Directorio de Profesores del Curso: Instalaciones Eléctricas para Edificios. Noviembre 1982.

1. Ing. Guillermo Aguilar Campuzano
Director
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
U N A M
Cuautitlán Izcalli, Estado de México

2. Ing. Noe Armas Morales
Jefe de la Oficina Regional Sur, Centro y Poniente
Dirección General de Construcción y
Operación Hidráulica
D D F
San Antonio Abad No. 231-2° Piso
México 8, D.F.
588 21 24

3. Ing. Ignacio González Castillo
Asesor de la Gerencia
Hubard y Bourlon, S.A.
Alabama No. 80-1° Piso
México 03810, D.F.
687 31 33 Ext.124

4. Ing. Carlos Martínez Calderón.
Gerente de Ingeniería Electromecánica
Proyectos Marinos, S.C.
Centro COMERMEX, S.C.
Periférico y Reforma
México, D.F.
395.00 88 Ext.180 ó 147

5. Ing. Sergio Ordóñez Lezama
Gerente General
Proyectos Industriales, S.A.
Monterrey No. 89-303
06700 México, D.F.
514 58 58

6. Ing. Héctor Sánchez Ceballos
Jefe del Departamento de Proyectos
Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial
Río Rhín No. 56-4° Piso
0065 México, D.F.
592 51 11

7. Ing. José A. Lozano Villafaña
PROSERMEX, S.A.
Insurgentes Sur 1194-504
Col. del Valle
México, D.F.
559 12 14 y 559 61 32

8. Ing. Pablo Zapian Lechuga

EVALUACION DEL CURSO

	CONCEPTO	EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO EN EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DIVISION DE EDUCACIÓN CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DIVISION DE EDUCACIÓN CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

_____

_____

_____

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

_____

_____

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIERCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 a 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

_____

_____

10. Otras sugerencias:

_____

_____

_____

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de ...nería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauht... 06000 ..., D.F. Tel.: 521-40 Apdo. Postal M-2285

INTRODUCCION

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

OBJETIVO

PROPORCIONAR LOS CRITERIOS BASICOS NECESARIOS PARA CONOCER, PROYECTAR Y CONSTRUIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE UN EDIFICIO

METODOLOGIA

ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

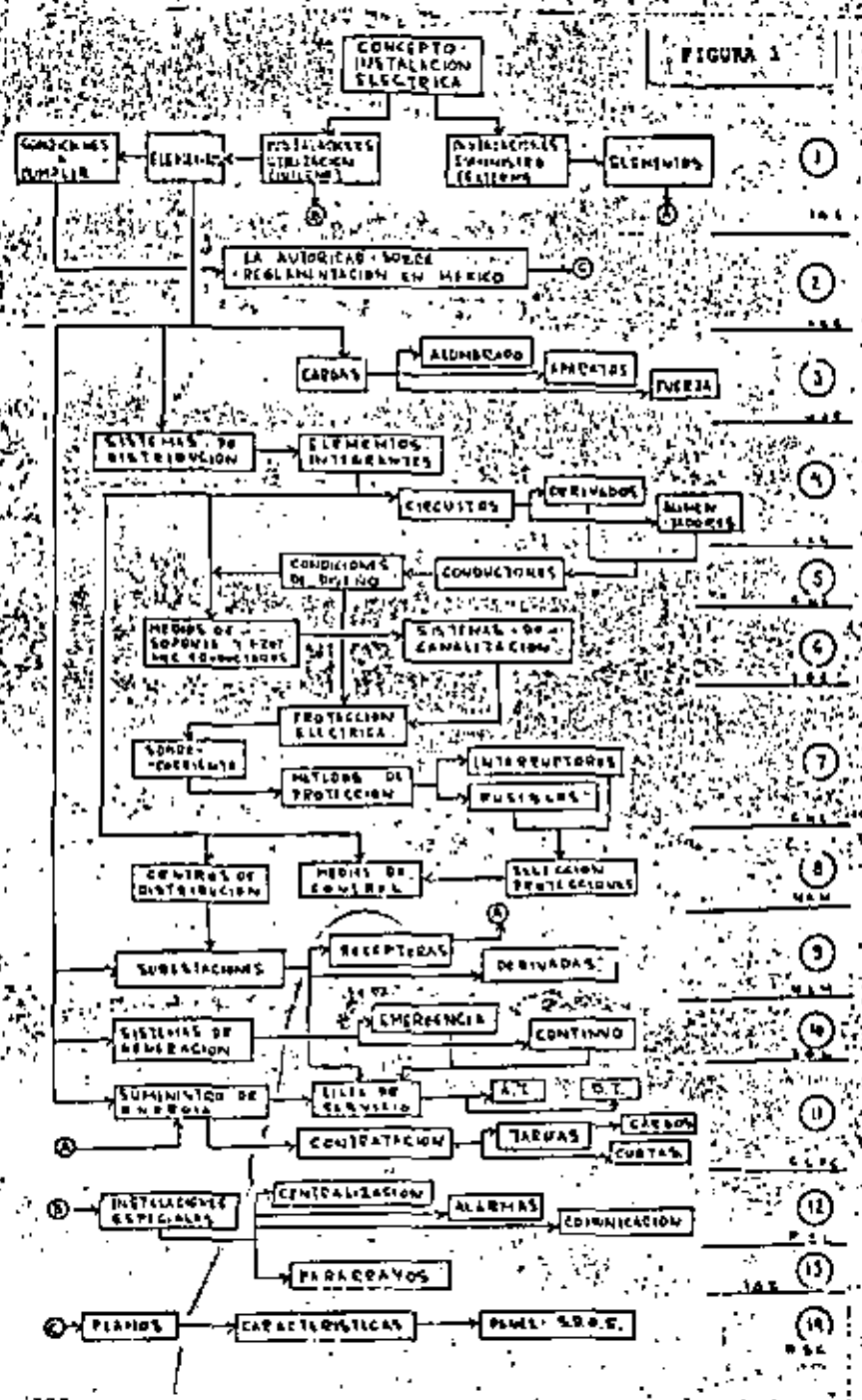
- LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA

- LOS METODOS Y SISTEMAS USADOS EN:
  - EL DISEÑO DE UNA I.E.
  - LA CONSTRUCCCION DE UNA I.E.

- LAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR:
  - MATERIALES
  - EQUIPOS

DESCRIPCION DE CURSO

EN LA FIGURA 1 ANEXA, SE PRESENTA LA DESCRIPCION Y ORGANIZACION DE LAS SESIONES.



CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO.

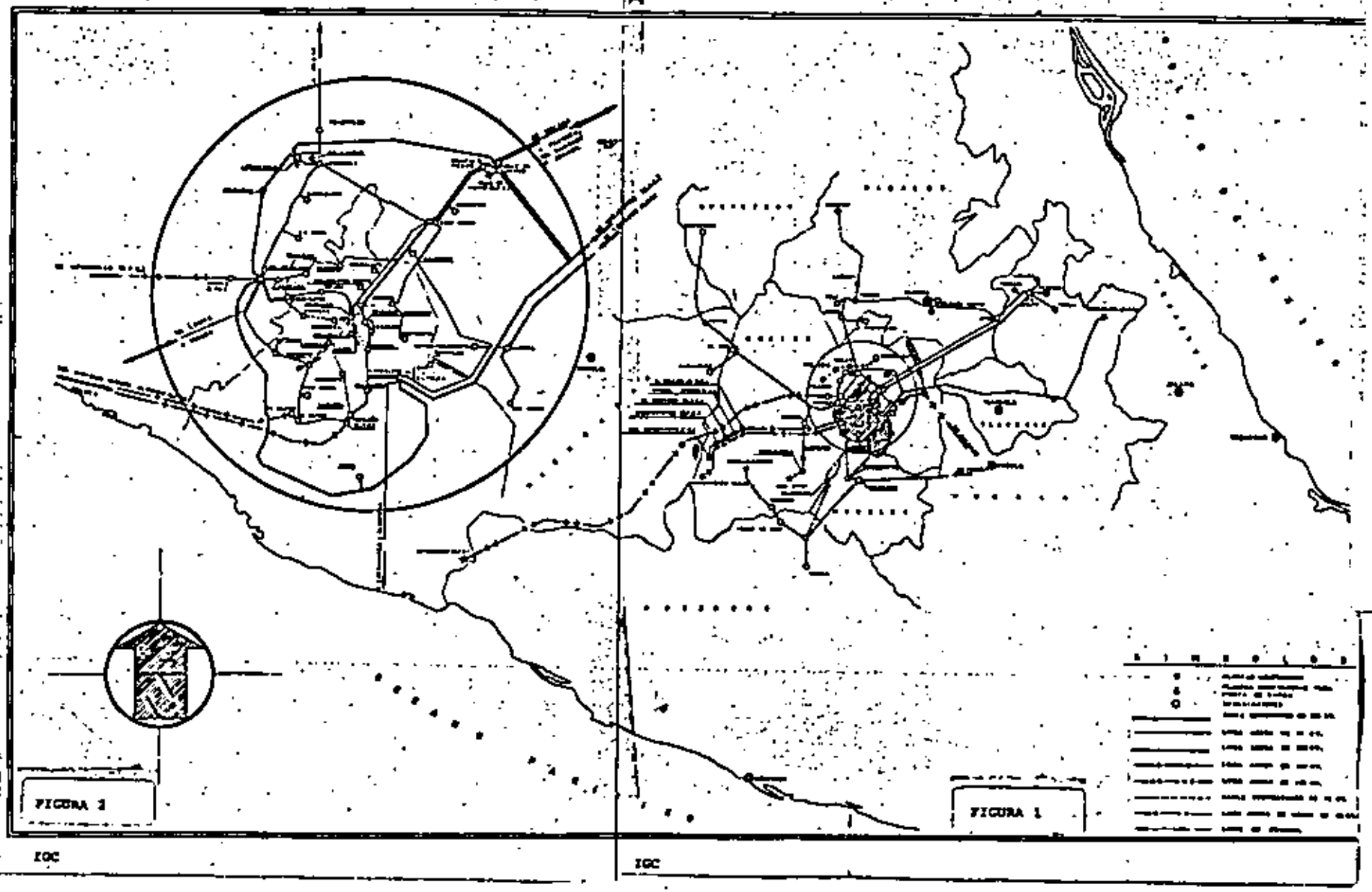
DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPAÑIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION.

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4.

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central



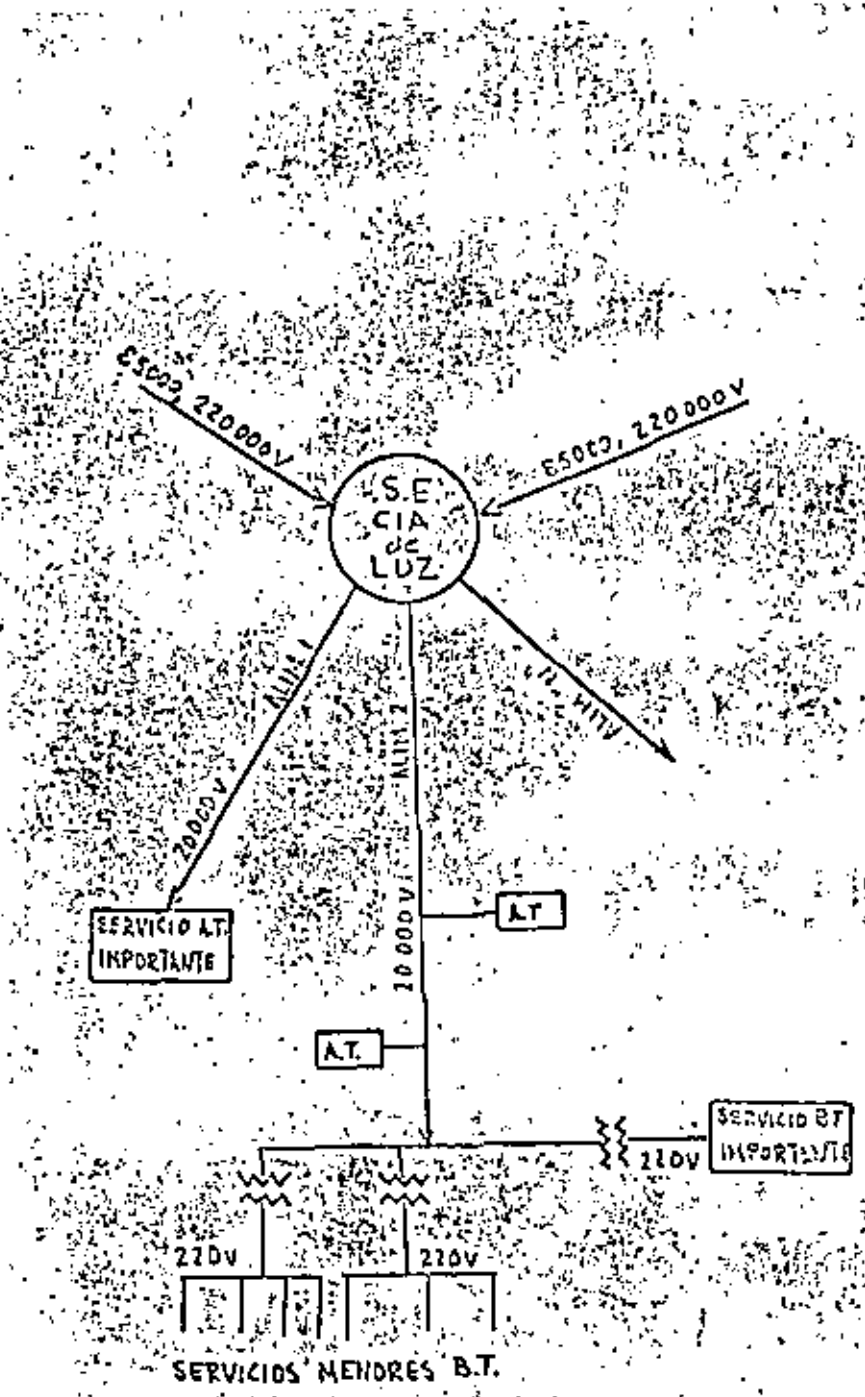


FIGURA 3

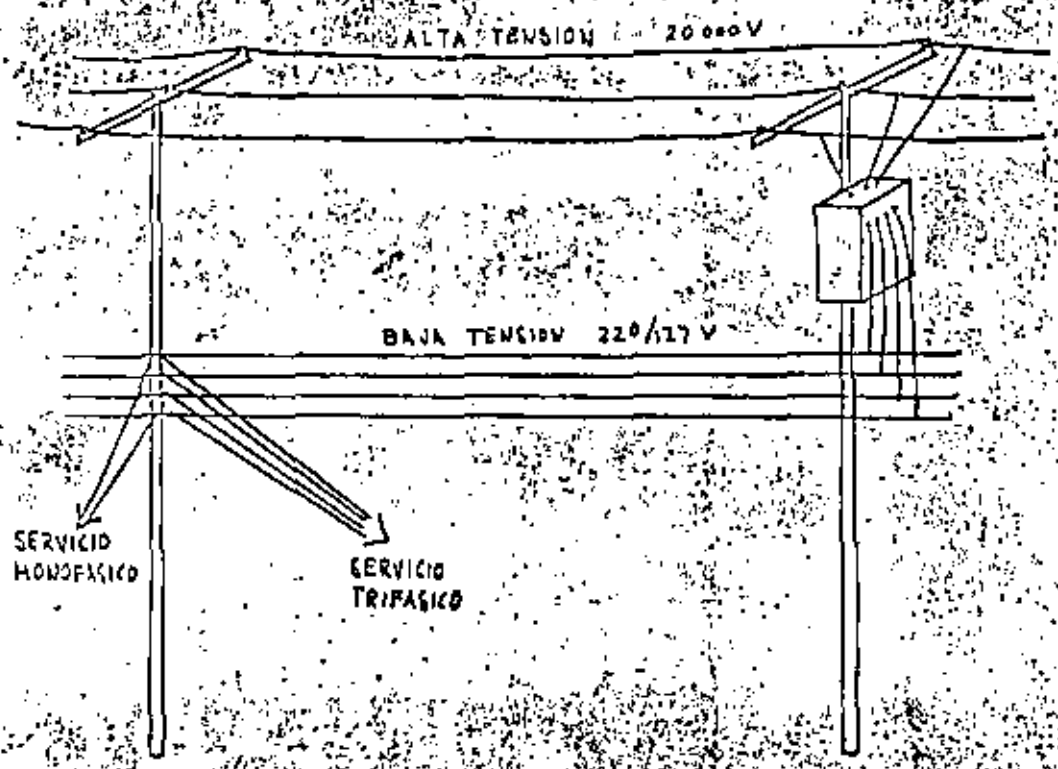


FIGURA 4

FIGURA 5

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

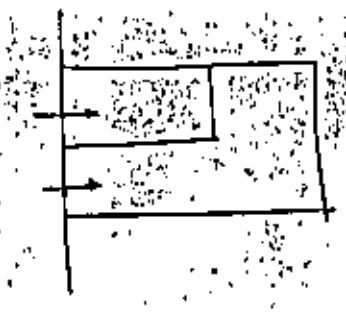
LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCIÓN, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO. (NTIE-81-101).

ACOMETIDA CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
  (Caso General)
  ↓
  EXCEPCION:
  - ACUERDO CON
  - SEPAFIN
  - CFE
- CANALIZACION EXCLUSIVA
- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE
- ZONAS INDEPENDIENTES
  (sin comunicacion)

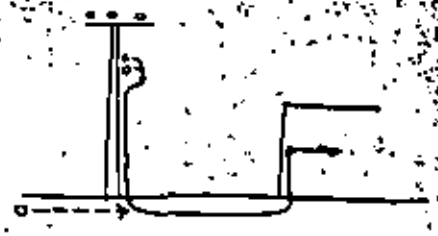
(NTIE-81-201-3)



ACOMETIDA CLASIFICACION

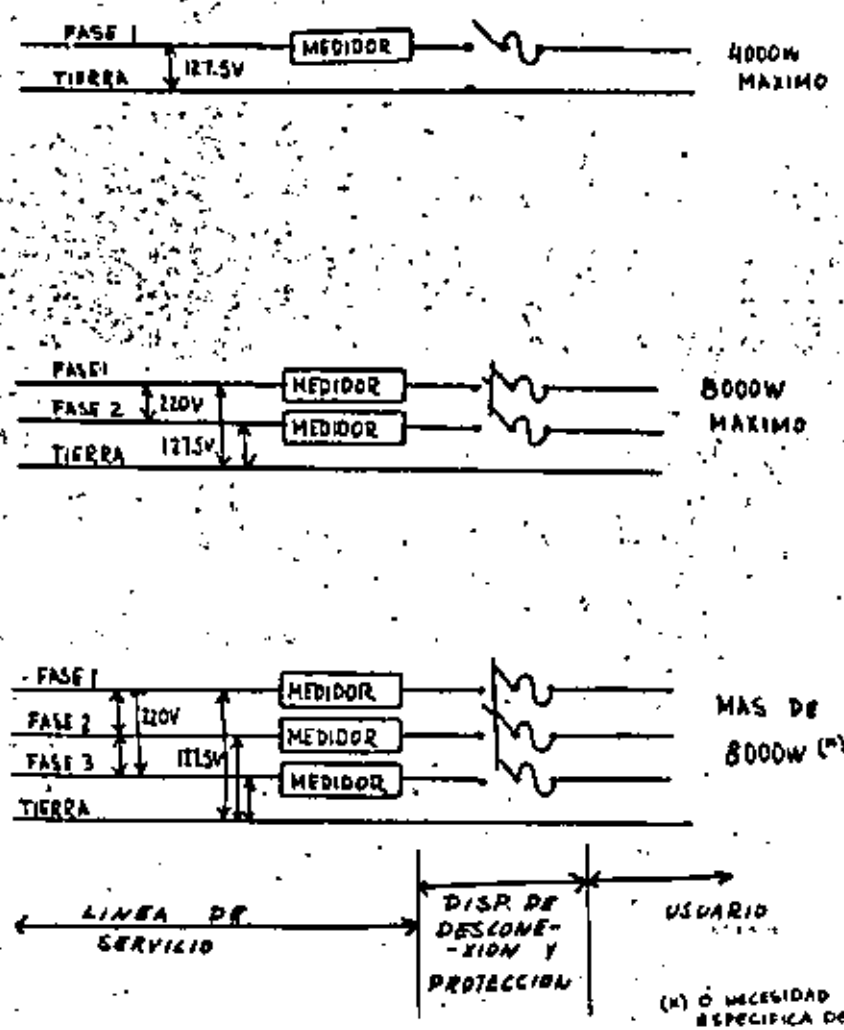
- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA
  - AEREA

  - SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION
  - BAJA TENSION
    - 1 HC
    - 2 HC
    - 3 HC
  - ALTA TENSION
    - SERV. AT
    - SERV. BT

LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION



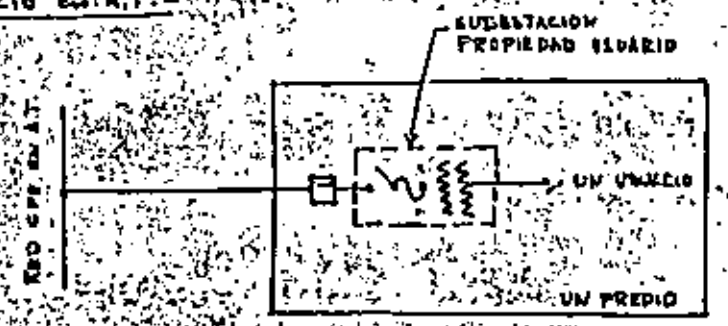
(*) O NECESIDAD ESPECIFICA DE LA CARGA.

LINEA DE SERVICIO en A.T.

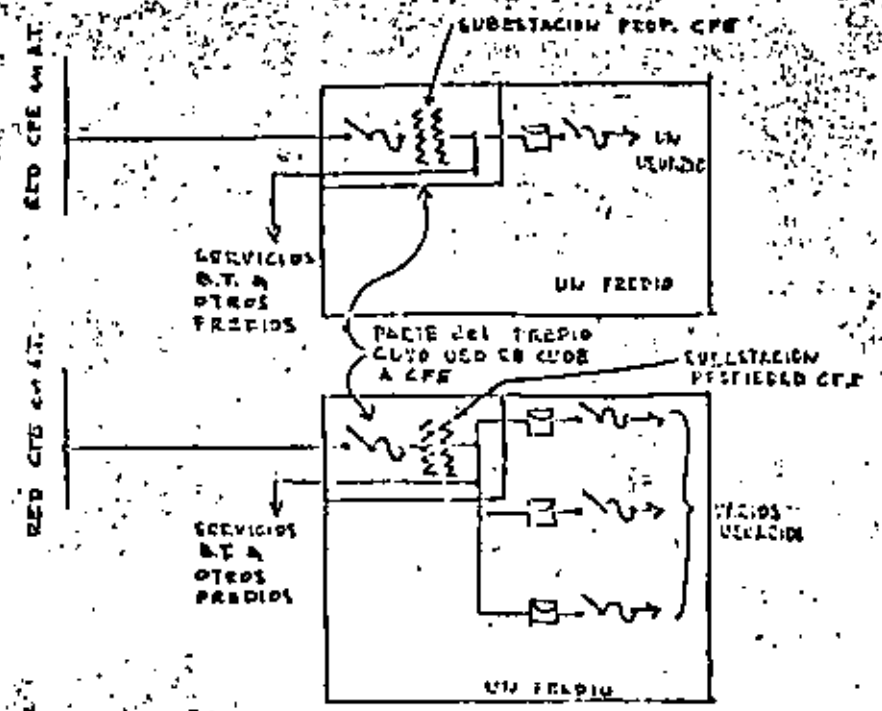
1) Para Servicio en Alta Tensión.

2) Para Servicio en Baja Tensión

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS (NTIE-81-201-4)

- DEL LOCAL
  - FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
  - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
  - DIMENSIONES QUE PERMITAN
    - INSTALAR
    - OPERAR
    - MANTENER
    - RETIRAR

    } CON FACILIDAD Y SEGURIDAD
- DEL EQUIPO
  - PARTES VIVAS PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
  - GABINETES CONECTADOS A TIERRA

DISPOSITIVO DE DESCONEXION PRINCIPAL

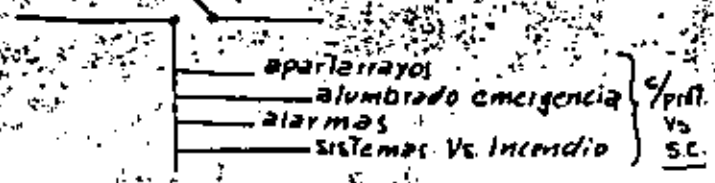
NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

PODER INDEPENDIZAR TOTALMENTE A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE PROTECCION PRINCIPAL

(Vs SOBRECORRIENTE)

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

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

SOBRECORRIENTE:

$$I_{CIRCULANTE} > I_{DISEÑO}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

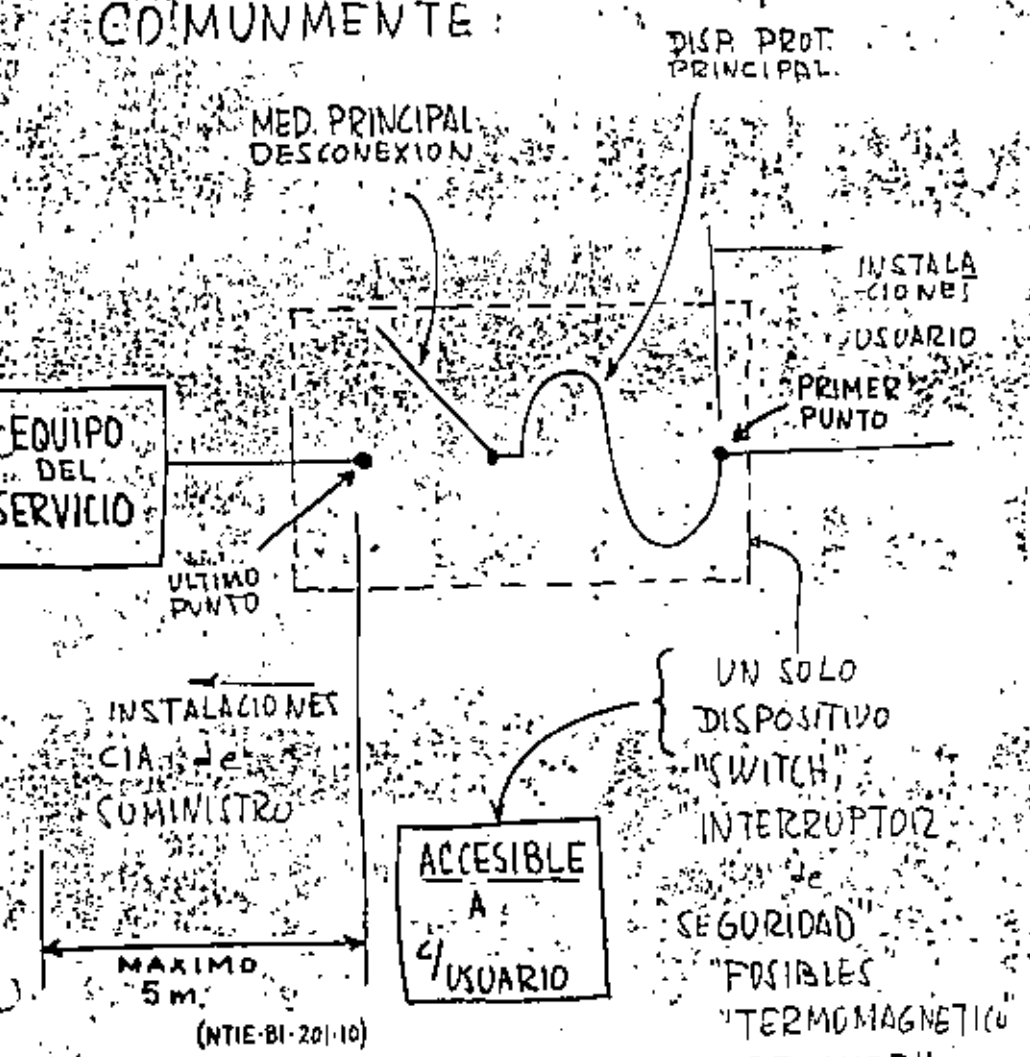
→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO POSIBLE

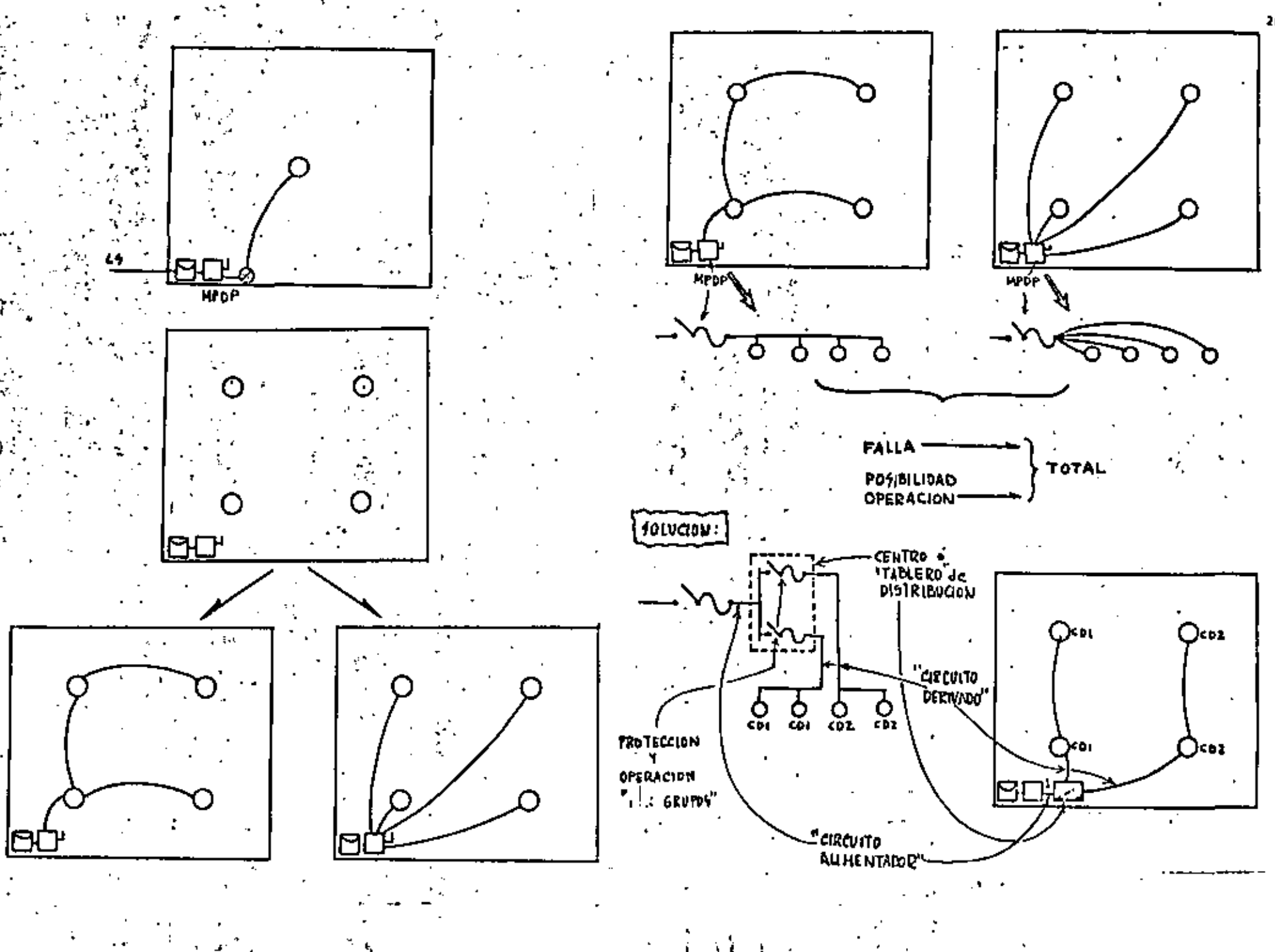
SISTEMA DE DISTRIBUCION

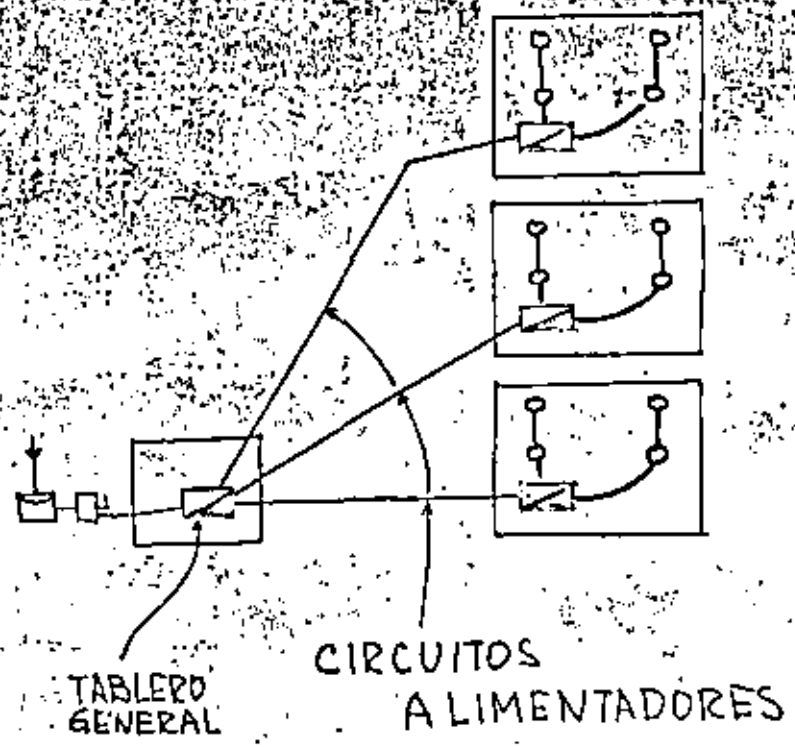
FORMADO POR:-

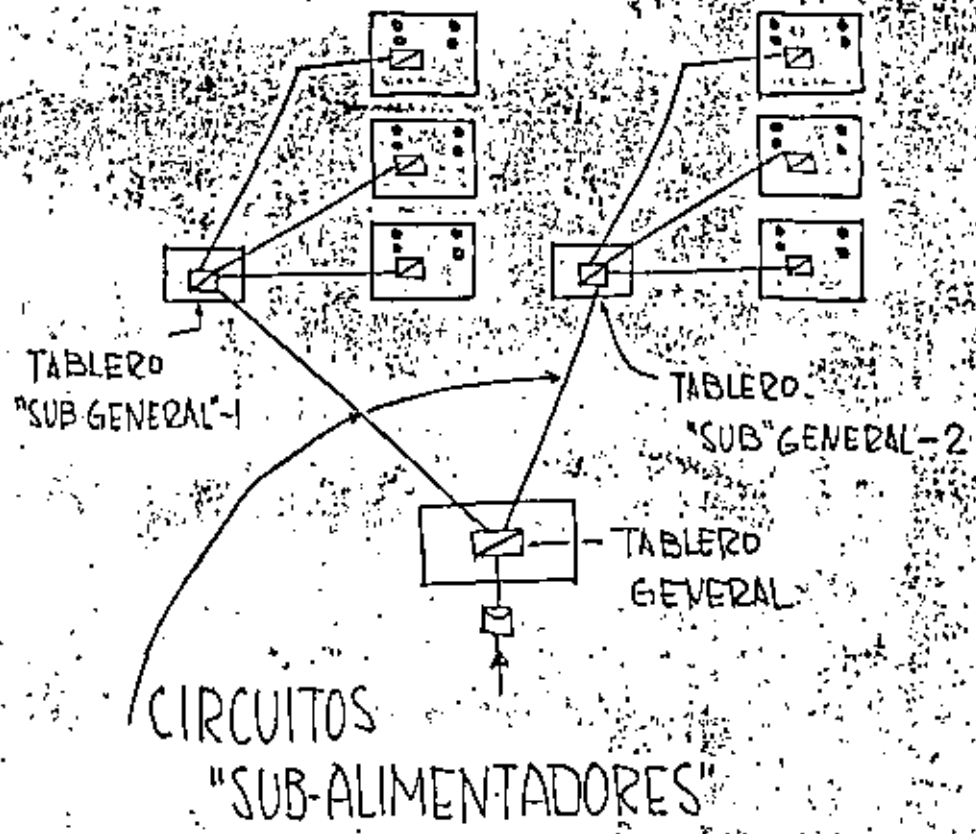
- CIRCUITOS ALIMENTADORES
- CENTROS de DISTRIBUCION (TABLEROS
- CIRCUITOS DERIVADOS.

COMUNMENTE:




L4
MPDP
MPDP
MPDP
FALLA
POSIBILIDAD OPERACION
TOTAL
SOLUCION:
CENTRO "TABLERO" de DISTRIBUCION
CD1
CD1
CD2
CD2
"CIRCUITO DERIVADO"
PROTECCION Y OPERACION "1 GRUPO"
"CIRCUITO ALIMENTADOR"
CD1
CD2
CD1
CD2


TABLERO
GENERAL
CIRCUITOS
ALIMENTADORES


TABLERO
"SUB GENERAL"-1
TABLERO
"SUB" GENERAL-2
TABLERO
GENERAL
CIRCUITOS
"SUB-ALIMENTADORES"

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de Ingeniería Calle de Tacuba 5 p. 1er. Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

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

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONDUCIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

- INSTALACION
- OPERACION
- MANTENIMIENTO
- AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

- EQUIPO
- PERSONAL EN OPERACION
- PERSONAL EN MANTENIMIENTO
- FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRCAS" DE LA D.G.N. DE SEPAFIN (NTIE-1981).

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REVISA DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

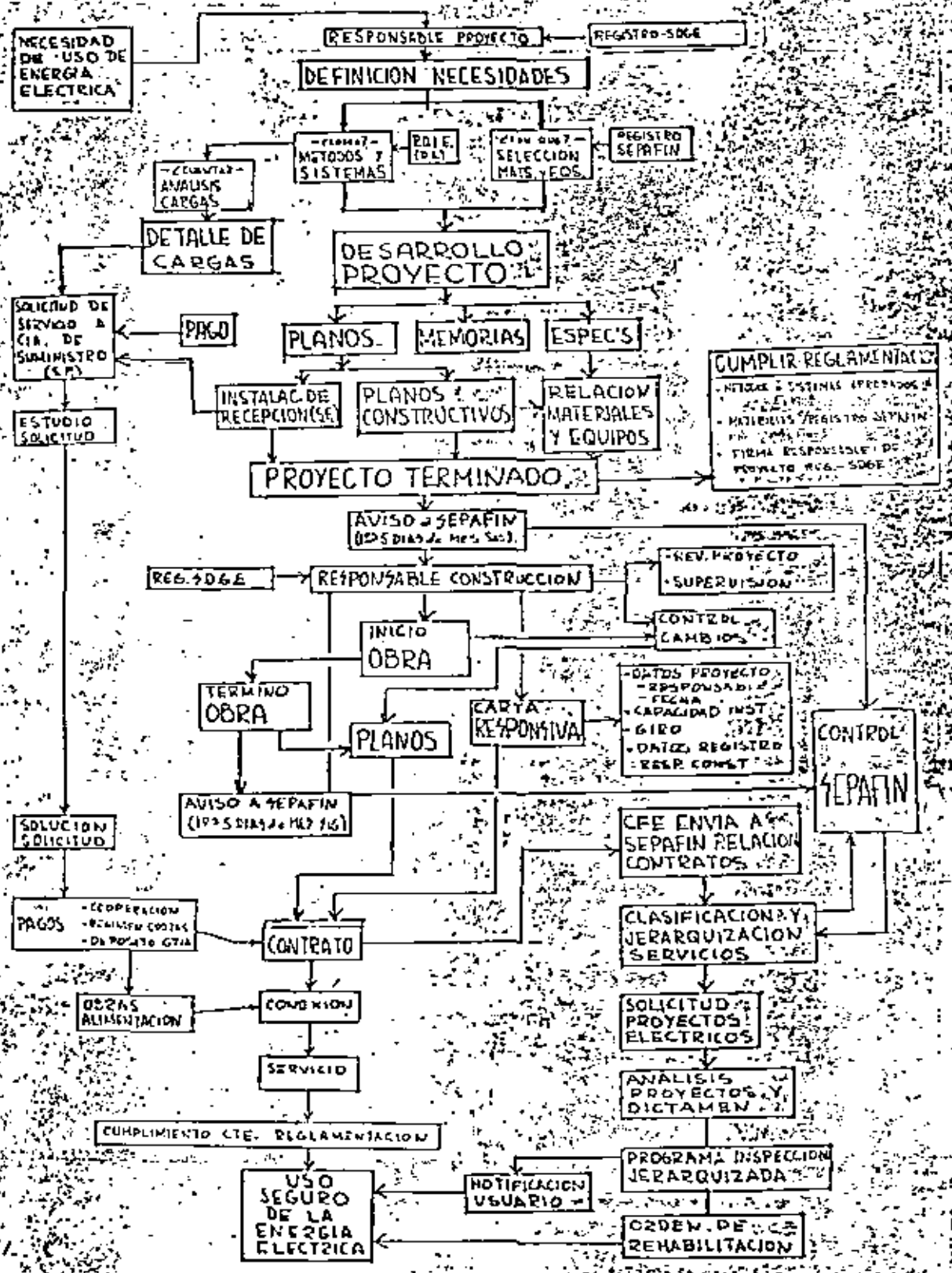
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.


NECESIDAD DE USO DE ENERGIA ELECTRICA
RESPONSABLE PROYECTO
REGISTRO-SDGE
DEFINICION NECESIDADES
METODOS Y SISTEMAS
SELECCION MATS. Y EQS.
REGISTRO SEPAFIN
ANALISIS CARGAS
DETALLE DE CARGAS
DESARROLLO PROYECTO
SOLICITUD DE SERVICIO A CIA. DE SUMINISTRO (S.P.)
PAGO
PLANOS
MEMORIAS
ESPEC'S
CUMPLIR REGLAMENTACION
INSTALAC. DE RECEPCION(SE)
PLANOS CONSTRUCTIVOS
RELACION MATERIALES Y EQUIPOS
ESTUDIO SOLICITUD
PROYECTO TERMINADO
AVISO A SEPAFIN
REG.-SDGE
RESPONSABLE CONSTRUCCION
REV. PROYECTO
SUPERVISION
CONTROL CAMBIOS
INICIO OBRA
TERMINO OBRA
PLANOS
CARTA RESPONSIVA
DATOS PROYECTO
RESPONSABLE
FECHA
CAPACIDAD INST.
GIRO
DATOS REGISTRO
RESP. CONST.
CONTROL SEPAFIN
AVISO A SEPAFIN
SOLICITUD SOLICITUD
CFE ENVIA A SEPAFIN RELACION CONTRATOS
PAGOS
COOPERACION
REVISION COSTOS
DEPOSITO GTIA
CONTRATO
CLASIFICACION Y JERARQUIZACION SERVICIOS
OBRAS ALIMENTACION
CONEXION
SOLICITUD PROYECTOS ELECTRICOS
SERVICIO
ANALISIS PROYECTOS Y DICTAMEN
CUMPLIMIENTO CTE. REGLAMENTACION
PROGRAMA INSPECCION JERARQUIZADA
NOTIFICACION USUARIO
USO SEGURO DE LA ENERGIA ELECTRICA
ORDEN. DE REHABILITACION

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

- SEPAFIN
- LEGISLACION VIGENTE
- FACULTADES Y TRAMITES ANTE LA SUBDIRECCION DE ELECTRICIDAD
- DETALLES DEL ACUERDO SOBRE TRAMITACION

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

NOVIEMBRE 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 p' ıı piso Deleg. Cuauhtemoc México, D.F. Tel.: 521-40 Apdo. Postal M-2285

INSTALACIONES ELECTRICAS

ORGANISMO RECTOR:

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL (SEPAFIN)

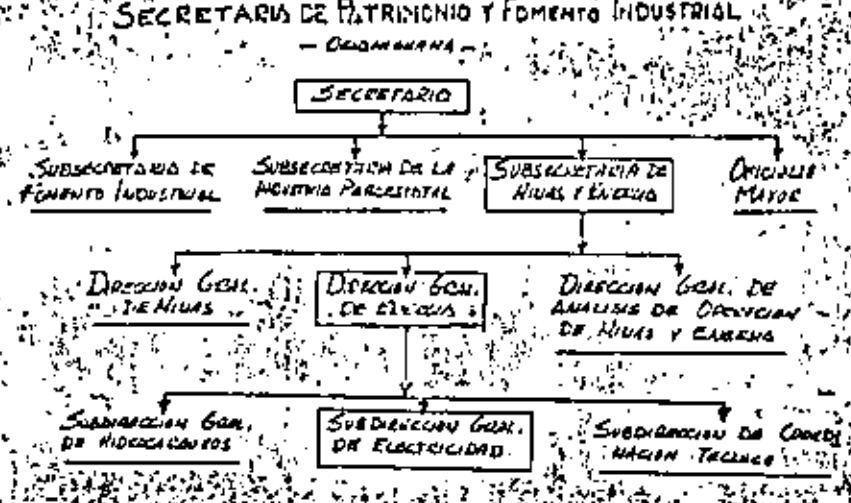
DEPENDENCIAS:

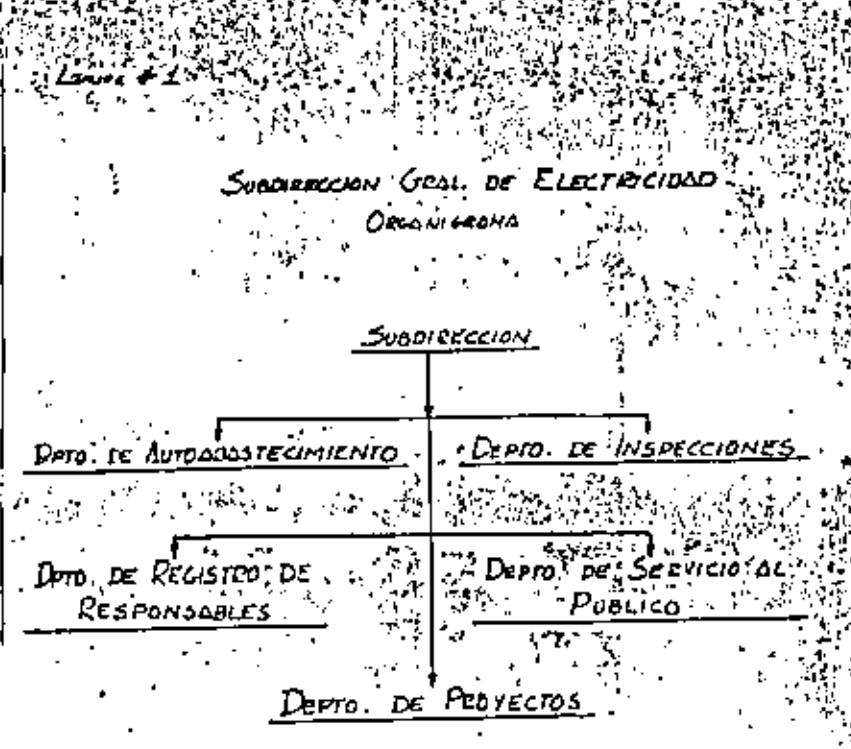
SUBSECRETARIA DE ENERGIA Y MINAS

DIRECCION GENERAL DE ENERGIA

SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

- DEPTO. DE SERVICIO AL PUBLICO.
- DEPTO. DE PROYECTOS.
- DEPTO. DE REGISTRO DE RESPONSABLES.
- DEPTO. DE AUTOABASTECIMIENTO.
- DEPTO. DE INSTALACIONES ELECTRICAS.





LEGISLACION VIGENTE

LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 22-DIC-1975.

ART. 28.- PROYECTO ELECTRICO PREVIO A LA -- EJECUCION DE LAS OBRAS ELECTRICAS.

REGLAMENTACION DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 4-OCT-1945.

CAPITULO XI.- DE LAS OBRAS E INSTALACIONES -- ELECTRICAS.

ARTS. 93 AL 97. 101 Y 102.

CAPITULO XVIII.- INSPECCION Y VIGILANCIA.

CAPITULO XIX.- DE LAS PERSONAS CAPACITADAS -- PARA PROYECTAR Y EJECUTAR OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

ARTICULO 29. LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA

UTILIZACION DE MATERIALES Y EQUIPOS - APROBADOS Y REGISTRADOS

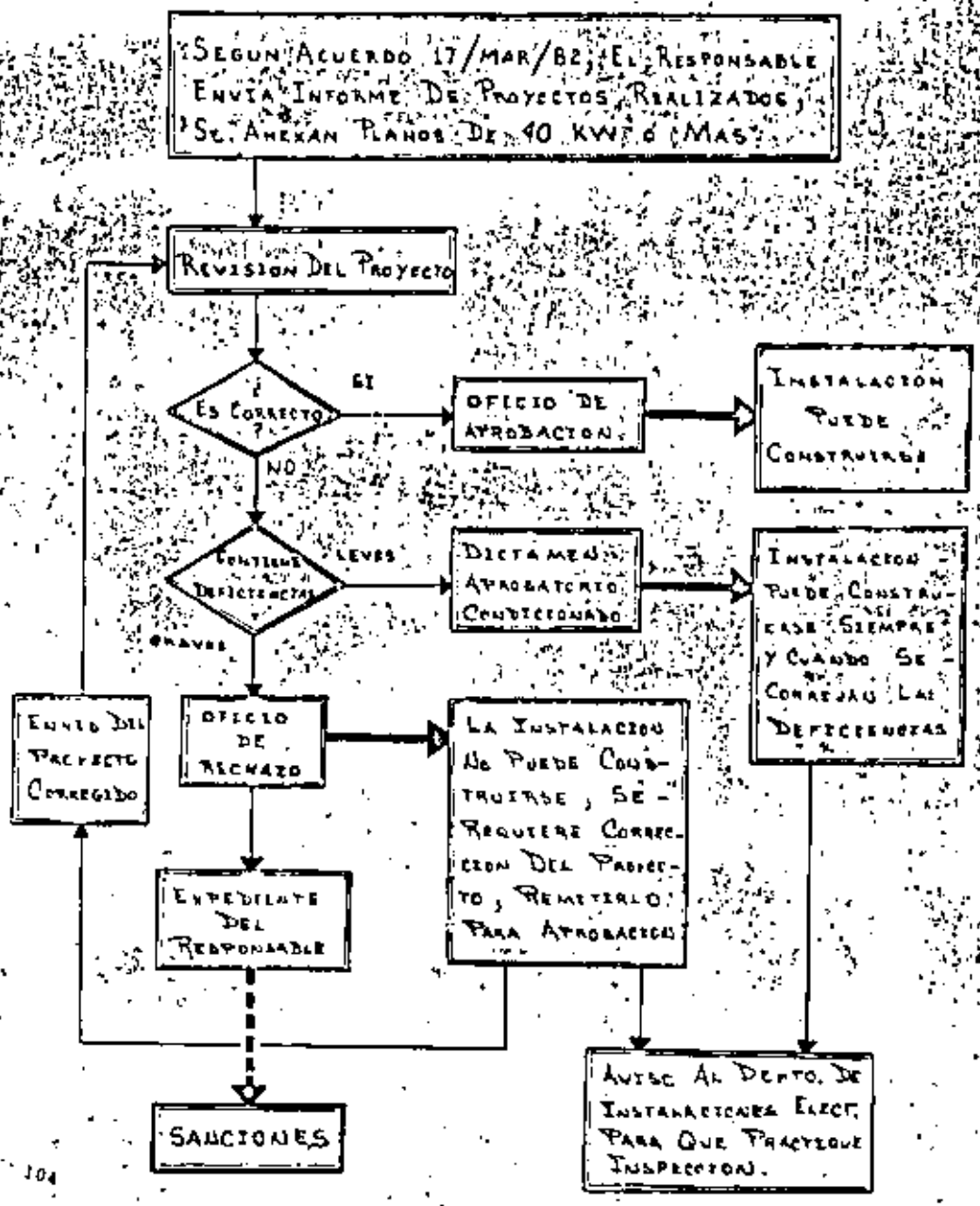
VENTAJAS:

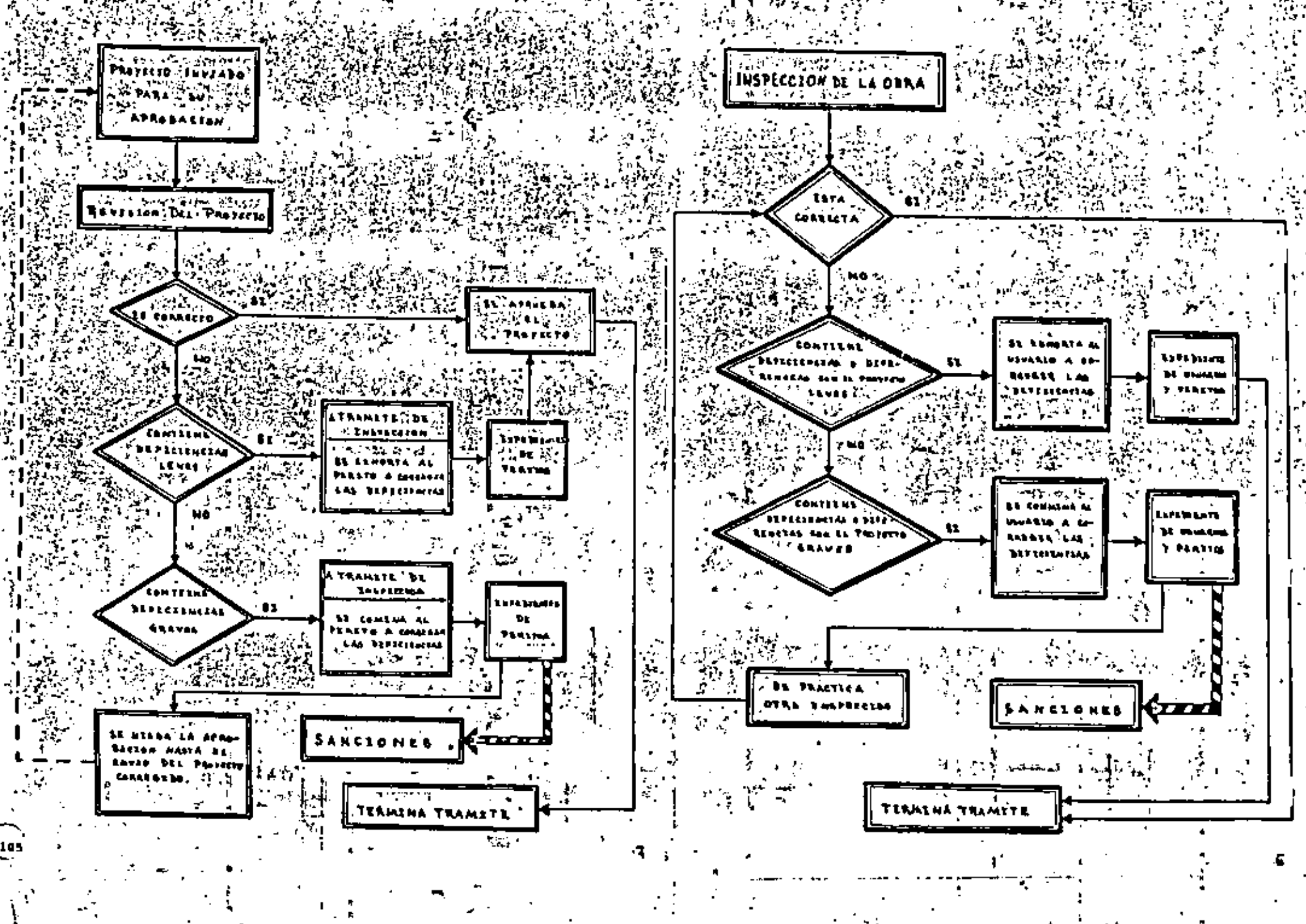
- UTILIZACION DE MATERIAL PROBADO E INSPECCIONADO.
- CONFIANZA MAYOR EN SU BUEN FUNCIONAMIENTO.
- MAYOR SEGURIDAD PARA EL USUARIO
- PROTECCION PARA EL CONTRATISTA.

FUNCIONES Y FACULTADES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

- VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS ELECTRICOS, SE AJUSTEN A LA REGLAMENTACION VIGENTE -- (REVISION DE PROYECTOS).
- VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS SEAN SEGURAS (INSPECCION DE INSTALACIONES).
- REGISTRAR Y CONTROLAR A LOS PROFESIONALES RESPONSABLES DE PROYECTOS Y OBRAS ELECTRICAS (CONTROL DE PERITOS).
- CONTROLAR Y OTORGAR LICENCIAS DE AUTOGENERACION (PERMISOS DE AUTOABASTECIMIENTO).
- AUXILIAR EN LA ACTUALIZACION DE NORMAS Y REGLAMENTOS.
- DIRIMIR CONFLICTOS ENTRE USUARIOS Y EL ORGANISMO SUMINISTRADOR.

TRAMITACION ANTE LA SUBDIRECCION GRAL. DE ELECTRICIDAD




PROYECTO ENVIADO PARA SU APROBACION
REVISION DEL PROYECTO
SE CORRECTO
SI
NO
SE APRUEBA EL PROYECTO
CONTIENE DEFICIENCIAS LEVES
SE
TRAMITE DE INSPECCION
SE REMITE AL PERITO A CORREGIR LAS DEFICIENCIAS
EXPEDIENTE DE PERITOS
NO
CONTIENE DEFICIENCIAS GRAVES
SI
TRAMITE DE INSPECCION
SE COMUNICA AL PERITO A CORREGIR LAS DEFICIENCIAS
EXPEDIENTE DE PERITOS
SE DEBERA LA APROBACION HASTA EL ENVIO DEL PROYECTO CORREGIDO.
SANCIONES
TERMINA TRAMITE
INSPECCION DE LA OBRA
ESTA CORRECTA
SI
NO
CONTIENE DEFICIENCIAS O DIFERENCIAS CON EL PROYECTO LEVES
SI
SE REMITE AL USUARIO A CORREGIR LAS DEFICIENCIAS
EXPEDIENTE DE INGENIERIA Y PERITOS
NO
CONTIENE DEFICIENCIAS O DIFERENCIAS CON EL PROYECTO GRAVES
SI
SE COMUNICA AL USUARIO A CORREGIR LAS DEFICIENCIAS
EXPEDIENTE DE INGENIERIA Y PERITOS
SE PRACTICA OTRA INSPECCION
SANCIONES
TERMINA TRAMITE

ACUERDO SOBRE TERMINACION DE OBRAS Y PROYECTOS PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION [17/MARZO/82]

CONTIENE:

- INSTRUCCIONES SOBRE LO QUE DEBEN CONTENER LOS PLANOS Y MEMORIAS DE LOS PROYECTOS
  - SUBESTACIONES
  - PROT. VS. SOBRECORRIENTE
  - CONDUCTORES
  - CANALIZACIONES
  - MOTORES
  - ALUMBRADO Y CONTACTOS
- INSTRUCCIONES PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES O AMPLIACIONES
  - APEGARSE AL PROYECTO
  - UTILIZAR COMPONENTES APROBADOS
  - CAMBIOS DEL PROYECTO
  - PRUEBAS ELECTRICAS
- INSTRUCCIONES PARA LA CONTRATACION DE SERVICIOS
  - INSTALACION < 20 KW
  - INSTALACION ≥ 20 KW

INFORME DE PROYECTOS

DEBE CONTENER:

- NOMBRE Y DIRECCION DEL USUARIO
- USO AL QUE SE DESTINE LA INSTALACION
- CARGA EN KW

} POR CADA PROYECTO ENLISTADO

ADEMAS:

NOMBRE, FIRMA, REGISTRO Y DIRECCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO

INCLUIR COPIAS DEL PROYECTO EXCEPTO SI SE REUNEN LAS 3 SIGUIENTES CONDICIONES

- B.T. MENOR DE 40 KW
- NO TIENE AREAS PELIGROSAS
- NO SE UTILIZA PARA BOMBEO

INFORME DE OBRAS

DEBE CONTENER:

MISMOS DATOS

- ADEMAS INCLUIR:

COPIA DE CADA UNA DE LAS RESPONSIVAS DE CONSTRUCCION

RELACION DE PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS ELABORADOS

EL MES DE ____ DE ____

RAZON SOCIAL O NOMBRE DEL PROPIETARIO	DIRECCION (Calle, Número, Colonia, Delegación o Municipio, Cód. Postal)	USO DE LA INSTALACION O GIRO	CARGA DE DISEÑO (KW)
EJEMPLOS:			
MARTINEZ HNOS. S.A.	GRANADITAS No 96, COL. CONSTITUCION, ZAPOPAN, 45580 JAL.	FABRICA DE PINTURAS	1250
JUAN GONZEZ TAGLE	AVE. No. 50 COL. RAPIDO, DELEGACION TALPAN, 46100 DF	CARPINTERIA	14

NOMBRE DEL RESPONSABLE ____ No. DE REGISTRO ____ FIRMA ____

RELACION DE PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS TERMINADOS:

EL MES DE ____ DE ____

RAZON SOCIAL Ó NOMBRE DEL PROPIETARIO	DIRECCION (Calle, Número, Colonia, Delegación o Municipio, Código Postal y Entidad)	USO DE LA INSTALACION O GIRO	No DE REGISTRO DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO	CARGA (KW)
EJEMPLOS:				
OTILIA LOPEZ GARCIA	CADIZ No. 96-201, COL. ALAMOS, DELEGACION B. JUAREZ, 03400 D.F.	TALLER DE COSTURA	II-XIII-1-A	15
LUCANIA S.A.	GALEANA No. 47, COL. CENTRO CARDENAS, ACAPULCO, 41940 GUERRERO.	FABRICA DE DULCES	I-IV-B-E	210

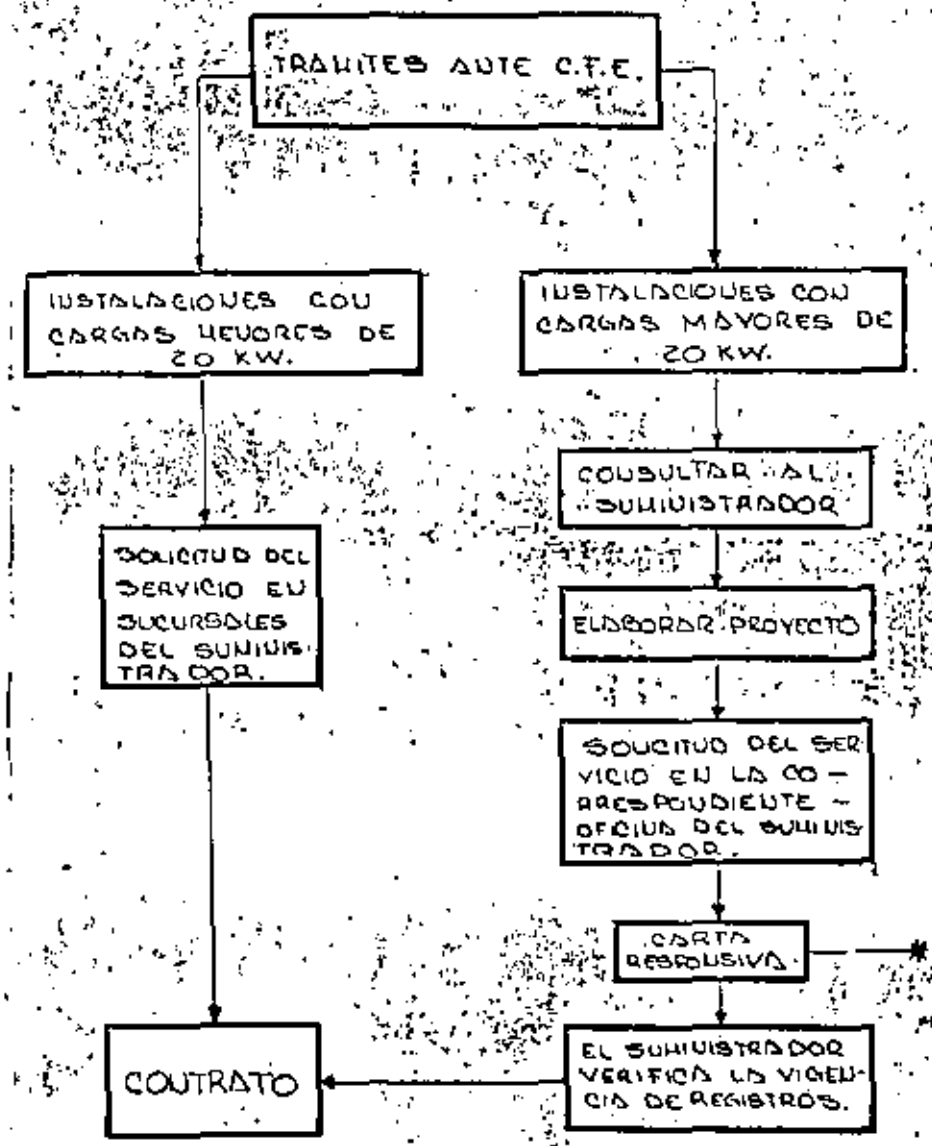
NOMBRE DEL RESPONSABLE ____ No. DE REGISTRO ____ FIRMA ____

RESPONSIVA DE CONSTRUCCION DEBE CONTENER

- NOMBRE Y No. DE REGISTRO DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO
- FECHA DE ELABORACION
- RELACION DE CARGAS
- NOMBRE DEL PROPIETARIO O USUARIO
- DIRECCION Y GIRO DE LA INSTALACION
- NOMBRE, No. DE REGISTRO Y FIRMA DEL RESPONSABLE DE LA CONSTRUCCION
- FECHA DE TERMINACION DE OBRA

DECLARACION QUE MANIFIESTE QUE:

- LA INSTALACION SE HIZO ACORDE AL PROYECTO
- SE UTILIZARON MATERIALES Y EQUIPOS APROBADOS
- SE CUMPLIO CON LAS NTIE
- LA CARGA CORRESPONDE A LO CONSTRUIDO



INDEPENDIENTEMENTE DE LA CARGA

- CON UN HILO DE CORRIENTE
- MOLINOS DE NIXTAMAL EN BAJA TENSION
- BOMBEO PARA RIEGO AGRICOLA
- DE CARACTER TEMPORAL

SOLICITAR SERVICIO EN LA OFICINA DEL SUMINISTRADOR

CONTRATO

PERITOS RESPONSABLES

FUNCIONES:

- VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- ASESORAR A LOS USUARIOS SOBRE EL USO ADECUADO, SEGURO Y ECONOMICO DE LA ENERGIA ELECTRICA.
- AUXILIAR A LOS USUARIOS SOBRE EL MANTENIMIENTO ADECUADO Y LA OPERACION APROPIADA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

RESPONSABLES DE OBRAS Y PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

REGIDOS POR: REGLAMENTO DE LA INDUSTRIA ELECTRICA — CAPITULO XIX

CLASIFICACION

GRUPO I - PROFESIONALES

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR CUALQUIER INSTALACION SIN LIMITACION DE CAPACIDAD O TENSIONES

FORMAN ESTE GRUPO LOS INGENIEROS TITULADOS DE:

IPN — OPCION POTENCIA O UTILIZACION.

UNAM — ESPECIALIZACION ELECTRICIDAD.

ADEMAS:

UAM.

ITESM.

INSTITUTOS TECNOLOGICOS REGIONALES.

UNIVERSIDADES PRIVADAS.

UNIVERSIDADES PUBLICAS DE PROVINCIA.

OTRAS INSTITUCIONES, UNIVERSIDADES, COLEGIOS DE ENSEÑANZA SUPERIOR, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO A NIVEL DE LICENCIATURA LOS TEMAS DE:

- SUBESTACIONES.
- LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION.
- INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.

GRUPO - II TECNICOS

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000 KVA, SIN QUE EXISTAN EQUIPOS INDIVIDUALES MAYORES DE 100 KVA;

FORMAN ESTE GRUPO

- TODOS LOS PASANTES DE LAS CARRERAS E INSTITUCIONES MENCIONADAS PARA EL GRUPO I, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO LAS MATERIAS CITADAS A NIVEL LICENCIATURA.
- EGRESADOS TITULADOS DE LA ESCUELA WILFRIDO MASSIEU, QUE HAYAN TERMINADO UN AÑO DE ESPECIALIZACION ADICIONAL EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

FORMAN ESTE GRUPO EGRESADOS DE:

- CECyT
- CENETI
- INSTITUTOS TECNOLOGICOS REGIONALES (NIVEL TECNICO).
- ESCUELA MEXICANA DE ELECTRICIDAD
- OTRAS ESCUELAS O INSTITUCIONES PUBLICAS O PRIVADAS

SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO A NIVEL TECNICO LOS TEMAS DE:

- SUBESTACIONES.
- LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION.
- INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.

QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y APRUEBEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN EXAMEN DE COMPETENCIA EN DICHA SECRETARIA.

GRUPO III — "OBREROS CALIFICADOS".

FACULTADES PARA PROYECTAR INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000 KVA, SIN QUE EXISTAN EQUIPOS INDIVIDUALES MAYORES DE 100 KVA.

FACULTADES PARA CONSTRUIR Y OPERAR INSTALACIONES, CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 100 KVA, SIN QUE EXISTAN GRUAS, MONTACARGAS NI ELEVADORES EN DICHAS INSTALACIONES; SIN LIMITACION DE TENSION.

TAMBIEN:

QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y APRUEBEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN EXAMEN DE COMPETENCIA EN DICHA SECRETARIA.

PARA SER RESPONSABLES DE PROYECTOS U OBRAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS ES NECESARIO REGISTRARSE EN CUALQUIER GRUPO DE LOS CITADOS, EN:

DEPTO. DE REGISTRO DE RESPONSABLES
SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD
DGE — SEPAFIN
RIO RHIN 56 — 3er Piso
COL. CUAUHTEMOC, MEXICO 5. D.F.
TEL.
ATENCION DE: ING. MARIO CERRILLO

EL REGISTRO DEBE REFRENDARSE CADA 2 AÑOS SIN NECESIDAD DE PAGAR DERECHOS.

PARA PRESENTAR EXAMEN DE COMPETENCIA EL PROCEDIMIENTO ES:

- SOLICITARDO AL DEPTO. CITADO O A LA DELEGACION ESTATAL O REGIONAL DE SEPAFIN SE PROPORCIONA TEMARIO.
- SEÑALAR DE COMUN ACUERDO LA FECHA DEL EXAMEN.
- REALIZAR EL EXAMEN. ES NECESARIO LA PRESENCIA DE UN REPRESENTANTE DE L.F.E. PUEDE ESTAR PRESENTE UN REPRESENTANTE DEL SINDICATO O GREMIO AL QUE PERTENEZCA EL SUSTENTANTE.
- SI EL EXAMEN ES APROBADO, SE CONCEDE EL REGISTRO SOLICITADO.
  SI EL EXAMEN NO ES APROBADO PUEDE PRESENTARSE POR SEGUNDA VEZ. SIGUIENDO LOS PASOS ANTERIORES, SIEMPRE Y CUANDO EXISTAN 6 MESES CUANDO MENOS ENTRE UN EXAMEN Y EL SIGUIENTE.

PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE RESPONSABLES

- SE FORMA UN EXPEDIENTE POR RESPONSABLE DE LAS OBRAS EN LAS QUE INTERVIENE.

  FUENTE → LFE

- SE COMPLEMENTA EL EXPEDIENTE CITADO CON COPIA DEL DICTAMEN DEL PROYECTO, CUANDO ESTE ES PRESENTADO O SOLICITADO.

  FUENTE → DEPTO. DE PROYECTOS SEPAFIN

- SE ELABORA ESTADISTICA ANUAL DEL RESPONSABLE CONTENIENDO:
  - NUMERO DE OBRAS Y PROYECTOS.
  - DICTAMENES APROBATORIOS, APROBATORIOS CON OBSERVACIONES Y NO APROBATORIOS.
  - CASOS DE REINCIDENCIAS EN FALTAS U OMISIONES.
  - OTROS DATOS QUE SE JUZGUEN PERTINENTES

PUEDE QUEDAR SUJETO A SANCIONES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS:

- HACER CASO OMISO DE LOS REQUERIMIENTOS DE SEPAFIN.
- FUNGIR COMO RESPONSABLES DE PROYECTOS U OBRAS SIN CONTAR CON REGISTRO EN SEPAFIN O TENERLO VENCIDO.
- EXEDER LOS LIMITES DE LAS CATEGORIAS DE RESPONSABLES.
- CONSTRUIR Y PROYECTAR INSTALACIONES CUYAS CARACTERISTICAS NO CUMPLAN CON LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NTIE.

IMPORTANCIA DE LA REGLAMENTACIÓN

REGULA ACTIVIDADES ELECTRICAS.

EVITA ANARQUÍA EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

EVITA UN MAL DISEÑO, QUE PUEDE PROVOCAR:

- PELIGRO DE INCENDIO POR SOBRECALENTAMIENTO Y CORTO CIRCUITO.
- PELIGRO DE ELECTROCUCIÓN O CONMOCIÓN ELECTRICA.
- DAÑOS IRREPARABLES O FALLECIMIENTOS DE PERSONAS
- BAJO RENDIMIENTO DE EQUIPOS POR EXCESO DE CAÍDA DE TENSIÓN Y AUMENTO DEL COSTO ANUAL POR PERDIDAS DE ENERGIA.
- AUMENTO DEL COSTO INICIAL POR RECORRIDO EXCESIVO DE CONDUCTORES Y MAL APROVECHAMIENTO DE CANALIZACIONES.

NUEVA REGLAMENTACION.

DEROGA EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (FUE PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, EL 31 DE MARZO DE 1950).

REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.-

PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 23 DE JUNIO DE 1981, ENTRA EN VIGOR EL 23 DE JULIO DE 1981.

DA ORIGEN A;

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.

ESTRUCTURA DE LAS NORMAS TECNICAS

(PARTE 1)

APLICABLES PARA EL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA

CAPITULO 1.- GENERALIDADES

CAPITULO 2.- PROYECTO Y PROTECCION DE INSTALACIONES.

- ACOMETIDAS.
- ALIMENTADORES.
- PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE
- PUESTA A TIERRA.

CAPITULO 3.- METODOS DE INSTALACION

- CONDUCTORES.
- CANALIZACIONES.

CAPITULO 4.- EQUIPO ELECTRICO DIVERSO

- ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- MOTORES.
- TABLEROS.

CAPITULO 5.- INSTALACIONES ESPECIALES

- LUGARES PELIGROSOS.
- EMERGENCIA.
- ELEVADORES.
- PISCINAS.
- ANUNCIOS.
- SOLDADORAS.

CAPITULO 6.- SUBESTACIONES.

PUNTOS PRINCIPALES NUEVAS NORMAS

CIRCUITOS DERIVADOS

202.3 SE CLASIFICAN EN CIRCUITOS DE 15, 20, 30, 40 Y 50 AMP.

202.7 CALIBRE MINIMO A EMPLEAR #14 AWG (Cu) (CARGAS DEFINIDAS); CALIBRE # 12 AWG (Cu), (CARGAS INDEFINIDAS INCLUYE CIRCUITO DE CONTACTOS).

202.8 CARGAS MAXIMAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

SERVICIOS NO CONTINUOS ≤ CAPACIDAD DEL CIRCUITO (15, 20, 30, 40 ó 50 AMP.)

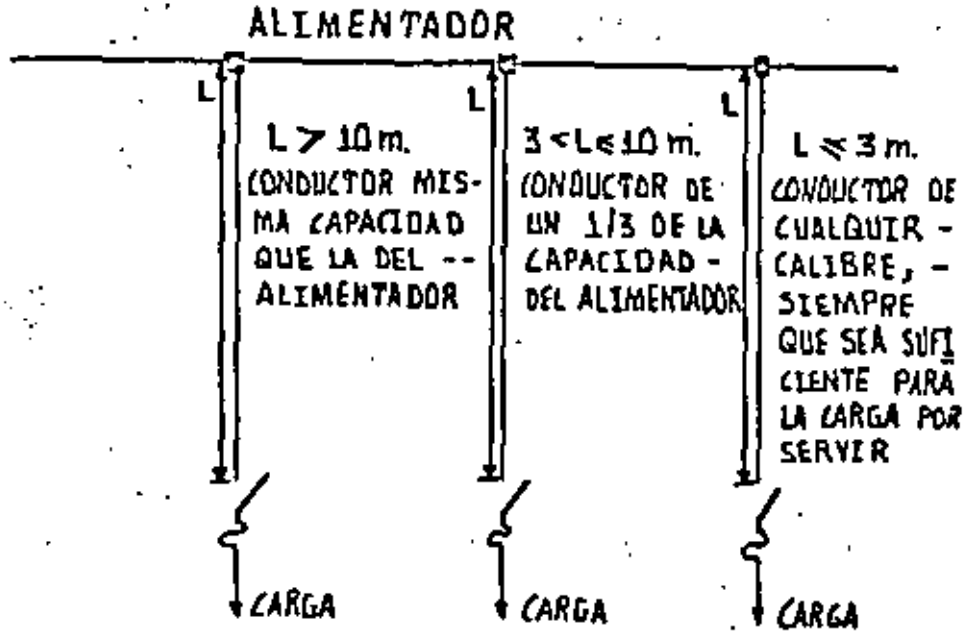
SERVICIOS CONTINUOS ≤ 80% CAPACIDAD DEL CIRCUITO

CIRCUITO ALIMENTADOR

203.2 CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR: NO MENOR A LA CARGA POR SERVIR; FUERZA + ALUMBRADO + CONTACTOS + OTROS APARATOS O EQUIPOS + MAS AUMENTO FUTURO PREVISTO

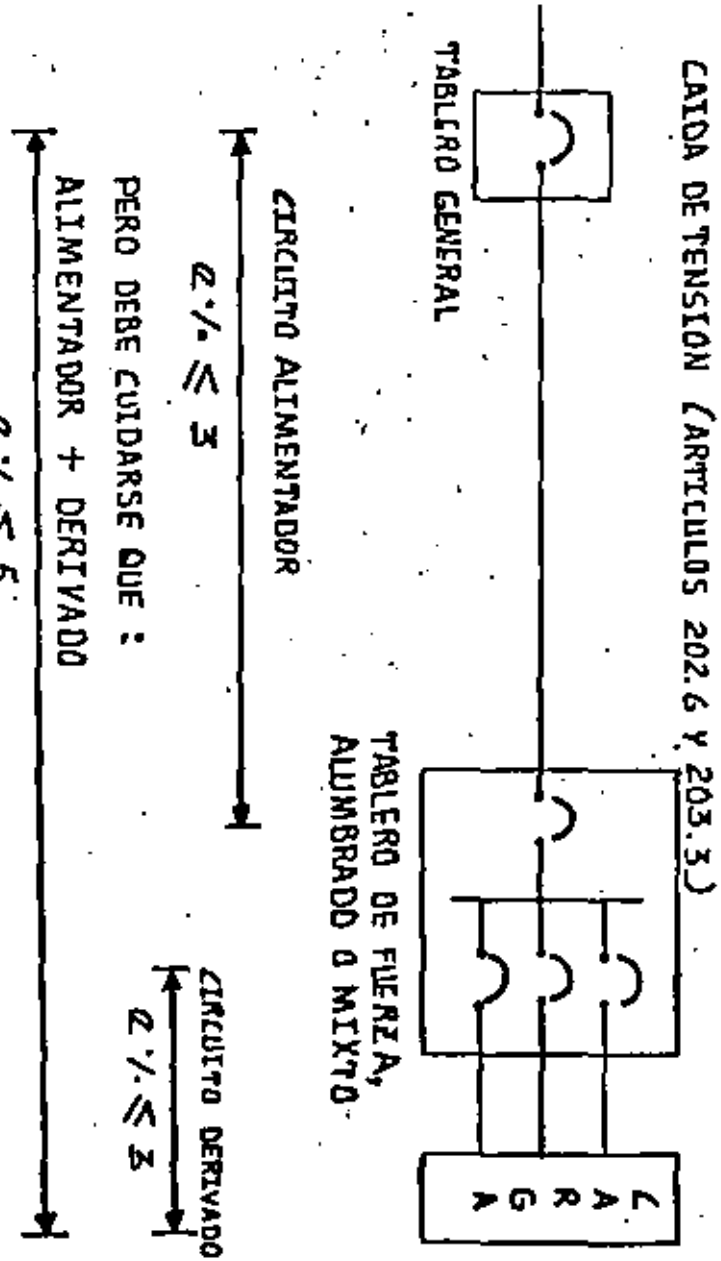
CALIBRE NO MENOR DEL 10 AWG

203.7 DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

CAIDA DE TENSION (ARTICULOS 202.6 Y 203.3)



LA CAIDA DE TENSION REPRESENTA PERDIDAS DE ENERGIA EN LOS CONDUCTORES

CALCULO DE LA CARGA

204.2 PARA LOS CIRCUITOS DERIVADOS LA CARGA DE ALUMBRADO DEBE CONSIDERARSE AL 100% DE LA CARGA CONECTADA

EN CASAS HABITACION Y HOTELES

SALIDAS DE ALUMBRADO = 125 W.
SALIDAS DE APARATOS (CONTACTOS) = 180 W

CUANDO NO SE CONOZCA CON PRECISION LA CARGA PUEDE EMPLEARSE LA TABLA 204.2 a.2 (WATTS / m^2)

204.7 Y 204.8 FACTORES DE DEMANDA

PARA LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES PUEDEN UTILIZARSE LOS FACTORES DE DEMANDA INDICADOS EN LA TABLA 204.8 a

Tabla 204.8 a)
Factores de demanda para el cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

Tipo de Local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador. (*)
Casas habitación	Primeros 3000 watts o menos Exceso sobre 3000 watts	100 % 35 %
(**) Hoteles	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 watts	50 % 40 %
(**) Hospitales	Primeros 50 000 watts o menos Exceso sobre 50 000 watts	40 % 20 %
Edificios de oficinas. Escuelas	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 watts	100 % 70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

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

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

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

205.4 LA PROTECCION DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES

$V_{PROT} \leq 1.25$ CAP. COND. DE LOS CONDUCTORES

TOLERANCIA MAXIMA

205.7 Y 205.8 DEBEN PROTEGERSE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS

NO DEBEN PROTEGERSE LOS CONDUCTORES NEUTROS Y LOS DE PUESTA A TIERRA.

102.7 TODAS LAS PROTECCIONES DEBEN TENER CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA AL PUNTO DE SUMINISTRO.

CONDUCTORES DE USO GENERAL

ART.

302.3 DIFERENTES TIPOS DE AISLAMIENTO Y APLICACION [TABLA 302.3]

302.4 INDICA AMPACIDAD DE CONDUCTORES POR CALIBRES [TABLA 302.4]

SEÑALA FACTORES DE CORRECCION PARA:

- MAS DE 3 CONDUCTORES EN UNA CANALIZACION CERRADA (TABLA 302.4a) - FACTOR DE AGRUPAMIENTO

- TEMPERATURA POR ENCIMA DE LOS 31 °C (TABLA 302.4b) - FACTOR DE TEMPERATURA.

Tabla 302.3

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule Resistente al calor	RH RHH	75 90	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90			Aplicaciones especiales en equipo de alumbrado por encargo eléctrico, limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos.

TABLA 302.4 (Hoja 1.)

Capacidad de corriente en conductores de cobre aislados

Amperes

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW (*)	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable(*)	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

(*) Los tipos EP, y XHHW pueden ser directamente enterrados.

TABLA 302.4 (Hoja 2.)

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados, Amperes

Temperatura máxima del aislamiento	110 °C		125 °C		200 °C	
Tipos	AVA, AVL		AI, SA AIA		A, AA, FEPB	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530	---	---
300	345	555	380	590	---	---
350	390	610	420	655	---	---
400	420	665	450	710	---	---
500	470	765	500	815	---	---
600	525	855	545	910	---	---
700	560	940	600	1005	---	---
750	580	980	620	1045	---	---
800	600	1020	640	1085	---	---
900	---	---	---	---	---	---
1000	680	1165	730	1240	---	---

(Véanse las notas de esta tabla en la Hoja 3 siguiente).

Table 302.4 a).

Factores de corrección por agrupamiento

Número de conductores	Por ciento del valor indicado en la Tabla 302.4
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
Más de 42	50

Notas.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.

En el caso de un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente - - equilibrados de tres o más conductores, no se debe afectar su capacidad de co-- rriente con los factores indicados en esta tabla.

Table 302.4 b)

Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento					
	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	110 °C	125 °C
40	0.82	0.88	0.90	0.90	0.94	0.95
45	0.71	0.82	0.85	0.85	0.90	0.92
50	0.58	0.75	0.80	0.80	0.87	0.89
55	0.41	0.67	0.74	0.74	0.83	0.86
60	-	0.58	0.67	0.67	0.79	0.83
70	-	0.35	0.52	0.52	0.71	0.76
80	-	-	0.30	0.30	0.61	0.69

CANALIZACIONES

SE PRECISAN LOS PUNTOS PUNCIPALES DE

- TUBO METALICO RIGIDO
  - TIPO PESADO Y SEMIPESADO
  - TIPO LIGERO
- TUBO METALICO FLEXIBLE
  - TIPO COMUN
  - TIPO HERMETICO A LIQUIDOS
- TUBO NO METALICO
  - PVC
  - PE
- DUCTOS METALICOS CON TAPA

"NUEVOS TEMAS"

- ELECTRODUCTOS
- CHAROLAS.

C A N A L I Z A C I O N E S :

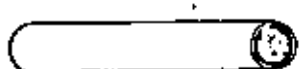
(ART. 301.3)

OBJETIVOS:

- Proteger a los conductores contra daño mecánico (golpes).
- Proteger a los conductores contra los agentes del medio ambiente (humedad, corrosión, luz solar etc.)
- Soportar a los conductores.

E J E M P L O S :

PROTECCION CONTRA DAÑO MECANICO

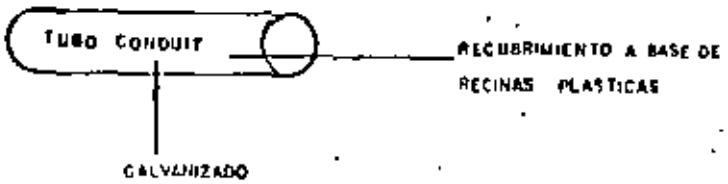


TUBO CONDUIT RIGIDO METALICO PARED GRUESA PROTECCION CONTRA LIQUIDOS.

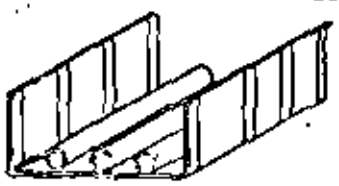
CANALIZACION AHOGADA EN CONCRETO

TUBO FLEXIBLE (LICUATITE) — HERMETICO A LOS LIQUIDOS

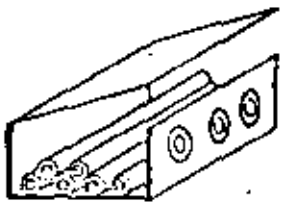
PROTECCION CONTRA LA CORROSION:



SOPORTE DE CONDUCTORES



CHAROLAS DE ACERO O ALUMINIO



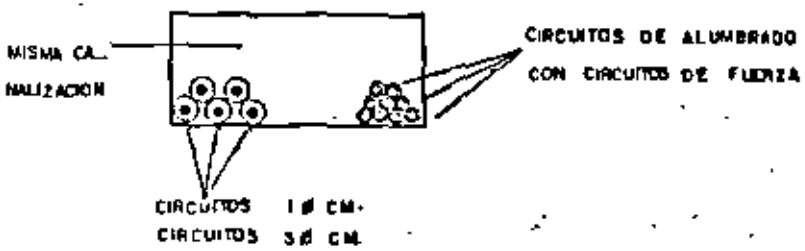
DUCTOS METALICOS CON TAPA EMBISAGRADA

Clasificación:

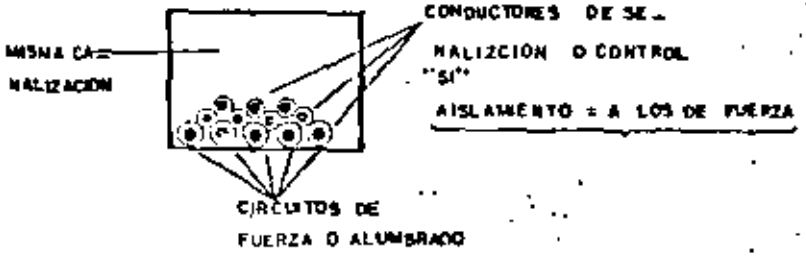
- CANALIZACIONES PRINCIPALES
  - Tubos conduct.
    - Metálico rigido
      - Pared Gruesa
      - Pared Delgada
    - Metálico flexible
      - Normal
      - Hermético ó líquidos.
    - No Metálico
      - P V C
      - P E
      - OTROS
  - Ductos metálicos con tapa
  - Electroductos
  - Charolas para cables.

ARREGLOS PERMITIDO

A.-



C.-



D.-

A.-

MISMA CANALIZACION

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE 220V (C.A. o C.D.)

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE 440V (C.A. o C.A.)

B.-

MISMA CANALIZACION

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.D.

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.A.

C.-

MISMA CANALIZACION

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.A. 400hz

CONDUCTORES DE UN SISTEMA DE C.A. 60hz.

D.-

MISMA CANALIZACION

CONDUCTORES DE UN SISTEMA TELEFONICO (COMUNICACION)

CONDUCTORES DE FUERZA O ALUMBRADO.

TUBO METALICO RIGIDO

Número de conductores (art. 304.4)

—Los conductores no deben ocupar más del:

1 Conductor

55 %

2 Conductores

30 %

3 ó más

40 %

Para estimar el área que ocupan los conductores debe tomarse en cuenta:

- Su construcción (alambre o cable)
- Su tipo de aislamiento
- La existencia de cubiertas o pantallas

Estos criterios son validos también para:

- Tubos metálicos flexibles
- Tubos no metálicos
- Ductos metálicos con tapa

Tabla 1.1
Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

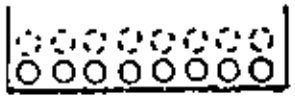
Diámetro nominal		Diámetro interior	Área interior total	Área disponible para conductores (mm²)	
mm	pulg.	(mm)	(mm²)	40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	$\frac{1}{2}$	15.81*	196	78	59
19	$\frac{3}{4}$	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	$1\frac{1}{4}$	35.31*	979	392	294
38	$1\frac{1}{2}$	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	$2\frac{1}{2}$	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	$3\frac{1}{2}$	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Correspondiente al tubo metálico tipo ligero.
** Correspondiente al tubo metálico tipo pesado.

Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

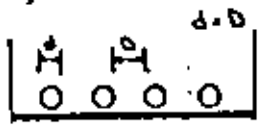
DISPOSICIÓN DE CABLES EN CHAROLAS

a)



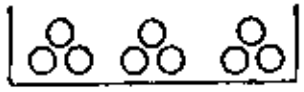
Una o dos capas al descubierto

b)



Una capa con espaciamientos

c)

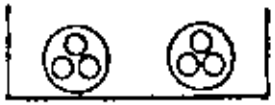


Conductores cuetea: dos por circuito

d)

Una o dos capas con tapa o cubierta > 1.80 m/s

e)



Cables Multiconductores

a) Capacidad de Conducción — Al Aire x 0.75

b) Capacidad de Conducción — Al Aire o Liu. Ab.

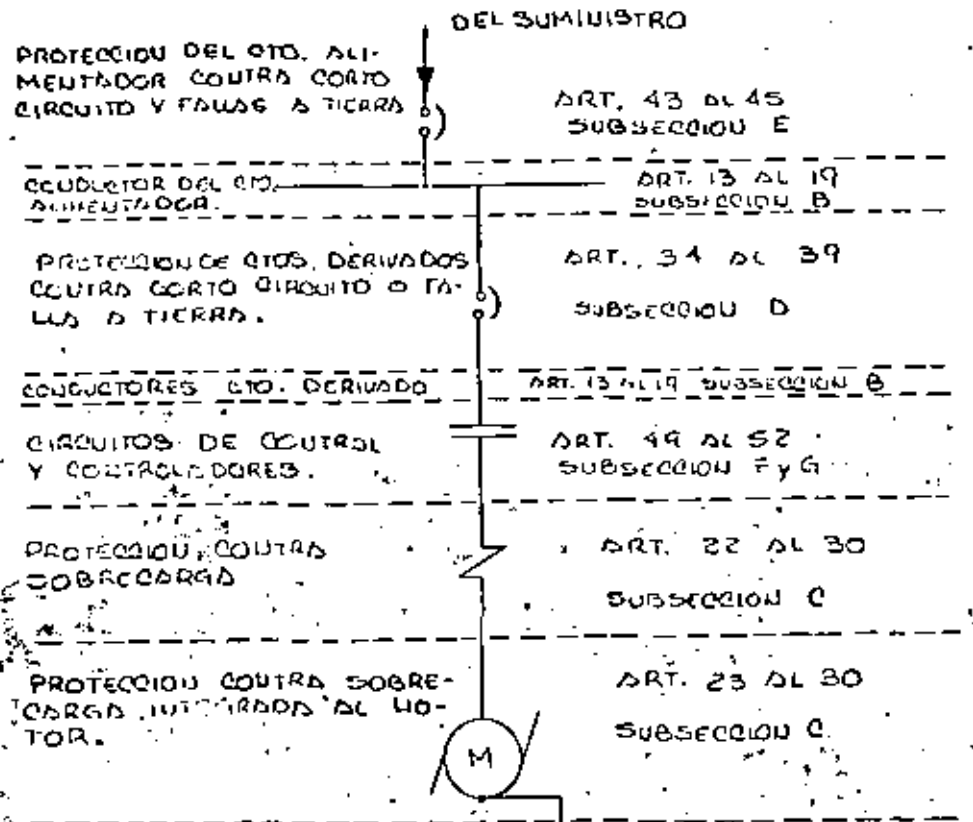
c) Capacidad de Conducción — Al Aire x 0.75

d) Capacidad de Conducción — Al. Aire x 0.7

e) Capacidad de Conducción — Tabla de Tubería

SECCION 403 MOTORES

PUNTOS QUE COMPRENDE ESTA SECCION.



SUBSECCION - C

PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DE MOTORES

TIENE POR OBJETO PROTEGER LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO DERIVADO, QUE SON:

- EL MOTOR.
- LOS APARATOS DE CONTROL.
- LOS CONDUCTORES DEL CTO. DERIVADO.

CONTRA EXCESIVOS CALENTAMIENTOS, DEBIDO A SOBRECARGAS DEL MOTOR.

→ CABE SEÑALAR QUE LA SOBRECARGA **NO** INCLUYE FALLAS DE CORRIENTE DEBIDO A CIRCUITO CORTO O FALLAS A TIERRA.

* PARA MOTORES DE SERVICIO CONTINUO

→ DE MAS DE 1. C.P.

• SU VALOR NO DEBE SER MAYOR DEL 125 % DE LA I_{pc} DEL MOTOR

• SI EL CRITERIO ANTERIOR RESULTA INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDA A UN TAMAÑO NORMALIZADO PUEDE UTILIZARSE EL TAMAÑO SUPERIOR SI NO EXCEDE DEL 140 % DE LA I_{pc} DEL MOTOR.

MOTORES

REGLAS NUEVAS O ADICIONES PARA:

403.3 — IDENTIFICACION [PLACA DE DATOS]

403.14 — SELECCION DE CONDUCTORES PARA UN SOLO MOTOR — TIPOS DE SERVICIO Y REGIMEN DE CARGA [TABLA 403.14]

403.23 — PROTECCION CONTRA SOBRECARGA INDIVIDUAL VALOR $\leq 125\% \ I_N$

403.35 — PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO:

FUSIBLES CONVENCIONALES
INT. TERMOMAGNETICOS } $400\% \ I_N$

FUSIBLES DOBLE ELEMENTO — $225\% \ I_N$

INT. DISPARO INSTANTANEO — $1300\% \ I_N$

403.66 — ARRANQUE A TENSION REDUCIDA MOTORES > 10 C.F.

Excepciones: CUANDO NO CAUSEN DISTURBIOS

CUANDO EXISTA SUBESTACION DEL USUARIO

TABLA (403.14 D.T.I.E.)

FACTORES PARA SELECCIONAR LOS CONDUCTORES PARA MOTORES QUE NO SEAN DE SERVICIO CONTINUO.

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA.	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA DE DATOS. REGIMEN DE TRABAJO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO EL MOTOR.			
	5 MINUTOS	15 MINUTOS	30 Y 60 MINUTOS	CONTINUO
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rejilla etc.	110	120	150	----
INTERMITENTE: Ascensores y Montacargas, Máquinas-herramientas, Bombas, Puentes Levadizos, Giratorios, plataformas giratorias, etc (Para soldadoras de arco vease el artículo 518.12 D.T.I.E.)	85	85	90	140
PERIODICO: Ratillos, Máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	110	120	150	200

Tabla 404.94

Corriente a plena carga en amperes de motores monofásicos de corriente alterna

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

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1½	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7½	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 404.95

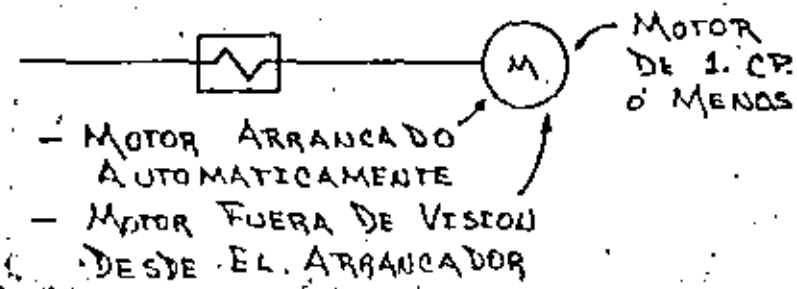
Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P.	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (amperes)			Motor sincrono, con factor de potencia unitario (amperes)		
	220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.6	1.9				
1½	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7½	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	41.0	22.0				
20	55.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	107.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14
100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	-	158	29
200	502.0	251.0	47	-	210	38

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

→ MOTORES DE 1 C.P. Ó MENOS
(ARRANQUE AUTOMATICO)

DEBEN PROTEGERSE CONTRA SOBRECARGA IGUAL QUE LOS MOTORES DE MAS DE 1 C.P.



→ PARA MOTORES DE SERVICIO NO CONTINUO

- NO REQUIEREN PROTECCION CONTRA SOBRECARGA PUES PUEDEN CONSIDERARSE PROTEGIDOS POR EL DISPOSITIVO CONTRA CIRCUITO CORTO DEL CTO. DERIVADO.

DISPOSITIVOS QUE NO SEAN FUSIBLES PARA LA PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DE UN MOTOR, NUMERO MINIMO DE UNIDADES Y SU COLOCACION:

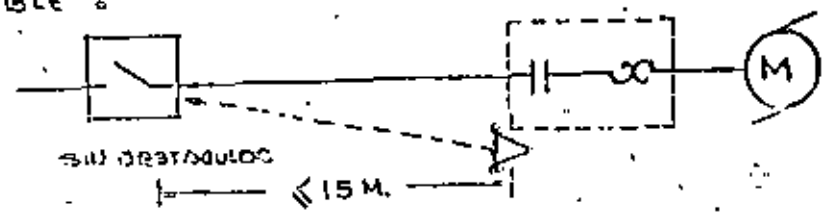
CLASE DE MOTOR	NO. Y UBICACION DE UNIDADES DE SOBRECARGA QUE NO SEAN FUSIBLES
- 2Ø, 2 HILOS	- UNA EN CUALQUIERA DE LOS CONDUCTORES.
- 1Ø, 2 HILOS	- UNA EN EL CONDUCTOR NO PUESTO A TIERRA.
- 2Ø, 3 HILOS	- UNA EN CADA CONDUCTOR NO PUESTO A TIERRA.
- 3Ø, (CUALQUIERA)	- 2, EN DOS CONDUCTORES CUALESQUIERA, EXCEPTO EL NEUTRO

SUBSECCION - D

PROTECCION INDIVIDUAL CONTRA CORTO CIRCUITOS Y FALLAS A TIERRA.

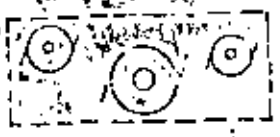
I_{nec} MOTOR	PORCENTAJE A APLICAR PARA SELECCIONAR LA PROTECCION		
	FUSIBLES S/ RETARDO DE TIEMPO, E INT. DE TIEMPO INVERSO	FUSIBLES C/ RETARDO DE TIEMPO	INTERRUPTOR DISPARO INSTANTANEO
>6 Amp	100 %	225 %	1300 %
≤ 6 Amp.	DISPOSITIVO ≤ 20 AMP.		

* EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE ESTAR A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR Y SER ACCESIBLE :

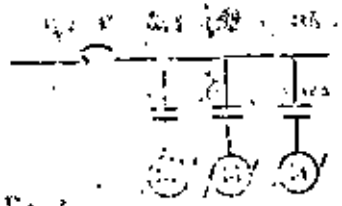


- CADA MOTOR DEBE CONTAR CON SU PROPIO MEDIO DE DESCONEXION.

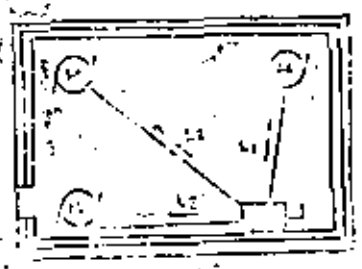
EXCEPTO :



VARIOS MOTORES FORMAN PARTE DE UNA SOLA MAQUINA.



VARIOS MOTORES ESTAN PROTEGIDOS POR UNA SOLA PROTECCION CONTRA CORTO-CIRCUITOS.



ESTAN EN UN LUGAR LOCAL Y SON VISIBLES DESDE EL DESCONECTADOR.

LA DISTANCIA ≤ 15 M.

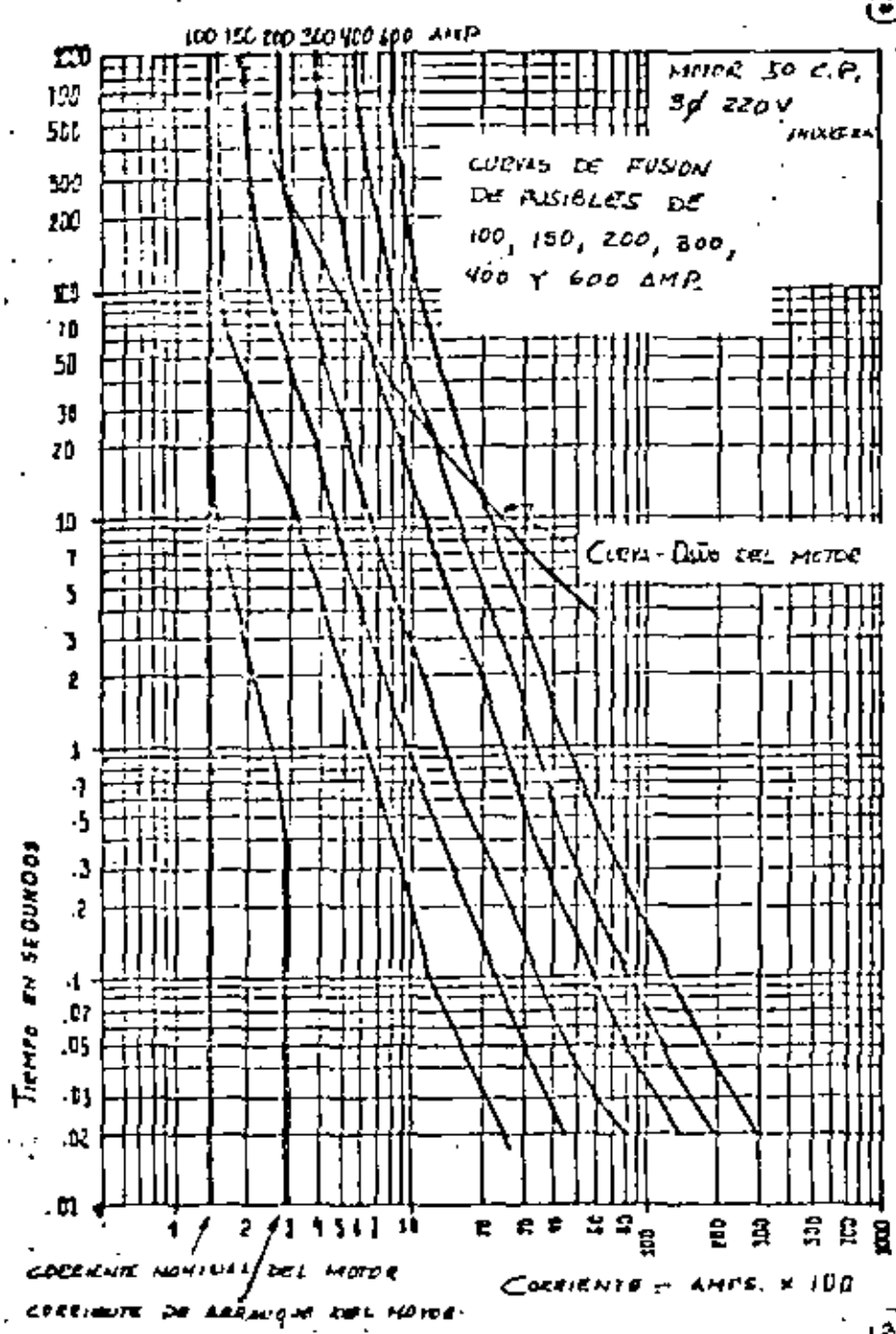
CAPACIDAD Ó AJUSTE MAXIMOS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES CONTRA CORTOS CIRCUITOS (SEGON N.E.C.).

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA $I_{p.c.}$			
	FUSIBLE SIN RETARDO DE TIEMPO	FUSIBLE CON RETARDO DE TIEMPO	INST. AUTO. TIPO INST.	INST. TIEMPO INVERSO
— UNA FASE, TODOS LOS TIPOS SIN LETRA DE CODIGO	300	175	700	250
— TODOS LOS MOTORES DE C.A., 1Ø Y POLIFASICOS, JAULA DE ARDILLA Y SINCRONOS (*) CON ARRANQUE DIRECTO A RESISTENCIA O REACTANCIA				
• SIN LETRA DE CODIGO	300	175	700	250
• LETRA DE CODIGO F a V	300	175	700	250
• LETRA DE CODIGO B a E	250	175	700	200
• LETRA DE CODIGO A	150	150	700	150
(CONT.)				

(*) LOS MOTORES SINCRONOS DE BAJO PAR Y BAJA VELOCIDAD (MENOR DE 450 rpm). QUE ARRANQUEN EN VACIO NO REQUIEREN UNA CAPACIDAD DE FUSIBLE O INTERRUPTOR AUTOMATICO MAYOR DEL 200 % DE LA $I_{p.c.}$

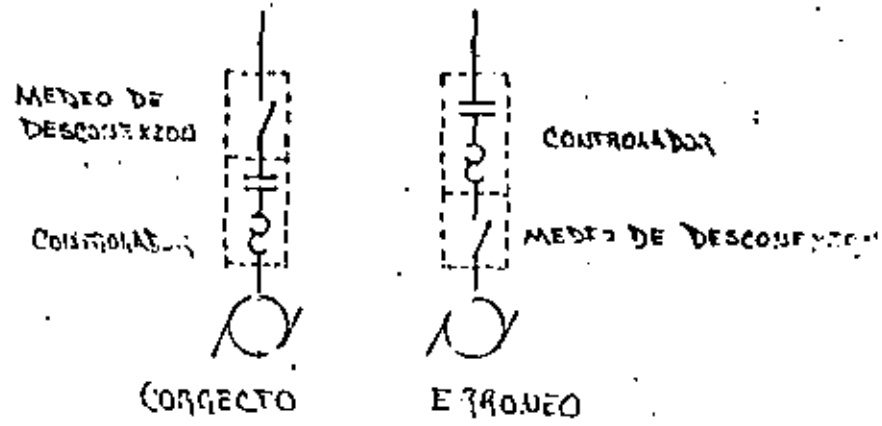
(CONT.)

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA $I_{p.c.}$			
	FUSIBLE SIN RETARDO DE TIEMPO	FUSIBLE CON RETARDO DE TIEMPO	INST. AUTO. TIPO INST.	INST. TIEMPO INVERSO
— MOTORES DE C.A., 1Ø Y POLIFASICOS, JAULA DE ARDILLA Y SINCRONOS (*) CON ARRANQUE POR AUTO-TRANSFORMADOR:				
• NO MAS 30 A SIN LETRA C.	250	175	700	200
• MAS DE 30 A SIN LETRA C.	200	175	700	200
LETRA DE CODIGO F a V ...	250	175	700	200
LETRA DE CODIGO B a E ...	200	175	700	200
LETRA DE CODIGO A	150	150	700	150
— JAULA DE ARDILLA ALTA REACT.				
• NO MAS DE 30 A SIN L. COD.	250	175	700	250
• MAS DE 30 A SIN L. COD.	200	175	700	200
— ROTOR DEVANADO SIN L. C.	150	150	700	150
— MOTORES DE C.D. (VOLTAJE CONSTANTE)				
• NO MAS DE 50 C.P. SIN L.C.	150	150	250	150
• MAS DE 50 C.P. SIN. L.C.				



El Medio De Desconexion Debe Cumplir Con

- Tener Una Capacidad ≥ 115% I_{pc} Del Motor
- Indicar La Posicion De Abierto Y Cerrado
- Puede Desconectar El Conductor De Tierra Solo Si Desconecta Simultaneamente Todo Los Conductores Del Circuito
- Debe Desconectar Tanto Al Motor Como Al Controlador :



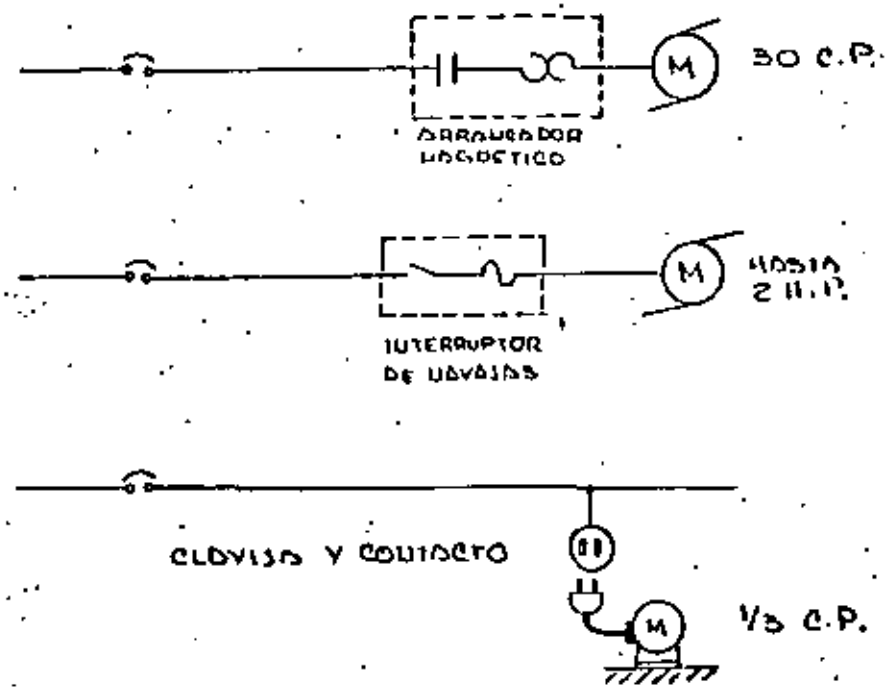
- Puede Estar Aislado En La Misma Cubierta Que El Controlador.

SUBSECCIONES F y G

CONTROLADOR – DISPOSITIVO QUE SE UTILIZA PARA ARRANCAR Y PARAR UN MOTOR.

PUEDE SER:

- ARRANCADOR MAGNETICO.
- INTERRUPTOR DE NAVAJAS.
- CLAVIJA Y CONTACTO.
- APAGADOR.
- PROTECCION DEL CIRCUITO.

