BAJA TENSION		DIMENSIONES APROXIMADAS EN CMS.											LITROS DE ACEITE	PE SO APROX KG
	KV	CONEX	DERIVACIONES	VOLTS	CONEX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
5	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	101	595	68.5	72.5	67	19.5	28	3	34	47	50	200	
10	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	102	605	67.5	71.5	73	22	32	8	64	51	77	250	
15	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	109.5	675	76.5	80.5	78	23	33.5	8.5	67	52	80	300	
20	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	108	66	73	77	83	23	36	8.5	72	53	95	320	
25	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	111.5	695	76.5	80.5	84	23	36.5	8.5	73	54	110	350	
30	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	110.5	685	75.5	79.5	88	23	38.5	8.5	77	56	120	370	
45	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	112.5	70.5	77.5	81.5	95	23	40.5	8.5	81	56	120	400	
50	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	117	74	82	86	100	23	43	10.5	88	53	150	450	
60	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	89	93	107	24	46.5	10	81	62	160	500	
75	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	89	93	113	23	43.5	10.5	87	53	190	600	
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/2.87%	220/127	ESTRELLA	145.5	94	103	107	123	24	43.5	10.5	97	66	200	900	
100	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	128	85	93	97	120	23	47	11	94	63	235	700	
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/2.87%	440/220/127	ESTRELLA	151.5	100	107	113	130	24	52	12	103	71	250	1100	
125	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	85	94	98	126	24	50	12	100	67	250	800	
150	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	140	95	105	109	133	23	53.5	12	97	69	300	900	
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	162.5	110	120	124	139	24	55.5	12	118	75	350	1350	
200	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	133	102	111	115	140	24	57	14.5	114	75	450	1500	





DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 HZ. TIPO TANQUE RECTANGULAR					
MANUFACTURAS ELECTRICAS COMPARENA S. A.					
KVA	200	225	250	300	300
KV	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20
A.T. CONEXION	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA
DERIVACIONES	220/230/240	220/230/240	220/230/240	220/230/240	220/230/240
B.T. VOLTS	440/220/127	220/127	440/220/127	440/220/127	440/220/127
CONEXION	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA
DIMENSIONES APROXIMADAS EN CENTIMETROS					
A	131	123	124	134	138
B	119	111	112	122	126
C	133	125	126	136	140
D	173.5	165	167	167	180.5
E	14	14	14	23	28
F	14	14	14	14	14
G	116	110	116	123	124
H	126.5	120.5	126.5	133.5	134.5
I	144	144	144	160	164
J	38	38	48	48	58
K	38	38	38	61.5	72
L	17	16	15	18	22
M	14	14	14	18	18
N	38	38	24	28	34
O	33	33	23	23	30
P	82	81	82	82	80
Q	62.5	62.5	62.5	62.5	70.5
R	88	77	94	88	134
S	20	20	20	20	28
T	32	25	32	38	72
U	6	6	6	6	6
V	6	6	6	6	6
LITROS DE ACEITE	200	215	250	300	1008
PESO APROX. EN KG	1900	1850	1800	2000	3100

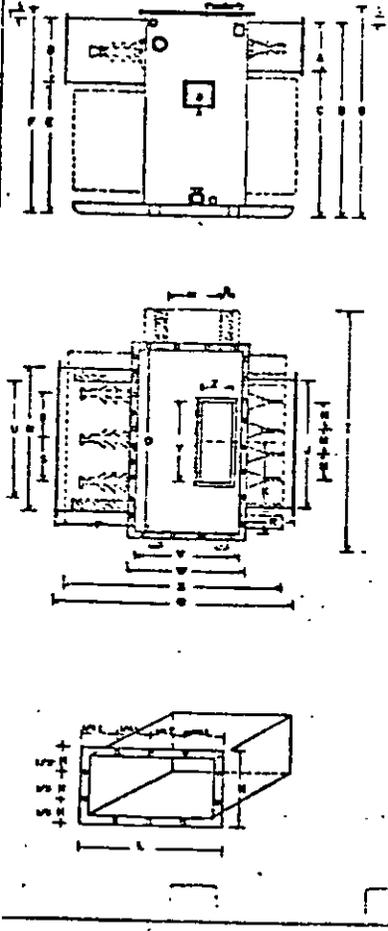
53

58

DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 Hz CON GARGANTAS LATERALES EN AT. Y BT.

59

GRUPO NACIONAL DE ESTUDIOS CADASTERA S.A.



N. Y. A.	100	200	250	300	500	750	1000
K. V.	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20
CONEXION	DELTA						
DERIVACIONES	200/100	200/100	200/100	200/100	200/100	200/100	200/100
VOLTS	200/100	200/100	200/100	200/100	200/100	200/100	200/100
CONEXION	ESTRELLA						
A	20	20	20	20	20	20	20
B	127	133	137	141	133	133	133
C	107	113	117	121	113	113	113
D	33	33	33	33	33	33	33
E	87	91	95	99	91	91	91
F	133	137	141	145	137	137	137
G	153	157	161	165	157	157	157
H	37	37	37	37	37	37	37
I	153	157	161	165	157	157	157
J	33	33	33	33	33	33	33
K	33	33	33	33	33	33	33
L	153	157	161	165	157	157	157
M	10	10	10	10	10	10	10
N	70	70	70	70	70	70	70
O	5	5	5	5	5	5	5
P	100	100	100	100	100	100	100
Q	33	33	33	33	33	33	33
R	100	100	100	100	100	100	100
S	28	28	28	28	28	28	28
T	28	28	28	28	28	28	28
U	3	3	3	3	3	3	3
V	3	3	3	3	3	3	3
W	43	43	43	43	43	43	43
X	10	10	10	10	10	10	10
Y	43	43	43	43	43	43	43
Z	153	157	161	165	157	157	157
DE ACOTE	100	100	100	100	100	100	100
DE ACOTE, Kc	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

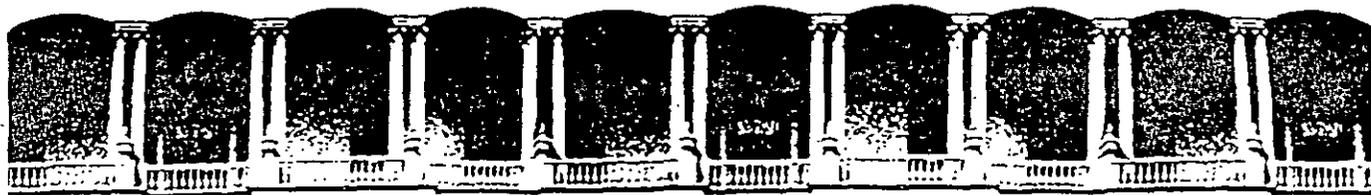
TABLA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD MAXIMA EN AMPERES POR FASE A QUE DEBEN SUJETARSE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA LIBERAR DE SOBRECARGAS EL CIRCUITO PRIMARIO DE BANCOS TRIFASICOS DE TRANSFORMACION.

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.
1.5	1.08	3	0.63	1.5	0.38	1	0.23	1	0.20	1						
2.5	1.80	3	1.04	2	0.63	1.5	0.38	1	0.33	1	0.20	1				
3.5	2.17	5	1.25	3	0.75	1.5	0.45	1	0.39	1	0.24	1	0.16	1		
4.5	2.41	5	1.39	3	0.84	2	0.50	1	0.44	1	0.26	1	0.17	1		
5.5	3.61	7	2.39	5	1.26	3	0.75	1.5	0.66	1.5	0.39	1	0.26	1	0.20	1
7.5	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
10	6.01	15	3.47	7	2.09	5	1.26	3	1.09	2	0.66	1.5	0.44	1	0.33	1
15	7.22	15	4.16	10	2.51	5	1.51	3	1.31	3	0.75	2	0.52	1	0.39	1
20	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
25	10.83	20	6.25	15	3.77	7	2.26	5	1.97	5	1.19	3	0.79	2	0.59	1.5
30	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
35	18.04	30	10.41	20	6.28	10	3.77	7	3.28	7	1.97	5	1.31	3	0.98	2
40	24.06	40	13.88	25	8.37	15	5.02	10	4.37	10	2.62	5	1.75	5	1.31	3
45	27.06	40	15.61	25	9.41	15	5.65	10	4.82	10	2.95	7	1.97	5	1.48	3
50	36.08	50	20.82	30	12.55	20	7.53	15	6.56	15	3.94	7	2.62	5	1.97	5
60	48.11	65	27.76	40	16.73	25	10.04	20	8.75	15	5.25	10	3.50	7	2.62	5
75	54.13	80	31.23	50	18.83	30	11.29	20	9.84	20	5.90	10	3.94	7	2.95	7
100	72.17	100	41.64	65	25.10	40	15.06	25	13.12	20	7.87	15	5.25	10	3.94	7
150			62.45	80	37.65	50	22.59	30	19.66	30	11.81	20	7.87	15	5.90	10
200			69.40	100	41.84	65	25.10	40	21.87	40	13.12	20	8.75	15	6.56	15
250					57.74	80	34.64	40	30.18	50	18.11	30	12.57	20	9.05	15
300					62.76	80	37.65	50	32.80	50	19.68	30	13.12	20	9.84	20
400							50.20	65	43.74	65	26.24	40	17.50	25	13.12	20
500							75.31	100	65.61	100	39.36	50	26.24	40	19.68	30
600											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.

NO. 1530137



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

T E M A

ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION  
E L E C T R I C A

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

COORD. ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO

NOVIEMBRE 1999

## ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA.

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

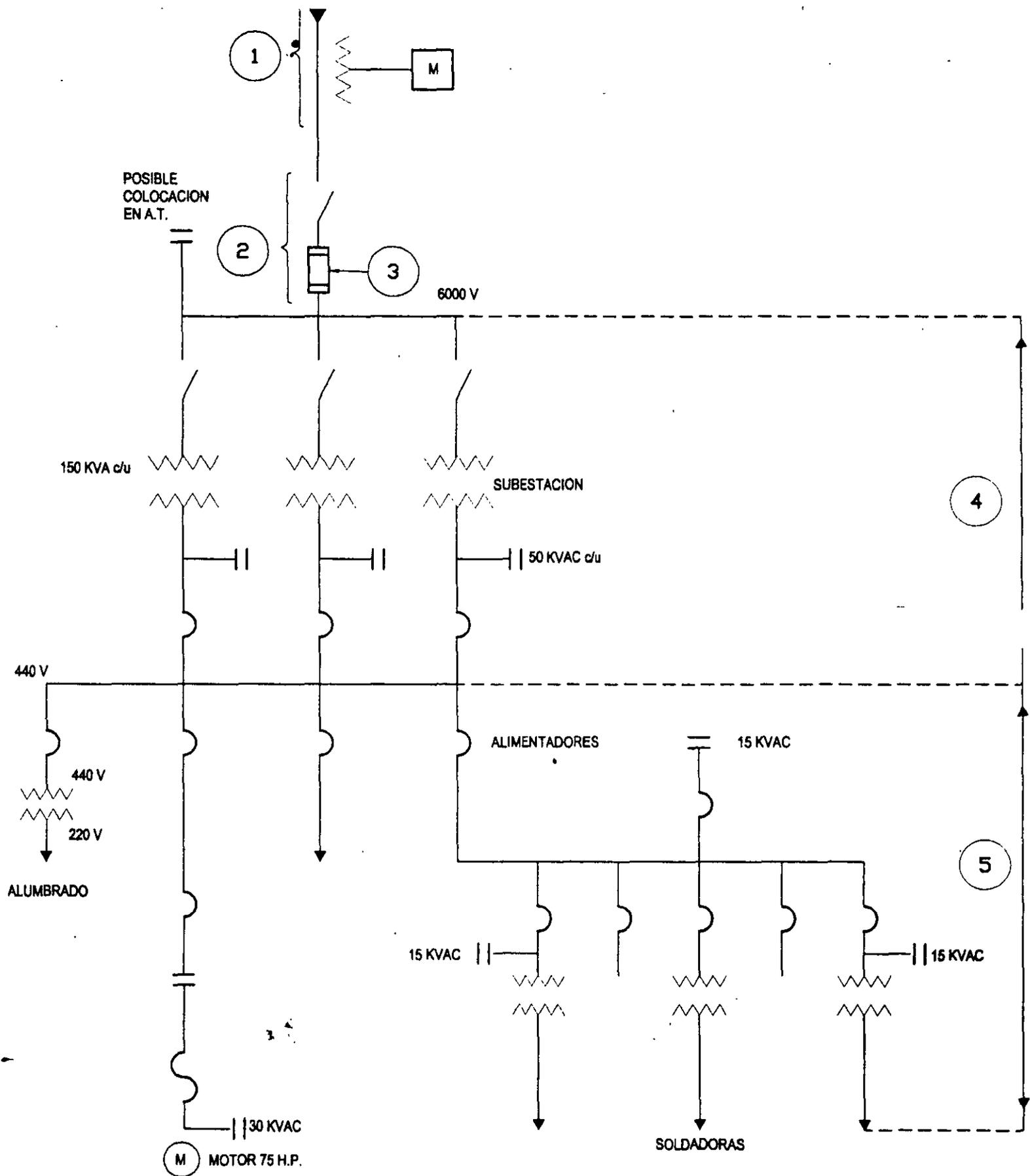


FIGURA 1

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 para Instalaciones Eléctricas indican que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimentada, 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 suministro 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.

#### ANALISIS 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 (calefactores), 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 les 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:

### A.- Cargas de alumbrado.

- \* Utilitaria.

- \* Arquitectónica.

B.- Cargas de aparatos.

\* Definida.

\* Indefinida.

C.- Cargas de motores.

A.- 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 de 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 de trabajo, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.

En el caso donde el área de 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.

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 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 sí 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 secuela:

## NIVELES DE ILUMINACION EN MEXICO

NIVELES de Iluminación, para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A.C. — Illuminating Engineering Society. — Mexico Chapter., como resultado de las reuniones que para tal objeto se llevaron a cabo en el Auditorio del edificio número 2 de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en la Unidad Profesional del Instituto Politécnico Nacional en Zacatenco, D.F., en las cuales estuvieron presentes los representantes de diversas Instituciones, Dependencias Oficiales y Compañías interesadas en la buena iluminación.

La primera columna lleva por encabezado I.E.S. 99% y está formada por los niveles de iluminación determinados por la teoría del Dr. H.R. Blackwell, publicados por el I.E.S. Lighting Handbook edición 1959, con las dos siguientes características: un 99% de rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo. Entendiéndose por 5 asimilaciones por segundo, el promedio de percepciones visuales de un objeto, que puede hacer una persona por un segundo.

La segunda columna S.M.I.I. 95%, está formada por los niveles de iluminación con un rendimiento visual de 95% y las otras 5 asimilaciones por segundo. Esta columna se determinó por medio de un divisor de conversión, que fue encontrado después de hacer interpolaciones entre curvas dadas por el Dr. Blackwell, para 3 asimilaciones por segundo y para 10 asimilaciones por segundo; usando como parámetro valores de brillantes (B) expresados en footlamberts y rendimientos visuales en porciento.

De estos factores se sacaron los valores apropiados de brillantes (B) para cada tarea visual, teniendo ya estos valores se tomó como dividendo común el valor de (B) para 99% de rendimiento visual y como divisores los valores de (B) para cada rendimiento visual requerido. En este caso se acordó un 95% de rendimiento visual, para recomendar como valor mínimo en actividades que ocasionalmente se desarrollan bajo iluminación artificial, con lo que se baja la iluminación a valores aplicables en forma económica en México, sin que se provoque con ello niveles de iluminación que causarían cansancio visual a las personas que trabajan en estos locales y que desarrollan una determinada tarea visual y al mismo tiempo no bajan mucho esos valores, ya que de hacerse así, la eficacia del personal bajaría en igual proporción que los rendimientos visuales.

El divisor de conversión es 1.75.

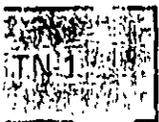
En los casos en que el valor de la S.M.I.I. 95% y el de I.E.S. 99% son iguales, significa que es el valor mínimo que se debe recomendar.

### INDICE

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. EDIFICIOS INDUSTRIALES                       | 5. AREAS COMUNES              |
| 2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS      | 6. ALUMBRADO EXTERIOR         |
| 3. HOSPITALES                                   | 7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS |
| 4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS | 8. ALUMBRADO DE TRANSPORTES   |

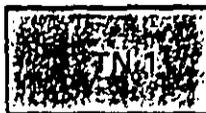
	LUXES	
	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
<b>1 EDIFICIOS INDUSTRIALES</b>		
ACERO (Véase Hierro y Acero)		
ACUMULADORES, MANUFACTURA DE		
Moldeado caldas	500	300
ARCILLA Y CEMENTOS, PRODUCTOS DE		
Molienda, prensa filtrado, hornos de secado, vaciado y devastado	300	200
Esmaltado, pintura y vidriado (Trabajo burdo)	1000	600
Pintura y vidriado (Trabajo fino)	3000a	1700a
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE		
Ensamblado bastidor	500	300
Ensamblado chasis	1000	600
Ensamblaje final e inspección	2000a	1100a
Manufactura carrocería:		
Ensamblado	1000	600
Partes	700	400
Acabado e inspección	2000a	1100a
AVIONES, MANUFACTURA DE		
Partes:		
Producción	1000	600
Inspección	2000a	1100a
Acabado de piezas:		
Taladrado, remachado y apretado de tornillos	700	400
CUARTO PINTURA	1000	600
Trabajo sobre aluminio, formado partes pequeñas del fuselaje y alas	1000	600
Soldadura:		
Iluminación general	500	300
ILUMINACION LOCALIZADA	10000	6000
Subensamblado:		
Tren de aterrizaje, fuselaje, secciones, alas y otras partes grandes	1000	600
ENSAMBLADO FINAL		
Colocación de motores, hélices, secciones ala y tren de aterrizaje	1000	600
Inspección de la nave ensamblada y su equipo	1000	600
Reparación con máquinas herramientas	1000	600
ASERRADEROS		
Clasificación de la madera	2000	1700
AZUCAR REFINERIAS DE		
Clasificación	500	300
Inspección color	2000	1100
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA DE		
Area general de manufactura	500	300
CARBON VERTEDORES DE		
Quebrados, cernidos y limpiado	100	60
Selección	3000a	1700a
CARPINTERIAS		
Trabajo burdo de banco y sierra	300	200
Encolado, cepillado, lijado, trabajo de mediana calidad en máquinas y banco	500	300
Trabajo fino de máquina y banco, lijado y acabado fino	1000	600
CERVECERAS, INDUSTRIAS		
Elaboración y lavado de barriles	300	200
Llenado (de botellas, latas, barriles)	500	300
CUARTOS DE CONTROL (Véase Plantas Generadoras)		
DULCES INDUSTRIAS		
Departamento de Chocolate:		
Descascarado, selección, extracción, de aceite, quebrado y refinación alimentación	500	300
Limpieza del grano, selección inmersión, empacado y envoltura	500	300
Molienda	1000	600
Elaboración de crema:		
Mezclado, cocción y moldeado	500	300
Pastillas de goma y jaleas	500	300
Decoración a mano	1000	600
Caramatos:		
Mezclado, cocción y moldeado	500	300

	LUXES	
	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Corte y selección	1000	600
Elaboración de pesos y envoltura	1000	600
EMPACADORAS DE CARNE		
Moldeado (Rastro)	300	200
Limpieza, destazado, cocido, moliendas, enlatado y empacado	1000	600
ENCUADERNACION		
Doblado, ensamblado, empaste, cortado, punzonado y cocido	700	400
Grabado en relieve e inspección	2000a	1100a
ENLATADORAS DE CONSERVAS		
Clasificación inicial:		
Jitomates	1000	600
Otras muestras	500	300
Clasificación por color (cuartos de corte)	2000a	1100a
Preparación:		
Selección preliminar:		
Chavacanos y duraznos	500	300
Jitomates	1000	600
Aceitunas	1500	900
Cortado y picado	1000	600
Selección final	1000	600
Enlatado		
Enlatado en bandas, sin fin	1000	600
Enlatado estacionario	1000	600
Empacado a mano	500	300
Aceitunas	1000	600
Inspección de muestras enlatadas	2000a	1100a
Manejo de envases:		
Inspección	2000a	1100a
Etiquetado y empacado	300	200
ENSAMBLADO		
Trusco, fácil de ver	300	200
Trusco, difícil de ver	500	300
Medio	1000	600
Fino	5000	3000
Extrafino	10000	6000
ENSAYOS O PRUEBAS		
General	500	300
Instrumentos extrafinos, escalas, etc.	2000a	1100a
EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA DE		
Impregnado	500	300
Aislado, embobinado	1000	600
Pruebas	1000	600
ESTRUCTURAS DE ACERO, MANUFACTURA		
TURA	500	300
EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE	300	200
FORJADO, TALLERES DE	500	300
FUNDICIONES		
Templado (Hornos)	300	200
Limpieza	300	200
Hechura de corazones:		
Finos	1000	600
Medianos	600	300
Inspección:		
Fina	5000a	3000a
Mediana	1000	600
Moldeo:		
Mediano	1000	600
Grande	500	300
Colado	500	300
Selección	500	300
Cubilote	200	100
Desmolde	300	200
GALVANOPLASTIA	300	200
GARAGES AUTOMOVILES Y CAMIONES		
Taller de Servicio:		
Reparaciones	1000	600
Areas activas de tráfico	200	100
Garages para estacionamiento:		
Entrada	500	300
Espacio para circulación	100	100
Espacio para estacionamiento	50	50
GRANJAS		
Establo y Gallinero	100	100
GRABADO (CERA)	2000a	1100a





	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%		I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
<b>GUANTES, MANUFACTURA DE</b>			<b>LAVADO Y PLANCHADO, INDUSTRIAS DE:</b>		
Planchado y cortado	3000a	2000a	Checado y selección	500	300
Tejido y clasificado	1000	600	Lavado en seco, húmedo y vaporizado	500	300
Cosido e inspección	5000a	3000a	Inspección y desmanchado	5000a	3000a
<b>HANGARES</b>			Composturas y modificaciones	2000a	1100a
Servicio de reparación únicamente	1000	600	Planchado	1500	900
<b>HIELO, FABRICAS DE</b>			<b>LAVANDERIAS</b>		
Cuarto de compresores y máquinas	200	100	Lavado	300	200
<b>HIERRO Y ACERO, MANUFACTURA DE</b>			Planchado de blancos, pesado, hacer listas, marcado	500	300
Hornos de hogar abierto:	100	60	Planchado a máquina y selección	700	400
Patio de almacenaje			Planchado fino a mano	1000	600
Piso de carga	200	100	<b>LLANTAS DE HULE Y CAMARAS:</b>		
Resbaladera de vaciado:			<b>MANUFACTURA DE</b>		
Fosos de escoria	200	100	Preparación materia prima:		
Plataformas de control	300	200	Plasticación, molienda y Banbury	300	200
Patio de moldes	50	30	Prensado en calandra	500	300
Colado	300	200	Preparación de la Tela:		
Almacenamiento de coladas	100	60	Cortado y construcción de cejas	500	300
Bodega de pesado	100	60	Máquinas para las cámaras y recubierto	500	300
Reparaciones	300	200	Construcción de llantas:		
Patio de desmolde	200	100	Llantas sólidas	300	200
Patio de chatarra	100	60	Llantas neumáticas	500	300
Edificio de mezcla	300	200	Departamento de vulcanización:		
Edificio de Calcinación	100	60	Cámaras y llantas	700	400
Bola rompedora	100	60	Inspección final	2000a	1100a
Molinos de laminación de:			Envoltura	500	300
Lingote, planchas, soleras y láminas en caliente	300	200	<b>MOLINOS DE HARINA</b>		
Laminación en frío de placas	300	200	Rodillos, cernidores, purificadores	500	300
Tubo, varilla alambón	500	300	Empacado	300	200
Fierro estructural y planchas	300	200	Control de producción	1000	600
Molinos de laminación de hojalata:			Limpiado, cargadores, andenes, tolvas	300	200
Esañado y galvanizado	500	300	<b>PAN, INDUSTRIAS DE</b>		
Laminación en frío	500	300	Cuarto de mezclado	500	300
Cuarto de motores y máquinas	300	200	Cuarto de fermentado	300	200
Inspección:			Formado:		
Rebabeo de lámina negra, lingotes y billetes	1000	600	Pan blanco	300	200
Hojalata y otras superficies brillantes	1000j	600j	Pastelillos y pan dulce	500	300
<b>HULE, PRODUCTO DE</b>			Cuartos de hornos	300	200
Preparación de la materia prima:	300	200	Relleno y otros ingredientes	500	300
Plasticación, molienda y Banbury	500	300	Decorador:		
Prensado en calandra			Mecánico	500	300
Preparación de la tela:			Manual	1000	600
Cortado y tubos flexibles	500	300	Básculas y termómetros	500	300
Productos por extrusión	500	300	Envoltura	300	200
Productos moldeados y vulcanización	500	300	<b>PAPEL, MANUFACTURA DE</b>		
Inspección	2000a	1100a	Bastidores, molinos, calandras	300	200
<b>JABONES, MANUFACTURA DE</b>			Acabado, cortado, recorte y máquinas para hacer el papel	500	300
Paila, corte, escamas de jabón y detergentes en polvo	300	200	Cortado a mano, lado húmedo de la máquina de papel	700	400
Troquelado, envoltura y empaque, llenado y detergentes en polvo	500	300	Carrete máquina de papel, inspección y laboratorio	1000	600
<b>LACTEOS, PRODUCTOS</b>			Enrollado	1500	900
Industria líquida			<b>PIEL, MANUFACTURA DE (TENERIAS)</b>		
Cuarto marmitas y almacén botellas	300	200	Limpiado, curtido y estirado, pailas	300	200
Botellas	500	300	Cortado, descarnado y secado	500	300
Lavadoras botellas	1	1	Acabado	1000	600
Lavadoras latas	300	200	<b>PIEL, TRABAJO SOBRE</b>		
Equipo refrigeración	300	200	Planchado, trenzado y barnizado	2000	1100
Etiqueteo - Inspección	1000	600	Clasificación, igualado, cortado y cosido	3000	1700
Mantenimiento y tableros de medidores (sobre carátula)	500	300	<b>PIEDRA, TRITURADO Y CERNIDO DE</b>		
Laboratorios	1000	600	Transportadores de bandas, espacios de descarga del tiro, cuarto de tolvas, interior de los depósitos	100	60
Pasteurizadores	300	200	Cuarto de quebradoras primarias, quebradoras auxiliares debajo de los depósitos	100	60
Separadores y cuartos refrigerados	300	200	Cernidores	200	100
Tanques, cubas	500	300	<b>PINTURAS, MANUFACTURA DE</b>		
Termómetro (sobre carátula)	500	300	Iluminación general	300	200
Cuarto para pesar (iluminación propia)	300	200	Comparación de las mezclas con las muestras y patrones	2000j	1100j
Básculas	700	400	<b>PIRUFORAS, TALLERES DE</b>		
<b>LAMINA DE HIERRO Y ACERO, TRABAJOS EN</b>			Figura por inmersión o baño con pasta de zinc, smalto a fuego	500	600
Pruebas químicas, troquelado, trabajo en frío, de la línea	500	300			
Pungido y recubrido	500	300			
Inspección en caliente y galvanizado	2000j	1100j			
Troquelado	2000j	1100j			



	LUXES			LUXES	
	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%		I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Pulido, pintura ordinaria a mano y decorado rociado especial y con plantilla	500	300	TABACO, PRODUCTOS DE		
Acabado de pintura a mano:			Secado, desmondamiento (iluminación general)	300	200
Trabajo fino	1000	600	Clasificación y selección	2000a	1100a
Trabajo extra-fino (carrocerías, pianos)	3000a	1700a	TALLERES MECANICOS		
PLANTAS GENERADORES			Trabajo burdo de maquinaria y banco	500	300
Equipo de acondicionamiento de aire, precalentadores y piso de ventiladores, exclusión de cenizas	100	60	Trabajo mediano de maquinaria y banco, máquinas automáticas ordinarias, esmerilado burdo, pulido mediano	1000	600
Auxiliares, sala de acumuladores, bombas alimentadoras de calderas, tanques, compresores y área de manómetros	200	100	Trabajo fino de maquinaria y banco, máquinas automáticas finas, esmerilado mediano, pulido fino	6000a	3000a
Plataformas calderas	100	60	Trabajo extra-fino de maquinaria y esmerilado fino	10000a	6000a
Plantas quemador	200	100	TALLERES TEXTILES ALGODON		
Cuarto de cables, nave de bombas o circuladores	100	60	Abridores, mezcladores, batientes	300	200
Transportador carbón, quebradores, alimentadores, básculas, pulverizador, área de ventiladores, torre de transbordo	100	60	Cerdas y estradoras	500	300
Condensadores, piso de areadores, piso evaporador y piso calentadores	100	60	Pabiladoras, veloces, tróviles y cañoneros	600	300
Cuartos de control:			Enrolladores y Engomadores:		
Superficie vertical de los tableros "Simplex" o sección del "Duplex" viendo hacia el operador:			Telas crudas	500	300
Tipo A.-Cuarto de control largo, 170 cms., sobre el piso	500	300	Mezchillas	1500	900
Tipo B.-Control de cuarto ordinario, 170 cms., sobre el piso	300	200	Inspección:		
Sección de "Duplex" viéndose desde cualquier ángulo	300	200	Telas crudas (volteadas a mano)	1000	600
Pipitas de distribución (nivel horizontal)	500	300	Atado automático	1500a	900a
Áreas dentro de los tableros "Duplex"	100	60	Telares	1000	600
Parte posterior de cualquiera de los tableros (vertical)	100	60	Repaso y atado a mano	2000a	1100a
Alumbrado de emergencia en cualquier área	30	20	TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMBRE		
Tableros despachadores			Abridoras, mezcladoras y batientes	300	200
Piano horizontal (nivel de la mesa)	500	300	Clasificación	1000a	600a
Superficie vertical del tablero (1 25 M. sobre el piso viendo hacia el operador):			Cardado, peinado y repenado	500	300
Cuarto despachador sistema de carga	500	300	Estrado:		
Cuarto despachador secundario	300	200	Hilo blanco	500	300
Área para tanques de hidrogeno y bioxido de carbono	200	100	Hilo de color	1000	600
Laboratorio químico	500	300	Tróviles:		
Precipitadores	100	60	Hilo blanco	500	300
Casa de rejillas	200	100	Hilo de color	1000	600
Plataforma, sopladores de hojín o escoria	100	60	Torzales	500	300
Cabezas para vapor y válvulas	100	60	Devanado		
Cuarto de interruptores de potencia	200	100	Hilo blanco	300	200
Cuarto para equipo telefónico	200	100	Hilo de color	500	300
Túneles o galerías para tubería	100	60	Urdidores		
Substano (parte inferior turbina)	200	100	Hilo blanco	500	300
Cuarto de turbinas	300	200	Hilo blanco (en el peine)	1000	600
Área para tratamiento de agua	200	100	Hilo de color	1000	600
Plataforma para visitantes	200	100	Hilo de color (en el peine)	3000a	1700a
PULIDORAS Y BRUÑIDORAS QUIMICA, INDUSTRIA			Tejido:		
Hornos manuales, tanques de hervido, secadoras estacionarias, cristalizadores por gravedad y estacionarios	300	200	Telas blancas	1000	600
Hornos mecánicos, generadores y destiladores, secadores mecánicos, evaporadores, filtrado, cristalizadores mecánicos, decolorado	300	200	Telas de color	2000	1100
Tanques para cocción, extractores, colodoretadoras, celdas electrolíticas	300	200	Cuarto de telas crudas:		
SOMBRES; MANUFACTURA DE			Quitar nudos de la tela	1500a	900a
Teñido, tensado, galoneado, limpiado y refinado	1000	600	Cosido	3000a	1700a
Formado, calibrado, realizado, terminado y planchado	2000a	1100a	Doblado	700	400
Cosido	5000a	3000a	Acabado húmedo	500	300
Iluminación general	500	300	Teñido	1000a	600a
Soldadura Manual de precisión con arco	10000a	6000a	Acabado en seco		
			Despelmado, acondicionamiento y planchado	700	600
			Cortado	1000	600
			Inspección	2000a	1100a
			Doblado	700	400
			TALLERES TEXTILES SEDA Y SINTETICOS		
			Manufactura		
			Remojado, teñido fugaz y preparación de torcidos	300	200
			Debanado, torcido, redevanado y coneras, torcido de fantasía, engomado:		
			Hilo claro	500	300
			Hilo obscuro	2000	1100
			Urdidores (seda)		
			En estizola, finales de carrera, devanadora, lanzadora y plegadora	1000	600
			Repaso en lisos y en el peine	2000a	1100a
			Tejido	1000	600
			TAPICERIA DE AUTOMOVILES, MUEBLES, ETC.	1000	600

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
<b>TELA, PRODUCTOS DE</b>		
Inspección tela	20000a	10000a
Cortado	3000a	2000a
Costura	500a	3000a
Planchado	3000a	2000a
<b>TIPOGRAFÍAS, INDUSTRIAS</b>		
Fundición de tipo:		
Manufactura matrices, acabado de tipos	1000	600
Preparación de tipos, selección	500	300
Fundición	500	300
Impresión:		
Inspección de colores	2000a	1100a
Linotipos y cajistas	1000	600
Prensas	700	400
Mesa de formación	1500	900
Corrección de pruebas	1500	900
Electrotipia:		
Moldeado, ruteado, acabado, nivelado, moldes y recortado	1000	600
Galvanoplastia	500	300
Fotograbado:		
Grabado al ácido y montado	500	300
Ruteado, acabado, pruebas, entintado	1000	600
<b>VIDRIO, FABRICAS DE</b>		
Cuarto de Hornos y mezcladoras, prensado, máquinas sopladoras y templado	300	200
Esmerilado, cortado, plateado	500	300
Esmerilado fino, biselado, pulido	1000	600
Inspección, grabado y decoración	2000a	1100a
<b>ZAPATOS DE HULE, MANUFACTURA DE</b>		
Lavado, recubrimiento, molinos de ingre clientes	300	200
Barnizado, vulcanizado, colandrias, cortado parte superior y suelas	500	300
Rodillos de suelas, procesos de hechura y acabado	1000	600
<b>ZAPATOS DE PIEL, MANUFACTURA DE</b>		
Cortado y costura:		
Tablas de cortado	3000a	1700a
Marcado, ojalado, adelgazado, selección, remendado y contadores	3000a	1700a
Cosido:		
Materiales claros	500	300
Materiales oscuros	3000a	2000a
Hechura y acabado	2000	1100
<b>2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS</b>		
<b>AUDITORIOS</b>		
Para exhibiciones	300	200
Para asambleas	150	100
Para actividades sociales	50	50
<b>BANCOS</b>		
Vestibulo (iluminación general)	500	300
Pagadores, contadores y recibidores	1500	900
Gerencia y Correspondencia	1500	900
<b>BIBLIOTECAS</b>		
Sala de lectura	700	400
Anaqueles	300	200
Reparación de libros	500	300
Archiveros y catalogar	700	400
Mesa checadora de salidas y entradas de libros	700	400
<b>CENTRAL DE BOMBEROS (Véase Edificios Municipales)</b>		
<b>CLUBES</b>		
Salas de descanso y de lectura	300	200
<b>CORREOS</b>		
Vestibulos, sobre mesas	300	200
Correspondencia, selección, etc	1000	600
<b>CORTES DE JUSTICIA (O TRIBUNALES)</b>		
Áreas de asientos (publico)	300	200
Áreas de actividades propias de la corte	700	400

**EDIFICIOS MUNICIPALES.**
**BOMBEROS Y POLICIA**

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
<b>Policia</b>		
Archivos de identificación	1500	900
Celdas y cuartos para interrogatorios	300	200
<b>Bomberos:</b>		
Dormitorios	200	100
Sala recreativa	300	200
Garage carros bomba	300	200
<b>ESCUELAS:</b>		
Salones de clase	700	400
Salones de dibujo (sobre restiredor)	1000a	600a
Lectura de movimientos de labios (sordo-mudos), pizarrones, costura	1500a	900a
<b>GALERIAS DE ARTE</b>		
Iluminación general	300	200
Sobre pinturas (localizado)	300b	200b
Sobre estatuas y otras exhibiciones	1000c	600c
<b>IGLESIAS</b>		
Altar, retablos	1000e	600e
Coro (D) y presbiterio	300e	200e
Pulpito (iluminación adicional)	500e	300e
Nave principal de la iglesia (iluminación general)	150e	100e
<b>Ventanales emplomados:</b>		
Color blanco	500	300
Color mediano	1000	600
Color obscuro	5000	3000
Ventanal muy denso	10000	6000
<b>MERCADOS</b>		
<b>Bodegas y Cuartos de Almacenamiento</b>		
Activos	200	100
Inactivos	50	50
Carnicerías, Barbacoa, Pescaderías	500	300
Cocinas (Áreas de trabajo)	500	300
Comedores	300	200
Cuartos de máquinas	300	200
Ferreterías y Accesorios electricos	500	300
Lavadoras para verduras y varios	500	300
Mercerías, vestidos y zapaterías	500	300
Mueblerías y artículos para el hogar	500	300
Papelerías, libros y juguetes	500	300
Plataformas de descarga	200	100
Sanitarios y baños	100	100
Verduras, frutas, flores y plantas	500	300
<b>MUSEOS (Véase Galerías de Arte)</b>		
<b>OFICINAS</b>		
Proyectos y diseños	2000	1100
Contabilidad, auditoria, maquinas de contabilidad	1500	900
Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado activo o continuo	1000	600
Archivado interminente o discontinuado	700	400
Sala de Conferencias, entrevistas, salas de receso, archivos de poco uso o sean las áreas en las cuales no se exige la fijación de la vista en forma prolongada	300	200
<b>PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA</b>		
ZA	1000	600
<b>TEATROS Y CINES</b>		
<b>Sala de espectáculos:</b>		
Durante intermedios	50	50
Durante exhibición	1	1
Vestibulo	200	100
Sala de descanso (foyer)	50	30
<b>TERMINALES Y ESTACIONES</b>		
Salas de espera	300	200
Oficina de boletos	1000	600
Oficina de checar equipaje	500	300
Vestibulo	100	60
Andenes y Plataformas	200	100
<b>3 HOSPITALES</b>		
Sala de preparación y anestesia	300	200

## LUXES

## LUXES

I.E.S.  
99%S.M.I.I.  
95%I.E.S.  
99%S.M.I.I.  
95%

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Anfiteatro (iluminación gral.)	200	100
Central de instrumentos esterilizados:		
Iluminación general	300	200
Afilado agujas	1500	900
Sala de Cistoscópicas:		
Iluminación general	1000	600
Mesa Cistoscópica	25000	14000
Sala dental:		
Cuarto de espera	300	200
Cirugía dental (iluminación gral.)	700	400
Silla dental	10000	6000
Laboratorio (banco de trabajo)	1000	600
Sala de recuperación	50	30
Sala de electroencefalogramas:		
Oficina	1000	600
Cuarto de trabajo	300	200
Sala de espera	300	200
Sala de emergencia:		
Iluminación general	1000	600
Iluminación localizada	20000	9000
Sala de electrocardiogramas, de metabolismo y de muestras:		
Iluminación general	200	100
Mesa de muestras	500	300
Salas de reconocimiento y tratamiento:		
Iluminación general	500	300
Mesa de reconocimiento	1000	600
Sala para ojos, oídos, nariz y garganta:		
Cuarto oscuro	100	60
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	500	300
Sala de Fracturas:		
Iluminación general	500	300
Mesa de Fracturas	2000	1100
Laboratorio:		
Cuartos de ensayo	300	200
Mesa de trabajo	500	300
Trabajo más precisos	1000	600
Vestíbulo	300	200
Salas de reposo	300	200
Cuartos para archivar historias clínicas	1000	600
Sala de Rayos X		
Radios, alfa y fluoroscopia	100	60
Terapia superficial y profunda	100	60
Cuarto oscuro	100	60
Sala para ver placas	300	200
Archivos, revelado	300	200
Closet de blancos	100	60
Guardería infantil:		
Iluminación general	100	60
Mesa de reconocimiento	700	400
Cuarto de juego, pediátrico	300	200
Obstetricia:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	300	200
Sala de preparación	200	100
Sala de partos (iluminación gral.)	1000	600
Mesa para partos	25000	14000
Farmacia:		
Iluminación general	300	200
Mesa de trabajo	1000	600
Almacén activo	300	200
Cuartos privados y salas comunes:		
Iluminación general	100	60
Iluminación localizada (lectura)	300	200
Área para desequilibrados mentales	100	60
Tratamiento con isótopos radioactivos:		
Laboratorio radioquímico	300	200
Mesa de reconocimiento	500	300
Cirugía:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	1000	600
Sala de operaciones, iluminación general	1000	600
Lavabo de cirujano	300	200
Mesa de operaciones	25000	14000
Sala de restablecimiento	300	200
Terapia:		
Física	200	100
Ocupacional	300	200

Salas de espera	300	200
Cuarto utilería	200	100
Puesto de enfermeras:		
Iluminación general	200	100
Escritorio	500	300
Mostrador para medicinas	1000	600

## 4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS

## AUTOMOVILES, SALAS DE EXHIBICION

(Véase tiendas)

CASAS (Véase residencias)

Alumbrado nocturno:

Zonas comerciales principales:

General	2000	1100
Atracciones principales	10000	6000

Zonas comerciales secundarias:

General	2000	1100
Atracciones principales	10000	6000

COCINAS (Véase restaurantes o residencias)

ESCAPARATES (o)

Alumbrado diurno:

General	1000	600
Atracciones principales	5000	3000

GASOLINERAS:

Área de servicio	300	200
Cuarto de ventas	500	300
Estantes	1000	600

HOTELES

Recámaras:

Iluminación general	100	60
Para lectura y escritura	300h	200h

Administración

Administración	500	300
Vestíbulo:		
Áreas de trabajo y lectura	300	200
Iluminación general	100	200
Marquesina	500	300

JOYERIA Y RELOJES, MANUFACTURA

DE RESIDENCIAS	5000a	3000a
----------------	-------	-------

DE RESIDENCIAS

Tareas visuales específicas (1):

Juegos de mesa	300	200
Cocina (sobre fregadero u otra superficie de trabajo)	500	300
Lavadero, mesa de planchado	500	300
Cuarto de estudio (sobre escritorio)	700	400
Costura	1000	600

Iluminación general:

Entradas, halls, escaleras y descanso de escaleras	100m	60m
Salas, comedores, recámaras, cuartos de estudio, biblioteca y cuartos de recreo o juego	100m	60m
Cocina, lavandería, cuarto de baño	300	200

RESTAURANTES Y CAFETERIAS

Área de comedor:

Cajera	500	300
Del tipo íntimo:		
Con ambiente ligero	100	60
Con ambiente acogedor	30	30
Del tipo ordinario:		
Con ambiente ligero	300	200
Con ambiente acogedor	150	100
Del tipo servicio rápido		

Cocina:

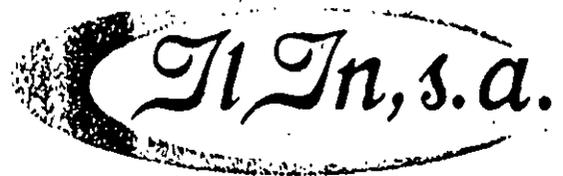
Inspección, etiquetado y precio	700	400
Otras áreas	300	200

SALONES DE BAILES

TIENDAS (o)	50	30
Áreas de circulación	300	200
Áreas de mercancías:		
Con servicio de vendedores	1000	600
Autoservicio	2000	1100

Mostradores y vitrinas en muro:

Con servicio de vendedoras	2000	1100
Autoservicio	5000	3000



	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
Atracciones principales:		
Con servicio de vendedoras	5000	3000
Autoservicio	10000	6000
<b>5. AREAS COMUNES</b>		
BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO		
Inactivas	50	50
Activas:	50	30
Piezas toscas	100	60
Piezas medianas	200	100
Piezas finas	500	300
ELEVADORES DE CARGA Y PASAJE		
RCS	200	100
ESCALERAS	200	100
PASILLOS Y CORREDORES	200	100
BAÑOS Y TOCADORES		
Iluminación general	100	60
Espejo	300g	200g

Dado que en el curso de 10 años, los niveles de iluminación recomendados por el I.E.S., para Alumbrado Exterior, Areas Deportivas y transportes, prácticamente no han variado habiendo demostrado durante ese lapso buenos resultados en su aplicación, la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación, A.C. - Illuminating Engineering Society - México Chapter, aprobó recomendar los mismos niveles de iluminación, teniéndose presente que los lugares en que se aplican, son servicios públicos y en el caso de los espectáculos deportivos, son de paga y susceptibles de televisarse.

	LUXES I.E.S.	S.M.I.I.
<b>6. ALUMBRADO EXTERIOR</b>		
ALUMBRADO DE PROTECCION		
Alrededores de áreas activas de embarque	50	
Alrededores de edificios	10	
Áreas de almacenamiento activas	200	
Áreas de almacenamiento inactivas	10	
Entradas:		
Activas (peatones y/o transportes)	50	
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10	
Límite de propiedad:		
Deslumbramiento por medio de la técnica de protección (reflectores de dentro hacia afuera)	15	
Técnica de iluminación general	2	
Iluminación general áreas inactivas	2	
Plataformas de carga y descarga	200	
Ubicaciones y estructuras de importancia	50	
ASTILLEROS		
Iluminación general	50	
Caminos, sendas	100	
Área de construcción	300	
BANDERAS, ILUMINACION CON PROYECTORES		
(Véase Tableros para boletines y carteles)		
CALLES	0	
CAMINOS	0	
CANTERAS	50	
CARBON, PATIOS PARA (de protección)	2	
CARRETERAS	0	
DRAGADO	20	
EDIFICIOS		
Construcción general	100	
Trabajos de excavación	20	
ESTACIONAMIENTOS	50	
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS		
Iluminación con proyectores:		
Alrededores brillantes:		
Superficies claras	150	
Superficies medio claras	200	
Superficies medio oscuras	300	
Superficies oscuras	500	
Alrededores oscuros:		
Superficies claras	50	

	LUXES I.E.S.	S.M.I.I.
Superficies medias claras	100	
Superficies medio oscuras	150	
Superficies oscuras	200	
<b>FERROCARRIL, PATIOS DE</b>		
De recepción	2	
Clasificación	3	
<b>GASOLINERAS</b>		
Alrededores brillantes		
Acceso	30	
Calzada para coches	50	
Áreas bombas de gasolina	300	
Fachadas edificios (de vidrio)	300r	
Área de servicio	70	
Alrededores oscuros:		
Acceso	15	
Calzadas para coches	15	
Área bombas de gasolina	200	
Fachadas edificio (de vidrio)	100r	
Área de servicio	30	
<b>JARDINES (p)</b>		
Iluminación general	5	
Senderos, escalones, lejanos de la casa	10	
Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos	20	
Flores, jardines entre rocas	50	
Arboles y arbustos, cuando se quieren hacer destacar	50	
<b>MADERAS PARA CONSTRUCCION, PATIOS DE MUELLES</b>		
PATIOS DE ALMACENAMIENTO (Activos)	200	
<b>PLANTAS GENERADORAS</b>		
Pasarelas	200	
Tiradero de ceniza	20	
1		
Descarga de carbón:		
Rampa (Zona de carga y descarga)	50	
Área almacenamiento chalana	5	
Vaciador de carros	5s	
Volcador	50	
Área de almacenamiento de carbón	1	
Transportadores	20	
Entradas:		
Edificio de servicio o generación:		
Principal	100	
Secundaria	20	
Caseta de compuertas:		
Entrada de peatones	100	
Entrada transportadores	50	
Cerca o alambrada	2	
Colectores de entrega del aceite combustible	50	
Tanque de almacenamiento aceite	10	
Patio descubierta	2	
Plataformas-Caldera, cubierta de turbina	50	
Caminos:		
Entre o a lo largo de los edificios	10	
Que no estén bordeados por edificios	5	
Subestación:		
Iluminación general horizontal	20	
Iluminación vertical específica (sobre desconectores)	20	
<b>PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA</b>		
Interior de los furgones	200	
PRESIDIO, PATIOS DE	100	
50		
<b>TABLEROS PARA BOLETINES, CARTELES O LETREROS</b>		
Alrededores brillantes:		
Superficies claras	500	
Superficies oscuras	1000	
Alrededores oscuros:		
Superficies claras	200	
Superficies oscuras	500	
<b>7 ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS</b>		
ALBERCA		
Iluminación general desde la planta alta	100	

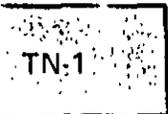


LUXES  
I.E.S.  
S.M.I.I.

LUXES  
I.E.S.  
S.M.I.I.

Bajo el agua:		
Exterior		s
Interior		t
<b>ARQUERIA</b>		
Blanco:		
Torneo		100
Recreativo		50r
Línea de tiro:		
Torneo		100
Recreativo		50
<b>BADMINTON</b>		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
<b>BASEBALL</b>	Jardines	Cuadro
Ligas mayores	1000	1500
Ligas AA y AAA	500	750
Ligas A y B	300	500
Ligas C y D	200	300
Ligas para profesionales y regionales	150	200
Liga menor (Clase I y Clase II)	300	400
Sobre asientos, durante juego		20
Sobre asientos antes y después jro		50
<b>BASKETBALL</b>	Jardines	Cuadro
Universitario y profesional		500
Dentro de Colegios y Secundarias, con espectadores		300
Sin espectadores		200
Recreativo (exterior)		100
<b>BILIARES (sobre mesa)</b>		
Torneo		500
Recreativo		300
Area general		100
<b>BOLICHES</b>		
Mesas:		
Torneo		200
Recreativo		100
<b>PING PONG</b>		
Torneo		500r
Recreativo		300r
<b>BOX O MUCHA (ring)</b>		
Campeonato		5000
Profesional		2000
Amateur		1000
En asientos durante el encuentro		20
En asientos antes y después del encuentro		50
<b>CARRERAS</b>		
De motor (autos chicos o motocicletas)		200
Bicicletas		200
Caballos		200
Purpys		300
<b>CROQUET</b>		
Torneo		100
Recreativo		50
<b>FRONTONIS</b>		
Profesional		1000
Atletico		750
Sobre asientos		50
<b>FRONTÓN O CESTA</b>		
Profesional		1500
Atletico		1000
Sobre asientos		100
<b>FRONTÓN A MANO</b>		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
<b>FOOTBALL SOCCER Y AMERICANO</b>		
(Indice de distancia de la línea de banda o fila más alejada de espectadores)		
Clase I más de 30 Mts		1000
Clase II entre 15 y 30 Mts.		500
Clase III entre 9 y 15 Mts.		300
Clase IV menos de 9 Mts		200
La distancia que hay entre los espectadores y el campo de juego, es la primera consideración para determinar la clase y cantidad de		

alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de paga y televisados, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el factor determinante que debe tomarse en cuenta para lo cual se da la siguiente clasificación Clase I para más de 30,000 espectadores Clase II de 10,000 a 30,000 espectadores Clase III de 5,000 a 10,000 espectadores y Clase IV para menos de 5,000 espectadores.		
<b>GINNASIOS (Refiérase a deportes específicos enumerados en forma separada)</b>		
Exhibiciones, encuentros		300
Para recreación y ejercicio general		200
Asambleas		100
Bailes		50
Regaderas y vestidores		100
<b>GOLF, CAMPOS DE PRACTICA</b>		
Iluminación general sobre los "Tees"		100
A 185 Mts		50r
Practica en los "greens"		100
<b>HOCKEY SOBRE HIELO</b>		
Universitario o profesional		500
Liga amateur		200
Recreativo		100
<b>PATINAJE</b>		
Pista para patines de ruedas		50
Pistas para patinar sobre hielo (interior o exterior)		50
Laguna, estanque o área inundada		10
<b>PING-PONG</b>		
Torneo		500
Club		300
Recreativo		200
<b>PLAYAS</b>		
En tierra		10
A 50 Mts. de la orilla (en mar)		30r
<b>PLAZA DE TOROS</b>		
En el ruedo		1000
Pasillos, tuneles, palcos, gradas		50
<b>SHUFFLE BOARD</b>		
Torneo		100
Recreativo		50
<b>SKIES, RANPA DE PRACTICA</b>		5
<b>SOFTBALL</b>	Jardines	Cuadro
Profesional y de campeonato	300	500
Semi-profesional	200	300
Ligas industriales	150	200
Recreativo	75	100
<b>TENIS</b>		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
<b>ALUMBRADO DE TRANSPORTES</b>		
<b>AEROPUERTOS</b>		
Plataforma frente hangares		10
Plataforma frente edificio de la terminal.		
Area de estacionamiento		5
Area de carga		20
<b>AUTOBUSES</b>		
Urbanos		300
Foráneos		150
<b>AUTOMOVILES</b>		
Sobre placas		5
<b>AVIONES</b>		
Compartimientos pasajeros		
Iluminación general		50
Lectura (en asientos)		200
<b>BARCOS</b>		
Camarotes		50u
Liters, sobre plano de lectura		150
España, sobre cara		500
Baños		50
Pasillos y corredores		50
Escaleras		





LUXES  
I.E.S.  
S.M.I.I.

LUXES  
I.E.S.  
S.M.I.I.

Pasajeros	100
Tripulación	50
Entrada pasajeros	100v
Salas de descanso, pasajeros y oficiales	100x
Cuartos de esmercimiento tripulación	200
Sobre mesas	300
Comedor pasajeros	100w
Salón comedor, oficiales y tripulación	100
Sobre mesas	150
Bibliotecas	100
Para lectura	300
Salones fumadores	5x
Cubiertas cerradas	100
Peluquería y salón de belleza	200
Sobre la persona	500
Salones de Cocktail y Cantina	50w
Salón de baile	50w
Piscinas, playes interiores	100y
Tiendas	200u
Teatros:	
Durante el espectáculo	1
Intermedio	50
Gimnasios	200
Hospital:	
Sala de operaciones	500u
Sala dental	300u
Dispensario	300u
Sala de encamados	50u
Oficina doctor	200u
Sala de espera	100x
TIRO AL BLANCO	
Sobre el blanco	500r
Línea de tiro	100
Área intermedia	50
Cabina de radio, vestíbulo pasajeros	100x
Mostrador para pasajeros oficina sobrecargo	200
Áreas de navegación:	
Timonera (sobre puente de mando)	50
Cuarto de mapas	100
Sobre mesa de mapas y Cartas de Navegación	500
Cuarto del radar	50
Cuarto de giroscopios	50
Cabina de radio	100u
Oficina del barco	200
Sobre escritorios y mesas de trabajo	500
Para teneduría de libros y auditoría	500
Cuarto de registro (cuaderno bitácora)	100
Sobre escritorio	500
Áreas de servicio:	
Galera	200u
Lavandería	150u
Dispensa	150u
Fregaderos	150u
Preparación comida	200u
Almacén comida (sin y con refrigerador)	50
Carnicería	150u
Imprenta	300u

Sastrería	500u
Oficinas postales	200u
Vestidores	30
Central telefónica	100u
Cuarto para almacén	50
Áreas de operación:	
Cuarto máquinas (áreas de trabajo)	100u
Cuarto calderas (áreas de trabajo)	100u
Cuarto ventiladores	50
Cuartos grupos Motor-Generador	50
Cuartos de generación y tablero de control	100
Cuarto de montacargas	50
Tableros de control, iluminación vertical:	
Parte alta	300
A 90 cms. desde el piso	100
Cuarto del mecanismo del timón	50
Cuarto de bombas	10
Tablero de medición y control (iluminación vertical):	
Sobre medidores	300
Túnel del eje	30
Bodega seca para cargamento (Unidad de iluminación permanente)	10u
Carga y descarga de cargamento refrigerado	30u
Talleres	200
Sobre trabajo	500
Escotillas de la bodega:	
Área sobre escotilla	50
Área adyacente a la cubierta	30
CARROS DE FF.CC. PARA CORREO	
Bultos de correo y cajas para cartas	300
Almacén correo	150
CARROS DE FF.CC. PARA PASAJEROS	
Escritura y lectura:	
General	200
Sobre escritorio	500
Sección de baños:	
General:	150
Espejo	300
Sanitario	50
Carro comedor	150
Cantina	100
Áreas sociales	200
Escalones y puertas	100
TRANVIAS Y TROLEBUSES	300
TIRO AL PICHON	
Blanco, a 50 Mts.	300r
Línea de tiro, general	100
VOLLEYBALL	
Torneo	200
Recreativo	100
WATER POLO	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100

**NOTAS**

- Se puede obtener con la combinación de alumbrado general y alumbrado suplementario especializado, manteniendo las relaciones de brillantez recomendadas. Estas tareas visuales generalmente hacen intervenir la discriminación de los detalles delicados por largos períodos de tiempo y bajo condiciones de contraste reducido. Para dar la iluminación requerida, es necesario usar una combinación del alumbrado general antes indicado más el alumbrado suplementario especializado. El diseño e instalación de estos sistemas combinados no deberá únicamente proveer una cantidad suficiente de luz, sino que también deberá dar la dirección apropiada a la luz, difusión y además protección al ojo humano. Deberá también, tanto como sea posible, eliminar el deslumbramiento directo o reflejado como sombras desagradables.
- Las pinturas o cuadros con colores oscuros y con detalles delicados o finos, deberán tener una iluminación de 2 a 3 veces mayor.
- En algunos casos, una iluminación mayor de los 1000 Luxes, es necesaria para hacer resaltar la belleza de las estatuas.
- La iluminación se puede reducir o aminorar durante el sermón, la introducción o la meditación.

*Iluminación PARA LA Industria, s. a.*

NORTE 3 No. 215 COL. FEDERAL MEXICO 9, D.F.  
571-57-08 571-80-44 571-55-13

- e. Si los acabados interiores son oscuros (menos de 10% de reflexión), la iluminación será de 2/3 partes del nivel recomendado para evitar altos contrastes en brillantez, como en el caso de las páginas de los libros de selmos o canto; y el medio semiobscuro que lo rodea. Es esencial un diseño cuidadoso para evitar brillantez desagradable.
- f. Alumbrado especial, tal que (1) el área luminosa sea lo suficientemente grande para cubrir completamente la superficie que está siendo inspeccionada y (2) la brillantez deberá estar dentro de los límites necesarios para obtener condiciones de contrastes confortables. Esto implica el uso de fuentes luminosas de gran área y relativa baja brillantez en los casos en que la brillantez de la fuente luminosa se considere como un factor principal en vez de los Luxes producidos en un punto considerado.
- g. Para inspección minuciosa, 500 luxes.
- h. Los manuscritos a lápiz y la lectura de reproducción y copias pobres requieren 700 luxes.
- i. Para inspección minuciosa, 500 luxes. Esto se puede hacer en el cuarto de baño, pero si se tiene un tocador, es necesario un alumbrado localizado para obtener un nivel recomendado.
- j. La superficie especular del material puede hacer necesaria una recomendación especial en la selección y localización del equipo de alumbrado, o alguna determinada orientación del trabajo.
- k. O no menos de 1/5 del nivel de las áreas adyacentes.
- l. La brillantez de la tarea visual debe relacionarse con la brillantez que la rodea.
- m. La iluminación general de éstas áreas no necesariamente tiene que ser muy uniforme.
- n. Incluyendo calles y establecimientos cercanos,
  - (A) Los valores recomendados son iluminación sobre la mercancía o aparadores. El plano en el cual la luz sea más importante puede variar desde el horizontal al vertical. (B) Áreas específicas en las cuales se involucre una difícil visión, se puede iluminar con niveles de iluminación considerablemente más altos. (C) La selección del color de las lámparas fluorescentes es importante. Para una mejor apariencia de la mercancía se puede combinar los sistemas fluorescentes e incandescentes. (D) La iluminación puede hacerse muchas veces no uniforme para hacer resaltar la distribución de la mercancía.
- o. Estos valores están basados en un 25% de reflexión, ya que éste es el promedio de reflexión de la vegetación y superficies exteriores típicas. Estos valores se deben ajustar para las reflexiones de materiales específicos iluminados, para obtener una brillantez equivalente. Estos niveles dan una brillantez satisfactoria cuando son vistos desde interiores o terrazas en penumbra. Cuando son vistos desde áreas oscuras se pueden reducir cuando menos a la mitad o se pueden doblar cuando se desee un efecto más dramático.
- p. Iluminación promedio recomendada (Luxes).

**TRANSITO DE PEATONES**

**CLASIFICACION DE TRANSITO DE VEHICULOS POR HORA**

	Muy escaso (Menos de 150)	Escaso (150 a 500)	Mediano (500 a 1200)	Intenso (más de 1200)
Intenso	6	8	10	12
Mediano	4	6	8	10
Escaso	2	4	6	8

Estos valores están basados en condiciones de reflexión del pavimento muy favorables, del orden de 10%. Cuando la reflexión sea pobre (del orden de 3%, como en el asfalto) la iluminación recomendada deberá aumentarse 50%. Cuando la reflexión sea raramente alta (20% o más, como en el concreto claro) los valores recomendados pueden reducirse un 25%.

Los valores recomendados se supone que deberán mantenerse en servicio.

Si el mantenimiento es bajo, estos valores deberán aumentarse.

El valor más bajo en cualquier punto de la carretera no deberá ser menos de 1/10 de los valores indicados en la tabla para carreteras con tránsito de vehículos muy escaso y con tránsito de peatones escaso, y no menor de 1/4 de los valores anteriores indicados para todos los demás casos de carreteras.

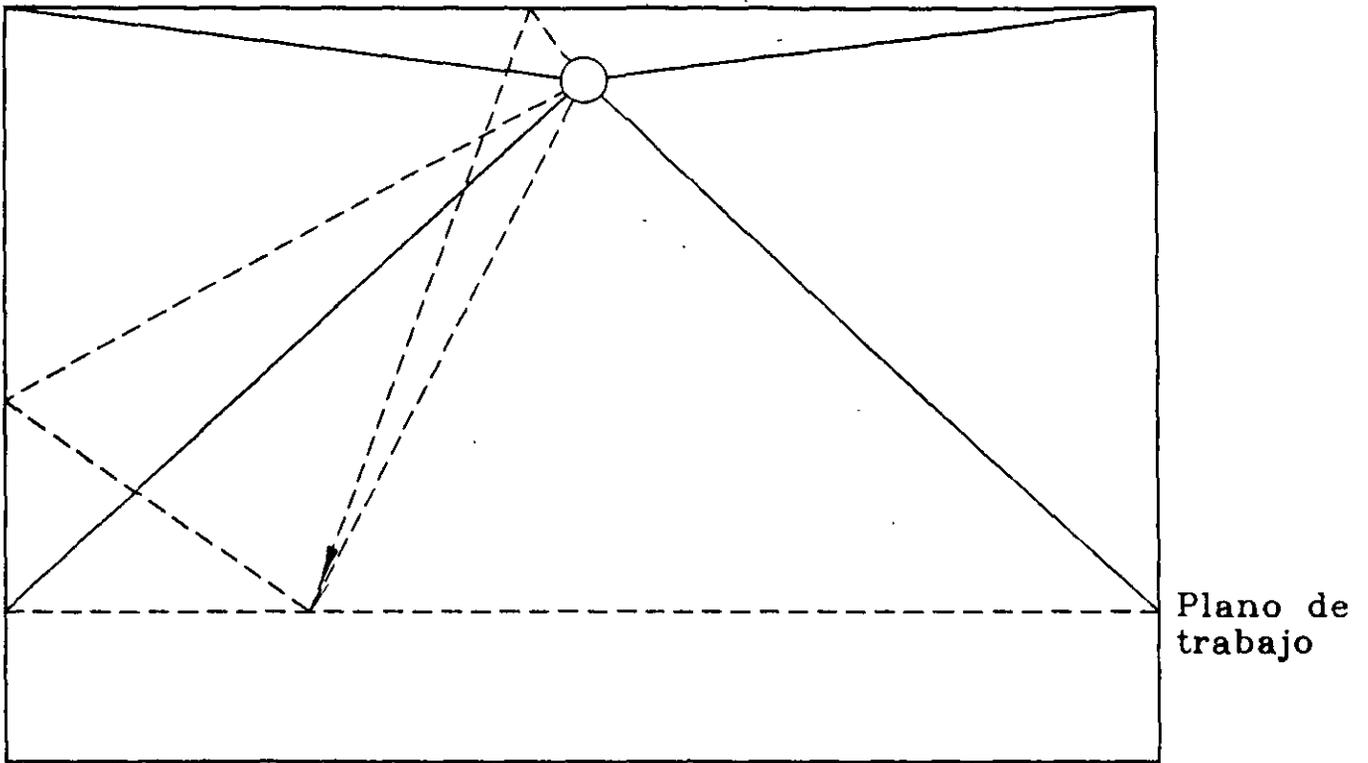
- r. Vertical.
- s. 800 lúmenes por metro cuadrado de superficie.
- t. 1000 lúmenes por metro cuadrado de superficie.
- u. En este espacio se deberá usar alumbrado suplementario con objeto de poder obtener los niveles de iluminación recomendados que requiere cada tarea visual involucrada.
- v. La instalación deberá ser tal, que el nivel de la iluminación pueda ser aumentado por lo menos 400 luxes para embarques diurnos.
- w. En las áreas públicas, tales como salas de descanso, salones de baile, fumadores, cantinas y comedores, los valores de Luxes pueden variar ampliamente, dependiendo de la atmósfera, decada, los decorados interiores y el uso que se vaya a dar a cada uno de estos lugares.

1.- 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.

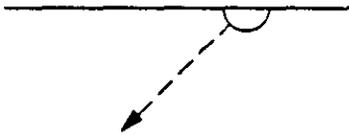
2.- Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias.- Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente manera:

- \* directo.
- \* semidirecto.
- \* general difuso o directo-indirecto.
- \* semi-indirecto.
- \* indirecto.

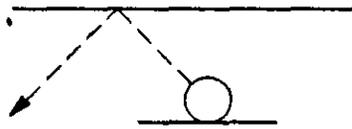
Por lo general, las oficinas quedan mejor iluminadas utilizándose, ya sea un sistema indirecto, un semi-indirecto o un, directo-indirecto. En la industria general se utiliza el sistema directo o el semi-directo y las áreas comerciales pueden usar cualquier tipo de alumbrado o combinación de sistemas. La instalación del mejor sistema dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área por iluminar.



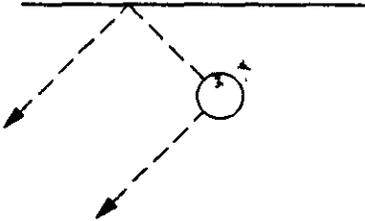
DIRECTO



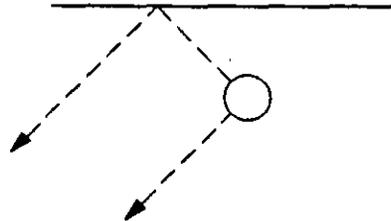
INDIRECTO



SEMI INDIRECTO



SEMI DIRECTO



3.- 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 índices 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 del

⊕ Índice del Local

(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 v 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	I	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	G	H	I	I	J	J	J							
	5.48	G	H	I	I	J	J	J							
	6.10	G	H	I	I	J	J	J	J						
	7.30	G	H	H	I	J	J	J	J	J					
	9.15	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J				
	10.65	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J	J			
	12.20	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J	J	J		
15.25	F	G	H	H	I	I	I	J	J	J	J	J			
3.05	3.05	H	H	I	J	J	J	J							
	3.65	G	H	I	I	J	J	J							
	4.26	G	H	I	I	J	J	J	J						
	4.87	F	H	I	I	J	J	J	J						
	5.48	F	G	H	I	J	J	J	J						
	6.10	F	G	H	I	J	J	J	J	J					
	7.30	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J				
	9.15	F	G	G	H	I	I	I	J	J	J				
	10.65	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J			
	12.20	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J		
15.25	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J			
18.30	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J			
21.35	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J			
3.65	3.65	G	H	H	I	J	J	J	J						
	4.26	F	G	H	I	I	J	J	J						
	4.87	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	5.48	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	6.10	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J				
	7.30	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J			
	9.15	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J			
	10.65	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J	J		
	12.20	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J	
	15.25	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J	
18.30	E	F	F	G	G	H	H	H	J	J	J	J	J		
21.35	D	F	F	G	G	H	H	H	J	J	J	J	J		
24.40	D	F	F	F	G	H	H	H	J	J	J	J	J		
30.50	D	F	F	F	F	H	H	H	J	J	J	J	J		
4.25	4.26	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	4.87	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	5.48	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	6.10	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	7.30	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J			
	9.15	E	F	F	G	H	H	H	I	J	J	J			
	10.65	E	F	F	G	H	H	H	H	J	J	J	J		
	12.20	D	F	F	G	G	H	H	H	J	J	J	J	J	
	15.25	D	F	F	F	G	G	G	H	J	J	J	J	J	J
	18.30	D	F	F	F	G	G	G	H	J	J	J	J	J	J
21.35	D	F	F	F	G	G	G	H	J	J	J	J	J	J	
24.40	D	F	F	F	F	G	G	H	J	J	J	J	J	J	
30.50	D	F	F	F	F	F	G	H	J	J	J	J	J	J	
4.85	4.87	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	5.48	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	6.10	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	7.30	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	9.15	D	F	F	G	H	H	H	I	J	J	J			
	10.65	D	F	F	F	G	H	H	H	J	J	J	J		
	12.20	D	F	F	F	G	G	H	H	J	J	J	J	J	
	15.25	D	F	F	F	F	G	G	H	J	J	J	J	J	J
	18.30	C	D	F	F	F	F	G	G	H	J	J	J	J	J
	21.35	C	D	F	F	F	F	F	G	H	J	J	J	J	J
24.40	C	D	F	F	F	F	F	F	H	J	J	J	J	J	
30.50	C	D	F	F	F	F	F	F	H	J	J	J	J	J	
5.50	5.48	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J				
	6.10	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J				
	7.30	D	F	F	G	H	H	I	I	J	J				
	9.15	D	F	F	F	G	H	H	H	J	J	J			
	10.65	D	F	F	F	G	G	H	H	J	J	J	J		
	12.20	C	D	F	F	F	G	G	H	J	J	J	J	J	
	15.25	C	D	F	F	F	F	G	G	H	J	J	J	J	J
	18.30	C	D	D	F	F	F	F	G	H	J	J	J	J	J
	21.35	C	D	D	F	F	F	F	F	H	J	J	J	J	J
	24.40	C	D	D	F	F	F	F	F	H	J	J	J	J	J
30.50	C	D	D	F	F	F	F	F	H	J	J	J	J	J	
36.50	C	D	D	F	F	F	F	F	H	J	J	J	J	J	

## ⊕ Índice del Local

(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	G	G	H	H	I	J	J	J						
	9.15	D	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J						
	10.65	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	12.20	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	15.25	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	18.30	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	21.35	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	24.40	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
7.30	7.30	D	E	F	F	F	G	G	H	H	I	J						
	9.15	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	10.65	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	12.20	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J						
	15.25	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	18.30	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	21.35	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	24.40	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	30.50	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
9.15	9.15	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	10.65	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	12.20	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	15.25	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	18.30	B	C	D	E	E	F	F	G	G	H	H						
	21.35	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	24.40	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	30.50	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	36.60	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
10.65	10.65	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H					
	12.20	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H					
	15.25	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H					
	18.30	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	21.35	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	24.40	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	30.50	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	36.60	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	42.70	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
12.20	12.20	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H					
	15.25	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H					
	18.30	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	21.35	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	24.40	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	30.50	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	36.60	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	42.70	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G					
	15.25	15.25	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H			
18.30		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
21.35		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
24.40		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
30.50		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
36.60		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
42.70		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
51.80		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
60.95		A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H				
18.30	18.30	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	G	H			
	21.35	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	G	H			
	24.40	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	G	H			
	30.50	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	G	H			
	36.60	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	G	H			
	42.70	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	G	H			
24.40	24.40	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F	G	H		
	42.70	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F	G	H		
	60.95	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F	G	H		
30.50	30.50	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E		
	45.70	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E		
	60.95	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E		
36.60	36.60	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D		
	48.80	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D		
	60.95	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D		

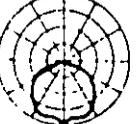
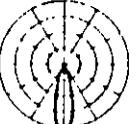
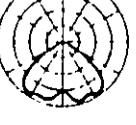
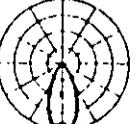
local y las tablas de coeficiente de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de estas relaciones.

### VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

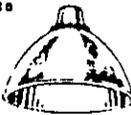
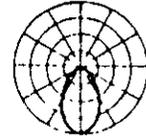
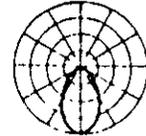
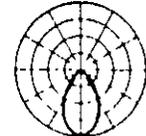
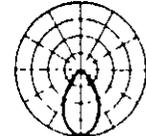
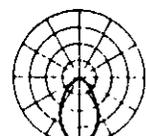
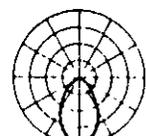
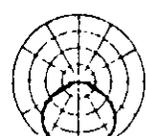
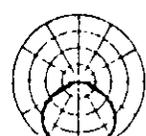
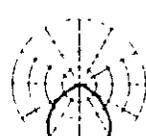
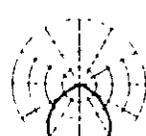
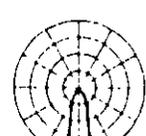
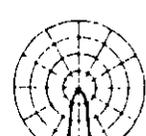
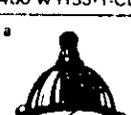
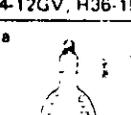
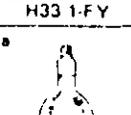
Indice del local	Relación del local	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria

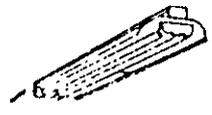
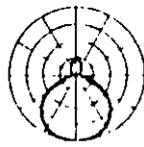
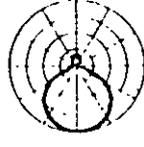
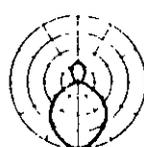
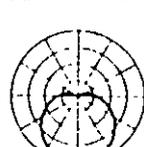
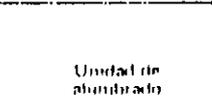
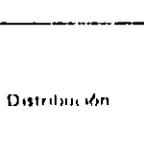
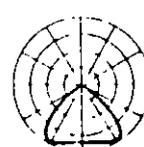
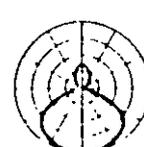
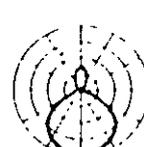
### ⊕ Coeficientes de Utilización

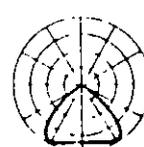
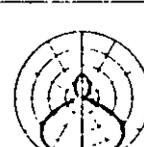
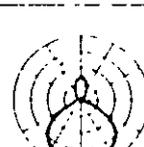
Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de manteni- miento	Reflexiones																																									
					Techo		70%		50%		30%																																			
					Paredes		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%																																
					Índice local		Coeficiente de utilización																																							
Incandescentes	Directa  Reflector de cúpula RLM		1.3 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J	0.33	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25	0.28	0.25	0.36	0.33	0.47	0.43	0.39	0.54	0.49	0.45	0.59	0.54	0.50	0.65	0.61	0.57	0.69	0.65	0.62	0.72	0.68	0.65	0.76	0.73	0.70	0.78	0.75	0.73							
	Directa  Interperie dura haz medio.		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73	J	0.43	0.40	0.38	0.43	0.40	0.38	0.39	0.38	0.50	0.47	0.45	0.55	0.52	0.50	0.59	0.56	0.54	0.61	0.59	0.57	0.65	0.62	0.61	0.67	0.65	0.63	0.68	0.66	0.65	0.70	0.68	0.67	0.70	0.69	0.68	0.67					
	Directa  Interperie dura haz estrecho.		0.9 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73	J	0.45	0.42	0.40	0.45	0.42	0.40	0.42	0.40	0.53	0.50	0.48	0.57	0.54	0.52	0.61	0.58	0.56	0.64	0.61	0.59	0.67	0.64	0.62	0.69	0.67	0.65	0.70	0.68	0.67	0.70	0.69	0.68	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67				
	Directa  Lámpara reflectora R-52 Haz ancho 500 y 750 w		1.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J	0.50	0.45	0.42	0.49	0.45	0.41	0.45	0.41	0.62	0.57	0.53	0.70	0.65	0.62	0.77	0.72	0.69	0.82	0.77	0.74	0.88	0.84	0.81	0.92	0.88	0.85	0.94	0.91	0.88	0.97	0.94	0.92	0.99	0.97	0.94	0.93	0.92				
	Directa  Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J	0.66	0.62	0.60	0.65	0.62	0.59	0.62	0.59	0.75	0.71	0.68	0.80	0.76	0.73	0.85	0.81	0.80	0.88	0.85	0.82	0.93	0.90	0.88	0.96	0.93	0.91	0.98	0.95	0.93	1.00	0.98	0.96	1.01	1.00	0.98	0.97	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 Malo 0.65	J	0.38	0.34	0.32	0.38	0.34	0.32	0.34	0.32	0.47	0.43	0.40	0.53	0.49	0.46	0.59	0.55	0.52	0.63	0.60	0.57	0.65	0.63	0.60	0.69	0.67	0.65	0.71	0.69	0.67	0.72	0.70	0.67	0.75	0.73	0.71	0.77	0.75	0.73		
		Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz medio, 400 w H33-1-CD		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J	0.46	0.43	0.41	0.46	0.43	0.41	0.43	0.41	0.54	0.51	0.49	0.59	0.56	0.53	0.63	0.60	0.57	0.65	0.63	0.60	0.69	0.67	0.65	0.71	0.69	0.67	0.73	0.71	0.69	0.75	0.73	0.71	0.76	0.75	0.73	0.72	0.71	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 Malo 0.63	J	0.51	0.48	0.46	0.51	0.48	0.46	0.48	0.46	0.58	0.55	0.53	0.62	0.59	0.57	0.66	0.63	0.61	0.69	0.66	0.64	0.72	0.70	0.68	0.74	0.72	0.70	0.75	0.74	0.72	0.77	0.76	0.74	0.77	0.75	0.74	0.74	0.74	0.74		
		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 Malo 0.58	J	0.39	0.36	0.33	0.39	0.36	0.33	0.36	0.33	0.48	0.44	0.41	0.53	0.50	0.47	0.59	0.55	0.52	0.63	0.59	0.56	0.63	0.59	0.56	0.67	0.63	0.61	0.70	0.67	0.65	0.72	0.70	0.67	0.75	0.73	0.71	0.77	0.75	0.73	0.72	0.71
							J	0.48	0.44	0.41	0.47	0.44	0.41	0.43	0.41	0.53	0.50	0.47	0.59	0.55	0.52	0.63	0.59	0.56	0.63	0.59	0.56	0.67	0.63	0.61	0.70	0.67	0.65	0.72	0.70	0.67	0.75	0.73	0.71	0.77	0.75	0.73	0.72	0.71	0.70	

### ☉ Coeficientes de Utilización

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo		70%		50%		30%		
					Paredes		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%
					Índice total	Coeficiente de utilización							
Vapor de mercurio	<b>Directa</b>  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho, 700 ó 1000 w. Vap. merc. color corr.	 79	 0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J	0.50	0.47	0.45	0.50	0.47	0.45	0.47	0.45
					I	0.57	0.54	0.52	0.57	0.54	0.52	0.54	0.52
					H	0.62	0.59	0.57	0.62	0.59	0.57	0.59	0.57
					G	0.66	0.63	0.61	0.66	0.63	0.61	0.63	0.61
					F	0.69	0.67	0.64	0.69	0.66	0.64	0.66	0.64
					E	0.73	0.71	0.68	0.72	0.70	0.68	0.69	0.68
					D	0.75	0.73	0.71	0.74	0.72	0.70	0.71	0.70
					C	0.77	0.75	0.73	0.76	0.74	0.72	0.73	0.72
					B	0.78	0.77	0.75	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74
					A	0.80	0.78	0.77	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75
	<b>Directa</b>  Aluminio grandes alturas con cristal, 700 ó 1000 w. Vapor mercurio, color corregido	 69	 0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.45	0.42	0.40	0.44	0.42	0.40	0.42	0.40
				I	0.51	0.48	0.47	0.50	0.48	0.46	0.48	0.46	
				H	0.55	0.53	0.51	0.55	0.52	0.51	0.52	0.50	
				G	0.59	0.56	0.54	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	
				F	0.61	0.59	0.57	0.61	0.58	0.57	0.58	0.57	
				E	0.64	0.62	0.60	0.63	0.61	0.60	0.61	0.60	
				D	0.66	0.64	0.63	0.65	0.64	0.62	0.63	0.62	
				C	0.67	0.65	0.64	0.66	0.65	0.63	0.64	0.63	
				B	0.69	0.68	0.66	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65	
				A	0.70	0.69	0.67	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	
	<b>Directa</b>  Ventilada para bajas alturas 400 w H33 1-GL/C	 76	 1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J	0.35	0.32	0.29	0.35	0.31	0.29	0.31	0.29
				I	0.43	0.39	0.37	0.43	0.39	0.37	0.39	0.37	
				H	0.49	0.45	0.42	0.49	0.45	0.42	0.45	0.42	
				G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.50	0.47	0.50	0.47	
				F	0.59	0.55	0.52	0.58	0.54	0.52	0.54	0.51	
				E	0.64	0.60	0.58	0.63	0.60	0.57	0.59	0.57	
				D	0.67	0.64	0.61	0.66	0.63	0.61	0.62	0.60	
				C	0.69	0.66	0.64	0.68	0.66	0.63	0.65	0.63	
				B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.69	0.67	0.68	0.67	
				A	0.74	0.72	0.70	0.73	0.71	0.69	0.70	0.68	
	<b>Directa</b>  Ventilada de porcelana Esmaltada para bajas alturas 400 w H33 1-DN/C	 84	 1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.30	0.27
				I	0.44	0.39	0.35	0.43	0.39	0.35	0.38	0.35	
				H	0.50	0.46	0.42	0.50	0.45	0.42	0.45	0.42	
				G	0.57	0.52	0.48	0.56	0.52	0.48	0.51	0.48	
				F	0.62	0.57	0.54	0.61	0.57	0.53	0.56	0.53	
				E	0.69	0.64	0.61	0.67	0.63	0.60	0.63	0.60	
				D	0.73	0.69	0.66	0.71	0.68	0.65	0.67	0.65	
				C	0.76	0.72	0.69	0.74	0.72	0.68	0.70	0.68	
				B	0.79	0.75	0.74	0.78	0.75	0.73	0.74	0.72	
				A	0.81	0.79	0.76	0.80	0.77	0.76	0.76	0.75	
	<b>Directa</b>  Intemperie dura. Haz ancho, 400 w H33 1-CD	 64	 1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.32	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27	0.29	0.27
				I	0.40	0.37	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.34	
				H	0.45	0.42	0.39	0.44	0.42	0.39	0.41	0.39	
				G	0.49	0.46	0.44	0.49	0.46	0.44	0.46	0.44	
				F	0.52	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.49	0.47	
				E	0.56	0.54	0.52	0.56	0.53	0.51	0.53	0.51	
				D	0.59	0.57	0.55	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	
				C	0.61	0.58	0.56	0.60	0.58	0.56	0.57	0.56	
				B	0.63	0.61	0.59	0.62	0.60	0.59	0.59	0.58	
				A	0.64	0.62	0.61	0.63	0.61	0.60	0.60	0.59	
	<b>Directa</b>  Intemperie dura Haz estrecho, 400 w H33 1-CD	 62	 0.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.42	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.39
				I	0.48	0.45	0.44	0.47	0.45	0.44	0.45	0.44	
				H	0.50	0.48	0.47	0.50	0.48	0.47	0.48	0.47	
				G	0.54	0.52	0.50	0.53	0.51	0.50	0.51	0.50	
				F	0.56	0.54	0.52	0.55	0.53	0.52	0.53	0.52	
				E	0.58	0.56	0.55	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54	
				D	0.60	0.58	0.57	0.59	0.58	0.56	0.57	0.56	
				C	0.61	0.59	0.58	0.60	0.59	0.58	0.58	0.57	
				B	0.62	0.61	0.60	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	
				A	0.63	0.62	0.61	0.62	0.61	0.60	0.60	0.59	
	<b>Directa</b>  Intemperie dura Haz medio 1000 w H34-12GV, H36-15GV	 61	 0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.67 Malo 0.63	J	0.34	0.31	0.29	0.34	0.31	0.29	0.31	0.29
				I	0.40	0.38	0.35	0.40	0.37	0.35	0.37	0.35	
				H	0.45	0.42	0.40	0.44	0.42	0.40	0.42	0.40	
				G	0.49	0.46	0.44	0.48	0.46	0.44	0.45	0.44	
				F	0.52	0.49	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47	
				E	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.50	0.52	0.50	
				D	0.57	0.55	0.53	0.56	0.54	0.53	0.54	0.53	
				C	0.58	0.57	0.55	0.57	0.56	0.54	0.55	0.54	
				B	0.60	0.59	0.58	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	
				A	0.62	0.60	0.59	0.60	0.59	0.58	0.58	0.57	
	<b>Directa</b>  Lámpara reflectora R-57. Haz ancho, 400 w H33 1-FY	 96	 1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J	0.38	0.33	0.29	0.38	0.33	0.29	0.32	0.29
				I	0.48	0.42	0.38	0.47	0.42	0.38	0.41	0.38	
				H	0.56	0.49	0.45	0.54	0.49	0.44	0.48	0.44	
				G	0.63	0.57	0.52	0.61	0.56	0.51	0.55	0.51	
				F	0.69	0.62	0.57	0.67	0.61	0.57	0.60	0.56	
				E	0.76	0.71	0.66	0.75	0.69	0.65	0.68	0.64	
				D	0.81	0.76	0.71	0.79	0.74	0.70	0.73	0.69	
				C	0.85	0.80	0.76	0.83	0.78	0.75	0.77	0.73	
				B	0.90	0.86	0.82	0.87	0.84	0.81	0.82	0.79	
				A	0.93	0.89	0.85	0.90	0.87	0.84	0.85	0.82	
	<b>Directa</b>  Lámpara reflectora R-57. Haz medio 400 w H33 1-HS	 92	 0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J	0.49	0.44	0.41	0.48	0.44	0.41	0.44	0.41
				I	0.58	0.53	0.50	0.57	0.53	0.49	0.52	0.49	
				H	0.65	0.60	0.56	0.64	0.59	0.56	0.58	0.56	
				G	0.72	0.66	0.62	0.70	0.65	0.62	0.64	0.61	
				F	0.76	0.71	0.67	0.75	0.70	0.66	0.69	0.66	
				E	0.82	0.77	0.74	0.80	0.76	0.73			

### ⊕ Coeficientes de Utilización

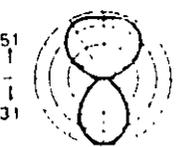
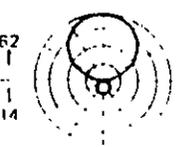
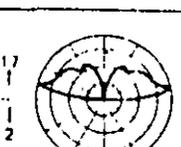
Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo	70%			50%			30%	
					Parades	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Indice local	Coeficiente de utilización							
Fluorescentes	Semidirecta  2 Lámparas T-12	 12' - 75"	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.25	0.22	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	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	I	0.39	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.33	0.30
	Semidirecta  2 Lámparas T-12 con rejilla difusora de 23"	 18' - 60"	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	H	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.36	0.39	0.36
	Semidirecta  2 Lámparas de Alta Emisión de 1.5 amps.	 18' - 64"	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	G	0.54	0.48	0.44	0.52	0.47	0.43	0.45	0.42
	Semidirecta  1 Lámpara Baja Temper. de 100 w. con plástico exterior	 10' - 62"	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	F	0.58	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.50	0.47
Incandescentes	Semidirecta  2 Lámparas T-12	 12' - 75"	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	E	0.65	0.60	0.56	0.62	0.58	0.54	0.56	0.53
	Semidirecta  3 Lámparas 40 w y "Slimline"	 11' - 74"	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	D	0.70	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60	0.60	0.58
	Semidirecta  2 Lámparas T-12 con rejilla difusora de 23"	 18' - 60"	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	C	0.77	0.73	0.70	0.73	0.70	0.68	0.67	0.65
	Semidirecta  2 Lámparas de Alta Emisión de 1.5 amps.	 18' - 64"	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	B	0.77	0.73	0.70	0.73	0.70	0.68	0.67	0.65
	Semidirecta  1 Lámpara Baja Temper. de 100 w. con plástico exterior	 10' - 62"	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	A	0.80	0.77	0.74	0.76	0.74	0.71	0.70	0.69

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%
					Indice local	Coeficiente de utilización								
Incandescentes	Directa  Empotrada con lente prismatic.	 0' - 63"	1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 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 visera	 18' - 68"	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	I	0.41	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.37	0.34
	Semidirecta  2 Lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera	 18' - 63"	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	H	0.45	0.41	0.39	0.45	0.41	0.39	0.44	0.41	0.38
	Semidirecta  2 Lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera	 18' - 63"	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	G	0.50	0.46	0.43	0.49	0.46	0.43	0.48	0.45	0.43
	Semidirecta  2 Lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera	 18' - 63"	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	F	0.53	0.49	0.46	0.52	0.49	0.46	0.51	0.48	0.46

### ☉ Coeficientes de Utilización

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			80%			70%			60%		
					Paredes			60%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Indice local	Coeficiente de utilización										
Fluorescentes	Semidirecta		20   73	1,4 x Altura de montaje	Bueno 0,75 Medio 0,65 Malo 0,65	J 0,27 0,21 0,17 I 0,35 0,30 0,24 H 0,43 0,36 0,30 G 0,49 0,42 0,37 F 0,55 0,47 0,42 E 0,62 0,56 0,50 D 0,67 0,61 0,56 C 0,71 0,66 0,60 B 0,76 0,71 0,66 A 0,81 0,78 0,71	0,27 0,21 0,17 0,36 0,30 0,24 0,41 0,35 0,31 0,49 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 0,59 0,74 0,69 0,65 0,78 0,74 0,70	0,22 0,20 0,17 0,30 0,28 0,24 0,34 0,34 0,30 0,40 0,40 0,36 0,50 0,44 0,40 0,67 0,62 0,47 0,65 0,61 0,52 0,65 0,61 0,56 0,69 0,65 0,62 0,73 0,69 0,67								
	Directa		0   53	1,2 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J 0,26 0,22 0,20 I 0,32 0,29 0,26 H 0,36 0,33 0,30 G 0,40 0,37 0,34 F 0,43 0,40 0,37 E 0,46 0,44 0,41 D 0,49 0,46 0,44 C 0,50 0,48 0,46 B 0,52 0,50 0,48 A 0,53 0,52 0,50	0,25 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 0,46 0,44 0,49 0,48 0,46 0,51 0,50 0,48 0,52 0,51 0,50	0,25 0,22 0,20 0,31 0,28 0,20 0,35 0,32 0,30 0,39 0,36 0,34 0,42 0,39 0,37 0,45 0,41 0,41 0,47 0,45 0,43 0,48 0,47 0,46 0,50 0,49 0,47 0,51 0,50 0,49								
	Directa		0   52	1,0 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J 0,24 0,21 0,19 I 0,30 0,27 0,24 H 0,34 0,31 0,28 G 0,38 0,35 0,32 F 0,41 0,38 0,35 E 0,44 0,41 0,39 D 0,46 0,44 0,42 C 0,48 0,46 0,44 B 0,50 0,48 0,46 A 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 0,42 0,48 0,45 0,43 0,49 0,48 0,46 0,50 0,49 0,48	0,24 0,21 0,18 0,29 0,26 0,24 0,33 0,30 0,28 0,37 0,34 0,32 0,39 0,37 0,34 0,43 0,40 0,38 0,45 0,43 0,41 0,48 0,47 0,45 0,48 0,47 0,45 0,50 0,49 0,48								
	Directa		0   59	1,2 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J 0,27 0,23 0,20 I 0,34 0,30 0,27 H 0,39 0,35 0,32 G 0,43 0,39 0,36 F 0,46 0,42 0,39 E 0,50 0,47 0,44 D 0,53 0,50 0,47 C 0,55 0,52 0,50 B 0,57 0,54 0,52 A 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 0,46 0,42 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	0,26 0,23 0,20 0,32 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		1   61	1,2 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J 0,27 0,22 0,20 I 0,33 0,29 0,26 H 0,38 0,34 0,30 G 0,43 0,38 0,35 F 0,46 0,42 0,38 E 0,50 0,47 0,43 D 0,53 0,50 0,47 C 0,55 0,52 0,50 B 0,59 0,55 0,53 A 0,60 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 0,36 0,43 0,53 0,49 0,47 0,54 0,52 0,49 0,58 0,55 0,53 0,59 0,57 0,55	0,25 0,22 0,19 0,32 0,28 0,25 0,37 0,33 0,30 0,41 0,38 0,34 0,44 0,41 0,38 0,48 0,46 0,43 0,51 0,48 0,46 0,53 0,51 0,49 0,56 0,54 0,52 0,57 0,56 0,54								
	Directa		0   10		Bueno 0,65 Medio 0,55 Malo 0,45	J 0,22 0,18 0,15 I 0,30 0,25 0,22 H 0,36 0,31 0,27 G 0,42 0,37 0,33 F 0,46 0,41 0,37 E 0,52 0,48 0,44 D 0,57 0,53 0,49 C 0,60 0,56 0,53 B 0,63 0,60 0,57 A 0,66 0,63 0,61	10% 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 0,62 0,57 0,52 0,66 0,61 0,57 0,71 0,67 0,63 0,74 0,71 0,67	10% 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 0,62 0,57 0,52 0,66 0,61 0,57 0,71 0,67 0,63 0,74 0,71 0,67								
	Directa		0   65	PLASTICO METAL		Bueno 0,70 Medio 0,65 Malo 0,65	J 0,23 0,19 0,16 I 0,30 0,26 0,23 H 0,36 0,31 0,28 G 0,41 0,36 0,33 F 0,44 0,40 0,37 E 0,49 0,46 0,43 D 0,52 0,49 0,47 C 0,55 0,52 0,49 B 0,58 0,55 0,53 A 0,60 0,58 0,56	Plástico 0,23 0,19 0,16 0,33 0,30 0,28 0,37 0,34 0,32 0,40 0,39 0,36 0,43 0,41 0,39 0,46 0,44 0,41 0,48 0,47 0,45 0,50 0,48 0,47 0,51 0,50 0,49 0,53 0,52 0,51	Metal 0,26 0,23 0,21 0,33 0,30 0,28 0,34 0,34 0,32 0,40 0,39 0,36 0,43 0,41 0,39 0,46 0,44 0,41 0,48 0,47 0,45 0,50 0,48 0,47 0,51 0,50 0,49 0,53 0,52 0,51							
	Directa		1   51	1,1 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,65 Malo 0,60	J 0,22 0,19 0,17 I 0,28 0,25 0,23 H 0,32 0,29 0,27 G 0,36 0,33 0,31 F 0,39 0,36 0,34 E 0,43 0,40 0,38 D 0,46 0,43 0,40 C 0,47 0,45 0,43 B 0,49 0,47 0,45 A 0,51 0,49 0,48	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 0,44 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 0,29 0,27 0,35 0,33 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 0,48 0,47								
	Directa		1   50	1,2 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J 0,19 0,16 0,14 I 0,24 0,21 0,19 H 0,29 0,25 0,23 G 0,33 0,29 0,27 F 0,36 0,32 0,30 E 0,40 0,37 0,34 D 0,42 0,39 0,37 C 0,44 0,42 0,39 B 0,47 0,44 0,42 A 0,49 0,46 0,45	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 0,28 0,25 0,23 0,32 0,29 0,27 0,35 0,32 0,30 0,38 0,36 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								

\* Eficacia para las habitaciones de indice "A". Para habitaciones con otros indices se la menor eficacia de la fuente debe ser estimada.

Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas inferior a	Factor de Mantenimiento	Reflexiones									
					Techo	80%			70%			50%		
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Índice local	Coeficiente de utilización								
Figura centro	Directa  2 Lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.23	0.29	0.26	0.23
	Directa  4 Lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.28	0.24	0.22	0.28	0.24	0.22	0.27	0.24	0.22
	Directa  2 Lámparas 40 W y "Slimline" con repilla difusora de 45° y lado de plástico montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.26	0.23	0.20
	General Difusa  2 Lámparas 40 W "Slimline" con repilla difusora de 35° x 45° suspendida y con lados de plástico		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.24	0.19	0.16	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15
	Semidirecta  4 Lámparas 40 W "Slimline" con repilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.24	0.19	0.16	0.23	0.18	0.16	0.21	0.17	0.15
	Semidirecta  4 Lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lados y fondo de plástico		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.16	0.11	0.07	0.15	0.10	0.06	0.12	0.08	0.06
	Indirecta  Moldura sin reflector	Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflectores las lámparas fluorescentes aumenta el coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100.		Bueno 0.60 Medio 0.50 Malo 0.40	J	0.11	0.09	0.06	0.09	0.07	0.06	0.07	0.05	0.04
	Directa  Con lámpara PAR 38, 150 w, difusora Visera 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
	Indirecta  Watts lúmenes 300 5300 500 9300 750 14600 Aro concentrador con lámpara de ampolla plateada		1.5 x Altura de montaje	300 750 W Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.55	J	0.13	0.07	0.04	0.12	0.07	0.04	0.10	0.08	0.03

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.

#### REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

Superficie	Techo	Paredes	Piso
Oficinas	80-92	40-60	21-39
Plantas industriales	80-90	40-60	Mínimo 20
Escuelas	70-90	40-60	30-50
Residencias	60-90	35-60	15-35
Hospitales	80-92	40-60	20-40

4.- 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 cantidad 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 las luminarias no es frecuente y solo se sustituyen las lámparas cuando se funden.

\* Factor de mantenimiento malo.- Cuando la atmósfera es bastante sucia y la instalación tiene una conservación deficiente.

5.- Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas.- El número de lámparas y luminarias puede calcularse mediante las expresiones siguientes:

$$N \text{ La} = \frac{E \times S}{I \times CU \times FC}$$

$$N Lu = \frac{N La}{L L}$$

donde:

- N La.- Número de lámparas.
- E.- Nivel de iluminación en luxes.
- S.- Superficie en metros cuadrados.
- I.- Intensidad luminosa en lúmenes.
- CU.- Coeficiente de utilización.
- FC.- Factor de conservación.
- N Lu.- Número de luminarias.
- L.L.- Lámparas por luminaria.

6.- Determinar el emplazamiento de las luminarias.- El emplazamiento 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 luminarias. En la mayor parte de los casos, es necesario colocar 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.

TABLA DE DATOS DE LAMPARAS

INCANDESCENTES

WATTS	VOLTS (TENSION DE OPERACION)	LUMENES INICIALES	VIDA APROX EN HORAS	EFICACIA EN LUMENES/ WATT	FACTOR DE DEPRECIACION L.L.D.	BASE	BULBO •	ACABADO	LONGITUD TOTAL EN mm
40	125	465	1000	12	0.875	MEDIA	A-19	PERLA o CLARO	108
60	125	870	1000	15	0.93	"	"	"	112
60	220	480	1000	8	0.93	"	"	"	"
75	125	1098	1000	15	0.92	"	"	"	"
100	125	1565	1000	16	0.905	"	"	"	"
100	220	1250	1000	13	0.90	"	"	"	"
150	125	2300	1000	15	0.875	"	A-23	"	157
150	220	2100	1000	14	0.87	"	"	"	"
200	125	3500	1000	18	0.85	"	PS-25	"	176
200	220	3000	1000	15	0.90	"	"	"	"
300	125	5750	1000	19	0.825	"	PS-30	"	204
300	220	4830	1000	16	0.89	"	"	"	"
500	125	9825	1000	20	0.89	MOGUL	PS-40	"	247
500	220	8900	1000	18	0.87	"	"	"	"
1000	220	19500	1000	20	0.89	"	PS-52	"	331

\*NOTA LA LETRA INDICA LA FORMA DEL BULBO U BOMBILLO Y EL NUMERO QUE LE SIGUE EL DIAMETRO MAXIMO DEL MISMO EN OCTAVOS DE PULGADA

EJEMPLO: PS-40  
PS-40 PERA CON CUELLO RECTO  
40/8" DE DIAMETRO

LISTA DE PRODUCTOS HOLOPHANE

Holografías

CATÁLOGO DE LAMPARAS FLUORESCENTES

WATTS		ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LUMENES/WATT	FACTOR DE DEPRECIACION L.L.D.	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS	ENCENDIDO
22	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1050	12000	48	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 $\phi$	RAPIDO
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	850	12000	39	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 $\phi$	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1900	12000	59	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 $\phi$	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1500	12000	47	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 $\phi$	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2600	12000	65	0.77	4 ALFILERES	T-9	40.64 $\phi$	RAPIDO
ALTA DESCARGA H.O. 800 mA										
20		BLANCO FRIO	1300	9000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20		LUZ DE DIA	1075	9000	54	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
21		LUZ DE DIA	1030	7500	49	0.81	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	50.95	INSTANTANEO
39		BLANCO FRIO	3000	9000	77	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
39		LUZ DE DIA	2500	9000	64	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
40		BLANCO FRIO	3150	12000	79	0.83	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	RAPIDO
40		LUZ DE DIA	2600	12000	65	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
40	TIPO "U"	BLANCO FRIO	2900	12000	73	0.84	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	57.15	RAPIDO
75		BLANCO FRIO	6300	12000	84	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75		LUZ DE DIA	5450	12000	73	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
MUY ALTA DESCARGA V. H. O. 1500 mA										
60		BLANCO FRIO	4300	12000	72	0.82	2 CONTACTOS EMBUTIDA	T-12	121.92	RAPIDO
85		BLANCO FRIO	6650	12000	78	0.72	2 CONTACTOS EMBUTIDA	T-12	182.88	RAPIDO
110		BLANCO FRIO	9200	12000	84	0.82	2 CONTACTOS EMBUTIDA	T-12	243.84	RAPIDO
110		LUZ DE DIA	7800	12000	71	0.82	2 CONTACTOS EMBUTIDA	T-12	243.84	RAPIDO
POWER GROOVE 1500 mA										
110		BLANCO FRIO	7450	12000	68	0.69	2 CONTACTOS EMBUTIDA	PG-17	121.92	RAPIDO
165		BLANCO FRIO	11500	12000	70	0.69	2 CONTACTOS EMBUTIDA	PG-17	182.88	RAPIDO
215		BLANCO FRIO	16000	12000	74	0.69	2 CONTACTOS EMBUTIDA	PG-17	243.84	RAPIDO

Hokojphsino

DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO								
WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA APROX. EN HORAS	EFICACIA EN LUMENES/WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION L.L.D.	BASE	BULBO	LONG. TOTAL APROX. EN CMS.
100	BLANCO DE LUJO	4200	24,000	42	0.67	MOGUL	BT-25	19.1
175	BLANCO DE LUJO	8600		49	0.75		E-28	21
175	COLOR CORREGIDO	7250		41	0.79		E-28	21
250	BLANCO DE LUJO	12100		48	0.74		E-28	21
250	COLOR CORREGIDO	10700		43	0.80		E-28	21
400	BLANCO DE LUJO	22500		56	0.70		BT-37	29.2
400	COLOR CORREGIDO	20500		51	0.76		BT-37	29.2
700	BLANCO DE LUJO	44500		64	0.64		BT-46	36.8
1000	BLANCO DE LUJO	63000		63	0.49		BT-56	39
1000	COLOR CORREGIDO	55000		55	0.59		BT-56	39
DATOS DE LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS								
175	CLARO	14000	10000	80	0.71	MOGUL	BT-28	21.1
175	FOSFORADO	14000	10000	80	0.71		BT-28	21.1
250	CLARO	20500	10000	82	0.75		BT-28	21.1
250	FOSFORADO	20500	10000	82	0.75		BT-28	21.1
400	CLARO	36000	20000	90	0.72		BT-37	29.2
400	FOSFORADO	36000	20000	90	0.72		BT-37	29.2
1000	CLARO	110000	12000	110	0.64		BT-56	39
1000	FOSFORADO	105000	12000	105	0.64		BT-56	39
1500	CLARO	155000	3000	103	0.91		BT-56	39*
1500	CLARO	155000	3000	103	0.91		BT-56	39**
DATOS DE LAMPARAS VAPOR DE SODIO ALTA PRESION								
70	CLARO	5800	24 000	83	0.90	MOGUL	E-23 1/2	19.7
70	DIFUSO	5400		77	0.90		E-23 1/2	19.7
100	CLARO	9500		95	0.90		E-23 1/2	19.7
100	DIFUSO	8800		88	0.90		E-23 1/2	19.7
150 (55)	CLARO	16000		107	0.89		E-28	19.7
150 (55)	DIFUSO	15000		100	0.89		E-28	19.7
250	CLARO	27500		110	0.88		E-18	24.8
250	DIFUSO	26000		104	0.88		E-28	22.9
400	CLARO	50000		125	0.86		E-18	24.8
400	DIFUSO	47500		119	0.86		E-37	28.7
1000	CLARO	140000	140	0.84	E-25	38.3		

\* BASE ARRIBA

\*\* BASE ABAJO

Hokoprius

**DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO BAJA PRESION**

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA APROX. EN HORAS	EFICACIA LUMEN/WATT	FACTOR DE DEPRECIACION L.L.D	BASE	BULBO	LONG. TOTAL EN CMS.
18	CLARO	1800	20 000	100	1.0	B, 22d	T-54	21.6
35		4800		137				31.1
55		8000		145				42.5
90		13500		150			T-68	52.8
135		22500		167				77.5
180		33000		183				112.00

**DATOS DE LAMPARAS DE IODO CUARZO**

WATTS	ACABADO	VOLTS (TENSION)	LUMENES INICIALES	VIDA APROX. EN HORAS	EFICACIA LUMENES WAT.	FACTOR DE DEPRECIACION	BASE	BULBO	LONG. TOTAL CMS.
500	CLARO	125	10 950	2 000	22	0.96	CONTACTO EMBUTIDO	T-3	11.9
1000		220	21 400		21				25.6
1500		220	35 800		24				25.6

**DATOS DE LAMPARAS DE LUZ MIXTA**

160	COLOR CORREGIDO	220	3000	6000	19	0.60	MEDIANA	E-23 1/2	18.4
250			5500		22	0.65	MOGUL	E-28	23.8
500			12500		25	0.75	MOGUL	E-37	28.6

Hiltojohireire

1.- Con relación a 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.

2.- Se seleccionan luminarias fluorescentes de 4 x 40 watts de arranque rápido del tipo semi-indirecto y rejilla inferior montadas a 0.61 metros por debajo del techo.

3.- De acuerdo con la tabla de índice de local, para este caso 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.

4.- De la misma tabla de coeficiente de utilización, obtenemos un factor de mantenimiento de 0.70.

5.- Sustituyendo los valores anteriores en la expresión correspondiente para el cálculo de número de luminarias y de acuerdo con

las características de una lámpara fluorescente de 40 watts, que tiene 2900 lúmenes, obtenemos:

$$N_{Lu} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

6.- Con relación a las dimensiones de la oficina, una distribución de 8 filas de 13 luminarias cada una proporciona una iluminación satisfactoria, con una separación dentro del máximo recomendado.

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

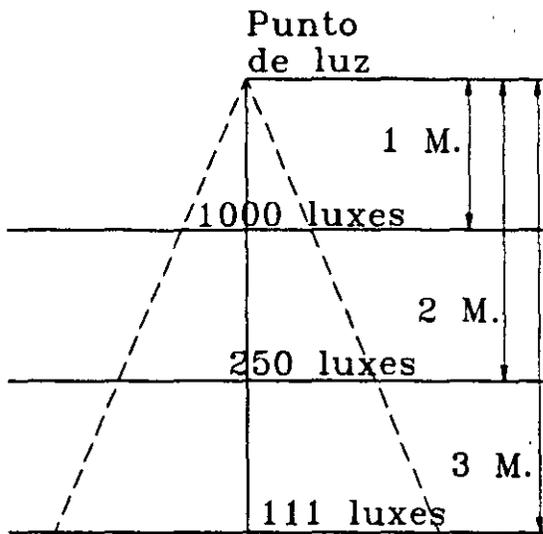
fundamentales:

1.- 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.

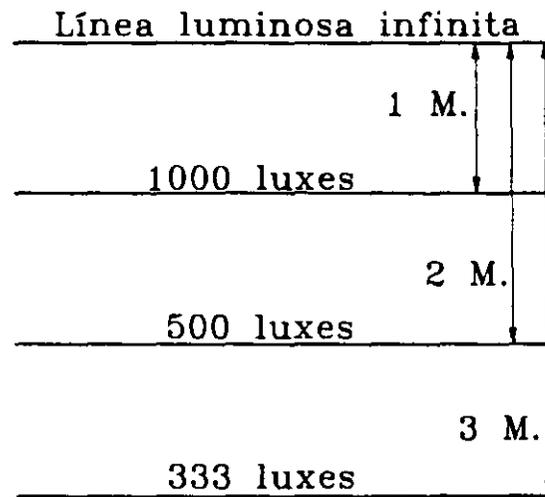
2.- Fuentes lineales de longitud infinita.- La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. Una fila de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia se aproximan a una fuente lineal.

3.- 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 límites, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

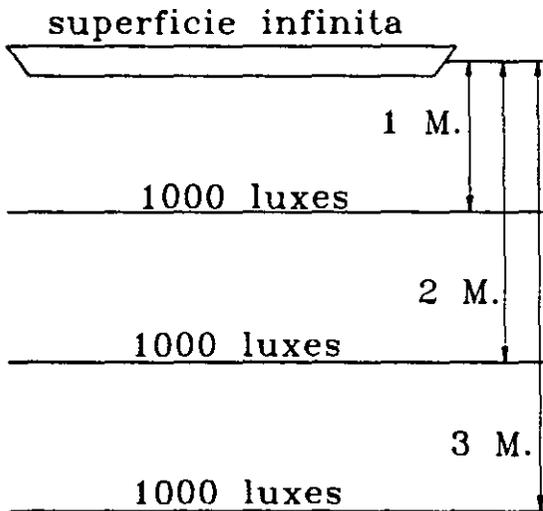
4.- Haz paralelo de luz.- La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector



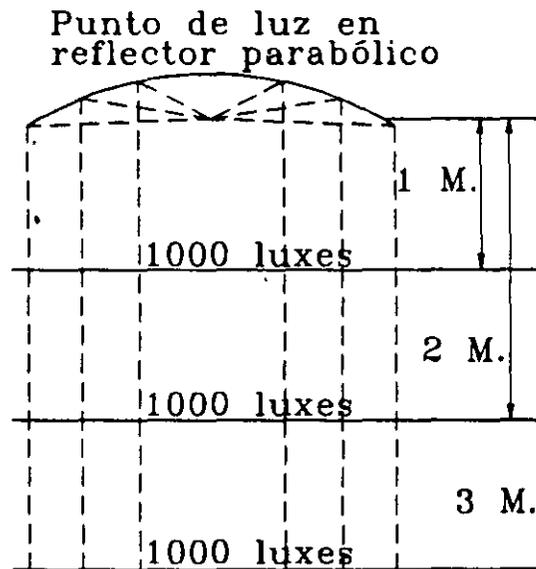
1.-Fuentes puntiformes



2.-Fuentes lineales de longitud infinita



3.-Fuente superficial de área infinita.



4.-Haz paralelo de luz.

perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo, como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas o sea 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 una 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 superficie 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 iluminación, cinco veces la dimensión mayor de la fuente.

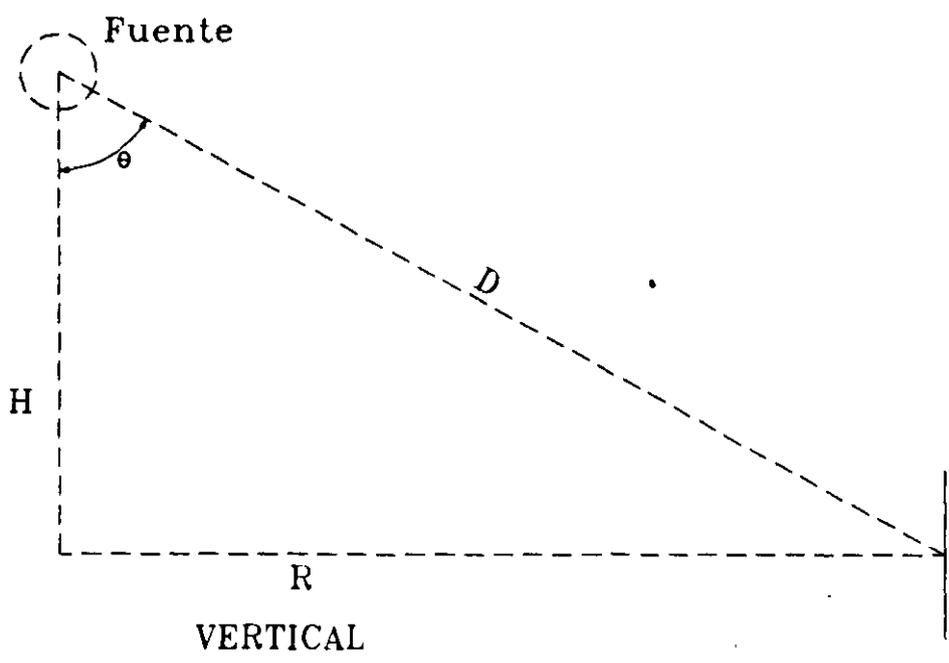
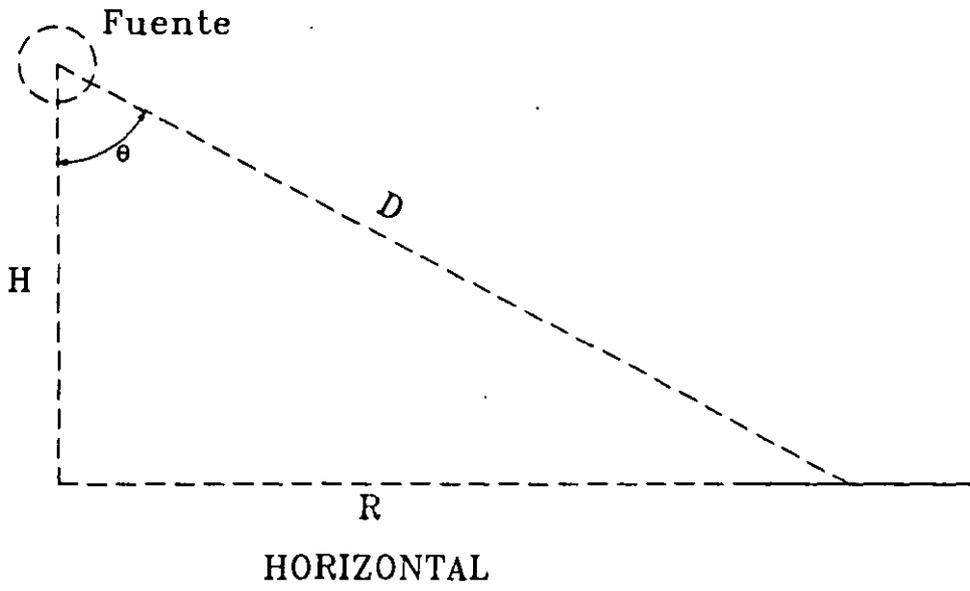
En los casos en que se den estas condiciones y en los que haya curva de distribución luminosa de la fuente, se puede determinar la iluminación sobre la superficie horizontal o vertical, mediante el empleo de las fórmulas siguientes:

$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} \quad (\text{superficie horizontal})$$

$$E = \frac{I \times \text{sen } \theta}{D^2} \quad (\text{superficie vertical})$$

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:

$$\text{seno } \theta = \frac{R}{D} \quad \text{y,} \quad \text{coseno } \theta = \frac{H}{D}$$

Las fórmulas pueden escribirse de la forma siguiente:

En el plano horizontal:

$$E = \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{H^2}$$

En el plano vertical:

$$E = \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \cos^2 \theta \times \text{sen } \theta}{H^2}$$

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:

1.- Determinar el ángulo en grados de la figura anterior por medio de la tabla.

2.- 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.

3.- 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 ó 100000 candelas) sobre el que se base la parte de la tabla que se ha utilizado.

El resultado así obtenido es la iluminación en luxes en ese punto.

**TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"**  
 Números superiores: Angulo 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.

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	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													
0,60	0° 250,00	27° 178,50	45° 88,50	56° 62,75	61° 22,45	68° 12,98	71° 8,02	71° 5,28	76° 3,55	78° 2,55	79° 1,90	80° 1,42	81° 1,13	81° 0,90
0,90	0° 111,10	18° 95,00	34° 64,00	45° 39,33	51° 24,00	59° 15,22	61° 10,00	67° 6,80	69° 4,77	72° 3,56	73° 2,64	75° 2,05	76° 1,61	77° 1,26
1,20	0° 62,50	14° 57,07	27° 44,72	37° 32,00	45° 22,30	51° 15,24	56° 10,66	60° 7,64	61° 5,39	66° 4,19	68° 3,20	70° 2,49	72° 1,98	73° 1,59
1,50	0° 40,00	11° 37,71	22° 32,02	31° 25,22	39° 19,04	45° 14,14	50° 10,50	54° 7,85	57° 5,95	61° 4,40	63° 3,50	66° 2,81	67° 2,28	69° 1,85
1,80	0° 27,78	8° 26,73	18° 23,72	27° 19,87	34° 16,00	40° 12,60	45° 9,82	49° 7,66	51° 6,00	56° 4,74	59° 3,78	61° 3,05	61° 2,19	66° 2,02
2,10	0° 20,41	8° 19,80	16° 18,14	23° 15,85	30° 13,36	36° 11,00	41° 8,93	45° 7,22	49° 5,81	52° 4,73	55° 3,85	58° 3,16	60° 2,61	62° 2,18
2,45	0° 15,63	7° 15,27	14° 14,27	21° 12,83	27° 11,18	32° 9,51	37° 8,00	41° 6,72	45° 5,52	48° 4,58	51° 3,81	54° 3,18	56° 2,67	58° 2,25
2,75	0° 12,15	6° 12,12	13° 11,48	18° 10,54	24° 9,43	29° 8,25	34° 7,11	38° 6,07	42° 5,15	45° 4,37	48° 3,70	51° 3,14	53° 2,67	55° 2,28
3,05	0° 10,00	5° 9,43	11° 9,11	17° 8,79	22° 8,01	27° 7,16	31° 6,31	35° 5,50	39° 4,76	42° 4,11	45° 3,54	48° 3,05	50° 2,61	52° 2,27
3,35	0° 8,26	5° 8,16	10° 8,12	15° 7,42	20° 6,86	24° 6,23	29° 5,59	32° 4,96	36° 4,37	39° 3,84	42° 3,35	45° 2,92	48° 2,55	50° 2,23
3,65	0° 6,94	4° 6,87	9° 6,68	14° 6,14	18° 5,93	21° 5,46	27° 4,92	30° 4,48	34° 4,00	37° 3,56	40° 3,15	43° 2,78	45° 2,46	47° 2,17
3,95	0° 5,92	4° 5,74	9° 5,71	13° 5,47	17° 5,17	21° 4,81	25° 4,47	28° 4,04	32° 3,66	35° 3,29	38° 2,95	40° 2,61	43° 2,35	45° 2,09
4,25	0° 5,10	4° 4,5	8° 4,95	12° 4,72	16° 4,34	20° 4,26	23° 3,96	27° 3,65	30° 3,34	33° 3,04	36° 2,75	38° 2,48	41° 2,23	43° 2,01
4,55	0° 4,44	4° 3,92	8° 4,33	11° 4,19	15° 4,01	18° 3,80	22° 3,58	25° 3,31	28° 3,11	31° 2,89	34° 2,56	36° 2,31	39° 2,12	41° 1,92
4,90	0° 3,93	3° 3,55	7° 3,92	11° 3,71	14° 3,52	17° 3,32	21° 3,13	24° 2,90	27° 2,71	30° 2,53	32° 2,38	35° 2,19	37° 2,01	39° 1,81
5,20	0° 3,46	3° 3,22	7° 3,44	10° 3,31	13° 3,19	16° 3,06	19° 2,90	22° 2,74	25° 2,56	28° 2,39	30° 2,22	33° 2,05	35° 1,89	37° 1,74
5,50	0° 3,09	3° 2,87	6° 3,03	9° 2,92	12° 2,87	15° 2,76	18° 2,64	21° 2,50	24° 2,36	27° 2,21	29° 2,06	32° 1,92	34° 1,78	36° 1,65
5,80	0° 2,77	3° 2,76	6° 2,73	9° 2,67	12° 2,60	15° 2,51	18° 2,40	21° 2,29	24° 2,17	27° 2,05	29° 1,92	32° 1,80	34° 1,67	36° 1,56
6,10	0° 2,50	3° 2,51	6° 2,48	9° 2,42	12° 2,36	15° 2,28	18° 2,19	21° 2,10	24° 2,00	27° 1,90	29° 1,79	32° 1,68	34° 1,58	36° 1,47

6-34

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

6,40	0° 2,27	3° 2,31	6° 2,26	9° 2,20	12° 2,15	15° 2,10	18° 2,01	21° 1,91	24° 1,85	27° 1,76	29° 1,67	32° 1,58	34° 1,43	36° 1,32
6,70	0° 2,07	3° 2,06	6° 2,05	9° 2,01	12° 1,96	15° 1,92	18° 1,85	21° 1,79	24° 1,71	27° 1,61	29° 1,55	32° 1,48	34° 1,40	36° 1,32
7,00	0° 1,89	3° 1,89	6° 1,87	9° 1,84	12° 1,81	15° 1,76	18° 1,71	21° 1,65	24° 1,59	27° 1,51	29° 1,46	32° 1,39	34° 1,32	36° 1,25
7,30	0° 1,74	3° 1,73	6° 1,72	9° 1,70	12° 1,66	15° 1,61	18° 1,58	21° 1,51	24° 1,44	27° 1,38	29° 1,33	32° 1,26	34° 1,21	36° 1,18
7,60	0° 1,60	3° 1,60	6° 1,58	9° 1,57	12° 1,54	15° 1,51	18° 1,47	21° 1,41	24° 1,36	27° 1,31	29° 1,26	32° 1,21	34° 1,17	36° 1,12
8,25	0° 1,37	3° 1,37	6° 1,36	9° 1,35	12° 1,33	15° 1,30	18° 1,28	21° 1,24	24° 1,21	27° 1,17	29° 1,13	32° 1,09	34° 1,05	36° 1,00
9,15	0° 1,13	3° 1,11	6° 1,11	9° 1,09	12° 1,08	15° 1,07	18° 1,05	21° 1,03	24° 1,00	27° 0,98	29° 0,95	32° 0,92	34° 0,89	36° 0,86
10,05	0° 0,92	3° 0,92	6° 0,91	9° 0,91	12° 0,90	15° 0,89	18° 0,87	21° 0,86	24° 0,84	27° 0,82	29° 0,80	32° 0,78	34° 0,76	36° 0,74
11,00	0° 0,77	3° 0,77	6° 0,77	9° 0,76	12° 0,76	15° 0,75	18° 0,74	21° 0,72	24° 0,71	27° 0,70	29° 0,69	32° 0,67	34° 0,66	36° 0,64
12,20	0° 0,63	3° 0,62	6° 0,62	9° 0,62	12° 0,62	15° 0,61	18° 0,60	21° 0,59	24° 0,58	27° 0,58	29° 0,57	32° 0,56	34° 0,55	36° 0,51
13,70	0° 0,51	3° 0,51	6° 0,51	9° 0,51	12° 0,51	15° 0,51	18° 0,50	21° 0,49	24° 0,48	27° 0,47	29° 0,46	32° 0,45	34° 0,45	36° 0,44
15,25	0° 0,40	3° 0,40	6° 0,40	9° 0,40	12° 0,40	15° 0,40	18° 0,39	21° 0,39	24° 0,39	27° 0,38	29° 0,38	32° 0,37	34° 0,37	36° 0,36
16,75	0° 0,33	3° 0,33	6° 0,33	9° 0,33	12° 0,33	15° 0,33	18° 0,32	21° 0,32	24° 0,32	27° 0,31	29° 0,31	32° 0,31	34° 0,31	36° 0,31
18,30	0° 0,28	3° 0,28	6° 0,28	9° 0,28	12° 0,28	15° 0,28	18° 0,27	21° 0,27	24° 0,27	27° 0,27	29° 0,27	32° 0,26	34° 0,26	36° 0,26
21,35	0° 0,20	3° 0,20	6° 0,20	9° 0,20	12° 0,20	15° 0,20	18° 0,20	21° 0,20	24° 0,20	27° 0,20	29° 0,20	32° 0,20	34° 0,20	36° 0,19
LUX POR CADA 100 000 CANDELAS														
24,40	0° 156,10	0° 136,20	1° 26	2° 9	3° 52	4° 13	5° 13	6° 12	7° 5	8° 541	9° 6	10° 151,50	11° 152,70	12° 151,90
30,50	0° 100,100	0° 81,1	1° 9	2° 11	3° 17	4° 22	5° 22	6° 21	7° 16	8° 111	9° 11	10° 98,52	11° 98,52	12° 97,61
38,10	0° 61,00	0° 52	1° 55	2° 12	3° 18	4° 22	5° 22	6° 21	7° 16	8° 111	9° 11	10° 98,52	11° 98,52	12° 97,61
45,70	0° 41,1	0° 31	1° 36	2° 12	3° 18	4° 22	5° 22	6° 21	7° 16	8° 111	9° 11	10° 98,52	11° 98,52	12° 97,61
53,35	0° 26,5	0° 20	1° 26	2° 12	3° 18	4° 22	5° 22	6° 21	7° 16	8° 111	9° 11	10° 98,52	11° 98,52	12° 97,61
60,95	0° 20,00	0° 17	1° 14	2° 12	3° 18	4° 22	5° 22	6° 21	7° 16	8° 111	9° 11	10° 98,52	11° 98,52	12° 97,61

6-35

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 el revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

**TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)**  
 Números superiores: Angulo 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)													
		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	81° 0,90	82° 0,70	82° 0,58	81° 0,48	81° 0,38	81° 0,25	85° 0,20	85° 0,15	86° 0,13	86° 0,08	86° 0,02	87° 0,01	87° 0,00
		0,90	77° 1,26	82° 1,00	84° 0,84	80° 0,70	81° 0,50	82° 0,36	82° 0,27	81° 0,21	81° 0,16	81° 0,12	81° 0,07	81° 0,01	81° 0,02
		1,20	71° 1,59	74° 1,30	75° 1,07	76° 0,90	78° 0,64	79° 0,47	80° 0,32	80° 0,28	81° 0,22	81° 0,18	81° 0,15	81° 0,09	81° 0,06
		1,50	69° 1,85	70° 1,52	72° 1,26	73° 1,06	74° 0,77	76° 0,57	77° 0,41	78° 0,31	79° 0,22	80° 0,17	82° 0,10	83° 0,04	83° 0,01
		1,80	66° 2,05	67° 1,70	68° 1,42	69° 1,20	71° 0,88	71° 0,66	75° 0,51	76° 0,40	77° 0,32	78° 0,26	79° 0,21	80° 0,14	81° 0,09
		2,10	62° 2,18	63° 1,81	65° 1,54	66° 1,31	69° 0,97	71° 0,71	72° 0,52	73° 0,45	75° 0,36	76° 0,29	77° 0,21	79° 0,16	80° 0,10
		2,45	58° 2,25	60° 1,91	62° 1,63	63° 1,40	66° 1,05	68° 0,80	70° 0,61	71° 0,50	72° 0,40	73° 0,32	74° 0,26	76° 0,18	77° 0,12
		2,75	55° 2,28	57° 1,96	59° 1,68	61° 1,46	63° 1,10	66° 0,85	68° 0,67	69° 0,53	71° 0,41	72° 0,35	73° 0,29	75° 0,19	76° 0,13
		3,05	52° 2,27	54° 1,96	56° 1,71	58° 1,49	61° 1,15	63° 0,89	66° 0,71	67° 0,57	69° 0,46	70° 0,38	72° 0,32	74° 0,23	76° 0,14
		3,35	50° 2,21	52° 1,95	54° 1,71	56° 1,50	59° 1,17	61° 0,92	63° 0,71	65° 0,60	67° 0,49	69° 0,40	71° 0,31	73° 0,23	75° 0,15
		3,65	47° 2,17	49° 1,91	51° 1,69	53° 1,50	56° 1,19	59° 0,94	61° 0,76	63° 0,65	65° 0,51	67° 0,43	68° 0,36	71° 0,24	73° 0,17
		3,95	45° 2,09	47° 1,87	49° 1,66	51° 1,48	54° 1,19	57° 0,96	59° 0,78	62° 0,63	63° 0,51	65° 0,44	67° 0,37	70° 0,25	72° 0,17
		4,25	43° 2,01	45° 1,80	47° 1,62	49° 1,46	52° 1,18	55° 0,96	58° 0,79	60° 0,65	62° 0,53	64° 0,46	65° 0,39	68° 0,26	71° 0,18
		4,55	41° 1,92	43° 1,74	45° 1,57	47° 1,42	50° 1,17	53° 0,96	56° 0,79	58° 0,66	60° 0,55	62° 0,47	64° 0,40	67° 0,27	70° 0,19
		4,90	39° 1,81	41° 1,67	43° 1,52	45° 1,38	48° 1,15	51° 0,95	54° 0,80	56° 0,67	58° 0,56	60° 0,48	62° 0,41	66° 0,28	68° 0,20
		5,20	37° 1,74	39° 1,59	41° 1,46	43° 1,34	46° 1,12	49° 0,94	52° 0,79	55° 0,69	57° 0,57	59° 0,48	60° 0,42	64° 0,29	67° 0,21
		5,50	36° 1,65	38° 1,52	40° 1,40	42° 1,29	45° 1,09	48° 0,92	51° 0,79	53° 0,67	55° 0,57	57° 0,49	59° 0,42	63° 0,30	66° 0,21
		5,80	34° 1,56	36° 1,45	38° 1,34	40° 1,21	43° 1,06	46° 0,90	49° 0,77	52° 0,66	54° 0,57	56° 0,49	58° 0,42	62° 0,30	65° 0,22
		6,10	33° 1,47	35° 1,37	37° 1,28	39° 1,19	42° 1,01	45° 0,88	48° 0,76	51° 0,66	53° 0,57	55° 0,49	57° 0,41	61° 0,30	64° 0,22

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	6,40	32° 1,19	34° 1,11	36° 1,22	37° 1,14	41° 0,99	41° 0,86	46° 0,75	49° 0,65	51° 0,56	51° 0,49	55° 0,41	59° 0,31	62° 0,21	67° 0,13
	6,70	31° 1,12	33° 1,24	35° 1,14	36° 1,09	40° 0,96	40° 0,84	45° 0,71	47° 0,61	50° 0,56	52° 0,49	53° 0,43	57° 0,33	61° 0,21	64° 0,14
	7,00	29° 1,25	31° 1,18	33° 1,11	35° 1,05	39° 0,92	41° 0,81	44° 0,71	46° 0,63	49° 0,55	51° 0,49	53° 0,43	57° 0,33	60° 0,23	65° 0,14
	7,30	28° 1,18	30° 1,12	32° 1,06	34° 1,00	38° 0,89	40° 0,79	43° 0,70	45° 0,61	47° 0,51	49° 0,48	51° 0,42	55° 0,31	59° 0,21	63° 0,11
	7,60	27° 1,12	29° 1,06	31° 1,01	33° 0,96	37° 0,86	39° 0,76	42° 0,68	44° 0,60	46° 0,53	47° 0,47	51° 0,42	55° 0,31	58° 0,23	61° 0,15
	8,25	25° 1,00	27° 0,96	29° 0,92	31° 0,87	35° 0,79	37° 0,72	40° 0,64	42° 0,57	44° 0,51	45° 0,46	48° 0,41	52° 0,31	56° 0,21	60° 0,15
	9,15	23° 0,86	25° 0,83	27° 0,80	29° 0,77	33° 0,70	35° 0,64	38° 0,58	40° 0,53	41° 0,48	43° 0,43	47° 0,39	51° 0,31	55° 0,21	59° 0,15
	10,05	22° 0,74	23° 0,72	24° 0,69	26° 0,67	30° 0,62	32° 0,58	35° 0,53	37° 0,47	39° 0,43	40° 0,39	42° 0,37	47° 0,30	50° 0,24	57° 0,15
	11,00	20° 0,64	21° 0,62	22° 0,61	24° 0,59	28° 0,55	30° 0,52	33° 0,48	35° 0,44	36° 0,41	38° 0,38	41° 0,35	44° 0,29	48° 0,21	54° 0,15
	12,20	18° 0,54	19° 0,53	20° 0,51	22° 0,50	26° 0,47	28° 0,45	31° 0,42	33° 0,39	34° 0,37	35° 0,34	37° 0,32	41° 0,27	45° 0,22	51° 0,15
	13,70	16° 0,44	17° 0,43	18° 0,42	20° 0,41	24° 0,40	26° 0,38	29° 0,36	31° 0,33	32° 0,32	33° 0,30	35° 0,28	38° 0,25	42° 0,21	48° 0,13
	15,25	15° 0,36	16° 0,36	16° 0,35	18° 0,35	22° 0,33	24° 0,31	27° 0,31	29° 0,29	30° 0,28	31° 0,27	32° 0,25	35° 0,22	39° 0,20	45° 0,13
	16,75	14° 0,31	14° 0,30	14° 0,30	16° 0,29	20° 0,28	22° 0,27	25° 0,26	27° 0,25	28° 0,24	29° 0,23	30° 0,22	33° 0,20	37° 0,18	43° 0,11
	18,30	12° 0,26	13° 0,26	13° 0,25	15° 0,25	19° 0,24	21° 0,23	24° 0,22	26° 0,22	27° 0,21	28° 0,21	29° 0,20	32° 0,18	36° 0,16	43° 0,11
	21,35	11° 0,19	11° 0,19	11° 0,19	13° 0,19	17° 0,19	19° 0,18	22° 0,18	24° 0,17	25° 0,17	26° 0,16	27° 0,16	30° 0,15	34° 0,13	41° 0,11
	LUX POR CADA 100 000 CANDELAS														
	24,40	9° 150,40	10° 149,10	11° 148,20	11° 147,50	13° 144,90	14° 142,70	15° 140,10	17° 137,10	18° 134,40	19° 131,60	21° 127,90	24° 120,20	27° 111,40	32° 95,11
	30,50	7° 97,61	8° 97,12	9° 96,60	9° 96,30	11° 93,19	12° 91,30	13° 89,30	14° 87,25	16° 84,08	17° 81,84	18° 79,54	21° 74,40	24° 67,94	27° 59,54
	38,10	6° 62,97	7° 62,86	7° 62,62	8° 62,50	10° 61,09	11° 60,11	12° 59,08	13° 57,99	14° 56,84	15° 55,64	17° 52,08	20° 46,24	23° 39,54	27° 31,20
	45,70	5° 43,95	5° 43,97	5° 43,79	6° 43,70	8° 41,79	9° 41,24	10° 40,69	11° 40,08	13° 37,44	14° 36,79	15° 36,08	17° 32,80	20° 27,20	24° 19,11
	53,35	4° 32,38	4° 32,34	4° 32,10	5° 32,25	7° 31,11	8° 30,99	9° 30,91	10° 30,74	12° 28,80	13° 28,61	14° 28,41	16° 25,60	19° 21,20	23° 15,11
	60,95	3° 24,81	4° 24,82	4° 24,79	5° 24,76	7° 24,20	8° 24,11	9° 24,02	10° 23,94	12° 22,40	13° 22,20	14° 22,00	16° 19,20	19° 15,80	23° 11,11

SISTEMA 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 el revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

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 uniformemente distribuida es de 1000 candelas. Determínese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

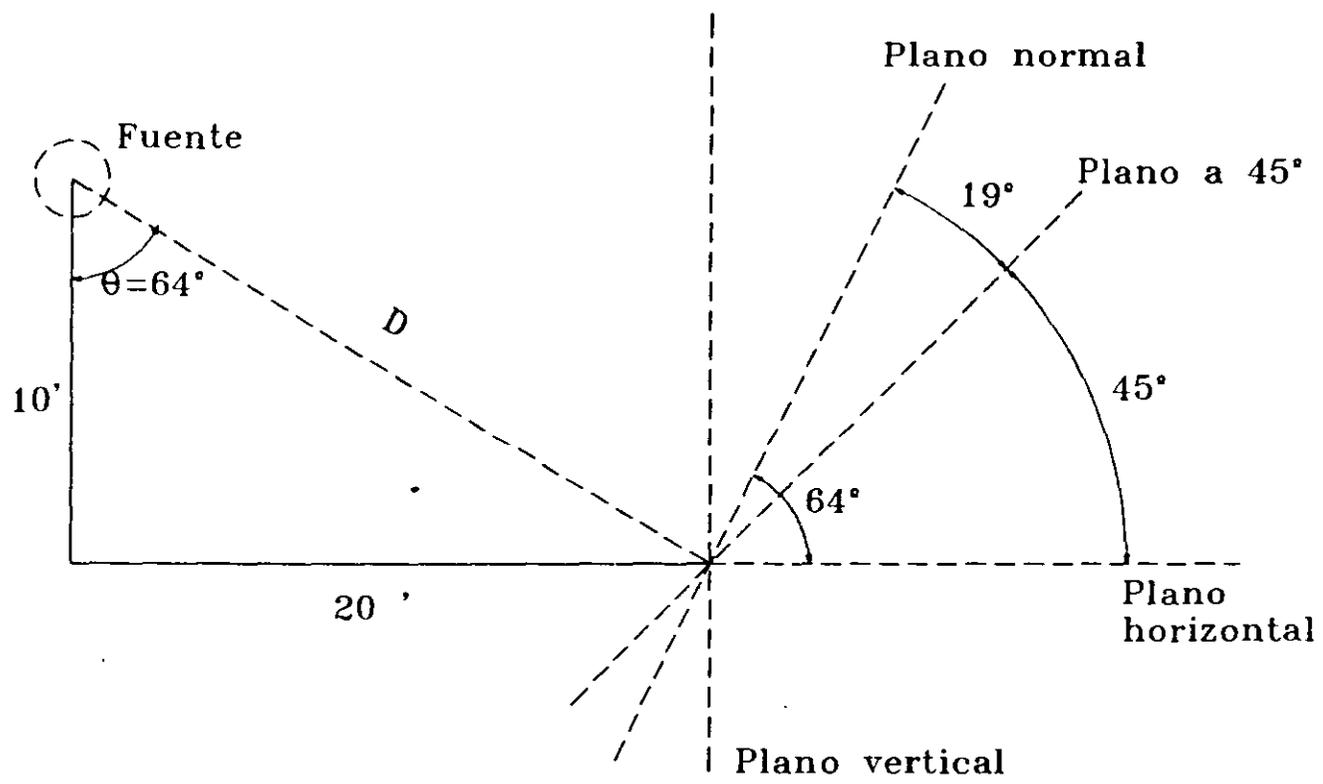
Plano normal.

Plano horizontal.

Plano vertical.

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.

Cálculos:



$$\tan \theta = 20/10 = 2.0$$

$$\theta = 64^\circ$$

$$d^2 = a^2 + b^2 = (10)^2 + (20)^2 = 500$$

$$E_n = I / d^2 = 1000 / 500 = 2 \text{ bujias-pie}$$

$$E_h = E_n \cos \theta = (2) (\cos 64^\circ) = 0.88 \text{ bujias-pie}$$

$$E_v = E_n \sin \theta = (2) (\sin 64^\circ) = 1.80 \text{ bujias-pie}$$

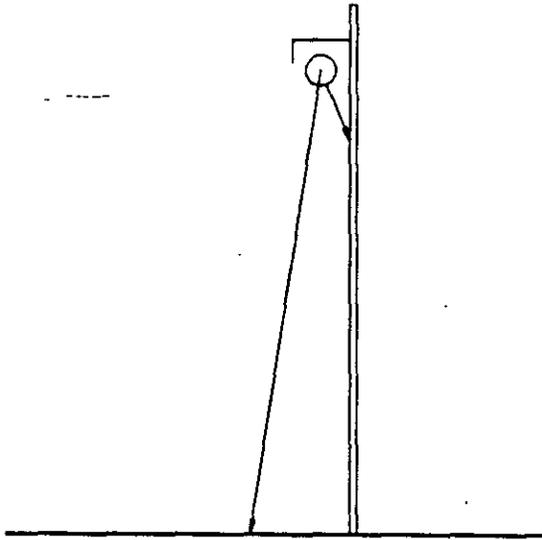
$$E_{45^\circ} = E_n \cos 19^\circ = (2) (0.95) = 1.90 \text{ bujias-pie}$$

Cargas de alumbrado arquitectónica.

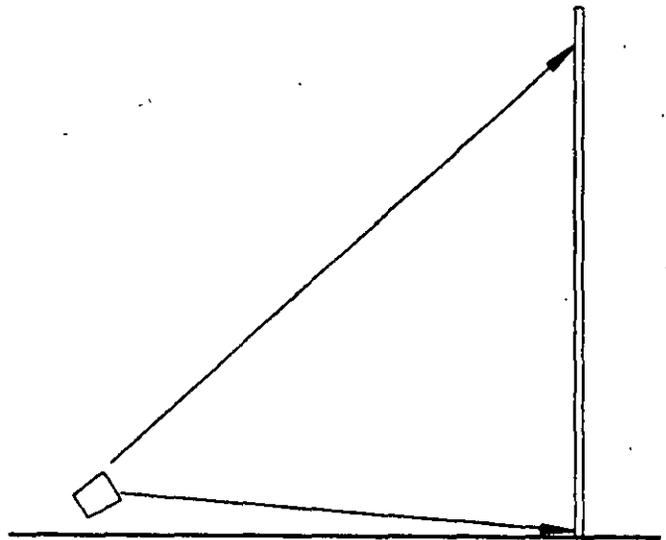
El fin primordial de estas cargas es proporcionar los efectos de contraste entre luz y sombra para hacer resaltar las características particulares de una construcción, aunque en algunas ocasiones puede tener también fines utilitarios.

Podemos clasificar estas cargas de la forma siguiente:

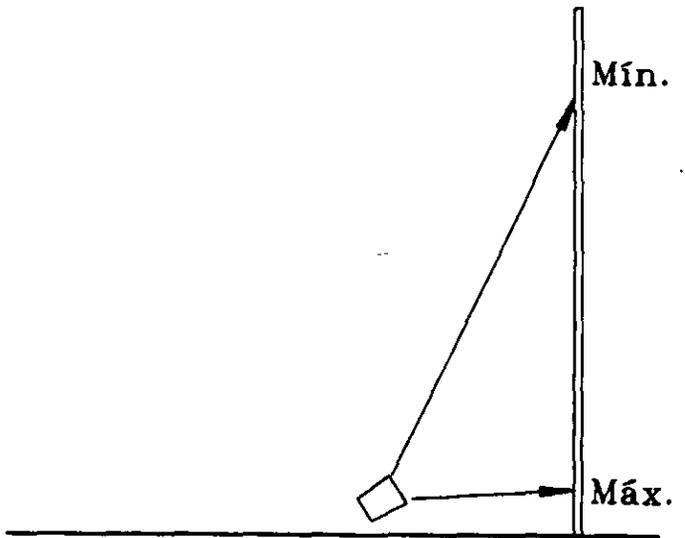
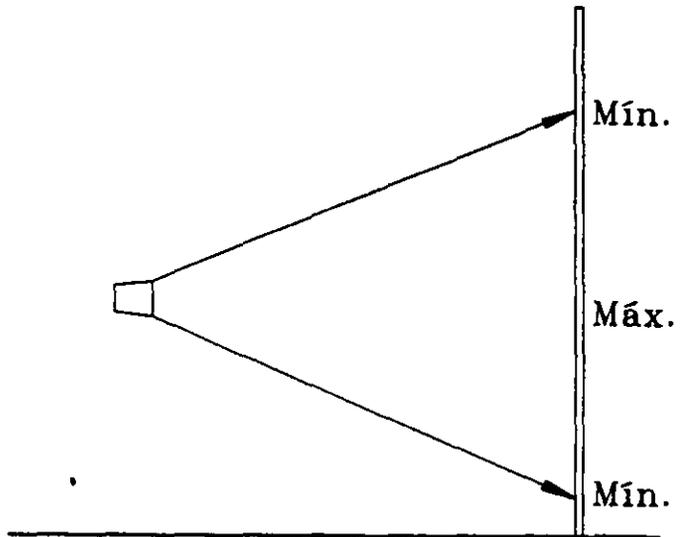
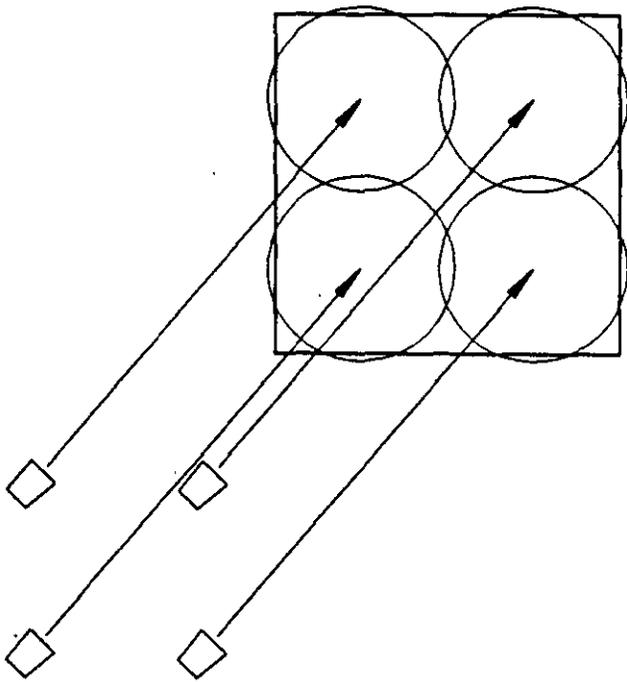
- \* Con proyectores.
- \* Rasante.



RASANTE



PROYECTOR



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 de ocultar la fuente de iluminación.

B.- Cargas de aparatos.- Criterio para determinar cargas.

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 de deberá tener un medio de desconexión. Si son móviles deberá instalarse un contacto especial para su alimentación.

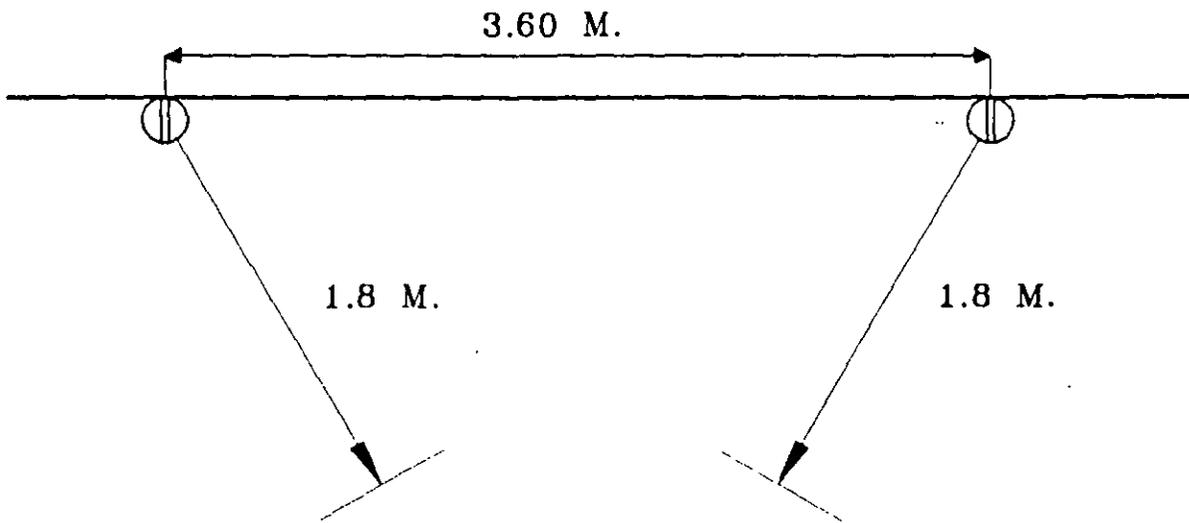
Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
Planchadora	1600	127
Lavadora ropa	1200	127
Secadora	5000	127 - 220
Plancha	1000	127
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

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
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 alcance máximo normal de los conductores de los aparatos por conectarse los que por lo general tienen aproximadamente 1.80 metros, por lo tanto el espaciamiento máximo puede ser de 3.60 metros. De acuerdo donde se vayan a instalar estos contactos se tienen las siguientes recomendaciones:



$S < 40 \text{ M}^2$ : 1 contacto / 3 M.  
 $S > 40 \text{ M}^2$ : 8 contactos + 3 contactos cada 40  $\text{M}^2$ .

Residencias.- Los contactos por habitación, deberán tener un espaciamiento 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 3 más por cada 40 metros cuadrados adicionales.

Escuelas.- Un contacto por cada muro.

Locales comerciales.- Un contacto por cada 40 metros cuadrados.

C.- 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.

La localización de estas cargas deberá ser accesible para su montaje, su servicio y su operación.

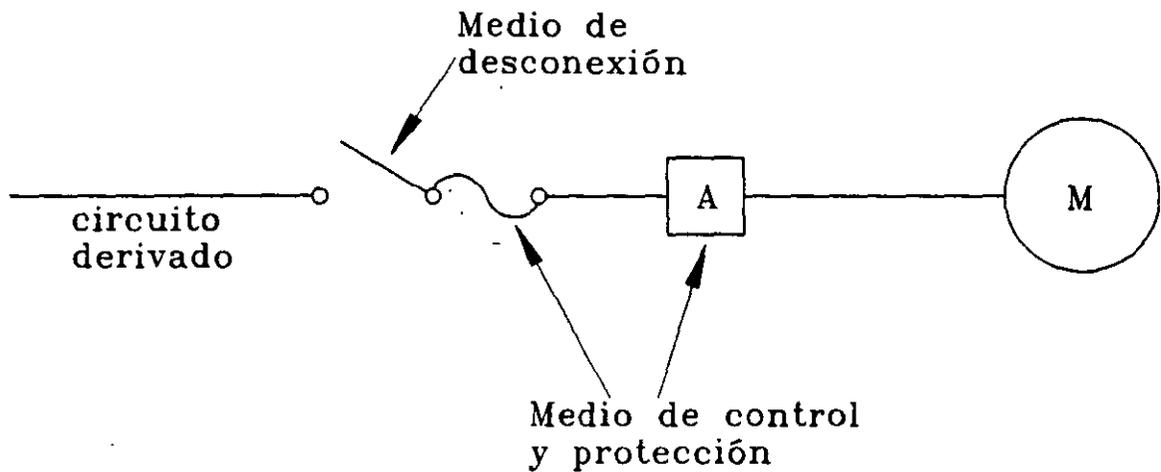
El circuito básico de las mismas contempla los siguientes elementos indispensables para su operación:

- \* 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.

15 M. Máx.



CIRCUITO ELEMENTAL DE UN MOTOR.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

T E M A

MEDIOS DE PROTECCION

SELECCION DE PROTECCION

MEDIOS DE CONTROL

CENTROS DE DISTRIBUCION

ING. MARCO ANTONIO MACIAS HERRERA

NOVIEMBRE 1999

# INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE PROTECCION

SELECCION DE PROTECCION

MEDIOS DE CONTROL

CENTROS DE DISTRIBUCION

ING. MARCO ANTONIO MACIAS HERRERA

NOVIEMBRE DE 1999

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 ptes 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 Cía. suministradora

$$\text{Impedancia pu} = Z_s \frac{0/1}{1} = \frac{\text{KVA}_b}{\text{KVA}_{cc}} = \frac{1500}{1000,000} = 0.0015$$

c.c en el punto A

$$\text{Reactancia total} = 0.0015 + 0.04 = 0.0415$$

$$\text{KVA}_{cc} = \frac{1500}{0.0415} = 36,145 \text{ KVA}$$

$$I_{cc_s} = 47,427 \text{ A}$$

$$I_{cc_{as}} = 1.25 \times 47,427 \text{ A} = 59,284 \text{ A}$$

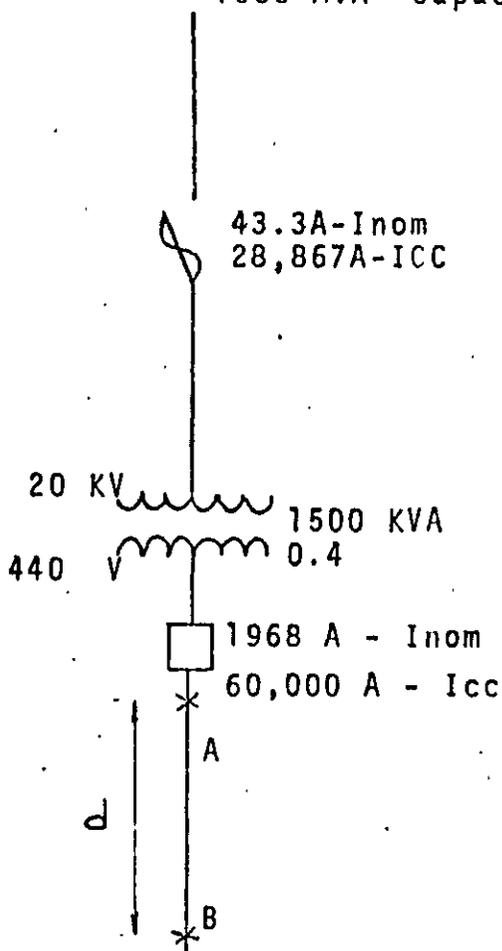


Diagrama unifilar

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 relacionan el valor del c.c. con la longitud del alimentador.

## METODO SIMPLIFICADO DE CALCULO DE VALORES DE FALLA PARA SISTEMAS ELECTRICOS.

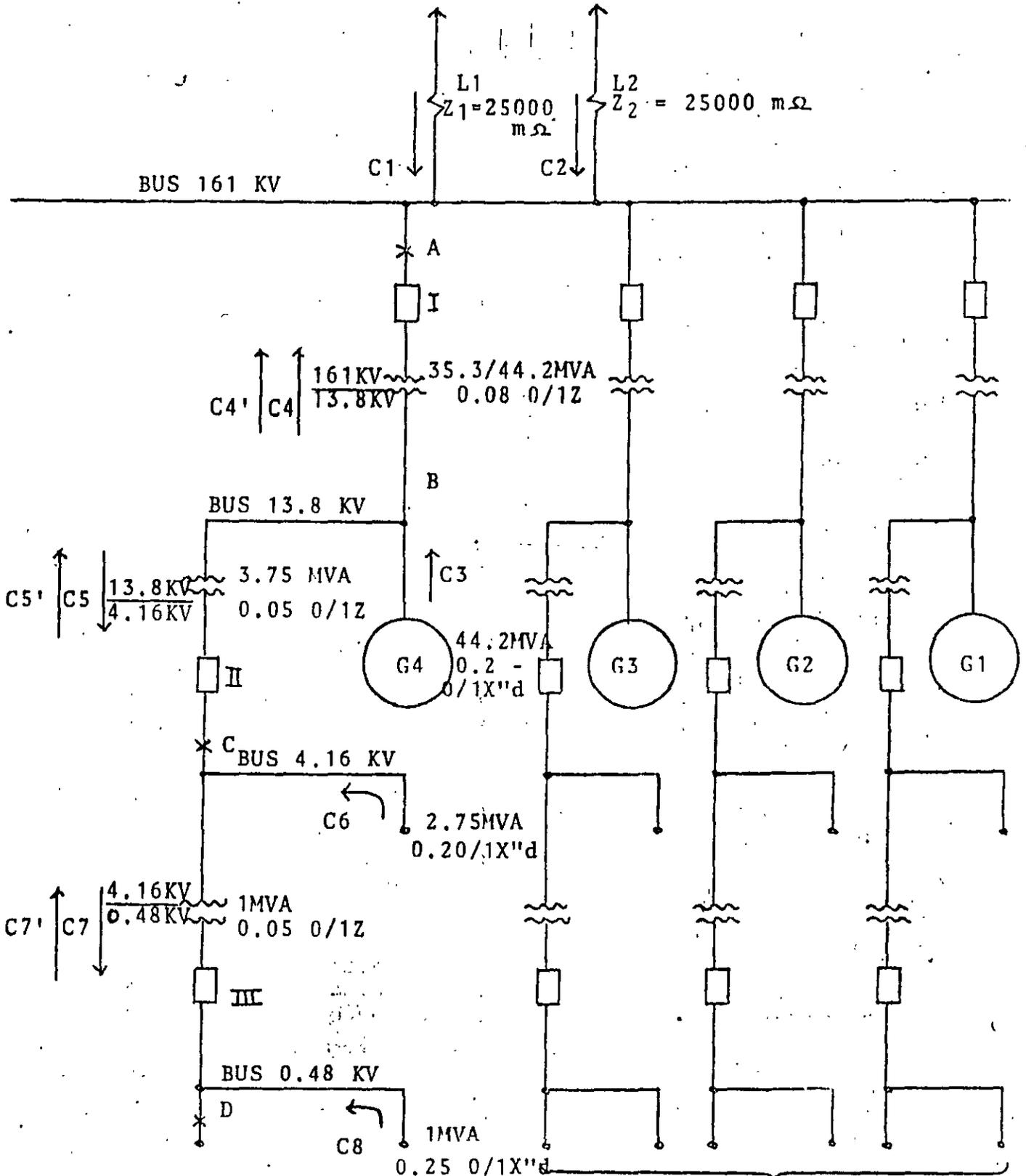
Uno de los procesos más útiles, como herramienta fundamental de un Ingeniero especializado, es la determinación de los valores de falla en los diferentes puntos de un sistema a partir de los datos que nos son presentados en cada caso.

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.

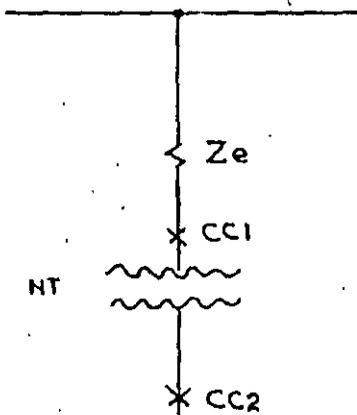
Impedancias de líneas en miliohms.

Tensiones en kilovolts.

## DIFERENTES CONSTANTES DE CONTRIBUCION A UNA FALLA.

Quando 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.

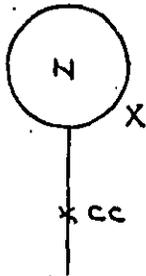


$$Z_e = \frac{NT}{CC1}$$

$$CC2 = \frac{NT}{\frac{NT}{CC1} + Z_T}$$

--- (1)

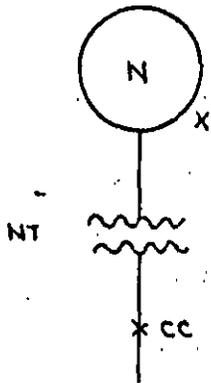
2.- EQUIPO ROTATORIO.



$$CC = \frac{N}{X}$$

2

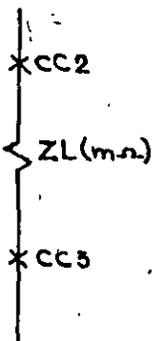
3.- EQUIPO ROTATORIO A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.



$$CC = \frac{N}{\frac{NT}{N} + ZT} = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot X + ZT}$$

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.

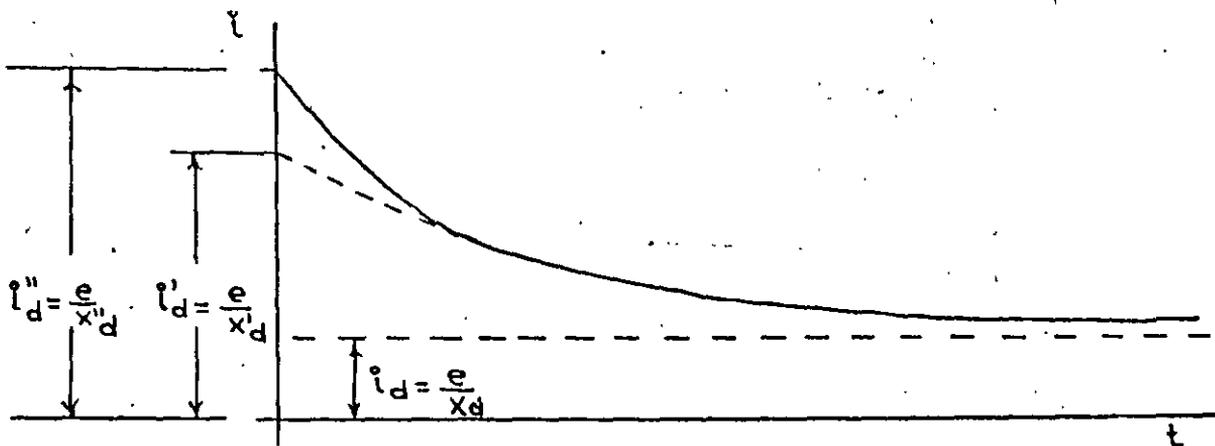


FIG. N°2

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 Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Less than 5 kv .....	601 to 5 kv		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 Remote from generating station (X/R ratio less than 4)	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Non-current-limiting types only .....	601 to 15 kv		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 or less	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

$$\%Z = \frac{Z(\Omega) \times KVA_b}{10KV^2} = \frac{100 \times KVA_b}{1.73 \times I_{cc} \times KV} = 100/1$$

$$Z(\Omega) = \frac{10(\%Z) \times KV^2}{KVA_b}$$

$$Z(\Omega)E_2 = \frac{E_1^2 \times ZE_1}{E_2^2}$$

$$Z(KVA_b_2) = \frac{KVA_b_2}{KVA_b_1} \times Z(KVA_b_1)$$

$$KVA_{cc} = \frac{100 (KVA_b)}{\%Z} = \frac{1000 KV^2}{Z(\Omega)} = 1.73 (KV) I_{cc}$$

$$I_{cc} = \frac{100 (KVA_b)}{1.73 \times \%Z \times KV} = \frac{E}{1.73 \times Z \text{ línea } (\Omega)}$$

## 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.

$$C1 = C2 = \frac{1000 \text{ KV}^2}{ZL (\text{M}\Omega)} = \frac{1000 \times 161^2}{25000} = 1036.84 \text{ MVA}$$

$$C3 = \frac{N}{x''d} = \frac{44.2}{0.2} = 221. \text{ MVA}$$

$$C4' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT 1/0} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{44.2} \times 0.2 + 0.08} = 157.86 \text{ MVA}$$

$$CCA = C1 + C2 + 4C4' = 2705.12 \text{ MVA}$$

$$CCA' = CCA - C4' = 2547.26 \text{ MVA} \text{ (falla CCA equivalente para cálculos derivados, ya que } C4' \text{ no contribuye a su falla primaria)}$$

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{N} + ZT 0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02 \text{ MVA}$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT 0/1} = \frac{2.75}{\frac{3.75}{2.75} \times 0.2 + 0.05} = 8.52 \text{ MVA}$$

$$CCB = C3 + C4 + C5' = 221 + 454.02 + 8.52 = 683.54 \text{ MVA}$$

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02 \text{ MVA}$$

$$C5 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCB} + ZT0/1} = \frac{3.75}{\frac{3.75}{675.02} + 0.05} = 67.5 \text{ MVA}$$

$$C6 = \frac{N}{x''d} = \frac{2.75}{0.2} = 13.75 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{1} \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

$$CCC = C5 + C6 + C7 = 67.5 + 13.75 + 3.33 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$CCC' = CCC - C7 = 81.25 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCC'} + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{81.25} + 0.05} = 16.05 \text{ MVA}$$

$$C8 = \frac{N}{x''d} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ MVA}$$

$$CCD = 16.05 + 4 = 20.05 \text{ MVA}$$

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:

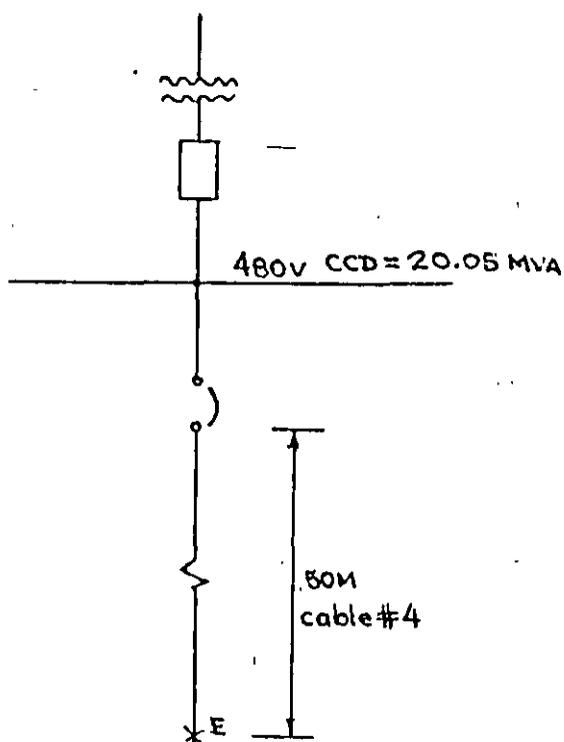


Fig. No. 3

y deseamos calcular la falla en E que es un punto a 50 m. de un circuito trifásico alimentado por cable aislado en ducto metálico.

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

KALIBRE	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500
ZC(mΩ/M)	8.37	5.43	3.35	2.14	1.39	.867	.517	.347	.272	.232	.191	.179	.162	.1445	.133	.1155

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:

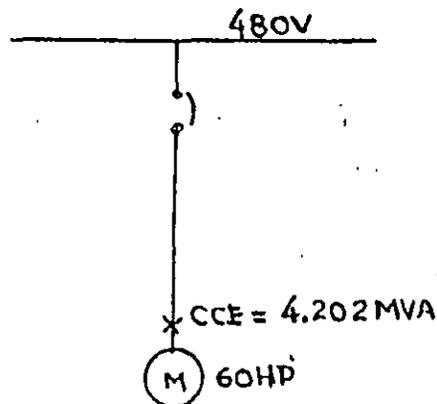


Fig. No. 4

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;  $MVA_A = 0.0056 \times 60 = 0.336$

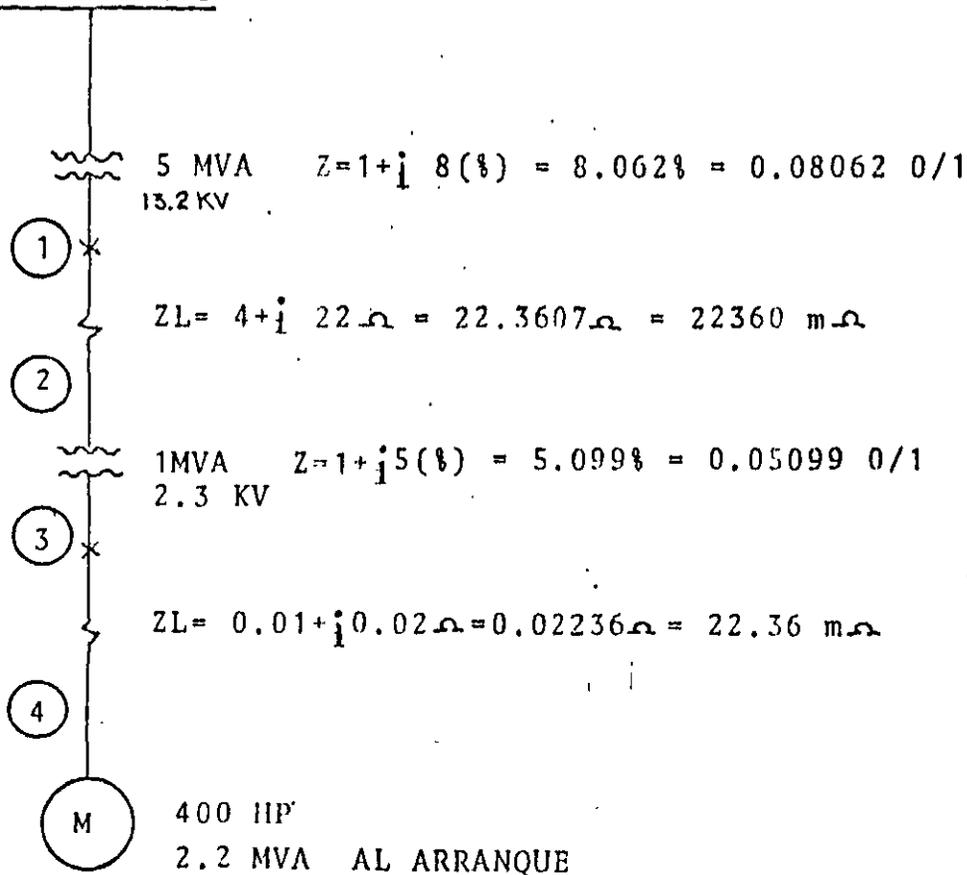
Substituyendo:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times 0.336}{0.336 + 4.202} = 7.4$$

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:

$$1.- \text{CC1} = \frac{5}{0.0862 + \frac{5}{\infty}} = 62.02 \text{ MVA}$$

$$2.- \text{CC2} = \frac{1}{\frac{1}{62.02} + \frac{22360}{1000 \times 13.2^2}} = 6.923 \text{ MVA}$$

$$3.- \text{CC3} = \frac{1}{0.0599 + \frac{1}{6.923}} = 5.1167 \text{ MVA}$$

$$4.- \text{CC4} = \frac{1}{\frac{1}{5.1167} + \frac{22.36}{1000 \times 2.3^2}} = 5.008 \text{ MVA}$$

$$5.- \text{CDT} = \frac{100 \times 2.2}{2.2 + 5.008} = 30.52\%$$



TABLA DE SELECCION PARA INTERRUPTORES EN AIRE  
COMO INTERRUPTORES SECUNDARIOS PRINCIPALES

Capacidad del transformador KVA	208 V - Secundario			440 V - Secundario		
	Amps. Carga plena	Corto Máx. Amps. Asim.	Interruptor TIPO	Amps. Carga plena	Corto max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO
225	625	15,650	25H-2			
300	835	20,900	25H-2			
450	1250	31,300	25H-2			
600	1660	41,700	65H-2			
750	2080	52,000	65H-2			
1000	2780	69,500	75H-2	590	14,750	25H-2
1500	4160	104,000	100H-2	790	19,750	50H-2
2000				985	24,600	50H-2
3000				1310	32,800	50H-2
4000				1970	48,200	65H-2
				2620	65,500	75H-2
				3940	96,400	100H-2

NOTA: Las corrientes de corto circuito estan basadas en un 50/o de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro ilimitado en primario y factor de asimctría promedio en las tres fases, de 1.25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplicar 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 SIMETRICOS 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	5,388	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	1,428
	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	10,676	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	3,264
	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	3,468
	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	22,648	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	39,532	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	42,810	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	48,960	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
Amperes cuando se conocen los caballos de fuerza (H.P.)	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef}}$	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{2 \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{1.73 \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$
Amperes cuando se conocen los K.W.	$\frac{K.W. \times 1000}{E}$	$\frac{K.W. \times 1000}{E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{2 \times E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{1.73 \times E \times F.P.}$
Amperes cuando se conocen los K.V.A.		$\frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{2 \times E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{1.73 \times E}$
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 flecha del motor	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.}}{746}$	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$		$\frac{I \times E \times 1.73 \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$

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 (amperes 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	2-500 MCM	16,350	16,245	16,055	15,675	14,535	13,015	10,622	6,840	4,275
	No. 4	21,850	19,380	16,245	11,970	6,175	3,325	1,692	712	380
	No. 0	21,850	20,520	19,190	16,625	13,252	7,600	3,760	1,662	855
	250 MCM	21,850	20,995	20,140	18,525	14,535	11,590	6,862	3,182	1,662
500	2-250 MCM	21,850	21,375	20,900	20,140	17,575	14,535	10,522	5,700	3,135
	2-500 MCM	21,850	21,612	21,327	20,615	18,575	15,960	12,502	7,505	4,322
	No. 4	36,290	29,260	22,800	14,630	6,555	3,325	1,692	760	380
	No. 0	36,290	32,680	28,880	22,800	13,490	7,600	3,760	1,710	950
750	250 MCM	36,290	32,200	32,110	27,930	19,095	12,920	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	36,290	35,055	33,915	31,635	25,650	19,095	12,408	6,080	3,325
	2-500 MCM	36,290	35,530	34,675	32,870	27,930	22,610	16,150	8,550	4,750
	No. 4	44,840	34,010	24,700	15,200	6,555	3,230	1,598	760	380
1,000	No. 0	44,840	39,805	34,485	25,935	14,060	7,600	3,854	1,710	950
	250 MCM	44,840	41,420	38,000	32,585	21,850	13,300	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	44,840	42,845	41,135	38,000	30,115	21,660	13,536	6,080	3,325
	2-500 MCM	44,840	43,605	42,085	39,615	32,870	25,650	17,202	8,740	4,750
1,500	No. 4	59,565	40,850	27,645	16,150	7,410	3,515	1,692	665	380
	No. 0	59,565	50,825	42,085	29,640	15,200	8,075	4,136	1,710	902
	250 MCM	59,565	53,770	48,450	39,900	24,700	15,115	8,272	3,230	1,776
	2-250 MCM	59,565	56,905	53,485	47,880	35,910	24,605	14,570	6,555	3,325
2,000	2-500 MCM	59,565	58,710	55,290	51,965	40,280	29,925	19,740	9,500	3,135
	No. 4	87,780	50,350	31,350	17,195	7,410	3,705	1,880	760	570
	No. 0	87,780	69,825	54,150	34,675	16,910	8,740	4,324	1,900	950
	250 MCM	87,780	76,000	66,025	49,400	28,500	16,530	8,048	3,610	1,900
2,000	2-250 MCM	87,780	81,415	75,525	65,075	43,700	26,000	16,544	6,650	3,610
	2-500 MCM	87,780	83,600	78,850	70,300	54,150	36,100	22,372	10,450	5,700
	No. 4	115,710	55,100	32,110	17,290	6,840	3,610	1,692	570	760
	No. 0	115,710	83,600	60,515	36,100	16,140	8,360	3,948	1,710	1,710
2,000	250 MCM	115,710	95,190	79,610	57,000	29,450	16,150	7,990	3,040	3,325
	2-250 MCM	115,710	105,260	95,475	78,850	47,500	28,500	15,598	6,460	4,750
	2-500 MCM	115,710	108,490	100,700	86,450	58,900	38,000	22,466	9,500	

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores simétricos rcm 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.

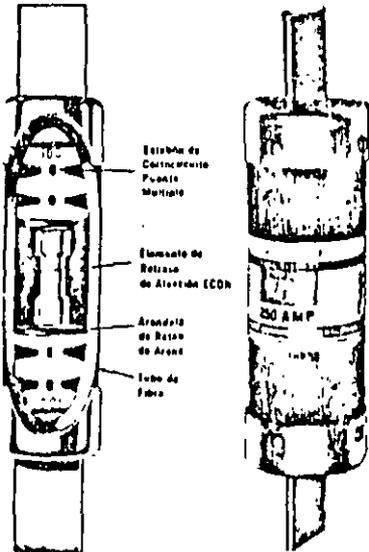
**EPF Fusibles de Baja Tensión**

**Fusibles de Cartucho de doble elemento** . Están clasificados por UL según Clase K-9, para 100,000 amperes r.c.m., c.a., 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.

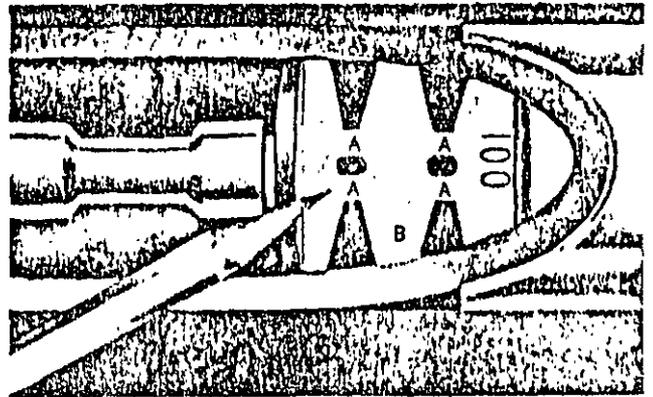
Amperes	280 VOLTS.				600 VOLTS.			
	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de
		PUBLICO	\$ 1000.00 o más			PUBLICO	\$ 1000.00 o más	
1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12.5, 15, 17.5, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	Símbolo del catálogo "ECN" seguido por los amperes	11.00	9.50	10	Símbolo del catálogo "ECS" seguido por los amperes	25.00	21.00	10
110, 125, 150, 175, 200		19.50	18.00	10		46.50	37.00	10
225, 250, 300, 350, 400		44.50	42.00	5		85.50	81.00	5
450, 500, 600		97.00	90.00	1		169.00	157.50	1
		176.00	165.00	1	339.00	321.00	1	
		268.00	248.00	1		487.00	1	

Tipo "Ferula" (casquillo), 60 amp. y menos. Tipo de navaja, 65 amp. y mayores.

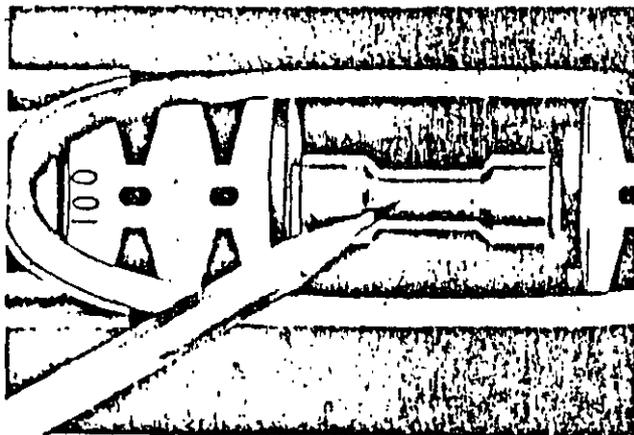
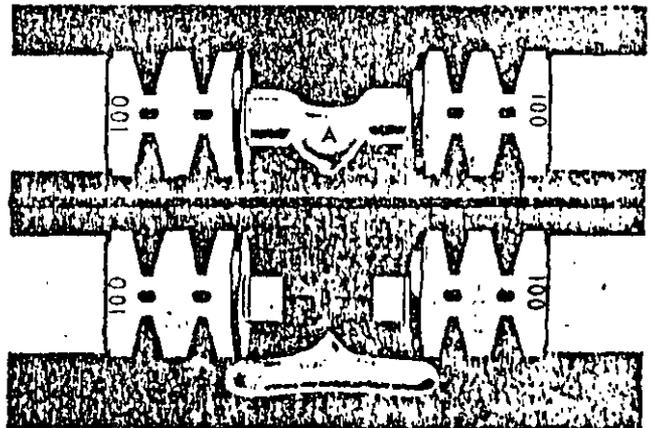
Para información detallada, soliciten las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



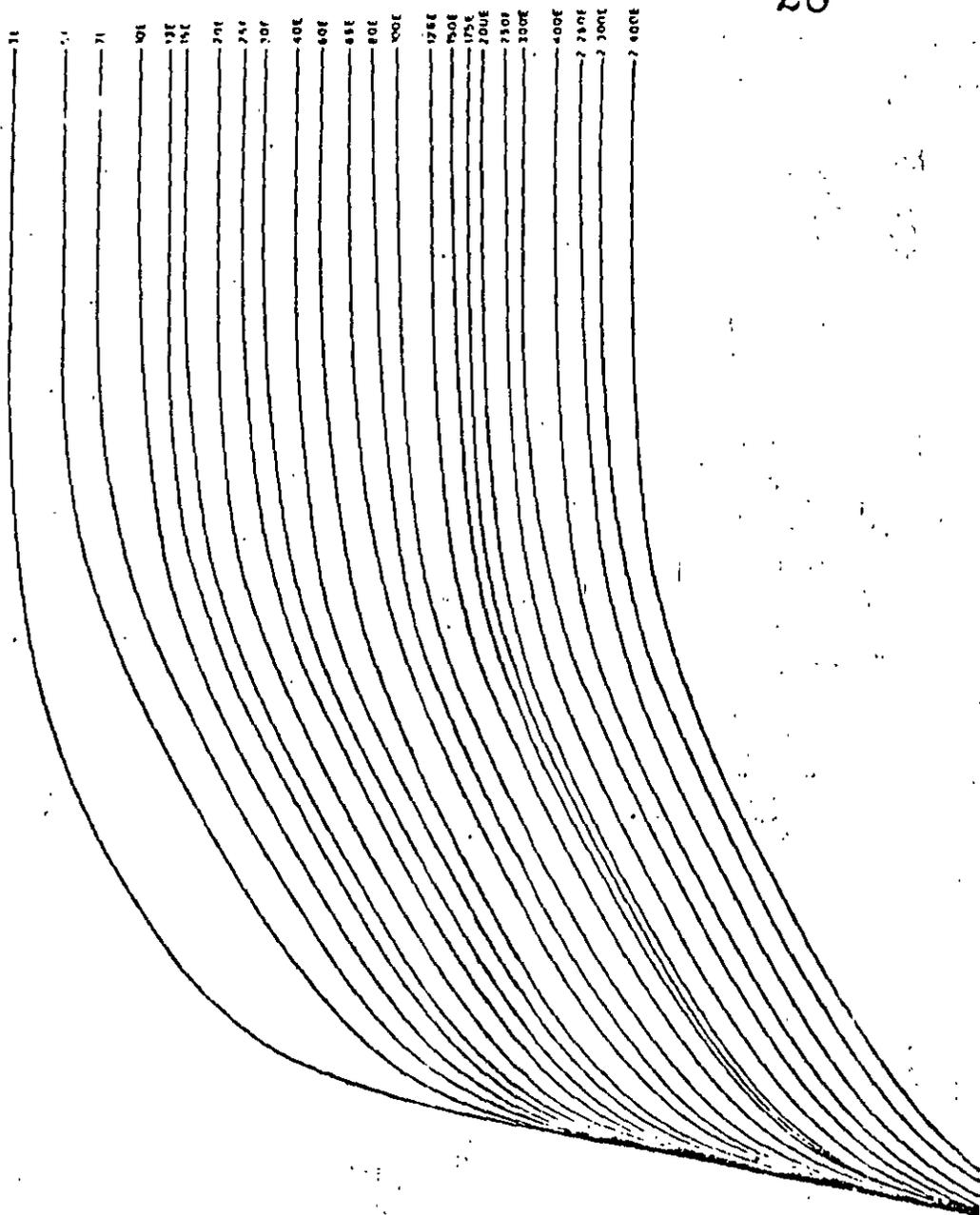
Acción Instantánea en corto circuitos. Los eslabones de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" peligroso. Las gargantas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.



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 sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. ATENCIÓN: LA DISTANCIA (entre hierros) 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

**BASE** - These refill units are based in accordance with the procedures described in USASI Standard Specification for Power Fuses and Fuse Disconnecting Switches, C17 48 1962. In accordance with these standards, curves are based on tests carried out at an ambient temperature of 25°C and no initial load. Also, maximum melting current is not less than 200% of rated unit ampere rating.

**CONSTRUCTION** - Fusible elements for refill units rated 30 through 75 amperes are metal-oxide, water controlled, non-oxidizing fusible elements for refill units rated 100 through 400 amperes are silver, hot-chamber casted. All are of solid-state construction.

**REFERENCES** - Current are plotted to maximum but all variations are shown.

**CAUTION** - Refill units having metal-oxide or silver element construction are not subject to damage by aging or transient overcurrents. Hence it is unnecessary to replace unit-refill units in single phase or three-phase installations when one or more refill units have blown.

**COORDINATION** - These curves represent the total time required for a refill unit to melt and interrupt a fault current, and should be followed in coordination problems where fuses are applied as "protecting" devices.

Any protecting device installed in series with this is equally true for fuses which melt at current values appreciably less than 250% of rating. Although the melt times represented by these curves do not fall in this category, the reference for protecting must be determined from Data Bulletin 205-21 and variations made in the maximum melting curve of the "protected" fuse.

1. When close coordination is required;
2. When regardless of the procedure of coordination, the refill unit is subjected to temporary overload.

There are cases where the coordination requirements may be very exacting, for example, in reenergizing a transformer primary fuse with a secondary feeder and a main line breaker. The time interval between the opening characteristics of the two fuses may be very narrow. Under these circumstances there must be an extremely short time interval between the maximum melting and the total clearing characteristics of the fuses.

The refill units represented by these curves possess this short time interval feature since - being a non-oxidizable fusible element of solid-state construction - they require:

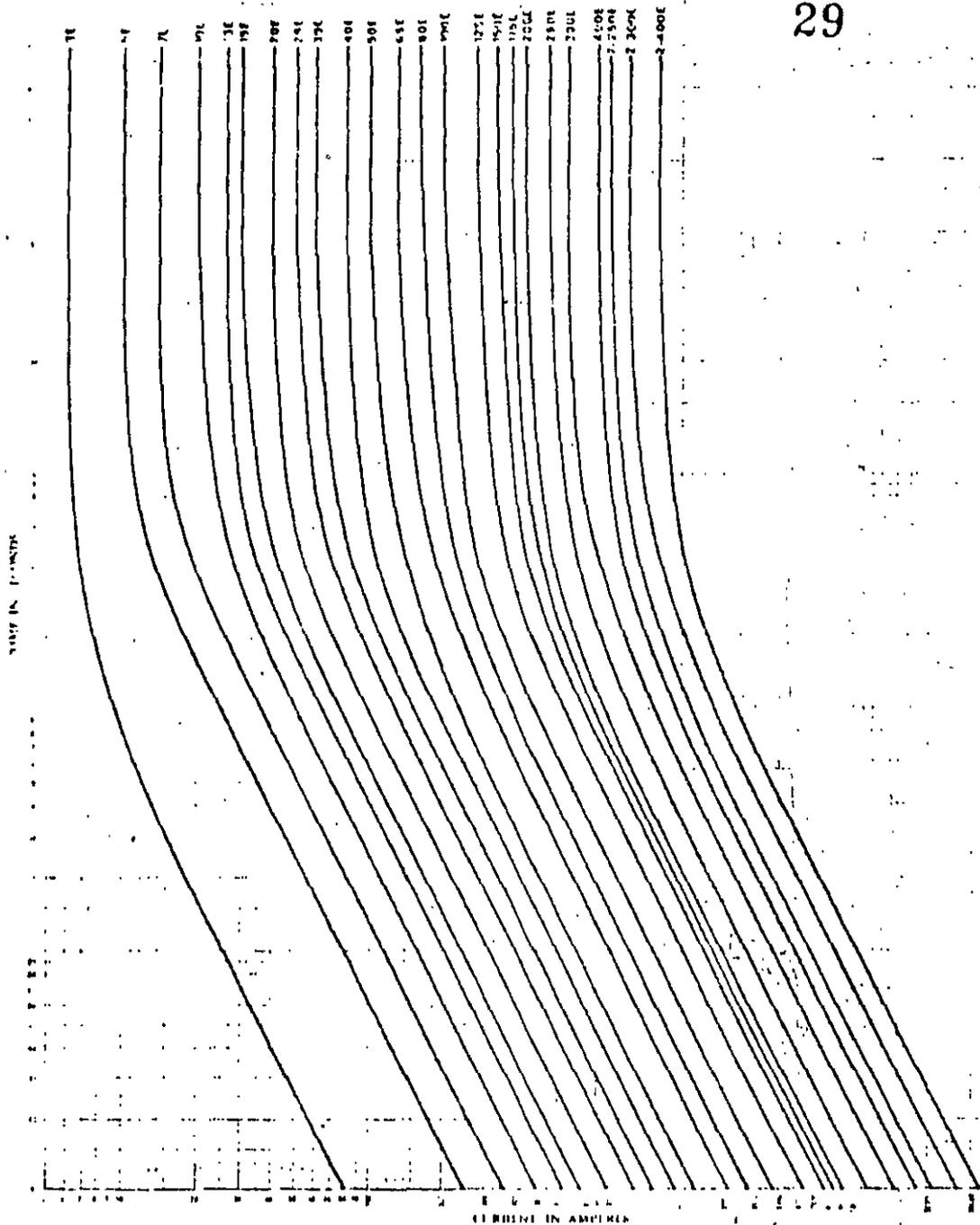
1. As little as 10% rise above the maximum melting current - compared to the 20% tolerance of many fuses (20% and 40% respectively in terms of time).
2. No "arcing zone" or arcing phenomena.

Sometimes a selected ampere rating will fail to meet the coordination requirements in any available speed. In this case the selection of a higher ampere rating usually will satisfy all requirements.

Do not assume that some other "time lag" speed, "super slow" speed, or "high surge" speed will better resolve a coordination problem than the use of a higher ampere rating in the S&C speed systems. Such other speeds have larger propagation inductances (about 20% in current plus 40% in terms of time). In addition they also require the use of "arresters" or other alternatives. The application of these two factors will give a time interval between the melting and total clearing curves greater than in the case of S&C speed systems.

#### REFILL UNITS AVAILABLE:

Unit	By Name, Ratings	Ampere Ratings
SN-4	7.5 and 14.4	30 to 1000
SN-5	4.16 through 14.4	25 through 4000



MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

**BASIS** - These refill units are tested in accordance with the procedure described in UL 487 Standard Specifications for Power Fuses and Fuse Overcurrent Switches (L31 48 1941) in accordance with these standards, curves are based on tests starting with the refill unit at an ambient temperature of 25°C and no initial load. Also, minimum melting current is not less than 300% of rated unit ampere rating.

**CONSTRUCTION** - Fusible elements for refill units rated 30 through 75 amperes are nickel-chrome, center controlled design; fusible elements for refill units rated 100 through 4000 amperes are silver, hot-chamber cast. All are of solid bar construction.

**TOLERANCES** - Curves are plotted to minimum test points. Maximum variation expressed in current value are:  
 Plus 10% for 100 through 4000 ampere ratings.  
 Plus 15% for 30 and 75 ampere ratings.  
 Plus 20% for 31 ampere rating.

**APPLICATION** Refill units having nickel-chrome or silver element construction are not subject to damage by aging or standard overcurrent. Hence it is unnecessary to replace unit when (1) unit is single-phase or three-phase installation when one or more refill units have blown.

**COORDINATION** - Any preloading reduces melting time. This is especially true for fuses which melt at current values appreciably less than 200% of rating. Although the refill units represented by these curves do not fall in this category, the reduction for preloading must be determined per Data Bulletin 706 71 and corrections made in the above curves:  
 1. When close coordination is required;  
 2. When, regardless of the percentage of coordination, the refill unit is subjected to temporary overloads.

There are cases where the coordination requirements may be very exacting. For example, in coordinating a transformer primary fuse with a secondary breaker and a main line breaker. The time interval between the opening characteristics of the two breakers may be very narrow. Under these circumstances there must be an extremely short time interval between the minimum melting and the total clearing characteristics of the fuse.

The refill units represented by these curves possess the short time interval feature, namely - having a nondestructive fusible element of one or more construction - they require:  
 1. As little as 10% total tolerance in minimum melting current - compared to the 30% tolerance of many fuses 170% and 40% respectively in terms of time.  
 2. No "safety zone" or arcing allowance.

This narrow time band normally will provide the desired coordination. If the selected standard speed refill unit does not meet the coordination requirements, check to see if the same ampere rating in the Slow Speed will satisfy.

Sometimes a selected ampere rating will fail to meet the coordination requirements in any available speed. In this case the selection of a higher ampere rating usually will satisfy all requirements.

Do not assume that some other "time-lag" speed, "super-slow" speed, or "high-burn" speed will better provide a coordination program than the use of a higher ampere rating in the S&L speed curves. Such other speeds have larger construction tolerances (plus 20% on current, plus 40% in terms of time) in addition they also require the use of "safety zone" or arcing allowance. The application of these two factors will give a time interval between the melting and total clearing curves greater than in the case of S&L speed options.

REFILL UNITS AVAILABLE:

Refill Unit	Its Name Ratings	Ampere Ratings
SM-4	77 through 145	31 through 7000
SM-3	4.10 through 14.4	31 through 6000
SM-5	23 and 34.5	31 through 3000

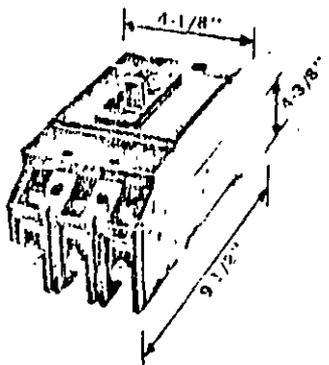


**Interruptores Termomagnéticos Tipo Industrial**

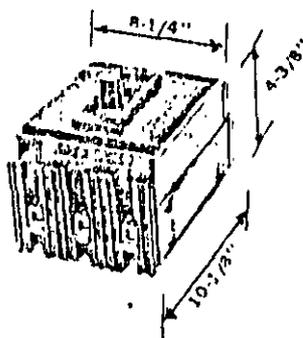
Tabla de Selección

Características de los Interruptores Termomagnéticos

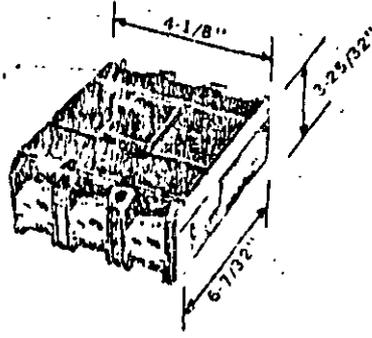
Marco	Amperes	TENSION MAXIMA		No. de Polos	CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMETRICOS RMC (AMPERES SIMETRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC'				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.		240V	480V	600V	C. C.	Rango	Calibre del Conductor	
										Mín.	Máx.
NF-F-R	15-100	480	250	2,3	20M (18M)	15-M (14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NF-J-R	70-225	600	250	2,3	25M (22M)	20M (18M)	15M (14M)	10M	70-225	No. 4	300MCM
HJ-L-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
NM-R	125-1000	600	250	2,3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	350-500	1 No. 2/0 1 No. 4	1 500 MCM 1 250 MCM
									125-350	No. 1	600-MCM
									400-600	2-No. 3/0	2-600MCM
									700-1000	3-250 MCM	3-500 MCM



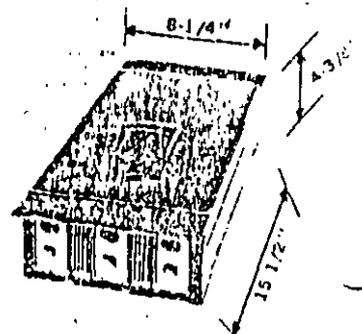
NFJ-R



NEF-R



NJL-R

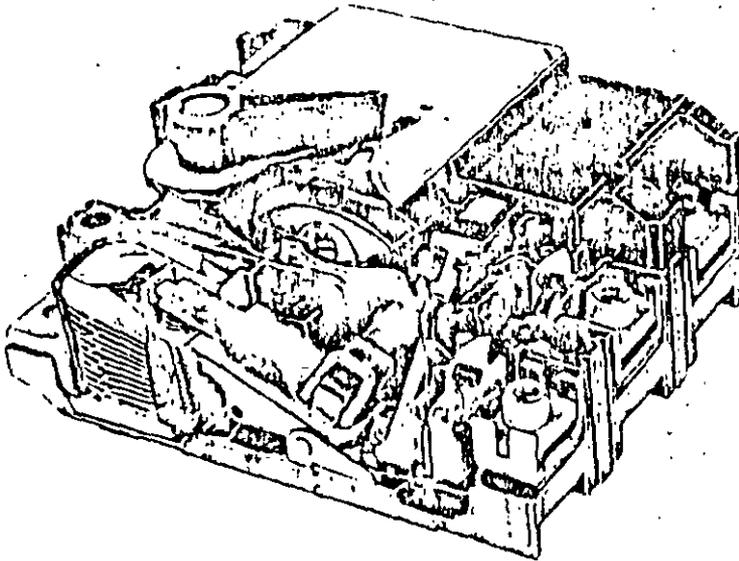


NM-R

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva.

Hoja descriptiva



Corte del interruptor  
NJL 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, reóstatos 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.

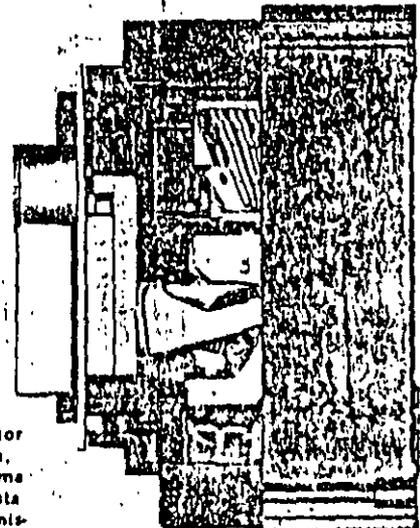
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

## 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

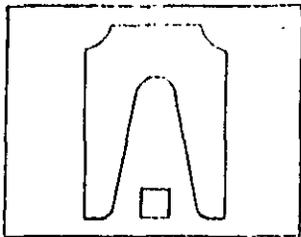
Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

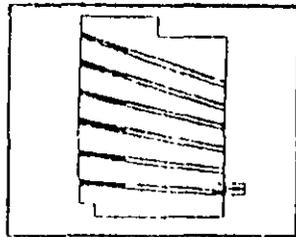
32

Principio de ionización de la cámara de arco.

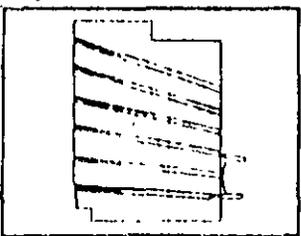
Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



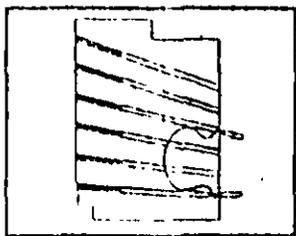
1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



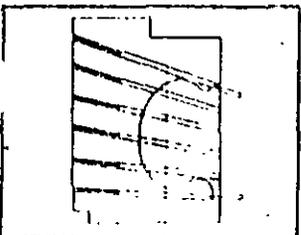
2. Contactos cerrados.



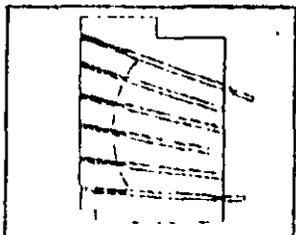
3. Contactos abriéndose - formación del arco.



4. Extensión del arco hacia la garganta de la cámara de arco.

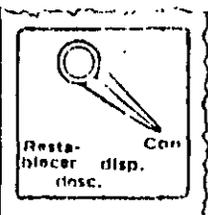


5. Arco a punto de romperse.

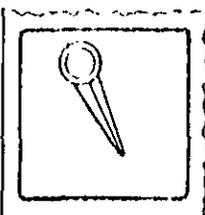


6. Arco roto en segmentos, enfriado y extinguido.

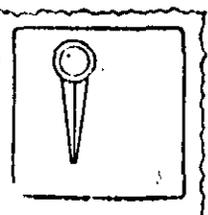
Manija rotatoria del interruptor en sus posiciones de operación.



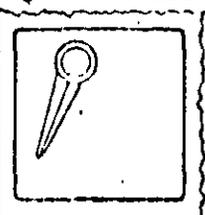
Posición de "CONECTADO": La manija en esta posición indica que el circuito está "cerrado".



Posición de "DISPARO" (desconexión): Cuando el interruptor dispara automáticamente debido a una sobrecarga o cortocircuito.



Posición de "DESCONECTADO": La manija queda en esta posición cuando el circuito está "abierto".



"REESTABLECER": 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, aleaciones de plata y contactos de presión directa, en los interruptores termomagnéticos se ofrece mucho menor resistencia a la corriente eléctrica que los clips 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 abre 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 bimetalicos 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 frente muerto; 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 el 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 esté "Conectado", "Desconectado" o en posición de "Disparo" aun viéndolo 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 BELLADA 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 Dimension

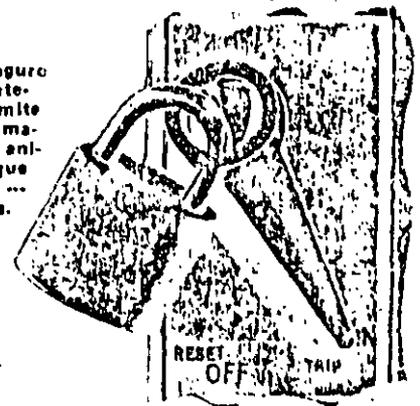
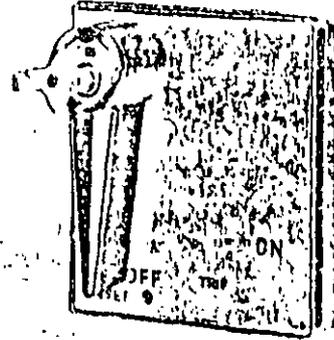
rapidez. La manija robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

**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.

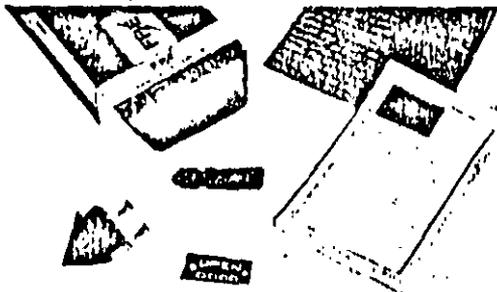
**MANIJA INTEGRAL (TIPO ROTATORIO):** La manija rotatoria forma parte del mecanismo del interruptor.

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 MECANICO 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 liberado por el personal autorizado.



Dispositivo de seguro exclusivo para interruptor, que permite el bloqueo de la manija mediante su anillo retractable que puede acomodar hasta 3 candados.



El Juego del entrelace mecánico consiste de un junta, una barra de enclavamiento, un tope inmovilizador y una placa de "puerta abierta"

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.						
<b>INTERRUPTORES NORMALES</b>											
NB (NBH)	1	15-50	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	2,3	15-100	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
NEF	2	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
	3	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
NFJ	2,3	70-225	600	250	—	25 (22)	20 (18)	15M (14M)	10M	Sí	—
NJL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Sí	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Sí	Sí
<b>INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA</b>											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	Sí	—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	Sí	—
HJL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Consultar con la fábrica.	
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Sí	Sí

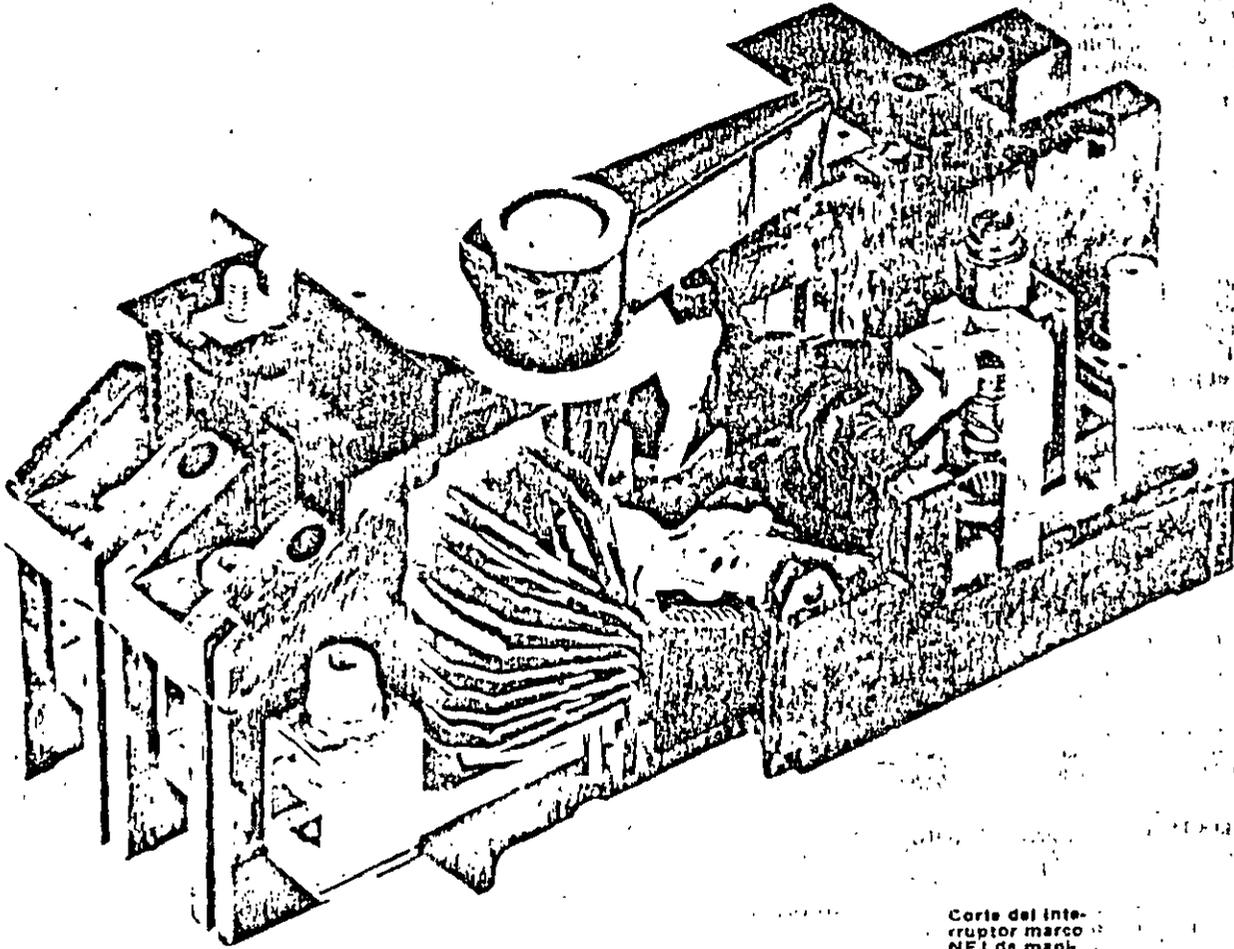
\* Los valores simétricos son iguales a los valores asimétricos.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

34



Corte del interruptor marco NFJ de manija 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 ellas donde el comportamiento de arranque del motor 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

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

## 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 "Abierta" o en la de "Cerrada", 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 "Cerrada" 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 pueden 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 puede 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.

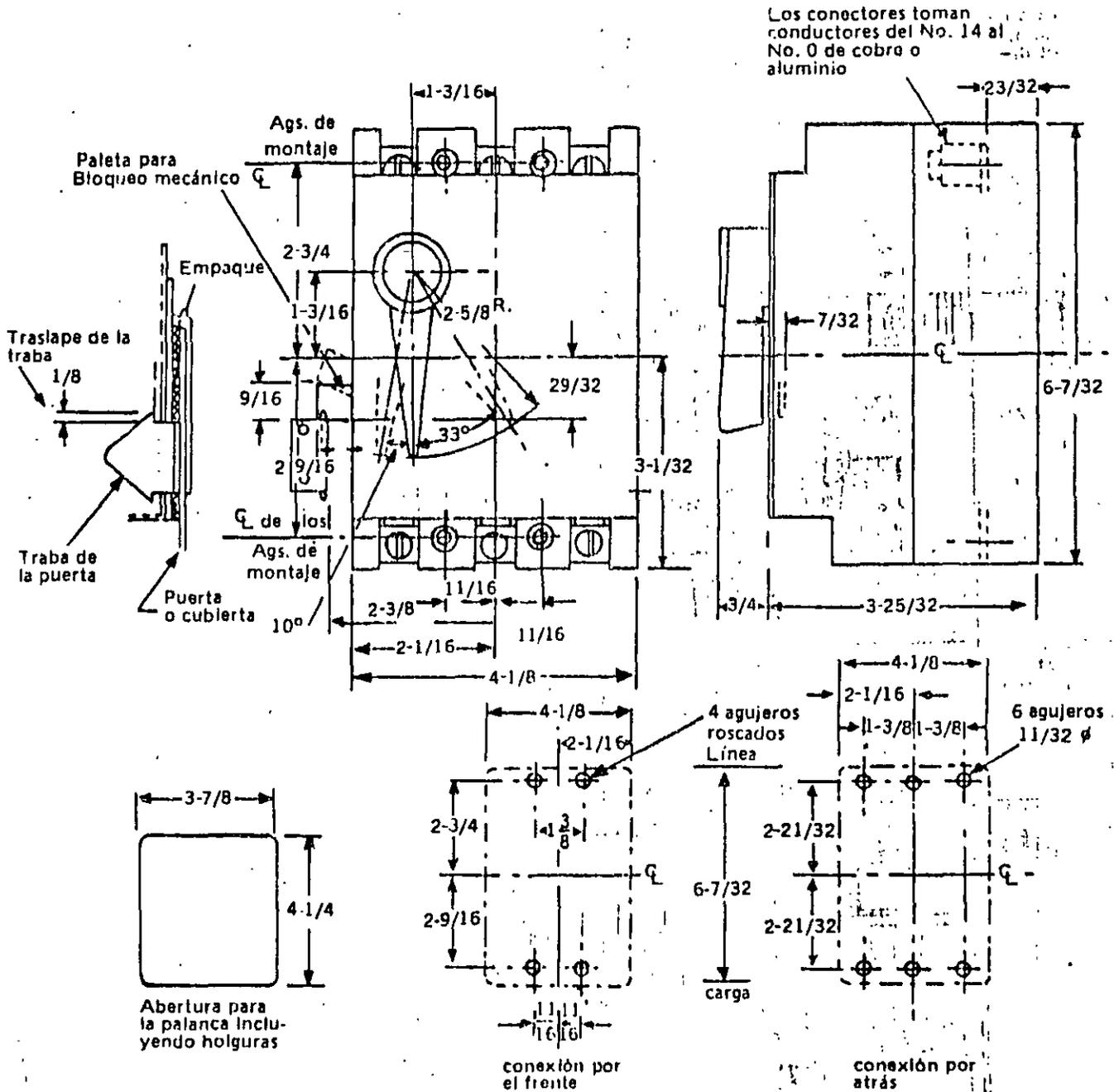
## APLICACION EN CAPACITORES

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. 460-8 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

Hoja de Dimensiones

Tipos NEF y HEF (Rotatorio), 3 Polos, 15-100 Amp. 480 V. C-A, 125/250 V. C-C



Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CÁJA MOLDEADA

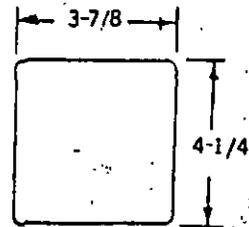
Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

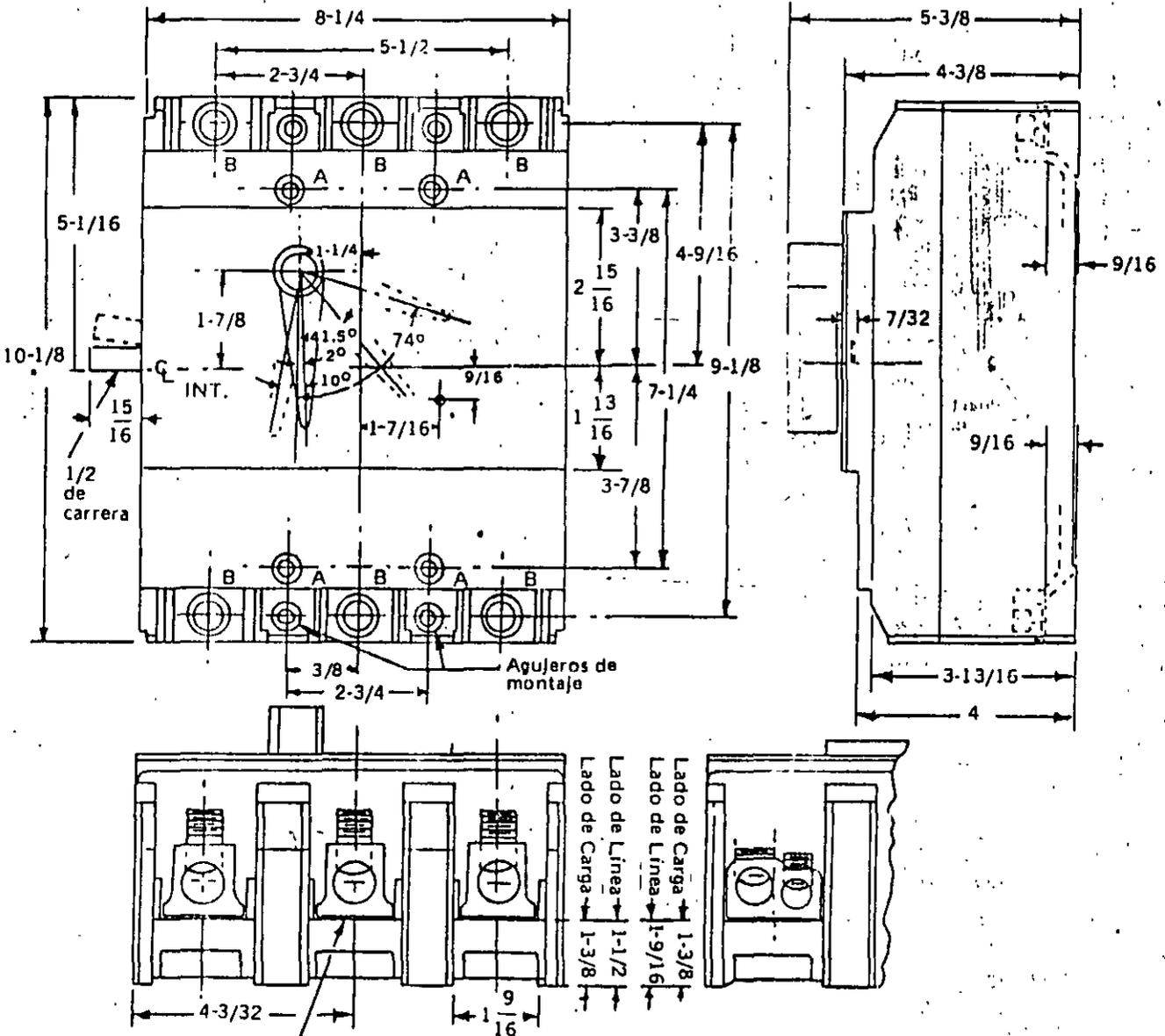
38

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.