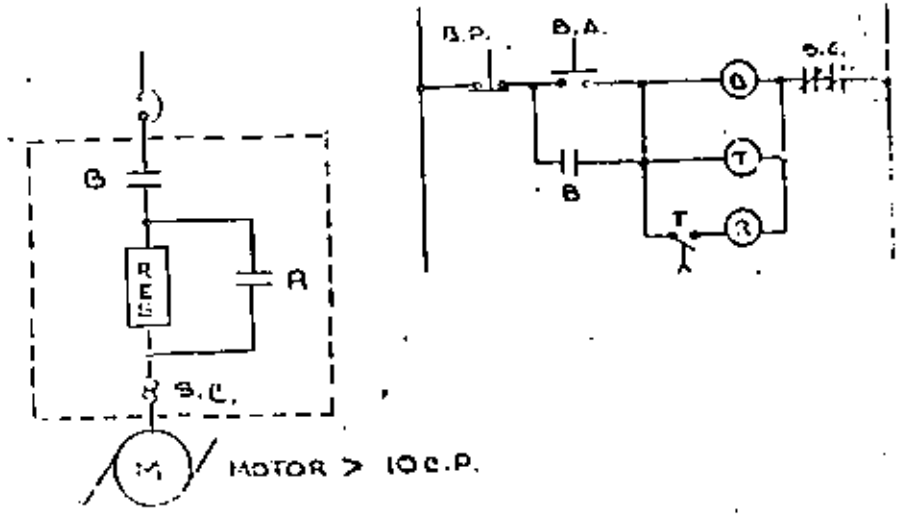


REDUCCION DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE EN BAJA TENSION.

ACOMETIDAS EN BAJA TENSION.

LOS MOTORES MAYORES DE 10 C.P. DEBEN TENER UN CONTROLADOR QUE REDUZCA LA CORRIENTE DE ARRANQUE.

EJEMPLO:



ACOMETIDAS EN ALTA TENSION.

EN SISTEMAS SUMINISTRADOS A TRAVES DE SUBESTACIONES DE CAPACIDAD SUFICIENTE, PUEDEN USARSE CONTROLADORES ADECUADOS APLICADOS EN MOTORES DE CUALQUIER CAPACIDAD

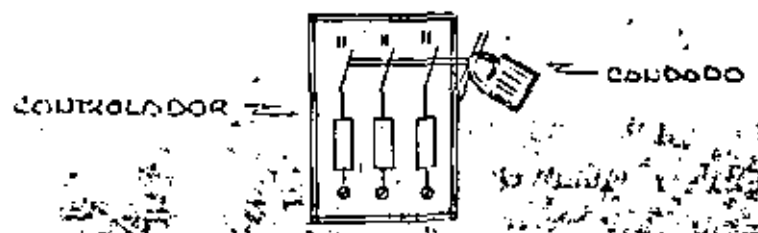
TABLA DE CAPACIDADES DE ARRANCADORES MAGNETICOS

600 VOLTS MAX. C.A. 60 Hz.

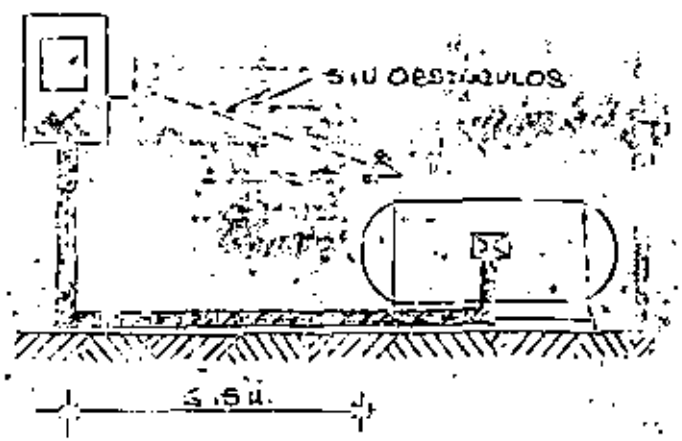
Nº POLOS	TAMAÑO	VOLTS	H.P. 3 F	H.P. 1 F
2	0	110 220	~ ~	1 2
	1	110 220	~ ~	2 3
	1P	110 220	~ ~	3 5
3	0	110 220 440	2 3 5	1 2 ~
	1	110 220 440	3 7.5 10	2 3 ~
	2	110 220 440	7.5 15 25	3 7.5 ~
	3	110 220 440	15 30 50	7.5 15 ~
	4	220 440	50 100	~ ~
	5	220 440	100 200	~ ~
	6	220 440	200 400	~ ~
	7	220 440	300 600	~ ~
	8	220 440	450 900	~ ~

MOTOR QUE NO ESTA A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR, DEBE REUNIR CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES.

- DISPOSITIVOS PARA ASEGURAR EN LA POSICION DE ABIERTO AL CONTROLADOR.



- MEDIO DE OBSCURECIMIENTO A LA VISTA DEL MOTOR.



Conductor De Puesta A Tierra Del Motor

- Debe Ser Capaz De Soportar La Máxima Corriente De Falla A Tierra.
- Puede Ser Aislado o Desnudo
- Puede Ser De Aluminio o Cobre
- Puede Ser Cable o Alambre
- Puede Ser La Pantalla Alambrada

Para Seleccionar El Calibre Mínimo Aproximado A La Tabla 250.60 NTDE, Consultar:

Protección Del Motor		Calibre Del Conductor (Cu)	
560	Amp	14	Awg
80	"	12	"
35 - 60	"	10	"
70 - 100	"	8	"
110 - 200	"	6	"
225 - 300	"	4	"
400 - 600	"	2	"
700 - 800	"	1/0	"
1000	"	2/0	"
1200	"	3/0	"

Puesta a Tierra

Art.

206.5 Sistemas De:

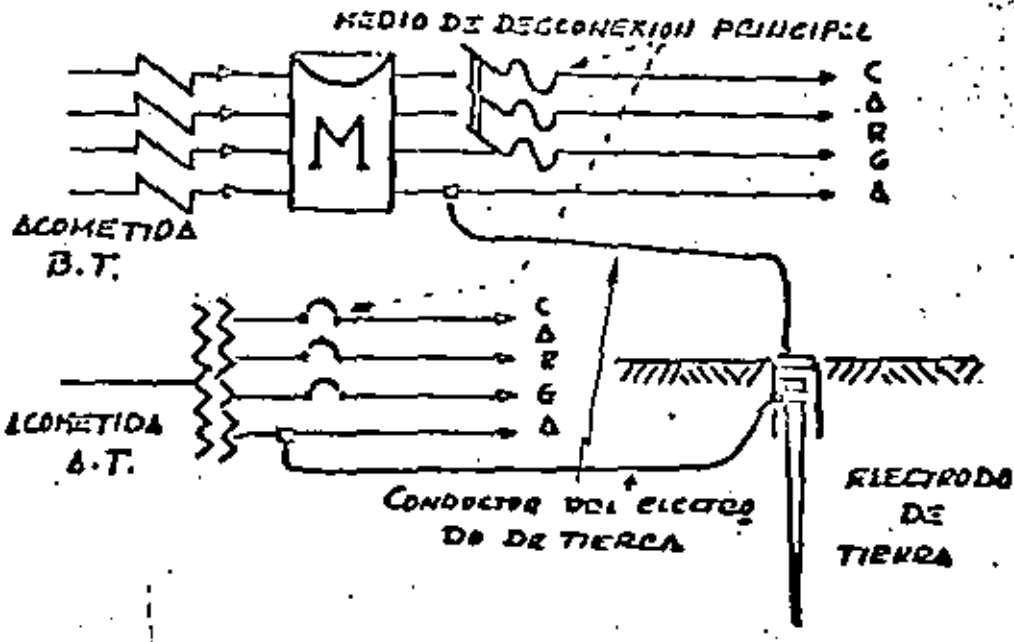
1ϕ, 2H, 127 V ; 2ϕ, 3H, 220/127 V

3ϕ, 4H, 220/127 V ; 3ϕ, 4H, 440/254 V

3ϕ, 4H, 480/277 V ; 1ϕ, 3H, 240/120 V

Deben Conectarse A Tierra [Neutro Sistema]

206.13 Localización De La Conexión A Tierra



puesta a tierra.....

ART.
206.21 PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS

- TUBO CONDUIT
- DUCTO CON TAPA
- ELECTRODUCTO
- CHAROLA
- ARMADURA DE CABLES

206.26 y 206.27 PUESTA A TIERRA DE EQUIPO

- TENSION MAYOR DE 100 VOLTS A TIERRA
- EQUIPO EN LUGARES HUMEDOS O MOJADOS
- EQUIPOS EN AREAS PELIGROSAS
- ELEVADORES Y GRUAS
- ARMAZONES DE GENERADORES
- TABLEROS DE PISO Y PARED
- ANUNCIOS LUMINOSOS
- CUBIERTAS, RESGUARDOS O DIVISIONES METALICAS.

uesta a tierra.....

ART.
206.29 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS CONECTADOS MEDIANTE CORDON Y CLAVIJA:

- Refrigeradores, Aire acondicionado, congeladores, lavadoras, maquinas lavaplatos, etc.
- herramientas y aparatos portátiles de sujeción manual.

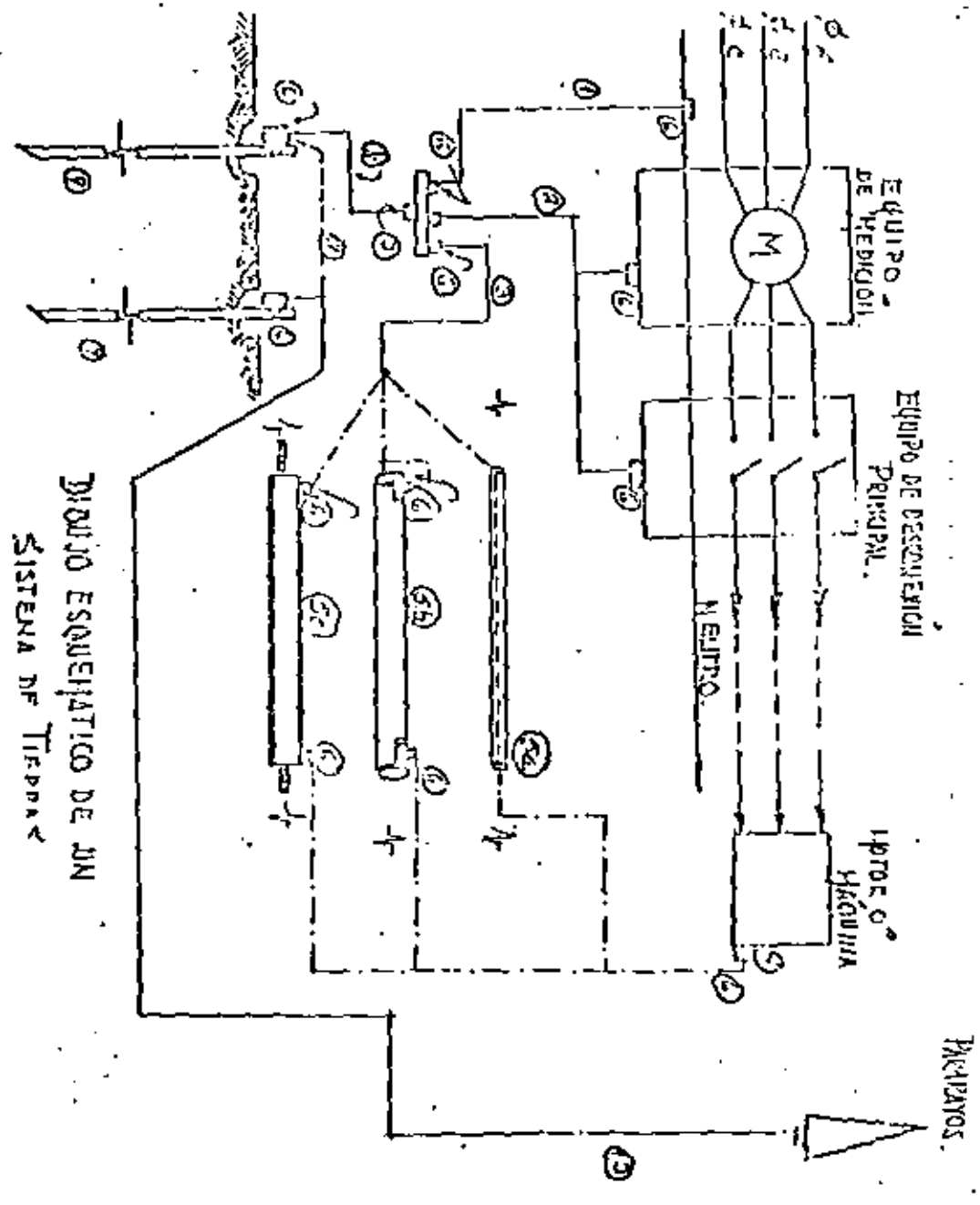
206.37 MEDIO DE PUESTA A TIERRA. PUEDE EMPLEARSE:

- LA CANALIZACION METALICA
- CONDUCTOR ADICIONAL (TABLA 206.58)

206.46, 206.47, 206.48 ELECTRODOS DE TIERRA

- TUBERIA SUBTERRANEA DE AGUA FRIA
- ESTRUCTURA METALICA DEL EDIFICIO
- ELECTRODOS DE PLACA, TUBO O BARRA

206.49 RESISTENCIA A TIERRA DE ELECTRODOS $\leq 25\ \Omega$



DIBUJO ESQUEMATICO DE UN SISTEMA DE TIERRAS

SECRETARIA DE COMERCIO

Sistemas de corriente directa. Calibre del conductor de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de abastecimiento de corriente directa, no debe ser más delgado que el conductor más grueso abastecido por el sistema, o su equivalente si no son del mismo material. En ningún caso el conductor de puesta a tierra debe ser más delgado que el calibre No. 8 AWG (8.37 mm²) de cobre.

Sistemas de corriente alterna. Calibre del conductor del electrodo de tierra. En un sistema de corriente alterna el calibre del conductor del electrodo de tierra no debe ser menor al que se indica a continuación para conductores de cobre. Si se trata de otro material, su resistencia eléctrica no debe ser mayor que la equivalente al conductor de cobre correspondiente.

Calibre del conductor más grande de la acometida o su equivalente para conductores en paralelo. AWG o MCM (Cobre)	Calibre del conductor del electrodo de tierra. AWG o MCM (Cobre)
2 ó menor	8
1/0	6
2/0 ó 3/0	4
4/0 a 350 MCM	2
400 a 600 MCM	1/0
Mayor de 600 a 1100 MCM	2/0
Más de 1100 MCM	3/0

Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. El calibre del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al especificado en la Tabla 210.58, excepto los casos particulares a que se refieren las fracciones 210.59, 210.60 y 210.61.

Véase las fracciones 210.37 y 210.54, inciso b) para uso de canalizaciones o cubiertas metálicas de cables como medios de puesta a tierra.

INSTALACIONES EN LUGARES PELIGROSOS

501.6 CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

CLASE I — GASES O VAPORES INFLAMABLES O EXPLOSIVOS.

CLASE II — POLVOS INFLAMABLES O EXPLOSIVOS

CLASE III — FIBRAS O PELUSAS INFLAMABLES

501.7, 501.8 Y 501.9

DIVISIONES DE LAS DIFERENTES CLASES

DIVISION I — LUGARES CON CONDICIONES MUY CRITICAS.

DIVISION II — LUGARES CON CONDICIONES POCO PELIGROSAS O CRITICAS ESPORADICAMENTE.

501.15 AGRUPACION DE LAS DIFERENTES ATMOSFERAS PELIGROSAS, GRUPOS "A" A LA "G."

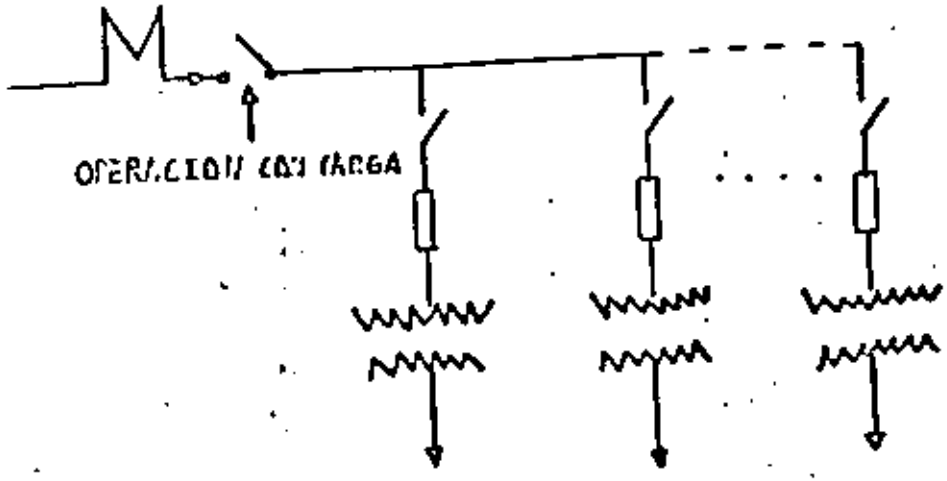
SECCIONES 502, 503 Y 504

— CARACTERISTICAS DEL EQUIPO INSTALADO EN CADA AREA.

— AREAS PELIGROSAS ESPECIFICAS SECCIONES 505, 506, 507, 508 Y 509.

SUBESTACION

601.5 MEDIO DE DESCONEXION GENERAL DEBE SER DE OPERACION CON CARGA



601.7 CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA

ADECUADA A LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO DE SUMINISTRO.

602.3 ALUMBRADO DE SUBESTACIONES

SE MODIFICAN LOS NIVELES LUMINOSOS (VER TABLA 602.3a)

SECCION 603. SISTEMA DE TIERRAS

603.2 ENUNCIA LAS CARACTERISTICAS GENERALES

- EXISTENCIA DE MALLA ENTERRADA
- CONDUCTOR DE MALLA ≥ 4/0 AWG.
- CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA ≥ 2 AWG.
- RESISTENCIA A TIERRA ≤ 10 Ω

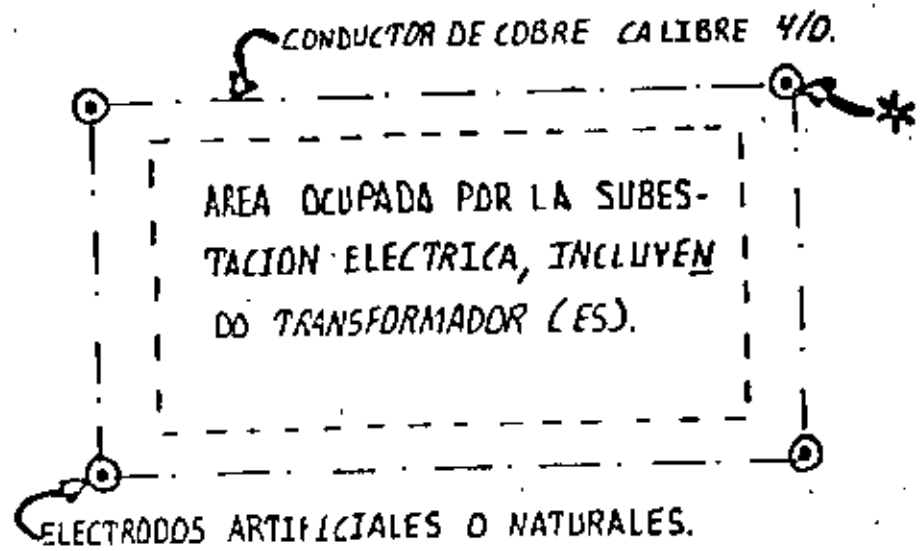
604.1 SEÑALA LAS DISTANCIAS MINIMAS PARA RESGUARDOS DE PARTES VIVAS Y ESPACIOS DE SEGURIDAD CON LAS TENSIONES NORMALIZADAS DE RECEPCION.

604.7 INDICA DISTANCIA MINIMA ENTRE FASES Y DE FASE A TIERRA

SECCION 605

MARCA DISPOSICIONES PARA LA INSTALACION DE EQUIPO ELECTRICO ESPECIFICO EN SUBESTACIONES DE USUARIOS.

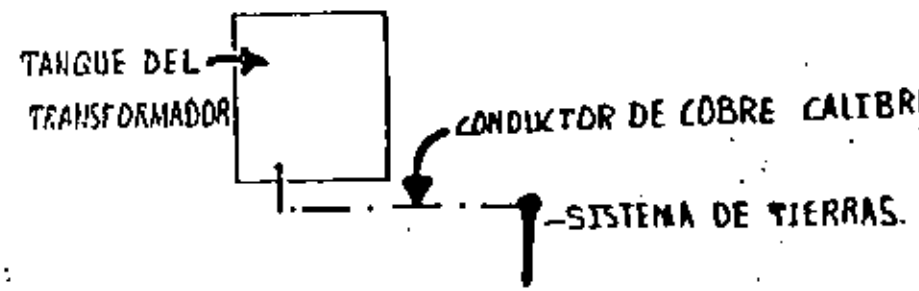
RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.



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

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS : 10 Ω.

* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUYENTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA .

ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

TERCERA SESION.-

V.- Elementos principales constitutivos de una instalación eléctrica.

a).- Diagrama general.- El diagrama general que se muestra en la figura 1, nos indica los principales elementos que constituyen una instalación eléctrica, desde la carga más elemental, pasando por los diversos dispositivos de que se compone hasta la acometida en la que entrará la alimentación por parte de la compañía suministradora.

b).- Diversos elementos que la componen.- Los elementos integrantes de una instalación eléctrica son los siguientes:

1.- Dispositivos de recepción de energía.- Los dispositivos de recepción de la energía están formados por las líneas de servicio, que son los conductores y el equipo que se usan para el suministro de la energía eléctrica desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de medición y protección de la instalación alimentada.

2 y 3.- Dispositivos de desconexión y protección principal.

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un solo dispositivo, ya que de acuerdo con las normas técnicas indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimen

#

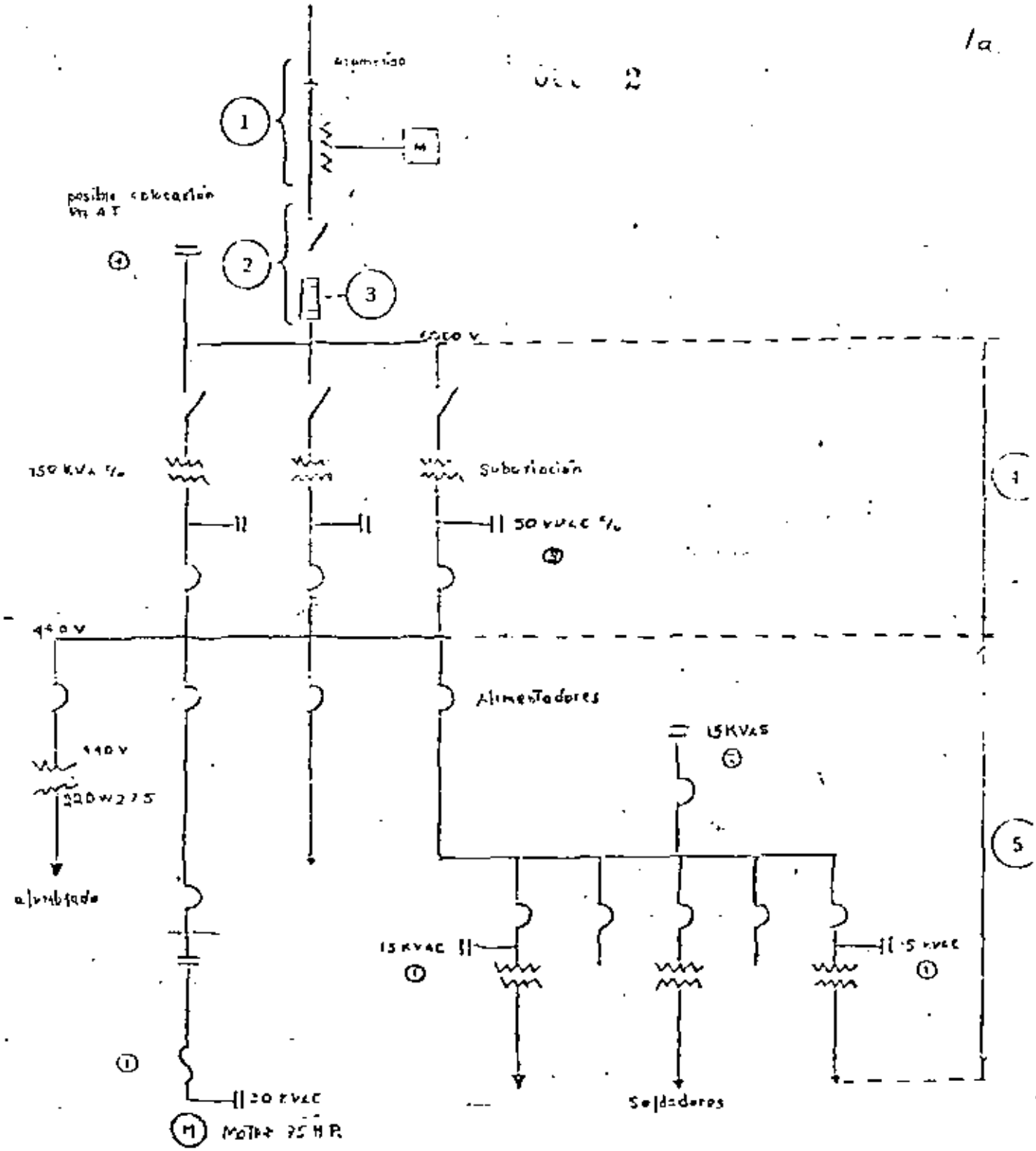

Alimentador
1
M
posible colocación en AT
4
2
3
6600 V
150 KVA %
Subestación
50 KVAC %
440 V
Alimentadores
15KVAS
5
440 V
220 W 2 7 5
alumbrado
15 KVAC
1
15 KVAC
1
1
20 KVAC
M
MOTOR 25 H.P.
Soldadores

Fig. 2

tada, así como un medio de protección contra sobrecorriente.

4 y 5 - Sistema de distribución.- El siguiente elemento o sea el sistema de distribución, se acostumbra dividir en primario y secundario, de acuerdo con la característica de que la tensión de suministro se transforme o no en la instalación alimentada, o también de acuerdo con las diferentes fases que se planean en la distribución. Este sistema está integrado por:

* Los circuitos derivados.
* Los tableros de distribución
* Los alimentadores.

6.- Dispositivos de utilización o cargas.- Este será el dispositivo de nuestro sistema que nos representará al conjunto de elementos que usarán la energía eléctrica del sistema.

VI.- Análisis de los elementos constitutivos.

a).- Cargas.- El análisis de la instalación eléctrica la desarrollaremos a partir del último elemento, o sean los dispositivos de utilización o cargas.

La carga se define como cualquier dispositivo adecuado para absorver 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 le suministrará la energía eléctrica necesaria mientras dure la falla mencionada.

Para analizar las cargas, ya sean de servicio normal o de emergencia, se clasifican de la forma siguiente:

1.- Cargas de alumbrado.
* Utilitaria.

- CARGAS
  - ALUMBRADO
    - UTILITARIA
    - ARQUITECTONICA
  - APARATOS
    - DEFINIDA
    - INDEFINIDA
  - MOTORES

* Arquitectónica.

2.- Cargas de aparatos.

* Definida.
* Indefinida.

3.- Cargas de motores.

- 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, presición y facilidad, con un mínimo esfuerzo y fatiga.

La característica principal de este tipo de carga es que se encuentra uniformemente distribuida en función del nivel de iluminación.

El nivel de iluminación está en función del uso del local y se mide en unidades llamadas luxes. De acuerdo a los diversos usos específicos, existen tablas que indican los niveles de iluminación recomendables, los que se consideran sobre el plano del trabajo, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.

En el caso donde el área del trabajo no esté definida, la iluminación se considera sobre un plano horizontal de 75 cm. por encima del suelo.

Los valores dados por estas tablas son considerados como el nivel luminoso mínimo recomendado para cualquier punto sobre el sitio de trabajo y en cualquier momento. Esto significa que una instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la suciedad de las luminarias, lámparas, paredes y techos, ni la distribución normal en la emisión luminosa de las lámparas en sí, hagan disminuir la iluminación en algún momento por debajo del nivel recomendado.

Se anexan las tablas que representan los niveles recomendados por la I. E. S. (Illumination Engineering Society), y por la (Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación)

Para diseñar las instalaciones de alumbrado existen dos métodos que son los siguientes:

- Método de los lúmenes.
- Método de punto por punto.

El método de los lúmenes proporciona el nivel medio de luxes mediante la utilización de expresiones realmente sencillas. Cada

e . Niveles mínimos de iluminación recomendados para el alumbrado general de interiores

8

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Auditoriums.	
Reunión o asamblea	150
Exposición y exhibiciones	300
Bancos.	
Vestíbulos:	
General	500
Area de trabajo	700
Correspondencia, claves, etc.	1500
Bomberos (ver Servicios del Municipio).	
Correos (Oficinas del.	
Mesas del vestíbulo	300
Clasificación, fichero, etc.	1000
Escuelas.	
Lectura de textos impresos	300
Lectura de textos a lápiz	700
Lectura de textos en papel de copias:	
Buenas	300
Malas	1000
Sitios de dibujo y bancos de trabajo	1000
Pizarras	1500
Salón de costura	1500
Estaciones, cocheras y terminales.	
Salas de espera y salas para fumadores	300
Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores	1000
Facturación de equipajes	500
Andenes y almacenes	200
Servicios y lavabos	300
Galerías de arte.	
General	300
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario)	300*
Para esculturas y demás objetos de arte	1000**
Hospitales	
Cuartos de anestesia y preparación	300
Autopsia y depósito de cadáveres:	
Sala de autopsias	1000
Mesa de autopsias	25000
Depósito general	200
Central esterilizadora:	
General	300
Afilado de agujas	1500
Departamento odontológico:	
General	700
Vitrina de instrumental	1500
Sillón dental	10000
Laboratorio, bancos	1000
Sala de recuperación	50
Sala de emergencia:	
General	1000
Local	20000
Sala de reconocimiento y tratamiento:	
General	500
Mesa de reconocimiento	1000
Salidas (nivel luminoso en el suelo)	50
Ojos, nariz, oído y garganta:	
Sala oscura	100
Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta	500
Sala de fracturas:	
General	500
Mesa de operaciones	2000
Laboratorios:	
Salas de ensayo	300
Mesas de trabajo	500
Trabajos delicados	1000
Bibliotecas	700
Salas de armarios	200
Vestíbulos y pasillos	300
Archivo de protocolos médicos	1000
Salas de enfermeras:	
General	200
Pupitres y diagramas	500
Despacho de medicinas	1000
Salas de trabajo de enfermeras	300
Casas cunas:	
General	100
Mesa de reconocimiento	700
Pediatría y sala de juegos	300
Obstetricia:	
Salas de esterilización	300
Salas de consulta	200
Sala de partos, general	1000
Mesa de partos	25000
Farmacias:	
General	300
Mesas de trabajo	1000
Almacén de productos	300
Habitaciones y salas*	
General	100
Lectura	300
Locales para pacientes mentales	100
Trabajo con radioisótopos:	
Laboratorio radioquímico	300
Salón de medidas	200
Mesas de trabajo	500
Solariums	200
Almacenes	
General	150
Oficinas	700
Cirugía:	
Salas de instrumentos y esterilización	300
Salas de limpieza (instrumentos)	1000
Salas de operaciones, general	1000
Mesas de operaciones	25000
Salas de recuperación	300
Radioterapia:	
Física	200
Aplicada	300
Lavabos	100
Otros locales	200
Salas de espera:	
General	150
Lectura	300
Rayos X:	
Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura	100
Radioterapia profunda y superficial	100
Examen de pruebas	300
Archivos, películas reveladas	300
Almacén, películas sin revelar	100

* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener de 2 a 3 veces este nivel.

** A veces se requiere muchos más.

* Enfermos o heridos.

e

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Hoteles.	
Bares y cafeterías (ver Restaurantes).	
Salas de baños:	
General	100
En el espejo	300†
Dormitorios:	
General	100
Tocador	300†
Lectura y escritura	300
Comedores (ver Restaurantes).	
Vestíbulo	300
Recepción	500
Servicio de lavado de ropas:	
Lavado	300
Planchado	500
Planchado mecánico	700
Lencería y ropa blanca:	
General	200
Costura	1000
Salas de espera:	
General	100
Zonas de lectura y trabajo	300
Marquesina:	
Alrededores oscuros	300
Alrededores claros	500
Despensas	100
Municipio (Servicios del); Bomberos y Policía.	
Policía:	
Ficheros de identificación	1500
das y cuartos para interrogatorios	300
mberos:	
Dormitorio	200
Aparcamiento de coches y sala de reereo	300
Museos (ver Galerías de arte).	
Oficinas.	
Lectura de alto contraste de textos bien impresos; tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada, tales como lavabos, archivos no necesitados a diario, salones de conferencia, salas de visita, etc	300
Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz tinta, sobre buen papel; archivos usados con frecuencia	700
Trabajo normal burocrático; lectura de buenas reproducciones; lectura o transcripción de escritura a mano con lápiz duro o sobre mal papel, archivos de uso continuo, clasificación de correspondencia, índice de asuntos	1000
Contabilidad, audición, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada	1500
Cartografía, estudios, dibujo detallado	2000
Corredores, escaleras, ascensores y escaleras mecánicas	200
Policía (ver Servicios del Municipio).	
Residencias.	
Tareas visuales concretas:	
Juegos de mesa	300
Cocinas:	
Pilas de cinc, fregaderos	700
Hornillos y superficies de trabajo	500
Lavaderos, cestos de ropa, planchas y tablas de planchar	500
Salones de lectura, escritura y estudio:	
Libros, revistas, periódicos	300

† Para exámenes meticulosos 500 lux

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Escritura a mano, reproducciones, copias malas	700
Pupitres de estudio	700
Lectura de partituras musicales:	
Partituras sencillas	300
Partituras completas	700**
Cuartos de costura:	
Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela, telas bastas, puntadas grandes	300
Trabajos intermitentes, telas finas	500
Trabajo continuo, telas ligeras o medias	1000
Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste	2000
Tocadores, maquillajes, afeitados (emplazado sobre los espejos y rostros)	500
Taller, bancos de trabajo	700
Alumbrado general:	
Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos	100
Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juegos	100
Cocina, lavandería, cuartos de baño	300
Restaurantes, cafeterías y bares.	
Comedores:	
De tipo íntimo:	
Con alrededores oscuros	30
Con alrededores claros	100
Para realizar el trabajo de limpieza	200
De tipo general:	
Con alrededores oscuros	150
Con alrededores claros	300
De autoservicio:	
Alrededores normales	500
Alrededores muy iluminados	1000
Cajas	500
Exposición de comida: dos veces el nivel general pero nunca menos de	500
Cocinas:	
Inspección, verificación, precios	700
Otras áreas	300
Tiendas.	
Escaparates:	
Alumbrado de día:	
General	2000
Detalle o pormenor	10000
Alumbrado de noche:	
Distritos poco concurridos o pequeñas ciudades:	
General	1000
Detalle	5000
Distritos principales o de mucha competencia:	
General	2000
Detalle	10000
Interior de las tiendas:	
Zonas de circulación	300
Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:	
Con servicio normal	1000
Con autoservicio	2000
Vitrinas y estanterías:	
Con servicio normal	2000
Con autoservicio	5000
Exposición de detalles:	
Con servicio normal	5000
Con autoservicio	10000

* O no menos, de 1/5 del nivel luminoso en las zonas inmediatas.
** Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales y las anotaciones sobre las líneas se necesitan 1500 lux o más.

Niveles Mínimos de Iluminación Recomendados para el Alumbrado de Interiores Industriales

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Acero (ver Hierro y acero).	
Ajuste (Talleres de).	
Trabajo basto de fácil visión	300
Trabajo basto de difícil visión	500
Trabajo medio	1000
Trabajo fino	5000
Trabajo extra fino	10000
Almacenes y bodegas:	
De poco movimiento	50
Activos de mucho movimiento:	
Embalaje tosco	100
Embalaje medio	200
Embalaje fino	500
Arcilla (ver Cementos).	
Automóviles (Fábricas de).	
Ajuste del bastidor	500
Línea de montaje y ajuste de chasis	1000
Montaje final e inspección de línea	2000
Fabricación de la carrocería:	
Piezas	700
Acabado e inspección	2000
Aviación. Fábricas de aviones.	
Naves:	
De producción	1000
De inspección	2000
Fabricación de piezas:	
Remachar, soldar y taladrar	700
Cabinas de pintura	1000
Preparación planchas de aluminio y trabajo de templado; formación y pulido de las partes pequeñas del fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores	1000
Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes	1000
Montaje final e inspección	1000
Reparación de herramientas	1000
Aviación. Hangares (solamente servicio de reparaciones	1000
Azúcar (Industrias del).	
Departamento de chocolates:	
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar	500
Limpieza y selección de granos, inmersión, envase, empaquetado, etc	500
Molienda	1000
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado	500
Gelatina y jalea	500
Decoración a mano	1000
Departamento de caramelos:	
Mezclar, cocer, moldear	500
Cortar y seleccionar	1000
Envasar y empaquetar	1000
Azúcar (Refinerías del).	
Dosificación	500
Inspección del color	2000
Bodegas (ver Almacenes y bodegas).	
Carbón (Volquetes automáticos y lavaderos del).	
Triturado y lavaderos	100
Selección	3000
Cartón (Fábricas de cajas de): Area general	500
Caucho (ver Goma).	
Cementos y derivados de la arcilla.	
Molido, prensas de filtro	300
Moldeado, lavado y prensado	300
Color y vidriado trabajo duro; esmaltado	1000
Color y vidriado, trabajo fino	3000
Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.	
Auxiliares: habitaciones de baterías, bombas de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos	200
Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas	100
Plataforma de quemadores	200
Condensadores: áreas de desaereadoras evaporadores y calentadores	100
Habitaciones de control:	
Panel de interruptores (frente vertical):	
Secciones sencillas o dobles frente al operador:	
Tipo A. Habitaciones de control, centralizado, de gran tamaño. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	500
Tipo B. Habitación de control normal. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	300
Sección de "duplex" frente al operador	300
Pupitres de trabajo (nivel horizontal)	500
Areas interiores de los paneles de interruptores para "duplex"	100
Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical)	100
Alumbrado de emergencia para todas las áreas.	30
Laboratorio de química	500
Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos	200
Túneles o galerías, tuberías.	100
Zona de turbinas bajo el pavimento	200
Habitación de turbinas	300
Conservas (Fábricas de).	
Clasificación inicial de materias crudas	500
Tomates	1000
Selección de color (cortado)	2000
Preparación:	
Selección preliminar:	
Albaricoques y melocotones	500
Tomates	1000
Aceitunas	1500
Cortado y selección final	1000
Conservado	
Enlatado continuo en cadena	1000
Empaquetado a mano	500
Aceitunas	1000
Examen de envasados	2000
Corte y confección.	
Inspección de paños	20000
Cortado y prensado	3000
Cosido	5000
Electricidad (ver Centrales eléctricas).	
Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).	
Impregnación	500
Aislado, pintado de conductores	1000
Ensayos	1000

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Encuadernación.	
Doblar, montar, encolar, etc	700
Cortar, perforar y coser	700
Repujar e inspección	2000
Forja (Talleres de)	500
Fundiciones.	
Templado, limpiado, batido	300
Moldeo o fabricación de machos, trabajo medio	500
Moldeo o fabricación de machos, trabajo fino	1000
Desbastado y cepillado	1000
Inspección media	1000
Inspección fina	5000
Moldes, grandes; rellenado y vaciado	500
Moldes medianos	1000
Horno de cúpula	200
Galvanizado	300
Garajes: Automóviles y camiones.	
Servicio de garajes:	
Reparaciones	1000
Zonas de tráfico activo	200
Garajes de apacamiento:	
Entrada	500
Pistas y rampas	100
Aparcamiento	50
Goma (Mecanizado de artículos de).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y tresado	300
Preparación del tejido, corte y telares	500
Moldeado y selección de productos, calibrado	500
Inspección	2000
Guantes (Fábricas de).	
Prensado y cortado	3000
Máquinas de hacer punto y selección	1000
Cosido e inspección	5000
Harina (Fábricas de).	
Molido, cernido, refinado	500
Empaquetado	300
Control de productos	1000
Cribas, limpiadoras, ascensores, pasillos, recipientes de control	300
Hierro y acero (Industria del).	
Interiores abiertos:	
Piso de carga (Fundición)	200
Vagonetas de colada:	
Pozos de escoria	200
Plataformas de control	300
Zona superior	300
Pasarelas elevadas de inspección	100
Mezcladores	300
Calcinado y sangrado	100
Trenes de laminación:	
Lingotes, pletinas, barras calientes y planchas calientes	300
Laminación en frío, barras y Planchas	300
Tubos, barras, varillas redondas, alambres	500
Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío	500

* Los materiales especiales o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de alumbrado o en su orientación respecto al trabajo.

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Sala de máquinas y motores	300
Inspección:	
Chapas oscuras, changote, cascajo	1000
Hojalata y otras superficies brillantes	1000
Imprentas.	
Fundición de tipos:	
Máquinas y moldes de mano; fundición de conjuntos, clasificación	500
Fabricación de matrices, rectificado de tipos	1000
Plantas de impresión:	
Inspección de color y valoración	2000
Composición a máquina, salas de composición	1000
Prensas	700
Lectura de pruebas y revisión de planchas	1500
Electrotipia:	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación	1000
Montura de planchas, estañado, electroplatizado, limpiado	500
Fotograbado:	
Grabado al aguafuerte, planchas	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado y enmascarado	1000
Inspección (Trabajos de).	
Ordinario	500
Difícil	1000
Bastante difícil	2000
Muy difícil	5000
Lo más difícil	10000
Lavanderías.	
Lavado	300
Planchado, clasificación y marcado	500
Acabado a máquina y con plancha. Clasificación	700
Planchado fino a mano	1000
Madera.	
Trabajos bastos y de banco	300
Medidas, cepillado, fijado basto, trabajos medios de banco y máquina encolado barnizado y tonelería	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado	1000
Manipulado de materiales.	
Empaquetado, embalaje y etiqueta	500
Clasificación y distribución	300
Carga y colocación en camiones	200
Interior de camiones y coches de transporte	100
Metal. Trabajo en metales laminados.	
Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquinaciones diversas, trabajo medio de banco	500
Inspección de estañado y galvanizado; trazado	2000
Neumáticos y tubos de goma (Fabricación del).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y tresado	500
Preparación de productos: cortado, construcción de bordes	500
Máquinas de hacer tubo	500
Fabricas de neumáticos:	
Bandajes sólidos	300

* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y tanto lo suficientemente bajo para proporcionar más condiciones de contraste [illegible] rables.

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Neumáticos y tubos de (continuación)	
Neumáticos	500
Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos	700
Inspección final: Tubos, neumáticos	2000
Papel (Fábricas de).	
Triturado, molido y prensado	300
Acabado, cortado, aparejado y máquinas de hacer papel	500
Cortado a mano, máquinas de cortar e igualar	700
Bobinas de papel, inspección y laboratorios	1000
Rebobinado	1500
Piel (Fabricación de artículos de).	
Prensado, enrollado y glaseado	2000
Clasificación, cortado, acoplado y cosido	3000
Piel (Industrias de la). Cueros.	
Depósitos de limpieza, curtido y estirado	300
Cortado, descarnado y estopado	500
Acabado y cosido	1000
Piedras. Triturado y cribado.	
Correos transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de receptáculos	100
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos	100
Cribas	200
turas (Fabricación de).	
General	300
Mezclas comparativas y normales	2000
Pintura (Talleres de).	
Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perfilado delicado a mano	500
Trabajos finos de pintura a mano y acabado	1000
Trabajos extrafinos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.)	3000
Planchado y limpiado en seco (ver Tintorerías).	
Productos lácteos: Industrias de la leche.	
Habitación de hervido y almacén de botellas	300
Clasificación de botellas	500
Limpiado de botellas	
Lavado de bidones y equipos de frío	300
Rellenado, inspección	1000
Indicadores, aneles y termómetros (parte vista)	500
Laboratorios	1000
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores	300
Tanques depósitos:	
Interiores claros	200
Interiores oscuros	1000
Pulido y bruñido	1000
Química (Trabajos de).	
Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros	300
ques, cristalizadores, extractores, coladores	300
Servicio (Áreas de).	
Escaleras, pasillos, ascensores	200
Lavabos y Tocadores	300

** La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Soldadura (Talleres de) (continuación)	
Iluminación general	500
Soldadura manual de arco. Gran precisión	10000
Sombreros (Fábricas de).	
Tinte, enderezado, acordonado, limpieza y refinado	1000
Dar forma, tamaño, perforado, rebordeado, acabado y planchado	2000
Cosido e inspección	5000
Tabaco (Manipulado del).	
Secado, limpieza general	300
Clasificación y apartado	2000
Tahonas.	
Cuarto de mezclas	500
Estanterías (iluminación vertical)	300
Interior del horno (mezcladores verticales)	500
Cuarto de fermentación	300
Locales restantes:	
Pan	300
Dulces y productos de confitería	500
Horno, pruebas y empaquetado	300
Rellenado y otros ingredientes	500
Decorado y azucarado:	
Mecánico	500
A mano	1000
Talleres de forja (ver Forja).	
Talleres mecánicos.	
Trabajos bastos de banco y máquina	500
Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio	1000
Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino	5000
Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino	10000
Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).	
Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).	
Textiles (Fábricas). Algodón.	
Abrir, mezclar y picar	300
Cardar, estirar, torcer, encanillar, hilar, urdir	500
Confección de piezas de tela:	
Artículos grises	500
Mezclilla	1500
Inspección:	
Artículos grises (girado a mano)	1000
Mezclilla (movimiento rápido)	5000
Estirado automático	1500
Hilado a mano	2000
Tejido	1000
Textiles (Fábricas). Lana y estambre.	
Clasificación	1000
Hilado (en bastidor o máquina): blanco	500
Hilado (en bastidor o a máquina): coloreado	1000
Trenzado o urdido: blanco	500
Urdido en peine: blanco	1000
Urdido: color	1000
Urdido en peine: color	3000
Trenzado: blanco	300
Trenzado: color	500
Tejido: blanco	1000
Tejido: color	2000

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Textiles (Fábricas) (continuación).	
Locales para géneros grises:	
Borra	1500
Hilos	3000
Telas	700
Acabado, completado, pegado, tratado y secado	500
Tintes	1000
Acabado en seco:	
Preparado, acondicionado, prensado y tejido	700
Corte	1000
Inspección	20000
Textiles (Fábricas). Seda y rayón.	
Fabricación: empapado coloreado y acondicionamiento o colocación de líneas	300
Devanado, trenzado, rebobinado, encanillado y enderezado:	
Materiales claros	500
Materiales oscuros	2000
Sala de telares (en sus diversas modalidades)	1000
Hilado en peines o sobre alambres en los telares	1000
Tejido	1000
Tintorerías. Planchado y limpiado en seco.	
Reconocimiento y clasificación	500
Limpieza en seco, húmeda y al vapor	500
Inspección y localización de manchas	5000
Planchado a mano y máquina	1500
Reparaciones y modificaciones	2000
Vidrio (Fábricas de).	
Sala de mezclas y horno, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio	300
Molido, cortado del vidrio a medida, esmerilado	500
Molido fino, pulido y biselado	1000
Inspección, grabado y decorado	2000
Zapaterías. Trabajo en goma.	
Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho	300
Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas.	500
Laminado de suelas, forrado y 287, proceso de fabricación y acabado	1000
Zapaterías. Trabajo en material.	
Mesas de corte, marcado, ojales, raspar, clasificar y control en materiales oscuros	3000
Fabricación y acabado, lavado, revestimiento, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas y palas, repujado, forrado, laminado, limpiado, teñido, alisado, pulido y estampado	2000

uno de los factores utilizados en estas expresiones debe ser valorado adecuadamente para la obtención de resultados exactos.

El método de punto por punto lleva en 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.

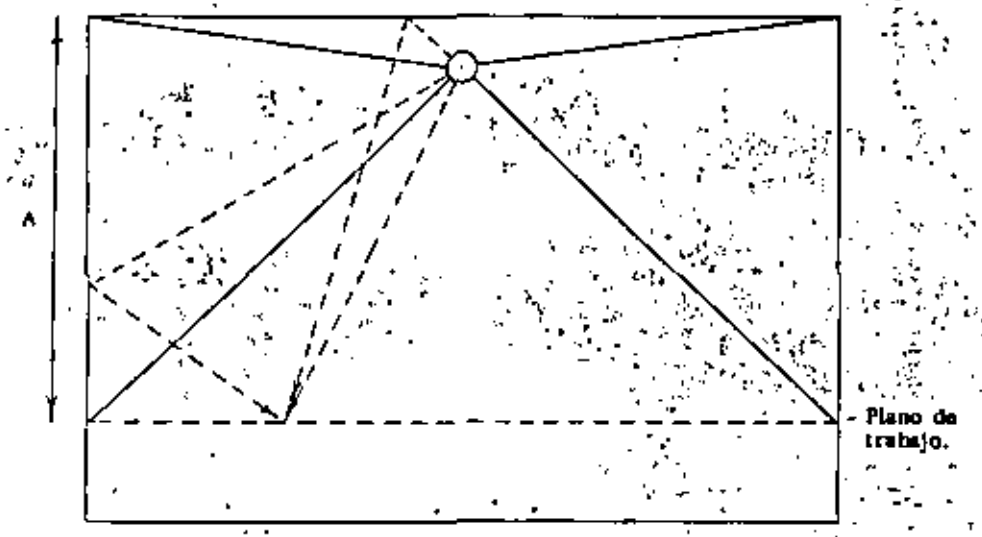
Método de los lúmenes.

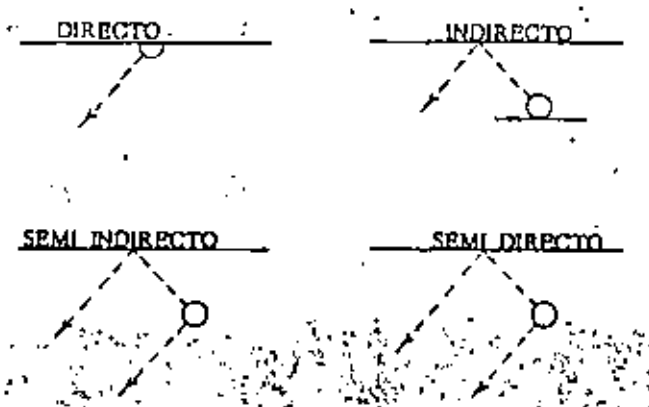
Para utilizar este método en la resolución de un problema de alumbrado deberá seguirse la siguiente secuencia:

I. Determinar el nivel requerido de iluminación.- De acuerdo a las tablas existentes, deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico que se vaya a realizar.

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

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





° 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.

II) 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 reflección 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 -

Indice del Local 8

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros. Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto													
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20
		Altura de montaje sobre el suelo en metros. Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso													
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10
2.45	3.05	H	I	J	J	J	J								
	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	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					
	10.65	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J				
	12.20	F	G	H	I	I	I	J	J	J	J				
	15.25	F	G	H	H	I	I	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	H	I	I	J	J	J						
	5.48	F	G	H	I	I	J	J	J						
	6.10	F	G	H	I	I	J	J	J	J					
	7.30	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	9.15	F	G	G	H	I	I	J	J	J	J				
	10.65	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	12.20	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J			
	15.25	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J			
	18.30	E	F	G	G	H	I	I	J	J	J	J			
	21.35	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J			
3.65	3.65	D	H	H	I	I	J	J	J						
	4.26	F	G	H	I	I	J	J	J						
	4.87	F	G	H	H	I	I	J	J						
	5.48	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	6.10	F	G	G	H	I	I	J	J	J	J				
	7.30	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	9.15	E	F	G	G	H	I	I	J	J	J				
	10.65	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J			
	12.20	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J			
	15.25	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J		
	18.30	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J		
	21.35	D	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J		
	24.40	D	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J		
	30.50	D	E	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J		
4.25	4.26	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	4.87	F	G	G	H	I	I	I	J	J					
	5.48	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	6.10	E	F	G	H	H	H	I	J	J	J				
	7.30	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J				
	9.15	E	F	F	G	H	H	H	I	J	J				
	10.65	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J			
	12.20	D	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J		
	15.25	D	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J	J		
	18.30	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
	21.35	D	E	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J		
	24.40	D	E	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J		
	30.50	D	E	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J		
4.85	4.87	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J				
	5.48	E	F	G	H	H	I	J	J	J	J				
	6.10	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J				
	7.30	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J			
	9.15	D	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J			
	10.65	D	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J	J		
	12.20	D	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
	15.25	D	E	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J	J	
	18.30	C	D	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J	J	
	21.35	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J
	24.40	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J
	30.50	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	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	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J			
	9.15	D	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J			
	10.65	D	E	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J		
	12.20	C	D	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J		
	15.25	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	
	18.30	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	
	21.35	C	D	E	E	F	F	G	G	H	I	J	J	J	
	24.40	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J	J	J
	30.50	C	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J
	36.60	C	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J

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

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

VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

Indice del local	Relación del local Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	1.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionará entre las que se anexan. sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. El coeficiente de utilización puede determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en las superficies de la habitación.

Las reflexiones recomendadas, en por ciento, se anotan en la siguiente tabla.

#

21

Coeficientes de Utilización

Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas mínima	Factor de mantenimiento	Reflexiones: Techo	70%			50%			30%	
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Índice local	Coeficientes de utilización							
Incandescentes	Directa Reflector de cúpula RLM	0 / 1 / 1 / 79	1.3 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J	0.33	0.29	0.25	0.32	0.28	0.25	0.28	0.25
					I	0.40	0.36	0.33	0.43	0.36	0.33	0.36	0.33
					H	0.47	0.43	0.39	0.47	0.42	0.39	0.42	0.39
					G	0.54	0.49	0.45	0.53	0.48	0.45	0.48	0.45
					F	0.59	0.54	0.50	0.58	0.53	0.50	0.53	0.50
					E	0.65	0.61	0.57	0.64	0.60	0.57	0.59	0.57
					D	0.69	0.65	0.62	0.68	0.64	0.62	0.63	0.61
					C	0.72	0.67	0.65	0.70	0.67	0.65	0.66	0.64
					B	0.76	0.73	0.70	0.74	0.72	0.69	0.70	0.69
					A	0.78	0.75	0.72	0.76	0.74	0.72	0.72	0.71
	Directa Intemperie dura Haz medio.	0 / 1 / 1 / 71	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.72 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.43	0.41	0.39	0.41	0.40	0.38	0.39	0.37
					I	0.50	0.47	0.45	0.50	0.47	0.45	0.47	0.45
					H	0.55	0.52	0.50	0.54	0.52	0.50	0.51	0.50
					G	0.59	0.56	0.54	0.58	0.55	0.53	0.55	0.53
					F	0.61	0.59	0.57	0.61	0.58	0.56	0.58	0.56
					E	0.65	0.62	0.61	0.64	0.62	0.60	0.61	0.60
					D	0.67	0.65	0.63	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
					C	0.68	0.66	0.65	0.67	0.66	0.64	0.65	0.64
					B	0.70	0.68	0.67	0.69	0.68	0.66	0.67	0.66
					A	0.71	0.70	0.69	0.70	0.69	0.68	0.68	0.67
	Directa Intemperie dura Haz estrecho.	0 / 1 / 1 / 70	0.9 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.45	0.42	0.40	0.45	0.42	0.40	0.42	0.40
					I	0.53	0.50	0.48	0.52	0.50	0.48	0.49	0.48
					H	0.57	0.54	0.52	0.55	0.54	0.52	0.53	0.52
					G	0.61	0.58	0.56	0.60	0.58	0.56	0.57	0.56
					F	0.64	0.61	0.59	0.63	0.61	0.59	0.60	0.59
					E	0.67	0.64	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
					D	0.69	0.67	0.65	0.68	0.66	0.65	0.65	0.64
					C	0.70	0.68	0.67	0.69	0.67	0.66	0.67	0.66
					B	0.72	0.70	0.69	0.71	0.69	0.68	0.68	0.67
					A	0.73	0.71	0.70	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68
	Directa Lámpara reflectora R-52 Haz ancho 500 y 750 w	0 / 1 / 1 / 100	1.5 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
					I	0.62	0.57	0.53	0.61	0.57	0.53	0.57	0.53
					H	0.70	0.65	0.62	0.69	0.65	0.62	0.64	0.61
					G	0.77	0.72	0.69	0.76	0.72	0.68	0.71	0.68
					F	0.82	0.77	0.74	0.81	0.77	0.73	0.76	0.73
					E	0.88	0.84	0.81	0.87	0.83	0.80	0.82	0.80
					D	0.92	0.88	0.85	0.90	0.87	0.84	0.86	0.84
					C	0.94	0.91	0.88	0.92	0.89	0.87	0.88	0.86
					B	0.97	0.94	0.92	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90
					A	0.99	0.97	0.94	0.97	0.95	0.93	0.93	0.92
	Directa Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.	0 / 1 / 1 / 100	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
					I	0.75	0.71	0.68	0.74	0.71	0.68	0.70	0.68
					H	0.83	0.78	0.73	0.79	0.76	0.73	0.76	0.73
					G	0.85	0.81	0.80	0.84	0.81	0.78	0.80	0.78
					F	0.88	0.85	0.82	0.86	0.84	0.82	0.84	0.82
					E	0.93	0.90	0.88	0.92	0.89	0.87	0.88	0.87
					D	0.96	0.93	0.91	0.94	0.92	0.90	0.91	0.89
					C	0.98	0.95	0.93	0.96	0.94	0.92	0.93	0.91
					B	1.00	0.98	0.96	0.98	0.97	0.95	0.95	0.94
					A	1.01	1.00	0.99	1.00	0.98	0.97	0.97	0.96
Vapor de mercurio	Directa Ventilado de aluminio para grandes alturas Haz ancho, 400 w H33-1-CD	0 / 1 / 1 / 77	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
					I	0.47	0.43	0.40	0.46	0.43	0.40	0.43	0.40
					H	0.53	0.49	0.46	0.52	0.49	0.46	0.48	0.46
					G	0.59	0.55	0.52	0.58	0.54	0.52	0.54	0.51
					F	0.63	0.59	0.56	0.62	0.58	0.56	0.58	0.56
					E	0.68	0.64	0.62	0.67	0.64	0.61	0.63	0.61
					D	0.71	0.67	0.65	0.69	0.67	0.65	0.66	0.64
					C	0.72	0.70	0.67	0.71	0.69	0.67	0.68	0.66
					B	0.75	0.73	0.71	0.74	0.72	0.70	0.71	0.70
					A	0.77	0.75	0.73	0.75	0.74	0.72	0.73	0.71
	Directa Ventilado de aluminio para grandes alturas Haz medio, 400 w H33-1-CD	0 / 1 / 1 / 76	0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41	0.43	0.41
					I	0.54	0.51	0.49	0.53	0.51	0.48	0.50	0.48
					H	0.59	0.56	0.53	0.56	0.55	0.53	0.55	0.53
					G	0.63	0.60	0.57	0.62	0.59	0.57	0.59	0.57
					F	0.65	0.63	0.60	0.65	0.62	0.60	0.62	0.60
					E	0.69	0.67	0.65	0.68	0.66	0.64	0.65	0.64
					D	0.71	0.69	0.67	0.70	0.68	0.67	0.68	0.66
					C	0.73	0.71	0.69	0.72	0.70	0.68	0.69	0.68
					B	0.75	0.73	0.71	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70
					A	0.76	0.75	0.73	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71
	Directa Ventilado de aluminio grandes alturas. Haz estrecho, 400 w, H33-1-G L/C	0 / 1 / 1 / 77	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
					I	0.58	0.55	0.53	0.57	0.55	0.53	0.55	0.53
					H	0.62	0.59	0.57	0.61	0.59	0.57	0.59	0.57
					G	0.66	0.63	0.61	0.65	0.63	0.61	0.63	0.61
					F	0.69	0.66	0.64	0.68	0.66	0.64	0.65	0.64
					E	0.72	0.70	0.68	0.71	0.69	0.68	0.69	0.67
					D	0.74	0.72	0.70	0.73	0.71	0.70	0.70	0.69
					C	0.75	0.74	0.72	0.74	0.73	0.71	0.72	0.71
					B	0.77	0.76	0.74	0.76	0.75	0.73	0.73	0.73
					A	0.78	0.77	0.75	0.77	0.75	0.74	0.74	0.74
	Directa Ventilado de aluminio grandes alturas. Haz ancho, 700 a 1000 w. Vap. merc. motor Cent.	0 / 1 / 1 / 77	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
					I	0.46	0.44	0.41	0.47	0.44	0.41	0.43	0.41
					H	0.53	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.49	0.47
					G	0.58	0.55	0.52	0.56	0.54	0.52	0.54	0.52
					F	0.63	0.59	0.56	0.62	0.58	0.56	0.58	0.56
					E	0.67	0.64	0.61	0.66	0.63	0.61	0.63	0.61
					D	0.70	0.67	0.65	0.69	0.66	0.64	0.66	0.64
					C	0.72	0.70	0.67	0.71	0.69	0.67	0.68	0.66
					B	0.75	0.73	0.71	0.74	0.72	0.70	0.71	0.69
					A	0.77	0.75	0.73	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámpara inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones: Techo	70%			50%			30%	
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Índice local	Coeficientes de utilización							
Vapor de mercurio	Directa Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho. 700 ó 1000 w. Vap. merc. color corr.	0 ↑ — ↓ 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
	Directa Aluminio grandes alturas con cristal. 700 ó 1000 w. Vapor mercurio, color corregido	0 ↑ — ↓ 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
	Directa Ventilada para bajas alturas 400 w. H33-1-CL/C	0 ↑ — ↓ 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
	Directa Ventilada de porcelana Esmaltada para bajas alturas 400 w. H33-1-DN/C	0 ↑ — ↓ 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	[illegible]
					B	0.79	[illegible]	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
	Directa Intemperie dura. Haz ancho. 400 w. H33-1-CD	0 ↑ — ↓ 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	0.33
					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	[illegible]
					C	0.61	0.58	0.56	0.60	0.58	0.56	0.57	[illegible]
					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
	Directa Intemperie dura. Haz estrecho. 400 w. H33-1-CD	0 ↑ — ↓ 62	0.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.47	0.40	0.39	0.47	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
	Directa Intemperie dura. Haz medio 1000 w. H34-1-CGV, H36-1-CGV	0 ↑ — ↓ 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	[illegible]
					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	0.43
					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	0.52
					C	0.58	0.57	0.55	0.57	0.56	0.54	0.55	[illegible]
					B	0.60	0.59	0.58	0.59	0.58	0.57	0.57	[illegible]
					A	0.62	0.60	0.59	0.60	0.59	0.58	0.58	[illegible]
	Directa Lámpara reflectora R-57. Haz ancho. 400 w. H33-1-FY	0 ↑ — ↓ 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	[illegible]
					I	0.48	0.42	0.38	0.47	0.42	0.38	0.41	[illegible]
					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	[illegible]
					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	0.72	[illegible]
					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
	Directa Lámpara reflectora R-57. Haz medio 400 w. H33-1-HS	0 ↑ — ↓ 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	[illegible]
					F	0.78	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	0.74	0.72
					D	0.86	0.82	0.78	0.83	0.80	0.77	0.78	0.75
					C	0.89	0.85	0.80	0.86	0.83	0.80	0.81	0.78
					B	0.92	0.89	0.86	0.89	0.87	0.84	0.84	0.82
					A	0.95	0.92	0.89	0.91	0.89	0.87	0.86	0.85

Coeficientes de Utilización 23

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones: Techo	70%			50%			30%	
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Índice local	Coeficientes 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
					I	0.39	0.34	0.30	0.33	0.33	0.30	0.33	0.30
					H	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.36	0.39	0.36
					G	0.54	0.48	0.44	0.52	0.47	0.43	0.45	0.42
					F	0.54	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.50	0.47
					E	0.65	0.60	0.56	0.62	0.57	0.54	0.56	0.53
					D	0.75	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60	0.60	0.58
					C	0.73	0.69	0.65	0.70	0.65	0.63	0.63	0.61
					B	0.77	0.73	0.70	0.73	0.70	0.68	0.67	0.65
					A	0.80	0.77	0.74	0.76	0.74	0.71	0.70	0.69
	Semidirecta 3 lámparas 40 w y "Slimline"	11 / 74	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.25	0.22	0.30	0.25	0.22	0.25	0.22
					I	0.39	0.34	0.31	0.33	0.34	0.32	0.33	0.30
					H	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.37	0.39	0.36
					G	0.53	0.48	0.44	0.51	0.47	0.43	0.46	0.42
					F	0.58	0.53	0.49	0.56	0.52	0.49	0.50	0.47
					E	0.65	0.60	0.56	0.62	0.58	0.55	0.56	0.54
					D	0.69	0.64	0.61	0.66	0.62	0.59	0.60	0.58
					C	0.72	0.68	0.65	0.69	0.66	0.63	0.63	0.61
					B	0.76	0.72	0.70	0.72	0.70	0.67	0.67	0.65
					A	0.78	0.76	0.73	0.75	0.73	0.71	0.70	0.69
	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	J	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.20	0.22	0.19
					I	0.35	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.29	0.26
					H	0.41	0.36	0.33	0.39	0.35	0.32	0.34	0.31
					G	0.47	0.42	0.39	0.45	0.41	0.37	0.39	0.36
					F	0.51	0.48	0.43	0.49	0.45	0.41	0.43	0.40
					E	0.57	0.53	0.49	0.54	0.50	0.47	0.47	0.45
					D	0.60	0.57	0.52	0.57	0.54	0.51	0.51	0.49
					C	0.63	0.60	0.55	0.59	0.56	0.54	0.53	0.51
					B	0.67	0.64	0.61	0.62	0.60	0.58	0.56	0.55
					A	0.69	0.66	0.64	0.64	0.62	0.60	0.57	0.58
	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	J	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.23	0.20
					I	0.36	0.32	0.28	0.35	0.31	0.28	0.30	0.27
					H	0.43	0.38	0.34	0.41	0.37	0.33	0.36	0.33
					G	0.49	0.44	0.40	0.47	0.42	0.39	0.41	0.38
					F	0.54	0.49	0.45	0.51	0.47	0.44	0.45	0.42
					E	0.60	0.55	0.51	0.57	0.53	0.50	0.50	0.48
					D	0.64	0.60	0.56	0.60	0.57	0.54	0.54	0.51
					C	0.67	0.63	0.60	0.63	0.60	0.57	0.56	0.54
					B	0.70	0.67	0.64	0.65	0.63	0.61	0.59	0.58
					A	0.73	0.70	0.69	0.68	0.66	0.64	0.62	0.61
	Semidirecta 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	J	0.24	0.18	0.15	0.23	0.19	0.15	0.18	0.15
					I	0.31	0.26	0.21	0.29	0.25	0.21	0.23	0.20
					H	0.35	0.31	0.26	0.34	0.29	0.26	0.28	0.25
					G	0.42	0.36	0.32	0.39	0.34	0.30	0.33	0.29
					F	0.46	0.40	0.36	0.43	0.38	0.34	0.36	0.33
					E	0.51	0.46	0.41	0.48	0.43	0.40	0.41	0.38
					D	0.54	0.50	0.46	0.51	0.47	0.44	0.44	0.41
					C	0.57	0.53	0.49	0.53	0.50	0.47	0.47	0.44
					B	0.60	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.50	0.48
					A	0.63	0.60	0.57	0.59	0.57	0.54	0.54	0.52

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	Coeficientes de utilización								
Incandescente	Directa Empotrada con lente prismática	9 / 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
					I	0.41	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.37	0.34
					H	0.45	0.41	0.39	0.45	0.41	0.39	0.44	0.41	0.38
					G	0.50	0.46	0.43	0.49	0.46	0.43	0.48	0.45	0.43
					F	0.53	0.49	0.46	0.52	0.49	0.46	0.51	0.48	0.46
					E	0.56	0.53	0.51	0.55	0.53	0.50	0.54	0.52	0.50
					D	0.59	0.56	0.54	0.58	0.56	0.53	0.57	0.55	0.53
					C	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.55	0.58	0.56	0.55
					B	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.58	0.60	0.58	0.57
					A	0.63	0.62	0.60	0.62	0.61	0.60	0.61	0.60	0.59
Fluorescentes	Semidirecta 2 lámparas de 40 w y "Slimline" Sin vidrio	18 / 68	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.24	0.21	0.29	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21
					I	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.28	0.36	0.31	0.28
					H	0.45	0.39	0.35	0.44	0.38	0.34	0.42	0.37	0.34
					G	0.52	0.45	0.41	0.50	0.45	0.41	0.48	0.43	0.40
					F	0.57	0.50	0.46	0.55	0.50	0.45	0.52	0.48	0.44
					E	0.64	0.58	0.53	0.62	0.57	0.53	0.58	0.54	0.51
					D	0.68	0.63	0.58	0.66	0.61	0.57	0.62	0.58	0.55
					C	0.71	0.67	0.63	0.69	0.65	0.61	0.65	0.62	0.59
					B	0.76	0.72	0.68	0.73	0.70	0.67	0.69	0.66	0.63
					A	0.78	0.75	0.72	0.76	0.73	0.70	0.71	0.69	0.67
	Semidirecta 2 lámparas de 40 w y "Slimline" Con vidrio	18 / 63	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.29	0.24	0.22	0.29	0.24	0.22	0.28	0.24	0.21
					I	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.29	0.35	0.31	0.28
					H	0.44	0.39	0.35	0.43	0.38	0.35	0.41	0.37	0.34
					G	0.50	0.45	0.41	0.48	0.44	0.40	0.47	0.42	0.39
					F	0.55	0.49	0.45	0.53	0.49	0.45	0.51	0.47	0.43
					E	0.61	0.56	0.52	0.59	0.55	0.51	0.56	0.52	0.49
					D	0.67	0.60	0.57	0.63	0.59	0.56	0.60	0.56	0.53
					C	0.68	0.64	0.60	0.66	0.62	0.59	0.62	0.59	0.56
					B	0.72	0.69	0.65	0.70	0.66	0.64	0.65	0.63	0.61
					A	0.74	0.71	0.68	0.72	0.69	0.67	0.67	0.65	0.63

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas interior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo	70%			50%			30%	
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Indice local	Coeficientes de utilización								
Fluorescentes	Semidirecta 2 lámparas de 1.20 o 2.40 m. Montaje de superficie	20 / 72	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J	0.27	0.21	0.17	0.27	0.21	0.17	0.27	0.20	0.17
					I	0.35	0.30	0.24	0.35	0.30	0.24	0.34	0.29	0.24
					H	0.43	0.36	0.30	0.41	0.35	0.31	0.40	0.34	0.30
					G	0.49	0.42	0.37	0.49	0.42	0.36	0.46	0.40	0.36
					F	0.55	0.47	0.42	0.53	0.47	0.41	0.50	0.44	0.40
					E	0.62	0.55	0.50	0.60	0.53	0.49	0.57	0.52	0.47
					D	0.67	0.61	0.56	0.66	0.60	0.55	0.62	0.57	0.53
					C	0.71	0.65	0.60	0.70	0.63	0.59	0.65	0.61	0.56
					B	0.76	0.71	0.66	0.74	0.69	0.65	0.69	0.65	0.62
					A	0.81	0.76	0.71	0.78	0.74	0.70	0.73	0.69	0.67
	Directa 2 lámparas empotradas con vidrio plano estriado	0 / 53	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.26	0.22	0.20	0.25	0.22	0.20	0.25	0.22	0.20
					I	0.32	0.29	0.25	0.32	0.29	0.26	0.31	0.28	0.26
					H	0.36	0.33	0.30	0.36	0.33	0.30	0.35	0.32	0.30
					G	0.40	0.37	0.34	0.40	0.37	0.34	0.39	0.36	0.34
					F	0.43	0.40	0.37	0.43	0.40	0.37	0.42	0.39	0.37
					E	0.46	0.44	0.41	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41
					D	0.49	0.46	0.44	0.48	0.45	0.44	0.47	0.45	0.43
					C	0.50	0.48	0.46	0.49	0.48	0.46	0.48	0.47	0.44
					B	0.52	0.50	0.48	0.51	0.50	0.48	0.50	0.49	0.47
					A	0.53	0.52	0.50	0.52	0.51	0.50	0.51	0.50	0.49
	Directa 2 lámparas empotradas con rejilla difusora de plástico de 45°	0 / 52	1.0 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.24	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19
					I	0.30	0.27	0.24	0.30	0.27	0.24	0.29	0.26	0.24
					H	0.34	0.31	0.29	0.34	0.31	0.29	0.33	0.30	0.28
					G	0.38	0.35	0.32	0.38	0.34	0.32	0.37	0.34	0.32
					F	0.41	0.38	0.36	0.40	0.37	0.35	0.39	0.37	0.34
					E	0.44	0.41	0.37	0.44	0.41	0.39	0.43	0.40	0.38
					D	0.46	0.44	0.42	0.46	0.44	0.41	0.45	0.43	0.41
					C	0.48	0.46	0.44	0.48	0.45	0.43	0.46	0.44	0.42
					B	0.50	0.48	0.46	0.49	0.48	0.46	0.48	0.47	0.45
					A	0.51	0.50	0.48	0.51	0.49	0.48	0.50	0.48	0.47
	Directa 4 lámparas empotradas con rejilla difusora metálica de 30°	0 / 59	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.27	0.23	0.20	0.27	0.22	0.20	0.26	0.22	0.20
					I	0.34	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27
					H	0.39	0.35	0.32	0.38	0.34	0.31	0.37	0.34	0.31
					G	0.43	0.39	0.36	0.42	0.39	0.36	0.42	0.38	0.35
					F	0.46	0.42	0.39	0.46	0.42	0.39	0.45	0.42	0.39
					E	0.50	0.47	0.44	0.50	0.46	0.44	0.48	0.46	0.43
					D	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.51	0.49	0.47
					C	0.55	0.52	0.50	0.54	0.51	0.49	0.53	0.50	0.48
					B	0.57	0.54	0.52	0.56	0.54	0.52	0.55	0.53	0.51
					A	0.58	0.56	0.55	0.57	0.55	0.54	0.56	0.55	0.53
	Directa 6 lámparas empotradas con plástico	1 / 61	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.21	0.22	0.20	0.20	0.22	0.19	0.25	0.21	0.19
					I	0.33	0.33	0.28	0.33	0.29	0.25	0.32	0.28	0.25
					H	0.38	0.34	0.31	0.38	0.35	0.30	0.37	0.33	0.29
					G	0.43	0.38	0.35	0.42	0.38	0.34	0.41	0.37	0.34
					F	0.46	0.42	0.39	0.46	0.41	0.38	0.44	0.41	0.38
					E	0.50	0.43	0.43	0.50	0.36	0.43	0.49	0.40	0.43
					D	0.53	0.50	0.47	0.53	0.49	0.47	0.51	0.47	0.46
					C	0.55	0.52	0.50	0.54	0.52	0.49	0.53	0.51	[illegible]
					B	0.59	0.56	0.53	0.58	0.55	0.53	0.56	0.54	[illegible]
					A	0.60	0.57	0.55	0.59	0.57	0.55	0.57	0.55	[illegible]
	Directa Cielo luminoso 50% de transmisión y 60% de reflexión en la cavidad	0 / 49		Bueno 0.65 Medio 0.55 Malo 0.45		10% reflectancia del suelo			30% reflectancia del suelo					
					J	0.27	0.18	0.15	0.32	0.19	0.15	[illegible]		
					I	0.30	0.25	0.22	0.31	0.23	0.22	[illegible]		
					H	0.36	0.31	0.27	0.37	0.32	0.26	[illegible]		
					G	0.42	0.37	0.33	0.44	0.38	0.34	[illegible]		
					F	0.46	0.41	0.37	0.50	0.43	0.39	[illegible]		
					E	0.52	0.48	0.44	0.57	0.51	0.46	[illegible]		
					D	0.57	0.53	0.49	0.62	0.57	0.52	[illegible]		
					C	0.60	0.56	0.53	0.66	0.61	0.57	[illegible]		
					B	0.63	0.60	0.57	0.71	0.67	0.63	[illegible]		
					A	0.66	0.63	0.61	0.74	0.71	0.67	[illegible]		
	Directa Techo con rejilla difusora estriada de 45°. 50% de reflexión en la cavidad	PLASTICO METAL 0 / 65 — 0 / 55		Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.55		Plástico			Metal					
					J	0.23	0.19	0.16	0.26	0.23	0.21	[illegible]		
					I	0.30	0.26	0.23	0.33	0.30	0.27	[illegible]		
					H	0.35	0.31	0.28	0.37	0.34	0.32	[illegible]		
					G	0.41	0.36	0.33	0.40	0.39	0.36	[illegible]		
					F	0.44	0.40	0.37	0.43	0.42	0.39	[illegible]		
					E	0.43	0.45	0.45	0.46	0.44	0.43	[illegible]		
					D	0.52	0.49	0.47	0.48	0.47	0.45	[illegible]		
					C	0.55	0.52	0.49	0.52	0.49	0.47	[illegible]		
					B	0.54	0.55	0.53	0.51	0.50	0.49	[illegible]		
					A	0.10	0.58	0.56	0.53	0.52	0.51	[illegible]		
	Directa 3 lámparas con rejilla difusora de plástico de 45°. Montaje de superficie	1 / 51	1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.22	0.19	0.17	0.22	0.19	0.17	0.22	0.19	0.17
					I	0.28	0.25	0.23	0.28	0.25	0.23	0.27	0.25	0.23
					H	0.32	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27	0.31	0.29	0.27
					G	0.36	0.33	0.31	0.36	0.33	0.31	0.35	0.33	0.30
					F	0.39	0.36	0.34	0.39	0.36	0.34	0.38	0.35	0.33
					E	0.43	0.40	0.38	0.43	0.40	0.38	0.42	0.39	0.37
					D	0.46	0.43	0.40	0.45	0.42	0.40	0.44	0.42	0.40
					C	0.47	0.45	0.43	0.47	0.44	0.42	0.46	0.44	0.42
					B	0.49	0.47	0.45	0.49	0.47	0.45	0.48	0.46	0.45
					A	0.51	0.49	0.44	0.50	0.49	0.47	0.49	0.47	0.47
	Directa 3 lámparas con plástico. Montaje de superficie	1 / 60	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.19	0.16	0.14	0.19	0.16	0.14	0.19	0.16	0.14
					I	0.24	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19
					H	0.29	0.25	0.23	0.28	0.25	0.23	0.28	0.25	0.23
					G	0.33	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27
					F	0.36	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30
					E	0.40	0.37	0.34	0.39	0.36	0.34	0.38	0.35	0.34
					D	0.42	0.39	0.37	0.42	0.39	0.37	0.41	0.39	0.37
					C	0.44	0.42	0.39	0.44	0.41	0.39	0.43	0.41	0.39
					B	0.47	0.44	0.42	0.46	0.44	0.42	0.45	0.43	0.41
					A	0.49	0.46	0.45	0.48	0.46	0.44	0.47	0.45	0.44

Luz	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas interior a	Factor de Mantenimiento	Reflectancias: Techo	80%			70%			50%		
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Índice local	Coeficiente de utilización								
Fluorescente	Directa 2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie	7 / 1 / 58	1.7 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	0.25	0.23
					I	0.37	0.33	0.30	0.34	0.31	0.29	0.35	0.32	0.29
					H	0.42	0.38	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.35	0.33
					G	0.46	0.42	0.39	0.45	0.41	0.38	0.43	0.40	0.38
					F	0.50	0.46	0.42	0.48	0.45	0.42	0.46	0.43	0.40
					E	0.54	0.49	0.47	0.53	0.49	0.47	0.50	0.47	0.45
					D	0.55	0.52	0.50	0.54	0.52	0.49	0.53	0.50	0.48
					C	0.58	0.55	0.52	0.57	0.54	0.52	0.54	0.52	0.50
					B	0.61	0.59	0.56	0.59	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53
					A	0.63	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.59	0.56	0.55
	Directa 4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie	3 / 1 / 62	1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.65 malo 0.60	J	0.26	0.23	0.22	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.22	0.21	0.20
					I	0.30	0.27	0.25	0.29	0.27	0.25	0.27	0.25	0.23
					H	0.35	0.32	0.31	0.34	0.31	0.29	0.30	0.28	0.26
					G	0.41	0.37	0.35	0.40	0.37	0.35	0.35	0.33	0.31
					F	0.44	0.40	0.38	0.43	0.40	0.37	0.38	0.36	0.34
					E	0.47	0.44	0.42	0.47	0.44	0.41	0.45	0.43	0.41
					D	0.50	0.47	0.44	0.49	0.46	0.44	0.47	0.45	0.43
					C	0.51	0.49	0.47	0.50	0.48	0.46	0.48	0.46	0.45
					B	0.53	0.51	0.49	0.52	0.50	0.48	0.50	0.49	0.48
					A	0.55	0.53	0.51	0.53	0.52	0.50	0.51	0.50	0.49
	Directa 2 lámparas 40 W y "Slimline" con rejilla difusora de 45° y lado de plástico montaje de superficie	5 / 1 / 56	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.65 malo 0.60	J	0.27	0.24	0.22	0.27	0.23	0.22	0.26	0.23	0.22
					I	0.33	0.29	0.26	0.32	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25
					H	0.37	0.33	0.29	0.36	0.32	0.29	0.35	0.31	0.29
					G	0.41	0.36	0.33	0.40	0.36	0.33	0.35	0.33	0.32
					F	0.44	0.40	0.36	0.43	0.39	0.36	0.40	0.38	0.35
					E	0.46	0.44	0.41	0.47	0.42	0.40	0.45	0.42	0.39
					D	0.51	0.47	0.44	0.50	0.46	0.44	0.48	0.45	0.42
					C	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.46	0.50	0.47	0.45
					B	0.56	0.53	0.50	0.54	0.52	0.49	0.52	0.50	0.48
					A	0.57	0.55	0.52	0.56	0.54	0.52	0.54	0.52	0.50
	Cenital Difusa 2 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 360 x 45° suspendidas y con lados de plástico	47 / 1 / 39	1.5 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	0.22	0.18	0.15
					I	0.27	0.25	0.22	0.31	0.25	0.22	0.25	0.24	0.20
					H	0.36	0.32	0.28	0.34	0.31	0.28	0.33	0.28	0.25
					G	0.44	0.39	0.35	0.42	0.38	0.35	0.37	0.33	0.29
					F	0.49	0.42	0.38	0.46	0.41	0.38	0.41	0.36	0.33
					E	0.56	0.49	0.45	0.52	0.47	0.43	0.46	0.41	0.38
					D	0.60	0.54	0.51	0.55	0.51	0.47	0.49	0.45	0.42
					C	0.64	0.58	0.54	0.59	0.55	0.51	0.51	0.48	0.45
					B	0.68	0.64	0.59	0.63	0.59	0.55	0.53	0.51	0.49
					A	0.71	0.67	0.63	0.66	0.63	0.60	0.56	0.54	0.52
	Semidirecta 4 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico	51 / 1 / 31	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
					I	0.30	0.25	0.21	0.29	0.24	0.20	0.26	0.22	0.19
					H	0.35	0.30	0.26	0.34	0.29	0.25	0.30	0.25	0.23
					G	0.41	0.35	0.31	0.37	0.33	0.30	0.34	0.30	0.27
					F	0.46	0.40	0.35	0.43	0.38	0.33	0.37	0.33	0.30
					E	0.52	0.46	0.42	0.49	0.43	0.39	0.42	0.38	0.34
					D	0.57	0.51	0.47	0.52	0.48	0.44	0.44	0.41	0.38
					C	0.60	0.55	0.50	0.55	0.51	0.47	0.45	0.43	0.41
					B	0.64	0.60	0.56	0.59	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45
					A	0.67	0.63	0.60	0.61	0.58	0.55	0.51	0.49	0.47
	Semindirecta 4 lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lados y fondo de plástico	67 / 1 / 14	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	0.09	0.06
					I	0.21	0.15	0.12	0.19	0.15	0.12	0.16	0.12	0.08
					H	0.26	0.20	0.16	0.23	0.19	0.15	0.19	0.15	0.12
					G	0.32	0.25	0.20	0.28	0.23	0.19	0.23	0.18	0.15
					F	0.36	0.30	0.24	0.33	0.26	0.22	0.25	0.21	0.18
					E	0.42	0.36	0.31	0.33	0.32	0.27	0.29	0.25	0.22
					D	0.46	0.40	0.34	0.41	0.36	0.33	0.32	0.29	0.25
					C	0.50	0.44	0.40	0.44	0.40	0.36	0.34	0.31	0.28
					B	0.54	0.50	0.45	0.48	0.44	0.41	0.37	0.34	0.32
					A	0.57	0.53	0.50	0.51	0.48	0.44	0.39	0.36	0.34
	Indirecta Moldura sin reflector			Bueno 0.60 medio 0.50 malo 0.40	J	0.11	0.09	0.06	0.10	0.07	0.06	0.07	0.05	0.04
		Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflectores a las lámparas fluorescentes se aumentará el coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100.			I	0.15	0.12	0.10	0.13	0.10	0.08	0.09	0.07	0.06
					H	0.18	0.15	0.12	0.16	0.13	0.10	0.10	0.09	0.07
					G	0.22	0.18	0.16	0.20	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10
					F	0.25	0.21	0.19	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11
					E	0.29	0.26	0.22	0.25	0.22	0.20	0.17	0.15	0.14
					D	0.33	0.30	0.26	0.28	0.26	0.24	0.20	0.19	0.17
					C	0.35	0.32	0.30	0.31	0.28	0.26	0.21	0.20	0.19
					B	0.36	0.34	0.32	0.32	0.30	0.28	0.22	0.21	0.20
					A	0.39	0.35	0.35	0.35	0.34	0.32	0.24	0.23	0.23
	Directa Con lámpara PAR 38 150 w difusora Vidrio de 45° emisión luminosa total, 1730 lumenes	0 / 1 / 62	0.7 x Altura de montaje	En todas las condiciones 0.75	J	0.53	0.51	0.49	0.53	0.51	0.49	0.52	0.51	0.49
					I	0.56	0.54	0.53	0.56	0.54	0.53	0.56	0.54	0.53
					H	0.58	0.56	0.55	0.58	0.56	0.55	0.57	0.56	0.55
					G	0.60	0.58	0.57	0.60	0.58	0.57	0.60	0.58	0.57
					F	0.62	0.60	0.59	0.61	0.60	0.59	0.61	0.59	0.58
					E	0.63	0.62	0.60	0.63	0.61	0.60	0.62	0.61	0.60
					D	0.64	0.63	0.61	0.63	0.62	0.61	0.63	0.62	0.61
					C	0.65	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63	0.63	0.63	0.62
					B	0.66	0.65	0.64	0.65	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63
					A	0.66	0.66	0.65	0.66	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64
	Indirecta Watts Lúmenes 300 5360 500 9300 750 14600 Arco concentrador con lámpara de emisión distinta	17 / 1 / 2	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	0.06	0.03
					I	0.18	0.11	0.07	0.16	0.10	0.06	0.13	0.08	0.05
					H	0.23	0.15	0.10	0.20	0.14	0.09	0.16	0.11	0.07
					G	0.28	0.20	0.15	0.25	0.18	0.13	0.19	0.14	0.10
					F	0.33	0.25	0.19	0.29	0.22	0.17	0.22	0.16	0.12
					E	0.40	0.32	0.26	0.35	0.28	0.23	0.26	0.20	0.16
					D	0.45	0.38	0.32	0.39	0.33	0.28	0.29	0.24	0.20
					C	0.49	0.42	0.37	0.43	0.37	0.32	0.31	0.26	0.23
					B	0.54	0.50	0.43	0.47	0.43	0.38	0.34	0.31	0.28
					A	0.58	0.53	0.48	0.50	0.46	0.43	0.36	0.33	0.30

REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

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

iv.-Estimar el factor de conservación.- En el funcionamiento de cualquier sistema de alumbrado hay tres elementos de conservación que son variables y que afectan a la 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 la luminaria no es frecuente y sólo se sustituyen las lámparas cuando se funden.

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

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

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

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

donde:

N La.- Número de lámparas

E.- Nivel de iluminación en luxes

S.- Superficie en metros cuadrados

I.- Intesidad luminosa en lúmenes

CU.- Coeficiente de utilización

FC.- Factor de conservación

N Lu.- Número de luminarias

L L.- Lámparas por luminaria.

vi.- Determinar el emplazamiento de las luminarias.- El 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 lumina--- rias. 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 fluorecentes 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 reflección del techo es de 80% y la de las - paredes de 50%, con una buena conservación de luz para las luminarias y superficie de la habitación.

De acuerdo con el orden mencionado para efectuar el - - cálculo de alumbrado analizaremos este ejemplo.

i.- De acuerdo con la tabla de niveles de iluminación reco-- mendados, para una oficina de este tipo nos marca, de - acuerdo con el I.E.S. 1000 luxes y con el S.M.I.I. 600 luxes. Trabajaremos con el valor recomendado por - -- I.E.S. de 1000 luxes.

ii.- Se seleccionan luminarias fluorecentes de 4 x 40 W. de arranque rápido del tipo semi-indirecto y rejilla inferior montados a 0.61 metros por debajo del techo.

iii.- De acuerdo con la tabla de índice del local, para este ca

Fuentes Luminosas

Características de las Lámparas Incandescentes de Alumbrado General para una Tensión de Operación Normal.

Watts	Bulbo	Acabado	Base	Longitud máxima total (mm)	Filamento	Vida normal media (horas)	Flujo luminoso inicial (lúmenes)	Flujo luminoso medio (lúmenes)
25	A–19	Mat. int.	Media	100	C–9	1000	265	— —
40	T–19	Blanco	Media	112	C–9	1350	430	— —
60	T–19	Blanco	Media	112	CC–6	1350	785	— —
75	T–19	Blanco	Media	112	CC–8	1350	1085	— —
100	T–19	Blanco	Media	112	CC–8	1350	1535	— —
50	T–21	Blanco	Media de 3 contac.	150	2CC–6	1350	595	— —
100							1435	— —
150							2030	— —
100	PS–25	Blanco	Mogul de 3 contac.	173	2CC–6	1000	1500	— —
200							3500	— —
300							5000	— —
150	T–21	Blanco	Media	160	CC–6	1350	2360	— —
200	A–25	Blanco Mat. int. Claro	Media	176	CC–6	750	3800	3500
300	PS–30	Mat. int. o Claro	Media	204	C–8	750	6300	5550
500	PS–40		Mogul	247	C–9	1000	10750	9650
750	PS–52		Mogul	332	2CC–8	1000	16700	15[illegible]30
1000	PS–52		Mogul	332	2CC–8	1000	23000	21000
1500	PS–52		Mogul	332	C–7A	1000	33300	27000

Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

Watts	Bulbo	Base	Longitud máxima total (mm.)	(1) Apertura aproximada del haz (grados)	(1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes)	Flujo luminoso inicial total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
Proyectoras (3)								
75	PAR—38	M. Ens. (5)	135	30	465	750	4800	Intensiva
75	PAR—38	M. Ens. (5)	135	60	600	750	1500	Extensiva
150	PAR—38	M. Ens. (5)	135	30	1100	1730	10500	Intensiva
150	PAR—38	M. Ens. (5)	135	60	1350	1730	3400	Extensiva
200	PAR—46	M. Contac.	102	17x23	1200	2350	33000	Estrecha
200	PAR—46	A. Lat. (6)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR—56	Mogul con	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR—56	tacto ame.	127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR—56	final (7)	127	30x60	2100	3720	10000	Ancha
Reflectoras								
30	R—20	Media	100	90	160	210	245	Extensiva
75	R—30	Media	132	50	410	820	1840	Intensiva
75	R—30	Media	132	130	700	820	430	Extensiva
150	R—40	Media	165	40	860	1890	7000	Intensiva
150	(4) R—40	Media	165	110	1600	1890	1300	Extensiva
300	(4) R—40	Media	165	35	1800	3700	13500	Intensiva
300	(4) R—40	Media	165	115	2800	3700	2500	Extensiva
500	(3) R—40	Mogul	184	35	3100	6500	22000	Intensiva
500	(3) R—40	Mogul	184	115	5400	6500	4800	Extensiva
500	R—57	Mogul	305	70	—	7850	—	Estrecha
500	R—52	Mogul	298	120	—	7850	—	Ancha
750	R—57	Mogul	305	70	—	12700	—	Estrecha
750	R—52	Mogul	298	120	—	12700	—	Ancha
1000	R—57	Mogul	305	70	—	17500	—	Estrecha

(1) En la apertura del haz se incluyen todos los rayos de intensidad luminosa de valor superior al 10 por 100 del valor del rayo de intensidad máxima que parte del foco luminoso.

(2) Valor en el cono central de 10° (apertura total) para todas las lámparas, excepto las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo. Para las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo, el cono central es de 5°.

(3) Bulbo de vidrio resistente al calor.

(4) También pueden adquirirse con bulbo de vidrio resistente al calor.

(5) Media roscada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.

(1) Tipo de Lámpara	32 Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes)(3)		Fl Luminoso medio (Lúmenes)(4)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida	Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida
Precalentamiento								
4-W T-5 6"	Miniat. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
6-W T-5 9"	Miniat. Biclav.	0.145	47	110	250	260	195	200
8-W T-5 12"	Miniat. Biclav.	0.170	56	110	380	395	285	300
13-W T-5 21"	Miniat. Biclav.	0.160	95	176	740	765	590	610
14-W T-12 15"	Media Biclav.	0.385	39	110	580	600	475	490
15-W T-8 18"	Media Biclav.	0.300	55	110	760	785	640	665
15-W T-12 18"	Media Biclav.	0.330	46	110	680	705	590	615
20-W T-12 24"	Media Biclav.	0.380	56	110	1080	1120	940	990
25-W T-12 33"	Media Biclav.	0.490	57	110	1650	1700	1430	1470
30-W T-8 36"	Media Biclav.	0.355	98	176	1930	2000	1600	1660
90-W T-17 60"(5)	Mogul Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
Precal.— Arranque Rápido								
40-W T-12 48"(5) (6)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
Arranque Rápido								
30-W T-13 36"	Media Biclav.	0.430	75	250	1900	1970	1670	1730
Alta Emisión(7)								
24" T-12 30-W	Retr. D.C.(11)	0.800	41	225	1500	1550	1270	1310
48" T-12 60-W	Retr. D.C.	0.800	75	256	3850	3950	3160	3340
72" T-12 85-W	Retr. D.C.	0.800	113	395	6100	6300	5150	5320
96" T-12 110-W	Retr. D.C.	0.800	150	465	8500	8800	7180	7440
Muy Alta Emisión (Super Hi)(7) (8)								
48" T-12 110-W	Retr. D.C.	1.500	86	250	6900	—	5800	—
72" T-12 160-W	Retr. D.C.	1.500	128	350	10900	—	9100	—
96" T-12 215-W	Retr. D.C.	1.500	172	470	15000	—	12600	—
Circular(7)								
22-W T-9 8¼" OD	Cuatro Clav.	0.380	60	185	1020	1060	765	795
32-W T-10 12" OD	Cuatro Clav.	0.430	80	205	1750	1830	1450	1500
40-W T-10 16" OD	Cuatro Clav.	0.415	108	205	2450	2530	2070	2120
Arranque Instantáneo(9)								
40-W T-12 48"	Media Biclav.	0.425	104	385	2700	2750	2400	2450
40-W T-17 60"	Mogul Biclav.	0.425	107	385	2700	2750	2430	2480
"Slimline"(10)								
42" T-6 25-W	Monoclavillo.	0.200	150	405	1625	1675	1370	1410
64" T-6 37-W	Monoclavillo.	0.200	233	540	2600	2700	2180	2240
72" T-8 37.5-W	Monoclavillo.	0.200	218	540	2650	2740	2280	2360
96" T-8 50-W	Monoclavillo.	0.200	290	675	3700	3800	3250	3300
48" T-12 38.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	100	385	2600	2700	2320	2410
72" T-12 55-W	Monoclavillo.	0.425	145	475	4100	4200	3670	3760
96" T-12 73.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	197	565	5800	5950	5200	5320

(1) Potencia nominal en watts, designación del bulbo (T indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada), longitud total normal (la lámpara con dos portalámparas normales).

(2) Para un arranque asegurado a 10ºC. o más de temperatura ambiente o valores aplicables a las lámparas de precalentamiento, arranque instantáneo y "Slimline" conectadas a reactancias sencillas o dobles del tipo "Lead-Lag"; a las lámparas de arranque rápido, alta emisión y muy alta emisión conectadas a reactancias dobles del tipo serie; y a las lámparas circulares conectadas a reactancias sencillas del tipo "arranque rápido". Para las lámparas de muy alta emisión los valores son aplicables a un factor de pico de la tensión mínimo, de 1.6.

(3) Medido después de cien horas de servicio a 25ºC, y en condiciones de ensayo especificadas. Los valores aproximados para los otros tonos pueden determinarse multiplicando el flujo luminoso de las lámparas "blanca fría" por los siguientes factores: alta eficacia, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca suave, 0.70; luz día, 0.84; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.06.

(4) Valor aproximado al 40 por 100 de la vida media.

(5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 60 por 100 de la de las lámparas ordinarias.

(6) Valores eléctricos, aplicables únicamente al uso servicio con reactancias de arranque rápido.

(7) Lámparas con funcionamiento basado en el principio del arranque rápido.

(8) El valor de la emisión luminosa (lúmenes) se obtiene con los nuevos modelos de reactancias.

Los valores que se consiguen con las reactancias actuales es aproximadamente el 93 por 100 de los valores citados.

(9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

(10) Las lámparas "Slimline" T-6 y T-8 pueden trabajar de 100 a 300 mA, y las T-12 de 200 a 600 mA.

(11) Abreviaturas de "Retrovisor de doble contacto".

Pérdidas Aproximadas en las Reactancias (1)

Tipo de Lámpara	Tipo de Cebador	110 – 125 Volts			240 – 280 Volts		
		Sencillas	Dobles		Sencillas	Dobles	
			Tipo Serie	Tipo Lead-Lag		Tipo Serie	Tipo Lead Lag
Precalentamiento							
48" T-12 40W (2)	FC–4	10	—	16	10	—	16
60" T-17 90W	FC–65	21	—	30	—	—	40
Arranque rapido	Corriente						
48" T-12 40W (2)	430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
"Slimline"							
48" T-12 38,5W	425 mA	20	32	28	20	28	28
72" T-12 56W	425 mA	22	27	32	22	27	31
96" T-12 73,5W	425 mA	27	27	32	25	27	31
Alta Emisión							
48" T-12 60W	800 mA	85 (3)	145 (3)	—	85 (3)	147 (3)	—
72" T-12 85W	800 mA	118 (3)	205 (3)	—	116 (3)	205 (3)	—
58" T-12 110W	800 mA	138 (3)	245 (3)	—	138 (3)	245 (3)	—
Muy Alta Emisión							
48" T-12 110W	1,5 amps.	145 (3)	260 (3)	—	145 (3)	240 (3)	—
72" T-12 160W	1,5 amps.	235 (3)	360 (3)	—	235 (3)	360 (3)	—
96" T-12 215W	1,5 amps.	235 (3)	460 (3)	—	230 (3)	460 (3)	—

(1) Reactancias de alto factor de potencia
(2) Con lámparas de Precalentamiento-Arranque rápido
(3) Potencia total absorbida por la reactancia, incluido el consumo de las lámparas y el [illegible] de la reactancia

Designación ASA	Antigua Designación Westinghouse	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes a las 100 h.)	(1) Flujo Luminoso Medio (Lúmenes)
100 Watts								
H38-4 GS	C-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Intensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 JM	E-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Extensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 HT	L-H4-LG	BT-25	Clara	28	187	127	3650	2960
H38-4 JA/C	M-H4-LG	BT-25	Blanca Normal	28	187	127	3350	2580
H38-4 JA/W	M-H4/SW-LG	BT-25	Blanca de Alta Emisión	28	187	127.	4000	2840
175 Watts								
H39-22 KB	A-H22-LG	BT-28	Clara	51	211	127	7800	6700
22 KC/C	B-H22-LG	BT-28	Blanca Normal	51	211	127	7500	6350
H39-22 KC/W	B-H22/SW-LG	BT-28	Blanca de Alta Emisión	51	211	127	8050	6500
Watts								
H37-5 KB	C-H5-LG	BT-28	Clara	54	211	127	12000	10200
H37-5 KC/C	D-H5-LG	BT-28	Blanca Normal	54	211	127	11500	9650
H37-5 KC/W	D-H5/SW-LG	BT-28	Blanca de Alta Emisión	54	211	127	12000	10000
H37-5 KC/X	D-H5/X-LG	BT-28	Blanca de Lujo	54	211	127	8600	6950
Watts (2)								
H33-1 CD	E-H1-LG	BT-37	Clara	70	292	177	21500	18900
H33-1 GL/C	J-H1-LG	BT-37	Blanca Normal	70	292	177	2100	18200
H33-1 GL/W	J-H1/SW-LG	BT-37	Blanca de Alta Emisión	70	292	177	24000	19700
H33-1 GL/X	J-H1/X-LG	BT-37	Blanca de Lujo	70	292	177	15000	12700
H33-1 GL/Y	J-H1/Y-LG	BT-37	Amarilla	70	292	177	11500	9550
H33-1 FY	K-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Ancho	—	324	—	18500	16400
H33-1 HC	L-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Medio	—	324	—	17500	15200
H33-1 DN/C	P-H1-LG	R-57	Blanca Normal Semi Reflectora	70	324	217	21000	19000
H33-1 DN/W	P-H1/SW-LG	R-57	Blanca de Alta EmisiónSemi Reflectora	70	324	217	24000	20100
H33-1 DN/X	P-H1/X-LG	R-57	Blanca de Lujo Semi Reflect.	70	324	217	15000	13000
H33-1 L/N	———	R-60	Blanca Normal Haz Abierto	—	276	—	17200	15000
1 FS/C	———	R-60	Blanca de Alta Emisión Haz Abierto	—	276	—	15000	13200
1 FS/X	———	R-60	Blanca de Lujo Alta Emisión	—	276	—	11000	9550
425 Watts								
H40-17 MA	A-H17-LG	BT-37	Clara	89	292	177	21500	18900
17 GL/C	B-H17-LG	BT-37	Blanca Normal	89	292	177	21000	18200
H40-17 GL/W	B-H17/SW-LG	BT-37	Blanca de Alta Emisión	89	292	177	24000	19700
17 DN/C	C-H17-LG	R-57	Blanca Normal Semi Reflectora	89	324	217	21000	19000
17 DN/W	C-H17/SW-LG	R-57	Blanca de Alta EmisiónSemi Reflectora	89	324	217	24000	20100
400 Watts 6.6 Amperes								
H41-24 CD	A-H24-LG	BT-37	Clara	65	292	177	20000	15000
H41-24 GL/C	B-H24-LG	BT-37	Blanca Normal	65	292	177	18500	14100
H41-24 GL/W	B-H24/SW-LG	BT-37	Blanca de Alta Emisión	65	292	177	22000	16000
Watts								
H35-18 NA	A-H18-LG	BT-46	Clara	127	368	241	37000	31800
H35-18 ND/C	B-H18-LG	BT-46	Blanca Normal	127	368	241	30000	25000
H35-18 ND/W	B-H18/SW-LG	BT-46	Blanca de Alta Emisión	127	368	241	41000	35200
1000 Watts								
H34-12 GV	A-H12-LG	BT-56	Clara	127	390	241	55000	44500
H34-12 GV/C	C-H12-LG	BT-56	Blanca Normal	127	390	241	52000	[illegible]
H34-12 GV/W	C-H12-SW-LG	BT-56	Blanca de Alta Emisión	127	390	241	60000	47100
H34-12 GV/X	C-H12/X-LG	BT-56	Blanca de Lujo	127	390	241	40000	33600
H34-12 KY/C	D-H12-LG	BT-56	Blanca Normal Semi Reflectora	127	390	241	53500	42500
H34-12 KY/W	D-H12/SW-LG	BT-56	Blanca de Alta Emisión Semi-Reflectora	127	390	241	57000	44700
H36-15 GV	A-H15-LG	BT-56	Clara	152	390	241	57000	46000
H36-15 GV/C	B-H15-LG	BT-56	Blanca Normal	152	390	241	54000	43000
H36-15 GV/W	B-H15/SW-LG	BT-56	Blanca de Alta Emisión	152	390	241	62000	47100
H36-15 GV/X	B-H15/X-LG	BT-56	Blanca de Lujo	152	390	241	42000	32100
H36-15 KY/C	D-H15-LG	BT-56	Blanca Normal Semi Reflectora	152	390	241	55000	43700
H36-15 KY/W	D-H15/SW-LG	BT-56	Blanca Normal Emisión Semireflectora	152	390	241	59000	46300
H36-15 FB	———	R-80	Blanca Normal Haz Abierto	—	352	—	45500	34100
15 FA/C	———	R-80	Blanca de Alta Emisión Haz Abierto	—	352	—	40000	30000
300 Watts								
H9 X-1	A-H9	T-9 1/2	Clara (De un sólo bulbo)	1220	1398	—	13200	108000

Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económicamente rentable de las lámparas LIFEGUARD es de 12,000 a 10,000 horas, y la de lámparas normales y las de vidrio duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En lugares en que las dimensiones físicas lo permiten, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirlas.

so el valor es: "A". El coeficiente de utilización, de acuerdo con la tabla correspondiente, para un local de 80% de reflectancia del techo y de 50% de las paredes es 0.67 metros.

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

v.- Sustituyendo los valores anteriores en la expresión correspondiente para el cálculo del número de luminarias y de acuerdo con las características de una lámpara fluorescente de 40 watts, la que tiene 2900 lúmenes, obtenemos:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

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

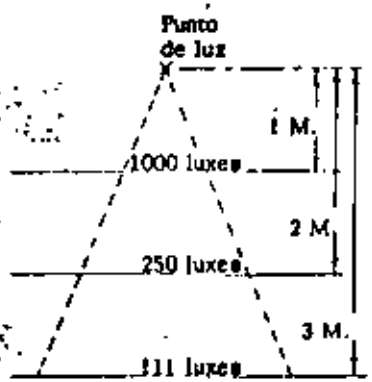
Método de punto por punto.

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:

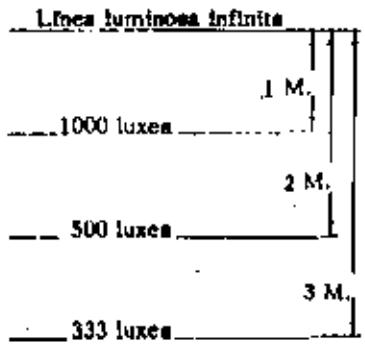
i.- Fuentes puntiformes.- La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandecente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.

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

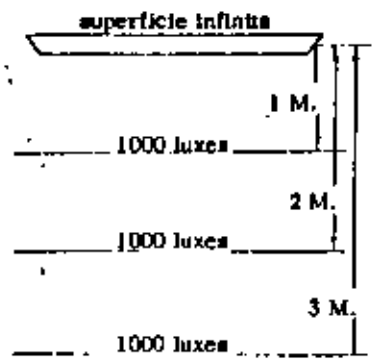
iii.- Fuente superficial de área infinita.- La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios totalmente indirectos se aproxima a esta condición, y dentro de ciertos lím



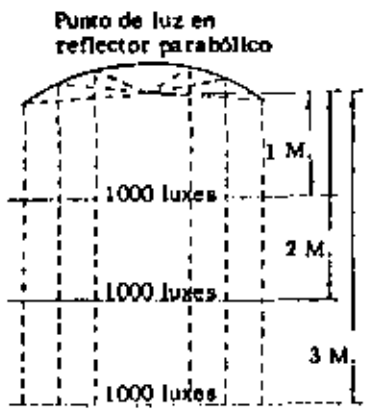
I.- Puentes puntiformes



II.- Puentes lineales de longitud infinita.



III - Puente superficial de área infinita.



IV - Haz paralelo de luz.

tes, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

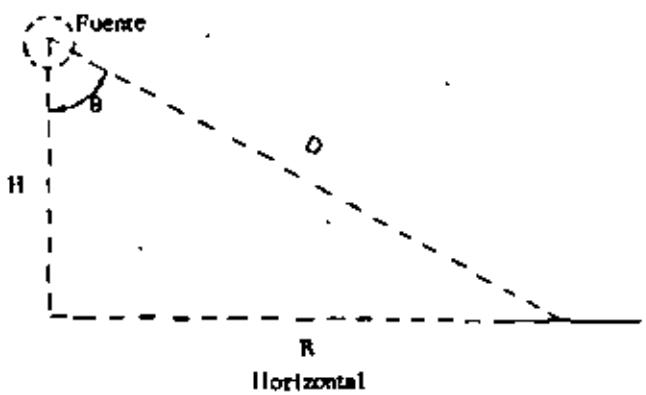
IV.- Haz paralelo de luz.- La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo.- La ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular la iluminación de proyectores, focos concentradores y otras luminarias productoras de haces, más allá de una cierta distancia mínima, determinada por el diámetro y la distancia focal del reflector, y el tamaño de la fuente de luz.

Teóricamente, la ley de la inversa de los cuadrados está basada en una fuente de luz puntiforme que radia uniformemente en todas las direcciones. Así, donde la fuente de luz es grande y extensa, sea una línea de luz o un área de gran superficie, no podrá generalmente usarse el método de punto por punto para calcular la iluminación para distancias normales de trabajo. Se

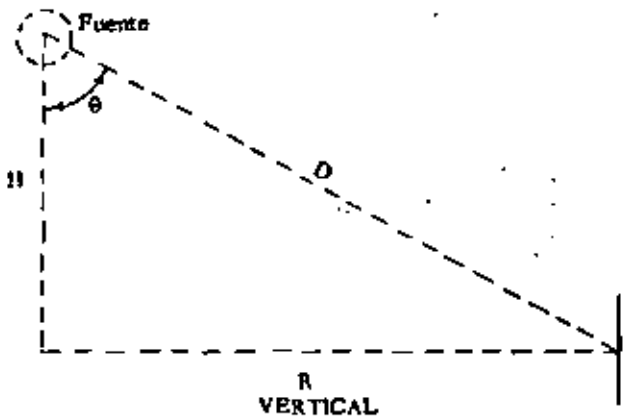
podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud 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:

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



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



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:

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

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:

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

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:

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

ii.- De la curva de distribución luminosa de la fuente de - luz, determinar la intensidad luminosa de la fuente, en la dirección correspondiente al punto de que se trata.

iii.- Multiplicar la intensidad luminosa (candelas) hallada — en el punto 2 por el factor de multiplicación que es la cifra inferior de cada casilla de la tabla, y luego dividir el resultado por la intensidad luminosa (100 o --- 100000 candelas) sobre el que se base la parte de la

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"

Números superiores: 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	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1,20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1,50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1,80	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2,10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2,45	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2,75	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3,05	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3,35	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3,65	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3,95	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4,25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4,55	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4,90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5,20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5,50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5,80	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6,10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros														
6,40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6,70	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7,00	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7,30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7,60	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8,25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9,15	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10,05	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11,00	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12,20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
13,70	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
15,25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
16,75	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
18,30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
21,35	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	LUX POR CADA 100 000 CANDELAS													
24,40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30,50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
38,10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
45,70	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
53,35	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
60,95	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla al revés; la altura de la fuente luminosa se lee sobre la escala de distancias horizontales, etc.

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTIMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)

Numeros superiores: Angulo entre la direccion de la luz y el eje vertical

Numeros inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa direccion.

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	Distancia horizontal al eje de la fuente luminosa, en metros												
	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
	LUX POR CADA 100 CANDELAS													
0.60	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0.90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.80	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2.10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2.45	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2.75	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.05	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.35	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.65	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.95	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4.25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4.55	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4.90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5.20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5.50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5.80	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros														
6.40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.70	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7.30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7.60	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8.25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9.15	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10.05	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12.20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
13.70	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
15.25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
16.75	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
18.30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
21.35	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	LUX POR CADA 100 000 CANDELAS													
24.40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30.50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
38.10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
45.70	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
53.35	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
60.95	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

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 que se ha utilizado.