## 1) 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.

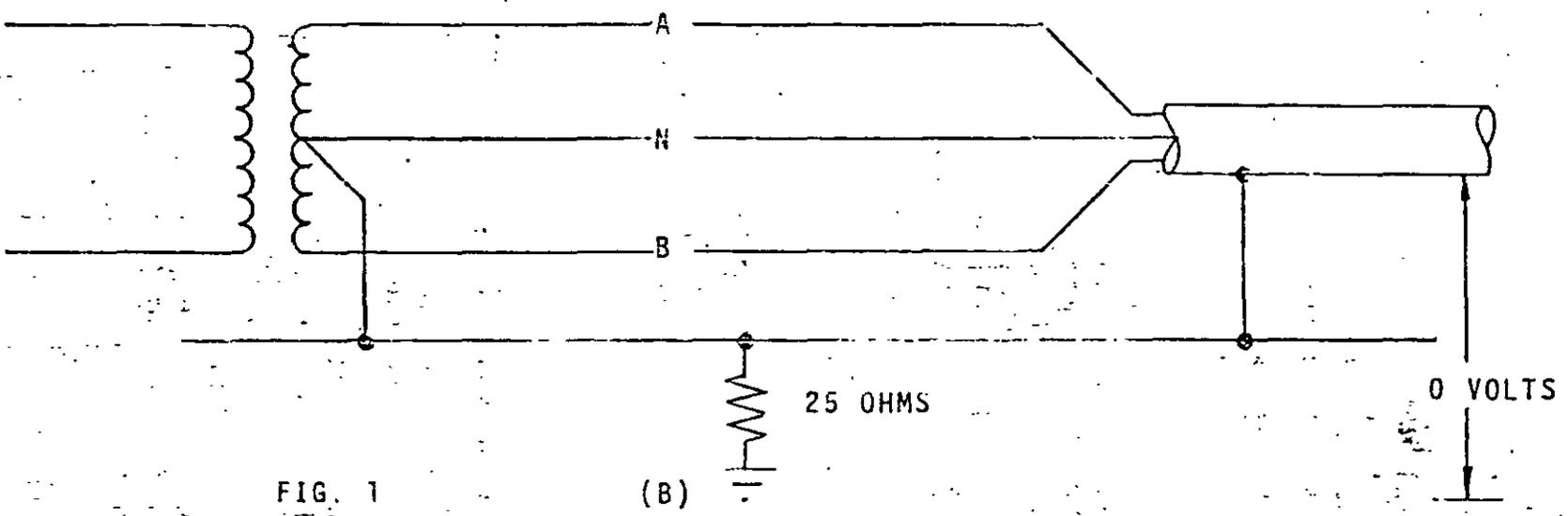
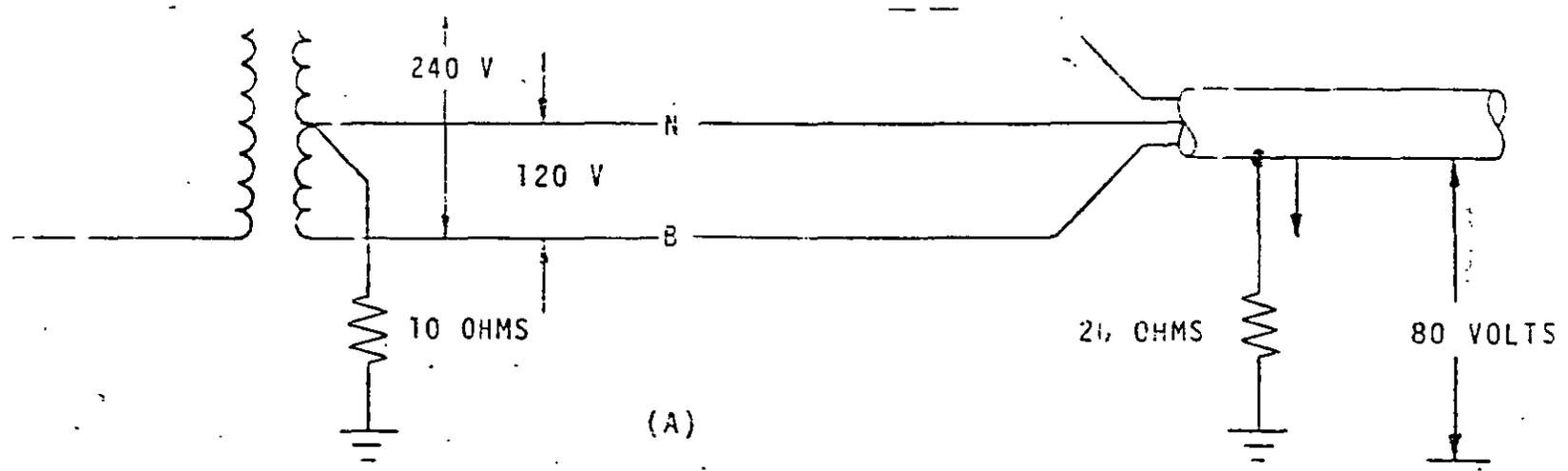


FIG. 1

(B)

Importancia del paso metálico continuo de tierra de baja impedancia.

42

42

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 despues 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 domesticos o comerciales o a combinaciones cuando se conecten motores o aparatos accionados por motores u otras cargas especiales es necesario aplicar los articulos 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.

44

Las cargas individuales mayores de 50 amps. deberan alimentarse por circuitos derivados individuales.

Circuitos derivados multifilares.- Dos o más conductores a diferente potencial entre si 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 lamparas, aparatos ó contactos de 15 amps. ó menos no deberán exceder de 150 volts. a tierra; excepciones:

- a) Establecimientos inductriales hasta 300 volts a tierra en circuitos de alumbrado que esten 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
Peluquerias 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	CAPACIDADES CONTACTO
15 amps.	no mayor de 15 amps.
20 amps.	20 amps.
30 amps.	20 ó 30 amps.
50 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

Caida 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 2

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.)

CONDUCTOR Calibre A.W.G. o M.C.M.	Sección Transversal en milímetros cua- drados.	Temperatura permisible y material del aislamiento					
		60° C Hule, Termoplástico o similar.	75° C Hule o similar.	85° C Papel, Termoplásti- co y asbesto, Cambray barnizado y asbesto o similar.	110° C Cambray 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
.001	67.43	145	175	185	215	230	250
.000	85.03	165	200	210	245	265	285
.0000	107.22	195	230	235	275	310	340
.250	126.63	215	255	270	315	335	...
.300	152.01	240	285	300	345	380	...
.350	177.35	260	310	325	390	420	...
.400	202.69	280	335	360	420	450	...
.500	253.36	320	380	405	470	500	...
.600	304.03	355	420	455	525	545	...
.700	354.70	385	460	490	560	600	...
.750	380.04	400	475	500	580	620	...
.800	405.37	410	490	515	600	640	...
.900	456.04	435	520	555	...	...	...
1000	506.71	455	545	585	680	730	...
1250	633.39	495	590	645	...	...	...
1500	760.07	520	625	700	785	...	...
1750	886.75	545	650	735	...	...	...
2000	1013.42	560	665	775	840	...	...

FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE MAS DE 30° C.

Temperatura Ambiente Grados Centígra- dos	Temperatura permisible y material del aislamiento					
	60° C Hule, Termoplástico o similar.	75° C Hule o similar	85° C Papel, Termoplásti- co y asbesto, Cambray barnizado y asbesto o similar.	110° C Cambray 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	0.83	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	....	....	0.43	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 apliquense los factores de corrección dados en la Tabla Numero 2.

Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

CONDUCTOR Calibre A.W.G. o M.C.M.	60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	80°C A prueba de intemperie.	85°C Papel, Termoplástico co 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
4	105	125	130	135	160	170	180
3	120	145	150	155	180	195	210
2	140	170	175	180	210	225	240
1	165	195	205	210	245	265	280
0	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	630	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	1175	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) Cuanda 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 esten dentro de una misma canalización.

Lineas de servicio.

Medios de desconexión.

Conexiones antes de los medios de desconexión.

Apertura simultanea.

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.

50

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 electricas comprenden algunas disposiciones mezclaneas -- 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 manualm ente 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 automaticamente.

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 simultáneamente todos los conductores no conectados a tierra.

Arrancador de motor como protección contra sobre carga.

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 consideraran 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 ser 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 vayan 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.

ENTRADA DE SERVICIO

CONDUCTORES ALIMENTADORES

MEDIOS PRINCIPALES DE DESCONEXION Y PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO DERIVADO FUSIBLE O INTERRUPTOR AUTOMATICO.

CIRCUITO DERIVADO PARA MOTOR

MEDIO DE DESCONEXION

ARRANCADOR Y MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DEL MOTOR.

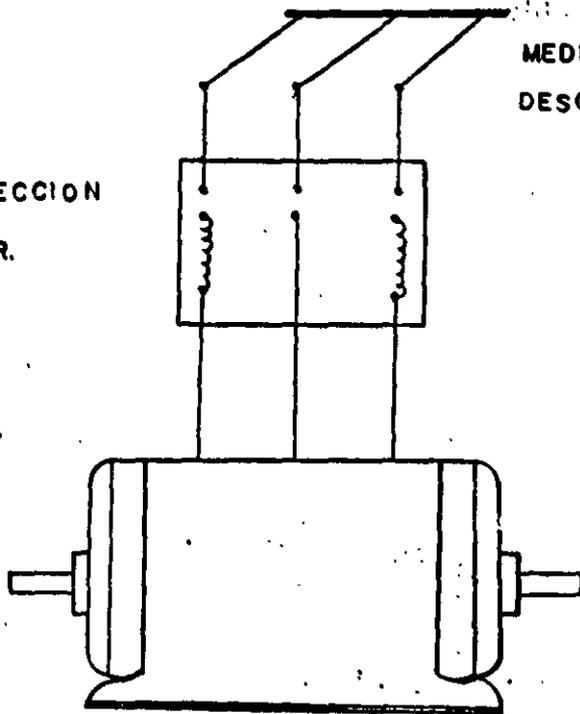


DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR.

## 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 cuál, 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 automatización. La carga en las plantas industriales varia considerablemente, dependiendo del tipo de manufactura y grado de avance en los procesos; ya que al aumentar la productividad del trabajador, se aumentan las necesidades de energía eléctrica, resultando mayores demandas en las areas de manufactura.

Un sistema con capacidad insuficiente es la causa de una mala - regulación de voltaje, lo cuál ocasiona un alumbrado defectuoso, mayor mantenimiento, baja productividad del personal y del equipo 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 llenar 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 limite 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 instantaneos 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 momentaneas. 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 momentaneos 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 un arrancador 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 satisfacci3n de los cuatro fundamentos de la seguridad en las aplicaciones de equipo el3ctrico reduciran grande mente el n3mero de accidentes que resultan en quemaduras y electrocuciones.

Dichos fundamentos son los siguientes:

- A) El uso de equipo de interrupci3n con capacidad adecuada para interrumpir el suministro de energ3a a todos los circuitos bajo cualquier condici3n normal 3 de emergencia que pudiera presentarse. Algunos dispositivos de interrupci3n, tales como interruptores de dos vias, de transferencia, etc., pueden ser usados, aunque no tienen capacidad interruptiva, siempre y cuando sean dotados de una enclavamiento 3 entrelazado adecuado que no permita la apertura de estos dispositivos bajo carga.
- B) Ponganse todas las partes dentro de un gabinete met3lico, el cu3l debe estar conectado a tierra.
- C) Ponganse a tierra todas las corazas de las m3quinas y aparatos el3ctricos.
- D) No se haga ning3n trabajo en equipo el3ctrico que este energizado, cualquiera que sea la tensi3n.

Los primeros dos fundamentos de seguridad se satisfacen automaticamente cuando se especifica el equipo adecuado y se instala nuevo. Para satisfacer la tercera norma, se requiere poner en pr3ctica los procedimientos adecuados de instalaci3n, Y, para satisfacer la cuarta regla, basta con definir y poner en pr3ctica 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,

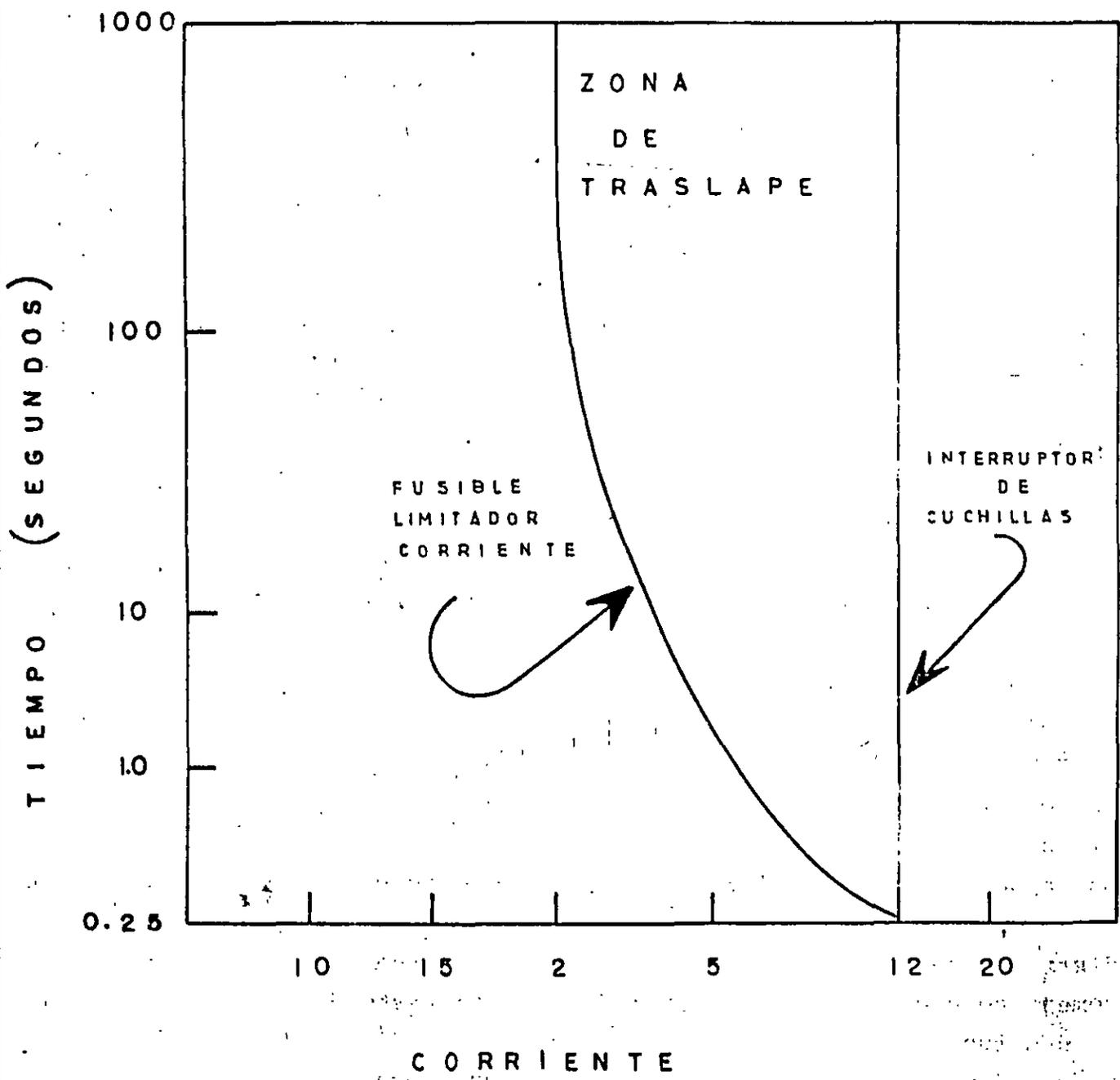
Un corto circuito se presenta cuando una falla de aislamiento entre conductores ó entre un conductor y tierra, Se ha mencionado que los interruptores se usan para conectar y desconectar la energía eléctrica a voluntad del operario, Los interruptores termomagnéticos se usan también para proteger automáticamente 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,

La cantidad de energía involucrada cuando un dispositivo de protección de circuitos no es capaz de interrumpir la corriente de corto circuito ó de sobrecarga puede ser tan grande que haga estallar en pedazos al dispositivo mismo dando lugar a un desastre,

En un interruptor termomagnético, electromagnético, ó sumergido en aceite, los contactos que abren y cierran la corriente normal son los mismos que interrumpen las sobrecargas y las corrientes de corto circuito. En la combinación de un interruptor de seguridad de cuchillas y de fusibles, el interruptor se usa de ordinario para las operaciones normales y los fusibles se encargan exclusivamente de la protección automática. Sin embargo, el interruptor puede estar sujeto a sobrecargas considerables. Considerese, por ejemplo, que ocurre un corto circuito en un ramal cuyo alimentador está abierto. Al cerrar el interruptor del alimentador, el operario se da cuenta de la falla y abre el interruptor antes de que el fusible se funda. El operario debió permitir al fusible liberar la falla usando su buen juicio, sin embargo en tal emergencia el personal puede actuar instintivamente en forma incorrecta. Puede ser también que el operario no este enterado sobre que hacer en esa emergencia. En los interruptores con mecanismos de "energía acumulada" ó de "acción rápida", el tiempo mínimo de reacción del operario que transcurre para cerrar y abrir el interruptor es de aproximadamente un cuarto de segundo. Durante este lapso de tiempo, algunos fusibles pueden dejar pasar hasta quince veces su capacidad de corriente antes de que su elemento llegue a la temperatura de fusión. En este caso, las cuchillas del interruptor más bien que los fusibles, han interrumpido el corto circuito,

Cuando un interruptor de cuchillas tiene esta capacidad, se conoce con el nombre de interruptor desconectador. Un interruptor desconectador combinado con fusibles es un equipo que esta debidamente coordinado.



( NUM. DE VECES LA CAPACIDAD DEL INTERRUP.

CAP. INT. MAX. 200000 AMPS. RMS/SIM

FIG - N° 1

68

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.

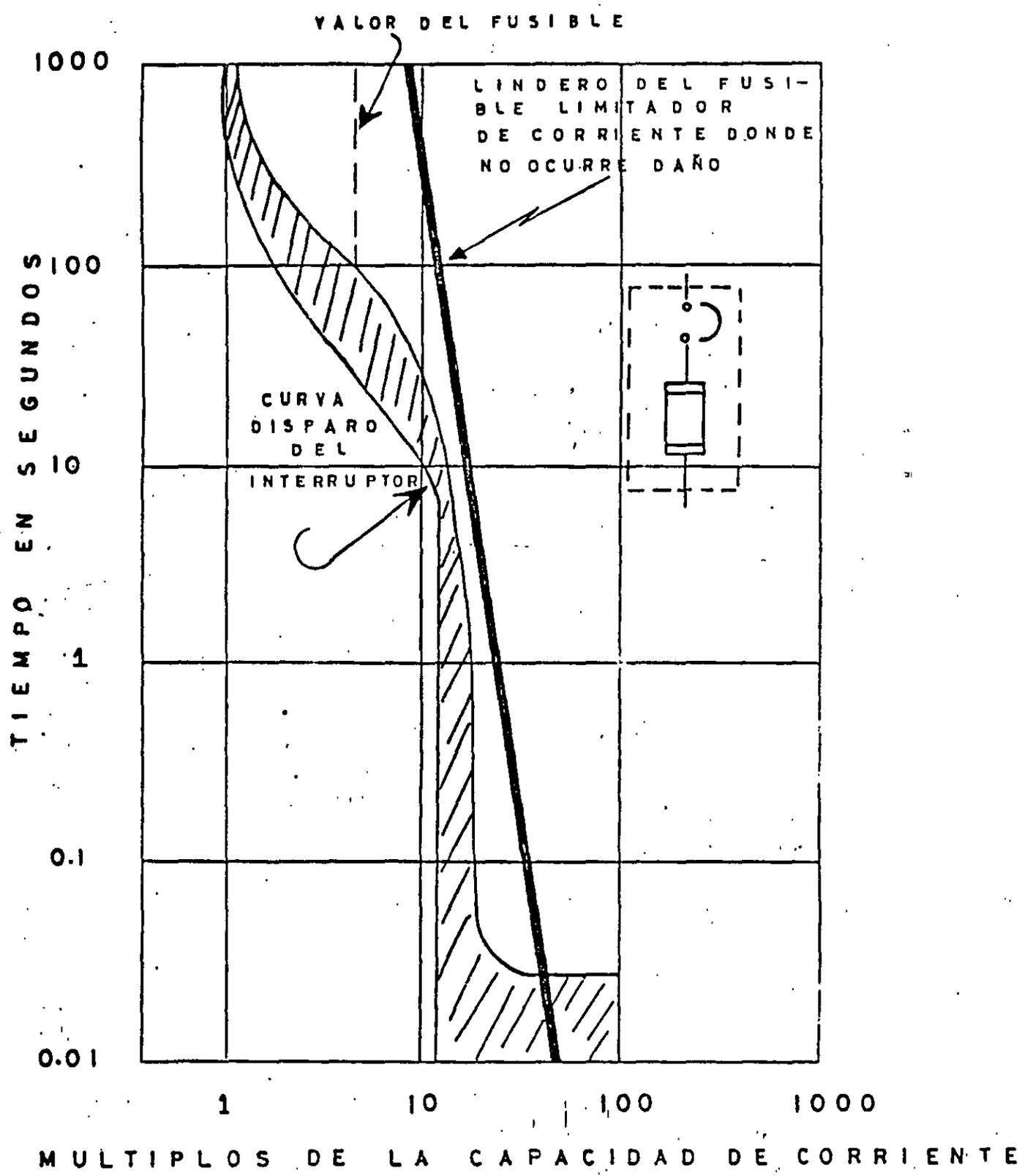
En otros casos se usan interruptores termomagnéticos combinados en forma combinada con fusibles, con objeto de suministrar protección completa a bajo costo a aquellos sistemas que requieren una gran capacidad interruptiva. El interruptor termomagnético interrumpe corto circuitos de pequeña cuantía mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortocircuitos según se muestra en la figura 2.

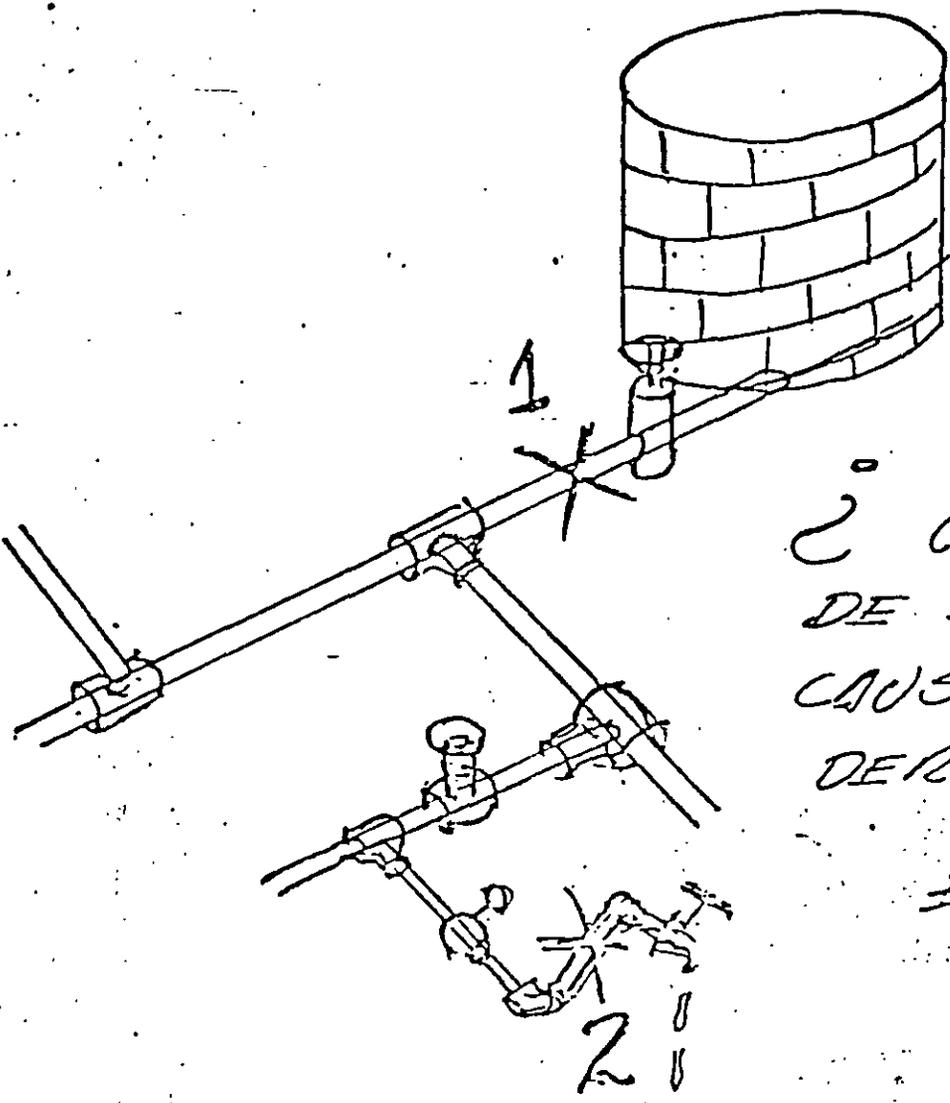
Los interruptores automáticos, así como los fusibles deben ser adecuadamente seleccionados para que puedan interrumpir con seguridad las sobrecargas y los corto circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados.

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





¿ CUAL ROTURA  
 DE LA TUBERIA  
 CAUSARA EL MAYOR  
 DERRAME DE AGUA?  
 EN "1" O "2"

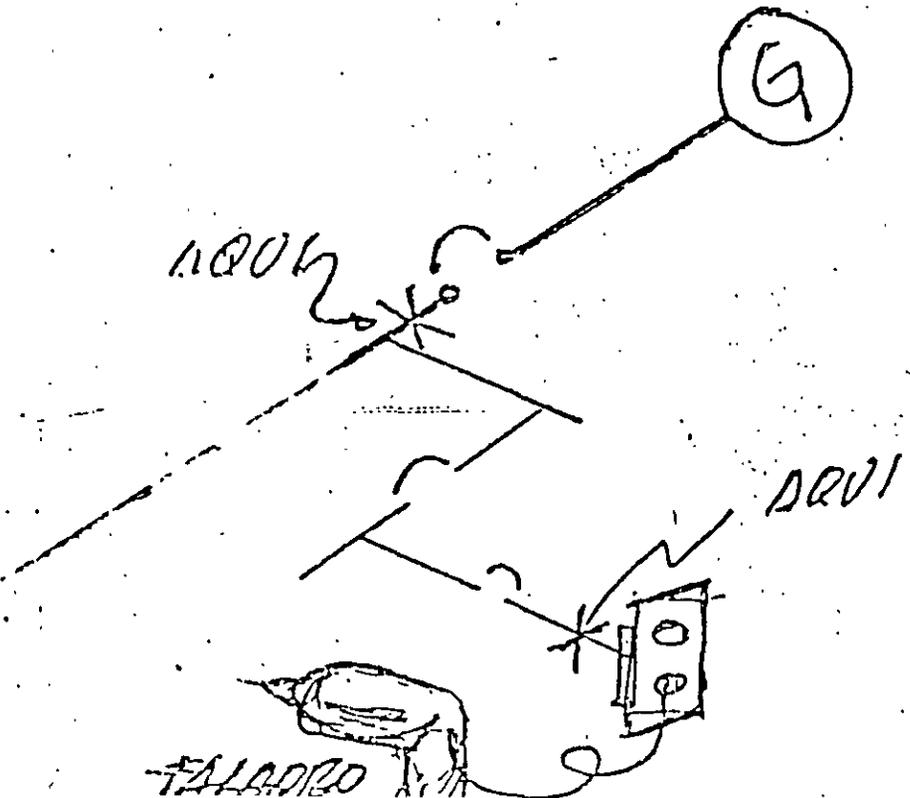


FIG. N° 3

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:

$20/0.1 = 200$  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.

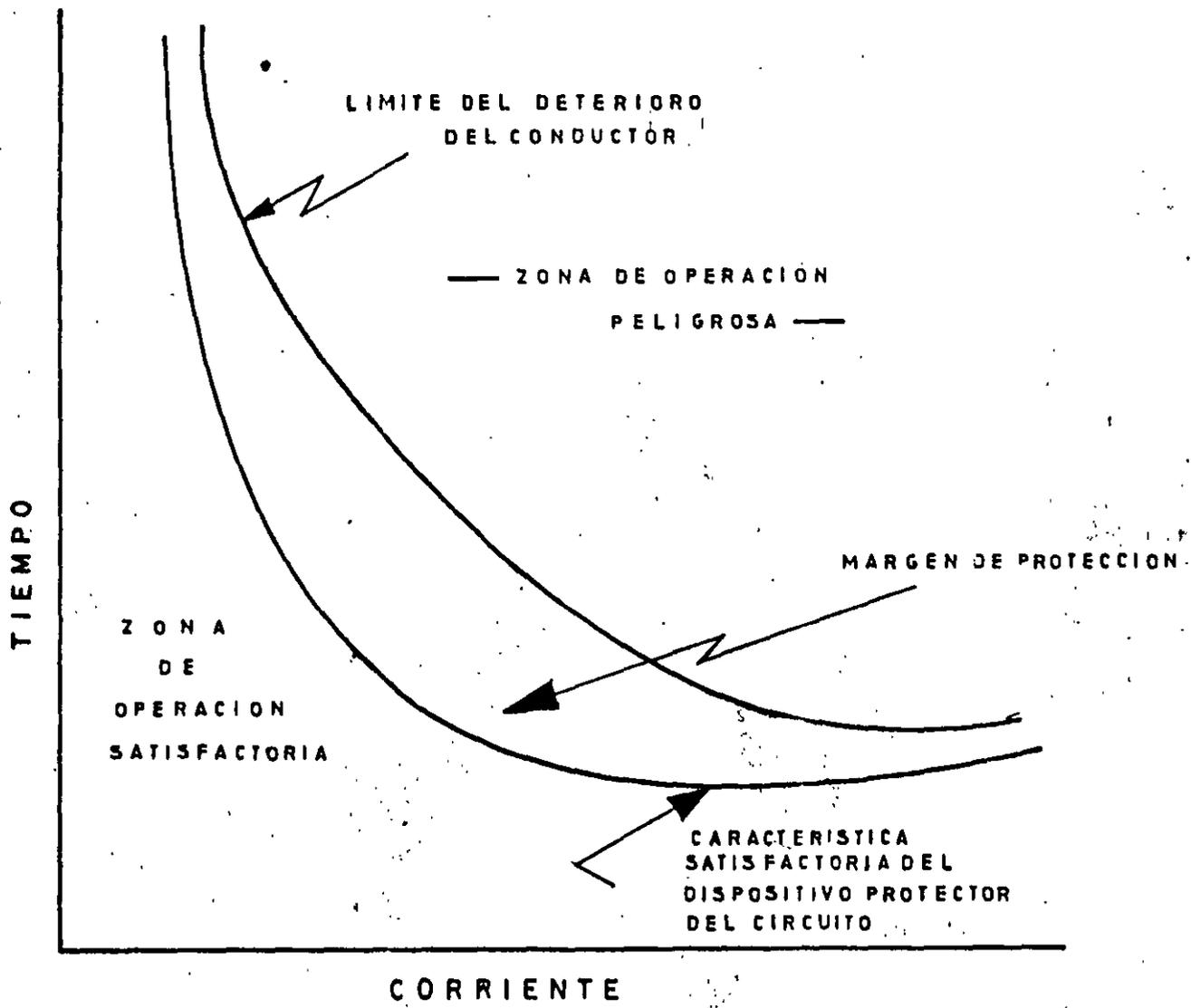
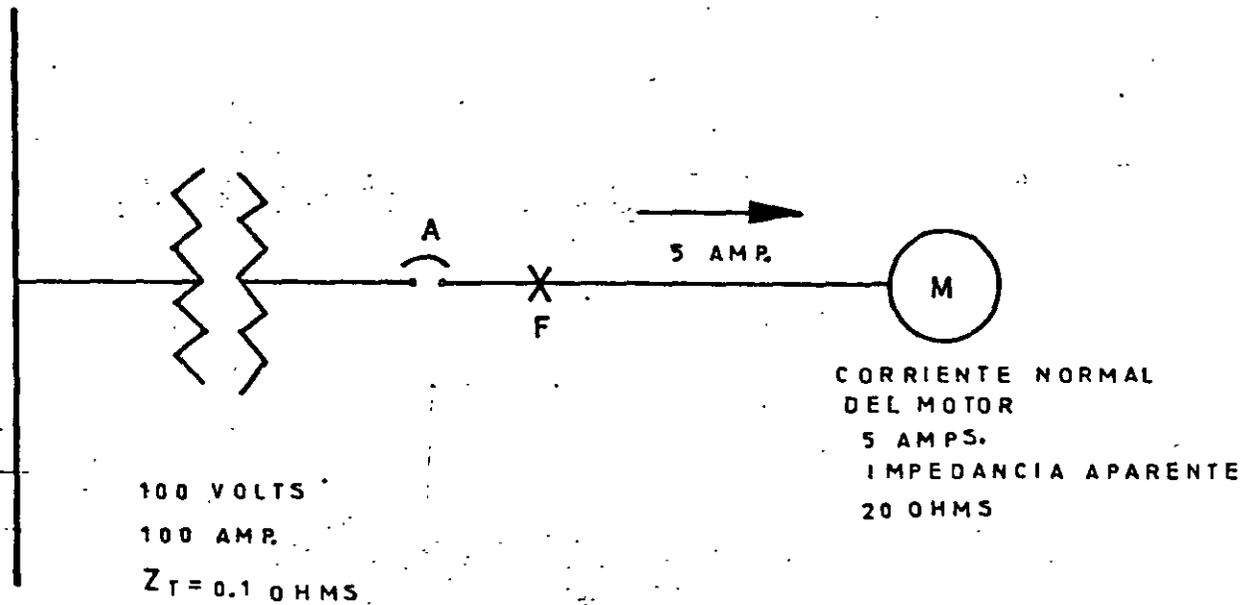


FIG. No 5



LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO  $\frac{20}{0.1} = 200$  VECES LA CORRIENTE NORMAL  $200 \times 5 = 1000$  A.C.C.

$$\frac{E}{Z_T} = \frac{100}{0.1} = 1000 \text{ AMPS.}$$

SI EL INTERRUPTOR "A" ES CAPAZ DE INTERRUMPIR 1000 AMPS. CORTARA EL CIRCUITO Y NO CAUSARA DAÑOS

FIG. No 4

Quando 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 domesticos simultaneamente, 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 ambientes 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.

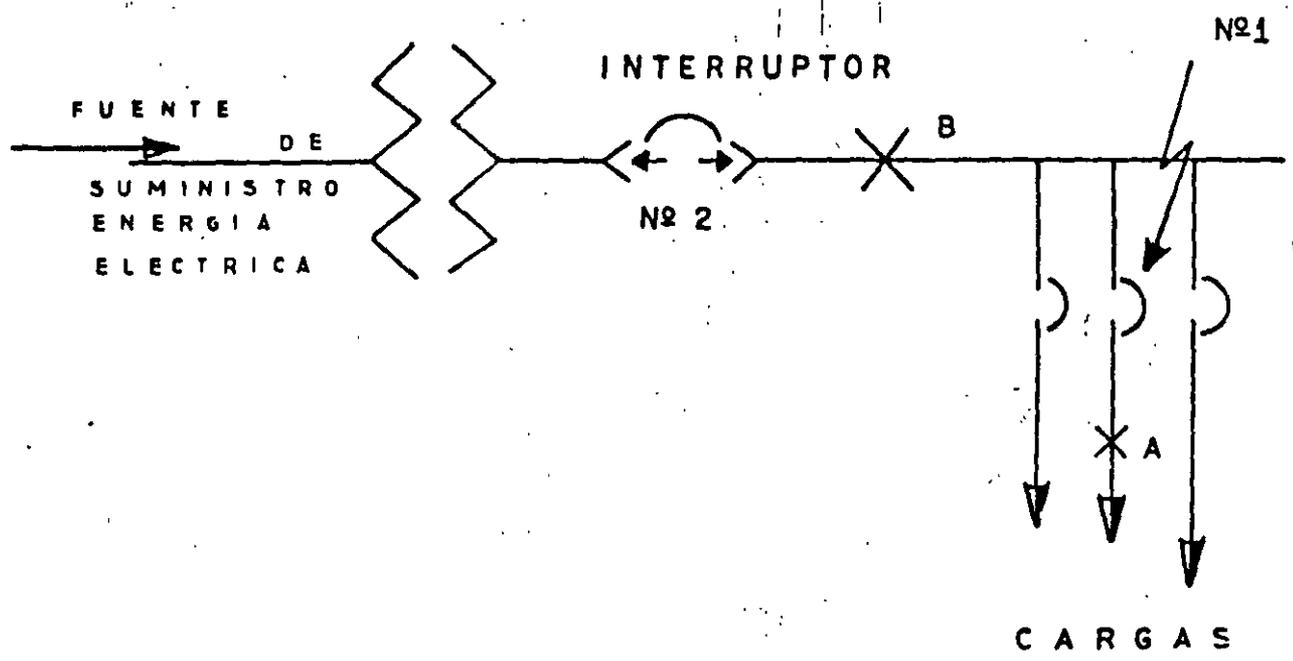


DIAGRAMA UNIFILAR DE UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS DERIVADOS

FIG - Nº 6

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 habra 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 abre 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.-

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 habre? 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.

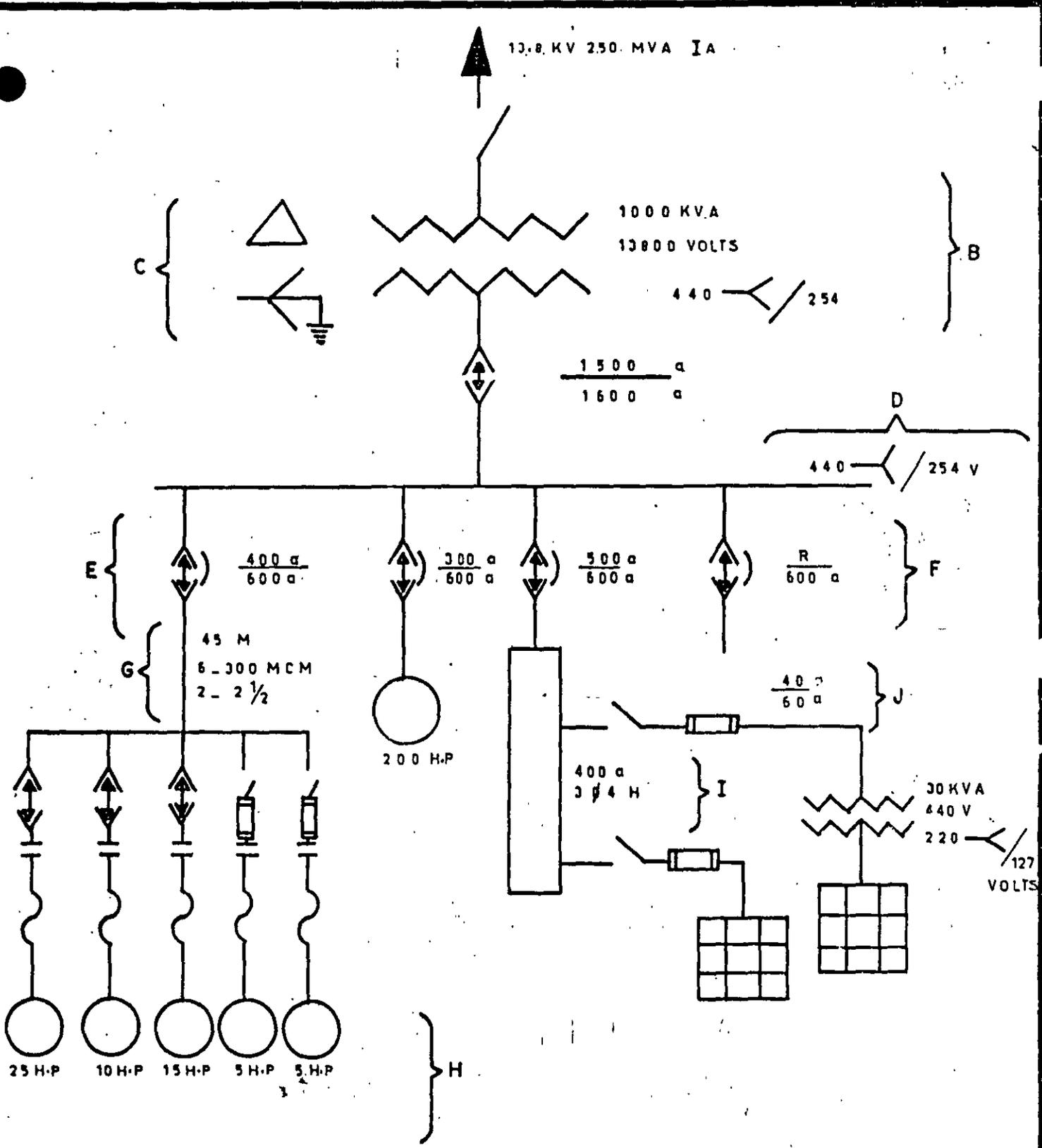


DIAGRAMA UNIFILAR

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 está 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.

81

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 quemé, 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 procederá 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 protegerá.

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 conviene que operen continuamente es ideal.

### 3.- Arrancadores a voltaje reducido:

- A) De resistencias .- Se tiene perdida 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

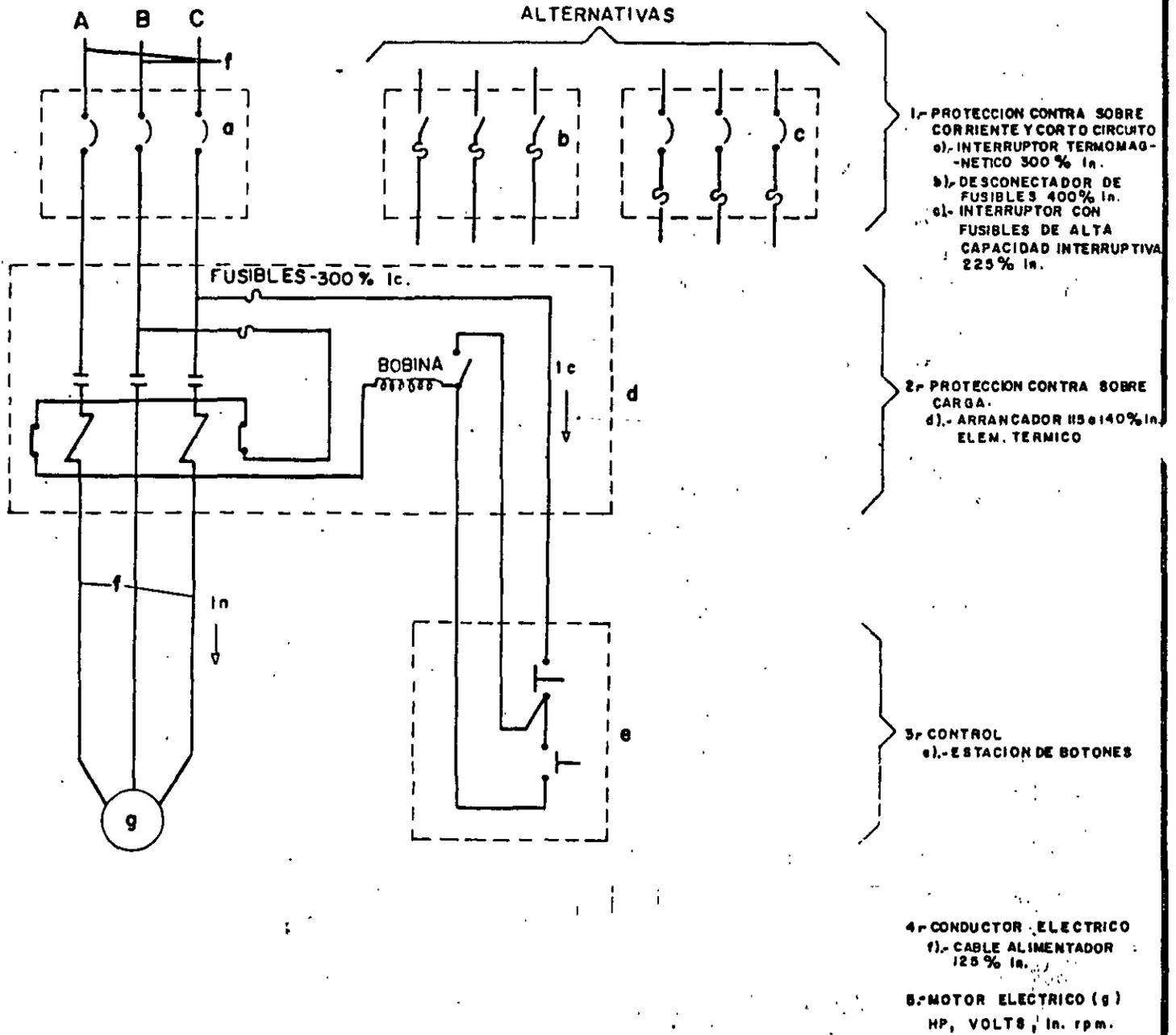


DIAGRAMA ELECTRICO. PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO. CORTOCIRCUITO - SOBRE CORRIENTE - SOBRECARGA.

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:

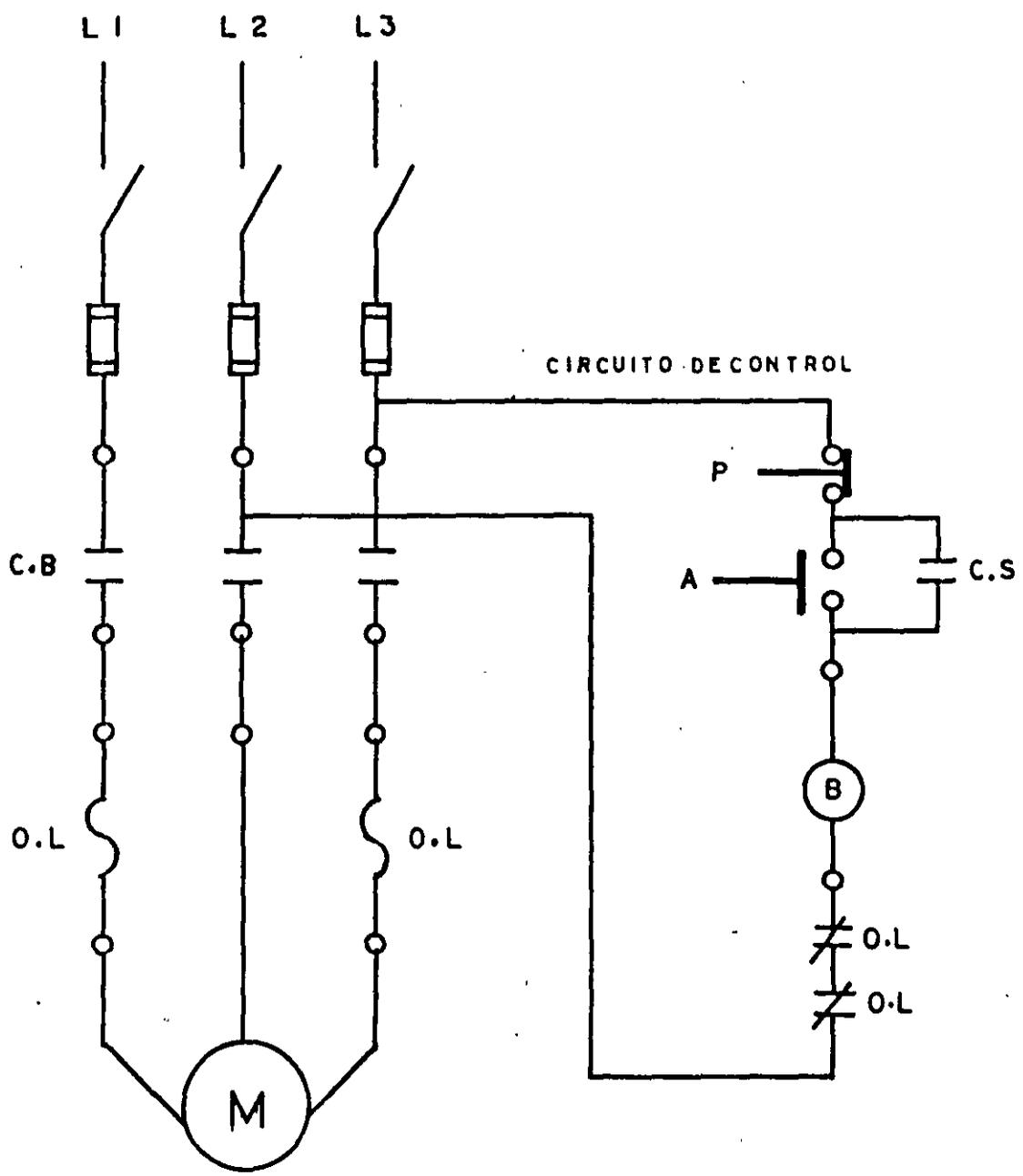
Elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga -- (OVER LOAD) (OL).

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO  
CON ARRANCADOR MAGENETICO A TENSION REDUCIDA

Ver la figura No. 11

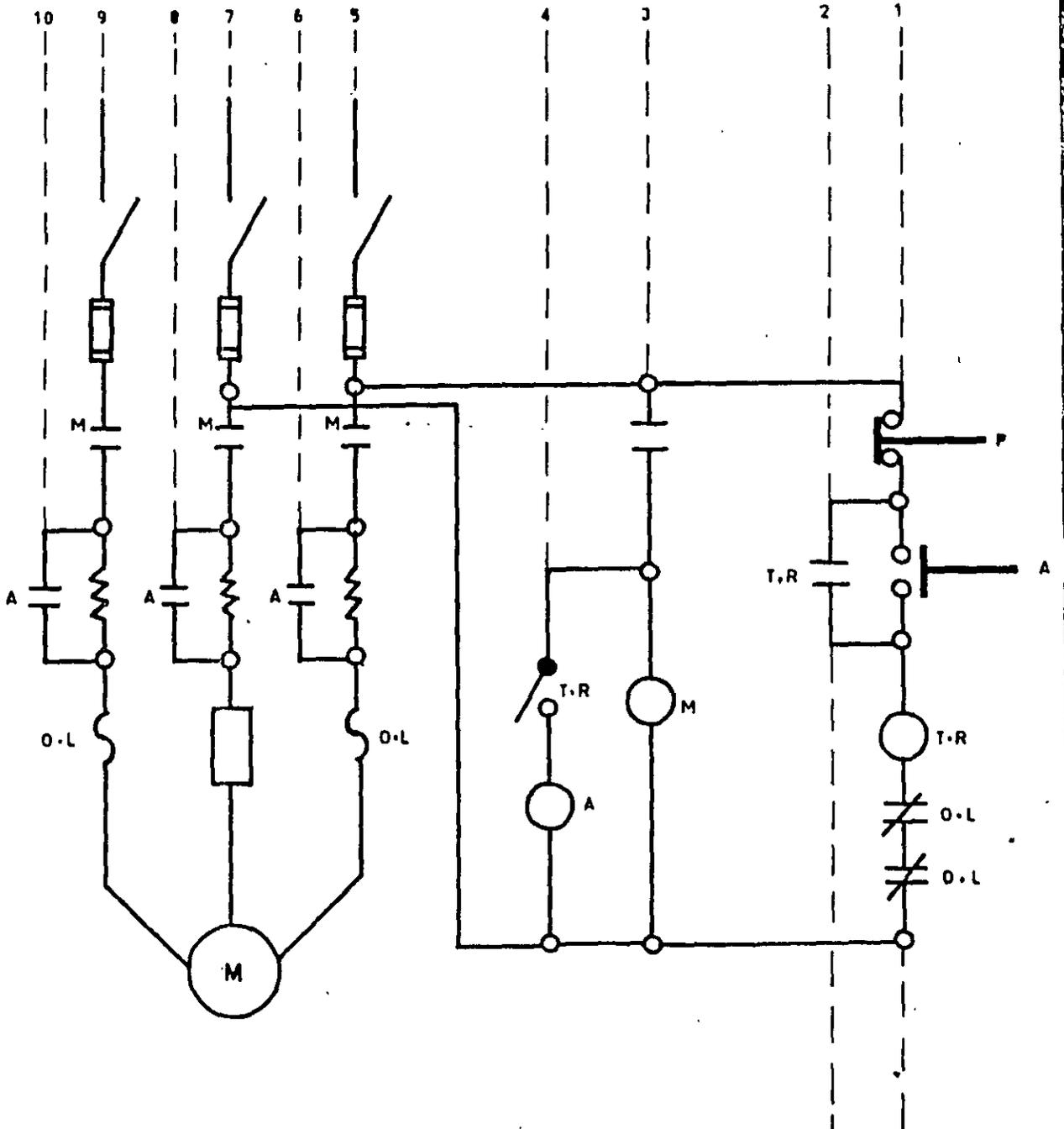
Secuencia de la operación.-

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 II

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 docu- mentos 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 componen- tes 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 pro- tección de este circuito.

1.) CARACTERISTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas caracterís- ticas 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 arran- que 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 específica 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 articulo 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 tambien 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 perdidas magneticas por histereses y las perdidas eléctricas en el cobre por efecto joule

A) Circuito derivado del motor.- Los conductores se calculan para un 25% de sobrecarga osea 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 despues 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.

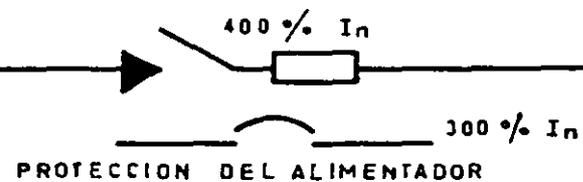
E) Control del motor.- Este aparato sirve para arrancar y parar el motor y generalmente incluye los elementos térmicos (D) para la protección del motor.

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

ALIMENTADOR  $I = 1.25 I_{p.c.} \text{ MAYOR} + \xi I_{p.c.} \text{ OTROS MOTORES}$



PROTECCIONES DEL CIRCUITO DERIVADO  
CONTRA C.C



$$I_n = I_{\text{ARRANQUE MAXIMO}} + \sum I_{p.c.} \text{ DEMAS MOTORES}$$

$I_{p.c.} = \text{CORRIENTE A PLENACARGA DEL MOTOR}$

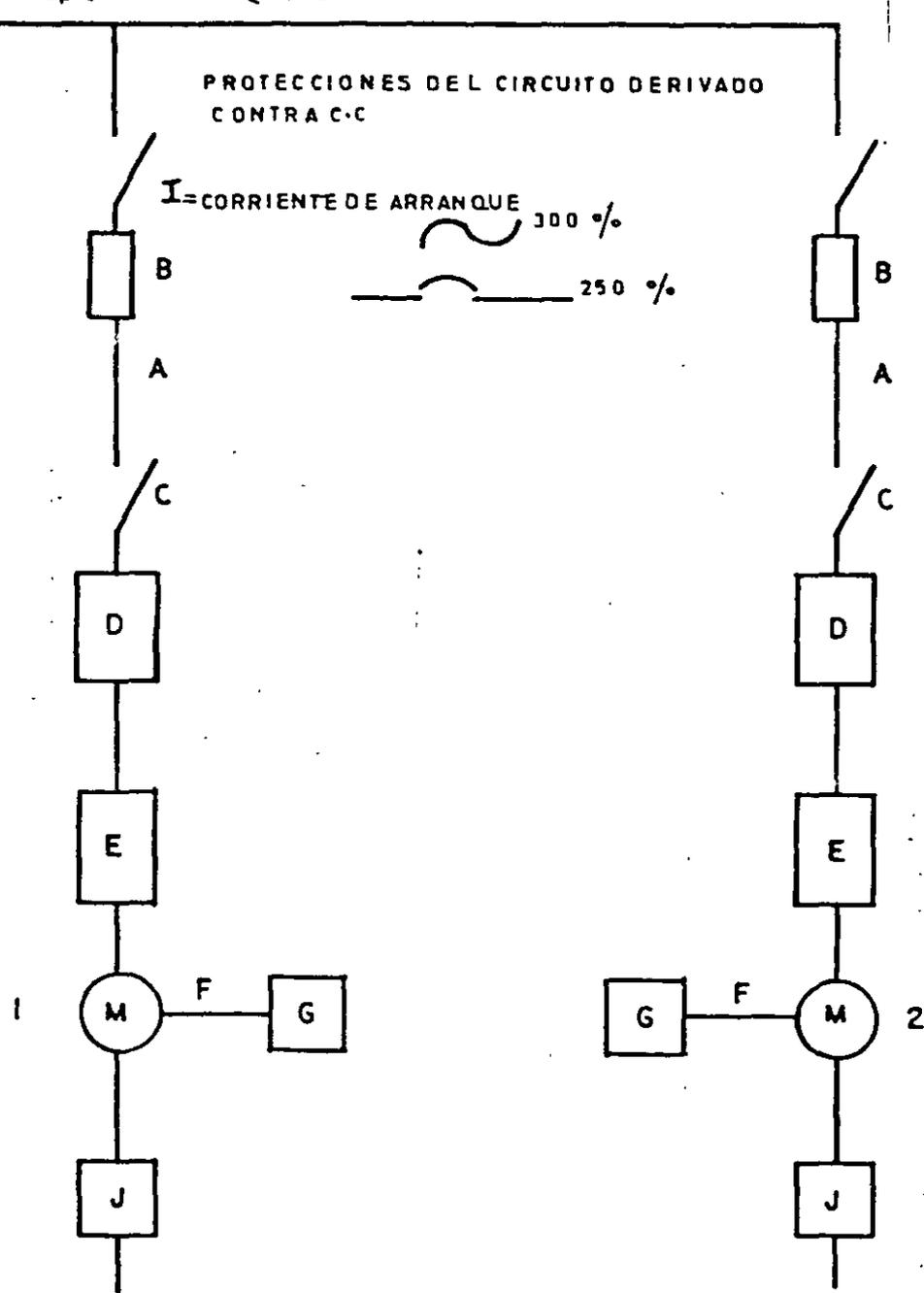
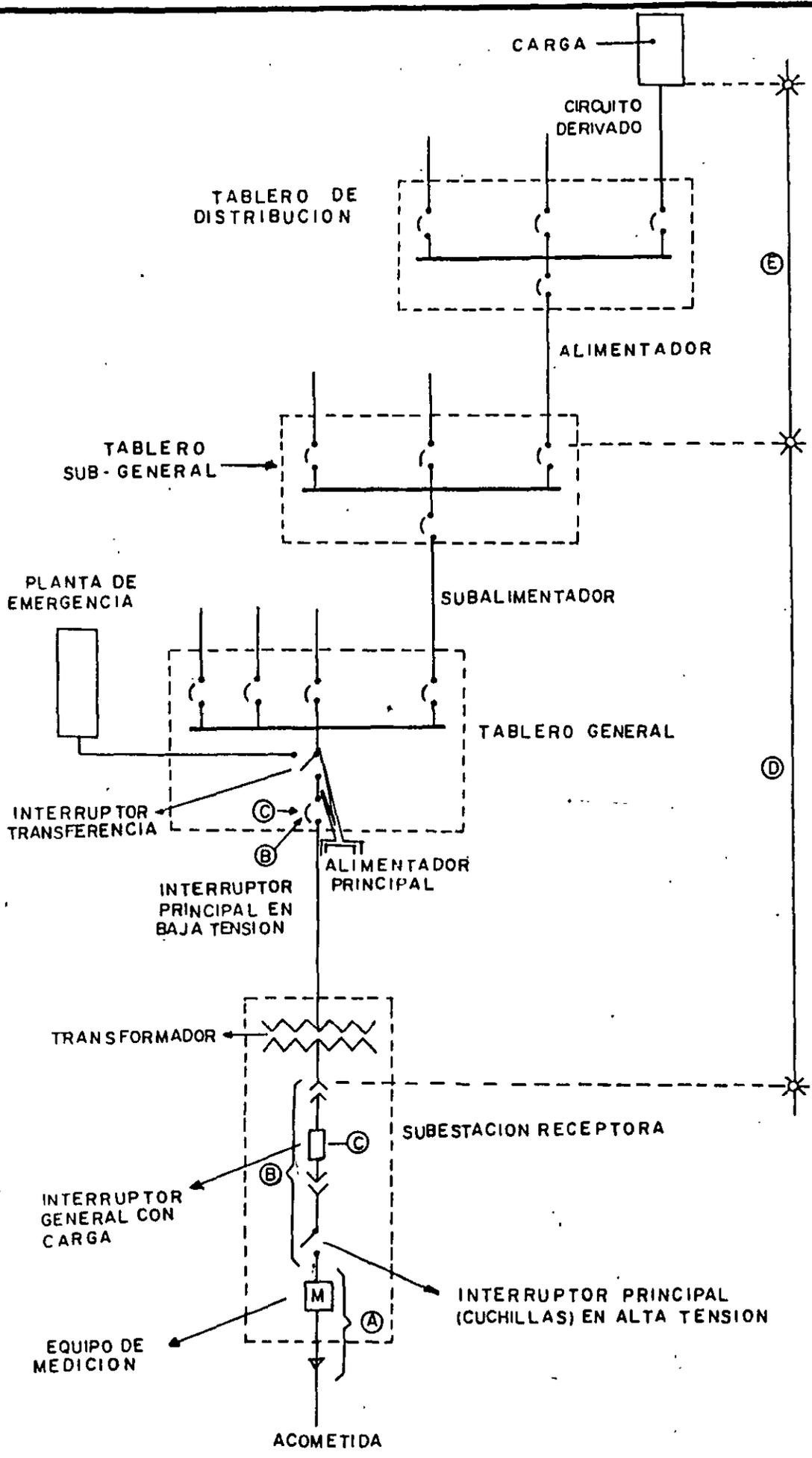


FIG. No 8



- (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 SE CUNDARIO

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. así métricos.

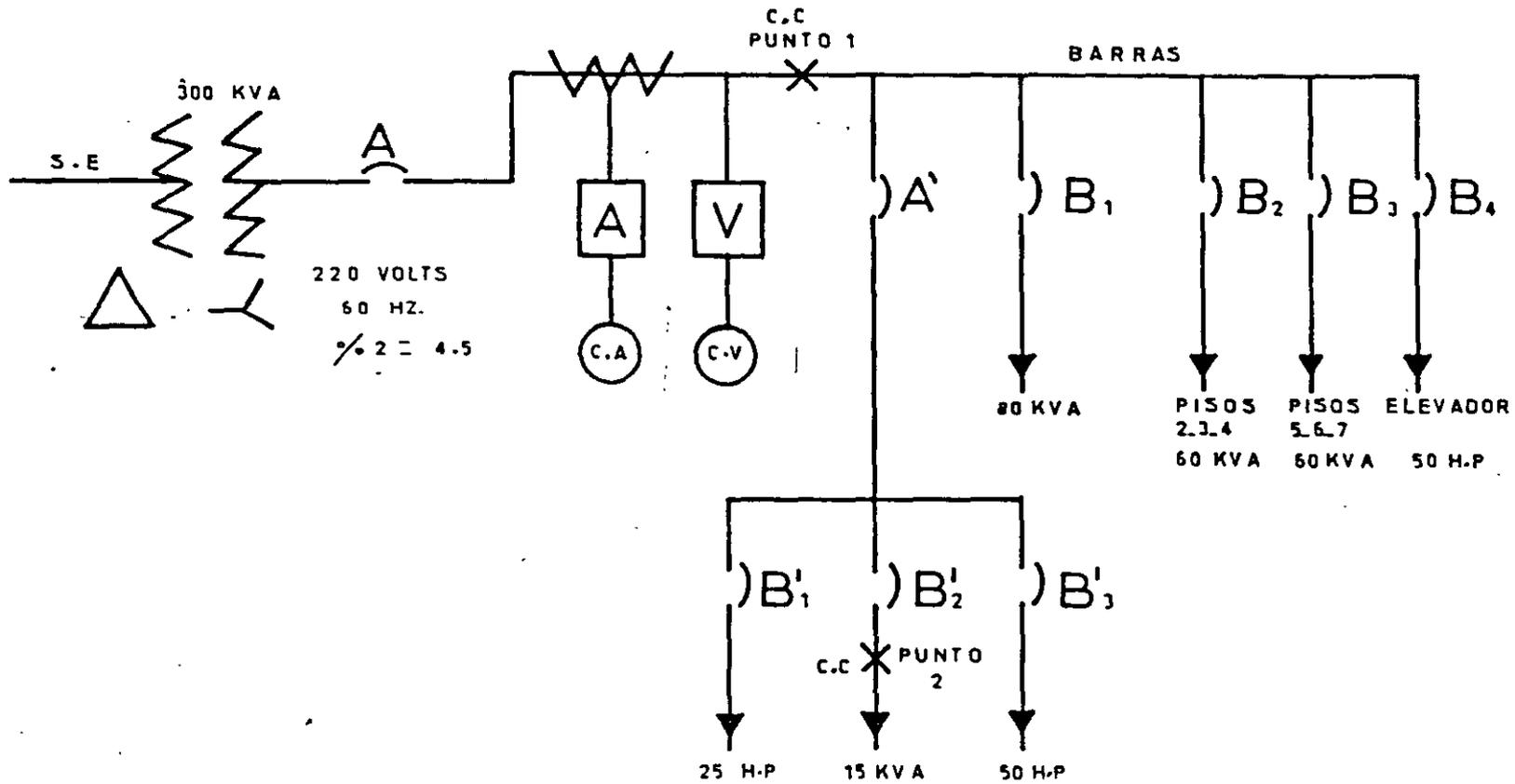
Los interruptores confusibles de alta capacidad interruptiva son económicos, pueden abrir corto circuitos de 200,000A., pero tienen la desventaja de no poder discriminar el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se colocan ó derivan de fuentes ó bloques de gran 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 watthrímetro.

# 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% darian:

$$I_{cc} = \frac{310 \times 100}{20} = 1550 \text{ amps.}$$

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
I	300	NJN	42,000	17,600
R	225	NFJ	25,000	17,600
F1	175	NFJ	25,000	17,600
I2	175	NFJ	25,000	17,600
B3	175	NFJ	25,000	17,600
E4	200	NFJ	25,000	17,600
F'1	200	NFJ	25,000	19,150
F'2	50	NEF	18,000	19,150
F'3	300	NJL	42,000	19,150

INTERRUPTOR	CARGA	AMPS. NORMALES	CALIBRACION AMPERES.
A	300KVA	$\frac{300 \times 100}{1.73 \times 220} = 790$	
		$790 \times 1.25 = 987.5$	1000 amps.
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	96.9 KVA	$\frac{96.9 \times 1000}{1.73 \times 220} = 254$ 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.	" " "	158 175 amps.
B <sub>4</sub>	Motor devanado	50 HP.	Ver tabla 200 amps
B' <sub>1</sub>	Motor jaula de ardilla T.C.	25 HP	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 T.R.	50 HP	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 termomagnetico.
- 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 debera hacerse en planos y especificaciones una tabulacion que indique: La designacion de cada tablero, su localizacion, número y capacidad de los circuitos derivados, con indicaciones de su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de proteccion, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de proteccion y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

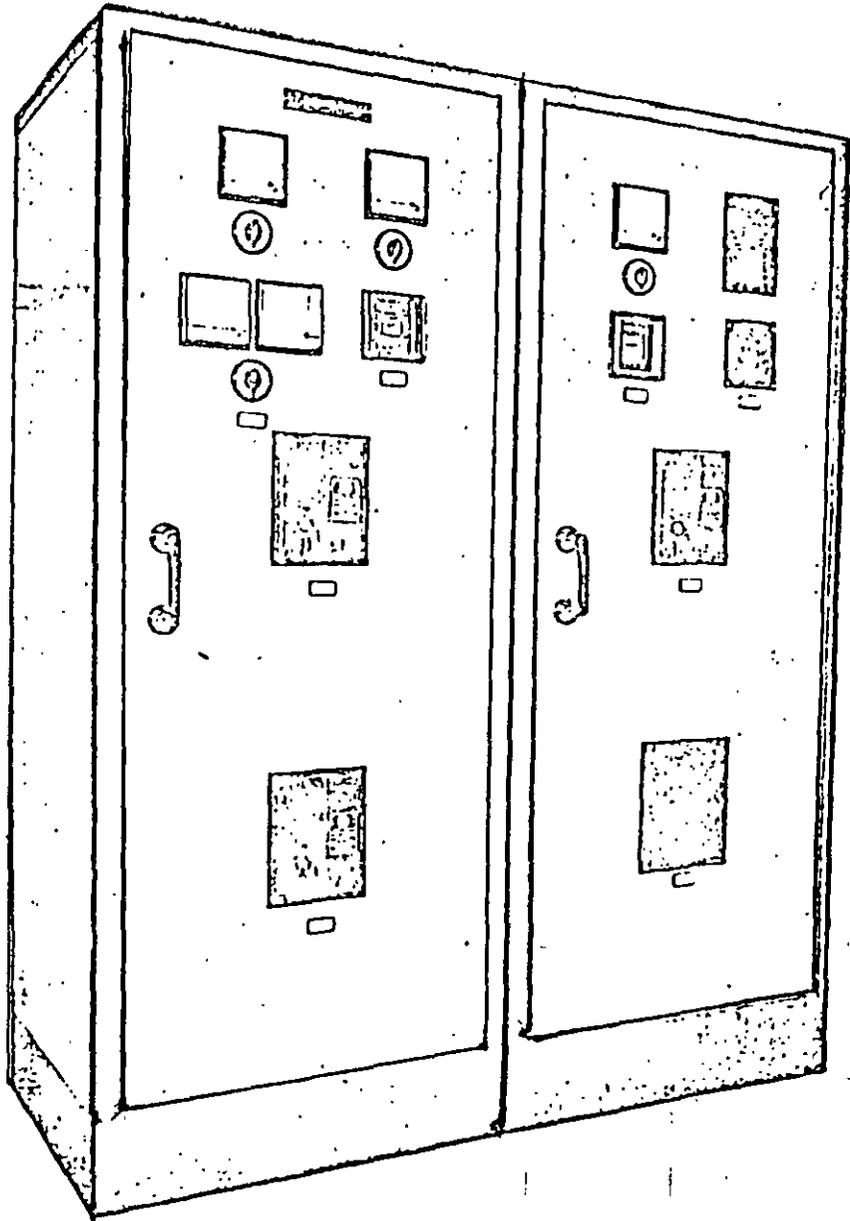
Los tableros de distribucion tienen tres usos:

- 1) Distribuir la energia 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 energia para una zona amplia y que por lo mismo son de seccion considerable, con los conductores de los circuitos derivados, logicamente de menor seccion, es necesario proteger contra sobrecorriente a estos ultimos.

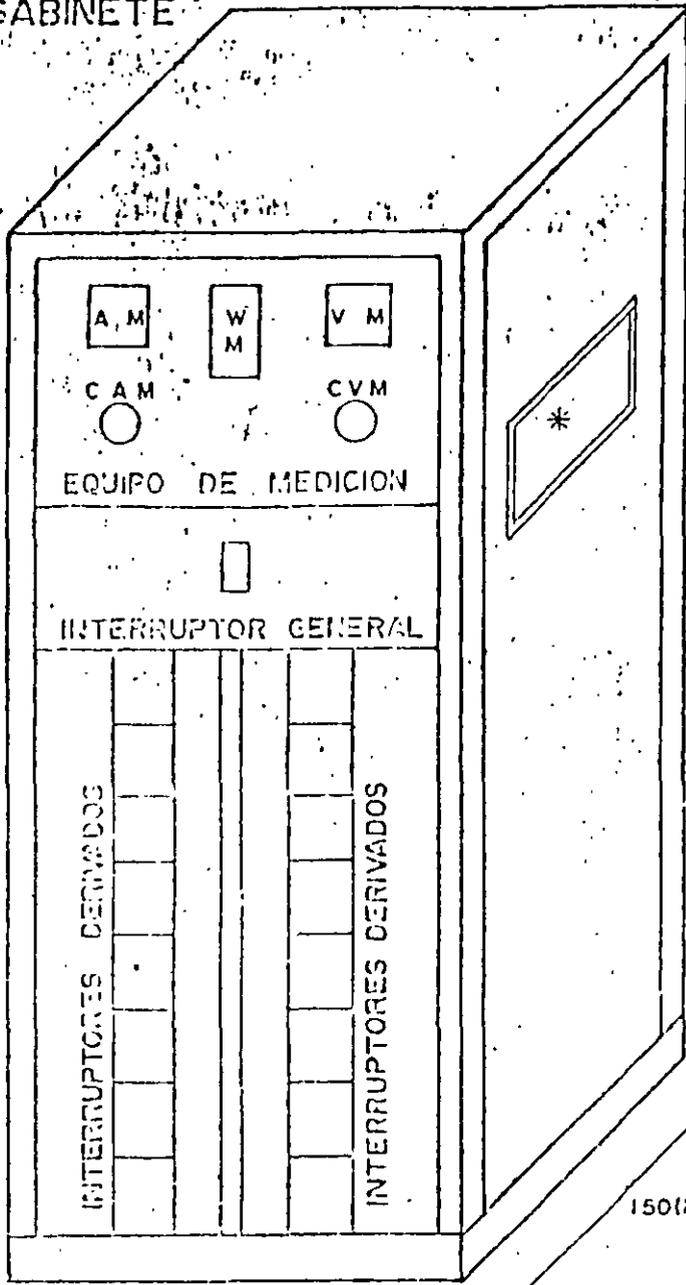
proteccion se provee con los interruptores automaticos "breakers" que se instalan en los tableros, o aun con los fusibles.

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 permita la desconexion total de la zona servida.





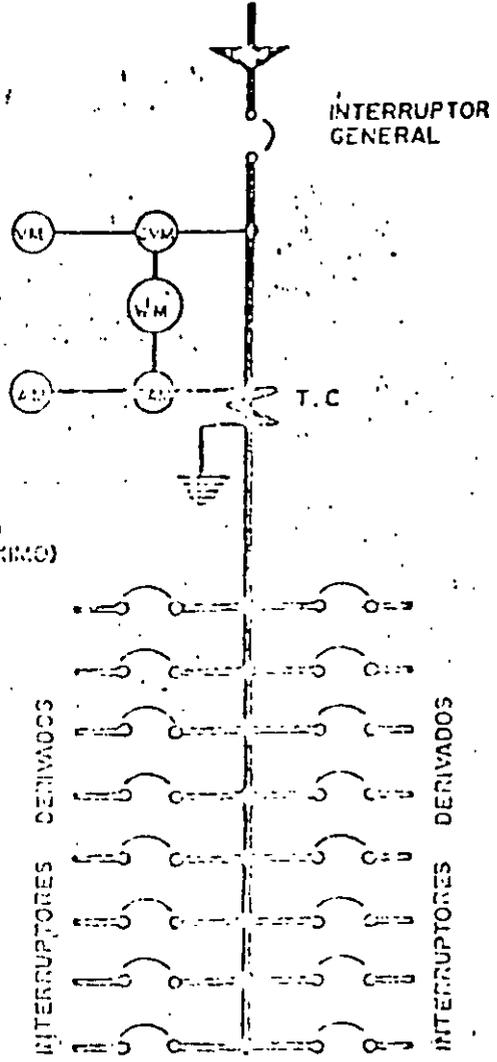
**GABINETE**



100 (MAXIMO)

150 (MAXIMO)

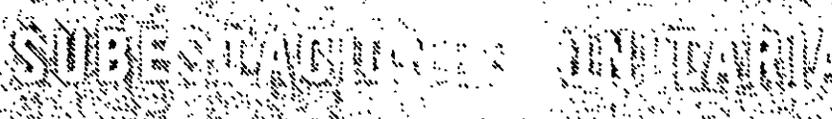
**DIAGRAMA UNIFILAR**



\* GARANTIA DE ACOPLAMIENTO PARA CUANDO EL TABLERO VA ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA TOLVA 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 INTEGRADOR)
- AM — AMPERMETRO
- CAM — COMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
- T.C. — TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- INT. — INTERRUPTOR



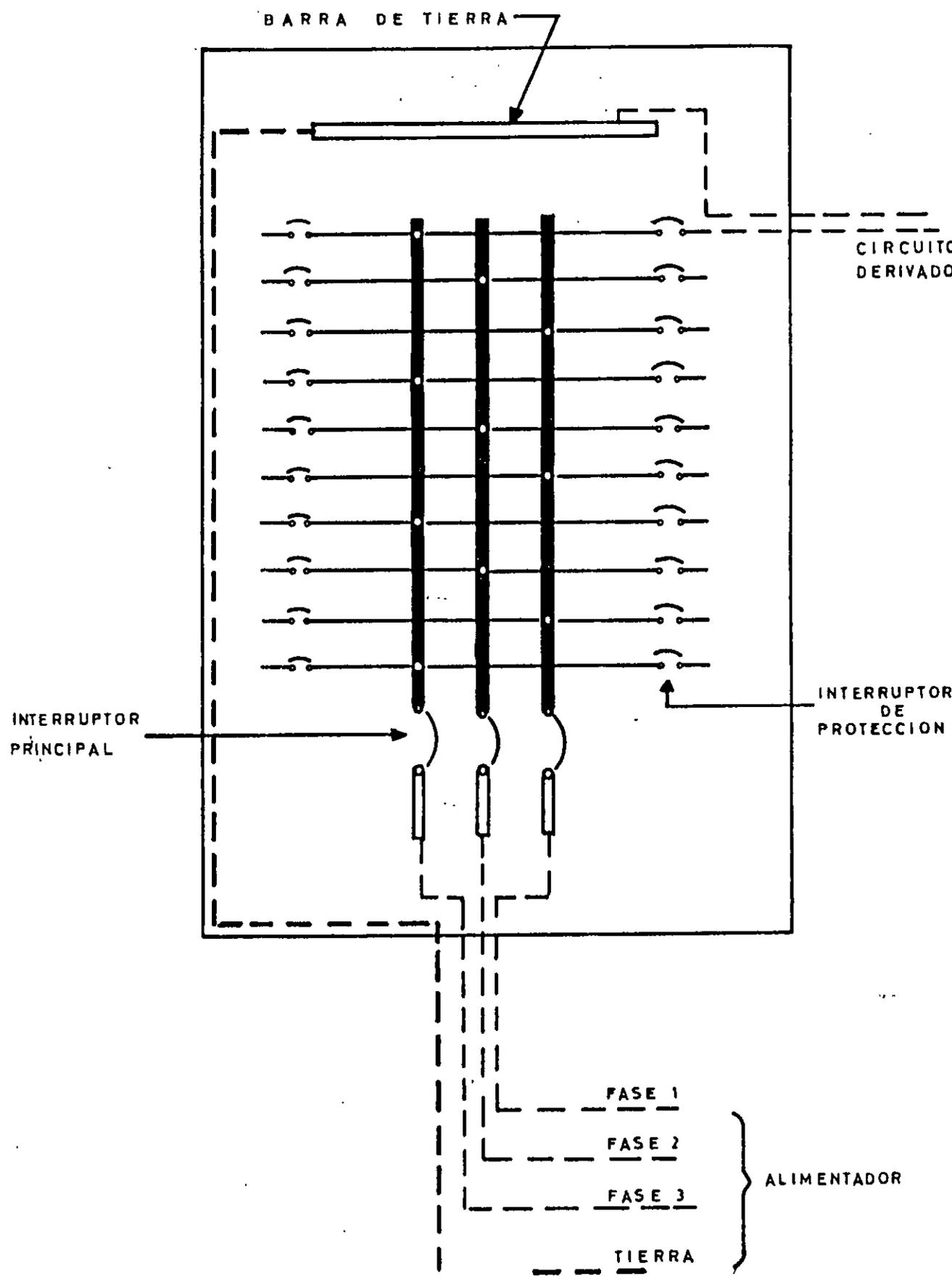
Transformador trifásico en KVA y porcentaje de impedancia	Corriente de corto circuito máxima en KVA disponible del sistema primario	Corriente normal de plena carga en amperes	Corriente total de corto circuito RMS amperes simétricos			Tamaño mínimo de interruptor electromagnético recomendado						
			Transformador solo	100% carga de motores	Combinado	Sistema de plano capacidad F		Sistema cascada		Sistema selectivo		
						M	F	M	CF	M S	F	S

**240 VOLTS-3 FASES**

300 (14.5%)	50,000	722	14,300	2900	17,200	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							
	250,000		15,700		18,600							
	300,000		15,900		18,800							
Ilimitado	16,100	19,000										
500 (19.2%)	50,000	1203	20,100	4800	24,500	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		21,900		26,700							
	150,000		22,600		27,400							
	250,000		23,100		27,900							
	300,000		23,600		28,400							
Ilimitado	24,100	28,900										
750 (19.75%)	50,000	1804	24,900	7200	32,100	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		27,800		35,000							
	150,000		29,900		36,100							
	250,000		29,800		37,000							
	300,000		30,600		37,800							
Ilimitado	31,400	38,600										
1200 (19.75%)	50,000	2406	31,100	9600	40,700	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 1600A
	100,000		35,700		45,300							
	150,000		37,500		47,100							
	250,000		39,100		48,700							
	300,000		40,500		50,100							
Ilimitado	41,900	51,500										
1500 (19.75%)	50,000	3609	41,300	14400	55,700	Marco 4000A	Marco 1600A	Marco 4000A	Marco 600A	Marco 4000A	Marco 1600A	Marco 3000A
	100,000		49,800		64,200							
	150,000		53,500		67,900							
	250,000		56,900		71,300							
	300,000		59,700		74,100							
Ilimitado	52,600	77,200										

**480 VOLTS-3 FASES**

350 (14.5%)	50,000	361	7,200	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							
	250,000		7,840		9,240							
	300,000		7,900		9,400							
Ilimitado	8,000	9,450										
500 (15.6%)	50,000	601	10,600	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		13,700							
	250,000		11,600		14,000							
	300,000		11,800		14,200							
Ilimitado	12,000	14,400										
750 (19.75%)	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							
	250,000		14,900		18,500							
	300,000		15,300		18,900							
Ilimitado	15,700	19,300										
1000 (19.75%)	50,000	1203	15,500	4800	20,300	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		17,800		22,600							
	150,000		18,800		23,600							
	250,000		19,600		24,400							
	300,000		20,200		25,000							
Ilimitado	20,900	25,700										
1500 (19.75%)	50,000	1804	20,600	7200	27,600	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 1600A
	100,000		24,900		32,100							
	150,000		26,700		33,900							
	250,000		28,400		35,600							
	300,000		29,800		37,000							
Ilimitado	31,400	38,600										
2000 (19.75%)	50,000	2406	24,700	9600	34,300	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 1600A
	100,000		31,100		40,700							
	150,000		34,000		43,600							
	250,000		36,700		46,300							
	300,000		39,100		48,700							
Ilimitado	41,900	51,500										



TABLERO



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

T E M A

SISTEMAS DE GENERACION ELECTRICA DE EMERGENCIA

ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA

NOVIEMBRE 1999.

# **SISTEMAS DE GENERACION ELECTRICA DE EMERGENCIA E ININTERRUMPIBLE.**

## **1.- INTRODUCCION**

Requisitos

Aplicaciones y Confiabilidad

## **2.- UTILIZACION**

### **3.- DESCRIPCION DE CADA SISTEMA**

A. Servicio Continuo

B. Servicio de Emergencia

C. Sistemas C.D. (Baterías)

C' Sistemas de Potencia Ininterrumpible (UPS's) o (NO BREAK)

D. Sistemas Generación Combinada y Congeneración

### **4.- CALCULOS PARA SELECCION**

Cargas por alimentar

Tipo de carga

Componentes de una Planta Eléctrica

Tablas y Gráficas

**Ponente:**

**Ing. Sergio Ordóñez Lezama  
Director del Grupo Pisa  
PROYECTOS INDUSTRIALES, S.A.  
DE C.V.**

# **SISTEMAS DE GENERACION ELECTRICA EN EMERGENCIA**

## **1. INTRODUCCION.**

En esta época de modernización en que la Industria se inclina a la automatización; las fábricas robotizadas; los edificios inteligentes, etc., no se concibe una instalación inadecuada que no prevea las características para que el suministro de energía eléctrica no se interrumpa.

Desde el punto de vista de proyecto, construcción y operación de instalaciones electromecánicas, es necesario tomar conciencia de qué es lo que se está manejando con los sistemas de generación eléctrica y en particular, en los de emergencia.

La importancia de una buena selección, una buena instalación y la correcta operación y mantenimiento de estos sistemas es indispensable para asegurar la continuidad de suministro eléctrico.

En toda instalación eléctrica se cuenta con:

- a) Fuente de suministro eléctrico.
- b) Instalaciones para su distribución.
- c) Equipo que utiliza la energía.

Si además toda instalación eléctrica debe ser flexible, confiable, segura, accesible, etc., debemos analizar cuáles son las características y las necesidades del equipo y circuitos alimentados y actuar en consecuencia desde el momento de hacer el proyecto.

Por ejemplo, si en un teatro existe el peligro de accidentes por aglomeraciones en caso de un apagón, será necesario proyectar un circuito especial para alumbrar pasillos, escaleras, puertas, etc., mediante una alimentación eléctrica de emergencia o equipos independientes que operen durante la falla.

Así podrán mencionarse otros ejemplos y hacerse otras preguntas:

- ¿Se cuenta con energía eléctrica adecuada y confiable en el lugar cercano a la instalación?
- ¿Hay algún circuito que se tenga que abastecer siempre, porque fallando la energía se tengan pérdidas considerables?
- ¿En caso de emergencia pueden perderse vidas o causarse accidentes?
- ¿Se tendrán problemas por perderse información valiosa en computadoras, sincronía en rastreadoras de satélites o detalles semejantes?

Conforme a ésto, debemos estar concientes del tipo de carga que se tiene y dar la mejor solución técnico-económica a cada problema específico y, para ello, se hace necesario conocer las diversas alternativas de suministro eléctrico para poder escoger entre ellas.

## **2. UTILIZACION.**

### **EJEMPLO DE EQUIPOS Y SISTEMAS QUE REQUIEREN SUMINISTRO ELECTRICO CONTINUO.**

- Elevadores de Pasajeros.
- Elevadores de Camillas en Hospitales.
- Montacarga y Elevadores de Automóviles.
- Alumbrado de Emergencia en edificios, fábricas y almacenes de Departamentos.
- Alumbrado de Salidas de Seguridad (Salas Públicas, etc.)
- Quirófanos de Hospitales.
- Bombas de Agua Potable, Cárcamos y contraincendio.
- Pistas de aterrizaje.
- Salas de Cómputo.
- Motores para algún servicio especial.
- Hornos y equipos similares.
- Refrigeración de sangre, sueros reactivos, etc.
- Microondas y rastreadores de satélites.
- Circuitos de Seguridad.
- Etc.

## CARACTERISTICAS DE SUMINISTRO ELECTRICO USUAL

SISTEMA	SERVICIO	CONFIABILIDAD TMEF (hs) (MTBF)	ORDEN DE TIEMPO DE INTERRP.(MTTR)	PERMANENCIA EN SERVICIO	ORDEN DE CAPACIDAD KW	EQUIPO
A) Suministro Normal Gov. o Concesionaria.	Continuo (Varias Plantas)	200/2,000	Minutos/Horas	Años	Millones	Hi D M Te Te Eo Gro N
B) Gen. Propia	Continuo (Respaldo otra unidad)	500/2000	Minutos/Horas	Años	100-10,000 o más.	Hi D Te Tu
C) Gen. Propia	Emergencia	2,000/10,000	3-5 seg. o más (arranque)	Minutos	20 - 500 o más	D Ga
D) Baterías (c.c) Bats. Ni Cd	Emergencia	9,000/50,000 100,000/200,000	0.25 seg.	Minutos	0.1 - 10 (solo corr. Cont )	Bat. Plomo Acido Bat. Alcalina
E) SPI*MGV*	Continuo	6,000/8,000	- 0 -	Sems	30 - 75	MG con Volante y Planta Respaldo.
F) SPI* (Off Line)	Emergencia	8,000/10,000	0.15	Meses 10-30 min.	0.25-1	Eq. Electrónico + Bateria.
G) SPI* (On Line)	Continuo	15,000/50,000	- 0 -	Meses (Bat. 15 min.)	1-500	Equipo Electrónico Bateria. (Respaldo Planta)
H) SPI* (On Line) Con redundancia	Continuo (Respaldo)	60,000/100,000 o más	- 0 -	Meses Bat. 15 min.	1 - 500 (x2 ó x3)	Eq. Eléct. + Bat. (Respa otros SPI + Planta)

(\*) Abreviaturas: PI - Sistema de Potencia Ininterrumpible MGV = Moto Generador con Volante E = Electrónica TMEF Tiempo Medio entre fallas (Hr) (MTBF)  
 Hi - Hidráulico D - Diesel N - Nucleoeléctrico Te - Termoeléctrico Ga - Gasolina Eo - Eólica Geo - Geotérmica Tu - Turbina  
 M - Maremotriz.

**Cortesía de Proyectos Industriales, S.A. de C.V.**

Por la importancia y prioridad, el suministro eléctrico se divide en:

Servicio Normal ( todo lo que puede aceptar interrupción ocasional sin graves daños)

3a. Emerg. "C" (entrada ocasional o conveniente)

2a. Emerg. "B" (Inmediata tan pronto se disponga y/o diferido después de lo esencial).

1a. Emerg. o Prioridad "A" ( interrupción mínima o ninguna).

Dentro de todos los equipos electrógenos, cabe hacer la distinción siguiente, según su forma de operar y su utilización:

A. Plantas Eléctricas de Servicio Continuo.

B. Plantas Eléctricas de Emergencia.

C. Sistemas de CD por batería.

C'. Sistemas de Potencia Ininterrumpible (SPI) (en inglés UPS o Sistema "No Break").

D. Sistemas de Generación combinados industriales.

En los incisos A) y B), podemos definir como Planta Eléctrica toda aquella máquina que nos proporciona energía eléctrica de ciertas características, mediante un generador impulsado por un motor primo que transforma un cierto energético en potencia mecánica.

En cuanto a los incisos C) y C'), se refieren a equipos que deben abastecer de inmediato la demanda de cargas críticas y para ello se cuenta con energía almacenada en baterías, efecto volante cinético (ya casi sin uso) u otros medios como equipos independientes conectados permanentemente en paralelo, que al presentarse la falla del suministro, toman la carga correspondiente.

En todos estos equipos la importancia de la confiabilidad es básica según veremos más adelante.

Los Sistemas Industriales D) tienen varias formas de aprovechar su generación y obtener subproductos o economía.

### **3. DESCRIPCION DE CADA SISTEMA**

Para analizar los sistemas de generación eléctrica descritos, comenzaremos para revisar sus características:

#### **A) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO.**

En términos generales, las plantas de servicio continuo, son aquellas que suministran energía 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 se requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y especificaciones muy especiales y complejos, ya que la venta y distribución de energía, están sujetas 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 particular de servicio continuo, es aquella en que la operación de la misma se requiere por un periodo 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 las características COSTO DE GENERACION / KILOWATT-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 y reparaciones, así como de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre todos éstos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

## **B) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA**

Como su nombre lo indica, el suministro de energía eléctrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro, ya sea porque se pierda o dañe una producción determinada o porque se ponga 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 aquí la importancia de poner una gran atención no solo a la buena selección, adquisición e instalación de la misma, sino mantener con gran acuciosidad y esmero todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia esta diseñada para operar durante períodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica, se hace cargo de la demanda normal y solamente al fallar ésta, se requiere un sustituto para algunas cargas y, por consiguiente, en lugares con buen suministro eléctrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aún sumándole los tiempos de ejercitación semanal que se aconsejan.

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.

(Considerese que el precio actual de una planta de emergencia fluctúa entre \$ 220 y \$ 150 dólares/Kw)

---- De no hacerse una buena selección, podemos cometer alguna LAMENTABLE omisión en algo que precisa de una verdadera meditación y aplicación de los conocimientos a nivel INGENIERIA con la consecuente RESPONSABILIDAD en ello. Una planta eléctrica en buenas condiciones debe arrancar en aproximadamente 5 a 10 segs., incluyendo los movimientos del interruptor de transferencia. Durante este lapso no hay energía en la carga. Si esto afecta, deben considerarse otras soluciones adicionales.

### **C) SISTEMA DE C.D.**

CA-CD. Este es un sistema de almacenamiento en Corriente Directa mediante baterías, que permite la reposición del suministro eléctrico a lámparas incandescentes y para aparatos que aceptan esta corriente, mediante una pequeña interrupción (0.050 - 0.125 segs.) que generalmente es imperceptible para el ojo humano y se utiliza para la iluminación de quirófanos en hospitales o de tiendas comerciales o como indicación de salidas de emergencia, etc.

La reposición de la energía así consumida, se hace al volver el suministro normal de CA, mediante rectificadores regulados automáticamente.

### **C) SISTEMAS DE SERVICIO DE POTENCIA ININTERRUMPIBLE (SPI)**

En los casos en que ciertas cargas críticas se ven afectadas por cualquier interrupción, aunque ésta sea de una fracción de segundo, se utilizan los SPI, cuyo objetivo principal es eliminar cualquier interrupción en momentos en que desaparezca el suministro normal.

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

Existen varias formas de hacerlo, dependiendo de la capacidad y de la aplicación principalmente.

a) Sistema de Motor Generador con volante (1a. Generación).

Esto constituyó la primera generación del Sistema Ininterrumpible de Potencia (SPI) con la idea de que por algún momento, el volante acumularía la inercia suficiente durante 3 a 5 segs. para permitir que una Planta Eléctrica arrancara y así recuperar la alimentación faltante, sin embargo la pérdida de velocidad y por lo tanto la frecuencia eléctrica en la corriente alterna generada, constituyó el mayor inconveniente para equipos tan delicados como computadoras que no toleren una caída de frecuencia de más de 1% y ésto, siempre que la planta de emergencia arrancara con seguridad al primer intento.

b) Sistemas de motor-generador accionado por un motor de C.D. y un generador de CA pero que, además de resultar un equipo muy costoso, requería un mantenimiento delicado y una inestabilidad en la frecuencia al variar la carga.

c) Sistema Motor Generador con volante y motor primo.

En este caso se presentan dos soluciones:

I. Un motor diesel está acoplado a la misma flecha del conjunto y, mediante un embrague, al faltarle la energía al motor eléctrico, el volante impulsa al motor diesel iniciando así su operación mecánica.

II. En otra versión el Grupo Moto-Generador-Volante, al haber una falla, impulsa eléctricamente la marcha de una planta de emergencia, sin esperar la secuencia de operación de los reles detectores y sin depender de una batería, reconectándose así el motor eléctrico.

En ambos casos, la confiabilidad de la operación depende del exacto funcionamiento del motor diesel y sus componentes y no hay un medio alternativo de suplir alguna falla. Además esas soluciones son mas caras que los sistemas electrónicos y dependen más de un mantenimiento muy importante y su eficiencia es baja.

d) Unidad Electrónica Convertidor - Batería - Inversor.

En estas unidades hay también varias versiones que deben contemplarse antes de seleccionarla, de acuerdo con las necesidades.

Nos referimos a las más recientes 6a. y 7a. Generación.

Cabe hacer notar que entre los objetivos de estos equipos, está el suministrar.

- Tensión eléctrica limpia y constante.
- Frecuencia estable.
- Aislamientos de los transitorios que hay en la línea.
- Continuidad de la alimentación eléctrica durante falta de suministro.
- Confiabilidad.

Y esto se hace indispensable en cargas como:

- Procesamiento de datos en computación.
- Controles Industriales.
- Centros hospitalarios (unidades de cuidado intensivo)
- Telecomunicaciones.
- Control de tráfico aéreo y terrestre.
- Señalización y sistemas de seguimiento, etc.

Estas unidades están compuestas como se indica en la figura 2.

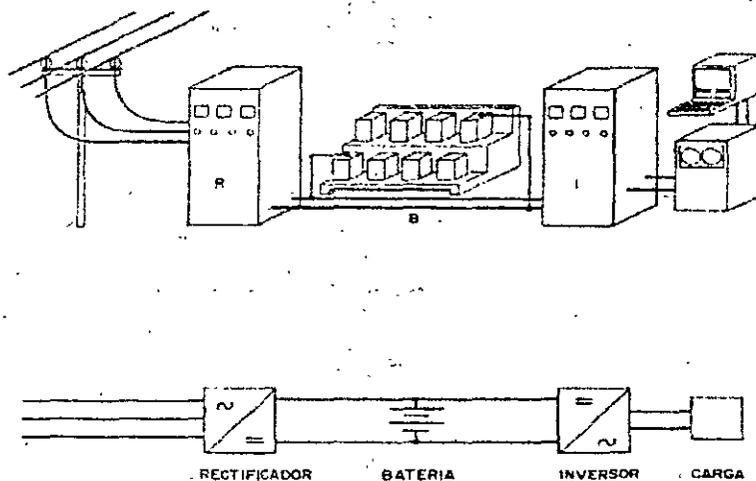


Fig. 2

La alimentación de C.A. sea monofásica o trifásica se transforma en CD mediante un RECTIFICADOR y esta energía se almacena en una batería de voltaje y capacidad adecuados, la que se mantiene saturada y con carga de flotación.

A su vez, la línea donde se conecta la batería, abastece a un INVERSOR que es un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua en corriente alterna (CC-CA).

Este último dispositivo es el que ha venido modificándose para que la conversión de CC a CA sea lo más eficiente, confiable y de forma de onda, lo más próxima a una senoide.

De los distintos diseños de inversor depende considerablemente la adecuada selección para diferentes aplicaciones.

Cabe hacer notar que las características de una alimentación eléctrica puede presentarse con irregularidades no admisibles para el equipo alimentado (Ver Fig. 3).

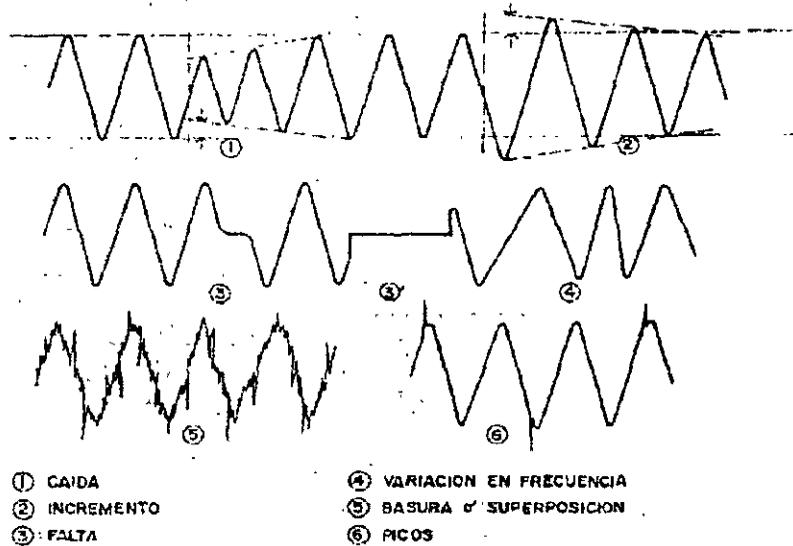


Fig. 3

El equipo que logra dar la mejor característica dentro de las tolerancias aceptables para una carga muy especial, logra calificar dentro de los recomendables para ese uso.

Es de recordarse que, si por ejemplo, en determinado momento se está pasando un programa de computación y éste se interrumpe por fracciones de segundo o considerando que las operaciones dentro de la electrónica se hacen a velocidades de non-segs. o sea millonésimas de segundo, pueden perderse datos o introducirse errores que hechan a perder totalmente el programa.

Por esta razón es necesario conocer las características de los equipos confiables y dar las soluciones apropiadas.

Por otra parte, como los mismos equipos SPI sons susceptibles de falla, se han previsto soluciones que permitan hacerlos confiables.

Un equipo SPI tiene una configuración como se indica, con sus respectivos interruptores de aislamiento y protección. (Ver Fig. 4)

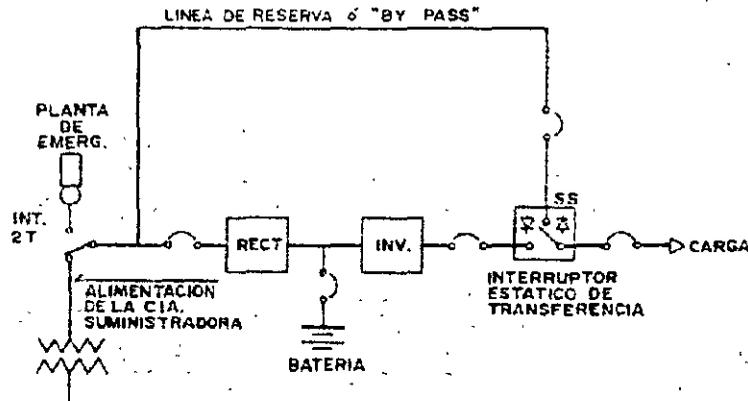


Fig. 4

La operación sobre la marcha permite que, en caso de fallar el equipo SPI o que se requiera aislarlo para mantenimiento, el interruptor estático de transferencia (SS) permite que sin ninguna interrupción, la carga quede conectada a una línea de reserva o de puente desde el bus de alimentación.

Una configuración redundante que permita todavía una mayor protección sería la siguiente:

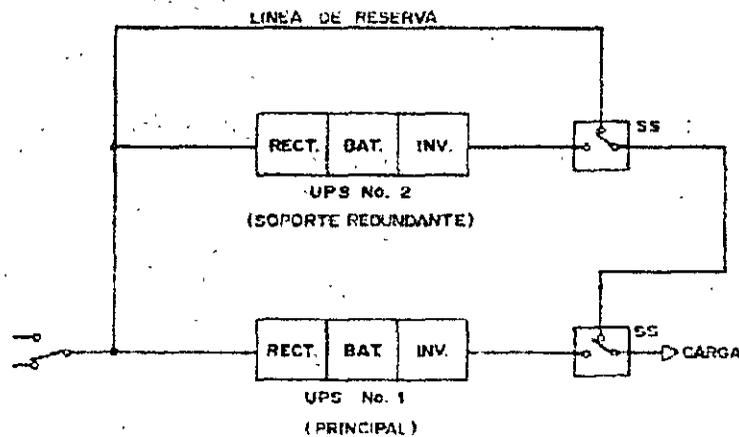


Fig. 5

Configuración 1 de 2

En caso de tenerse más unidades pueden usarse otras configuraciones como la que se indica.

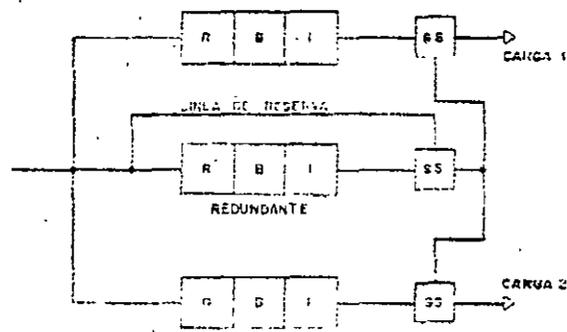
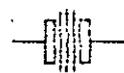
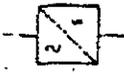
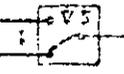


Fig. 6

Configuración 2 de 3

En estas condiciones, la confiabilidad del conjunto de equipos, (que pueden medirse en MTBF o sea Tiempo Medio entre Fallas), se incrementa considerablemente.

Ejemplo:

			MTBF	MTTR
			o	o
			TMEF	TMDR
	Sum	Suministrador	80/100	0.25
	Tr	Transformador	300 000	24
	R	Rectificador	75 000 (10) 50 000 (30)	1 2
	B	Batería	80 000/100 000	2
	I	Inversor	40 000 (10) 25 000 (30)	2 3
	IC	"Switch" Reléptico	100 000 (10) 50 000 (30)	2 3

TMEF =	Tiempo medio entre fallas	(h)
TMDR =	Tiempo medio de reparación	(h)
A =	Disponibilidad =	$\frac{TMEF}{TMEF - TMDR}$
$\chi =$	Indice de fallas =	$\frac{1}{TMEF}$ (1 / h)
$\rho =$	$\frac{TMDR}{TMEF}$	Relación para redundancia

El índice de falla de un conjunto SPI trifásico por ejemplo, es la suma de los índices y falla de sus componentes:

$$\lambda_T = \lambda_R + \lambda_A + \lambda_E + \lambda_{SB} =$$

$$\lambda_T = \frac{1}{50\,000} + \frac{1}{100\,000} + \frac{1}{25\,000} + \frac{1}{50\,000} =$$

$$\lambda_T = 10^{-6} (20 + 10 + 40 + 20) = 90 \times 10^{-6}$$

o sea que las probabilidades de falla en 1 hora de funcionamiento del conjunto o sistema son 90 millonésimos.

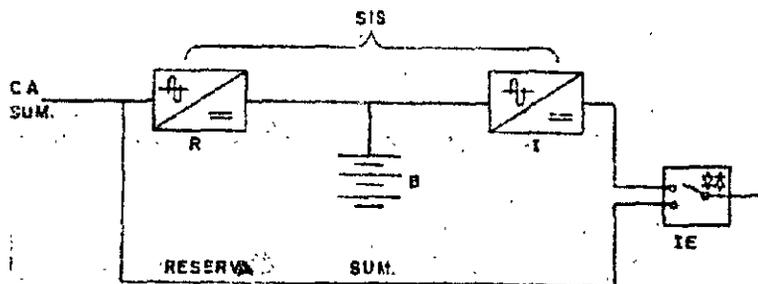
$$TMEF = \frac{1}{\lambda_T} = \frac{1}{90 \times 10^{-6}} = 11,111 \text{ h}$$

$$\text{o sean } 15,22 \text{ meses} = 1,3 \text{ años}$$

Esto nos da una idea de la confiabilidad de un equipo similar.

En el caso de varias unidades de SPI combinados la confiabilidad resulta muy alta y podría calcularse en base a las partes comunes y las propias del sistema y la sola adición de la línea que reserva e interruptor estático aumenta mas del doble dicha confiabilidad.

Por ejemplo, con línea de reserva del suministrador SUM, según la figura 7, calculándose el índice de confiabilidad del Sistema y del Suministro paralelo, le agregamos en serie el dispositivo común IE.



$$\lambda_T = \left( \frac{1}{\lambda_{sis}} + \frac{1}{\lambda_{sum}} + \frac{1}{\lambda_{sis}} \cdot \frac{1}{\lambda_{sum}} \cdot \frac{1}{TMDR_{sis}} \right)^{-1} + \lambda_{IE}$$

Calculando TMEF para:	{	operación monofásica	TMEF 50 000 h
		operación trifásica	35 000 h

Con dos unidades o sistemas redundantes y un interruptor estático la confiabilidad nuevamente se incrementa.