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

Estas tablas también pueden utilizarse para calcular niveles de iluminación sobre superficies verticales en puntos de un plano que sea normal al plano vertical que incluye a la fuente de luz y al punto. Cuando el punto está sobre una superficie vertical que no es normal al plano vertical que contiene la fuente y al punto, se debe considerar el ángulo adicional.

Ejemplo:

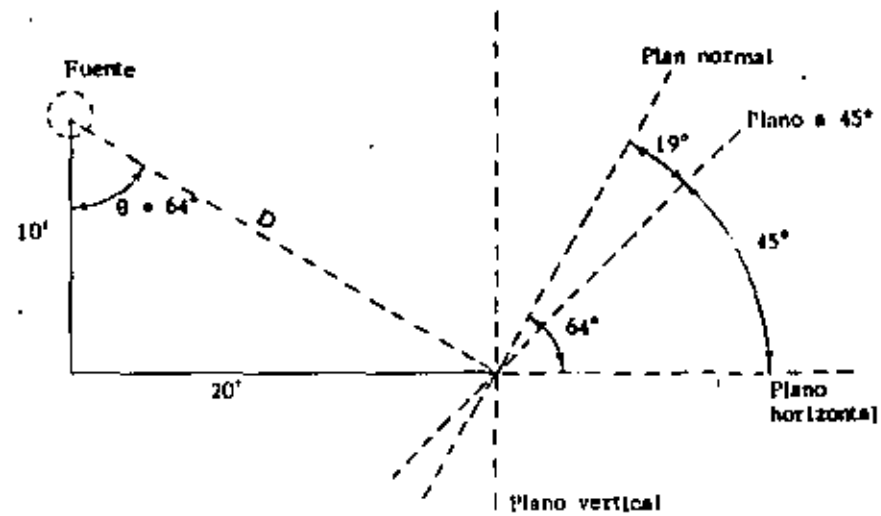
Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuída es de 1000 candelas. Determínese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.



Cálculos:

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

$$\theta = 64°$$

$$E_n = I\theta/d^2 = 1000/500^* = 2 \text{ bujías-pie.}$$

$$E_h = E_n \cos\theta = (2)(\cos 64°) = (2)(.44) = 0.88 \text{ bujías - pie.}$$

$$E_v = E_n \operatorname{sen}\theta = (2)(\operatorname{sen} 64°) = (2)(.90) = 1.8 \text{ bujías - pies.}$$

$$E_{45°} = E_n \cos 19° = (2)(.95) = 1.9 \text{ bujías - pie.}$$

$$^*d^2 = a^2 + b^2 + (20)^2 = 100 + 400 = 500$$

Cargas de alumbrado arquitectónica.

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

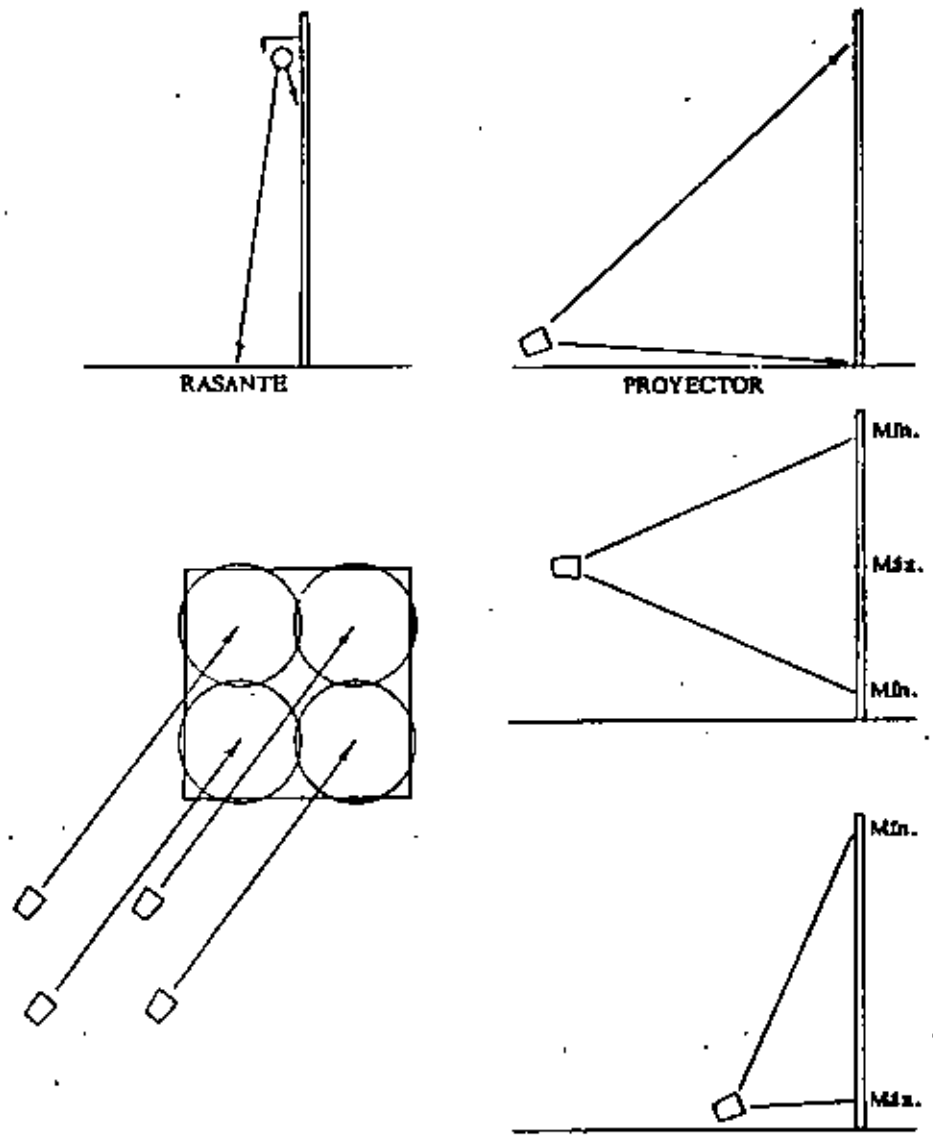
Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

* Con proyectores.
* Rasante.

La carga con proyectores presenta un ángulo de incidencia grande, además de una iluminación uniforme. El problema que se tiene con esta carga es el de su posición con el fin de poderla dejar oculta.

La carga rasante proporciona un ángulo de incidencia pequeño con una iluminación concentrada. Su problema al igual que la anterior es el ocultar la fuente de iluminación.

2.- **Cargas de aparatos.-** Criterio para determinar cargas.



Las cargas de aparatos pueden ser:

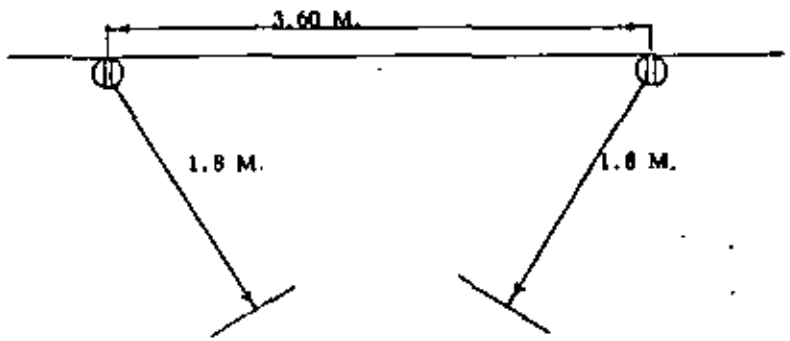
* Definidas
* Indefinidas

Carga definida.- Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

Por lo que corresponde a estas cargas, es importante conocer su capacidad y su localización exacta al desarrollarse el proyecto. - Estas pueden ser fijas o móviles, en el caso de ser fijas se deberá tener un medio de desconexión. Si son móviles deberá instalarse contacto especial para su alimentación.

Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
PLANCHADORA	1600	127
LAVADORA ROPA	1200	127
SECADORA	5000	127-220
PLANCHA	1000	127



$S < 40\ M^2$. 1 contacto / 3 M.

$S > 40\ M^2$: 8 contactos + 3 contactos cada $40\ M^2$

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
CALENTADOR DE AGUA	3000	127-220
CALEFACTOR	1000-2500	127-220
TELEVISOR	300	127
ACONDICIONADOR	1200-2400	127-220
ESTUFA	12000	127-220
HORNO	4500	127-220
PARRILLA	3000-6000	127-220
LAVADORA PLATOS	1200	127
TRITURADOR	300	127
ASADOR	1500	127
CAFETERA	1000	127
REFRIGERADOR	300	127
CONGELADOR	400	127

Carga indefinida.- Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario en una zona determinada. Su uso implica utilizar elementos de conexión, conocidos con el nombre de contactos.

Para su localización no existe una regla fija, pudiéndose situar donde sea posible el uso de un aparato. Debe considerarse el al-

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

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

Escuelas.- Un contacto por cada muro.

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

3.- Cargas de fuerza.- Parámetros necesarios para su determinación.

Las cargas de fuerza son las que corresponden a los motores eléctricos. Están definidas por las características de placa de este dispositivo.

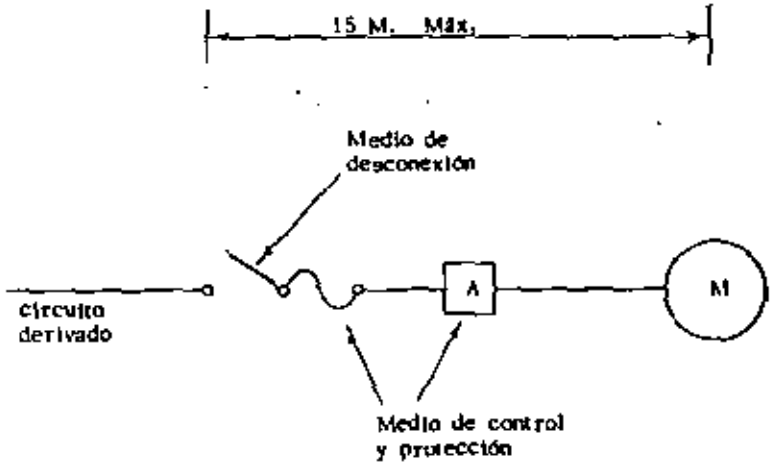
La localización de estas cargas debe 1 ser accesible para su montaje, su servicio y su operación

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.



CIRCUITO ELEMENTAL DE UN MOTOR.

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de M[illegible]ía Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtem[illegible] 06000 [illegible]co, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

QUINTA SESION

ING. CARLOS MARTINEZ GALDERON

CONDUCTORES ELECTRICOS:

Condiciones de diseño

- Caracteristicas de un conductor
- Capacidad permisible
- Cálculo de la Caida de potencial
- Aislamientos
- Resistencia mecánica

Caracteristicas de un conductor eléctrico

Los conductores eléctricos se clasifican en:

a) desnudos
b) aislados para bajo voltaje (hasta 1000 volts)
c) aislados para alto voltaje (arriba de 2500 volts)

El material del elemento conductor es generalmente cobre o aluminio y se construye en forma de alambre o cable.

Cuando los conductores desnudos se utilizan en líneas aéreas, pueden llevar alma de acero para aumentar su resistencia a la tensión.

Los materiales aislantes utilizados son generalmente compuestos termoplásticos, termofijos, elastoméricos o poliméricos.

Construcción

El aislamiento de los conductores para bajo voltaje se construye directamente extruido sobre el elemento conductor y generalmente no lleva ninguna protección exterior.

La construcción de los conductores para alto voltaje es más -- compleja, y generalmente consta de varias capas, listadas de - afuera hacia adentro:

chaqueta exterior
pantalla de cinta de cobre
cinta semiconductora
aislamiento
capa conductora
conductor

Capacidad permisible

La capacidad de corriente de un conductor es el valor de la --

corriente eléctrica, en amperes, que puede conducir sin exceder una temperatura de operación prefijada. El aumento de temperatura está regulado por la pérdida eléctrica (RI^2) en la resistencia del conductor, la cual se incrementa al aumentar la temperatura y por la capacidad de disipación de calor de las capas aislantes y del medio ambiente en que está instalado el conductor.

Especificaciones para Cable de Cobre Duro, Semi–Duro y Suave.

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	No. de Hilos	Area mm²	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amps.	DURO Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	DURO Carga de Ruptura Kilos	SEMI-DURO Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	SEMI-DURO Carga de Ruptura Kilos	SUAVE Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	SUAVE Carga de Ruptura Kilos
1000	B–A	61	506	4595	29.31	1500	0.0361	21798	0.0359	15828	0.0347	13256
1000	AA	37	506	4595	31.32	1500	0.0361	19850	0.0359	15020	0.0347	13180
900	B–A	61	456	4135	27.21	1270	0.0401	19731	0.0399	14370	0.0385	12030
900	AA	37	456	4135	28.02	1270	0.0401	19226	0.0399	14183	0.0385	11856
800	B–A	61	405	3676	26.22	1130	0.0451	17605	0.0449	12812	0.0434	10866
800	AA	37	405	3676	26.82	1130	0.0451	16930	0.0449	12568	0.0434	10546
750	B–A	61	380	3448	25.30	1090	0.0481	15693	0.0479	12021	0.0463	9942
750	AA	37	380	3448	25.27	1040	0.0481	15150	0.0479	11807	0.0463	9879
700	B–A	61	354.2	3216	24.52	1010	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.49	1040	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9276
650	B–A	61	329.1	2988	23.63	990	0.0555	13700	0.0552	10511	0.0534	8600
650	AA	37	329.1	2988	23.60	950	0.0555	13213	0.0552	10353	0.0534	8539
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10725	0.0578	8040
600	A–AA	37	304.0	2757	22.63	940	0.0602	12256	0.0598	10553	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	895	0.0656	11701	0.0650	[illegible]	0.0631	7234
550	A–AA	37	278.6	2528	20.65	895	0.0656	11204	0.0650	[illegible]	0.0631	7019
500	B–A	37	253.2	2299	20.70	840	0.0721	10213	0.0715	[illegible]	0.0694	6091
500	AA	19	253.2	2299	20.60	840	0.0721	9957	0.0715	[illegible]	0.0694	6001
450	B–A	37	226.0	2063	19.61	730	0.0802	9276	0.0798	[illegible]	0.0771	5393
450	AA	19	226.0	2063	19.59	780	0.0802	8959	0.0798	[illegible]	0.0771	5093
400		37	202.8	1859	18.49	730	0.0902	8310		[illegible]	0.0868	5271
400	A–AA	19	202.8	1858	18.44	730	0.0902	8079	0.0898	[illegible]	0.0868	5271
350	B	37	177.2	1609	17.30	670	0.103	7285	0.103	[illegible]	0.0991	4700
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	[illegible]	0.0991	[illegible]
350	AA	12	177.2	1609	18.03	670	0.103	6868	0.103	[illegible]	0.0991	4013
300	B	37	152.0	1379	16.00	610	0.120	6291	0.120	[illegible]	0.115	4115
300	A	19	152.0	1379	15.96	610	0.120	6198	0.120	[illegible]	0.115	3964
300	AA	12	152.0	1379	16.69	610	0.120	5974	0.120	[illegible]	0.115	3964
250	B	37	126.6	1149	14.60	540	0.144	5244	0.144	[illegible]	0.139	3479
250	A	19	126.6	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	[illegible]	0.139	3405
250	AA	12	126.6	1149	15.24	540	0.144	5049	0.144	[illegible]	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	[illegible]	0.164	2980
4/0	A–AA	7	107.2	972.2	13.26	480	0.170	4152	0.170	[illegible]	0.164	2789
3/0	B	19	85.0	771.3	11.91	420	0.214	3402	0.214	[illegible]	0.207	2301
3/0	A–AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	[illegible]	0.207	2212
2/0	B	19	67.43	611.4	10.64	360	0.270	2791	0.270	[illegible]	0.261	1825
2/0	A–AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2688	0.270	[illegible]	0.261	1755
1/0	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2222	0.340	[illegible]	0.329	1447
1/0	A–AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	[illegible]	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.56	270	0.429	1756	0.429	[illegible]	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.50	270	0.429	1725	0.429	[illegible]	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.11	270	0.424	1642	0.424	[illegible]	0.414	1148
2	B–A	7	33.62	304.0	7.62	230	0.540	1381	0.540	[illegible]	0.522	910
2	AA	3	33.62	304.0	8.13	240	0.540	1321	0.540	[illegible]	0.522	875
3	B–A	7	26.67	240.7	6.90	200	0.682	1104	0.682	[illegible]	0.657	722
3	AA	3	26.67	240.7	7.26	200	0.682	1070	0.682	[illegible]	0.657	722
4	B–A	7	21.15	190.8	5.80	180	0.860	879	0.860	[illegible]	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.860	852	0.860	[illegible]	0.825	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	150	1.860	681	1.85	[illegible]	1.78	454
6	B	7	13.30	119.9	4.67	135	1.310	560	1.31	[illegible]	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	442	1.73	[illegible]	1.67	280
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.160	353	2.18	[illegible]	2.10	226
9	B	7	6.76	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10	B	7	5.26	47.73	2.95	65	3.460	223	3.46	[illegible]	3.34	142

Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 25°C Temperatura Ambiente, 0.5 factor de emisión (cobre opaco), y un viento de 0.6 mts./seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

Conductores Desnudos de Cobre 5

Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta ó baja tensión, en buses de subestaciones y sistemas de tierra.

Especificaciones para Alambre Desnudo Duro, Semi–Duro y Suave

Calibre AWG	DIAMETRO NOMINAL mms	DIAMETRO NOMINAL pulgs.	SECCION TRANSVERSAL mms. cuadrados	SECCION TRANSVERSAL mils. circulares	Peso en Kilos por km.	DURO Resistencia en OHMS por Km. a 20°C y CC	DURO Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	SEMI–DURO Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	SEMI–DURO Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	SUAVE Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	SUAVE Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínim
0/0	11.684	.4600	107.20	211,600	953.0	.16552	3693.665	.16467	3106.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167,800	756.0	.20870	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.266	.3648	67.43	133,100	599.0	.26317	2502.418	.36182	2086.106	.25568	1700.897
1/0	8.251	.3249	53.48	105,500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83,690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.686	.40851	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66,370	299.0	.53310	1362.169	.53063	1111.320	.51252	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52,640	237.1	.67227	1106.330	.66866	896.942	.64635	694.008
4	5.189	.2043	21.15	41,740	188.0	.84781	893.592	.84321	716.602	.81532	550.210
5	4.621	.1819	16.77	33,100	149.0	1.0689	721.677	1.0633	573.350	1.0279	436.317
6	4.116	.1620	13.30	26,250	118.0	1.3478	580.608	1.3400	458.136	1.2903	346.051
7	3.665	.1443	10.55	20,820	93.8	1.6998	467.208	1.6919	365.873	1.6345	274.420
8	3.264	.1285	8.366	16,510	74.4	2.1434	374.673	2.1325	292.073	2.0611	217.637
9	2.905	.1144	6.634	13,090	59.0	2.7028	299.920	2.6837	233.241	2.5988	172.595
10	2.588	.1019	5.261	10,380	46.8	3.4080	240.045	3.3892	186.157	3.2773	139.430
11	2.305	.09074	4.172	8,234	37.1	4.2981	191.827	4.2751	148.599	4.1310	112.496
	2.053	.08081	3.309	6.530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2102	89.58
	1.828	.07196	2.624	5,178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	.06408	2.081	4,107	18.5	8.6159	96.844	8.5732	75.569	8.2845	56.337
15	1.450	.05707	1.650	3.257	14.7	10.8666	77.021	10.8102	60.328	10.4467	44.670
16	1.291	.05082	1.309	2,583	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.172	13.1764	35.426
17	1.150	.04526	1.038	2,048	9.23	17.2777	48.762	17.1891	38.424	16.6149	28.091
18	1.024	.04030	.8231	1,624	7.32	21.7858	38.769	21.6742	30.667	20.9491	22.280
19	.9116	.03589	.6527	1,288	5.80	27.4718	30.840	27.3307		26.4102	17.667
20	.8118	.03196	.5176	1,022	4.60	34.6473	24.530	34.4505		33.3521	14.011
21	.7229	.02846	.4105	810.1	3.65	43.6701	19.4385	43.4404		41.9968	11.1132
22	.6438	.02535	.3255	642.4	2.89	55.0870	15.5403	54.7923		52.0553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978		66.8011	6.9899
24	.5106	.02010	.2047	404.0	1.82	87.5698	9.6295	87.1433		84.2232	5.7561
25	.4547	.01790	.1624	320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806		106.2069	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	254.1	1.14	139.2456	6.2279	138.5238		133.8980	3.6240
27	.3606	.01420	.1021	201.5	.908	175.5991	4.9533	174.6804		168.8730	2.8775
28	.3211	.01264	.08099	159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863		212.9369	2.2775
29	.2859	.01126	.06422	126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694		268.5473	1.8097
30	.2546	.01025	.05093	100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108		338.5992	1.4320
31	.2266	.008928	.04039	79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6726		426.8581	1.1358
32	.2019	.007950	.03203	63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138		538.4121	.9008
33	.1798	.007080	.02540	50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621		678.0389	.71442
34	.1601	.006305	.02014	39.75	.179	890.1353	0.99973	885.5419		1079.4190	.56654

Carga de ruptura:– La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves o recocidos.

NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.

Características Eléctricas

Alambre y Cable de Cobre Duro 97.5% Conductividad IACS Unidades Métricas

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Ohmica por Conductor* por Kilómetro				Radio Geométrico Medio	Reactancia pc: Conductor por Km. 60 cps 305 mm. de separación §
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20ºC	50ºC	20ºC	50ºC		Inductiva X_1
AWG o MCM		ohms	ohms	ohms	ohms	mm.	ohms
Sólido							
10	1	3.361	3.7424	3.361	3.7424	1.0089	0.4308
8	1	2.114	2.3612	2.114	2.3612	1.2710	0.4132
6	1	1.330	1.4851	1.330	1.4851	1.6032	0.3957
4	1	0.8363	0.9339	0.8363	0.9339	2.0208	0.3782
3	1	0.6629	0.7407	0.6629	0.7407	2.2708	0.3694
2	1	0.5261	0.5872	0.5261	0.5884	2.5481	0.3610
1	1	0.4169	0.4642	0.4171	0.4645	2.8621	0.3520
1/0	1	0.3307	0.3682	0.3310	0.3686	3.2126	0.3433
2/0	1	0.2634	0.2923	0.2639	0.2929	3.6088	0.3345
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2086	0.2325	4.0508	0.3258
4/0	1	0.1649	0.1838	0.1656	0.1847	4.5507	0.3170
Cableado							
4	7	0.8524	0.9492	0.8524	0.9492	2.1397	0.3739
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1885	0.3722
3	7	0.6760	0.7556	0.6766	0.7562	2.3957	0.3654
3	3	0.6698	0.7481	0.6698	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5362	0.5990	0.5362	0.5996	2.6914	0.3566
2	3	0.5310	0.5934	0.5312	0.5947	2.7554	0.3548
1	7	0.4253	0.4753	0.4256	0.4760	3.0236	0.3479
1	3	0.4211	0.4704	0.4214	0.4705	3.1090	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3781	0.3377	0.3765	3.5662	0.3354
1/0	12	0.3374	0.3781	0.3377	0.3765	3.7795	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3766	0.3377	0.3766	3.3833	0.3393
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2367	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	3.8100	0.3304
3/0	12	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.7549	0.3137
3/0	7	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.2672	0.3219
4/0	19	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.0907	0.3080
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.3340	0.3050
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8158	0.3127
250	19	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.5169	0.3025
250	12	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0350	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3398	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.5227	0.2899
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.8580	0.2861
400	19	0.08897	0.09942	0.09028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.5286	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.4066	0.2803
500	37	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.9248	0.2752
500	19	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.8029	0.2763
550	37	0.06474	0.07214	0.06648	0.07413	8.3210	0.2715
600	37	0.06932	0.06624	0.06126	0.06804	8.6868	0.2683
650	37	0.05476	0.06104	0.05686	0.06333	9.0526	0.2651
700	61	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.4489	0.2619
700	37	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.3878	0.2624
750	61	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7841	0.2593
750	37	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7231	0.2597
800	61	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0194	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0279	0.2574
850	37	0.04188	0.04668	0.04456	0.04967	10.3632	0.2550
900	61	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.7290	0.2523
900	37	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.6375	0.2530
1000	61	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.3031	0.2484
1000	37	0.03595	0.03968	0.03869	0.04313	11.2166	0.2490
1250	61	0.02928	0.03263	0.03226	0.03596	12.6187	0.2401
1500	61	0.02439	0.02719	0.02786	0.03106	13.8379	0.2332
1750	91	0.02091	0.02331	0.02478	0.02762	14.9562	0.2271
2000	91	0.01830	0.02039	0.02256	0.02515	16.0326	0.2220

* Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 97.5% IACS incrementados en un 2% por cableado, excepto en los cables de 3 hilos en los cuales el incremento es de 1%.

Estos datos son aproximados y estan su[illegible] a tolerancias normales de manufactura

§ La reactancia inductiva fué calculada para una distancia equivalente a 305 milímetros.

TABLA I

CABLES DE ALUMINIO (AAC)

Código Mundial	Calibre AWG — CM	Calibre mm²	Calibre Equiv. en Cobre	Cableado Número de Alambres y Diámetro	Diámetro Total mm	Tensión de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C 60 Ohms/Km	Peso Kg/Km	Amperes *
Peachbell	6	13.287	8	7 x 1.554	4.673	252	2.2211	36.4	100
Rose	4	21.156	6	7 x 1.960	5.892	397	1.3949	58.0	140
Iris	2	33.604	4	7 x 2.473	7.416	606	0.87823	92.7	180
Pansy	1	42.376	3	7 x 2.776	8.331	737	0.69653	116.2	200
Poppy	1/0	53.470	2	7 x 3.119	9.347	894	0.55193	146.6	230
Aster	2/0	67.402	1	7 x 3.502	10.515	1125	0.43786	184.8	270
Phlox	3/0	85.011	1/0	7 x 3.931	11.785	1363	0.34716	233.1	300
Oxlip	4/0	107.199	2/0	7 x 4.417	13.258	1719	0.27532	293.9	340
Sneezewort	250.000	126.678	157.200	7 x 4.800	14.401	2037	0.23298	347.3	450
Valerian	250.000	126.678	157.200	19 x 2.913	14.579	2045	0.23298	347.3	450
Daisy	266.800	135.127	3/0	7 x 4.960	14.884	2165	0.21841	370.5	460
Laurel	266.800	135.127	3/0	19 x 3.009	15.062	2177	0.21841	370.5	460
Peony	300.000	151.962	188.700	19 x 3.197	15.976	2404	0.19420	416.7	490
Tulip	336.000	170.409	4/0	19 x 3.380	16.916	2694	0.17319	467.3	530
Daffodil	350.000	177.310	220.000	19 x 3.446	17.246	2803	0.16644	486.3	545
Canna	397.500	201.369	250.000	19 x 3.675	18.389	3120	0.14656	551.3	590
Goldenrod	450.000	227.943	283.000	19 x 3.909	19.558	3460	0.12947	625.1	640
Cosmos	477.000	241.617	300.000	19 x 4.023	20.142	3669	0.12214	662.7	670
Syringa	477.000	241.617	300.000	37 x 2.882	20.193	3900	0.12214	662.7	670
Zinnia	500.000	253.291	314.000	19 x 4.119	20.599	3846	0.11651	694.7	690
Hyacinth	500.000	253.291	314.000	37 x 2.951	20.650	4086	0.11651	694.7	690
Dahlia	556.500	281.929	350.000	19 x 4.345	21.742	4282	0.10468	773.1	730
Mistletoe	556.500	281.929	350.000	37 x 3.114	21.793	4458	0.10468	773.1	730
Meadowsweet	600.000	303.924	377.000	37 x 3.233	22.631	4808	0.09710	833.5	750
Orchid	636.000	322.177	400.000	37 x 3.329	23.317	5098	0.09160	883.5	780
Heuchera	650.000	329.272	409.000	37 x 3.365	23.571	5211	0.08967	903.0	800
Verbena	700.000	354.621	440.000	37 x 3.493	24.460	5611	0.08322	972.5	830
Flag	700.000	354.621	440.000	61 x 2.770	24.485	5833	0.08322	972.5	830
Violet	715.500	362.490	450.000	37 x 3.533	24.739	5733	0.08141	994	840
Nasturtium	715.500	362.490	450.000	61 x 2.750	24.765	5964	0.08141	994	840
Petunia	750.000	379.905	472.000	37 x 3.616	25.323	5892	0.07768	1042	870
Cattail	750.000	379.905	472.000	61 x 2.816	25.349	6128	0.07768	1042	870
Arbutus	795.000	402.738	500.000	37 x 3.723	26.060	6246	0.07328	1104	900
Lilac	795.000	402.738	500.000	61 x 2.900	26.111	6500	0.07328	1104	900
Cockscomb	900.000	455.950	566.000	37 x 3.962	27.736	6926	0.06472	1250	970
Snapdragon	900.000	455.950	566.000	61 x 3.086	27.787	7212	0.06472	1250	970
Magnolia	954.000	483.298	600.000	37 x 4.079	28.549	7339	0.06106	1325	1010
Goldenrod	954.000	483.298	600.000	61 x 3.177	28.600	7647	0.06106	1325	1010
Hawkweed	1'000.000	506.586	629.000	37 x 4.175	29.235	7693	0.05825	1389	1040
Camellia	1'000.000	506.586	629.000	61 x 3.251	29.260	8051	0.05825	1389	1040
Bluebell	1'033.500	523.546	650.000	37 x 4.246	29.718	7951	0.05637	1435	1060
Larkspur	1'033.500	523.546	650.000	61 x 3.307	29.768	8282	0.05637	1435	1060
Marigold	1'113.000	563.794	700.000	61 x 3.431	30.886	8917	0.05234	1546	1100
Hawthorn	1'192.500	604.107	750.000	61 x 3.550	31.953	9525	0.04885	1656	1160
Narcissus	1'272.000	644.355	800.000	61 x 3.667	33.020	9979	0.04580	1765	1200
Columbine	1'351.500	684.990	850.000	61 x 3.782	34.036	10614	0.04308	1878	1250
Carnation	1'431.000	724.980	900.000	61 x 3.891	35.026	11022	0.04070	1987	1300
Gladiolus	1'510.500	764.970	950.000	61 x 3.997	35.991	11617	0.03857	2098	1340
Coreopsis	1'590.000	805.605	1'000.000	61 x 4.102	36.931	12247	0.03663	2209	1380
Jessamine	1'750.000	886.230	1'101.000	61 x 4.307	38.735	13471	0.03330	2431	
Cowslip	2'000.000	1'012.650	1'260.000	91 x 3.764	41.402	15694	0.02914	2776	1550
Sagebrush	2'250.000	1'139.070	1'415.000	91 x 3.992	43.916	17282	0.02590	3156	1650
Lupine	2'500.000	1'265.490	1'570.000	91 x 4.208	46.304	19232	0.02332	3504	1770
Bitterroot	2'750.000	1'391.910	1'730.000	91 x 4.414	48.564	21137	0.02120	3858	1900
Trillium	3'000.000	1'515.750	1'890.000	127 x 3.903	50.698	23042	0.01947	4198	1970
Bluebonnet	3'500.000	1'773.105	2'200.000	127 x 4.216	54.813	26943	0.01664	4958	2050

* Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 30°C temperatura ambiente y un viento de 0.6 m/seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

Cálculo de la caída de potencial

Para circuitos trifásicos balanceados:

$$V_R = R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

V_R = Caída de potencial en la resistencia del conductor.

R_k = Resistencia de un conductor en ohms por kilómetro, a la temperatura de operación.

L = Longitud del circuito en metros.

I = Corriente en amperes

V = Voltaje entre líneas del sistema

$$\text{En por ciento } \% V_R = \frac{R_k \times L/1000 \times I}{V/\sqrt{3}} \times 100 = 0.1732 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Para circuitos monofásicos

$$V_R = 2 R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

$$\text{En por ciento } \% V_R = \frac{2 R_k \times L/1000 \times I}{V} \times 100 = 0.2 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Existen tablas y gráficas que simplifican el cálculo de la caída de potencial

Aislamientos

En conductores para bajo voltaje se utilizan generalmente aislamientos de cloruro de polivinilo (PVC), de polietileno negro PE y polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE)

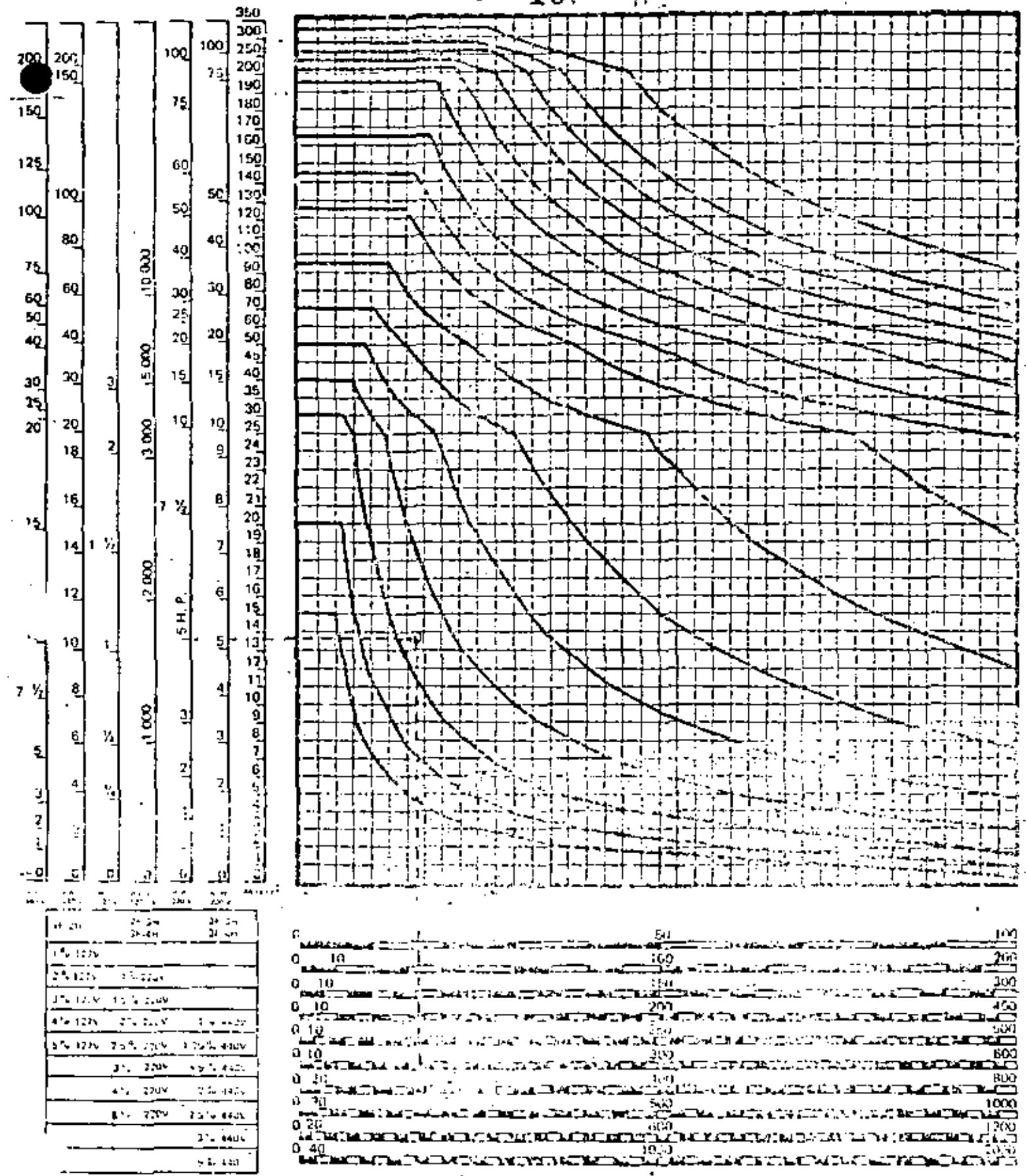
En conductores para alto voltaje se utilizan aislamientos a base de polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE) y a base de hule etileno-propileno (EPR).

El forro o chaqueta exterior generalmente es de PVC y en algunos casos se utiliza polietileno negro PE.

Resistencia mecánica

La carga mecánica o esfuerzo a la tensión a que son sometidos los conductores eléctricos al instalarlos (principalmente en tuberías conduit o en líneas aéreas), no debe exceder a un tercio del valor de tensión a la ruptura nominal del mismo. Estos valores se indican en las tablas de características de los conductores, anexas.

Gráfica para el Calibre de Conductores por Caída de Tensión



Ejemplo:

Para el cálculo del calibre de un conductor de una línea de 100 metros, que alimentará a un motor de 5 H.P. a 220 Volts, 3 Fases, con un 3 % en pérdida de voltaje; se localizará en la columna correspondiente a H.P. y 220 Volts el valor de E, y en el cuadro correspondiente a 3 Fases, 3 % y 220 Volts, se localizará la longitud de la línea de 100 metros. Se trazan las coordenadas y su punto de intersección se encontrará dentro del área que corresponde al calibre 8 AWG, que será el adecuado para estas necesidades.

Conductores Aislados para Baja Tensión

Definición

Se puede considerar como conductor para baja tensión a todo aquel que tenga un aislamiento que le permita operar en voltajes de 0 a 1000 volts en condiciones apropiadas de seguridad.

Clasificación

Los conductores forrados se clasifican según las propiedades del aislamiento, de acuerdo con las tablas siguientes.

Carasterísticas de Conductores

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Hule resistente al calor	RH RHH	75 90	Hule resistente al calor.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor.	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad.	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama.	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad.	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos

continúa

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C.	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
(8) Cables Control	B (600V)		Policloruro de Vinilo	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Circuitos de Señalización y control.
			Polietileno		
			Polietileno Vulcanizado.		
			Estireno — Butadieno.		
			Butilo		
			Etileno — Propileno.		
	C (1000V)		Polietileno	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	
			Polietileno Vulcanizado		
			Butilo.		
			Etileno — Propileno.		
Cable Control y Potencia.	NYY NYCY	75°C	Policloruro de Vinilo	No metálica resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Señalizacion, Control y Potencia.
Polietileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor.	XHHW	75	Polietileno vulcanizado.	Ninguna	Locales húmedos y directamente enterrados.
		90			Locales secos.
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, para máquinas herramientas.	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama.	Ninguna o Nylon	Locales húmedos y alumbrado en máquinas herramientas.
		90			Locales secos, alambrado en máquinas herramientas.
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto.	No metálica retardadora de la flama.	Alambrado de tableros de distribución solamente.
oplástico y malla de	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama.	Solo alambrado de tableros.
Sintético resistente al calor.	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Sólo alambrado de tableros.

continúa

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Aislante mineral cubierta metálica.	MI	85	Oxido de Magnesio.	Cobre	Locales húmedos y secos con ajustes terminales del tipo O.
		250			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales.
Silicón Asbesto	SA	90	Hule Silicón	Asbesto o vidrio	Locales secos.
		125			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales.
Etileno Propileno	EP	90	Etileno Propileno	No metálica resistente a la humedad y al calor y retardadora de la flama.	Locales húmedos, secos y directamente enterrados
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos.
	FEPB	200	Etileno Propileno Fluorinado	Malla de vidrio o malla de asbesto.	Aplicaciones especiales en locales secos
Cambray Barnizado	V	85	Asbesto y Cambray Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de Plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambray Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambray Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alambrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente, instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas con permiso especial

Capacidad de Conducción de Cor[illegible]e en Conductores de Cobre Aislados

[illegible]nas de tres conductores instalados en conduit o directamente ent[illegible]os o un conductor de aire (Basados en temperatura ambiente de 30° C).

Sección nominal en mm²	Calibre AWG MCM	60°C Tipos RUW, T, TW, UF, UF, MTW		75°C Tipos RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW, MTW		85°C Tipos PILC, V, MI		90°C Tipos TA, TBS, SA, SVB, SIS, FEP, FEPB, EP, RHH, THHN, MTW, XHHW, NMC		110°C Tipos AVA, AVL		125°C Tipos AI, AIA		200°C Tipos A, AA, FEPB	
		En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire
2.08	14	15	20	15	20	25	30	25	30	30	40	30	40	30	45
3.31	12	20	25	20	25	30	40	30	40	35	50	40	50	40	55
5.26	10	30	40	30	40	40	55	40	55	45	65	50	70	55	75
8.37	8	40	55	45	65	50	70	50	70	60	85	65	90	70	100
13.30	6	55	80	65	95	70	100	70	100	80	120	85	125	95	135
21.15	4	70	105	85	125	90	135	90	135	105	160	115	170	120	180
26.67	3	80	120	100	145	105	155	105	155	120	180	130	195	145	210
33.62	2	95	145	115	170	120	180	120	180	135	210	145	225	165	240
42.41	1	110	165	130	195	140	210	140	210	160	245	170	265	190	280
53.49	0	125	195	150	220	155	245	155	245	190	285	200	305	225	325
67.43	00	145	225	175	265	185	285	185	285	215	330	230	355	250	370
85.01	000	165	260	200	310	210	330	210	330	245	385	265	410	285	430
107.20	0000	195	300	230	360	235	385	235	385	275	445	310	475	340	510
127	250	215	340	255	405	270	425	270	425	315	495	335	530	—	—
152	300	240	375	285	445	300	480	300	480	345	555	383	595	—	—
177	350	260	420	310	505	325	530	325	530	390	610	420	655	—	—
203	400	280	455	335	545	360	575	360	575	420	665	460	710	—	—
253	500	320	515	380	620	405	660	405	660	470	765	500	810	—	—
304	600	255	575	420	680	455	740	455	740	525	855	575	930	—	—
355	700	385	610	460	755	490	815	490	815	560	930	590	1010	—	—
380	750	400	655	475	780	510	845	500	845	585	990	620	1020	—	—
405	800	410	690	490	[illegible]	515	880	515	880	601	1020	[illegible]	1080	—	—
456	900	435	730	525	870	555	940	555	940	—	—	—	—	—	—
507	1000	455	780	545	945	585	1000	585	1000	680	1165	730	1240	—	—

Ver notas en la página siguiente

	Butilo	Polietileno Clorosulfonado	Etileno Propileno	Neoprene	Hule Natural	Poliuretano	Silicon
Resistividad Ohm/cm	10^{17}	10^{14}	$10^{15} - 10^{17}$	10^{11}	$10^{15} - 10^{17}$	$10^{11} - 10^{14}$	$10^{11} - 10^{17}$
Rigidez dieléctrica	600	500	900	150–600		350–525	100–653
Constante dieléctrica 1000 hz	2.1–2.4	7–10	3.17–3.34	9.0	2.3–3.0	5–8	3.0–3.5
Factor de potencia 1000 hz	0.0030	0.03–0.07	0.0066–0.0079	0.03	0.0023–0.0030	0.16–0.9	0.001–0.010
Resistencia a la tracción Kg/cm²	175–211	175	35	211–283	175–211	175–283	29
Elongación %	400–800	700	200–400	800–900	750–850	200–600	200–800
Densidad	0.91	1.12–1.28	0.86	1.23–1.25	0.92–0.96	1.05–1.16	0.97
Temperatura de fragilidad °C	−60	−60	−70	−55	−60	−50/−65	−65/−125
Máxima temperatura de servicio °C	150	150	180	105	150	85/150	260
Resistente a:							
oxidación	B – E	E	E	E	B	E	E
ozono	E	E	E	E	P–R	E	E
desgarre	B	E	R–B	B	MB	E	R–B
abrasión	B	E	B–E	E	E	E	P–B
radiación	P	R–B	–	P	R	B–C	R–E
ácidos diluidos	E	E	E	E	R–B	R	E
ácidos concentrados	E	MB	E	B	R–B	P	R
hidrocarburos alifáticos	P	B	P	B	P	E	P
hidrocarburos aromáticos	P	R	P	R	P	R–B	P
hidrocarburos clorinados	P	P	P	M	M	R–B	M
aceites y gasolina	M	B	P	B	M	E	P–B
Aceite animal y vegetal	E	B	B–E	B	P	E	E
Absorción de agua	E	B	E	B	E	B	E
Envejecimiento solar	M	[illegible]	E	MB	P	B	E
Envejecimiento por							
Temperatura (212° F)	B	E	E	B	B	B	E
Flama	P	B	P	B	P	P–B	R–E
Ácidos	M	[illegible]	MB	B	R–B	P–R	P–B

E = Excelente, MB = Muy bueno, B = Bueno, R = Regular, P = Pobre, M = Malo.

Espesores de Aislamiento para Cables de Alta Tensión

Aislados con:

Etileno Propileno (EP), según Norma No. S–68–516 Polietileno Natural (Pe), según Norma IPCEA No. S–61–402
Polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLP), según Norma S–66–524

Voltaje volts	Calibre AWG–MCM	Espesor de aislamiento				Prueba de corriente alterna	
		N/T		N/A		N/T	N/A
		mills	mm	mills	mm	KV	KV
2001 – 5000	8–1000	90	2.29	90	2.29	13	13
5001 – 8000	6–1000	115	2.92	140	3.56	18	22
8001 – 15000	2–1000	175	4.45			27	
	1–1000			215	5.46		33
15001 – 25000	1–1000	260	6.60	345	8.76	38	49
25001 – 28000	1–1000	280	7.11			42	
28001 – 35000	1/0–1000	345	8.76			49	

c) Pantalla Electrostática: La función principal de la pantalla electrostática es la de confinar el campo eléctrico al interior del aislamiento, evitando con esto gradientes de potencial peligrosos en la superficie de los cables.

La pantalla electrostática de los cables con aislamiento sólido, está formado por dos elementos: Elemento Semiconductor, que puede ser una cinta de material textil impregnada en negro de humo ó compuesto del mismo aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo semiconductor. Elemento Conductor, formado por una cinta de cobre desnuda o estañada aplicada helicoidalmente sobre el aislamiento, cubriéndolo completamente, ó una espiral abierta formada por alambres de cobre desnudo o estañado.

En los cables aislados con papel y aceite no migrante, la pantalla la forma la chaqueta exterior de plomo.

En los cables aislados con papel y gas ó aceite en tuberías de acero a presión, la pantalla está formada por una cinta de material conductor (cobre ó aluminio) aplicada en el exterior de cada uno de los conductores, en forma de una espiral abierta.

d) Armaduras: Existen varios tipos de armaduras para proteger a los cables de daños mecánicos. Armadura con flejes de acero, se utilizan dos flejes de acero aplicados en espiral abierta y uno cubre los espacios libres dejados el otro y se utiliza principalmente en cables que van a ser enterrados directamente. Armadura con hilos de acero, se utiliza hilos de acero aplicados en espiral con un paso muy largo sobre el cable, cubriéndolo completamente.

e) Cubierta Protectora: Los cables con aislamiento sólido, utilizan cubiertas protectoras compatibles con los aislamientos (mismos coeficientes de dilatación, temperatura de operación, etc.) y éstas pueden ser de Cloruro de Polivinilo (PVC), polietileno alta densidad y neopreno.

En algunas ocasiones los cables armados se protegen de la corrosión por medio de cubierta termoplástica. Las cubiertas de yute asfaltado, se utilizan para proteger los conductores al ser instalados ya sean armados ó de papel y plomo (solid type).

TEORIA DE LOS CABLES DE ALTA TENSION

Introducción:

Los cables de Alta Tensión los desglosaremos en cada uno de sus elementos indicando sus características y funciones.

El aprendizaje de la anatomía de un cable aislado para alta tensión ayudará para comprender el porqué de los diferentes componentes de los Empalmes y Terminales.

1. Partes de un conductor y sus funciones:

CABLES DE ALTA TENSION

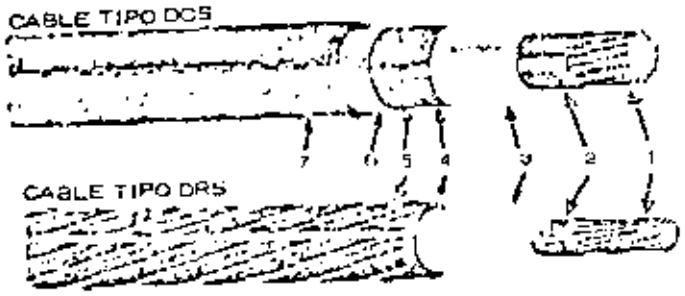


Fig. N° 1

1. Conductor:

Se considera conductor eléctrico a la sustancia o material que

permite que una corriente eléctrica pase através de él, con un mínimo de pérdidas.

1.1 Función del conductor:

La función del conductor es la de conducir la electricidad desde el punto donde se genera hasta el punto donde se consume ó utiliza.

1.2 Tipo de conductor:

En general un conductor se compone de un hilo o alambre sólido o de varios, cableados en construcción normal o compactado.

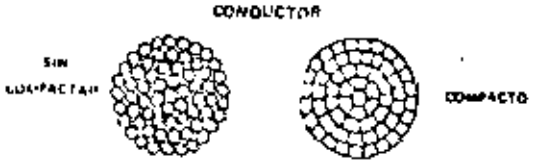


Fig. N° 2

1.3 Material del conductor:

Para la fabricación de conductores eléctricos se utilizan principalmente el cobre y el aluminio.

1.3.1 **Propiedades de los materiales conductores:**

	Cobre	Aluminio
Número Atómico	29	[illegible]
Peso Específico	8.89 [illegible]	[illegible]
Coeficiente de Temperatura por °C a 20°C	0.00393	[illegible]
Conductividad Eléctrica	100%	[illegible]
Conductividad Térmica	0.93 cal/cm²	[illegible]
Temperatura de Fusión	1083°C	[illegible]
Coeficiente de Dilatación Lineal por °C	16.22 x 10⁻⁶	[illegible]
Calor Específico	0.0918 cal/gr/°C	[illegible]
Resistividad Volumétrica a 20°C	0.017241 ohms mm²/mt	[illegible]
Resistencia de 1 km de alambre 304.8 m a 20°C	10.371 ohms	[illegible]
Esfuerzo de Tensión Tensión duro	38.70 kg/cm²	[illegible]
Esfuerzo de Tensión Tensión suave	2.250 kg/cm²	[illegible]
Módulo de Elasticidad	1.200.000 kg/cm²	[illegible]
Resistencia al Corte	1.750 kg/cm²	[illegible]
Resistencia límite de Fluencia	560 kg/cm²	[illegible]

Fig. N° 3

2. **Pantalla sobre el Conductor:**

2.1 **Función de la Pantalla**

La función del forro semiconductor extruído directamente sobre el conductor es la de distribuir el campo eléctrico en la superficie exterior del conductor evitando con esto la concentración de esfuerzos eléctricos en la superficie del mismo

Fig. N° 4

2.2 **Material y características:**

Para configurar la pantalla sobre el conductor se utiliza un material semiconductor compatible con el aislamiento, ya sea [illegible] semiconductor ó Polietileno Vulcanizado de cadena cruzada semiconductor, en ambos casos, el semiconductor es aplicado en [illegible] con el aislamiento logrando con esto una liga perfecta y libre de cavidades. Las características de operación de este material son las mismas que las del aislamiento en cuanto a temperaturas de operación, elongación y envejecimiento.

3. Aislamiento:

Se considera como aislamiento eléctrico a la substancia o material que tiene una gran resistencia al paso de una corriente eléctrica.

3.1 **Función del aislamiento:**

La función del aislamiento es la de controlar y canalizar el flujo de electrones, que forman la corriente eléctrica, no permitiendo el paso de esta corriente a través de él.

3.2 **Tipos de aislamiento:**

El continuo avance de la tecnología ha permitido ir mejorando progresivamente tanto materiales como equipo. En el inicio de la construcción de sistemas de distribución oculta o subte-

ráneas de alta tensión, las instalaciones se efectuaban con conductores aislados con papel impregnados en aceite y forrados con plomo. Este tipo de conductores tienen el inconveniente de necesitar una mano de obra muy especializada, tanto en el tendido del conductor como en la elaboración de empalmes y terminales, además del problema que se presenta al emigrar el aceite impregnante hacia las partes bajas de la instalación, creando con esto fallas en las partes altas de la instalación donde al emigrar el aceite quedará únicamente el papel como aislante.

Para evitar estas fallas se utilizó aceite no migrante lo que eliminó el problema, subsistiendo el de la mano de obra.

Con la aparición de los aislamientos sólidos, tipo seco, el problema de la mano de obra se ha simplificado grandemente debido a que, teniendo cuidado de seguir los instructivos de los fabricantes de equipos, la elaboración de Empalmes y Terminales ha dejado de ser un problema.

3.3 Materiales y características:

Los principales aislamientos de tipo sólido en el mercado nacional son

***

3.3.1 Policloruro de Vinilo:

Es un material termoplástico, el cual mezclado adecuadamente con otras substancias tales como: plastificantes, estabilizadores, lubricantes, rellenos y pigmentos da por resultado un compuesto con propiedades mecánicas y dieléctricas muy variadas pudiéndose utilizar como aislamiento en baja tensión y como cubierta protectora.

3.3.2 Butilo:

Hule sintético, polímero del isobutileno, conteniendo pequeñas cantidades de isopreno. Este material tiene una gran resistencia a oxidación, envejecimiento, ozono y al abuso mecánico. No resiste aceites de petróleo, grasas y gasolinas y muchos solventes.

3.3.3 Polietileno natural:

Material termoplástico constituído por una cadena muy larga de monómeros de etileno. Es uno de los mejores dieléctricos que se conocen entre los aislamientos de tipo sólido. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioletas.

3.3.4 Polietileno de cadena cruzada (XLPE):

Partiendo del polietileno natural, y utilizando procesos químicos en presencia de catalizadores, se forman moléculas de

forma tridimensional después de un proceso de vulcanizado, adquiriendo propiedades de termoestabilidad.

En este compuesto las características dieléctricas inherentes al polietileno natural no son alteradas, y sí se incrementan sus propiedades mecánicas y térmicas, resultando un material más duro, rígido y resistente al calor. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioleta.

3.3.5 Etileno Propileno Rubber (EPR).

Es un tripolímero de etileno y propileno con un dieno conjugado. Este material ofrece excelente resistencia al ozono, intemperie, luz solar, efecto corona y calor. Retiene sus propiedades mecánicas al exponerlo a vapor, algunos solventes y agentes químicos. Presenta pobres propiedades al contacto con grasas y aceites derivados del petróleo.

3.4 Teoría sobre Aislamientos:

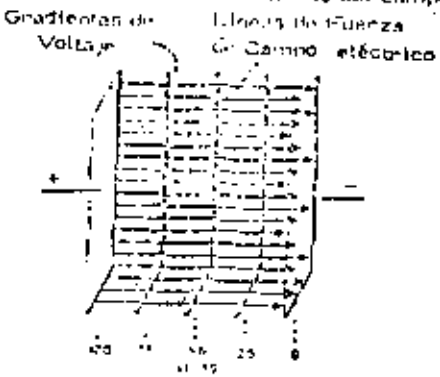
Debido a que los aislamientos nunca son puros u homogéneos, lo que sería el aislamiento ideal, sino que son mezclas de diferentes tipos de dieléctricos tratando de combinar las propiedades de los mismos para obtener un producto adecuado al trabajo a desempeñar. El diseño, desarrollo y aplicación de los dieléctricos es un camino muy largo y de una gran especialización dentro de la Ingeniería Eléctrica. Por lo tanto, solamente trataremos los conocimientos básicos sobre los aislamientos.

3.4.1 Campo eléctrico:

Se define como una región del espacio donde existe electricidad capaz de ejercer una fuerza.

Una de las manifestaciones fundamentales de un campo eléctrico de fuerza, es que este campo de fuerza tiene la habilidad o potencialidad de hacer un trabajo. Este potencial eléctrico de trabajo es llamado voltaje por lo que, un campo eléctrico siempre estará interrelacionado con su correspondiente voltaje.

El campo eléctrico lo podemos representar por líneas de fuerza que parten de la parte positiva (+) y terminan en la parte negativa (−). La correspondencia o interrelación de voltaje con el campo de fuerza puede ser representada por líneas de igual gradiente de voltaje las que son perpendiculares a las líneas del campo eléctrico.



El campo eléctrico ejerce una fuerza en los electrones (cargas negativas). Los electrones comprendidos dentro del campo eléctrico y que puedan ser desplazados se mueven adquiriendo velocidad hacia la placa positiva

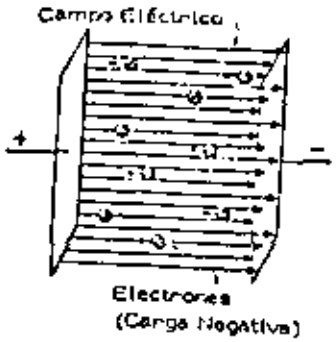


Fig. N° 6

La fuerza con que se mueven estos electrones depende de la fuerza del campo eléctrico. La energía y velocidad adquiridas por la aceleración de los electrones al ir de la placa negativa hacia la placa positiva, serán según la posición donde se encuentren los electron-volts que tenga, llegando a tener el 100% del voltaje al llegar a la placa positiva. El movimiento de estas cargas constituye una conducción de corriente ó sea una corriente eléctrica.

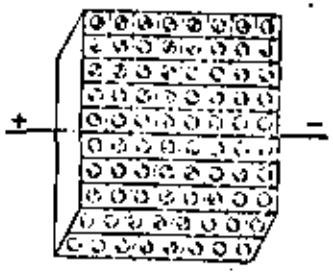


Fig. N° 7

Teniendo un bloque de material dieléctrico entre ambas placas y considerando que las moléculas están distribuídas como se muestra, la fuerza creada por el campo eléctrico y que actúa sobre los electrones, en la superficie, debido a su ligamiento molecu-

lar. Y tendiendo por esto un flujo de electrones entre ambas placas como en el caso anterior, este material actúa como una barrera sin electrones libres no permitiendo la conducción ó bien corrientes de fuga. En la práctica no existe un material con una rigidez infinita, lo que sería el aislamiento ideal.

Los buenos aislamientos tienen muy pocos electrones libres teniendo como consecuencia corrientes de fuga muy pequeñas.

El campo eléctrico somete a los aislamientos a algunos efectos electromagnéticos.

Los principales efectos son:

3.4.1.1. **Efectos de Conducción:**

Está asociado con la pequeña fuga de corriente debida a los electrones libres en el aislamiento. Esta fuga de corriente produce una pérdida eléctrica pequeña que se calcula con la fórmula: $I^2 R$.

Los materiales aislantes se seleccionan y procesan para que una resistencia óhmica muy elevada, para que en condiciones normales de operación las pérdidas debidas a la fuga de corriente sean muy pequeñas y se consideren despreciables. Cualquier factor que degrade o reduzca la resistencia del aislamiento introduce la posibilidad de una fuga de corriente localizada que puede originar un deterioramiento y la consecuente falla del aislamiento.

Analicemos diagramáticamente la distorsión del campo eléctrico debido a una impureza en el aislamiento.

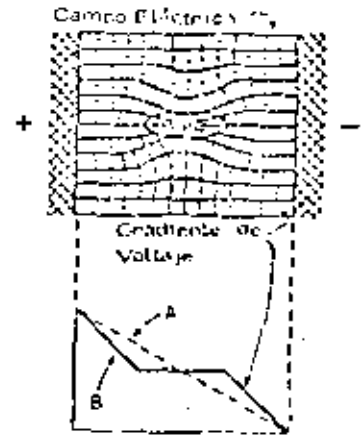


Fig. N° 8

Cuando se presenta la inclusión, las líneas del campo eléctrico se concentran y no se distribuyen uniformemente.

El gradiente de voltaje por unidad de espesor del aislamiento se incrementa creando con esto un mayor esfuerzo en el punto de la impureza. Si el esfuerzo resultante excede la capacidad del dieléctrico, puede ocurrir el rompimiento debido al desplazamiento brusco de electrones. Normalmente el número de electrones libres permanece constante pero en campos eléctricos intensos y en puntos en donde el gradiente es el electrones libres que se desplazan -

pueden dar origen a otros debido al choque, quedando los átomos en condiciones de ionización haciéndolos conductivos. Los electrones liberados de los átomos y los electrones libres crean una cascada ó avalancha. El calor del sendero conductor, y la alta corriente de fuga creada puede llevarlo a la rotura del aislamiento.

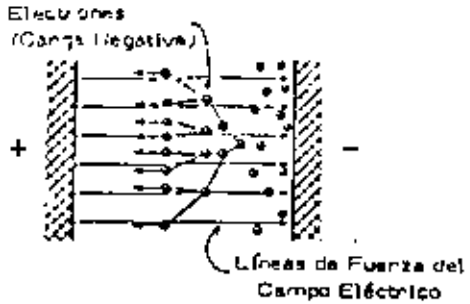


Fig. N° 9

3.4.1.2 Efecto de Polarización

Está asociado con la concentración de cargas en la molécula de los dieléctricos, y estos son debidos a los electrones. Estas concentraciones de carga están clasificadas como "Polares y no Polares".

3.4.1.2.1. En dieléctricos polares, las concentraciones de carga están ligeramente separadas formando dipolos con una polaridad espacial negativa y positiva definida. Las moléculas de estos ele-

[illegible] sin ninguna orientación. (Fig. N°-A).

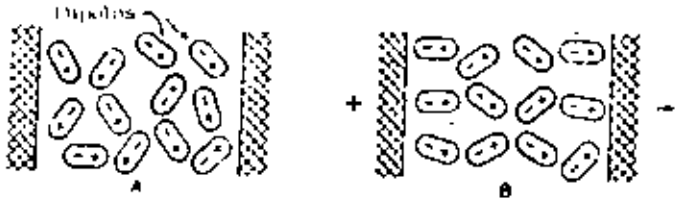


Fig. N° 10

Al poner un material dentro de un campo eléctrico, las moléculas tienden a orientarse siguiendo la dirección del campo eléctrico, este fenómeno es reversible, según se mueva la polaridad del campo, en caso de corriente alterna el campo variable somete a una orientación periódica a las moléculas del dieléctrico.

3.4.1.2.2 En dieléctricos no polares, las concentraciones de carga positiva y negativa están normalmente en simetría central y no hay orientación polar. En un campo eléctrico, la simetría es disturbada por la atracción y repulsión mutua causada la creación de una estructura bipolar inducida. Cuando el campo se incrementa, la polarización de las moléculas también se incrementa, de modo que en un campo de alterna, las moléculas son forzadas a oscilar. Esta oscilación está afectada directamente por la frecuencia.

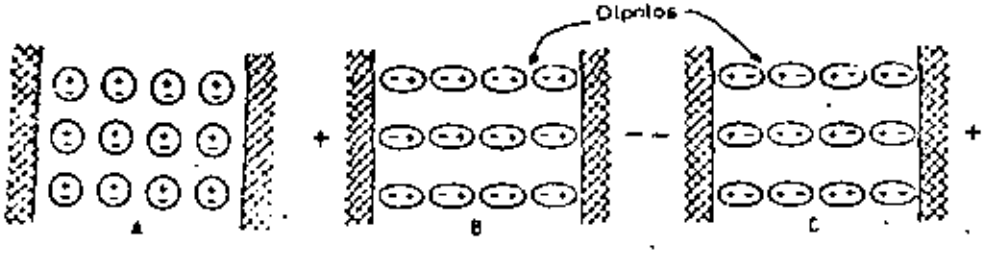


Fig. N° 11

3.4.1.2.3 La oscilación y rotación molecular están acompañadas por un desplazamiento de corriente. Esta corriente produce una pérdida de calor que depende del tipo del dieléctrico y la intensidad del campo eléctrico.

3.4.1.3 Efecto de Ionización:

Está generalmente asociado con la presencia de gases atrapados en burbujas que pueden causar gradientes anormales de voltaje y con la humedad u otras impurezas pueden disociarse y producir corrientes de conducción electrolítica.

La introducción de humedad dentro de los aislamientos, es particularmente destructiva. La humedad siempre lleva substancias disueltas que forman una solución química. Bajo un esfuerzo de voltaje estas substancias tienden a disociarse en iones electroquímicos positivos y negativos que son altamente conductivos. También estas soluciones pueden formar gases por acción electrolítica que con-

tribuyen a la distorsión y degradación del aislamiento.

3.4.1.4 Efecto de descargas parciales ó corona:

Este se manifiesta físicamente por presencia de descargas luminosas en la superficie de los dieléctricos debidos a la ionización del aire adyacente y ocurre generalmente en potenciales cercanos a los 10 KV.

Los aislamientos son seleccionados por su alta resistencia eléctrica para reducir al mínimo las pérdidas por corrientes de fuga y alta estabilidad térmica para soportar y disipar las pérdidas por polarización.

Estos materiales son aplicados con un alto grado de seguridad y en procesos diseñados para reducir al mínimo la entrada de contaminantes y poder mantener la integridad del aislamiento ó sea que un buen aislamiento se basa en: Escoger propiamente los materiales y un método de aplicación que logre una firmeza estructural.

4. Pantalla Semiconductora sobre el Aislamiento:

4.1 Función de la pantalla.

Este forro semiconductor actúa como distribuidor del campo eléctrico confinándolo al interior del aislamiento.

4.2 Material y características:

En la elaboración de esta pantalla se pueden utilizar varios materiales, los más comunes son:

4.2.1 Barniz Semiconductor:

A base de una resina y negro de humo.

4.2.2 Cinta semiconductora:

Normalmente de material textil impregnada en negro de humo.

4.2.3 Extruídos:

Del mismo material que el aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo conductor.

5. Pantalla conductora sobre el aislamiento.

5.1 Función de la pantalla:

Este elemento conductor en contacto con la pantalla semiconductora puede tener dos funciones:

5.1.1 Como pantalla electrostática trabajando en contacto con la pantalla semiconductora y llevando el potencial de tierra a la superficie misma del cable logrando con esto que no haya gradientes de potencial peligroso en la superficie del mismo.

5.1.2 Como conductor neutro.

En estos casos la conductividad del conductor concéntrico será igual a la del conductor central en instalaciones monofásicas, para instalaciones trifásicas. El conductor concéntrico tendrá una conductividad de 1/3 de la del conductor central.

5.2 Material y características:

Para la pantalla conductora se utilizan cintas de cobre desnudo, cintas de cobre estañado, alambres de cobre desnudo ó alambres de cobre estañado.

Las cintas de cobre tanto desnudas como estañadas y los alambres de cobre desnudos se utilizan en cables en que esta pantalla forma parte de la pantalla electrostática.

Los alambres de cobre estañados se utilizan para cables donde se lleve el neutro concéntrico.

5.3 Conexión de pantallas:

La conexión de la pantalla de los cables puede ser:

5.3.1 Pantalla abierta: ó sea sin ninguna conexión a tierra.

5.3.2 Pantalla conectada en un punto ó sea conectada a tierra en un sólo extremo del cable, no teniendo ninguna corriente circulante através de la misma.

5.3.3 Pantalla multiaterrizada: o sea que tiene varios puntos de conexión a tierra. Al tener varios puntos de conexión se presentan corrientes circulantes através de la pantalla generando pérdidas por efecto "joule" reduciendo con esto el amperaje a transmitir del cable, debido a que el calor generado en la pantalla se suma al calor del medio ambiente reduciéndose así la temperatura a la que pudiéramos elevar el conductor para tener la temperatura de trabajo del cable.

6. Cinta separadora:

6.1 Función de la cinta separadora:

La cinta separadora tiene por objeto evitar que la chaqueta protectora del cable se pegue a la pantalla electrostática y así facilitar en la instalación la colocación de Empalmes y Terminales.

6.2 Material y características:

La cinta que normalmente se usa es una cinta Mylar, no metálica no hygroscópica.

7. Chaqueta o cubierta protectora:

7.1 Función de la chaqueta: Esta cubierta protectora tiene como función proteger a los elementos del cable contra daños mecánicos.

7.2 Material y características:

Los materiales más usados como cubiertas protectoras son: PVC (Cloruro de Polivinilo), Polietileno natural (PE), Plomo (Pb) y neopreno.

El material de la chaqueta debe ser compatible con el material del aislamiento y tener los mismos coeficientes de dilatación y temperatura de operación.

8. Tipos de instalación:

Las formas en que se puede hacer una instalación subterráneas son:

8.1 Directamente enterrados:

Se consideran directamente enterrados cuando no se cuenta con ningún otro material entre el cable y el subsuelo.

8.2 En ducto.

Estas instalaciones cuentan con un sistema de tuberías ó ductos que unen registros entre sí pudiéndose hacer los conductos sin hacer excavaciones ó sea que tenemos entre el subsuelo y el cable el material del ducto.

8.3 Aéreo:

Estas instalaciones a los conductores se encuentran colo

cados como si fuera una línea aéres.

8.4 En charolas:

Estas instalaciones son realmente instalaciones al aire pero ro con un gran número de soportes.

8.5 Submarinos:

Los conductores eléctricos también pueden instalarse de -- forma tal que siempre estén bajo el agua, teniendo en cuenta las -- cualidades no higroscópicas en los elementos que forman el cable, - principalmente en su aislamiento y chaqueta protectora.

SEMINARIO DE EMPALMES Y TERMINALES

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

ING. FERNANDO MONZON

GUADALAJARA, JAL. NOVIEMBRE, 1977

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

1 Análisis de un conductor y su campo eléctrico.

1.1 Líneas Equipotenciales ó de igual gradiente de voltaje.

1.1.1 Al analizar un conductor aislado para alta tensión, tenemos que el voltaje aplicado se encuentra distribuído de 0 a 100% entre la pantalla y el conductor central.

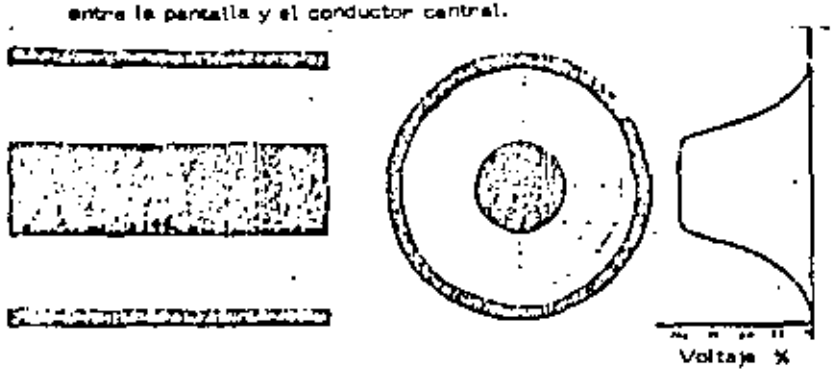


Fig. N° 1

formándose círculos concéntricos de igual potencial a diferentes distancias del centro. Estas líneas se denominan líneas equipotenciales teniendo su mayor gradiente de potencial cercano al conductor.

1.2 Líneas del campo eléctrico o de esfuerzos.

1.2.1 Haciendo el análisis del conductor anterior vemos que

las líneas del campo eléctrico de esfuerzos son perpendiculares a las dos pantallas del cable

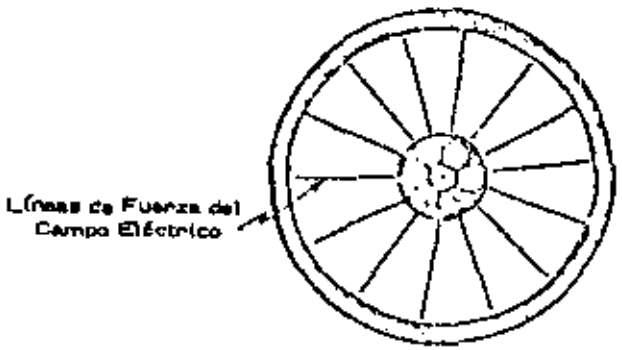


Fig. N° 2

o sea que son líneas radiales al centro del conductor, teniéndose la mayor concentración sobre la superficie de la pantalla del conductor.

1.3 La combinación de ambas líneas dentro de un conductor se encuentran en un perfecto equilibrio y distribución de esfuerzos sin crear ninguna concentración que pudiera originar la ruptura del aislamiento

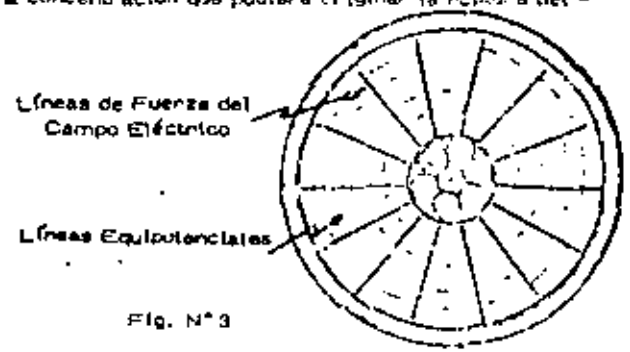


Fig. N° 3

Toda instalación de cable tiene tiene dos extremos en los cuales se corta el conductor para unirlo a otros elementos. Al efectuar este corte es necesario retirar la pantalla electrostática para evitar un arqueo, al retirar una porción de esta pantalla el campo eléctrico sufre considerables modificaciones y alteraciones que ponen en peligro la operación del sistema. La pantalla deja de tener control de los esfuerzos tanto longitudinales (líneas equipotenciales) como de las transversales ó radiales (líneas de esfuerzos) creándose una concentración de estos esfuerzos a la terminación de la pantalla.

1.4 Punto de concentración de esfuerzos.

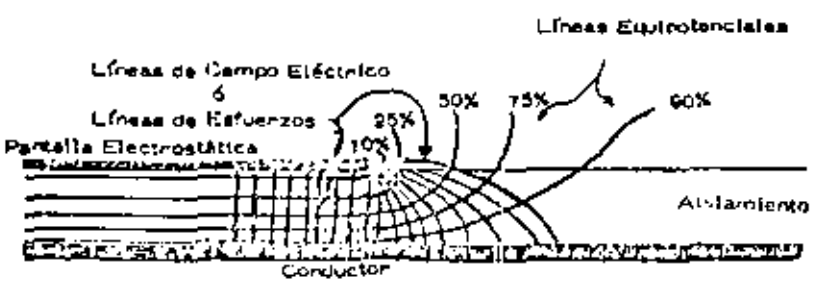


Fig. N° 4

2 Diferentes Técnicas para efectuar el Alivio de Esfuerzos

2.1 Preparación de un cable de Alta Tensión, Tipo DRS para elaborar un empalme o terminal.

2.1.1 Teniendo cuidado de no doblar el cable más de lo permitido preséntelo en su posición definitiva y corte en escuadra el exceso del mismo.

2.1.2 Retire el conductor neutro a la distancia especificada por el fabricante del accesorio, haga un amarre para sujetar los hilos del neutro y tuérsalos hasta formar un solo grupo.

2.1.3 Retire el forro semiconductor haciendo un corte circular a la distancia especificada y un corte longitudinal a todo lo largo procurando no dañar el aislamiento.

2.1.4 Retire el aislamiento del cable en la punta procurando no dañar el conductor, limpiándolo perfectamente.

2.1.5 Haga una punta de lápiz lijando el aislamiento para dejarlo terso usando exclusivamente lija de material no conductor.

2.1.6 Con solvente limpie perfectamente la superficie del aislamiento procurando no pasar el material semiconductor hacia el aislamiento.

2.2 Métodos para efectuar el alivio de esfuerzos.

2.2.1 Cono deflector prefabricado. Constituye una continuación expandida en diámetro del blindaje electrostático. Puede ser un

cono metálico ó de material plástico metalizado con una sección parabólica que se inserta sobre el blindaje y se utiliza en terminales - con resina.

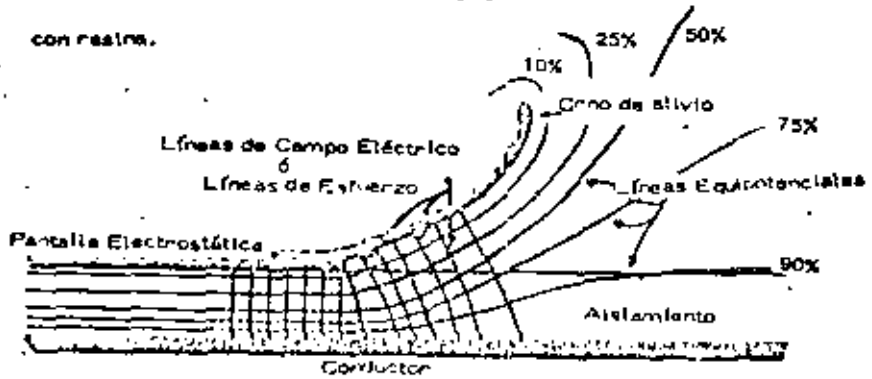


Fig. N° 5

2.2.2 Cono de alivio encintado. Este es una variante del anterior en que el espandimiento del blindaje se logra mediante un aislamiento a base de cinta autofundente y sobre él una cinta semiconductora hasta la parte superior de la cinta aislante.

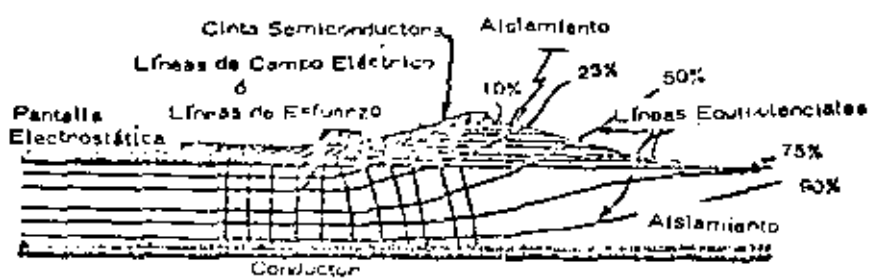


Fig. N° 6

2.2.3 Control del campo eléctrico através de materiales con diferentes constantes dieléctricas.

2.2.3.1 Consideremos dos materiales aislantes de diferente constante eléctrica, dispuestos en serie con el campo eléctrico perpendicular a la interfase entre ambos dieléctricos.

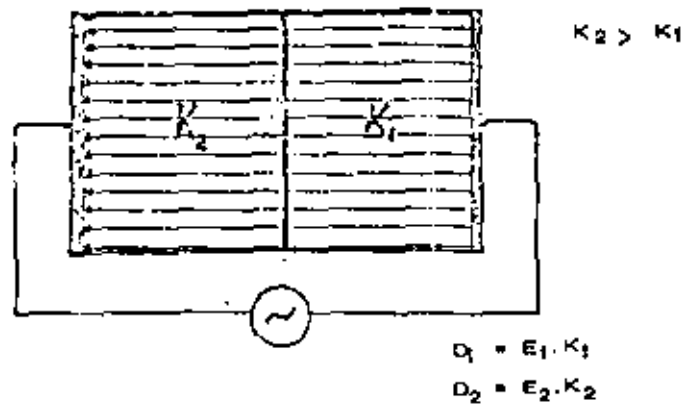


Fig. N° 7

Siendo E_1 y E_2 los respectivos gradientes de potencial, como en este caso la densidad de flujo es constante entre ambas placas

$$D_1 = D_2$$

$$E_1 K_1 = E_2 K_2$$

$$E_2 = \frac{K_1}{K_2} E_1 \qquad E_2 < E_1$$

o sea que la intensidad de campo es mayor en el aislamiento de mayor constante dieléctrica.

2.2.3.2 Consideremos los aislamientos dispuestos en paralelo. El campo eléctrico es paralelo a la interfase entre ambos dieléctricos.

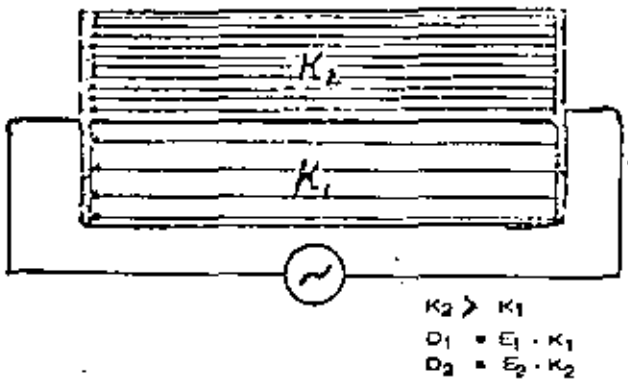


Fig. # 8

La diferencia de potencial aplicada a ambos dieléctricos es la mismo:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{D_1}{K_1} = \frac{D_2}{K_2}$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1} D_1 \qquad D_2 > D_1$$

o sea que la densidad de flujo es mayor en el aislamiento de mayor constante dieléctrica.

2.2.3.3 Considerando los aislamientos dispuestos en forma angular o sea que la interfase de los aislamientos no es perpendicular ni paralela al campo eléctrico.

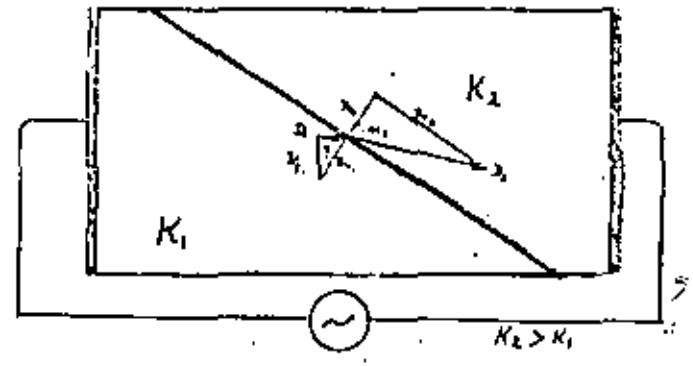


Fig. N° 9

Descomponiendo E_1 y E_2 y D_1 y D_2 en sus respectivos componentes normales y tangenciales a la interfase y aplicando lo deducido en los casos anteriores y siendo α_1, el angulo de incidencia y α_2 al angulo de refracción tenemos:

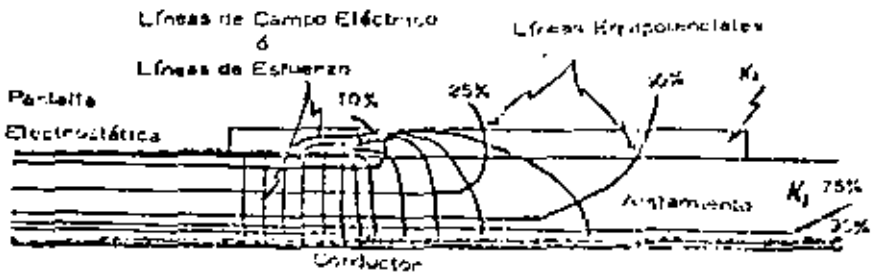
$$D_{n_2} = D_{n_1}$$

$$D_{T_2} = D_{T_1} \frac{K_2}{K_1}$$

resultando que:

$$\frac{\operatorname{Tg} \alpha_2}{\operatorname{Tg} \alpha_1} = \frac{K_2}{K_1}$$

2.2.3.4 Aplicando lo antes visto a un conductor [illegible] por las líneas de campos eléctricos o de esfuerzos que [illegible] y parten perpendicularmente del conductor, atraviesan el aislamiento y se refractan en la interfase del aislamiento y del material de mayor constante dieléctrica y se dirigen por dentro del mismo hacia el blindaje electrostático.



Control de Campo con materiales de constantes dieléctricas más altas que el aislamiento.

Fig. N° 10

Debido a la elevada constante dieléctrica se permiten valores de densidad D=E.K. muy elevados con bajos valores resultantes de gradientes de potencial, produciéndose una distribución lineal del voltaje

Estas propiedades son utilizadas por los accesorios a base de cintas especiales y tubos thermocontráctiles.

3 Clasificación de accesorios.

3.1 Clasificación de Empalmes.

Los empalmes se pueden clasificar según su

3.1.1 Aplicación: pudiendo estos ser Rectos para continuar un conductor ó con Derivación para sacar de un circuito un ramal u acometida.

3.1.2 Tipo de conexión: Esta puede ser Permanente o sea que no se puede eliminarse siendo esta la que se usa más frecuentemente ó separable cuando esta conexión se puede eliminar utilizándose en contados casos.

3.1.3 Tipo de aislante: El aislamiento para hacer un empalme puede ser: Cintas, cuando se utilicen diferentes cintas para restituir los elementos del cable. Premoldeados: Estos elementos contienen ya prefabricados todos los elementos del cable. Thermocontráctiles: Cuando se utilizan materiales thermocontráctiles para reponer los elementos del cable. Rellenos: Cuando se utilizan moldes y estos son rellenados con resinas o materiales asfálticos para hacer el aislamiento.

Estas propiedades son utilizadas por los accesorios a base de cintas especiales y tubos thermocontráctiles.

3 Clasificación de accesorios.

3.1 Clasificación de Empalmes.

Los empalmes se pueden clasificar según su

3.1.1 Aplicación: pudiendo estos ser Rectos para continuar un conductor ó con Derivación para sacar de un circuito un ramal u acometida.

3.1.2 Tipo de conexión: Esta puede ser Permanente o sea que no se puede eliminarsiendo esta la que se usa más frecuentemente ó separable cuando esta conexión se puede eliminar utilizándose en contados casos.

3.1.3 Tipo de aislante: El aislamiento para hacer un empalme puede ser: Cintas, cuando se utilicen diferentes cintas para restituir los elementos del cable. Premoldeados: Estos elementos contienen ya prefabricados todos los elementos del cable. Thermocontráctiles: Cuando se utilizan materiales thermocontráctiles para reponer los elementos del cable. Rellenos: Cuando se utilizan moldes y estos son rellenados con resinas o materiales asfálticos para hacer el aislamiento.

elaboran el cono de alivio y protección exterior.

Porcelana: Son aquellas que utilizan casquillos de porcelana y rellenos de distintos materiales y compuestos aislantes siendo la porcelana la protección contra el medio ambiente.

3.3 Conectores premoldeados:

Accesorios que nos sirven para conectar las redes subterráneas a los diferentes equipos y hacen la función de un empalme o terminal indistintamente según se utilicen y se pueden clasificar dependiendo de su operación en:

3.3.1 Conectores de Operación sin carga y sin potencial.

Estos conectores tienen interconstruído en su interior el cono de alivio y no están capacitados para ser operados con energía. Para la operación de estos accesorios es necesario desenergizar totalmente el sistema.

3.3.2 Conectores de Operación con Carga y con Potencial.

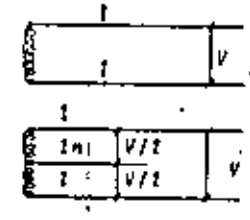
Estos conectores, como los anteriores, también tienen interconstruído el cono de alivio y además están capacitados por medio de elementos de interrupción de arco a operar con carga y potencial inclusive se pueden operar en condiciones de circuito corto ó "cierre con falla".

PUBLICACION MT-23/EN

C O N T E N I D O

- Apuntes sobre principios básicos de electricidad aplicables a cables de energía
- Gráficas de aplicación de conceptos anteriores
- Apuntes sobre elementos constructivos de cables de energía

Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Monofásicos

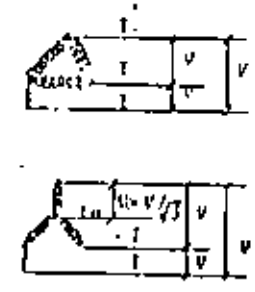


$$I = \frac{1000\ KVA}{V} = \frac{1000\ KW}{V\,f.p.} = \frac{746\ HP}{V \times eff \times f.p.}$$

(amps)

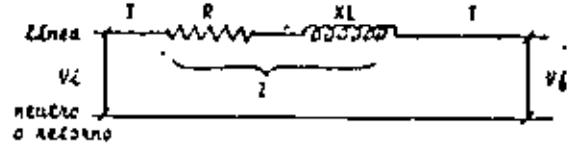
(V en volts)

Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Trifásicos

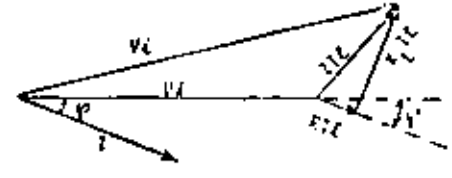


$$I = \frac{1000\ KVA}{\sqrt{3}\ V} = \frac{1000\ KW}{\sqrt{3}\,V\,f.p.} = \frac{746\ HP}{\sqrt{3}\,V\,eff\ f.p.}$$

Representación gráfica de una línea eléctrica (conta)



Representación vectorial de una línea eléctrica



Resistencia del conductor = *oposición al paso de la corriente*

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

ρ = *resistividad del material* = 17.14 $\frac{ohm\text{-}mm^2}{Km}$ *a 20°C para el cobre*

= 28.26 *para el aluminio*

$$R_{t°C\,CD} = R_{20°C\,CD}\,[1 + \alpha\,(T-20)]$$

α = 0.004 *para cobre y aluminio*

T = *Temp. en °C*

k_1 = *factor de efecto piel*

k_2 = *factor de efecto superficial*

$k_1 \cdot k_2$ = 1.02 a 1.04

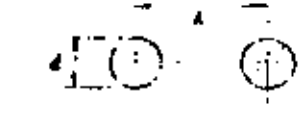
$$R_{CA} = R_{CD} \cdot k_1 \cdot k_2$$

INDUCTANCIA

Cuando en un conductor circula una corriente variable se crea un flujo magnético variable

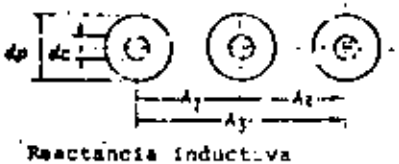
$$L = \frac{\phi}{I}$$

La inductancia de un cable es la suma de la inductancia propia o interna más la mutua



$$L = 0.05 + 0.46 \ln \frac{2A}{d} \quad mH/Km$$

(int) (ext)



$$L\ conc = 0.05 + 0.46 \log \frac{2A}{dc}\ ;\ A = \sqrt[3]{A_1 A_2 A_3}$$

$$L\ pant = 0.46 \log \frac{2A}{dp}$$

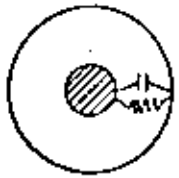
Reactancia inductiva

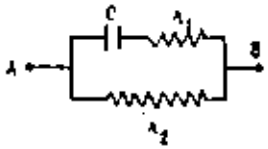
oposición al paso de la corriente por el flujo magnético cambiante

$$X_L = 2\pi f L \quad ohm/Km \qquad \text{si } L \text{ en } mH/Km$$

f = *frecuencia en ciclos/seg.*

Representacion gráfica del dieléctrico de un cable





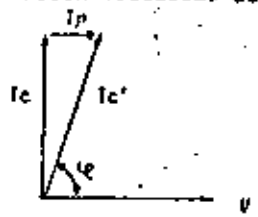
Circuito A - B consta de dos ramas en paralelo

la primera representa la capacitancia y las pérdidas del dieléctrico

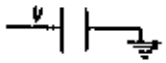
la segunda representa la componente de fuga (resistencia de aislamiento)

En un dieléctrico perfecto: $R_1 = 0$ $\quad R_2 = \infty$

Representación vectorial del dieléctrico de un cable



Capacitancia

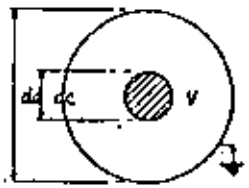


Almacenamiento de energía eléctrica de dos electrodos entre los cuales se intercala un dieléctrico, cuando hay diferencia de potencial entre los electrodos

$$C = \frac{0.024\ \epsilon}{\log \frac{da}{dc}}$$

ϵ = *constante dieléctrica*

= *relación capacitancia condensadores con un dieléctrico dado o con vacío como dieléctrico*



ϵ = 3.6 *para papel* 2.3 *para polietileno*

6.0 *para PVC*

Efecto de la capacitancia

Es el de provocar una corriente capacitiva a través del dieléctrico que resulta con un adelanto de 90°C con respecto a la tensión aplicada y que vale:

$$Ic = 2\pi f C V \cdot 10^{-6} \text{ amp/Km}$$

V en volts (voltaje entre cond y tierra)
C en μF/Km

Factor de potencia del aislamiento

Lo expresado en el párrafo anterior no se verifica exactamente en la práctica porque existe una corriente de pérdida Ip que sumada a la corriente capacitiva real I'c que resulta adelantada con respecto a V un ángulo φ menor de 90°

Cos φ = cot φ se llama "Factor de Potencia"

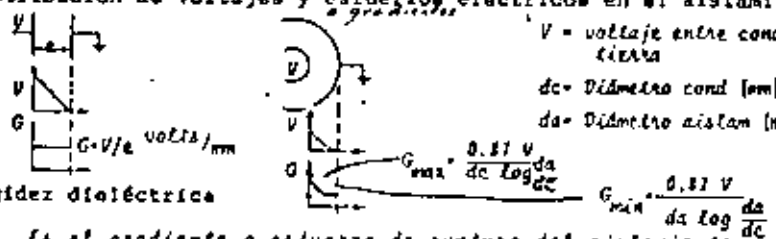
- *0.01 en aislam. de papel*
- *0.0005 en polietileno*
- *0.01 en PVC*

Resistencia del aislamiento

$$R \text{ de } A = K \log \frac{da}{dc} \quad M\Omega\text{-Km}$$

K = constante que depende del aislamiento = { 1500 papel, 6000 poliet, 300 PVC }

Distribución de voltajes y esfuerzos eléctricos en el aislamiento



V = voltaje entre cond y tierra
dc = Diámetro cond (mm)
da = Diámetro aislam (mm)

Rigidez dieléctrica

Es el gradiente o esfuerzo de ruptura del aislamiento. Normalmente es como el doble del gradiente de prueba de los cables y de 4 a 5 veces mayor que el gradiente de operación normal, que es el que se usa para seleccionar el espesor de aislamiento usando las fórmulas anteriores.

G de diseño = *4 Kv/mm en papel impregnado tipo sólido*
12 Kv/mm en papel impregnado tipo presión de aceite
3 Kv/mm en polietileno

Niveles de aislamiento

espesor para V/√3

espesor para V

$V_f = V/\sqrt{3}$

Nivel 100 liberación fallas a tierra en 1 min

Intermedio nivel 133 lib fallas a tierra en 1 hora

Nivel 173 liberación fallas a tierra tiempo indefinido

Pérdidas de potencia en un cable

Pérdidas totales = Suma de

- *Pérdidas en conductor o conductores*
- *Pérdidas en el dieléctrico*
- *Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas*

Pérdidas en el conductor

Según la ley de Joule

$$Wc = Rc\, I^2 \cdot 10^{-3} \text{ watts/m} \quad \text{en cable unipolar}$$

$$= n\, Rc\, I^2 \text{ watts/m} \quad \text{en cable de n conductores}$$

Rc = Resistencia conductor en ohms/Km
I = Corriente que transporta cada conductor, en amps

Pérdidas en el aislamiento o dieléctrico

$$Wd = 2\pi f\, c\, |KV|^2 \cot\varphi \cdot 10^{-3} \text{ watts/m}$$

c = capacitancia en μF/Km
KV = kilovolts aplicados entre cond y tierra
cotφ = factor de potencia del dieléctrico

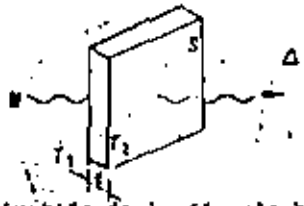
Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas *(en cables unipolares que permiten circulación de corriente en pantallas)*

Como suelen ser el resultado de corrientes inducidas por la corriente que circula por el conductor suelen calcularse en función de esta, como si se produjera un aumento aparente en la resistencia del conductor:

$$Wp = \Delta R \cdot I^2 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}$$

$$\Delta R = Rp \left[\frac{(2\pi f\, Lp/Rp)^2}{+ \ln (Lp/Rp)^2} \right] \text{ ohm/Km}$$

· Ley de Ohm Térmica



$\Delta T = W R_t$

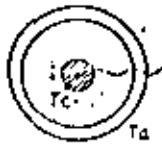
ΔT = caída de temp, °C

W = cant. de calor, Watts

Rt = resistencia térmica

$= \rho t \frac{\ell}{S}$ $\frac{°C}{W}$ = (ohm - tcum)

Derivación de la fórmula básica para la corriente que puede llevar un cable :



$Wc = Rc I^2$ (considerando sólo pérdidas en el conductor)

$Tc - Ta = (Rc\ I^2) \Sigma Rt \therefore I = \sqrt{\frac{Tc - Ta}{Rc\ I^2}}$ amps

ΣRt = suma resistencias térmicas del dieléctrico cubierta medio externo

Fórmula general para calcular la corriente de un cable

(Considerando pérdidas totales en cable de n conductores)

$$I = \sqrt{\frac{Tc - Ta - \Delta Td}{n\left[Rc + Rtd + (Rc + \Delta R)Rt_{cub} + Rt_{ext}\right]}} \text{ amp}$$

$\Delta Td = Rtd\ (Wc + \frac{Wd}{2})$

Tc = temp cond en °C

n = número de cond

Ta = temp ambiente en °C

Rc = resist. cond en ohm/Km

Rtd, Rt_{cub}, Rt_{ext} = resistencias térmicas dieléctrico, cubierta, ext. en $\frac{°C}{W}$ m

Temperatura del conductor

En la fórmula anterior Tc es la temperatura máxima a la que puede trabajar el conductor sin afectar las propiedades del aislamiento

- Tc = 90 °C para aislam de EP o XLP
- 75 °C para polietileno
- 85 °C para papel

(considérense las especificaciones de los cables)

FECHA	ESTUDIO	DIBUJO	REVISO	APROBO	HOJA
FEBRERO 1980	ABRIL 1979		Ing. Francisco Hawley		7 / 22

Temperatura ambiente

En la fórmula anterior se considera la temperatura máxima previsible del ambiente que rodea a los cables

Aire = 35 a 40 °C

Terreno = 20 a 25 °C

Resistencias Térmicas

Dieléctrico : $Rtd = .0031\ \rho td \log \frac{da}{dc}$

$\rho td = \begin{cases} 400 \text{ para EP} \\ 400 \text{ para polietil} \\ 600 \text{ para papel} \\ 300 \text{ para PVC} \end{cases}$

Cubierta: $Rt_{cub} = .0031\ \rho t_{cub} \log \frac{d\ ext\ cub}{d\ int\ cub}$

Terreno: $Rt_{terr} = .0031\ \rho t_{terr} \log \frac{4P}{d\ ext\ cable}$

ρt_{terr} = 110 para concreto
75 arena compacta
100 arena compacta
120 arena suelta húmeda
200 arena suelta seca

P = profundidad del cable bajo tierra

Factores que afectan la corriente que pueda llevar un cable

1) Presencia de otros cables.- Tiene el efecto de aumentar la temperatura del ambiente por el calor que generan

2) Factor de carga.- En cables subterráneos, si la carga es variable, el terreno no tiene tiempo de calentarse y puede admitirse corriente mayor

Sobrecargas

Considerar temperatura máxima de sobrecarga que fijan las normas de cables = 110 - 130 °C

$I = I_{tot} \sqrt{\frac{\Delta To + \Delta T'}{\Delta T}}$

FECHA	ESTUDIO	DIBUJO	REVISO	APROBO	HOJA
FEBRERO 1980	ABRIL 1979		Ing. Francisco Hawley		8 / 22

Corto circuitos

Considerar que en el brevísimo tiempo del corto circuito el calor producido no tiene tiempo de disiparse:

Calor producido = *Calor absorvido*

$dq = w dt$ $\qquad$ $dq = c\, V\, dt$

V = volumen

c = Capacidad térmica

$$I_{cc} = \frac{330\, S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{234.5 + T_2}{234.5 + T_1}}$$

S = sección del cond mm^2

t = duración del cc en seg

T_2 = Temp. max. del cond durante el cc (de 160 °C a 250°C dependiendo del aislamiento)

T_1 = Temp inicial del cond en °C

Ejemplo Básico La caída de tensión en una línea de cobre depende del calibre de los conductores, de la separación entre los alambres, de la longitud de la línea y de la corriente conducida.

Ecuación Básica $\Delta V = k\,l\,I\,(R\cos\varphi + X_L \operatorname{sen}\varphi)$

ΔV = caída de tensión en volts

l = longitud de la línea en kms

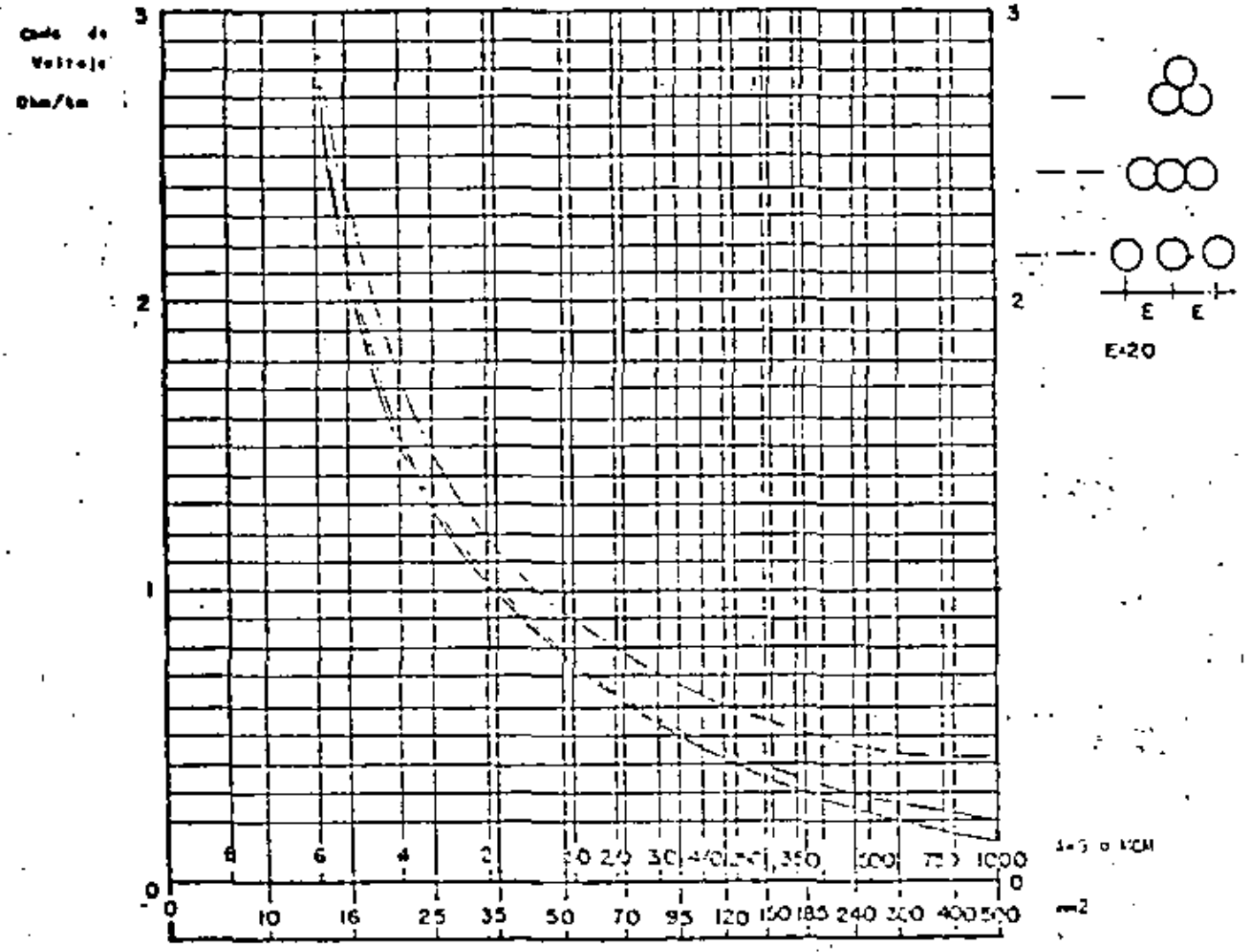
k = $\sqrt{3}$ en sistema trifásico, 2 en sistema monofásico

I = corriente transmitida por conductor en amps.

R = resistencia del conductor, en ohms/km

$\cos\varphi$ y $\operatorname{sen}\varphi$ = factor de potencia y factor reactivo

X_L = reactancia inductiva, en ohms/km, $2\pi f l$



Condiciones supuestas en la gráfica

Sistema trifásico ($k = \sqrt{3}$). Para sistema monofásico multiplíquese por 1,15

Factor de potencia $\cos\varphi = 0{,}8$

Frecuencia = 60 cps

Temperatura de conductor = 75°C

Cómo usar la gráfica

Para obtener la caída de voltaje en volts, multiplíquese el valor tomado de la gráfica por la longitud de la línea en kms y la corriente por conductor en amps.

Principios Físicos

a) El calor generado por efecto Joule en el conductor debe dispersarse al exterior del cable venciendo las resistencias térmicas que presentan el aislamiento, la cubierta y el medio que rodea el cable.

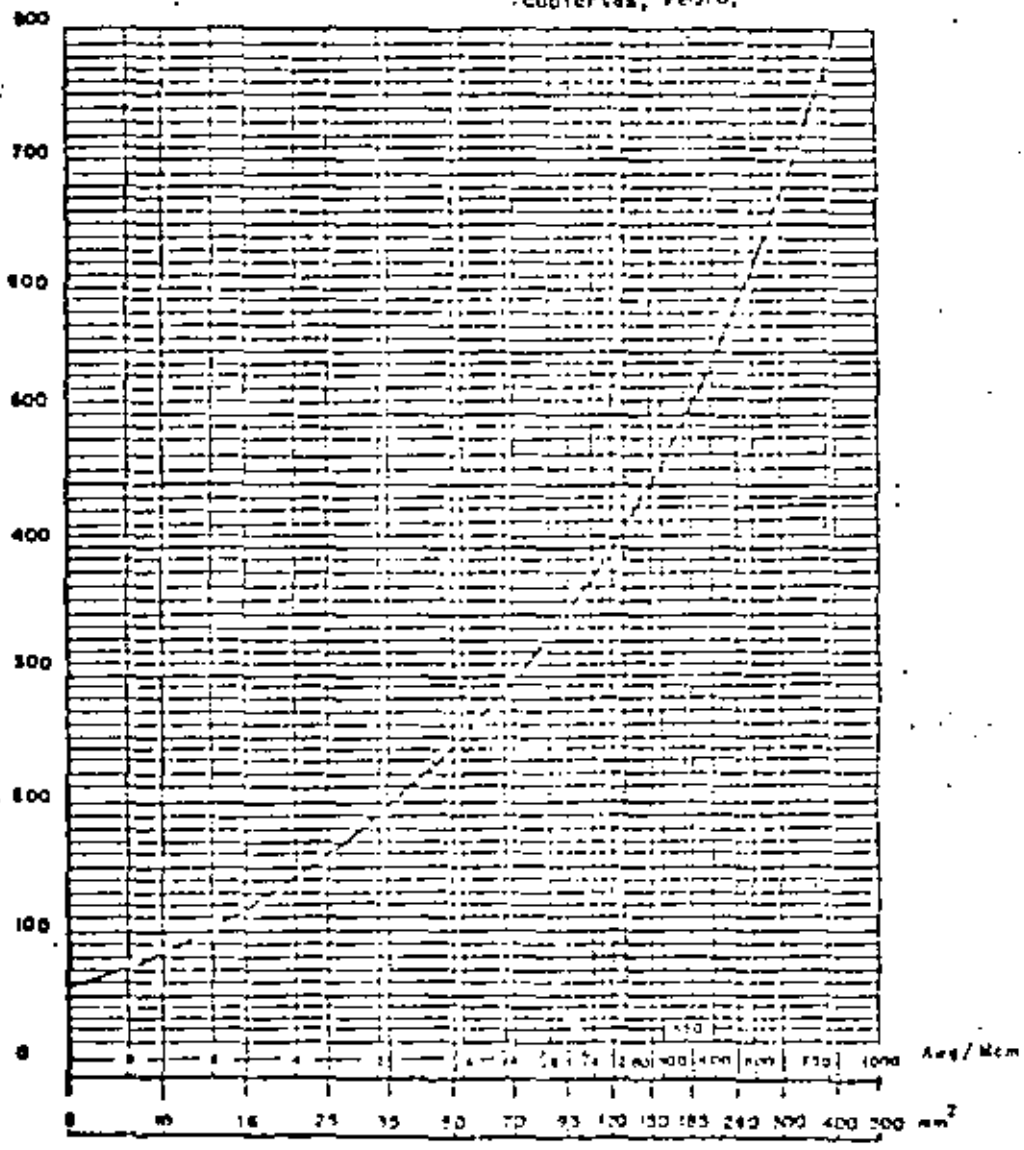
b) Varios cables juntos ejercen un calentamiento mutuo y limitan la corriente que puede llevar cada cable.

c) En cables subterráneos el terreno no se calienta a la misma velocidad que el cable por lo que el cable puede admitir corrientes mayores si la carga es variable.

Ecuación Física (Derivada de la Ley de Ohm Térmica)

$$I = \frac{T_c - T_a}{R_c + R_t}$$

T_c = Temperatura del conductor
T_a = Temperatura ambiente.
R_c = Resistencia eléctrica del conductor
R_t = Suma resistencias térmicas aislamiento, cubiertas, medio.



Condiciones supuestas en la gráfica

a) Temperaturas En cables subterráneos T_c = 75°C
T_a = 25°C
$T_c - T_a$ = 50°C
En cables aéreos T_c = 75°C
T_a = 35°C
$T_c - T_a$ = 40°C

b) Número de conductores 1

c) Factor de Carga 100%

d) Instalación: Cables subterráneos : enterrados
Cables aéreos : a la sombra

Calibre a escoger

Factores de corrección para condiciones diversas

Si $T_c - T_a$ = 60°C factor 1.21
= 40°C 0.90
= 30°C 0.80
Si $T_c - T_a$ = 50°C 1.12
= 30°C 0.87
= 20°C 0.70

Si 3 conductores en contacto: 0.85 Si 3 ranuras sep: 0.90
6 " " 6 0.80
9 " " 9 0.75

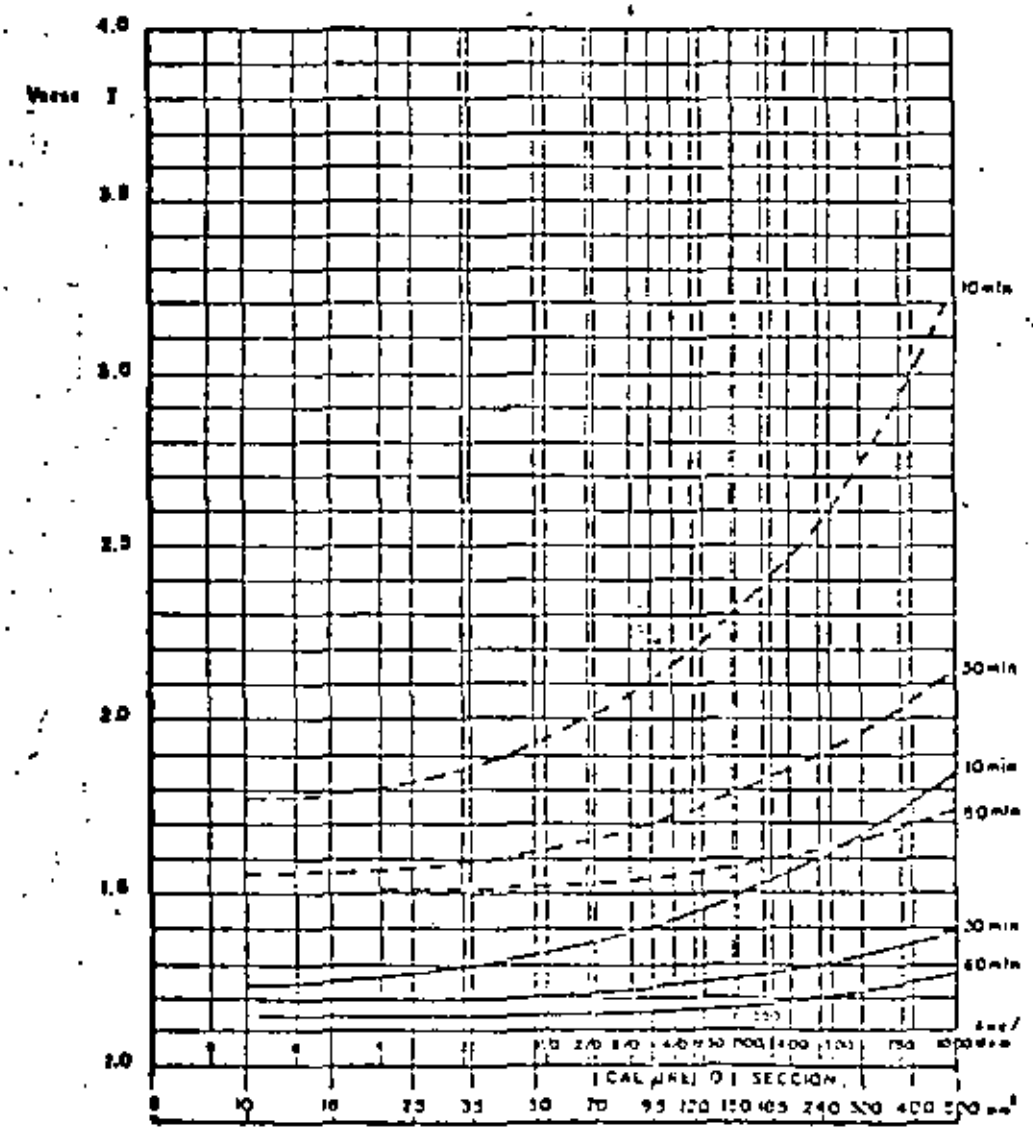
Si en ductos, factor 0.75 Si al sol, factor 0.70

FECHA:	SUSTITUYE A:	PREPARO:	REVISO:	APROBO:	PAG.: 11 / 22
FEBRERO 1980	ABRIL 1970	Ing. Francisco Hawley			

Principios Físicos

a) Existe un tiempo de transición entre el momento en que se aplica una corriente al conductor y el tiempo en que se establece el flujo térmico hacia el exterior del cable. Aprovechando este transitorio se puede sobrecargar el cable durante corto tiempo

b) La corriente de sobrecarga depende de la temperatura máxima de sobrecarga que se fija para cada tipo de cable y será mayor mientras más frío se encuentre el cable antes de iniciarse la sobrecarga.