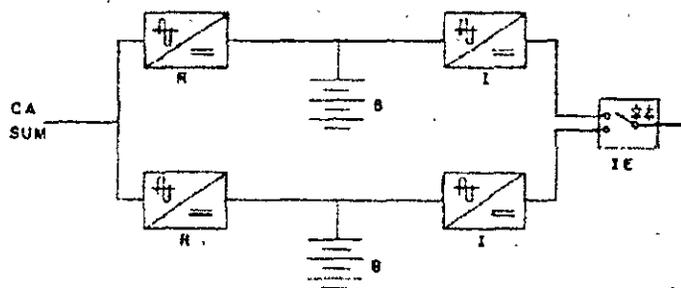


Fig. 8

$$\lambda_T = \left[ \frac{2}{\lambda_{sis}} + \left( \frac{1}{\lambda_{sis}} \right)^2 \cdot \frac{1}{TMDR_{sis}} \right]^{-1} + \lambda_{IE}$$

Calculado TMEF para:	{	operación monofásica	TMEF 99 500 h
		operación trifásica	66 000 h

Como se ve, para cargas muy críticas, podemos mencionar el rastreo y control remoto de satélites o naves tripuladas, donde una interrupción de energía o una forma de onda anormal podrían introducir errores que llevarían a resultados fatales en la misión planeada al salirse de órbita o perderse su control.

Después de revisar someramente los equipos usuales, podemos analizar las características de los equipos actuales. Por ejemplo:

La forma de operar de un equipo como un UPS o una computadora, tan sofisticado como en la actualidad lo permiten los adelantos electrónicos, da lugar a tener aparatos o sistemas estáticos muy confiables, de alta eficiencia, inteligentes y fáciles de operar y protegerse; avisar detalles que ponen en peligro la información o la operación, etc., así como alta seguridad para las personas, y para los equipos mismos y los resultados, además de ser silenciosos. Todo esto puede además monitorearse y/o ajustarse a través de Modem y líneas telefónicas y con un Puerto RS 232.

Por lo que respecta a su instalación, cabe hacer notar que en equipos con cargas NO LINEALES, como los circuitos modernos, la instalación del NEUTRO, requiere una particular atención.

Por causa de las armónicas impares, especialmente los múltiplos de 3, se tiene que dimensionar el calibre del NEUTRO hasta en 1.73 veces la corriente normal por fase de la carga NO LINEAL.

Esto se debe a que aún con cargas balanceadas las armónicas impares múltiplos de 3 se suman y regresan por el NEUTRO, pudiendo llegar a esos valores.

En el Reglamento para Instalaciones y el N.E.C., aparecerá próximamente este requisito.

Por otra parte, debe considerarse que las plantas de emergencia que alimentan un (SPI) (UPS), computadoras, rectificadores, "dimmers", etc. con cargas NO LINEALES, deben sobredimensionarse por causas de las armónicas y para estabilidad de la operación.

Se recomienda que por lo menos, el generador de la planta que alimenta Sistemas Ininterrumpibles de Potencia, sea de 1.5 a 2 veces como mínimo, aunque el motor primo sea el normal.

Sin embargo, si la planta eléctrica alimenta otras cargas y por ello el generador es mayor, no necesita aumentarse más que la diferencia. Ejemplo: Si el UPS es de 100 KVA pero hay cargas de emergencia de otros 100 KVA, el generador será de 200 KVA, siempre y cuando no se requiera sobredimensionarlo por causa de arranque de motores u otras razones.

Por lo que respecta al Regulador de Voltaje del generador de la planta, éste debe ser de características especiales para que no se descontrole con las señales provenientes de los alimentadores, cuando éstos tienen una carga NO LINEAL que provoca “ruido” eléctrico y contamina el disparo de los SCRS.

Si un regulador normal se “aloca”, puede provocar sobre-voltajes de 150 o 200% que perjudican a la carga misma.

Por esta razón será INDISPENSABLE un regulador de amplificación magnética o similar o filtros adecuados, serán INDISPENSABLES pues tanto el equipo generador como el alimentado, pueden perjudicarse.

#### **D) SISTEMAS DE CONGENERACION, “TOTAL ENERGY” Y “NO BREAK” INDUSTRIAL.**

Estos sistemas buscan resolver problemas de generación eléctrica a nivel industrial, con fines económicos o de estabilidad y/o aseguramiento de la calidad del producto, etc.

Generalmente se busca generar energía eléctrica y tener algún subproducto adicional o viceversa; derivándose de la producción de calor o vapor, etc., generar adicionalmente energía eléctrica para uso propio.

Como ejemplo, una turbina de gas genera energía eléctrica y sus gases de escape se aprovechan para generar vapor o aire caliente para secado, etc.

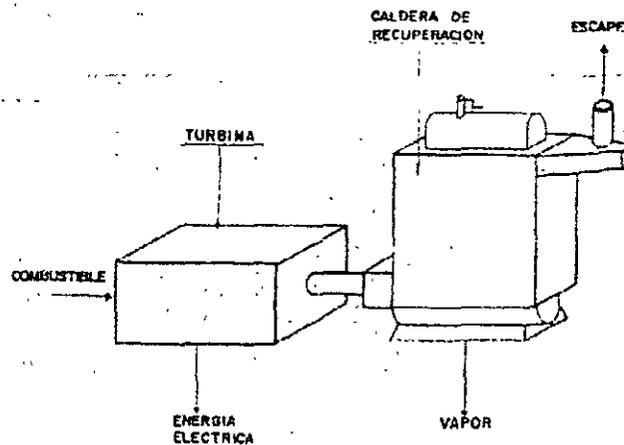


Fig. 9

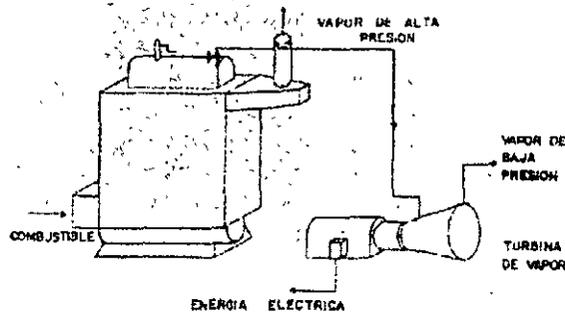


Fig. 10

Dado que la generación eléctrica de vapor puede tener demandas diferentes en los procesos, generalmente se cuenta con un respaldo eléctrico parcial a través de la empresa pública y también se cuenta con caldera o quemadores adicionales para suplir la falla en vapor o calor, etc.

Ante estas condiciones se busca que los procesos más importantes tengan como alimentación principal la propia generación y como emergencia a la compañía suministradora mediante circuitos de transferencia automáticos.

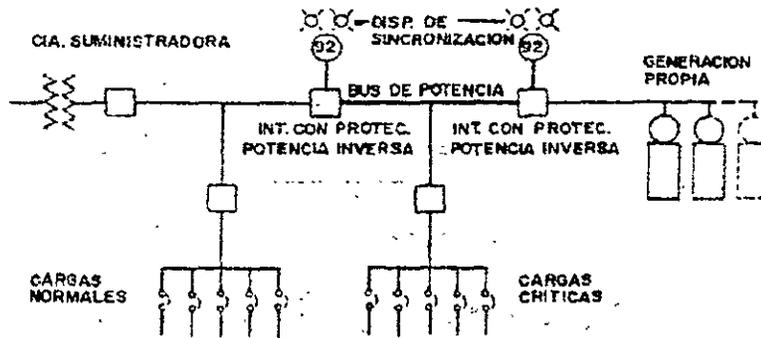


Fig. 11

Ante una situación como se describe, la carga crítica puede funcionar sin interrupción como con un SPI ya que, al fallar energía en el suministro normal, éste se desconecta automáticamente del Bus de potencia constante y lo mismo, al fallar la generación propia se desconecta su interruptor dejando las cargas críticas alimentadas con la compañía suministradora.

Por último, tanto en la instalación como en la operación misma, deben vigilarse muy responsablemente éstas, para evitar daños, la temperatura (no mas de 36°C) el polvo, humedad o goteras, etc.

Los Peritos de Proyectos e Instalaciones, pueden asumir compromisos de mucha responsabilidad, si no cuidan estos detalles que por ahora son relativamente nuevos. Recordemos que mas vale prever que tener que lamentar sucesos que desde ahora, están siendo reconocidos.

#### 4. CALCULOS PARA SELECCION

Primeramente se necesita seleccionar cuidadosamente las cargas que conviene incluir en el sistema de la 1a., 2a., ó 3a., etc., emergencias tomando en cuenta que la inversión necesaria en cada caso tiene costos muy diferentes:

Un equipo "No Break" por ejemplo, tiene aproximadamente un precio 10 veces mayor que una planta de emergencia y mientras el primero sostiene

la carga aproximadamente 20 minutos, la planta puede usarse varias horas y hasta días.

Por lo anterior, es indispensable seleccionar los equipos que verdaderamente requieren una alimentación ininterrumpible y luego, proteger este equipo y las demás cargas críticas, con una planta de emergencia.

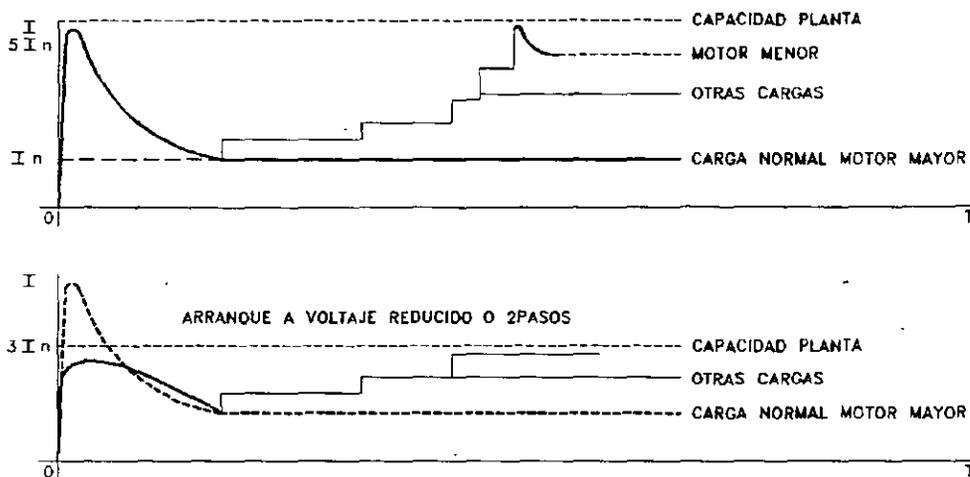
La instalación proyectada debe estar preparada para esta serie de circuitos.

Cabe considerar que cuando las cargas en emergencia incluyen motores grandes, conviene analizar si se separan el “NO BREAK” y algunas cargas ligeras en una planta y los motores y/o cargas pesadas en otra, ya que el equipo de SIP requiere frecuencia y voltaje lo más estable posible.

Por lo que respecta al cálculo de la capacidad necesaria para la planta de emergencia, además de las consideraciones que se hicieron en el párrafo 3, en cuanto a características, se deben cuantificar, primeramente los motores que deben arrancar en emergencia ya que el pico de carga inicial se eleva a 5 veces la carga normal y esto provoca en la planta eléctrica una doble reacción: La frecuencia eléctrica se cae al bajarse la velocidad aproximadamente en 1 a 3% según capacidad y, la tensión eléctrica puede caer un 20 a 25% en ese momento o más, dependiendo del tamaño del motor o motores que arranquen simultáneamente.

Al final se presenta una tabla en la que se enlistan las capacidades de planta eléctrica recomendables para absorber el pico de carga de arranque de motores.

En esta misma tabla aparecen datos para arranques a voltaje reducido, lo cual no solo beneficia la condición anterior, sino que resulta más barato este equipo que la diferencia en tamaño de planta.



El arranque del motor más grande determina la capacidad de la planta, aunque después, el consumo del mismo sea  $1/5$  aproximadamente.

Un arrancador magnético a tensión reducida disminuye esa capacidad de la planta y resulta más económico.

Los motores chicos arrancan a tensión plena, pero si son varios y éstos arrancan simultáneamente, suman su capacidad como si fuera uno grande.

Para estos casos es necesario diferir los arranques.

## COMPONENTES DE UNA PLANTA ELECTRICA

Para conocer los equipos que vamos a seleccionar comenzaremos con las Plantas Eléctricas.

Una Planta Eléctrica, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo.
- b) Generador.
- c) Controles e interruptor general
- d) Interruptor de transferencia o doble tiro (para Planta de Emergencia)
- e) Accesorios.

- a) El Motor Primo puede 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 de gasolina

Motor de 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 escogida 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.

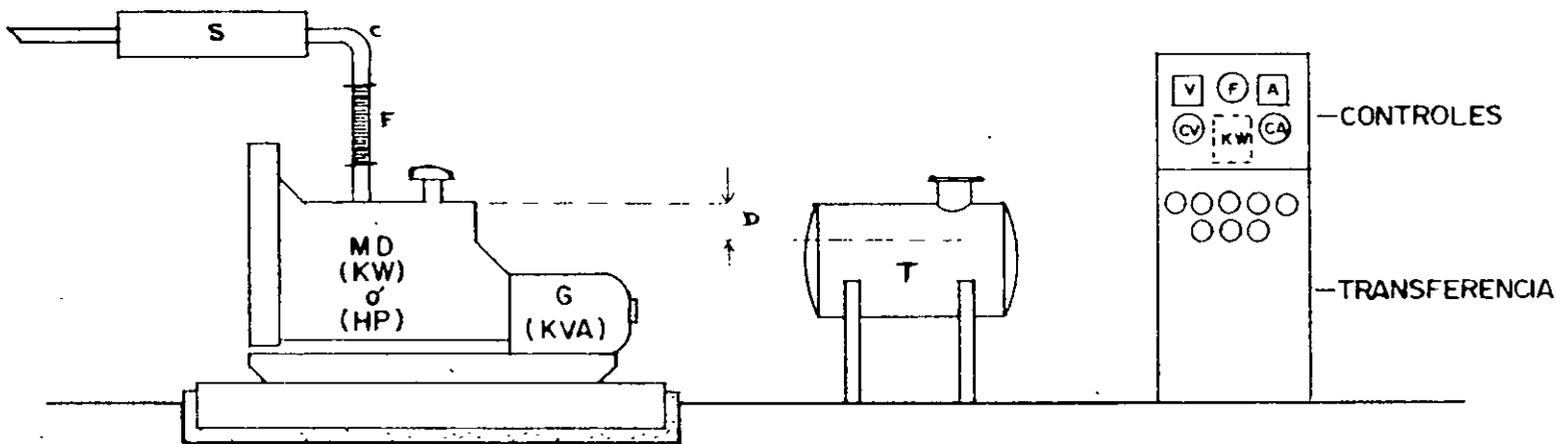
En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

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 RPM con 6 polos, etc.

Esto permite el uso de equipo más compacto.

(Para relacionar RPM con frecuencia y No. de Polos: Fórmula  $N = 120 \frac{f}{P}$ )



		HP.	KW	KVA.	FP.	I (Amp)	INT. (Amp)	Carga Elect.%	Efecto Joule%
0-MSNM	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	350	142	203

2250-MSNM

86	60	75	196.5	200
Mismo Motor	Generador 75%			

CAPACIDAD EN SERVICIO CONTINUO =  $\left\{ \begin{array}{l} 85 - \\ 90\% \text{ DE EMERGENCIA.} \end{array} \right.$

CAPACIDAD CON TURBO  $\approx$  10 a 25% MAS QUE CON ASPIRACION NATURAL, Y PERDIDA POR ALTITUD MINOR.

# PISA

PROYECTOS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.

---

CONCEPCION BEISTEGUI No. 1402  
C.P. 03020 MEXICO D.F.  
TELS. 587 11 587-95-48

---

INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS --  
FABRICACION DE TABLEROS -- SUBESTACIONES  
UNITARIAS -- CONVERTIDORES DE FRECUENCIA --  
CONTROLES Y PLANTAS ELECTRICAS

En aplicaciones de motor diesel, la velocidad común es de 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 1200 RPM ó 900 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, Ver gráfica de Pot. (Fig. 13).

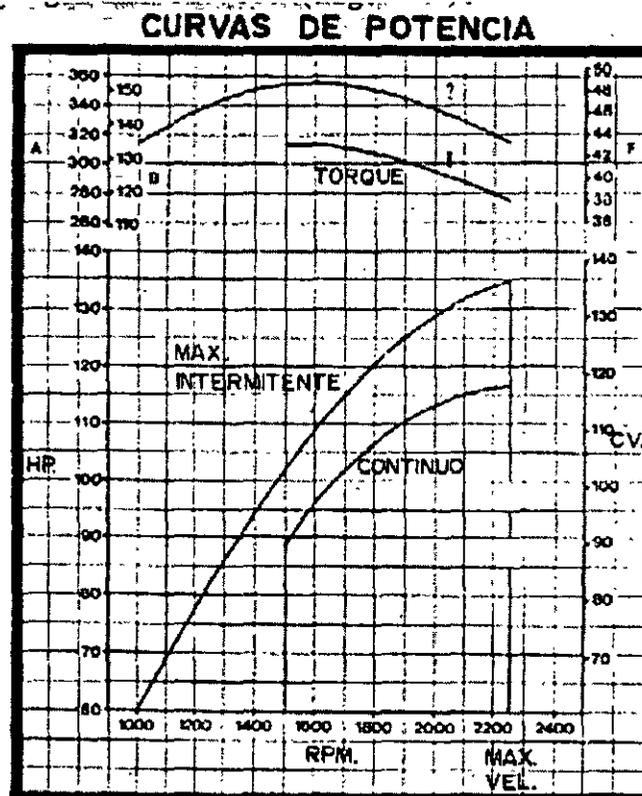


Fig. 13

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 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.

GENERADORES		TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER DETERMINADA C. DE VOLT											
COMPACTOS		5% DE CAIDA DE VOLTAJE				25% DE CAIDA DE VOLTAJE				40% DE CAIDA DE VOLTAJE			
		ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE C/ RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLT	ARRANQUE C/COMPENSADOR		ARRANQUE C/ RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLT	ARRANQUE C/ COMPENSADOR		ARRANQUE C/ RESISTENCIA
			80%	65%			80%	65%			80%	65%	
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	-	-	-	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	20	-	-	1.5	5	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	5	7.5	10	30	25	40	60	30	40	60	75	30
187	150	5	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 ARDILLA.									
POTENCIA EN H.P.	CARGA DURANTE EL TRABAJO				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO				
	KWA PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	AMPS A PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO		MOTOR TRIF TIPO DE PAR DE		
			MOTOR MONOFAS.	MOTOR TRIFASICO	TIPO DE REPULSION		ARRANQUE Y KVA NORMAL		
	E INDUCCION.				DE ARRANQUE				
	KVA.	AMPERS.	KVA.	AMPERS.					
1/2	0.5	0.8	3.5	2.1	2.8	12.5			
1	1.0	1.4	6.5	3.7	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	12.5	56	17.0	45	
5	4.5	6.0	27	15.6	20.0	90	29.8	78	
7 1/2	6.6	8.1	37	21	28.0	140	43	112	
10	8.8	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		76			160	420	
40	33.8	39.4		103			217	570	
50	42.2	47.8		125			264	690	
60	50.0	59.3		156			326	850	
75	62.5	71.0		186			390	1020	
100	83.0	93.0		244			511	1340	

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

## NOTAS SOBRE LA TABLA No. 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 cerca de 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 al llegar a 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, siempre y cuando su bobina de arranque no esté en el mismo circuito o sea manual..

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 65%. Asegúrese de que estos pares de arranque sean suficientes para mover 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 este fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

## **NOTAS SOBRE LA TABLA No. 2**

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

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

**MOTORES TIPO CAPACITOR.-** Auméntnse 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% 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.

## EJEMPLO DE UN CALCULO DE PLANTA ELECTRICA.

## EL RECUESTO DE CARGAS NOS DA:

EQUIPO	CAP. MOT.	KW PARA ARRANQUE		CARGA KW PERMANENTE
		A VOLT. PLENO	A VOLT REDUCIDO	
<b>CARGAS RESISTIVAS:</b>				
Alumbrado Emergencia	-	-	-	3
Alumbrado Exterior	-	-	-	2
Contacto Emergencia	-	-	-	2
Resistencias y Calefactores	-	-	-	10
<b>SUBTOTAL 1</b>				<b>17</b>
<b>MOTORES MENORES: (1 HP = 0.746/0.9 = 0.83 KW)</b>				
4 Motores 0.25 HP (arranque simultáneo)	4x0.25	5	-	0.83
1 Motor 2 HP (arranque diferido o simultáneo)	2	10	-	1.66
1 Elevador Mot. 5HP (arranque diferido)	5	25	-	4.15
<b>SUBTOTAL 2</b>				<b>23.64</b>
1 MOTOR 20 HP (arranque a Volt.Red.)	20	(100)	(40)	16.66
<b>SUBTOTAL 3</b>				<b>16.66</b>
		100	40	16.66

## RESUMEN DE CARGAS:

Si el arranque de motores se realiza simultáneo con todas las cargas, deben sumarse el Subtotal 1 con la suma de todos los arranques de motores y ésto exige una planta mayor, que después de haber hecho su arranque, queda con una carga mínima igual a la suma de 1 + 2 + 3, carga máxima  $17 + 40 + 100 = 157$  KW o si el motor grande arranca a voltaje reducido será  $17 + 40 + 40 = 97$  KW. Después del arranque se requiere  $17 + 23.64 + 16.66 = 57.3$  KW. La planta sería de 165 KW efectivos o 100 KW para el segundo caso.

Si se arranca primero el motor mayor y luego entran las demás cargas, se puede reducir la capacidad de la planta ( $16.66 + 17 + 40 = 73.66$ ).

Para 73.66 KW podrían buscarse una planta de 75 u 80 KW, pero ésta ya no permitiría el arranque a Voltaje Pleno del motor grande ( 20 HP requiere 100 KW de planta para arrancar con 25% de caída) de modo que se necesitaría un arrancador a Voltaje Reducido que permite que una planta de 80 KW lo inicie y posteriormente entren las demás cargas.

Cuando se puede aplicar, esta solución aunque requiere de equipos más complejos, resulta más barata que una planta mucho mayor.

### **EJEMPLO DE COMO SELECCIONAR EL MOTOR DIESEL**

A la carga máxima requerida (80 KW) debe sumarse aproximadamente 5% para ventilador y bomba pero además, debe buscarse un motor que dé la capacidad requerida al nivel en que va a operar. Por ejemplo: Si se requiere en la Ciudad de México que está a 2,237 m.s.n.m. y la planta es de aspiración natural, el motor pierde aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m. o sea cerca de 22.4% ( $F = 0.7763$ ).

La capacidad nominal del motor será entonces:

$73.66 / 0.95 \times 0.7763 = 99.87$  KW aproximadamente 100 KW y esto significa un motor  $100/0.746 \times 0.9 = 150$  HP al freno nominales a 0 m.s.n.m.

El generador seguiría siendo de 80 KW.



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

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

TEMA

DESCRIPCION DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING: IGNACIO GONZALEZ  
CASTILLO

INSTALACIONES

ELECTRICAS

PARA

EDIFICIOS

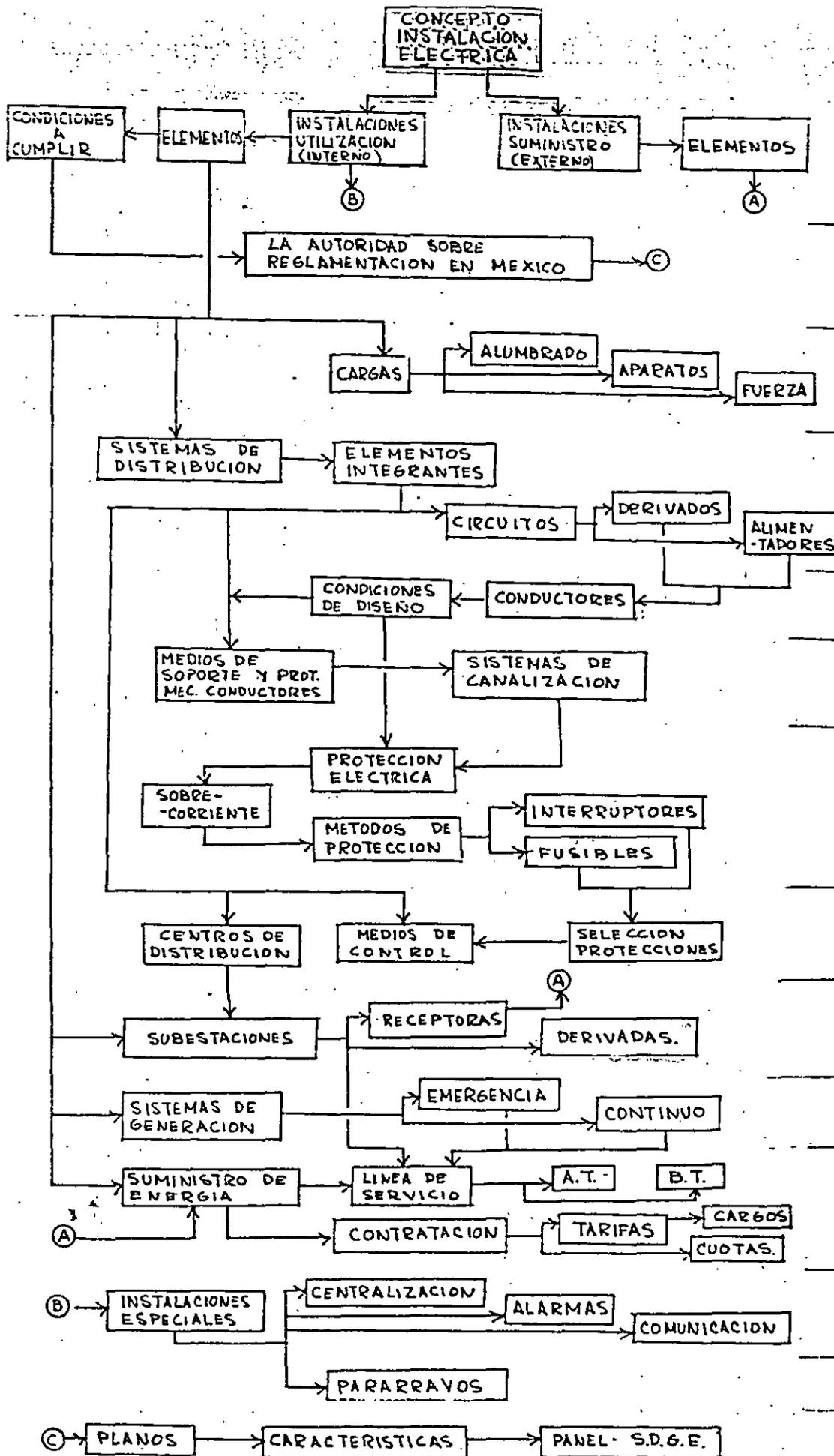
OBJETIVO:

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



INSTALACION

ELECTRICA :

- CONJUNTO DE :-

- APARATOS

- CONDUCTORES

- ACCESORIOS

- DESTINADOS PARA :-

- PRODUCCION (GENERACION)

- DISTRIBUCION

- UTILIZACION

DE :

ENERGIA ELECTRICA

# DIFERENTES PUNTOS DE VISTA DEL CONCEPTO I.E. :-

INSTALACIONES P/  
SUMINISTRO  
ENERGIA

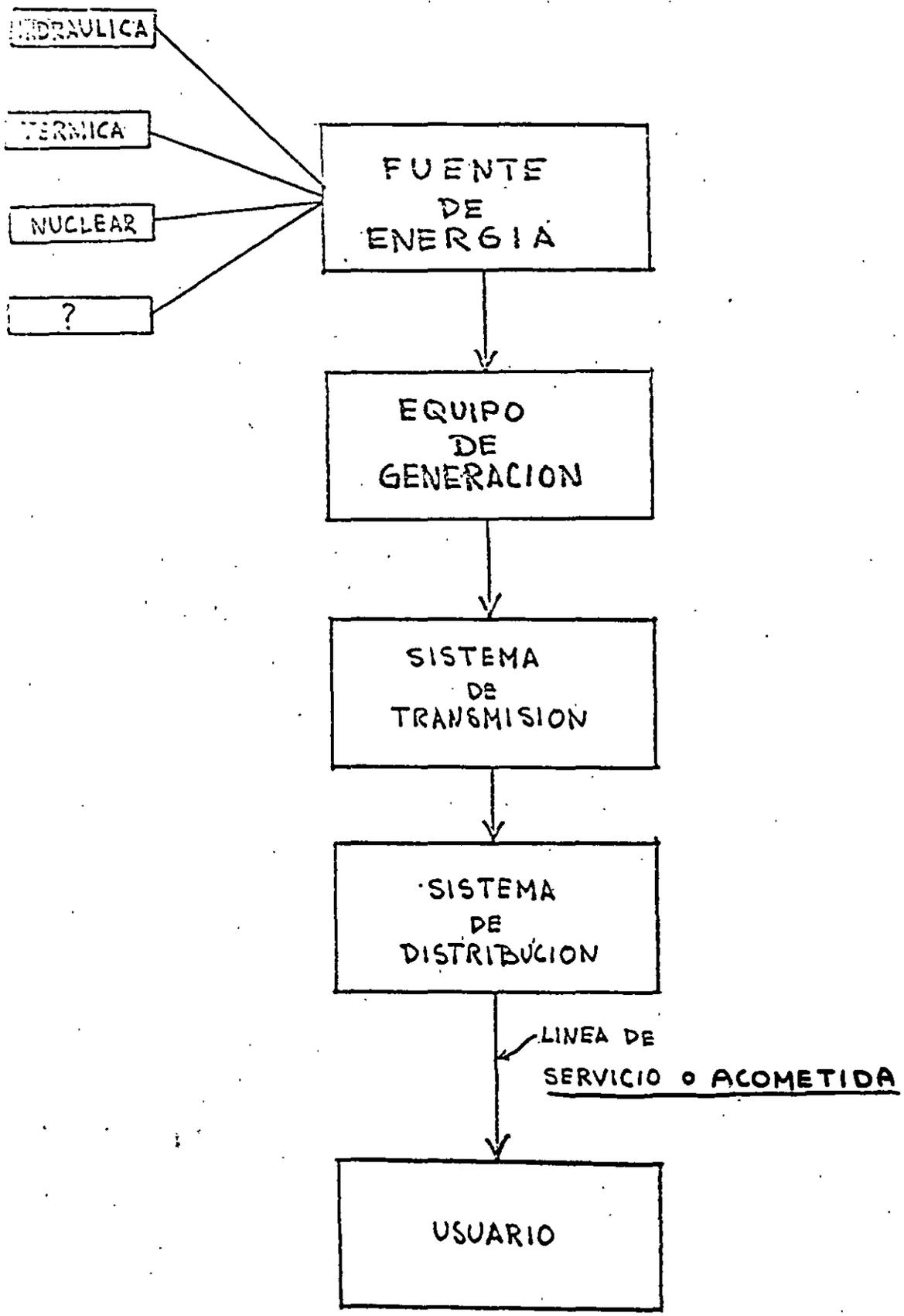
C.F.E.

↑  
EXTERNO

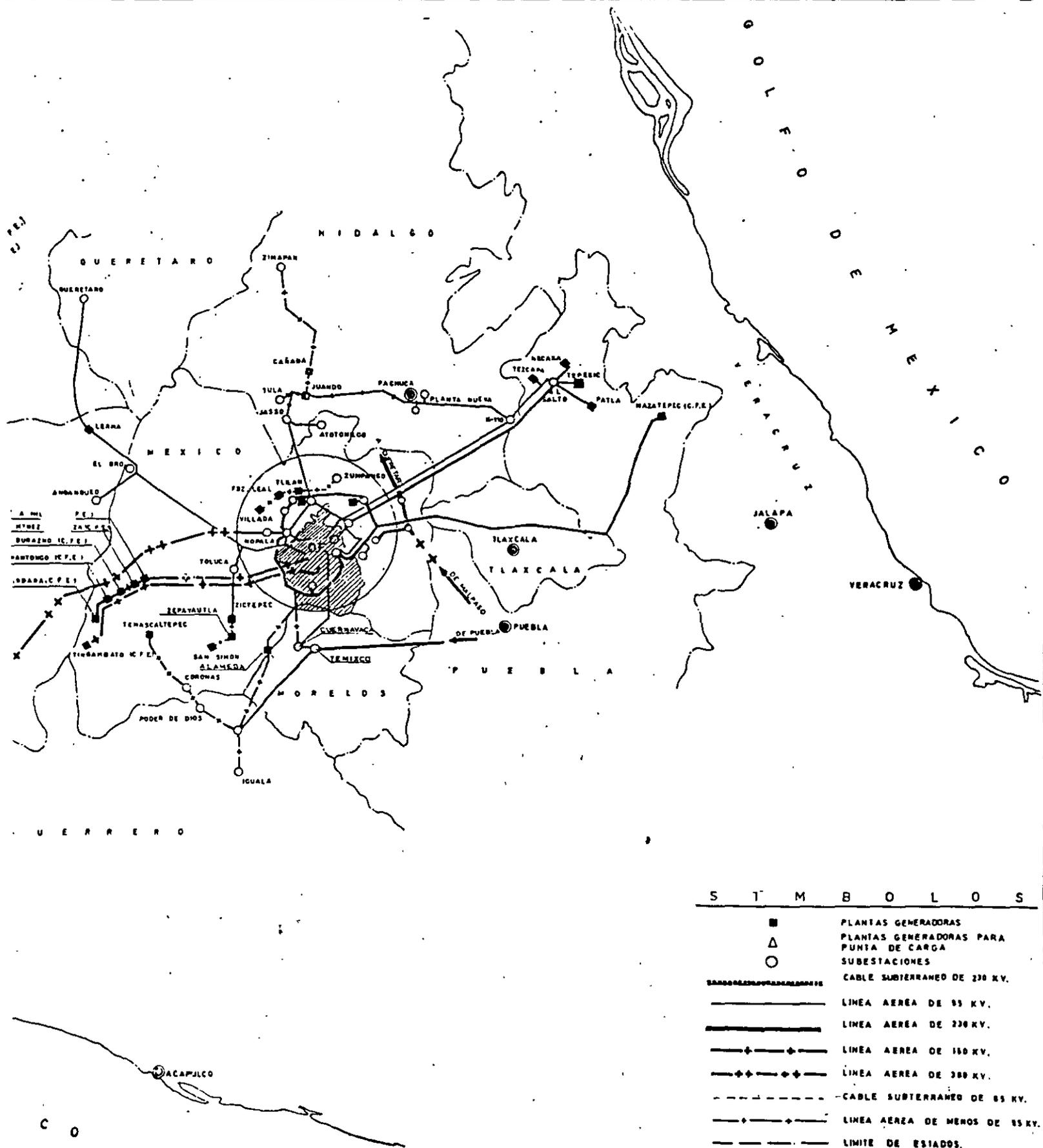
-----  
INTERNO

USUARIO

↓  
INSTALACIONES P/  
UTILIZACION  
ENERGIA.

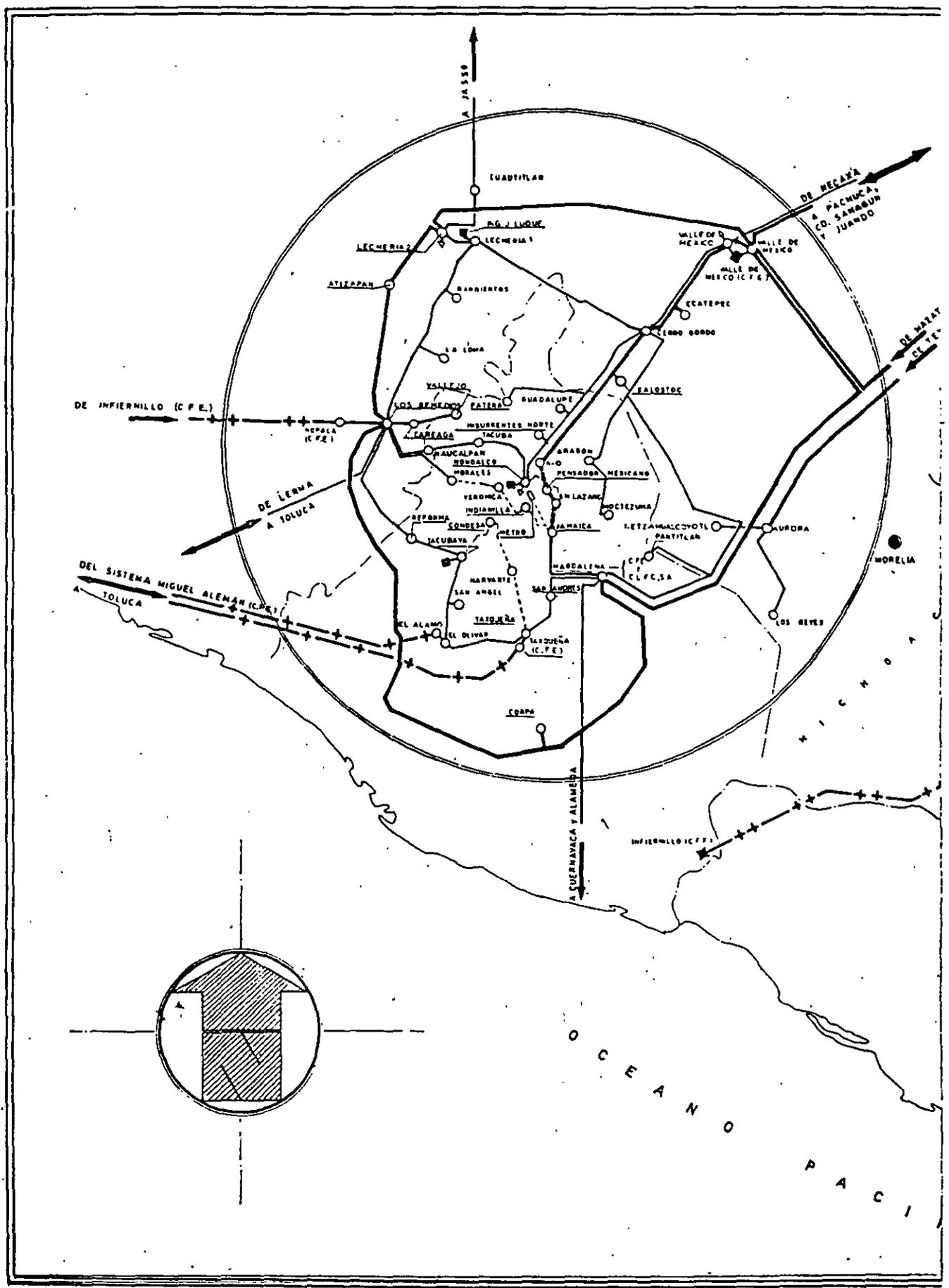


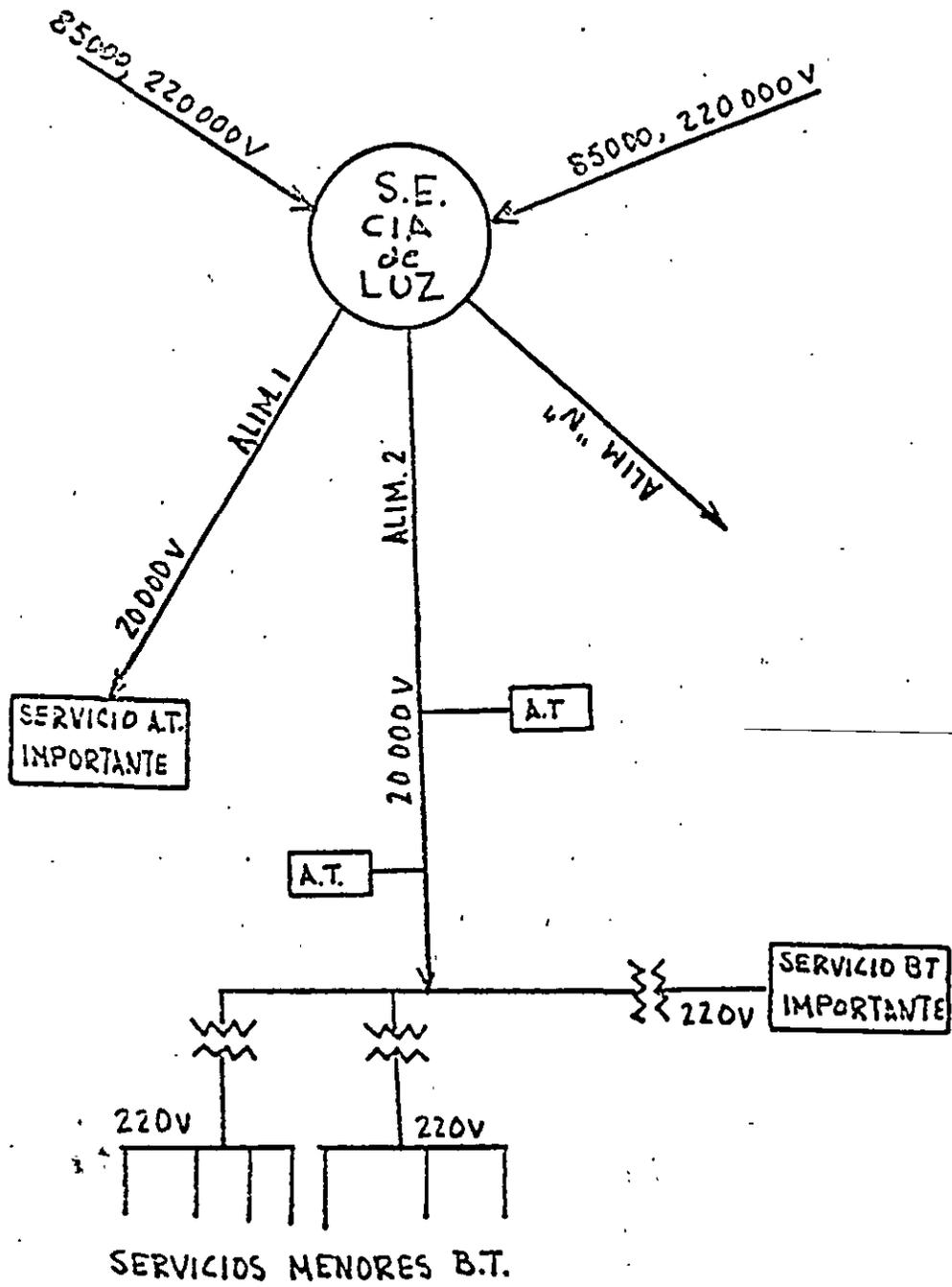
# Mapa de Plantas, Subestaciones y líneas que dan servicio al Sistema Central

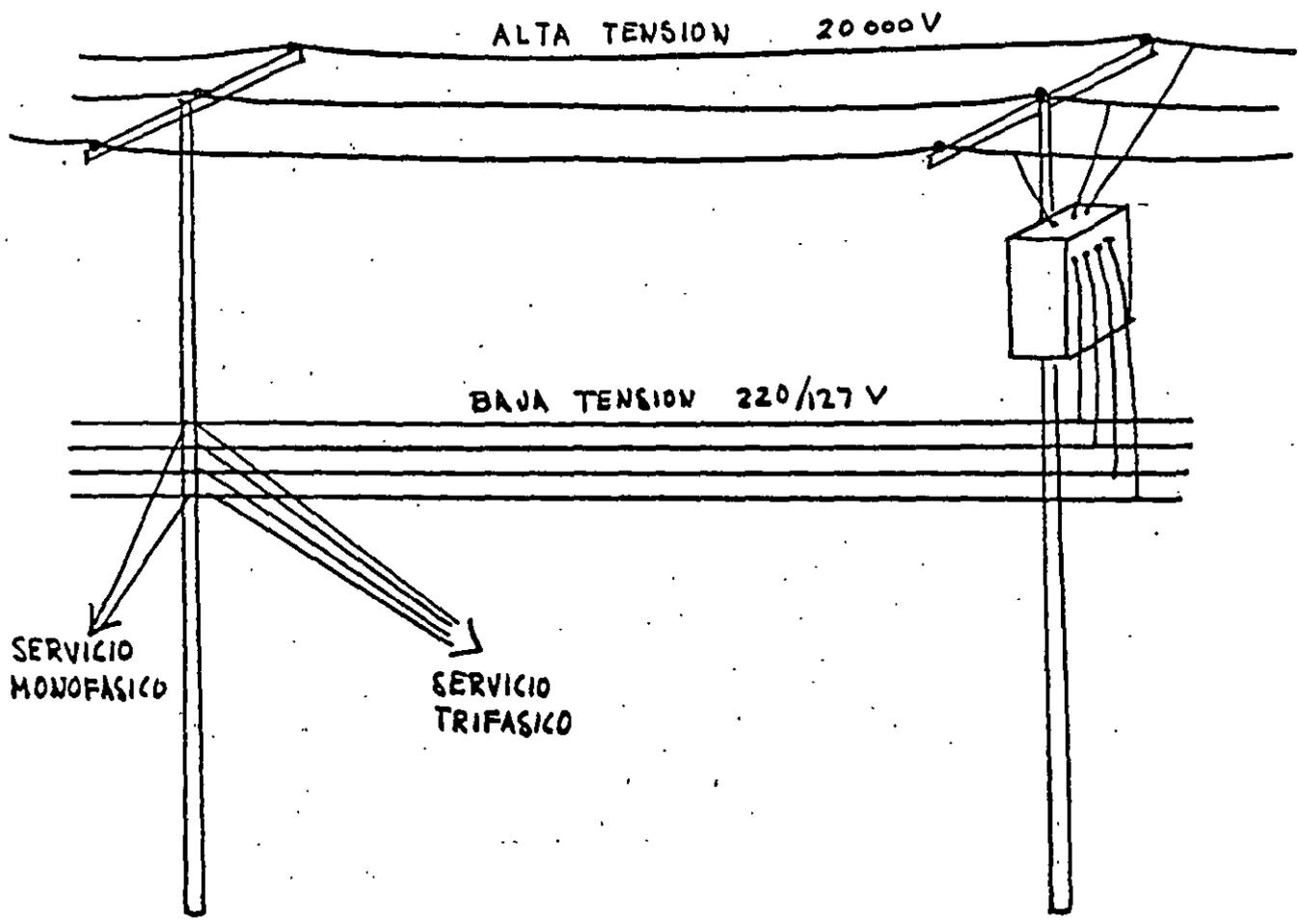


S I M B O L O S	
■	PLANTAS GENERADORAS
△	PLANTAS GENERADORAS PARA PUNTA DE CARGA
○	SUBESTACIONES
-----	CABLE SUBTERRANEO DE 230 KV.
—————	LINEA AEREA DE 55 KV.
—————	LINEA AEREA DE 230 KV.
——◆——◆——	LINEA AEREA DE 150 KV.
——◆——◆——	LINEA AEREA DE 300 KV.
-----	CABLE SUBTERRANEO DE 65 KV.
——◆——◆——	LINEA AEREA DE MENOS DE 55 KV.
-----	LIMITE DE ESTADOS.

1933 RC 3  
**Localización geográfica**  
**Líneas de Transmisión**









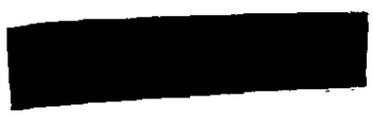
# ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

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.



# ACOMETIDA

## CARACTERISTICAS



- UNA SOLA POR INMUEBLE  
(Caso General)

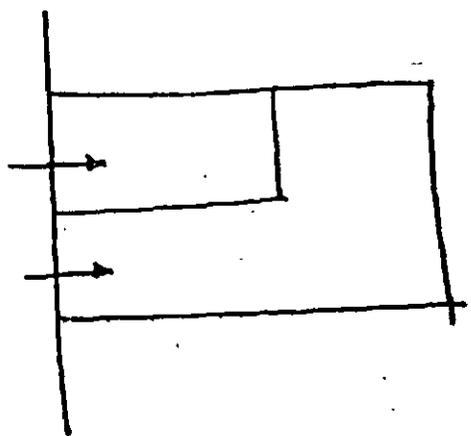


- EXCEPCION:
- ACUERDO CON
  - SEPAFIN
  - CFE

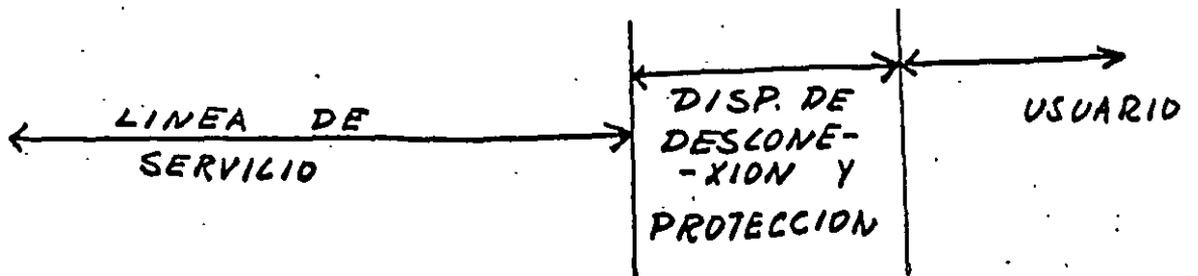
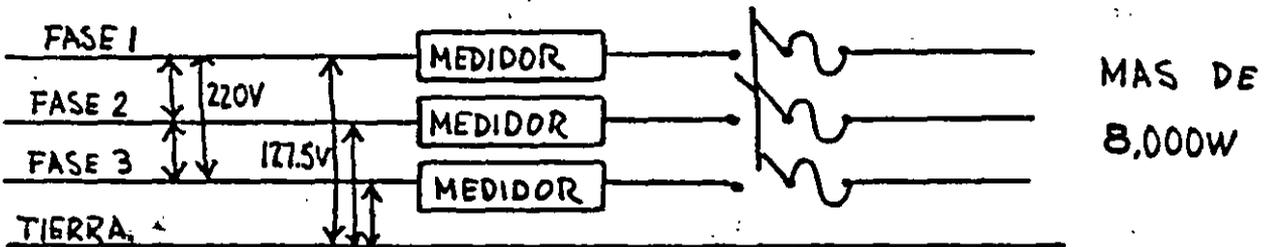
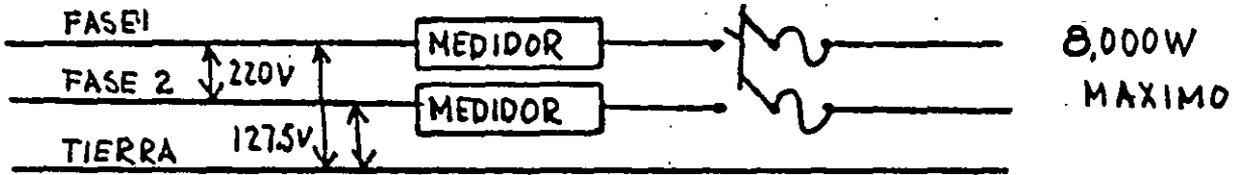
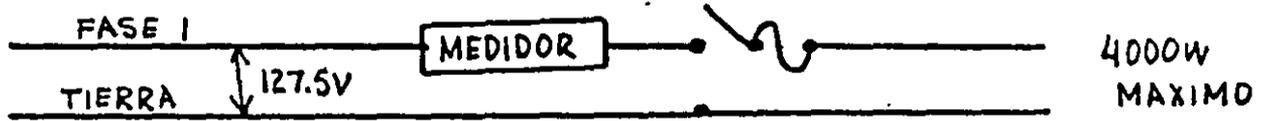
- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES  
(sin comunicacion)



# LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION

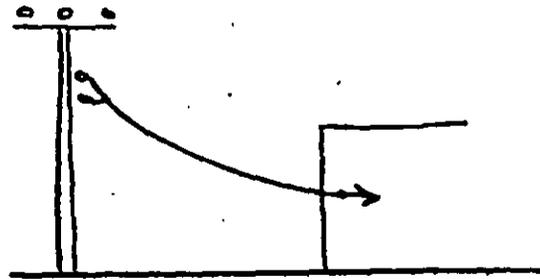


# AÇOMETIDA

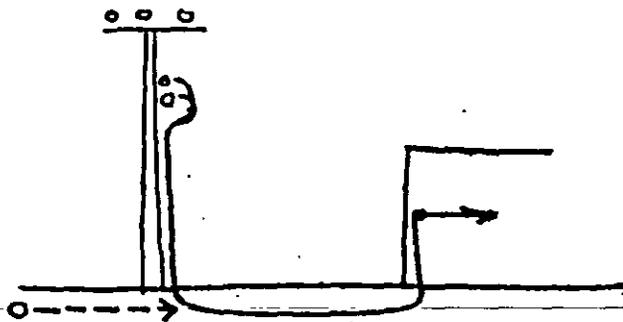
## CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

### • AEREA



### • SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

### • BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

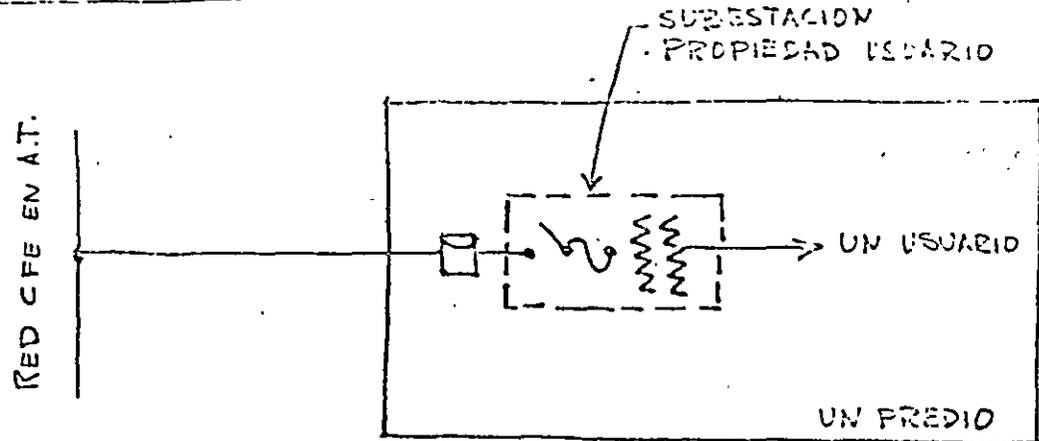
### • ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

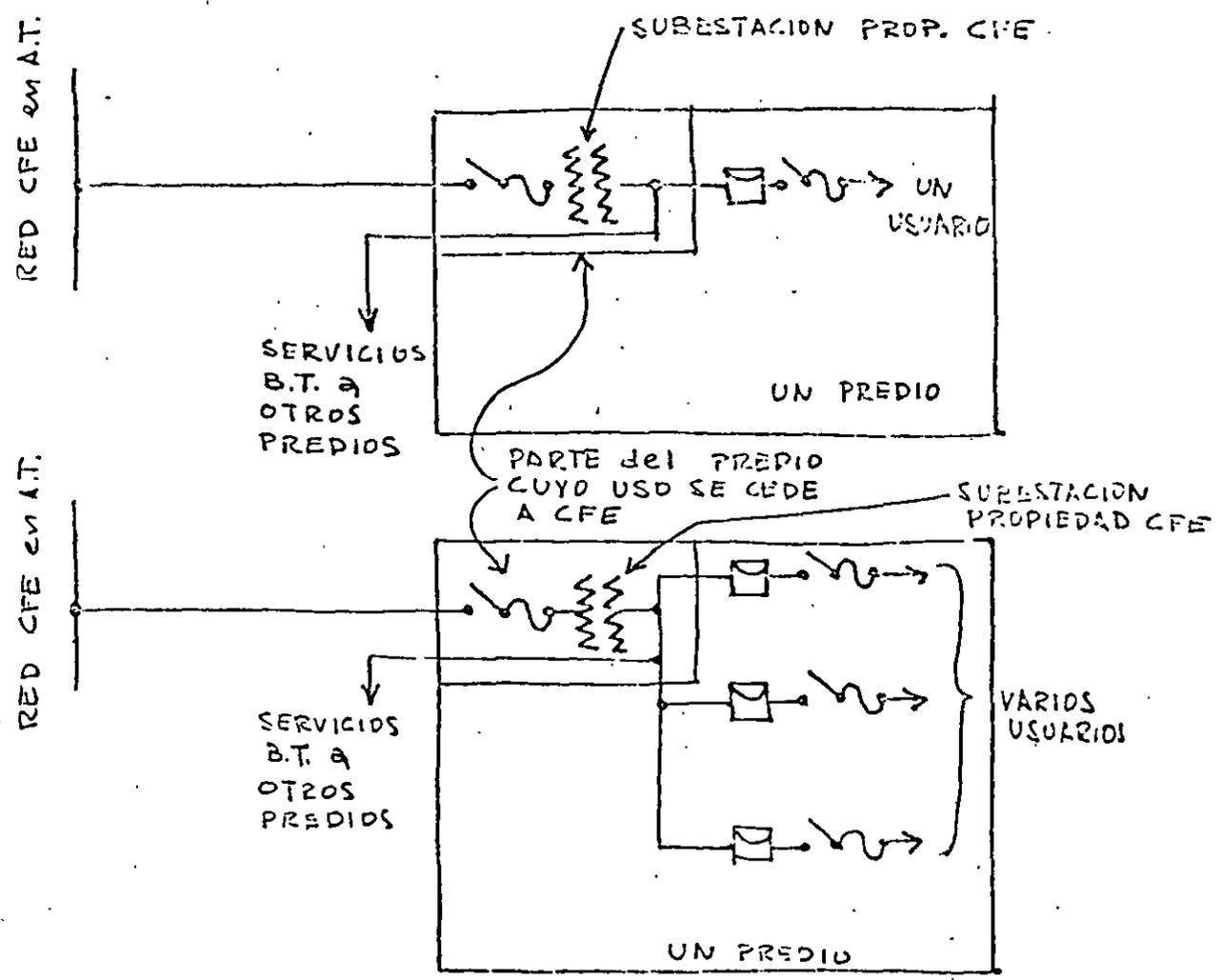
# LINEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tension.
- 2) Para Servicio en Baja Tension

## 1) SERVICIO en A.T.:-

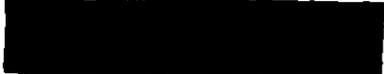


## 2) SERVICIO en B.T.



## 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



# EQUIPO DEL SERVICIO

## CARACTERISTICAS:



### • 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



OBJETIVO:

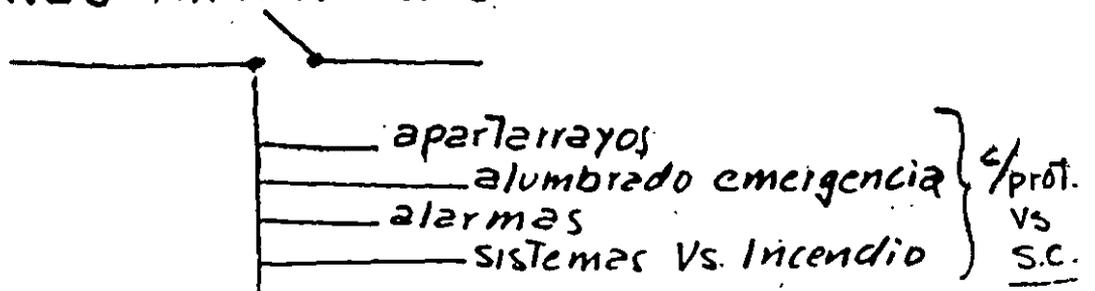
PODER INDEPENDIZAR

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 DE PROTECCION PRINCIPAL (vs SOBRECORRIENTE).



OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A LA INSTALACION SERVIDA DE LA RED DE SUMINISTRO CUANDO OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

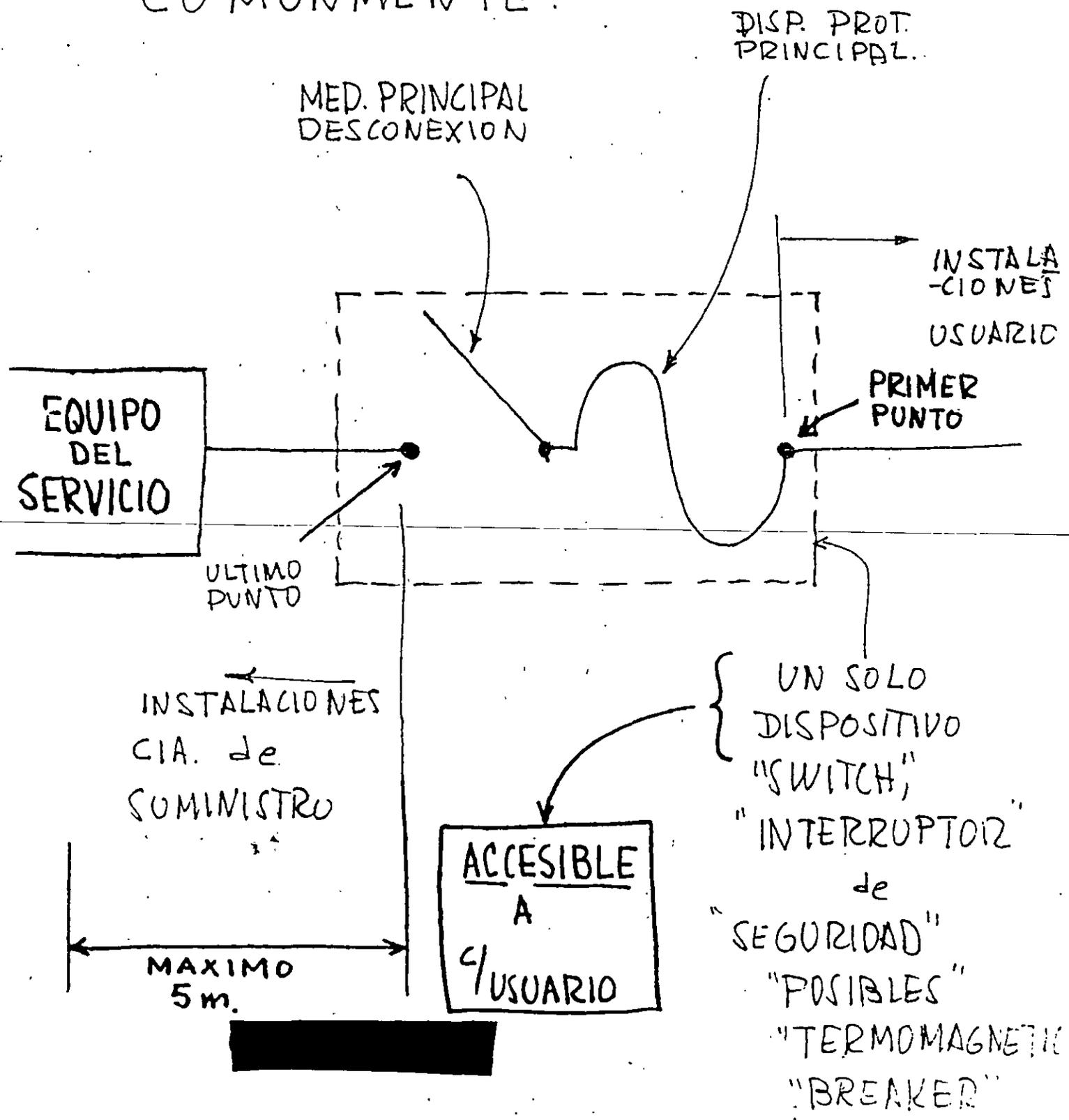
SOBRECORRIENTE :

$$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO POSIBLE

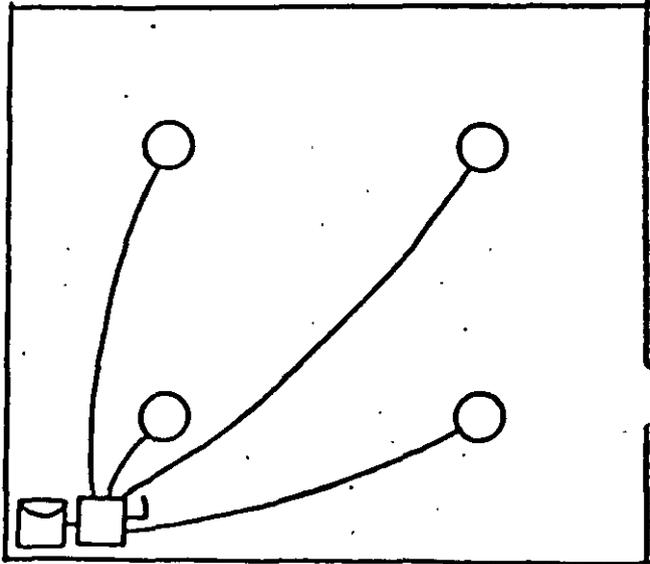
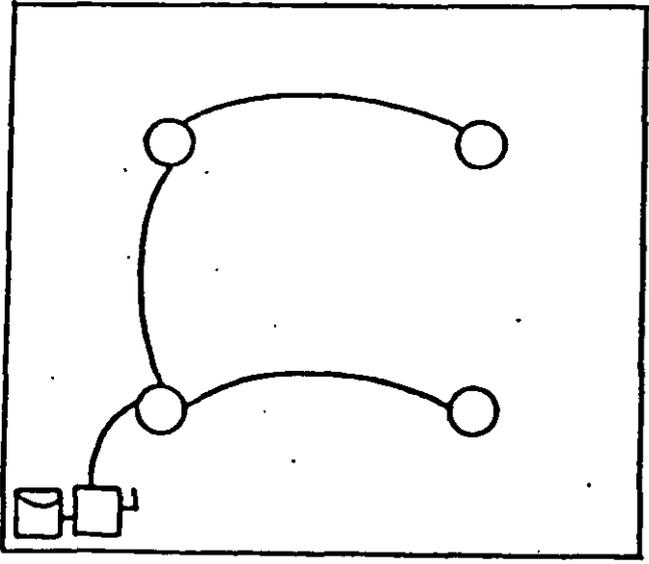
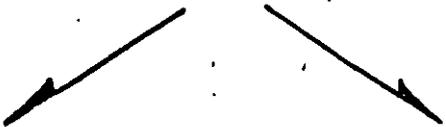
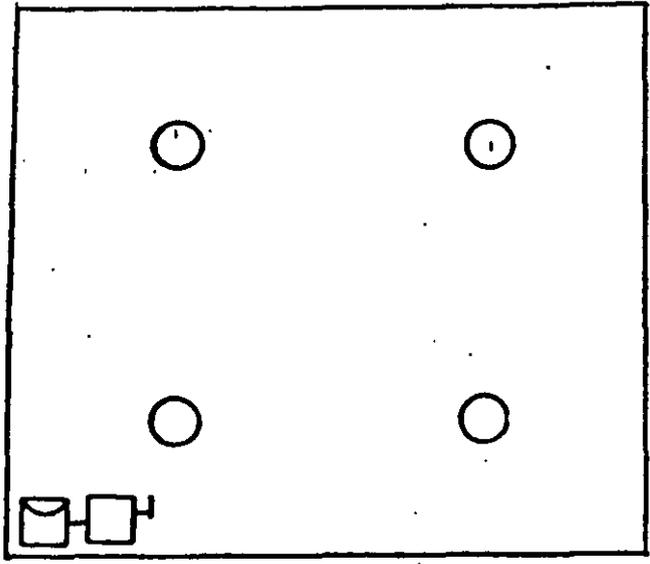
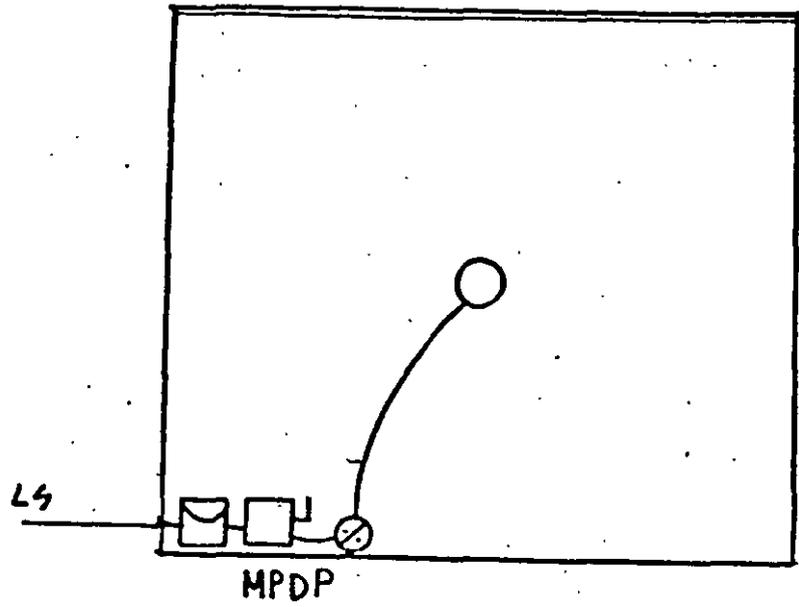
# COMUNMENTE :

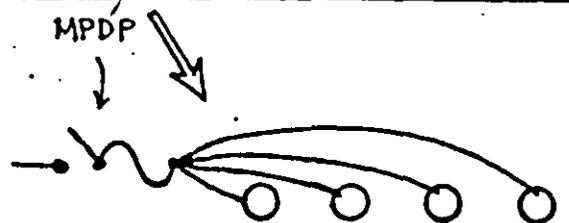
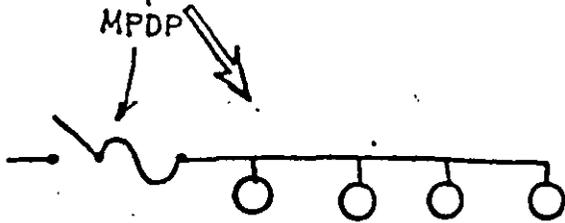
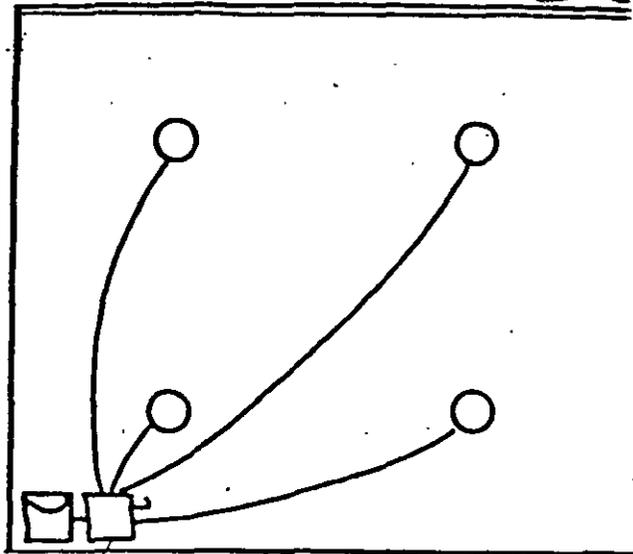
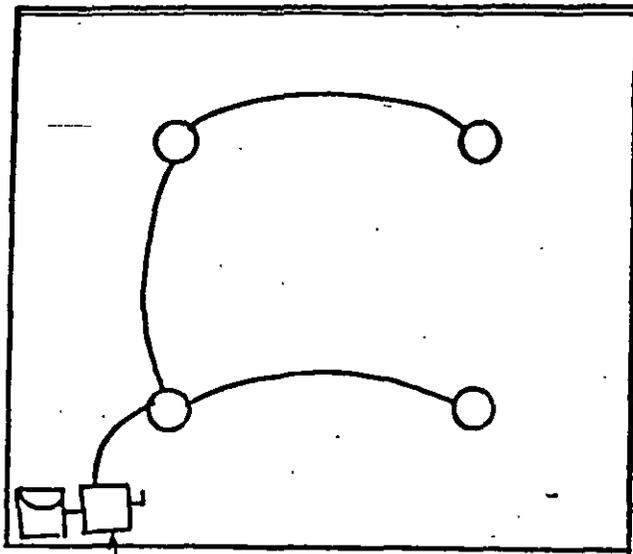


# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:-

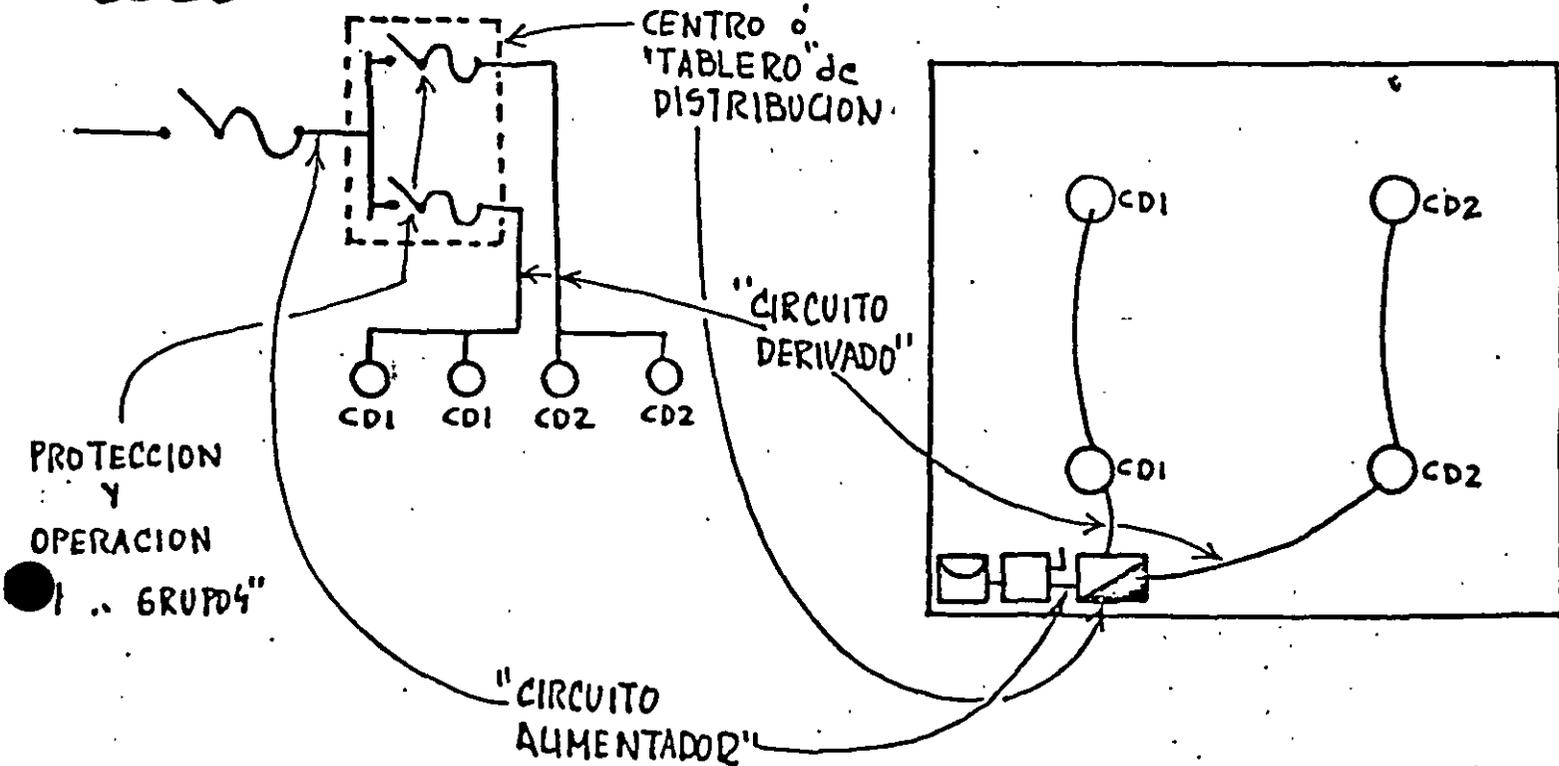
- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.  
(TABLEROS).
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

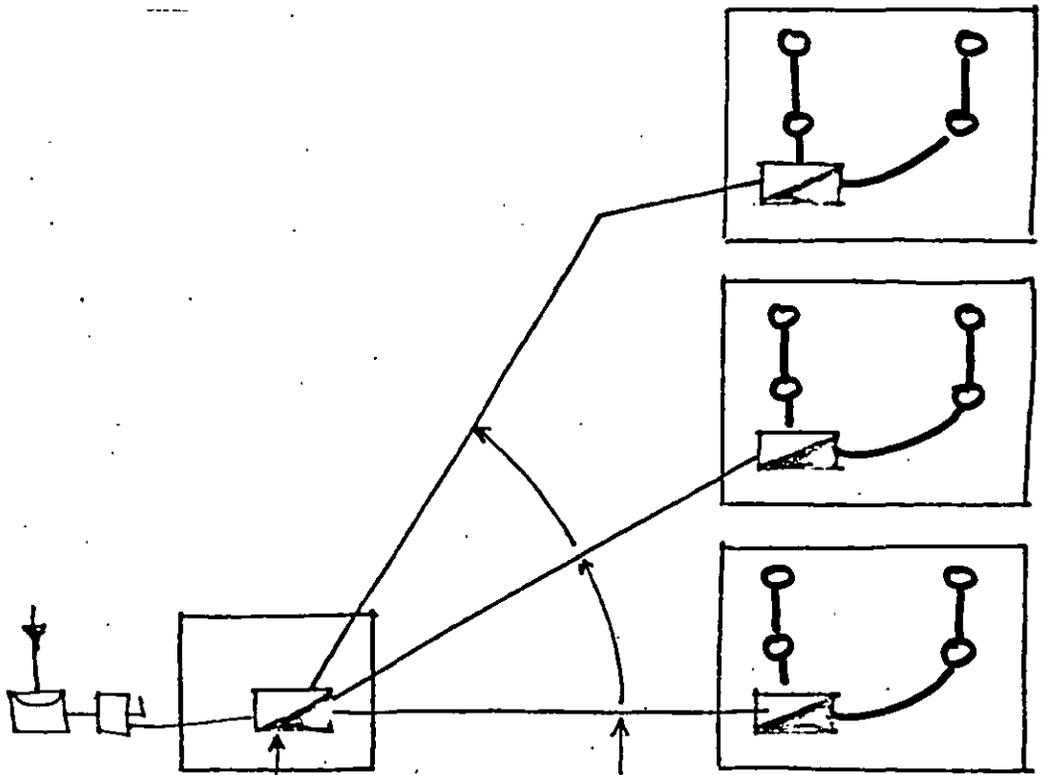




FALLA →  
 POSIBILIDAD  
 OPERACION → } TOTAL

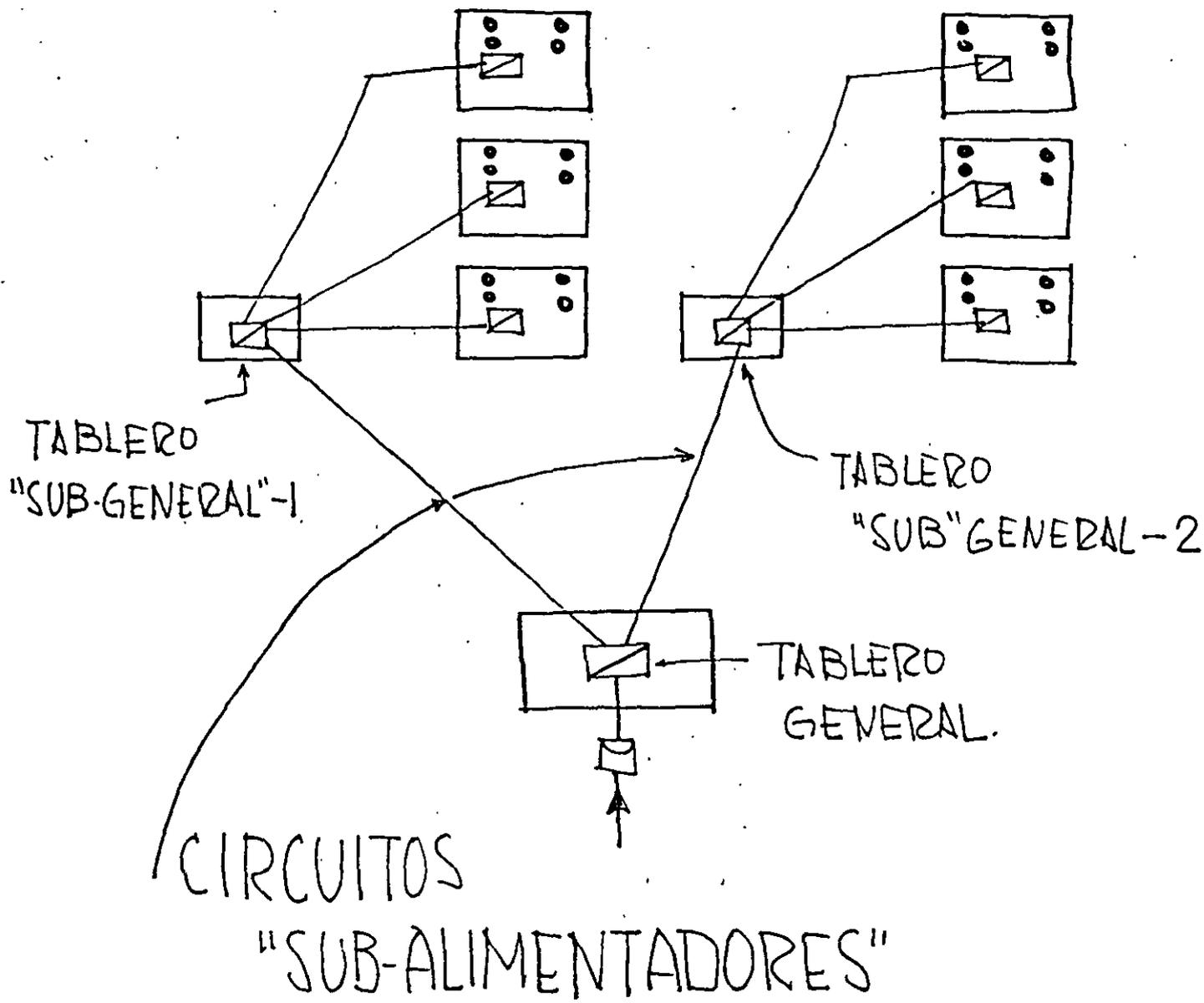
**SOLUCION:**





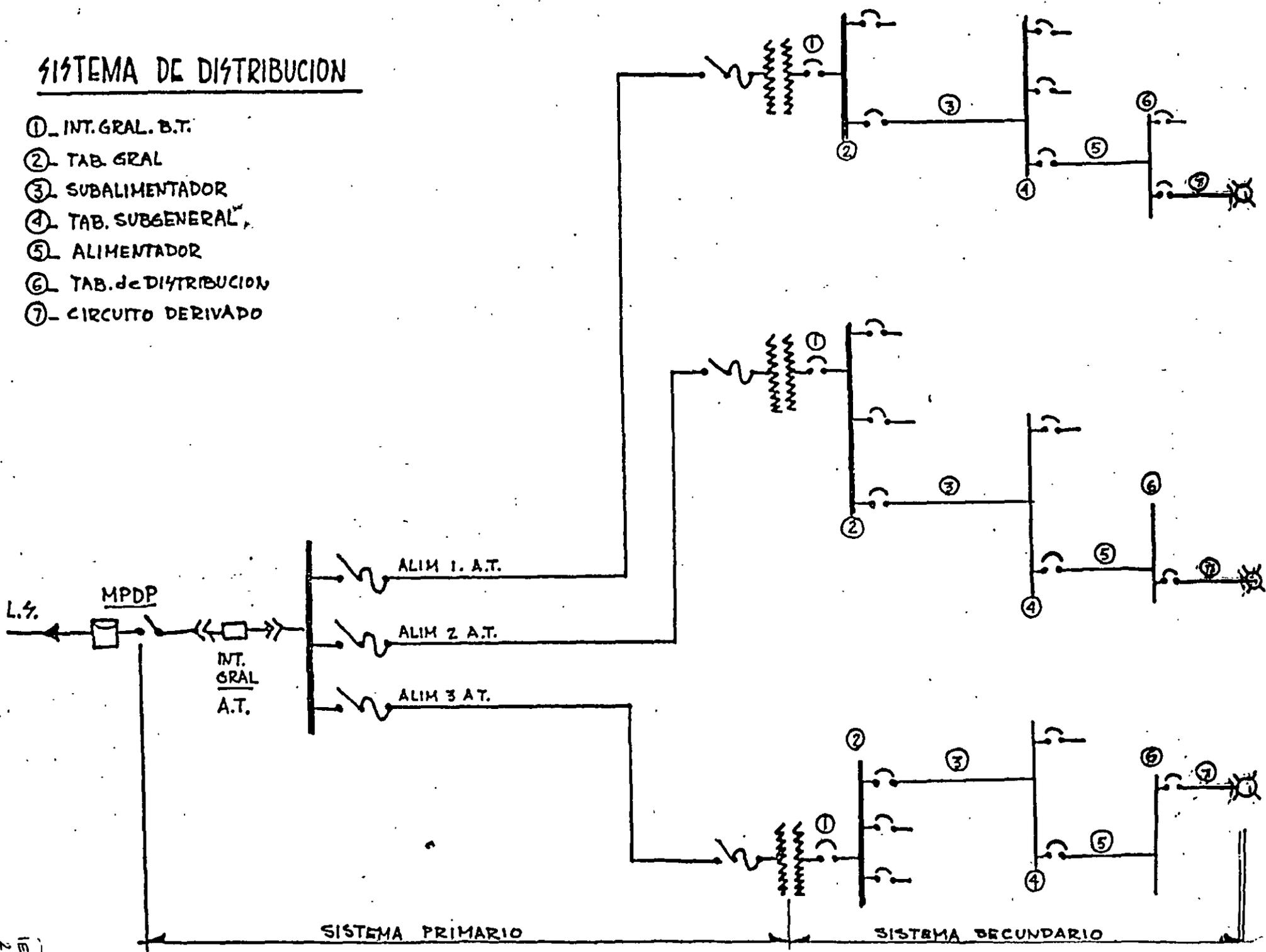
TABLERO  
GENERAL

CIRCUITOS  
ALIMENTADORES



# 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



SISTEMA PRIMARIO

SISTEMA SECUNDARIO

FACTORES a CONSIDERAR:

- CONVENIENCIA
- CAPACIDAD
- REGULACION
- ACCESIBILIDAD
- FLEXIBILIDAD
- SEGURIDAD

# CONVENIENCIA

- CONGRUENTE CON EL SISTEMA  
DE ABASTECIMIENTO

- CONGRUENTE CON EL EQUIPO  
STANDARD EN MERCADO

# CAPACIDAD

$$I_{\text{DISEÑO}} \geq I_{\text{REGIMEN}}$$

+

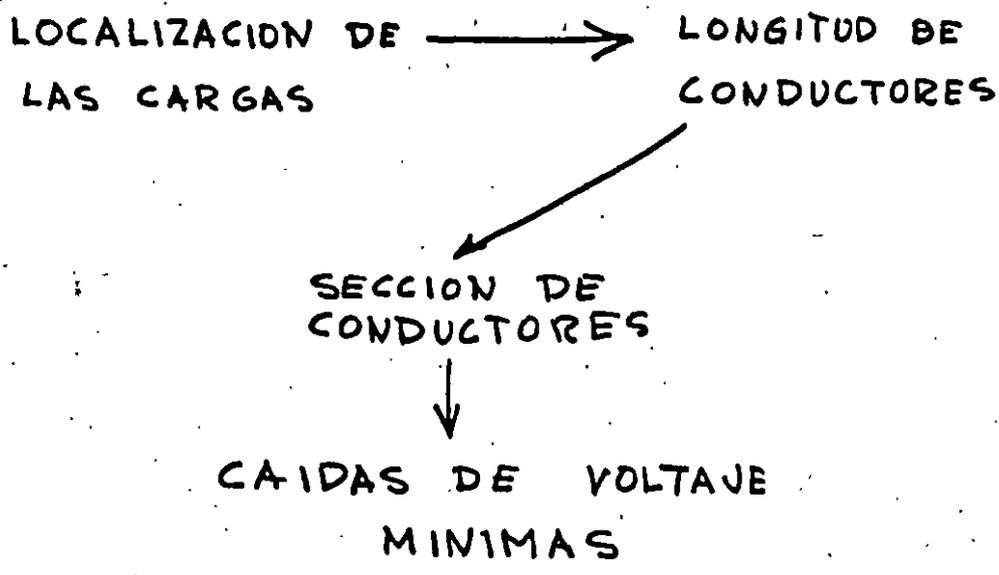
RESERVA

# REGULACION

EN CADA PUNTO :-

CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA  
AL XXXXXXXXXX REQUERIDO  
TENSION.

CONSIDERA :



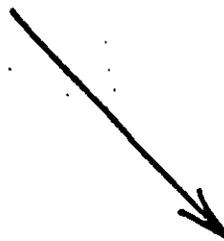
# ACCESIBILIDAD

PARA :

- INSTALACION
- OPERACION
- MANTENIMIENTO
- AMPLIACIONES  
FUTURAS.

# FLEXIBILIDAD

PREVISION



CAMBIOS

+ OPERACION

+ LOCALIZACION

# SEGURIDAD

PARA :

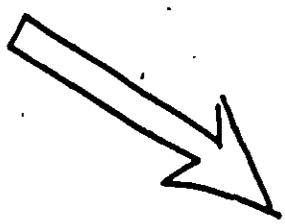
+ PERSONAL

- EN OPERACION
- EN MANTENIMIENTO
- EN INSTALACION.

+ EQUIPO

- EN OPERACION
- EN FALLAS

CONDICION MINIMA



COMPLIR

REGLAMENTACION

# REGLAMENTACION

ESTABLECE -

CONTROL SOBRE:-

+ COMO DEBEN HACERSE LAS I.E. → METODOS  
Y SISTEMAS.

+ CON QUE DEBEN HACERSE LAS I.E → MATERIALES.

+ QUIENES DEBEN PROYECTAR, CONSTRUIR,  
Y OPERAR LAS I.E → PERSONAS.

INSTRUMENTO: "LEY DEL SERVICIO PUBLICO  
DE ENERGIA ELECTRICA"

DIARIO OFAL. XII - 23-1993

AUTORIDAD, SECRETARIA DE ENERGIA,  
MINAS E INDUSTRIA PARASTATAL (SEMIP)

# LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA

ARTICULO 28.- CORRESPONDE AL SOLICITANTE DEL SERVICIO REALIZAR A SU COSTA Y BAJO SU RESPONSABILIDAD. LAS OBRAS E INSTALACIONES DESTINADAS AL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA. MISMAS QUE DEBERAN SATISFACER LOS REQUISITOS TECNICOS Y DE SEGURIDAD QUE FIJEN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SOLO SUMINISTRARA ENERGIA ELECTRICA EN SERVICIOS EN ALTA TENSION Y EN LUGARES DE CONCENTRACION PUBLICA, PREVIO A LA COMPROBACION DE QUE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS HAN SIDO CERTIFICADAS POR UNA UNIDAD DE VERIFICACION APROBADA POR LA SECRETARIA DE ENERGIA.

LEY FEDERAL SOBRE METROLOGIA Y NORMALIZACION  
(PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 1 DE JULIO DE  
1992)

LA CERTIFICACION Y VERIFICACION DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS SE REALIZARA POR LAS DEPENDENCIAS O POR ORGANISMOS DE CERTIFICACION, LABORATORIOS DE PRUEBAS Y DE CALIBRACION Y UNIDADES DE VERIFICACION ACREDITADAS.

# UNIDADES DE VERIFICACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS

## Objetivo:

Verificar exclusivamente el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana aplicable a instalaciones eléctricas.

NOM-EM-001-SEMP-1993

## Actuación:

A solicitud del usuario.

## Función:

Certificar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana aplicable a instalaciones eléctricas.

## Obligación:

Proporcionar un servicio con calidad y eficiencia.

# **NORMA OFICIAL MEXICANA**

## **NOM-001-SEMP-1994**

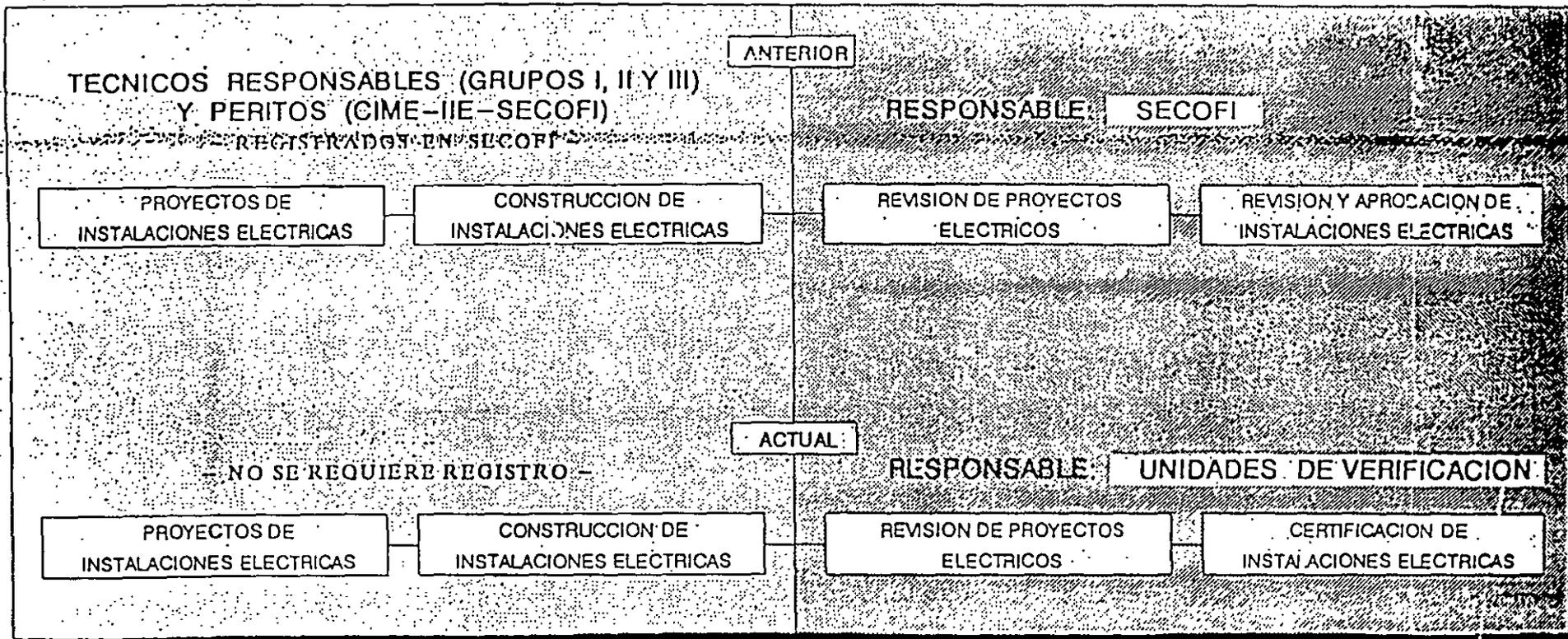
Relativa a instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica

### **OBJETIVO**

La presente Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de servicio y seguridad para las personas y su patrimonio.

Nota: Suple a la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-SEMP-1993, cuya prórroga concluyó el 15 de octubre de 1994.

# ACTIVIDADES QUE SE REALIZABAN ANTES Y DESPUES DE LAS MODIFICACIONES A LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA DEL 23 DE DICIEMBRE DE 1992



DE CONFORMIDAD CON LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGIA Y NORMALIZACION DEL 1º DE JULIO DE 1992.

## CERTIFICACION :

PROCEDIMIENTO POR EL CUAL SE ASEGURA QUE UN PRODUCTO, PROCESO SISTEMA O SERVICIO SE AJUSTA A LAS NORMAS O LINEAMIENTOS O RECOMENDACIONES DE ORGANISMOS DEDICADOS A LA NORMALIZACION NACIONALES O INTERNACIONALES.

# CONTENIDO DE LA NOM-001-SEMP-1994

INTRODUCCION. (1 Artículo)

## PRIMERA PARTE

- CAPITULO 1. Disposiciones generales. (2 Artículos)
- CAPITULO 2. Diseño y protección de las instalaciones eléctricas. (9 Artículos)
- CAPITULO 3. Métodos de instalación y materiales. (42 Artículos)
- CAPITULO 4. Equipos de uso general. (15 Artículos)
- CAPITULO 5. Ambientes especiales. (22 Artículos)
- CAPITULO 6. Equipos especiales. (18 Artículos)
- CAPITULO 7. Condiciones especiales. (11 Artículos)
- CAPITULO 8. Sistemas de comunicación. (3 Artículos)
- CAPITULO 9. Alumbrado público. (6 Artículos)
- CAPITULO 10. Tablas.

## SEGUNDA PARTE

- CAPITULO 21. Generalidades. (3 Artículos)
- CAPITULO 22. Líneas aéreas. (10 Artículos)
- CAPITULO 23. Líneas subterráneas. (9 Artículos)
- CAPITULO 24. Subestaciones. (5 Artículos)

Total: 156 Artículos

## SEGUNDA SECCION

### SECRETARIA DE ENERGIA

**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN), APROBADA EN LA CUARTA REUNIÓN ORDINARIA DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CELEBRADA EL 20 DE ABRIL DE 1999.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracciones II y III, 40 fracciones VIII, X y XIII, 47 fracción IV, 51 y 53 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 34 y 40 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, así como 12 Bis del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, expide y publica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización), aprobada por unanimidad por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en su cuarta sesión ordinaria del 20 de abril de 1999.

Se cancela la NOM-001-SEMP-1994, "Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica", publicada el 10 de octubre de 1994 en el Diario Oficial de la Federación.

#### CONSIDERANDOS

Primero.- Que con fecha 22 de diciembre 1997, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1997, "Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica", a efecto de recibir comentarios de los interesados;

Segundo.- Que una vez transcurrido el término de 90 días a que se refería el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para recibir los comentarios que se mencionan en el considerando inmediato anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, estudió los comentarios recibidos y, en su caso, modificó el proyecto de norma en cita;

Tercero.- Que con fecha 19 de abril de 1999, la Secretaría de Energía ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación de las respuestas a los comentarios recibidos de los interesados;

Cuarto.- Que para los efectos de la aprobación a que se refiere el artículo 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas consideró conveniente modificar la denominación y clave del proyecto de norma, haciéndolo más preciso y sencillo, toda vez que no repercute en el contenido de dicho proyecto, y

Quinto.- Que de lo expuesto en los considerandos anteriores se concluye que se ha dado cumplimiento con el procedimiento que señalan los artículos 38, 44, 45, 46 y 47 y demás relativos a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Sexto.- Que en atención a la necesidad de contar con el instrumento normativo que regule las instalaciones eléctricas de utilización en forma permanente para salvaguardar la seguridad de los usuarios y sus pertenencias, se ha tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).

#### PREFACIO

La presente Norma Oficial Mexicana fue armonizada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNIE) con el apoyo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) y de la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), bajo la coordinación de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía, y consultando trabajos, propuestas, comentarios y colaboraciones de las siguientes instituciones miembros del CCNIE:

- ◆ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, SECOFI
- ◆ Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- ◆ Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE
- ◆ Comisión Federal de Electricidad, CFE
- ◆ Petróleos Mexicanos, PEMEX
- ◆ Instituto Mexicano del Seguro Social, IMSS
- ◆ Luz y Fuerza del Centro, LyFC
- ◆ Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- ◆ Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, PAESE
- ◆ Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE
- ◆ Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas, AIUME
- ◆ Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, AMDROC
- ◆ Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC

- ♦ Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas, AMIME
- ♦ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC
- ♦ Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- ♦ Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas, CIME
- ♦ Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- ♦ Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 26 de abril de 1999.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, Francisco Rodríguez Ruiz.- Rúbrica.

### ÍNDICE

#### Introducción

TÍTULO 1	Objetivo
TÍTULO 2	Campo de aplicación
TÍTULO 3	Referencias
TÍTULO 4	Especificaciones (Capítulos 1 al 10 y Apéndices A, B y C)
TÍTULO 5	Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM
TÍTULO 6	Vigilancia
TÍTULO 7	Concordancia con normas internacionales
TÍTULO 8	Bibliografía

#### TRANSITORIOS

##### Introducción

La presente norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas, en adelante NOM, cuyo proyecto fue publicado el 22 de diciembre de 1997, en el Diario Oficial de la Federación toma en cuenta los comentarios recibidos que fueron analizados y aceptados por el CCNNIE así como las opiniones y aportaciones de las instituciones y diversas organizaciones.

La estructura de la NOM responde a las necesidades técnicas que requieren la utilización de las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional; se cuida el uso de vocablos y se respetan los términos habituales, para evitar confusiones en los conceptos. Asimismo se han ordenado los textos procurando claridad de expresión y unidad de estilo para una más específica comprensión. Lo que hará más fácilmente atendible sus disposiciones.

Se ha apegado el uso de las unidades al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, con las excepciones y consideraciones permitidas en la NOM-008-SCFI vigente.

En la sección 5 "Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM", se establece la metodología para la apropiada aplicación de las disposiciones establecidas y una guía general para su interpretación formal.

##### TÍTULO 1 - Objetivo

El objetivo de esta NOM es establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.

##### TÍTULO 2 - Campo de aplicación

Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica en:

- a) Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.
- b) Casas móviles, vehículos de recreo, edificios flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotriz, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.
- c) Plantas generadoras de emergencia o de reserva propiedad de los usuarios.
- d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.
- e) Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica.

**Excepción: Esta NOM no se aplica en:**

- 1) Instalaciones eléctricas en barcos y embarcaciones.

- 2) Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotrices.
- 3) Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico para la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación de equipo rodante, o instalaciones usadas exclusivamente para propósitos de señalización y comunicación.
- 4) Instalaciones eléctricas en minas y maquinaria móvil autopropulsada para las mismas.
- 5) Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas de servicio público de comunicaciones.

### TÍTULO 3 - Referencias

Para la correcta aplicación de esta NOM es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento
- NOM-008-SCFI, Sistema General de Unidades de Medida
- NOM-024-SCFI, Información comercial - aparatos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos - Instruccionales y garantías para los productos de fabricación nacional e importada
- NOM-050-SCFI, Información comercial - Información comercial del envase o su etiqueta que deberán ostentar los productos de fabricación nacional y extranjera
- NMX-J-098, Sistemas eléctricos de potencia - Suministro - Tensiones eléctricas normalizadas

### TÍTULO 4 - Especificaciones

#### ÍNDICE

#### 4.1 DISPOSICIONES GENERALES

##### 100 DEFINICIONES

- A. Definiciones generales
- B. Definiciones generales para instalaciones de tensión eléctrica nominal superior a 600 V

##### 110 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- A. Disposiciones generales.
- B. Más de 600 V nominales

#### 4.2 ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

##### 200 USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

##### 210 CIRCUITOS DERIVADOS

- A. Disposiciones generales
- B. Clasificación de los circuitos derivados
- C. Salidas necesarias

##### 215 ALIMENTADORES

##### 220 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

- A. Disposiciones generales
- B. Alimentadores y acometidas
- C. Cálculos opcionales para las cargas de alimentadores y acometidas
- D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas

##### 225 CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS EN EXTERIORES

##### 230 ACOMETIDAS

- A. Disposiciones generales
- B. Conductores de acometida aérea
- C. Acometidas subterráneas
- D. Conductores de entrada de acometida
- E. Equipo de acometida - Disposiciones generales
- F. Equipo de acometida - Medios de desconexión
- G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente
- H. Acometidas de más de 600 V nominales

##### 240 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

- A. Disposiciones generales
- B. Localización
- C. Envolventes
- D. Desconexión y resguardo
- E. Fusibles a presión, portafusibles y adaptadores
- F. Fusibles y portafusibles de cartucho
- G. Interruptores automáticos de circuito
- H. Protección contra sobrecorriente a más de 600 V nominales

**250 PUESTA A TIERRA**

- A. Disposiciones generales
- B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos
- C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas
- D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones
- E. Puesta a tierra de los equipos
- F. Métodos de puesta a tierra
- G. Puentes de unión
- H. Sistema de electrodos de puesta a tierra
- I. Conductores del electrodo de puesta a tierra
- J. Conexiones de los conductores de puesta a tierra
- K. Transformadores de instrumentos, relés, etcétera
- L. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de alta tensión (600 V o más)

**280 APARTARRAYOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación de los apartarrayos
- C. Conexión de los apartarrayos

**4.3 MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES****300 MÉTODOS DE ALAMBRADO**

- A. Disposiciones generales
- B. Requisitos para tensiones eléctricas nominales mayores a 600 V.