Condiciones supuestas en la gráfica

———————— Cable caliente antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 75°C)

- - - - - - - - Cable frío antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 35°C)

Cable aéreo (sobrecarga puede ser 20% mayor en el cable subterráneo)

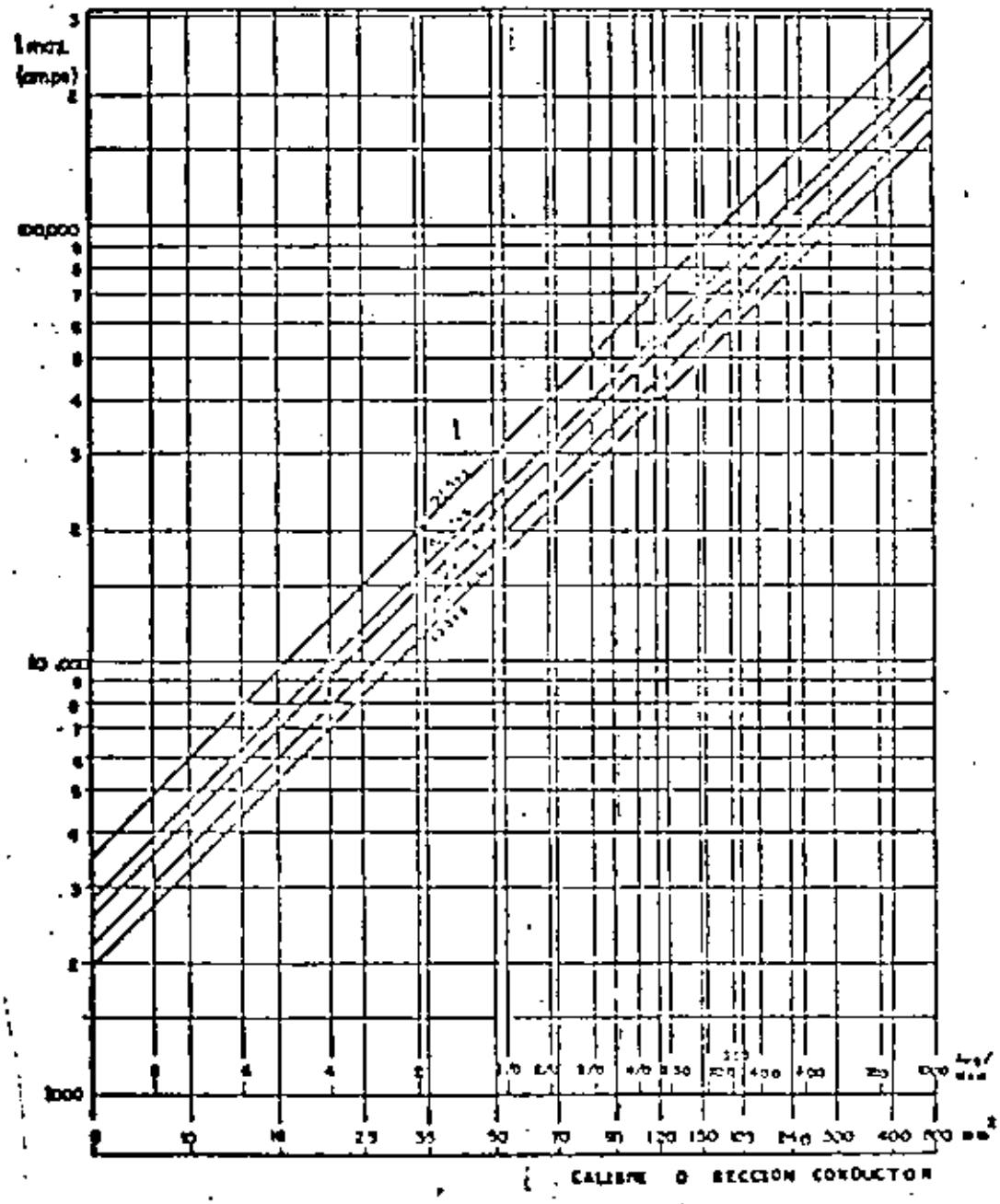
Temperatura máxima de sobrecarga 90°C (aislamiento termoplástico)

Si T máx. = 130°C (aislamiento elastomérico) factor 1.8 para cable caliente
1.2 para cable frío

Principio Básico Por brevísima duración del cortocircuito, calor generado en el conductor se observa en el mismo conductor sin pasar a las otras partes del cable.

Ecuación Básica $I_{cc} = \frac{330\,S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{T2 + 234.5}{T1 + 234.5}}$

Icc = corriente efectiva del c.c. en amps.
S = sección del conductor en mm2
t = tiempo del c.c. en seg.
T2 = temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. en °C
T1 = temperatura del conductor antes del c.c.

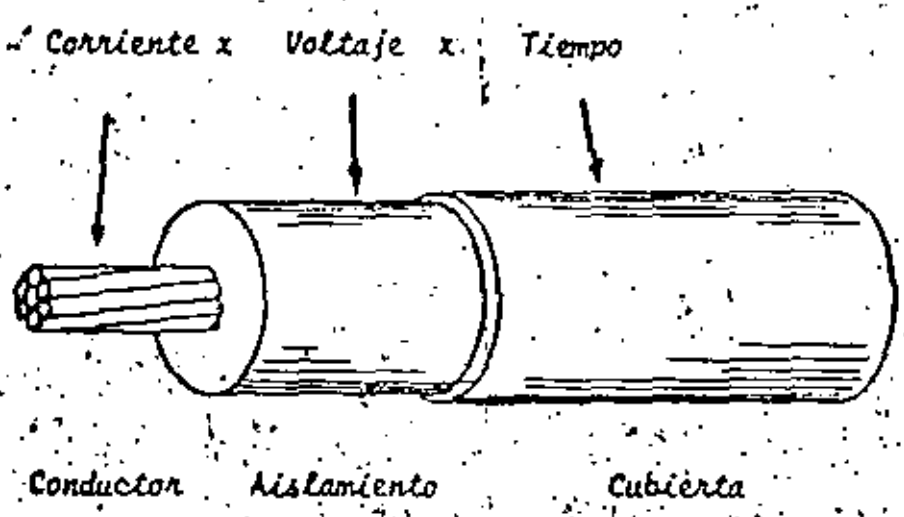


Condiciones Supuestas en la Gráfica

T2 = 160°C

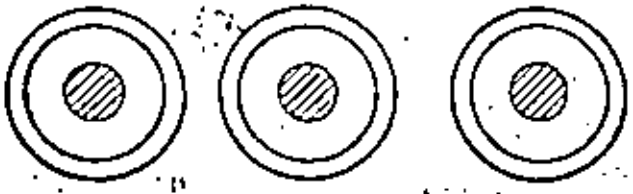
T1 = 85°C

FECHA:	SUSTITUYE A:	PREPARO:	REVISO:	APROBO:	
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Hawley			PAG. 13 DE 22



Elementos básicos de un cable unipolar

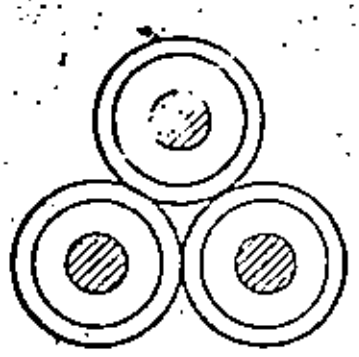
Tipos de cables empleados en Sistemas Trifásicos



Cables unipolares

Ventajas: ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas

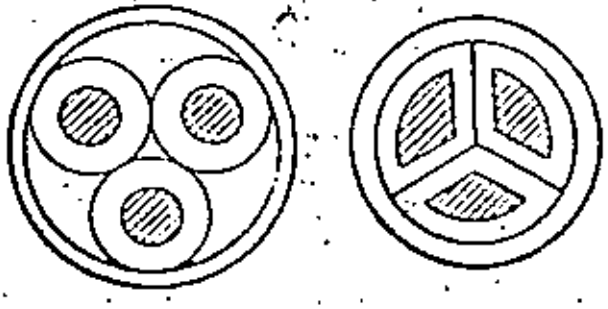
Desventajas: campos electromagnéticos rodeando los cables interfieren con cables de comunicaciones, aumentan pérdidas, impiden el uso de armaduras magnéticas, dan lugar a corrientes circulantes en pantallas, reparto no uniforme de corrientes al usar varios cables en paralelo



Cable triplex

Ventajas: Más flexible que cable trifásico. Campo electromagnético balanceado, terminales sencillas

Desventajas: Costo ligeramente superior a tres unipolares. Mayor diámetro total que un tripolar limita longitudes de embarque

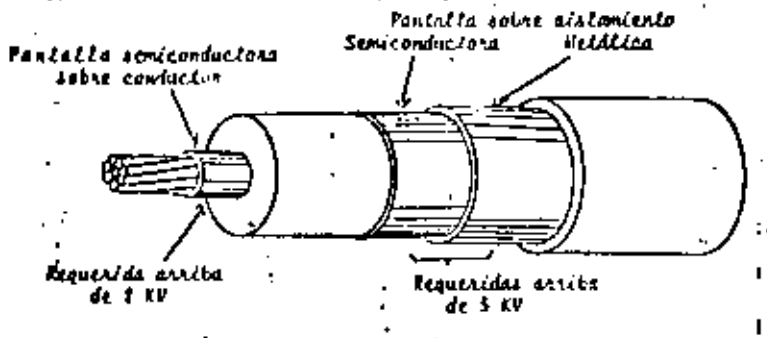


Cables tripolares

Ventajas: Pueden usar armaduras de metales magnéticos. Campo electromagnético balanceado. Si se usan conductores sectoriales (der.) se reduce diámetro y precio

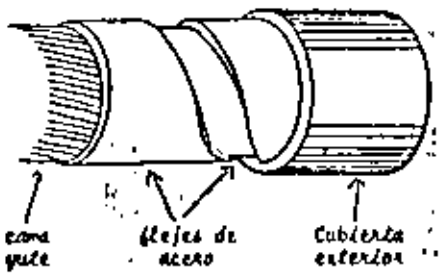
Desventajas: Peso. Terminales complicadas

Elementos adicionales empleados para control del campo eléctrico

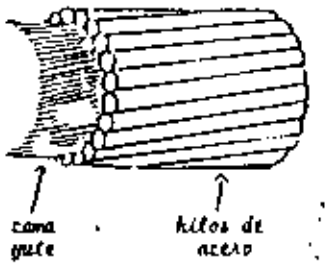


Armadura de protección empleadas en cables trifásicos

para protección mecánica



para protección mecánica y esfuerzo longitudinal



Aspectos a considerar en la selección de conductores

1) Materiales: Cobre 100% conductividad 2600 Kg/cm² tracción
17.24 ohm-mm²/Km de resistividad
Densidad 8.9 gr/cm³

Aluminio 61% conductividad 1100 Kg/cm² tracción
28.16 resistividad 2.7 densidad

2) Flexibilidad: Depende de número de hilos
Clase B cables energía normales
Clase C poco más flexibles
Clase G y H cables portátiles
Clase K y M cordones flexibles

3) Forma: Redondo normal (33% espacios libres)
Redondo compacto (10% espacios libres)
Sectorial (triángulos)

4) Dimensiones: Calibre se determina en función de capacidad de conducción de corriente y en función de caída de tensión

Aspectos a considerar en la selección de aislamiento:

1) Confiabilidad: El aislamiento de papel impregnado ha demostrado su confiabilidad a través de muchos años de uso. Sobre otros aislamientos más nuevos no se tiene aún mucha experiencia

2) Propiedades térmicas: Los aislamientos elastoméricos (XLP o EP) trabajan a 90°C. El papel y los termoplásticos suelen especificarse para temperaturas del orden de 75°C

3) Flexibilidad: Los cables de papel con forro de plomo y los cables aislados con XLP tienen menos flexibilidad que los aislados con EP

4) Propiedades mecánicas: El XLP tiene mejor resistencia a la abrasión que el EP y en baja tensión puede usarse sin cubierta adicional

Aspectos a considerar en la selección de cubiertas:

1) Confiabilidad: El tubo de plomo ofrece la máxima impermeabilidad y debe usarse cuando el aislamiento es de papel o cuando se quiere proteger al cable contra la penetración de líquidos corrosivos.

2) Propiedades mecánicas: XLP y Hypalon gran resistencia a la abrasión, Neopreno bastante buena. Plomo mala.

3) Flexibilidad: Hypalon y Neoprena excelentes

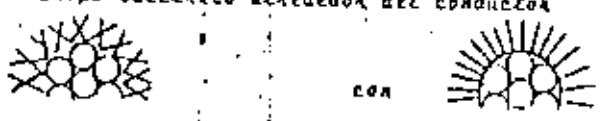
4) Resistencia a la intemperie: Plásticos y elastómeros solo buena en color negro, conteniendo negro de humo

5) Resistente a agentes químicos: Plomo excelente PVC y polietileno buena. Neopreno y Hypalon regular.

6) Peso: Polietileno es el más ligero. Plomo muy pesado

Función de la pantalla semiconductora sobre el conductor

1) Uniformiza campo eléctrico alrededor del conductor



2) Evita queden espacios vacíos ionizables junto al conductor

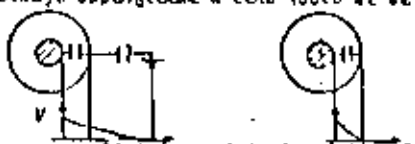
3) Reduce energía destructiva al transferir el electrodo de mayor esfuerzo eléctrico de un metal con alta función de trabajo a un metal con baja función de trabajo.

4) Amortigua corrientes de impulso que tienden a viajar por la superficie del conductor

SUSTITUYE A: ABRIL 1979 / FECHA EFEC.: FEB 1980	ELABORO: Ing. Fco.	REVISO: Rawley	APROBO:	AUTORIZO	Plano Núm.: 18 / Hoja 22

Funciones de la pantalla sobre aislamiento

1) Bajar voltaje superficial a cero (sólo si se conecta a tierra) -

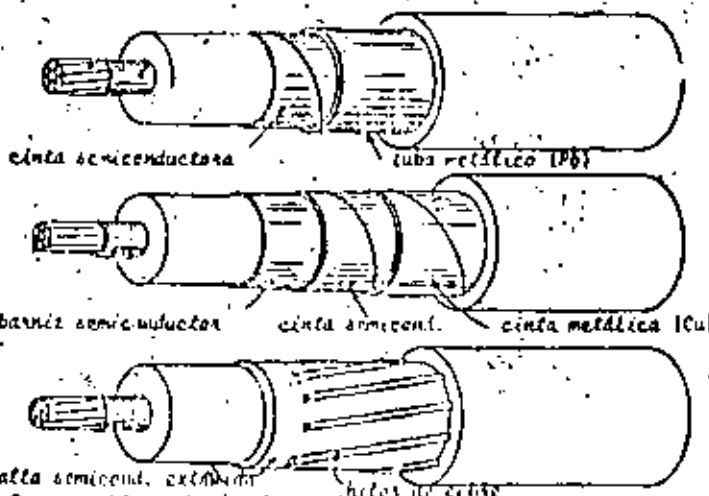


2) Confinar campo eléctrico a interior del aislamiento y hacer que trabaje en forma radial y uniforme, eliminando esfuerzos tangenciales

3) Proporcionar trayectoria fija para escape de corriente de carga $I_c = \omega\, C\, e$

4) Proporcionar trayectoria para corriente de cc $I_{cc} = \frac{0.105}{L} \cdot \log \frac{[34.5 + L]}{[34.5 - L]}$

Variantes en el diseño de la pantalla sobre aislamiento

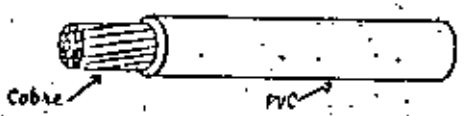


Precaución sobre el diseño de la pantalla

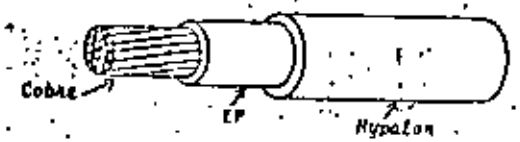
En cables unipolares la pantalla o cubierta metálica actúa como el secundario de un transformador. La corriente alterna que fluye por el conductor crea un campo magnético cambiante e induce una corriente en la pantalla, que será mayor mientras menor sea la resistencia de la misma pantalla. Estando la pantalla en circuito abierto, se podrá medir en su extremo el voltaje a tierra $E_0 = I\, f\, \delta\, L \times 10^{-3}$ volts/km; siendo $L = 0.46 \log \frac{D}{r}$ milli/km. I = corriente cond amps, D = dist media geom entre 3 conds del sistema trifásico

FECHA: FEBRERO 1980	FECHA: ABRIL 1979	ELABORO: Ing. Fran	REVISO: sco Rawley		Hoja 19 / 22

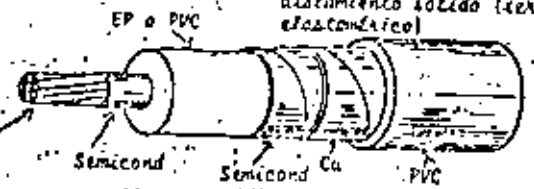
Construcciones específicas: 1) Cable de baja tensión con aislamiento termoplástico



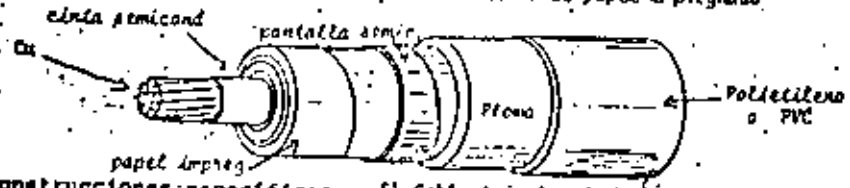
Construcciones específicas: 2) Cable de baja tensión con aislamiento elastomérico



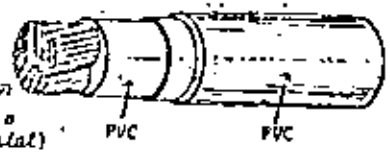
Construcciones específicas: 3) Cable unipolar de media tensión con aislamiento sólido (termoplástico o elastomérico)



Construcciones específicas: 4) Cable unipolar de media tensión con aislamiento de papel impregnado

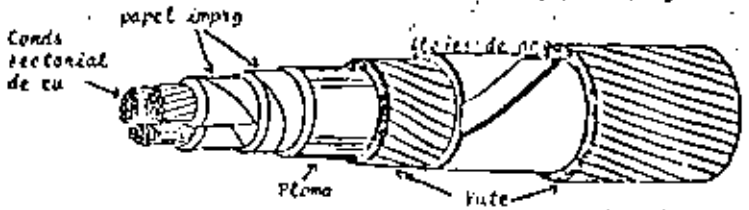


Construcciones específicas: 5) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento termoplástico

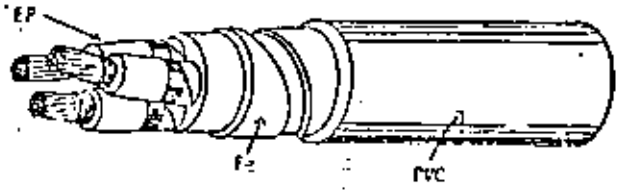


FECHA	SUSTITUYE A	ELABORO	REVISO	APROBO	AUTORIZO	HOJA
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Hawley				20 / 22

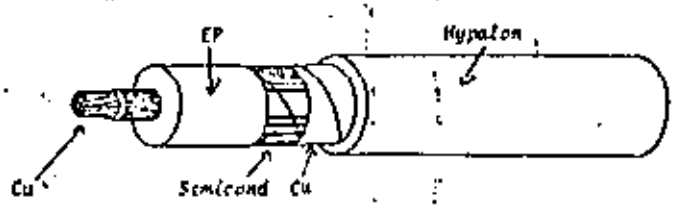
Construcciones específicas: 6) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento de papel impregnado (tipo armado)



Construcciones específicas: 7) Cable tripolar de media tensión con aislamiento elastomérico (armado)



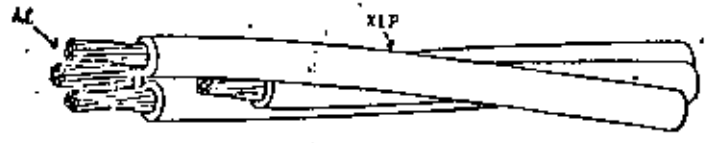
Construcciones específicas: 8) Cable unipolar de media tensión con aislamiento elastomérico para plantas generadoras



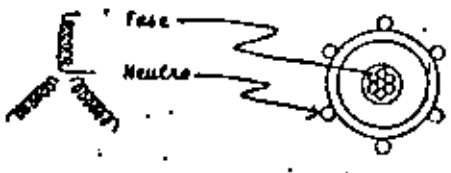
Construcciones específicas: 9) Cable triplex de media tensión para la industria petroquímica

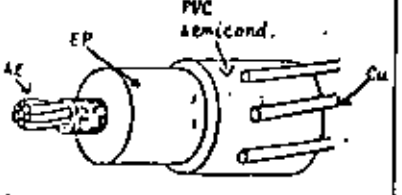
SUSTITUYE A	ELABORO	REVISO	APROBO	AUTORIZO	HOJA
ABRIL 1979 FEBRERO 1980	Ing. Francisco Hawley				21 / 22

Construcciones específicas: [10] Cable de baja tensión para secundarios de redes subterráneas residenciales

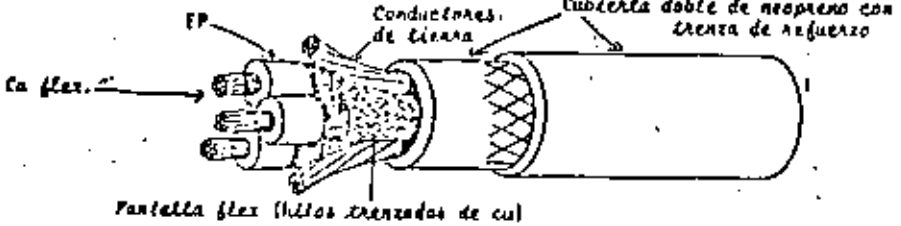


Construcciones específicas: [11] Cable de media tensión para primarios de redes subterráneas residenciales

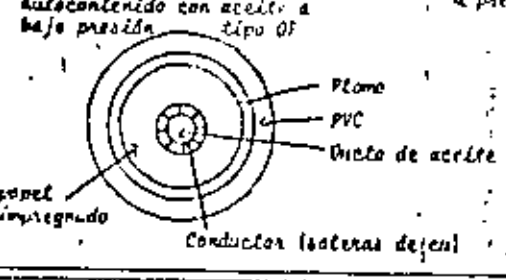


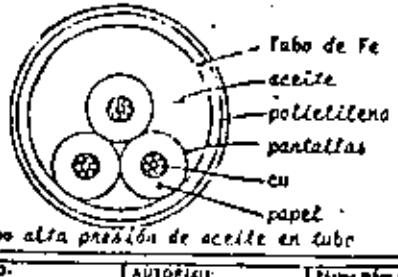


Construcciones específicas: [12] Cable tripolar de media tensión (flexible) para minas



Construcciones específicas: [13] Cables de alta tensión con aceite a presión





$$R_i = K \log_{10} \left(\frac{D}{d} \right) \qquad (1)$$

Donde:

R_i = Resistencia de aislamiento en Megohms x Km

K = Constante de resistencia de aislamiento (ver Tabla I)

$\log_{10}$ = Logaritmo decimal

D = Diámetro sobre aislamiento en milímetros

d = Diámetro bajo aislamiento en milímetros

TABLA I

CONSTANTE DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

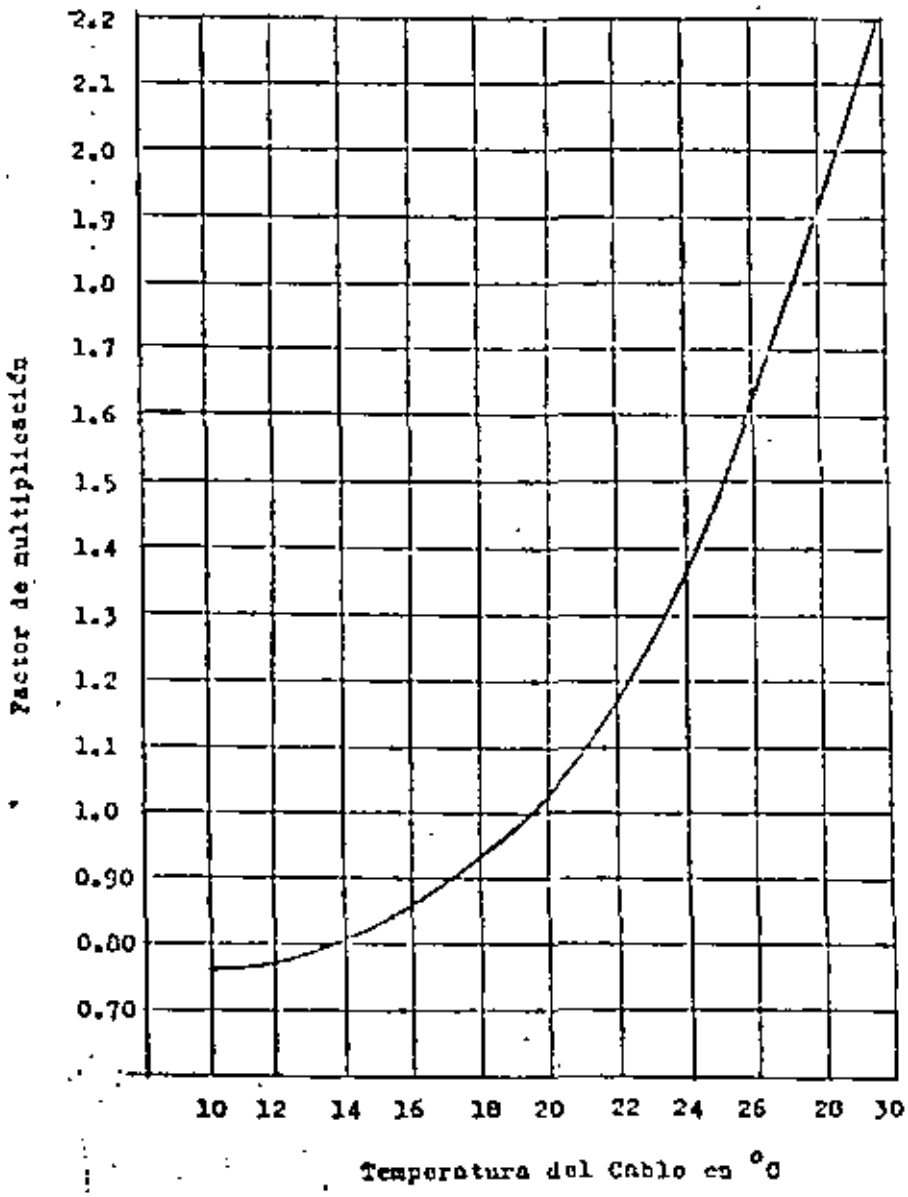
Aislamiento	K (M x Km)
Papel impregnado	3,000 a 20°C
PVC Baja voltaje	150 a 15.6°C
PVC Alta voltaje (Sintenax)	750 a 20°C
Polietileno (normal)	15,250 a 15.6°C
Polietileno vulcanizado (XLP)	6,100 a 15.6°C
Cambray barnizado (VC)	1,000 a 15.6°C
Etileno propileno (EP)	6,100 a 15.6°C

El valor de R_i deberá corregirse por temperatura y por longitud como se ilustra en el ejemplo 1.

Enseguida se procede a probar el cable usando para ello un megger (manual ó con motor de preferencia, como se muestra en la figura 1). El borne positivo del aparato se conecta al conductor y el negativo a la pantalla ó cubierta metálica del cable, que también deberán estar conectados a tierra. Dado que

TABLA VIII

Factores de corrección por temperatura para resistencia de aislamiento en cables Sintenax



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

NOVIEMBRE, 1982

Pa ' de Mi ía Calle de T: ' a 5 primer ' l ' .C htemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40 Apdo. Postal M-2285

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION: - "MEDIO ó MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON:

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN"

(NTIE-01-101)

OBJETIVO: SOPORTE / PROTECCION — DE LOS CONDUCTORES

Vs

- DAÑO MECANICO
- EFECTO del AMBIENTE

③

MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES

- DEBEN TENER CONTINUIDAD:
  - ELECTRICA:
    METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA
    (NTIE-01-301-E, 200.2)
  - MECANICA:
    - ROSCADAS (MUAS) A CADA CAJA O ACCESORIO
    - SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION → CAJA ADECUADA

- NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES: EN:
  - 220/127.5 vs 440V
  - C.D.
  - FRECUENCIA DIFERENTE
  - COMUNICACION, etc.

  SIST. NORMAL vs SIST. EMERG.

  Excepto: - Control con Circuito de Fza → SI → MISMO AISLAMIENTO
  CTO. Balastro, CTO Alumbrado

- CANTIDAD DE CONDUCTORES:

  DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA
  - COLOCARLOS
  - REMOVERLOS
  - DISIPAR CALOR

  (NTIE-01-101-H)

PROTECCION vs DAÑO MECANICO

- UBICACION PROPIA (no conductores - NTIE-01-301-H)
- CUBIERTAS ADECUADAS

PROTECCION vs EFECTOS del AMBIENTE

(NTIE-01-301-I)

- USE DE MAT. NO RESISTENTE a CORROSION:
  - GALVANIZADO INTERIOR, EXTERIOR
  - PINTURA, BARNIZ, Rec. PLASTICO → SOLO INTERIORES
- DEBEN TENER PROTECCION "ADECUADA al MEDIO" EN:
  - "CONDICIONES CORROSIVAS" → USARSE "MEDIOS DIFICILES" EN GRADO DE PUNTOS, POR CONTACTO SOLUCIONES QUIMICAS; "LIGERAMENTE" (ej) (AIRE EN EXTERNA DE PUNTERIA, INTERIORES, LAVADO, ENTERRADAS); ZONA COSTERA (ej) (50 KM TIERRA ADENTRO); PRESENCIA GASES, LAVADOS, ACTIVOS DE PROD. QUIMICOS.
  - COLADAS en CONCRETO
  - ENTERRADAS
- EN LUGARES "HUMEDOS ó MOJADOS":
  - NO EN CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE.

④

MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES (2)

- DEBE EVITARSE:
  - LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301-B)
  - LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301-K)
  - INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES ó BASURA (301-K)
    (SI EN DUCTOS de AA → TUBERIA METALICA)
- CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS: (301-11)
  - PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)
  - EN CONDOMINIOS → CANALIZACIONES SEPARADAS

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
  - METALICO RIGIDO
    - PESADO
    - SEMIPESADO
    - LIGERO
  - METALICO FLEXIBLE
  - NO METALICO
    - PVC
    - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

INSTALACION VISIBLE

SOBRE AISLADORES

(NTIE-81-312)

CARACTERISTICAS:-

CONDUCTORES
- UNIPOLARES
- AISLADOS
- SOPORTE → AISLADORES.

USO
- INTERIORES y EXTERIORES
- LUGARES SECOS y HUMEDOS

EXCLUSIONES:
- ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES
- SALAS de REUNION (cines, teatros, etc.).
- ESTUDIOS de CINE
- CUBOS de ELEVADOR
- AREAS "PELIGROSAS" → { PELIGRO POR LA EXISTENCIA Y CONCENTRACION EN LA ATMS. DE GASES, VAPORES, MQ VOLATILES, POLVOS O FELUSAS COMBUSTIBLES O INFL.

VENTAJAS:-
- MENOR COSTO → { MATERIAL / INSTALACION
- AUMENTO CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES AL MONTARSE "AL AIRE" → NTIE Tabla 302-4.

TABLA 302.4

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislad (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, FEPB RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425

Continúa TABLA 302.4

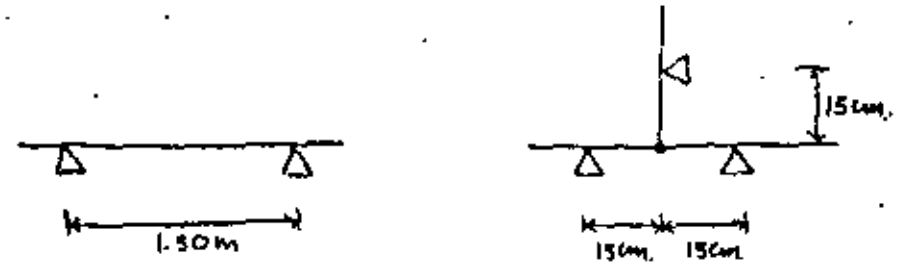
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

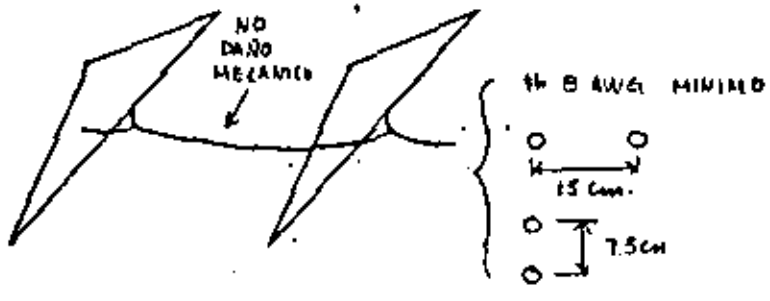
Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, FEPB RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1 000	455	730	545	935	585	1 000	585	1 000

* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

MONTAJE

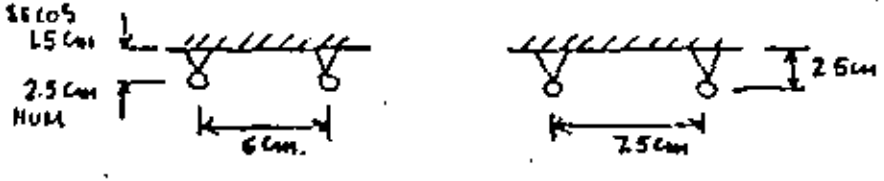
CONDICIONES MINIMAS





300 V

600 V



CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT

- T.C.
  - METALICA
    - ACERO
      - RIGIDA
        - PARED GRUESA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
        - PARED DELGADA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
        - PARED EXTRA DELGADA
          - ESMALTADA
          - GALVANIZADA
      - FLEXIBLE
        - NORMAL
        - IMPERMEABLE
    - ALUMINIO
      - PARED GRUESA
  - NO METALICA
    - PLASTICAS
      - RIGIDAS (PVC)
        - LIGERO
        - PESADO
      - FLEXIBLES (POLYDUCTO)
    - ASBESTO CEMENTO
    - CEMENTO

VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- PROTECCION vs CORROSION
- PROTECCION MECANICA
- CONTINUIDAD ELECTRICA
- ESTANQUEIDAD
- APARIENCIA

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		ACERO					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV	ESM	GALV	ESM	GALV	ESM
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

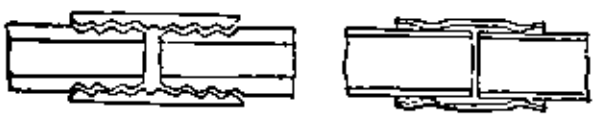
TUBERIA PARED GRUESA

VS

TUBERIA PARED DELGADA

DIFERENCIA:- P.G. se puede roscar.
P.D. no se puede roscar
↓
ACOPLAMIENTO

P.G. P.D.



MAS RIGIDEZ
MEJOR CONTINUIDAD.
MEJOR ESTANQUEIDAD.

TUBO NO METALICO

CARACTERISTICAS GENERALES:-

- $\phi_{MINIMO} = 13mm$
- ACCESORIOS: DEBEN SER APROBADOS ESPECIFICAMENTE PARA EL USO
  - UNION ENTRE TUBOS
  - UNION A CAJA
  - BOQUILLAS
- CAJAS: RECOMENDABLE — MISMO MATERIAL
  METALICAS — DEBEN CONECTARSE A TIERRA
- CONEXION a TIERRA (CONTINUIDAD): DEBE INSTALARSE SIEMPRE UN CONDUCTOR ADICIONAL DE PUESTA A TIERRA.

TUBO DE POLIETILENO

(NTIE 81-306-23)

(POLYDUCTO NARANJA)

CARACTERISTICAS

DEBE SER RESISTENTE A:

- HUMEDAD
- AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS
- RESISTENCIA MECANICA "ADECUADA"
  - → PROT CONDUCTORES
  - → TRATO "RUDO" EN INSTALACION

USO:

- EN TENSION MAXIMA DE 150V a TIERRA.
- EMBEBIDO EN MUROS, PISOS ó TECHOS.
- ENTERRADO: 0.50m ó 0.05m

EXCLUSIONES:

- OCULTO POR PLAFONES en TECHOS
- OCULTO EN CUBOS
- EN INSTALACIONES VISIBLES

TUBO RIGIDO DE PVC

(NTIE-81-306-19)

CARACTERISTICAS:-

DEBE SER:

- AUTOEXTINGUIBLE
- RESISTENTE a
  - APLASTAMIENTO
  - AGENTES QUIMICOS
  - HUMEDAD

USO:-

- INSTALACIONES OCULTAS
- INSTALACIONES VISIBLES
  - NO EXPUESTAS a DAÑO MECANICO
- SITIOS EXPUESTOS a AGENTES QUIMICOS
  - DEBE RESISTIR
- LOCALES "HUMEDOS" o "MOJADOS"
- ENTERRADO: 0.50m MIN ó 0.05m

EXCLUSIONES:

- LOCALES "PELIGROSOS"
- TEATROS, CINES, etc (SALVO CUANDO NO PUEDE SER METALICA)
- COMO SOPORTE LUMINARIOS
- SI $t_a > 70°C$

SOPORTES:

ESPACIAMIENTO MAXIMO:—

ϕ 13-19 mm	→ 1.20 m	63-76 mm	→ 1.80 m
ϕ 25-51 mm	→ 1.50 m	89-102 mm	→ 2.10 m

1.20m

USOS TIPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

-PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA
- PARED EXT DELG GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA.
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERM.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB CORROSIVO -
- PLASTICA RIG PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

COSTO . ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

mm (Pulg)	13 (½)	19 (¾)	25 (1)	32 (1¼)	38 (1½)	51 (2)	63 (2½)	76 (3)	102 (4)
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,108	1,750
P.G GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,352
P.D. ESM	67	93	164	178	249	303			
P.D. GALV	78	108	158	255	297	381			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
FLEX. NORM	74	119	145	227	278	536	615	690	1,037
FLEX. IMP.	202.4	293	410	610	813	1,368	1,229	5,919	9,376
ALUM. P.G.	1,246	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,231	10,824	15,369
PL RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES	57	79	96	128	159	239	333	415	559
PL FLEX (POLYD-1)	10	19	30	45	52	73		141	
ASB. CE							235	270	352
CEMENTO									135

CONDICIONES de DISEÑO:

•) DIAMETRO MINIMO : 13mm (1/2")
(EXCEPTO TUBO FLEXIBLE → 9.5mm 3/8")

NTIE
[304-3
305-2
306-3]

•) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:
(310-10)

→ LIMITADO POR: FACILIDAD DE →
- COLOCAR
- REMOVER
- DISIPAR CALOR

•) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

1 CONDUCTOR ——— 55% de AREA INT
2 CONDUCTORES ——— 30% " "
3 ó MAS CONDUCTORES —— 40% " "

Tabla 1.1
Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro Interior	Area interior total	Area disponible para conductores (mm²)	
mm	pulg.	(mm)	(mm²)	40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	$\frac{1}{2}$	15.81*	196	78	59
19	$\frac{3}{4}$	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	$1\frac{1}{4}$	35.31*	979	392	294
38	$1\frac{1}{2}$	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 106	874	656
63	$2\frac{1}{2}$	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	$3\frac{1}{2}$	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.
** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

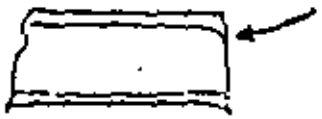
Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

Tabla 1.2
Dimensiones de conductores con aislamiento de hule y termoplásticos*

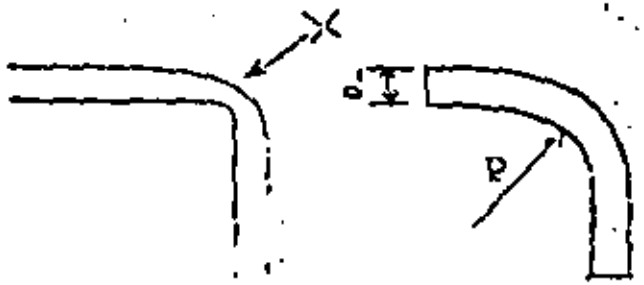
Calibre A.W.G. MCM		Tipos T, TW y THW; RHW y RHH (sin cubierta exterior)		Tipos RHW y RHH (con cubierta exterior)		Tipos THWN y TH	
		Diámetro mm	Area mm²	Diámetro mm	Area mm²	Diámetro mm	Area mm²
Col. 1		Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7
ALAMBRES	14	3.3	8.7	–	–	2.7	5.9
	14	4.1*	13.3*	5.2	21.1	–	–
	12	3.8	11.1	–	–	3.2	7.9
	12	4.5*	16.2*	5.6	24.7	–	–
	10	4.3	14.3	–	–	4.0	12.3
	10	5.0*	20.1*	6.1	29.7	–	–
CABLES	14	3.6	9.9	–	–	3.0	6.9
	14	4.3*	14.0*	5.4	23.0	–	–
	12	4.0	12.8	–	–	3.4	9.3
	12	4.8*	18.4*	5.9	27.3	–	–
	10	4.6	16.8	–	–	4.3	14.7
	10	5.4*	23.0*	6.5	33.3	–	–
	8	6.2	30.4	–	–	5.6	25.0
	8	7.0*	38.6	8.3	54.5	–	–
	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6	34.2
	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.1	55.2
	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9	77.1
	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5	123.5
	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7	147.6
	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0	176.7
	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4	211.2
	250	20.0	314.6	22.0	361.0	18.2	261.3
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6	302.6
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	–	–
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1	384.3
	500	26.1	536.5	28.4	633.4	24.3	463.0
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	–	–
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	–	–
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	–	–
	1 250	40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	–	–
	1 500	43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	–	–

CONDICIONES de MONTAJE:

① ESCARIADO



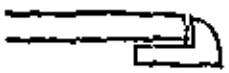
② DOBLADO



$R \geq 6d$

③ MONITORES:

④ CURVAS:



Nº MAXIMO

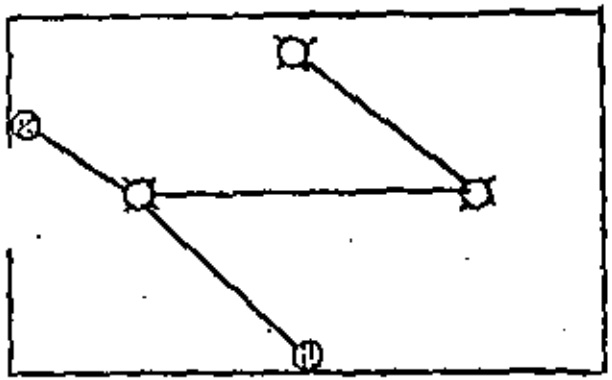
•) RECOMENDABLE — 2 de 90°

•) PERMITIDO → 4 de 90° (CON RADIO AMPLIO).

TRAYECTORIAS:

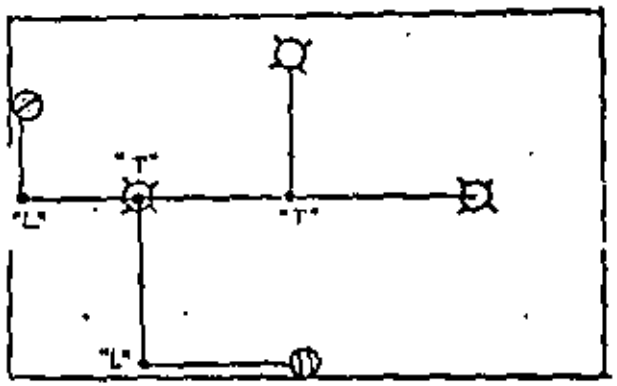
INSTALACION OCULTA:

TRAYECTORIAS LO MAS CORTAS POSIBLE →



INSTALACION APARENTE:

TRAYECTORIAS PARALELAS A EJES ESTRUCTURALES →



CAJAS de CONEXIONES

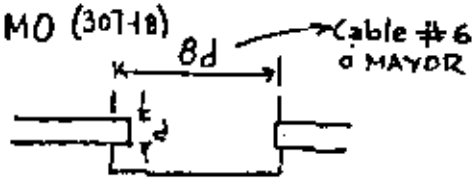
- LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS EN EL INTERIOR DE LAS TUBERIAS

- FIN CAJAS:
  - CONEXION a UTILIZACION
  - CONEXIONES de CABLES
  - FACILIDAD PARA CABLEAR.

- DIMENSIONES CAJAS:-

  PROFUNDIDAD MINIMA (307-15) → 35 mm (13 mm ex.)

  ANCHO MINIMO (307-18)



- NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO:-

  VOLUMEN OCUPADO POR CONDUCTORES Y LAS CONEXIONES ≤ 60% del Volumen interior o espacio libre (307-9)

NUMERO DE CONDUCTORES EN CAJAS SEGUN NEC

Table 370-6(a). Metal Boxes

Box Dimension, Inches Trade Size or Type	Min Cu. In. Cap.	Maximum Number of Conductors No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1½ Round or Octagonal	12.5	6	5	5	4	0
4 x 1½ Round or Octagonal	15.5	7	6	6	5	0
4 x 2½ Round or Octagonal	21.5	10	9	8	7	0
4 x 1½ Square	12.5	9	8	7	6	0
4 x 1½ Square	21.0	10	9	8	7	0
4 x 2 x Square	30.3	15	13	12	10	6
4 11/16 x 1½ Square	25.5	12	11	10	8	0
4 11/16 x 1½ Square	29.5	14	13	11	9	0
4 11/16 x 2½ Square	42.0	21	18	16	14	8
3 x 2 x 1½ Device	7.5	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Device	10.0	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2½ Device	10.5	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2½ Device	12.5	6	5	5	4	0
3 x 2 x 2½ Device	14.0	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3½ Device	18.0	9	8	7	6	0
4 x 2½ x 1½ Device	10.3	5	4	4	3	0
4 x 2½ x 1½ Device	13.0	6	5	5	4	0
4 x 2½ x 2½ Device	14.5	7	6	5	4	0
3½ x 2 x 2½ Masonry Box/Gang	14.0	7	6	5	4	0
3½ x 2 x 3½ Masonry Box/Gang	21.0	10	9	8	7	0
FS - Minimum Internal Depth 1¾ Single Cover/Gang	13.5	6	6	5	4	0
FD - Minimum Internal Depth 2¾ Single Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	3
FS - Minimum Internal Depth 1¾ Multiple Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	0
FD - Minimum Internal Depth 2¾ Multiple Cover/Gang	24.0	12	10	9	8	4

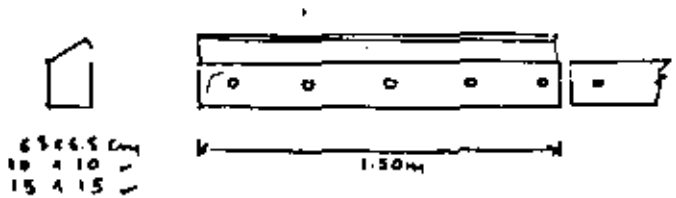
Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor

Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 14	2 cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3 cubic inches
No. 6	5 cubic inches

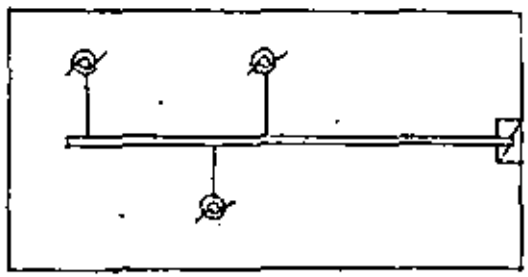
CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

- •) DUCTO EMBISAGRADO (Lay-in) - CON TAPA (NTIE-308)
- •) DUCTO ALIMENTADOR (Feed-in) } CON BARRAS (NTIE-309)
- •) DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-in) } CON BARRAS (NTIE-309)

I) DUCTO EMBISAGRADO (ART-308)



USO:-



VENTAJAS

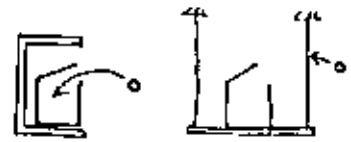
- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO.
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA. (Fact. Relleno = 40%).

COSTO POR mm² UTILIZABLE :-

TUBO			AREA UTIL (mm²)	COSTO (%)
		13mm.	78	100
		19	136	85
		25	212	77
		32	350	66
		38	510	61
		51	870	47
		64	1240	66
		76	1590	64
		101	2800	48
DUCTO 6.5 x 6.5 cm			1630	54
DUCTO 10 x 10 cm			4000	27
DUCTO 15 x 15 cm			9000	24

LIMITACIONES:-

- •) INTERIORES (EXTERIORES → PBA LLUVIA)
- •) APARENTES
- •) LUGARES SECOS
- •) NO EXPUESTO a DAÑO MECANICO
- •) NO EXPUESTO a GASES, VAPORES, etc.
- •) NO MAS de 30 CONDUCTORES (excepto control)
- •) SOPORTE CADA 1.5m. (3m → construcciones especiales).



- •) PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-362-6). (NTIE-308-7).

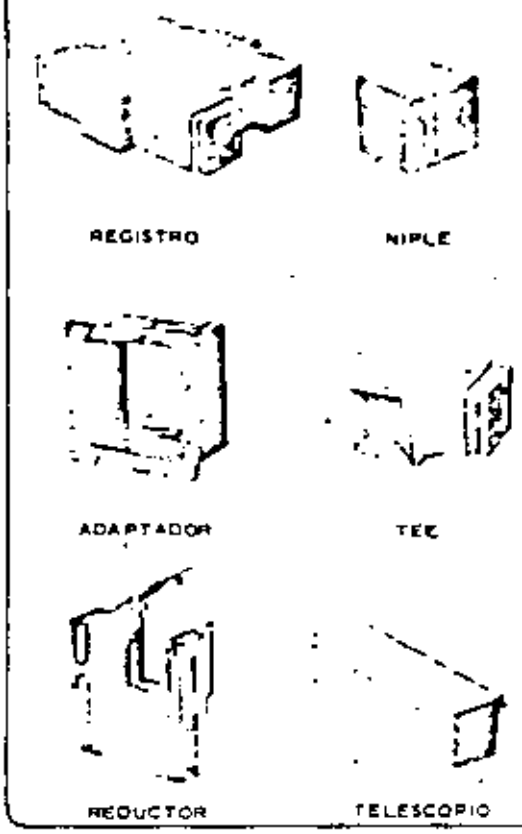
DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

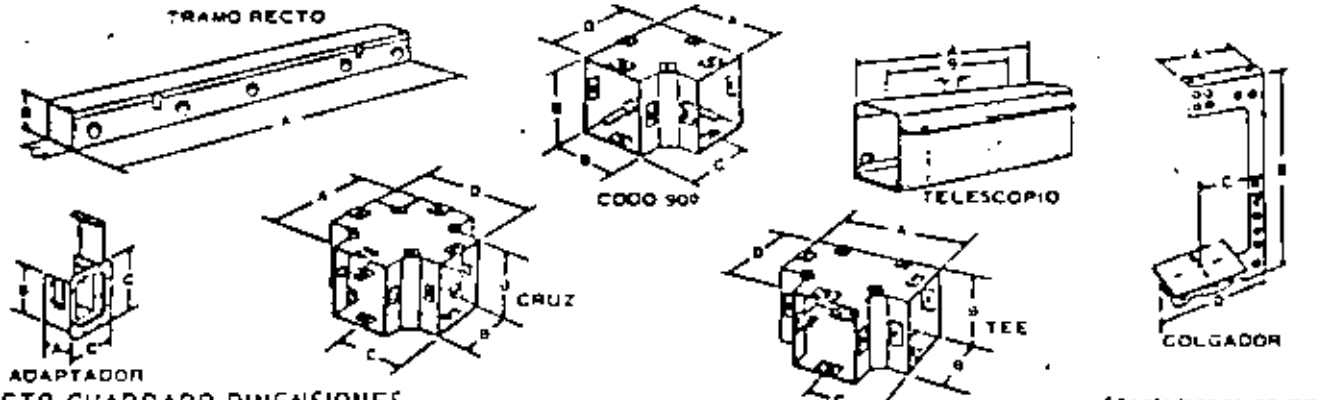
Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.

No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta máx. 30 conductores.

Calibre del Conductor	Area del cable con forro en cm² Tipo TW -THW.	No. Máximo de Conductores en Ducto †		
		6.5 × 6.5 cm	10 × 10 cm.	15 × 15 cm.
14	0.102	92	237	533
12	0.132	72	186	418
10	0.166	55	142	321
8	0.322	30	78	176
6	0.515	15	39	87
4	0.650	11	29	66
3	0.785	9	25	57
2	0.950	8	21	48
1	1.267	6	15	35
0	1.474	5	13	30
00	1.767	4	11	25
000	2.011	3	9	21
0000	2.405	3	8	18
250000	3.036	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.374	1	4	10
500000	5.183	1	3	8

† *EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, limita a 30 conductores el número de los que se pueden instalar en un ducto, a no ser que los alambres en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor y se usen solamente en el período de arranque.*



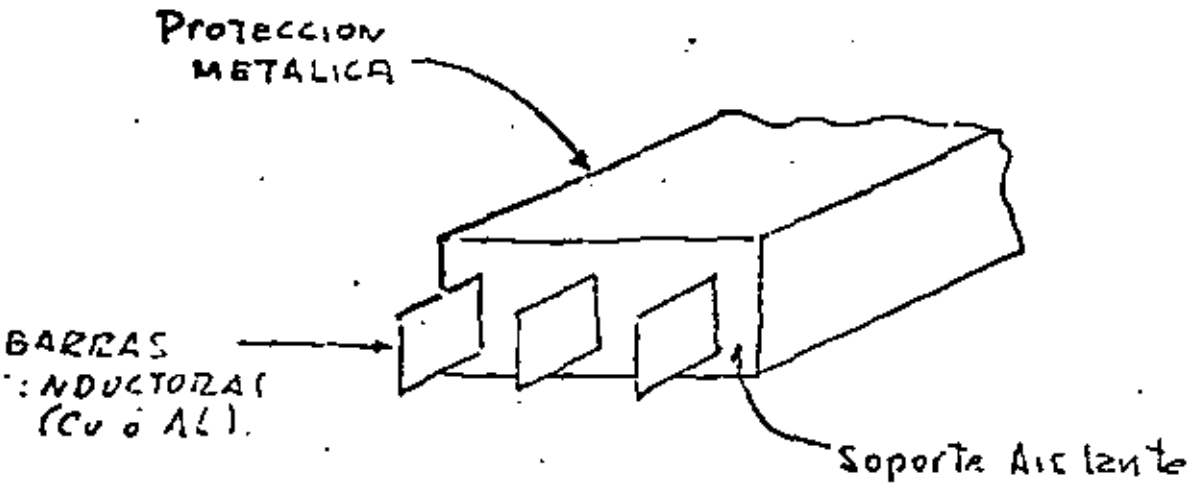


DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

(Acotaciones en mm.)

DUCTO 6.5 × 6.5 cm					DUCTO 10 × 10 cm					DUCTO 15 × 15 cm				
CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D
LD21	304	66	66	—	LD41	304	105	105	—	LD61	304	155	155	—
LD22	609	66	66	—	LD42	609	105	105	—	LD62	609	155	155	—
LD25	1524	66	66	—	LD45	1524	105	105	—	LD65	1524	155	155	—
LD290L	197	66	84	117	LD490L	157	105	103	157	LD690L	222	157	144	222
LD245L	73	66	—	73	LD445L	99	105	—	49	LD645L	127	18	—	127
LD225L	59	66	—	59	LD425L	67	105	—	67	LD625L	92	157	—	92
LD2T	168	66	84	117	LD4T	225	105	103	156	LD6T	289	156	144	222
LD22	168	66	84	168	LD44	[illegible]	105	103	206	LD64	281	156	144	281
—	—	—	—	—	LD4PD	167	105	—	167	LD6PD	500	156	—	500
LD2TF	381	232	13	—	LD4TF	187	232	13	—	LD6TF	381	232	13	—
LD2H	110	254	81	111	LD4H	112	235	100	152	LD6H	138	411	129	[illegible]
LD22A	92	67	92	—	LD44A	92	105	160	—	LD66A	173	156	194	—

DUCTO ALIMENTADOR



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

EJ :-

VENTAJAS:-

- BAJA IMPEDANCIA
- RESISTENCIA MECANICA
- RESISTENCIA a CTES C.C.
- FACILIDAD de INSTALACION

DUCTO ALIMENTADOR - USO

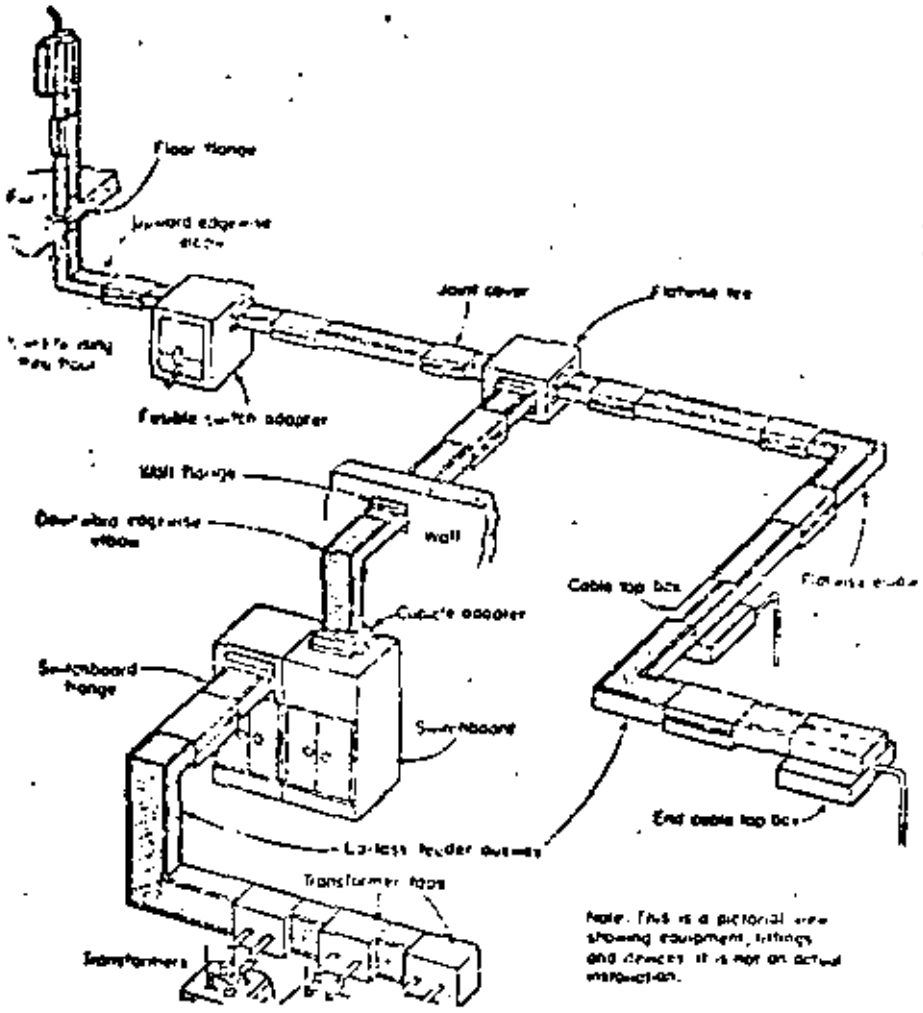


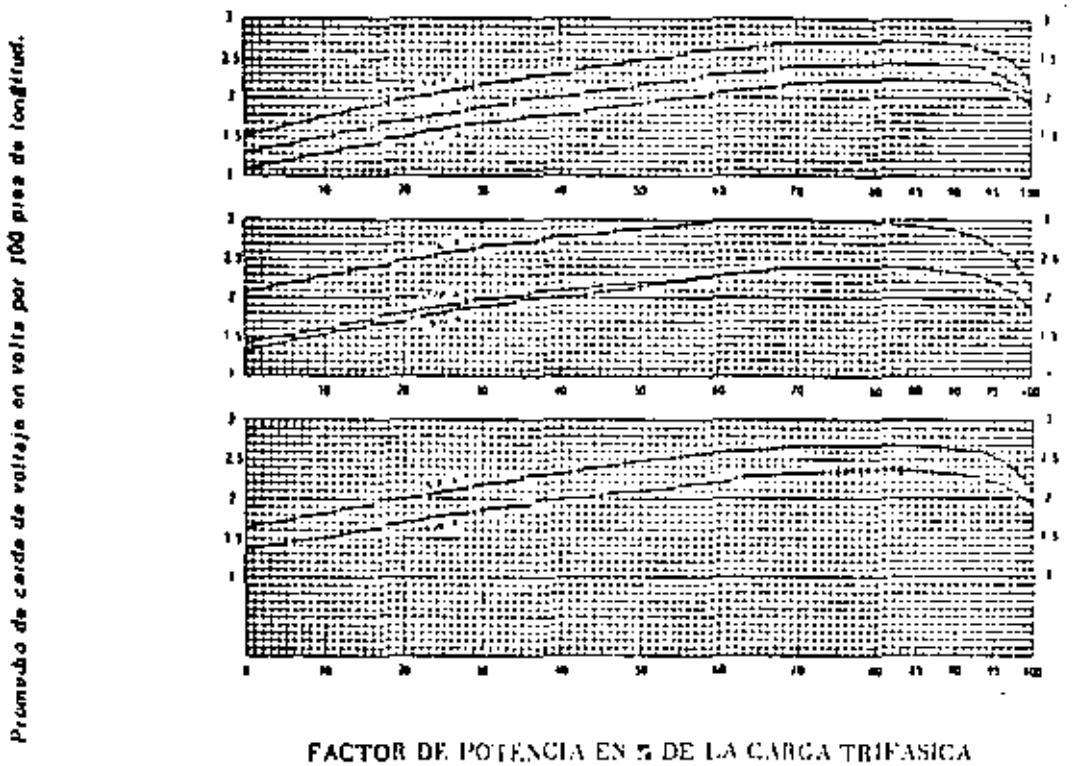
FIG. 1[illegible]2 *Typical low-voltage-drop feeder busway system. (National Electric Div., H. K. Porter Co., Inc.)*

ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COBRE FEED - IN - 3 POLOS - 600V.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 piés de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Rango en amperes	R Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	X Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
600	.00104	.00156	1.62	1.82	2.01	2.18	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.65	2.61	2.52	2.12
800	.00140	.00096	1.33	1.52	1.69	1.85	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.26	1.94
1000	.00108	.00084	1.46	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.29	2.35	2.38	2.36	2.32	2.23	1.97
1350	.00093	.00069	2.09	2.29	2.47	2.63	2.77	2.88	2.97	3.01	2.98	2.94	2.[illegible]	2.72	2.17
1600	.00069	.00050	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.25	2.33	2.36	2.35	2.32	2.25	1.91
2000	.00055	.00033	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.95	2.06	2.15	2.21	2.22	2.21	2.17	1.91
2500	.00048	.00030	1.30	1.50	1.69	1.86	2.02	2.17	2.29	2.38	2.44	2.45	2.44	2.38	2.09
3000	.00043	.00030	1.56	1.77	1.98	2.16	2.32	2.47	2.59	2.68	2.72	2.70	2.62	2.74	

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1000 Amps. con 50 % de F.P.

Caída de voltaje: $= \sqrt{3} \times I \times (R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta)$

$= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00105 \times .50 + .00054 \times .866)$

$= 2.19$ *Volts / 100 pies*

Notas: 1.- *Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.*

2.- *Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.*

3.- *Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.*

4.- *Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación* $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$

5.- *Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación* $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$

6.- *Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuída, usar la mitad de los valores.*

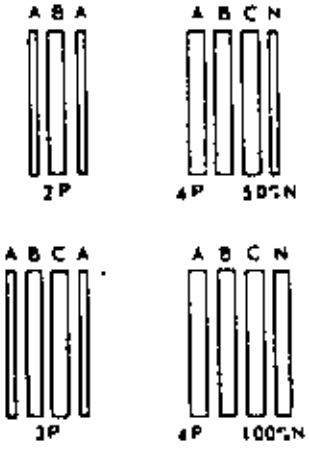
ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			PESO POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 POLOS	ØB-2P, ØB y C-3P Ø A, B, C y 100% N-4P.	50% NEUTRO	2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	H	W			
									2P.	3P.	50% N 4P	100% N 4P
600A	2S-3X51	1S-6X51	1S-3X51	25	30	31.5	33	219	54	67	70	73
800A	2S-3X76	1S-6X76	1S-3X76	27.5	34.5	36.5	39	219	54	67	70	73
1000A	2S-3X101	1S-6X101	1S-3X101	30.5	39	42	45	219	54	67	70	73
1350A	2S-4X101	1S-8X101	1S-4X101	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1600A	2S-3X152	1S-6X152	1S-3X152	44	57	61	66	321	54	67	70	73
2000A	4S-3X101	2S-6X101	2S-3X101	50	66	71.5	77	321	54	67	70	73
2500A	† 4S-3X114	† 2S-6X114	† 2S-3X114	59	78	84	90	422	54	67	70	73
3000A	4S-3X152	2S-6X152	2S-3X152	68	91	100	108	422	54	67	70	73
* 4000A	8S-3X101	4S-6X101	4S-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
* 5000A	8S-3X114	4S-6X114	4S-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
* 6000A	8S-3X152	4S-6X152	4S-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

* *Hileras dobles: en 4000A, son 2 de 2000A, en 5000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.*
† *Barras espaciadas 76 mm. (canto con canto).*

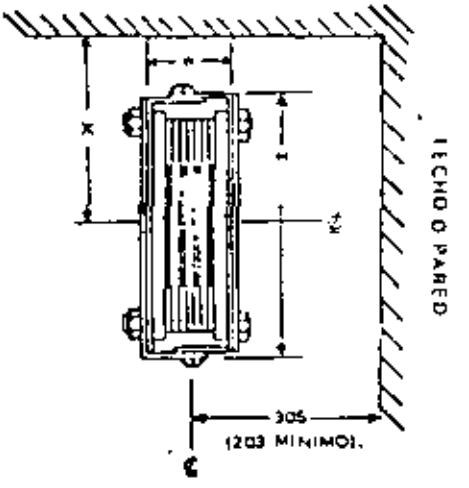
ACOMODO DE SOLERAS



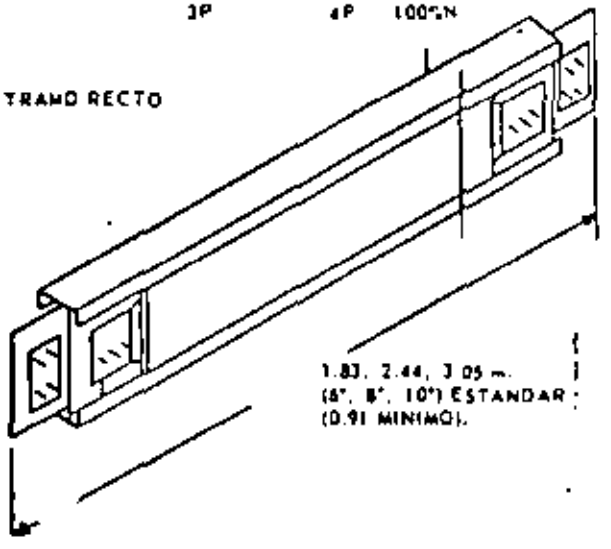
Espacio recomendado al techo o pared.

RANGO AMPERES	x (mm.)
600-1000	203
1350	203
1600-2000	254
2500-3000	305

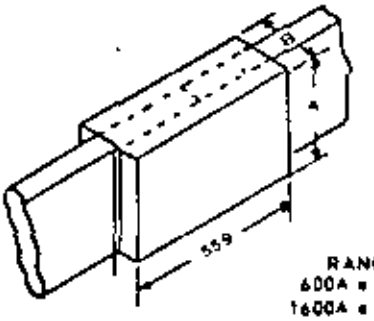
TECHO O PARED



TRAMO RECTO



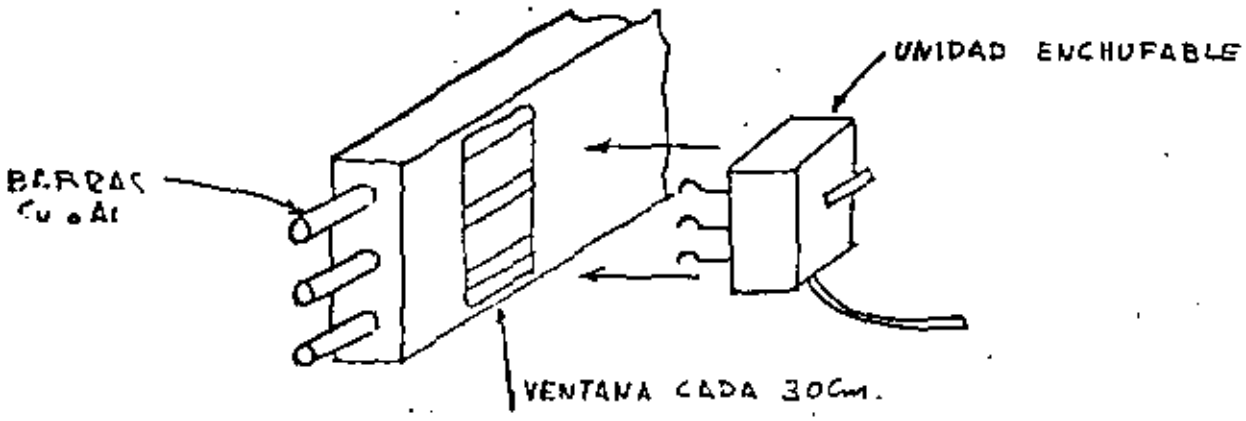
ENSAMBLE DE UNION

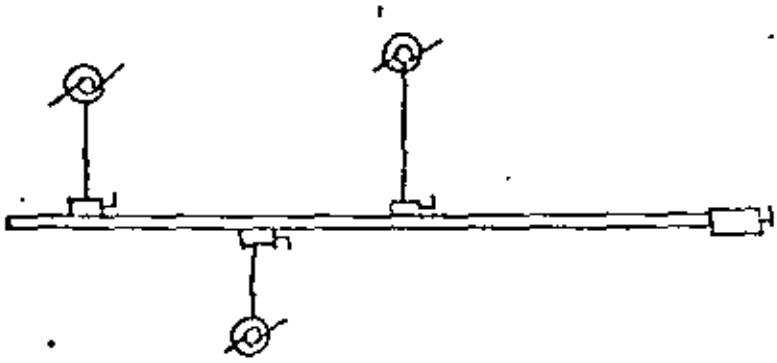


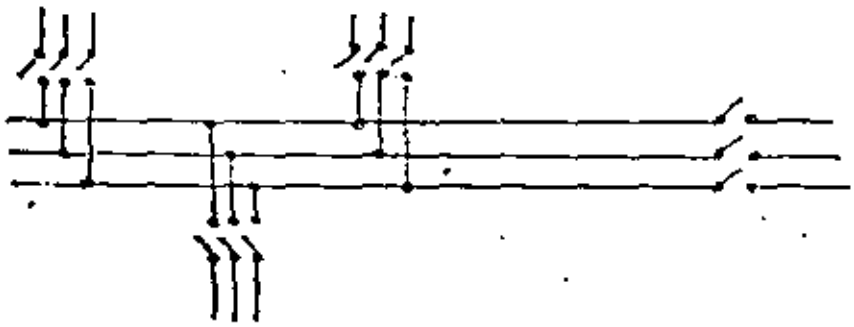
POLOS	B
2	179
3	190
4	203

RANGO	A
600A a 1350A	228
1600A a 2000A	330
2500A a 3000A	432

DUCTO DISTRIBUIDOR







EQUIVALE A UN TABLERO DE DISTRIBUCION DESARROLLADO SOBRE EL AREA DE TRABAJO.

VENTAJA PRINCIPAL:

- MAXIMA FLEXIBILIDAD..
- RAPIDEZ INSTALACION..

DUCTO-DISTRIBUIDOR USO

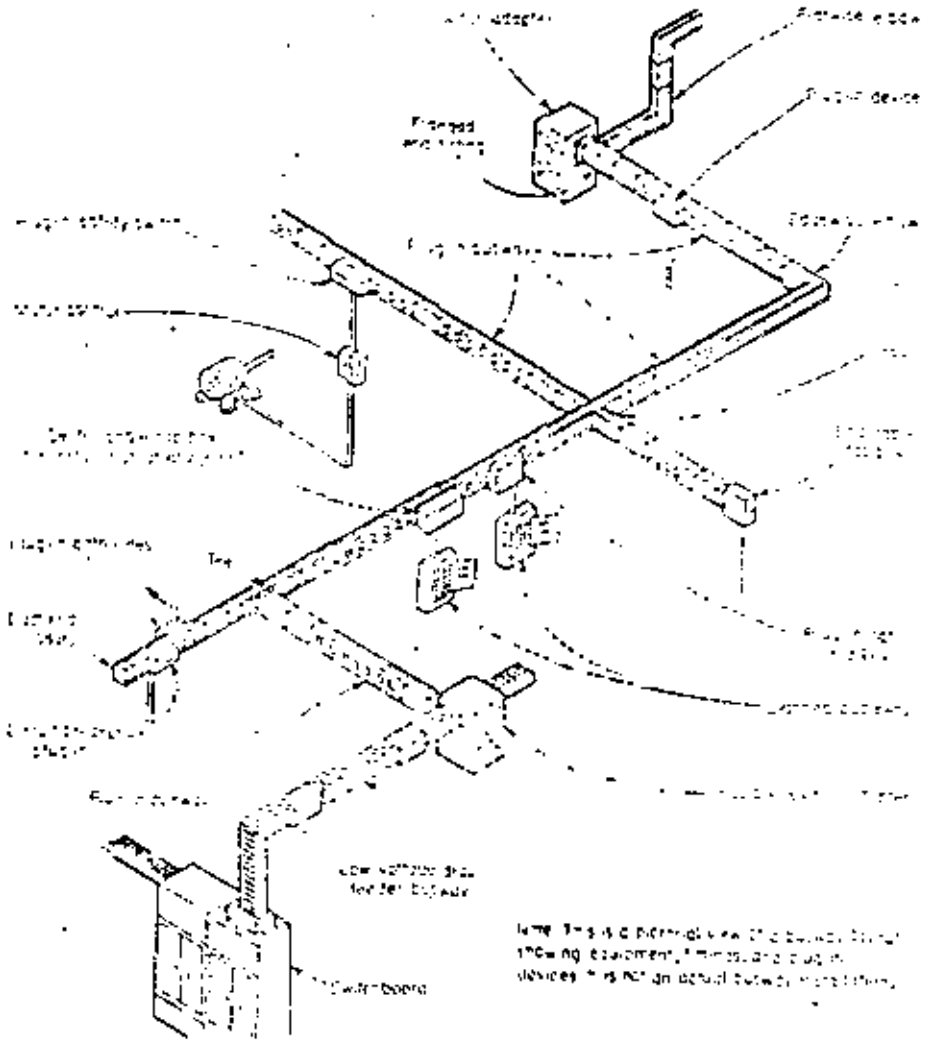


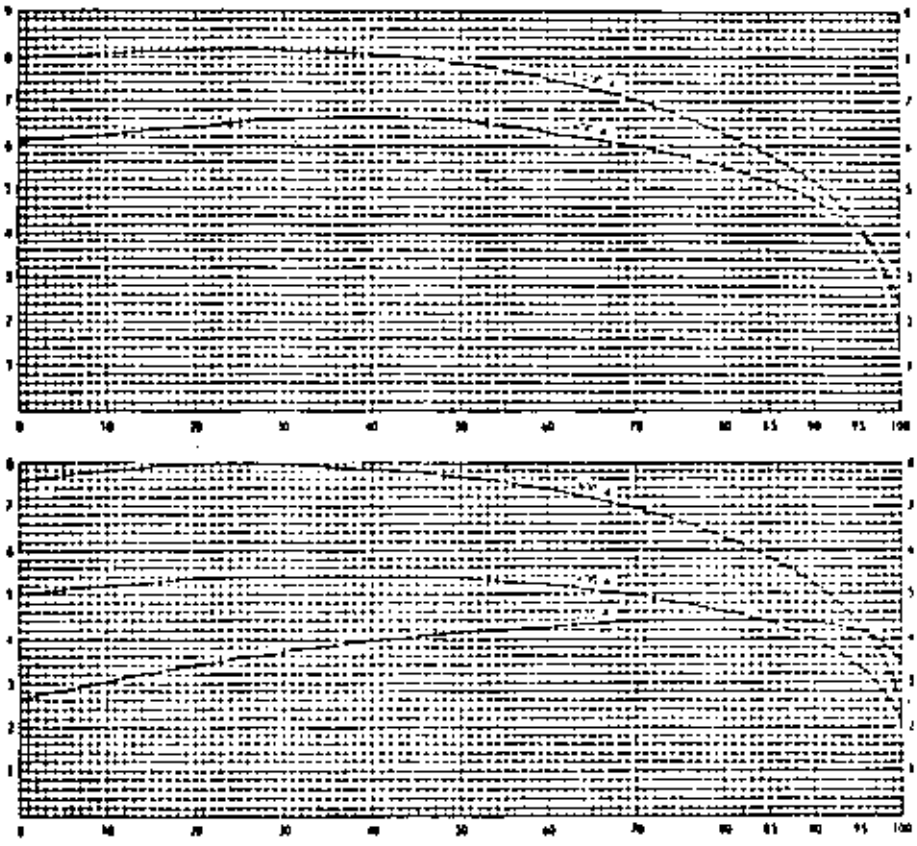
FIG. 104 *Typical plug-in busway (power-tight) system.* (*National Electric Div., H. K. Porter Co., Inc.*)

ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de cobre Plug-in de 3 polos 600 Volts.
Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

PROMEDIO DE CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS POR 100 PIES DE LONGITUD.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

Range en amperes	Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
225	.00900	.00696	2.72	3.05	3.36	3.64	3.89	4.12	4.28	4.30	4.44	4.42	4.34	4.15	3.51
400	.00294	.00720	4.98	5.16	5.30	5.36	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.36	4.01	3.43	2.34
600	.00205	.00735	7.63	7.80	7.90	7.91	7.84	7.68	7.38	6.95	6.28	5.82	5.24	4.40	2.13
800	.00170	.00439	6.08	6.30	6.43	6.50	6.53	6.45	6.30	5.98	5.53	5.22	4.77	4.12	2.36
1000	.00109	.00459	7.95	8.07	8.14	8.13	8.03	7.81	7.46	6.95	6.25	5.77	5.14	4.26	1.89

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1,000 Amps., con 50% de F. P.

caída de voltaje $= \sqrt{3}\, I\,(R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta)$
$= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00109 \times .50 + .00459 \times .866)$
$= \sqrt{3} \times 1000 \times (.004511) = 7.81$ *Volts./100 pies.*

NOTAS: 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación. $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación. $\frac{\text{long., real en pies}}{100 \text{ pies}}$
6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.

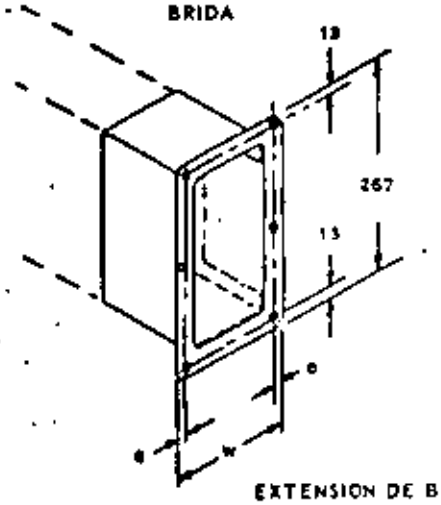
ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

CO' VIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES *	NEUTRO *	FASES *	NEUTRO *	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3/4 P.	2P.	3P.	3/4 P.
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.7 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.5 Pared	12.0	12.3	12.6	12.5	13.1	13.8
400 A.	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	1-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 2.9 Pared	13.2	14.6	15.6	15.0	17.8	19.8
600 A.	———	———	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.6	25.2
A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-B 16 Dia.	16.2	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	———	———	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	33.0	35.0

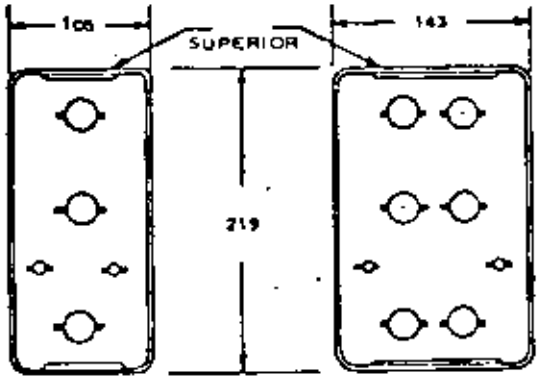
* *DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.*

BRIDA



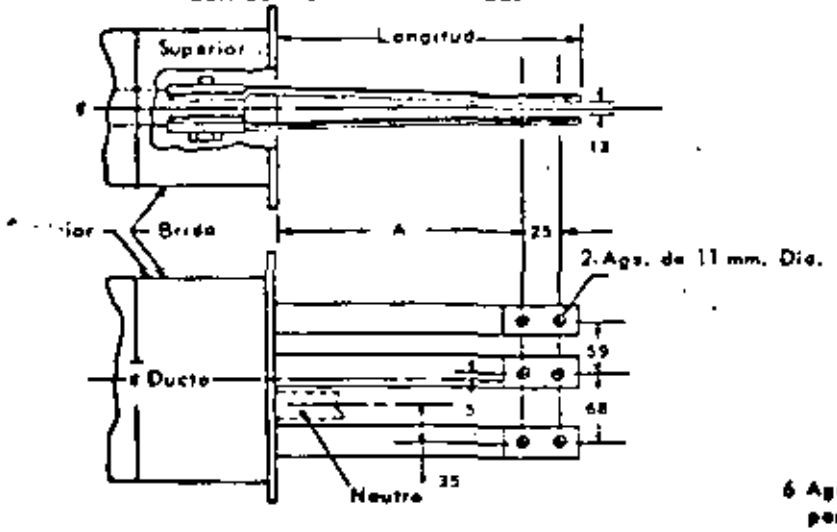
RANGO	W (mm.)
225A. 400A. 600A.	143
800A. 1000A.	181

DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL

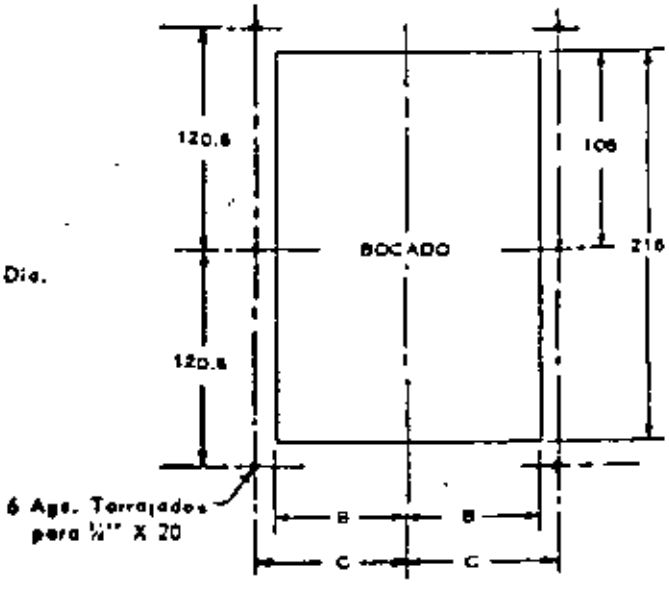


225A., 400A., 600A. 800A. Y 1000A.

EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



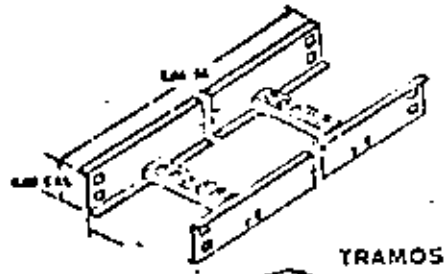
LONGITUD mm.	PIES	A
	1	267
	2	571
914	3	876

Acot. en mm.

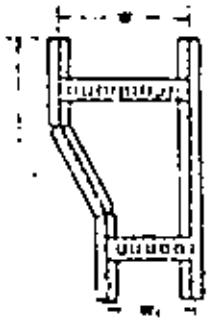
225A., 400A., 600A. B=56, C=65.5

800A. Y 1000A. B=73, C=82.5

SISTEMA de CHAROLAS o ESCALERAS

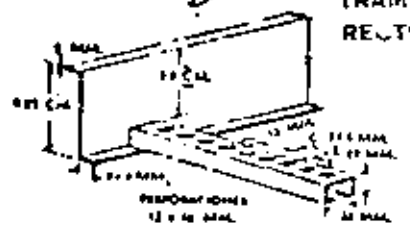


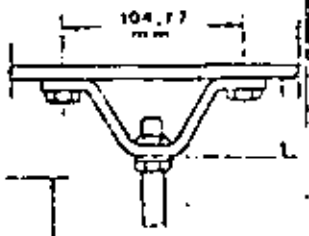
TRAMOS RECTOS



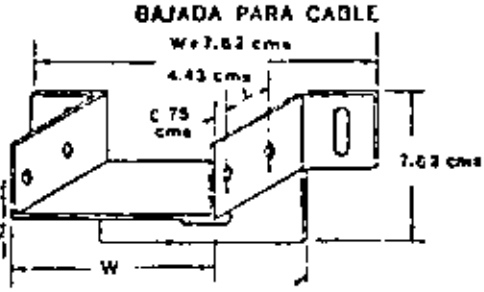
REDUCCION LATERAL

BAJADA PARA CABLE

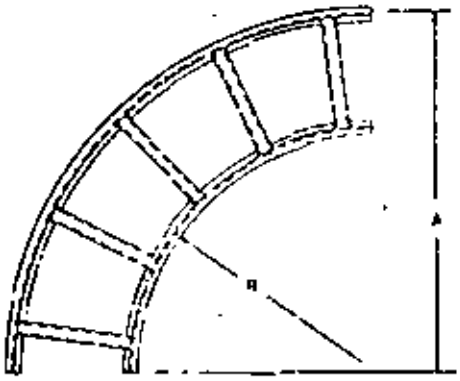




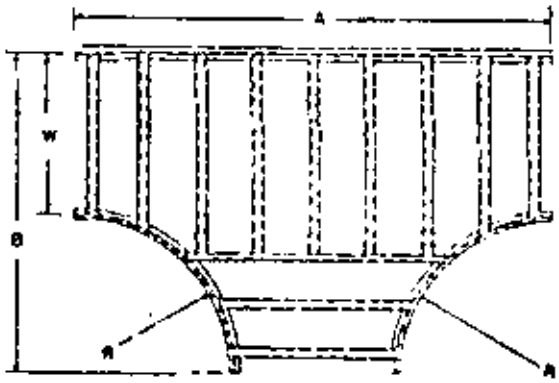
CLIP "U"



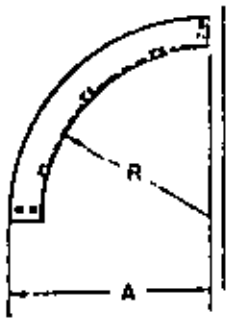
CONECTOR DE CANAL A CAJA



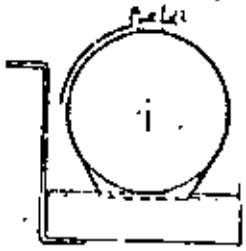
CODO HORIZONTAL



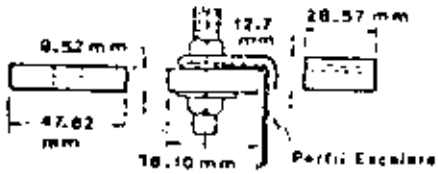
"T" HORIZONTAL



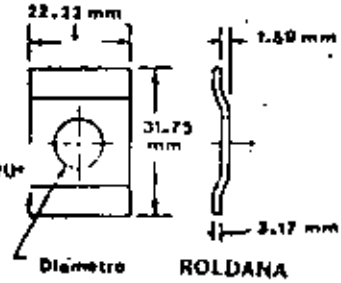
CODO VERTICAL EXTERIOR A 90°



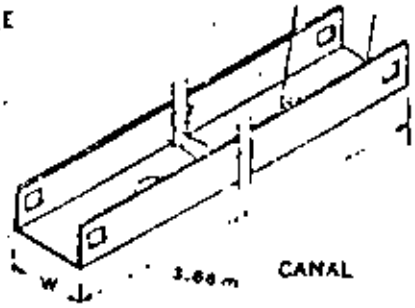
ABRAZADERA PARA CABLE



SOPORTE SENCILLO PARA ESCALERA



Diametro ROLDANA



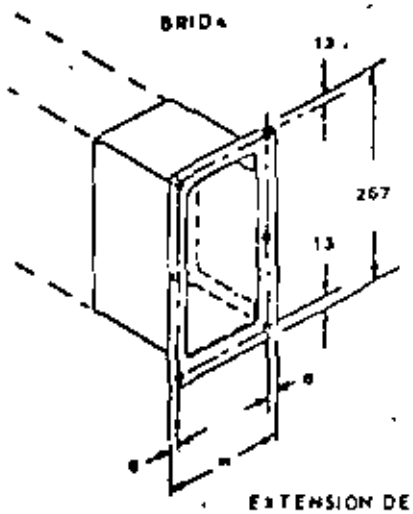
CANAL

CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES *	NEUTRO *	FASES *	NEUTRO *	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 4	2P.	3P.	3 4
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	12.5	12.1	13.3
400 A.	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	1-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 2.9 Pared	13.2	14.0	15.6	[illegible]	17.6	19.8
600 A.	———	———	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	19.2	21.6	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.1 Pared	2-B 16 Dia.	16.2	18.4	19.4	21.3	25.4	27.4
1000 A.	———	———	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	30.9	35.0

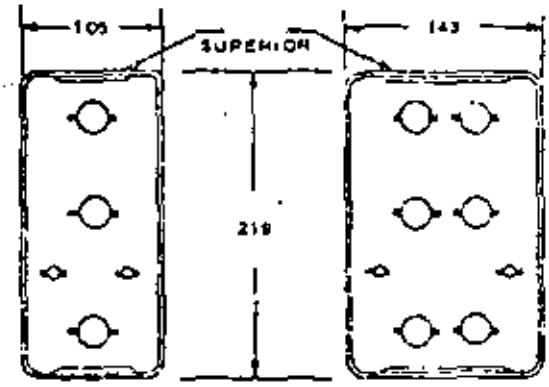
* *DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.*

BRIDA



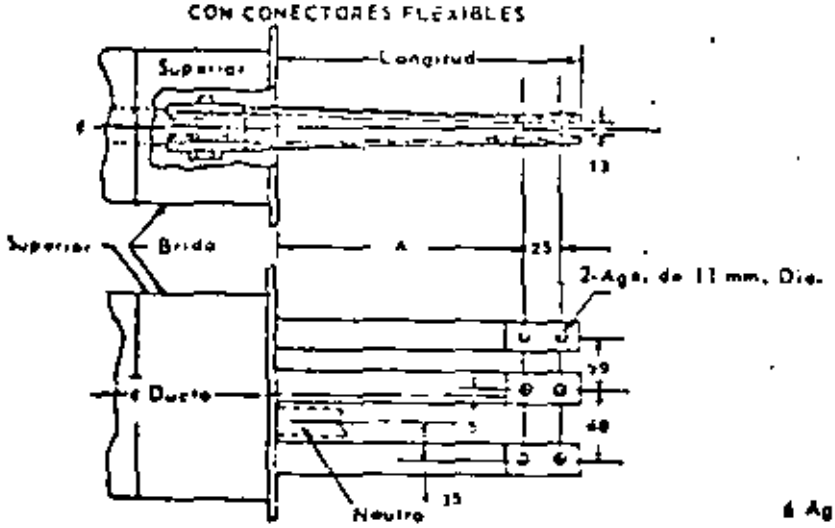
RANGO	W (mm.)
225A. 400A. 600A.	143
800A. 1000A.	181

DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



225A., 400A., 600A. 800A. Y 1000A.

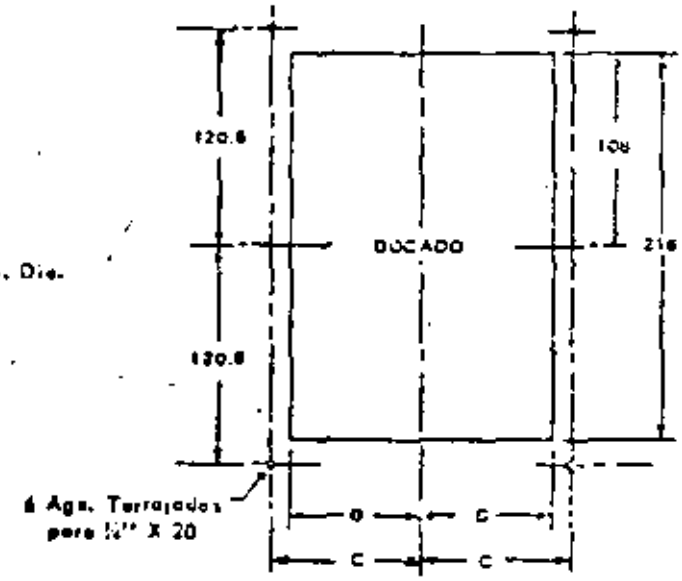
EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



LONGITUD		A
m	PIES	
35	1	267
610	2	571
914	3	876

Acot. en mm.

BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA

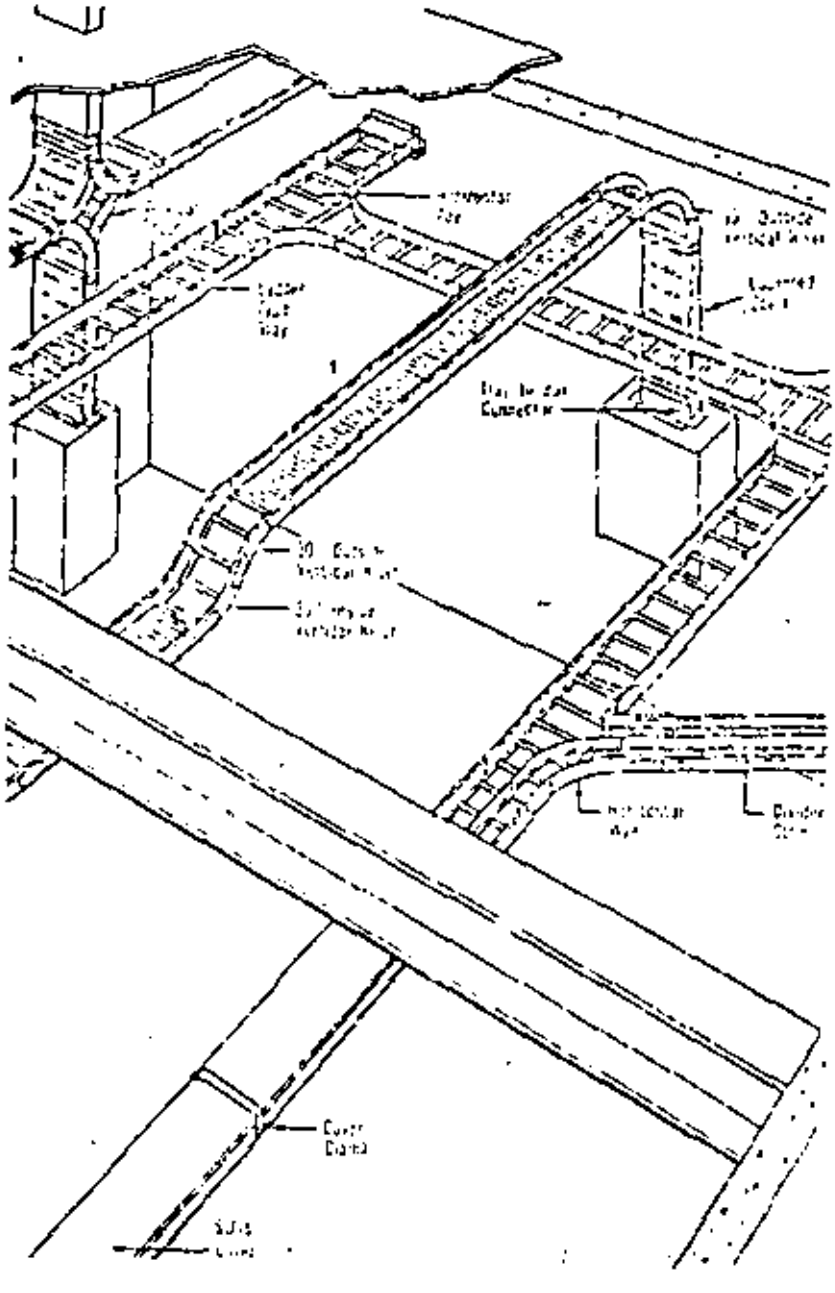


225A., 400A., 600A. B=54, L=63.5

800A. Y 1000A. B=72, C=82.5

SISTEMA DE CHAROLAS. USO:

9-132 EXTERIOR WIRING



USO :-

- GRANDES CANTIDADES de CONDUCTORES
- CONDUCTORES de GRAN SECCION
- NECESIDAD de GRAN FLEXIBILIDAD

RESTRICCIONES (NEC)

- DAÑO FISICO SEVERO
- AREAS CON AMBIENTE FACILMENTE COMBUSTIBLE
- AREAS donde existan MONTACARGAS.

USO

NECESIDAD DE

GRAN CANTIDAD
GRAN SECCION
GRAN FLEXIBILIDAD

DE CONDUCTORES

DEBEN TENER AISLAMIENTO Y CUBIERTA APROBADOS PARA ESTE TIPO DE INSTALACION

SOLO EN LOCALES CONSTRUIDOS CON MATERIALES INCOMBUSTIBLES ó RESISTENTES AL FUEGO.

USO ADICIONAL: SOPORTE DE TUBERIAS Y OTRAS CANALIZACIONES.

EXCLUSIONES:-

- CUBOS de ELEVADOR.
- LUGARES "PELIGROSOS" (SALVO CABLES ESPECIALES)
- EXPUESTOS a DAÑO MECANICO.

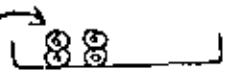
CONDICIONES DE DISEÑO

- NUMERO DE CONDUCTORES
- CAPACIDAD DE CONDUCTORES
- DIMENSIONES
  - ANCHO
  - ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS.

• NUMERO CONDUCTORES

MULTICONDUCTOR:
MAX. UNA CAPA

DE UN SOLO CONDUCTOR:
MAX. DOS CAPAS



• CAPACIDAD CONDUCTORES:

MULTICONDUCTOR: CAPACIDAD → TABLA 302-4 "EN TUBERIA"

DE UN SOLO CONDUCTOR:

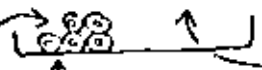
SI ⇒ UNA SOLA CAPA

DESCUBIERTA

IGUAL a Φ MAYOR CONDUCTOR

USAR CAPACIDAD TABLA 302-4 "EN AIRE"

SI ⇒ UNA ó 2 CAPAS



DESCUBIERTA

SIN SEPARACION

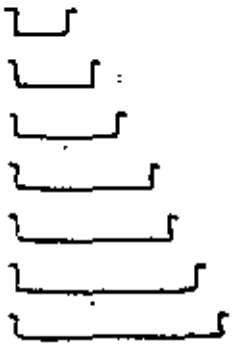
CAP "EN AIRE" X 0.75

SI SE CUBRE EN MAS de 1.80 → X 0.70

CONDICIONES de DISEÑO

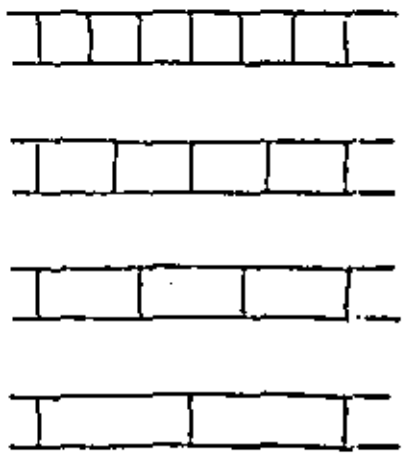
• ANCHO CHAROLA → Nº de CABLES → ESPACIAMIENTO

15.2 cm
22.8 cm
30.48 cm
40.64 cm
45.72 cm
50.8 cm
60.96 cm



• ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS → CALIBRE CONDUCTOR

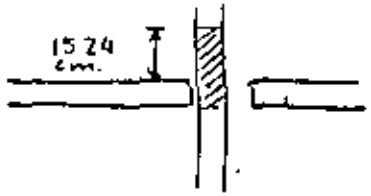
15.24 cm
22.86 cm
30.48 cm.
45.72 cm.



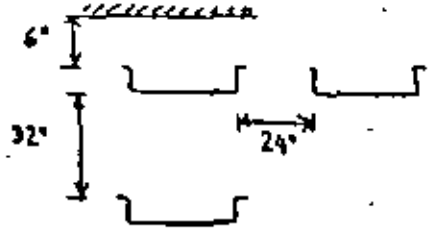
40

CONDICIONES de INSTALACION (NEC)

- SISTEMA COMPLETO y CONTINUO
- CABLEADO COMPLETO (CONEXIONES EN CAJAS).
- CONEXION MECANICA a CAJAS o DISPOSITIVOS DE DONDE SALEN o TERMINAN los CABLES
- PROTECCION al CRUZAR PISOS



- CONEXION a TIERRA CONTINUA.
- SEPARACIONES:-



- DIMENSIONES NORMALES.
- AREA UTIL:-

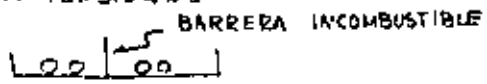
CHAROLAS		TUBO CONDUIT		
Ancho	Area Util	Diámetro	Area Total	Area Util
15.2 cm.	86.64 cm²	5.08 cm.	20.25 cm²	8.06 cm²
30.4 "	173.28 "	6.35 "	31.61 "	12.70 "
45.7 "	260.49 "	7.62 "	45.80 "	18.32 "
60.9 "	346.56 "	10.16 "	81.29 "	32.25 "

Por lo tanto el número de tubos conduit necesarios, para tener la misma área útil que se tiene en charolas es el siguiente:

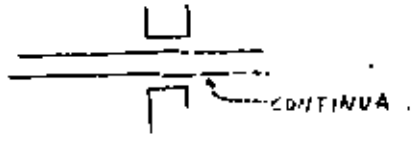
CHAROLA.			NO. DE TUBOS.			
			Ø TUBO CONDUIT.			
Ancho		Area	5.08 "	6.35 "	7.62 "	10.16 "
cm.	Plg.	cm.²	2"	2½"	3"	4"
15.2	6	86.64	10.8	6.8	4.8	2.7
30.5	12	173.28	21.6	13.6	9.4	5.4
45.7	18	260.49	32.5	20.6	14.3	8.3
60.9	24	346.56	43.2	27.7	18.8	10.8

CONDICIONES DE INSTALACION (311-6)

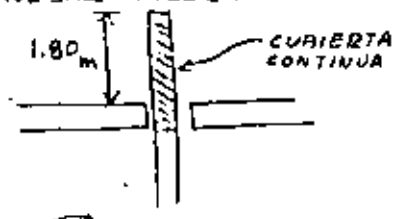
- SISTEMA COMPLETO ANTES INSTALAR CONDUCTORES
- PUEDE HABER CONEXIONES
- RIESGO DAÑO ⟶ TAPAS
- AL DERIVAR CABLES: NO ESFUERZO MECANICO
- CIRCUITO DE DIF. TENSIONES:



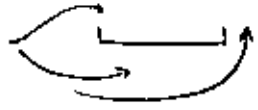
- PUEDE ATRAVESAR MUROS:-



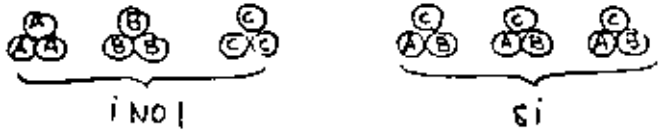
- PUEDE ATRAVESAR PISOS:-



- ESPACIO:



- CIRCUITOS EN PARALELO:- (311-8).



COSTOS

MATERIAL

COMPARACION Vs T.CONDUIT P.G.G. (1971)

CHAROLAS — PRECIO POR NO. DE TUBOS (%)

Ancho cm	Acho Pig.	Precio T Tramo	5.08* (2"*)	6.35* (2½"*)	7.62* (3"*)	10.16* (4"*)
15.2	6	100 %	143	193	168	141
30.5	12	100 %	265	359	314	263
45.7	18	100 %	367	496	433	369
60.9	24	100 %	445	607	531	445

INSTALACION

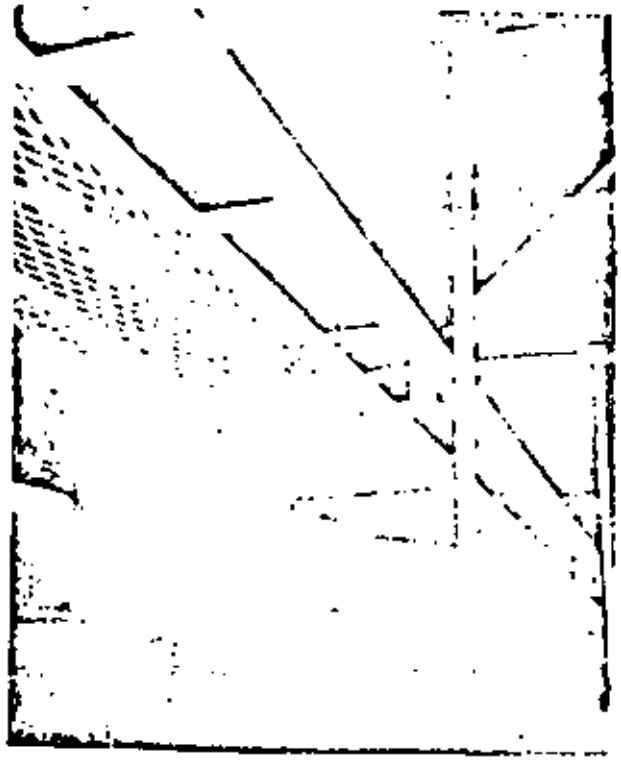
Charolas — Tubo conduit pared gruesa -Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

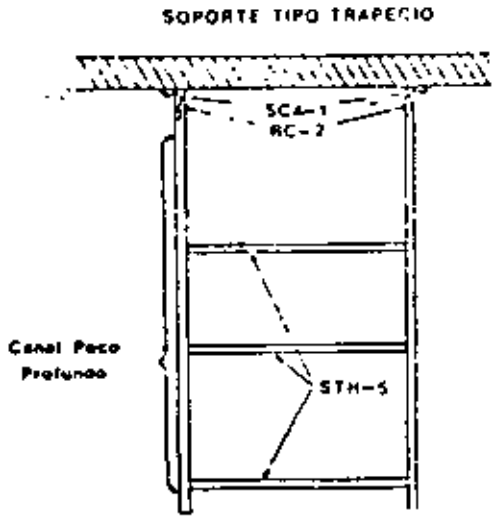
Ancho	Horas Hombre x 30 mts.	5.08 cm. ø (2" ø) Fe.	5.08 cm. ø (2" ø) Al.	7.62 cm. ø (3" ø) Fe.	7.62 cm. ø (3" ø) Al.	10.16 cm. ø (4" ø) Fe.	10.16 cm. ø (4" ø) Al
6" 15.2 cm.	12.0	53.0	34.0	40.3	26.0	42.0	22.0
12" 30.4 cm.	13.25	106.0	67.0	78.0	49.0	73.0	43.0
24" 60.9 cm.	16.75	212.0	135.0	156.0	98.0	146.0	81.0

* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctricos en E. E. U.U.

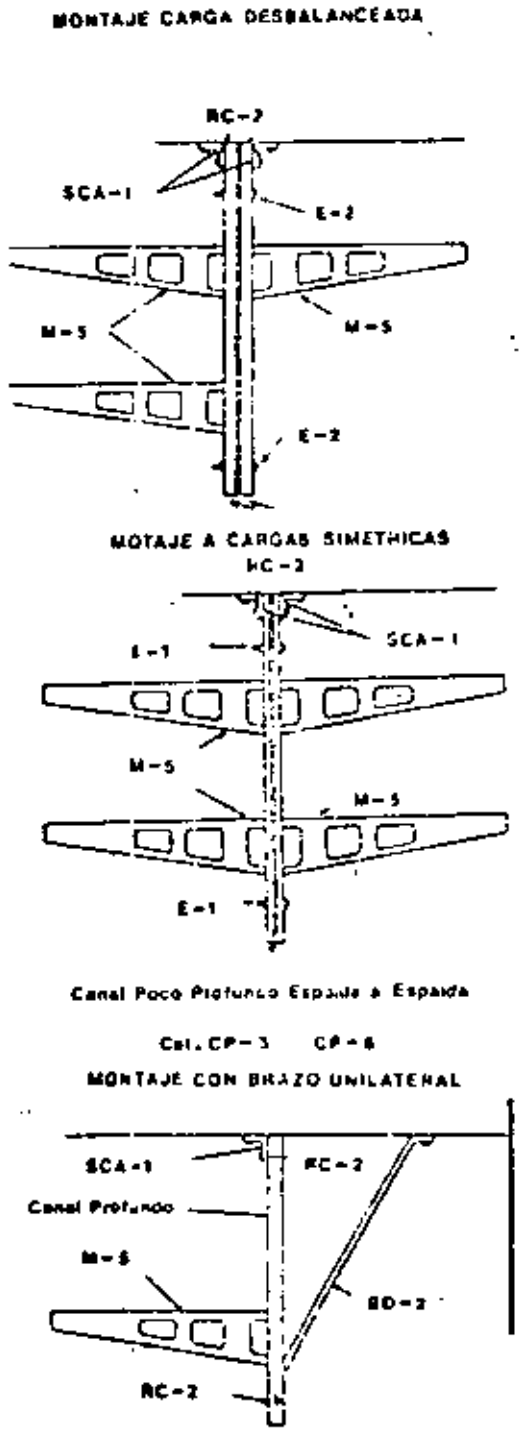
MONTAJE



a) Sujeto a la estructura.