**305 INSTALACIONES PROVISIONALES****310 CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL****318 SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES****320 ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES****321 ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO****324 ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES****325 CABLES CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS (Tipo IGS)**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**326 CABLES DE MEDIA TENSIÓN (TIPO MV)****328 CABLE PLANO TIPO FCC**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**330 CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METÁLICA, TIPO MI**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**331 TUBO (CONDUIT) NO-METÁLICO**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**332 TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**333 CABLE ARMADO TIPO AC**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**334 CABLE CON ARMADURA METÁLICA TIPO MC**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

- 336 CABLES CON CUBIERTA TERMOPLÁSTICA (TIPOS NM, NMC Y NMS)**
- A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 338 CABLE DE ENTRADA DE ACOMETIDA**
- 339 CABLES SUBTERRÁNEOS PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS TIPO UF**
- 340 CABLES DE ENERGÍA Y CONTROL TIPO TC PARA USO EN SOPORTES TIPO CHAROLA**
- 342 EXTENSIONES NO-METÁLICAS**
- 343 TUBO (CONDUIT) NO-METÁLICO CON CABLES PREENSAMBLADOS PARA USOS SUBTERRÁNEOS**
- A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 345 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO SEMIPESADO**
- A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 346 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO PESADO**
- A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 347 TUBO (CONDUIT) RÍGIDO NO-METÁLICO**
- A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 348 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO LIGERO**
- A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 349 TUBO (CONDUIT) METÁLICO FLEXIBLE TIPO LIGERO**
- A. Disposiciones generales
  - B. Construcción e instalación
- 350 TUBO (CONDUIT) METÁLICO FLEXIBLE**
- A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
- 351 TUBO (CONDUIT) FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS METÁLICO Y NO METÁLICO**
- A. Tubo (Conduit) metálico flexible hermético a los líquidos
  - B. Tubo (Conduit) no-metálico flexible y hermético a los líquidos
- 352 CANALIZACIONES SUPERFICIALES METÁLICAS Y NO-METÁLICAS**
- A. Canalizaciones superficiales metálicas
  - B. Canalizaciones superficiales no-metálicas
  - C. Canal tipo extruido
- 353 ENSAMBLE DE RECEPTÁCULOS MÚLTIPLES**
- 354 CANALIZACIONES BAJO EL PISO**
- 356 CANALIZACIONES EN PISOS METÁLICOS CELULARES**
- A. Instalación
  - B. Especificaciones de construcción
- 358 CANALIZACIONES EN PISOS DE CONCRETO CELULAR**
- 362 DUCTOS METÁLICOS Y NO-METÁLICOS CON TAPA**
- A. Ductos metálicos
  - B. Ductos no-metálicos
- 363 CABLES PLANOS TIPO FC**
- 364 DUCTOS CON BARRAS (ELECTRODUCTOS)**
- A. Disposiciones generales
  - B. Requisitos para tensión eléctrica mayor a 600 V nominales

**365 CANALIZACIONES PREALAMBRADAS****370 SALIDAS, DISPOSITIVOS, CAJAS DE JALADO Y DE EMPALMES, CAJAS DE PASO Y ACCESORIOS**

- A. Alcance y disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción
- D. Cajas de empalmes y de paso utilizadas en instalaciones de más de 600 V nominales

**373 GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES**

- A. Instalación
- B. Especificaciones de construcción

**374 CANALES AUXILIARES****380 DESCONECTADORES**

- A. Instalación
- B. Especificaciones de construcción

**384 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y PÁNELES DE ALUMBRADO Y CONTROL**

- A. Disposiciones generales
- B. Tableros de distribución
- C. Paneles de alumbrado y control
- D. Especificaciones de construcción

**4.4 EQUIPOS DE USO GENERAL****400 CABLES Y CORDONES FLEXIBLES**

- A. Disposiciones generales
- B. Especificaciones de construcción
- C. Cables portátiles de tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**402 CABLES DE APARATOS ELÉCTRICOS****410 LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS Y RECEPTÁCULOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Localización del equipo
- C. Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarias
- D. Soportes de luminarias
- E. Puesta a tierra
- F. Alambrado de las luminarias
- G. Construcción de las luminarias
- H. Instalación de portalámparas
- I. Construcción de los portalámparas
- J. Lámparas y equipos auxiliares
- K. Receptáculos, cordones de conexión y clavijas
- L. Disposiciones especiales para luminarias montadas en cavidades o empotradas
- M. Requisitos de construcción de luminarias tipo empotrar montaje rasante
- N. Disposiciones especiales para sistemas de iluminación de descarga de 1000 V o menos
- O. Disposiciones especiales para luminarias de descarga eléctrica de más de 1000 V
- P. Rieles de iluminación

**411 SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 V O MENOS****422 APARATOS ELÉCTRICOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Requisitos de los circuitos derivados
- C. Instalación de los aparatos eléctricos
- D. Control y protección de los aparatos eléctricos
- E. Marcado de los aparatos eléctricos

**424 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Control y protección de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
- D. Marcado del equipo de calefacción
- E. Cables eléctricos calentadores de ambiente
- F. Calentadores de ductos
- G. Calderas tipo de resistencias
- H. Calderas tipo con electrodos
- I. Paneles eléctricos calentadores de radiación y conjuntos de paneles calentadores

- 426 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Elementos de calefacción por resistencia
  - D. Calentamiento por impedancia
  - E. Calentamiento por efecto superficial
  - F. Control y protección
- 427 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERÍAS PARA LÍQUIDOS Y RECIPIENTES**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Elementos de calentamiento por resistencia
  - D. Calentamiento por impedancia
  - E. Calentamiento por inducción
  - F. Calentamiento por efecto superficial
  - G. Control y protección
- 430 MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Conductores para circuitos de motores
  - C. Protección de sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados
  - D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuitos y fallas a tierra
  - E. Protección de alimentadores para motores contra cortocircuito y fallas a tierra
  - F. Circuitos de control de motores
  - G. Controladores de motores
  - H. Centros de control de motores (CCM)
  - I. Medios de desconexión
  - J. Motores que operan a más de 600 V nominales
  - K. Protección de las partes vivas para todas las tensiones eléctricas
  - L. Puesta a tierra para todas las tensiones eléctricas
  - M. Tablas
- 440 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Medios de desconexión
  - C. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra
  - D. Conductores del circuito derivado
  - E. Controladores para motores de compresor
  - F. Protección contra sobrecarga de motores - compresores y de los circuitos derivados
  - G. Requisitos para acondicionadores de aire para habitación
- 445 GENERADORES**
- 450 TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS DE TRANSFORMADORES**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Disposiciones específicas aplicables a los diferentes tipos de transformadores
  - C. Bóvedas de transformadores
- 455 CONVERTIDORES DE FASE**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Especificaciones aplicables a diferentes tipos de convertidores de fases
- 460 CAPACITORES**
  - A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos
  - B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V
- 470 RESISTENCIAS Y REACTORES**
  - A. Tensión eléctrica nominal 600 V y menos
  - B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V
- 480 ACUMULADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA (BATERÍA)**
- 4.5 AMBIENTES ESPECIALES**
  - 500 ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS)**
  - 501 ÁREAS CLASE I**
  - 502 ÁREAS CLASE II**
  - 503 ÁREAS CLASE III**
  - 504 SISTEMAS INTRÍNSECAMENTE SEGUROS**
  - 505 ÁREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2**

- 510 ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS) - ESPECÍFICAS
- 511 TALLERES DE SERVICIO, DE REPARACIÓN Y ESTACIONAMIENTOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES
- 513 HANGARES DE AVIACIÓN
- 514 SURTIDORES (DISPENSARIOS) Y ESTACIONES DE SERVICIO Y AUTOCONSUMO
- 515 PLANTAS DE ALMACENAMIENTO
- 516 PROCESOS ACABADO
- 517 INSTALACIONES EN LUGARES DE ATENCIÓN DE LA SALUD
  - A. Disposiciones generales
  - B. Alambrado y protección
  - C. Sistema eléctrico esencial
  - D. Locales para anestesia por inhalación
  - E. Instalaciones para rayos X
  - F. Sistemas de comunicaciones, señales, de información, de señalización de protección contra incendio y para tensiones eléctricas menores a 127 V
  - G. Sistemas de energía aislados
- 518 LUGARES DE REUNIÓN
- 520 TEATROS, ÁREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES
  - A. Disposiciones generales
  - B. Tableros de distribución para escenarios fijos
  - C. Equipo fijo para escenarios
  - D. Tableros portátiles en el escenario
  - E. Equipo portátil del escenario
  - F. Camerinos
  - G. Puesta a tierra
- 525 CARNAVALES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Puesta a tierra y puenteo
  - D. Medios de desconexión
- 530 ESTUDIOS DE CINE, TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES
  - A. Disposiciones generales
  - B. Escenario o estudio
  - C. Camerinos
  - D. Mesas de presentación, corte y montaje
  - E. Bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa
  - F. Subestaciones
  - G. Sistemas derivados separados de 60 V a tierra
- 540 PROYECTORES DE CINE
  - A. Disposiciones generales
  - B. Definiciones
  - C. Equipos y proyectores tipo profesional
  - D. Proyectores no-profesionales
  - E. Equipos de grabación y reproducción de sonido
- 545 INMUEBLES PREFABRICADOS
- 547 CONSTRUCCIONES AGRÍCOLAS
- 550 CASAS MÓVILES, CASAS PREFABRICADAS Y SUS ESTACIONAMIENTOS
  - A. Disposiciones generales
  - B. Casas móviles
  - C. Acometidas y alimentadores
- 551 VEHÍCULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS
  - A. Disposiciones generales
  - B. Sistemas de baja tensión
  - C. Sistemas eléctricos combinados
  - D. Otras fuentes de energía
  - E. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales
  - F. Pruebas en fábrica
  - G. Estacionamientos de los vehículos de recreo

- 552 REMOLQUES**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Sistemas de baja tensión
  - C. Sistemas eléctricos combinados
  - D. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales
  - E. Pruebas en fábrica
- 553 CONSTRUCCIONES FLOTANTES**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Acometidas y alimentadores
  - C. Puesta a tierra
- 555 MARINAS Y MUELLES**
- 4.6 EQUIPOS ESPECIALES**
  - 600 ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO REALCE**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de 1000 V o menos
    - C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de más de 1000 V
  - 604 SISTEMAS DE CABLEADO PREFABRICADOS**
  - 605 INSTALACIONES EN OFICINAS**
  - 610 GRUAS Y POLIPASTOS**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Instalación eléctrica
    - C. Conductores de contacto
    - D. Medios de desconexión
    - E. Protección contra sobrecorriente
    - F. Control
    - G. Puesta a tierra
  - 620 ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELÉCTRICAS Y PASILLOS MÓVILES, ESCALERAS Y ELEVADORES PARA SILLAS DE RUEDAS**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Conductores
    - C. Instalación eléctrica
    - D. Instalación de conductores
    - E. Cables móviles
    - F. Medio de desconexión y control
    - G. Protección contra sobrecorriente
    - H. Cuarto de máquinas
    - I. Puesta a tierra
    - J. Sistemas de energía en emergencia y de reserva
  - 630 MÁQUINAS DE SOLDAR ELÉCTRICAS**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c.
    - C. Máquinas de soldar de arco tipo Motor-Generador
    - D. Máquinas de soldar por resistencia
    - E. Cable para soldar
  - 640 EQUIPOS DE GRABACIÓN DE SONIDO Y SIMILARES**
  - 645 EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE CÓMPUTO ELECTRÓNICO**
  - 650 ÓRGANOS TUBULARES**
  - 660 EQUIPOS DE RAYOS X**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Control
    - C. Transformadores y capacitores
    - D. Resguardos y puesta a tierra
  - 665 EQUIPOS DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN Y POR PÉRDIDAS DIELECTRICAS**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Protección e interconexión a tierra
    - C. Equipo Motor-Generador
    - D. Equipo distinto del Motor-Generador

- 668 CELDAS ELECTROLÍTICAS
- 669 GALVANOPLASTIA
- 670 MAQUINARIA INDUSTRIAL
- 675 MÁQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELÉCTRICAMENTE
  - A. Disposiciones generales
  - B. Máquinas de riego con pivote central
- 680 ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES
  - A. Disposiciones generales
  - B. Albercas de instalación permanente
  - C. Albercas desmontables
  - D. Fuentes de aguas termales y bañeras térmicas
  - E. Fuentes
  - F. Albercas y bañeras para uso terapéutico
  - G. Bañeras de hidromasaje
- 685 SISTEMAS ELÉCTRICOS INTEGRADOS
  - A. Disposiciones generales
  - B. Interrupción programada
- 690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS
  - A. Disposiciones generales
  - B. Requisitos para los circuitos
  - C. Medios de desconexión
  - D. Métodos de alambrado
  - E. Puesta a Tierra
  - F. Marcado
  - G. Interconexión a otras fuentes de energía
  - H. Baterías de acumuladores
- 695 BOMBAS CONTRA INCENDIOS
- 4.7 CONDICIONES ESPECIALES
  - 700 SISTEMAS DE EMERGENCIA
    - A. Disposiciones generales
    - B. Alambrado de circuitos
    - C. Fuentes de alimentación
    - D. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza
    - E. Control de los circuitos del alumbrado de emergencia
    - F. Protección contra sobrecorriente
  - 701 SISTEMAS DE RESERVA REQUERIDOS LEGALMENTE
    - A. Disposiciones generales
    - B. Alambrado de circuitos
    - C. Fuentes de alimentación
    - D. Protección contra sobrecorriente
  - 702 SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES
    - A. Disposiciones generales
    - B. Alambrado de circuitos
  - 705 FUENTES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADA
  - 709 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN EN LUGARES DE REUNIÓN
  - 710 INSTALACIONES CON TENSIONES ELÉCTRICAS NOMINALES MAYORES DE 600 V
    - A. Disposiciones generales
    - B. Disposiciones generales para equipos
    - C. Disposiciones específicas para equipos
    - D. Instalaciones accesibles únicamente a personas calificadas
    - E. Equipo móvil y portátil
    - F. Instalaciones en túneles
    - G. Calderas de electrodos
  - 720 CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE OPERAN A MENOS DE 50 V
  - 725 CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 PARA CONTROL REMOTO, SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA
    - A. Disposiciones generales
    - B. Circuitos Clase 1
    - C. Circuitos Clase 2 y Clase 3

- 760 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios
  - C. Circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios
- 770 CABLES DE FIBRA ÓPTICA Y SUS CANALIZACIONES**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Protección
  - C. Cables en el interior de edificios
- 780 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PROGRAMADA**
- 4.8 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN**
  - 800 CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Cables en exteriores y entrada a edificios
    - C. Protección
    - D. Métodos de puesta a tierra
    - E. Conductores de comunicaciones dentro de los edificios
  - 810 EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Equipos receptores- Sistemas de antenas
    - C. Estaciones transmisoras y receptoras de aficionados – Sistemas de antenas
    - D. Instalaciones interiores – Estaciones transmisoras
  - 820 ANTENAS DE TELEVISIÓN COMUNITARIAS Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE RADIO**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Cables en exteriores y entrada a edificios
    - C. Protección
    - D. Métodos de puesta a tierra
    - E. Cables dentro de edificios
- 4.9 INSTALACIONES DESTINADAS AL SERVICIO PÚBLICO**
  - 920 DISPOSICIONES GENERALES**
  - 921 PUESTA A TIERRA**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Líneas aéreas
    - C. Líneas subterráneas
    - D. Subestaciones
    - E. Otros
  - 922 LÍNEAS AÉREAS**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Separación de conductores en una misma estructura, espacios para subir y trabajar
    - C. Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras
    - D. Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas
    - E. Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones
    - F. Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y aguas navegables
    - G. Derecho de vía
    - H. Cargas mecánicas en líneas aéreas
    - I. Clases de construcción en líneas aéreas
    - J. Retenidas
  - 923 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS**
    - A. Instalación y aplicación de cables subterráneos en la vía pública
    - B. Obra civil
  - 924 SUBESTACIONES**
  - 930 ALUMBRADO PÚBLICO**
    - A. Disposiciones generales
    - B. Especificaciones de los sistemas de alumbrado
    - C. Especificaciones de los componentes
    - D. Métodos de alambrado
- 4.10 TABLAS**
  - APÉNDICE A.** Tablas adicionales de capacidad de conducción de corriente (normativo)
  - APÉNDICE B.** Catálogo de normas de productos eléctricos (informativo)
  - APÉNDICE C.** Tablas de relleno de conductores en tubo (*conduit*) (informativo)



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

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA**

**CONCEPTOS BASICOS SOBRE CONDUCTORES ELECTRICOS**

**ING: LAZARO PONCE DIAZ**

# CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

BASADOS EN LA NOM-001-SEMP-1994

## CONTENIDO:

- 1.0 DESCRIPCIÓN DE LOS CONDUCTORES
- 2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES
- 3.0 USO Y APLICACIÓN DE LOS CONDUCTORES
- 4.0 SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

ING. LÁZARO PONCE DÍAZ  
NOVIEMBRE 1999

## **1.0 DESCRIPCIÓN DE LOS CONDUCTORES**

### **1.1 DEFINICIÓN**

CONDUCTORES ELÉCTRICOS SON AQUELLOS MATERIALES QUE PERMITEN EL PASO CONTINUO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA, A TRAVÉS DE ELLOS, CON POCA RESISTENCIA.

### **1.2 NORMA APLICABLE**

LA SELECCIÓN Y LOS MÉTODOS DE INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES DEBEN CUMPLIR CON LA NORMA OFICIAL MEXICANA

**NOM-001-SEMP-1994 RELATIVA A LAS INSTALACIONES DESTINADAS AL SUMINISTRO Y USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

EXPEDIDA POR LA SECRETARIA DE ENERGÍA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL AHORA SECRETARIA DE ENERGÍA

LOS ARTÍCULOS, SECCIONES Y/O TABLAS QUE SE MENCIONEN SERÁN REFERIDAS A ESTA NORMA

NOTA:

EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN PUBLICÓ EL DÍA 27 DE SEPTIEMBRE DE 1999 LA **NOM-001-SEDE-1999 INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)**

EXPEDIDA POR LA SECRETARIA DE ENERGÍA

ESTA NORMA ENTRARA EN VIGOR SEIS MESES DESPUÉS DE SU PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL (27 DE MARZO DE 2000)

### 1.3 MATERIALES

LOS MATERIALES MAS USADOS PARA LA FABRICACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS SON EL COBRE Y EL ALUMINIO

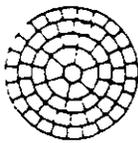
<u>CARACTERÍSTICAS</u>		<u>COBRE</u>	<u>ALUMINIO</u>
PESO ESPECIFICO	(g/cm <sup>3</sup> )	8.9	2.7
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	(%)	100	61
RESISTIVIDAD A 20 ° C	(ohm-mm <sup>2</sup> /m)	0.0172	0.03
TENSIÓN DE RUPTURA	(kg/mm <sup>2</sup> )	31 (100 %)	16 (40 %)
TEMPERATURA DE FUSIÓN	(°C)	1 083	660
COEF DE DILATACIÓN LINEAL POR °C		16.22x10 <sup>-6</sup>	23 x10 <sup>-6</sup>

### 1.4 CONFIGURACIÓN FÍSICA

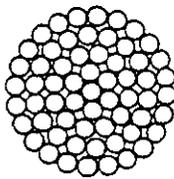
LOS CONDUCTORES SE FABRICAN EN ALGUNA DE LAS SIGUIENTES FORMAS.

ALAMBRE FORMADO POR UN HILO SÓLIDO DE SECCIÓN CIRCULAR

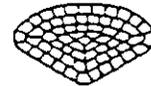
CABLE FORMADO POR VARIOS HILOS REUNIDOS EN FORMACIÓN GEOMÉTRICA (CABLE REDONDO CONCÉNTRICO O COMPACTO, CABLE SECTORIAL)



Cable redondo compacto



Cable concéntrico



Cable sectorial

CORDÓN FORMADO POR VARIOS HILOS REUNIDOS AL AZAR

SOLERA FORMADO POR UNA BARRA SÓLIDA DE SECCIÓN-RECTANGULAR

- DESNUDO ES EL QUE NO TIENE CUBIERTA NI AISLAMIENTO ELÉCTRICO DE NINGUNA ESPECIE. NORMALMENTE SE UTILIZAN EN LÍNEAS AERIAS O ENTERRADOS PARA SISTEMAS DE TIERRAS
- AISLADO ES EL QUE ESTA AISLADO CON UN MATERIAL DE COMPOSICIÓN Y ESPESOR ACEPTADO POR LA NOM-001-SEMP-1994. SE UTILIZAN PARA INSTALACIONES EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS
- CUBIERTO ES EL QUE ESTA CUBIERTO CON UN MATERIAL, DE COMPOSICIÓN Y ESPESOR, NO ACEPTADO COMO AISLAMIENTO ELÉCTRICO POR LA NOM-001-SEMP-1994

## 1.5 TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES

EL TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES SE DEFINE POR EL ÁREA DE SU SECCIÓN TRANSVERSAL EN  $\text{mm}^2$

TAMBIÉN SE DEFINE POR:

- a) CALIBRE AWG, NOMENCLATURA DE LA AMERICAN WIRE GAUGE
- b) CALIBRE EN CM (CIRCULAR MILLS), PARA DESIGNAR EL ÁREA TRANSVERSAL QUE TIENE UN CIRCULO CUYO DIÁMETRO SEA UNA MILÉSIMA DE PULGADA

$$0.001" = 0,0254 \text{ mm}$$

$$\text{CM} = 0,0005067 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ mm}^2 = 1\,973,5 \text{ CM}$$

$$= 1,9735 \text{ kCM}$$

LOS CONDUCTORES SE FABRICAN DE DIFERENTES SECCIONES TRANSVERSALES EN FUNCIÓN DE SU APLICACIÓN VER TABLAS DE CONDUCTORES ANEXAS

## 2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

EL AISLAMIENTO SIRVE PARA CONFINAR LA CORRIENTE Y EL CAMPO ELÉCTRICO EN LA MASA DEL CONDUCTOR DEBE SER UN MATERIAL DE MUY BAJA CONDUCTIVIDAD

LOS PARÁMETROS QUE CARACTERIZAN A LOS AISLAMIENTOS ELÉCTRICOS SON LOS SIGUIENTES:

## 2.1 MATERIALES AISLANTES

LOS MATERIALES AISLANTES MAS USADOS ACTUALMENTE PARA CONDUCTORES, INSTALADOS EN EDIFICIOS, SON LOS SIGUIENTES.

MATERIAL	TENSIÓN MAX. kV	TEMPERATURA MÁXIMA	
		OPERACIÓN °C	CIRC. CORTO °C
1- TERMOFIJOS			
EP (ETILENO PROPILENO)	150	90	250
XLP (POLIETILENO DE CA- DENA CRUZADA)	220	90	250
2.- TERMOPLÁSTICOS			
PVC (POLICLORURO DE VINILO)	HASTA 1 kV	105	250

## 2.2.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS AISLAMIENTOS

A CONTINUACIÓN SE ENUMERAN LAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS MAS IMPORTANTES

### a) RIGIDEZ DIELECTRICA

REPRESENTA LA CANTIDAD DE VOLT NECESARIOS PARA PERFORARLO. ES LA RELACIÓN ENTRE LA TENSIÓN Y EL ESPESOR DEL AISLAMIENTO (kV/mm)

### b) RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO.

ES LA RESISTENCIA MEDIA ENTRE EL CONDUCTOR Y UN ELECTRODO QUE SE ENCUENTRE ENVOLVIENDO LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL AISLAMIENTO.

### c) FACTOR DE POTENCIA O FACTOR DE PERDIDAS DE AISLAMIENTO.

FACTOR QUE PERMITE RELACIONAR Y CALCULAR LAS PERDIDAS DEL DIELECTRICO DE LOS CABLES DE ENERGÍA.

### d) GRADIENTE DE OPERACIÓN

### e) TAN 0

## **2.2.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

SE PUEDEN ENUMERAR:

- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (CARGA DE ROTURA Y ALARGAMIENTO)
- RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
- RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO
- FLEXIBILIDAD

## **2.2.- OTRAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS**

SE PUEDEN ENUMERAR:

- RESISTENCIA A LA HUMEDAD
- RESISTENCIA AL FRÍO Y AL CALOR
- RESISTENCIA A LA INTEMPERIE
- RESISTENCIA A LA LUZ SOLAR
- RESISTENCIA AL OZONO
- RESISTENCIA A LOS PRODUCTOS QUÍMICOS
- RESISTENCIA AL FUEGO

## **2.3.- SELECCIÓN DE LOS AISLAMIENTOS**

LA SELECCIÓN DE LOS AISLAMIENTOS SE HACE EN FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES FACTORES QUE PUEDAN INFLUIR EN SU APLICACIÓN, TALES COMO:

- LA TENSIÓN DE OPERACIÓN,
- LA TEMPERATURA AMBIENTE,
- LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN,
- LAS CONDICIONES MECÁNICAS DE INSTALACIÓN,
- EL MEDIO AMBIENTE (HUMEDAD, INTEMPERISMO, PRESENCIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS)

COMPARACIÓN DE AISLAMIENTOS

**TABLA 2.1** Propiedades de los aislamientos más comúnmente usados en cables de energía (5-35 kV)

Características	SINTENAX	VULCANEL XLP	VULCANEL EP	Papel impregnado
Rigidez dieléctrica, kV/mm, (corriente alterna, elevación rápida)	18	25	25	28
Rigidez dieléctrica, kV/mm, (impulsos)	47	50	50	70
Permitividad relativa SIC. (60 ciclos, a temp. de op.)	7	2.1	2.6	3.9
Factor de potencia, % máx. (a 60 ciclos, a temp. de op.)	9	0.1	1.5	1.1
Constante K de resistencia del aislamiento a 15.6°C. (megohm-km) mín.	750	6100	6100	1000
Resistencia a la ionización	buena	buena	muy buena	buena
Resistencia a la humedad	buena	muy buena	excelente	mala
Factor de pérdidas	mala	buena	excelente	buena
Flexibilidad	regular	mala	excelente	regular
Facilidad de instalación de empalmes y terminales (problemas de humedad o ionización):	excelente	regular	muy buena	regular
Temperatura de operación normal (°C)	hasta 6 kV, 80 más de 6 kV, 75	90	90	hasta 9 kV, 95
Temperatura de sobrecarga (°C)	100	130	130	100
Temperatura de cortocircuito (°C)	160	250	250	200
Principales ventajas	Bajo costo, resistente a la ionización, fácil de instalar.	Factor de pérdidas bajo	Bajo factor de perdidas, flexibilidad, resistencia a la ionización.	Bajo costo, experiencia de años, excelentes propiedades eléctricas.
Principales inconvenientes	Pérdidas dieléctricas comparati- vamente altas.	Rigidez. Baja resistencia a la ionización	Es atacable por hidrocarburos a temp. superiores a 60°C.	Requiere tubo de plomo y terminales herméticas.

### **3.0- USO Y APLICACIÓN DE LOS CONDUCTORES**

LOS CONDUCTORES SON LAS VENAS O CAMINOS, INSTALADOS EN LOS EDIFICIOS, PARA HACER LLEGAR LA ENERGÍA ELÉCTRICA A LOS PUNTOS DE UTILIZACIÓN. TALES COMO: ALUMBRADO, CONTACTOS, ELEVADORES, EQUIPOS DE BOMBEO, EQUIPOS DE COMPUTO, ETC

#### **3.1- TENSIONES MANEJADAS EN EDIFICIOS**

EN LOS EDIFICIOS, LOS EQUIPOS OPERAN, NORMALMENTE, A CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES TENSIONES:

120 V, 1 F, 2 H, C.A., 60 Hz

220 V, 1 F, 3 H, C.A., 60 Hz

220 V, 3 F, 3 ó 4 H, C.A., 60 Hz

LOS USUARIOS PUEDEN CONTRATAR CON LAS COMPAÑÍAS SUMINISTRADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA. LUZ Y FUERZA DEL CENTRO Ó COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, EN CUALQUIERA DE LAS TENSIONES ANTERIORES

EN LOS EDIFICIOS QUE, POR EL TAMAÑO DE SU CARGA, CONVenga LA INSTALACIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS, PUEDE CONTRATARSE EL SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN:

25 kV, 3 F, 3 H, (NOMINAL) CON LUZ Y FUERZA DEL CENTRO (LYFC)

15 kV, 3 F, 3 H, (NOMINAL) CON COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE)

#### **3.2- CONDUCTORES EMPLEADOS**

LOS CONDUCTORES DE INSTALADOS EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS, NORMALMENTE SON DE COBRE CON AISLAMIENTO TIPO THW.LS, 75 °C DE OPERACIÓN, PARA 600 V

LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS QUE REQUIERAN LA CONSTANCIA DE UNA UNIDAD VERIFICADORA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEBEN EJECUTARSE CON MARCAS Y TIPOS CERTIFICADOS POR LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO, A.C.(ANCE)

SE ANEXA INFORMACIÓN REFERENTE A CONDUCTORES CONTENIDA EN LA NOM:

- a) SECCIONES DEL ART. 310 - CONDUCTORES PARA INSTALACIONES DE USO GENERAL
- b) TABLA 310-13 CONDUCTORES - AISLAMIENTOS Y USOS
- c) TABLAS 310-16. Y 17 CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE
- d) NOTAS A LAS TABLAS ANTERIORES
- e) CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES
- f) TABLAS 430-147, 148 Y 150. CORRIENTES A PLENA CARGA DE MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA, DE MOTORES MONOFASICOS Y DE MOTORES TRIFASICOS, RESPECTIVAMENTE.

## ARTICULO 310 - CONDUCTORES PARA INSTALACIONES DE USO GENERAL

**310-1 Alcance.** Este Artículo establece los requisitos generales para los conductores y su designación de tipo, aislamientos, marcados, resistencia mecánica, capacidades de corriente y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos tales como motores, control de motores y equipo similar o conductores indicados específicamente en otras partes de esta Norma.

### 310-2 Conductores

(a) **Aislados.** Los conductores deben estar aislados.

(b) **Material del conductor.** Los conductores de este Artículo deben ser de aluminio, aluminio con recubrimiento de cobre, o de cobre, a menos que se especifique otra cosa.

**310-3 Conductores cableados.** Cuando se instalan en canalizaciones, los conductores de un área de la sección transversal de  $8.367 \text{ mm}^2$  (8 AWG) y mayores deben ser cableados.

**310-4 Conductores en paralelo.** Los conductores de aluminio, de aluminio con recubrimiento de cobre, o de cobre de un área de sección transversal de  $53.48 \text{ mm}^2$  (1/0 AWG) o mayor, incluyendo los de cada fase, neutro o conductores de puesta a tierra, pueden conectarse en paralelo (eléctricamente unidos en ambos extremos para formar un solo conductor).

Los conductores en paralelo de cada fase, neutro o circuito de puesta a tierra deben:

- (1) Tener la misma longitud.
- (2) Ser del mismo material conductor.
- (3) Ser de la misma área de sección transversal o calibre.
- (4) Tener el mismo tipo de aislamiento.
- (5) Ser terminados en la misma forma.

Cuando los conductores en paralelo estén tendidos en canalizaciones o cables diferentes, estas canalizaciones o cables deben tener las mismas características físicas.

Cuando se usan conductores para la puesta a tierra de equipos, con conductores en paralelo, éstos deben cumplir con los requisitos de esta Sección, exceptuando el área de la sección transversal o calibre, el cual debe determinarse de acuerdo con la Sección 250-95.

Los conductores instalados en paralelo deben cumplir con el Artículo 310, *Nota: 8 (a), Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V.*

**310-7 Conductores directamente enterrados.** Los conductores para ser instalados directamente enterrados, deben ser de un tipo certificado para ese uso. Los cables utilizados para sistemas de más de 2 000 V deben llevar pantalla.

La pantalla metálica, cubierta o armadura debe ser puesta a tierra por medio de un sistema efectivo según los requisitos de la Sección 250-51.

### 310-8 Instalaciones en lugares mojados.

(a) **Conductores aislados.** Los conductores aislados empleados en lugares mojados deben ser:

- 1) Con cubierta de plomo.
- 2) Del tipo RHW, TW, THW, THW-LS, THHW, THHW-LS, THWN y XHHW:
- 3) De otro tipo certificado para uso en lugares mojados.

**Nota:** En instalaciones interiores, en lugares cerrados, donde se requieran mejores características de comportamiento en caso de incendio, se recomienda emplear cables con sufijo LS. Véase la Tabla

310-13.

**(b) Cables.** Los cables de uno o más conductores usados en lugares mojados deben ser del tipo certificado para uso en lugares mojados.

Los conductores para aplicaciones directamente enterradas deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

**310-9 Condiciones corrosivas.** Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que produzcan un efecto perjudicial sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo certificado para tales condiciones.

**310-10 Limitación por temperatura de los conductores.** Ningún conductor debe usarse en condiciones tales que su temperatura de operación exceda la temperatura designada para el tipo de conductor aislado involucrado. En ningún caso deben agruparse conductores de tal forma que pueda excederse el límite de temperatura de cualquiera de los conductores por el tipo de circuito, el método de alambrado o el número de conductores.

La temperatura máxima de operación de un conductor (Véanse las Tablas 310-13 y 310-61) es la máxima temperatura en cualquier punto a lo largo de su longitud, que el conductor puede soportar en un periodo de tiempo prolongado sin degradación.

Las Tablas de capacidad de conducción de corriente del Artículo 310, así como los factores de corrección y las *Notas* a dichas tablas son una guía para la selección y coordinación del área de la sección transversal o calibre de los conductores, los tipos, capacidad de conducción de corriente permisible, temperaturas ambiente y el número de conductores que se pueden agrupar.

Los principales factores determinantes de la temperatura de operación son:

- 1 -Temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo de la longitud del cable así como en el tiempo.
- 2 -El calor generado internamente en el conductor, como resultado del flujo de la corriente.
- 3 -La rapidez con que se disipa en el medio ambiente el calor generado. La resistencia térmica de los materiales alrededor de los conductores afecta directamente a la disipación de calor.
- 4 -Conductores adyacentes. Los conductores adyacentes presentan el doble efecto de incrementar la temperatura ambiente y dificultar la disipación del calor.

### **310-12 Identificación de los conductores de puesta a tierra.**

**(a) Conductores de puesta a tierra.** Los conductores aislados con área de sección transversal de 13.30 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o menores, destinados a ser usados como conductores para conexión a tierra de un circuito, deben tener una identificación externa de un color blanco o gris natural. Los cables multiconductores planos con área de sección transversal de 21.15 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayores, pueden llevar una ceja externa continua sobre el conductor de puesta a tierra.

Para cables aéreos, la identificación se hará como se indicó anteriormente, o por medio de una ceja continua localizada en la parte exterior del cable, de tal manera que identifique al conductor.

Los alambres que tienen su cubierta exterior blanca o de color gris natural, pero tienen hilos de color en la malla que identifiquen al fabricante, se pueden considerar que cumplen con lo estipulado en esta Sección.

Para los requisitos de identificación de conductores con área de sección transversal mayor de 13.30 mm<sup>2</sup> (6 AWG), véase la Sección 200-6.

**(b) Conductores para la puesta a tierra de equipos.** Se permite el uso de conductores desnudos, cubiertos o aislados, para la puesta a tierra de equipos. Estos conductores deben tener acabado exterior continuo de color verde o color verde con una o más franjas amarillas.

**Excepción No.1:** Se permite que un conductor aislado mayor de 13.30 mm<sup>2</sup> (6 AWG), sea identificado de manera permanente, en el momento de su instalación, tanto en sus extremos como en cualquier punto donde sea accesible por medio de uno de los siguientes medios:

a -Quitando el aislamiento o la cubierta en la longitud expuesta.

b -Coloreando de verde el aislamiento descubierto.

c -Marcando el aislamiento descubierto con cintas de color verde o con etiquetas adhesivas de este color.

**(c) Conductores activos.** Los conductores destinados a ser usados como conductores activos, tanto en cables monoconductores como multiconductores, deben tener un acabado que los distinga de los conductores de puesta a tierra. Los conductores activos deben identificarse con colores que no sean blanco, gris natural o verde, o con una combinación de colores, más un marcado distintivo. Este marcado debe ser de un color diferente del blanco, gris natural o verde, y debe consistir en una banda o bandas o una serie de marcas idénticas espaciadas uniformemente. Las marcas no deben interferir de ninguna forma con los marcados superficiales contenidos en la Sección 310-11<sup>(nc)</sup> (b)(1).

**310-13 Construcción y uso de los conductores.** Los conductores aislados deben cumplir con las disposiciones indicadas en una o más de las Tablas siguientes: 310-13 y 310-61.

**Nota:**

Los aislamientos termoplásticos (PVC) pueden endurecerse a temperaturas menores de -10°C y requieren un especial cuidado durante su instalación a esas temperaturas. Los aislamientos pueden deformarse a temperaturas normales cuando se les somete a presiones y en consecuencia requieren cuidado durante su instalación y en los puntos de apoyo. En ciertos aislamientos termoplásticos (PVC), cuando se usan en circuitos de corriente directa en lugares mojados, puede ocurrir electroendósmosis entre el conductor y el aislamiento.

**Tabla 310 - 13 Conductores - Aislamientos y Usos**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm <sup>2</sup> (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm		Cubierta exterior <sup>a</sup>
Etileno Propileno Fluorado	FEP	90	Lugares secos o húmedos	Etileno Propileno Fluorado	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.51		Ninguna
	FEPB	0			8.367 - 33.620	0.76		
		200	Lugares secos - Aplicaciones especiales #	Etileno Propileno Fluorado	2.082 - 8.367 (14 - 8) 13.300 - 33.620 (6 - 2)	0.36 0.36		Malla de fibra de vidrio Malla de material adecuado
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	MTW ##	60	Alambrado de máquinas herramientas en lugares mojados (Véase Artículo 670)	Termoplastico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	0.32 - 3.307 (22 - 12)	0.76	0.38	(A) Ninguna.  (B) Cubierta de nylon o equivalente.
					5.26 (10)	0.76	0.511	
		8.367 (8)		1.14	0.76			
		13.30 (6)		1.52	0.76			
		21.5 - 33.62 (4 - 2)		1.52	1.02			
		42.41 - 107.2 (1 - 4/0)		2.03	1.27			
126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	1.52						
304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	1.78						

<sup>a</sup> Algunos aislamientos no requieren cubierta exterior.

# Cuando las condiciones ambientales requieren temperaturas máximas de operación mayores de 90°C.

## Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido, se permite agregar a la denominación del Tipo el sufijo LS. (Debe cumplir con la Norma NOM - J - 10)

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 1)**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm <sup>2</sup> (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Polímero Sintético o de cadena cruzada resistente al calor.	RHH ##	90	Lugares secos o húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor.	2.082 - 3.307 (14 - 12)	0.76 **	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. <sup>a</sup>
					5.26 (10)	1.14	
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.70	
					633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	

<sup>a</sup> Algunos aislamientos no requieren cubierta exterior

\*\* Para el Tipo RHH en áreas de secciones transversales de 2.082 a 3.307 mm<sup>2</sup> (14 - 12), el espesor nominal de aislamiento debe ser de 1.14 mm.

## Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido, se permite agregar a la denominación del Tipo el sufijo LS. (Debe cumplir con las pruebas correspondientes de la Norma NOM - J - 10)

**Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 2)**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm <sup>2</sup> (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad.	RHW ##	75	Lugares secos y húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad	2.082 - 5.260 (14 - 10)	1.14	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. <sup>a</sup>
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	
					633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad	RHW - 2 ## †	90	lugares secos y húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad	2.082 - 5.26 (14 - 10)	1.14	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. <sup>a</sup>
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304 - 506.8 (600 - 1 000)	2.79	
					633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	

<sup>a</sup> Algunos aislamientos no requieren cubierta exterior

## Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido, se permite agregar a la denominación del Tipo, el sufijo LS. (Debe cumplir con las pruebas correspondientes de la Norma NOM - J - 10)

† Los Tipos designados con el sufijo "-2", por ejemplo THW-2, se permite que sean usados a una temperatura de operación continua de 90° C, en ambiente mojado o seco.

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos yUsos (Continuación 3)**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm2 (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Silicon-FV	SA	90	Lugares secos y húmedos	Hule Silicón	2 082 - 5.260 (14 - 10)	1.14	Malla de fibra de vidrio u otro material equivalente
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
		125	Aplicaciones especiales #		126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	
					633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	
Polímero sintético resistente al calor.	SIS ##	90	Alambrado de tableros	Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.78	Ninguna
					8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
Termoplástico para tableros	TT	90	Alambrado de tableros	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido	0.5191 - 5.260 (20) - 10)	0.76	Ninguna.
Politetra - fluoroetileno.	TFE	250	Lugares secos Solo para conexiones dentro de aparatos o en canalizaciones conectadas a aparatos (Conductor de Níquel o Cobre cubierto de Níquel)	Politetra - fluoroetileno.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.51	Ninguna
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	0.76	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	1.14	

# Cuando las condiciones ambientales requieren temperaturas máximas de operación mayores de 90°C.  
 ## Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido, se permite agregar a la denominación del Tipo el sufijo LS. (Debe cumplir con las pruebas correspondientes de la Norma NOM - J - 10)

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 4)**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm2 (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio.	TW *	60	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
					8.367 (.8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79						
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio	THW * &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
					8.367 (.8)	1.14	
		90	Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1 000 V o menos en circuito abierto y a áreas de secc. transversales de 2.082 a 8.367 mm2 (14 - 8AWG)	13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52		
				42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03		
				126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41		
304.0 - 506.7	2.79						
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THW - LS * &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
					8.367 (.8)	1.14	
		90	Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1 000 V o menos en circuito y a áreas de las secciones transversales de 2.082 a 8.367 mm2 (14 - 8)	13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52		
				42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03		
				126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41		
304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79						

\* Debe cumplir con la Norma NOM - J - 10

& Los Tipos designados con el sufijo "- 2", por ejemplo THW - 2, se permite que sean usados a una temperatura de operación continua de 90 °C, en ambiente mojado o seco.

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 5)**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm <sup>2</sup> (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	THHW &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
					8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79						
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido.	THHW-LS &	75	Lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
					8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79						
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	THWN &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	2.082 - 3.307 (14 - 12)	0.38	Cubierta de nylon o equivalente
					5.26 (10)	0.51	
					8.367 - 13.30 (8 - 6)	0.76	
					21.15 - 33.62 (4 - 2)	1.02	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	1.27	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	1.52	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	1.78	

\* Debe cumplir con la Norma NOM - J - 10

& Los Tipos designados con el sufijo "- 2", por ejemplo THW - 2, se permite que sean usados a una temperatura de operación continua de 90 °C, en ambiente mojado o seco.

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 6)**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C.	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm2 (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.	THHN &	90	Lugares secos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.	2.082 - 3.307 (14 - 12)	0.38	Cubierta de nylon o equivalente.
					5.26 (10)	0.51	
					8.367 - 13.30 (8 - 6)	0.76	
					21.15 - 33.62 (4 - 2)	1.02	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	1.27	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	1.52	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	1.78	
Cable monoconductor para circuitos alimentadores o derivados, subterráneos.	UF	60	Circuitos alimentadores o derivados, subterráneos Véase Artículo 339	Resistente a la humedad.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	1.52	Cubierta integral con el aislamiento
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	2.03	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.41	
					Nota: Incluye la cubierta integral.		
		75	Para límites de capacidad de corriente véase la Sección 339 - 5	Resistente al calor y humedad.			
Cable monoconductor para acometida subterránea.	USE	75	Acometida subterránea. Ver Artículo 338	Resistente al calor y humedad	3.307 - 5.260 (12 - 10)	1.14	Cubierta no metálica, resistente al calor y humedad. Véase la Sección 338-1(b).
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	

\* Debe cumplir con la Norma NOM - J - 10

& Los Tipos designados con el sufijo "- 2", por ejemplo THW - 2, se permite que sean usados a una temperatura de operación continua de 90 °C, en ambiente mojado o seco.

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 7)**

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm <sup>2</sup> (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Polímero sintético de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor.	XHHW ##	90	Lugares secos o húmedos	Polímero sintético de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	2 082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.14	
		75	Lugares mojados		42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	1.4	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	1.65	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.03	
Polímero sintético de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor.	XHHW-2 ##	90	Lugares secos y mojados	Polímero sintético de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.14	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	1.4	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	1.65	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.03	
##	Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido, se permite agregar a la denominación del Tipo el sufijo LS. (Debe cumplir con las pruebas correspondientes de la Norma NOM - J - 10)						

**310-15 Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente de conductores puede ser determinada por los incisos a), o b) siguientes :

**Nota:** La capacidad de conducción de corriente dada en esta Sección no toma en consideración la caída de tensión. Los conductores de circuitos definidos en el Artículo 100, están calculados para evitar que la caída de tensión exceda del 5% y ofrecen una razonable eficiencia de operación.

(a) Caso general. La capacidad de conducción de corriente para conductores de 0 a 2 000 V, debe ser la especificada en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 hasta la 310-19 y sus correspondientes *Notas*.

Las capacidades de conducción de corriente para conductores aislados con dieléctrico sólido, de 2 000 a

35 000 V, deben ser las especificadas en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-67 hasta la 310-84 y sus correspondientes *notas*.

**Nota:** Las Tablas 310-16 hasta la 310-19, son utilizadas para determinar el área de la sección transversal de los conductores para las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 200.

Las capacidades de conducción de corriente permisible resultan de una o más de las siguientes consideraciones :

1 Temperatura compatible con la del equipo conectado, especialmente en los puntos de conexión.

2 Coordinación de las protecciones contra sobrecorrientes del circuito y del sistema.

3 De acuerdo con los requerimientos de productos aprobados o certificados. Véase la Sección 110-3(b).

4 Observar las prácticas de seguridad establecidas en la industria y seguir los procedimientos normalizados.

(c) **Selección de la capacidad de corriente.** Cuando se tiene más de una capacidad de conducción de corriente calculada o tabulada, aplicable a una determinada longitud de circuito debe tomarse el menor valor de ellos.

**Excepción:** Si la parte del circuito afectada por menor capacidad de conducción de corriente no es mayor de 3 m o no mayor del 10% de la longitud total del circuito (considerar la menor de éstas), puede tomarse para todo el circuito la capacidad de conducción de corriente mayor.

**Nota:** Véase la Sección 110-14(c) para limitaciones de temperatura de conductor debido a limitaciones de temperatura de los accesorios terminales.

(d) **Ductos eléctricos.** El término ducto(s) eléctrico(s) como se indica en el Artículo 310, debe incluir cualquiera de los tubos conduit eléctricos incluidos en el Capítulo 3 y que sean adecuados para uso subterráneo, u otras canalizaciones de sección transversal redonda, aprobadas para uso subterráneo, embebidas en concreto.

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en amperes de conductores aislados de 0 a 2 000 V, 60°C a 90°C. No más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30°C.**

Area de la sección transversal mm2 (AWG -kCM)	Temperaturas máximas de operación ( Véase Tabla 310 - 13 ).					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	TIPOS TW * UF *	TIPOS RHW *	TIPOS SA, SIS, FEP * FEPB *	TIPOS TW * UF *	TIPOS RHW * THW *, THHW *	TIPOS SA, SIS, RHH *, RHW-2 THW-LS, THHW-LS THW-2, THHW *
	C O B R E			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0 8235 (18)	.....	.....	14	.....	.....	.....
1.307 (16)	.....	.....	18	.....	.....	.....
2.082 (14)	20*	20*	25*	.....	.....	.....
3.307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5.260 (10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8 367 (8)	40	50	55	30	40	45
13.30 (6)	55	65	75	40	50	60
21.15 (4)	70	85	95	55	65	75
33.62 (2)	95	115	130	75	90	100
42 41 (1)	110	130	150	85	100	115
53.48 (1/0)	125	150	170	100	120	135
67.43 (2/0)	145	175	195	115	135	150
85.01 (3/0)	165	200	225	130	155	175
107.2 (4/0)	195	230	260	150	180	205
126 7 (250)	215	255	290	170	205	230
152 0 (300)	240	285	320	190	230	255
177 3 (350)	260	310	350	210	250	280
202.7 (400)	280	335	380	225	270	305
253 4 (500)	320	380	430	260	310	350
304 0 (600)	355	420	475	285	340	385
380.0 (750)	400	475	535	320	385	435
506 7 (1 000)	455	545	615	375	445	500
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN</b>						
Temperatura ambiente °C	Para temperatura ambiente diferente de 30 °C, multiplique las capacidades de corriente de la tabla mostradas arriba por el factor de corrección correspondiente en esta tabla.					
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31 - 35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36 - 40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76
56 - 60	.....	0.58	0.71	.....	0.58	0.71
61 - 70	.....	0.33	0.58	.....	0.33	0.58
71 - 80	.....	.....	0.41	.....	.....	0.41

\* La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, en Los Tipos marcados con un asterisco \*, no debe exceder de:

15 A para 2.082 mm2 (14), 20 A para 3.307 mm2 (12) y 30 A para 5.260 mm2 (10) para conductores de cobre.  
15 A para 3.307 mm2 (12), y 25 A para 5.260 mm2 (10) para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre, despues de que se han aplicado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

**Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310-17** Capacidad de conducción de corriente en amperes de cables mono- conductores aislados 0 a 2 000 V, al aire libre y para una temperatura ambiente de 30 °C.

Area de la sección transversal mm2 (AWG -kCM)	Temperaturas máximas de operación ( Véase Tabla 310 - 13 ).					
	60°C TIPOS TW * UF *	75°C TIPOS RHW *	90°C TIPOS SA, SIS. FEP * FEPB *	60°C TIPOS TW * UF *	75°C TIPOS RHW *	90°C TIPOS SA, SIS. RHH *, RHW-2
		THW *, THHW *	THW-LS, THHW-LS THWN *, XHHW *	THW-2, THHW * THHW-LS, TT THWN-2, THHN * USE-2, XHHW *	THW-LS, THHW-LS THWN *, XHHW *	THW-2, THHW * THHW-LS THWN-2, THHN * USE-2, XHHW * XHHW-2
	<b>ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE</b>					
0.8235(18)	C O B R E					
1.307 (16)	18					
2.082 (14)	24					
3.307 (12)	35*					
5.260 (10)	40*					
8.367 (8)	60					
13.30 (6)	80					
21.15 (4)	105					
33.62 (2)	140					
42.41 (1)	165					
53.48 (1/0)	195					
67.43 (2/0)	225					
85.01 (3/0)	260					
107.2 (4/0)	300					
126.7 (250)	340					
152.0 (300)	375					
177.3 (350)	420					
202.7 (400)	455					
253.4 (500)	515					
304.0 (600)	575					
380.0 (750)	655					
506.7(1 000)	780					
	<b>FACTORES DE CORRECCION</b>					
Temperatura ambiente °C	Para temperatura ambiente diferente de 30 °C, multiplique las capacidades de corriente de la tabla mostradas arriba por el factor de corrección correspondiente en esta tabla					
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31 - 35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36 - 40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76
56 - 60	.....	0.58	0.71	.....	0.58	0.71
61 - 70	.....	0.33	0.58	.....	0.33	0.58
71 - 80	.....	.....	0.41	.....	.....	0.41

\* La protección contra sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, en Los Tipos marcados con un asterisco \*, no debe exceder de.

15 A para 2.082 mm2 (14), 20 A para 3.307 mm2 (12) y 30 A para 5.260 mm2 (10) para conductores de cobre.

15 A para 3.307 mm2 (12), y 25 A para 5.260 mm2 (10) para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre,

**NOTAS A LAS TABLAS 310-16 a 310-19 DE CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE DE 0 A 2 000 V.**

**1.- Explicación de las tablas.** Para la explicación de las letras de los tipos de cables y para las áreas de las secciones transversales de los conductores para los diversos aislamientos véase la Sección 310-13.

Para los requisitos de instalación véanse las Secciones 310-1 a la 310-10 y otros artículos de esta Norma.

Para cordones flexibles véanse las Tablas 400-4, 400-5(A) y 400-5(B).

**3.- Acometidas y alimentadores monofásicos de 3 hilos, 127/220 V, para viviendas.** Para unidades de vivienda se permite el empleo de los conductores de la tabla siguiente para ser utilizados en circuitos monofásicos: de 3 hilos 127/220 V, como conductores de acometida y alimentadores para abastecer la carga total de una vivienda, instalados en canalización o sin ella y con conductor de puesta a tierra. Se permite que el conductor de puesta a tierra sea de un área de sección transversal correspondiente a no menos de dos calibres que el de los conductores de fase, siempre y cuando se cumpla con las Secciones 215-2, 220-22 y 230-42.

**TIPOS Y SECCIONES DE LOS CONDUCTORES  
DE COBRE  
THHW, THW, THW-LS, THHW-LS**

Area de la sección transversal mm <sup>2</sup> (AWG-kCM)	Capacidad de conducción de corriente A
21.15 (4)	100
33.62 (2)	125
42.41 (1)	150
53.48 (1/0)	175
67.43 (2/0)	200
85.01 (3/0)	225
107.20 (4/0)	250
126.70 (250)	300
177.30 (350)	350
202.70 (400)	400

**5.- Conductores desnudos.** Cuando se emplean conductores desnudos junto con conductores aislados, la capacidad de corriente debe limitarse a la que se permite para los conductores aislados adyacentes.

**6.- Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica.** Las limitaciones de temperatura que se toman como base para determinar la capacidad de corriente de los cables con aislamiento mineral y cubierta metálicas, están determinadas por el material aislante que se usa en los sellos terminales. Los accesorios de terminación que incorporan materiales aislantes orgánicos no impregnados están limitados a operar a 90°C, como máximo.

**B. Conductores para circuitos de motores.**

**430-21. Disposiciones generales.** En esta Parte, se especifican las secciones de los conductores con capacidad para alimentar un motor, conduciendo la corriente necesaria sin presentar sobrecalentamiento, bajo las condiciones especificadas.

**430-22. Un solo motor.**

(a) **General.** Los conductores derivados para alimentar un solo motor, deberán tener capacidad no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga.

**Tabla 430-22 (a) Porcentajes para la seleccion de conductores alimentadores a motores que no operen en servicio continuo**

Clasificación del Servicio:	Por ciento de la corriente nominal indicada en la placa.			
	Régimen de trabajo de diseño del motor:			
	5 minutos	10 minutos	30 y 60 minutos	Servicio continuo
De corto tiempo : Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos .....	110	120	150	
Servicio Intermitente : Ascensores y montacargas, máquinas -herramientas, bombas, puentes levadizos, mesas giratorias, etc. para soldadoras de arco, ver Sección 630-21 .....	85	85	90	140
Servicio Periódico: Rodillos, equipos para manejo de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Trabajo variable	110	120	150	200

Cualquier motor puede considerarse en trabajo continuo, a menos que la naturaleza del aparato que accione, no trabaje continuamente con carga, bajo ninguna condición durante su operación.

**Tabla 430.147** Corriente a plena carga en amperes, de motores de corriente directa

kW	(C.P.)	Tensión Nominal de armadura		
		120 V.	240 V.	500 V.
0.186	(1/4)	3.1	1.6	
0.248	(1/3)	4.1	2.0	
0.373	(1/2)	5.4	2.7	
0.560	(3/4)	7.6	3.8	
0.746	(1)	9.5	4.7	
1.119	(1 1/2)	13.2	6.6	
1.49	(2)	17.0	8.5	13.6
2.23	(3)	25.0	12.2	18.0
3.73	(5)	40.0	20.0	27.0
5.60	(7 1/2)	58.0	29.0	34.0
7.46	(10)	76.0	38.0	43.0
11.19	(15)		55.0	51.0
14.92	(20)		72.0	67.0
18.65	(25)		89.0	83.0
22.38	(30)		106.0	99.0
29.84	(40)		140.0	123.0
37.3	(50)		173.0	164.0
44.76	(60)		206.0	205.0
55.95	(75)		255.0	246.0
74.60	(100)		341.0	330.0
93.25	(125)		425.0	
119.90		(150)		506.0
149.20	(200)		675.0	

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

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.

**Tabla 430.148.-Corriente a plena carga en amperes, de motores monofásicos de corriente alterna**

W	C.P.	127 V.	220 V.
124.33	1/6	4.0	2.3
186.5	1/4	5.3	3.0
248.66	1/3	6.5	3.8
373	1/2	8.9	5.1
559.5	3/4	11.5	7.2
746	1	14.0	8.4
1119	1 1/2	18.0	10.0
1492	2	22.0	13.0
2238	3	31.0	18.0
3730	5	51.0	29.0
5595	7 1/2	72.0	42.0
7460	10	91.0	52.0

**Tabla 430.150.-Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna**

kW	(C.P.)	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (A)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)		
		220 V.	440 V.	2 400 V.	220 V.	440 V.	2 400 V.

0.373	(1/2)	2.1	1.0				
0.560	(3/4)	2.9	1.5				
0.746	(1)	3.8	1.9				
1.119	(1 1/2)	5.4	2.7				
1.49	(2)	7.1	3.6				
2.23	(3)	10.0	5.0				
3.73	(5)	15.9	7.9				
5.60	(7 1/2)	23.0	11.0				
7.46	(10)	29.0	15.0				
11.19	(15)	44.0	22.0				
14.92	(20)	56.0	28.0				
18.65	(25)	71.0	36.0		54	27	
22.38	(30)	84.0	42.0		65	33	
29.84	(40)	109.0	54.0		86	43	
37.3	(50)	136.0	68.0		108	54	
44.76	(60)	161.0	80.0	15	128	64	11
55.95	(75)	201.0	100.0	19	161	81	14
74.60	(100)	259.0	130.0	25	211	106	19
93.25	(125)	326.0	163.0	30	264	132	24
119.90	(150)	376.0	188.0	35	-	158	29
149.20	(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.

## 4.0 SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

LOS PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE SON LOS SIGUIENTES:

- PASO 1. CALCULO DE LA CORRIENTE DE LA CARGA
- PASO 2. FACTORES DE CORRECCIÓN
- PASO 3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL AISLAMIENTO
- PASO 4. REVISIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN.
- PASO 5. REVISIÓN POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.
- PASO 6. CALCULO DEL CALIBRE ECONÓMICO

### **PASO 1. CORRIENTE DE LA CARGA**

PUEDE OBTENERSE POR MEDIO DE:

- PLACA DE DATOS DE LOS EQUIPOS
- INFORMACIÓN DE LOS FABRICANTES.
- LAS TABLAS 430.147, 430.148 Y 430.150 DE LA NOM-001-SEMP-1994 CONTIENEN CORRIENTES DE MOTORES A PLENA CARGA.
- FÓRMULAS

#### FÓRMULAS USUALES:

a) UNA FASE, DOS HILOS:

$$I = VA / V$$

$$I = W / (V \times fp)$$

$$I = (746 \text{ hp}) / (V \times fp \times e)$$

b) TRES FASE, TRES HILOS.

$$I = VA / (1.732 \times V)$$

$$I = W / (1.732 \times V \times fp)$$

$$I = (746 \text{ hp}) / (1.732 \times V \times fp \times e)$$

DONDE:

I	CORRIENTE EN AMPERES
V	TENSIÓN ENTRE LÍNEAS EN VOLTS
hp	POTENCIA EN CABALLOS
W	POTENCIA EN WATTS
VA	POTENCIA EN VOLT-AMPERES
fp	FACTOR DE POTENCIA
e	EFICIENCIA

## **PASO 2. FACTORES DE CORRECCIÓN**

LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES, DEBE AFECTARSE POR:

FT	FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA (VER TABLAS 310-16 A 310-19)
FAC	FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE CONDUCTORES (VER NOTAS DE LAS TABLAS ANTERIORES, PÁRRAFO 8.-)
FM	CAPACIDAD MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN MOTORES (430-22a; 430-24)

## **PASO 3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL AISLAMIENTO**

LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DEBEN TENER SUFICIENTE CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN PARA ALIMENTAR LAS CARGAS CONECTADAS (220-10 a)

PARA EVITAR TEMPERATURAS DE OPERACIÓN SUPERIORES A LA PERMITIDA POR EL AISLAMIENTO, LOS CONDUCTORES DEBEN TENER CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE MAYOR QUE LA DEMANDADA POR LA CARGA SERVIDA.

SE SELECCIONARA EL TIPO DE AISLAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA TENSION DE OPERACIÓN Y DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

LAS TABLAS 310-13 Y 310-16 A 310-19 REFERENTES A LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DE CONDUCTORES AISLADOS DE 0 - 2 000 V, NOS SIRVEN PARA SELECCIONAR EL TAMAÑO DEL CONDUCTOR

## **PASO 4. REVISIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN.**

LAS SECCIONES 215 - 2 Y 210 -19 ESTABLECEN LAS CAÍDAS DE TENSIÓN PERMISIBLES PARA CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS.

SI LA TENSIÓN DE SUMINISTRO ES MENOR QUE LA TENSIÓN DE UTILIZACIÓN DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS, ESTOS PUEDEN DAÑARSE Y NO OPERAR ADECUADAMENTE A MENOR TENSION RESULTA MAYOR CORRIENTE PARA UNA MISMA CARGA

LA CAÍDA TOTAL, EN CIRCUITOS ALIMENTADORES MAS DERIVADO NO DEBE EXCEDER DEL 5%, SIN EXCEDER EN NINGUNO DE ELLOS DEL 3%.

LA CAÍDA DE TENSIÓN ES FUNCIÓN DE LAS SIGUIENTES VARIABLES:

- a) CORRIENTE QUE FLUYE POR EL CONDUCTOR
- b) TENSIÓN DE OPERACIÓN
- c) LONGITUD DEL CONDUCTOR
- d) SECCIÓN TRANSVERSAL
- e) RESISTENCIA Y MATERIAL DEL CONDUCTOR

PARA EL CALCULO DE LA CAÍDA DE TENSION PUEDEN UTILIZARSE LAS SIGUIENTES FÓRMULAS:

SISTEMA	CAÍDA (e %)
1 F, 2 H	$200 I L (R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta) / 1000 V_{fn}$
1 F, 3 H	$100 I L (R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta) / 1000 V_{fn}$
3 F, 4 H	$173 I L (R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta) / 1000 V_{ff}$
3 F, 3 H	$173 I L (R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta) / 1000 V_{ff}$

DONDE:

I	A	CORRIENTE A PLENA CARGA
L	km	LONGITUD DEL CONDUCTOR
R	ohm/km	RESISTENCIA
X	ohm/km	RESISTENCIA INDUCTIVA
$\theta$		FACTOR DE POTENCIA
$V_{fn}$	V	TENSIÓN ENTRE FASE Y NEUTRO
$V_{ff}$	V	TENSIÓN ENTRE FASES

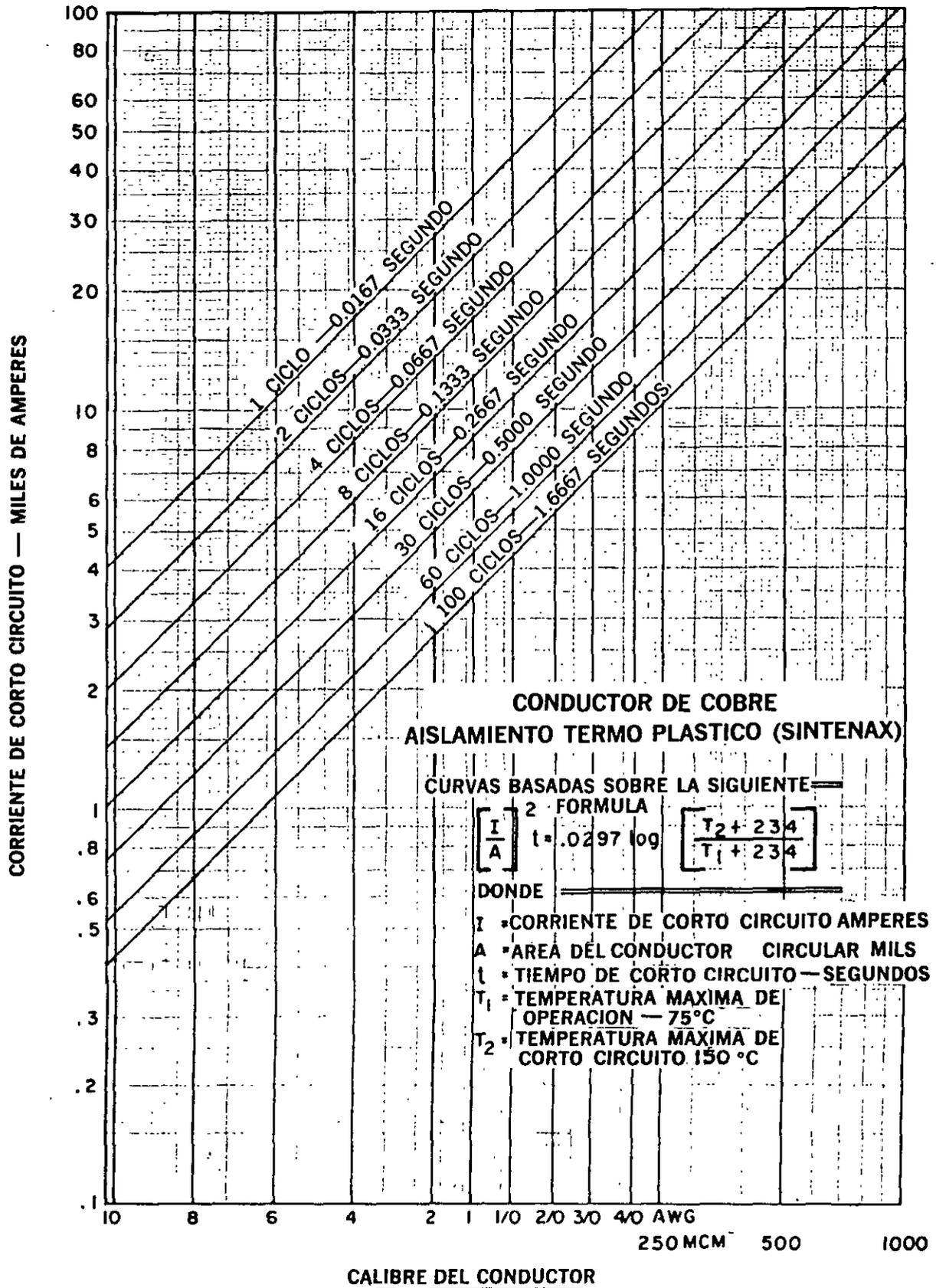
FÓRMULAS SIMPLIFICADAS PARA EL CALCULO DE LA CAÍDA DE TENSION (NO SE CONSIDERA EL VALOR DE LA REACTANCIA)

SISTEMA	FORMULA GENERAL	FORMULA COND. COBRE
127 V, 1 F	$e \% = 200 p I L / 127 S$	$4 I L / 127 S$
220 V, 1 F	$e \% = 200 p I L / 220 S$	$4 I L / 127 S$
220 V, 3 F	$e \% = 173 p I L / 220 S$	$2 I L / 127 S$
440 V, 3 F	$e \% = 173 p I L / 440 S$	$2 I L / 254 S$

DONDE:

e %		CAÍDA DE TENSION EN POR CIENTO
I	A	CORRIENTE A PLENA CARGA
L	m	LONGITUD DEL CONDUCTOR EN UN SOLO SENTIDO
p	ohm-mm <sup>2</sup> / m	RESISTIVIDAD DEL CONDUCTOR (Cu 0,02 A 75 °C)
S	mm <sup>2</sup>	SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR
$R = p L / S$	ohm	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

# CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO PERMISIBLES PARA CABLES AISLADOS CON CONDUCTOR DE COBRE



## PASO 5. REVISIÓN POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.

LOS CONDUCTORES AISLADOS DEBEN SOPORTAR, SIN DAÑARSE; EL CALOR PRODUCIDO POR LA CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO SIN DAÑARSE.

EL VALOR OBTENIDO CON LA FORMULA DEBE SER MENOR AL INDICADO EN LA GRÁFICA

LAS GRÁFICAS SON ELABORADAS POR ASOCIACIONES DE FABRICANTES

$$I_{cc} = (330 S / Vt) \sqrt{\log((234.5 + T_f) / (234.5 + T_i))}$$

DONDE:

$I_{cc}$	A	CORRIENTE MÁXIMA DE CIRCUITO CORTO
S	mm <sup>2</sup>	SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR
t	s	DURACIÓN DEL CORTO CIRCUITO
234,5	° C	TEMPERATURA BAJO CERO A LA CUAL LA RESISTENCIA ES CERO
T <sub>f</sub>		TEMPERATURA MAX. DEL CONDUCTOR DURANTE EL C.C. 150°C PARA AISLAMIENTOS TERMOPLÁSTICOS (PVC) 250°C PARA AISLAMIENTOS ELASTOMEROS (EP, XLP)
T <sub>i</sub>		TEMPERATURA INICIAL DEL CONDUCTOR (°C)

## PASO 6. CALCULO DEL CALIBRE ECONÓMICO

LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE LOS CONDUCTORES AISLADOS ESTA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA QUE PUEDA SOPORTAR SU AISLAMIENTO SIN DAÑARSE

POR EJEMPLO: LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE UN CONDUCTOR AISLADO DE 21 mm<sup>2</sup> (4 AWG) PUEDE SER DE 70, 85 O 95 A, SI LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN DEL AISLAMIENTO ES RESPECTIVAMENTE DE, 60, 75 O 90°C

AL AUMENTAR LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN PUEDE REDUCIRSE EL COSTO INICIAL DE LAS INSTALACIONES; PERO, ES NECESARIO CONSIDERAR QUE EL COSTO DE OPERACIÓN SE INCREMENTA AL DISIPARSE MAYOR CANTIDAD DE ENERGÍA EN FORMA DE CALOR

$$\text{LEY DE JOULE: } W = I^2 R$$

LA SIGUIENTE FORMULA CONTIENE PARÁMETROS QUE PUEDEN USARSE PARA CALCULAR EL CALIBRE MAS ECONÓMICO, COMPARANDO LOS COSTOS DE INSTALACIÓN Y DE OPERACIÓN DURANTE UN DETERMINADO PERIODO DE VIDA DEL CONDUCTOR

$$C_p = l \times L \times h \times d \times C_k \times (R_1 - R_2) / 1000$$

$$C_f = L \times i \times (M_2 - M_1)$$

SI  $C_p > C_f$  CONVIENE INSTALAR EL CABLE DE MAYOR CALIBRE

DONDE:

## EJEMPLO DE CALCULO

### DATOS:

P	CARGA	10 hp
Vff	TENSIÓN	220 V, 3 F, 60 Hz
F.P.	FACTOR DE POTENCIA	0,85
e	EFICIENCIA	0,8
FM	FACTOR PARA MOTORES	1,25
	CONDUCTOR THW.LS,	COBRE
L	LONGITUD DEL CIRCUITO	100 m
Ta	TEMP. AMBIENTE	35°C
	CONDUCTORES/TUBO	3

### PASO 1. CORRIENTE DE LA CARGA

CORRIENTE A PLENA CARGA =

APLICANDO LA FORMULA  $I = (746 \text{ hp}) / (1.732 \text{ V} \times \text{fp} \times e)$

$$I = 28,79 \text{ A}$$

SEGUN TABLA 430-150  $I = 29,00 \text{ A}$

### PASO 2. FACTORES DE CORRECCIÓN

FT	POR TEMPERATURA :	TABLA 310-16,	PARA 35 °C,	FT = 0,94
FAC	POR AGRUPAMIENTO DE CONDUCTORES		3 COND.	FAC = 1
FM	PARA MOTOR			FM = 1,25

$$I \text{ corregida} = 29 \times 1,25 / 0,94 =$$

**38,56 A** (CAPACIDAD MÍNIMA DE CONDUCCIÓN QUE DEBE TENER EL CONDUCTOR)

### PASO 3. CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DEL CONDUCTOR

SE SELECCIONARA UN CONDUCTOR DE COBRE CON AISLAMIENTO TIPO THW.LS, 75 °C  
EL CONDUCTOR DE 8.36 mm<sup>2</sup> (8 AWG) TIENE UNA CAPACIDAD DE  
CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DE:

50 A para aisl. de 75°C

40 A para aisl. de 60°C

(110-14 c)(1) TEMP. DE OPERACION DE CONEXIONES ELECTRICAS)

### PASO 4. REVISIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN.

PARA: 3 F, 3 H,

$$e \% = 173 I L (R \cos \theta + X \sin \theta) / 1000 Vff$$

	mm <sup>2</sup>	8,37	13,3	21,15
	AWG	<u>CAL. 8</u>	<u>CAL. 6</u>	<u>CAL. 4</u>
I	A	29	29	29
L	m	100	100	100

R	ohm/km	2,5500	1,6100	1,0100
X	ohm/km	0,2133	0,2100	0,1969
COS 0		0,9000	0,9000	0,9000
SEN 0		0,4359	0,4359	0,4359
ANG 0	°	25,8419	25,8100	25,8100
V ff	V	220	220	220
e %		<u>5,45</u>	<u>3,51</u>	<u>2,27</u>
		> 5 %	< 5 %	< 5 %

SELECCIONAREMOS CABLE CAL. 6 AWG

PASO 5. REVISIÓN POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.

$$I_{cc} = (330 S / V t) V \log((234.5 + T_f) / (234.5 + T_i))$$

DONDE:

S	13,3 mm <sup>2</sup> (6 AWG)	<b>21,15</b> mm <sup>2</sup> (4 AWG)
t	0,1	0,1 s (6 ciclos)
T <sub>f</sub>	150	150 °C AISL. TERMOPLASTICOS (PVC)
T <sub>i</sub>	75	75 °C
I <sub>cc</sub>	4.260,62	<b>6.775,35 A</b>



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

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA**

**MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCIÓN DE LOS  
CONDUCTORES**

**ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO  
PALACIO DE MINERÍA  
NOVIEMBRE 1999**

### CAPITULO 3 METODOS DE INSTALACION Y MATERIALES

- 300 METODOS DE INSTALACION
- 305 ALAMBRADO PROVISIONAL
- 310 CONDUCTORES PARA INSTALACIONES DE USO GENERAL
- 318 CHAROLAS PARA CABLES
- 320 ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES
- 321 ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO
- 324 INSTALACIONES OCULTAS SOBRE AISLADORES
- 326 CABLES DE MEDIA TENSION TIPO MV
- 328 CABLE PLANO TIPO FCC
- 330 CABLES CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METALICA TIPO MI
- 331 TUBERIA ELECTRICA NO METALICA
- 333 CABLES CON ARMADURA TIPO AC
- 334 CABLES CON ARMADURA METALICA TIPO MC
- 336 CABLE CON CUBIERTA NO METALICA, TIPOS NM Y NMC
- 337 CABLES CON PANTALLA Y CUBIERTA NO METALICA TIPO SNM
- 338 CABLE PARA ACOMETIDA
- 339 CABLES SUBTERRANEOS PARA ALIMENTADORES Y PARA CIRCUITOS DERIVADOS TIPO UF
- 340 CABLES DE ENERGIA Y CONTROL TIPO TC PARA CHAROLAS
- 342 EXTENSIONES NO METALICAS
- 343 CABLE PRE-ENSAMBLADO EN TUBO CONDUIT NO METALICO
- 344 EXTENSIONES BAJO EL REPELLO
- 345 TUBO CONDUIT METALICO SEMIPESADO
- 346 TUBO CONDUIT METALICO TIPO PESADO
- 347 TUBO RIGIDO NO METALICO
- 348 TUBO CONDUIT METALICO TIPO LIGERO
- 349 TUBERIA METALICA FLEXIBLE
- 350 TUBO CONDUIT METALICO FLEXIBLE
- 351 TUBO CONDUIT FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS METALICO Y NO METALICO (Liquidtight)
- 352 CANALIZACIONES METALICAS Y NO METALICAS DE SUPERFICIE
- 353 MULTICONTACTO
- 354 DUCTOS BAJO EL PISO
- 356 CANALIZACIONES EN PISOS CELULARES METALICOS
- 358 CANALIZACIONES EN PISOS DE CONCRETO CELULAR
- 362 DUCTOS METALICOS Y NO METALICOS CON TAPA
- 363 CABLES PLANOS TIPO FC
- 364 DUCTOS CON BARRAS (ELECTRODUCTOS)
- 365 CANALIZACIONES PREALAMBRADAS
- 370 REGISTROS DE SALIDA, DE DISPOSITIVOS, DE EMPALME O DE TIRO, CAJAS DE REGISTRO OVALADAS Y ACCESORIOS
- 373 GABINETES, CAJAS Y GABINETES PARA ENCHUFE DE MEDIDORES.
- 374 CANALES AUXILIARES
- 380 DESCONECTADORES
- 384 TABLEROS DE DISTRIBUCION Y GABINETES DE CONTROL

**Canalización.** Conducto cerrado diseñado especialmente para contener alambres, cables o solera; y con funciones adicionales permitidas en esta Norma.

**Nota:** Las canalizaciones pueden ser metálicas o no metálicas y el término incluye: tubo conduit metálico tipo pesado, tubo rígido no metálico, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit flexible hermético a los líquidos metálico y no metálico; tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico tipo ligero, canalizaciones bajo el piso, canalizaciones en pisos celulares de concreto, canalizaciones en pisos celulares metálicos, canalizaciones de superficie, ducto para cable, canales metálicos con tapa y canalizaciones para soleras.

## ARTÍCULO 300 - MÉTODOS DE INSTALACIÓN

### 300-1. Alcance

a) **Todas las instalaciones.**- Las disposiciones de esta sección aplican a todas las instalaciones y métodos de instalación, salvo las excepciones siguientes:

*Excepción No. 1.* Sistemas de seguridad intrínseca referidos en el artículo 504.

*Excepción No. 2.* Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 referidos en el artículo 725.

*Excepción No. 3.* Circuitos de señalización para protección contra incendios referidos en el Artículo 760.

*Excepción No. 4.* Cables de fibra óptica que se indican en el Artículo 770.

*Excepción No. 5.* Sistemas de comunicaciones referidos en el Artículo 800.

*Excepción No. 6.* Equipos de radio y televisión referidos en el Artículo 810.

*Excepción No. 7.* Sistemas de distribución comunitaria de antena de radio y televisión indicados en el Artículo 820.

b) **Partes integrales del equipo.**- Las disposiciones de este artículo no se aplican a los conductores que sean parte integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores o equipos de control ensamblados en fábrica.

### 300-2. Limitaciones

a) **Tensión.** Los métodos de instalación especificados en el Capítulo 3 aplican se para tensiones nominales de 600 v o menores, a menos de que esté específicamente limitado en algún artículo del Capítulo 3. También pueden aplicarse para tensiones nominales mayores a 600 V cuando e específicamente permitido en otras partes de esta Norma.

b) **Temperatura.** La temperatura máxima del conductor debe estar de acuerdo con la Sección 310-10.

### 300-3. Conductores

a) **Conductores individuales.** Los conductores individuales especificados en la tabla 310-13 sólo deben instalarse cuando formen parte de un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.

b) **Conductores del mismo circuito.**- Todos los conductores del mismo circuito y el conductor neutro y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando sean usados, deben estar dentro de la misma canalización, charola, zanja o cordón.

#### c) Conductores de sistemas diferentes.

1.- **Tensión nominal de 600 V o menos.** Los conductores de tensión nominal de 600 V o menos, circuitos de corriente alterna y directa, pueden ocupar el mismo ducto de alambrado del equipo, cable o canalización. Todos los conductores deben tener una capacidad nominal de aislamiento de por lo menos la capacidad máxima nominal de tensión del circuito de cualquier conductor dentro del ducto, cable o canalización.

2. **Tensión nominal mayor de 600 V.** Los conductores para tensiones nominales mayores de 600 v no deben ocupar el mismo ducto de alambrado del equipo, cable o canalización que los conductores para tensiones nominales de 600 V, o menor.

**300-4. Protección contra daños materiales.** Cuando los conductores estén sujetos a daños materiales, deben protegerse adecuadamente.

**a) Cables y canalizaciones a través de piezas estructurales de madera**

**b) Cables con cubierta no metálica, tubería eléctrica no metálica y a través de piezas estructurales metálicas.**

1) Cables con cubierta no metálica. Cuando se hace una instalación tanto a la vista u ocultas, por medio de cables con cubierta no metálica, a través de orificios hechos en fábrica o en la obra, cortados o perforados, o huecos en miembros metálicos, los cables deben protegerse por conectores u ojales de metal aprobados para el uso, sujetos firmemente en los orificios antes de la instalación del cable.

2) Cables con cubierta no metálica y tubería eléctrica no metálica. Cuando los clavos o tornillos pudieran penetrar en los cables con cubierta no metálica o tubería eléctrica no metálica, se usará un manguito, una placa o una abrazadera de acero de espesor no menor de 1.6 mm para protección de los cables o la tubería.

**300-4. Protección contra daños materiales.** Cuando los conductores estén sujetos a daños materiales, deben protegerse adecuadamente.

- a) Cables y canalizaciones a través de piezas estructurales de madera
- b) Cables con cubierta no metálica, tubería eléctrica no metálica y a través de piezas estructurales metálicas.
  - 1) Cables con cubierta no metálica. Cuando se hace una instalación tanto a la vista u ocultas, por medio de cables con cubierta no metálica, a través de orificios hechos en fábrica o en la obra, cortados o perforados, o huecos en miembros metálicos, los cables deben protegerse por conectores u ojales de metal aprobados para el uso, sujetos firmemente en los orificios antes de la instalación del cable.
  - 2) Cables con cubierta no metálica y tubería eléctrica no metálica. Cuando los clavos o tornillos pudieran penetrar en los cables con cubierta no metálica o tubería eléctrica no metálica, se usará un manguito, una placa o una abrazadera de acero de espesor no menor de 1.6 mm para protección de los cables o la tubería.

**300-5. Instalaciones subterráneas.**

a) **Requisitos de profundidad mínima.** Los cables directamente enterrados, los tubos u otras canalizaciones, deben instalarse de manera que cumplan con los requisitos de profundidad mínima de la tabla sección 300-5.

**TABLA 300-5** Profundidad mínima para sistemas hasta 600 V nominal (m)

Condición	Tipo de método de alambrado o circuito				
	Cable directamente enterrados	Ducto metálico rígido o ducto de metal intermedio	Canalización metálica rígida aprobada para enterrarse directamente sin cubierta de concreto o canalización aprobada	Circuitos derivados residenciales 120 v o menor con protección GFCI y protección de sobrecorriente máxima de 20 A	Circuito de control para riego e iluminación exterior limitado a no más de 30 v e instalado con cable tipo UF u otros cables o canalizaciones
Todas las condiciones no especificadas abajo	0.6	0.15	0.45	0.3	0.15
En zanjas protegidos por concreto de 50 mm de espesor de o equivalente.	0.45	0.15	0.3	0.15	0.15
Bajo edificio	0 (Solo canalizaciones)	0	0	0 (Solo canalizaciones)	0 (Solo canalizaciones)
Bajo banqueta concreto con espesor mínimo de 0.10 m	0.45	0.1	0.1	0.15 (directamente enterrado) 0.10 (En canalizaciones)	0.16 (directamente enterrados) 0.10 (En canalizaciones)
Bajo arroyo	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
En arroyos y estacionamientos para viviendas móviles	0.45	0.45	0.45	0.3	0.45
En aeropuertos	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
En terreno rocoso	0.05(Sólo canalizaciones)	0.05	0.05	0.05(Sólo canalizaciones)	0.05 (Sólo en canalizaciones)

### **300-13. Continuidad eléctrica y mecánica de conductores**

a) **Disposiciones generales.** Los conductores deben ser continuos entre las cajas de salida, dispositivos, etc. y no debe existir empalmes o derivaciones dentro de la canalización misma

b) **Retiro de dispositivos.** En circuitos multiconductores, la continuidad de un conductor de puesta a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos tales como lámparas, contactos, etc; cuando el retiro de tales dispositivos interrumpa la continuidad.

### **300-14. Longitud adicional de conductores en cajas de empalme, salidas y punto de interrupción**

En cada caja de salida, empalme y de punto de interrupción deben dejarse al menos 0.15 m de conductores disponibles para hacer las uniones o la conexión de dispositivos o equipos.

### **300-15. Cajas o accesorios - cuando se requieran**

a) **Caja o accesorio** Se debe instalar una caja o accesorio para cada empalme de conductores, salida, punto de unión, punto de jalado para la conexión de tubos, tubería eléctrica metálica, canalizaciones de superficie u otras canalizaciones.

b) **Cajas exclusivamente.** Deben instalarse cajas en cada punto de empalme de conductores, salida, punto de interrupción, punto de unión o de jalado para la conexión de los cables tipo AC, cables MC, cables con aislante mineral y cubierta metálica, cables con cubierta no-metálica, o cualquier otro cable, en el punto de conexión entre tal sistema de cables y un sistema de canalización y entre cada salida y el punto de interrupción para instalaciones ocultas sobre aisladores.

c) **Accesorios y conectores.** Deben emplearse solamente bajo los métodos de instalación para los cuales han sido diseñados y certificados.

d) **Equipos.** Cajas de conectividad integral o compartimientos pueden ser empleados en salidas e lugar de caja

**Nota:** Veáanse los siguientes artículos de este Norma: tubería eléctrica no-metálica Sección 331-6, tubos Sección 345-7 y Sección 346-6; tubería metálica flexible sección 348-6; tubo metálico flexible 350-3; tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos Sección 351-6; tubos no metálicos flexibles herméticos a los líquidos Sección 351-25; canalizaciones en pisos celulares de concreto Sección 358-11; canales metálicos con tapa Sección 362-5, canales auxiliares, Sección 374-5, alambres de aparatos, Sección 402-7; teatros, Sección 520-5; anuncios Sección 600-21 (d); ascensores, Sección 620-33; grabación de sonido Sección 640-3 y Sección 640-4; circuitos clase 1, clase 2 y (\*\*) cales 3 Sección 725; y circuitos de señalización para protección contra incendio Artículo 760 y cables de fibra de óptica, Artículo 770.

**Nota 1:** Canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente embutidas en concreto deben tener un recubrimiento de concreto de espesor no menor de 50 mm.

**Nota 2:** Menores profundidades pueden ser permitidas donde cables y conductores suban para terminaciones o empalmes o donde se requiera acceso.

**Nota 3:** Donde uno de los tipos de métodos de cableado listados en las columnas 1 a 3 esté combinado con uno de los tipos de las columnas 4 y 5, la menor profundidad de entierro debe permitirse.

**b) Puesta a tierra.** Todas las instalaciones subterráneas deben ser puestas a tierra y conectadas de acuerdo con el Artículo 250 de esta Norma.

**c) Cables Subterráneos bajo inmuebles.** Los cables subterráneos instalados bajo de un inmueble deben colocarse en una canalización que se extienda más allá de las paredes exteriores del inmueble.

**d) Protección contra daños.** Los cables directamente enterrados y los que salgan de instalaciones subterráneas deben protegerse con canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida por la Tabla 300-5 hasta 2.50 m sobre el nivel de piso terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda 0.45 m por debajo del nivel del acabado.

Los conductores que entran a un edificio deben protegerse hasta el punto de entrada. Cuando la canalización esté sujeta a daño físico, los conductores deben estar instalados en tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico tipo pesado, tubo rígido no metálico, o equivalente.

**e) Empaques y derivaciones.** Se permite hacer empalmes o derivaciones en cables directamente enterrados, sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben hacerse por métodos y con materiales marcados para este uso.

**f) Rellenos** El relleno que contenga rocas grandes, materiales de pavimento, escorias, materiales grandes y con ángulos agudos o material corrosivo, no debe usarse si tal relleno pueda dañar la canalización, los cables u otras subestructuras, o impedir una compactación adecuada del mismo o contribuir a la corrosión de los elementos de la instalación.

Cuando sea necesaria la protección de la canalización o del cable contra daños físicos, tal protección debe proporcionarse por medio de materiales granulados o seleccionados, cubiertas adecuadas, mangas apropiadas u otros medios aprobados.

**g) Sellado de Canalización.** Las tuberías o canalizaciones por las cuales la humedad pudiera hacer contacto con partes vivas energizadas, deben sellarse en uno o ambos extremos.

**Nota:** La presencia de gases o vapores peligrosos puede hacer necesario el sello de tubos o canalizaciones subterráneas que entren a los edificios.

**h) Protector de fillos.** Un protector de fillos o terminal debe usarse al final de la canalización o tubo que termine bajo tierra, donde los cables emerjan de un método de alambrado directamente enterrado. Se permite el uso de un sello que proporcione las mismas características de protección físicas en lugar de un protector de fillos.

**i) Conductores individuales.** Todos los conductores del mismo circuito y cuando se usen el neutro y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, se deben instalar en una misma canalización o próximos unos de otros en una misma zanja.

**Excepción No. 1.** Se permiten conductores en paralelo en canalizaciones si cada canalización contiene todos los conductores del mismo circuito incluyendo los conductores de puesta a tierra.

**Excepción No. 2.** Se permiten instalaciones de fases aisladas en canalizaciones no metálicas cercanas donde los conductores estén en paralelo como se permite en la Sección 310-4 y las condiciones de la Sección 300-20 se cumplen.

### **300-6. Protección contra la corrosión**

Las canalizaciones metálicas, armaduras metálicas de cables, cajas, cubiertas de cables, gabinetes, codos metálicos uniones y accesorios, soportes y sus herrajes, deben ser de materiales aprobados para el medio ambiente en el cual estarán instalados.

**a) Disposiciones generales.** Las canalizaciones ferrosas, armaduras de cables, cajas, cubiertas de cables, gabinetes, codos metálicos y accesorios, soportes y sus herrajes de materiales ferrosos, deben estar adecuadamente protegidos contra la corrosión en su interior y en su exterior (excepto las roscas, las uniones) por una capa de material aprobado resistente a la corrosión, tal como zinc, cadmio o esmalte. En los casos en que la protección contra la corrosión sea solamente por medio de esmalte, no deben usarse en exteriores o en locales húmedos, tales como los descritos en c) de este artículo. Se puede utilizar en exteriores las cajas o gabinetes que tengan un recubrimiento aprobado a base orgánica y que estén marcados "hermético a la lluvia", "a prueba de lluvia", o "para intemperie".

**b) En concreto o en contacto directo con la tierra.** Las canalizaciones de material ferroso o no ferroso, armaduras de cables, cubiertas de cables, gabinetes, ángulos, uniones, soportes y accesorios metálicos, pueden instalarse en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a influencias corrosivas severas cuando estén fabricados con materiales adecuados para esta condición o cuando sean previstos de una protección adecuada contra la corrosión.

**c) Interiores húmedos.** En los locales de lecherías, lavanderías, fábricas de conservas alimenticias y otros lugares húmedos, y donde las paredes se lavan frecuentemente o donde existan superficies de materiales absorbentes, tales como papel o madera mojados, la instalación completa, incluyendo todas las cajas, accesorios, canalizaciones y cables deben montarse con una separación mínima de 6.35 mm entre sus componentes y la pared o la superficie que lo soporte.

**Excepción:** Se permite la instalación de canalizaciones y cajas no metálicas sin la separación mínima en superficies de concreto o similares.

### **300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas**

**a) Sellado.** Cuando existan secciones de un sistema de canalización interior expuestas a grandes diferencias de temperatura, como ocurre en las plantas y cámaras frigoríficas, se debe impedir la circulación de aire de una sección caliente a una fría a través de la canalización.

**b) Juntas de expansión.** La sección de canalización sujeta a dilatación y contracción térmica, debe proveerse de juntas de expansión para compensar dichos efectos.

### **300-8. Instalación de conductores con otros sistemas**

### **300-9. Puesta a tierra de cubiertas metálicas**

### **300-10. Continuidad eléctrica de cubiertas y canalizaciones metálicas**

Las canalizaciones metálicas, armaduras de cables y otras cubiertas metálicas para conductores, deben unirse metálicamente para formar un conductor eléctrico continuo y debe estar conectadas a todas las cajas, accesorios y gabinetes para proporcionar una continuidad eléctrica efectiva. La canalización deben estar mecánicamente sujetos a las cajas, accesorios y gabinetes.

### **300-11. Fijación y soporte**

**a) Fijación en el lugar.** Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, gabinetes y accesorios deben estar firmemente fijados en su lugar. Los alambres de soporte no fijados de una parte rígida no se permite como único soporte.

No deben instalarse circuitos de derivación soportados al suelo o techo donde existan equipos asegurados a éstos.

**b) Canalizaciones usadas como medios de soporte.** Las canalizaciones no deben usarse como medio de soporte para otras canalizaciones, cables o equipos que no sean eléctricos.

### **300-12. Continuidad mecánica de canalización y cables**

Las canalizaciones metálicas y no-metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, caja, accesorios u otras cubiertas o cajas de salida.

620-33; grabación de sonido Sección 640-3 y Sección 640-4; circuitos clase 1, clase 2 y (III) clases 3 Sección 725; y circuitos de señalización para protección contra incendio Artículo 760 y cables de fibra de óptica, Artículo 770.

### **300-18. Instalaciones de canalizaciones**

Las canalizaciones deben de ser instaladas completamente entre salidas, o puntos de empalme antes de instalar los conductores.

### **300-19. Soportes de los conductores en canalizaciones verticales**

a) **Espaciamiento máximo.** Los conductores en canalizaciones verticales deben estar sostenidos si la altura excede los valores de la tabla 300-19 (a). Se debe proveer un soporte de cables en el extremo superior de la canalización vertical o tan cerca de ese extremo como sea práctico y, además, soportes en tramos adicionales espaciados según se indica en la tabla 300-19 (a).

## ARTICULO 318 - CHAROLAS PARA CABLES

### 318-1 Alcance.

Este Artículo abarca los sistemas de charolas de cables, incluyendo escaleras, canaletas verticales, canales, charolas de fondo sólido y otras estructuras similares.

### 318-2 Definición.

Sistemas de charolas para cables. Es una unidad, o conjunto de unidades o secciones y accesorios asociados, que forman un sistema estructural rígido usado para soportar cables y canalizaciones.

### 318-3 Usos permitidos.

a) **Métodos de instalación.** Los siguientes cables o canalizaciones pueden instalarse en sistemas de charolas para cables, bajo las condiciones descritas en el artículo correspondiente a cada uno :

- 1) Tubo conduit no metálico (Artículo 331).
- 2) Cables armados (Artículo 333).
- 3) Cables con armadura engargolada (Artículo 334).
- 4) Cables con cubierta no metálica (Artículo 336).
- 5) Cables con cubierta no metálica y con pantalla. (Artículo 337).
- 6) Cables multiconductores para entrada de acometida. (Artículo 338).
- 7) Cables multiconductores para alimentadores subterráneos y circuitos derivados (Artículo 339).
- 8) Cables de energía y de control para charolas (Artículo 340).
- 9) Cables de potencia limitada para charolas (Secciones 725-50, 725-51, y 725-53).
- 10) Otros cables multiconductores ensamblados en fábrica, para control, señalización o energía y que estén aprobados específicamente para ser instalados en charolas.
- 11) Cables monoconductores Tipos THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, para charolas en interior o exteriores donde se requiera mayor protección contra la propagación de incendio y de baja emisión de humos. (Artículo 310).

Cuando no se requieran las características anteriores, pueden usarse cables Tipos THHN y THWN. (Artículo 310).

- 12) Tubo conduit metálico semipesado (Artículo 345).
- 13) Tubo conduit metálico pesado (Artículo 346).
- 14) Tubo conduit rígido no metálico (Artículo 347).
- 15) Tubo conduit metálico ligero (Artículo 348).
- 16) Tubo conduit metálico flexible (Artículo 350).
- 17) Tubo conduit metálico flexible hermético y tubo conduit no metálico flexible hermético (Artículo 351).

b) **Establecimientos industriales.** Cualquiera de los cables mencionados en los párrafos (1) y (2) siguientes pueden instalarse en charolas tipo escalera o charolas de canal ventilado de 15 cm pero solamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado trabajará o dará mantenimiento al sistema de cables instalados en charolas.

- (1) **Cables monoconductores.** Los cables monoconductores deben ser de sección transversal de 53.48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) o mayores cuando se instalen en charolas tipo escalera o charolas de canal ventilado. Los cables en este tipo de canalizaciones deben ser de un tipo aprobado para uso en charolas para cables. (Véase Sección 318-3 a) 11 arriba). Cuando los cables monoconductores de secciones transversales de 53.48 mm<sup>2</sup> a 107.2 mm<sup>2</sup> (1/0 a 4/0 AWG) se instalan en charola de tipo escalera, el máximo espaciamiento permisible entre travesaños debe ser de 23 cm. Cuando quedan expuestos a los rayos directos del sol, los cables deben ser de tipo resistente al sol y aprobados para ese uso.

**Nota:** En condiciones especiales y solamente en charolas que tengan fondo sólido continuo, permite el uso de cables monoconductores de secciones menores a 53.48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG), pero no menores de 8.367 mm<sup>2</sup> (8 AWG).

c) **Cables para la puesta a tierra de equipos.** La parte metálica de una charola para cables, como está definida en la Tabla 318-7(b)(2), puede usarse como conductor de puesta a tierra del equipo, pero solamente en establecimientos comerciales e industriales donde un mantenimiento y supervisión continuos aseguren que sólo personal calificado trabaje en el sistema de charolas para cables.

d) **Lugares clasificados como peligrosos.** Las charolas para cables en lugares clasificados como peligrosos deben contener sólo cables de los tipos indicados en las Secciones 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

e) **Charola no metálica.** Se permite el uso de charolas no metálicas en áreas corrosivas o en áreas que requieran estar aisladas de la tensión eléctrica.

**318-4 Usos no permitidos.** Los sistemas de charolas no deben utilizarse en cubos de elevadores o donde puedan estar sujetos a daño físico severo.

Los sistemas de charolas no deben usarse en espacios de manejo de aire ambiental, excepto como soportes para los tipos de alambrado permitidos en la Sección 300-22(c).

### **318-6. Instalación.**

a) **Sistema completo.** Las charolas deben instalarse como sistemas completos. Las curvas en la obra o las modificaciones deben hacerse de manera que se mantengan tanto la continuidad eléctrica del sistema como su función de soporte continuo de cables.

b) **Terminación antes de la instalación.** Cada sistema de charolas debe completarse antes de instalar los cables.

c) **Soportes.** Deben proveerse soportes para evitar tensiones mecánicas sobre los cables, cuando los mismos entren a otra canalización o gabinete desde el sistema de charolas.

d) **Cubiertas.** En las porciones de tramos donde se requiera protección adicional, deben usarse cubiertas o tapas que den la protección requerida, las cuales deben ser de material compatible con el de la charola.

e) **Cables multiconductores de 600 V o menos.** Se permite que cables multiconductores de 600 V o menos, se instalen en la misma charola.

f) **Cables de más de 600 V.** Los cables para tensiones mayores de 600 V, no deben instalarse en la misma charola con cables de 600 V o menos.

**Excepción No. 1:** Cuando estén separados por una barrera fija de material sólido compatible con el de la charola.

**Excepción No. 2:** Cuando los cables de más de 600 V, tienen cubierta metálica o están instalados dentro de tubería.

g) **Paso a través de paredes y separaciones.** Se permite que las charolas se extiendan transversalmente a través de paredes y separaciones o verticalmente a través de plataformas y pisos en locales húmedos o secos cuando las instalaciones, incluyendo los cables instalados, estén de acuerdo con los requisitos de la Sección 300-21.

h) **Expuestas y accesibles.** Las charolas deben estar expuestas y accesibles, excepto lo permitido por la Sección 318-6(g).

i) **Acceso adecuado.** Debe proveerse y mantenerse espacio suficiente alrededor de las charolas, con el fin de permitir acceso adecuado para la instalación y el mantenimiento de los cables.

j) **Charolas como soporte ocasional.** Cuando las charolas están diseñadas para soportar carga adicional, se permite que éstas se empleen como soporte ocasional de tubos conduits o tuberías instaladas de acuerdo a los Artículos 345, 346, 347 y 348.

### **318-8 Instalación de cables.**

a) **Empalmes de cables.** Los empalmes de cables hechos y aislados según métodos aprobados pueden estar en charolas de cables, siempre y cuando sean accesibles y no sobresalgan por los rieles laterales.

b) **Amarre de seguridad.** En tramos de charolas horizontales y sobre todo en tramos no horizontales, los cables deben sujetarse de manera firme a los elementos transversales de las charolas. Pueden usarse collarines de plástico.

c) **Tubos o tubos conduits con acoplamiento.** Cuando para proteger o soportar los cables estos se instalan en tubos conduit o tuberías que tengan elementos de acoplamiento, no se requiere una caja para las uniones.

**Tabla 318-9** Ocupación máxima permisible para cables multiconductores de 0 a 2 000 V en charolas tipo escalera, canal ventilado o fondo sólido  
Ocupación máxima permisible en cm<sup>2</sup>

	Tipo escalera o canal		Charola de fondo	
	ventilado, Sección 318-9(a)		sólido, Sección 318-9(c)	
-Ancho interior de la charola cm	Columna 1 solo para la Sección 318-9(a)(2) cm <sup>2</sup>	Columna 2* solo para la Sección 318-9(a)(3) cm <sup>2</sup>	Columna 3 solo para la Sección 318-9(c)(2) cm <sup>2</sup>	Columna 4* solo para la Sección 318-9(c)(3) cm <sup>2</sup>
15	45	45 - (1.2Sd)	35	35 - (2.5Sd)
30	90	90 - (1.2Sd)	70	70 - (2.5Sd)
45	135	135 - (1.2Sd)	106	106 - (2.5Sd)
60	180	180 - (1.2Sd)	142	142 - (2.5Sd)
75	225	225 - (1.2Sd)	177	177 - (2.5Sd)
90	270	270 - (1.2Sd)	213	213 - (2.5Sd)

\* Para las columnas 2 y 4, el área de ocupación máxima permisible debe calcularse. Por ejemplo, para una charola de 15 cm de ancho el área en cm<sup>2</sup> en la columna 2 debe ser: 45 menos (1.2 multiplicado por Sd). Donde Sd en las columnas 2 y 4, es igual a la suma de los diámetros, en cm, de todos los cables multiconductores de sección transversal de 107.2 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y mayores. Para el cálculo no se incluyen los cables de sección transversal menor.

**318-10** Número de cables monoconductores de 2 000 V, o menos, en charolas. El número de cables monoconductores de 2 000 V, o menos, permitido en cualquier corte transversal de una charola, no debe exceder los requerimientos de esta Sección. Los cables monoconductores o las agrupaciones de ellos deben ser distribuidos uniformemente a lo ancho de la charola y montados en una sola capa. Área de la sección transversal de los cables indicada, se aplica tanto a conductores de cobre como de aluminio.

a) **Charolas tipo escalera o de canal ventilado.** Cuando este tipo de charolas contiene cables monoconductores, el número máximo de estos cables debe cumplir con lo siguiente:

- 1) Cuando todos los cables son de sección transversal de 506.7 mm<sup>2</sup> (1 000 kCM), o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables no debe sobrepasar el ancho de la charola.
- 2) Cuando todos los cables son de secciones transversales entre 126.7 mm<sup>2</sup> (250 kCM) y 506.7 mm<sup>2</sup> (1 000 kCM), la suma de las áreas transversales de todos los cables monoconductores no debe sobrepasar la ocupación máxima permitida para cables de la columna 1 de la Tabla 318-10 para los correspondientes anchos de charola.
- 3) Cuando se instalan en una misma charola cables de 506.7 mm<sup>2</sup> (1 000 kCM), y mayores junto con conductores menores de 506.7 mm<sup>2</sup> (1 000 kCM), la suma de las áreas transversales de todos los cables de sección transversal menor de 506.7 mm<sup>2</sup> (1 000 kCM), no debe sobrepasar el valor máximo de ocupación calculado según la columna 2 de la Tabla 318-10 para los correspondientes anchos de charola.
- 4) Cuando cualquiera de los cables en la charola es de sección transversal entre 53.48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y 107.2 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores no debe sobrepasar del ancho de la charola, y deben estar instalados en una sola capa.

b) **Charolas de canal ventilado.** Cuando charolas de canal ventilado de 75 mm, 100 mm o 150 mm de ancho, contienen cables monoconductores, la suma de los diámetros de todos ellos no debe ser mayor que el ancho interior del canal.

**318-11** Capacidad de corriente de cables de 2 000 V o menos en charolas.

a) **Cables multiconductores.** La capacidad de corriente de los cables multiconductores de 2 000 V, o menos, instalados de acuerdo con los requerimientos de la Sección 318-9, debe cumplir con la capacidad de corriente permisible indicada en las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de corrección del Artículo 310, Nota 8(a), de las Notas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, se aplican solo a

### **318-11 Capacidad de corriente de cables de 2 000 V o menos en charolas.**

**a) Cables multiconductores.** La capacidad de corriente de los cables multiconductores de 2 000 V o menos, instalados de acuerdo con los requerimientos de la Sección 318-9, debe cumplir con la capacidad de corriente permisible indicada en las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de corrección del Artículo 310, *Nota:8(a)*, de las *Notas* de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, se aplican solo a cables multiconductores con más de 3 conductores que conduzcan corriente. Los factores de corrección solo se aplicarán al número de conductores que lleven corriente y no al número total de conductores en la charola.

**Excepción No. 1.** Cuando las charolas tengan cubiertas continuas del tipo cerrado sin ventilación, en una distancia mayor de 1.80 m, las capacidades de corriente de los cables multiconductores, deben ser como máximo el 95 % de las indicadas en las Tablas 310-16 y 310-18.

**Excepción No. 2.** Cuando los cables multiconductores están instalados en una sola capa en charolas no cubiertas, con una separación mantenida entre cables de por lo menos un diámetro de cable, se permite que la capacidad de corriente de los cables multiconductores sea la de las Tablas 310-16 y 310-18 para cables de no más de 3 conductores en aire, corregida por temperatura ambiente, aunque los cables multiconductores sean de más de 3 conductores.

**b) Cables monoconductores.** Los factores de corrección del Artículo 310, *Nota:8(a)*, incluidos en las *Notas* de capacidad de corriente de cables de 0 a 2 000 V, no son aplicables a la capacidad de corriente de cables en charolas.

La capacidad de corriente de cables monoconductores, o de cables monoconductores cableados entre sí, (triplex, cuádruplex, etc.), de 2 000 V o menos, debe cumplir con lo siguiente:

- 1) Cuando los cables monoconductores de sección transversal de 304.0 mm<sup>2</sup> (600 kCM), y mayores se instalan en charolas sin tapa de acuerdo con los requisitos del Art. 318-10, su capacidad de corriente no debe sobrepasar el 75 % de las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando las charolas tengan cubiertas continuas del tipo cerrado sin ventilación, en una distancia mayor de 1.80 metros, las capacidades de corriente de los cables de 304.0 mm<sup>2</sup> (600 kCM), y mayores, no deben sobrepasar del 70 % de las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 310-17 y 310-19.
- 2) Cuando los cables monoconductores de secciones transversales desde 53.48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) hasta 253.4 mm<sup>2</sup> (500 kCM), son instalados en charolas sin tapa, su capacidad de corriente no debe sobrepasar el 65 % de las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando las charolas tengan cubiertas continuas del tipo cerrado sin ventilación, en una distancia mayor de 1.80 metros, las capacidades de corriente de los cables de secciones desde 53.48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) hasta 253.4 mm<sup>2</sup> (500 kCM), no deben sobrepasar del 60 % de las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 310-17 y 310-19.
- 3) Cuando los cables monoconductores están instalados en una sola capa en charolas sin tapa, con una separación mantenida entre cables individuales de por lo menos un diámetro de cable, se permite que la capacidad de corriente de los cables de 53.48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG), y mayores, no exceda de las capacidades de corriente permisible en las Tablas 310-17 y 310-19.
- 4) Cuando cables monoconductores de secciones transversales de 53.48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores, se instalan en una configuración triangular (trébol), en charolas sin tapa, con una distancia mantenida entre circuitos no menor de 2.15 veces el diámetro exterior de uno de los conductores (2.15 X D.E.), la capacidad de corriente no debe exceder las capacidades de corriente de 2 o 3 conductores aislados de 0 a 2 000 V, soportados por un mensajero de acuerdo con la Sección 310-15 (b).

## ARTICULO 320.- ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES

**320-1 Definición.** El alambrado visible sobre aisladores es un método de alambrado que emplea abrazaderas, aisladores, tuberías rígidas o flexibles para la protección y soporte de cables monoconductores aislados, instalados dentro o fuera de un edificio, pero sin estar contenidos en la estructura de éste.

**320-3 Usos permitidos.** El alambrado visible sobre aisladores puede utilizarse en sistemas de 600 V o menos, en locales industriales o agrícolas, en interiores o exteriores, en lugares mojados o secos, donde estén sometidos a vapores corrosivos y para acometidas.

### 320-5 Conductores

a) **Tipo.** Los conductores deben ser de uno de los tipos especificados en el Artículo 310.

b) **Capacidades de corriente.** Las capacidades de corriente deben cumplir con la Sección 310-15.

**320-6 Soportes de conductores.** Los conductores deben soportarse firmemente sobre materiales aislantes que no sean combustibles, ni absorbentes y que no hagan contacto con ningún otro objeto. Los soportes se deben instalar de la manera siguiente:

1) A distancias no mayores de 150 mm de cada lado de un empalme o derivación.

2) Dentro de una distancia de 300 mm de una conexión terminal, de un portalámparas o receptáculo.

3) A intervalos no mayores de 1.4 m y a distancias menores cuando sea necesario para proporcionar un mayor soporte donde puedan existir perturbaciones.

**Excepción No. 1:** Se puede permitir que los soportes para conductores de sección de 8.367 mm<sup>2</sup> (8 AWG) o mayores, instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4.50 m, siempre y cuando se utilicen espaciadores aislantes no combustibles y no absorbentes, a distancias de por menos 1.40 m, para mantener una separación no menor de 65 mm entre conductores.

**Excepción No. 2:** En fábricas donde los circuitos estén protegidos de disturbios se permitirá instalar conductores de 8.367 mm<sup>2</sup> (8 AWG) y mayores a través de espacios abiertos, si están soportados en cada estructura de madera, sobre aisladores adecuados, que mantengan una distancia no menor de 150 mm entre conductores.

**Excepción No. 3:** Solamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado trabajará con el sistema, se permitirá tener a través de espacios abiertos, conductores de sección de 126.7 mm<sup>2</sup> (250 kCM) y mayores, cuando estén soportados a intervalos no mayores de 9 m.

## ARTICULO 321 - ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO

**321-1 Definición.** El alambrado soportado por un mensajero es un sistema visible de alambrado que emplea un mensajero para soportar conductores aislados por cualquiera de los siguientes sistemas:

- 1) Un mensajero con argollas o abrazaderas para soporte de conductores.
- 2) Un mensajero con un material de amarre instalado en campo para soportar los conductores.
- 3) Cables aéreos ensamblados en fábrica.
- 4) Cables múltiples ensamblados en fábrica, que emplean un conductor desnudo, cableado, con uno o más conductores aislados, de tipos dúplex, triplex o cuádruplex.

### 321-3 Usos permitidos.

a) **Tipos de cables.** Los siguientes tipos de cables pueden instalarse en alambrado soportado por mensajero, cumpliendo las condiciones descritas en el Artículo correspondiente a cada uno de ellos:

- 1) Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica (Art. 330).
- 2) Cables con armadura metálica Tipo MC (Art. 334).
- 3) Cables multiconductores de acometida Tipos SE y USE (Art. 338).
- 4) Cables multiconductores para alimentadores subterráneos y circuitos derivados Tipo UF (Art. 339).
- 5) Cables de fuerza y control para charolas Tipo TC (Art. 340).
- 6) Cables para circuitos de potencia limitada para charolas (Secciones 725-51 y 725-53).
- 7) Otros cables ensamblados en fábrica, tales como multiconductores de control, señalización o potencia identificados para ese uso.

b) **En establecimientos industriales.** Se permite su uso en industrias, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal competente dará servicio al alambrado soportado por mensajero, y puede ser de alguno de los siguientes tipos :

- 1) Cualquiera de los tipos de conductores listados en la Tabla 310-13.
- 2) Cables Tipo MV.

**Nota:** aplicable a todos los tipos de cables : Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben ser aprobados para uso en lugares húmedos.

Cuando estén expuestos directamente a la luz solar, el aislamiento de los conductores o cables debe ser resistente a ésta.

c) **Lugares clasificados como peligrosos.** El alambrado soportado con mensajero podrá usarse en lugares clasificados como peligrosos cuando los cables contenidos estén clasificados para tal uso en las Secciones 501-4, 502-4, 503-3, y 504-20.

**321-4 Usos no permitidos.** El alambrado por mensajeros no debe usarse en cubos de ascensores o cuando pudiera estar sujeto a daños físicos severos.

**321-5 Capacidad de corriente.** La capacidad de corriente debe determinarse como se indica en la Sección 310-15.

**321-6 Soporte del mensajero.** El mensajero debe soportarse en los extremos y en lugares intermedios, para eliminar esfuerzos de tensión en los conductores. No debe permitirse que los conductores estén en contacto con los soportes del mensajero o con cualquier parte de la estructura, paredes o tuberías.

## ARTICULO 331. - TUBERIA ELECTRICA NO METALICA

### A. Consideraciones Generales

**331-1 Definición.** La tubería eléctrica no metálica es una canalización flexible, corrugada, con sección transversal circular y sus correspondientes accesorios, acopladores y conectores, aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesta de un material que es resistente a la humedad, a atmósferas químicas, y que es resistente a la flama.

Una canalización flexible es una canalización que puede ser doblada a mano, aplicando una fuerza razonable, pero sin otra ayuda.

**331-2 Otros Artículos aplicables.** Las instalaciones de tubería eléctrica no metálica deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando el Artículo 250 indique el uso de equipo de puesta a tierra, un conductor debe estar instalado en la canalización para este propósito.

**331-3 Usos permitidos.** Se permite el uso de la tubería eléctrica no metálica:

(1) En edificaciones que no excedan de 3 pisos o niveles por encima del nivel de la calle.

a) En lugares accesibles, cuando no esté expuesta a daños físicos.

b) Cuando esté oculta dentro de paredes, pisos o techos.

(2) En edificaciones que excedan de 3 pisos o niveles por encima del nivel de la calle, cuando la tubería eléctrica no metálica esté oculta dentro de paredes, pisos o techos, y estos elementos de acuerdo con el material con que estén elaborados, sean una barrera térmica que resista al menos 15 minutos de exposición al fuego, como se estipula para los materiales aprobados contra el fuego.

(3) En lugares sujetos a influencias corrosivas severas como se especifica en la Sección 300-6 y cuando esté sujeta a agentes químicos para los cuales los materiales están específicamente certificados.

(4) En lugares ocultos, secos y mojados que no estén prohibidos por la Sección 331-4.

(5) Sobre techos suspendidos, cuando éstos proporcionen una barrera térmica que resista al menos 15 minutos de exposición al fuego, como se estipula para los materiales aprobados contra el fuego, con excepción a lo permitido por la Sección 331-3(1)a.

(6) Embebidos en concreto colado, suministrando los accesorios adecuados para llevar a cabo las conexiones.

(7) En lugares interiores mojados, o en losas de concreto por encima o embebidas en ellas con sus accesorios adecuados para esta aplicación.

El frío extremo puede ser causa de que algunos tipos de tuberías no metálicas se vuelvan frágiles, y por lo tanto, sean susceptibles de sufrir daños por contacto físico.

**331-4 Usos no permitidos.** No se permite el uso de tubería eléctrica no metálica:

1) En lugares clasificados como peligrosos.

2) Como soporte de equipos y aparatos.

3) Cuando esté sujeto a temperaturas ambientes que excedan aquella para la cual el tubo está certificado.

4) Para conductores cuya temperatura de operación exceda a la del tubo para la cual está certificado.

5) Enterrada directamente.

6) Cuando la tensión de los conductores sea mayor a 600 V.

7) En lugares expuestos, con excepción a lo permitido por las Secciones 331-3(1), 331-3(5) y 331-3(7).

8) En teatros y lugares similares, con excepción a lo permitido por los Artículos 518 y 520.

### B. Instalación

#### 331-5 Tamaño

a) **Mínimo.** No debe utilizarse tubería eléctrica no metálica de tamaño comercial menor de 13 mm.

b) **Máximo.** El tamaño comercial máximo de la tubería eléctrica no metálica será de 50 mm.

**331-6 Número de conductores.** El número de conductores permitidos en una tubería eléctrica no metálica no debe exceder los porcentajes de ocupación especificados en la Tabla 1, Capítulo 10.

## ARTICULO 345- TUBO CONDUIT METALICO SEMIPESADO

### A. Disposiciones generales

**345-1 Definición.-** La Tubería Conduit Metálica Semipesada es una canalización metálica de sección transversal circular, con uniones integradas o asociadas, con conectores y accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos.

**Nota:** Esta tubería también se conoce como: Tubería Conduit Metálica (TCM); Intermediate Metal Conduit (IMC); Tubería Conduit Metálica Intermedia (TCMI)

**345-2 Otros artículos aplicables.** La instalación de la tubería conduit metálica semipesada debe cumplir con lo indicado en las secciones aplicables del artículo 300.

### 345-3 Usos permitidos

**a) Condiciones atmosféricas e inmuebles.** La tubería conduit metálica se puede utilizar bajo todas las condiciones atmosféricas y para cualquier tipo de inmueble. Cuando sea factible, se debe evitar el contacto de metales disímiles en cualquier parte del sistema para evitar la posibilidad de acción galvánica. La tubería conduit metálica semipesada, se permite como conductor de puesta a tierra para equipos.

**Nota:** véase la sección 250-91 (b) para tipos de conductores de puesta a tierra para equipo.

**Excepción:** Se permite el uso de accesorios y cubiertas de aluminio con tubería conduit metálica semipesada de acero.

**b) Protección contra la corrosión.** Se permite que la tubería conduit metálica pesada, codos, uniones y accesorios se instalen en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas sujetas a influencias de corrosión severa siempre y cuando se protejan contra la corrosión y se estimen adecuados para esta condición.

**c) Relleno de escoria.** Se permite la instalación de tubería conduit metálica semipesada dentro o debajo del relleno de escoria donde esté sujeta a la humedad permanente siempre y cuando se proteja por todos lados con una capa de concreto sin escorias, de espesor no menor de 5 cm., o que se coloque a no menos de 46 cm. por debajo del relleno, o que se proteja contra la corrosión y se estime adecuada para esta condición.

### B. Instalación

**345-5 Lugares mojados.** Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos contra ella por materiales resistentes a la corrosión.

### 345-6 Tamaño

**a) Mínimo.** No debe usarse tubería conduit de diámetro nominal menor al tamaño de 12.7 mm.

**b) Máximo.** No debe usarse tubería conduit de diámetro nominal mayor al tamaño comercial de 101.6 mm.

**345-7 Número de conductores en un tubo conduit.** El número de conductores en un solo tubo conduit no debe sobrepasar lo permitido por el porcentaje de ocupación dado en la tabla 1, capítulo 10 utilizando las dimensiones de tubos conduit de la tabla 4 del capítulo 10.

## ARTICULO 346- TUBO CONDUIT METALICO TIPO PESADO

**346-1 Uso.** La tubería conduit metálica tipo pesado, puede utilizarse bajo todas las condiciones atmosféricas e inmuebles, siempre que se cumpla con los incisos a), b) y c) que se muestran mas adelante.

**Nota:** A esta tubería también se le conoce como: Tubería Conduit Metálica Rígida (TCMR); Conduit Metálico Rígido (CMR); Rigid Metal Conduit (RMC).

**a) Protección con esmalte.** Las canalizaciones y accesorios ferrosos que están protegidos contra la corrosión únicamente con esmaltes pueden utilizarse sólo en interiores y en locales no expuestos a condiciones corrosivas severas.

**b) Metales diferentes.** Donde sea factible, debe evitarse el contacto de metales distintos para eliminar la posibilidad de acción galvánica.

**Excepción:** Se permite el uso de accesorios y cubiertas de aluminio con tubería conduit metálica rígida de acero, y también se permite el uso de accesorios y cubiertas de acero con tubería conduit metálica rígida de aluminio.

**c) Protección contra la corrosión.** Se permite que tubos conduit metálicos ferrosos o no, codos, uniones y accesorios se instalen en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas sujetas a influencias corrosivas severas, siempre y cuando estén protegidos contra la corrosión por un material estimado adecuado para esta condición.

### A. Instalación

**346-3 Relleno de escoria.** Los tubos conduit no deben instalarse dentro o debajo de un relleno de escoria donde estén sujetos a humedad permanente.

**346-4 Lugares mojados.** Todos los soportes, tornillos, pernos, abrazaderas, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o protegerse contra ella por materiales resistentes a la corrosión.

**346-5 Tamaño mínimo.** No debe utilizarse ningún tubo conduit de diámetro inferior al tamaño comercial de 12.7 mm.

**346-6 Número de conductores en el tubo conduit.** El número de conductores permitidos en un solo tubo conduit metálico tipo pesado debe estar conforme a los porcentajes indicados en la tabla 1 del capítulo 10.

**346-11 Dobles.** Número en un tramo. No debe haber más de dos dobles de 90° (180° en total) entre puntos de tracción, como cajas de registro ovaladas y registros.

**TABLA 346-10** Radios de dobles en tubos conduit (mm)

Dimensiones del tubo conduit (mm)	Conductores sin pantalla de plomo (mm)	Conductores con cubierta de plomo (mm)
12.7	102	152
19.0	127	203
25.4	152	279
1.8	203	356
38.1	254	406
50.8	305	533
63.5	381	635
76.2	457	787
88.9	533	914
102.0	610	1016
27.0	762	1270
152.0	914	1549

**TABLA 346-10** *Excepción.* Radios de dobles en tubos conduit (mm)

Dimensiones del tubo conduit (mm)	Radio al centro del tubo conduit (mm)
12.70	102
19.00	114
25.40	146
31.75	184
38.10	210
50.80	241
63.50	267
76.20	330
88.90	381
102.00	406
127.00	610
152.00	762

**TABLA 346-12 Soportes para tubería conduit metálica rígida**

Dimensiones del tubo conduit mm	Distancia máxima entre soportes de tubería conduit metálica rígida m
12.7-19.0	3.00
25.4	3.70
31.8-38.1	4.30
50.8-63.5	4.90
76.2 y mayor	6.10

## ARTICULO 347 - TUBO RIGIDO NO METALICO

### A- Consideraciones Generales

#### 347-1. Descripción.

Las disposiciones de esta sección se aplicarán a un tipo de tubo y sus accesorios de material no metálico adecuado, que resista la humedad y los ambientes químicos. Para su utilización fuera del suelo tendrá que ser también retardante de la llama, resistente al impacto, al aplastamiento y las deformaciones provocadas por el calor en las condiciones probables de servicio y será resistente a las bajas temperaturas y a los efectos de la luz del sol. Para su empleo subterráneo, deberá ser aceptablemente resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de suficiente resistencia para soportar el impacto y aplastamiento durante su manipulación e instalación. Para su empleo directamente enterrado en el suelo, sin recubrimiento de concreto, el material será capaz de resistir la carga continua que probablemente exista después de la instalación. En las Secciones 347-18 a la 347-22 de la parte C de este artículo, se indican las disposiciones aplicables al tubo de polietileno, con las limitaciones que ahí se establecen.

Los materiales reconocidos por sus características físicas adecuadas, cuando han sido propiamente fabricados y tratados, incluyen: fibras, asbesto-cemento, esteatita, resinas de fibra de vidrio, cloruro de polivinilo rígido y polietileno de alta densidad para uso subterráneo, y cloruro de polivinilo rígido para uso no subterráneo.

**347-2. Usos permitidos.** Los tubos rígidos no metálicos y sus accesorios se pueden utilizar en las condiciones siguientes

**Nota:** Demasiado frío puede hacer que algunos tubos no metálicos se vuelvan frágiles o quebradizos y por consiguiente más susceptibles a daños por contacto físico.

a) **Ocultos.** En paredes y pisos.

b) **Influencias corrosivas.** En lugares expuestos a fuertes acciones corrosivas, según se señala en la Sección 300-6, y donde estén sujetos a la acción química para la cual los materiales hayan sido específicamente aprobados.

c) **Escorias.** En relleno de escorias.

d) **Lugares mojados.** En los ambientes de las lecherías, lavanderías, fábricas de conservas y otros lugares mojados y en lugares donde se lavan frecuentemente las paredes, el sistema completo de tuberías, cajas y accesorios se instalará y equipará de manera que impida la entrada de agua. Todos los soportes, pernos, grapas, tornillos, etc., serán de materiales resistentes a la corrosión o protegidos contra ella por medio de materiales aprobados resistentes a la corrosión.

e) **Lugares secos y húmedos.** En los lugares secos y húmedos no prohibidos por la sección 347-3.

f) **Descubierto.** En instalaciones a la vista donde no estén sometidos a daños materiales, si están marcados para tal uso.

g) **Instalaciones subterráneas.** Para instalaciones subterráneas, véanse las secciones 300-5 y 710-3 b).

**347-3. Usos no permitidos.** Los tubos rígidos no metálicos no se utilizarán:

a) **Lugares (clasificados) peligrosos.** En lugares (clasificados) peligrosos, excepto lo señalado en las Secciones 514-8 y 515-5 y lugares Clase I, División 2, como lo permitido en la **Excepción** de la sección 501-4 b).

b) **Soportes de aparatos.** Para soportes de aparatos u otros equipos.

c) **Daños materiales.** Donde estén expuestos a daños materiales, a menos que estén marcados para el uso.

d) **Temperaturas ambiente.** Donde estén expuestos a temperaturas ambiente mayores que aquellas para las cuales están aprobados.

e) **Limitaciones de temperatura del aislante.** Para conductores cuyas limitaciones de temperatura del aislante sean mayores que las aprobadas para el tubo rígido no metálico.

**347-4. Otras secciones aplicables.** Las instalaciones de tubos rígidos no metálicos cumplirán con las disposiciones de las secciones aplicables del Artículo 300

... Cuando según el Artículo 250 se exija la puesta a tierra de los equipos, se deberá instalar dentro del tubo un conductor separado de puesta a tierra del equipo.

### A. Instalaciones

**347-5. Escariado.** Todos los extremos de los tubos se escariarán por dentro y por fuera para eliminar los bordes filosos.

**347-6. Uniones.** Todas las uniones entre longitudes de tubos y entre tubos y uniones, accesorios y cajas de harán por un método aprobado para este objeto.

**347-8. Soportes.** Los tubos rígidos no-metálicos serán soportados como señala la tabla 347-8. Además, estarán soportados a no menos de 90 cm de cada caja, gabinete, u otra terminación del tubo.

**347-9. Juntas de dilatación.** Donde sean requeridas, se utilizarán juntas de dilatación en el tubo rígido no metálico para compensar las dilataciones y contracciones térmicas.

**Tabla 347-8 Soportes de tubo conduit no metálicos**

Dimensiones del Tubo Conduit mm	Espacio Máximo entre Soportes m
12.7 - 25.4	1.0
31.7 - 50.8	1.5
63.5 - 76.2	1.8
88.9 - 127	2.1
152	2.4

## **C- Tubo de Polietileno.**

### **347-18 General**

El tubo conduit de polietileno debe ser resistente a la humedad y resistentes a agentes químicos específicos. Además, debe tener suficiente resistencia mecánica para proporcionar adecuada protección a los conductores y para soportar un trato rudo durante su instalación. Se identifica por el color anaranjado.

El tubo flexible de polietileno de baja densidad debe cumplir con las dimensiones y demás características que se fijan en la Norma correspondiente vigente.

### **347-19. Uso permitido.**

El tubo de polietileno solo puede usarse para tensiones de operación hasta de 150 v a tierra y en las condiciones siguientes:

- a) **Embebido en concreto o embutido en muros, pisos y techos.**
- b) **Enterrado a una profundidad** no menor de 0.50 m, a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo.

### **347-20 Uso no permitido.**

El tubo de polietileno no debe usarse en las condiciones siguientes:

- a) **En áreas y locales clasificados como peligrosos.**
- b) **En teatros, cines y locales similares.**
- c) **Para soportar luminarios u otros equipos.**
- d) **Donde esté expuesto a temperaturas** mayores de 70C<sup>(máx)</sup> (tomando en consideración tanto la temperatura ambiente del local como la de operación de los conductores).
- e) **Oculto por plafones, en techos.**
- f) **Oculto en cubos de edificios (para alimentadores locales).**
- g) **En instalaciones visibles.**

### **347-21 Colocación de los conductores en el tubo.**

De acuerdo con el requisito general que fija el Artículo 301-11, los conductores no deben introducirse en los tubos sino hasta que estos hayan sido instalados y formen un sistema completo de canalización.

### **347-22 Marcado.**

El tubo de polietileno debe estar marcado a intervalos no mayores de 2 m con los datos siguientes: nombre o marca del fabricante, el tamaño nominal del tubo y la contraseña de certificación oficial.

## ARTICULO 348- TUBO CONDUIT METALICO TIPO LIGERO

**348-1 Uso.** La tubería conduit metálica tipo ligero puede utilizarse en instalaciones visibles y ocultas.

**Nota:** A esta tubería también se le conoce como: Tubería Metálica Eléctrica (TME), Electrical Metallic Tubing (EMT) o como "tubing".

La tubería conduit metálica tipo ligero no se utilizará:

- 1) Cuando en el curso de las instalaciones, o después, quede expuesta a severos daños físicos.
- 2) Cuando la protección contra la corrosión sea sólo con esmalte.
- 3) En concreto de escorias o rellenos, cuando esté expuesta a la acción permanente de la humedad, a menos que esté recubierta por todos lados con una capa de concreto sin escorias de un espesor no menor de 5 cm, o se entierre a una profundidad por debajo del relleno de por lo menos 45 cm.
- 4) En cualquier lugar clasificado peligroso excepto lo permitido por las secciones 502-4, 503-3 y 504-20.
- 5) Para la sujeción de artefactos eléctricos u otros equipos.

Donde sea factible debe evitarse el contacto de metales diferentes, con el fin de evitar la posibilidad de acción galvánica.

**Excepción:** Se permite el uso de accesorios y gabinetes de aluminio con tubería conduit metálica eléctrica de acero.

Se permite que la tubería conduit metálica tipo ligero, codos, uniones y accesorios de material ferroso o no, se instalen en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas sujetas a influencias corrosivas severas, cuando estén protegidos de la corrosión por un material estimado adecuado para esta condición.

**Nota:** véase la sección 300-6 para protección contra la corrosión.

### A. Instalación

**348-4 Lugares mojados.** Todos los soportes, tornillos, pernos, abrazaderas, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o protegerse contra ella por materiales resistentes a la corrosión.

### 348-5 Tamaños

a) **Mínimo.** No debe usarse tubería conduit de diámetro nominal menor al tamaño de 12.5 mm.

b) **Máximo.** El diámetro nominal máximo de la tubería conduit debe ser el tamaño de 10 cm.

**348-7 Roscado.** La tubería conduit metálica tipo ligero no debe roscarse. Cuando se utilice una unión integral, dicha unión será roscada de fábrica.

**348-8 Uniones y conectores.** Las uniones y conectores deben estar bien apretados. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, serán del tipo hermético al concreto y cuando se instalen en lugares mojados, serán del tipo hermético a la lluvia.

**348-12 Soportes.** La tubería conduit metálica tipo ligero debe instalarse como un sistema completo, como está previsto en el Artículo 300 y sujetarse firmemente por lo menos cada 3 m y a no más de 90 cm de cada registro de salida, de unión, dispositivo, accesorio o cualquier otra derivación del tubo.

## ARTICULO 349 - TUBERIA METALICA FLEXIBLE

### A. Consideraciones Generales

**349-1 Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a una canalización para conductores eléctricos, de sección transversal circular, flexible, metálica y hermética a los líquidos, sin cubierta no-metálica.

**349-2 Otros Artículos aplicables.** Las instalaciones de tubería metálica flexible deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300 y la Sección 110-21.

**349-3 Usos permitidos.** Se permite el uso de la tubería metálica flexible:

- 1) En lugares secos.
- 2) En lugares accesibles, cuando esté protegida contra daños físicos o esté oculta, como en el caso de techos de plafón suspendido.
- 3) Para circuitos hasta 1 000 V como máximo.
- 4) En circuitos derivados.

**349-4 Usos no permitidos.** No se permite el uso de tubería metálica flexible:

- 1) En cubos de ascensores.
- 2) En cuartos de baterías.
- 3) En lugares clasificados como peligrosos, a menos que se permita en otros Artículos de esta Norma.
- 4) Enterrada directamente o embebida en concreto colado o agregado.
- 5) Cuando pueda estar sujeta a daños físicos.
- 6) En longitudes mayores de 1.80 m.

### B. Construcción e instalación

#### 349-10 Tamaños.

a) **Mínimo.** No debe utilizarse tubería metálica flexible de tamaño comercial menor de 13 mm.

**Excepción No. 1:** Se puede permitir el uso de tubería de tamaño comercial de 9.5 mm, cuando se instale de acuerdo con las Secciones 300-22(b) y (c).

**Excepción No. 2:** El tamaño comercial de 9.5 mm se permite en ensambles aprobados o para conexión de luminarias, en longitudes no mayores de 1.80 m. Véase la Sección 410-67 (c).

b) **Máximo.** El tamaño comercial máximo de la tubería metálica flexible debe ser de 19 mm.

## ARTICULO 350 - TUBO CONDUIT METALICO FLEXIBLE

**350-1 Otras Artículos aplicables.** Las instalaciones con tubo conduit metálico flexible deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 300.

**350-2 Usos no permitidos.** El tubo conduit metálico flexible no debe utilizarse en:

- 1) Lugares mojados, a menos que los conductores tengan una cubierta de plomo o de otro tipo certificado para estas condiciones, y que la instalación se haga de tal manera, que el agua no pueda pasar a otras canalizaciones o envoltentes a las que esté conectado el tubo.
- 2) Cubos de ascensores que no sean los especificados en la Sección 620-21.
- 3) Cuartos de baterías de acumuladores.
- 4) En cualquier lugar clasificado como peligroso, excepto los permitidos en las Secciones 501-4(b) y 504-20.
- 5) Cuando el tubo lleva conductores con cubiertas de hule que puedan estar expuestos a aceite, gasolina u otros materiales que dañan a la cubierta.
- 6) Enterrados o embebidos en concreto, o agregados colados.
- 7) Cuando pueda estar expuesto a daños físicos.

**350-3 Tamaño.** No deben utilizarse tubos conduits metálicos flexibles de tamaño comercial menor de 13 mm.

**Excepción No. 2:** Se permite el uso de tubo conduit metálico flexible de tamaño comercial de 9.5 mm, en longitudes no mayores de 1.80 m, como parte de un ensamble aprobado o de una unión de derivación a luminarias como lo especifica la Sección 410-67(c), o para conexión de equipos.

**350-4 Soportes.** Cuando se instalen tubos conduits metálicos flexibles, éstos deben fijarse en forma adecuada y aprobada, a intervalos que no excedan de 1.4 m, y a no más de 300 mm de distancia, de ambos lados de cada caja de salida, caja de unión, gabinete, o accesorio.

**350-5 Puesta a Tierra.** El tubo conduit metálico flexible puede usarse como medio de puesta a tierra como se indica en la Sección 250-91(b). Cuando se requiera un puente eléctrico de conexión por fuera del tubo conduit metálico flexible, debe instalarse de acuerdo con la Sección 250-79.

**Tabla 350-3** Número máximo de conductores aislados en un tubo conduit metálico flexible de 9.5 mm\*

Columna A = con accesorios dentro del tubo conduit

Columna B = con accesorios por fuera del tubo conduit

Area de la Sección transversal mm <sup>2</sup> (AWG)	TIPOS					
	XHHW THW, THHW XHHW-LS, THW-LS, THHW-LS		TFN, THHN THWN		FEP FEPB	
	A	B	A	B	A	B
0.8235 (18)	3	7	4	8	5	8
1.307 (16)	2	4	3	7	4	8
2.082 (14)	-	4	3	7	3	7
3.307 (12)	-	3	-	4	-	4
5.260 (10)	-	-	-	2	-	3

\* Se permite un conductor desnudo adicional de la misma área de la sección transversal para la puesta a tierra de equipos.

## ARTICULO 351 - TUBO CONDUIT FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS METALICO Y NO METALICO (Liquidtight)

**351-1 Alcance.** Este Artículo cubre tubo conduit flexible hermético a los líquidos, metálico y no metálico (Liquidtight).

### A. Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos

**351-2 Definición.** El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos es una canalización de sección transversal circular, con una cubierta hermética a los líquidos no metálica y resistente a los rayos del sol, sobre un núcleo metálico flexible interior y sus correspondientes accesorios, acopladores y conectores, certificados para la instalación de conductores eléctricos.

**351-3 Otras Artículos aplicables.** Las instalaciones de tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, deben cumplir con las indicaciones aplicables del Artículo 300 y con las Secciones específicas de los Artículos 350, 501, 502, 503 y 553 a los que se hace referencia posteriormente.

### 351-4 Usos

**a) Usos permitidos.** Se permite que el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, se use en instalaciones a la vista u ocultas:

- 1) Cuando las condiciones de instalación, operación o mantenimiento, requieren flexibilidad o protección contra líquidos, vapor u objetos sólidos.
- 2) Según lo que permiten las Secciones 501-4(b), 502-4, 503-3 y 504-20 y en otros lugares clasificados como peligrosos, si están específicamente certificados para ese uso, y también por la Sección 553-7 (b).

**b) Usos no permitidos.** El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos no debe usarse:

- 1) Cuando pueda estar sometido a daños físicos.
- 2) Cuando las condiciones ambientales o la temperatura de los conductores o ambas condiciones, puedan originar una temperatura de operación mayor que la permitida para el material.

### 351-5 Tamaños.

**a) Tamaño mínimo.** No deben usarse tubos conduits metálicos flexibles herméticos a los líquidos de tamaño comercial menor de 13 mm.

**Excepción :** Se puede utilizar el tamaño de 9.5 mm según lo permitido en la Sección 350-3.

**b) Máximo.** El tamaño máximo de los tubos conduits metálicos flexibles herméticos a los líquidos debe ser de 100 mm.

**351-8 Soportes.** Cuando se instale un tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos como canalización fija, debe sujetarse por medios certificados a intervalos no mayores de 1.40 m y a no más de 30 cm de cada lado de cualquier caja de salida, caja de unión, gabinete o accesorio.

**351-9 Puesta a tierra.** El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos puede utilizarse como conductor de puesta a tierra cuando tanto el tubo como sus accesorios sean adecuados para ese propósito. Cuando se requiera un puente eléctrico de conexión por fuera del tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, éste debe instalarse de acuerdo con la Sección 250-79.

### B. Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos

**351-22 Definición.** El tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos es una canalización de sección transversal circular de varios tipos:

- (1) Con un núcleo interior liso sin costuras y una cubierta adherida al núcleo, y teniendo una o más capas de refuerzo entre el núcleo y la cubierta.
- (2) Con superficie lisa interior y con refuerzo integral dentro de la pared del conduit.
- (3) Una superficie corrugada externa e internamente sin refuerzo integral dentro de la pared.

Este tubo es resistente a la flama y con sus accesorios adecuados es adecuado para la instalación de

### **351-23 Usos.**

**a) Usos permitidos.** Los tubos conduit no metálicos flexibles herméticos a los líquidos pueden usarse en lugares visibles y ocultos:

- 1) Cuando se requiere flexibilidad en la instalación, operación o mantenimiento.
- 2) Cuando se requiere la protección de los conductores contenidos en el tubo contra vapores, líquidos u objetos sólidos.
- 3) Para exteriores, cuando estén certificados para ese uso.
- 4) Para instalación directamente enterrada, cuando estén certificados para ese uso.

### **b) Usos no permitidos.**

No deben usarse tubos conduit no metálicos flexibles herméticos a los líquidos:

- 1) Cuando puedan estar sujetos a daños físicos.
- 2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de la temperatura de los conductores sea mayor que la certificada para los tubos conduit no metálicos flexibles herméticos a los líquidos.
- 3) En longitudes mayores de 1.80 m.
- 4) Cuando la tensión de los conductores es mayor de 600 V nominales.

**351-24 Tamaño.** El tamaño comercial de los tubos conduit no metálicos flexibles herméticos a los líquidos debe ser de 13 mm a 100 mm inclusive.

**351-28 Puesta a tierra del equipo.** Cuando se requiere un conductor de puesta a tierra del equipo, para circuitos instalados en tubos conduit no metálicos flexibles herméticos a los líquidos, éste puede estar instalado dentro o fuera del tubo. Cuando se instala en el exterior, la longitud del conductor de puesta a tierra del equipo no debe exceder de 1.80 m y debe seguir la ruta de la canalización o envolvente. Los accesorios y las cajas deben conectarse y ponerse a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

## ARTÍCULO 352 - CANALIZACIONES METÁLICAS Y NO METÁLICAS DE SUPERFICIE

### A. Canalizaciones metálicas de superficie

**352-1. Uso.** Las canalizaciones metálicas de superficie pueden instalarse en lugares secos. No se usarán: 1) donde estén sometidas a daños materiales severos, a menos que estén aprobadas 2) cuando el voltaje entre conductores sea de 300 V o mayor, a menos que el metal tenga un espesor no inferior a un milímetro 3) donde estén sometidas a vapores corrosivos 4) en huecos de ascensores 5) en lugares clasificados como peligrosos, excepto los de Clase I, División 2, como lo permitido en la Excepción de la Sección 501-4b) 6) ocultas, con excepciones de lo siguientes:

**352-3. Calibre de los conductores.** Ningún conductor con un calibre mayor de aquel para el cual la canalización está diseñada, se instalará en una canalización metálica de superficie.

**352-4. Número de conductores en las canalizaciones.** El número de conductores instalados en cualquier canalización no será mayor que el número para el cual ha sido diseñada dicha canalización.

Los factores de reducción en la Nota: 8 (a) de las tablas 310-16 a 310-19, no se aplicarán a los conductores instalados en canalizaciones metálicas de superficie, cuando se cumpla todo lo siguiente:

- 1) El área transversal de la canalización excede de 26 cm<sup>2</sup>.
- 2) Los conductores que transportan corriente no exceden de 30, en número.
- 3) La suma del área transversal de todos los conductores contenidos no excede el 20 % del área transversal interior de la canalización metálica de superficie.

**352-6. Canalizaciones combinadas.** Donde se utilicen canalizaciones metálicas de superficie combinadas, para circuitos de señalización, alumbrado y fuerza, los diferentes sistemas deben instalarse en compartimentos separados, identificados en el acabado interior con colores que contrasten fuertemente, debiéndose mantener la misma posición relativa de los compartimentos en la instalación en todo el inmueble.

### B. Canalizaciones no metálicas de superficie

**352-21. Descripción.** La parte B de este Artículo se aplicará a las canalizaciones no metálicas de superficie y a los accesorios con materiales no metálicos apropiados, resistentes a la humedad y las atmósferas químicas.

Estos materiales deben ser además retardantes de la llama, resistentes a los impactos y a la compresión, deben resistir, sin deformarse, el calor que se presentará en las condiciones de servicio y también ser resistentes a los efectos de baja temperatura.

**352-22. Uso.** El uso de canalizaciones no metálicas de superficie se permitirá en lugares secos. No se usarán:

- 1) Ocultas.
- 2) Donde estén expuestas a fuertes daños materiales.
- 3) Donde la tensión entre conductores sea de 300 V o mayor;
- 4) En huecos de ascensores.
- 5) En lugares clasificados como peligrosos
- 6) Donde estén sujetas a temperaturas ambiente mayores de 50°C.
- 7) Donde se usen conductores con aislantes certificados para temperaturas superiores a los 75°C.

**352-24. Calibre de los conductores.** Ningún conductor con un calibre mayor que aquel para el cual la canalización está diseñada, será instalado en una canalización no metálica de superficie.

**352-25. Número de conductores en las canalizaciones.** El número de conductores instalados en cualquier canalización no será mayor que el número para el cual ha sido diseñada dicha canalización.

## ARTICULO 362-DUCTOS METALICOS Y NO METALICOS CON TAPA

### A. Ductos metálicos

**362-1 Definición.** Los ductos metálicos con tapa, son canalizaciones hechas de láminas metálicas con tapas articuladas o desmontables, para contener y proteger los conductores eléctricos que se instalen después de que el sistema de ductos ha sido totalmente terminado.

**362-2 Uso.** Los ductos metálicos con tapa pueden usarse sólo en instalaciones visibles. Cuando se instalen en lugares mojados, deben ser de construcción hermética a la lluvia. Los ductos metálicos con tapa no se deben instalar: (1) donde estén expuestos a fuertes daños físicos o a vapores corrosivos; (2) en cualquier local clasificado como peligroso, excepto lo permitido en las Secciones 501-4(b), 502-4(b), y 504-20.

**362-4 Sección o calibre de los conductores.** En ningún ducto metálico con tapa se deben instalar conductores de sección o calibre mayor que aquél para el cual se diseñó el ducto.

**362-5 Número de conductores.** Los ductos metálicos con tapa no deben contener más de 30 conductores que conduzcan corriente, en cualquier punto de la trayectoria del ducto. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores de control entre un motor y su arrancador y usados sólo para arranque pesado, no deben considerarse como conductores que transportan corriente.

La suma de las áreas de las secciones transversales de los conductores contenidos en cualquier sección transversal de un ducto, no debe ser mayor del 20 % de la sección transversal interna de dicho ducto.

Los factores de corrección especificados en el Artículo 310, Nota:8 (a) de las Notas correspondientes a las tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, no se aplican a los 30 conductores que conducen corriente, cuando los conductores ocupen el 20 % o menos de la sección transversal interior del ducto.

**362-7 Empalmes y derivaciones.** Se permiten los empalmes y las derivaciones dentro de un ducto metálico con tapa, siempre que sean accesibles. Los conductores, incluyendo los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 % de la sección del ducto, en cualquier punto de su trayectoria.

**362-8 Soportes.** Los ductos metálicos con tapa, deben estar soportados firmemente a intervalos no mayores de 1.50 m, o para longitudes individuales mayores de 1.50 m en cada extremo o unión, a menos que sean adecuados específicamente para otros intervalos de soporte. En ningún caso el intervalo entre soportes debe ser mayor de 3 m.

**Excepción:** Los tramos verticales del ducto metálico con tapa, deben estar soportados firmemente a intervalos no mayores de 4.60 m y no deben tener más de una unión entre dos soportes consecutivos. Las secciones adyacentes del ducto metálico con tapa, deben asegurarse entre sí para proporcionar una unión rígida.

### B. Ductos no metálicos

**362-14 Definición.** Los ductos no metálicos son canalizaciones no metálicas, retardantes a la flama, con tapas desmontables, para contener y proteger los conductores eléctricos, los cuales se instalan después de que el sistema de ductos ha quedado totalmente terminado.

**362-15 Usos permitidos.** Se permite el uso de los ductos no metálicos :

- 1) Únicamente para instalaciones visibles.
- 2) Donde estén sujetos a vapores corrosivos.
- 3) En lugares mojados, si están certificados para tal uso.

**362-16 Usos no permitidos.** Los ductos no metálicos con tapa no deben usarse :

- 1) Donde estén sujetos a daño físico.

- 2) En cualquier lugar clasificado como peligroso.
- 3) Donde estén expuestos a la luz solar, excepto que estén aprobados y marcados para tal uso.
- 4) Donde estén sujetos a temperaturas ambientes diferentes de aquellas para las cuales e certificados dichos ductos no metálicos.

**362-19 Número de conductores.** La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier punto de la trayectoria del ducto no metálico, no debe exceder del 20 % del área de la sección transversal interior del ducto no metálico. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores de control entre un motor y su arrancador, que se usan sólo para arranque pesado, no deben considerarse como conductores que transportan corriente.

Los factores de corrección especificados en el Artículo 310, Nota. 8(a) de las Notas correspondientes a las tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, deben aplicarse a los conductores que conducen corriente, cuando éstos ocupen el 20 % o menos de la sección transversal interior del ducto, mencionado en el párrafo anterior.

**362-22 Soportes.** Los ductos no metálicos con tapa deben estar soportados a intervalos que no excedan de 90 cm y en cada extremo o unión, a menos que estén certificados para otros intervalos de soporte. En ningún caso, la distancia entre soportes debe ser mayor de 3.0 m.

**Excepción:** Los tramos verticales de ducto no metálico con tapa deben estar soportados firmemente a intervalos no mayores de 1.25 m a menos que estén certificados para otros intervalos de soporte, y no deben tener más de una unión entre dos soportes consecutivos. Las secciones adyacentes de ducto no metálico con tapa, deben asegurarse entre sí para proporcionar una unión rígida.

La Tabla 1 está basada en las condiciones usuales de cableado y alineación adecuada de los conductores y cuando la longitud del tendido y el número de dobleces está dentro de límites razonables.

Para ciertas condiciones debe considerarse un tamaño mayor de tubo conduit o un menor porcentaje de relleno.

**Tabla 1. Porcentajes de relleno de conductores para tubos conduit o tuberías.(%)**

Número de conductores	1	2	más de 2
Todos los tipos	53	30	40

**Nota 1:** Véanse las tablas 3A, 3B y 3C para el número de conductores, todos del mismo tamaño, en tamaños comerciales de tubos conduit o tuberías de 13 mm hasta 150 mm.

**Nota 3:**(<sup>ne</sup>)Para conductores con área de sección transversal mayor de 380.0 mm<sup>2</sup> (750 kCM) o para combinaciones de conductores de diferentes tamaños, úsense las tablas 4, 5 y 8 de este Capítulo para las dimensiones de los conductores, de los tubos conduit y de las tuberías.

**Nota 4:** Cuando, para conductores del mismo tamaño se calcula el área total ocupada (considerando el área de sección transversal total de cada uno, incluyendo su aislamiento), afectando este cálculo por el factor de relleno correspondiente y resulta una fracción decimal de 0.8 o mayor que el área de un tubo conduit de tamaño comercial, debe seleccionarse el tubo conduit o tubería de tamaño comercial inmediato superior.

**Nota 5:** Se permite el uso de las dimensiones para conductores desnudos dadas en la tabla 8 de este Capítulo, cuando el uso de conductores desnudos está autorizado en otras secciones de esta Norma.

**Nota 6:** Un cable multiconductor de dos o más conductores debe considerarse como un solo cable para el cálculo del porcentaje de relleno del tubo conduit. Para cables con sección transversal elíptica debe considerarse la distancia mayor como el diámetro externo del cable y con esto calcular el porcentaje de ocupación del cable en el tubo conduit.

**Tabla 3A. Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería**  
(Basado en la Tabla 1, Capítulo 10)

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm <sup>2</sup> (AWG)	Diámetro nominal del tubo mm									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
THW	2.082 (14)	9	15	25	44	60	99	142			
THW-LS	3.307 (12)	7	12	19	35	47	78	111	171		
THHW	5.260 (10)	5	9	15	26	36	60	85	131	176	
XHHW	8.367 (8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108
RHW	2.082 (14)	6	10	16	29	40	65	93	143	192	
	3.307 (12)	4	8	13	24	32	53	76	117	157	
	5.260 (10)	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163
	8.367 (8)	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85
THW	13.30 (6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
	21.15 (4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
THW-LS	33.62 (2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34
	53.48 (1/0)		1	1	2	3	5	8	12	16	21
THHW	67.43 (2/0)		1	1	1	3	5	7	10	14	18
	85.01 (3/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15
RHW y	107.20 (4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13
RHH (sin cubier- ta)	126.70 (250)			1	1	1	2	4	6	8	10
	152.00 (300)			1	1	1	2	3	5	7	
	177.30 (350)				1	1	1	3	4	6	
	202.70 (400)				1	1	1	2	4	5	7
	253.40 (500)				1	1	1	1	3	4	6
	380.00 (750)					1	1	1	2	3	4

**Nota:** Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico normal.

**Tabla 3B. Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería**  
(Basado en la Tabla 1; Capítulo 10)

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm <sup>2</sup> (AWG)	Diámetro nominal del tubo mm									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
THWN	2.082 (14)	13	24	39	69	94	154				
	3.307 (12)	10	18	29	51	70	114	164			
	5.260 (10)	6	11	18	32	44	73	104	160		
	8.367 (8)	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136
THHN	13.30 (6)	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98
	21.15 (4)	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60
FEP	33.62 (2)	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43
(14 a 2)	53.48 (1/0)		1	1	3	4	7	10	15	21	27
	67.43 (2/0)		1	1	2	3	6	8	13	17	22
FEPB	85.01 (3/0)		1	1	1	3	5	7	11	14	18
(14 a 8)	107.20 (4/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15
	126.70 (250)			1	1	1	3	4	7	10	12
XHHW	152.00 (300)			1	1	1	3	4	6	8	11
(4 a 500)	202.70 (400)				1	1	1	3	5	6	8
	253.40 (500)				1	1	1	2	4	5	7
	380.00 (750)					1	1	1	2	3	4
XHHW	13.30 (6)	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81
	380.00 (750)					1	1	1	2	3	4

Nota. Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico normal

**Tabla 4. Dimensiones de tubos conduit y área disponible para los conductores.**

(basado en la Tabla 1, Capítulo 10).

Diámetro nominal mm	Diámetro interior mm	Área interior total mm <sup>2</sup>	Área disponible para conductores mm <sup>2</sup>		
			1 conductor fr=53%	2 conductores fr=30%	más de 2 conductores fr=40%
13	15.80	194	103	58	78
19	20.95	342	181	103	137
25	26.65	555	294	167	222
32	35.05	968	513	290	387
38	40.90	1 316	697	395	526
51	52.50	2 168	1 149	650	867
63	62.71	3 090	1 638	927	1 236
76	77.93	4 761	2 523	1 428	1 904
89	90.12	6 387	3 385	1 916	2 555
102	102.26	8 206	4 349	2 462	3 282
127	128.20	12 203	6 468	3 661	4 881
152	154.00	18 639	9 879	5 592	7 456

Nota. Las dimensiones de esta tabla representan valores promedio, considerando tubos conduit metálicos de tipo pesado. Los tubos conduit metálicos de otro tipo o tubos conduit no metálicos tienen dimensiones diferentes a las mostradas en la tabla.

**Tabla 5. Dimensiones de conductores con aislamiento termoplástico**

Área de la sección transversal del conductor mm <sup>2</sup> (AWG KCM)	Tipos TW, TWH, THW-LS, THHW		Tipos THWN, THHN	
	Diámetro exterior mm	Área mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior mm	Área mm <sup>2</sup>
2.082 (14)	3.5	9.62	3.0	7.07
3.307 (12)	4.0	12.57	3.5	9.62
5.260 (10)	4.6	16.62	4.4	15.21
8.367 (8)	6.0	28.27	5.8	26.42
13.30 (6)	7.8	47.78	6.7	35.26
21.15 (4)	9.0	63.60	8.5	56.75
33.62 (2)	10.5	86.60	10.0	78.54
53.48 (1/0)	13.6	145.30	12.6	124.60
67.43 (2/0)	14.8	172.00	13.8	149.60
85.01 (3/0)	16.1	203.60	15.1	176.70
107.20 (4/0)	17.6	243.30	16.6	216.40
126.70 (250)	19.5	298.60	18.3	263.00
152.00 (300)	20.9	343.00	19.7	304.80
202.70 (400)	23.4	430.10	22.2	387.00
253.40 (500)	25.6	514.70	24.4	467.60
380.00 (750)	30.6	735.40	29.3	674.30
506.70 (1000)	34.5	934.80	32.2	814.30

Notas. - Todos los conductores de esta tabla son de cableado concéntrico normal clase B.

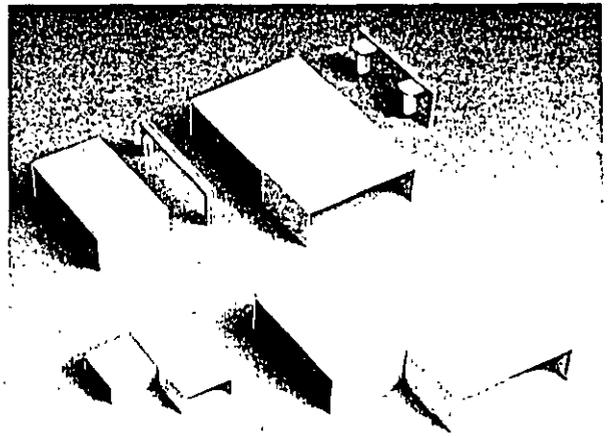
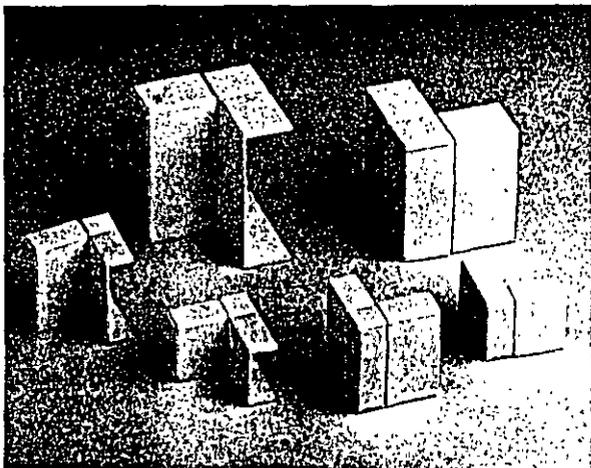
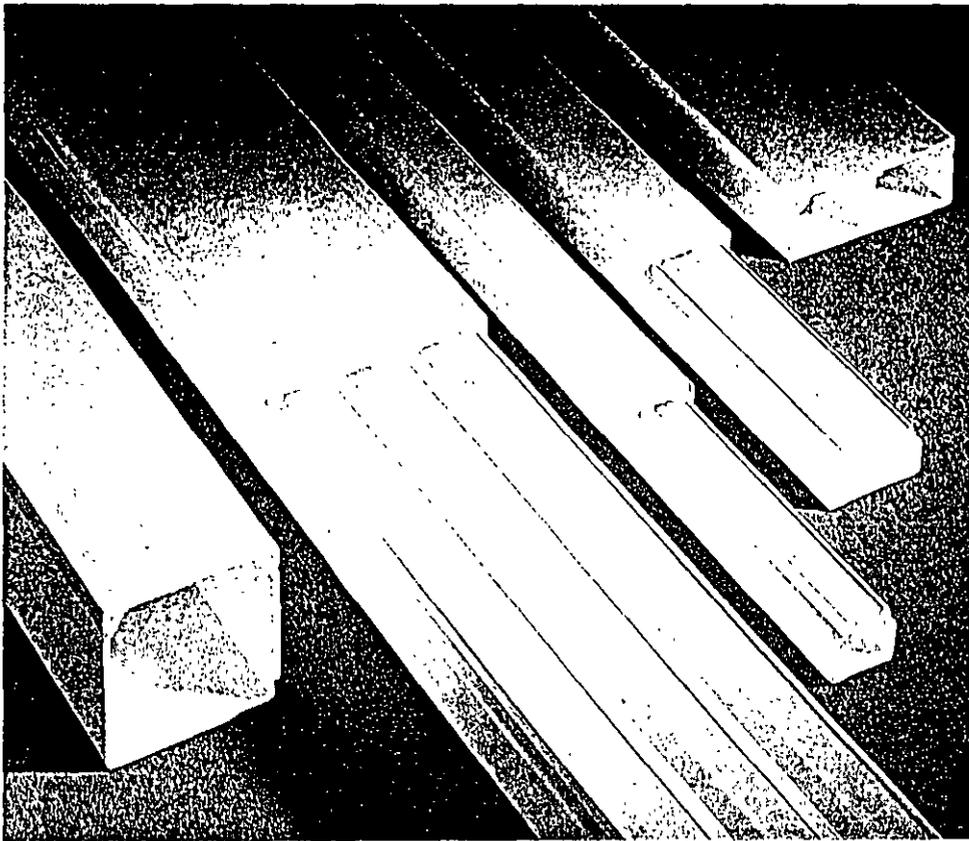
- Los diámetros exteriores de los cables y las áreas son valores promedio, útiles para calcular el número de conductores dentro de tubos conduit.

Tabla 8. Características de conductores concéntricos normales

Área de la sección transversal del conductor mm <sup>2</sup> (AWG kCM)		Conductor concéntrico normal			
		Número de alambres	Diámetro de alambres mm	Diámetro exterior nominal mm	Resistencia eléctrica nominal c.d. ohm/km 20 °C
2.082	(14)	7	0.615	1.85	8.45
3.307	(12)	7	0.776	2.33	5.32
5.260	(10)	7	0.978	2.93	3.34
8.367	(8)	7	1.234	3.70	2.10
13.30	(6)	7	1.555	4.67	1.32
21.15	(4)	7	1.961	5.88	0.832
33.62	(2)	7	2.473	7.42	0.523
53.48	(1/0)	19	1.893	9.47	0.329
67.43	(2/0)	19	2.126	10.63	0.261
85.01	(3/0)	19	2.387	11.94	0.207
107.20	(4/0)	19	2.680	13.40	0.164
126.70	(250)	37	2.088	14.62	0.139
152.00	(300)	37	2.287	16.01	0.116
202.70	(400)	37	2.641	18.49	0.0868
253.40	(500)	37	2.953	20.67	0.0694
380.00	(750)	61	2.816	25.34	0.0463
506.70	(1000)	61	3.252	29.27	0.0347

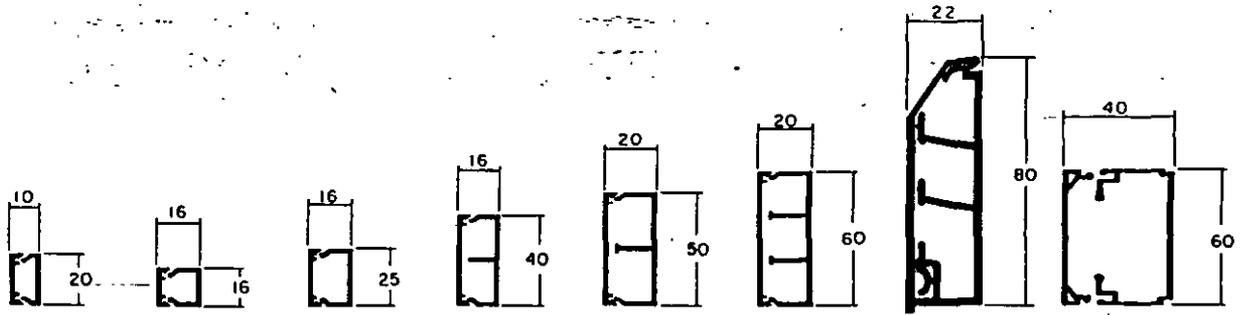
Ing, L. Angel Estevez T.  
Rincón del Cielo N°. 89  
16010, México D.F.

o al FAX N°. 676-4480



- Longitud: 2 metros.
- Color: blanco
- Diseño rectangular para mayor resistencia al impacto.
- **Máxima seguridad en el cierre.**
- **Accesorios multifuncionales**, lo que permite una mayor versatilidad al modificar, rehabilitar o reestructurar una instalación eléctrica, informática ó telefónica, reduciendo considerablemente el costo de la misma.

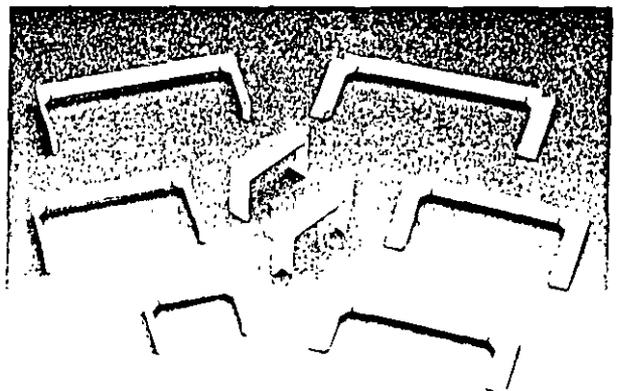
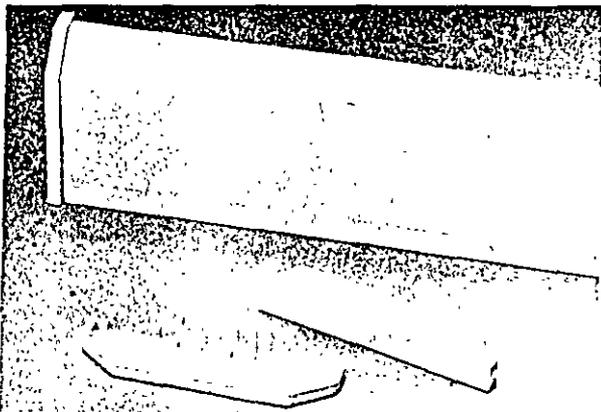
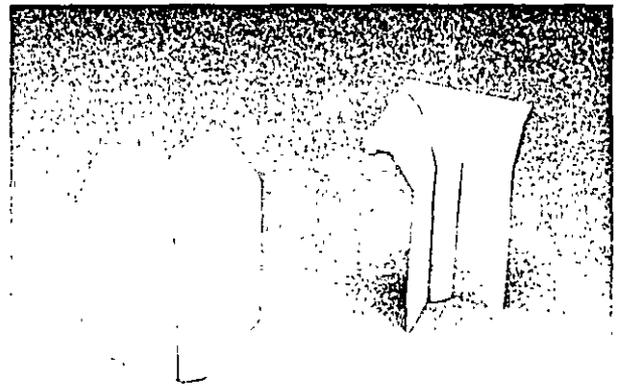
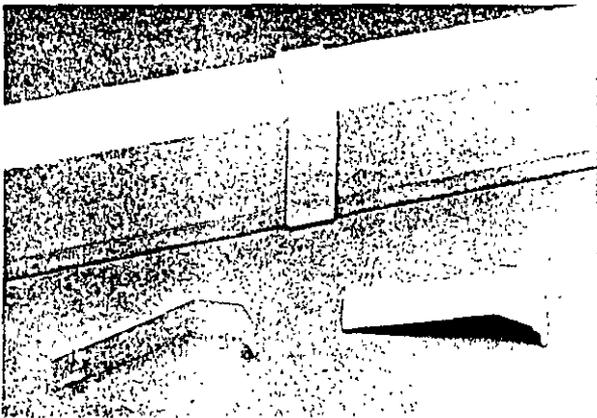
# CANALES Y ACCESORIOS



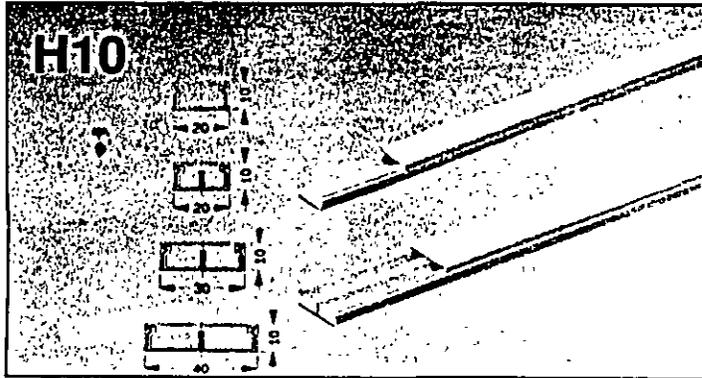
CLAVE	MIQ 10/20	MIQ 16/16	MIQ 16/25	MIQ 16/40/2	MIQ 20/50/2	MIQ 20/60/2	MIQ 20/60/3	ZQ/B 22-80	KIB 40/60
<b>CANALETAS</b>									
Medidas mm.	10 x 22	16 x 16	16 x 25	16 x 40	20 x 50	20 x 60	20 x 60	22 x 80	40 x 60
Sección Total mm <sup>2</sup>	140	185	305	490	800	915	915	845	1,600
No. de Vías	1	1	1	2	2	3	3	3	1
<b>CLAVE ACCESORIOS</b>									
Esquinero Interior	AD 10/20	AD 16/16	AD 16/25	AD 16/40	AD 20/50	AD 20/60	AD 20/60	ZAI/B 22-80	KIA 40-60B
Esquinero Exterior	AD 10/20	AD 16/16	AD 16/25	AD 16/40	AD 20/50	AD 20/60	AD 20/60	ZAE/B 22-80	KIA 40-60B
Sección L	AT 10/20	AT 16/16	AT 16/25	AT 16/40	AT 20/50	AT 20/60	AT 20/60		
Derivación T	AT 10/20	AT 16/16	AT 16/25	AT 16/40	AT 20/50	AT 20/50	AT 20/60		KIED 40-60B
Pieza Unión	AT 10/20	AT 16/16	AT 16/25	AT 16/40	AT 20/50	AT 20/60	AT 20/60	ZEU/B 22-80	KIEU 40-60B
Tapa Final	AT 10/20	AT 16/16	AT 16/25	AT 16/40	AT 20/50	AT 20/60	AT 20/60	ZTF/B 22-80	KITF 40-60/90B

ACCESORIOS AD - Permiten ser usados indistintamente como esquinero interior ó exterior.

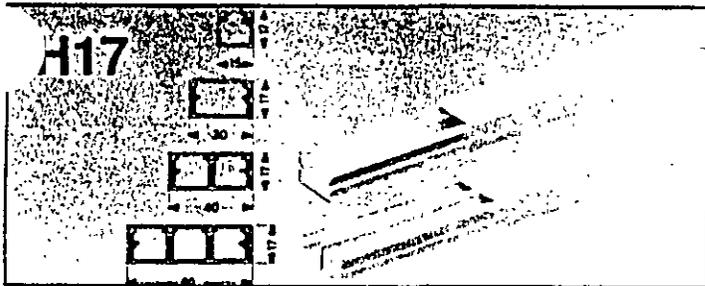
ACCESORIOS AT - Permiten ser usados simultáneamente como sección L, derivación T, pieza unión y tapa final.



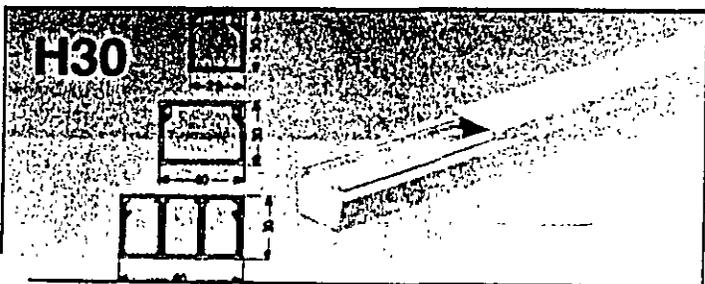
**ARROW HART, S.A. de C.V.**



Artículo	Dimensiones		Vias	Color	Empaque
	B	H			
01 101	20	10	1	Blanco	48/96
01 102	20	10	2	Blanco	48/96
01 104	30	10	2	Blanco	32/64
01 106	40	10	2	Blanco	24/48
01 151	20	10	1	Gris	48/96



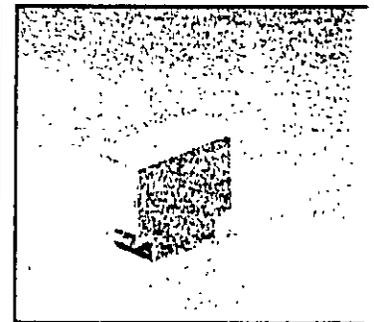
Artículo	Dimensiones		Vias	Color	Empaque
	B	H			
01 110	15	17	1	Blanco	46/92
01 113	30	17	1	Blanco	36/72
01 115	40	17	2	Blanco	24/48
01 116	60	17	3	Blanco	18/36



Artículo	Dimensiones		Vias	Color	Empaque
	B	H			
01 117	25	30	1	Blanco	30/60
01 119	40	30	1	Blanco	20/40
01 120	60	30	3	Blanco	17/34

Angulo Ajustable

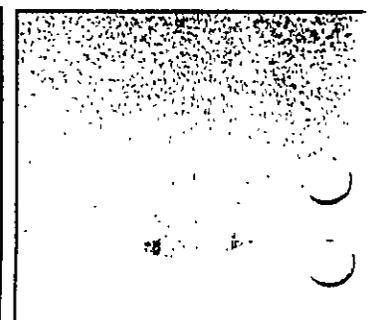
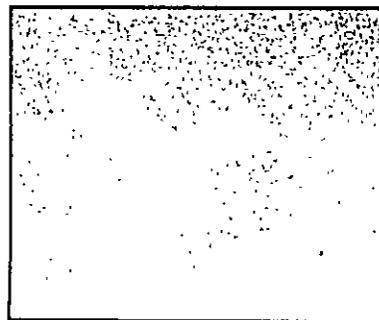
T



Artículo	Color	Empaque	Artículo	Color	Empaque
01 202	Blanco	40	01 302	Blanco	40
01 204	Blanco	40	01 304	Blanco	40
01 206	Blanco	40	01 306	Blanco	40
01 210	Blanco	40	01 310	Blanco	40
01 213	Blanco	40	01 313	Blanco	40
01 215	Blanco	40	01 315	Blanco	40
01 216	Blanco	40	01 316	Blanco	40
01 217	Blanco	40	01 317	Blanco	40
01 219	Blanco	20	01 319	Blanco	20
01 220	Blanco	10	01 320	Blanco	10

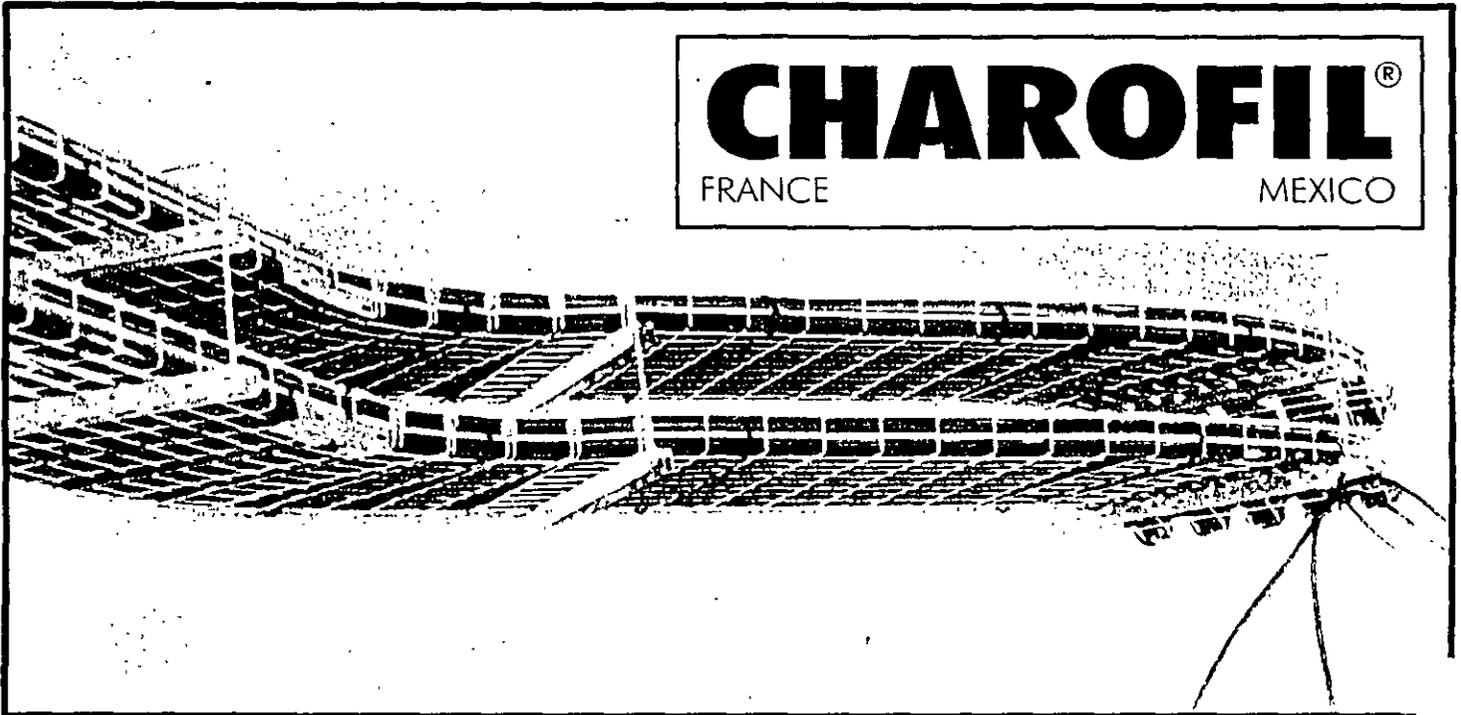
Esquinero Ajustable

Esquinero Externo Ajustable

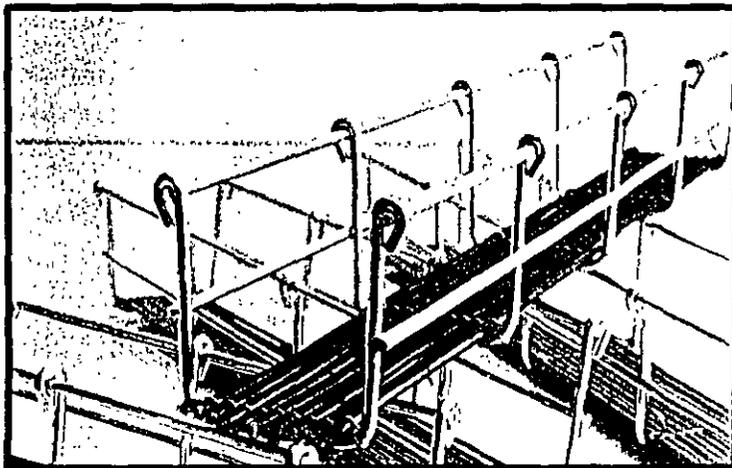


Artículo	Color	Empaque	Artículo	Color	Empaque
01 402	Blanco	40	01 502	Blanco	40
01 404	Blanco	40	01 504	Blanco	40
01 406	Blanco	40	01 506	Blanco	40
01 410	Blanco	40	01 510	Blanco	40
01 413	Blanco	40	01 513	Blanco	40
01 415	Blanco	40	01 515	Blanco	40
01 416	Blanco	40	01 516	Blanco	40
01 417	Blanco	40	01 517	Blanco	40

# **Atrévete a conocer las bondades de...**



**CHAROFIL®**  
FRANCE MEXICO



**Alta calidad**  
**Seguridad**  
**Limpieza**  
**Rápida instalación**  
**Ventilación**  
**Capacidad de carga**  
**Grandes ahorros**



**MANCILLA GRUPO S.A. de C.V.**

Pirul No. 25, Col. Sta. María Insurgentes, Delegación Cuauhtémoc, México D.F.  
Tels. 583 8584 / 583 1777 / 583 1805 / 583 7062 Fax. 538 3483 / 583 83 43  
e-mail : [mancilla@mail.internet.com.mx](mailto:mancilla@mail.internet.com.mx)

# CHAROLA PARA CABLES

**CHAROF**  
FRANCE ME

## ■ CHAROFIL TIPO MALLA METALICA CON PERALTE DE 33 Y 66 mm LONGITUD STANDARD 3000 mm

EZ Código	GAC Código	PESO KG/M "EZ"	Designación	Carga kg/m apoyos 1,5 m 2 m	
132305	134305	0.538	CHF 33 ANCHO 50	7	3
132310	134310	0.787	CHF 33 ANCHO 100	10	4
132315	134315	0.953	CHF 33 ANCHO 150	15	5
132320	134320	1.087	CHF 33 ANCHO 200	20	7
132330	134330	1.867	CHF 33 ANCHO 300	25	13
132605	134605	0.886	CHF 66 ANCHO 50	20	8
132610	134610	1.036	CHF 66 ANCHO 100	29	15
132615	134615	1.210	CHF 66 ANCHO 150	43	18
132620	134620	1.360	CHF 66 ANCHO 200	43	19
132630	134630	2.227	CHF 66 ANCHO 300	54	23
132640	134640	2.900	CHF 66 ANCHO 400	105	50
132650	134650	3.840	CHF 66 ANCHO 500	140	64

Cargas uniformemente repartidas "sin sobrecarga de hombre" con un coeficiente de seguridad de 2.5 con respecto a la ruptura

## ■ TAPAS PARA CHAROFIL PERALTE 33 Y 66 mm

GAC Código	Designación
132805	TAPA CHF ANCHO 50
132810	TAPA CHF ANCHO 100
132815	TAPA CHF ANCHO 150
132820	TAPA CHF ANCHO 200
132830	TAPA CHF ANCHO 300
132840	TAPA CHF ANCHO 400
132850	TAPA CHF ANCHO 500

## ■ TORNILLO - TUERCA

"EZ"/bichro Código	Código	Designación
131102	131142	TORNILLO 6 X 20

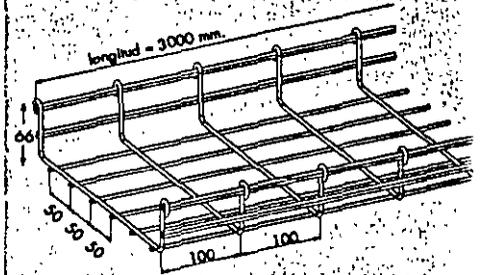
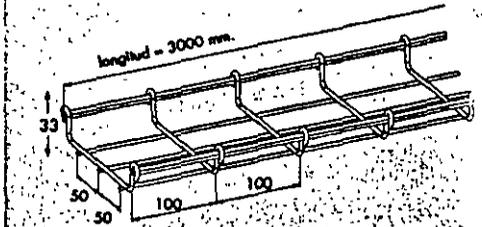
## ■ CLIP AUTOMATICO

Z 275 Código	GAC Código	Designación
131120	131122	Clip automatico CA-33-66
131121	131123	Clip recto ED 33-66

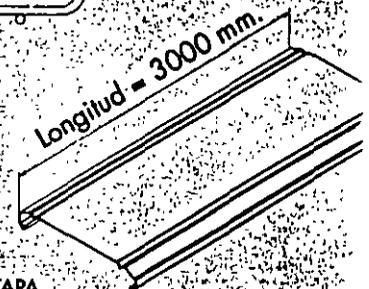
EZ/bichro Código	Dacromet Código	Designación
131112	131132	CLEMA
131113		CLEMA
131119	131139	CLEMA + TORNILLO + TUERCA

EZ : Electro-zinc brillante.  
EZ/Bichro : Electro-zinc bicromado  
Z100 : Galvanizado por inmersión en caliente, después de fabricación

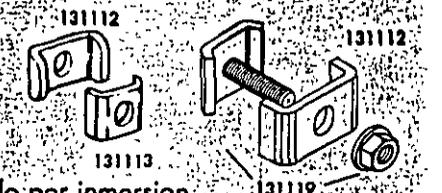
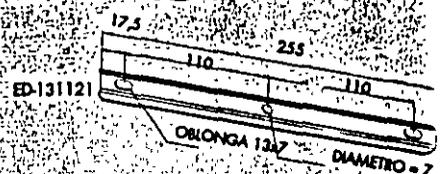
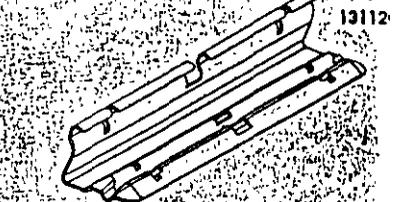
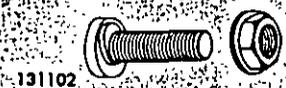
GAC : Galvanizado por inmersión en caliente, después de fabricación.  
Dacromet : Revestimiento compuesto de zinc y de aluminio.  
Pintura :



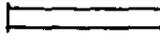
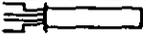
Detalle de fijación a tapa engrapable



TAPA

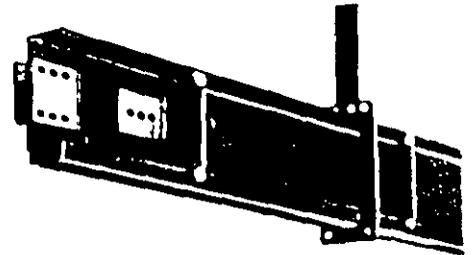


# ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

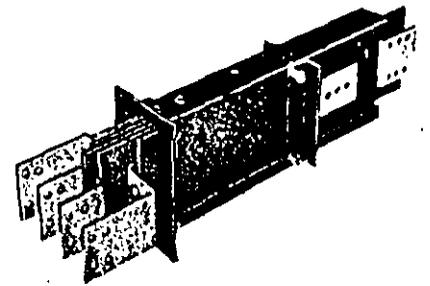
				
		RECTO	CODO	BRIDA
Polos y Volts	AMPS.	CAT. No.	CAT. No.	CAT. No.
3 P. 600 V.	600	FD-3060-S	FD-3060-L	FD-3060-FE
	800	FD-3080-S	FD-3080-L	FD-3080-FE
	1,000	FD-3120-S	FD-3120-L	FD-3120-FE
	1,350	FD-3135-S	FD-3135-L	FD-3135-FE
	1,600	FD-3160-S	FD-3160-L	FD-3160-FE
	2,000	FD-3200-S	FD-3200-L	FD-3200-FE
	2,500	FD-3250-S	FD-3250-L	FD-3250-FE
	3,000	FD-3300-S	FD-3300-L	FD-3300-FE
	4,000	FD-3400-S	FD-3400-L	FD-3400-FE
3 f., 4 h. 277/480 V. 50 % NEUTRO	600	FD-4060-S	FD-5060-L	FD-5060-FE
	800	FD-4080-S	FD-5080-L	FD-5080-FE
	1,000	FD-4120-S	FD-5120-L	FD-5120-FE
	1,350	FD-4135-S	FD-5135-L	FD-5135-FE
	1,600	FD-4160-S	FD-5160-L	FD-5160-FE
	2,000	FD-4200-S	FD-5200-L	FD-5200-FE
	2,500	FD-4250-S	FD-5250-L	FD-5250-FE
	3,000	FD-4300-S	FD-5300-L	FD-5300-FE
	4,000	FD-4400-S	FD-5400-L	FD-5400-FE
3 f., 4 h. 277/480 V. 100 % NEUTRO	600	FD-5060-S	FD-5060-L	FD-5060-FE
	800	FD-5080-S	FD-5080-L	FD-5080-FE
	1,000	FD-5120-S	FD-5120-L	FD-5120-FE
	1,350	FD-5135-S	FD-5135-L	FD-5135-FE
	1,600	FD-5160-S	FD-5160-L	FD-5160-FE
	2,000	FD-5200-S	FD-5200-L	FD-5200-FE
	2,500	FD-5250-S	FD-5250-L	FD-5250-FE
	3,000	FD-5300-S	FD-5300-L	FD-5300-FE
	4,000	FD-5400-S	FD-5400-L	FD-5400-FE
				
		CAJA	TE	CRUZ
Polos y Volts	AMPS.	CAT. No.	CAT. No.	CAT. No.
3 P. 600 V.	600	FD-3060-TB	FD-3060-T	FD-3060-X
	800	FD-3080-TB	FD-3080-T	FD-3080-X
	1,000	FD-3120-TB	FD-3120-T	FD-3120-X
	1,350	FD-3135-TB	FD-3135-T	FD-3135-X
	1,600	FD-3160-TB	FD-3160-T	FD-3160-X
	2,000	FD-3200-TB	FD-3200-T	FD-3200-X
	2,500	FD-3250-TB	FD-3250-T	FD-3250-X
	3,000	FD-3300-TB	FD-3300-T	FD-3300-X
	4,000	FD-3400-TB	FD-3400-T	FD-3400-X
3 f., 4 h. 277/480 V. 50 % NEUTRO	600	FD-4060-TB	FD-5060-T	FD-5060-X
	800	FD-4080-TB	FD-5080-T	FD-5080-X
	1,000	FD-4120-TB	FD-5120-T	FD-5120-X
	1,350	FD-4135-TB	FD-5135-T	FD-5135-X
	1,600	FD-4160-TB	FD-5160-T	FD-5160-X
	2,000	FD-4200-TB	FD-5200-T	FD-5200-X
	2,500	FD-4250-TB	FD-5250-T	FD-5250-X
	3,000	FD-4300-TB	FD-5300-T	FD-5300-X
	4,000	FD-4400-TB	FD-5400-T	FD-5400-X
3 f., 4 h. 277/480 V. 100 % NEUTRO	600	FD-5060-TB	FD-5060-T	FD-5060-X
	800	FD-5080-TB	FD-5080-T	FD-5080-X
	1,000	FD-5120-TB	FD-5120-T	FD-5120-X
	1,350	FD-5135-TB	FD-5135-T	FD-5135-X
	1,600	FD-5160-TB	FD-5160-T	FD-5160-X
	2,000	FD-5200-TB	FD-5200-T	FD-5200-X
	2,500	FD-5250-TB	FD-5250-T	FD-5250-X
	3,000	FD-5300-TB	FD-5300-T	FD-5300-X
	4,000	FD-5400-TB	FD-5400-T	FD-5400-X

NOTA:-

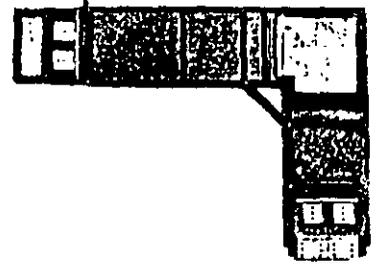
Midase la longitud total en metros y multiplíquese por el precio por metro.  
 Súmense los cargos por hacer las distintas conexiones en nuestra Planta.  
 En estos precios se incluyen los colgadores necesarios y un lote de Armado por Tramo.



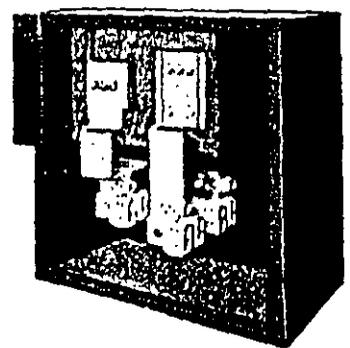
TRAMO RECTO



BRIDA



CODO

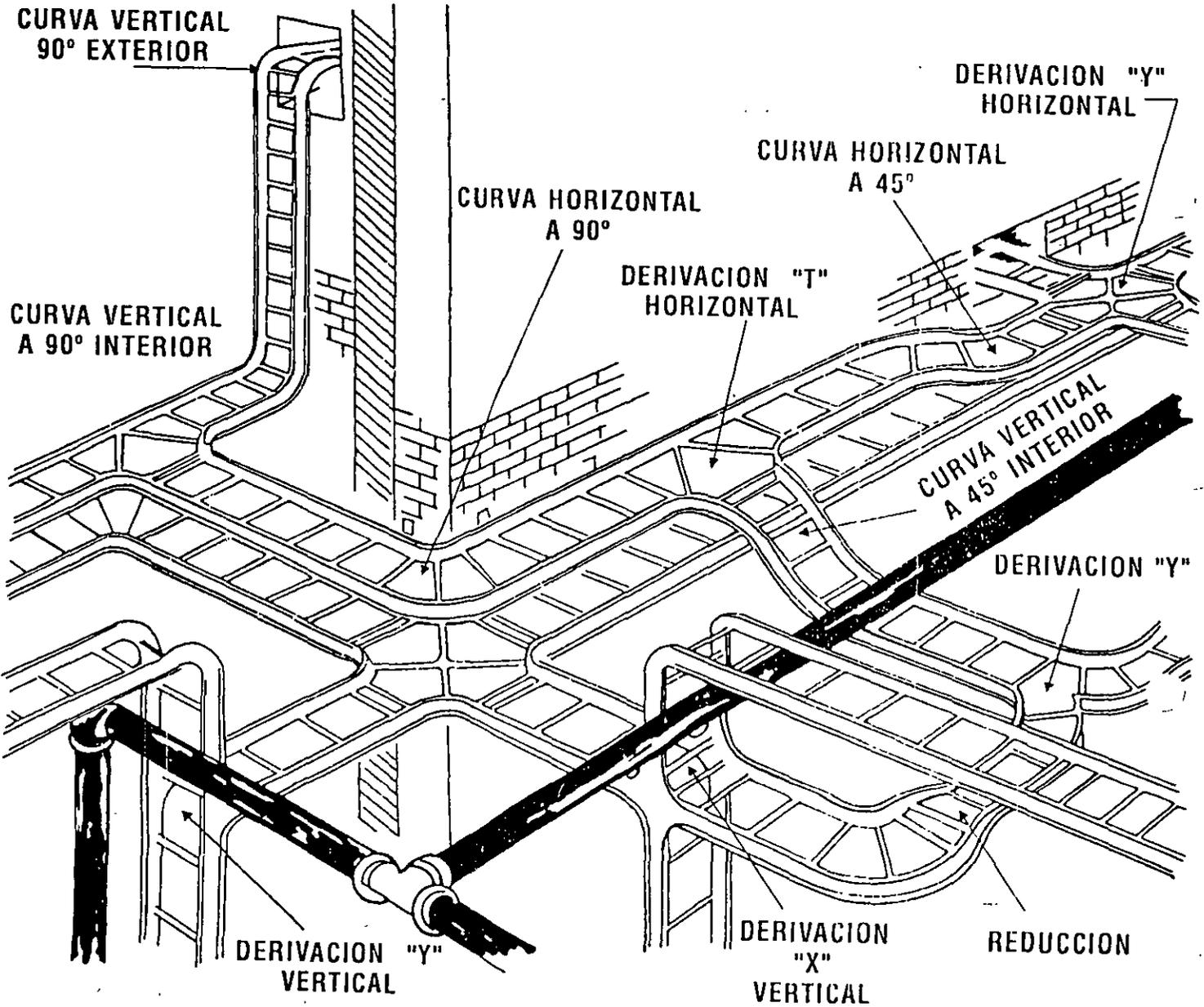


CAJA PARA CONEXIONES CON CABLE



CROSS-LINE

CROSS-LINE



NOM I

# DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

El Ducto cuadrado embisagrado es un sistema ideal de canalización para conductores eléctricos que presenta una facilidad máxima en la instalación de alambres en su interior ya que todos los ductos y las conexiones se abren mediante bisagras de manera que permiten la colocación de dichos alambres en toda su longitud.

No hay necesidad de jalar alambres a lo largo del ducto, simplemente se colocan en él, con lo cual se facilita grandemente la operación, se evita que los forros de los alambres se deterioren y se ahorra tiempo y dinero.

Cuenta con salidas troqueladas para recibir tubo conduit a todo lo largo, a manera de poder fácilmente hacer derivaciones ó conexiones a interruptores ó arrancadores.

Se fabrican en longitudes de 30.5, 61 y 152.4 cm. correspondientes a 1, 2 y 5 pies.

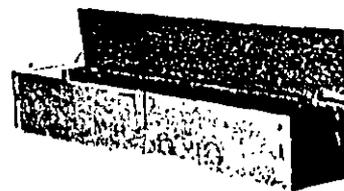
Todas las partes excepto colgadores - se entregan con tornillos y tuercas.

Para determinar el número de conductores que pueden colocarse en el interior de los ductos de acuerdo con el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas de México, véase la tabla de la Pág. No. 27

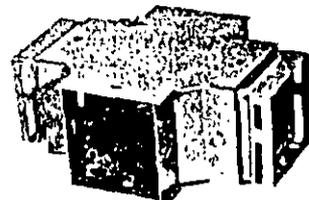
Solicitar precios a la planta para ducto cuadrado atornillado "A prueba de Intemperie".

Se recomienda instalar dos colgadores por tramo de ducto.

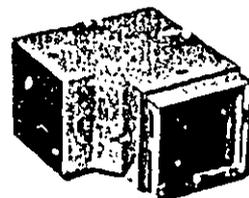
COMPONENTE	DESCRIPCION	Conectores incluidos	SECCION CUADRADA DE		
			6.5 x 6.5 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
			CAT. No.	CAT. No.	CAT. No.
Tramo Recto	30.5 cm. long.	0	LD-21	LD-41	LD-61
	61.0 cm. long.	0	LD-22	LD-42	LD-62
	152.4 cm. long.	0	LD-25	LD-45	LD-65
Codo	90 grados	0	LD-290L	LD-490L	LD-690L
	45 grados	0	LD-245L	LD-445L	LD-645L
	22.5 grados	0	LD-225L	LD-425L	LD-625L
Te Cruz	Para derivación de 4 aberturas	0	LD-2T	LD-4T	LD-6T
		0	LD-2J	LD-4J	LD-6J
	Registro	0	---	LD-4PB	LD-6PB
Telescopio	Con ajuste	0	LD-2TF	LD-4TF	LD-6TF
Conector	---	0	LD-2C	LD-4C	LD-6C
Colgador	Universal	0	LD-2H	LD-4H	LD-6H
Placa Cierre	para aberturas	0	LD-2CP	LD-4CP	LD-6CP
Adaptador	conecta a tablero	0	LD-22A	LD-44A	LD-66A
Reductor	10 x 10 a 6.5 x 6.5	0	---	LD-42R	---
Reductor	15 x 15 a 10 x 10	0	---	---	LD-64R
Escuadra	Montaje s/ pared	0	LD-2GB	LD-4GB	LD-6GB
Niple	7.6 cm.	0	LD-23N	LD-43N	LD-63N
	15.2 cm.	0	LD-26N	LD-46N	LD-66N
	22.8 cm.	0	LD-29N	LD-49N	LD-69N



TRAMO RECTO



CRUZ



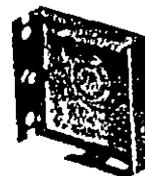
CODO



COLGADOR

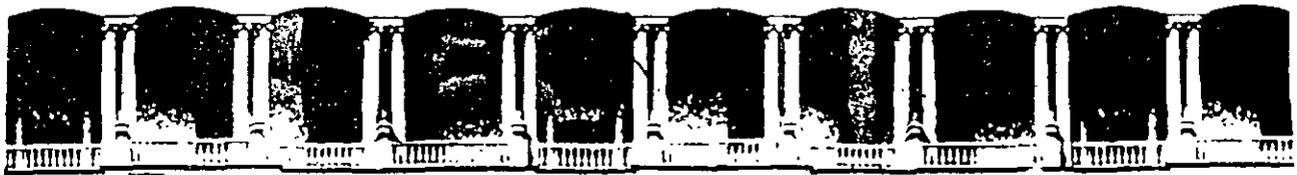


CONECTOR ABIERTO



PLACA DE CIERRE





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

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN:**

- **CIRCUITOS ALIMENTADORES**
- **CENTROS DE DISTRIBUCIÓN**
- **CIRCUITOS DERIVADOS**

**ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA  
PALACIO DE MINERÍA  
NOVIEMBRE 1999**

# SISTEMA DE DISTRIBUICION

NOM001 SEDE 27/SEP/99

FORMADO POR:

Art. No. 215 y 430

1 CIRCUITOS ALIMENTADORES

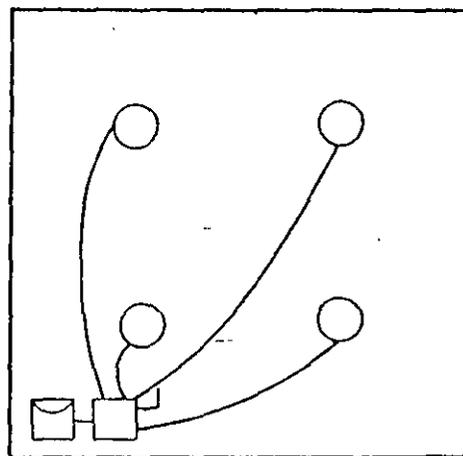
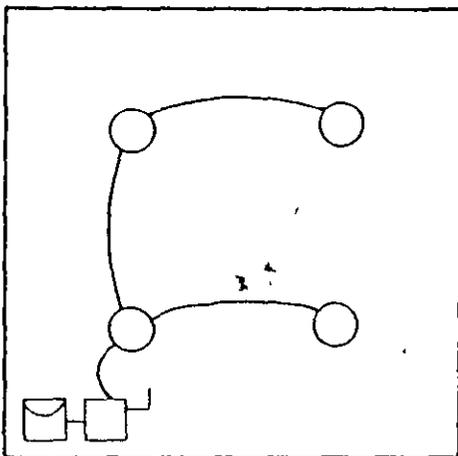
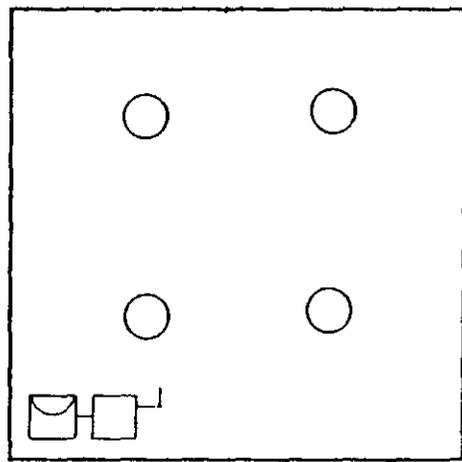
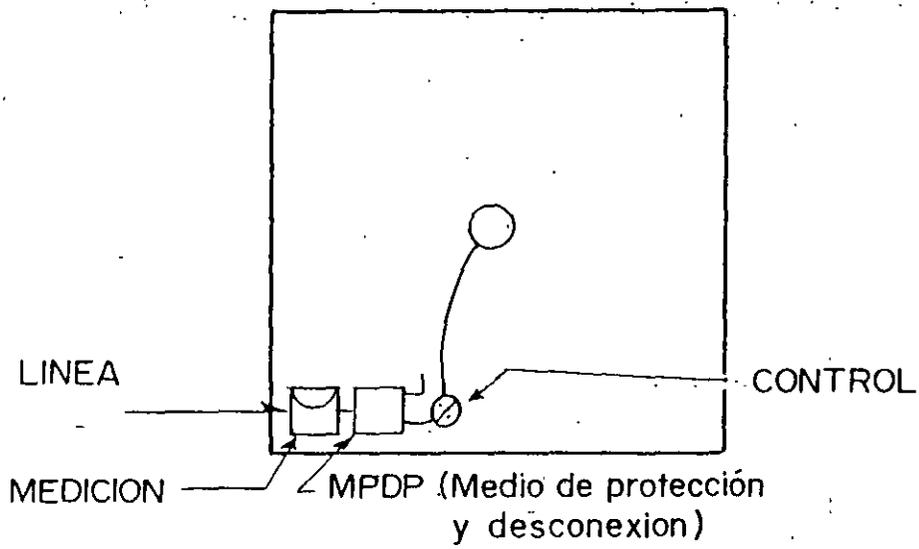
Art. No. 215 y 430

2 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN  
(TABLEROS)

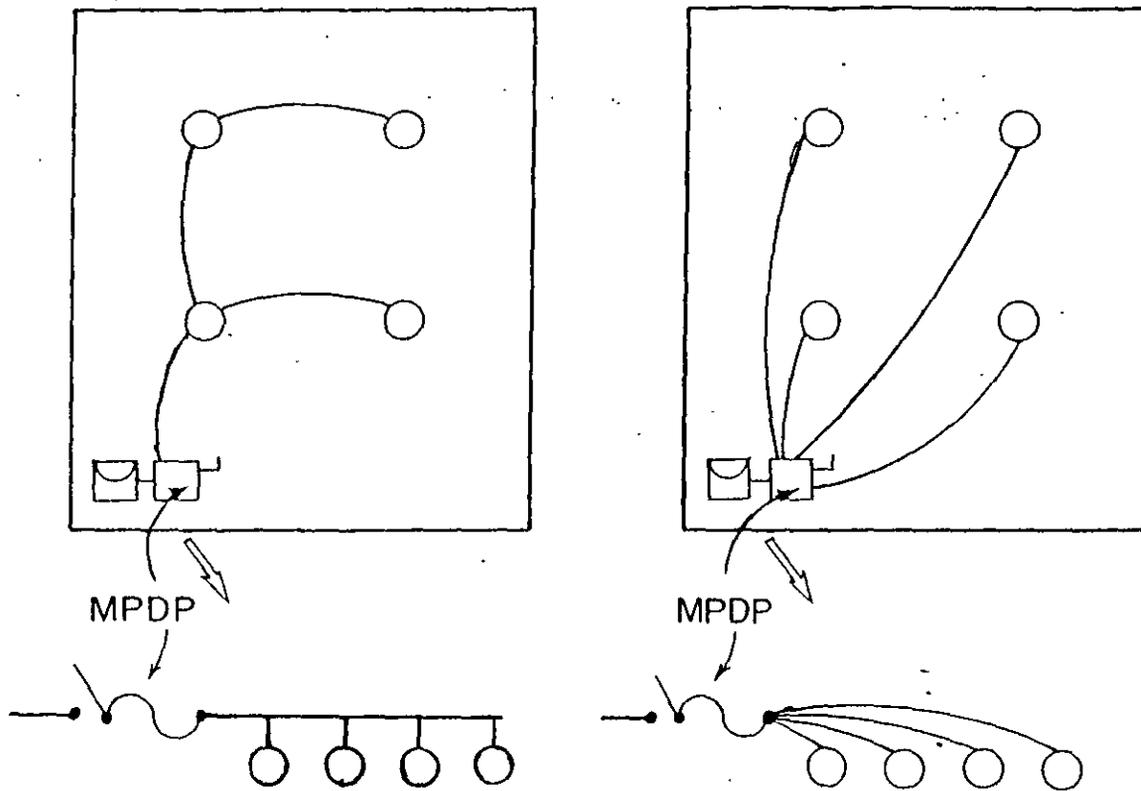
Art. No. 384-32

3 CIRCUITOS DERIVADOS

Art. No. 210

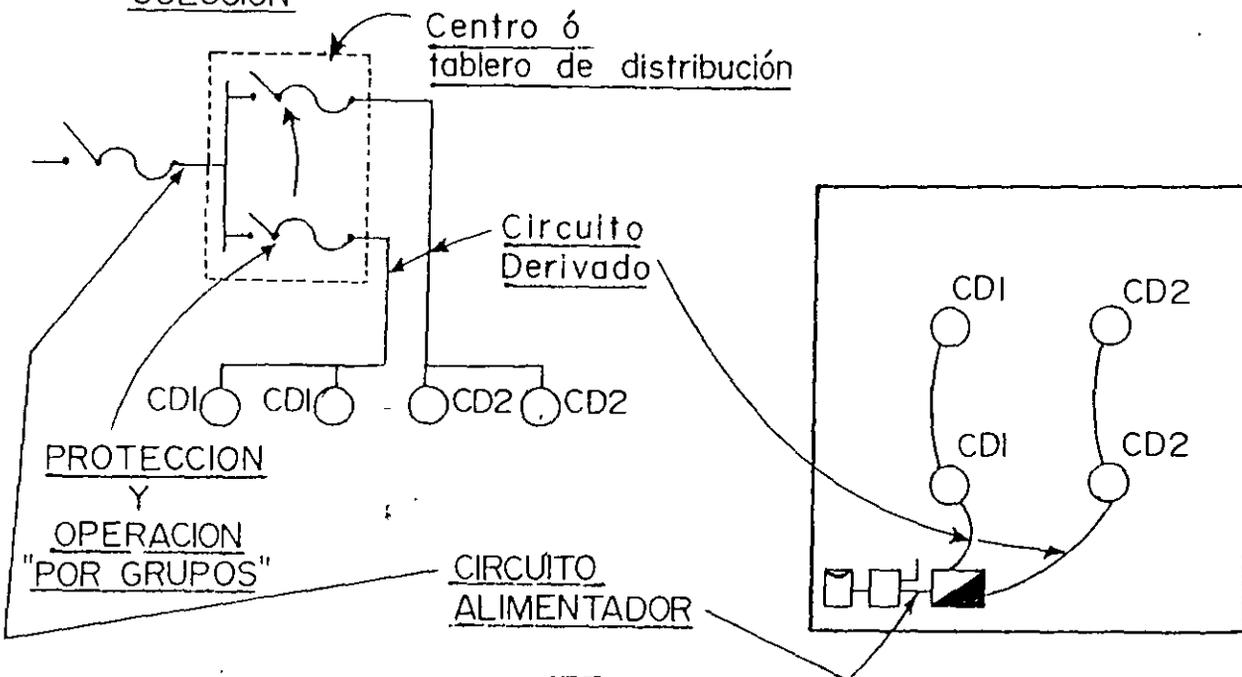


HAY SIEMPRE OPCIONES PARA DISTRIBUIR



FALLA  
 POSIBILIDAD  
 DE OPERACION } TOTAL

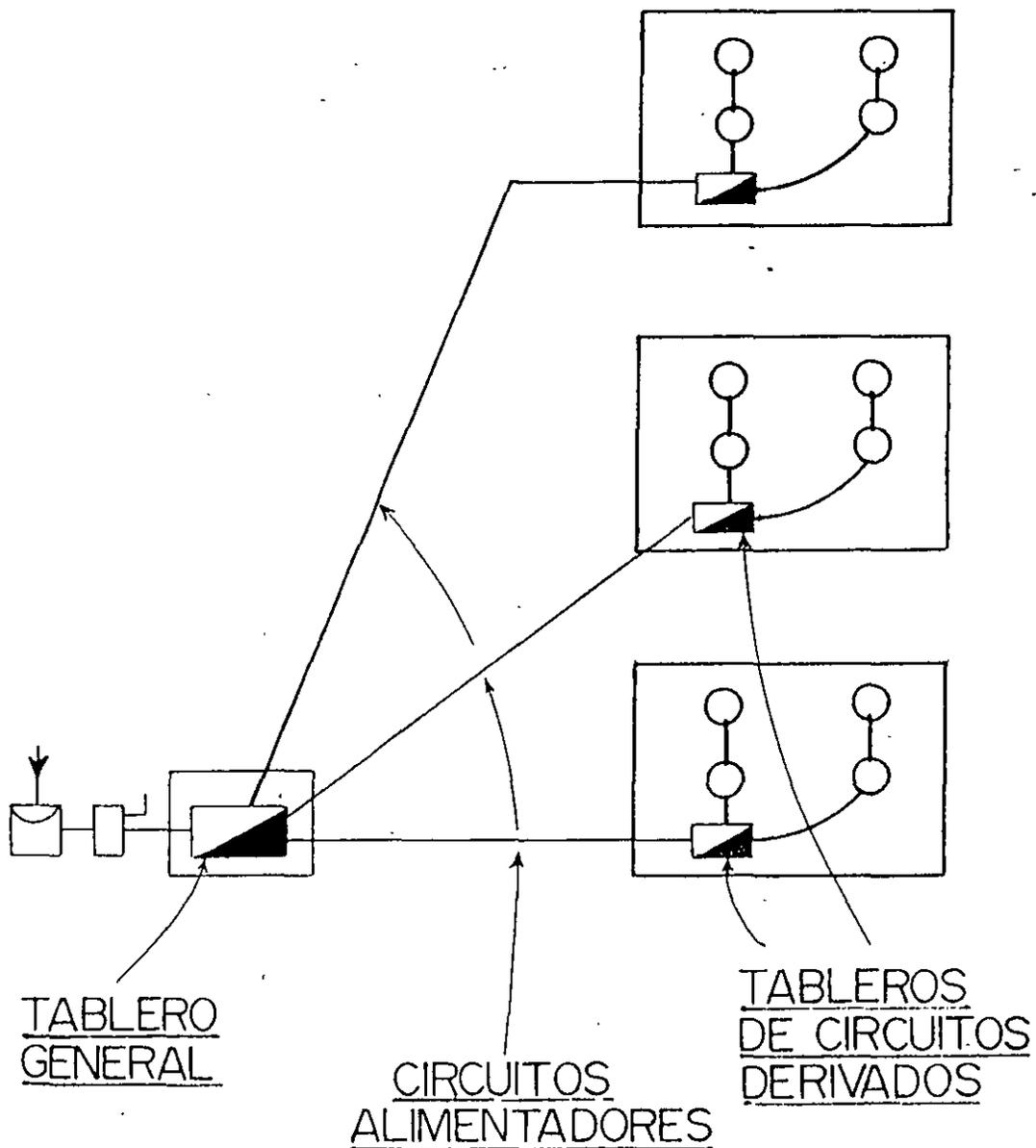
SOLUCION:



# DIVERSOS EJEMPLOS DE DISTRIBUCION

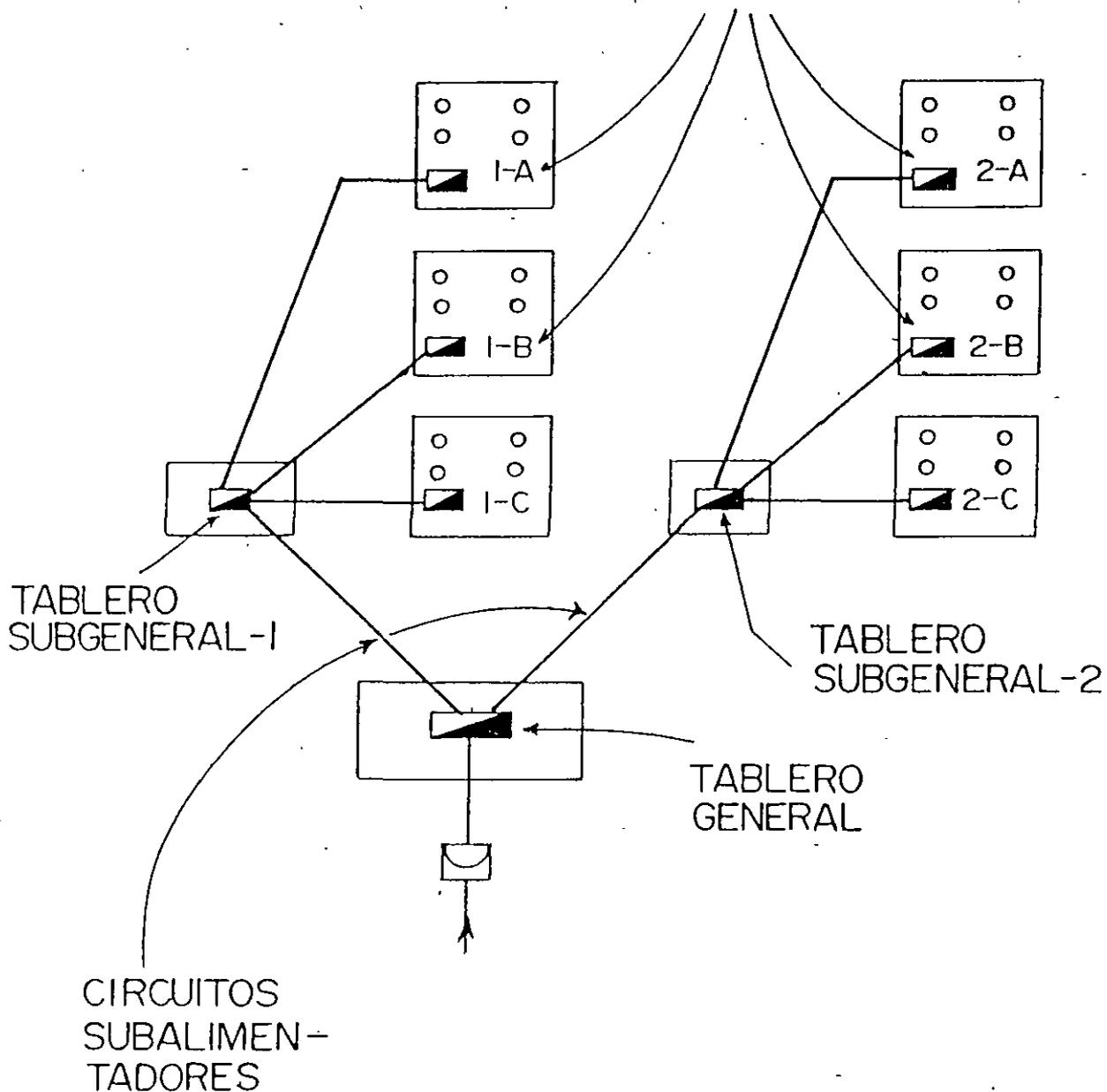
Buscando siempre resolver adecuadamente la protección y la operación del sistema.