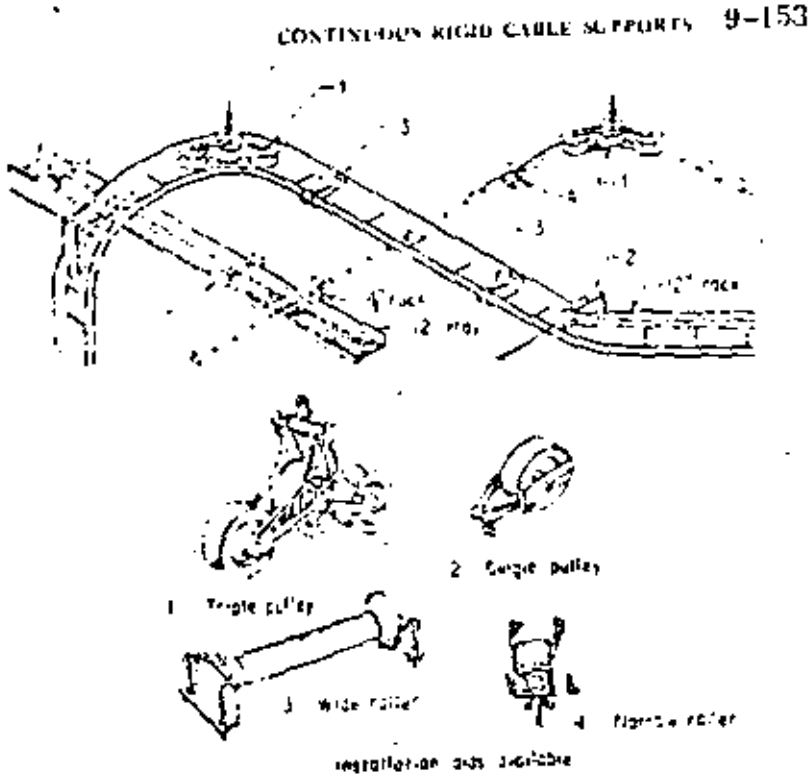
b) Empotrado en la loza.



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

CABLEADO

- LATERAL
- JALADO



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE PROTECCION

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 pr C . Cuauhtem 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

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 sobrecorriente.

Tienen la desventaja de no ser ajustables y ser lentos para -- operar con valores moderados de sobrecorriente. Son menos precisos que los relevadores, pero comparables con los interruptores 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 quedar 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 circuito, mucho antes de alcanzar su valor máximo, logrando reducir notablemente el valor de la potencia aparente a interrumpir.

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

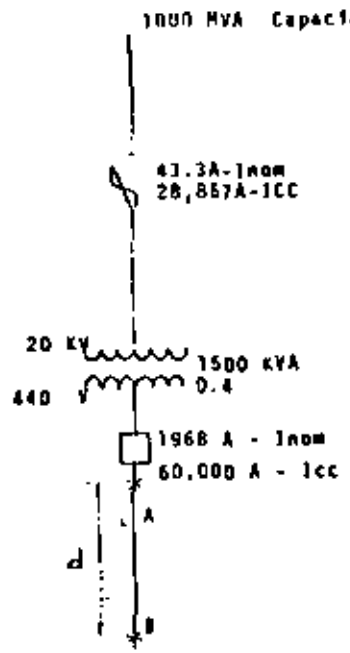


Diagrama unifilar

Impedancia pu $= Z_s(\Omega) = \frac{KVA_b}{KVA_{cc}} = \frac{1500}{1000,000} = 0.0015$

<u>c.c en el punto A</u>

Reactancia total= 0.0015 + 0.04 = 0.0415

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

$Icc_1 = 47,427$ A

$Icc_{as} = 1.25 \times 47,427$ A = 59,284 A

Si el c.c. ocurre en el punto B, d metros después del punto A, la impedancia del alimentador contribuirá a limitar el valor del c.c.

Para simplificar el cálculo existen tablas que realacionan el valor del c.c. con la longitud del alimentador.

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

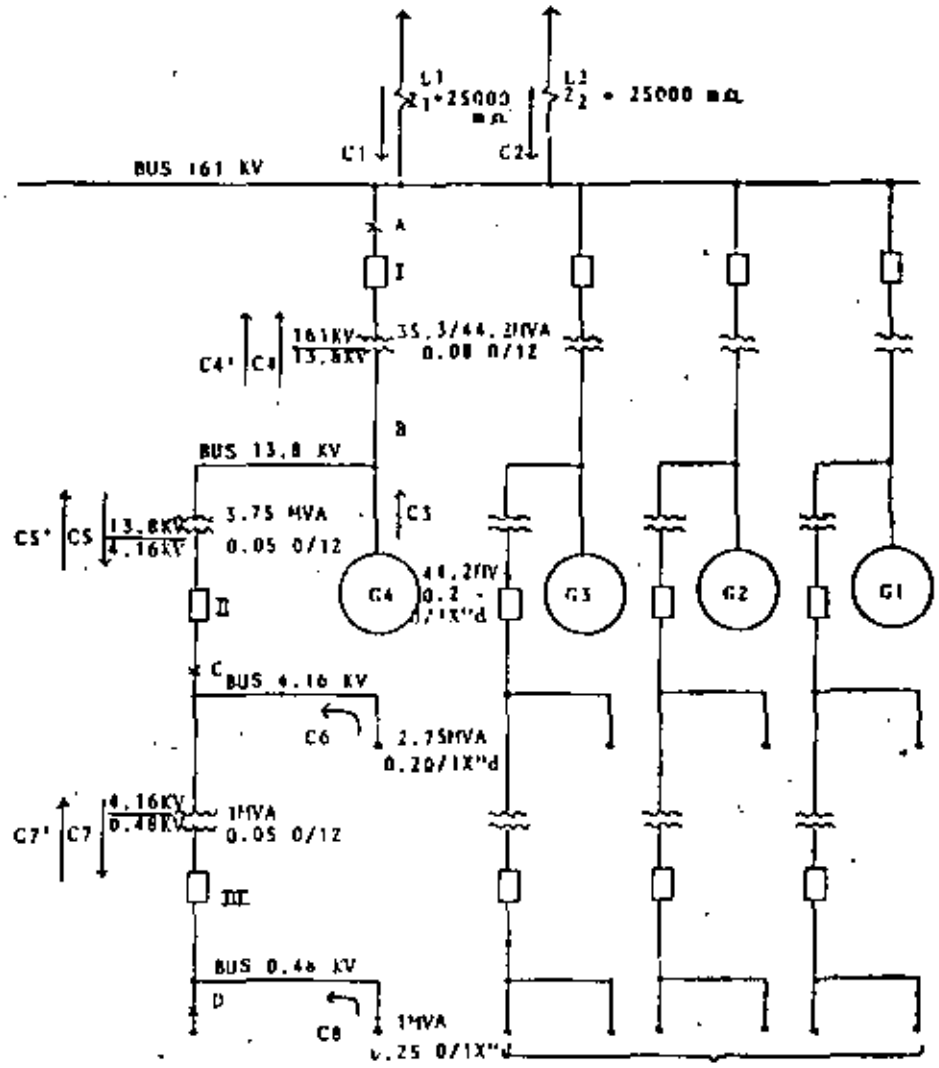
Uno de los procesos más útiles, como herramienta fundamental de un Ingeniero especializado, es la determinación de los valores de falla en los diferentes puntos de un sistema a partir de los datos que nos son presentados en cada caso.

Existen diferentes medios de determinar los niveles de falla mencionados en que se emplean diferentes aspectos de la tecnología matemática. Cuando se presenta el caso del cálculo de una falla trifásica en un sistema, es suficiente con conocer y emplear los elementos básicos de la matemática; los de la aritmética.

La intención del presente trabajo es presentar un sistema rápido, sencillo, claro y de exactitud suficiente para la mayoría de las aplicaciones, como son: selección de interruptores y cables, y determinación de esfuerzos electro mecánicos derivados de una corriente de falla.

Con objeto de tener un sistema con la mayor cantidad de elementos que nos puedan proporcionar suficientes puntos en diferentes niveles de tensión, pondremos como ejemplo el siguiente caso:

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE CALCULO



SISTEMAS IGUALES AL No. 4

UNIDADES A EMPLEAR:

Por comodidad, haremos uso de las unidades siguientes:

Potencia nominal de generadores, transformadores y motores en MVA.

Potencia de corto circuito en MVA.

Impedancias y reactancias transitoria y subtransitoria en por unidad.

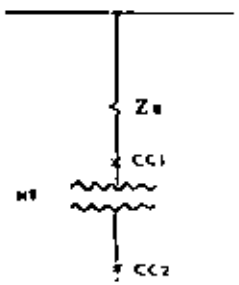
Impedancias de líneas en miliohms.

Tensiones en kilovolts.

DIFERENTES CONSTANTES DE CONTRIBUCION A UNA FALLA.

Cuando ocurre una falla de corto circuito en un sistema, existen diferentes fuentes de contribución y diferentes medios de limitación de tal contribución:

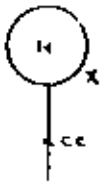
1.- RED ALIMENTADORA.



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

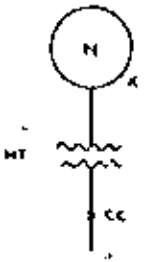
$$CC2 = \frac{NT}{\frac{NT}{CC1} + ZT} \quad \text{---} (1)$$

2.- EQUIPO ROTATORIO.



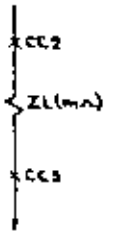
$$CC = \frac{N}{X} \quad \text{--} (2)$$

3.- EQUIPO ROTATORIO A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.



$$CC = \frac{N}{\frac{NT}{N} + ZT} = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot X + ZT} \quad \text{--} (3)$$

4.- LINEA SUMINISTRADORA O PASO POR REACTOR.



$$MVA = \frac{1000\ KV^2}{ZL\ (m\Omega)}$$

$$CC3 = \frac{KV^2}{Ze + ZL} = \frac{KV^2}{\frac{KV^2}{CC2} + ZL} = \frac{1}{\frac{1}{CC2} + \frac{ZL}{1000\,KV^2}} \quad (4)$$

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.

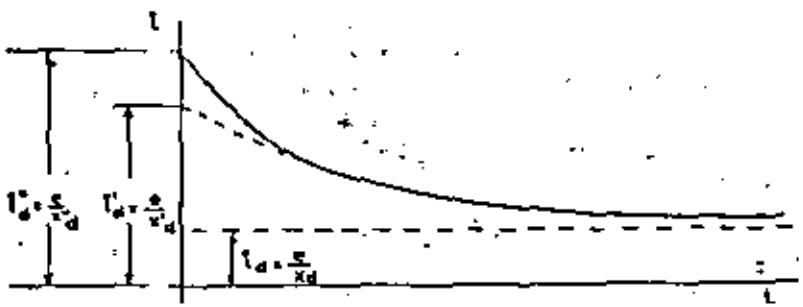


FIG. N°2

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 (id) determinadas cada una por las reactancias subtransitoria (x"d), transitoria (x'd) y síncrona (xd) característica de cada máquina, todas de eje directo.

/0

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 (P/U) basados en la capacidad nominal (N) de la máquina.

Podemos deducir, analizando las diferentes componente de contribución que si necesitamos conocer los esfuerzos electro mecánicos 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*	*Multiplying Factor*	*Machine Reactances to Use*		
				Generators, Synchronous Converters, Synchronous Condensers, Frequency Changers	Synchronous Motors	Induction Motors
*Power Circuit Breakers				*Interrupting Duty*		
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
				Momentary Duty		
General case	Above 600 v	Near generating station	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Less than 5 kv	601 to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage Fuses				*Maximum Rms Ampere Interrupting Duty*		
All types, including all-current-limiting fuses	Above 600 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Non-current-limiting types only	601 to 15 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 4)	1.2	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage, Fused Motor Starters				*Maximum Rms Ampere Interrupting Duty*		
All horsepower ratings	2400 & 4160 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage Motor Starters				*Interrupting Duty*		
Circuit breaker or contactor type	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.0	Subtransient	Transient	Neglect
				Momentary Duty		
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
Apparatus, 600 Volts and Below				*Interrupting or Momentary Duty*		
Low-Voltage power molded case circuit breakers, or low fuses	600 v or less	Anywhere in system	†1.0	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Low-Voltage motor starters (with fuses or molded case breakers)	600 v	Anywhere in system	†1.25	Subtransient	Subtransient	Subtransient

* Revisions to ASA C37.10 have been proposed (References 8, 9). These revisions eliminates the use of these multiplying factors in applying power circuit breakers.

**These factors are increased to 1.1 and 1.2 respectively if the symmetrical fault level is above 500 mva and the system is fed predominantly by generators or through current-limiting reactors.

† Fuses which operate in under 0.006 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)
GENERADORES DE TURBINA:		
2 polos	0.09	0.15
4 polos	0.15	0.23
GENERADORES DE POLOS SALIENTES CON DEVANADO AMORTIGUADOR:		
12 polos o menos	0.16	0.33
14 polos o más	0.21	0.33
MOTORES SINCRONOS:		
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
CONDENSADORES SINCRONOS:	0.24	0.37
CONVERTIDORES SINCRONOS:		
600 V en C.D.	0.20	-
250 V en C.A.	0.33	-
MOTORES DE INDUCCION:		
grandes (1)	0.25	-
grupos en 600 V o menos	0.25	
más de 600 V	0.2	

14/3

RELACION DE FORMULAS DE TRANSFORMACION

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

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

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

$$Z(KVAb_2) = \frac{KVAb_2}{KVAb_1} \times Z(KVAb_1)$$

$$KVAcc = \frac{100\ (KVAb)}{\%Z} = \frac{1000\ KV^2}{Z\ (\Omega)} = 1.73\ (KV)\ Icc$$

$$Icc = \frac{100\ (KVAb)}{1.73 \times \%Z \times KV} = \frac{E}{1.73 \times Z\ lines\ (\Omega)}$$

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.

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

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

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

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

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

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCA'} + ZT0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02\ MVA$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT\ 0/1} = \frac{2.75}{\frac{5.75}{2.75} \times 0.2 + 0.05} = 8.52\ MVA$$

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

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02\ MVA$$

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

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

$$C7 = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{T} \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

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

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

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

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

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

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 1, sometido a dos fuentes de contribución

$C1 + C2 = 20.73.08$ MVA y $CC4' = 454.02$ MVA

Es natural que preferimos optar por basarnos en la mayor para especificar capacidad de interrupción.

Para II: $C5 = 67.5$ MVA o bien $C6 + C7' = 17.08$ MVA

optamos por C5

Para III: $C7 = 16.05$ MVA o bien $C8 = 4$ MVA

optamos por C7'

Sin embargo en el caso de II y III podemos especificar.

Para II: $C5 + C6 + C7 = 84.58$ MVA

Para III: $C7 + C8 = 20.05$ 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:

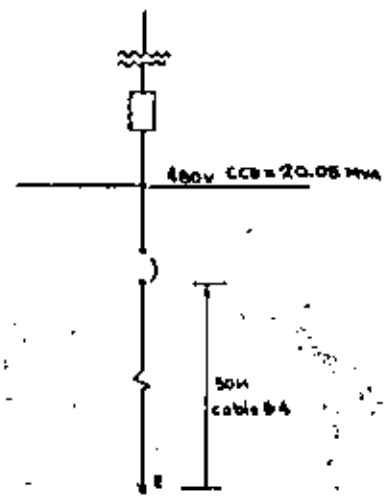


Fig. No. 3

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

Calibre	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500
ZC(mΩ/m)	0.91	5.45	3.55	2.14	1.39	.867	.517	.517	.412	.282	.191	.179	.162	.1465	.138	.1155

Con la tabla anterior, podemos estimar la impedancia del cable de nuestro ejemplo:

$$ZL = 50 \times 0.867 = 43.35 \text{ m}\Omega$$

Y entonces el corto circuito se verá reducido a:

$$CCE = \frac{1}{\frac{1}{CCD} + \frac{ZL}{1000\ KV^2}} = \frac{1}{\frac{1}{20.05} + \frac{43.35}{1000 \times .48^2}} = 4.202 \text{ MVA}$$

o sea en amperes: $CCE = \frac{4.202 \times 1000}{\sqrt{3} \times .48} = 5054$ amperes.

CAIDA DE TENSION DEBIDA AL ARRANQUE DE UN MOTOR

Habiendo obtenido el nivel de falla en un punto determinado, podemos estimar nuestra caida 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:

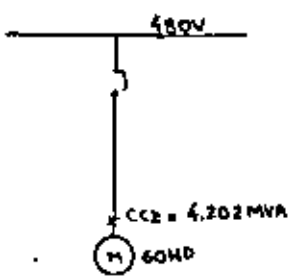


Fig. No. 4

La expresión para la estimación de la caida de tensión es:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times MVA_A}{MVA + CC_A}$$

Donde MVA_A = Potencia de arranque en MVA.

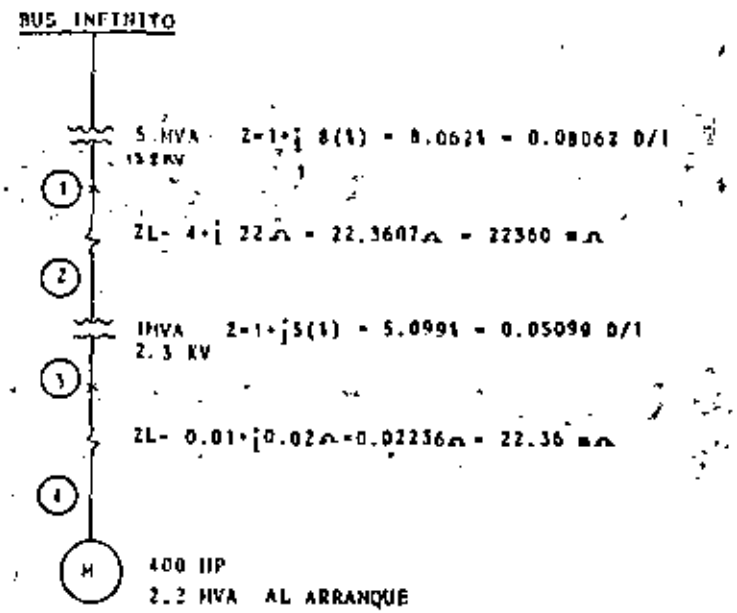
Supongamos un motor con letra de código G (5.6 KVA/HP), entonces; MV_A = 0.0056 x 60 = 0.336

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.



En este caso se pide calcular la caida de tensión al arranque del motor; con nuestro método es suficiente con aplicar cinco fórmulas:

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

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

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

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

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

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 Max. Amps. Asim.	Interruptor Tipo	Amps. Carga plena	Corto max. Amps. Asim.	Interruptor Tipo
225	625	15,650	[illegible]			
300	[illegible]	20,500	[illegible]			
450	1250	31,300	[illegible]	596	14,750	[illegible]
600	1668	41,700	[illegible]	760	19,250	[illegible]
750	2080	52,000	[illegible]	985	24,650	[illegible]
1000	2780	69,500	[illegible]	1318	32,800	[illegible]
1500	4160	104,000	[illegible]	1970	48,200	[illegible]
2000				2630	65,500	[illegible]
3000				3940	96,400	[illegible]
4000						

NOTA: Las corrientes de corto circuito están basadas en un 58% de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro ilimitada en primario y factor de asimetría promedio en ambas fases, ver 1.25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplique los valores a 208 V por 0.95.

CALCULO DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA EN SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE DE C.A.

CORRIENTE DE FALLA DISPONIBLE (AMPERES 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	3,785	2,230	1,305
	No. 0	5,426	5,385	5,344	5,276	5,195	4,991	4,569	3,556	2,516
	250 MCM	5,426	5,399	5,372	5,317	5,249	5,140	4,868	4,188	3,364
	2-250 MCM	5,426	5,412	5,399	5,298	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	7,820	7,208	6,352	4,460	2,856
	250 MCM	8,132	8,092	8,051	8,010	7,833	7,548	7,004	5,684	4,207
	2-250 MCM	8,132	8,105	8,078	8,004	7,969	7,820	7,534	6,691	5,649
	2-500 MCM	8,132	8,119	8,105	8,092	8,024	7,915	7,684	7,044	6,283
300	No. 4	10,866	10,716	10,608	10,281	9,248	7,561	5,304	2,720	1,478
	No. 0	10,866	10,771	10,716	10,526	10,016	9,248	7,888	5,086	3,178
	250 MCM	10,866	10,798	10,757	10,608	10,336	9,792	8,894	6,800	4,710
	2-250 MCM	10,866	10,825	10,798	10,676	10,553	10,308	9,792	8,432	6,860
	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	17,675	17,136	15,776	13,864	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	17,703	17,299	16,428	15,232	12,240	8,948
	2-500 MCM	17,992	17,957	17,911	17,843	17,516	17,000	15,912	13,328	10,464
750	No. 4	22,249	21,896	21,420	20,128	16,048	11,152	6,800	2,992	1,477
	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	21,486	20,332	18,224	15,232	9,656	5,848
	2-250 MCM	22,249	22,236	21,464	21,760	21,216	20,128	18,088	13,872	9,928
	2-500 MCM	22,249	22,236	22,047	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	1,637
	No. 0	29,580	29,240	28,560	27,540	24,208	19,584	13,328	6,528	3,316
	250 MCM	29,580	29,325	28,837	28,220	26,248	22,984	18,224	10,880	6,392
	2-250 MCM	29,580	29,444	29,240	28,900	27,880	26,112	22,848	16,320	11,152
	2-500 MCM	29,580	29,552	29,376	29,104	28,220	26,792	24,344	18,768	12,600
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	35,168	32,368	23,800	14,688	6,528	3,400
	250 MCM	43,588	42,840	41,888	40,528	36,176	30,200	22,168	11,968	6,528
	2-250 MCM	43,588	43248	42,840	42,160	39,712	36,176	27,008	19,448	11,968
	2-500 MCM	43,588	43,384	42,840	42,432	40,528	37,536	30,440	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	25,656	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 (HP)	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o\ Ef.}$	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o\ Ef. \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{2 \times E \times o/o\ Ef. \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{1.73 \times E \times o/o\ Ef. \times F.P.}$
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	$\frac{I \times E \times o/o\ Ef.}{746}$	$\frac{I \times E\ o/o\ Ef. \times F.P.}{746}$		$\frac{I \times E \times 1.73 \times o/o\ Ef. \times F.P.}{746}$

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	6,175	1,615
	2-250 MCM	16,350	16,150	15,865	15,390	13,965	12,065	9,024	5,320	3,087
	2-500 MCM	16,350	16,245	16,055	15,675	14,535	13,015	10,622	6,840	4,275
300	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
	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
500	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
	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
750	No. 4	44,840	34,010	24,700	15,200	6,555	3,230	1,598	760	380
	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	37,000	30,115	21,660	13,536	6,080	3,325
	2-500 MCM	44,840	43,605	42,085	19,615	32,870	25,650	17,202	8,740	4,750
1,000	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	15,1-5	8,272	3,230	1,776
	2-250 MCM	59,565	56,905	53,485	47,880	35,910	24,605	14,570	6,565	3,325
	2-500 MCM	59,565	58,710	55,290	51,965	40,280	29,925	19,740	9,500	3,135
1,500	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
	2-250 MCM	87,780	81,415	75,525	65,075	43,700	76,000	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
2,000	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
	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	1,598	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 KVA, e inclusive la contribución r motores basada en una carga de 100 o/o de motores.

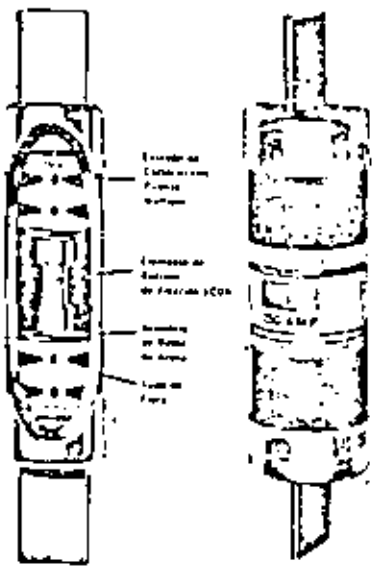
Fusibles de Baja Tensión

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.

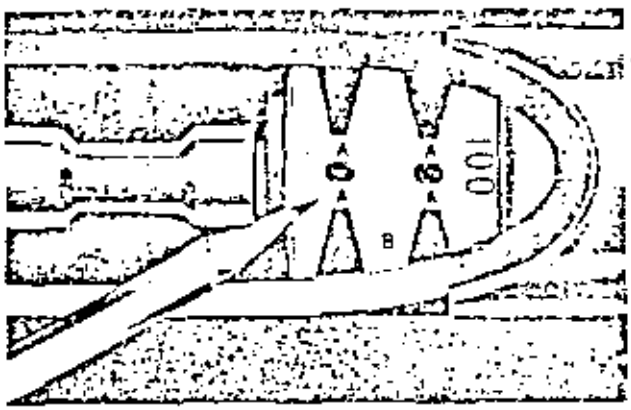
Amperes	250 VOLTS.				600 VOLTS.			
	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de
		PUBLICO	$ 1000.00 o mas			PUBLICO	$ 1000.00 o mas	
.1, .15, .2, .3, .4, .5, .6, .8, 1, 1.125, 1.25, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.25, 2.5, 2.8, 3, 3.2, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.6, 6.25, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 17.5, 20, 25, 30	Símbolo del catálogo "ECN" seguido por los amperes	12.00	9.50	10	Símbolo del catálogo "ECS" seguido por los amperes	25.00	21.00	10
35, 40, 45, 50, 60		15.50	18.00	10		40.50	37.00	10
70, 80, 90, 100		44.50	47.00	5		85.50	[illegible]	5
110, 125, 150, 175, 200		97.00	90.00	1		169.00	152.50	1
225, 250, 300, 350, 400		176.00	165.00	1		319.00	321.00	1
450, 500, 600		268.00	248.00	1		—	457.00	1

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

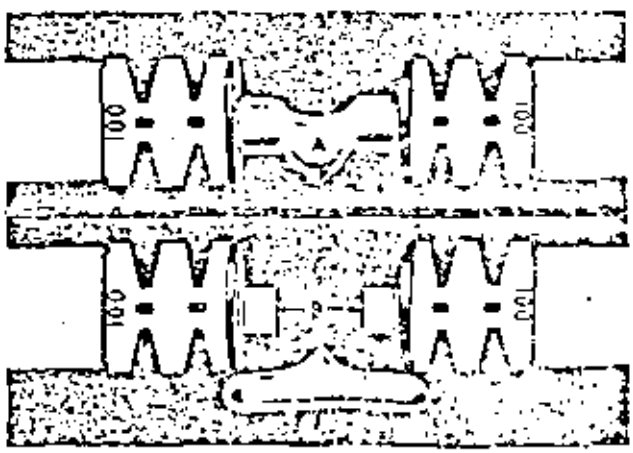
Para información detallada, soliciten las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.

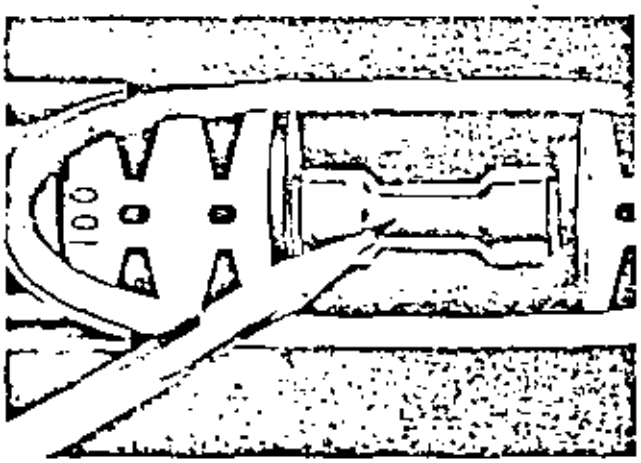


Acción instantánea en corto circuitos. Los eslabones de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" peligroso. Las gargantas (A) funden instantaneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.

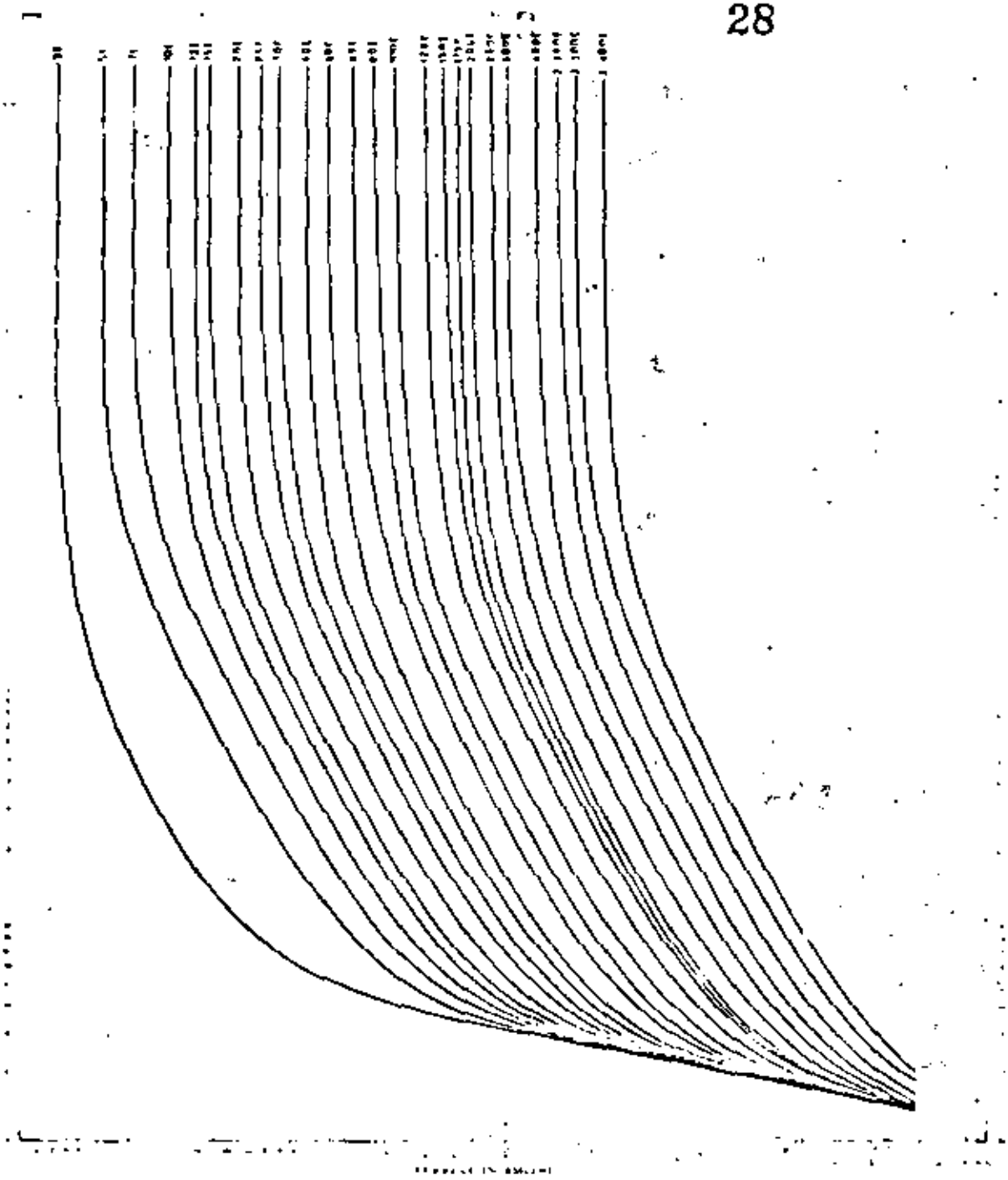


Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa. Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que se determinan de antemano, la aleación Econ (A) cambia instantaneamente de sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. ATENCION: LA DISTANCIA (entre hierro) MUY GRANDE (B) PROPORCIONAN UN "CORTE SEGURO" DEL CIRCUITO... EVITA LA FORMACION DE UN ARCO.



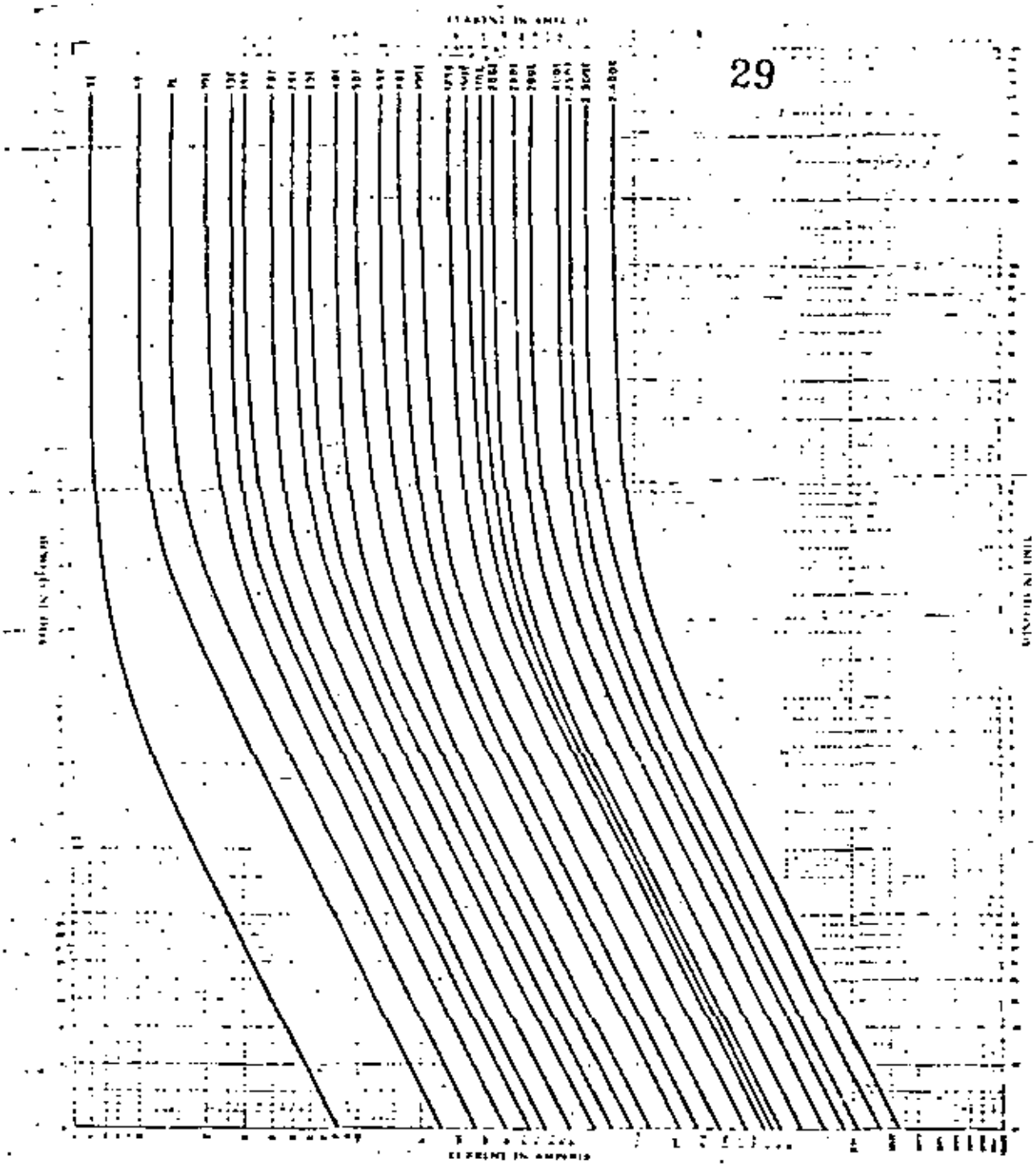


Retraso en sobrecargas momentáneas e intensivas. El elemento térmico de la exclusiva aleación ECON absorbe sobrecargas intensivas hasta 500 o/o... el retraso calibrado evita interrupciones innecesarias... evita tiempos perdidos.



TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS — STANDARD SPEED



MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS — STANDARD SPEED

BASIS — [illegible]

CONSTRUCTION — [illegible]

TOLERANCES — [illegible]

APPLICATION — [illegible]

COORDINATION — [illegible]

[illegible]

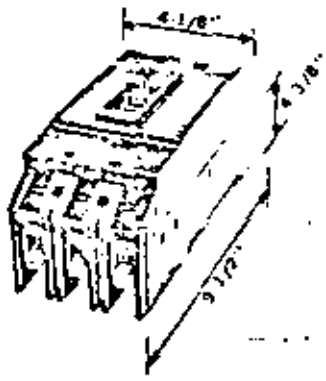
REFILL UNITS AVAILABLE: [illegible]

Interruptores Termomagnéticos Tipo Industrial

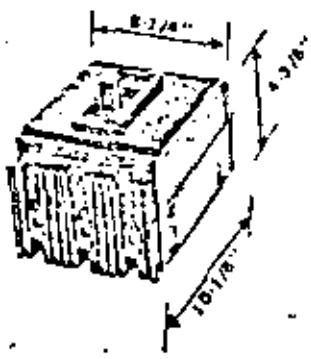
Tabla de Selección

Caracteristicas de los Interruptores Termomagnéticos

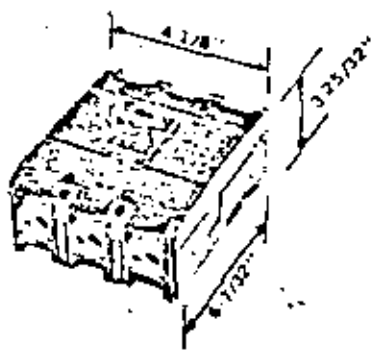
Marco	Amperes	TENSION MAXIMA		No. de Polos	CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMETRICOS RMC (AMPERES SIMETRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC*				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
										Calibre del Conductor	
		C. A.	C. C.		240V	480V	600V	C. C.	Rango	Min.	Max.
NEF-R	15-100	480	250	2,3	20M (18M)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



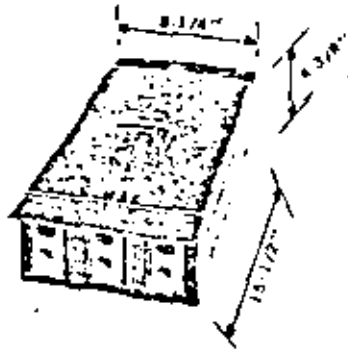
NFJ-R



NEF-R



NJL-R

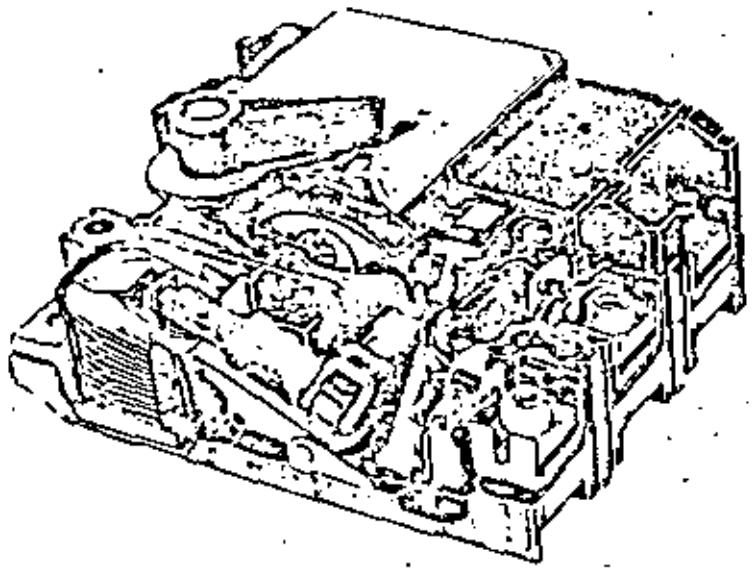


NM-R

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiv



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.

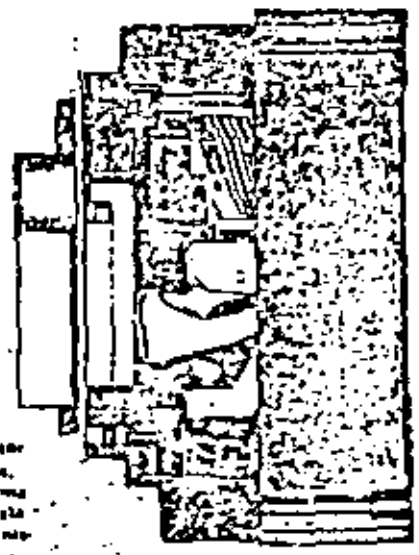
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

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

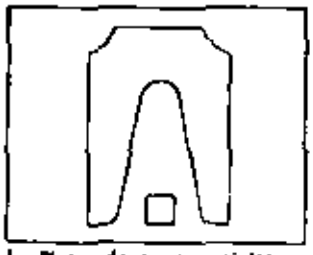
Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

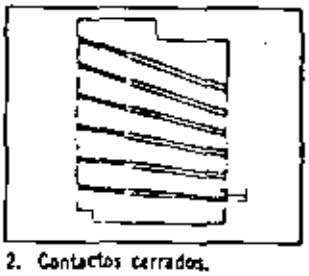
32

Principio deionizante de la cámara de arqueo.

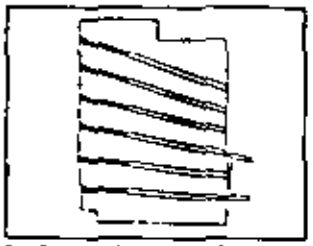
Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



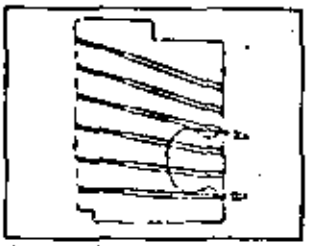
1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



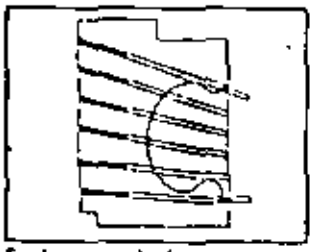
2. Contactos cerrados.



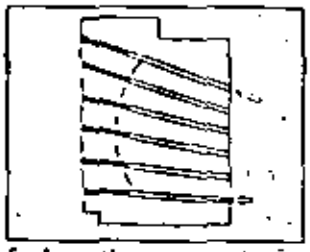
3. Contactos abriéndose - formación del arco.



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



5. Arco a punto de romperse.

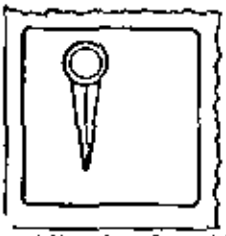


6. Arco roto en segmentos, enfriado y extinguido.

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 corto-circuito.



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

"RESTABLECER": Para restablecer el interruptor después de una desconexión, la manija se gira del centro a "restablecer".

REDUCCION DE TIEMPOS MUERTOS Y DE MANTENIMIENTO: Los interruptores termomagnéticos son diseñados para servicio repetitivo, para larga vida, libres de mantenimiento y evitan pagos 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 bimetálicos protegen contra sobrecarga cuando la desconexión a tiempo inverso es deseable y los elementos magnéticos disparan el interruptor instantáneamente en caso de fallas de corriente peligrosas.

MAXIMO DE SEGURIDAD: Los interruptores en caja moldeada son completamente de 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 al mismo tiempo dilación en la sobrecarga y protección instantánea contra cortocircuito y se componen de tres elementos: (1) unidad de disparo, (2) mecanismo del interruptor y (3) cámara de arqueo.

Un interruptor termomagnético es esencialmente un interruptor de carga con elementos repetitivos de protección. El mecanismo del interruptor se puede operar manualmente, usando la manija o automáticamente con la liberación de un gatillo de disparo accionado por la unidad de disparo. Las características siguientes son las específicas de la construcción de los Interruptores Termomagnéticos en Caja Moldeada Federal Pacific.

TOTALMENTE ENCERRADOS EN UNA CAJA MOLDEADA: Las cajas de resina fenólica proveen gran resistencia al impacto y alta fuerza dieléctrica, proporcionando una caja robusta que contiene el mecanismo de operación.

MANIJA ROTATORIA DE CUATRO POSICIONES: La posición de la manija rotatoria da una indicación positiva del interruptor cuando está "Conectado", "Desconectado" o en posición de "Disparo" aun viéndola 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 movibles también aseguran una larga vida del interruptor.

CALIBRACION SELLADA POR LA FABRICA: Cada interruptor termomagnético se calibra, sella y prueba 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 reforzando 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 hacer conexiones firmes y duraderas.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja de Dimensiones

33

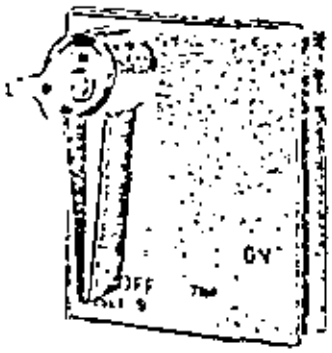
rapidez. La manija robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

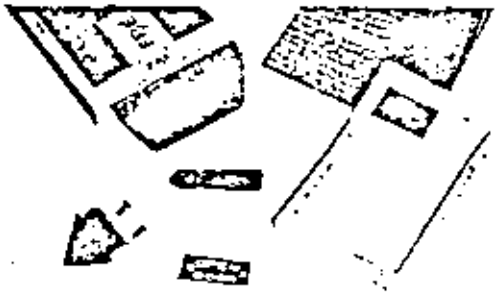
CIERRE: Todos los interruptores termomagnéticos de manija rotatoria incluyen un anillo de cierre retractil que acepta hasta 3 candados para lograr un máximo de seguridad.

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

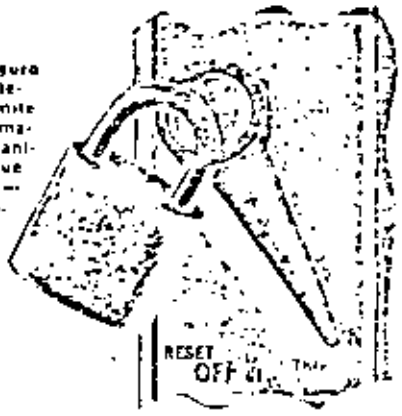
Este diseño elimina los mecanismos externos de la manija de extensión, que ofrece muchos inconvenientes. Cuando los interruptores de manija rotatoria se colocan en un gabinete provisto de puerta, sólo se requiere un simple corte acetuado en la puerta.

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 librado por el personal autorizado.





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



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

TABLA 1 — DATOS PARA SELECCION

Tipo	Polos	Capacidad en amperes.	TENSION (Volts) C.A.	TENSION (Volts) C.C.	U.L. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS ASIMETRICAS—AMPERES RCM. U.L. Valores simetricos entre ( ) C.A. 120	C.A. 240	C.A. 480	C.A. 600	C.C.	Ajuste del disparo magnético	Unidad de disparo intercamb.
INTERRUPTORES NORMALES											
NB (NBH)	1	15-50	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	2	15-100	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	3	15-100	240	—	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—
NEF	2	10-100	480	125/250	—	20M (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	Si	—
NUL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	Si
INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M		—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HUL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Consultar con la fabrica.	
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Si	Si

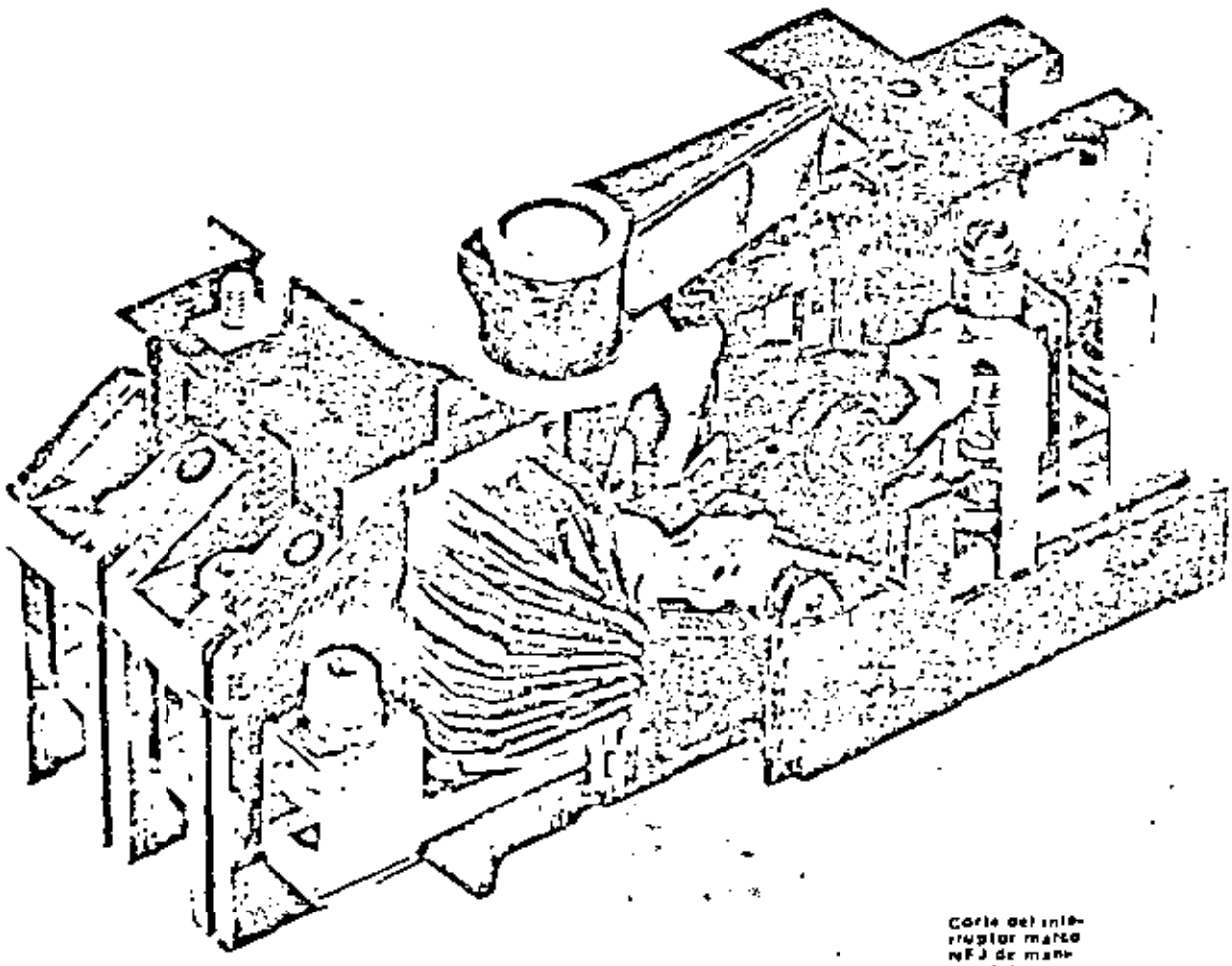
+ Los valores simetricos son iguales a los valores asimetricos.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

34



Corte del interruptor marca FJ 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 aquellas donde el comportamiento de arranque del motor no se conoce, las reglas máximas del N.E.C. se deben seguir.

Ocasionalmente se pueden usar interruptores de más baja capacidad con buenos resultados, cuando las características del motor son bien conocidas.

Los requerimientos del interruptor termomagnético varían, 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. 4347.) 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.

CLASE 1500

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

TABLA 2

AMPERES A PLENA CARGA DEL MOTOR
Valores promedio para todas las velocidades y frecuencias.

HP	Monofasico C.A.			Polifásico C.A. (tipo de inducción) jaula de ardilla y rotor devanado								Corriente directa		
	115 volts	230 volts	440 volts	110 volts		220 volts		440 volts		550 volts		115 volts	230 volts	550 volts
				3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos			
1/6*	3.2	1.6												
1/4*	4.5	2.3												
1/2*	7.4	3.7		4	4	2	2	1	1	.8	.8	4.6	2.3	1.4
3/4*	10.2	5.1		5.6	4.8	2.8	2.4	1.4	1.2	1.1	1	6.6	3.3	1.8
1*	13	6.5		7	6.4	3.5	3.2	1.8	1.6	1.4	1.3	8.6	4.3	2.6
1 1/2	18.4	9.2		10	8.8	5	4.4	2.5	2.2	2	1.8	12.6	6.3	3.4
2	24	12		13	11.2	6.5	5.6	3.3	2.8	2.6	2.2	16.4	8.2	5
3	34	17				9	8	4.5	4	4	3.2	24	12	8.3
5	56	28				15	13	7.5	7	6	6	40	20	12
7 1/2	80	40	21			22	19	11	9	9	8	58	29	16
10	100	50	26			27	24	14	12	11	10	76	38	23
15						40	34	20	17	16	14	112	56	31
20						52	45	26	23	21	18	148	74	38
25						64	55	32	28	26	22	184	92	46
30						78	67	39	34	31	27	220	110	61
40						104	88	52	44	41	35	292	146	75
50						125	108	63	54	50	43	360	180	90
60						150	129	75	65	60	52	430	215	111
75						185	158	93	79	74	63	536	268	

Estos valores de corriente de carga plena son para motores trabajando a velocidades usuales para motores con bandas y motores con características de par normal. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o de alto par pueden requerir corrientes normales más altas, en este caso se debe considerar la corriente indicada en la placa.

* Para proteger motores de un caballo o menos, ver Sección 430-32 NEC.

La corriente en el conductor común de un sistema de 2 fases, 3 hilos, será de 1.41 veces el valor dado.

Para las corrientes a carga plena de motores de 208 a 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 220 volts en un 6 ó 10% respectivamente. Para corrientes a carga plena de motores a 208 y 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 230 volts en un 10 y 15% respectivamente.

TABLA 3

CAPACIDADES DEL INTERRUPTOR AB PARA CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES

Tipo de motor y método de arranque	Capacidad maxima del interruptor en porcentaje de la corriente del motor a plena carga para selección del interruptor.	Seleccione la capacidad del interruptor de la tabla No. 4 - Ver la columna:
Para motores marcados con la letra de codigo		
Todos los motores monofasicos C.A. y los polifasicos de tipo jaula de ardilla y sincronos, con arranque a voltaje pleno con resistencia o reactor:		
Letra de codigo A	150	1
Letras de codigo B a E	200	2
Letras de código F a V	250	3
Todos los motores de C.A. del tipo de jaula de ardilla y sincronos de arranque con autotransformador:		
Letra de codigo A	150	1
Letras de codigo B a E	200	2
Letras de código F a V	200	2
Para motores que no están marcados con letra de código		
Monofasicos de todos los tipos	250	3
Motores tipo jaula de ardilla y sincronos (arranque a tensión plena con resistor y reactor)	250	3
Motores tipo jaula de ardilla y sincronos (arranque con autotransformador)	200	2
Tipo jaula de ardilla de alta reactancia:		
no mas de 30 amps	250	3
mas de 30 amps	200	2
Rotor Devanado	150	1
Corriente Directa	150	1

Las tolerancias anteriores se pueden aumentar hasta un 400 o/o de la corriente del motor de carga plena si se encuentra que no son satisfactorias para el arranque. A menudo se pueden usar valores mas bajos, hasta llegar a un mínimo de 115 o/o de la carga plena del motor.

TABLA 4

CAPACIDADES MAXIMAS DE INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

Corriente a plena carga del motor (Amp.)	Corriente máxima del interruptor (del motor (amperes) Columna		
	150 o/o	200 o/o	250 o/o
1 a 6	15	15	15
7	15	15	20
8	15	20	20
9, 10	15	20	30
11, 12	20	30	30
13	20	30	40
14, 15	30	30	40
16	30	40	40
17 a 20	30	40	50
22, 24	40	50	70
26	40	70	70
28	50	70	70
30, 32	50	70	100
34	70	70	100
36 a 40	70	100	100
42 a 46	70	100	125
48, 50	100	100	125
52 a 60	100	125	150
62	100	125	175
64, 66	100	150	175
68, 70	125	150	175
72, 74	125	150	200
76 a 80	125	175	200
82	125	175	225
84, 86	150	175	225
88, 90	150	200	225
92 a 100	150	200	250
105, 110	175	225	300
115	175	250	300
120	200	250	300
125	200	250	350
130	200	300	350
135, 140	225	300	350
145, 150	225	300	400
155, 160	250	350	400
165	250	350	500
170, 175	300	350	500
180 a 200	300	400	500
210 a 230	350	500	600
240	400	500	600
250	400	500	
260	400	600	
270 a 300	500	600	
320	500		
340 a 400	600		

CALIBRE DE LAS ZAPATAS

Interruptor tipo.	Rango en Amperes.	Calibre maximo del conductor
NB	15-70	No. 14- No. 4
	100	No. 6- No. 1/0
NEF, HEF	10-50	No. 4
	70-100	No. 1/0
NFJ, HFJ	10-50	No. 1/0
	70-225	No. 4/0
NJL	70-225	350MCM
	250-350	600MCM
NJL	500	1-250MCM 1-500MCM
NM HM	125A-400A	1-600MCM
	500-600A	2-500MCM
	700-1000A	3-500 MCM

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 TIPICAS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA DE TIPOS 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 permite el uso de candados, hasta candados en la posición de "Abierto" o en la de "Cerrado", con puerta "Abierta" o "Cerrada" y tendrá un dispositivo para interconexión con la puerta, de modo que dicha puerta no pueda ser abierta cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado" a menos que se libre 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 Economlim en serie con interruptores normales en caja moldeada.

La aplicación de fusibles limitadores de corriente montados 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 Economlim 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 Economlim, 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 Nº 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 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 TIPICAS 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 Economlim 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 Nº 6.

APLICACION EN CAPACITORES

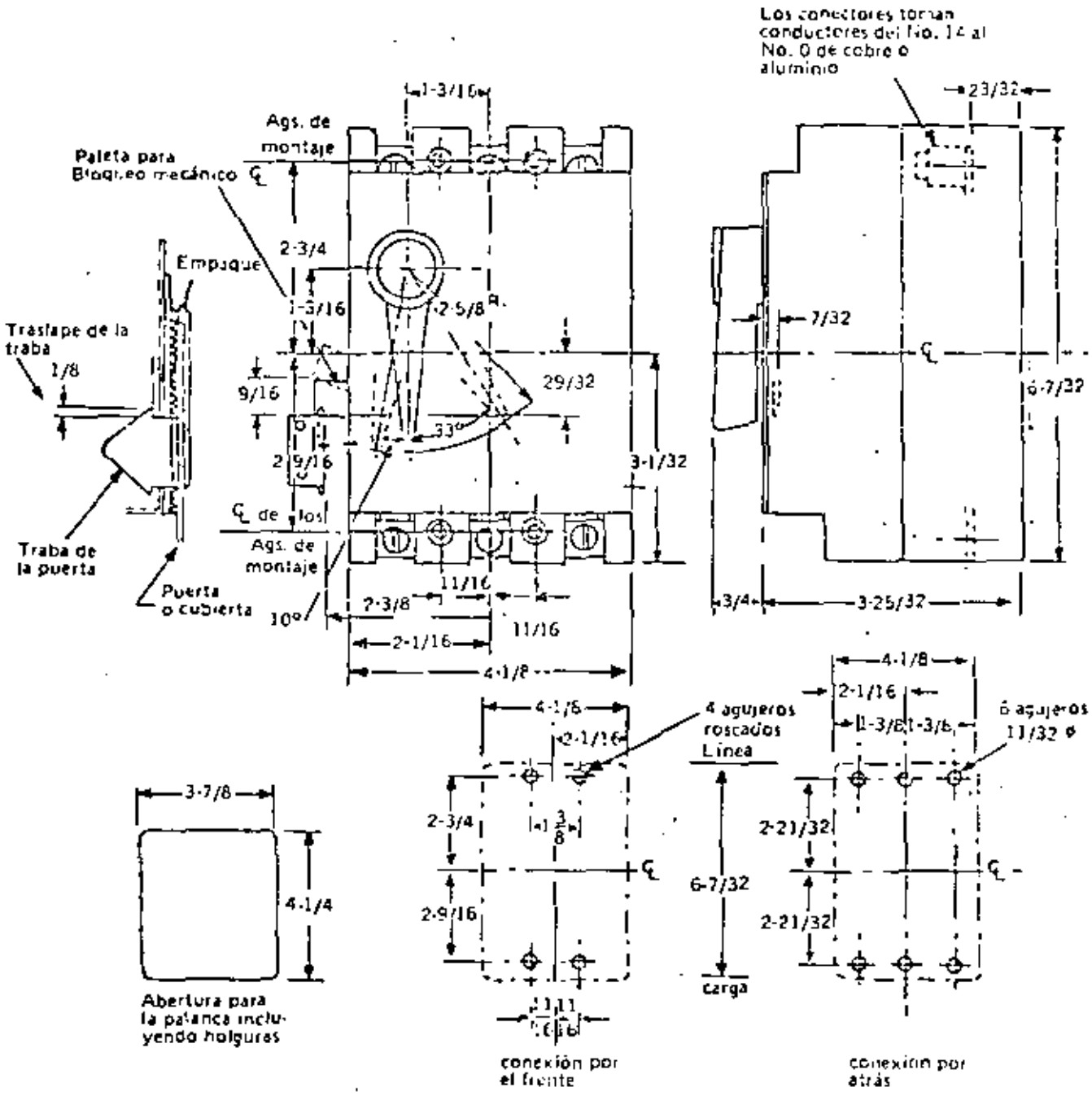
Para aplicaciones normales en capacitores el interruptor con capacidad 150 o/o mayor que la capacidad de corriente del capacitor será el que se recomiende. Este factor permite las sobrecorrientes armónicas y otros factores similares. Esta selección cumple con los requerimientos del N.E.C. 460-8 que establece 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.

CLASE 150057

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

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

Hoja de Dimensiones



Dimensiones para montar interruptores termomagnéticos NEF de 3 polos con palanca rotatoria.

Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

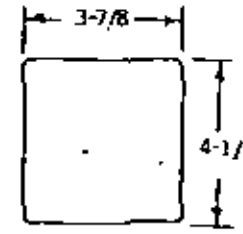
Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

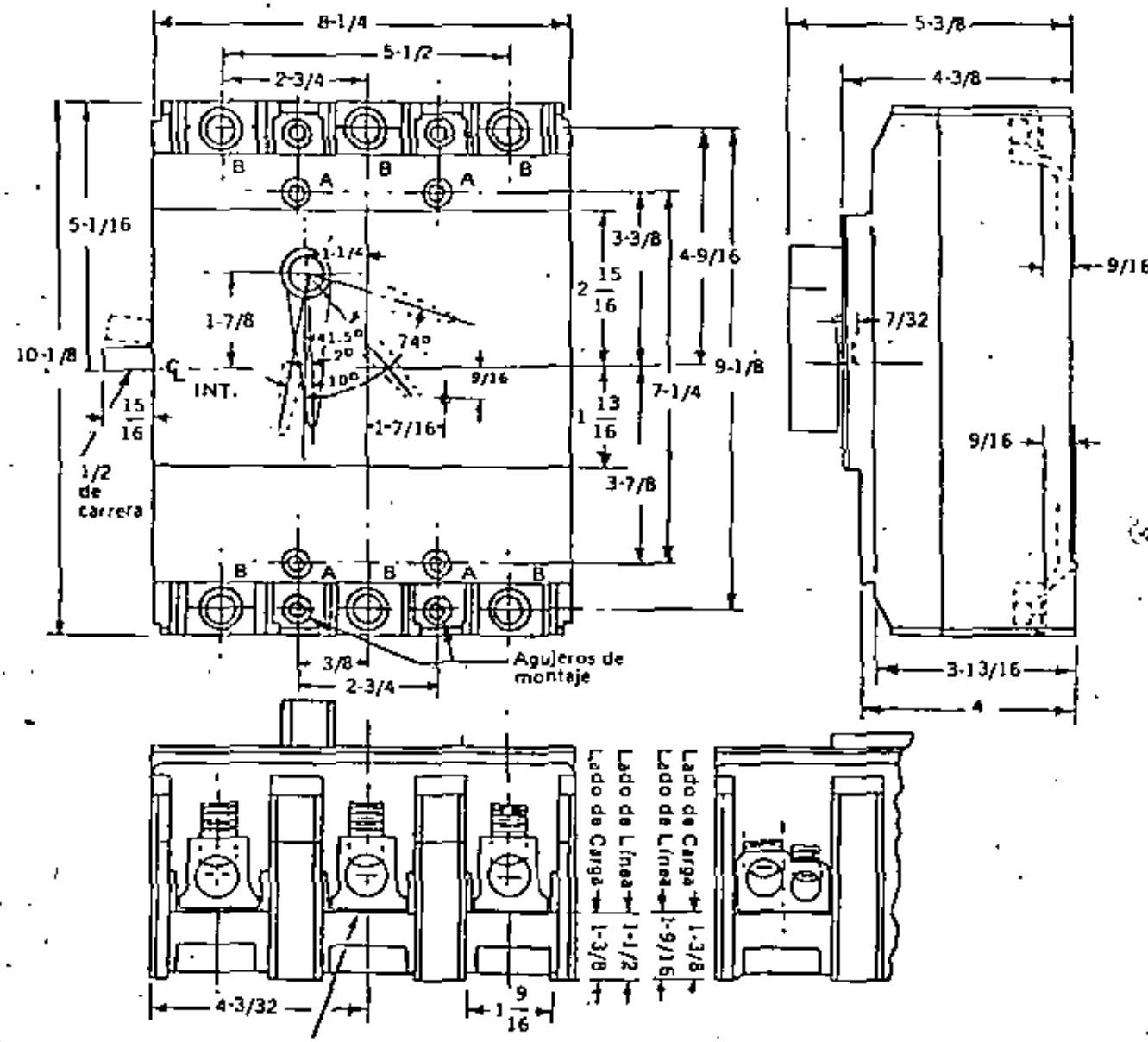
38

Para montajes del interruptor con conexión por el frente, taládrese 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, taladrese haciendo coincidir los agujeros con los marcados "B" 9/16" de diametro, para 70 a 225A y 13/16" de diametro para capacidades arriba de 225A.



Dimensiones de aberturas para la palanca incluyendo holguras.



Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso.

I) EFECTOS FISIOLOGICOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA

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 atravezar 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 cardiaca 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.

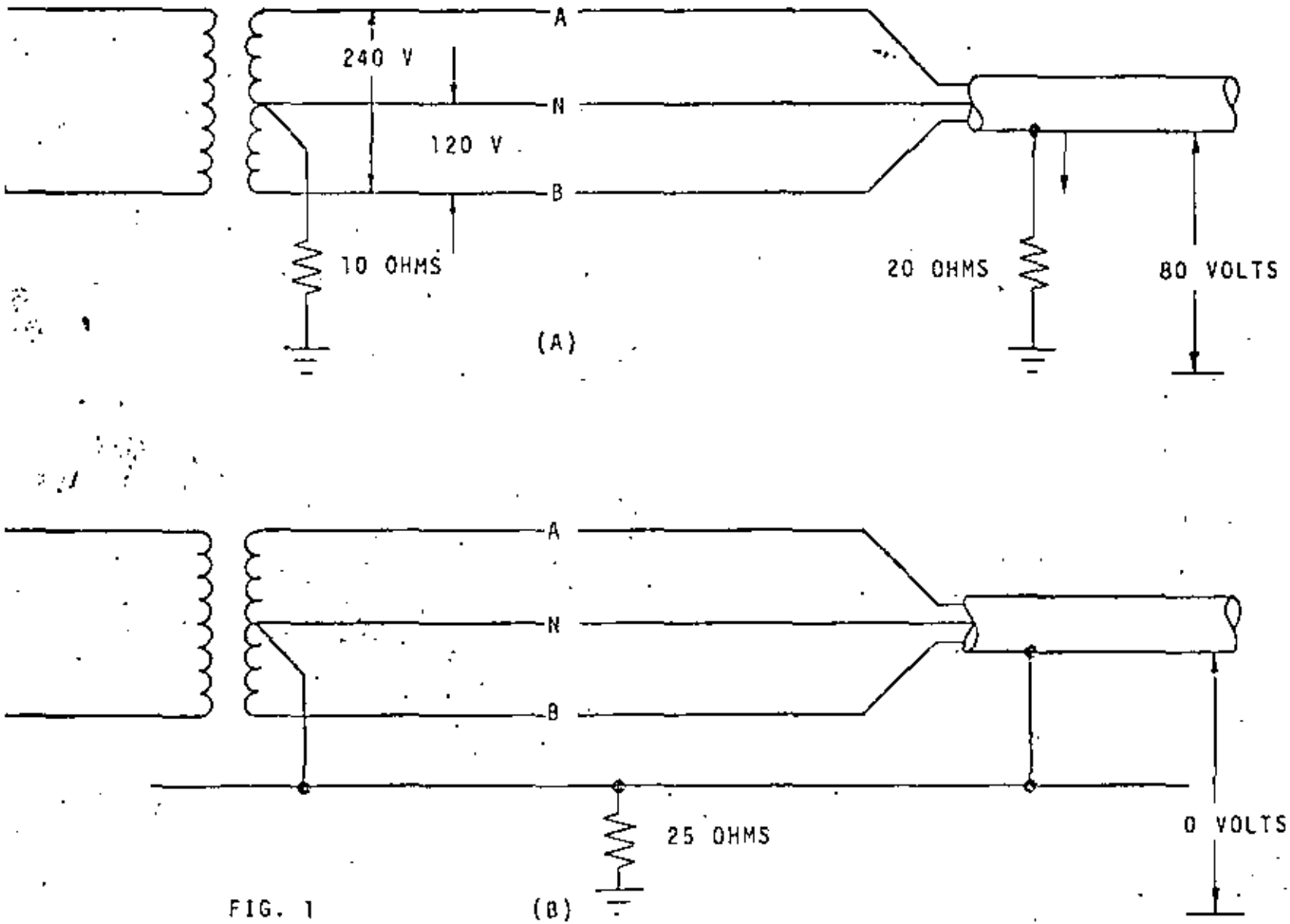


FIG. 1

Importancia del paso metálico continuo de tierra de baja impedancia.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SELECCION DEL CALIBRE DEL CABLE CONSIDERANDO LAS CURVAS TIEMPO-CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION.

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

Selecting cable size from protection time-current curves

1

SELECTION of insulated conductor sizes should be made as a function of protective device time-current coordination curves for low- and medium-voltage industrial power systems. To use such curves to best advantage, their characteristics and cable damage curves should be known and understood. A unified and complete treatment of this important subject must include the effect of temperature on the resistance of conductors and the general equation of the short-time thermal capability of insulated cables. A review of the method usually used and the difficulties encountered in selecting the right size of feeder conductor does recommend a new method of selection.

For circuits to motors, transformers, motor-control centers, switchgear and similar loads, selection of conductors should be made according to the operating voltage, the voltage drop and the currents which can be carried safely by the conductor under continuous load, overload and short-circuit conditions. Conductors often operate under overload conditions; and if conductor size is not selected in accordance with the time interval of overload permitted by the time-current protection devices, the cable may be damaged. Appropriate tripping coordination curves must be used for selecting cable sizes. Short-circuit current magnitudes, overload conditions, and interrupting time of overload or short-circuit current provided in the coordination diagrams of the protection must be factored into the selection of conductor cross-section area. Usually, the minimum cross-section area is plotted versus the short-circuit current at which the cable should remain undamaged, provided the relay protection will operate to trip the circuit breaker. In practice, it is very difficult to say which situation is more dangerous: a short-circuit fault with a very short time before the fault is cleared, or an overload current with a long time, more than 10 seconds, before the inverse-time relay or thermal element will trip the circuit. The size of cable must be sufficiently large to carry the overload current for a suitable time interval until the circuit breaker is tripped, and this must be before the cable is heated to the point where its insulation will be damaged. However, the economical aspects should not be overlooked.

NOTE: This article summarizes the results of a study made by the authors. The complete, detailed report on which this article is based includes the mathematical computations and offers much wider application of the evaluative method to cable selection. Further details may be obtained from the authors.

A rigorous analysis of the effect of temperature on conductor resistance was utilized to determine both the short-circuit thermal capability and the overload thermal capability of conductors. Determination of these thermal limits, based on current vs time, was made for copper and aluminum conductors. The cable short-circuit thermal capability was evaluated on the assumption that the time interval of current flow is very short, up to 10 seconds, and hence the heat developed during that period is contained within the conductor. Heat released from the conductor by conduction or radiation is considered negligible. Overload conditions were taken as currents for a time longer than 10 sec.

The insulated conductors discussed here are the most common ones—i.e., cross-linked polyethylene insulated cables (XLPE, called Type XHHW in the NE Code) and the thermoplastic polyvinyl chloride insulated cables (PVC, called Type TW or THW in the NE Code). Since aluminum has cost advantages and is being used more and more in industrial and commercial installations, both copper and aluminum cables, for single or three conductors, are considered.

For many years, graphs that relate insulated conductor size to safe maximum thermal capacity based on cross-section area vs current have been available. Such graphs were plotted from a mathematical analysis of the thermal capability of insulated cables. These diagrams have been used to select the cables in accordance with short-circuit requirements. Insulated cable manufacturers provide such a family of curves for each kind of insulation and copper material and as a function of cable cross-section area. The difficulty in applying that method for selecting the right size of cables is that it is necessary to check the size of the cable for each value of the short-circuit current and the corresponding time.

An alternative method of mathematical analysis produces another family of parallel straight lines on the same log-log graph paper used for protection coordination curves. Using equations for different cross-section areas and conductor materials of cables, Figs. 1 to 4 were obtained, and these offer an approach to cable selection that is distinctly different from that of the old graphs. The curves in Figs. 2 to 5 provide effective application for ambient temperatures from 20C to 40C, although these lines are plotted for 20C. For overload and short-circuit currents, differences in sets of graph lines for conductors are negligible.

For practical work, the graphical representation of the overload current limit is a straight line on a log-log graph paper, in continuation of the

short-circuit thermal capability lines and asymptotic to the cable ampacity (vertical lines, from NE Code Tables) as shown in Figs. 1 to 4, Fig. 6 and Fig. 7. The short-circuit and overload cable thermal capability curves represent the cable damage curves. These curves should always be above and on the right-hand side and close to the corresponding feeder protection devices' time-current curves. In this case, cable and equipment are protected by the same devices. For any conductor, the "ampacity"—the maximum safe, continuous, full-load current rating—must be carefully selected. For any one of the sizes and types of conductors in Figs. 1 to 4, the specific ampacity to be used for a particular application will depend upon the Table from which it is selected and upon actual conditions that may alter that ampacity.

For instance, the ampacity for a conductor might be selected from NE Code Tables 310-16 or 310-17—referring to conductor material (copper or aluminum), type of insulation (75C PVC or 90C XHHW) and to conditions of use (in conduit, in cable, in open air, etc.). Then, even that ampacity might

2

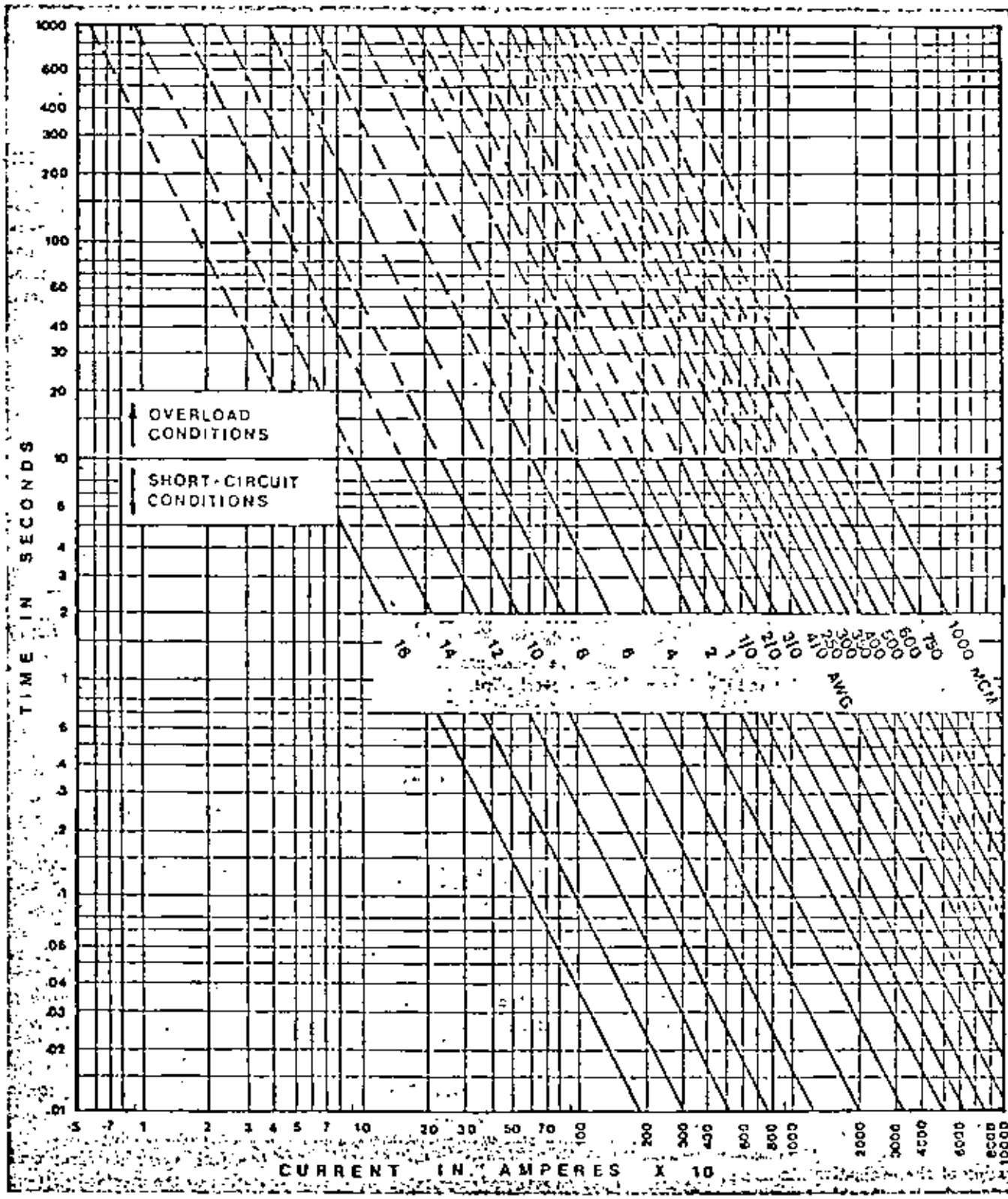


FIG. 1. Maximum short-circuit and overload curves for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

have to be altered to satisfy other code rules: It may be necessary to reduce the Table-value of ampacity if the ambient temperature is over 30C or if more than three conductors are in a conduit (Note 8 to Table 310-16/19). Then Section 220-10(b) of the NE Code requires that conductors supplying a continuous load (load operating steadily for 3 hours or more) must have an ampacity at least equal to 125% of the load. If the circuit operates above 2000 volts, NE Code Tables 310-39 to -54 may be used to determine ampacity, along with the notes to those Tables.

Although the ampacity of any given size and type of conductor may vary due to application conditions, as described above, the thermal damage lines for overload or short circuit for that conductor is essentially constant and must, therefore, be adjusted for the actual ampacity. When the ampacity of any conductor is determined, that value of current must be marked on the top (horizontal) coordinate of the graph—such as by a short vertical line at that current value, as in Fig. 6. Then the straight-line damage curve for the particular conductor is made asymp-

3

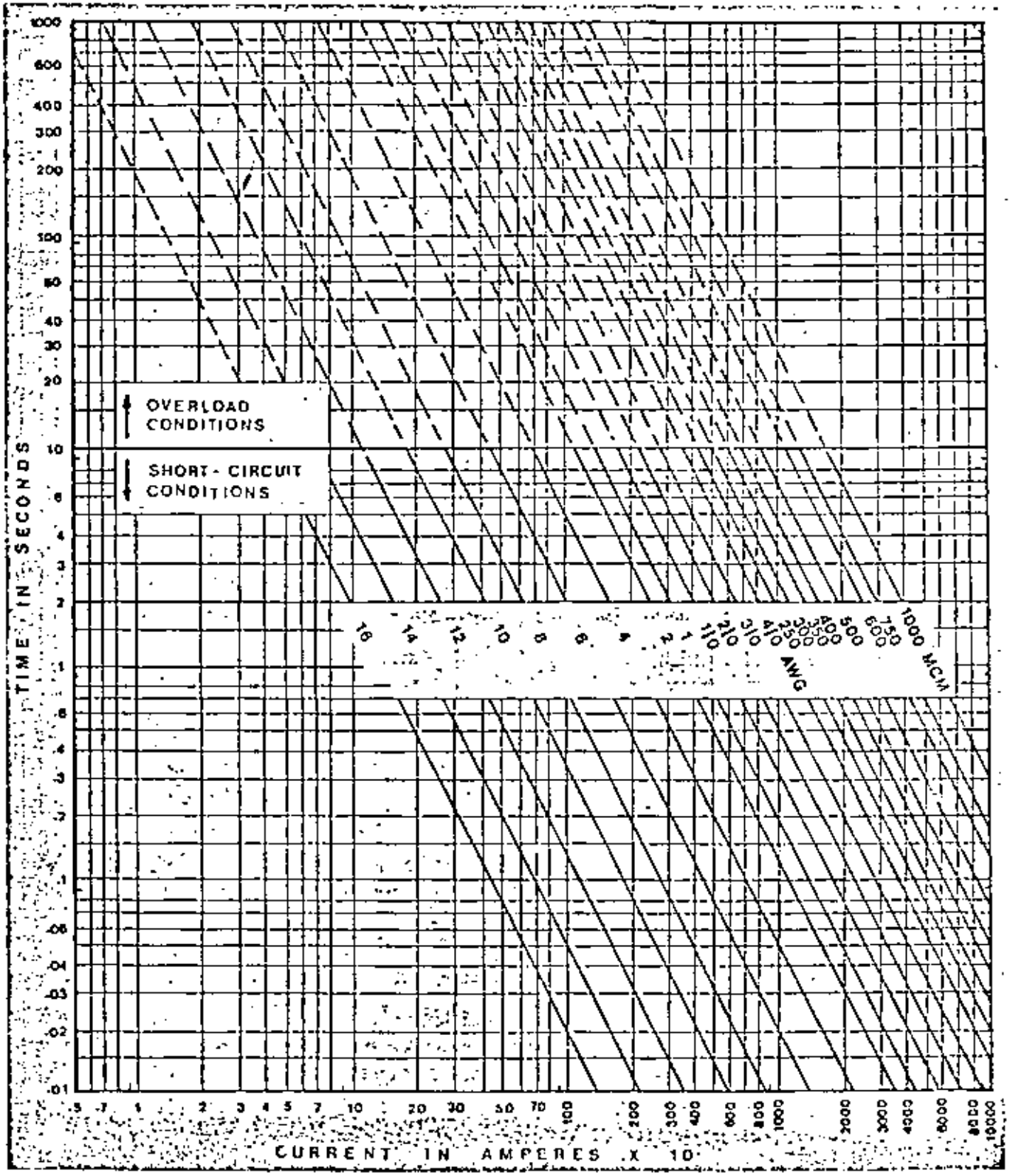


FIG. 2. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

totic to the short vertical line at the top of the graph.

In the one-line diagram of Fig. 5, only the protection device numbers that are used for the selection of the cable sizes are given. The device protection coordination curves of this system are shown in Fig. 6 and Fig. 7. Fig. 6 is used to select the low-voltage cables (600 volts) for switchgear, motor-control centers, individual motors, or other load feeders. Selection of 4.16-kv cable is based on the protection diagrams shown in Fig. 7.

For 600-volt and 4.16-kv ac motors, rated 70 hp or more, thermal overload and short-circuit protection were provided in the CB relays. For motors supplied from the MCC, the molded-case circuit breakers with magnetic element (only instantaneous trip) were used for short-circuit protection, and for running protection the overload relay heaters in the starters were used. For each MCC and transformer feeder, the protection relays included an instantaneous unit to provide instantaneous tripping for very high currents and an induction overcurrent unit with inverse-time-delay characteristics.

4

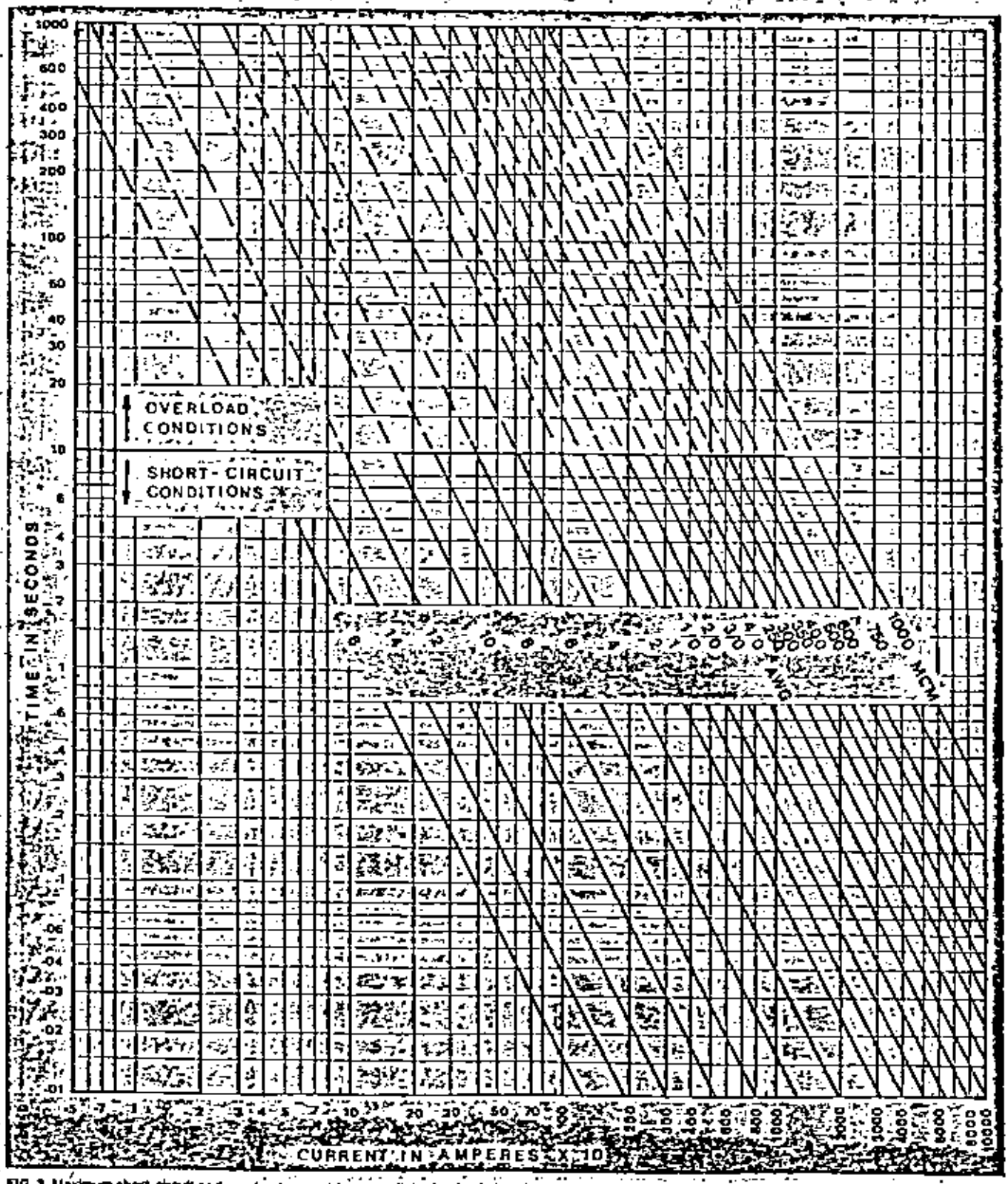


FIG. 3. Maximum short-circuit and overload current for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.

2

For 4.16-kv feeders, 3-conductor XLPE insulated cables with copper conductors were used. For 600-volt feeders, PVC insulated cables were used. NE Code Table 310-41 on ampacities of cable must be used to establish permitted cable load current rating. It is assumed that the feeder cables are installed in air at 40C ambient temperature. Conductor temperature of 75C for PVC insulated cables and 90C for XLPE insulated cables, with a derating factor of 0.82 and 100% load factor, were considered. Under other conditions—e.g. single- or 3-conductor cables direct-burial, single- or 3-conductor cables in air, etc.—the same method may be used, considering the corresponding cable ampacity (NE Code Tables 310-39 to 310-54) with corresponding correction factors for various ambient temperatures, ambient earth temperatures, and group correction factors. (See Notes to NE Code Tables 310-39 to 310-54).

When selecting cable size from the diagrams, the method consists of selecting the cable so that the domain on the right-hand side of its cable damage curve will not overlap the

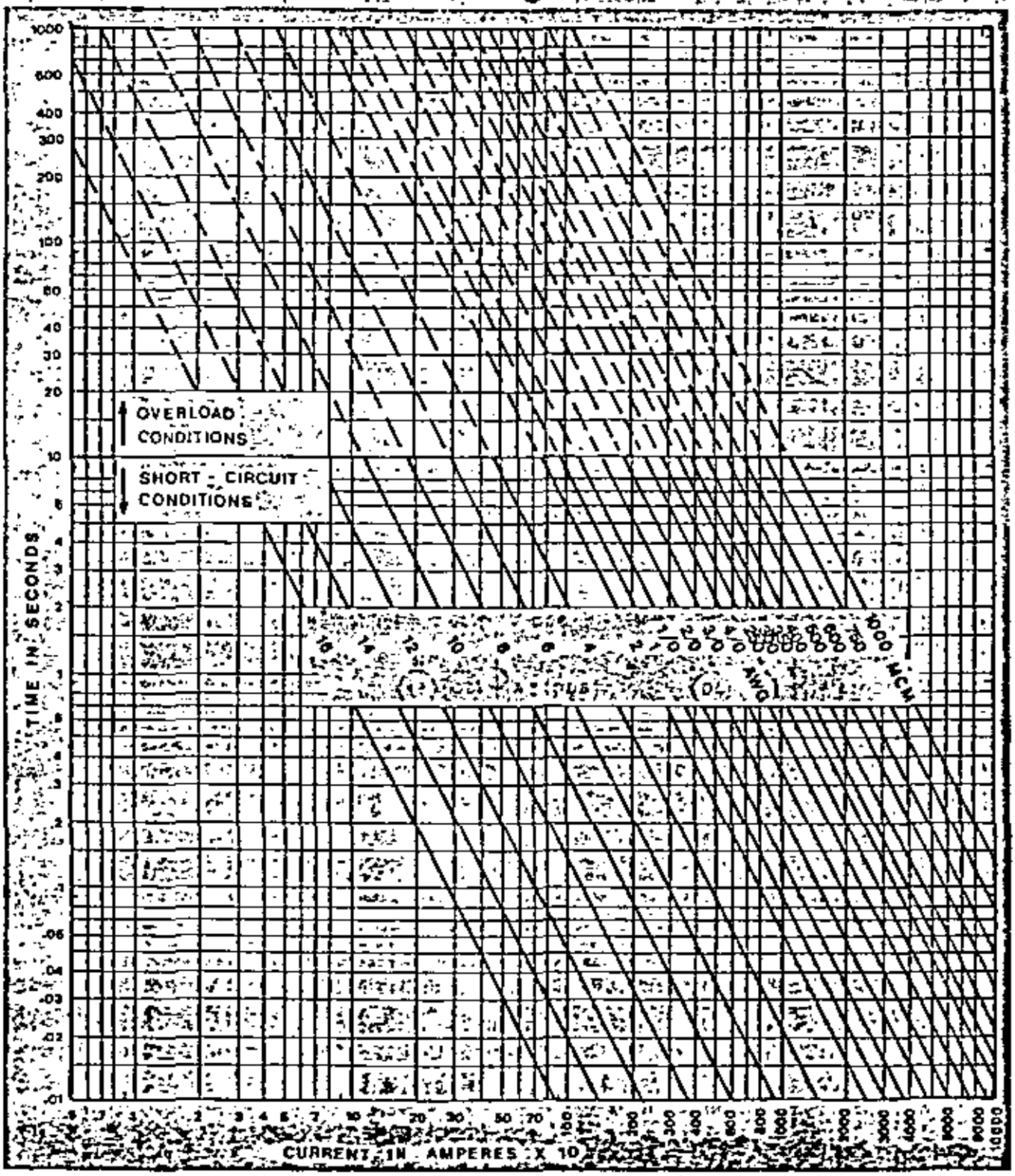


FIG. 4. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.

domain on the left-hand side of the protective device curves. In other words, the time-current curve of the protective devices such as relays, fuses, CBs should be below and to the left of the damage curve of the selected cable. If the protection curves for an electrical system are plotted on a transparent log-log graph paper and the time-current cable damage curves are plotted on the same scale on another page, the paper with the protection curves may be put over the paper with the cable curves and the selection of cable size may be made readily.

In the example shown in Fig. 5 the cable size will be first selected on the basis of ampacity, in accordance with the full-load current. These values are shown in the diagram. Because in many cases, when selecting initially on ampacity only, the corresponding damage time-current curves intersect the protective device protection time-current curves, the conductor cross-sectional area of cables will increase until curves do not intersect.

The cables selected by this method, for the given electric system, are shown in Fig. 6 for 600-volt feeders and in Fig. 7 for 4.16-kv feeders. From Fig. 6 it can be seen that, for loads supplied from the MCC-bus and for the smaller loads, the size of cables should be selected in accordance with the short-circuit current. However, for large loads, the size of cables should be selected in accordance with the over-current protection curves. Δ

6

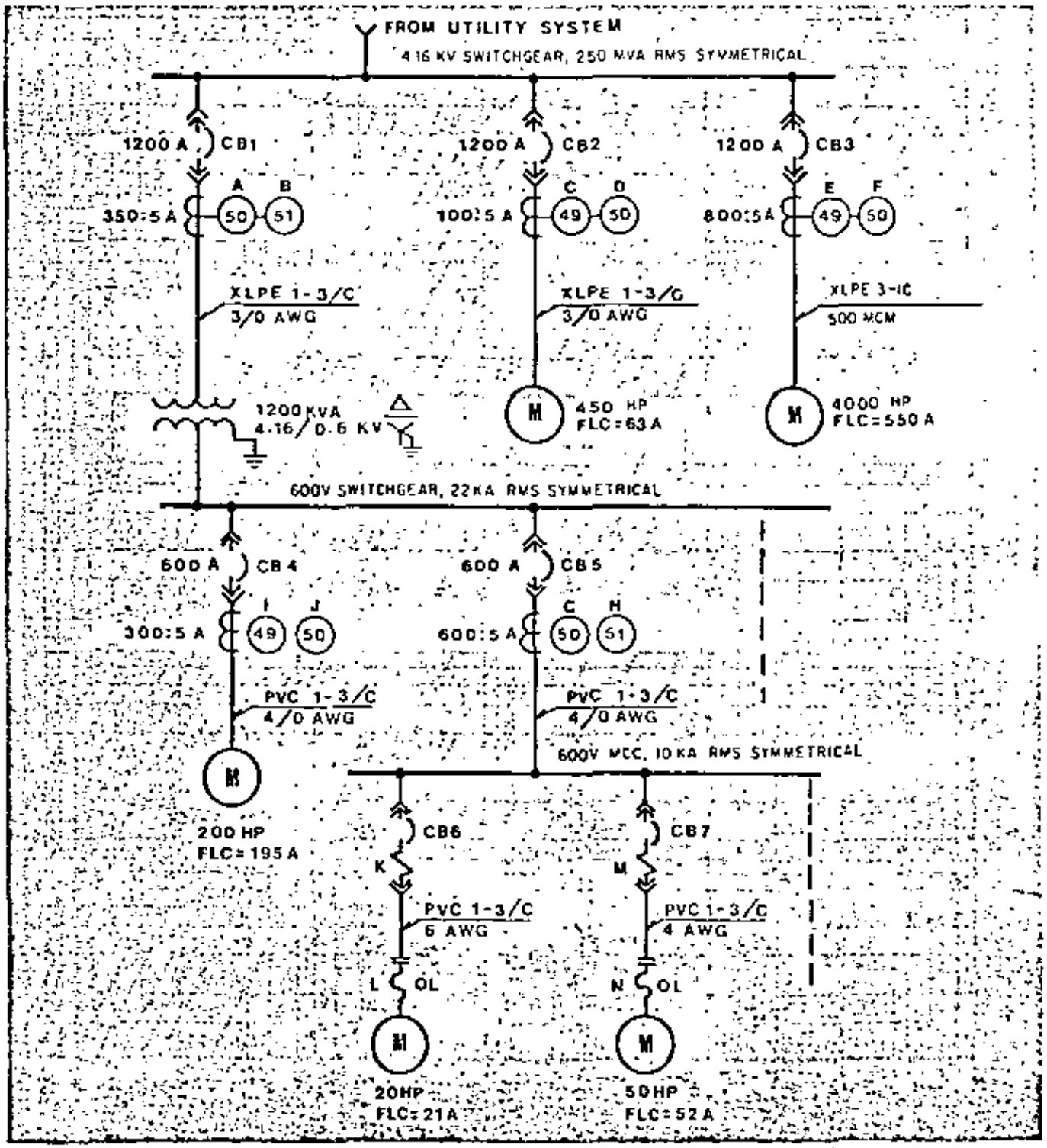


FIG. 6. One-line diagram of an electric system

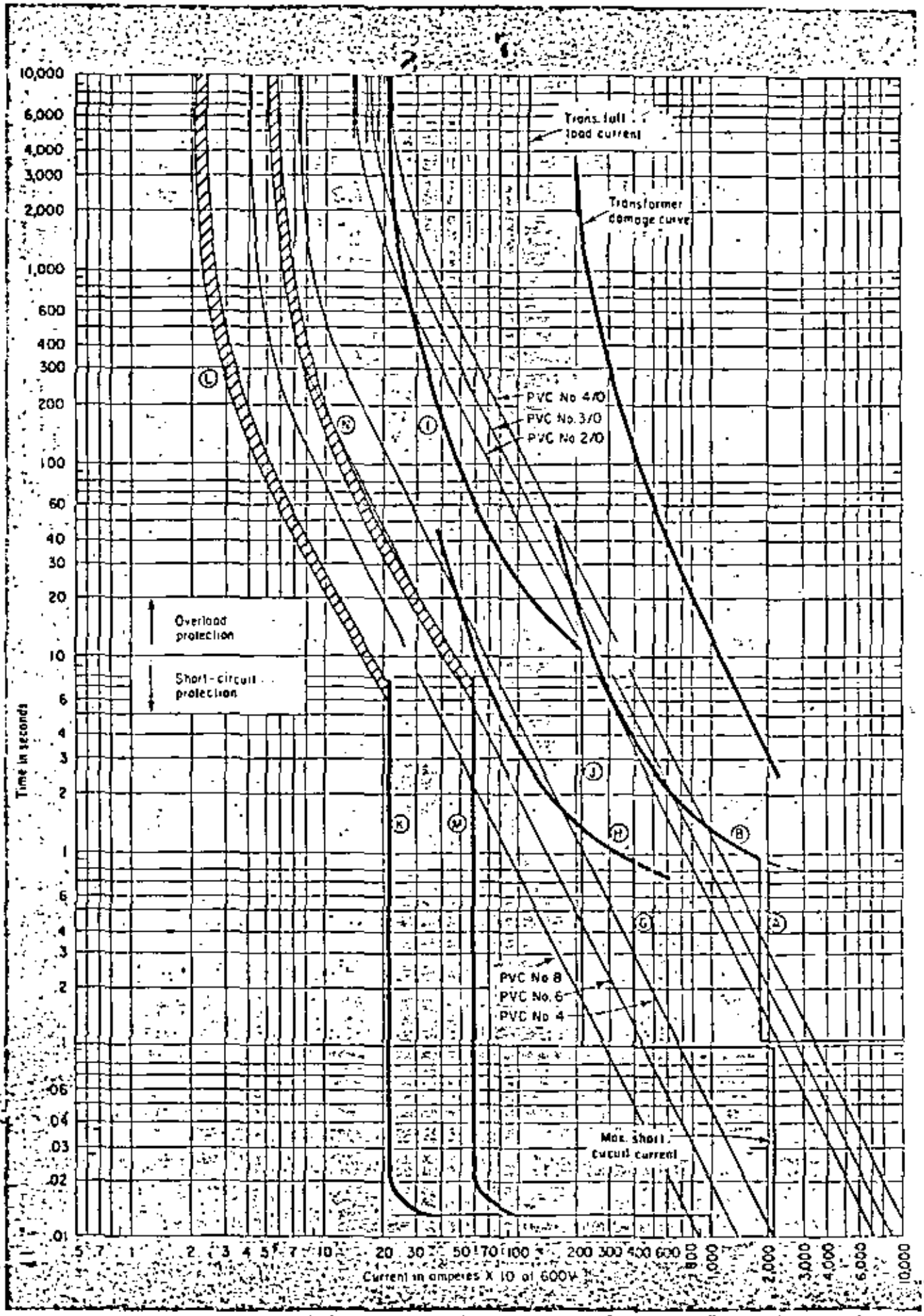


FIG. 8. Short-circuit load protection curves and sele[illegible] for 600-volt PVC insulated cable with co[illegible] conductors.

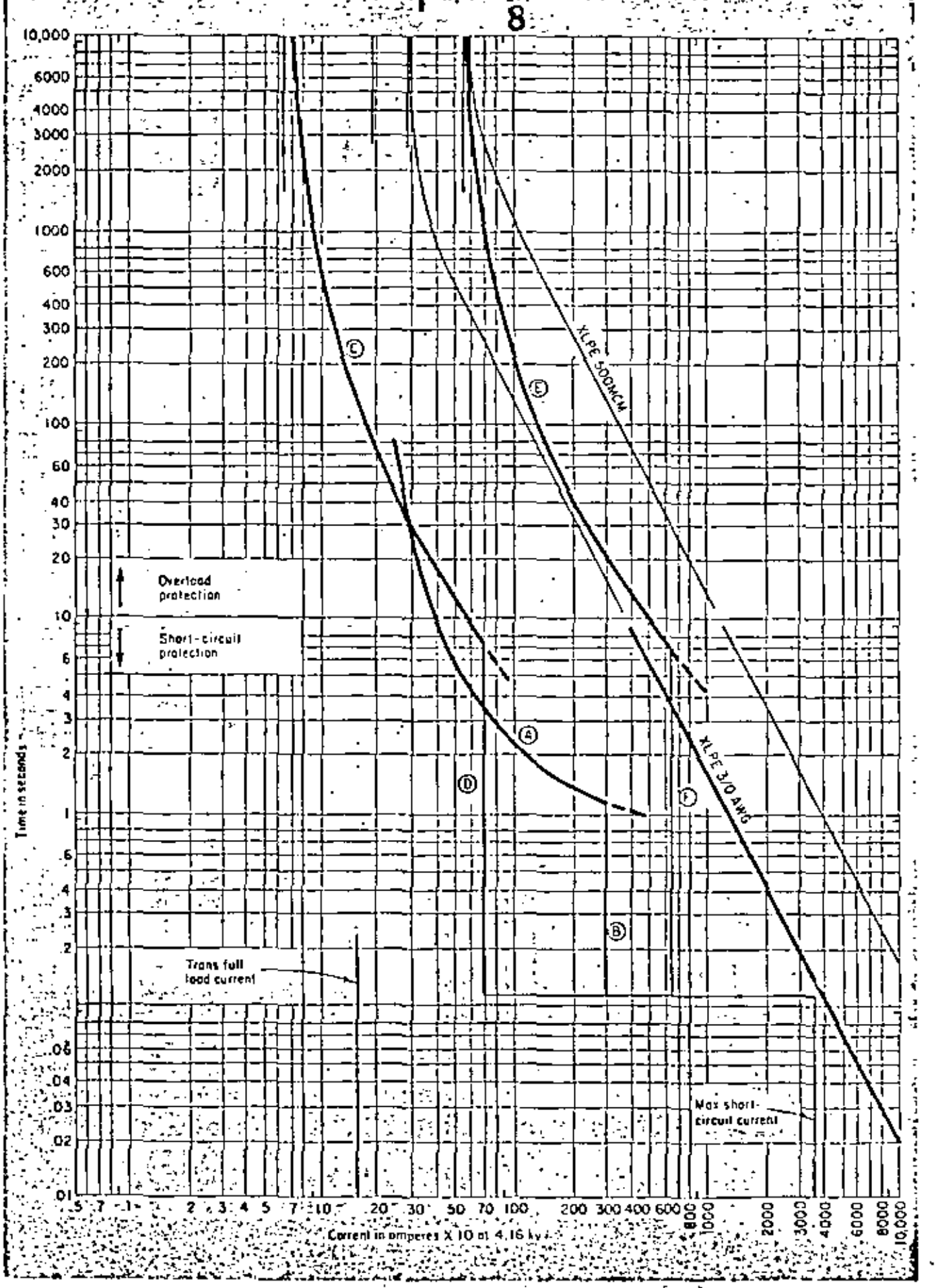


FIG. 7. Short-circuit and overload protection curves and selection of 4.16-kv XLPE insulation cable with copper conductors.

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

PLANTAS ELECTROGENAS

1. Su utilización
2. Componentes
3. Selección

ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

1 PLANTAS ELECTROGENAS

1.- SU UTILIZACION

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

a) Plantas de Emergencia

b) Plantas de Servicio Continuo

c) Sistemas de Servicio Ininterrumpible de Potencia (UPS)

a) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de 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 pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

En el caso de hospitales u otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, puedan 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 acuslocidad 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.

b) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO

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

a) venta y distribución del fluido

b) accionar equipos eléctricos particulares en lugares donde no existe el suministro público o ésta es deficiente, insuficiente o de diferentes características a las que requieren.

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

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

Aquí la 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, reparación, así como, de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre éstos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

c) SISTEMA DE SERVICIO ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA (UPS)

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

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

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

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

a) CA - CD dependiente de batería (alumbrado de emergencia).

b) Sistema de M - G con volante.

c) Sistema M - G volante y motor primo.

d) Conversión - Batería - Inversión.

e) Generación Continua, con suministro Normal como Emergencia.

Posteriormente se analizan estos sistemas con mas detalle.

2.- COMPONENTES

UNA PLANTA ELECTRICA, consta de las siguientes partes principales:

a) Motor primo,

b) Generador,

c) Controles e Interruptor General,

d) Interruptor de Transferencia o doble tiro (Planta de Emergencia). y

e) Accesorios.

a) El Motor Primo 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 a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad 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.

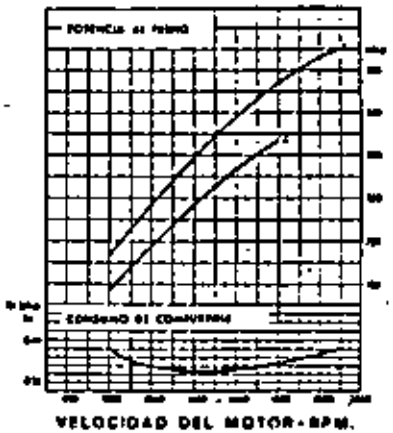
En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

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 con 6 polos, etc.
Esto permite el uso de equipo mas compacto.

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

CARACTERISTICAS DE MOTORES



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

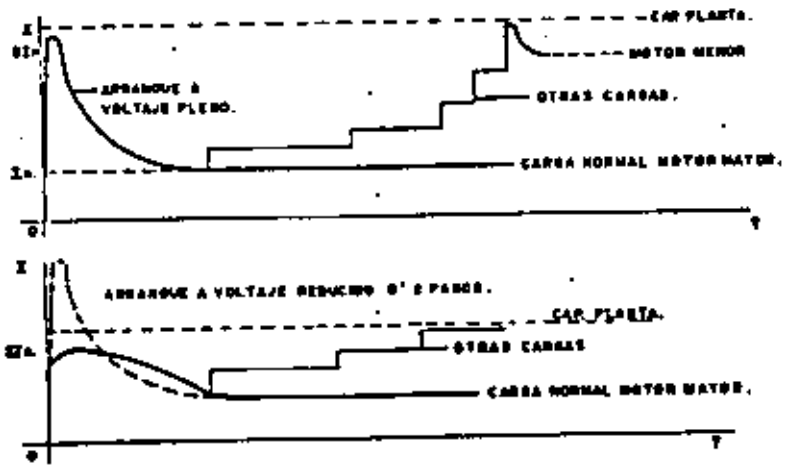
También cabe señalar que, a igualdad de velocidad, la potencia que se le puede sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia o con cargas intermitentes, dado que, el calentamiento y desgaste por períodos prolongados, reduce considerablemente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

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

3.- SELECCION

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

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



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

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

$$HP = \frac{KW}{0.85 \times 0.746}$$

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

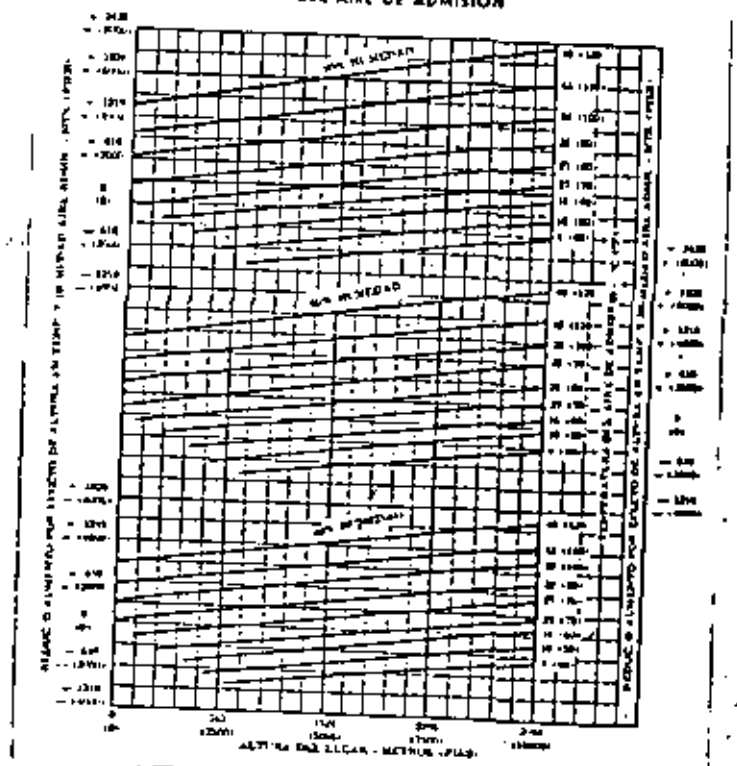
A esto deberán deducirsele las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

A esta potencia todavía deben hacersele deducciones por:

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

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

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



GENERADOR

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

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

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

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

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	I A	INT	% Carga Eléctrica	% Efecto Joule
Normal	112	75	93	0.8	245	250	100	100
Bajo FP	112	75	114	0.66	296	300	121	147
Bajo FP	112	75	136	0.55	343	300	142	203

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

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

INTERRUPTOR

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

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

CONTROLES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

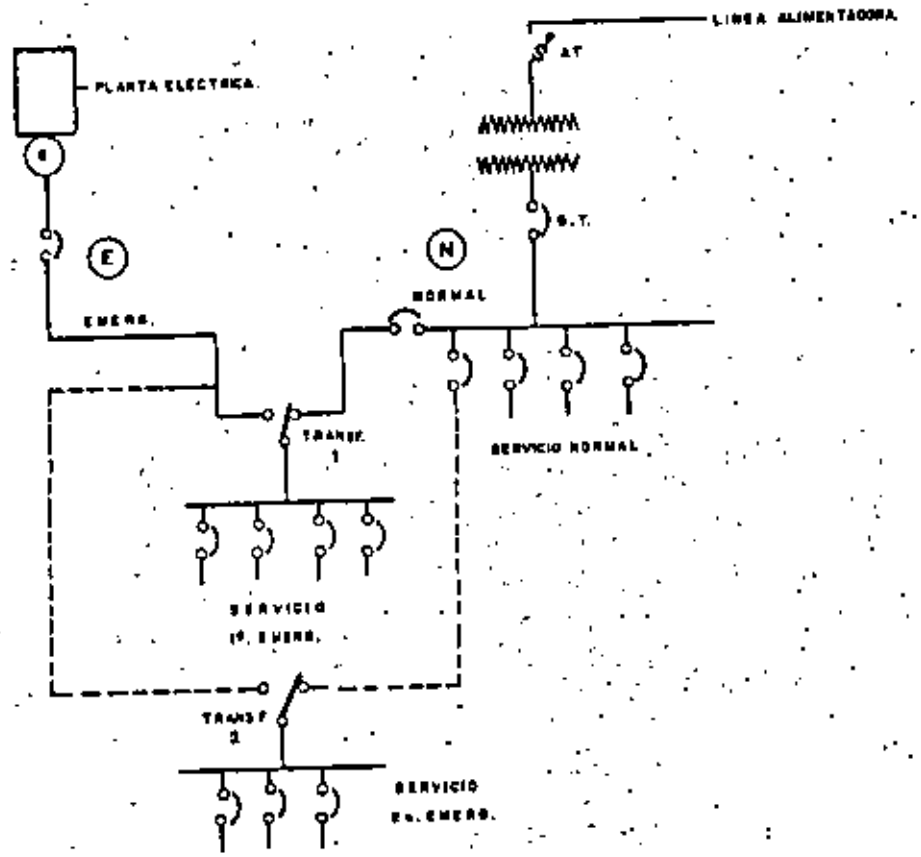
1a. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y pare al momento de hacerlo.