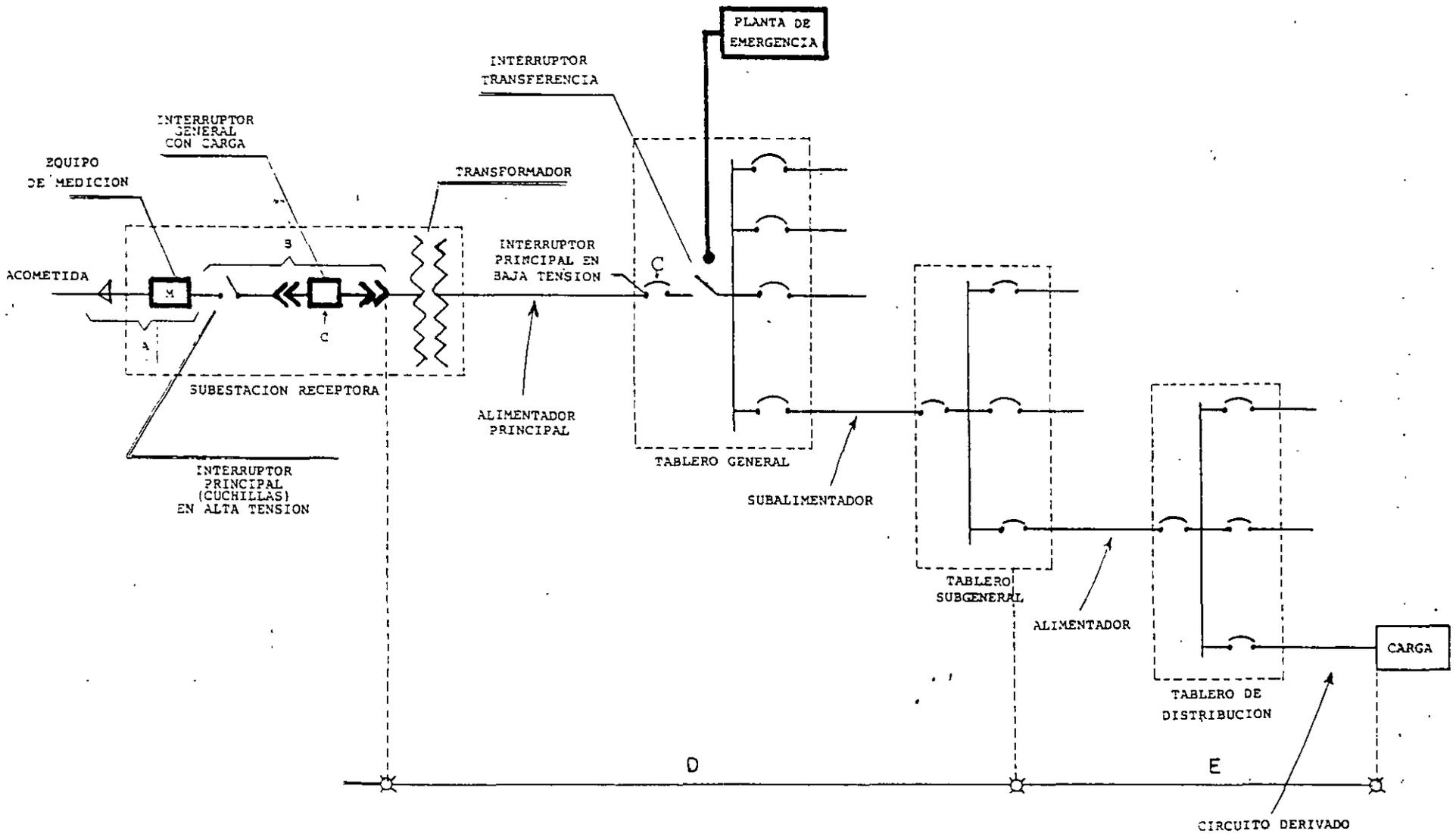
## EJEMPLO No. 1



EJEMPLO No. 2

TABLEROS DE  
CIRCUITOS DERIVADOS





- 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

1.- INTERRUPTOR GENERAL

BAJA TENSION

2.- TABLERO GENERAL

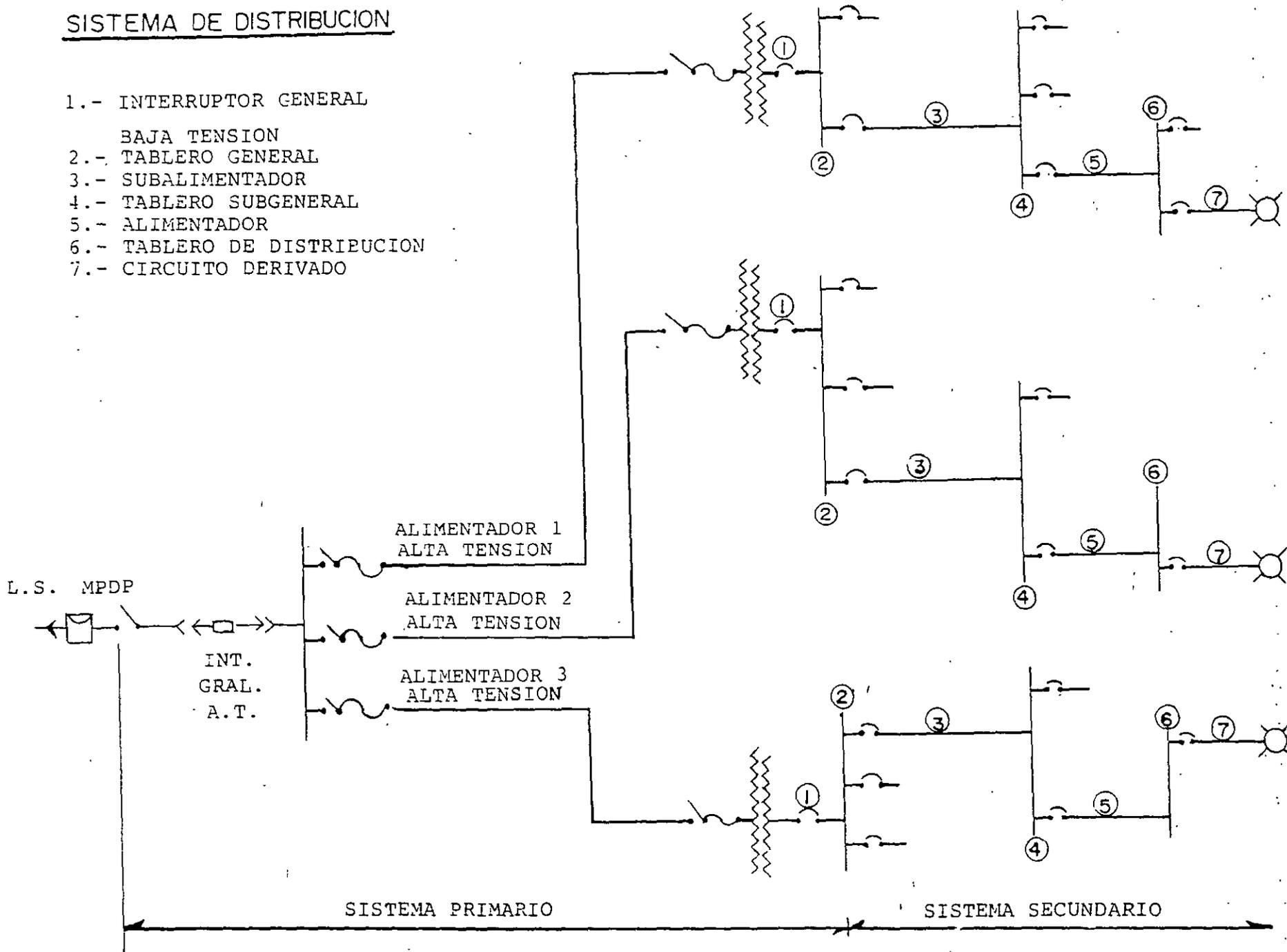
3.- SUBALIMENTADOR

4.- TABLERO SUBGENERAL

5.- ALIMENTADOR

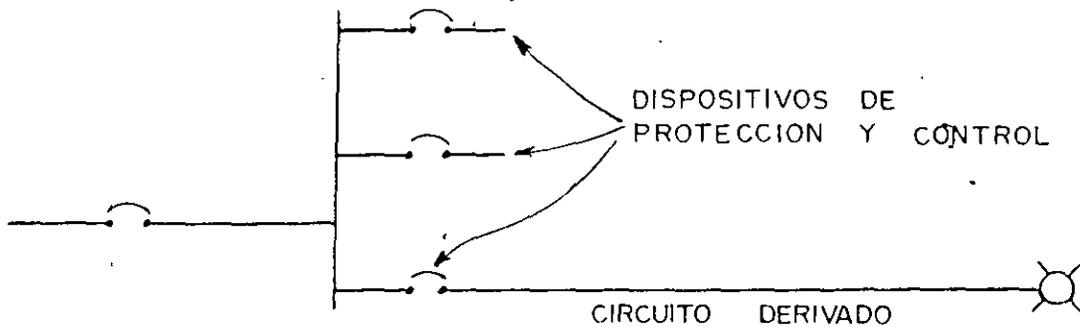
6.- TABLERO DE DISTRIBUCION

7.- CIRCUITO DERIVADO

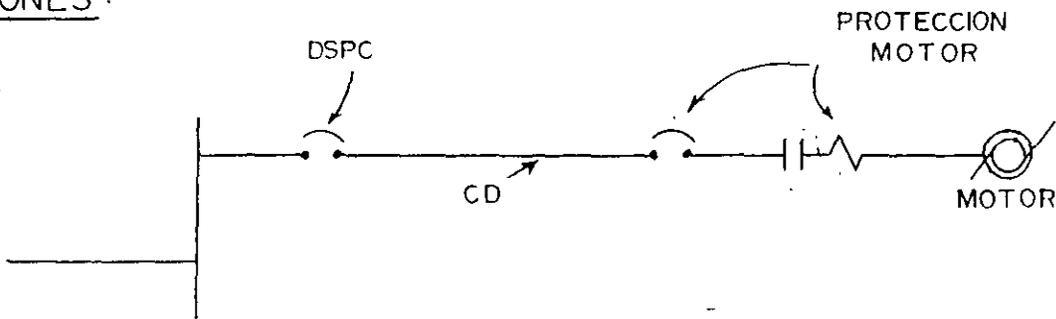


# CIRCUITO DERIVADO

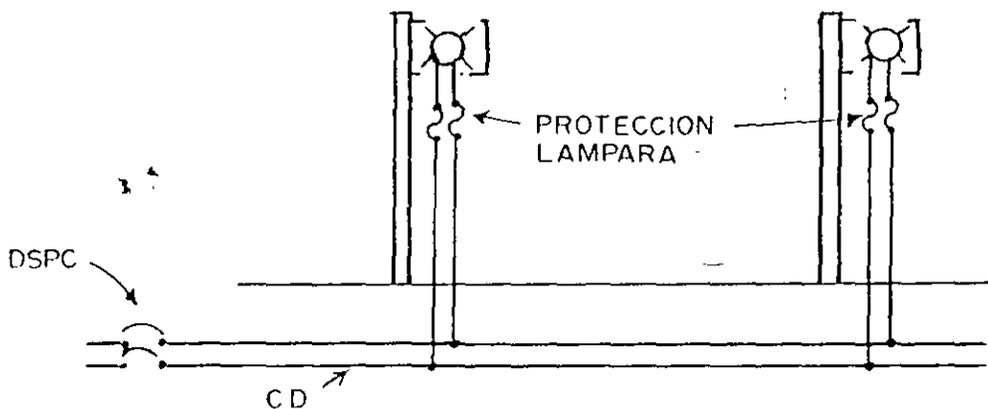
"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION HACIA LAS CARGAS."



## EXCEPCIONES :



## ALUMBRADO PUBLICO



## CLASIFICACION DE LOS CIRCUITOS

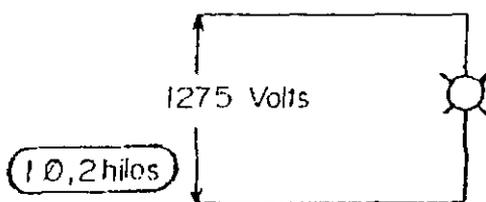
1- De acuerdo con su conexión eléctrica.

2- De acuerdo con su uso.

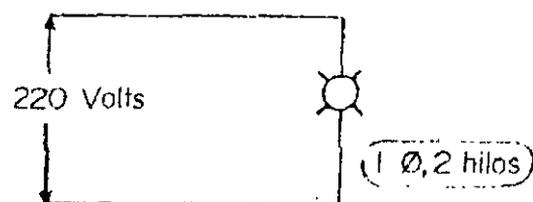
1- De acuerdo con su conexión eléctrica

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

(1.2.1)

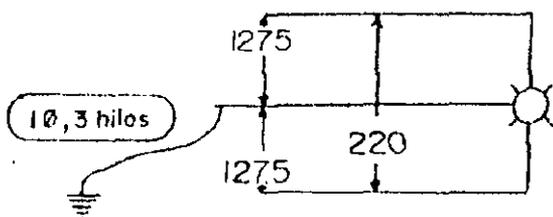


(1.2.2)

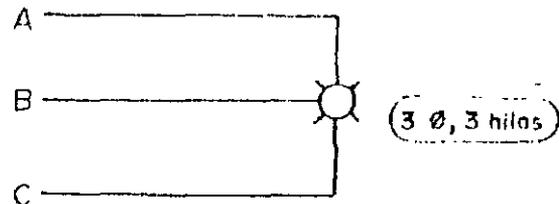


### CIRCUITO DERIVADO MULTIFILAR ART. No. 210-4

(1.2.3)

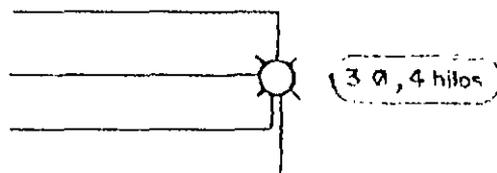


(1.2.4)



"DOS O MAS CONDUCTORES  
ACTIVOS CON UNA ΔV EN-  
TRE SI...Y UN CONDUCTOR  
PUESTO A TIERRA."

(1.2.5)



Codigo de Colores Neutro = Blanco, Tierra = Gris

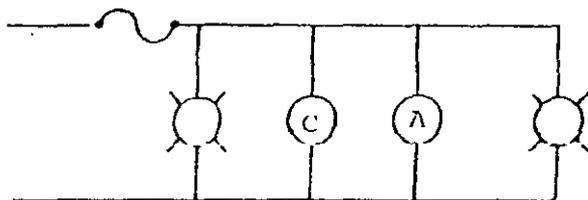
2).- DE ACUERDO CON SU USO ( NO EN NTIE )

2.1).- USO GENERAL { CIRCUITO DE ALUMBRADO  
CIRCUITO DE CONTACTOS

2.2).- USOS ESPECIFICOS 210-2 (TABLA)

USO GENERAL

\* PARA CARGAS DE ALUMBRADO Y APARATOS INDISTINTAMENTE NO RECOMENDADO PARA APARATOS QUE TOMEN MAS DE 3 AMP COMO PLANCHAS, PARRILLAS REFRIGERADORES, LAVADORAS,



¿CUANTAS LAMPARAS, CONTACTOS, APARATOS, ETC., SE DEBEN CONECTAR?

ESTO DEPENDE DE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO

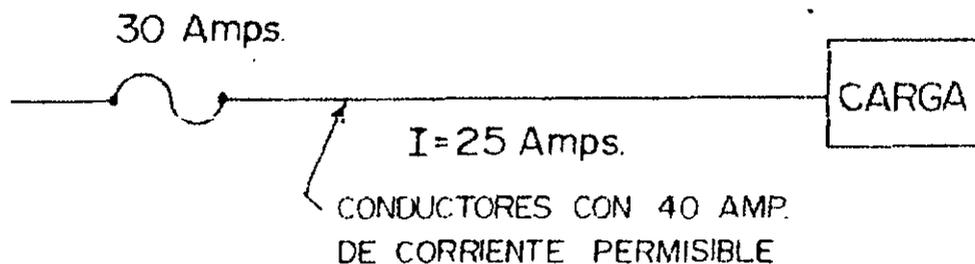
¿QUE ESTABLECE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO?

↓  
LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO

LA CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DERIVADO  
ES IGUAL A  
LA CAPACIDAD DE SU PROTECCION

QUE ES: 15A, 20A, 30A, 40A, 50A

EJEMPLO:



LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO  
DERIVADO ES : 30 AMP.

# CLASIFICACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS



## CAPACIDAD COMERCIAL DE LOS MEDIOS DE PROTECCION



15 Amps.

20 Amps.

30 Amps.

40 Amps.

50 Amps.

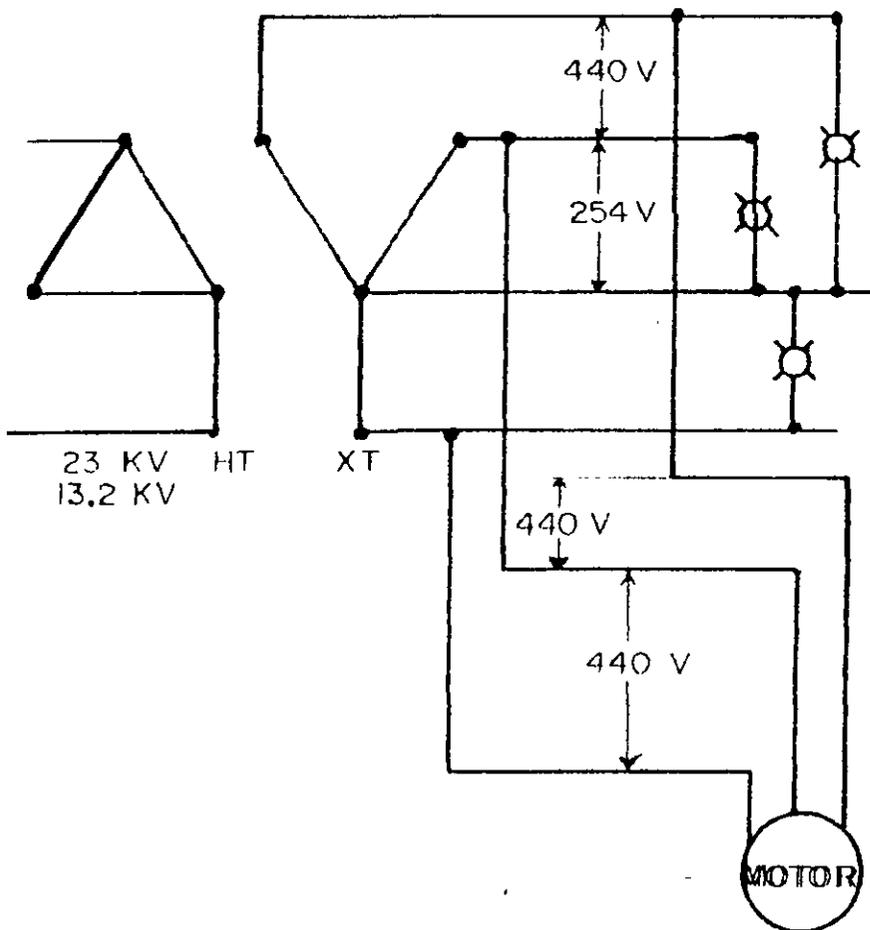
## Limitaciones del circuito de uso general

### 1.- EN TENSION:

1.1) VOLTAJE AL NEUTRO 127 Volts Art. No.210-6-a

#### EXCEPCIONES :

- a).- EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES (hasta 227V. a tierra Art. No 210-6-b)
- \* que tenga mantenimiento responsable
  - \* que tenga unicamente carga de alumbrado
  - \* que tenga altura mayor de 2.40 m a las cargas y /ADEMAS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL/ y
  - \* portalámparas tipo MCGUIE.



Voltaje > 150 volts



Peligro para las personas pero :



CON VOLTAJE DE 220 VOLTS EL MOTOR CONSUME "I" Y CON VOLTAJE DE 440 VOLTS EL CONSUMO ES DE "I/2"

Hasta 600V. entre líneas (Art. No. 210-6-b)

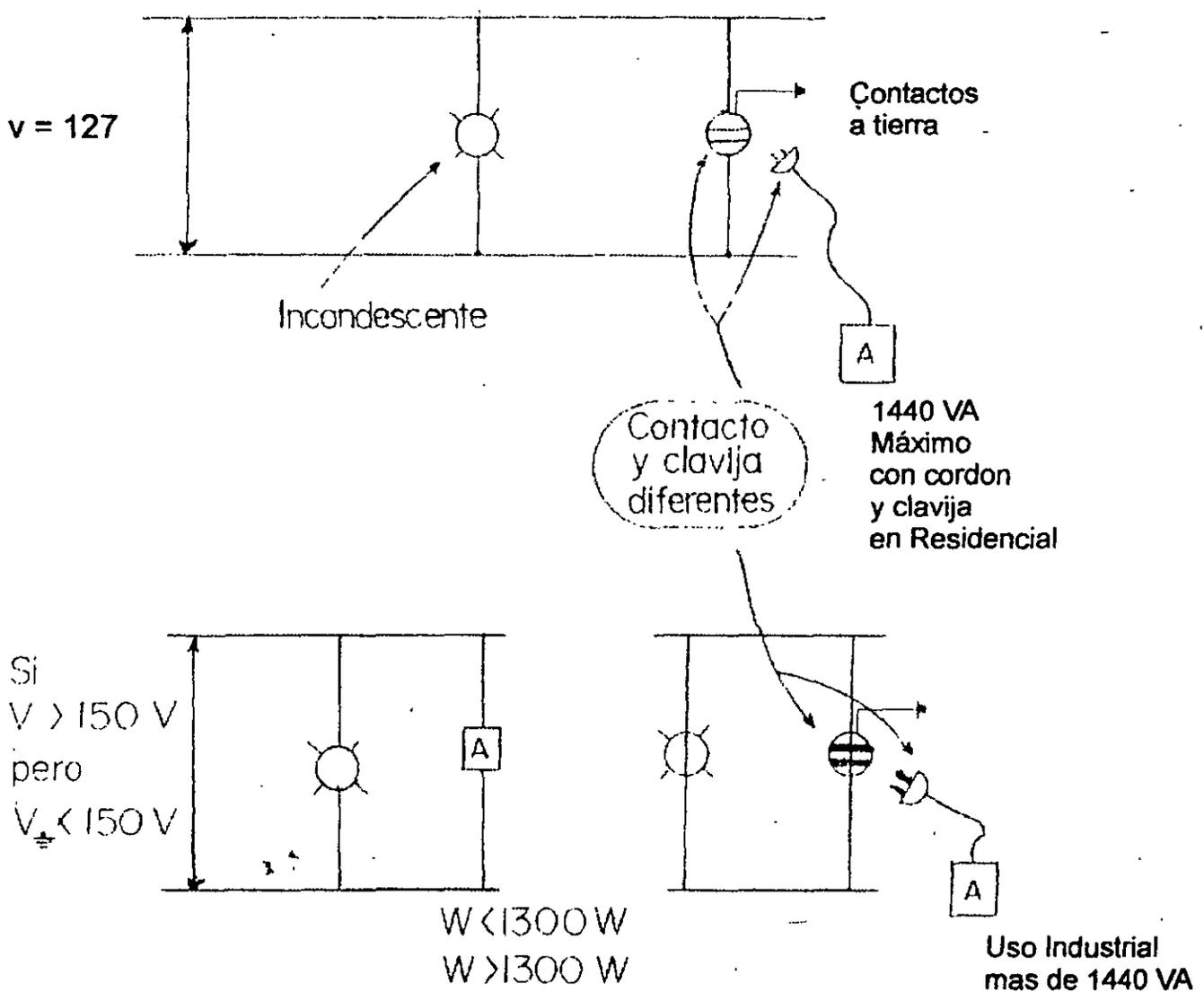
Equipo auxiliar de lamparas de descarga montadas permanentemente a alturas de 5.5 a 6.7 Mts.

## 1.2 TENSION ENTRE CONDUCTORES

En: CASAS HABITACION

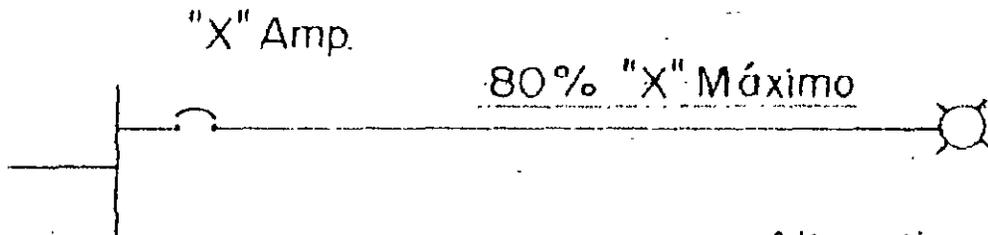
HOTELES ó

LOCALES SIMILARES



Tablas Art. No. 210-b-2 y 210-b-3.

## 2.- CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE" ( 3 Hrs. continuas )



Alternativa: Disminución  
no necesaria si se usa  
factor de agrupamiento  
en diseño

## 3.- RESIDENCIAS

MAXIMO = 20 Amps.      2550 W

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

## 4.- PORTALAMPARAS "SENCILLO"

Capacidad menor de 600 W :

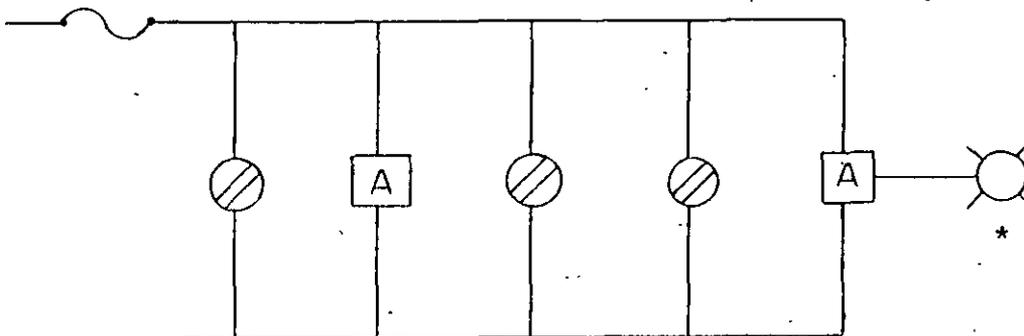
Soquets

Base FL.

Base SL.

MAXIMO = 20 Amps.      2550 W      == BASE MOGUL

## CIRCUITO PARA APARATOS



▣ Aparatos

⊗ Carga definida

⊘ Contactos

\* 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 PROTECCION

Especificaciones de la capacidad de los circuitos :

- \* Circuito de 15 Amps.
- \* Circuito de 20 Amps.
- \* Circuito de 30 Amps.
- \* Circuito de 40 Amps.
- \* Circuito de 50 Amps.

LIMITACION EN TENSION :

SE APLICA TAMBIEN NTIE-202-5-b (1.2-Circuito general)

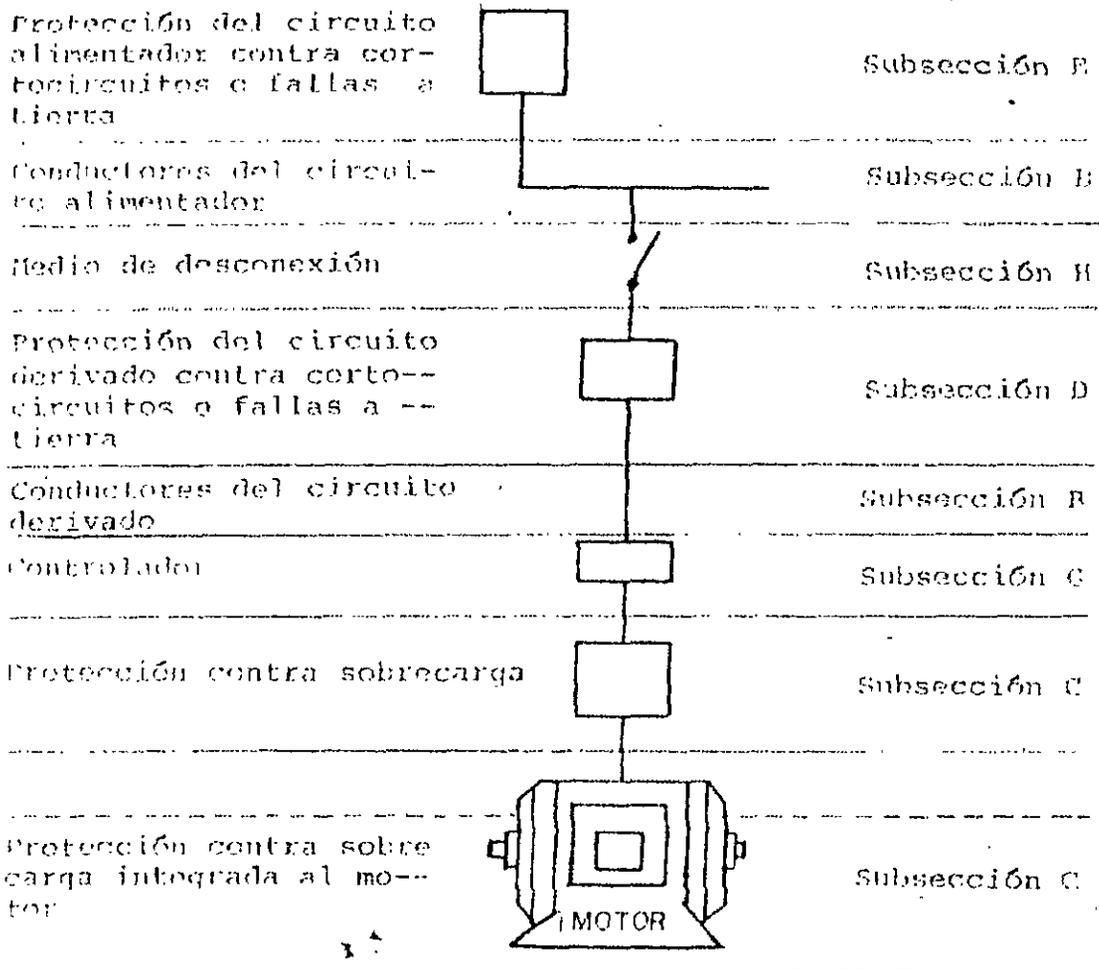
# CIRCUITO DE FUERZA

ELEMENTOS INTEGRANTES :

Art. No. 430

Figura 430-1

Del Suministro



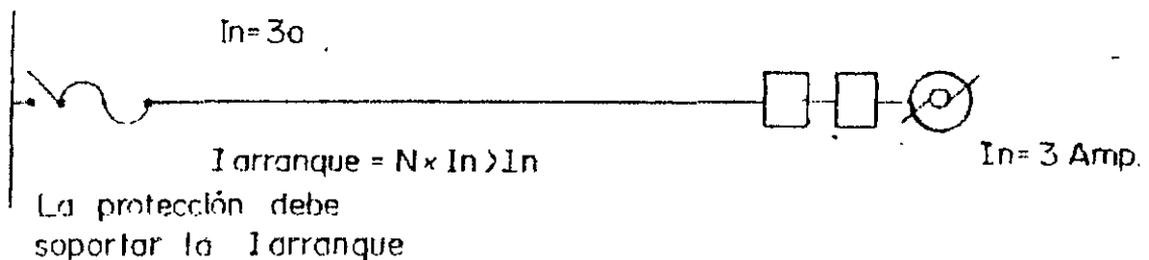
Otras subsecciones que aparecen en esta sección:

Generalidades	Subsección A
Circuitos de control de motores	Subsección F
Requisitos para tensiones mayores de 1,000 Volts.	Subsección I
Conexión a Tierra	Subsección J

## CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DE FUERZA

CAPACIDAD DEL CIRCUITO  $\neq$  CAPACIDAD DEL MEDIO DE PROTECCION DEL CIRCUITO

CAPACIDAD = CAPACIDAD PERMISIBLE DE SUS CONDUCTORES



La capacidad permisible de los conductores que abastecen a un motor es 125 % de la corriente nominal a plena carga del motor (NTIE 403.14)

EXCEPCIONES S/NTIE: Cuando el servicio sea:

De "corta tiempo" – Intermitente – Periódico – Variable en lugar del \* 125 % usar factores de la tabla siguiente:

TABLA 430-22

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
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-----
INTERMITENTES: 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
PERIODICO: Rodillos, máquinas para manipulación de mineral, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	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 sustancialmente constante por un tiempo corto definido.

INTERMITENTE: - Funcionamiento por períodos alternados:  
 1) - Con carga y sin carga  
 2) - Con carga y desconectado  
 3) - Con carga, sin carga y desconectado

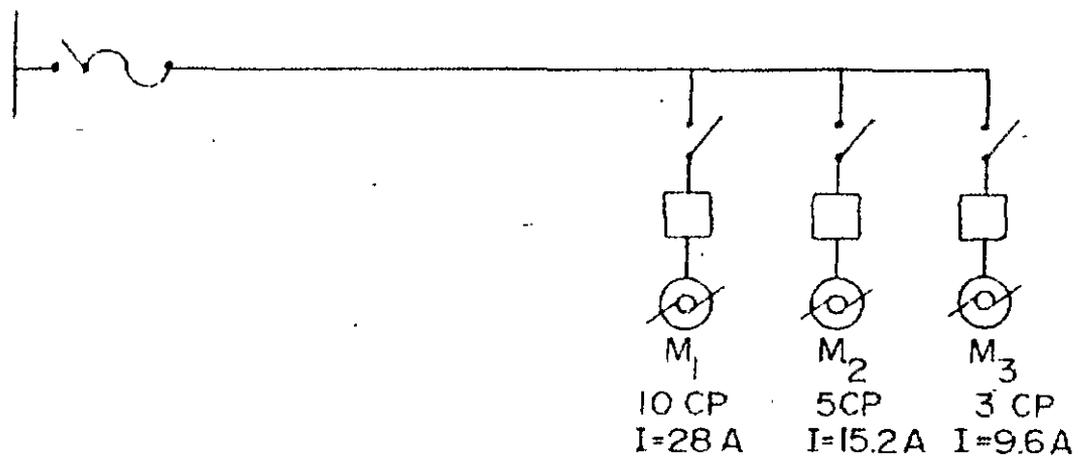
PERIODICO: - Intermitente con condiciones de carga recurrentes.

VARIABLE: - La carga y sus intervalos de duración sujetos a variaciones considerables

CONTINUO: - Carga sustancialmente constante por un tiempo largo indefinido.

## CIRCUITO CON VARIOS MOTORES

$$\text{Capacidad permisible} = 1.25 I_{\text{Mayor}} + \sum I_i$$



Ejemplo:  $1.25 \times 28 + 15.2 + 9.6 = 59.8$

MOTORES MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA  
CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES DE

LOS SIGUIENTES VALORES DE CORRIENTE A PLENA CARGA SON PARA MOTORES QUE FUNCIONEN A VELOCIDADES NORMALES Y CON CARACTERISTICAS DE PAR TAMBIEN NORMALES. LOS MOTORES DE VELOCIDAD ESPECIALMENTE BAJA O DE ALTO PAR MOTOR PUEDEN TENER CORRIENTES A PLENA CARGA MAYORES Y LOS DE VELOCIDADES MULTIPLES TENDRAN UNA CORRIENTE A PLENA CARGA QUE VARIA CON LA VELOCIDAD; EN ESTOS CASOS DEBE USARSE LA CORRIENTE A PLENA CARGA INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.

C.P.	127 Volts.	220 Volts.
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

## CIRCUITOS DERIVADOS - REQUERIDOS

### ANALIZAR -

- 1- Cantidad suficiente para alimentar a toda la carga definida.
- 2- Las limitaciones de cada tipo de circuito.
- 3- La posición relativa de salidas y de los tableros, y su influencia en la caída de tensión en los circuitos derivados y alimentadores.
- 4- Establecer una distribución UNIFORME de la carga.
- 5- Se recomienda:

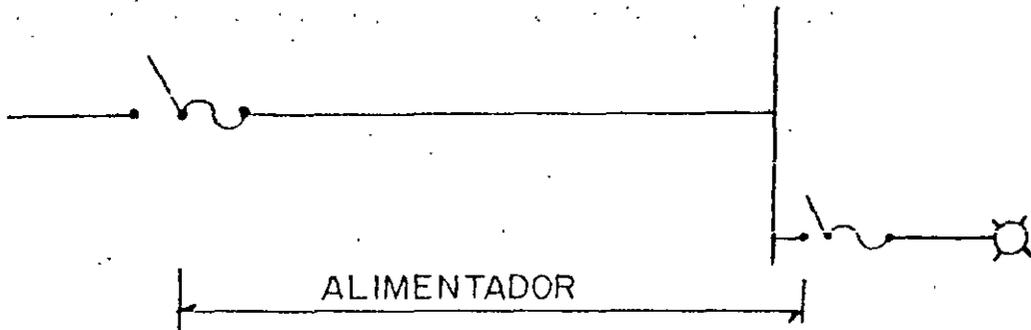
INDEPENDIZAR los circuitos de alumbrado de los circuitos de mas de 3 Amp. C/U.  
(para planchas, parrillas, refrigeradores, etc.)

### 6- En residencias

2 circuitos de 20 Amp., independientes, para contactos de :

- COCINA
- LAVADO
- SALA
- COMEDOR

## 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. Art. 215-2

Calibre mínimo: # 10 AWG (5.26 mm<sup>2</sup>)  
No Menos de 30 amp.

DEMANDA MAXIMA: es :

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

FACTOR DE DEMANDA

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

# DETERMINACION DE FACTORES DE DEMANDA

PARA :

ALUMBRADO  
GENERAL

\_\_\_\_\_ / SEGUN TABLA 220-11

CONTACTOS

\_\_\_\_\_ / CARGA INDEFINIDA  
ESTIMAR 180 W/Ø  
Y APLICAR  
TABLA 220-13

APARATOS

UN [A]/Ø F.D. = 100 %

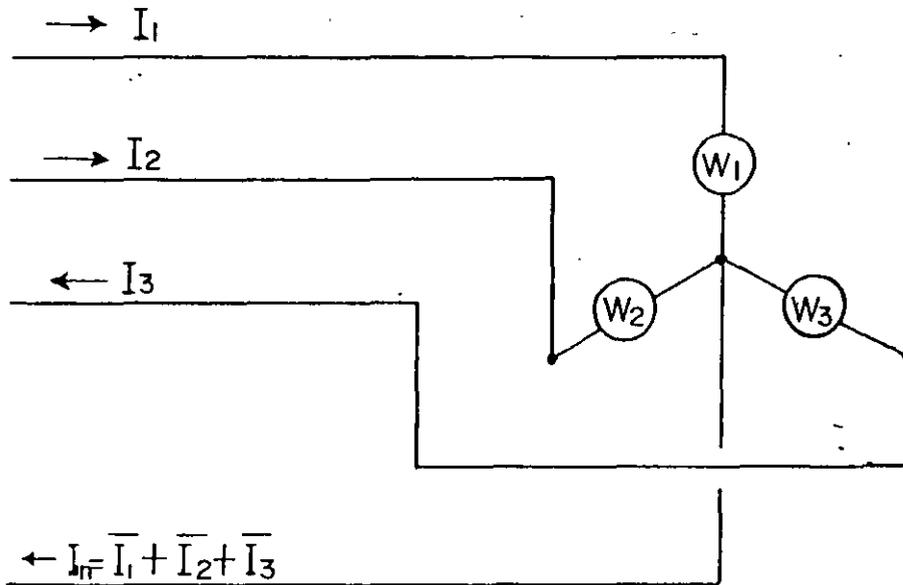
DOS O MAS [A]/Ø  
F.D. = 75 %

[A] CALEFACCION  
F.D. = 100 %

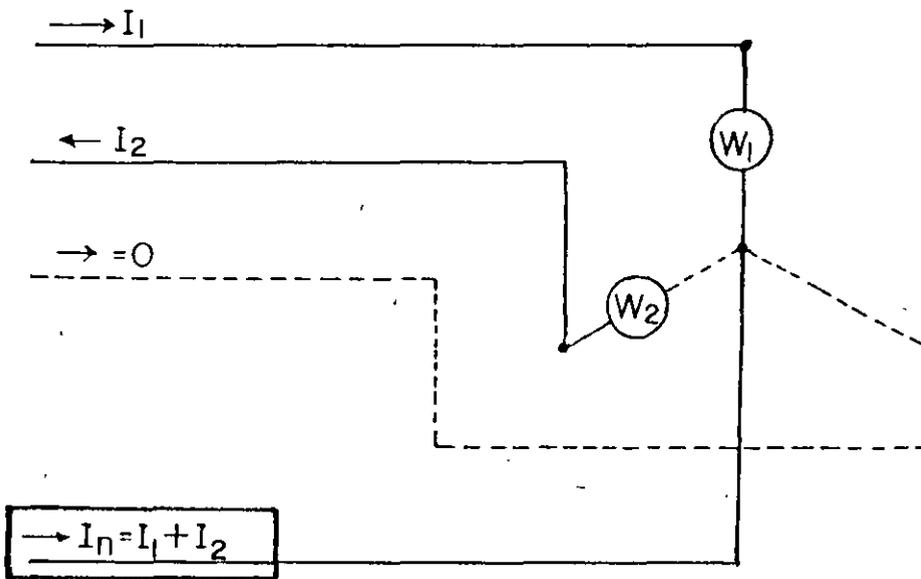
MOTORES

\_\_\_\_\_ / SE CONSIDERA NORMA  
CIRCUITO PARA DOS O  
MAS MOTORES

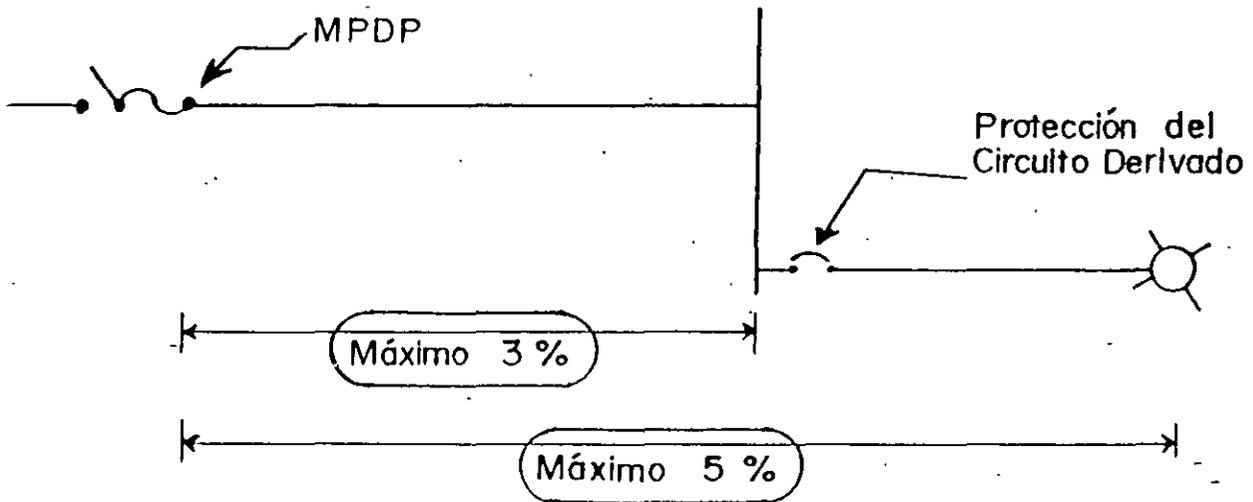
# CARGA DEL CONDUCTOR NEÚTRO



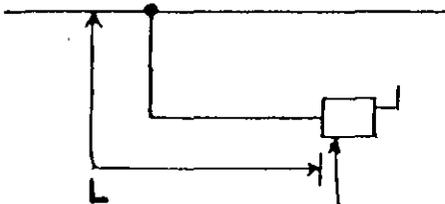
Sí  $W_1 > W_2 > W_3 \rightarrow$  CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO MAXIMO"



# CAIDA DE TENSION



# DERIVACIONES



$L > 10 \text{ m} :$

- DERIVACION MISMA CAPACIDAD DE ALIMENTADOR.

$L \leq 10 \text{ m} :$

- DERIVACION PUEDE TENER  $1/3$  DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR, PERO CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA.\*
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MISMA CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

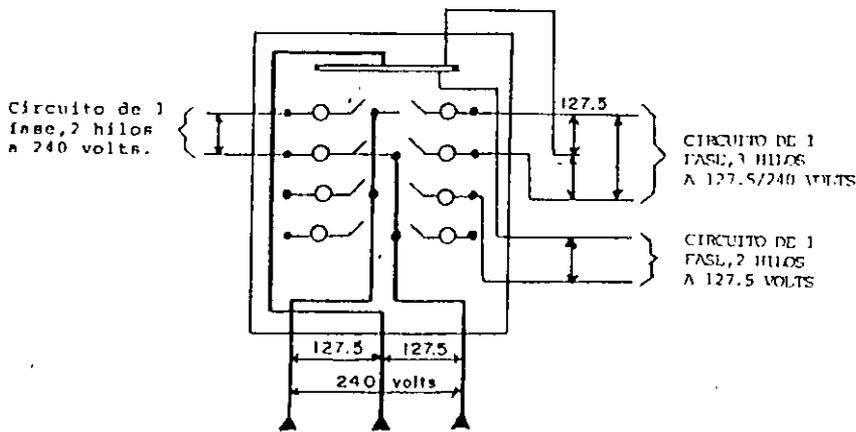
\* NO SI  $L \leq 3 \text{ m}$ .

# TABLERO DE DISTRIBUCION

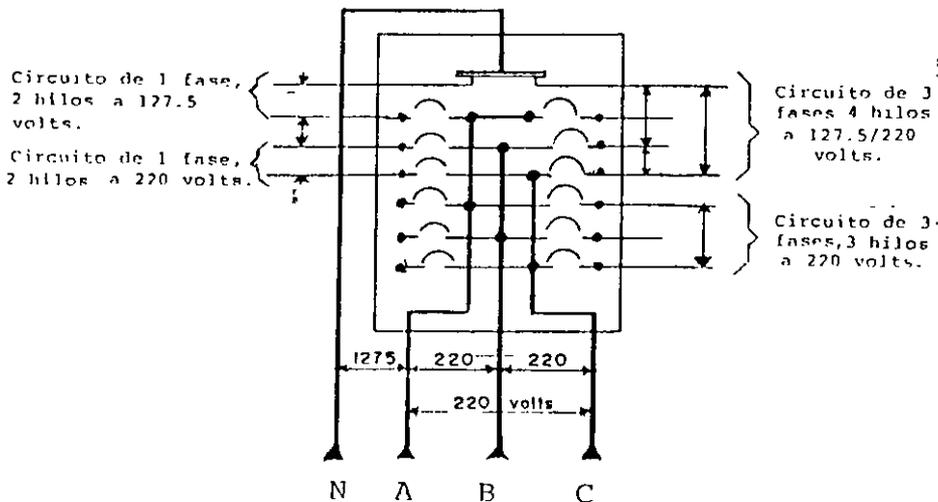
## OBJETIVOS:

- ① DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS O ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE ÉL LOS CIRCUITOS.
- ② PROTEGER A LOS CIRCUITOS DERIVADOS
- ③ 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 Y FUSIBLES.

### LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

Contienen:

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

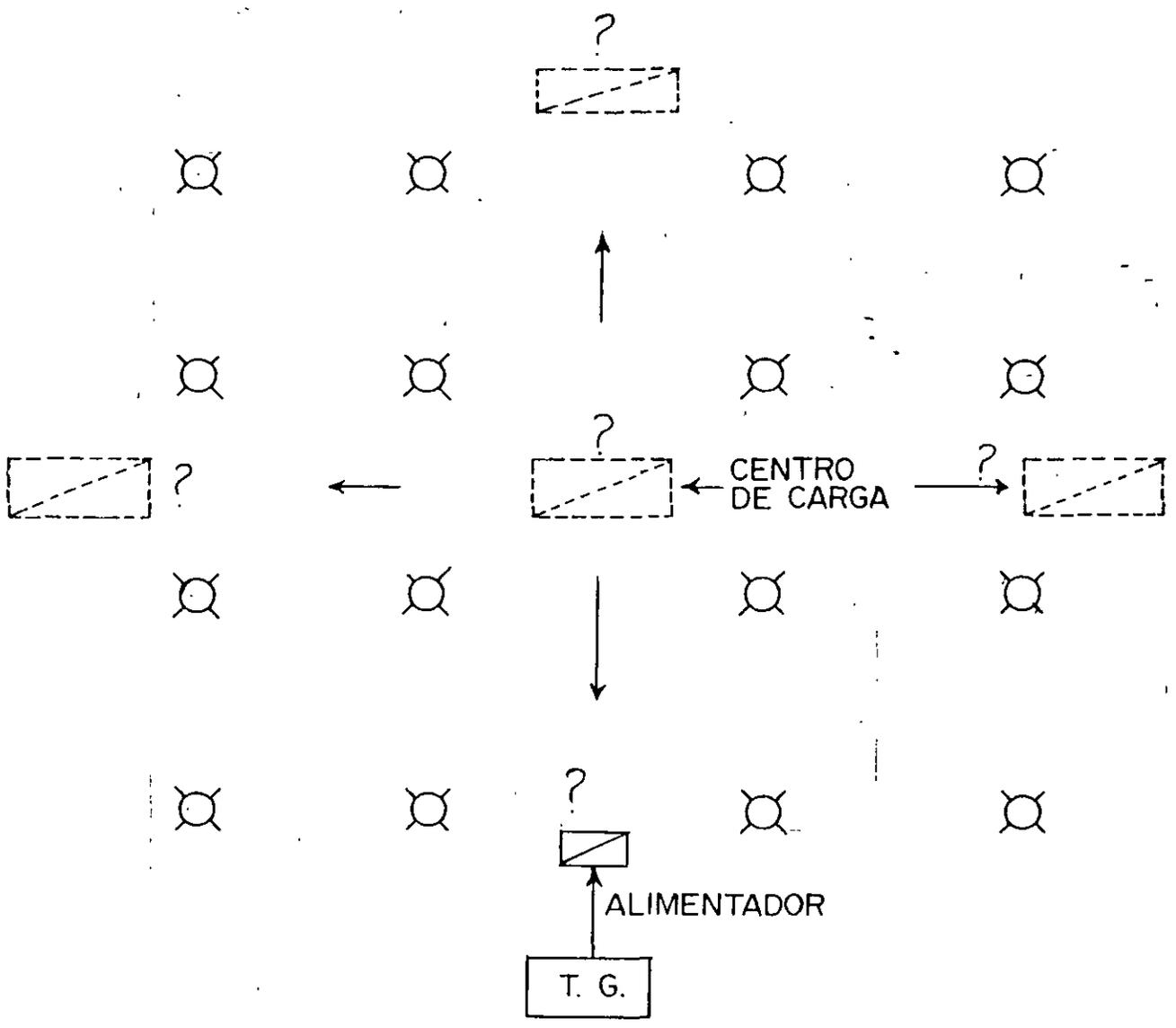
# TABLEROS DE DISTRIBUCION

## USOS:

- 1).- DISTRIBUIR ENERGIA
- 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).- LOCALIZACION RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA. (CENTRO DE CARGA).
- 4).- LOCALIZACION RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU ALIMENTADOR.
- 5).- ACCESIBILIDAD



¿ CUAL ES LA UBICACION CORRECTA DEL CENTRO DE CARGA ?

**Tabla 220-11. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado**

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (en VA)	Factor de demanda por ciento
Almacenes	Primeros 12500 o menos	100
	A partir de 12500	50
Hospitales*	Primeros 50000 o menos	40
	A partir de 50000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los bloques de apartamentos sin cocina*	Primeros 20000 o menos	50
	De 20001 a 100000	40
	A partir de 100000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120000	35
	A partir de 120000	25
Todos los demás	Total VA	100

\* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

**220-12. Alumbrado de escaparates.** Para el alumbrado de escaparates se debe incluir una carga no inferior a 200 VA por cada 305 mm de escaparate, medido horizontalmente a lo largo de su base.

NOTA: Para los circuitos derivados de escaparates, véase 220-3(c), Excepción 3

**220-13. Cargas para receptáculos en locales que no sean de vivienda.** En edificios que no sean de vivienda, se permite añadir a las cargas de alumbrado cargas para receptáculos de no más de 180 VA por salida, según 220-3(c)(7), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-11 o también sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-13

**Tabla 220-13. Factores de demanda para cargas de receptáculos en edificios no residenciales**

Parte de la carga de receptáculos a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda por ciento
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

Tabla 210-24. Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	15	20	30	40	50
Conductores (tamaño nominal mínimo mm <sup>2</sup> -AWG):	2.082(14)	3.3(12)	5.26(10)	3.38(8)	13.3(6)
		Véase 240-4			
Conductores del circuito*	2.082(14)				
Derivaciones	2.082(14)				
Cables y cordones de aparatos eléctricos					
Protección contra sobrecorriente (A)	15	20	30	40	50
Dispositivo de salida:	De cualquier	De cualquier	Servicio pesado	Servicio pesado	Servicio pesado
Portalámparas permitidos					
Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo**	Tipo 15 A máx.	Tipo 15 o 20 A.	30A	40 o 50 A	50 A
Carga Máxima (A)	15	20	30	40	50
Carga permisible	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(b)	Véase 210-23©	Véase 210-23©

\*Estos tamaños se refieren a conductores de cobre

\*\*Para la capacidad de conducción de corriente de los aparatos eléctricos de alumbrado por descarga conectados con cordón y clavija, véase 410-30©

210-2. Otros Artículos para circuitos derivados con propósitos específicos. Los circuitos derivados deben cumplir este Artículo y también las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM. Las disposiciones de los circuitos derivados que alimentan equipos de la siguiente lista, modifican o complementan las disposiciones de este Artículos y se deben aplicar a los circuitos derivados referidos en las mismas:

Concepto	Artículo	Sección
Anuncios luminosos y alumbrado de realce		600-6
Barras colectoras		364-9
Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550	
Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50V	720	
Circuitos de control remoto, señales y con limitación de corriente de Clase 1, Clase 2 y Clase 3	725	
Computadoras electrónicas/equipo de proceso de datos		645-5
Distribución en circuito cerrado y de corriente programada	780	
Elevadores, montacargas, escaleras y pasillos móviles, elevadores para sillas de ruedas		620-61 -
		440-6
Equipo de aire acondicionado y refrigeración		440-37
		440-32
Equipo de calefacción central, excepto de calefacción central eléctrica fija		422-7
Equipo de calefacción central eléctrica fija		424-3
Equipo de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos		422-15
		424-3
Equipo de calefacción por inducción y dieléctrico	665	
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve		426-4
Equipo de grabación, de sonido y similares		640-6
Equipo de rayos X		660-2
		517-73
Estudios cinematográficos y de TV y locales similares	530	
Grúas y elevadores		610-42
Maquinas de soldar eléctricas	630	
Marinas y muelles de yates		555-4
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Organos de tubos		650-6
Sistemas de alarmas contra incendios	760	
Tableros de distribución y paneles de alumbrado y control		384-32
Teatros, zonas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y locales similares.		520-41
		520-52
		520-62
Vehículos recreativos y estacionamientos de vehículos recreativos	551	

**Tabla 210-21 (b) (2) Carga máxima a un receptáculo para aparatos eléctricos con cordón y clavija**

Capacidad de conducción de corriente nominal del Circuito (A)	Capacidad de conducción de corriente admisible de la Base (A)	Carga máxima (A)
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

**Tabla 210-21 (b) (3) Capacidad de conducción de corriente admisible de receptáculos en circuitos de diversas capacidad.**

Capacidad de conducción de corriente nominal del Circuito (A)	Capacidad de conducción de Corriente admisible del receptáculo (A)
15	No mas de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

**Tabla 220-3(b) Cargas de alumbrado general por uso de edificio**

Uso de edificio	Carga unitaria (VA/m <sup>2</sup> )
Almacenes	2,5
Bancos	35**
Casa de huéspedes	15
Clubes	20
Colegios	30
Cuarteles y auditorios	10
Edificio de oficinas	35**
Edificios industriales y comerciales	20
Estacionamientos públicos	5
Hospitales	20
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina*	20
Iglesias	10
Juzgados	20
Peluquerías y salones de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30
Unidades de vivienda*	30
En cualquiera de las construcciones anteriores excepto en Viviendas Unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Lugares de reunión y auditorios	10
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
Lugares de almacenajes	2.5

\*Todas las salidas para receptáculos de uso general de 20 A nominales o menos, en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los clientes de hoteles y moteles (excepto las conectadas a los circuitos de receptáculos de corriente eléctrica especificados en 220-4(b) y (c); se deben considerar tomas para alumbrado general y en tales salidas no son necesarios cálculos para cargas adicionales.

\*\*Además se debe incluir una carga unitaria de 10,5 VA/m<sup>2</sup> para salidas receptáculos de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de tomas.

**Tabla 220-32 Calculo opcional de los factores de demanda de unidades multifamiliares con tres o más viviendas**

Número de unidades de vivienda	Factor de demanda por ciento
3-5	45
6-7	44
8-10	43
11	42
12-13	41
14-15	40
16-17	39
18-20	38
21	37
22-23	36
24-25	35
26-27	34
28-30	33
31	32
32-33	31
34-36	30
37-38	29
39-42	28
43-45	27
46-50	26
51-55	25
56-61	24
De 62 en adelante	23

## 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 SELECCION DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

- 1.- No más de 42 circuitos derivados monoplares 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.



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

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA**

**NORMATIVIDAD**

**ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO  
PALACIO DE MINERÍA  
NOVIEMBRE 1999**

# LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA

ARTICULO 28.- CORRESPONDE AL SOLICITANTE DEL SERVICIO REALIZAR A SU COSTA Y BAJO SU RESPONSABILIDAD. LAS OBRAS E INSTALACIONES DESTINADAS AL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA. MISMAS QUE DEBERAN SATISFACER LOS REQUISITOS TECNICOS Y DE SEGURIDAD QUE FIJEN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SOLO SUMINISTRARA ENERGIA ELECTRICA EN SERVICIOS EN ALTA TENSION Y EN LUGARES DE CONCENTRACION PUBLICA, PREVIO A LA COMPROBACION DE QUE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS HAN SIDO CERTIFICADAS POR UNA UNIDAD DE VERIFICACION APROBADA POR LA SECRETARIA DE ENERGIA.

LEY FEDERAL SOBRE METROLOGIA Y NORMALIZACION  
(PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 1 DE JULIO DE  
1992)

LA CERTIFICACION Y VERIFICACION DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS SE REALIZARA POR LAS DEPENDENCIAS O POR ORGANISMOS DE CERTIFICACION, LABORATORIOS DE PRUEBAS Y DE CALIBRACION Y UNIDADES DE VERIFICACION ACREDITADAS.

# UNIDADES DE VERIFICACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS

## Objetivo.

Verificar exclusivamente el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana aplicable a instalaciones eléctricas.

NOM-EM-001-SEMP-1993

## Actuación:

A solicitud del usuario.

## Función:

Certificar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana aplicable a instalaciones eléctricas.

## Obligación:

Proporcionar un servicio con calidad y eficiencia.

# **NORMA OFICIAL MEXICANA**

## **NOM-001-SEMP-1994**

Relativa a instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica

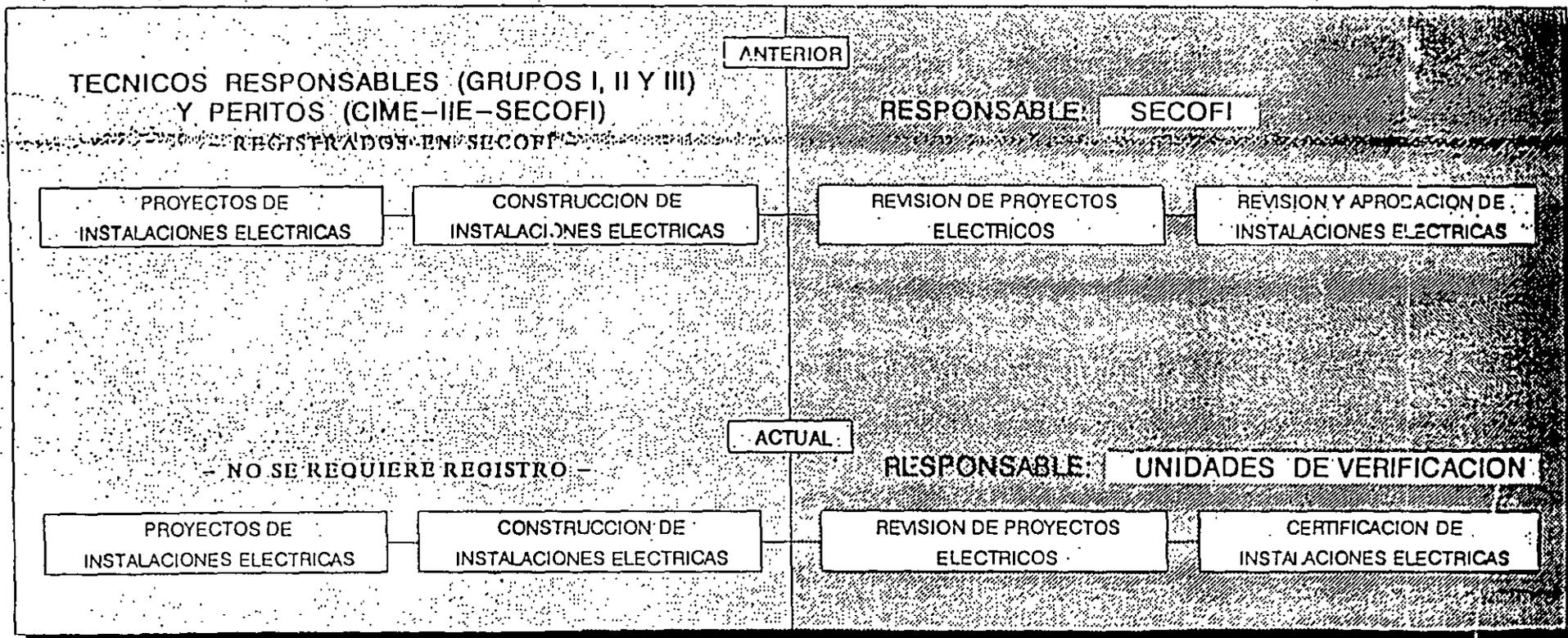
### **OBJETIVO**

La presente Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de servicio y seguridad para las personas y su patrimonio.

Nota: Suple a la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-SEMP-1993, cuya prórroga concluyó el 15 de octubre de 1994.

ACTIVIDADES QUE SE REALIZABAN ANTES Y DESPUES DE LAS MODIFICACIONES A LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA DEL 23 DE DICIEMBRE DE 1992

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO



DE CONFORMIDAD CON LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGIA Y NORMALIZACION DEL 1º DE JULIO DE 1992.

**CERTIFICACION :**

PROCEDIMIENTO POR EL CUAL SE ASEGURA QUE UN PRODUCTO, PROCESO SISTEMA O SERVICIO SE AJUSTA A LAS NORMAS O LINEAMIENTOS O RECOMENDACIONES DE ORGANISMOS DEDICADOS A LA NORMALIZACION NACIONALES O INTERNACIONALES.

# CONTENIDO DE LA NOM-001-SEMP-1994

INTRODUCCION. (1 Artículo)

## PRIMERA PARTE

- CAPITULO 1. Disposiciones generales. (2 Artículos)
- CAPITULO 2. Diseño y protección de las instalaciones eléctricas. (9 Artículos)
- CAPITULO 3. Métodos de instalación y materiales. (42 Artículos)
- CAPITULO 4. Equipos de uso general. (15 Artículos)
- CAPITULO 5. Ambientes especiales. (22 Artículos)
- CAPITULO 6. Equipos especiales. (18 Artículos)
- CAPITULO 7. Condiciones especiales. (11 Artículos)
- CAPITULO 8. Sistemas de comunicación. (3 Artículos)
- CAPITULO 9. Alumbrado público. (6 Artículos)
- CAPITULO 10. Tablas.

## SEGUNDA PARTE

- CAPITULO 21. Generalidades. (3 Artículos)
- CAPITULO 22. Líneas aéreas. (10 Artículos)
- CAPITULO 23. Líneas subterráneas. (9 Artículos)
- CAPITULO 24. Subestaciones. (5 Artículos)

Total: 156 Artículos

## SEGUNDA SECCION

### SECRETARIA DE ENERGIA

**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN), APROBADA EN LA CUARTA REUNIÓN ORDINARIA DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CELEBRADA EL 20 DE ABRIL DE 1999.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracciones II y III, 40 fracciones VIII, X y XIII, 47 fracción IV, 51 y 53 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 34 y 40 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, así como 12 Bis del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, expide y publica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización), aprobada por unanimidad por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en su cuarta sesión ordinaria del 20 de abril de 1999.

Se cancela la NOM-001-SEMP-1994, "Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica", publicada el 10 de octubre de 1994 en el Diario Oficial de la Federación.

#### CONSIDERANDOS

**Primero.-** Que con fecha 22 de diciembre 1997, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1997, "Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica", a efecto de recibir comentarios de los interesados;

**Segundo.-** Que una vez transcurrido el término de 90 días a que se refería el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para recibir los comentarios que se mencionan en el considerando inmediato anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, estudió los comentarios recibidos y, en su caso, modificó el proyecto de norma en cita;

**Tercero.-** Que con fecha 19 de abril de 1999, la Secretaría de Energía ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación de las respuestas a los comentarios recibidos de los interesados;

**Cuarto.-** Que para los efectos de la aprobación a que se refiere el artículo 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas consideró conveniente modificar la denominación y clave del proyecto de norma, haciéndolo más preciso y sencillo, toda vez que no repercute en el contenido de dicho proyecto, y

**Quinto.-** Que de lo expuesto en los considerandos anteriores se concluye que se ha dado cumplimiento con el procedimiento que señalan los artículos 38, 44, 45, 46 y 47 y demás relativos a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

**Sexto.-** Que en atención a la necesidad de contar con el instrumento normativo que regule las instalaciones eléctricas de utilización en forma permanente para salvaguardar la seguridad de los usuarios y sus pertenencias, se ha tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).

#### PREFACIO

La presente Norma Oficial Mexicana fue armonizada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNIE) con el apoyo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) y de la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), bajo la coordinación de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía, y consultando trabajos, propuestas, comentarios y colaboraciones de las siguientes instituciones miembros del CCNIE:

- ◆ Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, SECOFI
- ◆ Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- ◆ Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE
- ◆ Comisión Federal de Electricidad, CFE
- ◆ Petróleos Mexicanos, PEMEX
- ◆ Instituto Mexicano del Seguro Social, IMSS
- ◆ Luz y Fuerza del Centro, LyFC
- ◆ Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- ◆ Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, PAESE
- ◆ Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE
- ◆ Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas, AIUME
- ◆ Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, AMDROC
- ◆ Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC

- ◆ Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas, AMIME
  - ◆ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC
  - ◆ Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
  - ◆ Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas, CIME
  - ◆ Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
  - ◆ Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME
- Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 26 de abril de 1999.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, Francisco Rodríguez Ruiz.- Rúbrica.

### ÍNDICE

Introducción

- TÍTULO 1 Objetivo  
 TÍTULO 2 Campo de aplicación  
 TÍTULO 3 Referencias  
 TÍTULO 4 Especificaciones (Capítulos 1 al 10 y Apéndices A, B y C)  
 TÍTULO 5 Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM  
 TÍTULO 6 Vigilancia  
 TÍTULO 7 Concordancia con normas internacionales  
 TÍTULO 8 Bibliografía

TRANSITORIOS

Introducción

La presente norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas, en adelante NOM, cuyo proyecto fue publicado el 22 de diciembre de 1997, en el Diario Oficial de la Federación toma en cuenta los comentarios recibidos que fueron analizados y aceptados por el CCNIE así como las opiniones y aportaciones de las instituciones y diversas organizaciones.

La estructura de la NOM responde a las necesidades técnicas que requieren la utilización de las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional; se cuida el uso de vocablos y se respetan los términos habituales, para evitar confusiones en los conceptos. Asimismo se han ordenado los textos procurando claridad de expresión y unidad de estilo para una más específica comprensión. Lo que hará más fácilmente atendible sus disposiciones.

Se ha apegado el uso de las unidades al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, con las excepciones y consideraciones permitidas en la NOM-008-SCFI vigente.

En la sección 5 "Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM", se establece la metodología para la apropiada aplicación de las disposiciones establecidas y una guía general para su interpretación formal.

#### TÍTULO 1 - Objetivo

El objetivo de esta NOM es establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.

#### TÍTULO 2 - Campo de aplicación

Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica en:

- a) Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.
- b) Casas móviles, vehículos de recreo, edificios flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotriz, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.
- c) Plantas generadoras de emergencia o de reserva propiedad de los usuarios.
- d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.
- e) Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica.

**Excepción:** Esta NOM no se aplica en:

- 1) Instalaciones eléctricas en barcos y embarcaciones.

- 2) Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotrices.
- 3) Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico para la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación de equipo rodante, o instalaciones usadas exclusivamente para propósitos de señalización y comunicación.
- 4) Instalaciones eléctricas en minas y maquinaria móvil autopropulsada para las mismas.
- 5) Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas de servicio público de comunicaciones.

### TÍTULO 3 - Referencias

Para la correcta aplicación de esta NOM es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento
- NOM-008-SCFI, Sistema General de Unidades de Medida
- NOM-024-SCFI, Información comercial - aparatos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos - Instructivos y garantías para los productos de fabricación nacional e importada
- NOM-050-SCFI, Información comercial - Información comercial del envase o su etiqueta que deberán ostentar los productos de fabricación nacional y extranjera
- NMX-J-098, Sistemas eléctricos de potencia - Suministro - Tensiones eléctricas normalizadas

### TÍTULO 4 - Especificaciones

#### ÍNDICE

#### 4.1 DISPOSICIONES GENERALES

##### 100 DEFINICIONES

- A. Definiciones generales
- B. Definiciones generales para instalaciones de tensión eléctrica nominal superior a 600 V

##### 110 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- A. Disposiciones generales.
- B. Más de 600 V nominales

#### 4.2 ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

##### 200 USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

##### 210 CIRCUITOS DERIVADOS

- A. Disposiciones generales
- B. Clasificación de los circuitos derivados
- C. Salidas necesarias

##### 215 ALIMENTADORES

##### 220 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

- A. Disposiciones generales
- B. Alimentadores y acometidas
- C. Cálculos opcionales para las cargas de alimentadores y acometidas
- D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas

##### 225 CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS EN EXTERIORES

##### 230 ACOMETIDAS

- A. Disposiciones generales
- B. Conductores de acometida aérea
- C. Acometidas subterráneas
- D. Conductores de entrada de acometida
- E. Equipo de acometida - Disposiciones generales
- F. Equipo de acometida - Medios de desconexión
- G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente
- H. Acometidas de más de 600 V nominales

##### 240 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

- A. Disposiciones generales
- B. Localización
- C. Envolventes
- D. Desconexión y resguardo
- E. Fusibles a presión, portafusibles y adaptadores
- F. Fusibles y portafusibles de cartucho
- G. Interruptores automáticos de circuito
- H. Protección contra sobrecorriente a más de 600 V nominales

**250 PUESTA A TIERRA**

- A. Disposiciones generales
- B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos
- C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas
- D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones
- E. Puesta a tierra de los equipos
- F. Métodos de puesta a tierra
- G. Puentes de unión
- H. Sistema de electrodos de puesta a tierra
- I. Conductores del electrodo de puesta a tierra
- J. Conexiones de los conductores de puesta a tierra
- K. Transformadores de instrumentos, relés, etcétera
- L. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de alta tensión (600 V o más)

**280 APARTARRAYOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación de los apartarrayos
- C. Conexión de los apartarrayos

**4.3 MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES****300 MÉTODOS DE ALAMBRADO**

- A. Disposiciones generales
- B. Requisitos para tensiones eléctricas nominales mayores a 600 V.

**305 INSTALACIONES PROVISIONALES****310 CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL****318 SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES****320 ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES****321 ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO****324 ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES****325 CABLES CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS (Tipo IGS)**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**326 CABLES DE MEDIA TENSIÓN (TIPO MV)****328 CABLE PLANO TIPO FCC**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**330 CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METÁLICA, TIPO MI**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**331 TUBO (CONDUIT) NO-METÁLICO**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**332 TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**333 CABLE ARMADO TIPO AC**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

**334 CABLE CON ARMADURA METÁLICA TIPO MC**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción

- 336 CABLES CON CUBIERTA TERMOPLÁSTICA (TIPOS NM, NMC Y NMS)**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 338 CABLE DE ENTRADA DE ACOMETIDA**
- 339 CABLES SUBTERRÁNEOS PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS TIPO UF**
- 340 CABLES DE ENERGÍA Y CONTROL TIPO TC PARA USO EN SOPORTES TIPO CHAROLA**
- 342 EXTENSIONES NO-METÁLICAS**
- 343 TUBO (CONDUIT) NO-METÁLICO CON CABLES PREENSAMBLADOS PARA USOS SUBTERRÁNEOS**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 345 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO SEMIPESADO**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 346 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO PESADO**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 347 TUBO (CONDUIT) RÍGIDO NO-METÁLICO**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 348 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO LIGERO**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
  - C. Especificaciones de construcción
- 349 TUBO (CONDUIT) METÁLICO FLEXIBLE TIPO LIGERO**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Construcción e instalación
- 350 TUBO (CONDUIT) METÁLICO FLEXIBLE**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Instalación
- 351 TUBO (CONDUIT) FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS METÁLICO Y NO METÁLICO**
  - A. Tubo (Conduit) metálico flexible hermético a los líquidos
  - B. Tubo (Conduit) no-metálico flexible y hermético a los líquidos
- 352 CANALIZACIONES SUPERFICIALES METÁLICAS Y NO-METÁLICAS**
  - A. Canalizaciones superficiales metálicas
  - B. Canalizaciones superficiales no-metálicas
  - C. Canal tipo extruido
- 353 ENSAMBLE DE RECEPTÁCULOS MÚLTIPLES**
- 354 CANALIZACIONES BAJO EL PISO**
- 356 CANALIZACIONES EN PISOS METÁLICOS CELULARES**
  - A. Instalación
  - B. Especificaciones de construcción
- 358 CANALIZACIONES EN PISOS DE CONCRETO CELULAR**
- 362 DUCTOS METÁLICOS Y NO-METÁLICOS CON TAPA**
  - A. Ductos metálicos
  - B. Ductos no-metálicos
- 363 CABLES PLANOS TIPO FC**
- 364 DUCTOS CON BARRAS (ELECTRODUCTOS)**
  - A. Disposiciones generales
  - B. Requisitos para tensión eléctrica mayor a 600 V nominales

**365 CANALIZACIONES PREALAMBRADAS****370 SALIDAS, DISPOSITIVOS, CAJAS DE JALADO Y DE EMPALMES, CAJAS DE PASO Y ACCESORIOS**

- A. Alcance y disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Especificaciones de construcción
- D. Cajas de empalmes y de paso utilizadas en instalaciones de más de 600 V nominales

**373 GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES**

- A. Instalación
- B. Especificaciones de construcción

**374 CANALES AUXILIARES****380 DESCONECTADORES**

- A. Instalación
- B. Especificaciones de construcción

**384 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y PÁNELES DE ALUMBRADO Y CONTROL**

- A. Disposiciones generales
- B. Tableros de distribución
- C. Paneles de alumbrado y control
- D. Especificaciones de construcción

**4.4 EQUIPOS DE USO GENERAL****400 CABLES Y CORDONES FLEXIBLES**

- A. Disposiciones generales
- B. Especificaciones de construcción
- C. Cables portátiles de tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**402 CABLES DE APARATOS ELÉCTRICOS****410 LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS Y RECEPTÁCULOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Localización del equipo
- C. Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarias
- D. Soportes de luminarias
- E. Puesta a tierra
- F. Alambrado de las luminarias
- G. Construcción de las luminarias
- H. Instalación de portalámparas
- I. Construcción de los portalámparas
- J. Lámparas y equipos auxiliares
- K. Receptáculos, cordones de conexión y clavijas
- L. Disposiciones especiales para luminarias montadas en cavidades o empotradas
- M. Requisitos de construcción de luminarias tipo empotrar montaje rasante
- N. Disposiciones especiales para sistemas de iluminación de descarga de 1000 V o menos
- O. Disposiciones especiales para luminarias de descarga eléctrica de más de 1000 V
- P. Rieles de iluminación

**411 SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 V O MENOS****422 APARATOS ELÉCTRICOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Requisitos de los circuitos derivados
- C. Instalación de los aparatos eléctricos
- D. Control y protección de los aparatos eléctricos
- E. Marcado de los aparatos eléctricos

**424 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Control y protección de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
- D. Marcado del equipo de calefacción
- E. Cables eléctricos calentadores de ambiente
- F. Calentadores de ductos
- G. Calderas tipo de resistencias
- H. Calderas tipo con electrodos
- I. Paneles eléctricos calentadores de radiación y conjuntos de paneles calentadores

**426 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Elementos de calefacción por resistencia
- D. Calentamiento por impedancia
- E. Calentamiento por efecto superficial
- F. Control y protección

**427 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERÍAS PARA LÍQUIDOS Y RECIPIENTES**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación
- C. Elementos de calentamiento por resistencia
- D. Calentamiento por impedancia
- E. Calentamiento por inducción
- F. Calentamiento por efecto superficial
- G. Control y protección

**430 MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES**

- A. Disposiciones generales
- B. Conductores para circuitos de motores
- C. Protección de sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados
- D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuitos y fallas a tierra
- E. Protección de alimentadores para motores contra cortocircuito y fallas a tierra
- F. Circuitos de control de motores
- G. Controladores de motores
- H. Centros de control de motores (CCM)
- I. Medios de desconexión
- J. Motores que operan a más de 600 V nominales
- K. Protección de las partes vivas para todas las tensiones eléctricas
- L. Puesta a tierra para todas las tensiones eléctricas
- M. Tablas

**440 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN**

- A. Disposiciones generales
- B. Medios de desconexión
- C. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra
- D. Conductores del circuito derivado
- E. Controladores para motores de compresor
- F. Protección contra sobrecarga de motores - compresores y de los circuitos derivados
- G. Requisitos para acondicionadores de aire para habitación

**445 GENERADORES****450 TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS DE TRANSFORMADORES**

- A. Disposiciones generales
- B. Disposiciones específicas aplicables a los diferentes tipos de transformadores
- C. Bóvedas de transformadores

**455 CONVERTIDORES DE FASE**

- A. Disposiciones generales
- B. Especificaciones aplicables a diferentes tipos de convertidores de fases

**460 CAPACITORES**

- A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos
- B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**470 RESISTENCIAS Y REACTORES**

- A. Tensión eléctrica nominal 600 V y menos
- B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**480 ACUMULADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA (BATERÍA)****4.5 AMBIENTES ESPECIALES****500 ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS)****501 ÁREAS CLASE I****502 ÁREAS CLASE II****503 ÁREAS CLASE III****504 SISTEMAS INTRÍNSECAMENTE SEGUROS****505 ÁREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2**

**510 ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS) - ESPECÍFICAS****511 TALLERES DE SERVICIO, DE REPARACIÓN Y ESTACIONAMIENTOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES****513 HANGARES DE AVIACIÓN****514 SURTIDORES (DISPENSARIOS) Y ESTACIONES DE SERVICIO Y AUTOCONSUMO****515 PLANTAS DE ALMACENAMIENTO****516 PROCESOS ACABADO****517 INSTALACIONES EN LUGARES DE ATENCIÓN DE LA SALUD**

A. Disposiciones generales

B. Alambrado y protección

C. Sistema eléctrico esencial

D. Locales para anestesia por inhalación

E. Instalaciones para rayos X

F. Sistemas de comunicaciones, señales, de información, de señalización de protección contra incendio y para tensiones eléctricas menores a 127 V

G. Sistemas de energía aislados

**518 LUGARES DE REUNIÓN****520 TEATROS, ÁREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES**

A. Disposiciones generales

B. Tableros de distribución para escenarios fijos

C. Equipo fijo para escenarios

D. Tableros portátiles en el escenario

E. Equipo portátil del escenario

F. Camerinos

G. Puesta a tierra

**525 CARNAVALES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES**

A. Disposiciones generales

B. Instalación

C. Puesta a tierra y puenteo

D. Medios de desconexión

**530 ESTUDIOS DE CINE, TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES**

A. Disposiciones generales

B. Escenario o estudio

C. Camerinos

D. Mesas de presentación, corte y montaje

E. Bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

F. Subestaciones

G. Sistemas derivados separados de 60 V a tierra

**540 PROYECTORES DE CINE**

A. Disposiciones generales

B. Definiciones

C. Equipos y proyectores tipo profesional

D. Proyectores no-profesionales

E. Equipos de grabación y reproducción de sonido

**545 INMUEBLES PREFABRICADOS****547 CONSTRUCCIONES AGRÍCOLAS****550 CASAS MÓVILES, CASAS PREFABRICADAS Y SUS ESTACIONAMIENTOS**

A. Disposiciones generales

B. Casas móviles

C. Acometidas y alimentadores

**551 VEHÍCULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS**

A. Disposiciones generales

B. Sistemas de baja tensión

C. Sistemas eléctricos combinados

D. Otras fuentes de energía

E. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales

F. Pruebas en fábrica

G. Estacionamientos de los vehículos de recreo

**552 REMOLQUES**

- A. Disposiciones generales
- B. Sistemas de baja tensión
- C. Sistemas eléctricos combinados
- D. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales
- E. Pruebas en fábrica

**553 CONSTRUCCIONES FLOTANTES**

- A. Disposiciones generales
- B. Acometidas y alimentadores
- C. Puesta a tierra

**555 MARINAS Y MUELLES****4.6 EQUIPOS ESPECIALES****600 ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO REALCE**

- A. Disposiciones generales
- B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de 1000 V o menos
- C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de más de 1000 V

**604 SISTEMAS DE CABLEADO PREFABRICADOS****605 INSTALACIONES EN OFICINAS****610 GRUAS Y POLIPASTOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Instalación eléctrica
- C. Conductores de contacto
- D. Medios de desconexión
- E. Protección contra sobrecorriente
- F. Control
- G. Puesta a tierra

**620 ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELÉCTRICAS Y PASILLOS MÓVILES, ESCALERAS Y ELEVADORES PARA SILLAS DE RUEDAS**

- A. Disposiciones generales
- B. Conductores
- C. Instalación eléctrica
- D. Instalación de conductores
- E. Cables móviles
- F. Medio de desconexión y control
- G. Protección contra sobrecorriente
- H. Cuarto de máquinas
- I. Puesta a tierra
- J. Sistemas de energía en emergencia y de reserva

**630 MÁQUINAS DE SOLDAR ELÉCTRICAS**

- A. Disposiciones generales
- B. Máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c.
- C. Máquinas de soldar de arco tipo Motor-Generador
- D. Máquinas de soldar por resistencia
- E. Cable para soldar

**640 EQUIPOS DE GRABACIÓN DE SONIDO Y SIMILARES****645 EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE CÓMPUTO ELECTRÓNICO****650 ÓRGANOS TUBULARES****660 EQUIPOS DE RAYOS X**

- A. Disposiciones generales
- B. Control
- C. Transformadores y capacitores
- D. Resguardos y puesta a tierra

**665 EQUIPOS DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN Y POR PÉRDIDAS DIELECTRICAS**

- A. Disposiciones generales
- B. Protección e interconexión a tierra
- C. Equipo Motor-Generador
- D. Equipo distinto del Motor-Generador

**668 CELDAS ELECTROLÍTICAS****669 GALVANOPLASTIA****670 MAQUINARIA INDUSTRIAL****675 MÁQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELÉCTRICAMENTE**

- A. Disposiciones generales
- B. Máquinas de riego con pivote central

**680 ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES**

- A. Disposiciones generales
- B. Albercas de instalación permanente
- C. Albercas desmontables
- D. Fuentes de aguas termales y bañeras térmicas
- E. Fuentes
- F. Albercas y bañeras para uso terapéutico
- G. Bañeras de hidromasaje

**685 SISTEMAS ELÉCTRICOS INTEGRADOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Interrupción programada

**690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Requisitos para los circuitos
- C. Medios de desconexión
- D. Métodos de alambrado
- E. Puesta a Tierra
- F. Marcado
- G. Interconexión a otras fuentes de energía
- H. Baterías de acumuladores

**695 BOMBAS CONTRA INCENDIOS****4.7 CONDICIONES ESPECIALES****700 SISTEMAS DE EMERGENCIA**

- A. Disposiciones generales
- B. Alambrado de circuitos
- C. Fuentes de alimentación
- D. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza
- E. Control de los circuitos del alumbrado de emergencia
- F. Protección contra sobrecorriente

**701 SISTEMAS DE RESERVA REQUERIDOS LEGALMENTE**

- A. Disposiciones generales
- B. Alambrado de circuitos
- C. Fuentes de alimentación
- D. Protección contra sobrecorriente

**702 SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES**

- A. Disposiciones generales
- B. Alambrado de circuitos

**705 FUENTES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADA****709 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN EN LUGARES DE REUNIÓN****710 INSTALACIONES CON TENSIONES ELÉCTRICAS NOMINALES MAYORES DE 600 V**

- A. Disposiciones generales
- B. Disposiciones generales para equipos
- C. Disposiciones específicas para equipos
- D. Instalaciones accesibles únicamente a personas calificadas
- E. Equipo móvil y portátil
- F. Instalaciones en túneles
- G. Calderas de electrodos

**720 CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE OPERAN A MENOS DE 50 V****725 CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 PARA CONTROL REMOTO, SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA**

- A. Disposiciones generales
- B. Circuitos Clase 1
- C. Circuitos Clase 2 y Clase 3

**760 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

- A. Disposiciones generales
- B. Circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios
- C. Circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios

**770 CABLES DE FIBRA ÓPTICA Y SUS CANALIZACIONES**

- A. Disposiciones generales
- B. Protección
- C. Cables en el interior de edificios

**780 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PROGRAMADA****4.8 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN****800 CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN**

- A. Disposiciones generales
- B. Cables en exteriores y entrada a edificios
- C. Protección
- D. Métodos de puesta a tierra
- E. Conductores de comunicaciones dentro de los edificios

**810 EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN**

- A. Disposiciones generales
- B. Equipos receptores- Sistemas de antenas
- C. Estaciones transmisoras y receptoras de aficionados – Sistemas de antenas
- D. Instalaciones interiores – Estaciones transmisoras

**820 ANTENAS DE TELEVISIÓN COMUNITARIAS Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE RADIO**

- A. Disposiciones generales
- B. Cables en exteriores y entrada a edificios
- C. Protección
- D. Métodos de puesta a tierra
- E. Cables dentro de edificios

**4.9 INSTALACIONES DESTINADAS AL SERVICIO PÚBLICO****920 DISPOSICIONES GENERALES****921 PUESTA A TIERRA**

- A. Disposiciones generales
- B. Líneas aéreas
- C. Líneas subterráneas
- D. Subestaciones
- E. Otros

**922 LÍNEAS AÉREAS**

- A. Disposiciones generales
- B. Separación de conductores en una misma estructura, espacios para subir y trabajar
- C. Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras
- D. Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas
- E. Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones
- F. Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y aguas navegables
- G. Derecho de vía
- H. Cargas mecánicas en líneas aéreas
- I. Clases de construcción en líneas aéreas
- J. Retenidas

**923 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS**

- A. Instalación y aplicación de cables subterráneos en la vía pública
- B. Obra civil

**924 SUBESTACIONES****930 ALUMBRADO PÚBLICO**

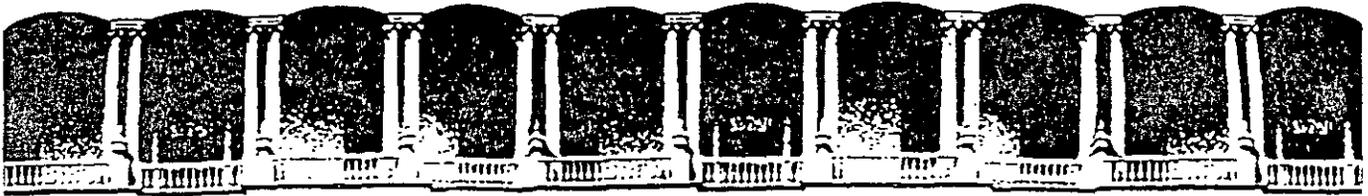
- A. Disposiciones generales
- B. Especificaciones de los sistemas de alumbrado
- C. Especificaciones de los componentes
- D. Métodos de alambrado

**4.10 TABLAS**

**APÉNDICE A.** Tablas adicionales de capacidad de conducción de corriente (normativo)

**APÉNDICE B.** Catálogo de normas de productos eléctricos (informativo)

**APÉNDICE C.** Tablas de relleno de conductores en tubo (*conduit*) (informativo)



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

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA**

**INTRODUCCIÓN**

**ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO  
PALACIO DE MINERÍA  
NOVIEMBRE 1999**



INSTALACIONES

ELECTRICAS

PARA

EDIFICIOS

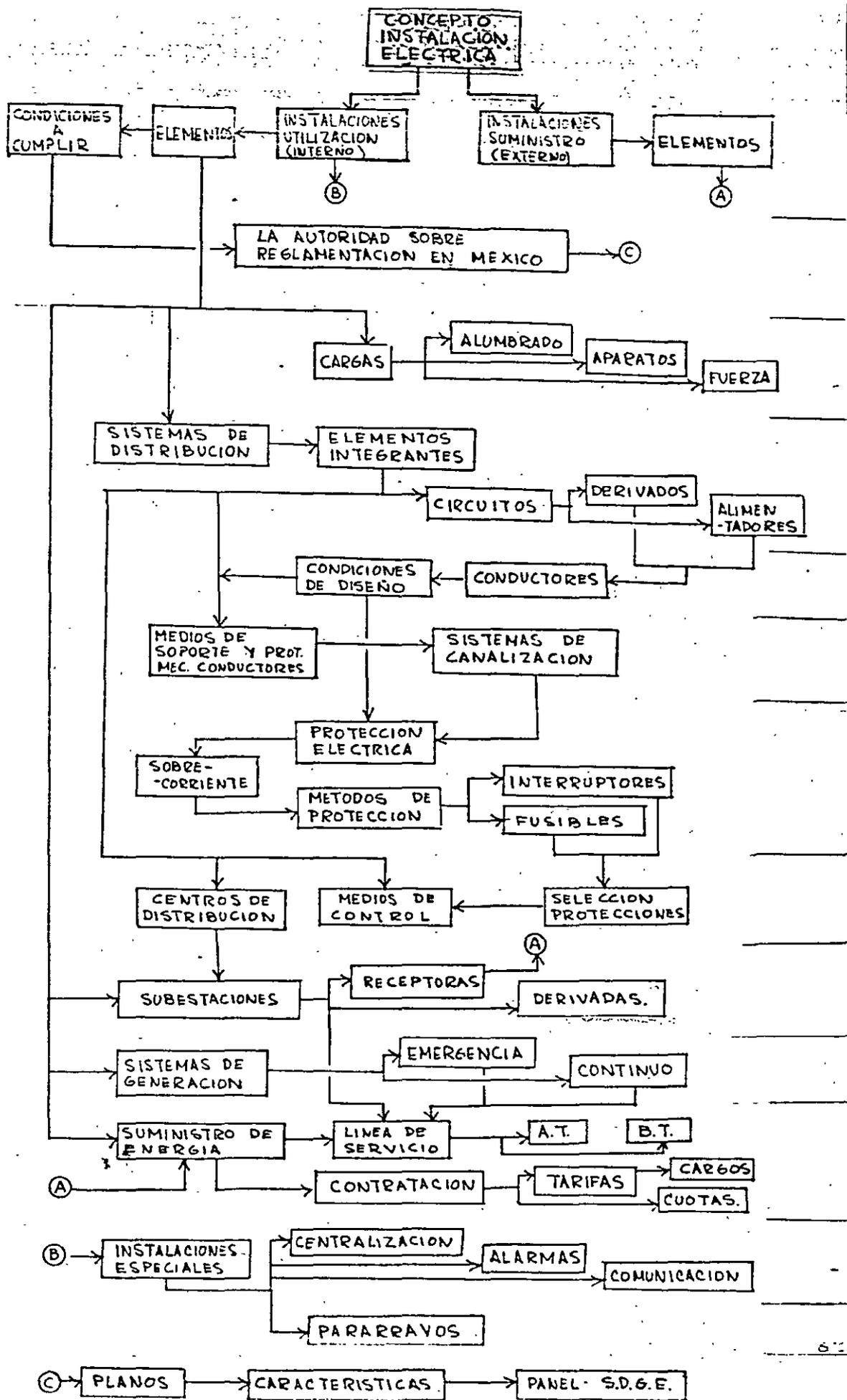
OBJETIVO:

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



# INSTALACION

## ELECTRICA:

- CONJUNTO DE :-

- APARATOS
- CONDUCTORES
- ACCESORIOS

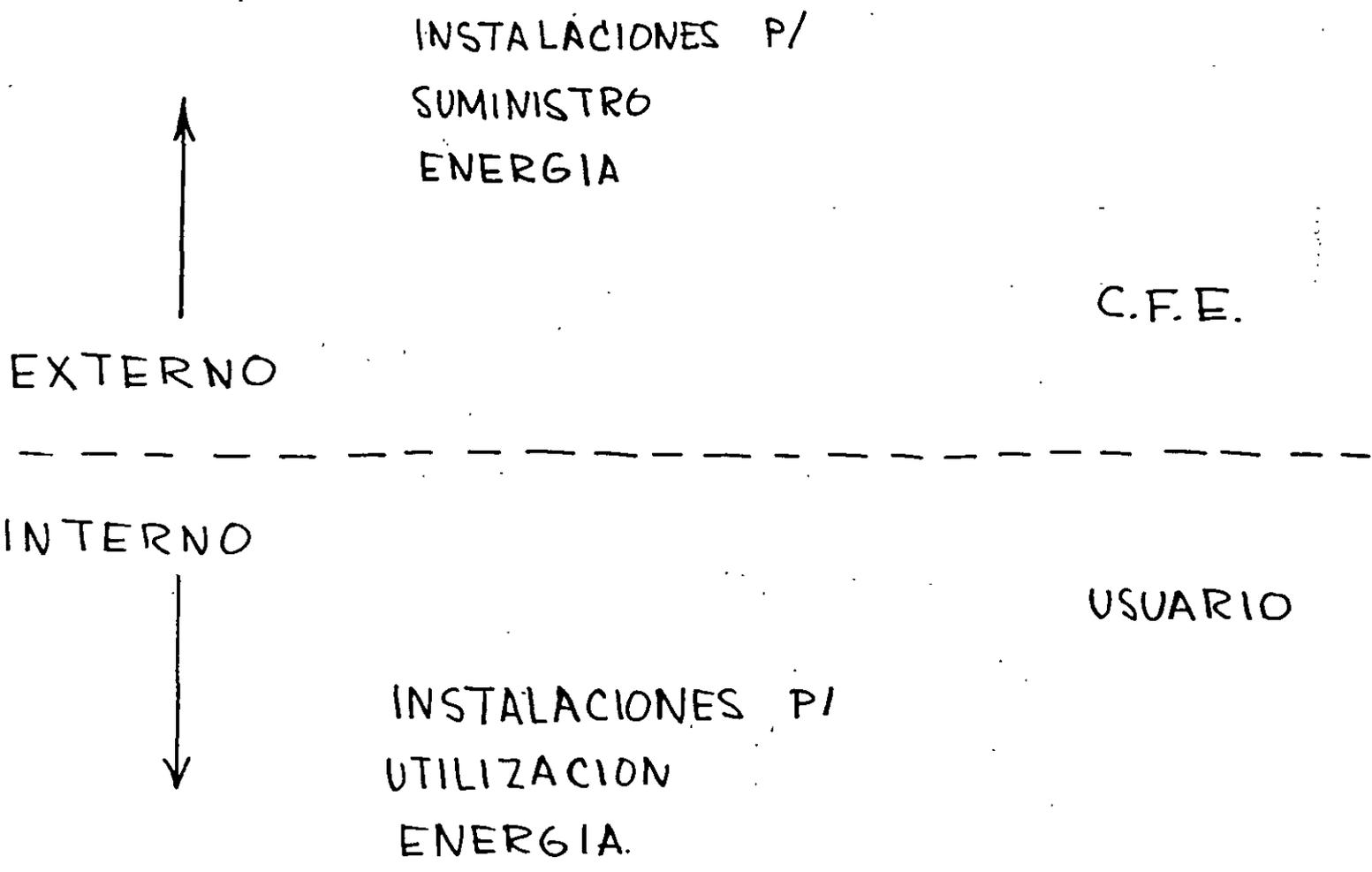
- DESTINADOS PARA :-

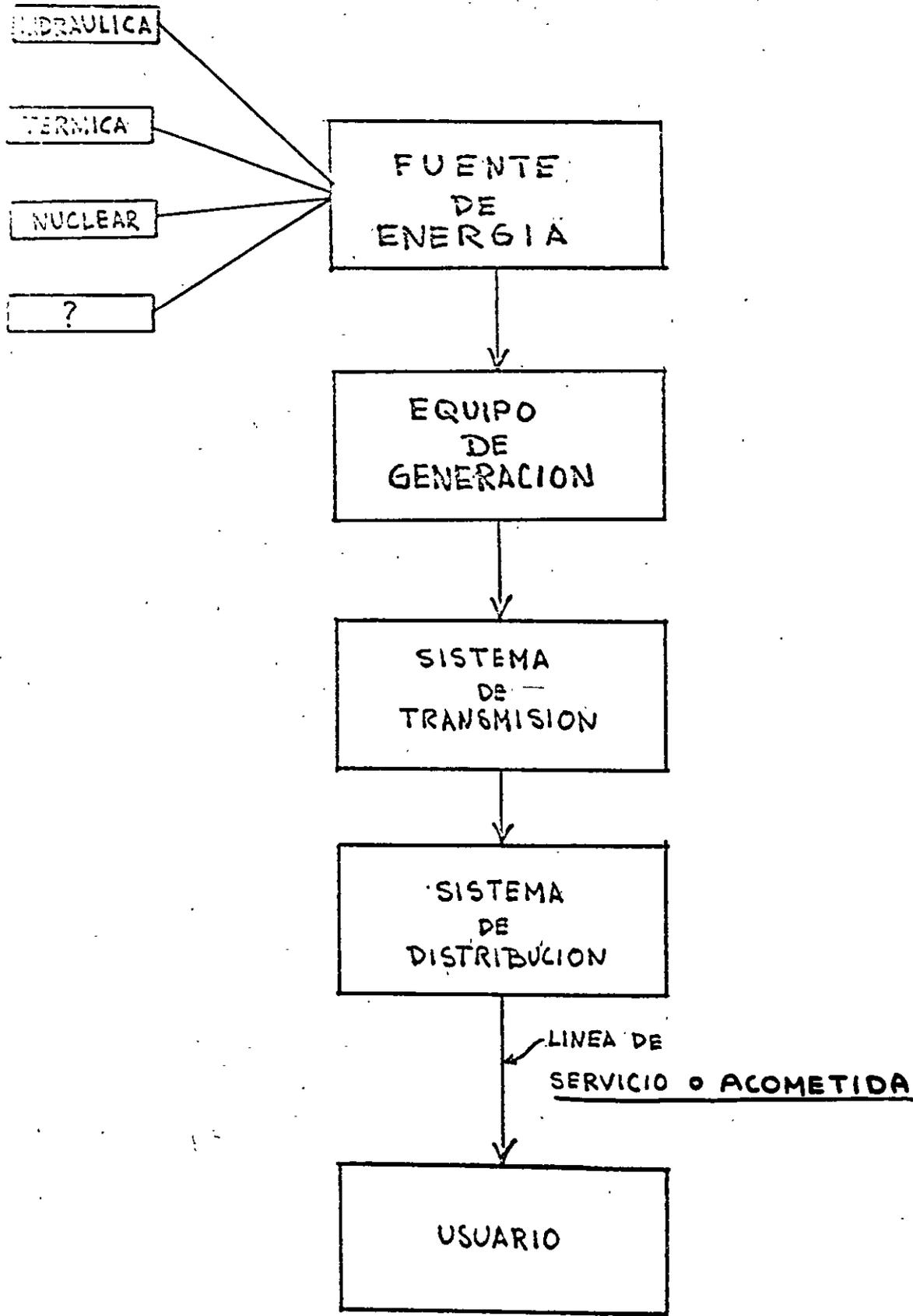
- PRODUCCION (GENERACION)
- DISTRIBUCION
- UTILIZACION

DE :

# ENERGIA ELECTRICA

DIFERENTES PUNTOS DE VISTA DEL CONCEPTO I.E. :-

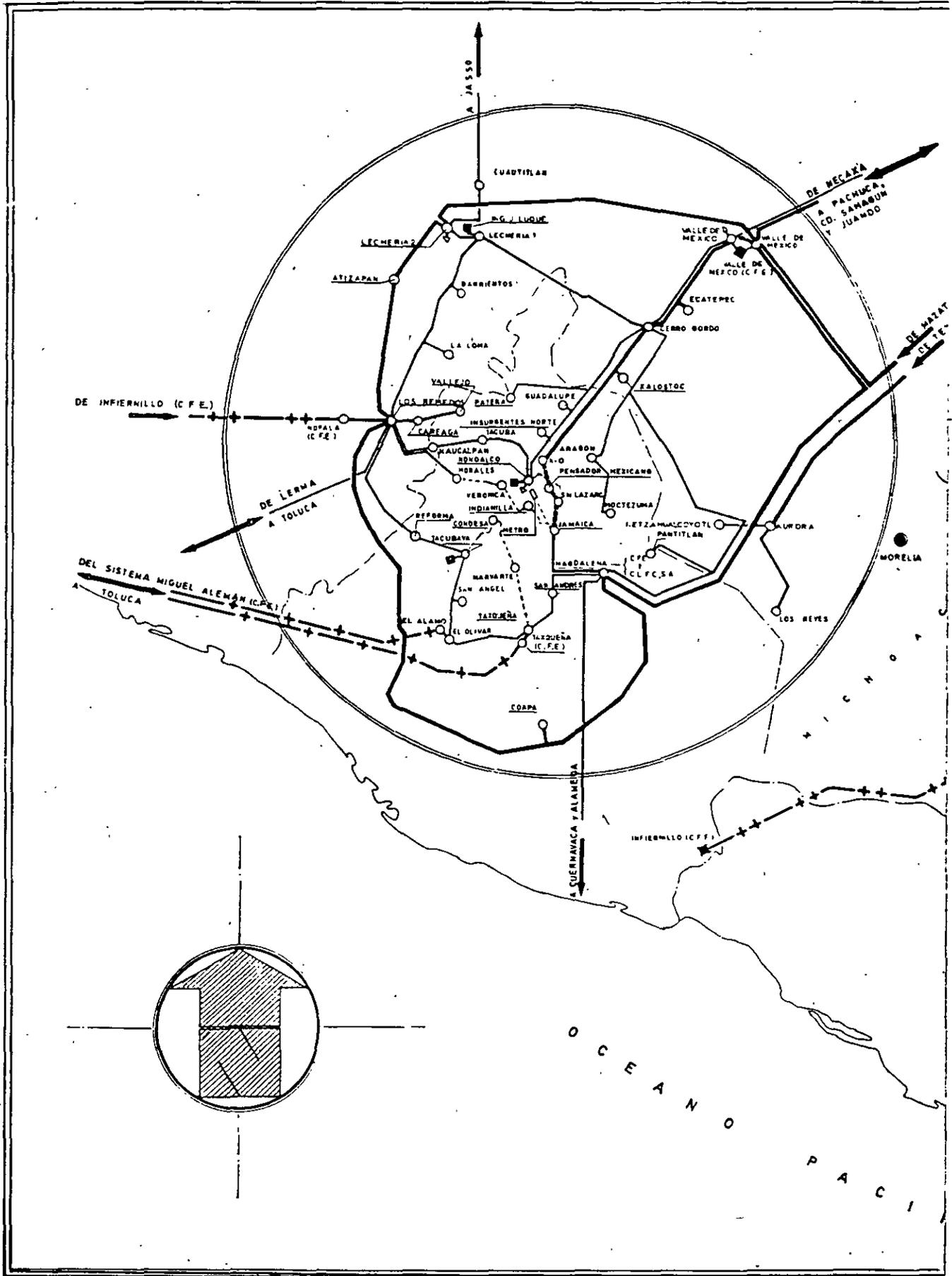


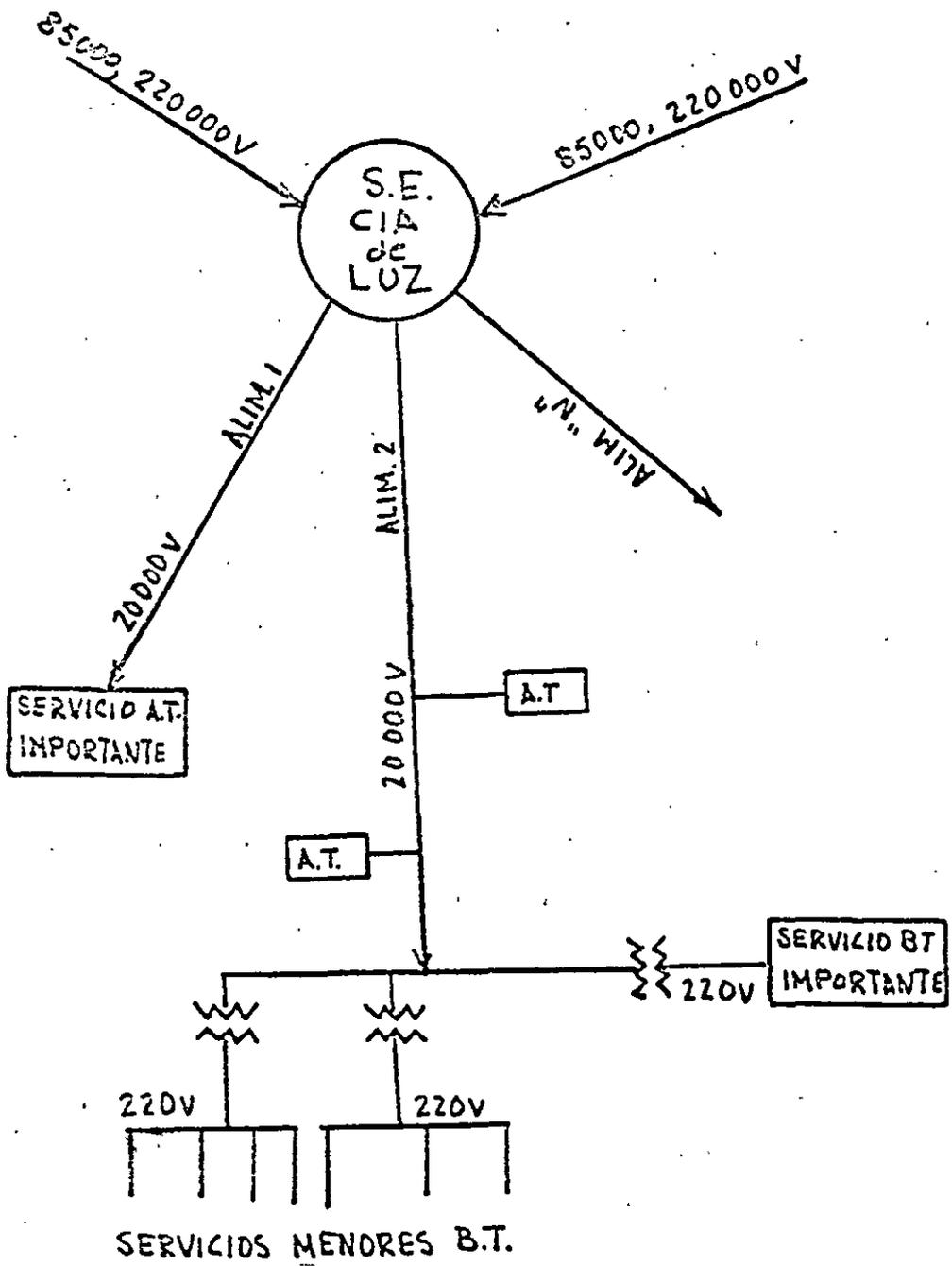


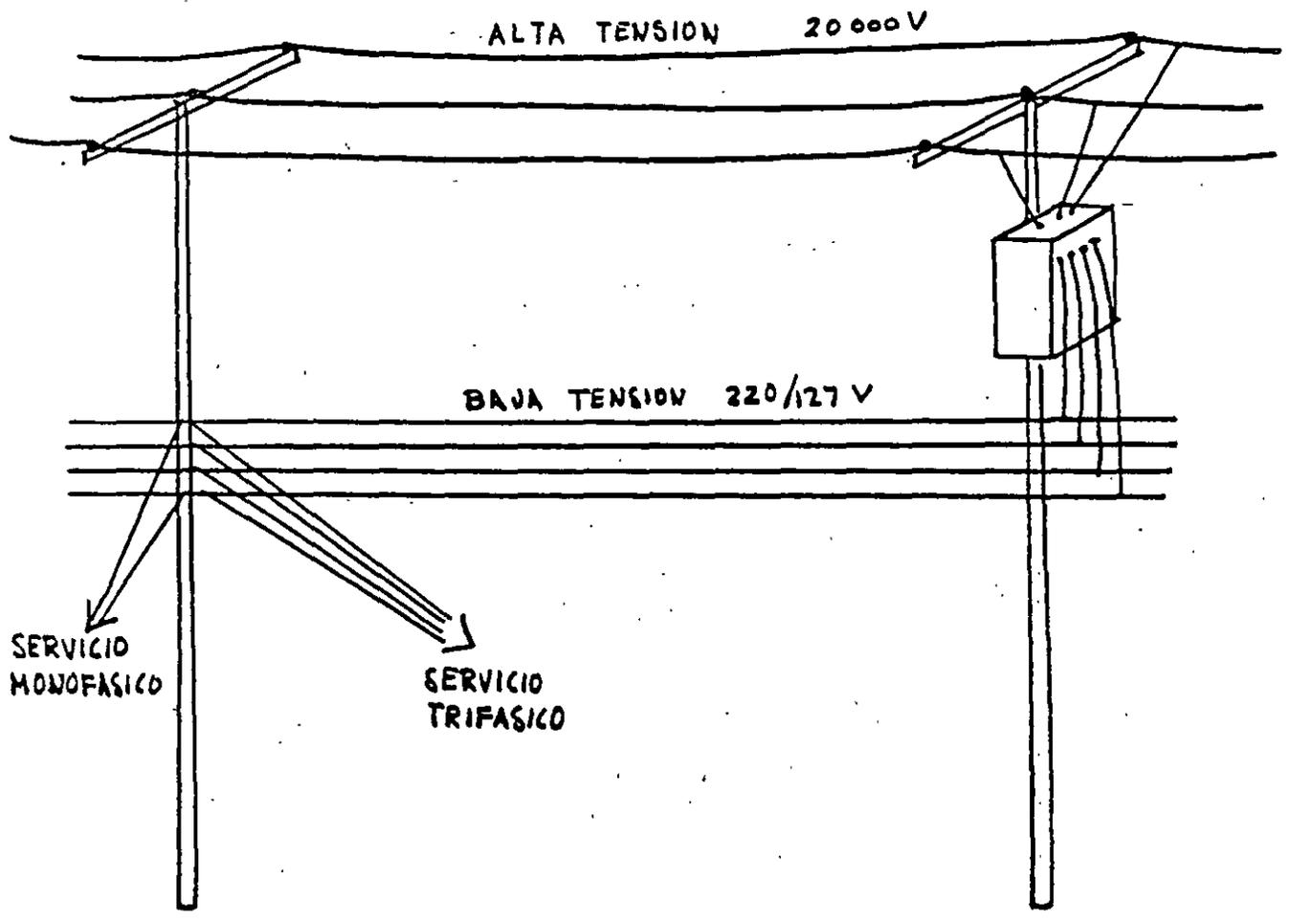


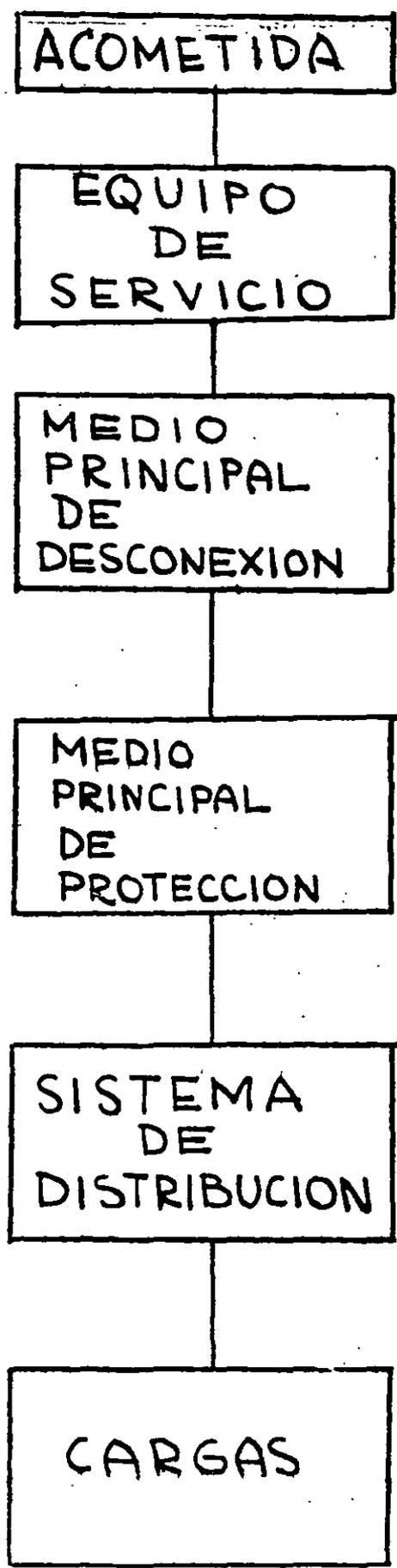
RC 3

# Localización geográfica Líneas de Transmisión









# 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.



# ACOMETIDA

## CARACTERISTICAS



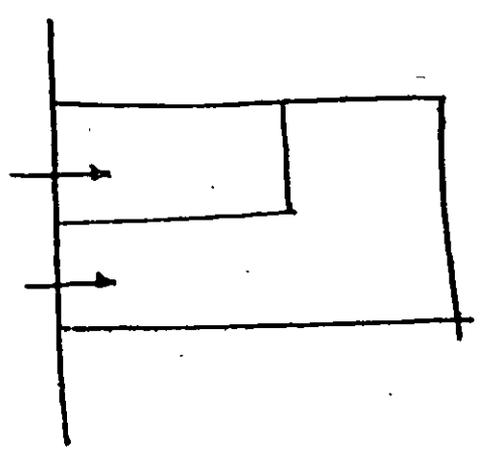
- UNA SOLA POR INMUEBLE  
(Caso General)