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

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

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

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



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

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

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

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

A C C E S O R I O S

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

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

- Precalentadores de aire y agua.

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

Noviembre de 1982

Centro de Educación Continua.

Ing. Sergio Ordóñez Lezama.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

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

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

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

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

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

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

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque.
Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

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

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

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

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

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

GENERADORES COMPACTOS.		TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA C. DE VOLT.										
		5% DE CAIDA DE VOLTAJE.				25% DE CAIDA DE VOLTAJE.				40% DE CAIDA DE VOLTAJE			
		ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR.		ARRANQUE CON RESISTENCIA
KVA.	KW.		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	10.0	—	—	—	2	1.5	3	5	2	3	5	7.5	2
18.7	15	—	—	1	3	3	3	5	3	3	5	12.5	3
26.0	20	—	—	1.5	5	3	5	10	5	5	10	15	5
31.3	25	1	1.5	2	6	6	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	5	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.									
	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO			
POTENC. EN HP	KW A PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	AMPERES A PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO TIPO DE REPULSION E INDUCCION		MOTOR TRIFASICO TIPO DE PAR DE ARRANQUE NORMAL Y K.V.A. ANORMALES DE ARRANQUE	
			MOTOR MONOFASICO	MOTOR TRIFASICO	KVA.	AMPERS.	KVA.	AMPER.
1/2	.5	.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	6.5	9.0	41	12.6	33
3	2.8	3.7	12.0	9.7	12.5	56	17.0	45
5	4.5	6.0	27	15.6	20.0	90	25.6	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		78			160	420
40	33.8	39.4		103			217	570
50	42.2	47.8		125			264	690
60	50.0	59.3		158			326	850
75	62.5	71.0		186			390	1020
100	83.0	83.0		244			511	1340

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

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

INSTALACIONES ESPECIALES

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES

INTRODUCCION:

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

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

LAS INSTALACIONES MÁS COMUNES EN EDIFICIOS SON:

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

2.- ALARMAS
   - A) CONTRA INCENDIO
   - B) CONTRA ROBOS Y ASALTOS

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN:

CONSIDERACIONES GENERALES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AREA	SUP. M2	COMUNICACIONES EXT.	INTER J	SONIDO S	CCTV TV	ALARMAS ROBO AR	INCENDIO AI	OBSERV.
1) DIREC.GRAL.	100	21	1 VA	FM	MONIT.	SI	SI	
SECRETARIA	30	25	- -	FM		--	--	
AUXILIAR	20	1E	1 VA	--		--	--	
2) OFNA.ADMVA.	50	1E	1 VA	FM	CAM.	--	--	
CAJA	20	1E1L	--	--		SI	SI	
CONTAB.	200	5E1L	--	--		SI	SI	
3) DEPTO.TÉCNICO	30	1L1E	1 VA	MIC	CAM.	--	--	
OF.A1	150	1E	--	FM-VOC.		--	--	
OF.A2	150	1E	--	FM-VOC.		--	--	
OF.A3	150	1E	--	FM-VOC.		--	--	

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

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

1.- LA DISTRIBUCIÓN DEBE HACERSE EN FORMA ESCALONADA Y RADIAL. CADA PUNTO EXTREMO DE DISTRIBUCIÓN, NO DEBE EXCEDER DE 10 SERVICIOS, EN EL CASO DE SERVICIOS TELEFÓNICOS.

2.- LA CANALIZACIÓN SE ORIGINA EN EL SITIO ELEGIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE LOS SERVICIOS, O SEA EN EL "DISTRIBUIDOR", Y DE AQUÍ SE RAMIFICA AL O LOS EDIFICIOS Y SALE HACIA EL EXTERIOR PARA HACER EL ENLACE CORRESPONDIENTE.

3.- PARA SERVICIOS TELEFÓNICOS, Y PREFERENTEMENTE EN TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIONES, DEBEN EXISTIR SIEMPRE EN LAS INSTALACIONES PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN DOBLE CAPACIDAD DE CANALIZACIÓN, DE MANERA TAL QUE SIEMPRE SEA POSIBLE Y EXPEDITA LA INTRODUCCIÓN DE CABLES PARA SUSTITUCIÓN DE OTROS DAÑADOS. DE HECHO EN ALGUNOS CASOS DEBE DEJARSE UNA DOBLE TUBERÍA.

CANALIZACIONES INTERIORES

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

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

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

EN TUBERÍAS HORIZONTALES SECUNDARIAS:

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

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

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

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

NOTA

No deben extenderse tuberías a más de 20 m. sin registros, ni debe hacer más de 2 curvas entre registros.
Los registros de muro deben colocarse en áreas públicas a un altura entre 20 y 100 cms. sobre el nivel de piso terminado, para facilitar su acceso y atención.

Ver gráficas (1) al (8) que ilustran soluciones típicas de alimentación y de distribución, construcción de registros y la simbología.

CANALIZACIONES DE RED EXTERIOR O URBANA.

Estas se hacen preferentemente bajo banquetas por quedar más accesibles y sujetas a cargas menores. Las cepas se excavan con las profundidades mínimas siguientes:

1, 2 y 4 vías	55 cms. ancho x 100 cms. prof.
6 y 8 vías	75 cms. ancho x 115 cms. prof.
10, 12 y 16 vías	100 cms. ancho x 115 cms. prof.

Para lograr un nivel uniforme, a pesar de los cruces de cables, debe referirse la profundidad al nivel del arroyo, y la pendiente de 1% mínimo debe darse hacia los pozos en forma alternada.

En las curvas no deben excederse del 1% de la tangente, y no debe existir más de una entre registros o pozos.

Para librar obstáculos que se encuentren al mismo nivel general de la ductería, deben profundizarse los registros o pozos correspondientes al tramo y bajar el nivel de todo el tramo uniformemente, respetando la pendiente ya indicada.

La distancia normal entre pozos es de 50 a 110 m, pero no debe exceder esta última.

Los ductos deben asentarse sobre una cama de arena o tierra suave sin piedras de 5 cms. de espesor, previo apisonamiento del fondo de la cepa, para obtener un tendido uniformemente soportado y perfectamente alineado tanto horizontal como verticalmente. Con el auxilio del hilo, se hacen verificaciones en el tramo más largo posible, pero nunca menor de 20 m.

Los ductos deben estar limpios interiormente y se colocan poniendo una pequeña plantilla de mezcla en la junta, posteriormente se juntea la unión con mezcla de cemento.

La correcta alineación se verifica mediante los "bastones", cilindros de madera con regatones de metal de 87 mm. de diámetro y 30 cms. de longitud que tiene un bastón de madera de 1.35 m. de largo con un topoe que asegura su centrado en la junta. Estos "bastones" deben permanecer en la junta hasta terminar su unión con la mezcla de cemento, para asegurar que la unión quede limpia.

Al terminar un tramo de canalización, se verifica la continuidad de cada vía mediante un "cilindro mensajero" fabricado de tubo de acero de 85 mm. de diámetro y 25 cms. de largo con bordes redondeados, que debe tener argollas en cada extremo.

Este cilindro se pasa de pozo a pozo con un cable robusto y debe atarse en ambos lados para el caso de falla del cable.

Los pozos pueden ser de dos, tres o cuatro boquillas y su construcción se ilustra en las gráficas 10, 11 y 12, pudiendo ser necesarios pozos de figura especial que en esencia se desarrollan con el mismo criterio constructivo.

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

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

CABLEADOS TELEFONICOS:

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

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

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

LOS TIPOS MÁS USUALES SON:

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

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

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

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

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

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

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

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

CANALIZACIONES PARA OTRAS INSTALACIONES ESPECIALES.

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

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

ELEMENTOS DE ACUSTICA

AUDICION AL AIRE LIBRE

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

A) EL MICRÓFONO O LOS MICRÓFONOS NO DEBEN CAPTAR EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, PUES DE LO CONTRARIO SE PROVOCA UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA.
PUEDE RESONAR TAMBIÉN A CIERTAS FRECUENCIAS O INCLUSO PUEDE OSCILAR TODO EL SISTEMA A UNA FRECUENCIA DETERMINADA EMITIENDO ENTONCES UN SILBIDO CONTINUO.

B) EL SISTEMA DE SONIDO NO DEBE CAUSAR MOLESTIAS EN LAS ZONAS VECINAS. ESTO IMPONE TAMBIÉN UN LÍMITE A LA POTENCIA DE SALIDA.

AUDICIONES EN LOCALES GRANDES

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

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

AUDICION EN LOCALES REVERBERANTES.

SE DICE QUE UN LOCAL REÚNE BUENAS CONDICIONES ACÚSTICAS, CUANDO LOS ASISTENTES A UNA CONFERENCIA, A UN CONCIERTO, O A UNA SESIÓN DE CINE SONORO, RECIBEN CON PERFECTA NITIDEZ LA PALABRA Y LA MÚSICA, O SI SE TRATA DE UNA MASA CORAL COMO MÚSICA DE ORGÁNO, 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 VEINTEAVO DE SEGUNDO O MÁS (50 MILISEGUNDOS), SE PERCIBEN DOS SENSACIONES SUCESIVAS COMO SI SE TRATARA DE DOS SONIDOS, ESTE FENÓMENO RECIBE EL NOMBRE DE ECO. EN CAMBIO, DEBIDO A LA ESTRUCTURA DEL OÍDO HUMANO, CUANDO ENTRE DOS ONDAS SUCESIVAS NO TRANSCURRE NI UN VEINTEAVO DE SEGUNDO, SE OYE COMO UN SÓLO SONIDO PROLONGADO, POR ESTA RAZÓN, SE DICE QUE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO ES EL PODER DE SEPARACIÓN DEL OÍDO HUMANO.

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

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

AUDICION EN UN AMBIENTE RUIDOSO.

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

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

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

A) EL MICRÓFONO DEBE 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 A LAS CIRCUNSTANCIAS PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS. LA MAYORÍA DE LAS VECES SE REQUIERE LA ATENUACIÓN DE LAS NOTAS GRAVES QUE FAVORECEN LA REVERBERACIÓN. UNA RESPUESTA DE FRECUENCIA PLANA NO ES POR TANTO UNA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE UN SISTEMA DE SONIDO.

EL ORADOR Y EL AUDITORIO.

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

- ORADOR
- EL MICRÓFONO
- EL AMPLIFICADOR
- LOS ALTAVOCES

EL ORADOR

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

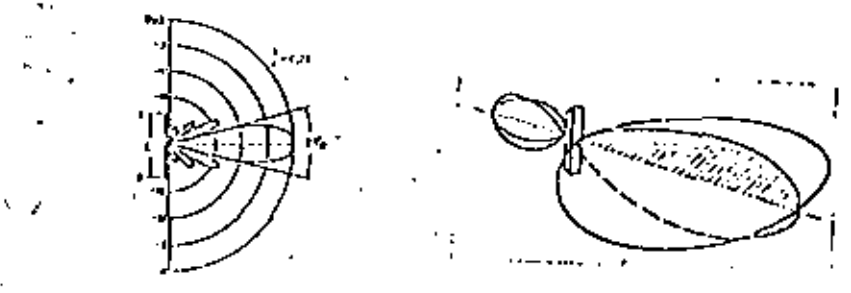
POR OTRA PARTE, UNA CABINA DEMASIADO REVERBERANTE ES MUY PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD, PUES ESTA REVERBERACIÓN ES AMPLIFICADA EN UNIÓN CON LA SEÑAL Y ES DIRIGIDA POR LOS ALTAVOCES HACIA LOS LUGARES DONDE ES MENOS DESEABLE, OTRO TANTO PUEDE DECIRSE DE LOS RUIDOS, LA CABINA DEBE ESTAR AISLADA CONTRA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

EL MICROFONO

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

MENTE, LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO PEQUEÑA SON MENOS IMPORTANTES, PUEDEN SER NEUTRALIZADOS POR UN LIMITADOR DE VOLUMEN EN EL AMPLIFICADOR, MÁS DIFÍCIL ES CONTRARESTAR LOS EFECTOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO GRANDE; ES POR ESO QUE EN LOS TEATROS CON UN ESCENARIO MUY GRANDE EN EL QUE LOS ACTORES HAN DE HABLAR A VECES MUY LEJOS DEL MICRÓFONO, PLANTEAN UNO DE LOS PROBLEMAS ELECTROACÚSTICOS MÁS DIFÍCILES, 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 EXISTE UN LÓBULO PRINCIPAL EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LA COLUMNA, EL SEMI-ÁNGULO DE ABERTURA Fi 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 INTELEGIBILIDAD 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 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 INTELEGIBILIDAD DEPENDE PRINCIPALMENTE DE CIERTOS GRUPOS DE FRECUENCIAS ALTAS.

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

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

ALTAVOCES.

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

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

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

SISTEMAS DE SONIDO

OBJETIVO DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE NECESIDADES.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

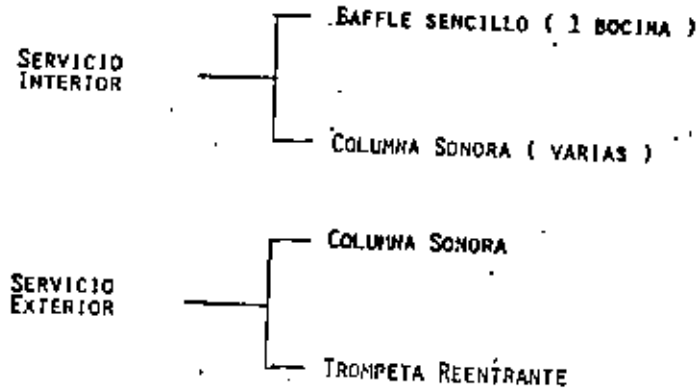
NO OBSTANTE SIEMPRE ES POSIBLE QUE UN TRANSFORMADOR O UN RAMAL DE LA LÍNEA PUEDA SUFRIR UN "CORTO CIRCUITO", ESTO CONDUCIRÍA A QUE GRAN PARTE DE LA ENERGÍA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR, SE PERDERÍA Y EL VOLUMEN DE TODAS LAS BOCINAS CONECTADAS A ÉSTE SE ANULARÍA. COMO ES DE COMPRENDERSE ES MUY DÍFICIL DETERMINAR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

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

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

SELECCION DE EQUIPO

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



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

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

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

EN EL CASO PARTICULAR DE EMPLEAR TROMPETAS REENTRANTES, POR SU CONSTRUCCIÓN SE DEBE ACEPTAR UNA RESPUESTA DE FRECUENCIAS DEL ORDEN DE 160-9000 HERTZ, QUE NO ES APROPIADA PARA REPRODUCCIONES MUSICALES PERO ADECUADA PARA VOCEO.

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

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

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

NIVEL DE RUIDO AMBIENTE DEL LOCAL A SONORIZAR.

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

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

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

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

SERVICIO INTERIOR: CON BAFFLES CONVENCIONALES O COLUMNAS SONORAS.

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

EN QUE:

V = VOLUMEN DEL LOCAL EN M^3.
K = CONSTANTE QUE VALE:

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

POTENCIA POR BOCINA: $= \frac{Pt}{\text{NÚM. DE BOCINAS.}}$

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

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

EN QUE: D = SEPARACIÓN ENTRE BOCINAS EN M
H = ALTURA DEL LOCAL EN M.

SERVICIO EXTERIOR:

USANDO TROMPETAS REENTRANTES SE TIENE:

Pt60 = 0.4 D (TROMPETA CON RADIACIÓN A 60°)
Pt30 = 0.2 D (TROMPETA CON RADIACIÓN A 30°)

EN QUE:

D = DISTANCIA EN METROS AL OYENTE INTERMEDIO. (PROFUNDIDAD).
P = POTENCIA NOMINAL DE CADA TROMPETA EN WATTS.

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

$$N60 = \frac{F}{1.16\ D} \quad Y \quad N30 = \frac{F}{0.54\ D}$$

EN QUE:

F = FRENTE EN METROS QUE SE PRETENDE CUBRIR.

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

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

TAMBIÉN ES APLICABLE PARA NIVELES DE ALTO RUIDO AMBIENTE.

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

SE TIENE QUE:

$$Pt = 0.8\ D$$

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 TORNA COMPLEJA, POR LO QUE SOLAMENTE MENCIONARÉ APLICACIONES TÍPICAS.

EL CONTROL PUEDE INSTALARSE:

A) EN LA CAJA ACÚSTICA MISMA CON OPERACIÓN INTERNA O EXTERNA EN FUNCIÓN DE SI EL AJUSTE QUE SE PRETENDE, ES EVENTUAL O CONTINUO.

B) EN ALGÚN PUNTO DEL LOCAL PARA QUE EL USUARIO CONTROLE UNA O VARIAS BOCINAS A VOLUNTAD.

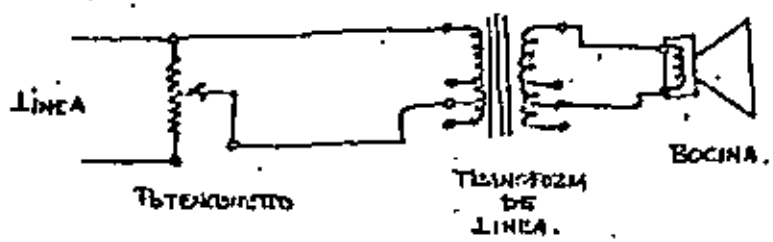
C) VARIOS EN UN TABLERO DE CONTROL LOCALIZADO ESTRATÉGICAMENTE, PARA DESDE ESE PUNTO CONTROLAR VARIAS ÁREAS PÚBLICAS.

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

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

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

CONEXION TIPICA:



RESISTENCIA OHMICA:

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

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

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

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

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

$$R_P = \frac{N_P Z}{4}$$

EN QUE:

R_P = RESISTENCIA DEL POTENCIÓMETRO EN OHMS.
N_P = NÚMERO DE POTENCIÓMETROS.
Z = IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR EN OHMS. (VARÍA ENTRE 90 Y 120 OHMS).

INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO.

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

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

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

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

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

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

SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN

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

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

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

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

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

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

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

ALARMAS (INSTALACIONES DE SEGURIDAD)

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

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

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

LOS DISPOSITIVOS DETECTORES MÁS USUALES SON:

CONTRA ROBO:

ELECTROMÉCANICOS CON INTERRUPTORES QUE SE INSTALAN EN PUERTAS,

VENTANAS, CERCAS, ETC.

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

CONTRA INCENDIO:

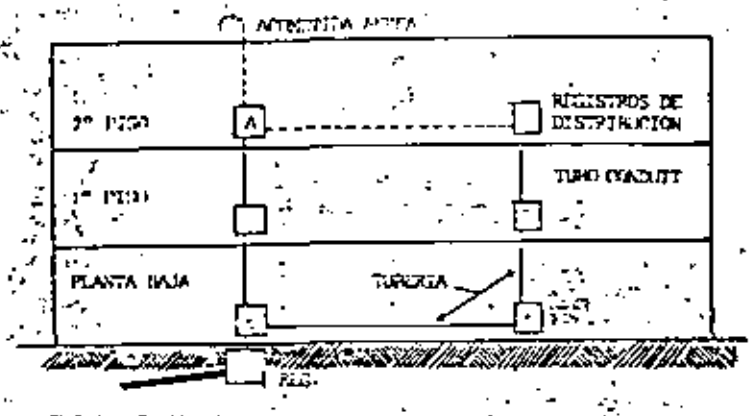
- MANUALES: POR OPERADOR
- TÉRMICOS, QUE PERCIBEN LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.

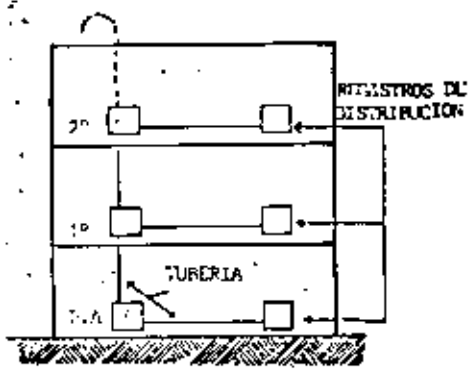
SIMBOLOGÍA

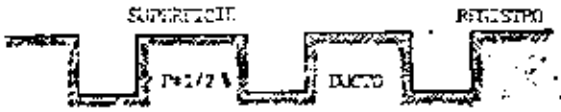
	TUBERÍA DE 19 MM DE DIÁMETRO
	TUBERÍA DE 13 MM DE DIÁMETRO
	TUBERÍA DE 25 MM DE DIÁMETRO
	TUBERÍA DE 38 MM DE DIÁMETRO
	TUBERÍA HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO, LA TUBERÍA SE DEBERÁ INDICAR SI ES POR PISO, LOSA O MURO Y DE QUE MATERIAL.
	DUCTO DE PVC. AHOGADO EN CONCRETO.
	REGISTRO DE TABIQUE DE (X) DIMENSIONES CON POZO DE ABSORCIÓN AL FONDO.
	POZO DE VISITA DE CONCRETO ARMADO DE (X) DIMENSIONES.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA NO.20 USG DE 23x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA NO.20 USG DE 55x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA NO.20 USG DE 55x36x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA NO.18 USG DE 73x56x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (200 PARES).
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA NO.18 USG 100x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM (600 PARES).
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA NO.16 USG 155x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA 1.5 CM (600 PARES).
	REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA NO.18 USG DE 80x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (150 PARES)
TD	SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO EN MURO PISO
TE	SALIDA PARA TELÉFONO EXTENSIÓN DE CONMUTADOR EN PISO O MURO.
TS	SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL PILOTO EN PISO O MURO.
TS	SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL SUPEDITADO, EN PISO O MURO.
TE	SALIDA PARA TELÉFONO DE EXTENSIÓN EN PISO O MURO.
TP	SALIDA PARA TELÉFONO PÚBLICO EN MURO.
T.C.A.	CONMUTADOR AUTOMÁTICO TELEFÓNICO TIPO (X) Y (Y) EXTENSIONES.
	RECTIFICADOR DE CORRIENTE.
	BANCO DE BATERÍAS.

CANALIZACIONES VERTICALES

No. DE PARES	DIAMETRO DE TUBERIA
10 - 30	25 mm
40 - 50	37 "
70 - 80	30 "
100 - 150	50 "
200 - 300	70 "

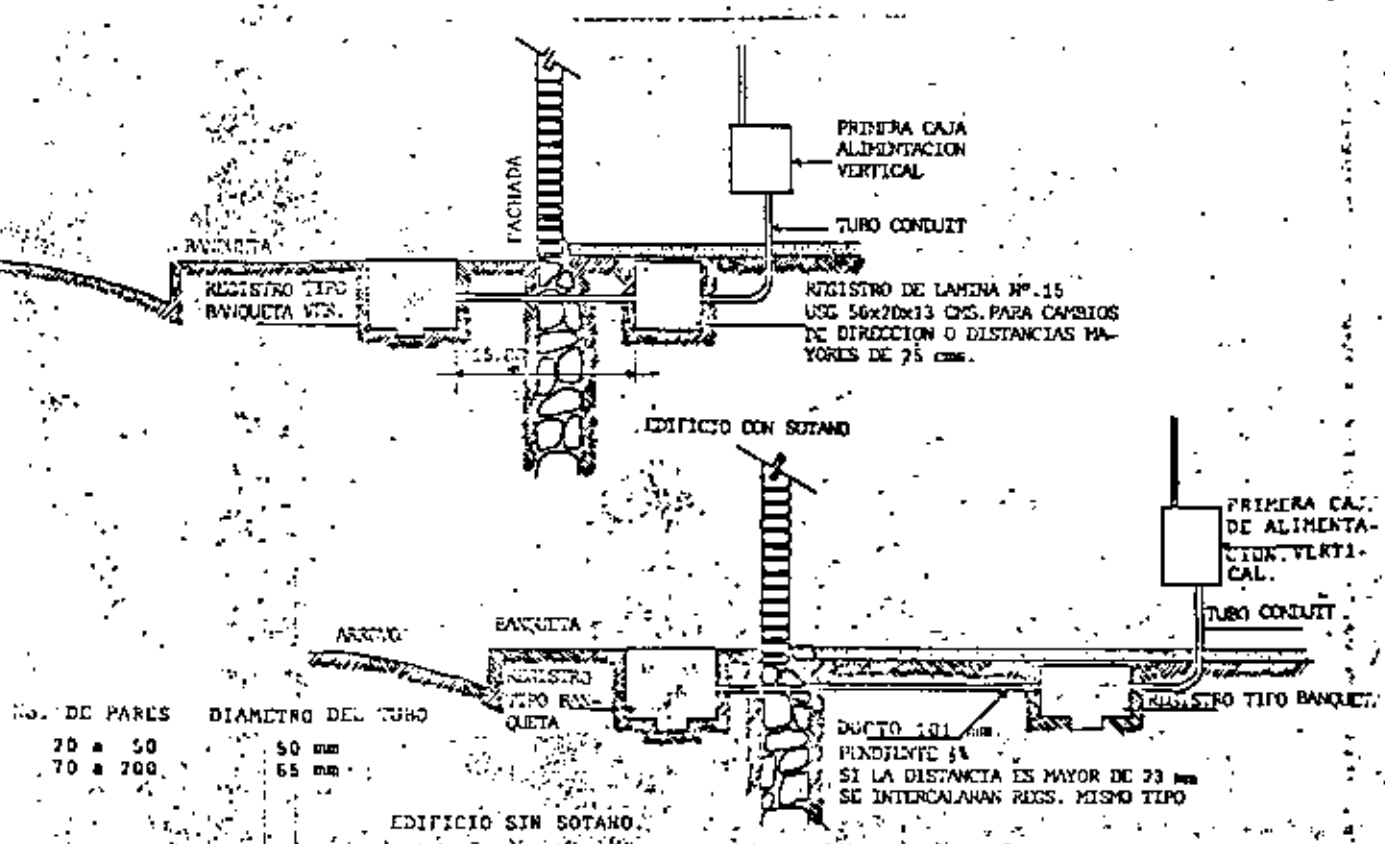






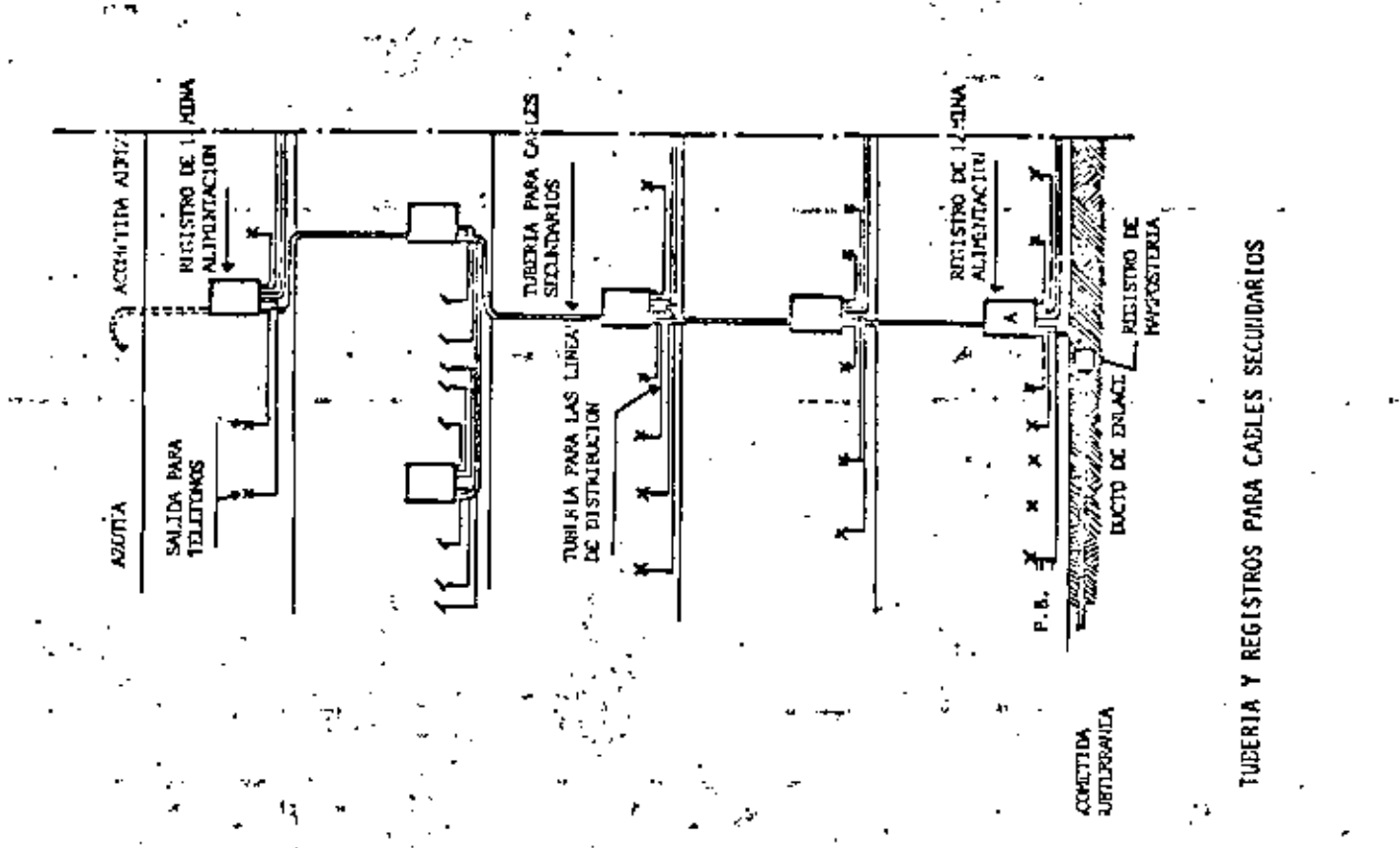
DISPOSICION CORRECTA DE LA PENDIENTE EN DUCTOS

TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS - DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION

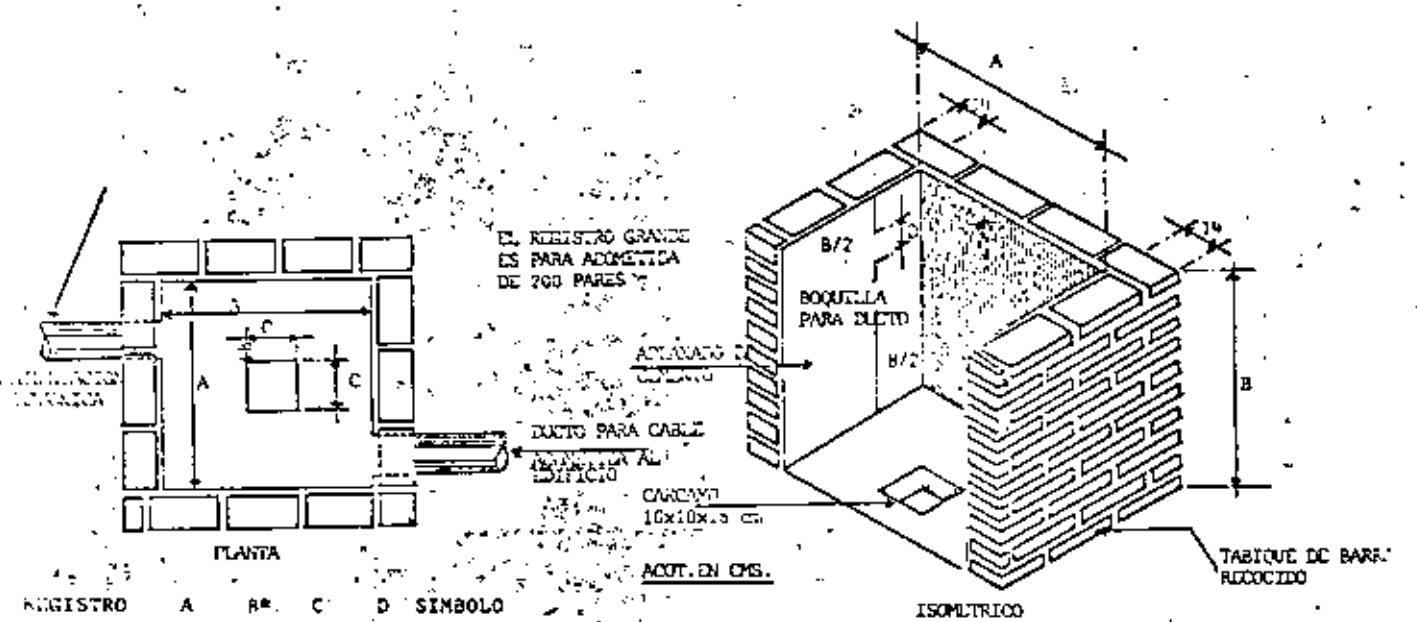


No. DE PARES	DIAMETRO DEL TUBO
20 a 50	50 mm
70 a 200	65 mm

DETALLE DE ACOMETIDA TELEFONICA



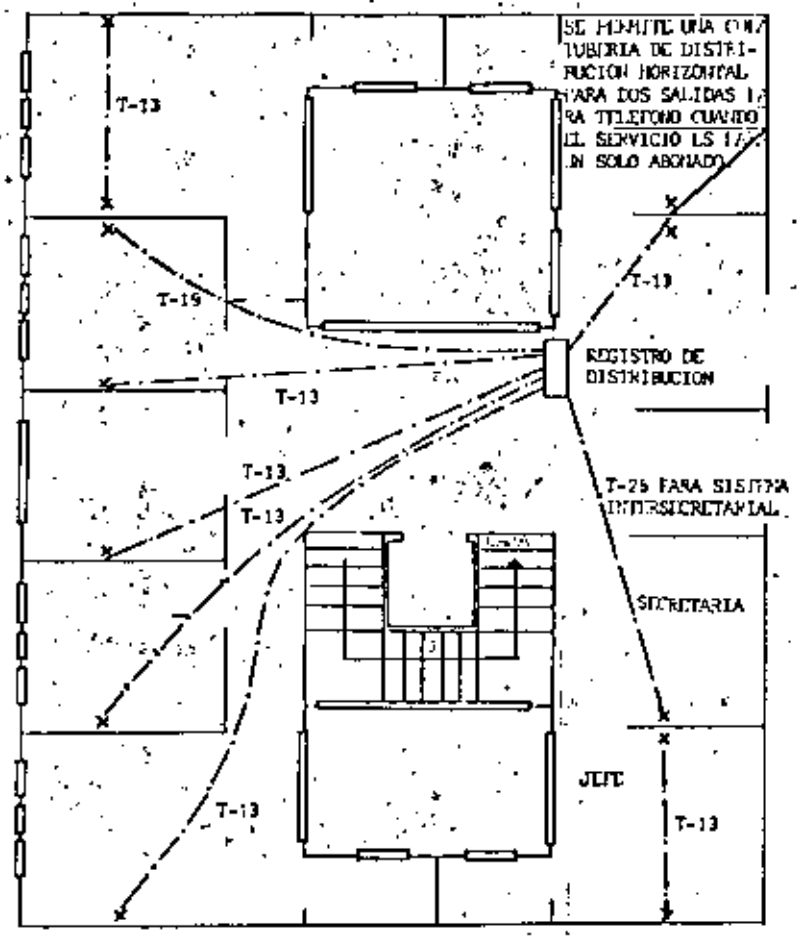
NOTA. SE CONSTRUIRA UNA DISTANCIA DE 30 CM DEL PARAMETRO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION.



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

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

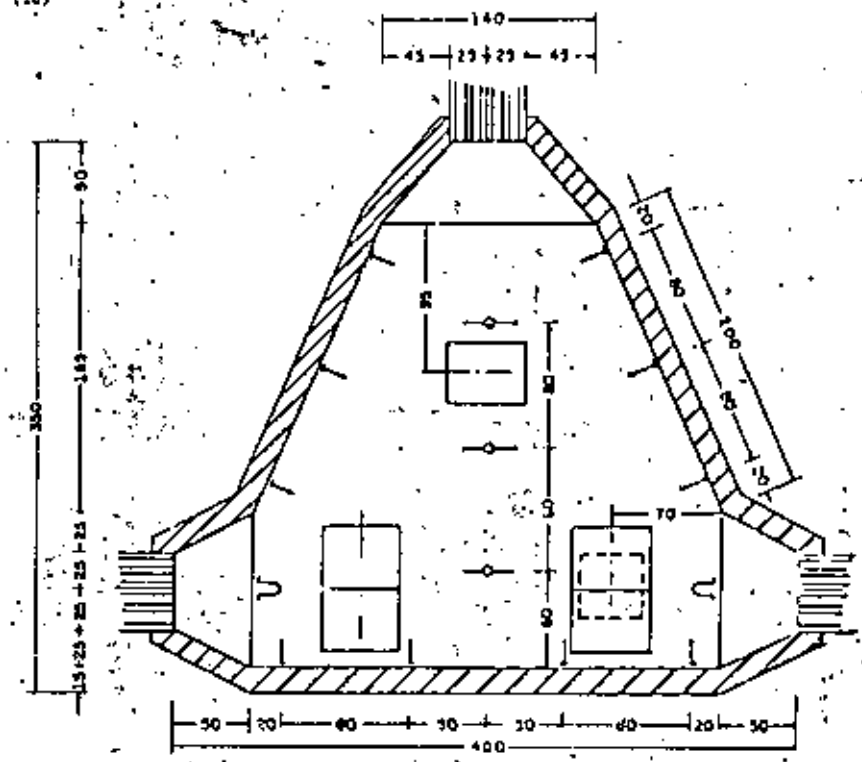
DETALLE DE REGISTRO DE MAMPOSTERIA (DE BANQUETA)

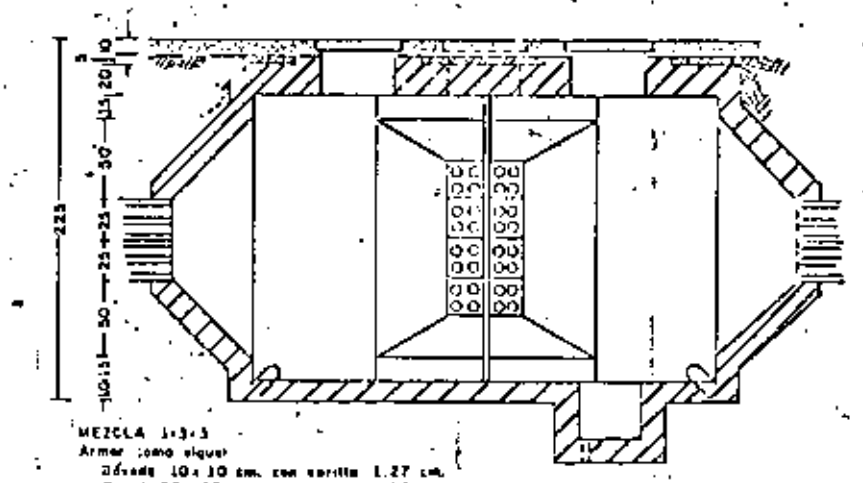


CANALIZACIONES HORIZONTALES

Nº DE LINEAS	DIAMETRO DE TUBO
1 - 2	13 cm.
3 - 6	19 cm.
7 - 8	25 cm.
9 - 10	32 cm.

TUBERIA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA





MEZCLA 1:3:5
Armar como sigue:
Dados 10 x 10 cm. con varilla 1.27 cm.
Pared 20 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.
Piso 20 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.
Acotaciones en centímetros.

SIMBOLOS
Ciaba
Registro
Tubo y separa

FIG. 14

5.3 Datos Complementarios sobre Pozos de Visita

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

Para los lugares en que se desvíe de la línea recta, se bifurque la canalización o se instale una caja de distribución, se deberá solicitar de Teléfonos de México, S.A. (Dirección de Operación) la información sobre forma y dimensiones de los pozos especiales tales como: Figs. 17 a 22.

Fig. 17

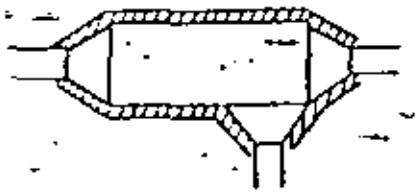


Fig. 18

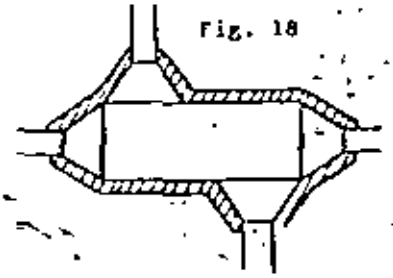


Fig. 19

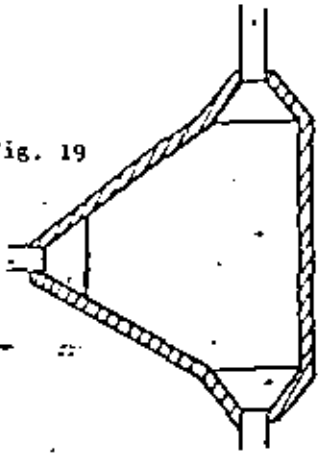


Fig. 20

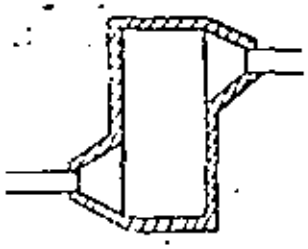
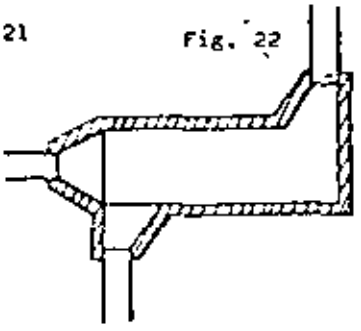


Fig. 21

Fig. 22



CAJAS DE DISTRIBUCION

Túnel entre pozo y caja: - Este no debe exceder de un metro de longitud. Si por alguna circunstancia la distancia entre la caja y el pozo es mayor de un metro, pero menor de 10 metros, se construirá un tramo de canalización de IV vías y un pozo chico frente a la caja de distribución.

Ubicación: Las cajas de distribución se deben colocar a un mínimo de 5 metros del paramento de la esquina y se buscará un lugar que además de ser seguro (observar el tránsito de vehículos y peatones), no sea un estorbo físico o estético.

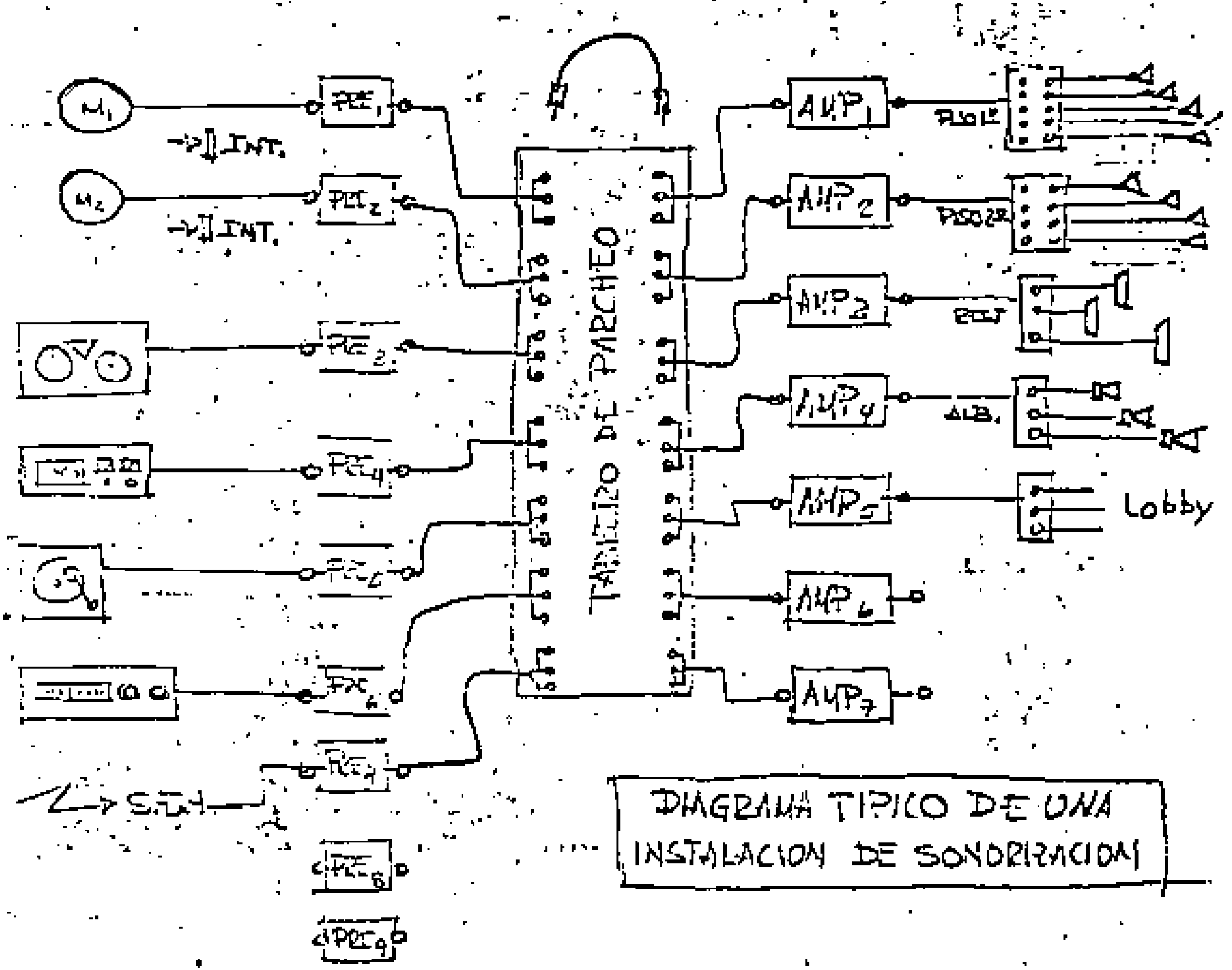
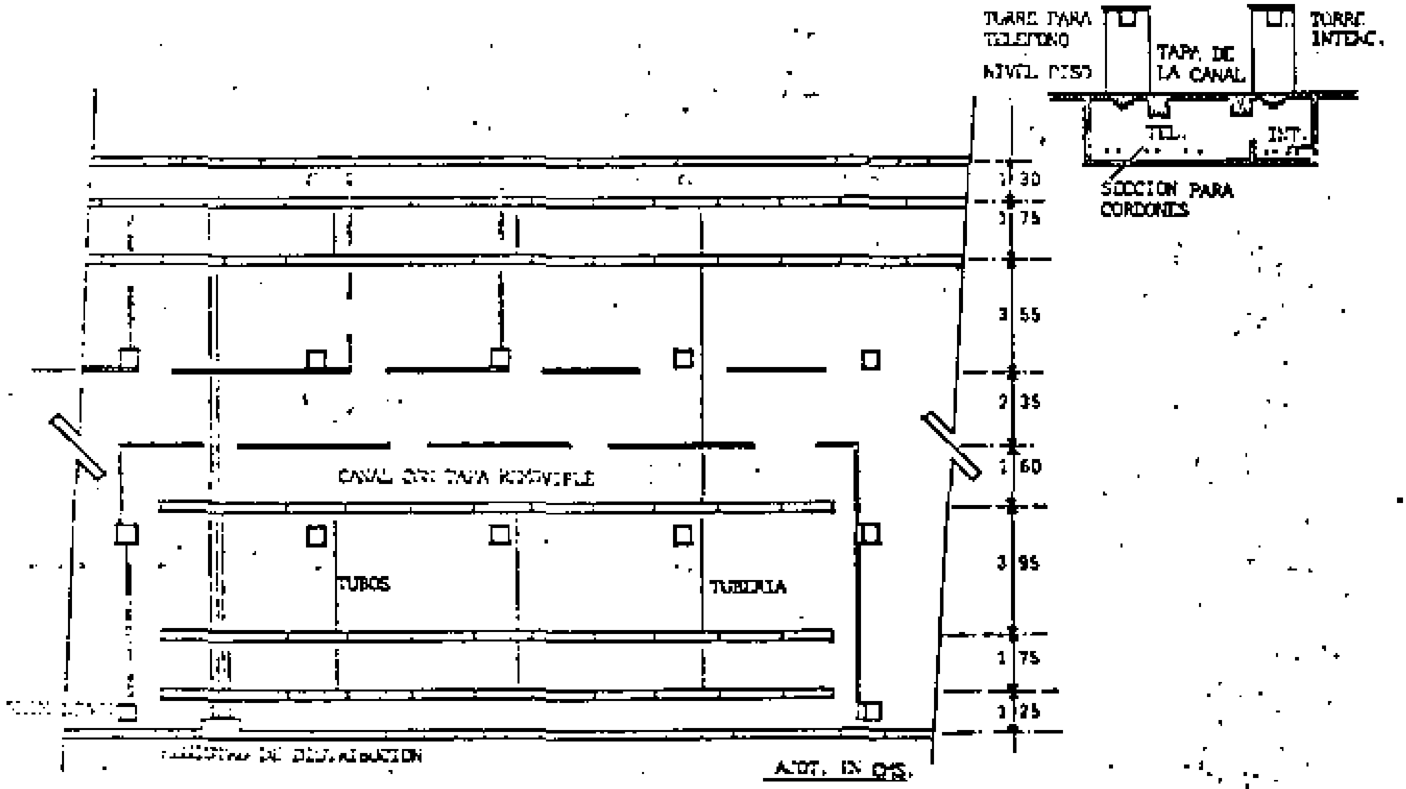


DIAGRAMA TIPICO DE UNA INSTALACION DE SONORIZACION



SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS
(EN CABLES TKI, ERO, ASP y LKL)

CUENTA DE LOS PARES EN EL GRUPO		NUMERO DEL GRUPO	COLORES DE LOS HILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO		
1	10	1	AZUL		
11	20	2	AMARILLO		
21	30	3	ROJO		
31	40	4	VERDE		
41	50	5	NARANJA		
51	60	6	BLANCO	—	AZUL
61	70	7	BLANCO	—	AMARILLO
71	80	8	BLANCO	—	ROJO
81	90	9	BLANCO	—	VERDE
91	100	10	BLANCO	—	NARANJA
101	110	11	NEGRO	—	AZUL
111	120	12	NEGRO	—	AMARILLO
121	130	13	NEGRO	—	ROJO
131	140	14	NEGRO	—	VERDE
141	150	15	NEGRO	—	NARANJA
151	160	16	GRIS	—	AZUL
161	170	17	GRIS	—	AMARILLO
171	180	18	GRIS	—	ROJO
181	190	19	GRIS	—	VERDE
191	200	20	GRIS	—	NARANJA
201	210	21	MORADO	—	AZUL
211	220	22	MORADO	—	AMARILLO
221	230	23	MORADO	—	ROJO
231	240	24	MORADO	—	VERDE
241	250	25	MORADO	—	NARANJA
251	260	26	MARRON	—	AZUL
261	270	27	MARRON	—	AMARILLO
271	280	28	MARRON	—	ROJO
281	290	29	MARRON	—	VERDE
291	300	30	MARRON	—	NARANJA

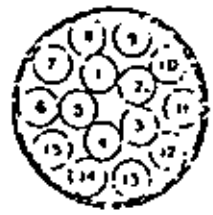
20 PARES
2 GRUPOS DE 10

30 PARES
3 GRUPOS DE 10

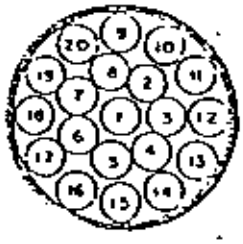
50 PARES
5 GRUPOS DE 10

70 PARES
7 GRUPOS DE 10

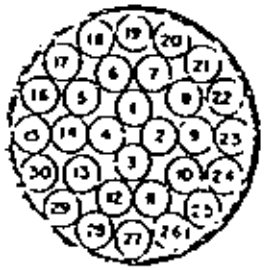
100 PARES
10 GRUPOS DE 10



150 PARES
15 GRUPOS DE 10



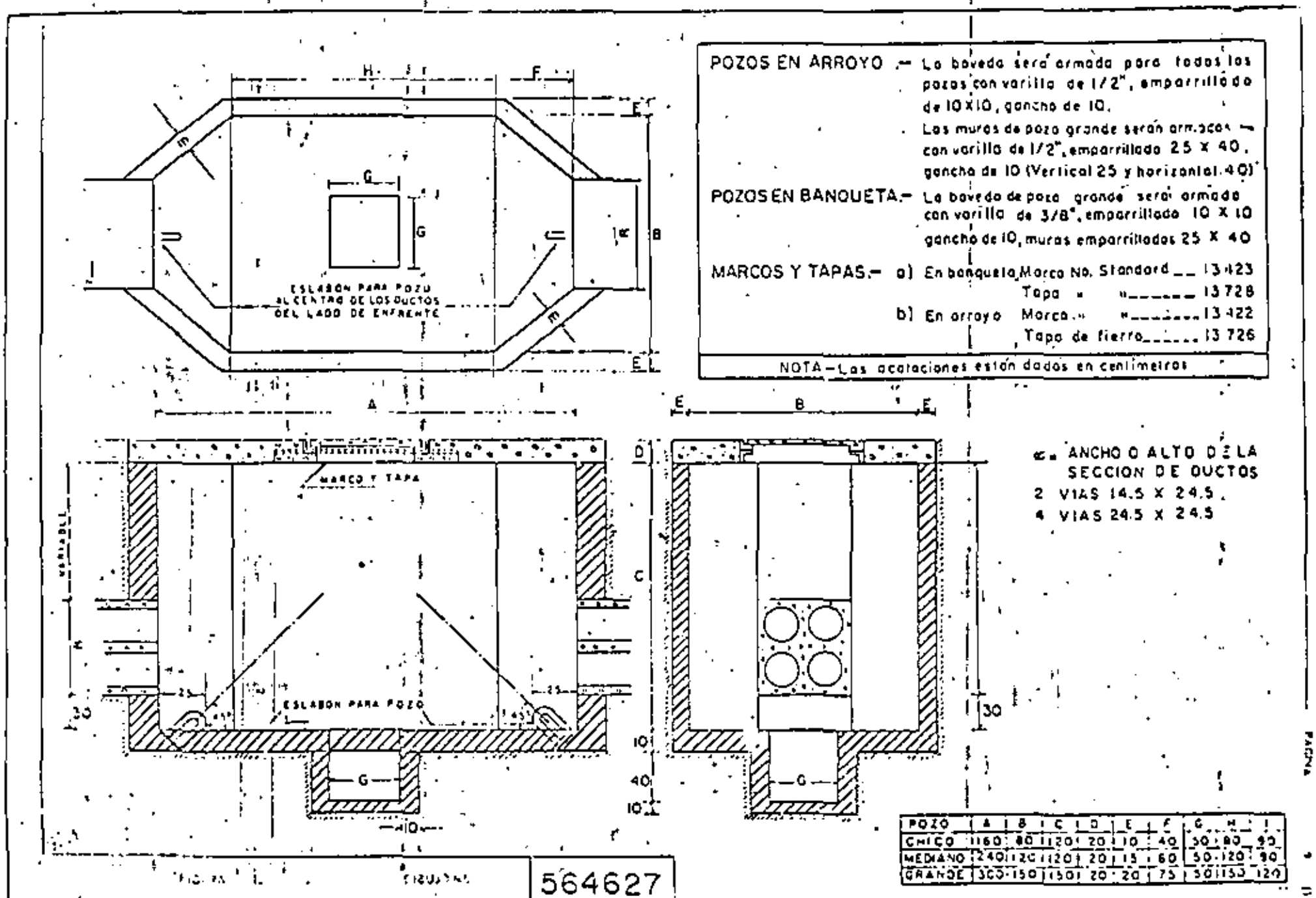
200 PARES
20 GRUPOS DE 10



300 PARES
30 GRUPOS DE 10

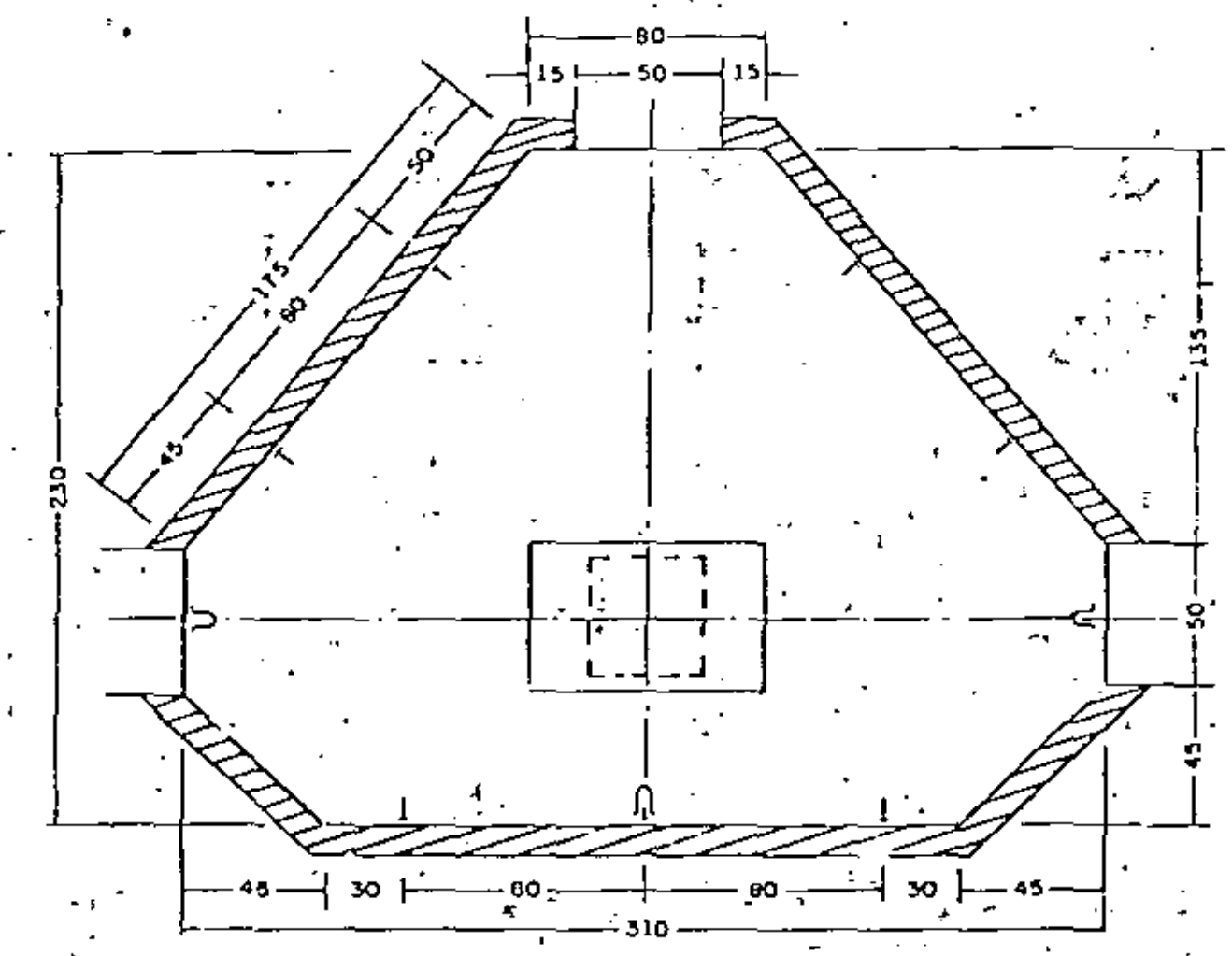
FIG. 20 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS PARES

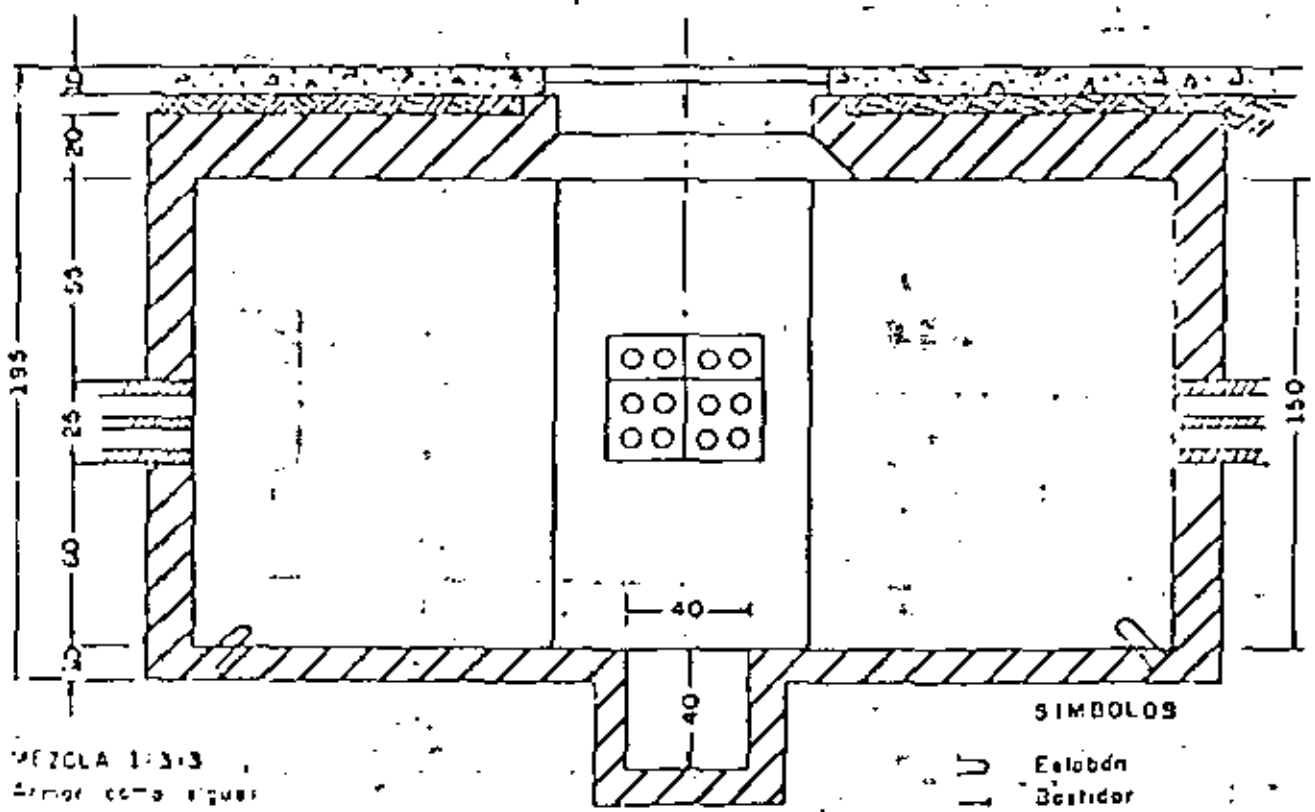
PAR	COLORES DEL AISLAMIENTO QUE IDENTIFICAN AL PAR DENTRO DEL GRUPO		
1	BLANCO	Y	AZUL
2	BLANCO	-	AMARILLO
3	BLANCO	-	ROJO
4	BLANCO	-	VERDE
5	BLANCO	-	NARANJA
6	NEGRO	-	AZUL
7	NEGRO	-	AMARILLO
8	NEGRO	-	ROJO
9	NEGRO	-	VERDE
10	NEGRO	-	NARANJA



POZO	A	B	C	D	E	F	G	H	I
CHICO	160	80	120	20	10	40	50	80	90
MEDIANO	240	120	120	20	15	60	50	120	90
GRANDE	300	150	150	20	20	75	50	150	120

G-10





SIMBOLOS

Estribo

Bastidor

MEZCLA 1:3:3

Armar como sigue:

Bóveda 10 x 10 cm. con varilla 1.27 cm.

Paredes 70 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.

Piso 70 x 20 cm. con varilla 1.27 cm.

Acotaciones en centímetros

FIG. 13

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PARARRAYOS

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de ería Calle de Tacuba 5 p er piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

EL MECANISMO DE UNA DESCARGA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La trayectoria que presenta la formación de una descarga atmosférica, demuestra por qué los lugares elevados son alcanzados por los rayos con más frecuencia, ya que de acuerdo con las leyes elementales de la física, es evidente que en los lugares elevados la concentración de carga es mayor que en los lugares bajos, (Lam. #8) de aquí que sea precisamente de los lugares altos de donde parta con mayor facilidad un piloto secundario al encuentro de la centella descendente y por lo tanto sean preferidos por las descargas.

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

ANALISIS DE LOS SISTEMAS

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

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

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

La protección contra descargas atmosféricas de una estructura no se logra contra lo que normalmente se cree con la instalación de una varilla y una conexión a tierra (Pararrayos de Franklin), ya que la acción de este dispositivo tiene una acción limitada; la "Zona" de protección que proporciona una barra de este tipo, aún desde los primeros intentos de Benjamin Franklin en 1760, no se puede considerar como un absoluto; en 1767, Franklin escribía que esta zona es función de la cantidad de carga (variable en cada caso), la forma de la estructura protegida y las condiciones atmosféricas (variable en cada caso). Posteriormente Oliver Lodge (1892) y Randerson (1879) afirman que no se puede justificar una determinada zona de protección para una barra, y finalmente F.W. Peek en 1920, mediante experimentos con modelos, concluye que esta zona depende de la altura de la concentración de carga, que en este caso queda representada por la

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

En vista de esto, la técnica moderna de protección ha descartado el uso de la barra Franklin y establece la colocación de conductores y puntas en los sitios en los que pueden iniciarse pilotos secundarios, tales como esquinas y aristas de las azoteas, (Lam. #9), es necesario pues, no hablar de un "Pararrayos", sino de la instalación de un sistema de pararrayos convenientemente estudiado para proporcionar protección a cada estructura en particular.

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

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

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

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

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

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

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

Conclusion:

La instalación de un sistema de pararrayos es una labor delicada tanto en proyecto como en instalación, y es recomendable que estos trabajos sean desarrollados por expertos con conocimientos de la reglamentación existente. En este punto desgraciadamente en nuestro país no contamos aún con una reglamentación específica, aunque se espera que en la próxima edición del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, se trate este problema. Existe una interesante fuente de información en las disposiciones de la norma UL96A de Underwriters Laboratories, Inc., y en el Lightning Protection Code de National Fire Protection Association (NFPA N°78).

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

CRITERIOS DE DISEÑO

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

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

1) UBICACION DE LAS PUNTAS

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

1.2) Tipos de Techos:

1.2-1) Plano

1.2-2) Inclinado

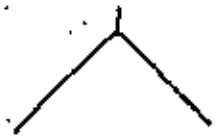
1.2-3) Pendiente Ligera: Con pendiente igual o menor a 1/8 en claro igual o menor de 12 Mts., o con pendiente igual o menor a 1/4 en claro mayor a 12 Mts.

1.3) Colocación de las Puntas:

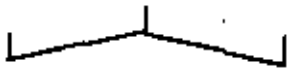
1.3-1) En función de la forma del techo.

a) Techos Planos:

b) Techos Inclinados:



c) Techos con Pendiente Ligera:



1.3-2) Espaciamento:

a) Del límite del contorno protegido = 0.60 Mts.

b) Entre puntas:

b-1) En contornos:

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

7.62 Mts. puntas de más de 60 cms.

b-2) En superficie planas:

15 Mts. máximo.

1.4 Altura de las Puntas:

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

1.4-2) Alturas normales de las puntas:

mínima: 25 cms.

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

2) TRAYECTORIA DE CONDUCTORES

2.1) Conductores Horizontales:

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

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

2.1-3) Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 20 cms. EVITARLOS

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

2.1-5) Se deberán fijar firmemente cada 91 cms. (Long. máxima en aire 1.80 Mts.)

2.2) Conductores Verticales:

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

2.2-2) Posición: Depende de:

a) Ubicación de tierras

b) Trayectorias más directas

c) Ubicación de cuerpos metálicos

2.2-3) Cantidad:

a) Mínimo 2 hasta perímetros de 76.2 Mts.

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

2.2-4) Localización:

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

b) Diagonalmente opuestas si son 2.

c) 30 Mts. de espaciamiento promedio más de 7.

d) La condición 2.1-2 obliga la posición de bajadas en cambios de nivel.

3) CONEXIONES A TIERRA

3.1) Ubicación: Donde se logre una dispersión facil de la descarga en el terreno. Preferible: fuera de cimentaciones.

3.2) Medios de Conexión a Tierra. Electrodos Formados Por:

a) Varillas (3 Mts. mínimo).

b) Rehiletes (1.5 - 2 Mts. Profundidad).

c) Cable enterrado: mínimo: 3.6 Mts. longitud a 0.3 " 0.6 Mts. de profundidad.

3.3) Valor de la Resistencia: En función del tipo de terreno y del tipo de conexión usada.

3.4) Pruebas:

a) Debe medirse la resistencia del electrodo desconectado del Sistema, por lo que deben instalarse desconectadores adecuados.

b) Deben probarse al instalarse, y una vez al año.

c) Valor suficiente de la resistencia: 50 Ohms.

4) CONEXIONES ADICIONALES

4.1) Para cuerpos metálicos que puedan recibir una descarga (Chimeneas, Respiraderos, Ductos, etc.)

4.2) Para cuerpos metálicos, en los que debido a su cercanía con el Sistema (máximo 1.80 Mts.) en ellos pueda INDUCIRSE una carga que origine una descarga lateral.

4.3) Tierra Común: De Sistemas que estén conectados a tierra (Eléctrico, Telefónico, Agua, Gas, etc.).

5) SISTEMAS DE INSTALACION

5.1) Aparente (preferible)

5.2) Oculto (en ductos NO metálicos)

5.3) Usando estructura metálica (siempre y cuando de la misma sea posible garantizar su conductividad presente y futura).

6) ESPECIFICACION DE MATERIALES

6.1) General: Deben ser diseñados y fabricados especialmente para Sistemas de Pararrayos dentro de las normas.

6.2) Tipos de Conductores:

a) Clase I, para edificios de 22.86 Mts. de altura máxima

b) Clase II, para edificios de más de 22.86 Mts. de altura

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

INSTALACION DEL SISTEMA

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

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

I - LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS

II - FIJACION DE LAS BASES PARA PUNTAS

III - DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES

VI - FIJACION DE CONDUCTORES

V - CONEXIONES

VI - DETERMINACION DE LA POSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA

VII - INSTALACION DE LOS ELECTRODOS

VIII - CONEXIONES ADICIONALES

IX - PRUEBAS

I.- LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS

Tomar en cuenta que:

1). La parte más alta de las puntas debe quedar por lo menos 25 cms. más alta que el contorno protegido.

2). La separación máxima de la orilla del contorno protegido es 60 cms.

3). Los espaciamientos máximos entre puntas 7.5m para puntas de 60 cms. de altura ó mayores, y 6m para puntas más bajas).

II.- FIJACION DE LAS BASES

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

III.- DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES

HORIZONTALES: Tomar en cuenta:

1). De cada punta deberá existir 2 trayectorias a tierra sin curvas ascendentes.

2). Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 20 cms.

VERTICALES: Tomar en cuenta:

1). Deben ser lo más directo posibles.

2). No deben tener curvas inversas.

3). Procurar, de ser posible, alejarlos de ventanas metálicas. En caso contrario, deberán interconectarse estas.

4). Si se requiere cambiar la ubicación proyectada, procura que el espaciamiento entre bajadas continue siendo uniforme, por lo tanto debe concluirse que NO ES POSIBLE suprimir bajadas.

5). En la parte inferior de un cable vertical aparente (3m.) deberá instalarse una guarda de protección que protege al conductor de daño mecánico. Se sugieren - Tuberias NO metálicas.

IV.- FIJACION DE CONDUCTORES

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

2). El espaciamiento máximo entre puntos de sujeción (abrazaderas) será 90 cms.

3). Para fijar las abrazaderas se usarán elementos apropiados al medio ambiente en que se instale.

V.- CONEXIONES

1). Las conexiones deberán ser las mínimas necesarias y de la máxima rigidez mecánica, tanto inicial como futura.

2). Siempre se deberán usar conectores mecánicos especiales para este uso.

3). Las conexiones soldadas deberán evitarse.

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

1). Cercanos a los conductores de bajada tierra.

2). Preferentemente fuera de cimentaciones.

3). Separados por lo menos 60 cms. de la construccion.

4). Preferible donde el terreno sea lo más humedo posible ó este en el máximo contacto con humedad.

VII.- INSTALACION DE LOS ELECTRODOS

Varillas ó Bayonetas:

1). Deben clavarse totalmente (3m.) y asegurarse que el terreno es bueno, o sea que a través de la superficie de la varilla se establezca un buen contacto con el terreno, por lo tanto, deberá evitarse el hacer una excavación para colocar en ella la varilla.

2). La conexión entre el cable y la varilla se hará con un conector especial para este fin, que garantice la superficie de contacto adecuada.

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

Rehilletes.-

1). Se usarán en terrenos donde no sea posible clavar la varilla en excavaciones especiales para ellos, de la máxima profundidad posible.

2). El rehilete se colocará en el fondo de la excavación en una mezcla de cisco de carbón y sal en proporción de 1 a 1.

3). Es muy importante que la excavación sea tapada con tierra de las mejores condiciones de conductividad, al máximo grado de COMPACTACION que sea posible.

Desconectadores de Tierras:-

1). Cada electrodo de tierra deberá proveerse de un medio que permita su desconexión del sistema para poder llevar a cabo lecturas del valor de su resistencia a tierra.

2). Normalmente es recomendable la instalación del desconectador en el extremo inferior de cada conductor de bajada, pero debe tenerse en cuenta que es importante que entre el mismo y el electrodo no debe haber ninguna conexión.

VIII.- CONEXIONES ADICIONALES

Deberán conectarse al Sistema:

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

2). Cuerpos metálicos localizados a menos de 1.80m en los cuales, al circular una descarga por el sistema, pueden presentarse cargas INDUCIDAS que originen una descarga lateral.

3). Es conveniente interconectar también todos los elementos o sistemas que se encuentren conectados a tierra, tales como los neutros de la red eléctrica, tuberías de agua, gas, teléfonos, etc.

4). Para las conexiones anteriores, siempre deberán utilizarse elementos especiales para este uso.

IX.- PRUEBAS

Para considerar satisfactoria una instalación, deberá esta tener:

1). Continuidad total en sus circuitos, que puede comprobarse haciendo pasar una corriente a través de ellos.

2). Resistencia a tierra adecuada en sus electrodos. Se consideran satisfactorios valores medidos de hasta 50 ohms para cada electrodo independiente.

3). Rigidez mecánica en sus elementos de soporte.

MANTENIMIENTO

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

1) Que el Sistema sigue siendo adecuado para el edificio, o sea, si las azoteas han sufrido modificaciones, el sistema deberá modificarse dentro de las normas, para incluir en su protección las zonas nuevas o las nuev condiciones.

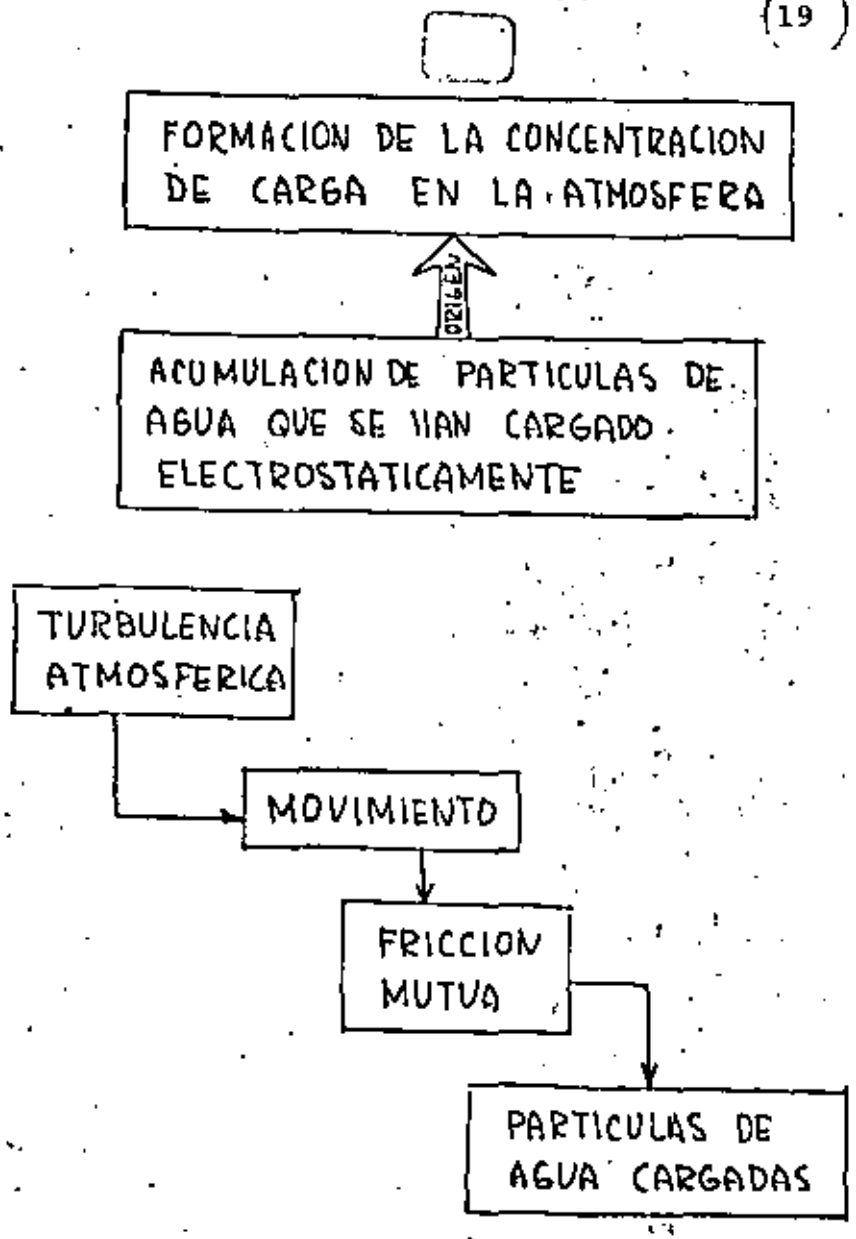
2) Que todos los elementos metálicos que están sobre las azoteas, y que requieren interconexión con el sistema, están conectados al mismo.

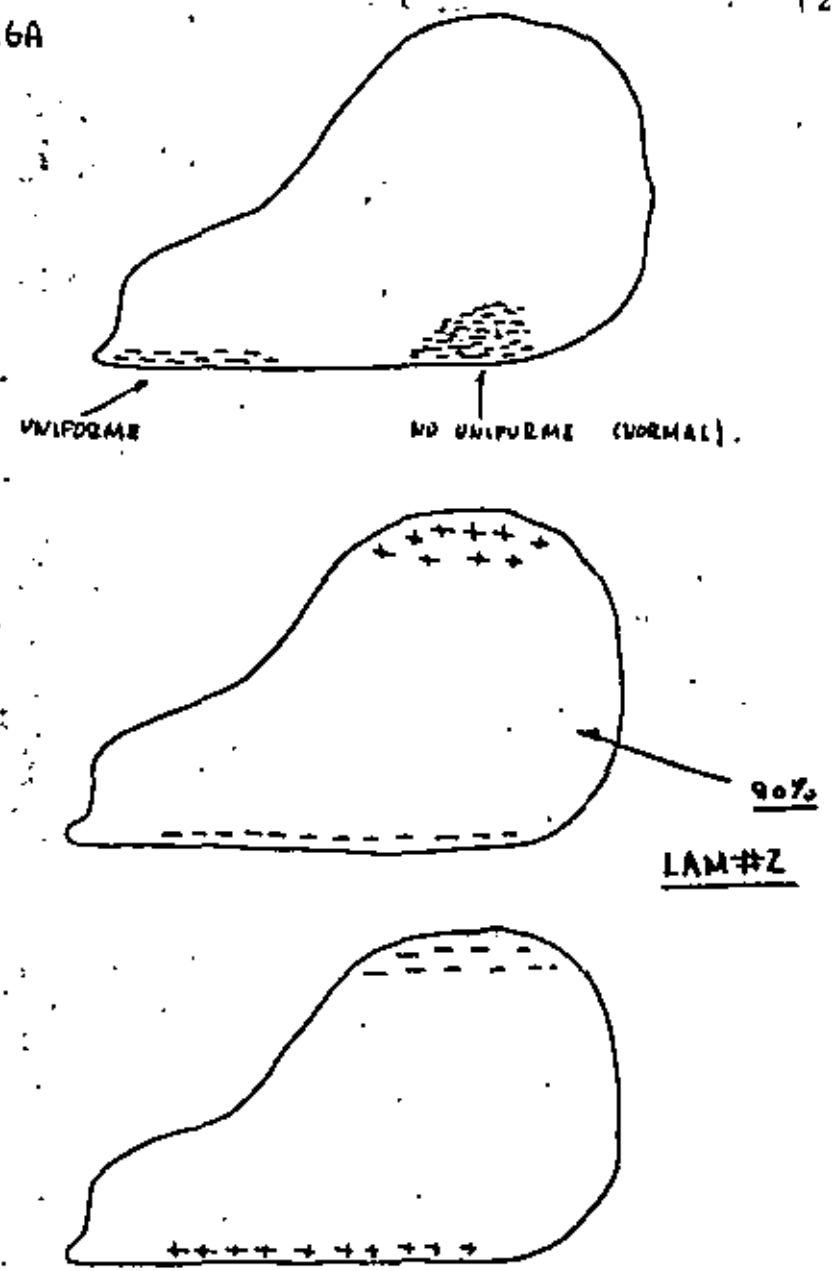
3) Que existe continuidad eléctrica en todos los circui del sistema.

4) Que la resistencia a tierra de sus electrodos sigue siendo adecuada.

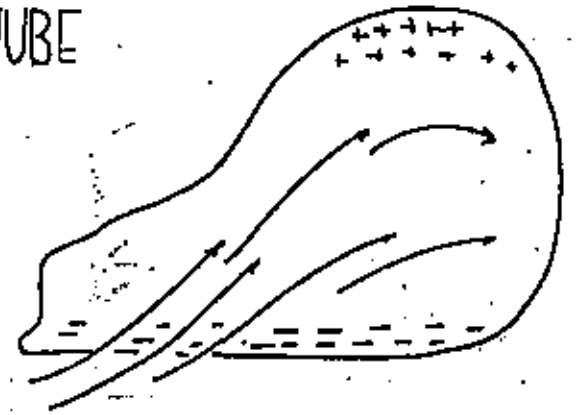
5) Que todos los elementos del sistema estén fijos en su sitio original en condiciones de resistencia mecánica aceptable.

LAM-I TIPOS DE CARGA

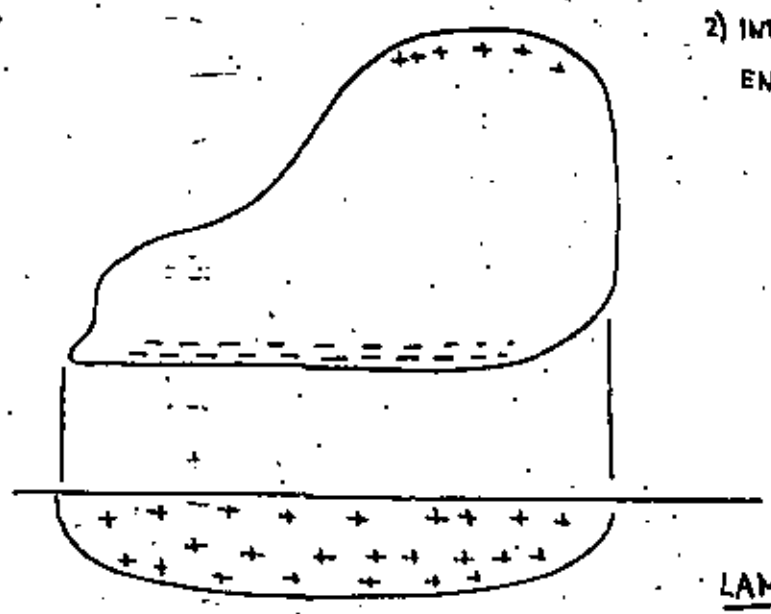




CARGAS EN UNA NUBE

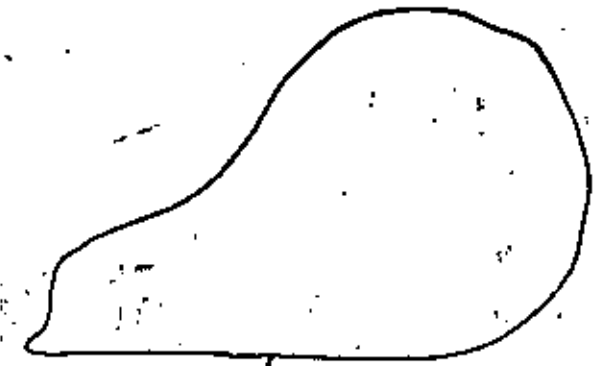


1) EN LA NUBE



2) INDUCIDA EN TIERRA

LAM-3



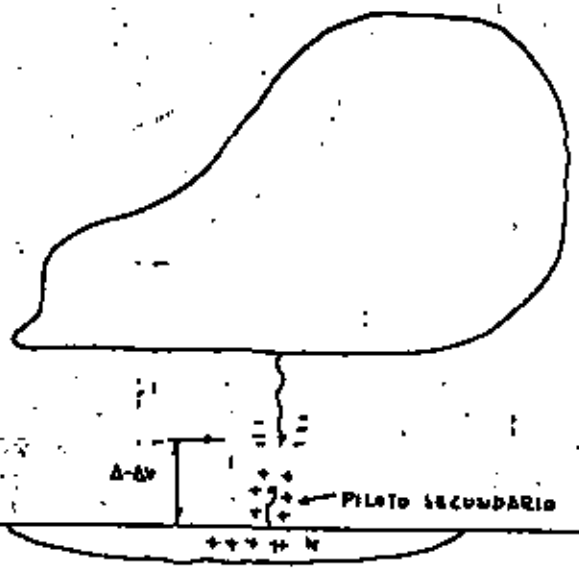
LAM-4

RAYO "PILOTO" PRIMARIO

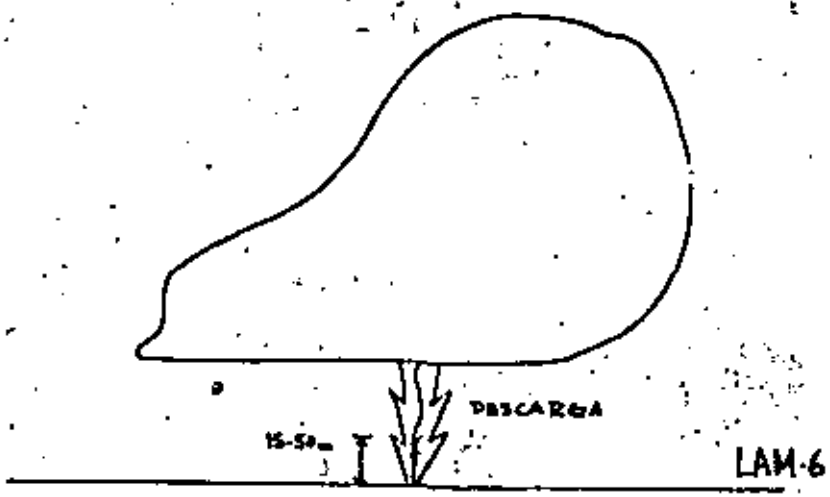
V_{MAX} 10 000 Km/seg → PULSOS

∇ a 100-300 Km/seg

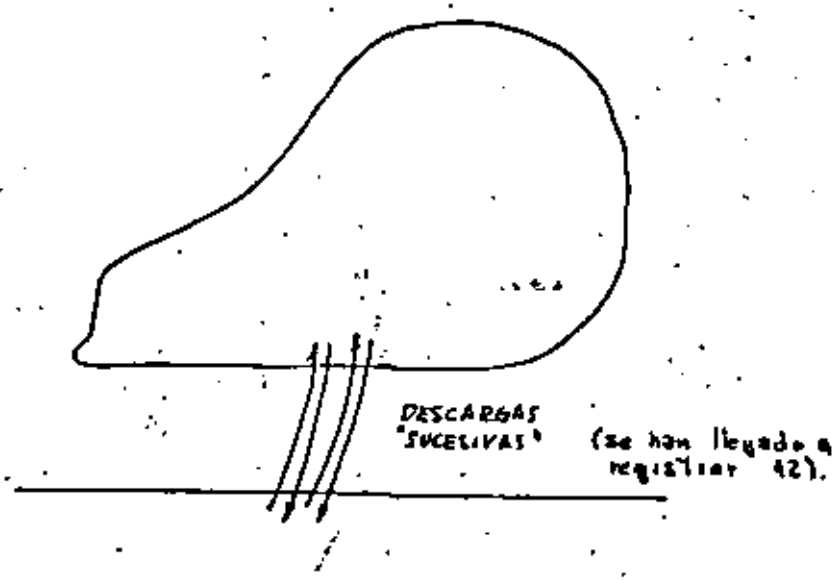
LAM-5



16C



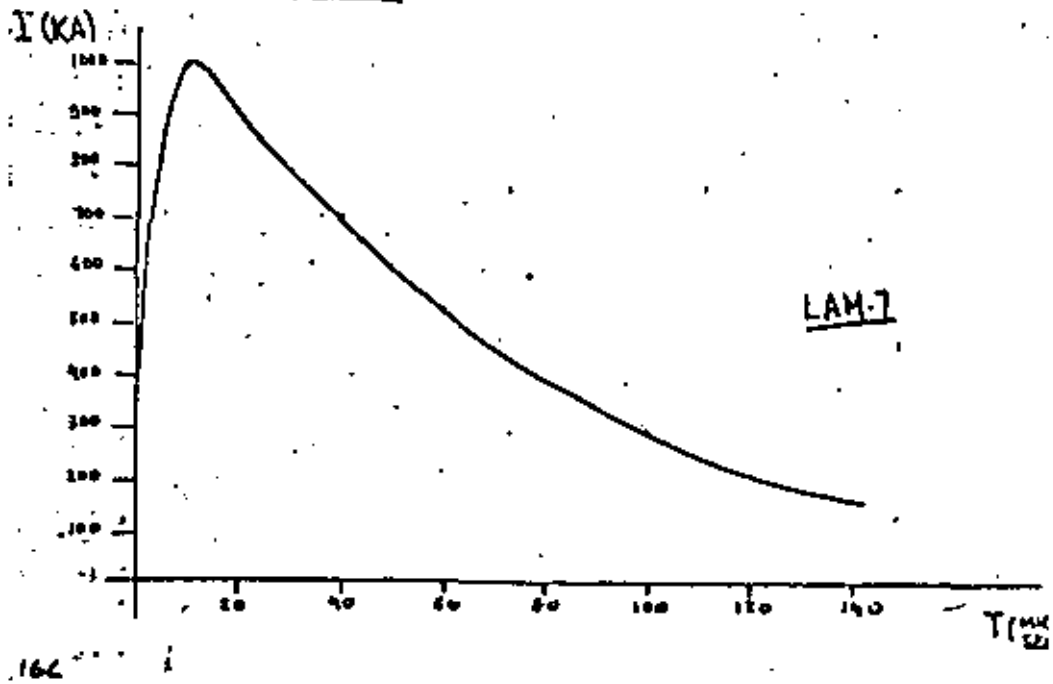
LAM-6



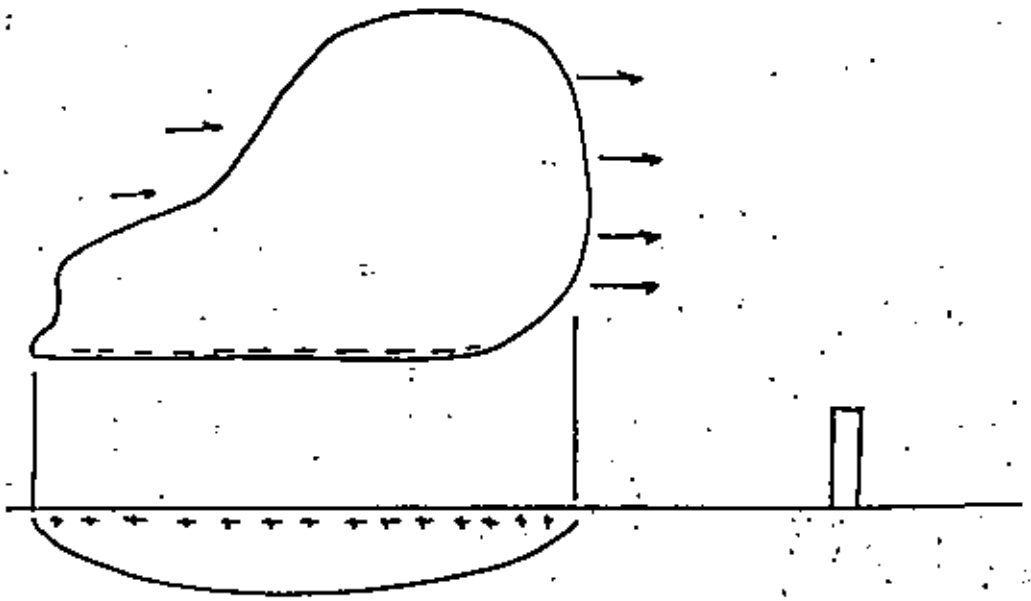
MAGNITUDES de UNA DESCARGA

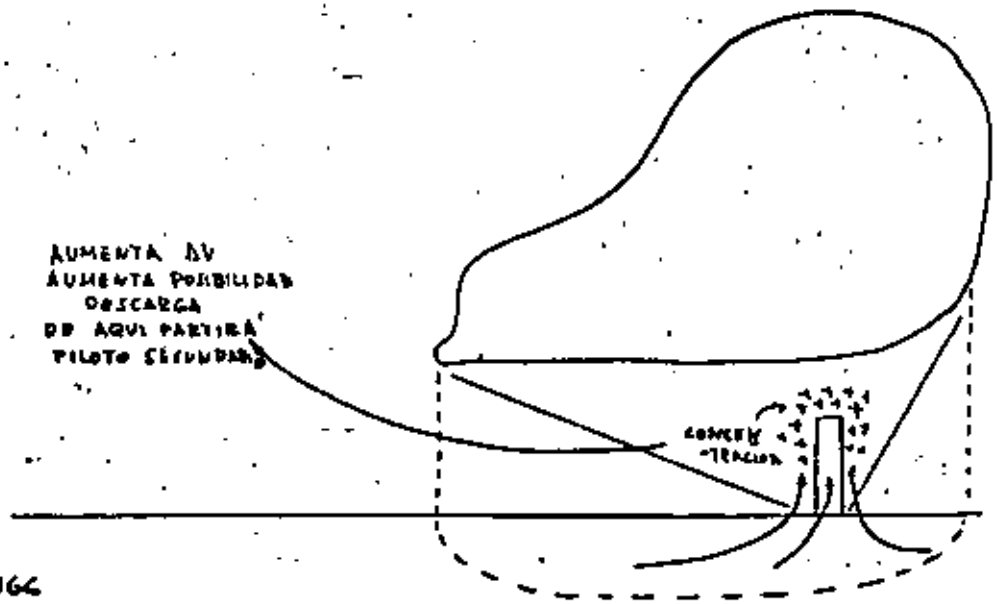
VARIABLES
- Intensidad de corriente → 10-20 KA
- Diferencia de Potencial → 100-600 KV
- Duracion y Numero → Funcion de descargas 50% – 1 sola, Raro > 10
- Energia
  - → cada descarga max. 100 Coulombios
  - ↓ 20 KWh
  - ↓ como t es corta
  - ↓ Potencia del orden de 1000's Kw

ONDA CONVENCIONAL



LAM-7

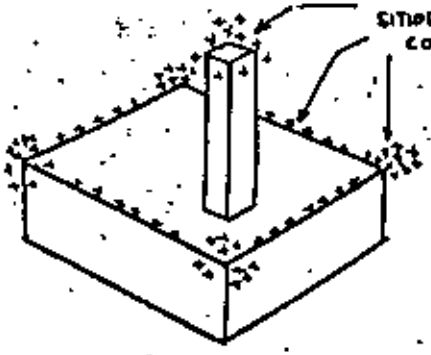


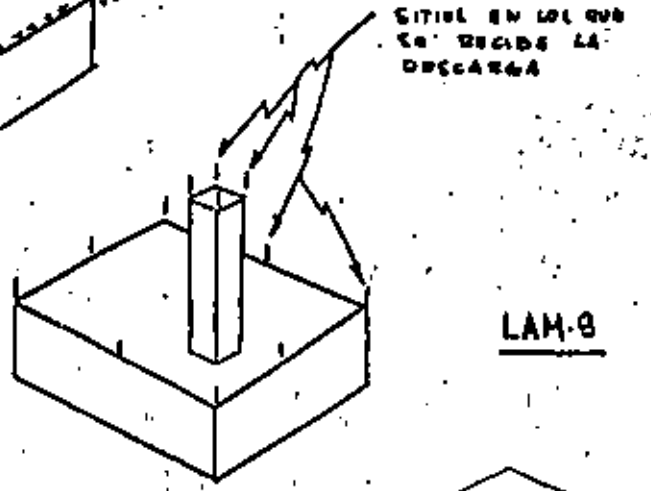


LAM-8

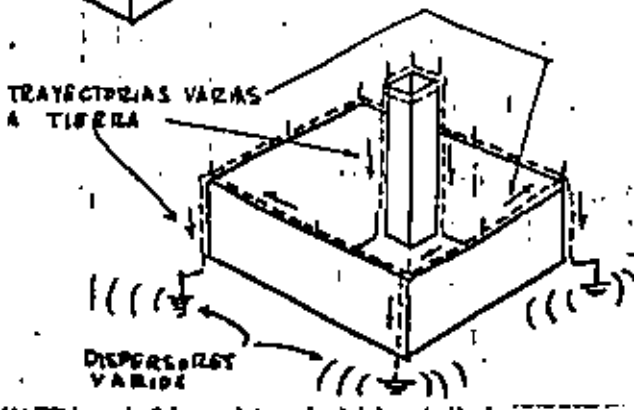
SISTEMA FARADAY.-

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





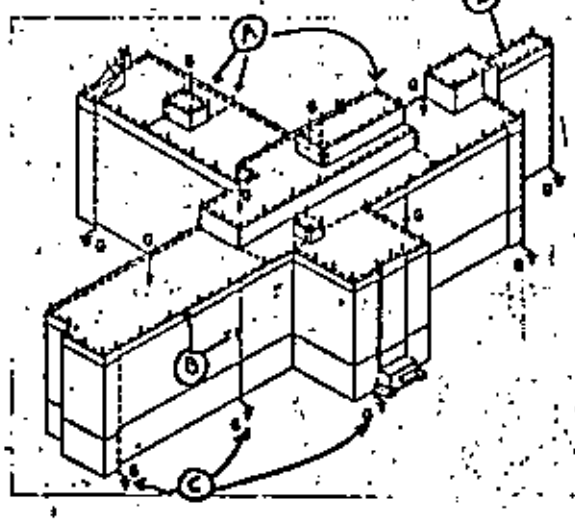
LAM-9

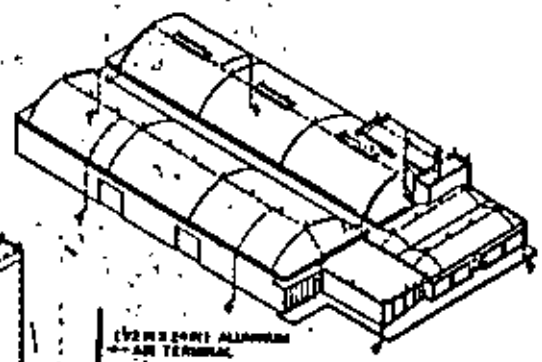


SISTEMA FARADAY.

EJEMPLOS

LAM-10





TYPICAL AIR TERMINAL INSTALLATION

VENTAJAS:

- SEGURIDAD
- REGLAMENTADO — (1904).
- EXPERIMENTADO (1904- 1973)
- NORMALIZADO
  - UNDERWRITER'S LABORATORIES → UL96A
  - NATIONAL FIRE PROTECTION ASOCIATION → NFPA-78
  - ANSI. · IEEE

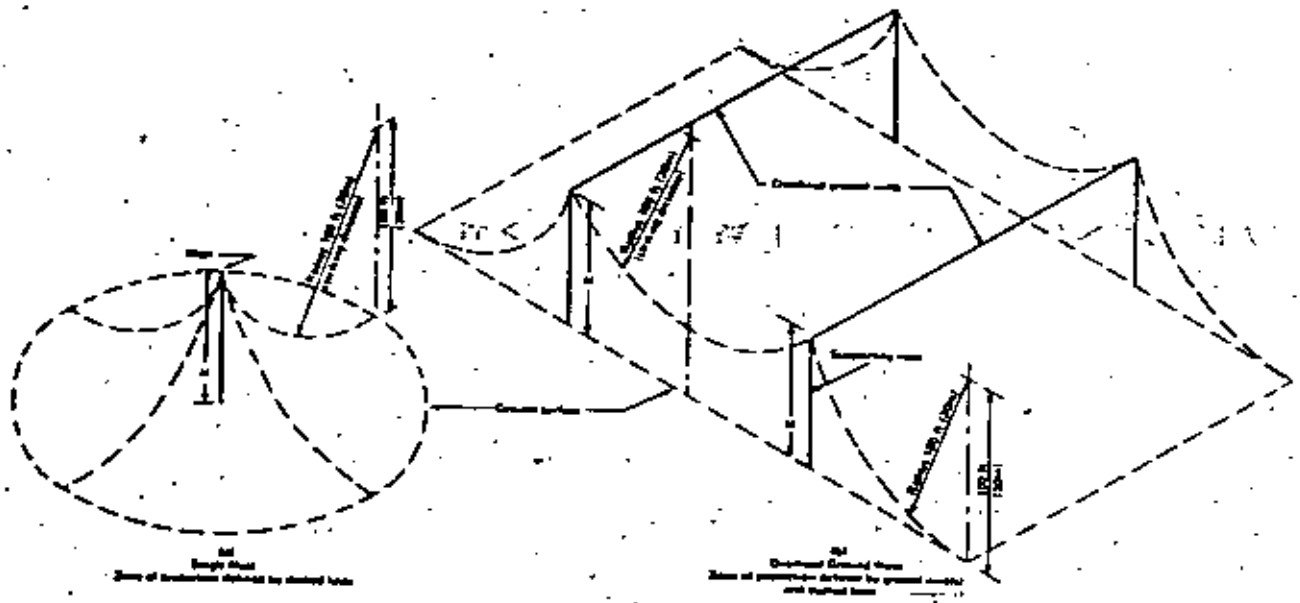
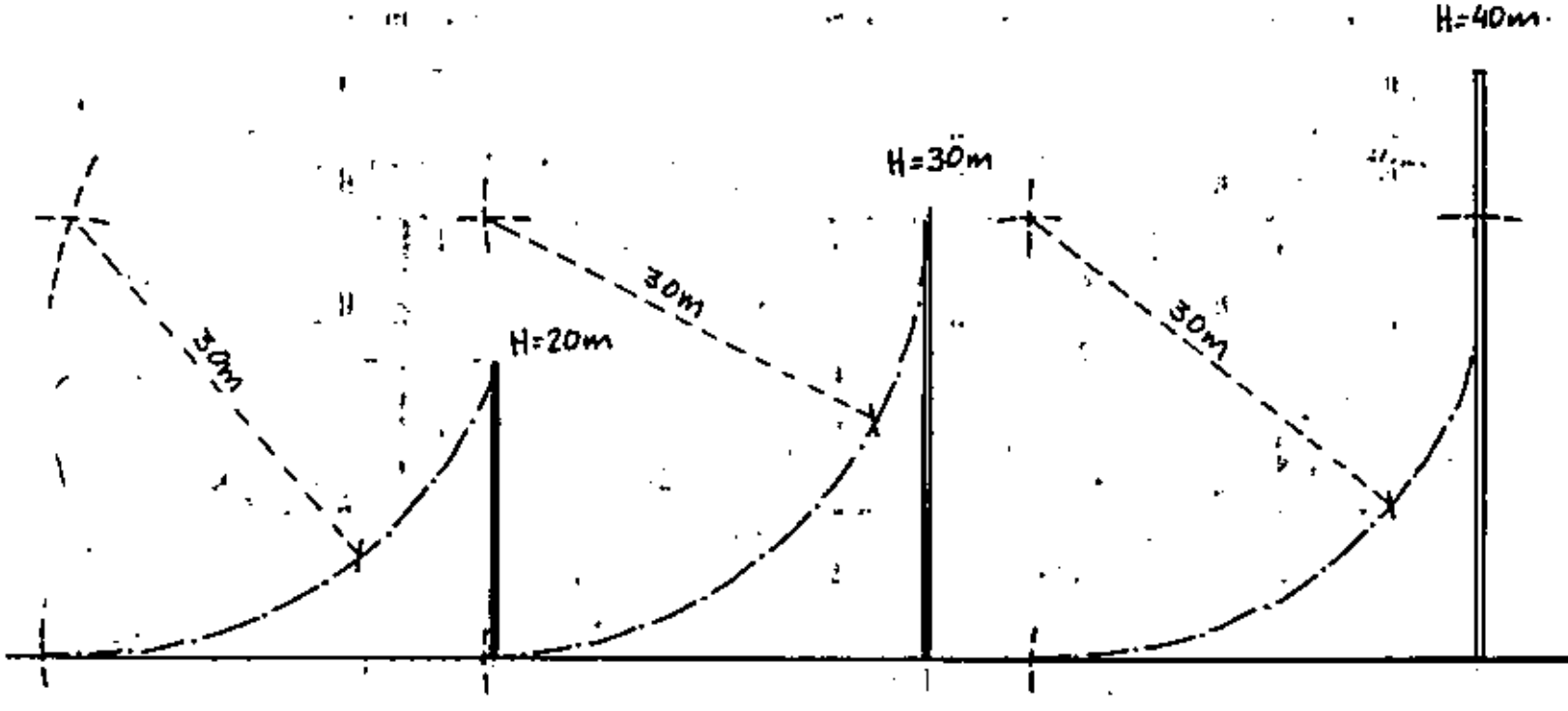
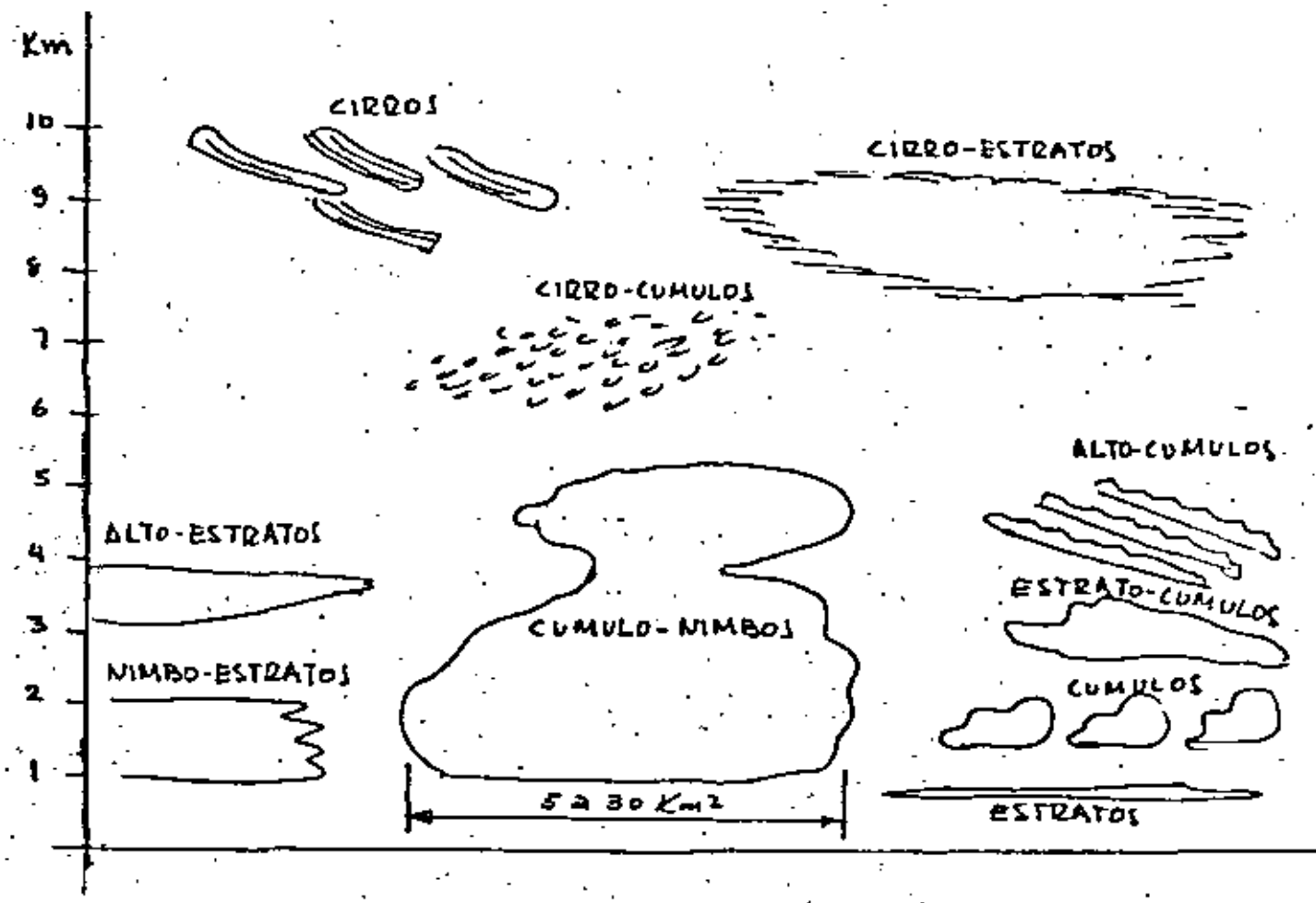


Figure 6-5.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).



ALTURA vs DISTANCIA de ARQUEO

NUBES QUE ORIGINAN DESCARGAS
- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS



SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

FACTORES QUE GOBIERNAN LA DECISION DE SU INSTALACION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En relación con la exposición relativa, cabe considerar un razonamiento físico elemental: El hecho de que las cargas electrostáticas se concentren en los cuerpos de proporciones geométricas agudas, tales como rodillas, puntas, etc., hace que los rayos tengan preferencia por incidir en las alturas más notables, así el Edificio Empire State, por Ejemplo, situado en una zona de no gran frecuencia de tormentas eléctricas, recibe entre 25 y 50 descargas atmosféricas en un año. (SCHW y H.MT). H. H. Towne de General Electric Co., nos proporciona datos de la variación de la probabilidad de incidencia con relación a la altura, con los cuales puede construirse una gráfica que nos indica esta variación. (Lam. #1)

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

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

FRECUENCIA TORMENTAS

- REGISTRO ESTADISTICO CONFIABLE
  - MEX - (?)

- INCIDENCIA : 25,000 — 40,000 DESCARGAS DIARIAS

- PRESENTACION DATOS:

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

EJEMPLO:-

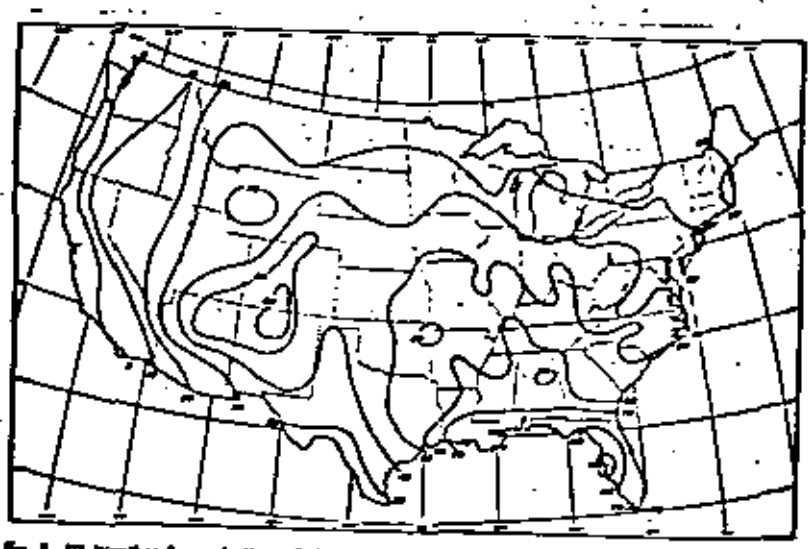
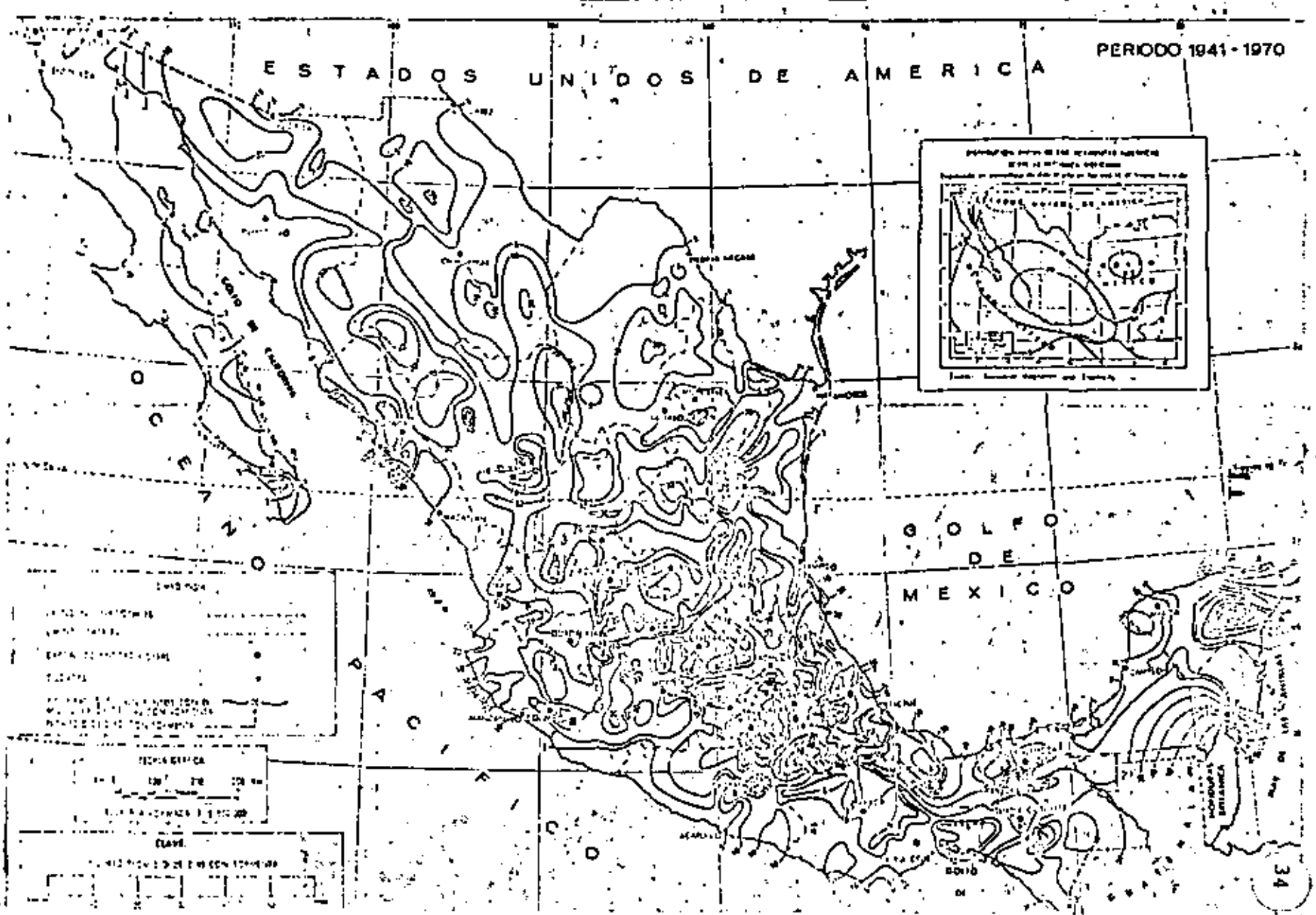


Fig. 2. US Weather Bureau's map of the United States, with isoceraunic charts showing number of days per year having thunder storms. Locations between lines can be interpolated — For example, if you live in Hartford, Conn. you have about 25 thunderstorm days per year; Philadelphia, Pa., 30; Kansas City, Mo., 35; Dallas, Texas, 55; etc.

NUMERO DE DIAS AL AÑO CON TORMENTAS ELECTRICA



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

EJEMPLO DE CALCULO DE:

* CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS

* CIRCUITOS ALIMENTADORES

* SUBESTACIONES

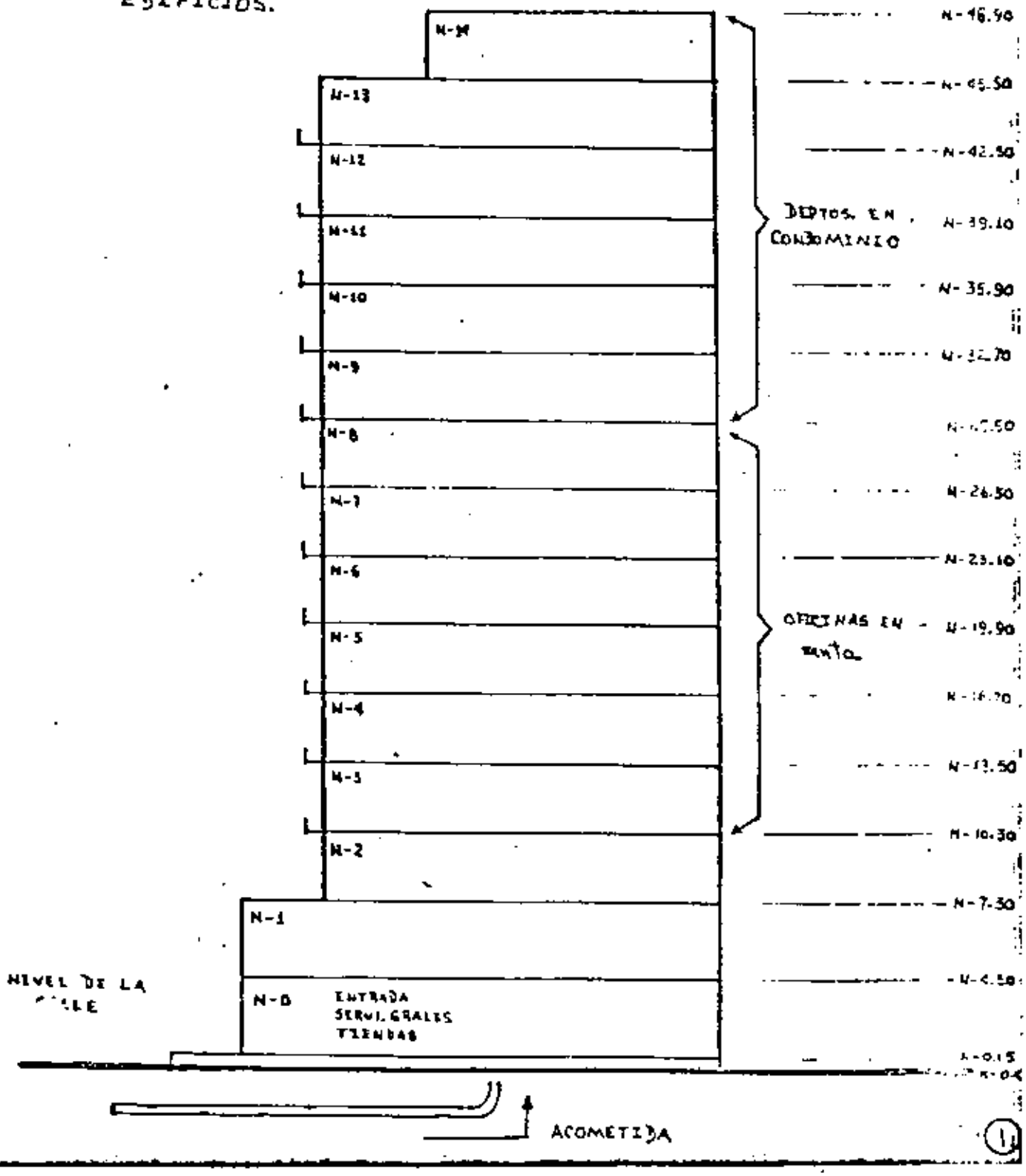
ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

NOVIEMBRE, 1982

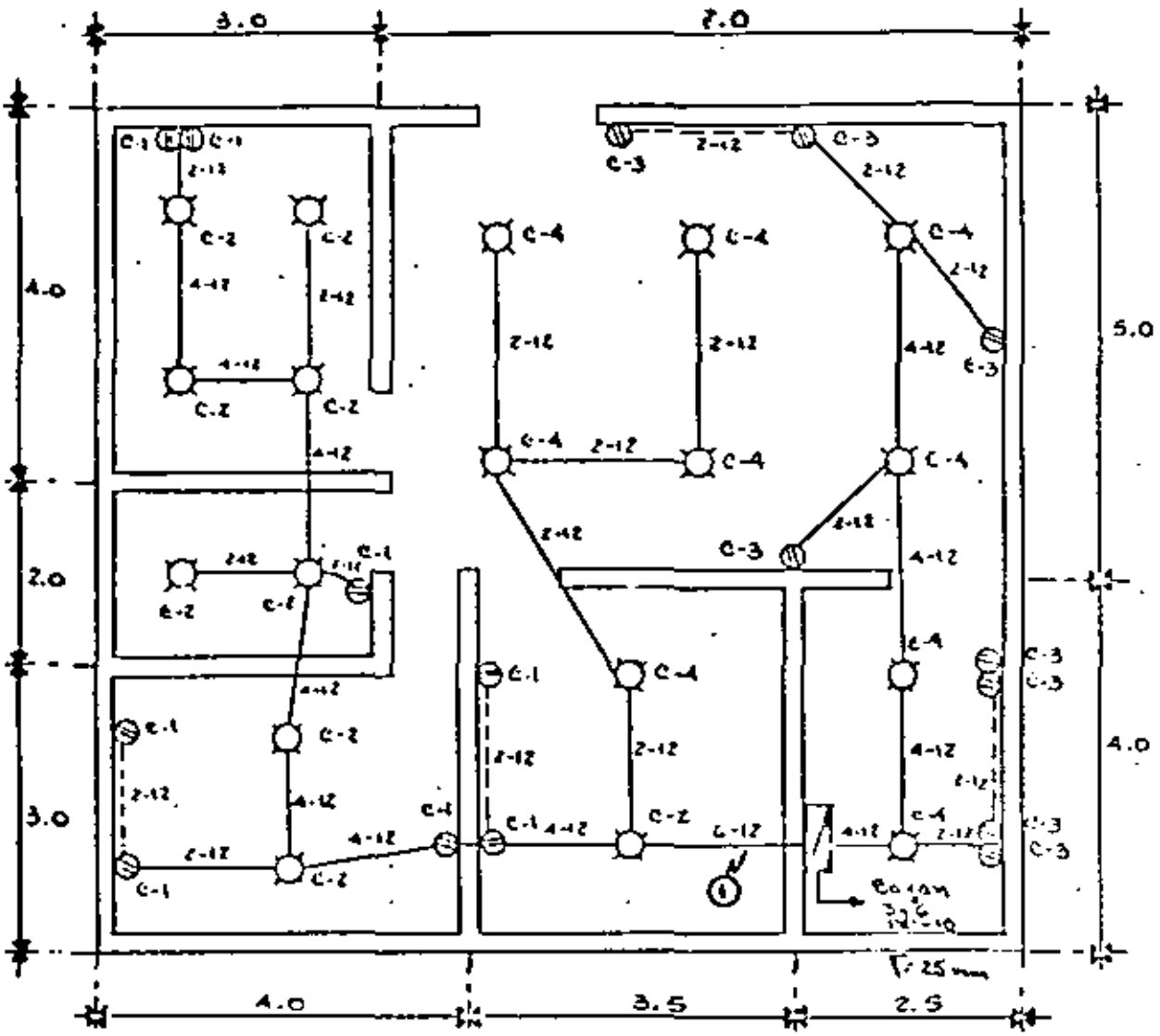
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

EJEMPLO:

INSTALACION EN EDIFICIOS.



A).- DEPARTAMENTO EN CONDOMINIO



ACOTACIONES: MTS.

CALCULO DE LA CARGA (UTIE 204.2)

CIRCUITOS DERIVADOS :

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

CALCULO DE CONDUCTORES

CIRCUITO DE CONTACTOS, CARGA : 1,440 W

— POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN:

$$I_{NOMINAL} = \frac{CARGA}{TENSIÓN} = \frac{1,440}{127} \rightarrow 11.3 \text{ Amps.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N° 14 → 15 Amps.

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

FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUP. = 0.8 x 15 = 12

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DISMINUÍDA : 12 Amp

POR CAÍDA DE TENSIÓN:

$d\% \leq 3$ (NTIE 202.6)

L = 18 mts.

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

PERO SEGÚN EL ART. 202.7 b) DEBE SELECCIONARSE EL CALIBRE N° 12

CONCLUSIÓN:

- SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 12.

  CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS

SELECCION DE LA PROTECCION :

PROTECCION SEGUN LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES :

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

CANALIZACION :

PUNTO MAS CRITICO : (1)
6 CONDUCTORES DEL NO. 12 (76.8) mm^2

$$(12.8\ mm^2) \times 6 = 76.8\ mm^2$$

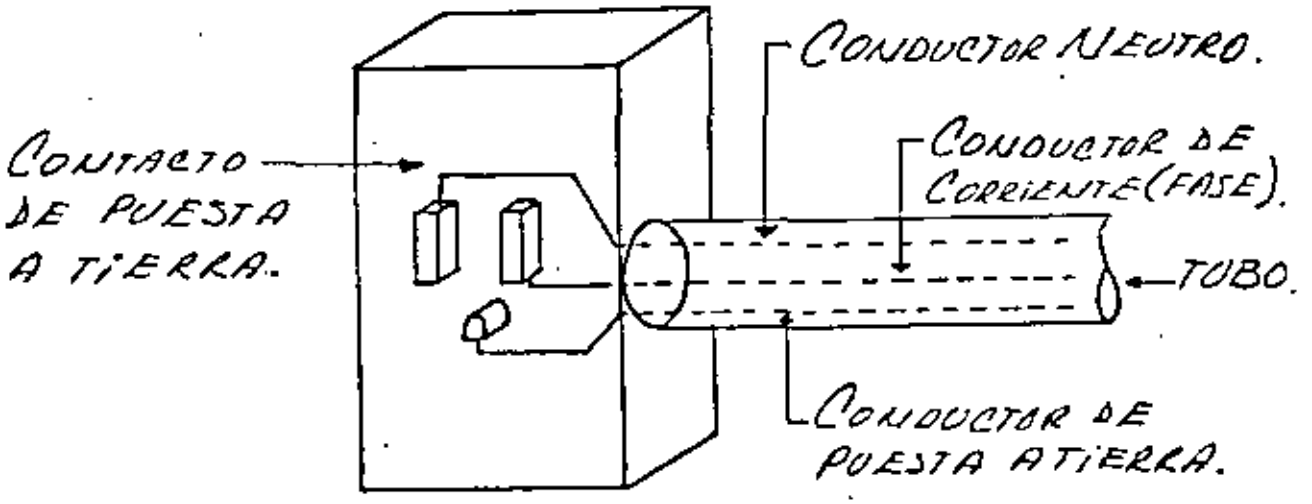
NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40 % DE LA CANALIZACION.

$$76.8\ mm^2 \text{ —— } 40\ \%$$
$$A \text{ —— } 100\ \% \qquad A = 192\ mm^2$$

CORRESPONDE A UN TUBO DE 13 mm.

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

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



CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA:

PROTECCIÓN	CALIBRE (CU)
15 amp.	14
20 amp.	14
30 amp.	12

ALIMENTADORES.

CALCULO DE LOS CONDUCTORES:

- CARGA TOTAL 5130 WATTS 2Ø ; 3 HILOS.
- ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA.

FACTOR DE DEMANDA 35% EXCESO DE 3000 WATTS

$5130\,w. - 3000\,w. = 2130\,w. \times 0.35 = 745.5 + 3000 =$

$= \underline{3745.5 \text{ WATTS.}}$ ∴

CARGA POR FASE = 1872.8 WATTS.

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN:

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

CONDUCTOR NECESARIO ∴ 14 (TW) = 15 AMP.

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

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 15 AMP.

— POR CAÍDA DE TENSIÓN $e\% \leq 2$ (NTIE 203.3)

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

$$11.57\ mm^2.$$

CORRESPONDE A UN CALIBRE No 6 (TW).

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR No 6 CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

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

$\therefore I_n = 14.7$ AMP.

CONDUCTOR No 6 POR CAÍDA DE TENSIÓN.

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE:

PROTECCIÓN DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE LOS CONDUCTORES.

CALIBRE N. 6 SOPORTA 55 AMP. (T.W.)

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

CANALIZACIONES:

- LAS CANALIZACIONES EN DONDE SE ALOJAN LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DEBEN SER INDEPENDIENTES (NTIE 301-17);

  ∴ SÓLO 3 CONDUCTORES y 1 DE TIERRAS.

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

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

3 CONDUCTORES DEL No 6 —— 158.7 mm².

1 " " No 10 (TIERRA) —— 16.8 mm².

175.5 mm²

175.5 mm² —— 40%

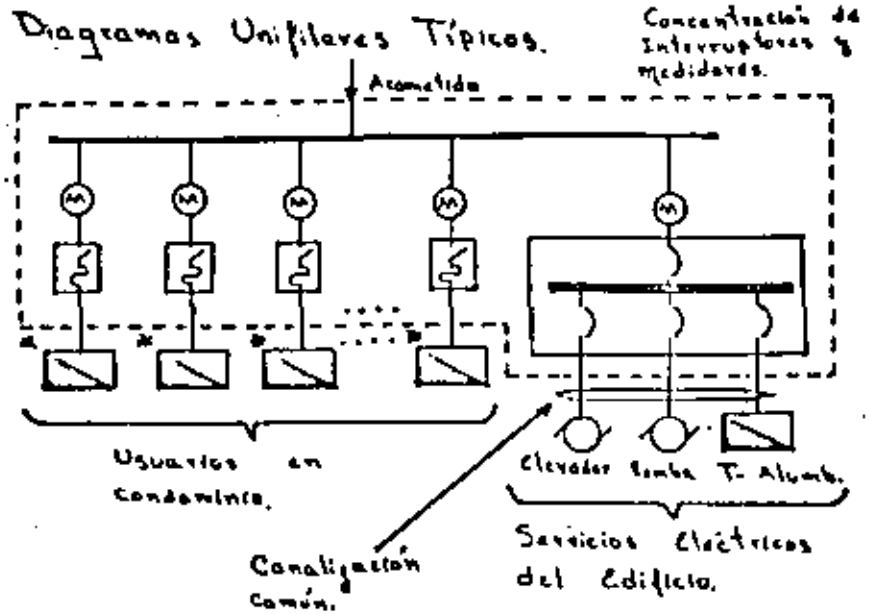
A " —— 100%

A = 438.8 mm².

CORRESPONDE A UN TUBO DE 25 mm. DIÁMETRO NOMINAL.

Instalaciones Eléctricas en Condominio

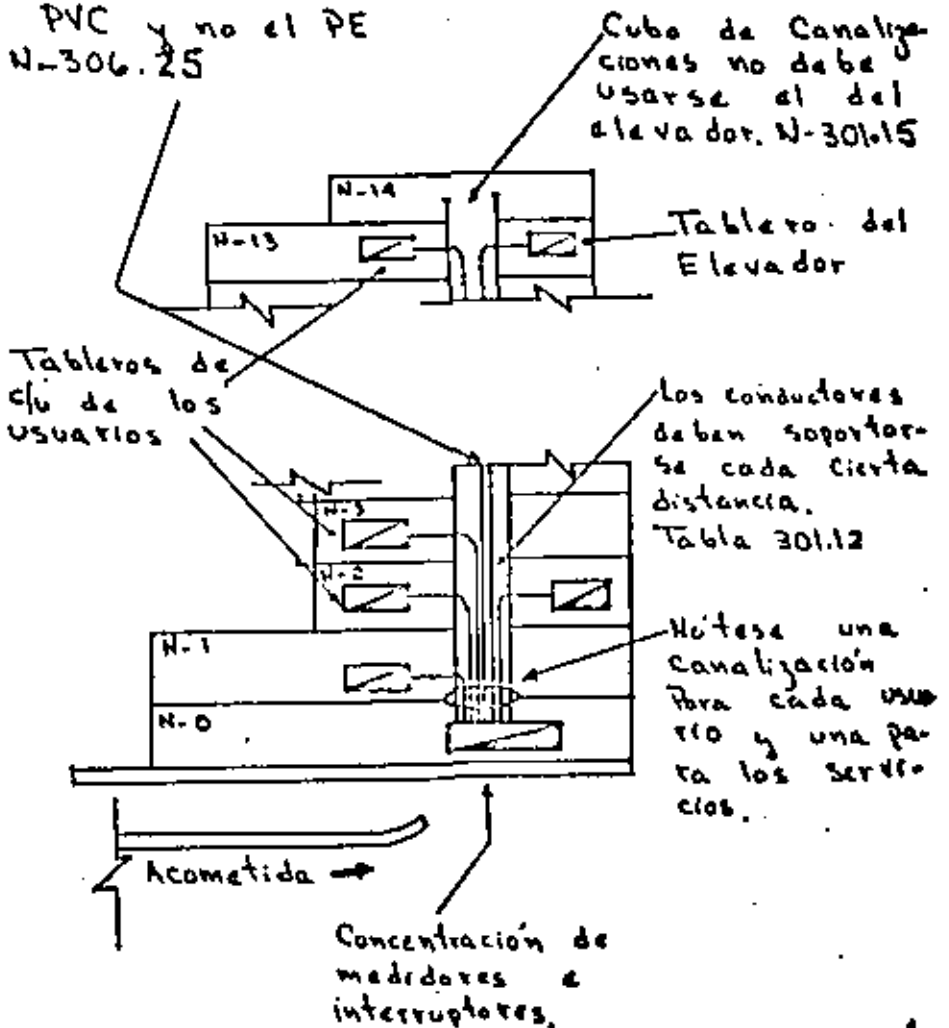
Diagramas Unifilares Típicos.



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

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

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



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

- CORRIENTE NOMINAL.

  - TOMAR ESTE VALOR DE DATO DE PLACA o'
  - CALCULAR MEDIANTE :

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

- CONDUCTORES.

  - POR CAPACIDAD DE CORRIENTE :

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

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

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

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

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

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

SE OBSERVA QUE EL CONDUCTOR SIGUE SIENDO EL N. 4

- POR CAIDA DE TENSION :

LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA SI L = 50 mts

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

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 4 AWG

- EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL N. 4 AWG PUES CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

$I_{pso} = 1.25\ I_{upc} = 1.25(51.2) = 64$ Amp

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

$$I_{pso} \leqslant 1.40\ I_{upc}$$

$$= 1.40\ (51.2) = 71.7 \text{ Amp.}$$

- TAMAÑO DEL ARRANCADOR.

SEGUN TABLA ANEXA, TAMAÑO DE ARRANCADOR REQUERIDO = 3 NEMA

CAPACIDAD POR TAMAÑOS DE ARRANCADORES MAGNETICOS

No. Polos	Tamaño	1ø, 127V	2ø, 220V	No. Polos	3ø, 220V	3ø, 440V
2 POLOS	00	1/3	1	3 y 4 POLOS	1 1/2	2
	0	1	2		3	5
	1	2	3		7 1/2	10
	2	3	7 1/2		15	25
	3	7 1/2	15		30	50
	4	.	.		50	100
	5	.	.		100	200
	6	.	.		200	400
	7	.	.		300	600.

— PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO

SUPONIENDO UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, NO DEBE EXCEDER DEL 100 % DE LA I_{NPC} SEGUN NTIE 103.35

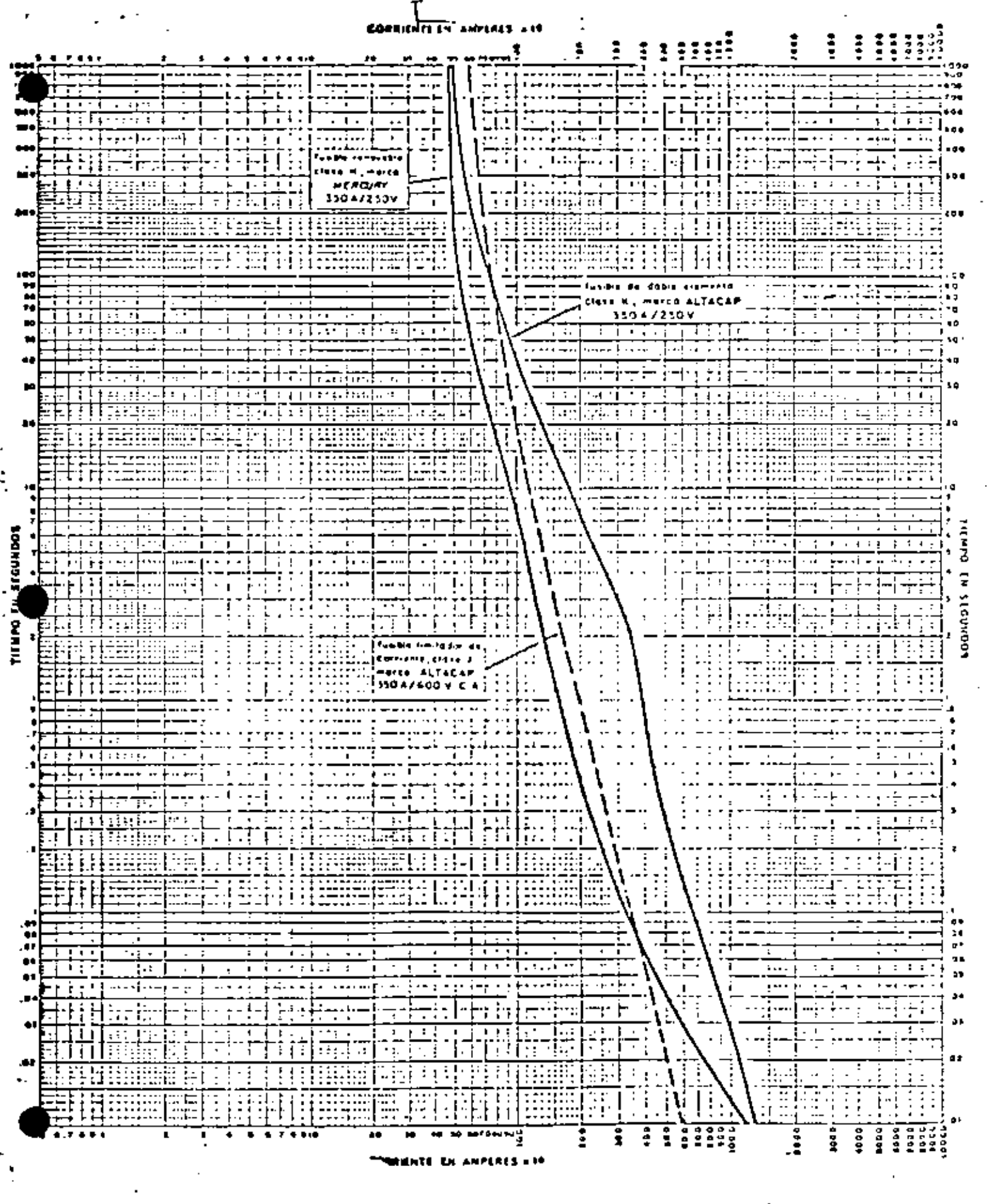
$$V_{PROT.} \leq 100\% \; I_{NPC} = 1\,(51.2) = 201.8$$

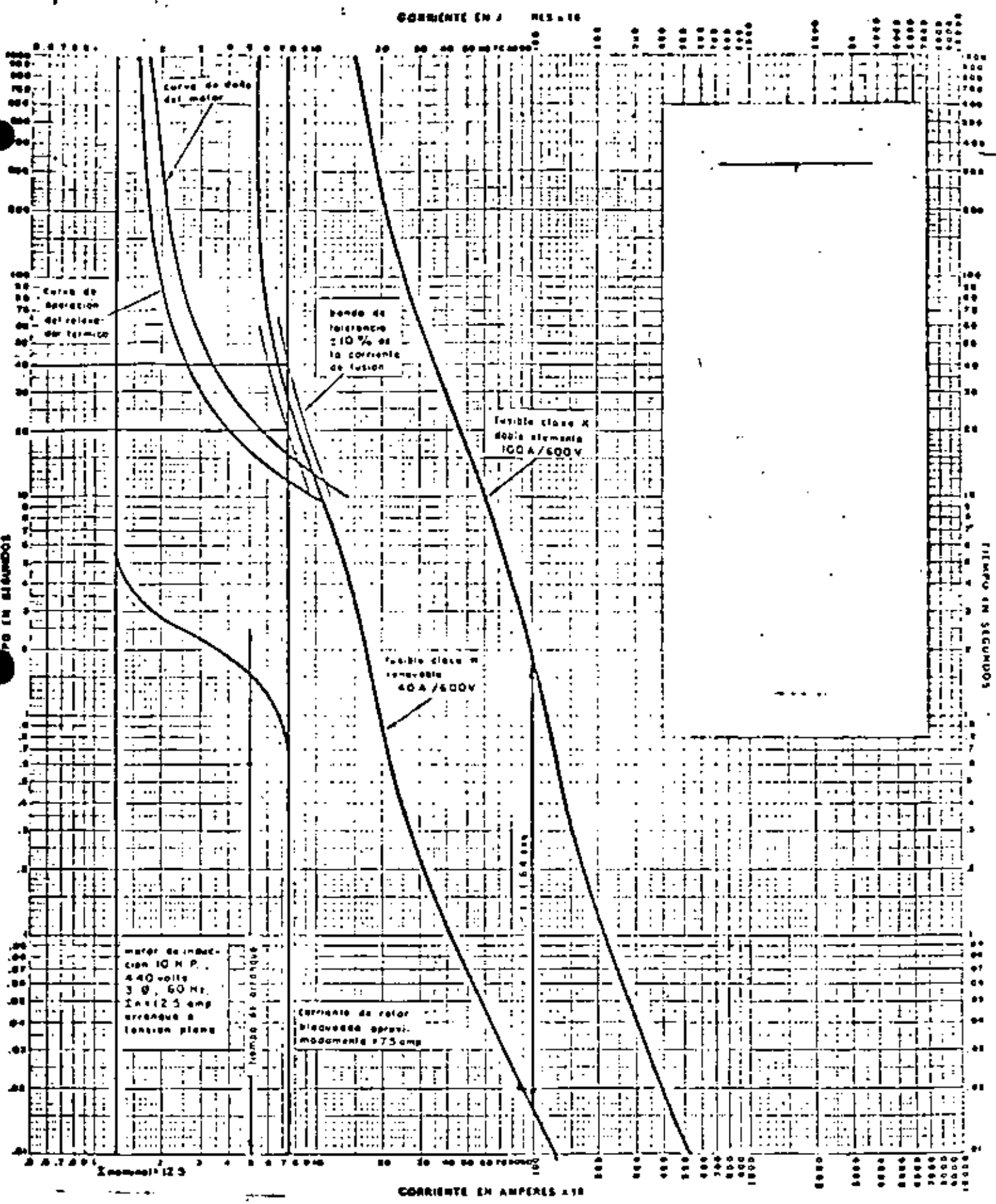
PUEDEN ESCOGERSE LAS PROTECCIONES DE:

3 x 150 AMP

3 x 175 AMP

3 x 200 AMP

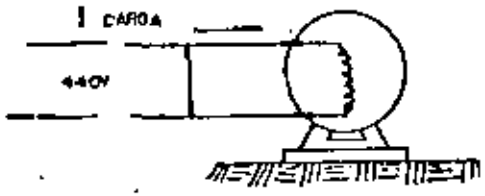

CORRIENTE EN AMPERES x 10
TIEMPO EN SEGUNDOS
Fusible de doble elemento
clase H, marca ALTACAP
350A/250V
Fusible limitador de
corriente, clase J
marca ALTACAP
350A/600 V C.A.
CORRIENTE EN AMPERES x 10


CORRIENTE EN A
Curva de daño del motor
Curva de operación del relevador térmico
banda de tolerancia ±10 % de la corriente de fusión
Fusible clase K doble elemento 100 A / 600 V
Fusible clase H removible 40 A / 600 V
motor de inducción 10 H.P. 440 volts 3 Ø, 60 Hz. Inom = 12.5 amp arranque a tensión plena
tiempo de arranque
corriente de rotor bloqueado aprox. momento = 75 amp
Inominal = 12.5
CORRIENTE EN AMPERES x 10
TIEMPO EN SEGUNDOS

PUESTA A TIERRA DE PARTES METALICAS NO CONDUCTORAS

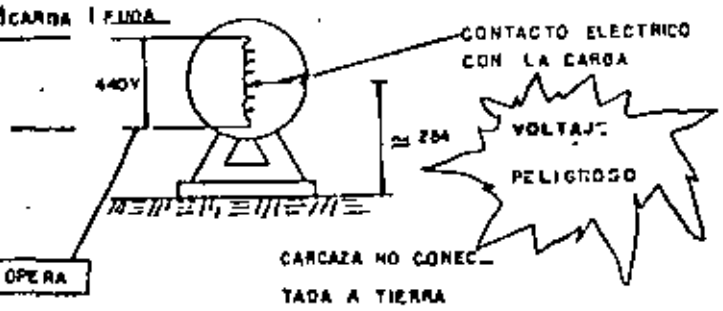
Objetivo Principal:

Evitar que, sobre partes expuestas exista un potencial elevado peligroso



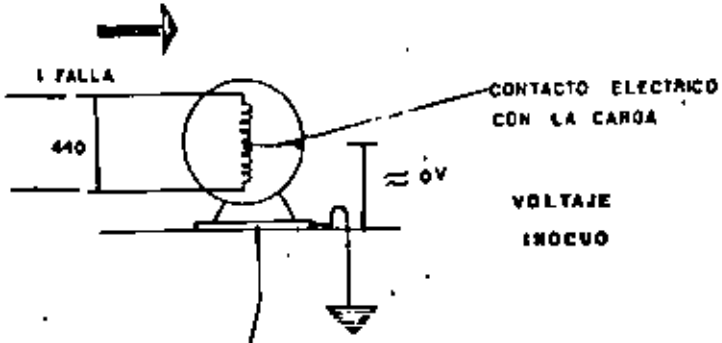
MOTORES EN OPERACION NORMAL.

1er. Caso



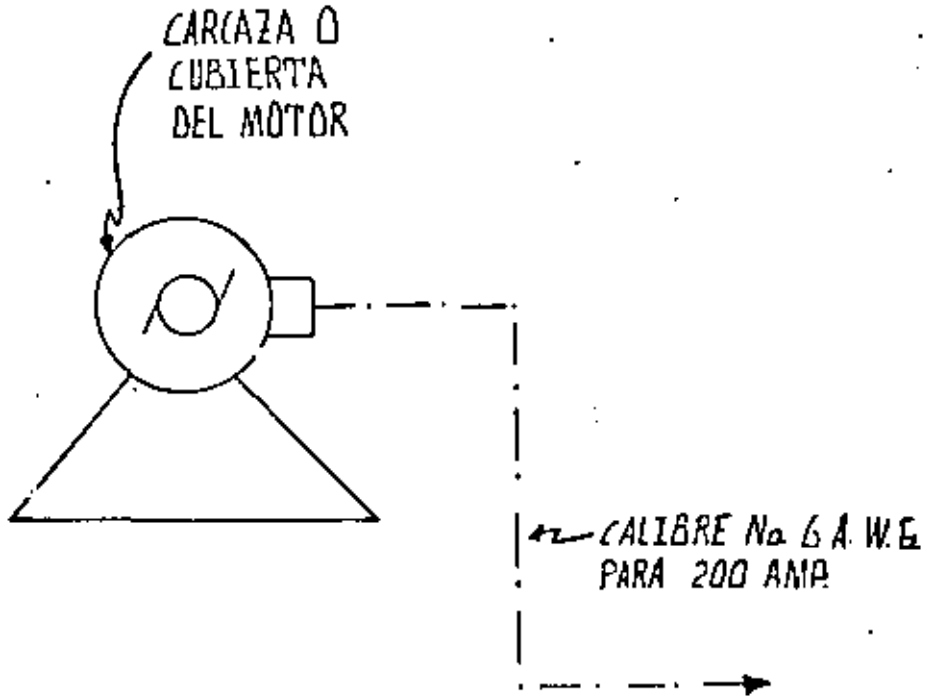
PROTECCION NO OPERA

2o. Caso



PROTECCION OPERA

PUESTA A TIERRA DEL MOTOR.



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

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

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

ALIMENTADORES

CALCULO DE LOS CONDUCTORES

CARGA TOTAL 99 650 W. 3Ø, 4 HILOS

ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA

•FACTOR DE DEMANDA 70% EXCESO SOBRE 20 000 W

$99\,650 - 20\,000 = 79\,650 \times .70 = 55\,755 + 20000 =$
$= 75\,755$ W.

_POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

F.P. = 0.85

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

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

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y - AGRUPAMIENTO = 1

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 255 AMP.

POR CAIDA DE TENSION:

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

$$S = \frac{2LI}{e_n e\%} = \frac{2 \times 30 \times 233.9}{127 \times 2} = 55.25 \ MM^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 2/0.

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

CALCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

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

$I_N = 233.9$ AMP.

CONDUCTOR 250 M.C.M. (THW) 75°C.

CALCULO DE LA PROTECCION

1er CRITERIO:

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

$$V = 175 + (\underset{(I_{fase} - I_{mot\ mayor})}{233.9 - 51.2}) = 357.7 \ AMP.$$

VALOR ADECUADO 3X300 ó 3X350 AMP.

2o. CRITERIO:

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

$V \leq 1.25(AMPACIDAD) = 1.25(255 \ AMP.)$

$V \leq 318.8$ AMP.

VALOR ADECUADO 3X300 AMP.

CANALIZACION:

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

4 CONDUCTORES 250 M.C.M ___ 1258.4 MM.²

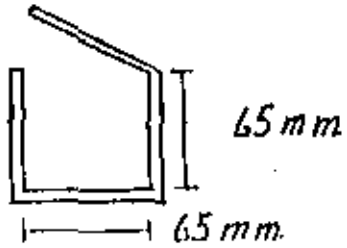
1258.4 mm² ___ 40%

A ___ 100%

A = 3146 mm²

CORRESPONDE A TUBO DE 76 mm Ø NOMINAL

O DUCTO CUADRADO DE 6.5 × 6.5 cm



SUBESTACION

– CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

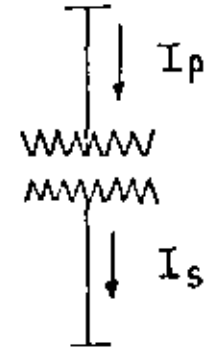
$$C = \frac{[\text{CARGA TOTAL CONECTADA} \times \text{F.D.}] + \text{RESERVA}}{\text{FACTOR DE POTENCIA ESPERADO}}$$

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

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

SE SELECCIONA EL TRANSFOMADOR COMERCIAL INMEDIATO = 112.5 KVA.

CORRIENTES NOMINALES.

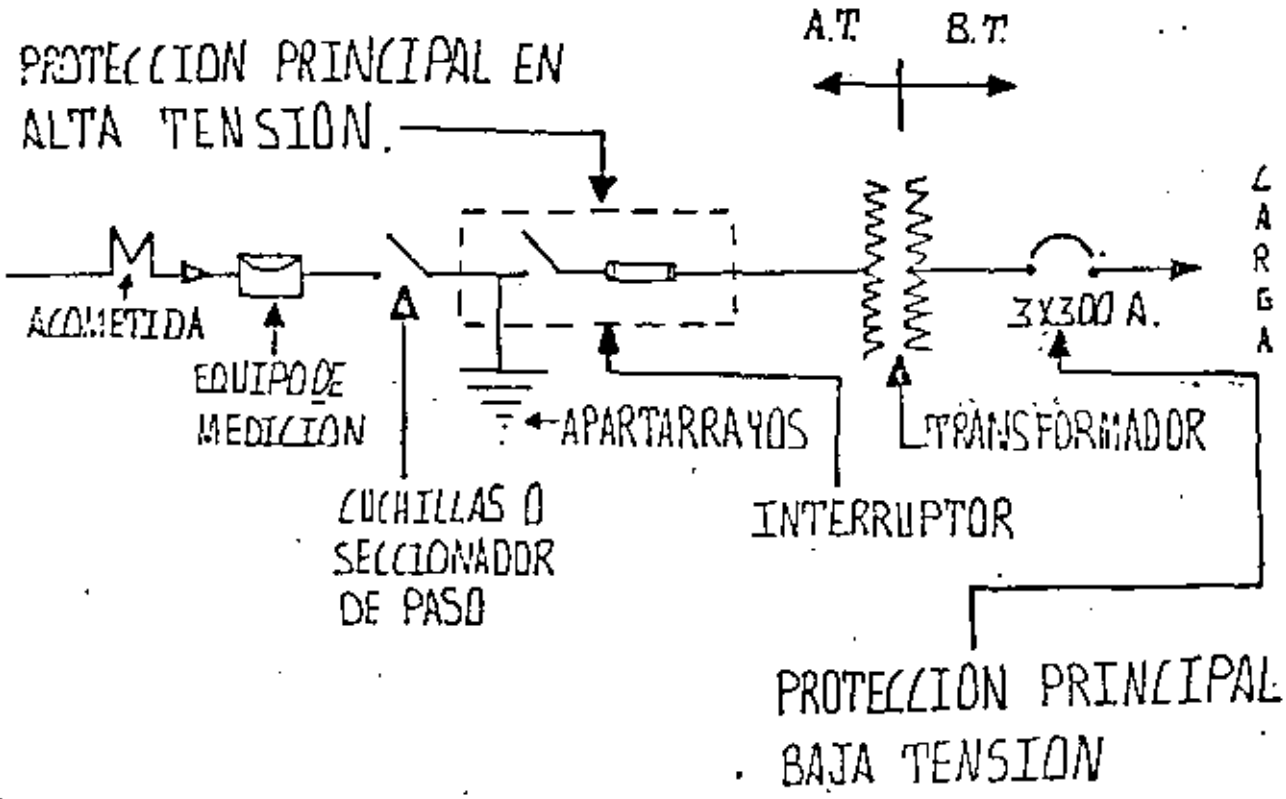


$$I_p = \frac{KVA_T}{\sqrt{3}\ KV_p}$$

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

$$I_s = \frac{KVA_T}{\sqrt{3}\ KV_s}$$

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



$V_{PROT} \leqslant 200\% \; I_p$ (TRANSFORMADOR).

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

- PUEDE SELECCIONARSE EL FUSIBLE DE 3 AMP ó EL DE 5 AMP NOMINALES.

- PARA SUBESTACIONES COMPACTAS DEBE SER DEL TIPO DE NO-EXPULSION.

- DEBE TENER UNA CAPACIDAD INTERRUPTIVA $\geqslant$ A LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO DEL SUMINISTRADOR NORMALMENTE DE 700, 800 O 1000 MVA SIMETRICOS EN EL SISTEMA DE CL Y FC

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

* EL PROYECTO ELECTRICO

* DATOS Y PUNTOS QUE DEBEN CONTENER LOS PROYECTOS

NOVIEMBRE, 1982

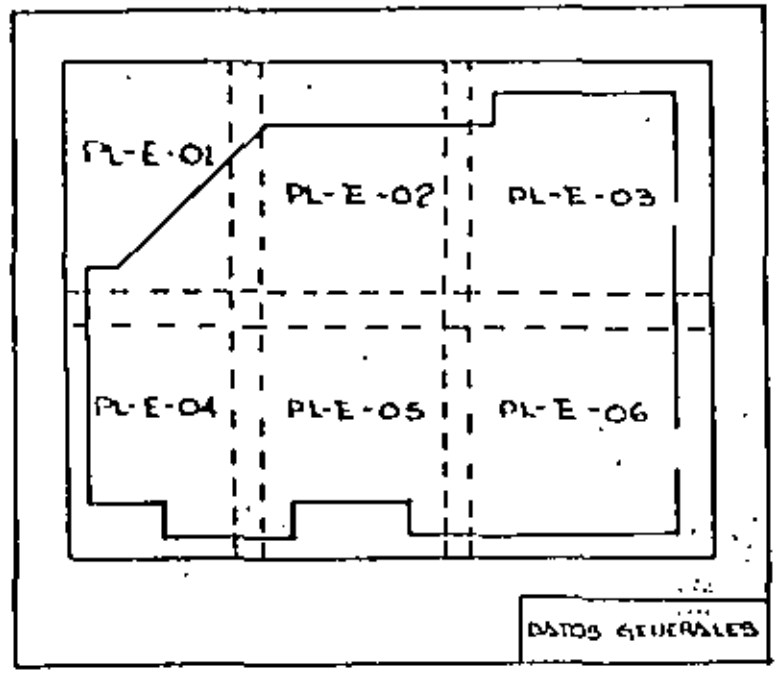
Palacio de M[illegible]ía Calle de Tacuba 5 primer [illegible] Deleg. Cuauhtemoc 06000 [illegible]ico, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

EL PROYECTO ELECTRICO.

- IMPORTANCIA.
- DISCUSION DE CRITERIOS.
- ANALISIS Y ESTUDIOS DE CARGAS.
- CALCULOS.
  - ILUMINACION.
  - ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.
  - TABLEROS Y PROTECCIONES.
  - SISTEMAS DE TIERRAS.
  - CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.
- PLANOS
- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y, EQUIPOS, Y DE CONSTRUCCION.
- INTERVENCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

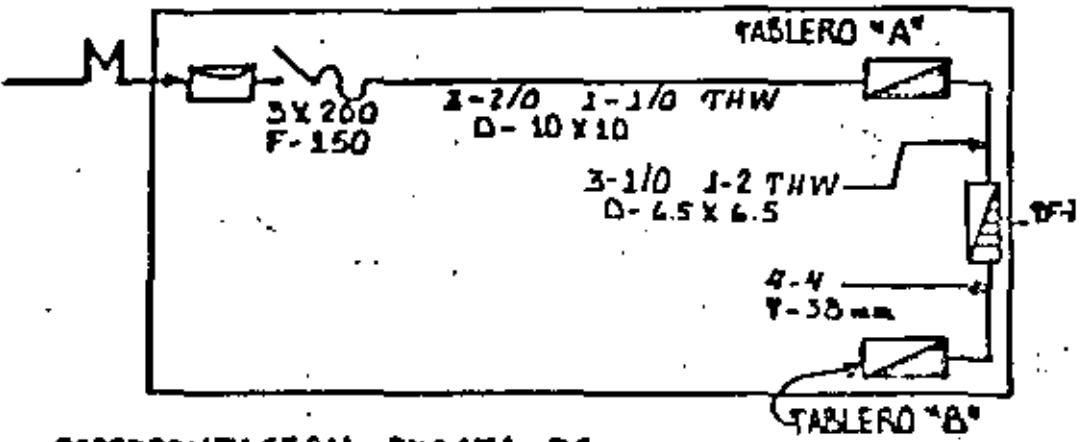
GENERALES.

PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA.

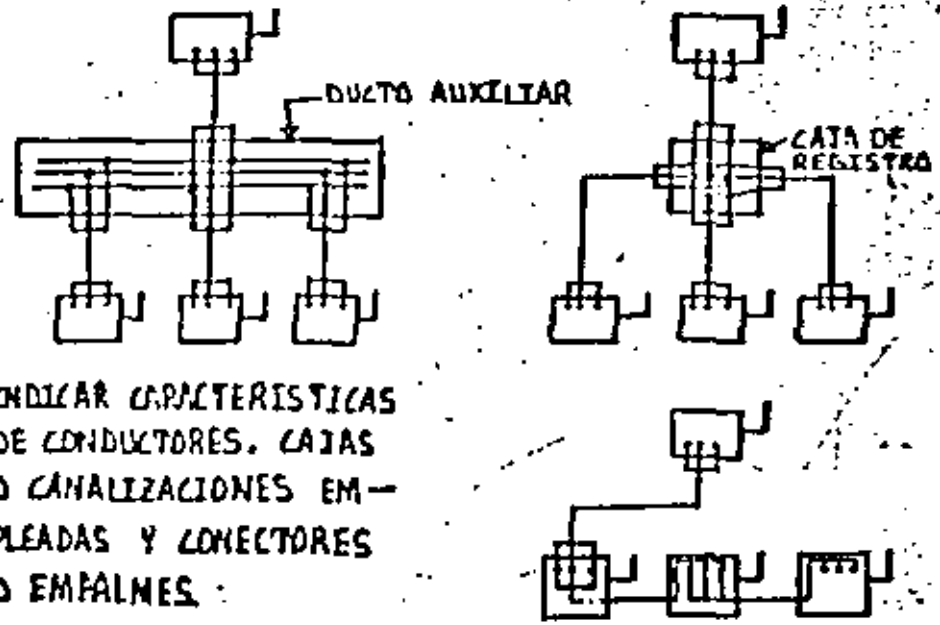


- CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES.
- ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS. (INCLUIDAS EN CADA PLANO Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE).

LOCALIZACION DE ACOMETIDA Y TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES.

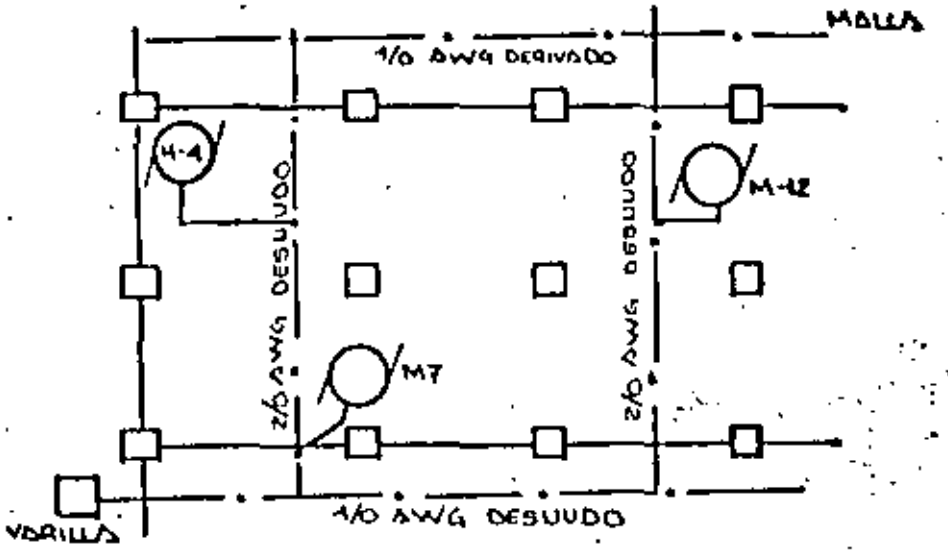


REPRESENTACION EXACTA DE CONCENTRACION DE INTERRUPTORES

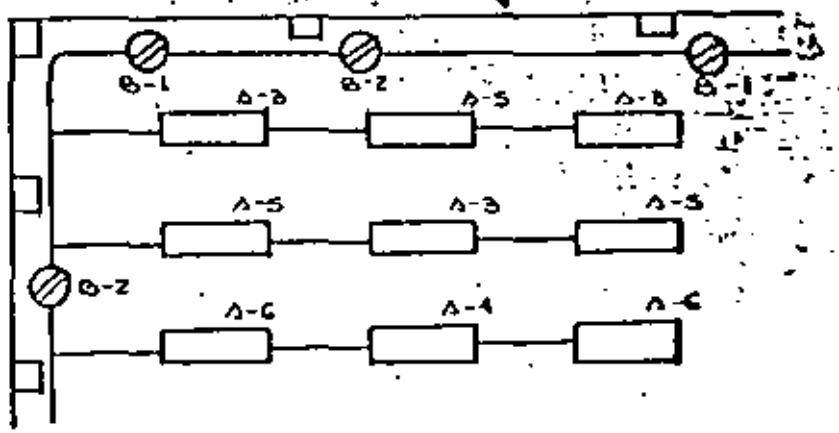


INDICAR CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES. CAJAS O CANALIZACIONES EMPLEADAS Y CONECTORES O EMPALMES.

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

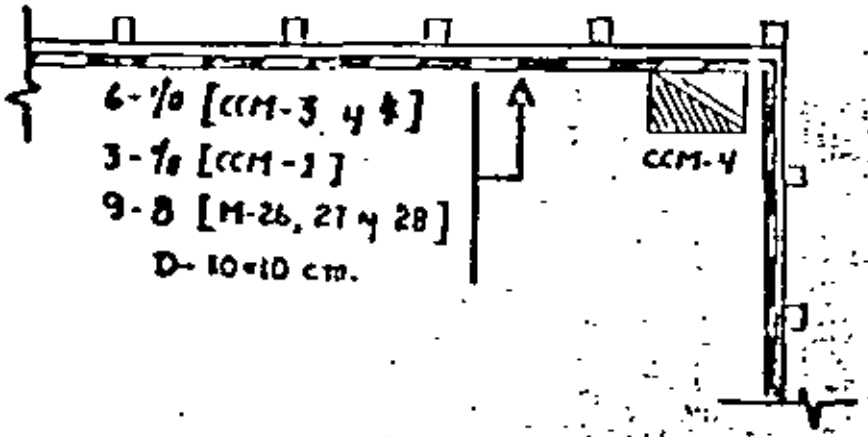


- IDENTIFICACION DE LUMINARIAS Y CONTACTOS.-

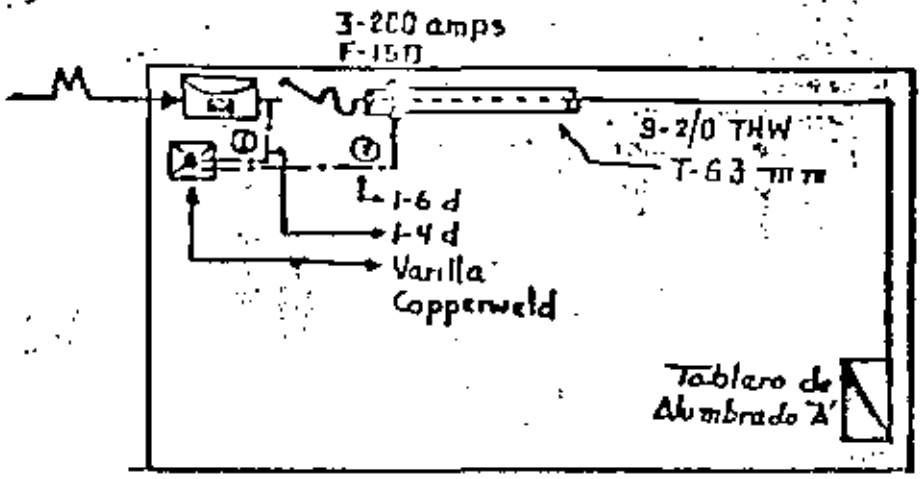


ALUMBRADO PROCEDENTE DEL TABLERO A.
CONTACTOS PROCEDENTES DEL TABLERO B.

IDENTIFICACION DE CIRCUITOS EN VISTAS FISICAS



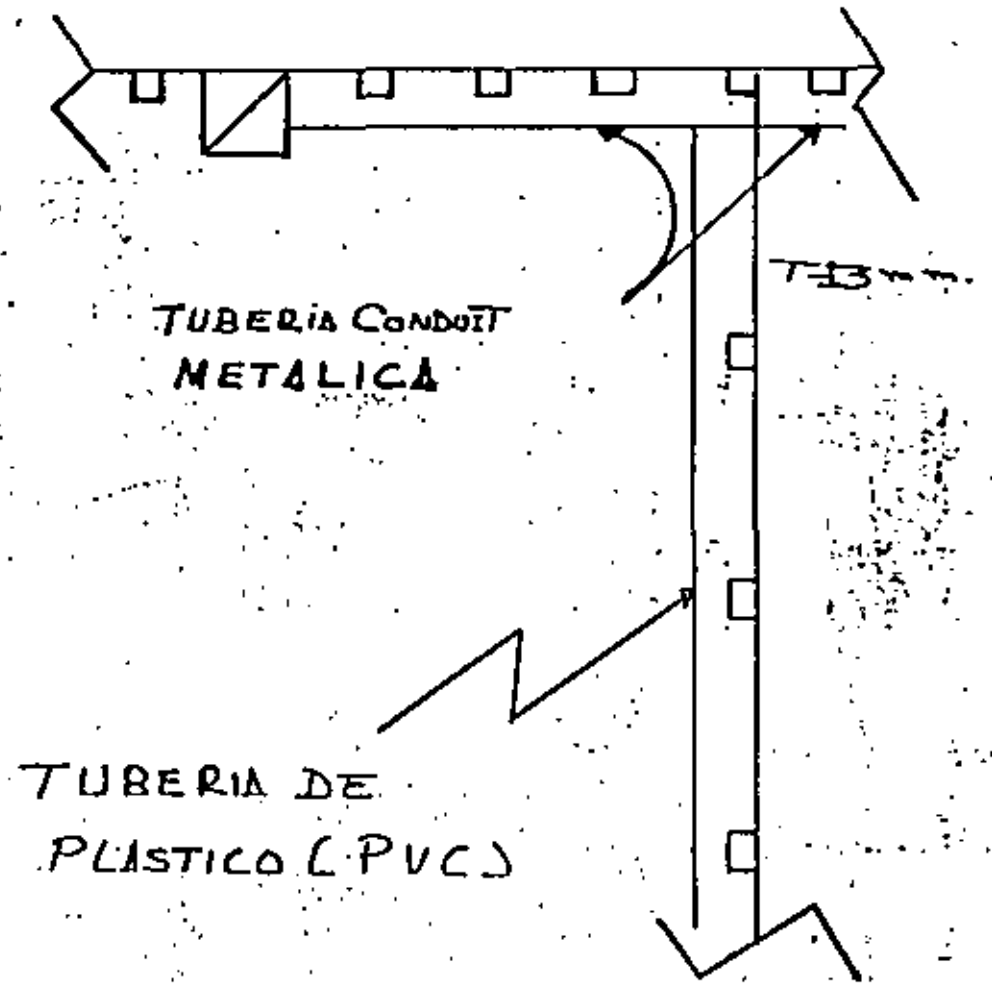
UBICACION DEL ELECTRODO Y LAS CONEXIONES A TIERRA



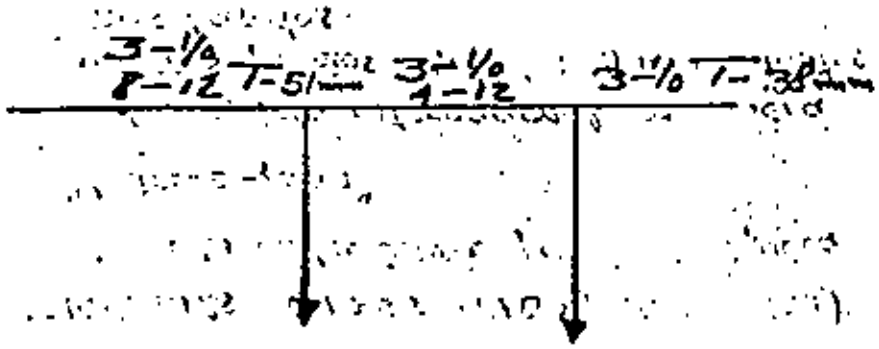
1 CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA

2 PUESTO A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS, TABLEROS, CARCAZAS Y CUBIERTAS DE EQUIPO ELECTRICO

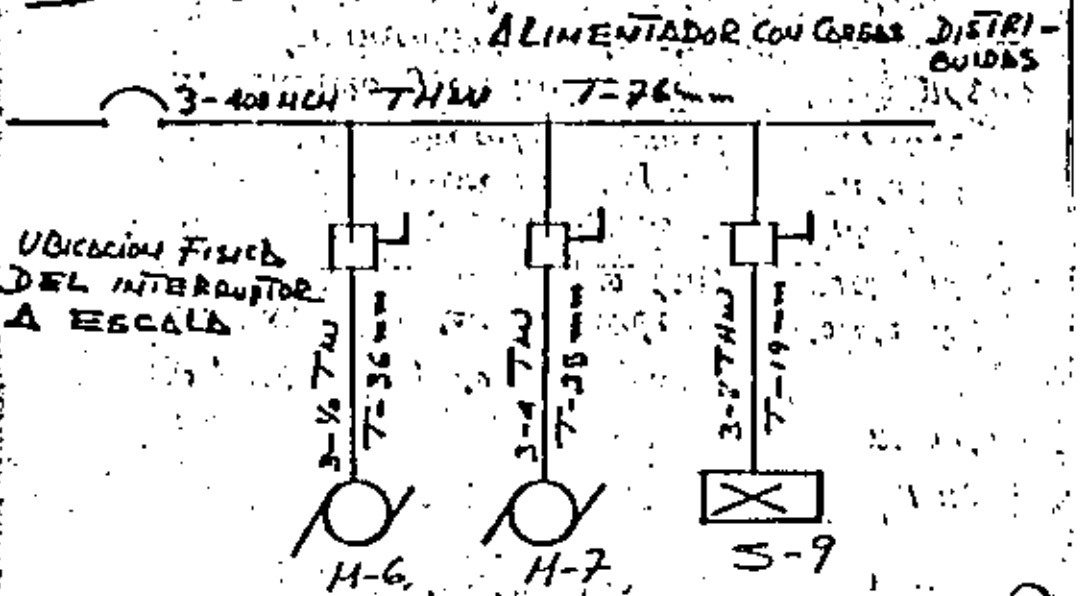
TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA



NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.



LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.



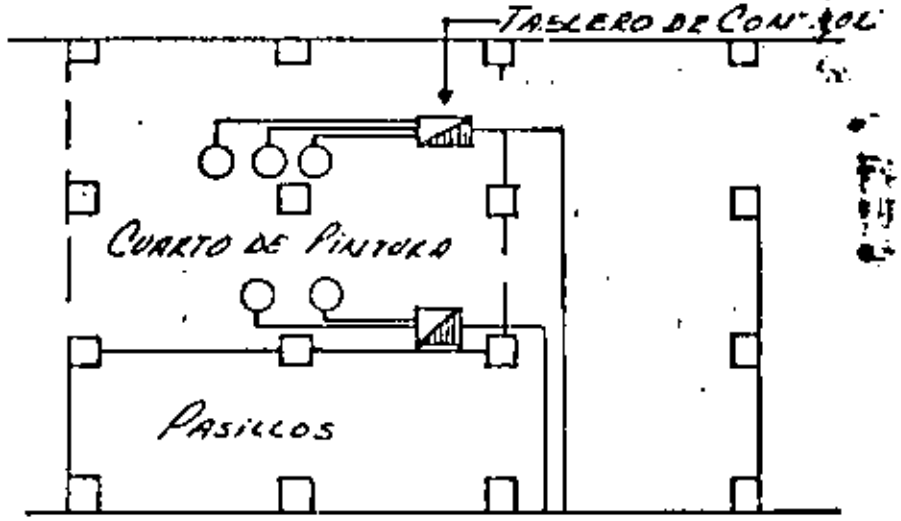
TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES
ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

— CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINANE-900

¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZÓ CADA UNO?

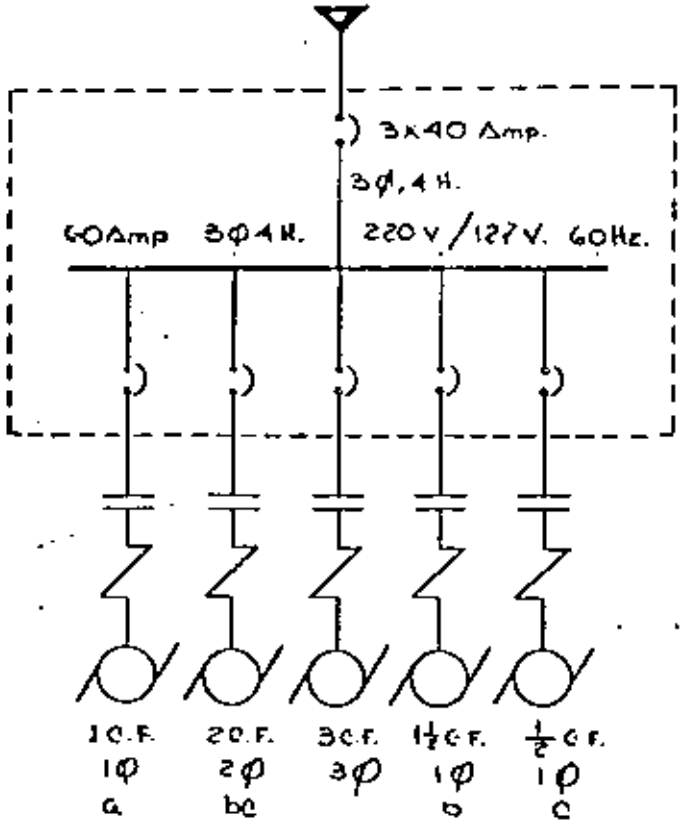
DELIMITACIÓN DE AREAS PELIGROSAS.



LINEA PUNTEADA DELIMITA AREA CON AMBIENTE PELIGROSO.

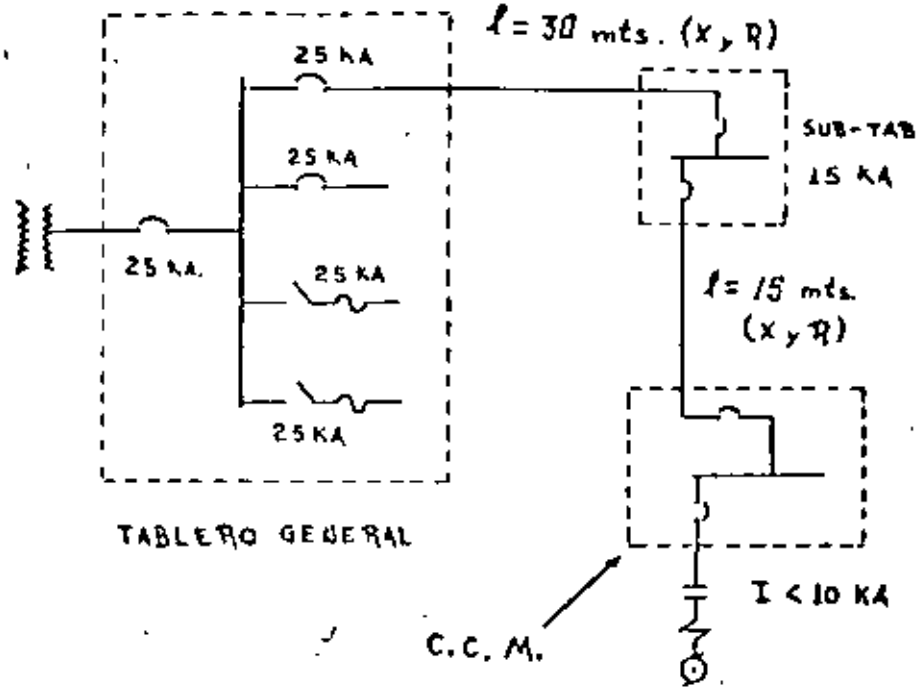
DEBEN DEFINIRSE A QUE FASE ESTAN CONECTADOS LAS CARGAS BIFASICAS O MONOFASICAS.

EJEMPLO :



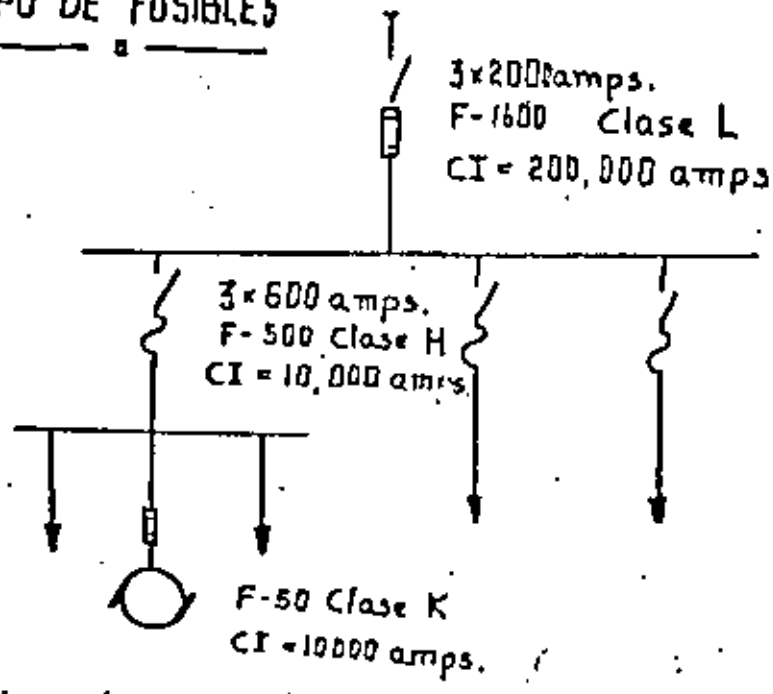
OBJETIVOS :

— DISCUSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO.
— FACILITAR EL BALANCEO.



CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LAS DIFERENTES PROTECCIONES

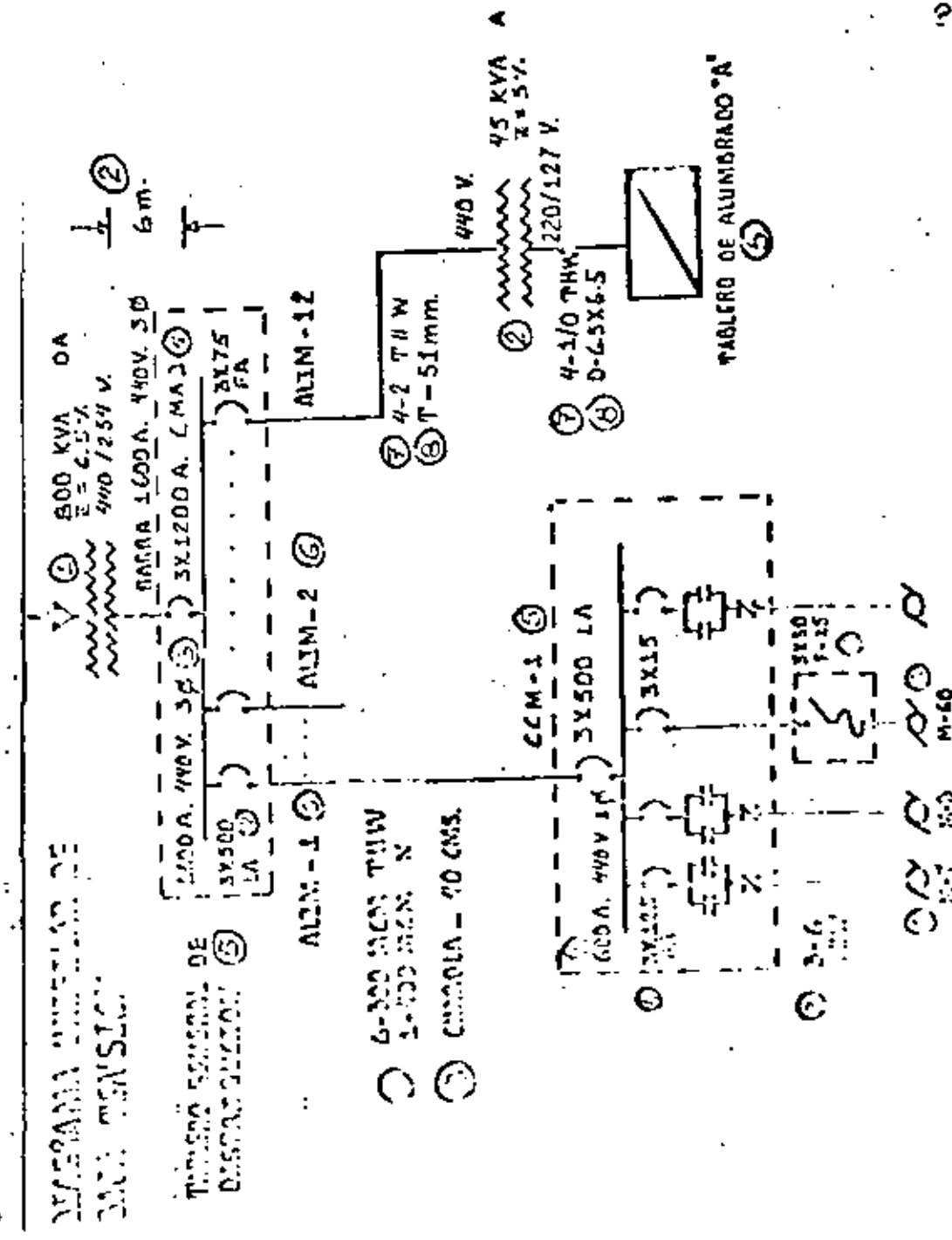
TIPO DE FUSIBLES



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

INCLUIR REGIMEN DE TRABAJO Y TIPO DE SERVICIO DE MOTORES

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



MEMORIA DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y DE CONSTRUCCION

DEBEN CONTENER ESPECIFICACIONES DE:

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

MEMORIAS DE CALCULO

DEBEN INCLUIR:

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

MEMORIAS DE CALCULO

CONTINUACION....

→ CALCULO DE CORTO CIRCUITO

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

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

→ CALCULO DE BANCOS DE CAPACITORES.

→ CALCULOS PARA APARATOS O EQUIPOS ESPECIALES.

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

INSTALACIONES ELECTRICOS PARA EDIFICIOS

G E N E R A L I D A D E S

NOVIEMBRE, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 pi piso Deleg. C temoc México, D.F. Tel.: 521-40 Apdo. M

1. - GENERALIDADES.

El proyecto Eléctrico.

De acuerdo al Artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de fecha 22 de diciembre de 1975, la ejecución de cualquier obra e instalación eléctrica debe estar basada en los planos previamente elaborados, mismos que deben satisfacer los requisitos de seguridad establecidos en las Normas Técnicas del Reglamento de Instalaciones Eléctricas; asimismo es importante señalar que los planos, las memorias de cálculo correspondientes y demás información que forme parte integral del proyecto eléctrico en cuestión, deben estar supervisados y firmados por las personas registradas y autorizadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial para fungir como responsables.

La razón primordial de tomar como base en la construcción de las instalaciones eléctricas un proyecto previamente elaborado, es que éste contiene todos los criterios y datos necesarios que cubrirá la instalación eléctrica por ejecutarse.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas, se deben principalmente a la poca importancia que se le dá al proyecto eléctrico, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y características del medio en que opera el equipo, la naturaleza de las cargas, el tipo de servicio a que se destinará y otras consideraciones importantes, genera el desconocimiento de lo que se va a construir, obligándose a tomar en la etapa constructiva, soluciones que no son las más idóneas desde los puntos de vista de funcionalidad, seguridad y economía.

Por otra parte, es recomendable que en el proyecto se especifiquen equipos, aparatos y materiales de buena calidad, utilizando aquellos que cuenten con autorización oficial para comercializarse, ya que esto garantiza una operación más confiable y protege al responsable contra posibles reclamaciones derivadas de las fallas intrínsecas imputables a equipos, aparatos y materiales.

Por lo tanto, es necesario que el proyecto cuente con toda la información para llevar a cabo la obra. Un proyecto completo presenta las siguientes ventajas:

- Evita los errores de interpretación durante la etapa de construcción.
- Facilita los mantenimientos futuros.
- Simplifica las ampliaciones o las remodelaciones.
- Evita confusiones en la revisión oficial y por consecuencia, agiliza dicha revisión.

- Evita que al responsable se le hagan observaciones que puedan originar, de acuerdo a la importancia de las fallas, la negativa al refrendo de su registro o cancelación del mismo por parte de la SEPAFIN.
- Facilita la elaboración de presupuestos.

Es pertinente aclarar además, que los requisitos y puntos que aquí se exigen, son los mínimos a cumplir para la presentación de proyectos, mismos que son considerados normalmente en la etapa de proyecto y que son base inclusive para el presupuesto de la instalación.

II. - Los proyectos eléctricos que solicite la Secretaría para su revisión y aprobación en su caso, deben satisfacer los puntos siguientes:

1. - Planos:

a). - Deben incluir cada uno, la firma autógrafa del responsable del proyecto, su número de registro así como su nombre completo.

b). - Deben incluir un cuadro de referencia donde se indiquen los datos del inciso b) de la hoja de información.

c). - Debe procurarse dejar un espacio adecuado para inscribir los sellos y firmas por parte de la SEPAFIN.

d). - Los dibujos y detalles que integran los planos deben dimensionarse adecuadamente de forma que sea fácil su revisión y que el tamaño del plano no sea excesivo ni muy reducido. Deben marcarse todas las escalas de dibujo que se utilicen.

e). - Las cantidades o datos que aparezcan en los planos deberán estar especificados en el sistema métrico decimal y acompañados de su unidad respectiva.

f). - Debe entregarse una sola heliografía de cada uno de los planos.

g). - Debe incluirse una relación de los símbolos y abreviaturas utilizados a lo largo del proyecto.

h). - Debe incluirse en croquis de localización de la instalación. En caso de que dicha instalación no pueda dibujarse con suficiente detalle en un solo plano, deberá existir un croquis o plano que muestre la correspondencia entre los diversos planos que se envíen.

i). - Debe coincidir lo indicado en diagrama unifilar con lo especificado en vistas de planta, detalles, listas de cargas, etc.

j). - Notas alusivas a determinados puntos que el proyectista considere necesario aclarar para evitar confusiones.

NOTA. - Pueden presentarse cédulas de información que substituyan a los planos, cuando así se desee, mismas que deben contener toda la información vertida en los planos.

2. - Memorias de Cálculo.

a). - Deben utilizarse de preferencia, hojas cuadriculadas y estar escritas en letra de molde procurando que ésta sea legible.

b). - Debe enviarse un solo tanto de la memoria.

c). - Debe indicarse el método utilizado y el desarrollo del procedimiento de cálculo debe ser ordenado.

3. - Instalaciones en baja tensión.

Los planos de baja tensión deben contener lo siguiente:

3.1. - Diagrama Unifilar General.
3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.
3.3. - Cuadro de Características de Motores.
3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

3.1. - Diagrama Unifilar General.

El diagrama unifilar debe reproducir fielmente el esquema o arreglo eléctrico de la distribución interna de las instalaciones del usuario desde la acometida (o el secundario del transformador), hasta cada uno de los equipos de que se constituya dicha instalación; mostrando claramente, la localización eléctrica de centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc.; alimentadores y circuitos derivados (excepto aquellos controlados desde tableros de alumbrado). Debe contener además los siguientes datos:

a). - El tipo y valor de cada una de las protecciones de los alimentadores y subalimentadores.

b). - El calibre y tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de alimentadores y subalimentadores.

c). - Tipo y dimensiones de la canalización empleada en los circuitos alimentadores y subalimentadores.

3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.

Debe hacerse un cuadro de cargas por cada tablero de alumbrado y contactos que exista. Debe incluirse su identificación, la tensión a la que opera, el número de fases e hilos

que comprende y el valor de la protección general del tablero o la capacidad de sus zapatas; el tipo de material y aislamiento de los conductores de los circuitos derivados. -- Además debe contener cuando menos los siguientes datos:

a). - La carga en Watts servida por cada circuito.

b). - Cuando se realicen degradaciones en los conductores de circuitos derivados, debe indicarse también el calibre más pequeño utilizado en el circuito.

c). - El valor de la protección de cada circuito derivado.

3.3. - Cuadro de Características de Motores.

Deben enlistarse en este cuadro, todos aquellos motores que comprenda la instalación. El cuadro debe contener como mínimo los siguientes datos para cada uno de los motores.

a). - Capacidad de motor.

b). - Corriente nominal a plena carga.

c). - Tensión nominal de trabajo.

d). - Número de fases.

e). - Calibre, material y tipo de aislamiento del conductor del circuito derivado que lo alimenta (activos y neutros).

f). - Tipo y valor de la protección contra sobrecarga.

g). - Tipo y capacidad del interruptor. Si se utilizan fusibles anotarse la capacidad del elemento fusible o el -- ajuste si se trata de un interruptor ajustable.

h). - Capacidad del arrancador y tipo de arranque (tensión - plena o tensión reducida).

3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación - eléctrica.

a). - Localización del punto de la acometida y del tablero o tableros generales de distribución.

b). - Localización de centros de control de motores, tableros de fuerza, de alumbrado y concentraciones de interruptores.

c). - Trayectoria horizontal y vertical (cuando ésta exceda de 4 metros)de alimentadores y circuitos derivados tanto - de fuerza como de alumbrado. Las citadas trayectorias deben acompañarse de los siguientes datos, cuidando que éstos se inscriban de tal forma que no existan confusiones al identificar dichas trayectorias:

c.1. - Identificación de los alimentadores y circuitos derivados.

c.2. - Número y calibres de los conductores (activos y - neutros), que los forman y tipo de aislamiento.

c.3. - Tipo y dimensiones de la canalización empleada.

d). - Localización de motores y aparatos abastecidos desde - circuitos derivados.. Asimismo deben indicarse la localización de los arrancadores y de los medios de desconexión.

e). - Localización de contactos y unidades de alumbrado, incluyendo sus controladores.

f). - Ubicación de registros.

Si en el diseño de la instalación eléctrica existen puntos que den lugar a diferentes interpretaciones, - es necesario detallar la información sobre el particular; tal es el caso por ejemplo de alimentaciones de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

4.- SUBESTACIONES:

El proyecto de subestaciones deberá constar de planos que contengan vistas físicas de las mismas con las especificaciones de materiales y equipo como a continuación se marca:

4.1.- Subestaciones Compactas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contar con lo siguiente:

a).- Vistas Físicas:

Debe localizarse la subestación en el predio del usuario, así como el lugar donde se realiza la acometida.

Debe mostrarse el arreglo interno del equipo eléctrico que integra la subestación cuando existan dos o más transformadores. Asímismo, localizar él o los transformadores.

Debe mostrarse convenientemente la localización e instalación de los electrodos del sistema de tierras, del conductor de puesta a tierra de cubiertas metálicas y de los conductores que compongan la red de tierras.

Debe mostrarse el lugar donde se localiza el drenaje, los extinguidores, los accesos al local, las tarimas aislantes que haya y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que el proyecto incluya.

Debe mostrarse también (excepto lo referente a la acometida del servicio), la localización e instalación de cables en ductos, los registros y las vueltas o codos que los cables efectúen en su recorrido. También deberá indicarse la forma en que se aterrizan las pantallas electrostáticas de los cables que se incluyan.

-Indicar claramente la interconexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador, incluyendo sus medios soporte y terminales en su caso.

b).- Especificaciones:

Debe indicarse el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación.

Debe indicarse el o los tipos de interruptores utilizados, su corriente nominal en amperes, su calibración o ajuste del disparo y la capacidad interruptiva simétrica de los mismos. —

. . .

Cuando se utilicen fusibles, debe indicarse si son de expulsión ó no, si son limitadores de corriente o son de potencia y si — son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.

Debe anotarse adicionalmente la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al Organismo Administrador.

- Debe indicarse el tipo y dimensiones de los electrodos de tierra, el calibre de los conductores de la red de tierras, el calibre del conductor, o dimensiones de la barra utilizada para — aterrizar las cubiertas u otras partes metálicas de la subestación y las características de los conectores empleados para realizar las conexiones necesarias del sistema de tierras, incluyendo si son del tipo soldable o atornillado.

La Marca y el número de registro del arreglo o paquete de la subestación.

- Debe señalarse la existencia de enclavos que impidan operar con carga los desconectadores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existan partes energizadas.

- Indicar las características del conductor que interconecta el — interruptor en alta tensión con el primario del transformador, incluyendo las correspondientes a soportes, medios de sujeción y terminales en su caso.

- Deben anotarse las características completas del o los transformadores.

A. 2.- Subestaciones abiertas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contener los siguientes puntos:

a).- Vistas físicas:

Debe indicarse el arreglo de los elementos de la subestación indicando las distancias entre partes activas entre sí y partes activas y tierra; además de altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarrayos, postes, etc.

La vista de planta, elevación y detalles de la subestación, — deben mostrar con claridad, la acometida del servicio, subidas y bajadas de conductores, cruzamientos, entre líneas, ductos, instalación de aisladores de suspensión, de alfiler, de — tensores y retenidas, etc.,

- Debe mostrarse la ubicación de electrodos y conductores tanto de puesta a tierra de cubiertas metálicas así como de los que conforman la red de tierras.

- Debe indicarse las dimensiones y características del material de construcción de los locales, incluyendo su ventilación, medio de acceso, localización de drenaje, extintores y tarimas aislantes cuando se trate de subestaciones interiores. Cuando se instalen cercas metálicas en las subestaciones tipo exterior, deberá mostrarse la conexión al sistema de tierras.

- Debe indicarse la localización del alumbrado normal y de emergencia.

b).- Especificaciones:

- Deben tomarse en consideración los puntos enumerados para las subestaciones compactas, en este renglón de Especificaciones, excepto en lo referente a la Barra y Registro de la subestación y en lo relativo a enclaves de gabinetes.

  Además, deben indicarse los siguientes puntos:

- Tipo y mecanismos de operación de desconectadores e interruptores.

- Material, tipo y tensión de operación de los aisladores utilizados.

- Material y dimensiones de las barras o conductores de alta tensión.

- Características de capacitores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.

5. - Condiciones Especiales.

Bajo este rubro quedan comprendidas todas aquellas instalaciones, aparatos o equipos eléctricos que a continuación se señalan:

5.1. - Canalizaciones: Conduit y cable flexible. Conduit no metálico. Charolas. Electroductos.

5.2. - Equipos Especiales: Capacitores. Equipo Electrolítico. Equipo de Rayos X. Equipo de Procesamiento de Datos. Gruas y Montacargas. Motores y otras máquinas de corriente directa. Plantas Generadoras. Soldadoras. Transformadores de distribución en baja tensión.

5.3. - Lugares Especiales: Albercas y Fuentes. Gasolineras. Hangares. Hospitales y Clínicas. Instalaciones a la intemperie y en lugares húmedos o mojados. Centros de reunion Pública. Lugares peligrosos.

5.4. - Sistema de Tierras.

5.5. - Capacidad Interruptiva: Cálculos de circuito corto.

5.1. - Canalizaciones.

a). - Conduit Flexible.

En los locales en donde se utilice este tipo de canalizaciones es necesario indicar el uso al que dicho local está destinado; además, cuando la conexión a tierra se requiera y se utilice las características del puente de continuidad eléctrica sí como las de los conectores empleados.

b). - Cable Flexible.

Cuando se usen cables o cordones flexibles deberán indicarse el tipo de aislamiento y forros.

c). - Conduit no metálico.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas, además deberá indicarse el calibre del conductor de continuidad eléctrica a tierra así como los tipos de conectores utilizados para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente de los aparatos eléctricos. Debe a indicarse además el material en que el tubo de polietileno queda embutido o ahogado, mostrando adicionalmente un detalle de la instalación de este tipo de tubo o notas suficientemente claras sobre el particular.

d). - Charolas.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas; además, deberán mostrarse los detalles necesarios que ilustren los siguientes puntos o bien, deben existir notas aclaratorias sobre el particular.

- Las dimensiones y alturas de montaje de las charolas.
- La disposición de los conductores en la charola.
- El paso a través de muros o techos, así como las dimensiones, características y espaciamiento de soportes y cubiertas.

e). - Electroductos.

Es necesario indicar las áreas en donde se utilice esta canalización; precisando si se trata de atmósferas peligrosas con polvo, húmedas, corrosivas, etc., además, deben mostrarse los detalles o notas que se consideren necesarias para ilustrar este punto.

- La instalación de los ductos: altura, dimensiones, características de soportes y cubiertas, así como tipo de los interruptores para las derivaciones que en su caso se realicen.
- Las extensiones a través de muros, pisos o techos.
- La interconexión con tableros, centros de control de motores y máquinas.
- Dimensiones y características de las reducciones de tamaño de dichos electroductos.
- Su capacidad nominal en amperes.

2. - Equipos Especiales.

a). - Capacitores.

Cuando se utilicen capacitores de potencia con objeto de corregir el factor de potencia de la instalación, deberán indicar los siguientes da

- Capacidad total reactiva en KVAR.

- Frecuencia nominal de operación.

- Tipo de dispositivo de descarga a tierra.

- Tipo de ventilación utilizada en el local donde se ubican los capacitores.

- Tipo de impregnante y la anotación si es o no combustible.

- Características del medio de desconexión y protección contra-sobrecorriente.

Todos los equipos especiales mencionados en esta parte, deben - indicarse cuando menos en el diagrama unifilar general y en las vistas - físicas de la instalación; ademas deben incluirse todos los datos que exige el "Cuadro de Características de Motores" que les sean aplicables.

b). - Equipo Electrolítico.

Deben indicarse las características a las que opera el equipo -- electrolítico (tensión en CD y corriente nominal); asimismo, deben incluirse las características y dimensiones de barras y otros conductores alimentadores, así como detalles de montaje y soporte de barras, cordones, etc.

c). - Equipos de Rayos X.

Debe indicarse el tipo de ambiente donde se instalen, la tensión de alimentación, si son del tipo portátil o fijo y características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente.

d). - Equipo de Procesamiento de Datos.

Debe indicarse el tipo de ambiente en que dicho equipo se instale y la frecuencia a la que opera; además deben incluirse las características de las conexiones utilizadas para asegurar la continuidad eléctrica a tierra de las partes metálicas de dicho equipo.

e). - Grúas y Montecargas.

Debe ilustrarse la forma en que los motores de grúa son abastecidos desde los alimentadores, incluyendo las características de aisladores, troleys, cordones, etc.

Por otra parte debe indicarse la forma en que los carriles o -- rieles de las grúas están aterrizadas, así como las cargas de motores y otras partes metálicas relacionadas con la grúa (ver requisitos en el punto 4 "Sistema de Tierras").

de notas convenientemente indicadas en los planos.

a). - Albercas o Fuentes.

Debe indicarse todo el equipo eléctrico instalado y relacionado con las albercas o fuentes, tales como alumbrado exterior, alumbrado subacuático, contactos, bombas y otros aparatos eléctricos.

Debe indicarse el tipo de canalización empleada para cada uno de los circuitos derivados, el calibre del conductor de puesta a tierra para las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico y la forma de puesta a tierra de la parrilla, escaleras, trampolines metálicos de la alberca o fuente.

Asimismo, deben detallarse la instalación de la unidad de alumbrado y su gabinete dentro de albercas y fuentes, así como las características de los conductores que trabajarán sumergidos.

b). - Gasolineras.

Los planos deberán mostrar en conjunto, la localización de todas las áreas que integran la instalación; además deberá mostrarse en detalle, la localización de las zonas donde se encuentran los tanques de almacenamiento de las bombas así como la ubicación de drenaje y los surtidores.

Deberán indicarse las características de los equipos eléctricos instalados, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada y la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

c). - Hangares.

Los planos deberán mostrar en conjunto todas las instalaciones que intervienen en el hangar; además debe delimitarse claramente el área ocupada por el hangar, así como los pozos o depresiones del terreno. Deberán indicar asimismo, la altura mínima con respecto al piso terminado, del equipo eléctrico y salidas (incluyendo cajas de conexiones); el tipo de conductores que alimentan equipo portátil; las características de los equipos eléctricos ubicadas en el hangar, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

d). - Hospitales y Clínicas.

En hospitales y locales similares cuya finalidad sea la asistencia médica, se deberá incluir una descripción clara y completa del sistema de emergencia incluyendo su fuente de alimentación.

Deberán indicarse las características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico y de otras partes metálicas de dispositivos o aparatos que requieran dicha conexión.

Deberán anotarse las características eléctricas del equipo instalado en quirófanos, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

e). - Instalaciones a la Intemperie y en Lugares Húmedos o Mojados.

Deben anotarse las características de todos los equipos eléctricos que se encuentren en áreas exteriores a la intemperie o en áreas interiores en lugares húmedos o mojados.

Anotar también el tipo de envolvente, cubierta o carcaza de luminarias, motores y otros equipos, así como la existencia de cajas selladas (condulets), tipo de canalización y tipo de aislamiento de los conductores. Deberán anotarse las características del sistema de tierras de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico localizado en estas zonas.

f). - Centros de Reunión Pública.

Deberá precisarse el uso al que se destinan los lugares de reunión pública (cines, teatros, auditorios, salas deportivas, etc.)

Deberán indicarse la localización y características de los siguientes equipos, dispositivos y sistemas:

- Las luces y otros equipos eléctricos sobre el escenario, tales como motores de telones, etc.
- Las luces de señalización de salidas, entradas y otros accesos; así como las luces de posición de salentos, pasillos, etc.
- Los reguladores de iluminación (Dimmers)
- Los proyectores, el equipo asociado con ellos, las canalizaciones sobre el local de proyección y las características de construcción de dicho local.

f). - Motores y Otras Máquinas de corriente directa.

Debe indicarse lo siguiente:

- Tensión entre hilos y entre Hilos y neutro (en caso de existir éste último).

- Tipo del motor (se refiere a su conexión interna: serie, paralelo, compuesto, etc.)

- Medio de control de la velocidad; en caso de máquinas que bajo ciertas condiciones puedan desbocarse (motores-serie), debe indicarse el tipo de la protección contra sobrevelocidad.

- Cuando se requiera la conexión a tierra, deberán cumplirse los requerimientos del punto 4 "Sistema de Tierras".

Además de lo anterior, deben incluirse los datos completos de los sistemas de fuerza y alumbrado abastecidos por corriente directa, indicando si proceden de generadores separados, de grupos motor-generador de rectificadores estáticos e incluyendo las características de esos equipos.

g). - Plantas Generadoras.

Los planos de este tipo de instalaciones deben reunir los siguientes puntos:

- La localización, dimensiones, material y otras características generales del lugar donde se instale la planta.

- Capacidad en KW, factor de potencia nominal, tensión entre fases, número de fases y frecuencia de los generadores.

- Tipo y características generales de los primo-motores.

- Tipos y características generales de las protecciones de los generadores contra sobrecarga, sobrecorriente, sobrevelocidad y sobretemperatura.

- Localización, trayectorias, dimensiones y características de ductos, tubos, cables y conductores relacionados con las plantas.

- Tipo y capacidad de los interruptores de transferencia.

- Características miscelaneas tales como tipo de combustible, capacidad y localización de tanques de almacenamiento, localización de drenaje, extintores, alumbrado normal y de emergencia, características del basamento de la planta, localización y características de escape de gases y silenciador y por ul caracter cas de operación arranca-

- Las aparatos y dispositivos eléctricos localizados en camerinos, bodegas de películas, almacenes de vestuario y utilería y locales similares.

- Las conexiones de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico al sistema de tierras.

g). - Lugares Peligrosos.

Deberán indicarse con toda exactitud la clase, división y grupo del equipo, aparatos y dispositivos eléctricos localizados en ambientes con atmósferas que contengan gases, polvos, fibras o pelusas y líquidos inflamables ó explosivos.

Los locales que contengan o manejen dichas sustancias deben delimitarse con toda precisión en los planos y dentro de dichos límites deben especificarse las características de las cubiertas, envolventes o carcazas de equipos o dispositivos eléctricos tales como, luminarias, motores, arrancadores, instrumentos de medición, interruptores, tableros, etc.

Deben indicarse con precisión la localización de sellos en las canalizaciones y el tipo de ellos; además todas las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrido deben mostrar su conexión al sistema de tierras (Ver Punto No. 4).

5. 4. - Sistema de Tierras.

La instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, puede representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquiera de los dos casos, deben contener la información siguiente: características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud enterrada. Especificar las características del puente de unión que interconecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra tanto del sistema como del equipo. Indicar las características del conductor de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión a tierra del equipo y las referentes a la conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierras. Anotando los criterios y cálculos en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierras.

5. 5. - Capacidad Interruptiva. (Cálculos de Corto Circuito)

Todos los proyectos de instalaciones que reciben la energía del suministrador en alta tensión y que reunan cualquiera de las

siguientes condiciones, deben acompañarse de la memoria de cálculo de corto circuito que necesariamente se realizó para la adecuada selección de la capacidad interruptiva simétrica de todas las protecciones de la instalación o enviar los datos necesarios para realizar dicho cálculos; independientemente de anotar los tipos de interruptores así como sus marcas:

a). - Transformador de 75 KVA o mayores, tensión secundaria de 220 Volts entre fases.

b). - Transformadores de 150 KVA o mayores, tensión secundaria de 440 Volts.

Los datos que se requieren para realizar los cálculos de corto circuito son los siguientes:

-Capacidad de corto circuito del sistema de suministro (este dato lo proporciona el Organismo Suministrador).

-Capacidad del o de los transformadores de la instalación, acompañados de sus impedancias respectivas y tensiones primarias y secundarias de los mismos.

-Cuando se utilicen generadores y motores en alta tensión, es necesario enviar datos referentes a Reactancias Subtransitorias. De igual forma si se trata de líneas de distribución, aéreas y/o subterráneas, debe anotarse su reactancia efectiva de acuerdo al acomodo de conductores.

5. 6. - Sistemas y Equipos de Utilización a más de 600 Volts nominales.

Los planos de sistemas y equipos que operen en sistemas de más de 600 Volts deben cumplir con lo siguiente:

-Debe especificarse la clase y material del aislamiento de los conductores empleados, si su instalación es en ductos u otras canalizaciones describiendo el aterrizado de las pantallas cuando éstas existan, así como sus terminales.

-Deben anotarse las características de las canalizaciones y sus accesorios.

-Deben especificarse las características tales como ajustes o valores, capacidades de conducción continuas, capacidades interruptivas, etc. de interruptores, controladores y desconectadores del equipo de utilización; mencionando con precisión su secuencia de operación contra sobrecorrientes, corto circuito, falla de tierra, operación monofásica, sobrecarga, etc. y los elementos y dispositivos auxiliares que requieran junto con sus características, tales como relevadores, transductores, equipo de señalización, transformadores de corriente, potencial etc.

Cuando un interruptor, controlador o seccionador junto con sus elementos auxiliares se consiga comercialmente como un equipo integrado, deberá asentarse su marca, tipo y el número de registro correspondiente.

- Deben especificarse las características de los interruptores y seccionadores de alimentadores de enlace o transferencia; así como la de los apartarrayos con que cuente la instalación.

- Deben especificarse las características especiales del aterrizado de los sistemas eléctricos y de las partes metálicas no conductoras de corriente que requieran ser aterrizadas; así como detalles o notas respectivas que ilustren su conexión.

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA

ING. NOE ARMAS MORALES

DICIEMBRE 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

DECIMA SESION

IX.- Suministros de energía eléctrica.

a) Empresa suministradora.

1).- Sistema de distribución central de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.

2).- Líneas de servicio.

3).- Contratación.

4).- Doble alimentador

INSTRUCCIONES DEPARTAMENTALES

GERENCIA COMERCIAL

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

Dependencias Afectadas: Gerencia Comercial y Gerencias Técnicas

---

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

1.- UNIDADES HABITACIONALES Y FRACCIONAMIENTOS

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

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

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

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

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

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

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

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

(Si no se indicaron en el punto 1.03).

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

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

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

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

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

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

2.- COLONIAS, PUEBLOS Y BARRIOS

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

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

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

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

2.04 Croquis o plano de la zona por electrificar lotificada y referencias naturales o artificiales más importantes que faciliten su localización (3 copias).

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

Requisitos Generales

3.01 Escrito o oficio del interesado o de su representante legal (original y dos copias) indicando la dirección del edificio, número de plantas y uso a que se vaya a destinar (residencial, oficinas, despachos, talleres, clínica, hotel, dependencia gubernamental, etc.).

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

3.03 Ubicación del edificio, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, Municipio o Delegación y entidad federativa y, en caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desean los servicios.

3.04 Programa de construcción descriptivo o diagrama de barras con referencia a las etapas principales de la obra (cimentación, obra negra, instalaciones, acabados y puesta en servicio).

3.05 Relación detallada de la carga por piso, expresada en número, tipo y capacidad en watts, de unidades de alumbrado; número y capacidad en caballos de potencia de los motores, número de contactos y número y capacidad en watts de otros aparatos referidos al servicio del edificio (elevador, bomba, alumbrado de pasillos, etc.) y a cada uno de los servicios restantes.

3.06 Plano arquitectónico incluyendo detalle de la entrada al edificio para definir el lugar de los equipos de medición.

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

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

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

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

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

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

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

4.01 Escrito del interesado o su representante legal (Original y dos copias) indicando lo siguiente:

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

4.03 Actividad de la empresa que requiere el servicio: fábrica de plásticos; taller mecánico; laboratorio, etc.

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

4.05 Fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria y equipo, y puesta en servicio.

4.06 Relación detallada de la carga indicando:

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

b) Lista de lámparas, clasificadas por tipo y capacidad en watts (fluorescentes, incandescentes, etc.)

c) Relación de otros aparatos fijos, indicando capacidad y número de fases, según datos de placa (hornos, calentadores, estufas eléctricas, soldadoras, etc.).

d) Número de contactos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.03 Actividad para la que se requiere el servicio: fábrica de plásticos, fundición, oficinas, centro deportivo, etc.

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

5.05 Indicar fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria, equipo y puesta en servicio.

5.06 Relación detallada de la carga indicando:

a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia y su equivalente en KW de acuerdo a la tabla de conversión anexa, clasificados en monofásicos y trifásicos.

b) Lista de lámparas clasificadas por tipo y capacidad en watts (fluorescentes, incandescentes, etc.)

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

d) Número de contactos.

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

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

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

Nota 2 - Los servicios con demanda de 700 KW o menos, se miden en el lado de baja tensión de la Subestación por lo que deberá disponerse del espacio para los equipos de medición en baja tensión y para futuro equipo en alta tensión.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.- PRESUPUESTOS MENORES.

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

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

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

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

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

7.05 Fecha aproximada en que se requiere el servicio.

7.06 Relación detallada de la carga indicando:

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

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

c) Número de contactos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

D) Movimiento de líneas por cambios de urbanización.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CASOS QUE NO REQUIEREN DEPOSITO

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

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

TRAMITE DE SOLICITUDES RECIBIDAS POR CORREO

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

[illegible] A [illegible]

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

N O R M A S :

I.- Toda persona física o moral que contrate el servicio estará sujeto al REGIMEN DE CUOTAS.

II.- EL REGIMEN DE CUOTAS es INDEPENDIENTE de los pagos por conexiones, depósitos de garantía, derechos de inspección, o cualquier otro pago derivado de la prestación del servicio de energía eléctrica.

III.- Para la aplicación de las cuotas se establecen las siguientes ZONAS ECONOMICAS:

ZONA ECONOMICA NO. 1 Integrada por el Distrito Federal y los Municipios de Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Ecatepec, Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla, Tultitlán y Texcoco del Estado de México; los Municipios de Apodaca, García García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina del Estado de Nuevo León y el Municipio de Guadalajara del Estado de Jalisco.

ZONA ECONOMICA NO. 2 Integrada por los Municipios de Tlaquepaque y Zapopan, del Estado de Jalisco; los Municipios de Lerma y Toluca del Estado de México; los Municipios de Cuernavaca y Jiutepec, del Estado de Morelos; los Municipios de Cuautlancingo, Puebla y San Pedro Cholula del Estado de Puebla y el Municipio de Querétaro del Estado de Querétaro.

ZONA ECONOMICA NO. 3 Integrada por el resto del Territorio Nacional.

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

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

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

CARTA PODER

_____ de _____ de 19__.

COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A., (en liquidación)

P r e s e n t e .

Por la presente, _____ al Sr. _____ _____, poder amplio, cumplido y bastante, para que a _____ nombre y representación gestione y efectúe los trámites correspondientes para la solicitud de servicio de energía eléctrica en _____ _____, bajo el entendido de que los pagos que realice estarán debidamente amparados por el correspondiente recibo de esa Compañía.

Suyo Afmo. S.S.

OTORGANTE

Nombre: _____

Razón Social:

ACEPTO EL PODER

_____

REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

JULIO 1970

CONTENIDO

1.- REDES SUBTERRANEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA.

1.1.- Introducción.

Las redes subterráneas han visto favorecida su implantación en las zonas urbanas de alta densidad de carga debido a las ventajas que presentan ante las redes aéreas. Las principales ventajas son la confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al paisaje. Naturalmente, este aumento en la confiabilidad y en la estética involucra un incremento en el costo de las instalaciones y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes.

Los principales factores que se deben analizar al implantar una red subterránea son: Densidad de carga, costo de instalación, grado de confiabilidad, facilidad de operación y seguridad. Todos estos factores son importantes y la selección final del tipo de red se ve altamente influenciada por la experiencia que se tiene en equipos, materiales y especialización del personal.

De acuerdo a las estructuras, las redes subterráneas se pueden clasificar de la siguiente forma:

1- Red Mallada.

2- Red mallada limitada

3- Red en anillo abierto de operación radial

4- Red con alimentadores selectivos.

5- Red en derivación doble

6- Red en derivación múltiple.

Posteriormente, en este mismo capítulo, se describen las principales características de estas redes.

Las redes subterráneas se han visto afectadas por las innovaciones tecnológicas que se producen en el campo de la ingeniería. Estos cambios han modificado desde los materiales y equipos, hasta las técnicas de diseño, operación y expansión de las Redes, provocando así que los técnicos relacionados con ellas, se mantengan en constante preparación para asimilar los cambios que se producen en este campo.

Cualquier Ingeniero Electricista que tiene la oportunidad de trabajar en este campo, inmediatamente advierte la importancia que presentan estas instalaciones y la invaluable experiencia profesional que adquiere al especializarse en esta área de su profesión.

1.2.- Red Mallada.

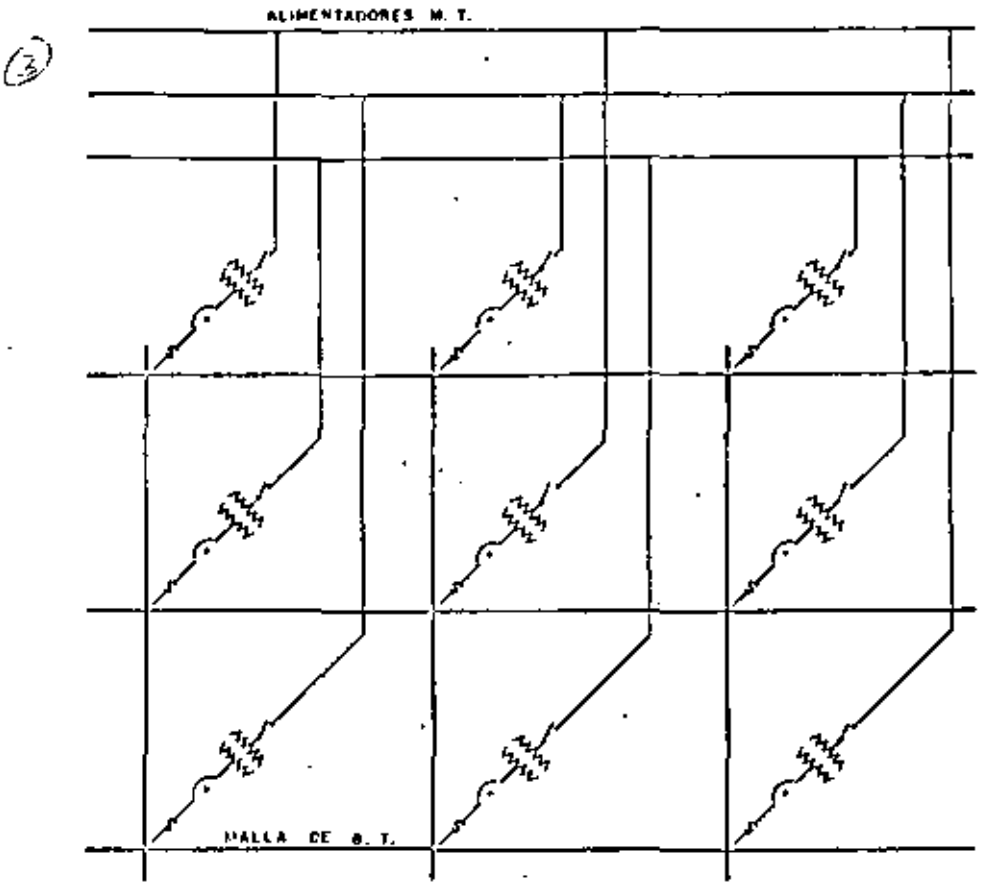
Esta red también se le conoce como Red Automática, debido a que dispone de un dispositivo automático de protección [pro

tector de red), empleado por la característica de disolo- inherente para este tipo de redes. Esta red está constituída por cables troncales que salen de una fuente de alimentación (Subestación de potencia) y cables ramales que alimentan en forma alternada las subestaciones de distribución, Ver Figura No. 1.1.

Las derivaciones a las subestaciones de distribución se efectúan con elementos de derivación instalados en la — troncal. En esta estructura no se realizan interconexiones entre las troncales de los diferentes alimentadores — que forman la red de mediana tensión, ya que la red de baja tensión se construye sólidamente conectada.

La protección de cada alimentador la proporciona el interruptor localizado en la subestación de potencia y los protectores asociados a las subestaciones MT-BT. Estas subestaciones se conectan directamente a los alimentadores de mediana tensión sin ningún medio de protección.

En condiciones de falla en un alimentador de mediana tensión, al operar la protección en la subestación de potencia, todas las subestaciones MT-BT conectadas a este alimentador quedan fuera de servicio, además los protectores



SIMBOLOGIA

Transformador

Protector de Red

Cable B. T.

RED EN MALLA SOLIDAMENTE CONECTADA.

C. L. F. C. | FIG. N° 1.1.

de red desconectan las subestaciones MT-BT del lado de B.T. Bajo esta situación los alimentadores y las subestaciones restantes alimentan la totalidad de la carga aprovechando la interconexión de los alimentadores de baja tensión.

Cuando ocurre una falla en la red de baja tensión, ésta es alimentada por todas las subestaciones MT-BT, provocándose una corriente de corto circuito suficiente para evaporar en ese lugar el conductor de cobre de los cables, trozándose el cable en una reducida longitud y en un corto tiempo, quedando así aislada la falla sin provocar interrupciones, a menos que la falla sea directamente en la acometida de un servicio.

Esta red es recomendable para zonas que requieren de una alta continuidad de servicio y cuya densidad de carga exceda 20 MVA/Km^2. Su mayor aplicación es en zonas que presentan cargas con demandas uniformes que pueden ser alimentadas en baja tensión desde una red mallada sólidamente conectada o limitada.

1.3.- Red Mallada Limitada.