↓  
EXCEPCION:  
• ACUERDO CON  
• SEPAFIN  
• CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES  
(sin comunicacion)

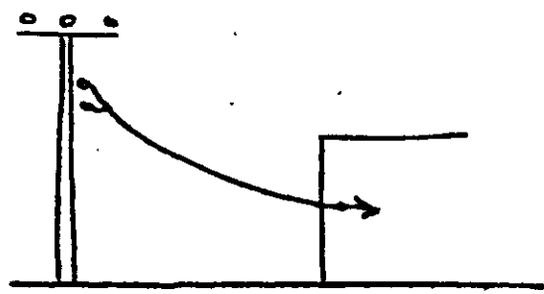


# AÇOMETIDA

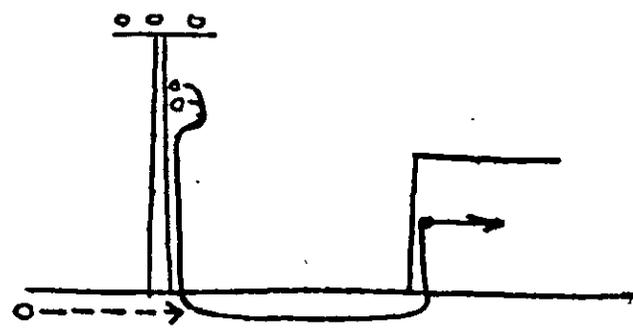
## CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

### • AEREA



### • SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

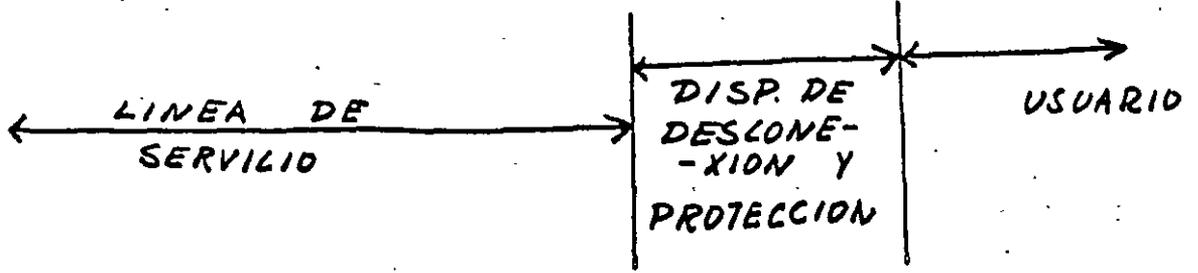
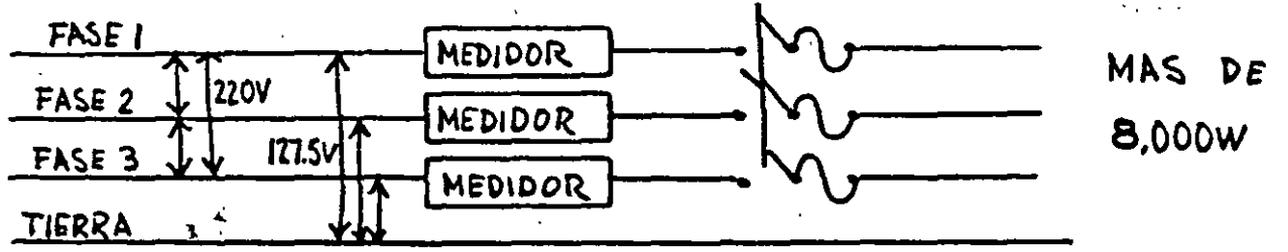
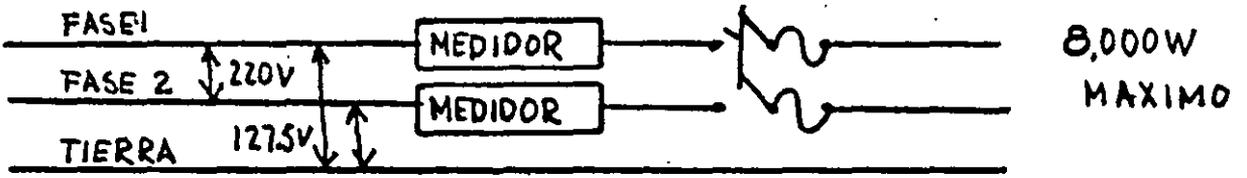
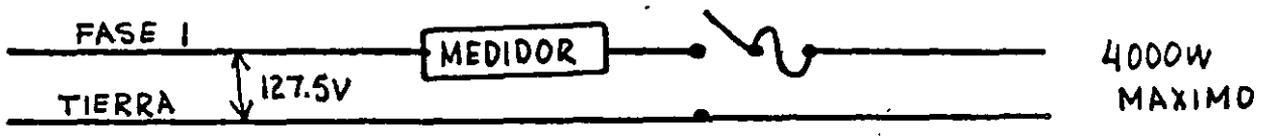
### • BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

### • ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

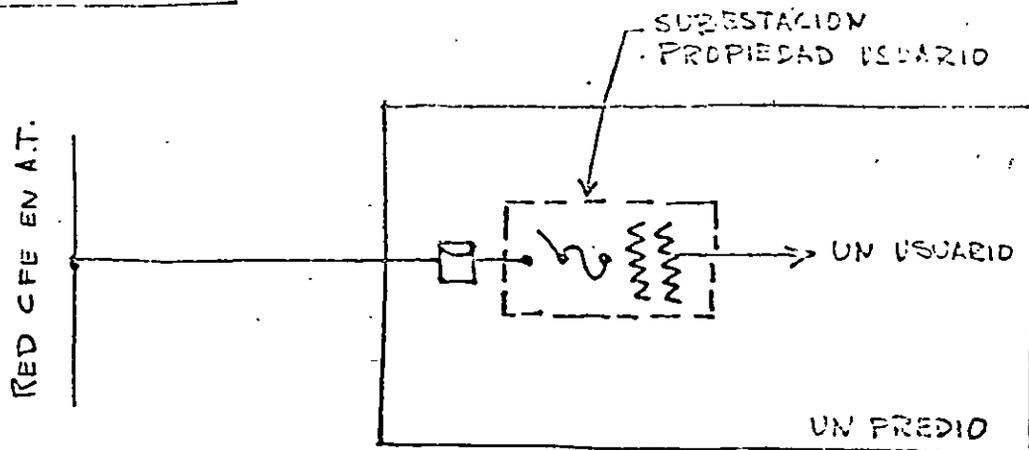
# LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION



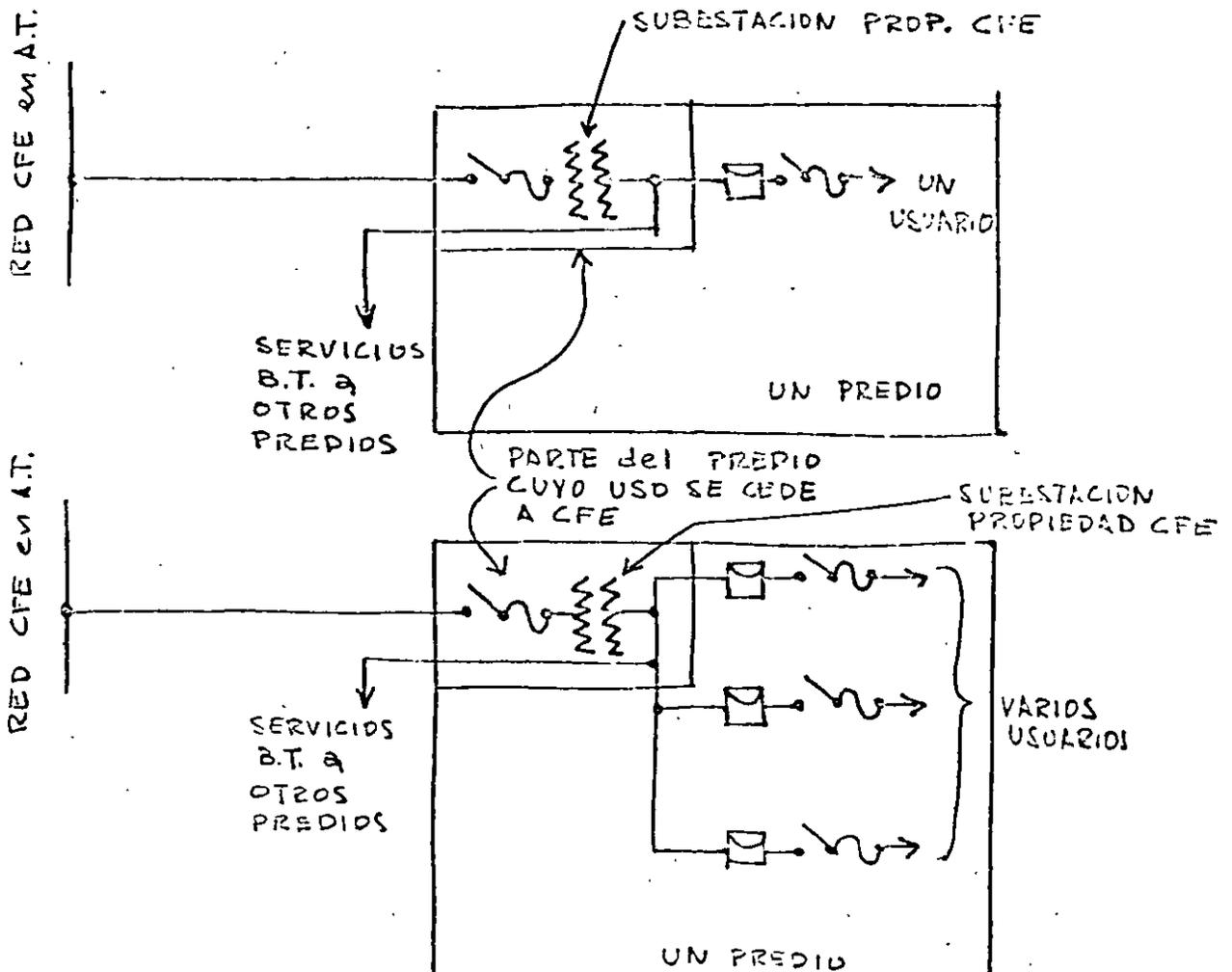
# LINEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tension.
- 2) Para Servicio en Baja Tension.

## 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



# EQUIPO DEL SERVICIO

## CARACTERISTICAS:



### • 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

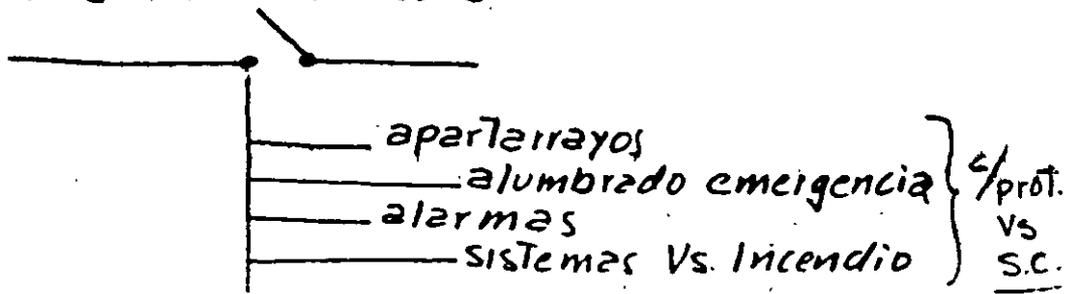


OBJETIVO:

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 DE PROTECCION PRINCIPAL (vs SOBRECORRIENTE).



OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A LA INSTALACION SERVIDA DE LA RED DE SUMINISTRO CUANDO OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

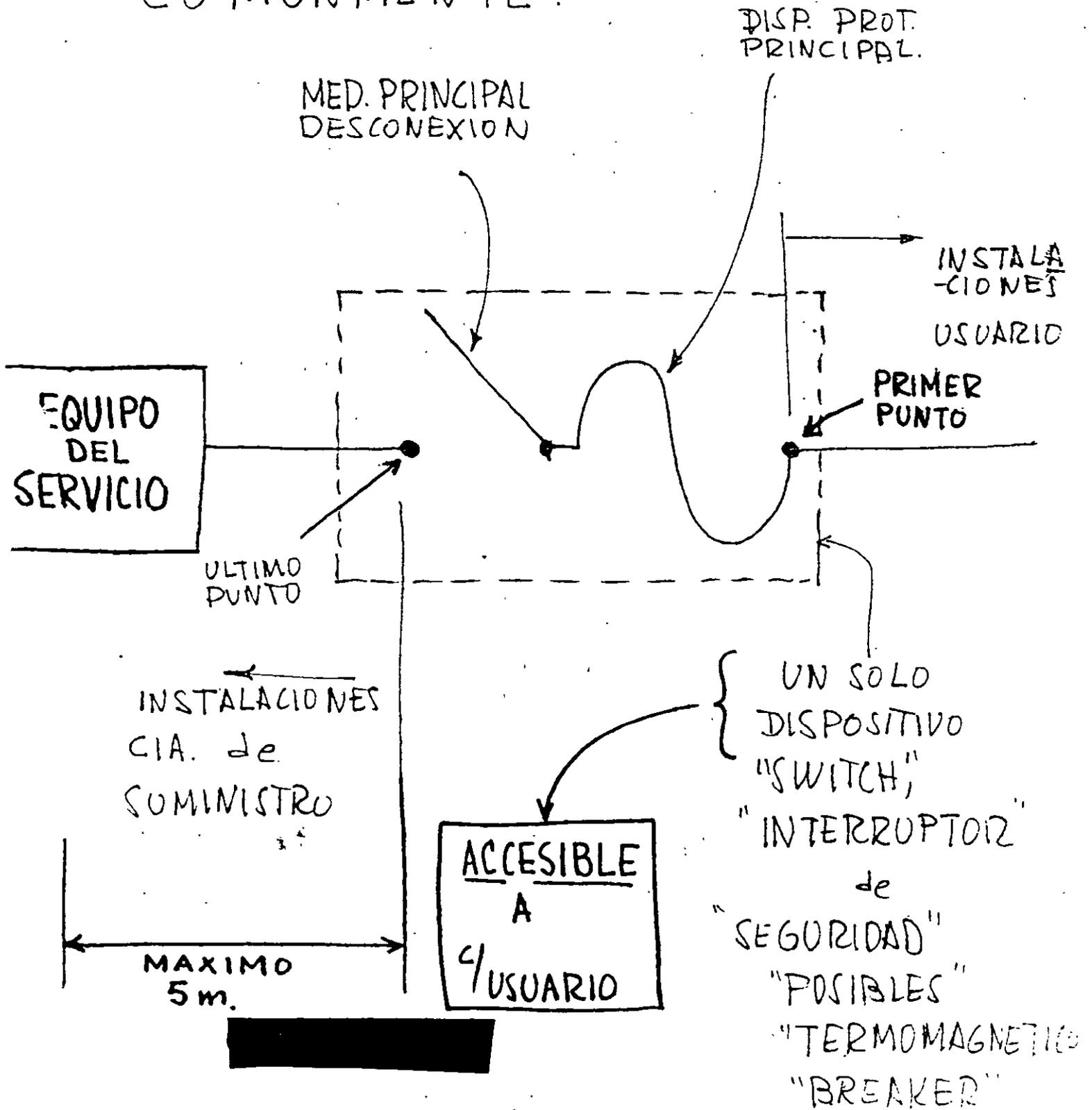
SOBRECORRIENTE s.

$$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO POSIBLE

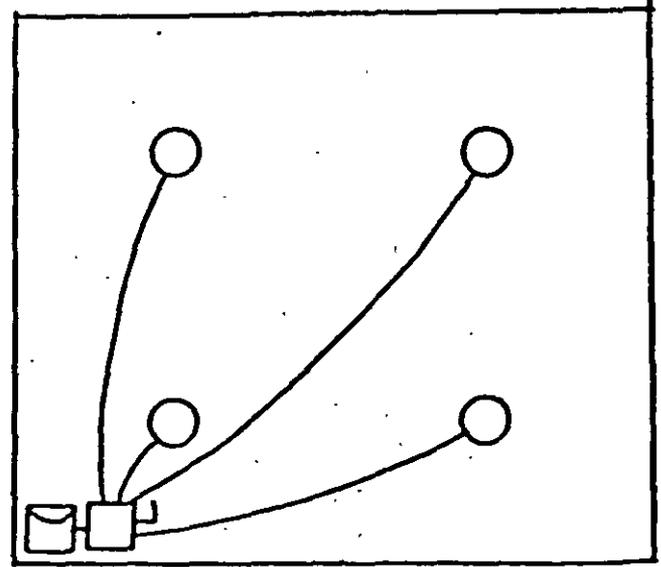
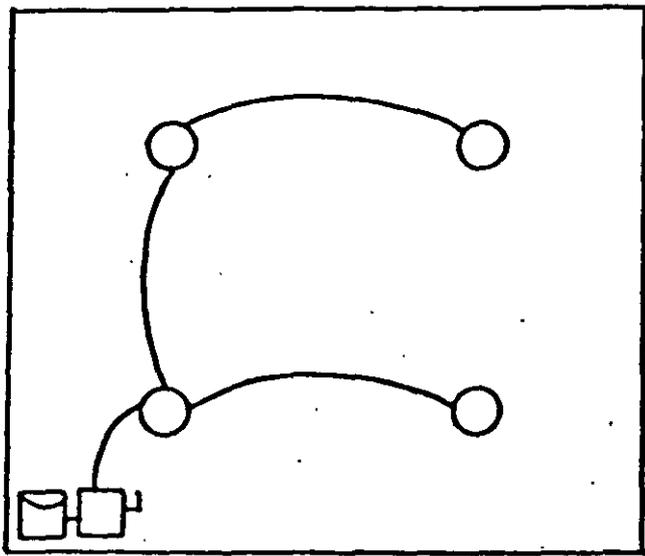
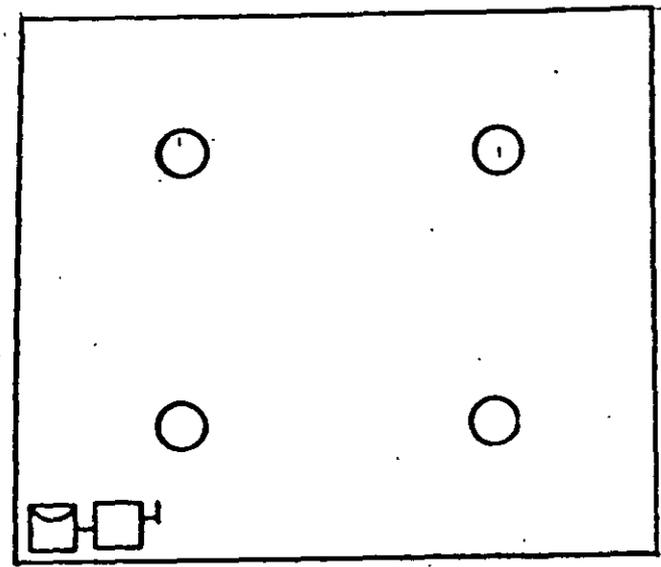
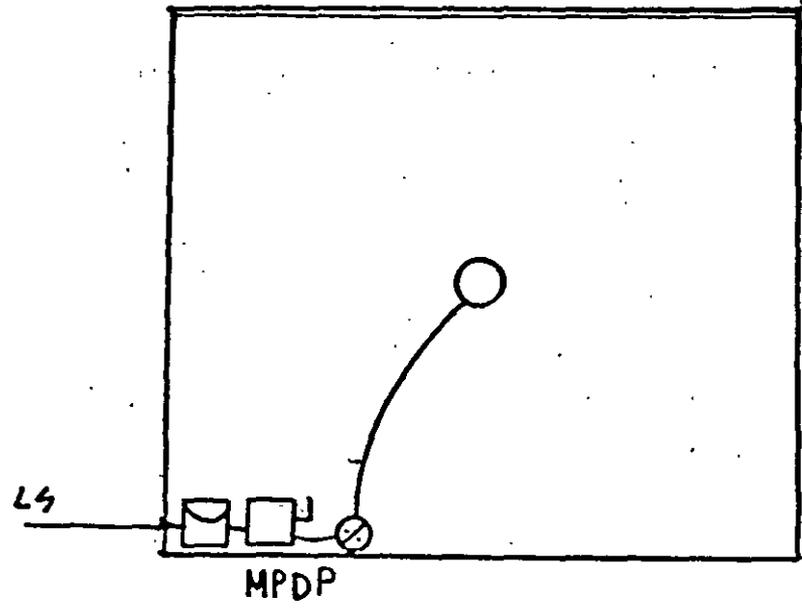
# COMUNMENTE :

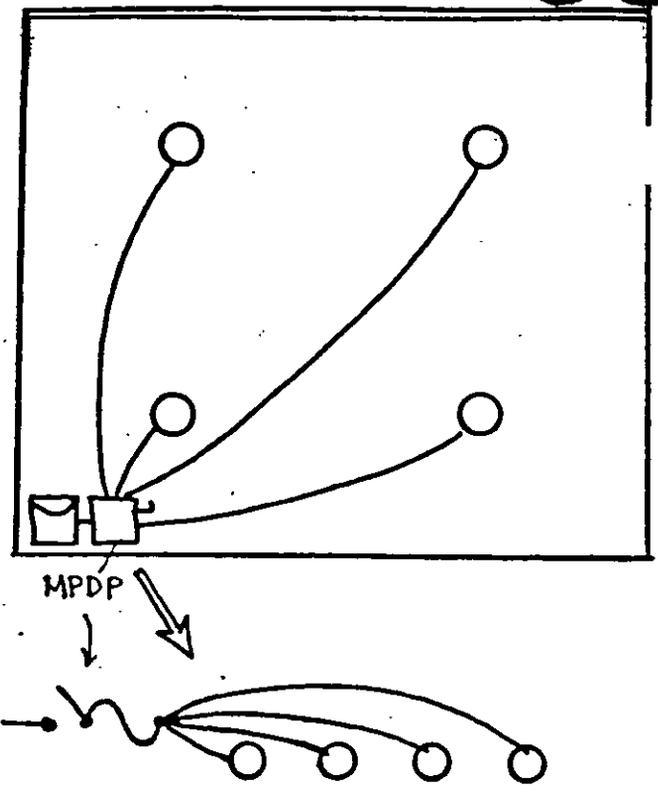
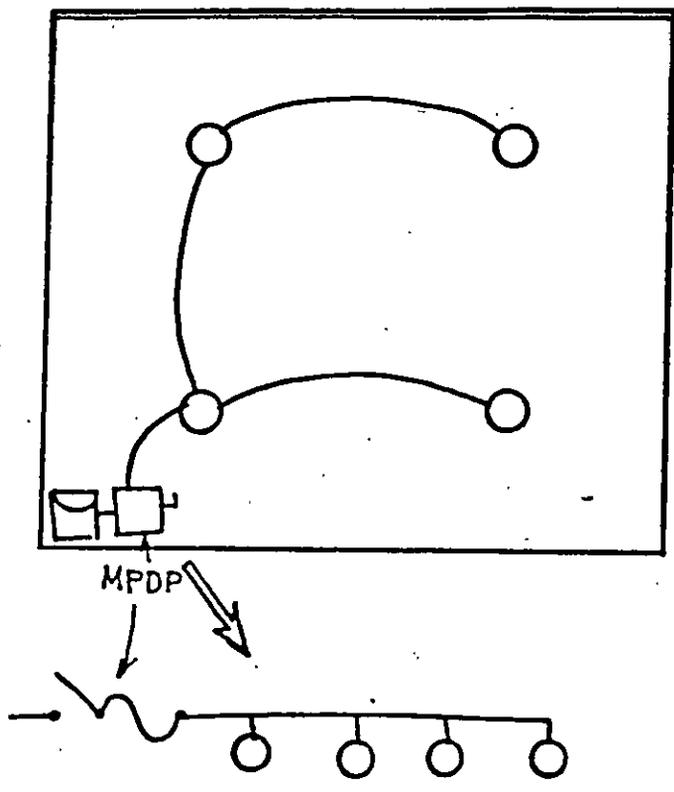


# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

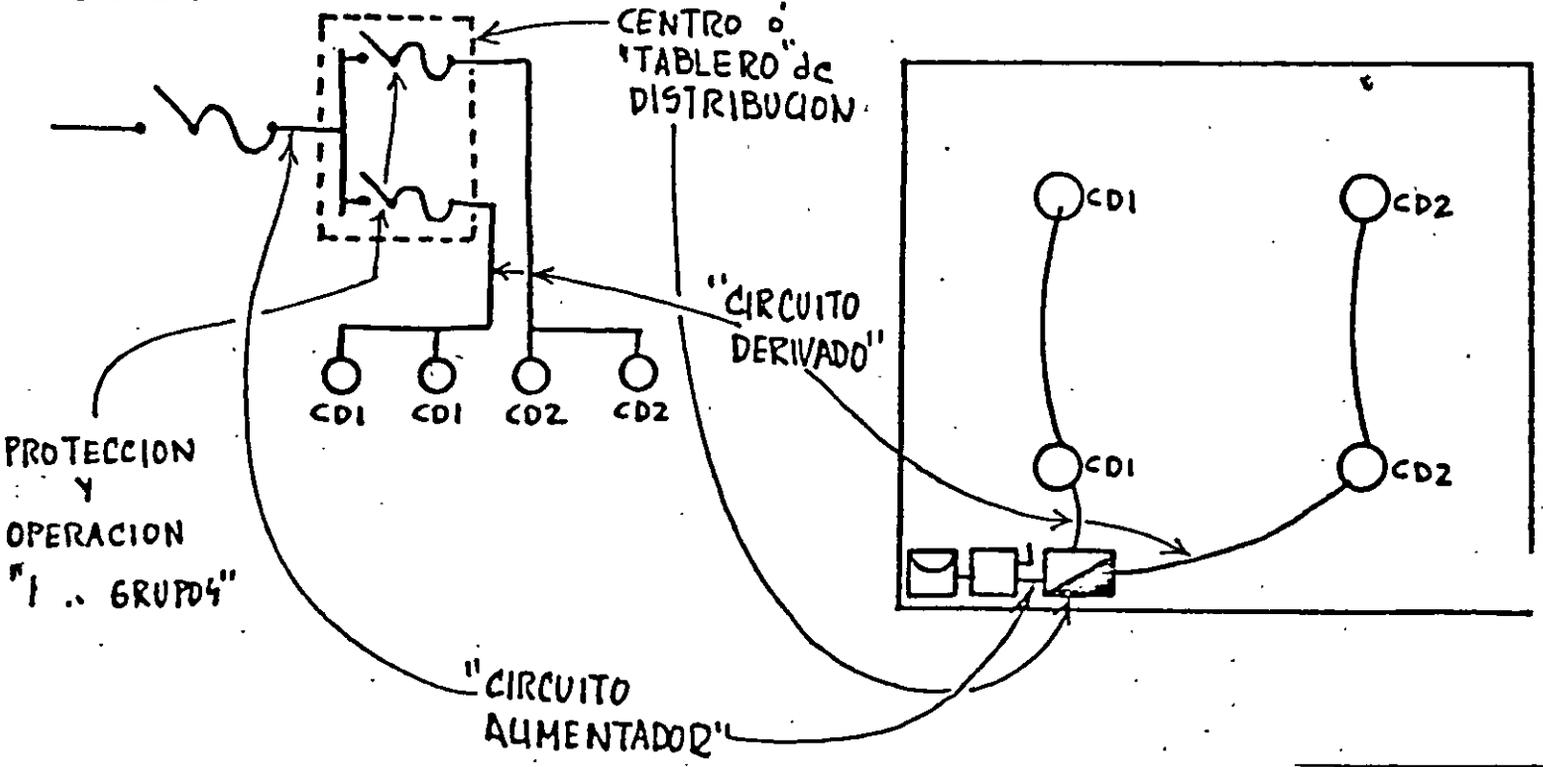
- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.  
(TABLEROS).
- CIRCUITOS DERIVADOS.

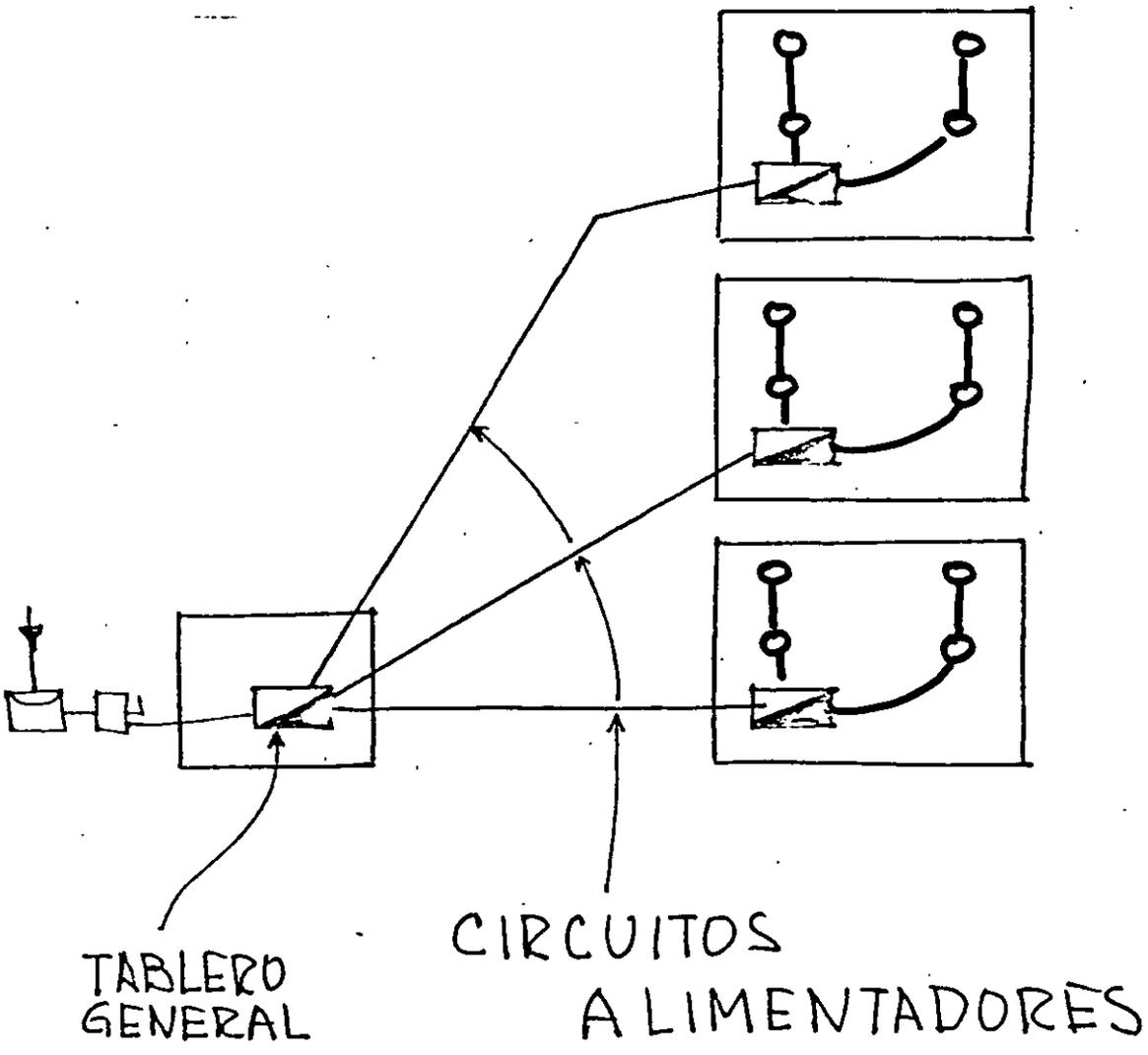


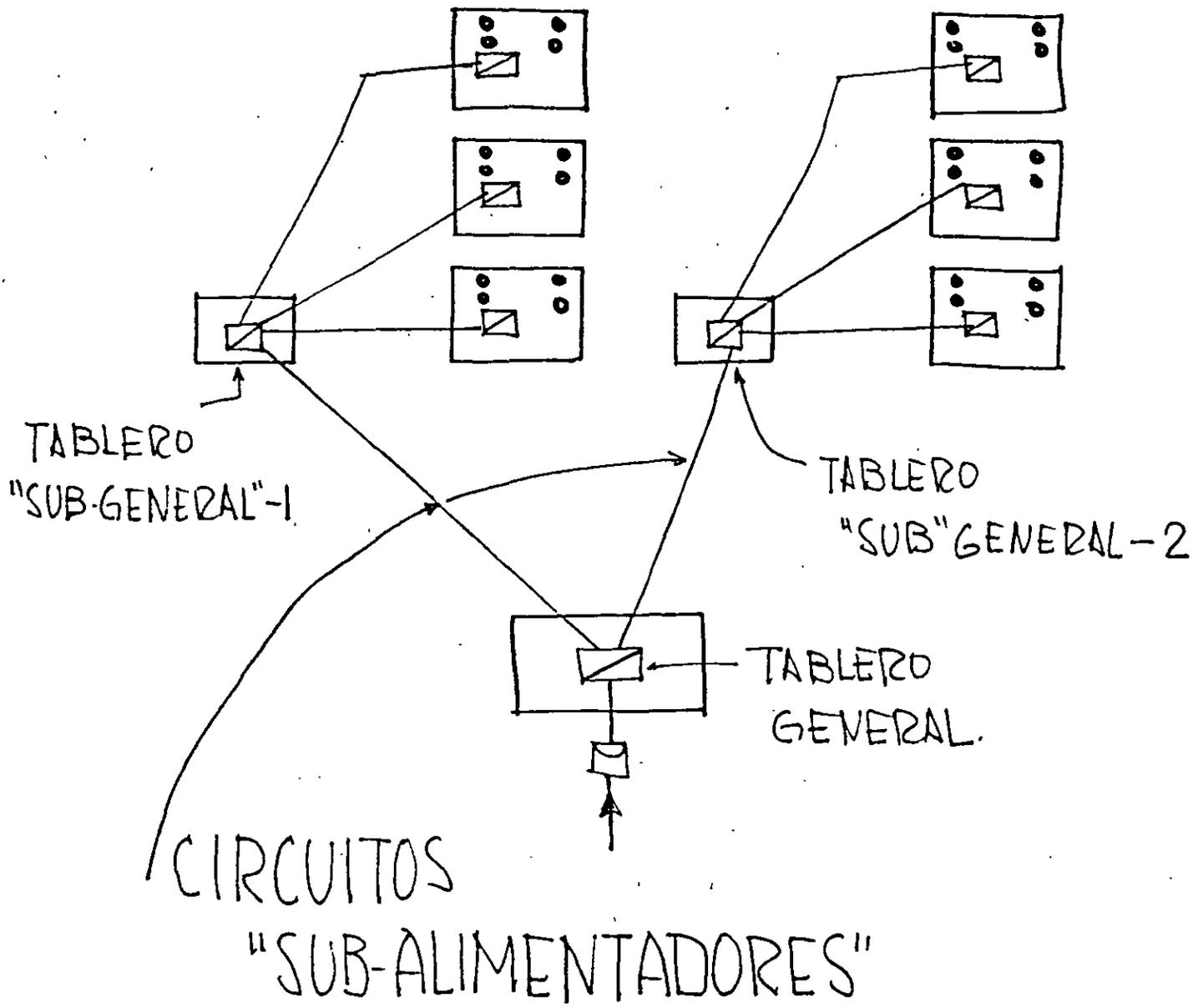


FALLA ————— }  
 POSIBILIDAD } TOTAL  
 OPERACION ————— }

**SOLUCION:**

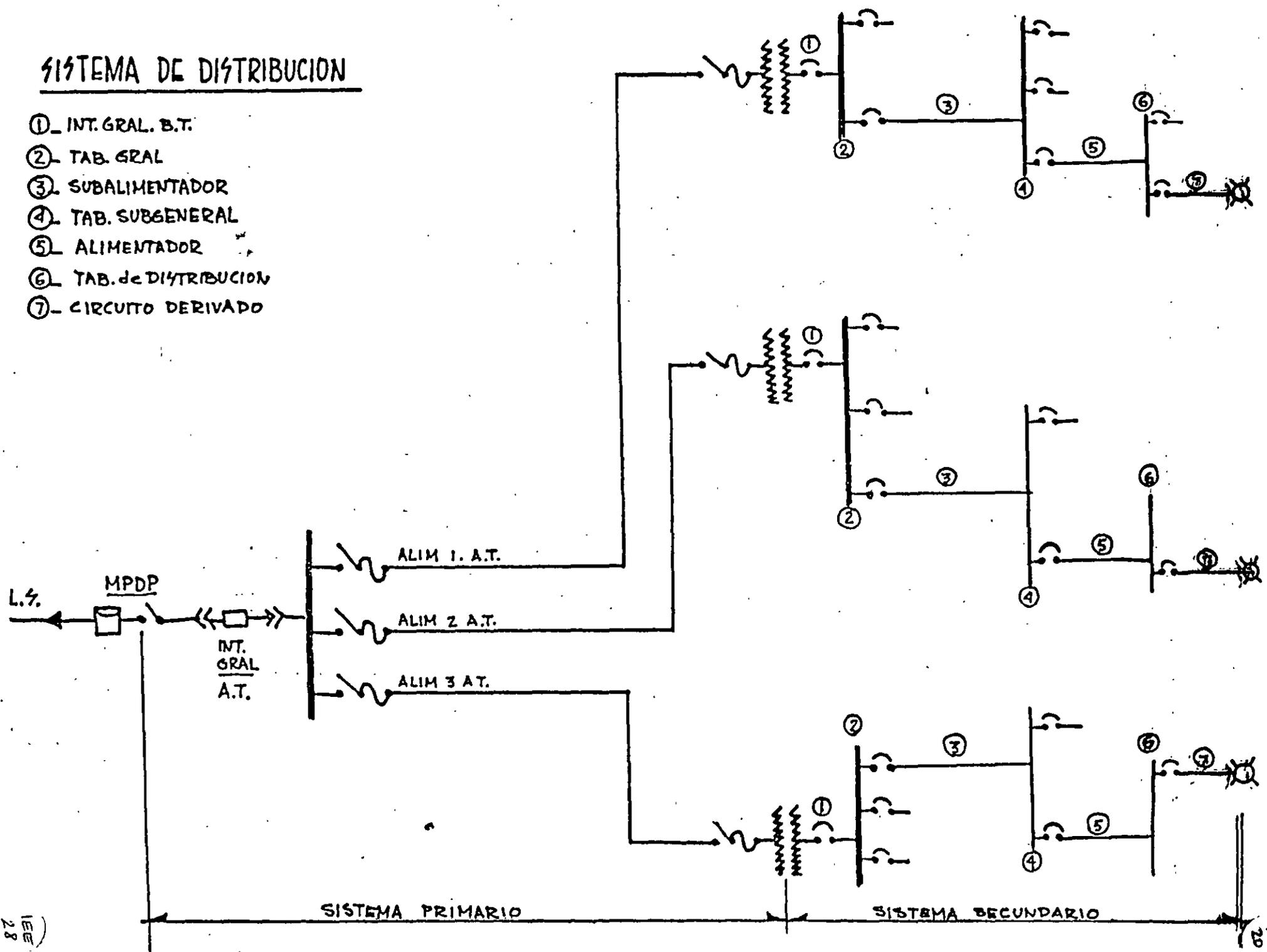






# SISTEMA DE DISTRIBUCION

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



FACTORES a CONSIDERAR:

- CONVENIENCIA
- CAPACIDAD
- REGULACION
- ACCESIBILIDAD
- FLEXIBILIDAD
- SEGURIDAD

# CONVENIENCIA

- CONGRUENTE CON EL SISTEMA  
DE ABASTECIMIENTO

- CONGRUENTE CON EL EQUIPO  
STANDARD EN MERCADO

# CAPACIDAD

$$I_{\text{DISEÑO}} \geq I_{\text{REGIMEN}}$$

+

RESERVA

# REGULACION

EN CADA PUNTO :-

CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA  
AL XXXXXXXXXX REQUERIDO  
TENSION.

CONSIDERA:

LOCALIZACION DE LAS CARGAS → LONGITUD DE CONDUCTORES

SECCION DE CONDUCTORES

↓  
CAIDAS DE VOLTAJE MINIMAS

# ACCESIBILIDAD

PARA :

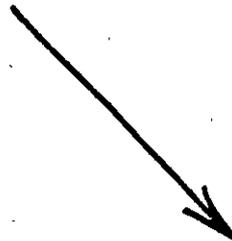
- INSTALACION
- OPERACION
- MANTENIMIENTO
- AMPLIACIONES  
FUTURAS.

MODEL 811 731. 422

099, 237, 219 34-1 42

# FLEXIBILIDAD

PREVISION



CAMBIOS

+ OPERACION

+ LOCALIZACION





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

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS ESPECIALES:**

**ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA  
PALACIO DE MINERÍA  
NOVIEMBRE 1999**

# **INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES**

## **Introducción**

El fin último de toda obra que se proyecta y realiza, es prestar un servicio eficaz y eficiente. Estas 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, de Seguridad y Automatización" 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. Esto es lo que se ha llamado eufemísticamente "Edificio Inteligente".

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 los edificios son:

### **1 Instalaciones para Comunicación**

- A Redes para Voz y/o Datos: Cubren las comunicaciones telefónicas y la transmisión de datos, internos y externos
- B De Sonido: Para música y voice
- C De televisión: Distribución de señales de T.V.

### **2 Automatización**

Para la supervisión (monitoreo) y control de los sistemas electromecánicos del Edificio.

### **3 Seguridad**

- A Detección y Alarma de Incendio
- B Alarmas Contra Intrusión y Asalto
- C Control de Accesos
- D Circuito Cerrado de T.V.

## 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 Redes de Teléfonos y Computo ya que ambos en esencia son para comunicación, y se diferencian solamente en que las primeras, tradicionalmente son para el manejo de voz las segundas, son redes para el manejo de Datos.

La realidad, es que en muchas ocasiones, ambos servicios pueden resolverse con un sólo sistema, debidamente estructurado.

En muchas ocasiones, es indispensable diseñar conjuntamente los sistemas de comunicaciones, con los de Sonido, Seguridad y Automatización, para coordinar bien las canalizaciones y las trayectorias comunes.

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 ya es común tratar con sistemas integrales de estas instalaciones.

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 y proyectos arquitectónicos bien definidos, se debe efectuar un anteproyecto, en el cual se establezcan claramente los alcances y cobertura de cada sistema, tomando en cuenta la normatividad aplicable en cada caso. Considerando que se trata de especialidades, en la mayoría de los casos resulta indispensable la asistencia del especialista.

De este anteproyecto debe tenerse la solución conceptual de cada sistema y en su caso la integración global.

De estas soluciones conceptuales y los respectivos diagramas de bloque, se procederá 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 los lineamientos siguientes:

- 1 La distribución debe hacerse en forma escalonada y radial. Cada punto extremo de distribución, no debe excederse en el Número de salidas, particularmente en el caso de Redes de Voz y Datos.
- 2 La canalización se origina en el sitio elegido para la concentración de los servicios, o sea en el "Distribuidor General" y de aquí se ramifica al o los edificios y hacia el exterior para hacer el enlace correspondiente, usando "Distribuidores Intermedios" y finalmente "Distribuidores Locales".
- 3 Para servicios de Voz y Datos 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, o para crecimiento. De hecho en algunos casos debe dejarse una doble tubería, particularmente en las trayectorias verticales y en exteriores.

#### Nota

No deben extenderse tuberías a más de 20 m sin registros, ni debe hacerse más de 2 curvas entre registros.

Los registros de muro deben colocarse en áreas públicas a una altura entre 100 cm sobre el nivel de piso terminado, para facilitar su acceso y atención.

## **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 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 preverse canales o interruptores para manejarlos independientemente.

En sistemas grandes, se requerirá el uso de equipos materiales de distribución y zonificación.

Es posible que se requieran programas musicales o voceo diferentes en cada zona, lo que obliga a prever 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 ò 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 ò 16 ohms) 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 conduciría 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 que 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 pro el público, a fin de eliminar al máximo los problemas de reverberación.

### Selección de Equipo

Clasificación de bocinas y cajas acústicas (altavoces), según su construcción y servicio:

	Baffle sencillo (1 bocina)
Servicio Interior	
	Columna Sonora (varias)
	Columna Sonora
Servicio Exterior	
	Trompeta Reentrante

Se indicó que la respuesta mínima seria 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 costosos y no son aplicables 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.

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  $\frac{Pt}{\text{n\u00fam. de bocinas}}$

Cuando se colocan altoparlantes en el techo, en el caso de locales de no m\u00e1s de 4 m. De altura, la distancia entre altoparlantes para lograr la mejor distribuci\u00f3n se obtiene aproximadamente como sigue:

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

en que:  $D =$  Separaci\u00f3n entre bocinas en M

$H =$  Altura del local en M

### Servicio Exterior

Usando Trompetas Reentrantes se tiene:

$$Pt60 = 0.4 D \text{ (trompeta con radiaci\u00f3n a } 60^\circ)$$

$$Pt30 = 0.2 D \text{ (trompeta con radiaci\u00f3n a } 30^\circ)$$

en que:

$D =$  Distancia en metros al oyente intermedio. (profundidad)

$P =$  Potencia nominal de cada trompeta en watts

En cuanto al n\u00fam. de trompetas a utilizar, se obtiene

$$N60 = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{y} \quad N30 = \frac{F}{0.54 D}$$

en que:

$F =$  Frente en metros que se pretende cubrir

Cuando se usan trompetas, se debe considerar y muy especialmente cuando se aplican con radiaci\u00f3n a  $30^\circ$ , que deban estar a cierta distancia del oyente m\u00e1s pr\u00f3ximo, 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:

$$Pt = 0.8 D$$

y

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

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 aquí 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 toma 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.

## ELEMENTOS DE ACUSTICA

### Audición 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 millones) hablarán al mismo tiempo, producirían solo una potencia acústica de unos 250w. Lo que explica que la inteligibilidad 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 inteligibilidad 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 inteligibilidad, sufren una absorción considerablemente mayor que las notas graves que contribuyen a la potencia sonora, pero no a la inteligibilidad. Consecuentemente a cierta distancia del orador, existe un desequilibrio creciente entre la parte alta y baja del espectro sonoro, con notable perjuicio de la inteligibilidad.

Las notas graves darán la sensación de que la voz llega con intensidad suficiente, pero la debilidad de las notas agudas, harán que la voz sea ininteligible, 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.

## Audición 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 órgano, cuando el auditorio se siente impresionado por la plenitud del sonido y por la majestuosidad de su conjunto.

El eco 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 intervalo de un veintavo 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 veintavo de segundo, se oye como un sólo sonido prolongado, por esta razón, se dice que un veintavo 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. Esta se mide por su duración que es el "tiempo de reverberación".

La velocidad de propagación del sonido en el aire es de aproximadamente 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 más 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 inteligibilidad 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 ininteligible, 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 reflejasteis (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 refuercen el nivel útil en la parte de atrás de la sala, sin elevar apreciablemente el nivel de reverberación.

### Audición en un Ambiente Ruidoso

La inteligibilidad 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 inteligibilidad. 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 inteligibilidad.

Según las consideraciones que preceden podemos resumir los requisitos de un sistema de sonido como sigue:

- A El micrófono debe captar 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 y 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 inteligibilidad son: una buena articulación, un nivel medio de intensidad de voz lo más 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 oírlos pero eso no debe de inducirte a hablar demasiado alto, cansándose 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 débilmente y de modo natural tendería a hablar demasiado fuerte.

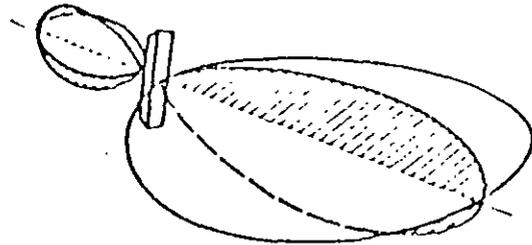
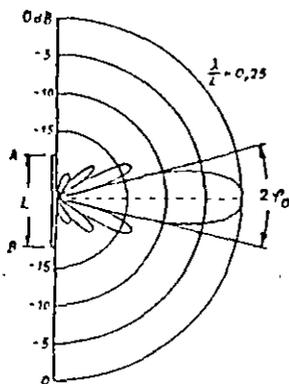
Por otra parte, una cabina demasiado reverberante es muy perjudicial para la inteligibilidad, pues esta reverberación es amplificada en unión con la señal y es dirigida por los altavoces hacia los lugares donde es menos deseable, otro tanto puede decirse de los ruidos, la cabina debe estar aislada contra los ruidos del exterior.

### El Micrófono

Toda variación de la distancia entre locutor y el micrófono hace variar la potencia de salida del sistema como lo indicamos anteriormente, 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 contrarrestar 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, porque 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 existen lóbulo principal en dirección perpendicular a la columna, el semi-ángulo de apertura  $F_1$  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 sala 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 sensibilidad 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 principio, se llaman supresores de ruido y permiten obtener buena inteligibilidad 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 menor atenuación de las frecuencias bajas. Una primera razón para hacerlo así, es que la inteligibilidad 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 inteligibilidad, aunque contribuye con un 70% a la potencia sonora total.

Que la parte comprendida entre 600 y 7000 Hz proporciona el 75% de la inteligibilidad aunque sólo aporta un 30% de la potencia. Una segunda razón que ya hemos citado, es que las frecuencias bajas son menos absorbidas 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 inteligibilidad. 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 prácticamente 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 y 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 predominara 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 se dé 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 estímulo que recibe, dicho de otro modo, si después de un primer sonido el oído recibe otros sonidos iguales procedentes de otras direcciones, confundirá esta segunda dirección con la primera, incluso, cuando el sonido es potente (afectojas), 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 más 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 modelo 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.

# INSTALACIONES ESPECIALES

## 1) VOZ+DATOS

+ DISTRIBUICION TIPICA

- + CABLEADO ESTRUCTURADO.
- + CABLEADO CONVENCIONAL.
- + CANALIZACIONES.
- + CABLEADO.

## 2) SONIDO

+ DISTRIBUICION TIPICA

- + CABLEADO.
- + ACUSTICA DEL LOCAL.

## 3) SISTEMA DE SEGURIDAD

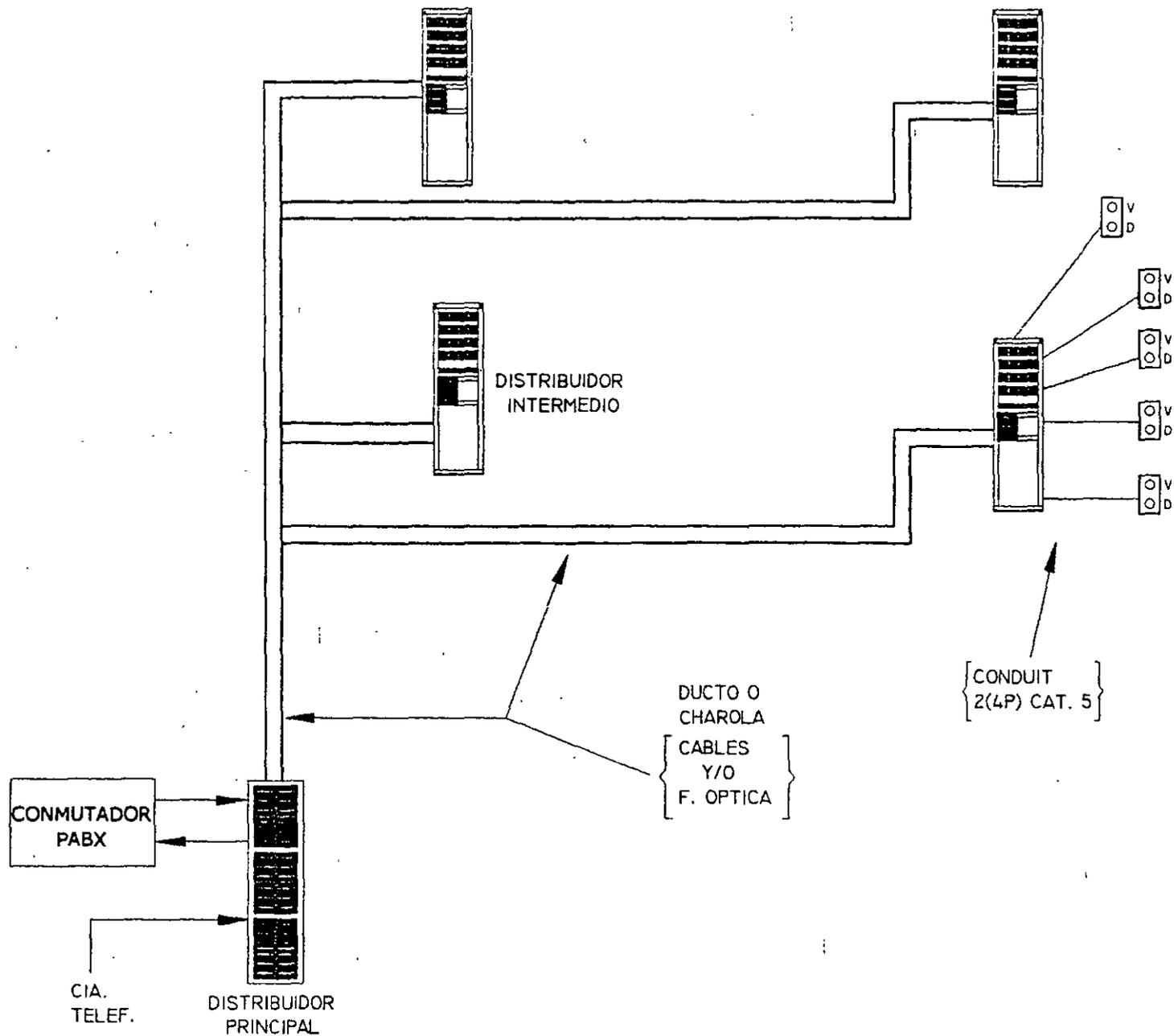
- + DETECCION Y ALARMA DE INCENDIO.
- + CIRCUITO CERRADO DE T.V.
- + ALARMAS Y CONTROL DE ACCESOS.

## 4) AUTOMATIZACION Y CONTROL

- + OBJETIVO: OPTIMIZACION DE RECURSOS HUMANOS Y ENERGETICOS.
- + CONFIGURACION BASICA.
- + SISTEMAS INTEGRADOS.

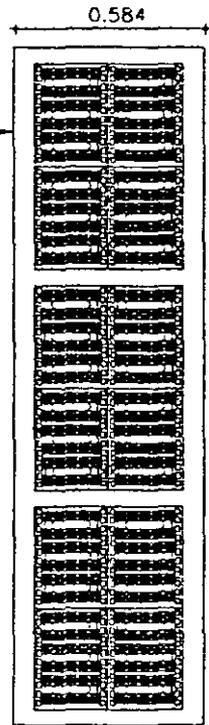
# RED CABLEADO ESTRUCTURADO VOZ-DATOS

## DIAGRAMA DE BLOQUE

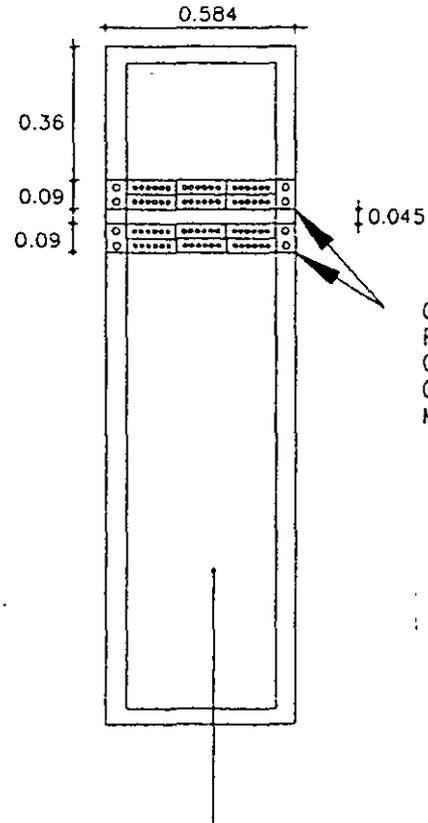


# DISTRIBUIDOR PRINCIPAL (MDF)

BASTIDOR XL-3600 SIEMON CON  
CAPACIDAD PARA 3600 PARES EN  
12 REGLETAS 5110B DE 300  
PARES CADA UNA COMPLETAS CON  
BLOCK CONECTOR Y ETIQUETAS.



2.10

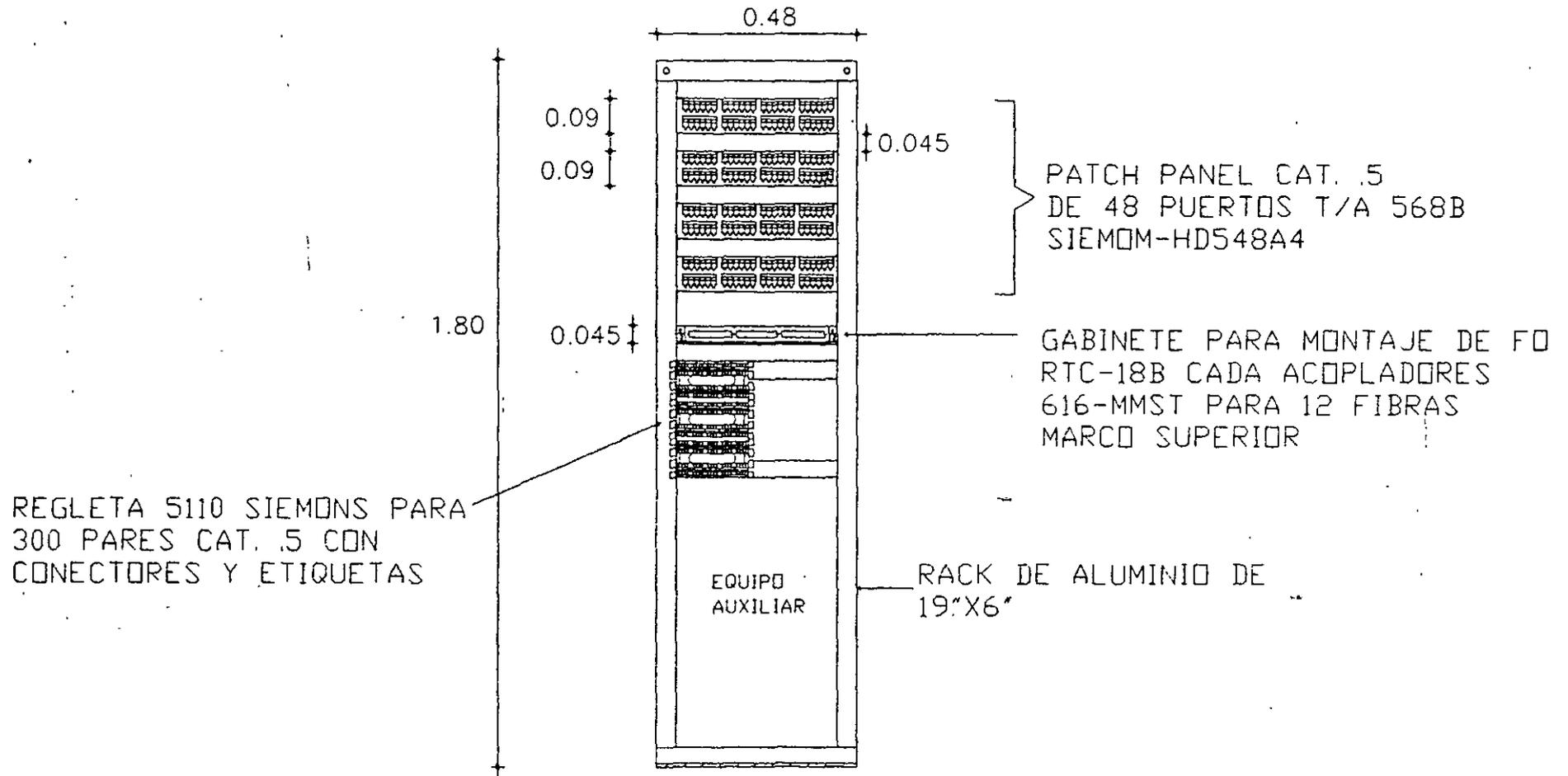


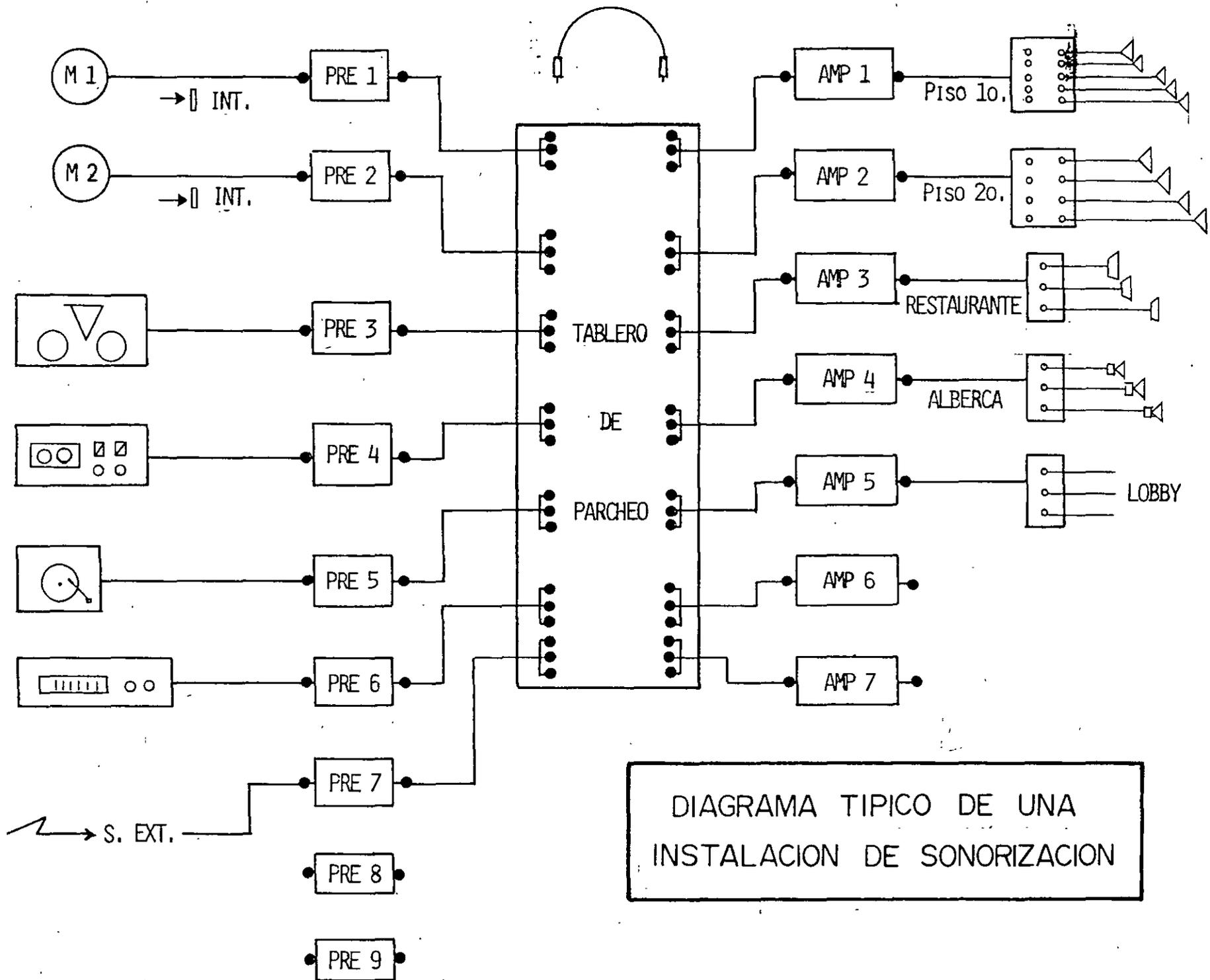
GABINETES PARA MONTAJE DE  
FIBRA OPTICA DE 36 PUERTOS  
CON CONECTORES ST RTC-36B  
CON ACOPLADORES 616-MMST  
MARCH SUPERIOR.

MDF

ESPACIO PARA LA COLOCACION  
DE CHAROLAS Y EQUIPO ACTIVO

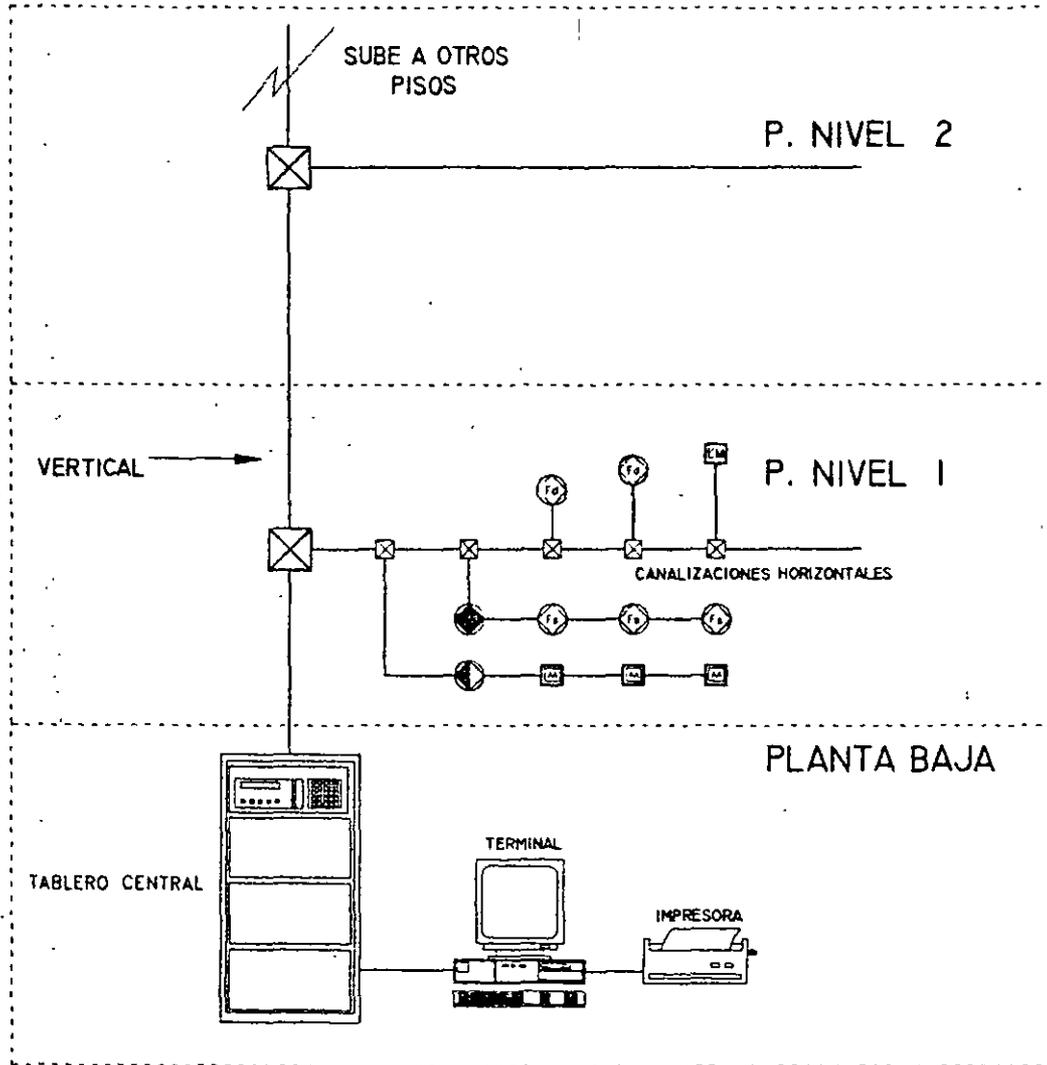
# DISTRIBUIDOR INTERMEDIO (DI)





# SISTEMA PARA DETECCION Y ALARMAS DE INCENDIO

## DIAGRAMA DE BLOQUE

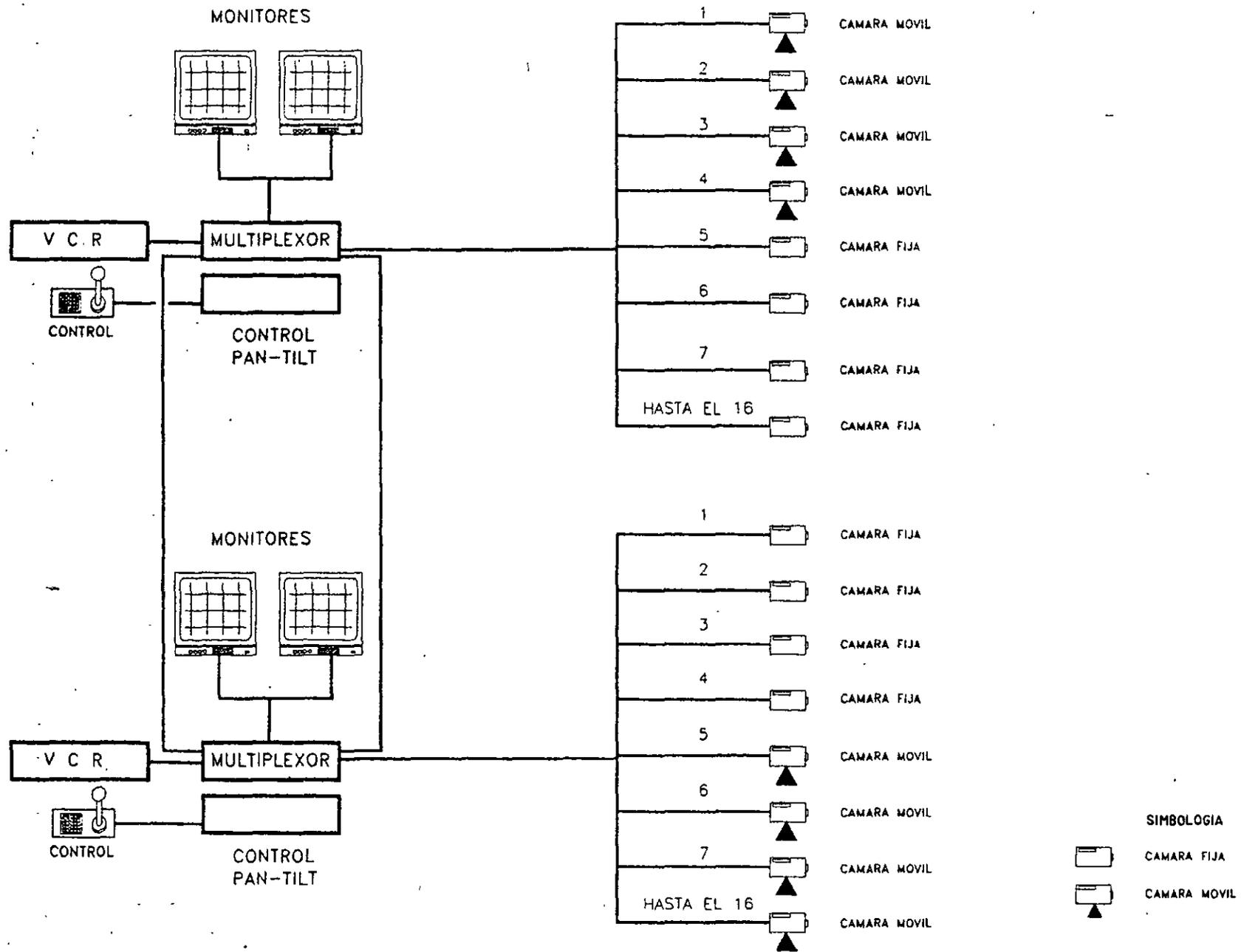


### SIMBOLOGIA

- DETECTOR HUMO FOTOELECTRICO DIRECCIONABLE.
- DETECTOR HUMO FOTOELECTRICO STANDARD.
- MODULO CONTROL.
- MODULO MONITOR.
- ESTACION MANUAL DIRECCIONABLE.
- CAJA DE REGISTRO.
- ALARMA AUDIOVISUAL.

# CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION

## DIAGRAMA DE BLOQUE

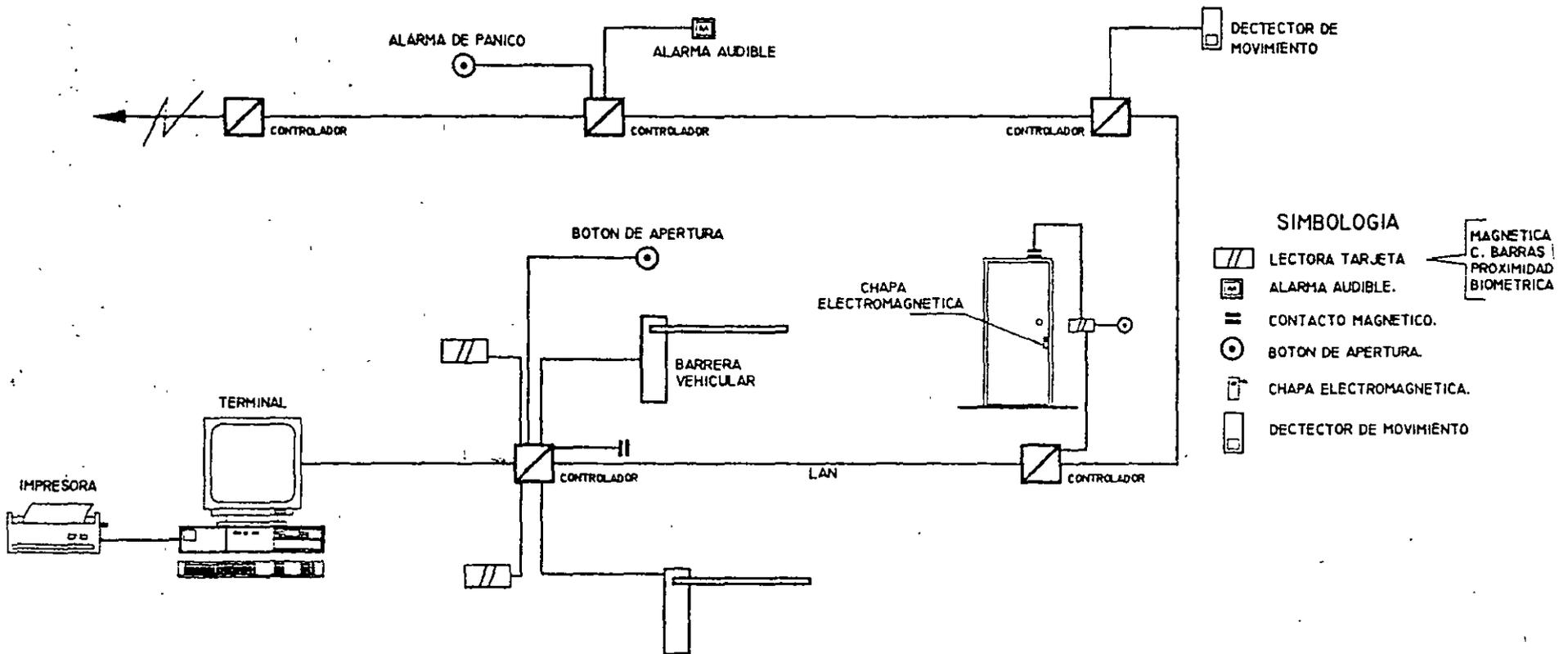


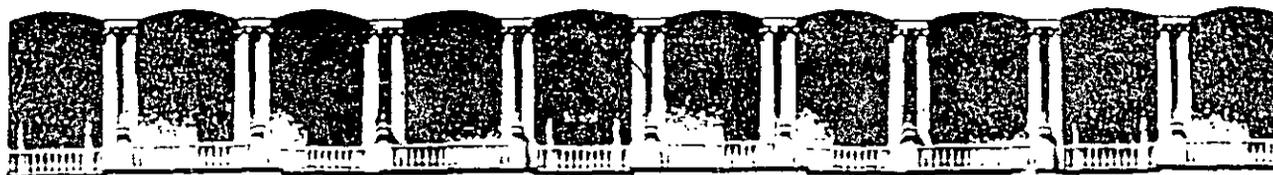
SIMBOLOGIA

-  CAMARA FIJA
-  CAMARA MOVIL

# ALARMAS Y CONTROL DE ACCESOS

## DIAGRAMA DE BLOQUE





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

**CURSOS ABIERTOS**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS**

**TEMA:**

**SISTEMAS DE PARARRAYOS**

**ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO  
PALACIO DE MINERÍA  
NOVIEMBRE 1999**

# SISTEMAS de PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

---

RAYO : DESCARGA ATMOSFERICA :-

DESCARGA de ELECTRICIDAD ESTATICA  
QUE SE HA CONCENTRADO EN UNA  
NUBE.

MANIFESTACIONES :-

LUMINOSA : RELAMPAGO

SONORA : TRUENO

EFFECTOS :-

DANOS a PERSONAS y COSAS

EFFECTOS TERMICOS  
 $W = I^2 R$

EFFECTOS DINAMICOS  
(CAMPO MAGNETICO)

FORMACION DE LA CONCENTRACION DE CARGA EN LA ATMOSFERA



ACUMULACION DE PARTICULAS DE AGUA QUE SE HAN CARGADO ELECTROSTATICAMENTE

TURBULENCIA ATMOSFERICA



MOVIMIENTO



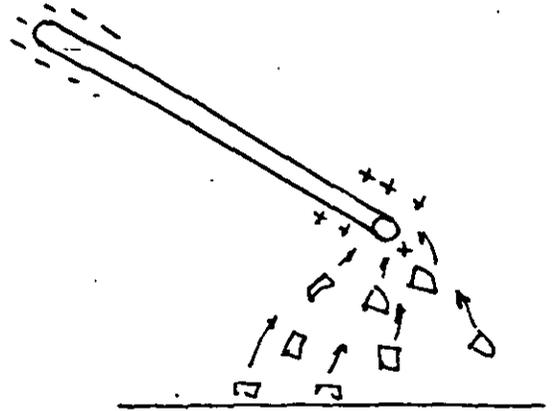
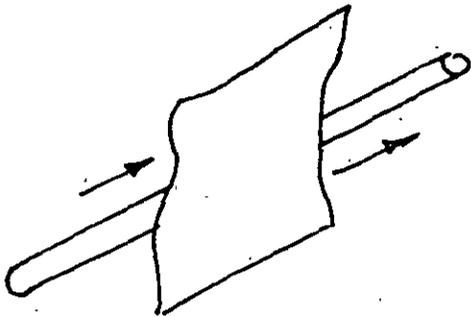
FRICCION MUTUA



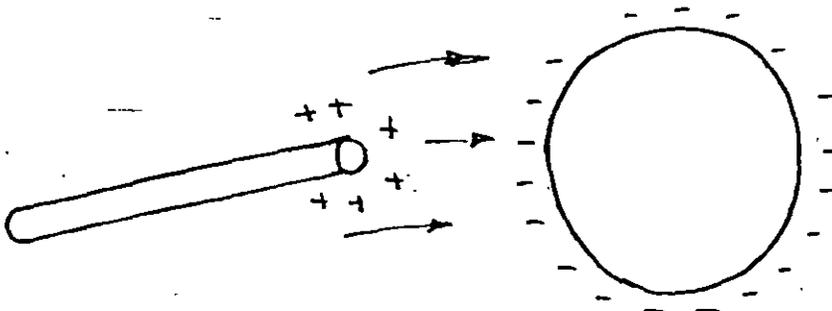
PARTICULAS DE AGUA CARGADAS

# MECANISMOS DE FORMACION DE CARGA ELECTROSTATICA:-

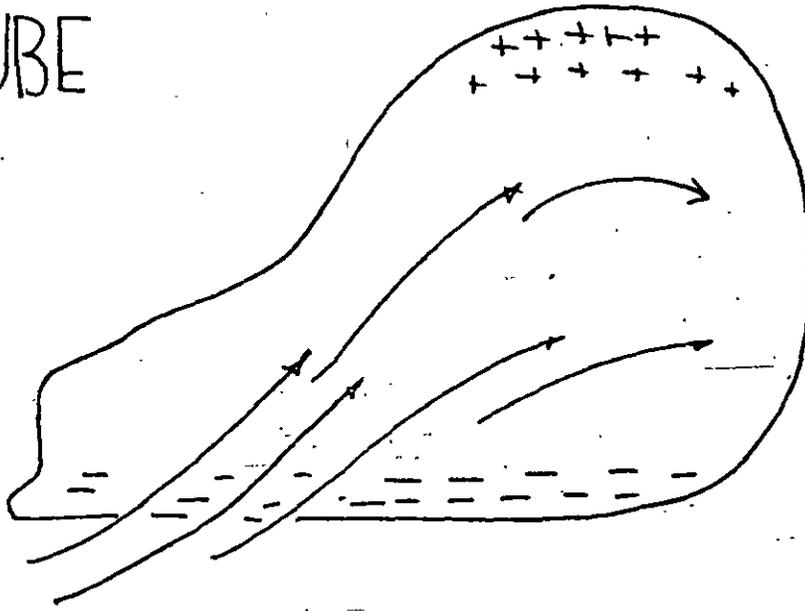
FRICCION :-



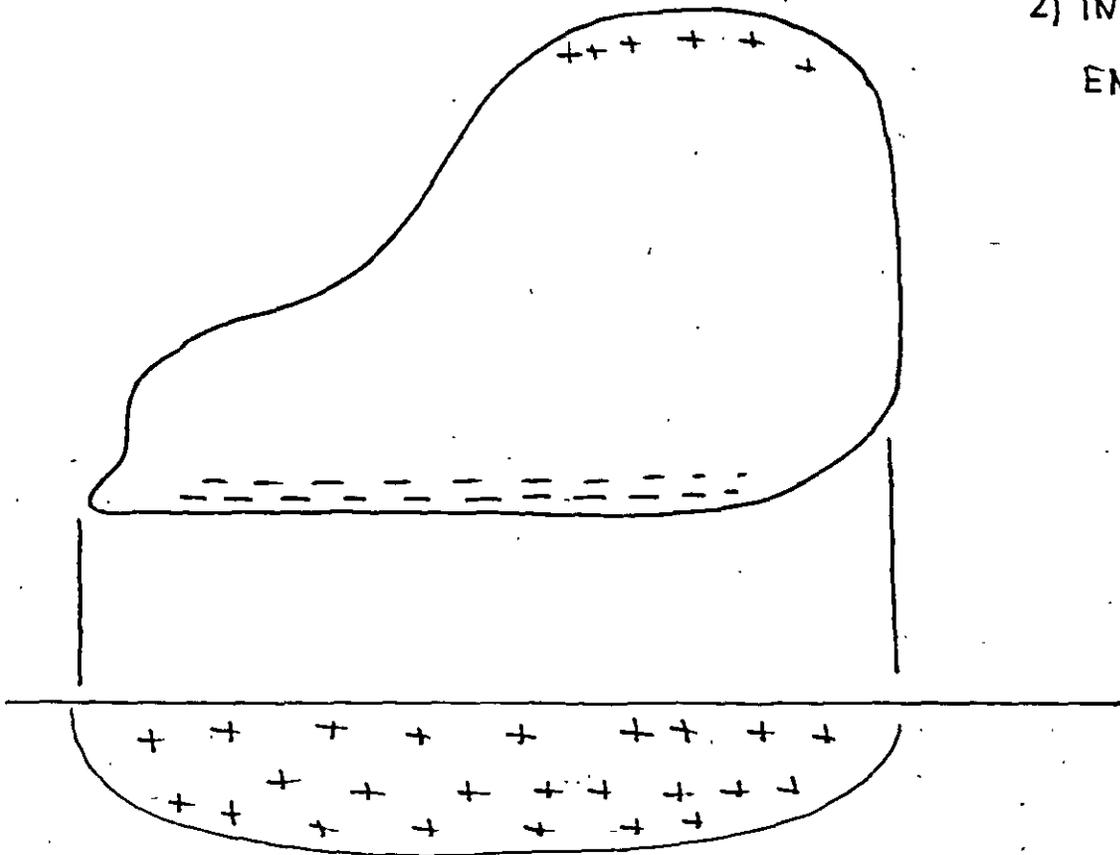
INDUCCION



# CARGAS EN UNA NUBE

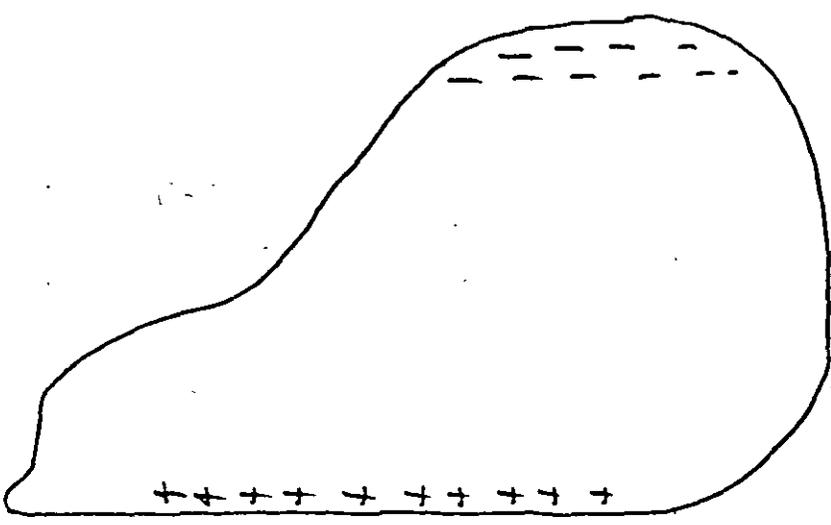
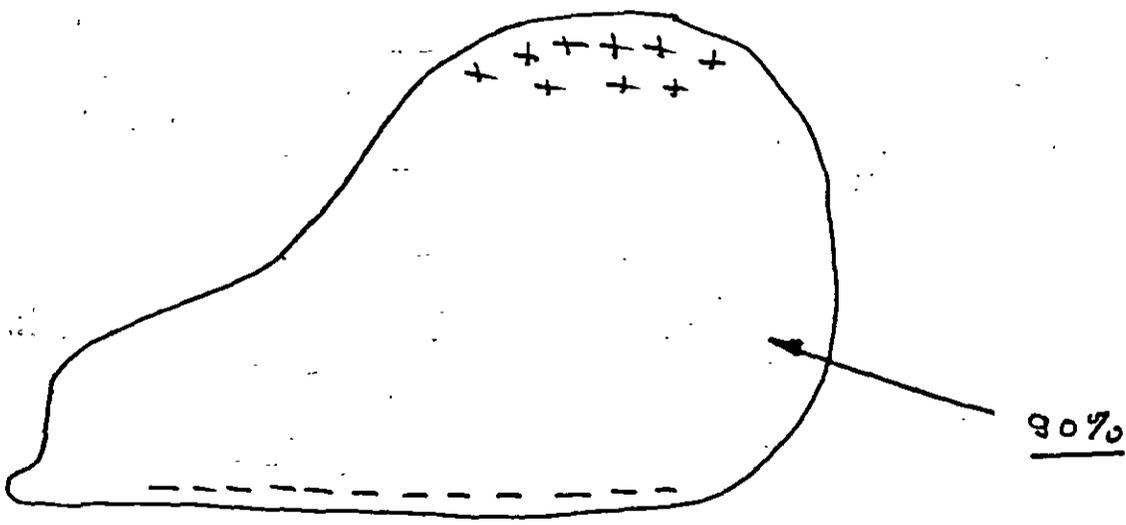
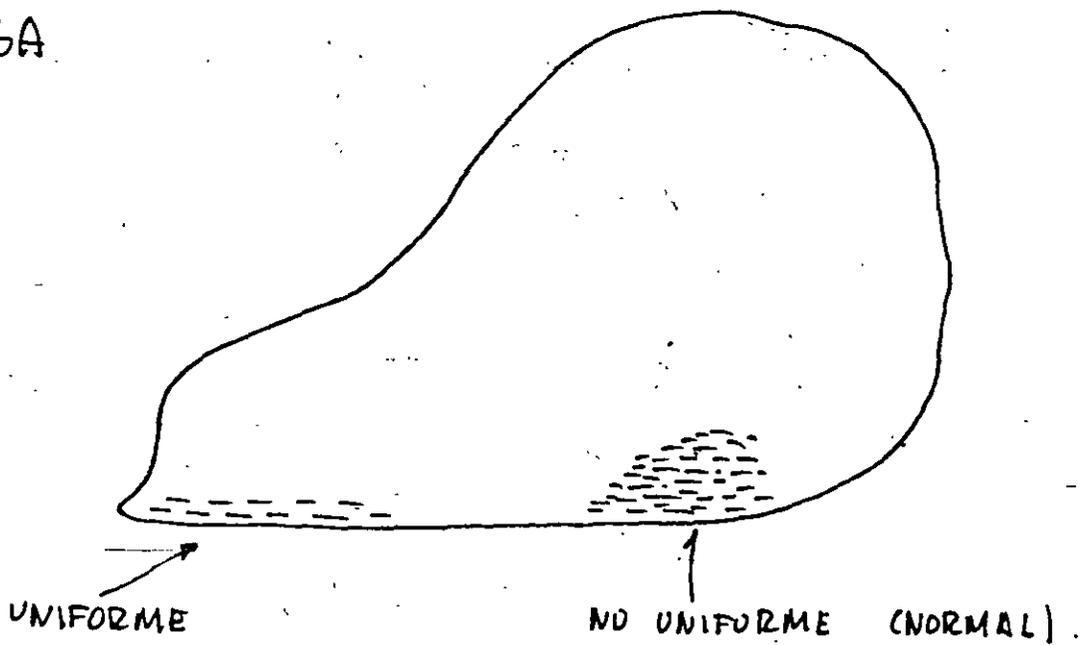


1) EN LA  
NUBE



2) INDUCIDA  
EN TIERRA

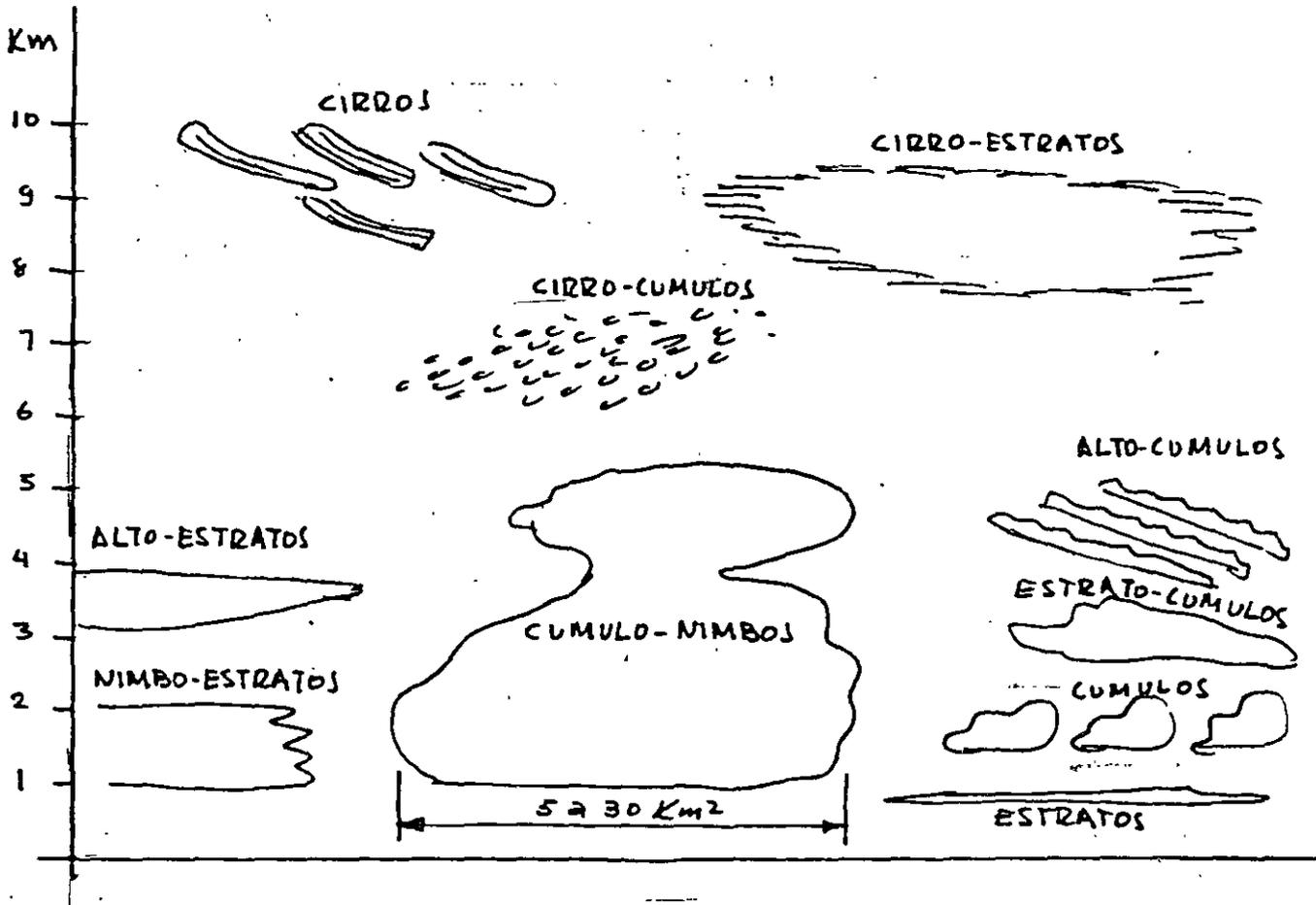
# TIPOS DE CARGA



NUBES QUE  
ORIGINAN  
DESCARGAS



- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS

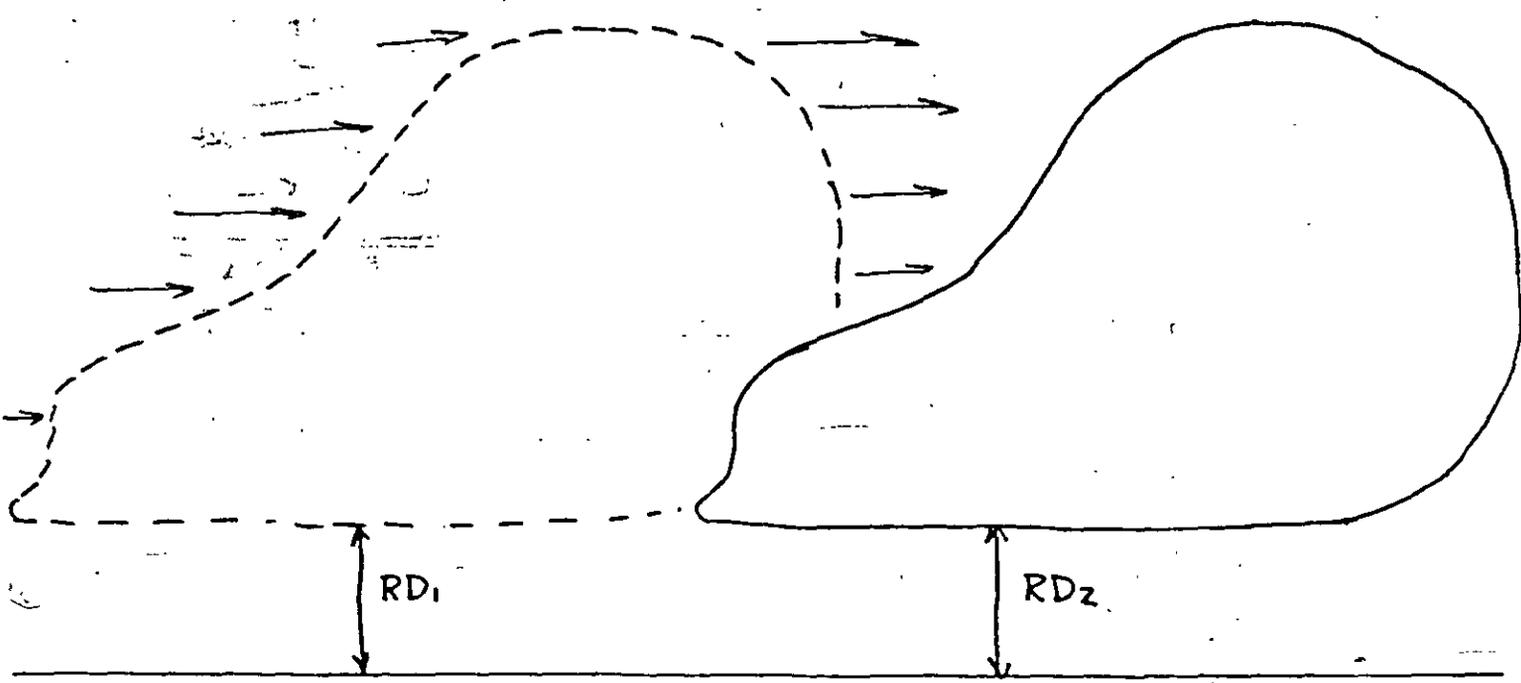
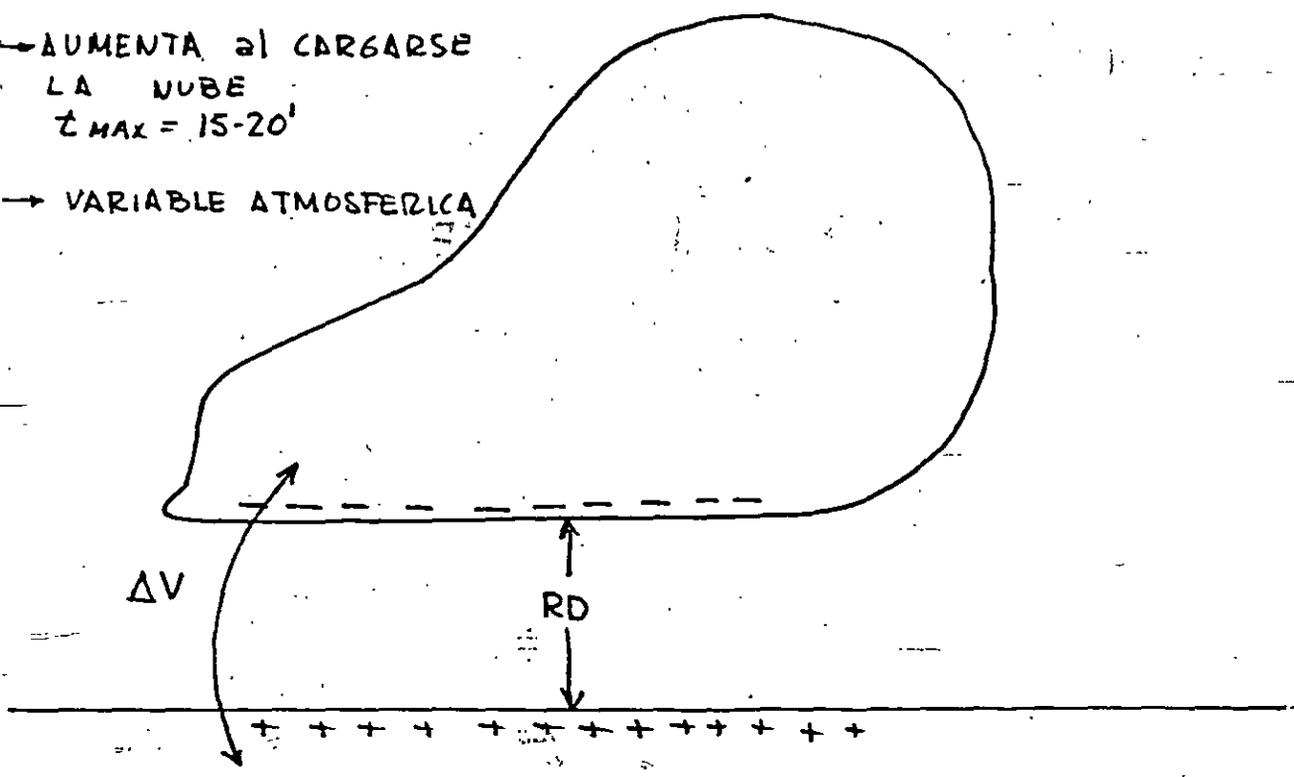


¿CUANDO OCURRE LA DESCARGA?

$RD < \Delta V \Rightarrow$  DESCARGA.

$\Delta V \rightarrow$  AUMENTA al CARGARSE LA NUBE  
 $z_{MAX} = 15-20'$

$RD \rightarrow$  VARIABLE ATMOSFERICA



$RD_1 \neq RD_2$