Esta es una variante de la red automática sólidamente conectada, en este tipo de red la eliminación de fallas se

(4)

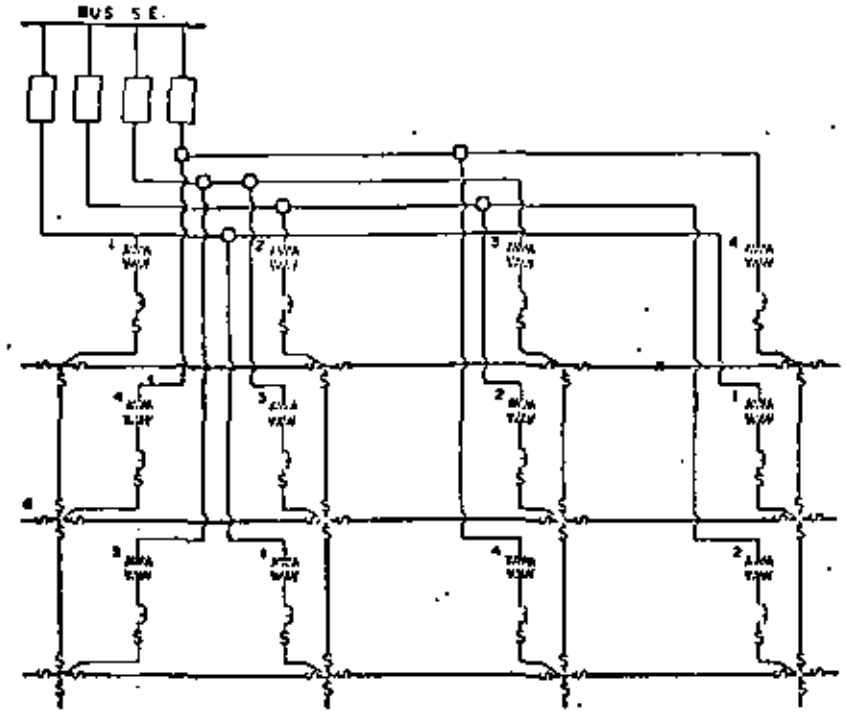
realiza por la operación de fusibles de alta capacidad interruptiva (conocidos como limitadores). La Figura 1.2 muestra de manera esquemática una red mallada limitada.

Desde el punto de vista de confiabilidad, la diferencia fundamental entre la red mallada sólidamente conectada y la red mallada limitada, es que en el caso de la primera el nivel de continuidad desciende hasta los servicios y en el segundo caso la continuidad sólo llega al nivel del cable. Es decir, en el caso de una falla que afecte un cable secundario, cuando se trata de la primera red, los servicios conectados al cable no sufren interrupción y en el caso de una red limitada, el tramo de cable afectado por la falla se desenergiza al fundirse los limitadores conectados en los extremos del cable.

1.4.- Red en anillo abierto.

Este tipo de red está constituida por cables subtroncales dispuestos en forma de anillo, el anillo se puede alimentar desde una o más fuentes, mediante cables troncales. Dentro del anillo las subestaciones MT-BT, preferentemente se conectan en seccionamiento. Ver Figura 1.3.

Las redes en anillo operan normalmente abiertas en un pun



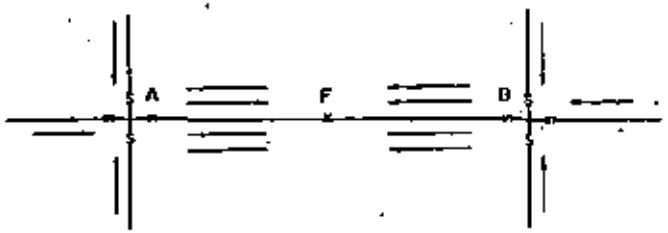


Fig. 1b. - Flujo de corriente o la falla en "F" y fusión de los limitadores en A y B

RED AUTOMATICA LIMITADA

C. L. F. C. | FIG. N°1.2

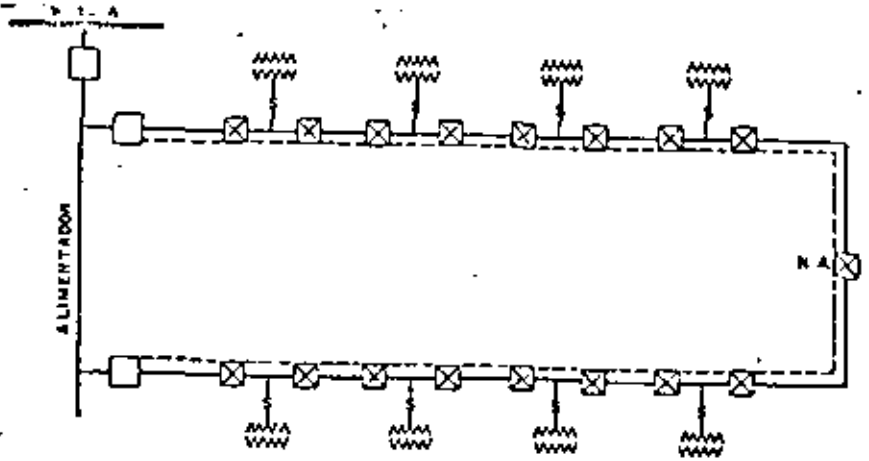


Fig. 2a.- Red en anillo con una fuente de alimentación

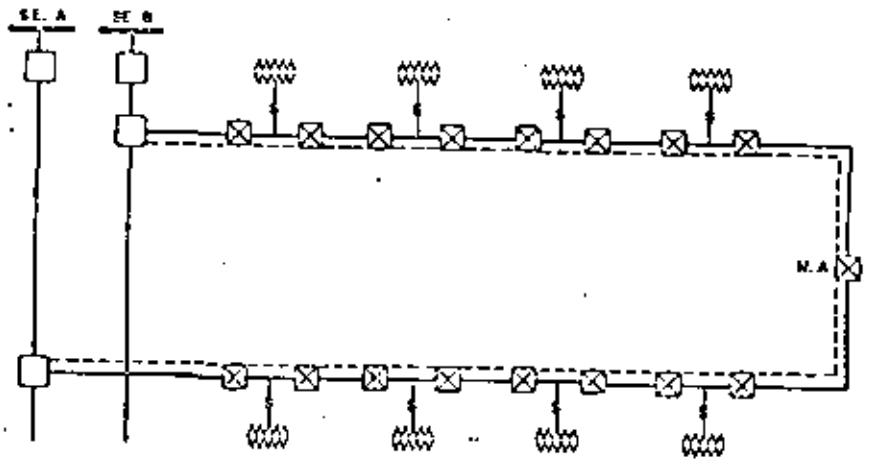


Fig. 2b.- Red en anillo con dos fuentes de alimentación

RED EN ANILLO ABIERTO

C. L. F. C. | FIG. N°1.3

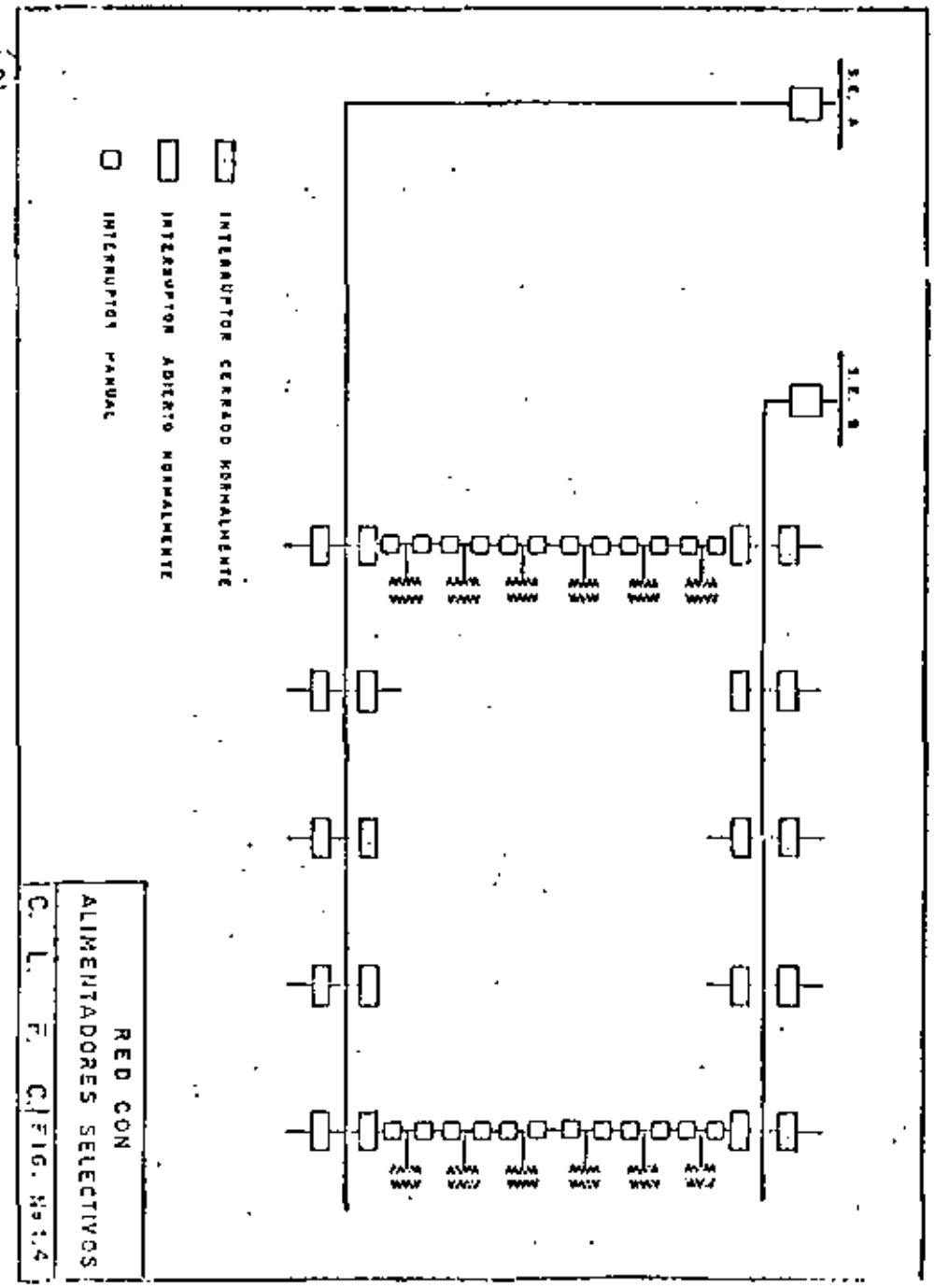
to, que generalmente es el punto medio, razón por la cual se les conoce como redes en anillo abierto. Al ocurrir una falla dentro de un anillo, se secciona el tramo fallado para proceder a la reparación, siguiendo una serie de maniobras con los elementos de desconexión instalados a lo largo de la subtroncal.

Este tipo de red es ampliamente empleado en zonas en las que el aumento de la carga es nulo o muy pequeño, de tal forma que se puede absorber fácilmente con la estructura inicial y no es necesario llevar a cabo trabajos para modificar la estructura de la red. Como ejemplos de estos casos se tiene las electrificaciones a conjuntos habitacionales con servicios bien planeados.

1.5.- Red con alimentadores selectivos.

Esta red se constituye por cables troncales que llegan hasta la zona por alimentar y cables ramales de menor sección, que van de una troncal a otra enlazándolas siguiendo el principio de la doble alimentación. Las subestaciones MT-BT se reparten entre parejas de alimentadores quedando conectadas en seccionamiento. Ver figura 1.4.

La protección de esta red consiste de: interruptores instalados en la subestación de potencia a la salida de cada ali



mentador y cortacircuitos fusible para proteger las subestaciones MT-BT. También es posible dotar de interruptores en los puntos de derivación de las subtroncales, aún cuando su aplicación debe estar respaldada por un estudio técnico-económico que los justifique.

En condiciones normales de operación, las subestaciones MT-BT son alimentadas de las subtroncales con un punto normalmente abierto en la subtroncal. Cuando ocurra una falla en la subtroncal o en la troncal, los dispositivos de seccionamiento permiten efectuar los movimientos de carga, transfiriendo las subestaciones MT/BT al alimentador adyacente.

Esta red se recomienda para zonas donde las construcciones existentes están siendo substituídas por edificaciones que representan fuertes contribuciones de carga y requieren de un alto grado de confiabilidad.

1.6.- Red en derivación doble.

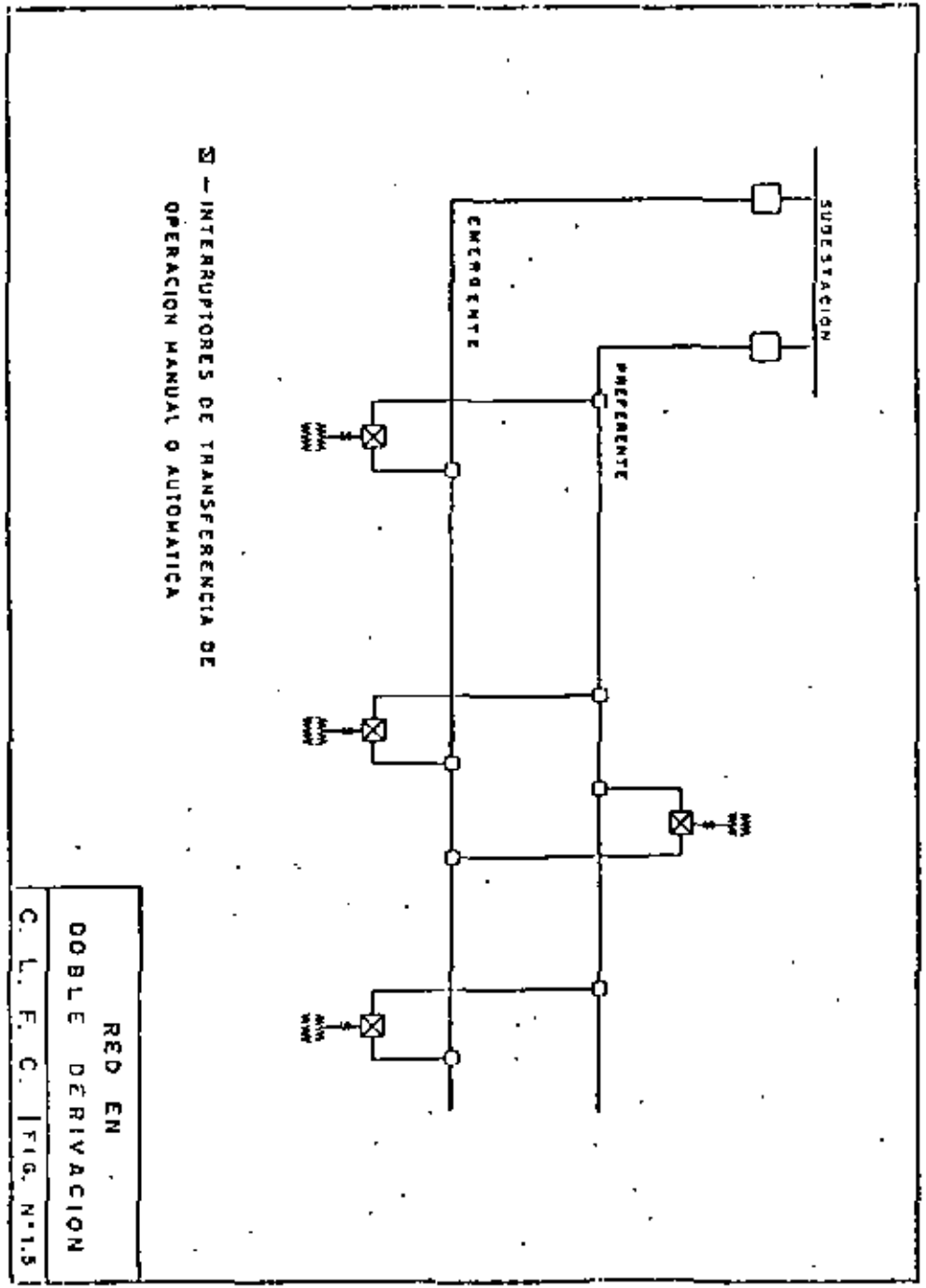
En esta red la disposición de los cables troncales se hace por pares, instalándose en forma paralela a lo largo de la carga. Las troncales son de sección constante y de menor calibre las derivaciones, que en general vienen a constituir las acometidas.

Cada una de las troncales es la encargada de llevar la energía desde una fuente de alimentación hasta los servicios. La alimentación a los servicios se realiza por acometidas dobles las que llegan generalmente a un dispositivo de transferencia automática de donde se deriva la alimentación a las instalaciones del cliente. Ver figura 1.5.

La protección a las troncales se realiza por medio de interruptores localizados en la subestación de potencia al principio de cada alimentador, la protección a los ramales por medio de corta-circuitos fusibles.

La operación se puede efectuar en dos formas diferentes: Primero, haciendo trabajar el circuito emergente sin carga y la segunda es haciéndolo trabajar con la mitad de la carga. La primera tiene la desventaja que mientras un circuito trabaja al mínimo (pues solamente está energizado) el otro está trabajando al máximo de su capacidad, mientras que en la segunda opción los dos circuitos trabajan en iguales condiciones.

Dentro de las normas de diseño que caracterizan a este tipo de redes, se tienen las dos siguientes, que son muy importantes:



1.- El equipo de transferencia debe tener un mecanismo que impida la puesta en paralelo de los dos alimentadores.

2.- Para obtener una mejor confiabilidad de servicio, es conveniente instalar los circuitos en rutas diferentes.

La implantación de esta red se recomienda para zonas turísticas y comerciales de configuración extendida, donde existen grandes concentraciones de carga que tienen necesidad de asegurar una elevada continuidad.

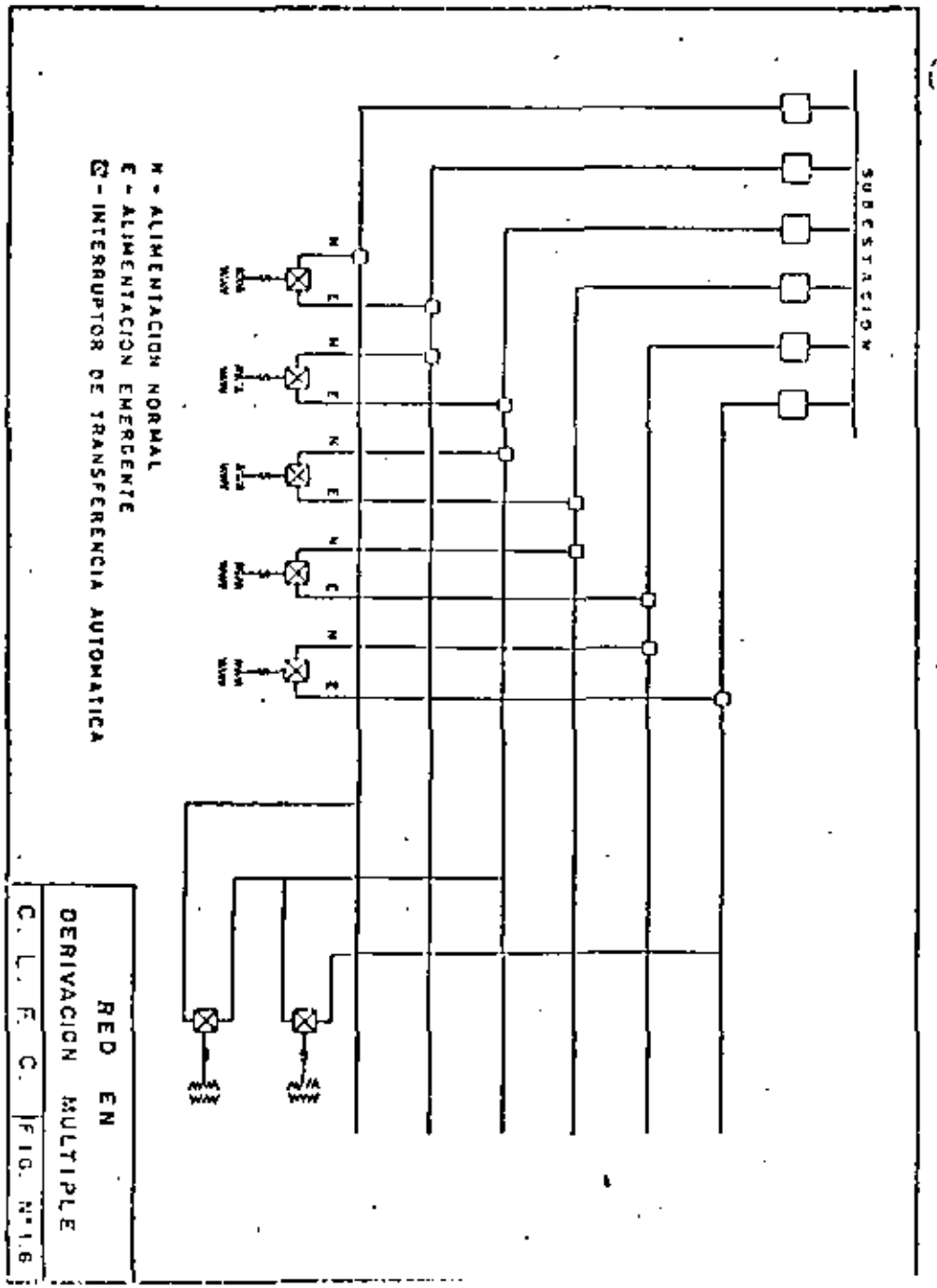
1.7 Red en Derivación Múltiple.

Esta red se constituye por un número determinado de alimentadores que contribuyen simultáneamente a la alimentación de la carga. En realidad estas redes son una extensión de las redes en derivación doble, ya que siguen el mismo principio, solamente que este tipo de red permite alimentar una área mayor, debido al mayor número de alimentadores.

Esta red se debe diseñar dejando un margen de capacidad de reserva en los alimentadores de mediana tensión, de tal manera que al quedar fuera de servicio uno de ellos, la carga se reparte a los restantes, por medio de la transferencia automática. Ver figura 1.6.

Estas redes tienen aplicación en zonas que presentan cargas concentradas muy fuertes, en las que es necesario pro-

porcionar una alta continuidad a los servicios, tienen — además la ventaja que permiten alimentar servicios en mediana tensión y en baja tensión simultáneamente.



2.- ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE.

2.1.- Generalidades.

La alimentación al servicio del cliente, es el punto de conexión entre el sistema de distribución de la Compañía suministradora y la red de distribución del cliente. La manera en que se realiza la alimentación a un cliente, está íntimamente ligada con el tipo de red instalado en la zona, la tensión de alimentación al cliente y la magnitud y tipo de carga solicitada. Todo esto influenciado por el equilibrio que existe entre la inversión necesaria para llevar a cabo estas instalaciones y los beneficios futuros que se tengan, factores que marcan la pauta a seguir para tomar la decisión final.

Uno de los mayores objetivos que se persiguen al dar un servicio, es proporcionar la mayor continuidad de suministro al cliente, esto es función de varios factores:

1.- Confiabilidad del sistema de Potencia y del Sistema de Distribución de la Compañía Suministradora.

2.- Tipo de alimentación al cliente.

3.- Instalaciones de emergencia.

(10)

Razón por la que la continuidad de servicio es el resultado de la planeación que realizan las empresas de suministro de energía y las previsiones que tome el mismo cliente.

En este capítulo se describen las diferentes técnicas que se siguen al proporcionar el suministro de energía eléctrica a los consumidores y las características más sobresalientes a cada una de ellas.

2.2.- Acometida sencilla.

Esta forma de alimentación es la más simple y empleada debido a su sencillez y costo. Se puede realizar en Baja o Mediana Tensión de acuerdo con las necesidades del cliente; la gran mayoría de las acometidas que realizan las Compañías suministradoras, son de este tipo. Cuando las cargas requieren de una mayor continuidad de servicio, es práctica común proporcionar acometida doble al servicio.

2.3.- Acometida doble.

Esta forma de alimentación, generalmente, se proporciona en mediana tensión a aquellos clientes cuyo suministro de energía requieren de un mayor grado de confiabilidad. El tipo de Redes Subterráneas más adecuadas, por su diseño, para proporcionar esta alimentación son las Redes de Derivación Doble y en Derivación Múltiple, en éstas la acome-

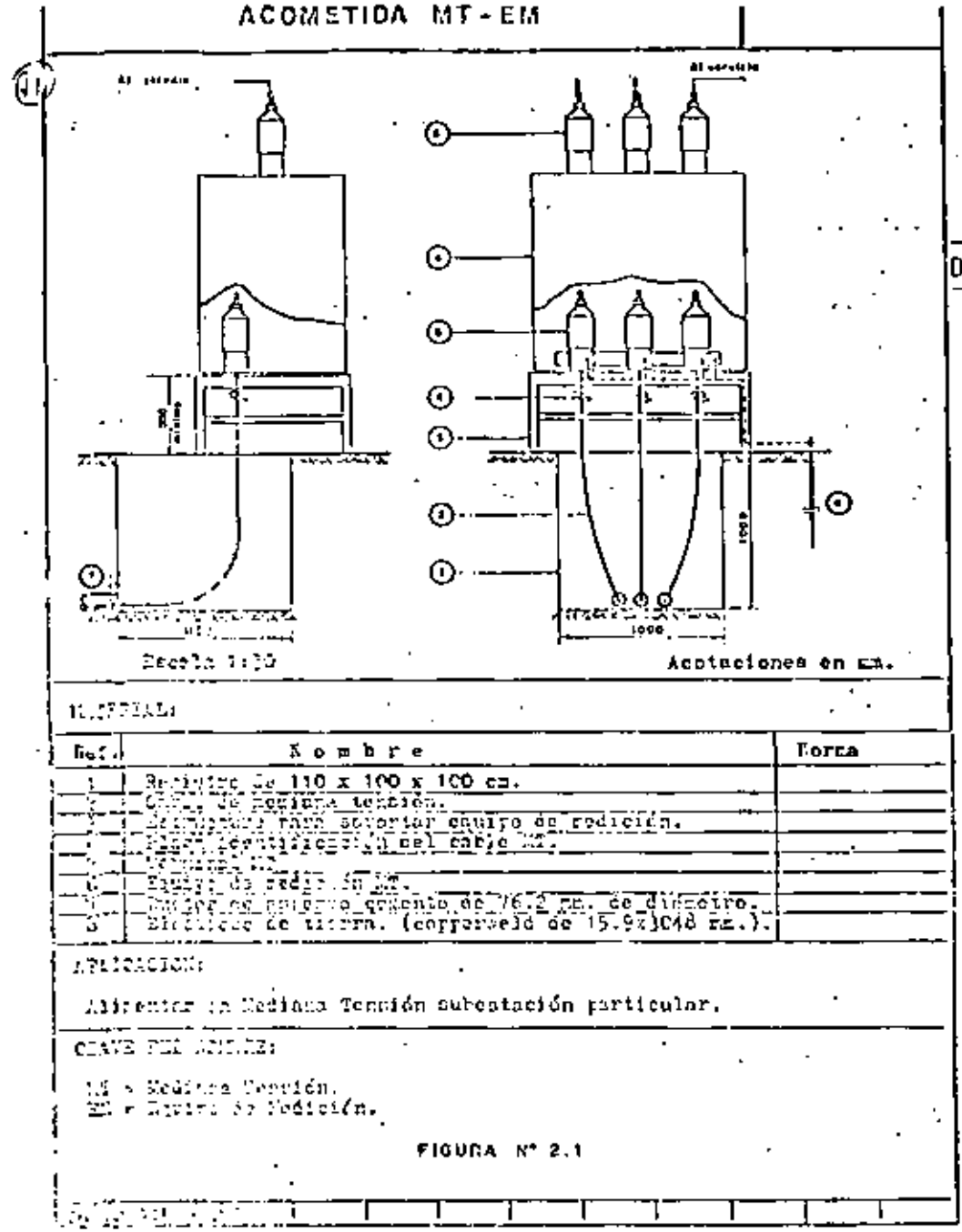
tida converge a un dispositivo de transferencia automática para realizar el cambio de alimentación ante fallos del alimentador preferente. Cuando se trate de Redes Aéreas, la doble acometida se realiza desde dos alimentadores diferentes, en los que los circuitos de la acometida, al igual que en las redes subterráneas, convergen a un interruptor de transferencia automática.

Los interruptores de transferencia automática empleados son los del tipo en aceite, aún cuando actualmente los interruptores en vacío ganan más aceptación por su menor volumen y facilidad de instalación. Esta aceptación se verá más favorecida en la medida que su costo se acerque más a los del tipo en aceite.

2.4.- Medición de energía.

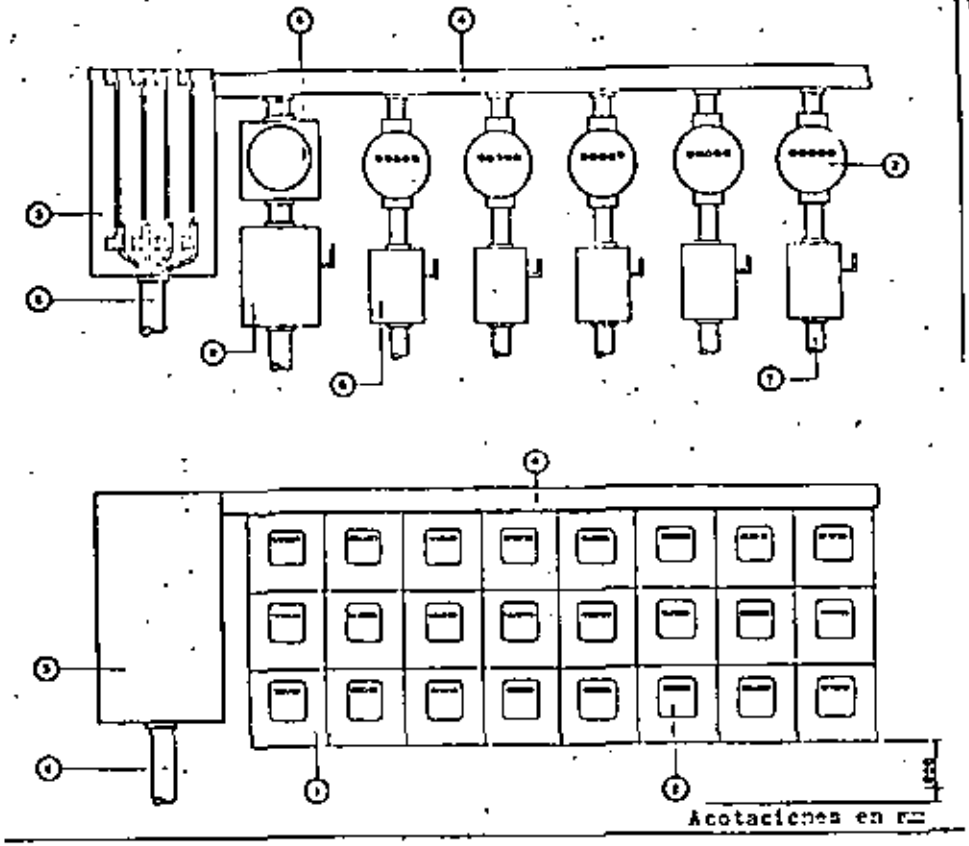
La medición de energía eléctrica es la última operación que realiza la Compañía suministradora del servicio, antes de hacer la entrega de la energía al cliente. Esta se realiza en las instalaciones del cliente y requiere de un espacio para instalar el equipo de medición.

El equipo de medición se puede reducir a un conjunto de watthorímetros o a un equipo diseñado para efectuar mediciones en alta tensión, esto depende de la magnitud de la



CONCENTRACION DE MEDIDORES - 1

1 de 2



MATERIAL: (Ver 2 de 2)

APLICACION:

Medición de servicios concentrados monofásicos y/o trifásicos en zonas de Distribución Residencial o Comercial Subterránea.

CLAVE DEL NOMBRE:

1 = Opción No. 1

FIGURA Nº 2.2

76 10 31

CONCENTRACION DE MEDIDORES - 1

2 de 2

MATERIAL:

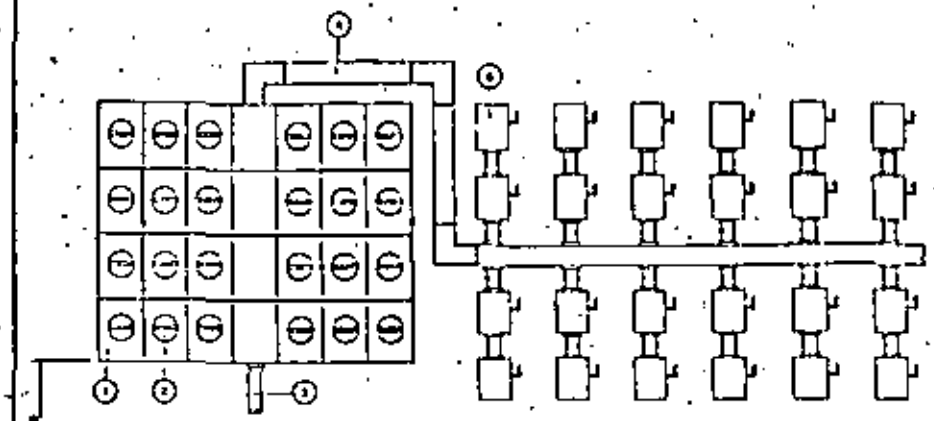
Ref.	Nombre	Norma
1	Base para wattohrímetro.	
2	Wattohrímetro monofásico.	
3	Gabinete conteniendo barras de cobre.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor de fusibles.	
6	Ducto para acometida a la concentración.	
7	Ducto de alimentación al consumidor.	
8	Wattohrímetro polifásico.	
9	Interruptor tripolar.	

FIGURA Nº 2.2

(CONTINUACION)

76 10 31

CONCENTRACION DE MEDIDORES - 2



Acotaciones en cm.

MATERIAL:

Ref.	N o m b r e	Norma
1	Base para Wattohorímetro.	
2	Wattohorímetro monofásico	
3	Ducto para acometida a la concentración.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor con fusibles.	

APLICACION:

Alimentar servicios concentrados, monofásicos y/o trifásicos, en zonas de Distribución Residencial o Comercial Subterránea.

CLAVE DEL NOMBRE:

2 = Opción No. 2.

FIGURA Nº 2.3

carga y de la tensión de entrega de la energía. En las figuras 2.1, 2.2 y 2.3 se muestran ejemplos de acometidas y mediciones a diferentes tipos de servicios.

2.5.- Locales para subestaciones en interior de edificios.

Cuando es necesario instalar una subestación en interior de edificios, el local proporcionado por el cliente debe ser lo suficientemente amplio, de tal forma que la construcción y operación de la subestación se realice sin problemas de espacio, además que las vías de acceso permitan el libre paso de equipo eléctrico, para operaciones de mantenimiento y reemplazo del equipo.

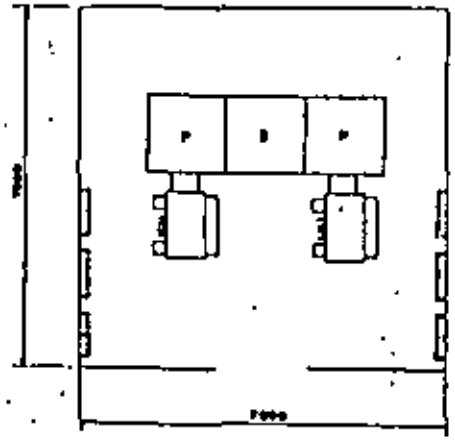
El local debe ser construido con materiales resistentes a incombustibles, exento de humedad y protegido contra filtraciones de líquido, con la ventilación adecuada, siendo necesario que el local sea construido a prueba de explosiones. Los muros del local deben ser de un espesor tal que permita fijar las estructuras y accesorios que soporten el equipo y cables de energía. Las mismas condiciones debe llenar los techos. Por lo que se refiere a los pisos, éstos deben de ser capaces de soportar el peso del equipo eléctrico. Estas y otras consideraciones se deben de tomar en cuenta al proyectar las subestaciones en interior de edificios.

En las figuras 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 se muestran el-

SEI-RAD 23 BT- 2x750 S2P

NORMAS L y F

DISTRIBUCION DE EQUIPO



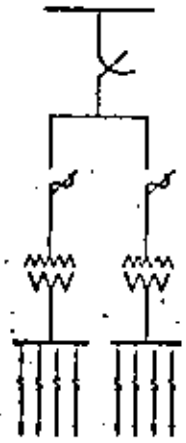
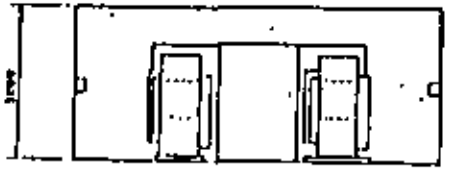


DIAGRAMA UNIFILAR



Esc. 1:100

Acotaciones en mm.

APLICACION: En el interior de edificios, localizados en zonas de red aérea o subterránea de tipo radial, con derivación simple a seccionador y protecciones individuales en gabinete, para transformadores sin seccionadores acoplados, alimentará servicios en B.T. del propio edificio y exteriores.

FIGURA 2.4

SEI-RAD-23 BT-1x750 TRANSFE

NORMAS L y F

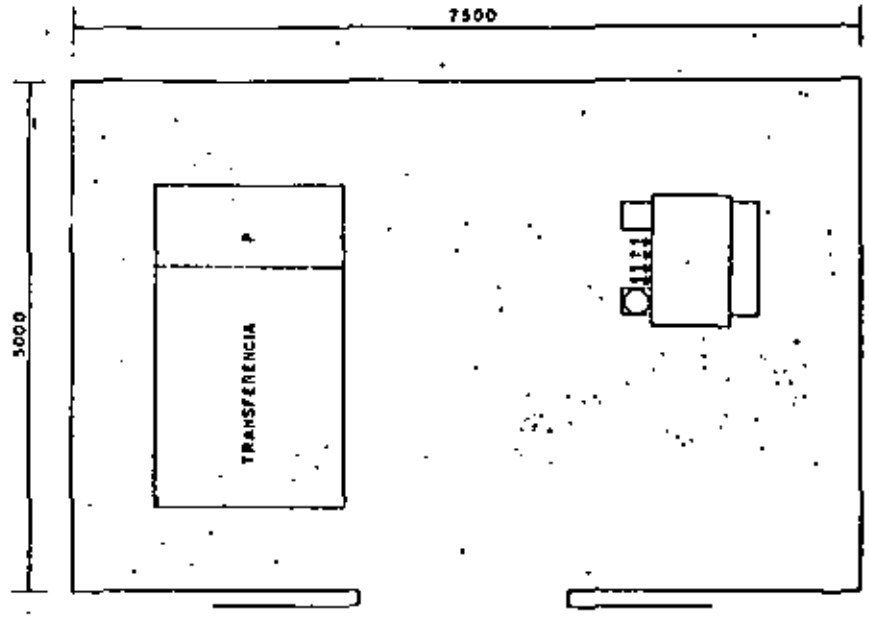


DIAGRAMA UNIFILAR

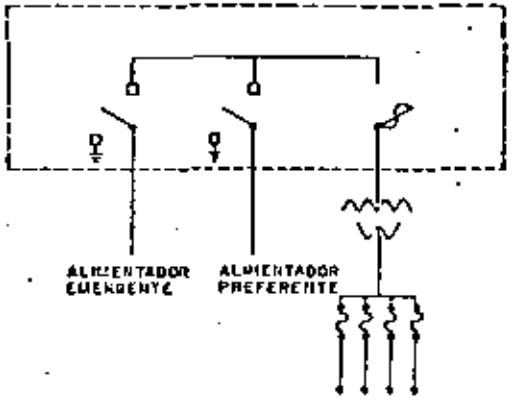


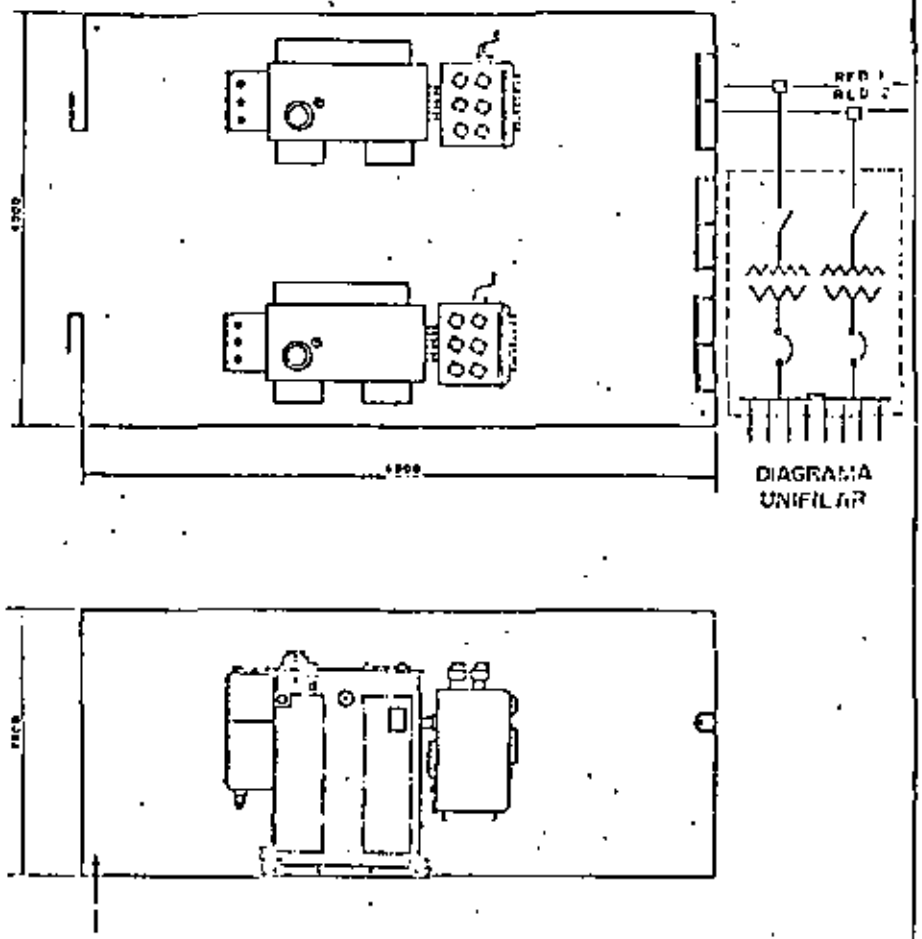
FIGURA 2.5

SEI-AUT-25BT 2x500, 2x750-A

NORMAS LyF

1 DE 2

DISTRIBUCION DE EQUIPO



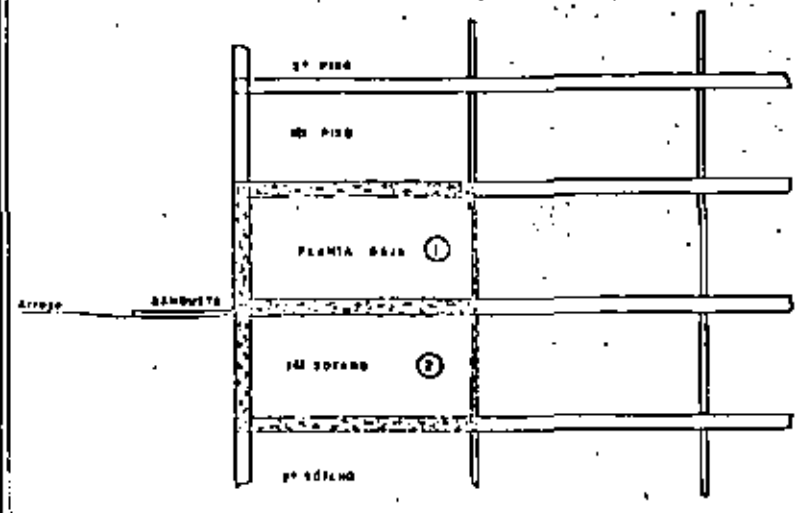
Esc 1:20

Acotaciones en mm

APLICACION: En el interior de edificios, localizados en zonas de red subterranea automática, en derivación simple a transformadores con seccionador y protector acoplados, permite alimentar servicios en B.T. del propio edificio y exteriores.

FIGURA 2.6

UBICACION DEL LOCAL DE LA SUBESTACION DENTRO DEL EDIFICIO

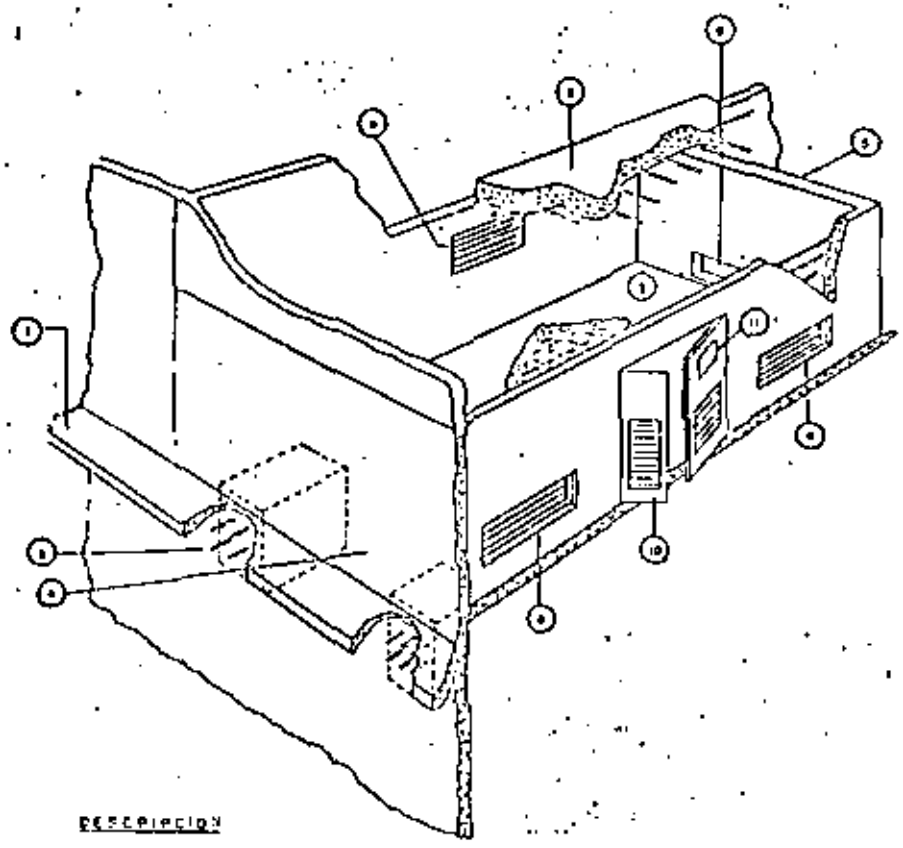


1.- ALTERNATIVA 1, LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

2.- ALTERNATIVA 2 LOCALIZACION EN EL 1er SOTANO DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

FIGURA 2.7

ALTERNATIVA 1 LOCAL EN INTERIOR

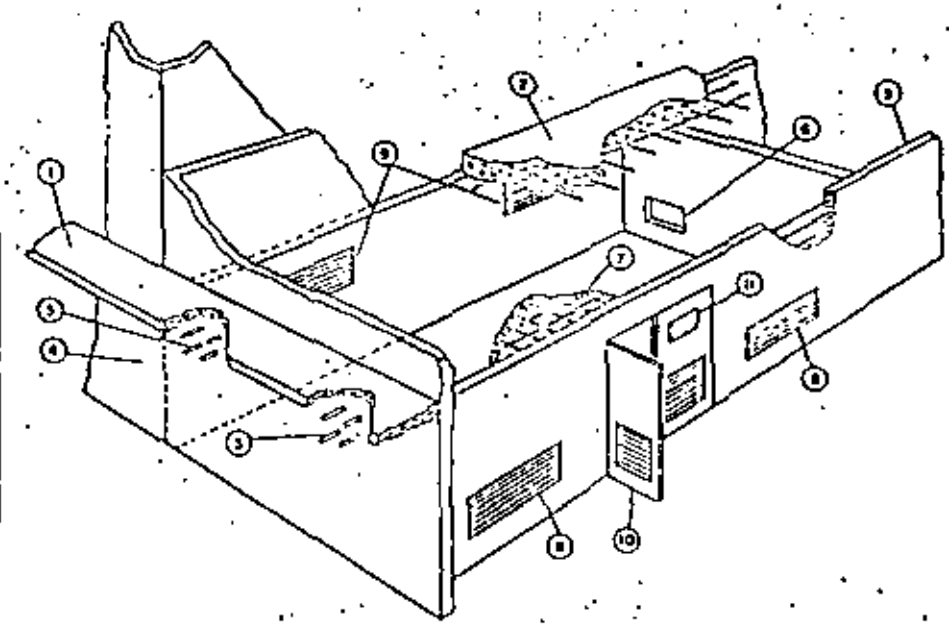


DESCRIPCION

1 BANQUETA
2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
3 DUCTOS
4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
6 VENTANA DE PASO
7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
8 VENTANA INFERIOR
9 VENTANA SUPERIOR
10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
11 PLACA CON LEYENDA (POLIGRO L.F.C.)

FIGURA 2.8

ALTERNATIVA 2 LOCAL EN INTERIOR



DESCRIPCION

1 BANQUETA
2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
3 DUCTOS
4 LOSA DEL PARAMENTO EXTERIOR
5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
6 VENTANA DE PASO
7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
8 VENTANA INFERIOR
9 VENTANA SUPERIOR
10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
11 PLACA CON LEYENDA (POLIGRO L.F.C.)

FIGURA 2.9

gunos locales normalizados de acuerdo con diferentes dis-

ños de las subestaciones en interior.

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS

a) Subestaciones Receptoras
b) Subestaciones Derivadas

ING. NOE ARMAS MORALES

DICIEMBRE, 1982

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 pr p Deleg. Cuauhtemoc 06000 M , D.F. Tel.: 521-40-20 Apdo. Postal M-2285

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 electrico.

Un conjunto de equipo eléctrico es lo que se conoce con el nombre de "SUBESTACION ELECTRICA".

DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUBESTACIONES.

Como se ha visto con anterioridad una subestación eléctrica no es mas que una de las partes que intervienen en el proceso de generación - consumo de energía eléctrica por lo cual podemos dar la siguiente definición.

DEFINICION.

Una subestación eléctrica no es mas que un conjunto de elementos o dispositivos que nospermiten cambiar las carácteristicas de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc), tipo C.A. a -- C.C.,o bien conservarla dentro de ciertas carácteristicas.

RELACION ENTRE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS, LINEAS DE TRANSMISION Y CENTRALES GENERADORAS.

Los voltajes de generación en las Centrales Generadoras por razones técnicas (aislamiento, enfriamento, etc) son relativamente bajos en relación a los voltajes de transmisión, por lo que si la - energía electrica se va a transportar a grandes distancias estos voltajes de generación resultarian antieconomicos debido a la gran --

Caida de voltajes que se tendria, de aqui se presenta la necesidad de transmitir la energia eléctrica a voltajes mas elevados que resulten mas economicas.- Por ejemplo si se va a transmitir energia eléctrica de una central generadora a un centro de consumo que esta situado a 1000 Km. de distancia será necesario elevar el voltaje de generación que supondremos de 13.8 Kv. a otra de transmisión mas conveniente que supondremos de 110 kv. como se ilustra en la -- fig. 1.

Para poder elevar el voltaje de generación de 13.8 kv. al de - transmisión de 110 kv. se hace necesario el empleo de una S.E. "A".

Suponiendo que la caida de voltaje en la linea de transmisión fuera cero volts tendriamos 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 aqui 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, lineas de -- transmisión y centrales generadoras.

FIGURA Nº 1

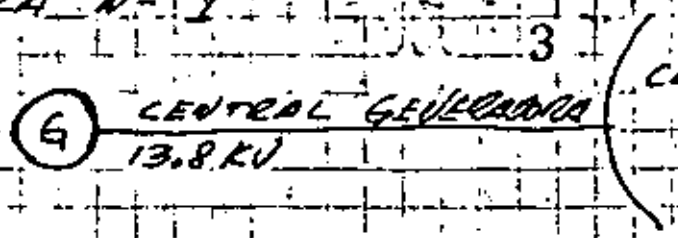


FIGURA Nº 2

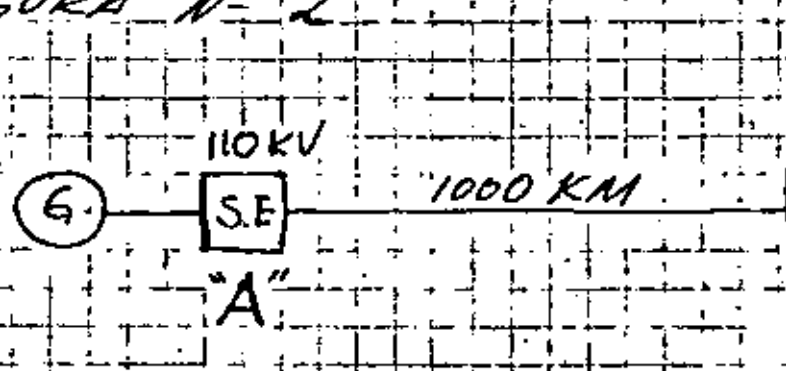
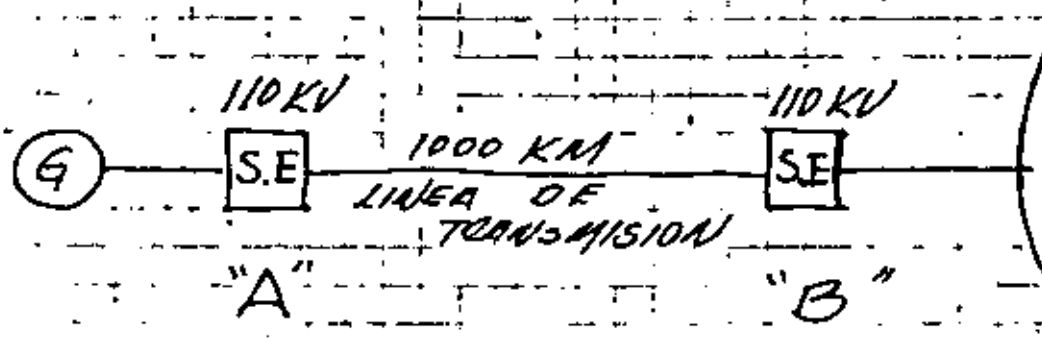


FIGURA Nº 3



CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS.

Es dficil hacer una clasificación precisa de las subestaciones eléctricas pero de lo anteriormente estudiado, podemos hacer la siguiente clasificación.

a) POR SU OPERACION. 1.- De corriente alterna
2.- De corriente continua

b) POR SU SERVICIO. 1.- Primarias: Elevadores
Receptoras Reductoras
De enlace o distribución
De Swtcheo
Convertidoras o Rectificadoras.

2.- Secundarias: Receptoras: Reductoras
Elevadoras
Distribuidoras
De enlace
Convertidoras o Rectificadoras.

c) POR SU CONSTRUCCION. 1.- Tipo Intemperie
2.- Tipo Interior
3.- Tipo Blindado.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios.

ELEMENTOS PRINCIPALES.

1.- Transformador.

2.- Interruptor de Potencia

3.- Restaurador

4.- Cuchillas fusible

5.- Cuchillas Desconectadores 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 Tierra

En nuestro caso hablaremos sobre las subestaciones usadas principalmente en las instalaciones para los edificios.

Subestaciones compactas, para servicio interior o intemperie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la alta tensión que las compañías suministradoras de energía (C.F.E. y/o Cía de Luz) proporcionan a un precio más barato, a tensiones usuales en la industria, las instituciones o el comercio.

Antiguamente las subestaciones eran un dispositivo molesto, bromoso, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y generalmente al usuario le repugnaban. Actualmente se usan las subestaciones unitarias, que son compactas, no presentan peligro, son faciles 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 conkunto. 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 metalicos 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 seccion, cuando se compra energia a la C.F.E. y/o Cía de Luz, se hace la medición del consumo.

VERIFICACION DE MEDIDORES.- SECCION DE VERIFICACION.- Es la seccion que sirve para comprobar el buen funcionamiento de los medidores de la cia. suministradora. Esta sección anteriormente, a la mexicanización de las compañías era obligatoria, por pedirlo asi la Dirección General de Electricidad ( ). En la actualidad se hace como en otro paises 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 perdidas en los transformadores. Por las razones expuestas, ahora se hace la comprobacion de medidores solmanete a solicitud del usuario, asi 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 in errumpa el servicio unos 20 ó 30 minutos. Con la sección 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 suprimirse esta cuchilla tripolar operacion en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual suprimirla, pero cuando se deseaba darle mantenimiento al resto de la subestación nos encontrabamos con el pronlema de estar solicitando libranzas a las compañias suministradoras; y al suprimirla estabamos violando infrantemente el reglamento .

INTERRUPTORES.- Esta sección tiene por objeto que el ususario pueda interrumpir en un momento dado, ya sea manualmente o automaticamente la totalidad del servicio eléctrico. La interrupción puede ser voluntaria para ampliaciones, reparaciones o en accidentes, o bien, puede ser automatica por sobre cargas o cortos circuitos que pueden ser dañoso 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 ponene 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 LIBRES.- Estos son gabinetes vacios o que en algunas ocaciones se dejan instaldas las barras alimentadoras. Se usan, cuando

dos o más transformadores grandes se montan atras de los gabinetes y hay que ampliar los espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algun otro equipo que en el futuro se desee montar.

Si los transformadores se montan en el mismo eje de la subestación, el arreglo entre las celdas de interrupción con su transformador , a la otra celda de interrupción con su transformador se hace por medio de ductos horizontales.

TRANSFORMADORES.- Como su nombre lo indica es la seccion donde se convierte la energia 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 vol Los transformadores tienen bovinas que son aisladas y enfriadas por el aceite contenido en un tanque provisto de radiadores. Son trifasicos, conexion en alta tension 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 compañias 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 maxima de 40°C.

El enfriamiento es más efectivo en regiones con presiones barométricas altas. Los transformadores normalizados esta diseñados para regiones de 1000 metros sobre el nivel del mar (1000 M.S.N.M.) Esto naturalmente no quiere decir que no funcioenen bien en otros lugares, sino hay que tomar un punto de referencia estandarizado, ya que seria imposible diseñar transformadores para cada lugar de la tierra con diferentes temperaturas y presiones barometricas. 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 caracteristicas diferentes de las normales anteriormente indicadas, pero resultan mucho más caros y con frecuencia las alteraciones o innovaciones son inutiles.

CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES COMPACTAS NORMALIZADAS

Las subestaciones compactas normalizadas, de una manera general, se fabrican con las siguientes caracteristicas:

INTERIOR.- Para ser montadas en el interior de un edificio, bajo cubierta sin que se vean afectadas por la lluvia, la humedad o cualesquiera otros agentes fisicos que la perjudiquen. Se fabrica como lámina de 2.1 mm. (1/16'') de espesor.

ESTERIOR (O INTEMPERIE).- Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuesta a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con lámina más gruesa, de 3

3.2 mm. (1/8''), con techos inclinados, puertas cone 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 caracter privado.

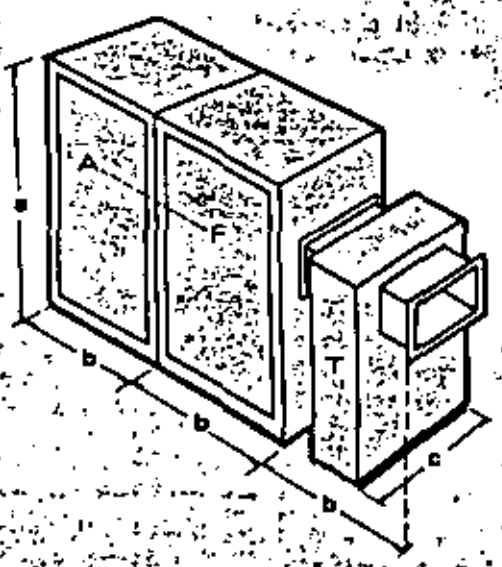
CAPACIDADES: Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de una manera normal, son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciéndola de capacidad mayor con el equipo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

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

COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cía. de Luz.	Apartarrayos Mufa Pasamuros.	A
VERIFICACION DE MEDIDORES.	Para poder comprobar, a solicitud del Cliente, los Medidores sin interrumpir el servicio.	Aparatos de Medición. Transformadores de Potencial y Corriente.	B
INTERRUPTOR.	Interruptor en Aire, apertura con carga, fusibles de A.C.I., Operación manual.	Interruptor en Aceite. Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectador en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillas desconectadoras, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (ACI). 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	E
Operación por relevador	R
DESCONECTADOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.	
MEDICIONES	
Equipo de Medición de la Cia. de Luz	M
Wattmetro	WM
Watthorimetro (Medidor)	WHM

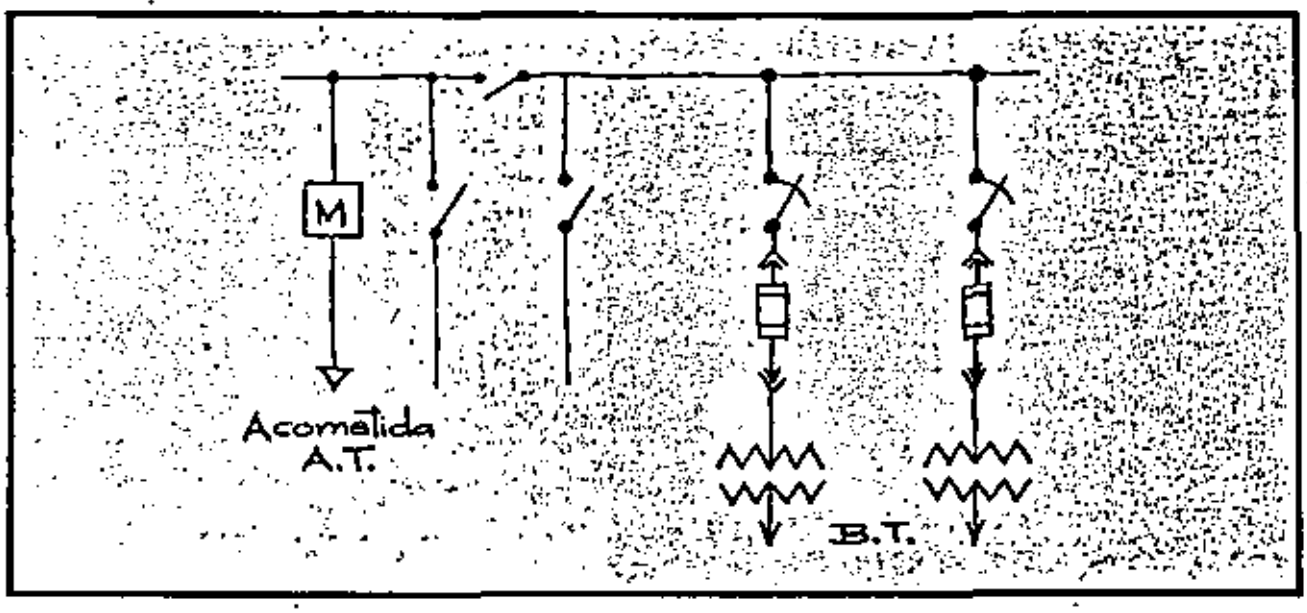
Ampérmetro	AM
Vóltmetro	VM
Transformador de Corriente (El número indica la cantidad de transformadores)	2
Transformador de Potencial (El número indica la cantidad de transformadores)	2
Conmutador.	Cm
TRANSFORMACION.	
Transformador de Distribución o de Potencia. (Los números indican sus principales características)	500 KVA 13.2 KV 440 V 60 Hz

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

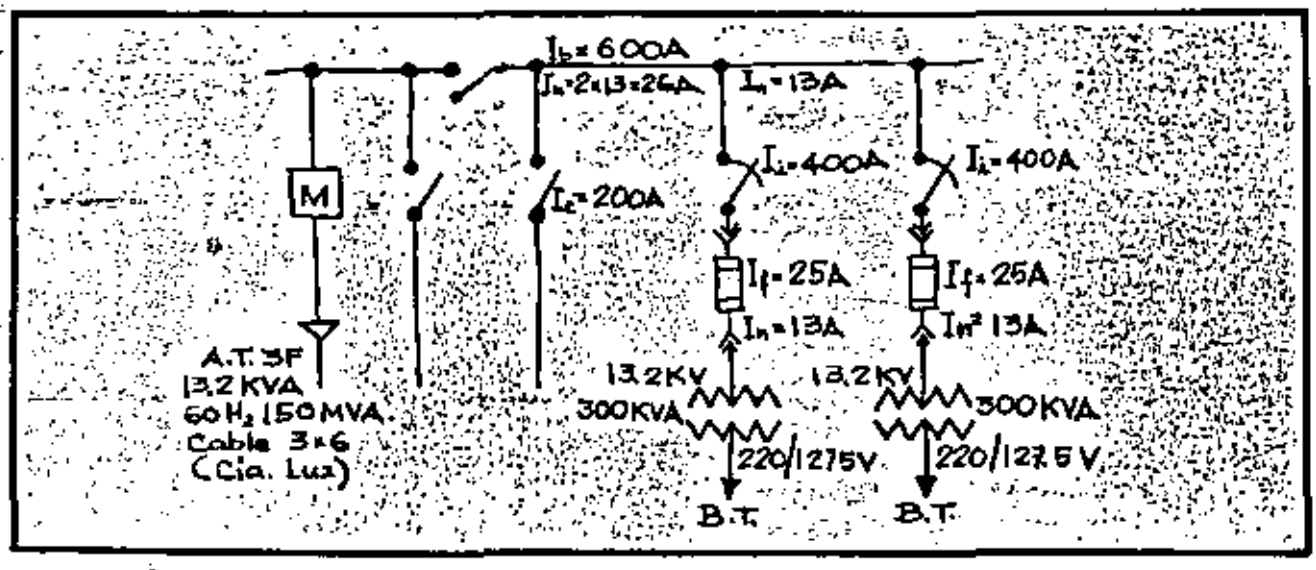
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6	5	150	10	
	13.2	2	150	6	
	23	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23	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
	13.2	33	150	63	
	23	19	1000	40	
1000	6	96	150	160	600
	13.2	44	150	100	
	23	25	1000	63	

4.—COMO DISEÑAR UNA SUBESTACION UNITARIA.

1º—Haga un diagrama unifilar sencillo de la subestación tal como la tenga pensada.



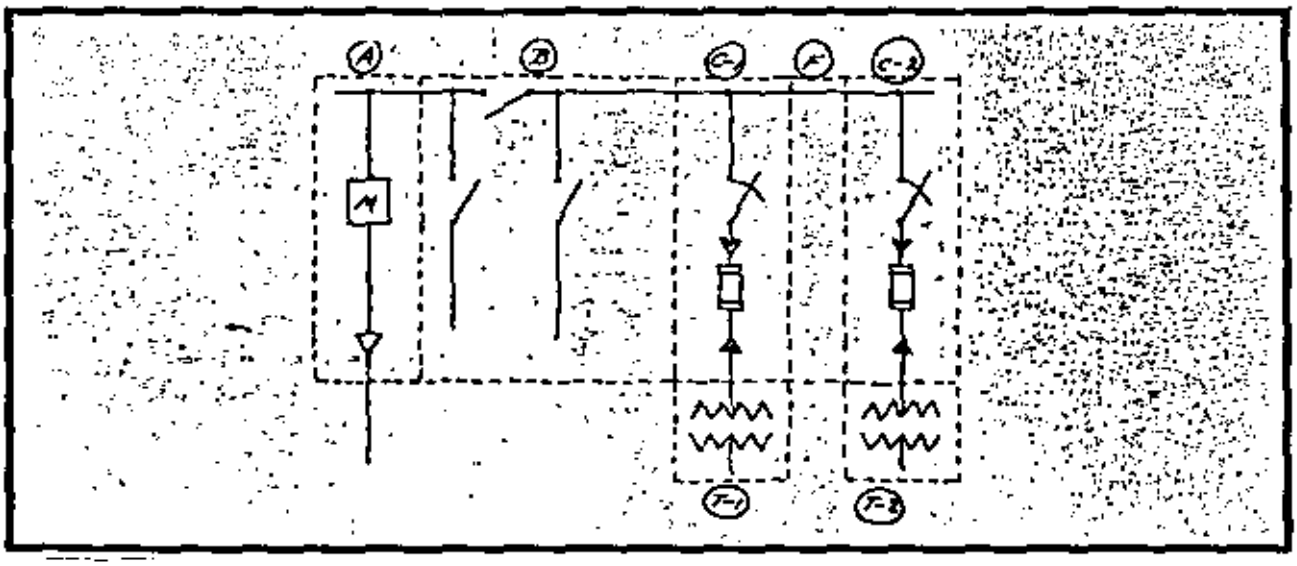
2º—Ponga en el diagrama los datos de suministro de la Cia de Luz y los valores normales del equipo (Ver Tabla No. 3).



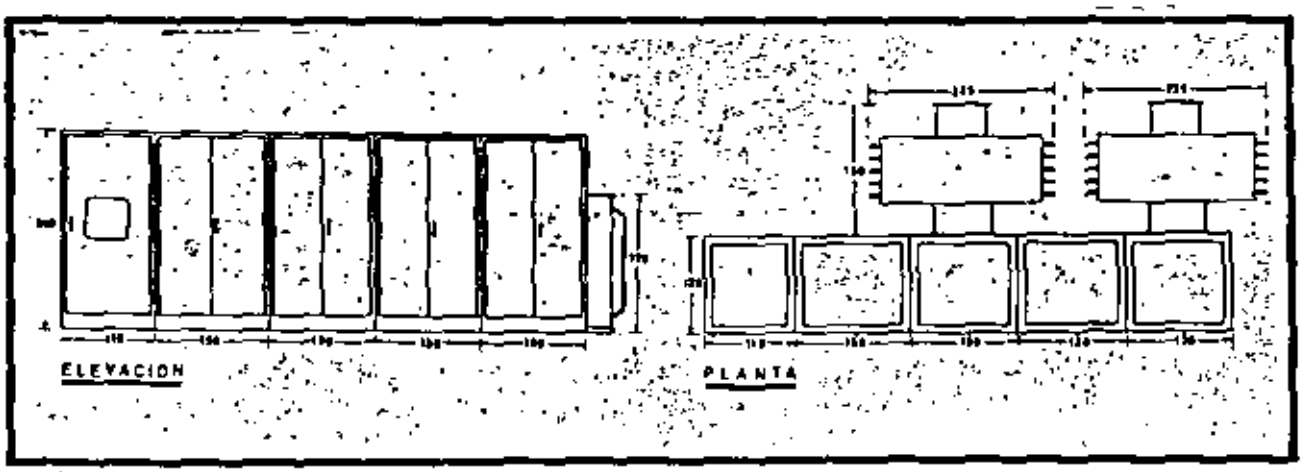
La capacidad de las cuchillas, de las barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos mecánicos no serán perjudiciales en caso de cortos circuitos. La capacidad 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, encerrando 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.

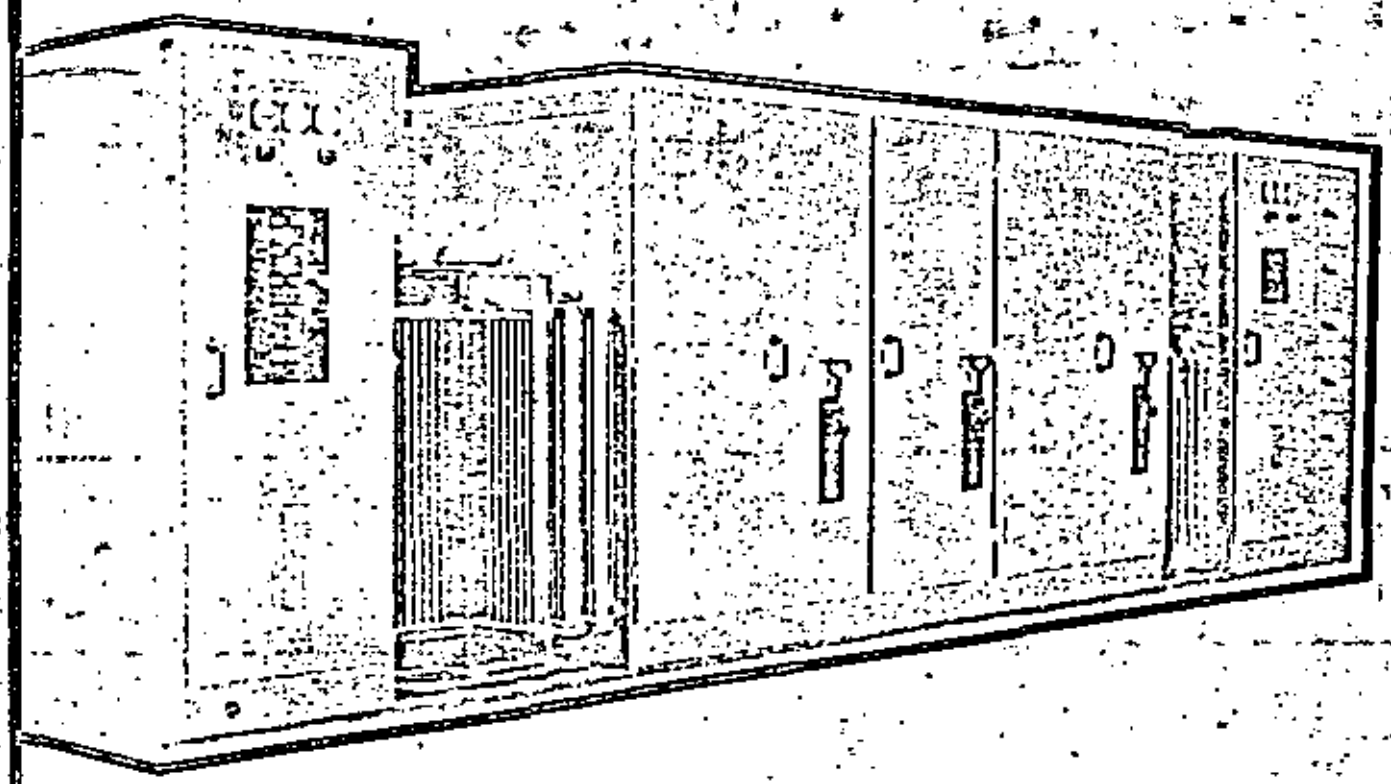


4°—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la Tabla No. 2.



5°—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinados 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 a la intemperie, cuando la Cía. de Luz no los pone en su poste de acometida. En la tabla No. 1, está el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instalan. Cuando se instalan instrumentos de medición en la sección de Verificación de Medidores, lo normal es que ya no se pongan los cuchillas de prueba.

20



DOS MANERAS MAS BARATAS DE OBTENER ENERGIA ELECTRICA MAS BARATA EN SU INDUSTRIA O EN SU EDIFICIO.

I.- Las compañías suministradoras tienen dos tarifas: una a baja tensión; tarifa no. 2 Servicio general hasta 40 kw. de carga conectada o la tarifa no. 3 Para servicio general para más de 40 kw. de carga conectada.

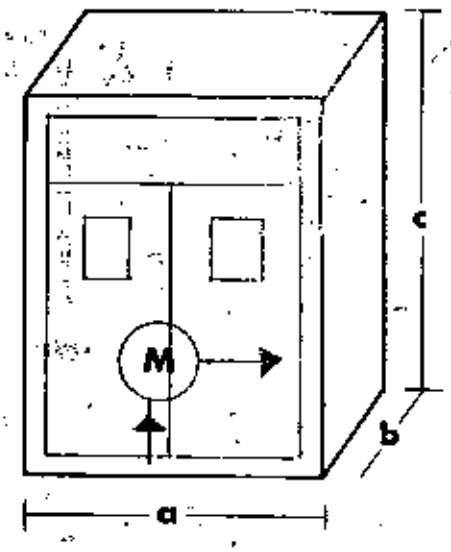
Y la otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 8 hasta 4500 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 66 kv. o superiores.

II.- Manteniendo en sus instalaciones un factor de potencia igual o mayor de 85%.

Si este factor que mide mensualmente la compañía suministradora es menor, le cobrara al ususario 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 varía según las zonas del país (I, II, III) y la tarifa que se aplique al servicio.

SECCION I-MEDICION.-



GABINETE .-

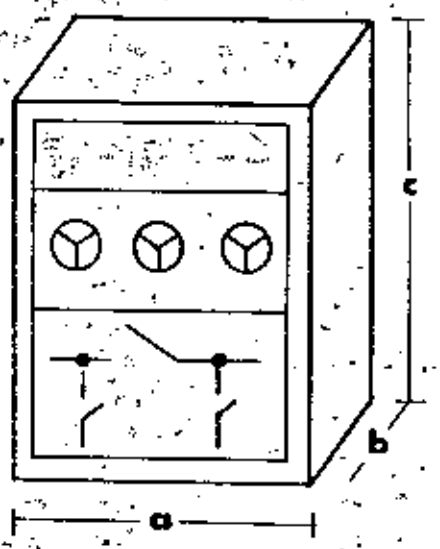
Esta sección denominada MEDICION, está destinada a alojar el equipo de medición en alta tensión de la compañía suministradora de energía eléctrica. Esta sección es la que recibe la acometida y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominandolas IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de ésta sección ó viceversa en el segundo caso.

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

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.-

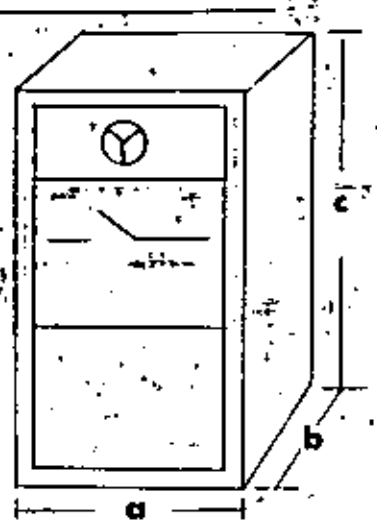
Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas de su equipo de medición sin tener necesidad de interrumpir el servicio al usuario.

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

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.-

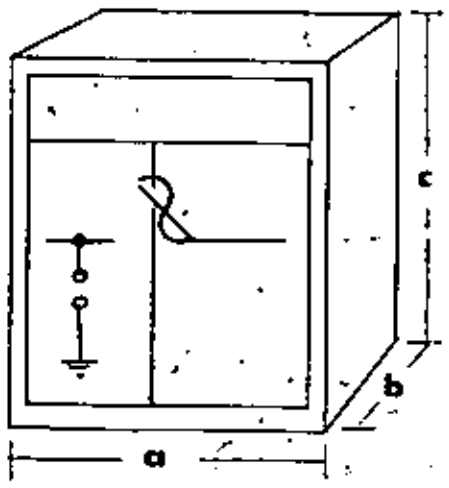
Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero necesariamente con la interrupción del servicio.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	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.

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

Tres apartarrayos tipo autoválvula
Un Seccionador en aire baja carga, tripolar operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva con mecanismo de disparo en los tres polos automaticamente al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca SIEMENS, tipo 4251.

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 apartarrayos tipo autoválvula
Un seccionador en aire bajo carga, tipo autoneumático, tripolar de operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva, con mecanismo de disparo automático en los tres polos al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca DELLE, tipo RFS ó similar.

SECCION III-M. INTERRUPTOR

GABINETE.-

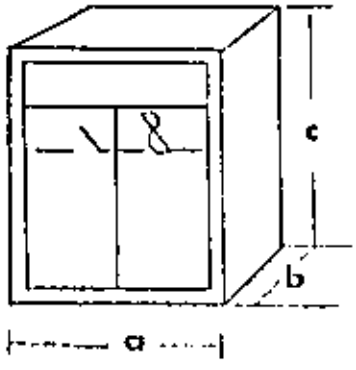
Esta sección es similar a la anterior variando unicamente en el equipo de protección el cual UNICAMENTE se puede ofrecer para las subestaciones en 25 KV, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

EQUIPO.-

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

Tres apartarrayos tipo autoválvula
Un interruptor en volumen reducido de aceite montaje fijo, marca MECSA, fabricado bajo licencia de MAGRINI M.S.M., tipo 20MC/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	240
34.5	200	280	200

EQUIPO.-

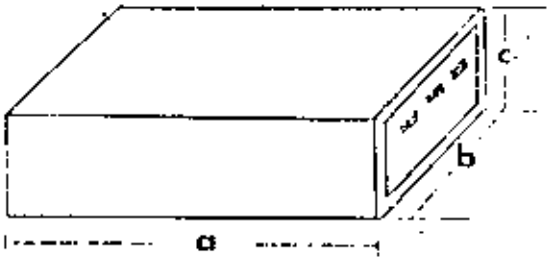
Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Un juego de cuchillas tripolares, de operación en grupo sin carga

Tres bases portafusibles, unipolares, con sus respectivos fusibles de alta capacidad interruptiva.

(Fusible mayor de 50 A.M.P. consultar a M.S.C.S.A.)

SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO



KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	65	45
25	X	100	50
34.5	X	160	100

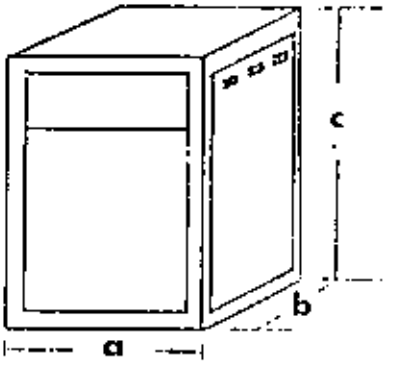
GABINETE.-

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.

SECCION V-P.- ELECTRODUCTO DE PISO



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

GABINETE.-

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

EQUIPO.-

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

COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca MECSA, estan formadas por la combinación de las secciones descritas anteriormente de acuerdo con las necesidades particulares de cada cliente.

Con objeto de poder identificar las subestaciones de acuerdo con las combinaciones más usuales de las secciones, se han establecido nomenclaturas formadas también por una combinación de digitos y letras en la siguiente forma:

(1) Los primeros digitos indican el voltaje nominal de operación de la subestación por la cual unicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5

(2) La siguiente letra nos indica el sentido de la subestación, según vayan aumentando las secciones a partir de la acometida, ya sea hacia la izquierda ó hacia la derecha, por lo cual ésta letra 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 subestación.

(4) La siguiente letra nos indica si la subestación es NORMAL o ESPECIAL, de MEDICION, VERIFICACION e INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constituida por cualquier otra combinación, por lo que ésta letra unicamente puede ser N ó E

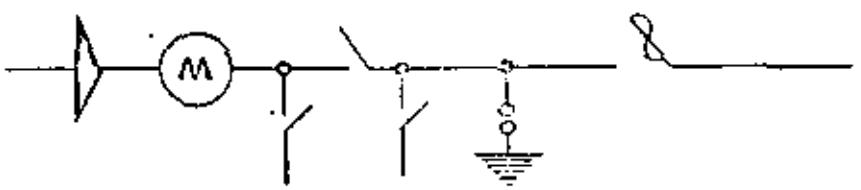


DIAGRAMA UNIFILAR

(5) Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestación, 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 subestación normal para 25 KV, con 3 secciones, con servicio derecho para servicio exterior:

25	D	3	N	SE
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

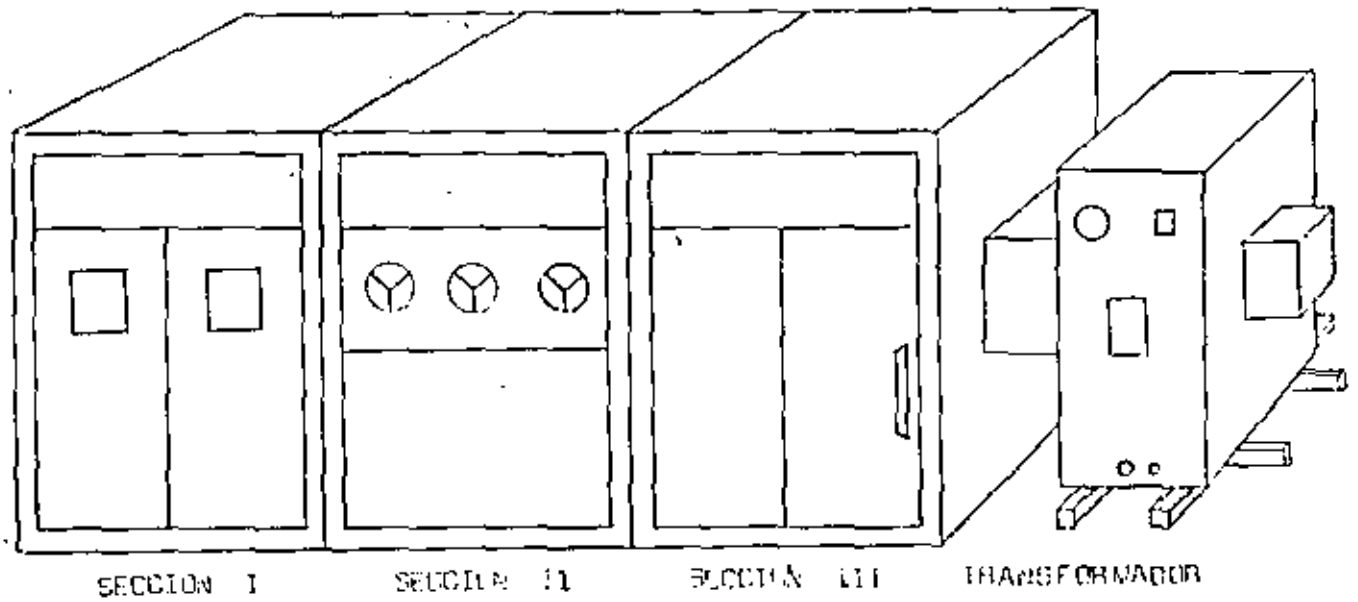
TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES Y RELEVADORES

	SECCIONADOR CON FUSIBLES SIEMENS				RUPTO FUSIBLES MARCA "DELLE"						INTERRUPTOR "MECSA".	
POTENCIA NOMINAL SUB-EST.	TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV.	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	TENSION DE SERVICIO 13.2 KV CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	TENSION DE SERVICIO 20.23 KV
K.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S	AMP-RELE	AMP-RELE
100	16	1000	16	1000	10/14	10	500	6.3/10	63	1000	5/10	5/10
125	25	1000	25	1000	16/22.4	16	500	10/13	10	1000	5/10	5/10
150	25	1000	25	1000	16/19.2	16	500	16/25.6	16	1000	5/10	5/10
200	25	1000	25	1000	16/25.6	16	500	16/25.6	16	1000	10/20	5/10
250	25	1000	25	1000	20/25	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
300	40	1000	25	1000	20/25	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
400	40	1000	25	1000	25/37.5	25	500	20/26	20	1000	20/40	10/20
500	40	1000	40	1000	32/44.8	32	500	20/32	20	1000	20/40	10/20
600	63	1000	40	1000	32/44.8	32	500	25/40	25	1000	20/40	20/40
750	63	1000	63	1000	40/56	40	500	32/51.2	32	1000	40/80	20/40
1000	100	1000	63	1000	63/88.2	63	500	40/64	40	1000	40/80	20/40
1250	100	1000	63	1000	80/112	80	500	50/65	50	1000	40/80	40/80
1500	160	1000	100	1000	100/150	100	500	63/100.8	63	1000	80/160	40/80

NOTAS:

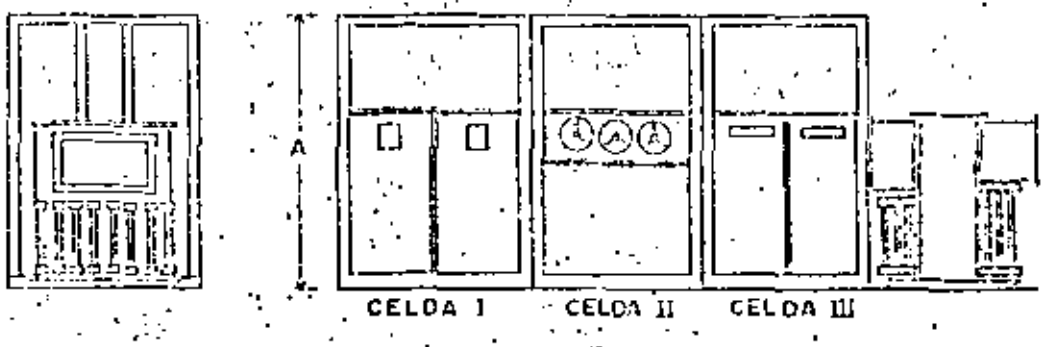
1.- El seccionador SIEMENS no lleva relevadores de sobrecorriente primarios, solo tres fusibles con C.I.S., de 1000 MVA
2.- El portafusible DELLE lleva tres relevadores primarios de sobrecorriente y tres fusibles con C.I.S., de 500 MVA ó 1000 MVA
3.- El interruptor en bajo volúmen de aceite MECSA, lleva dos ó tres relevadores primarios de sobrecorriente, no necesita fusibles, ya que no los requiere para su operación, se surte con una bobina de apertura a control remoto ó una bobina de apertura por bajo voltaje a tensiones 127/220/254/440 volts.
También se puede surtir totalmente automático (consultar precio) 2000/750 MVA simétricos, 800 Amps.nominales

C.I.S. - Capacidad interruptiva Simétrica
Interruptor "MECSA" Interruptor en bajo volúmen de aceite tipo 2000/750 MVA simétricos, 500 Amps. nominales.


SECCION I
SECCION II
SECCION III
TRANSFORMADOR

SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1980 HOJA 7 DE 20

C A B I N E T E S



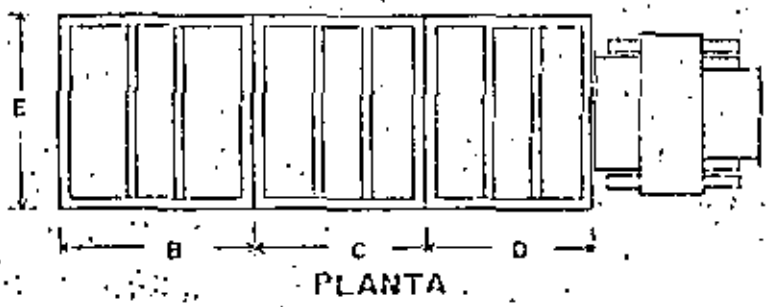
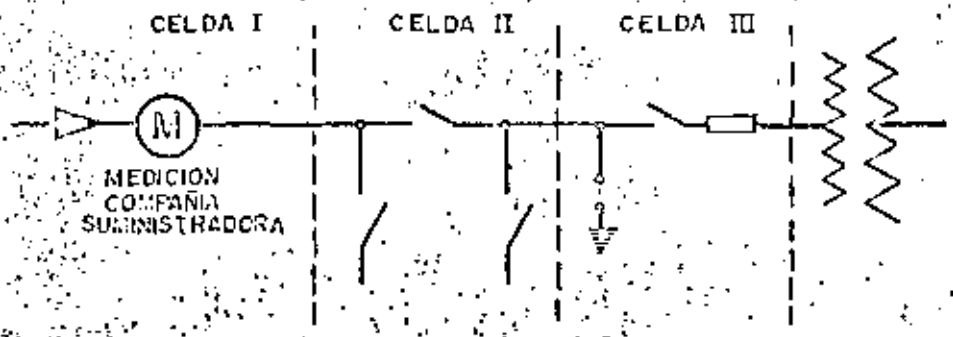


DIAGRAMA UNIFILAR



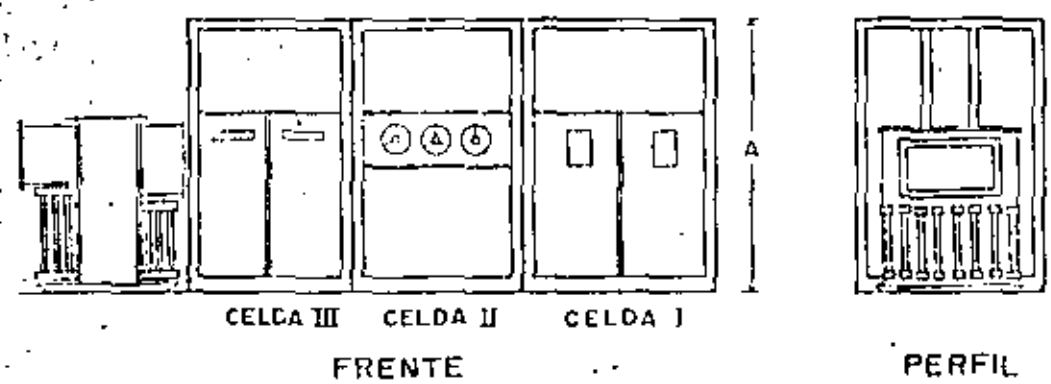
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 Y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
	HOJA 8 DE 26

30

G A B I N E T E S



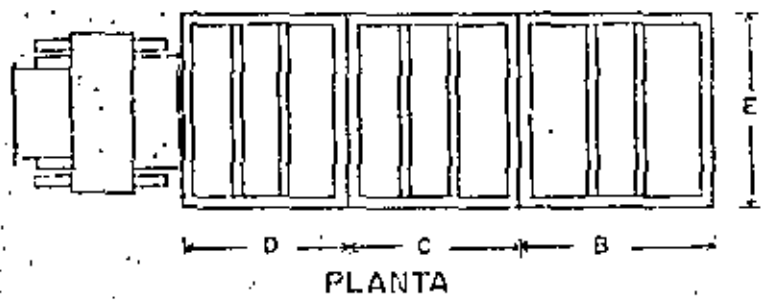
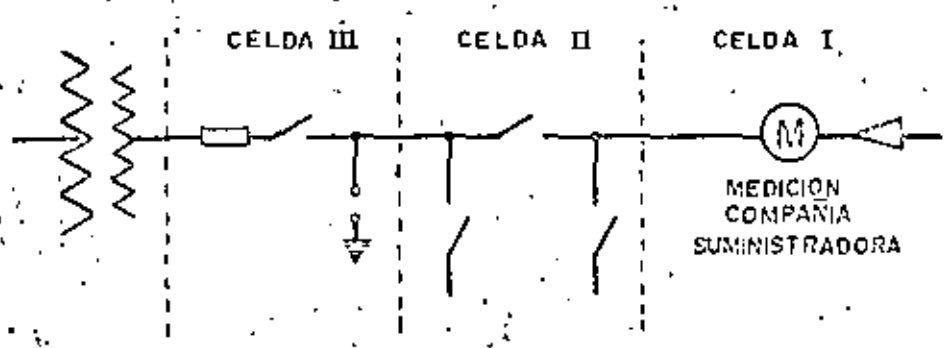


DIAGRAMA UNIFILAR

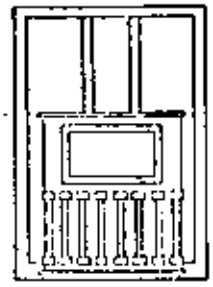


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

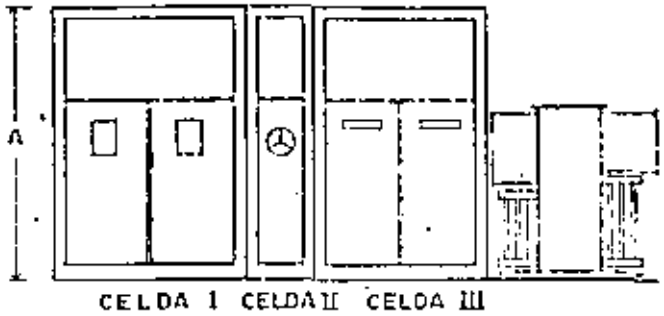
MODELO *	DI3NTLSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	COLINEAL

31

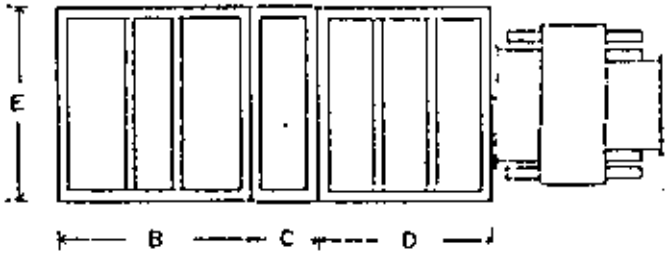
G A B I N E T E S



PERFIL

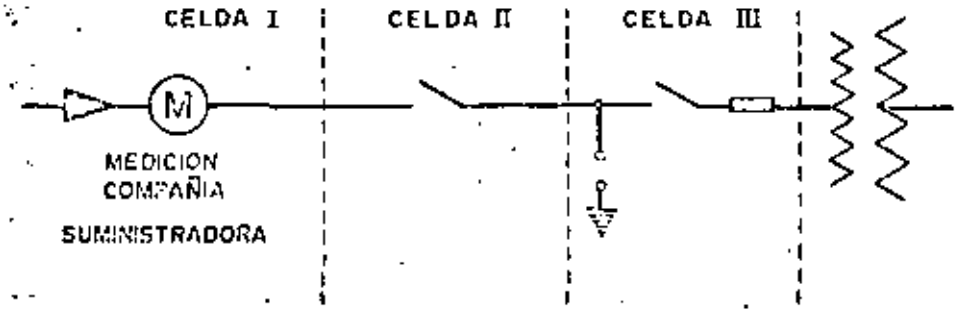


FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



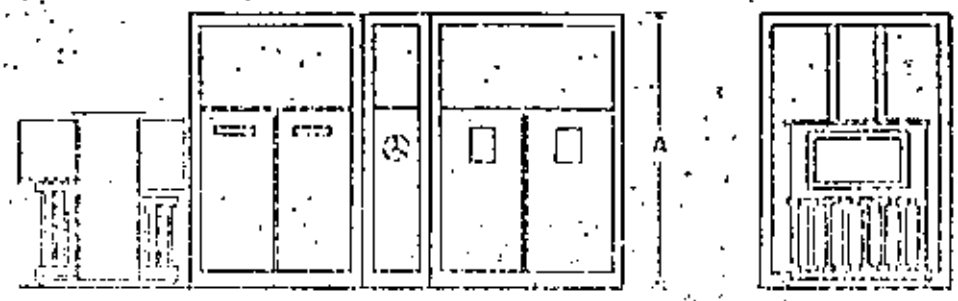
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

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

SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1980
	HOJA 10 DE 26

32

C A B I N E T E S

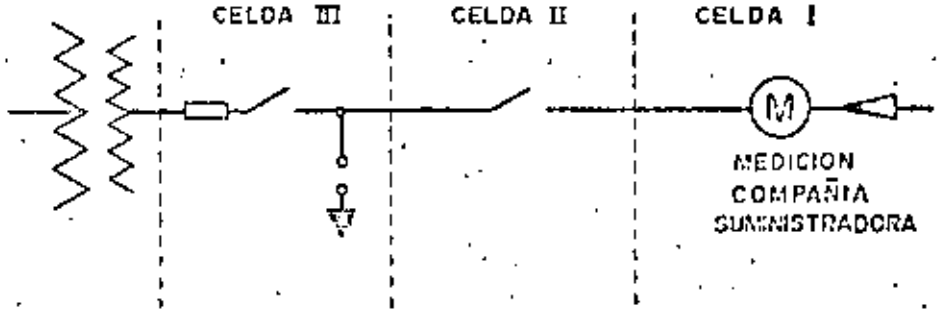


FRENTE

PERFIL

PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



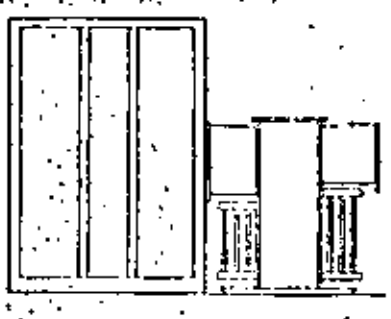
* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3ETLSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	COLINEAL

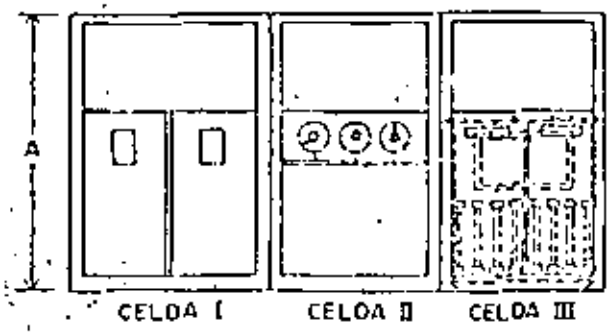
	SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV.	JULIO DE 1969 HOJA II DE 26

33

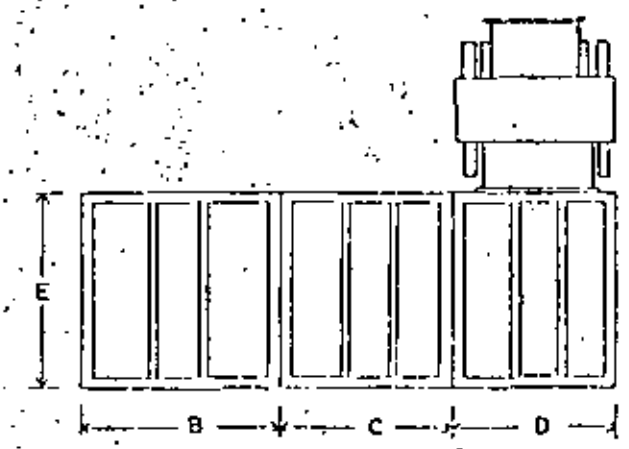
G A B I N E T E S



PERFIL

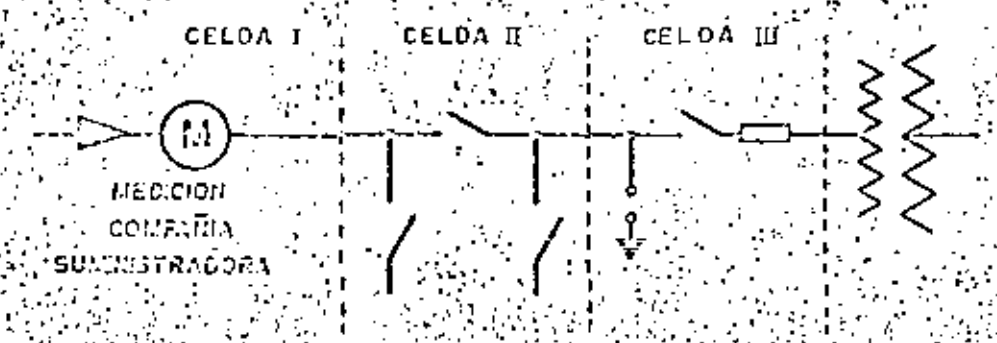


FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

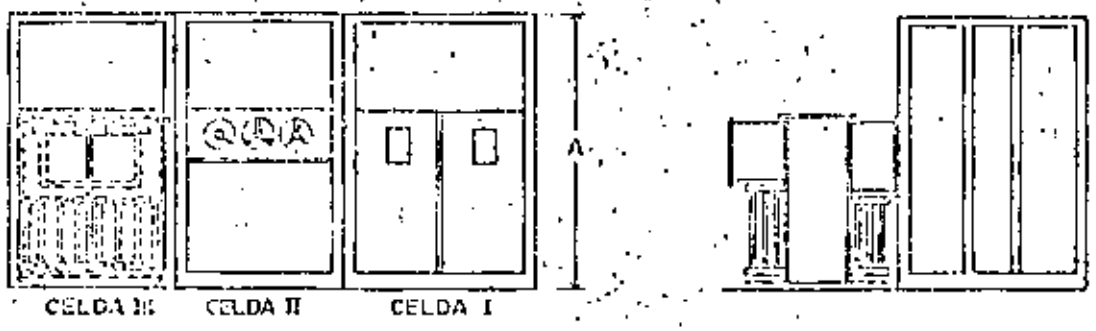
MODELO * IDNTPSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

	SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969 HOJA 12 DE 26

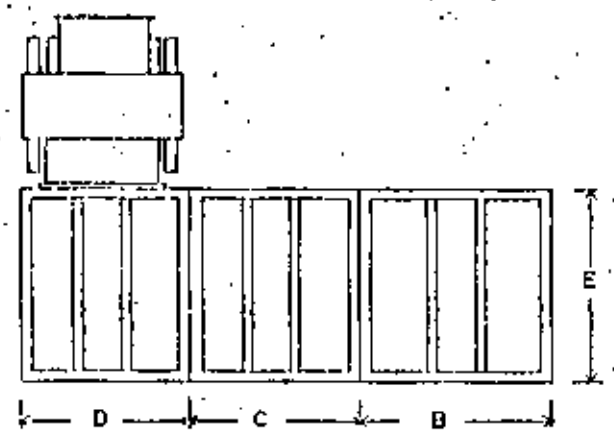
34

G A B I N E T E S



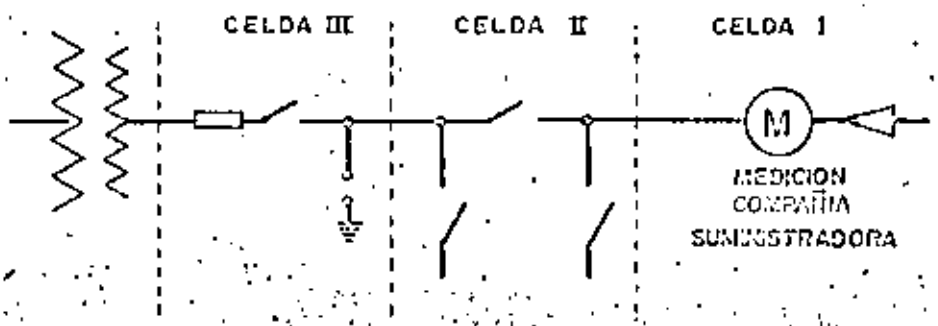
FRENTE

PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



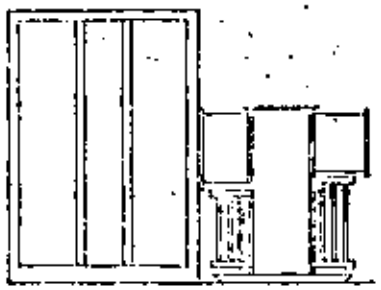
* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3NTPSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

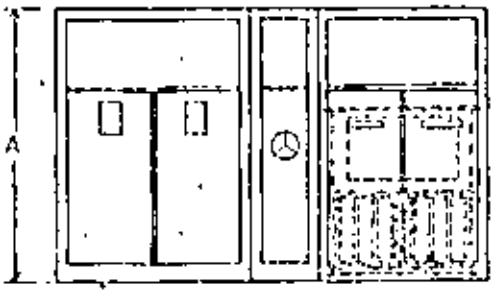
	SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
		HOJA 13 DE 26

35

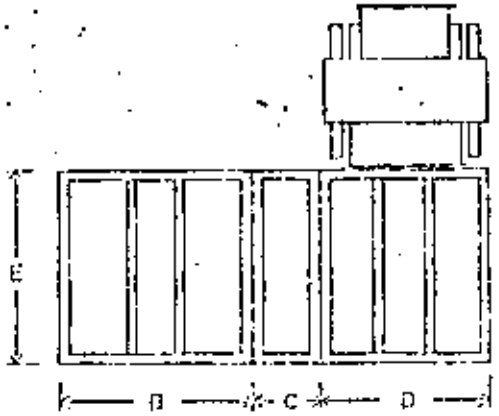
G A B I N E T E S



PERFIL

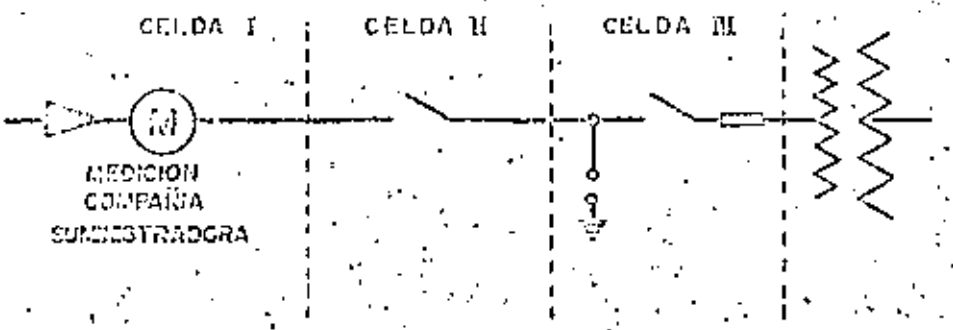


FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

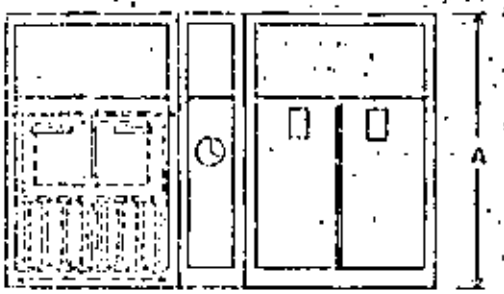


* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DSETPSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

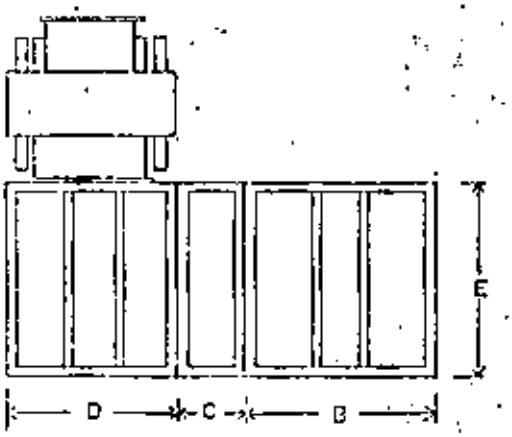
SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
	HOJA 14 DE 26

G A B I N E T E S



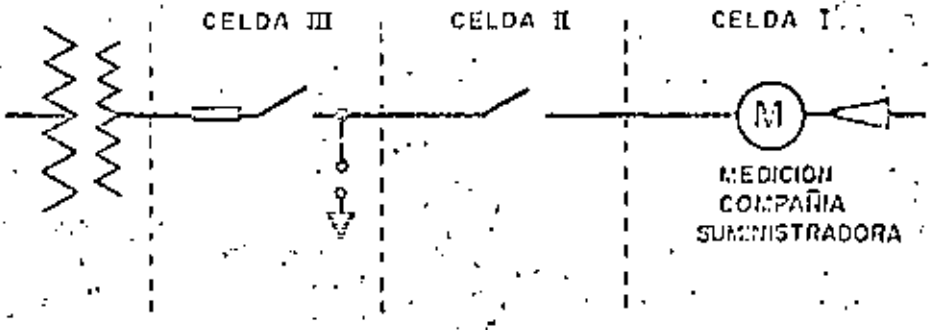
FRENTE

PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

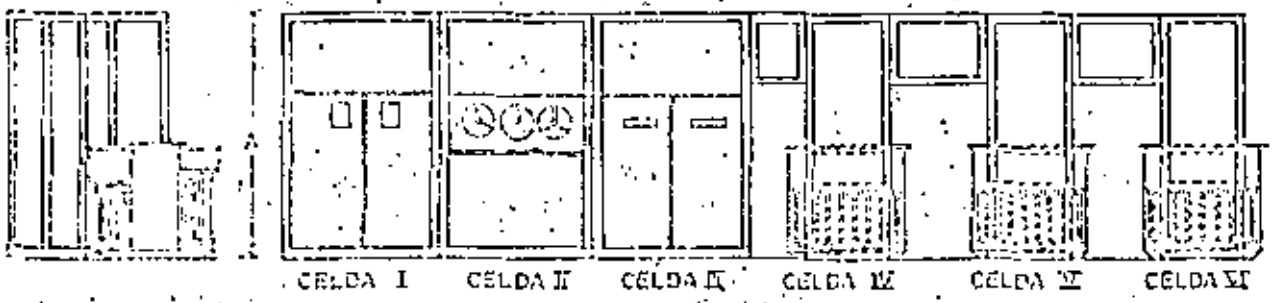


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

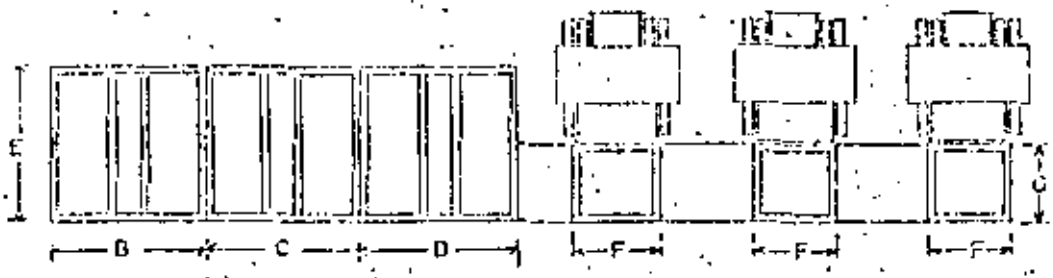
MODELO * DISETPSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

37

G A B I N E T E S

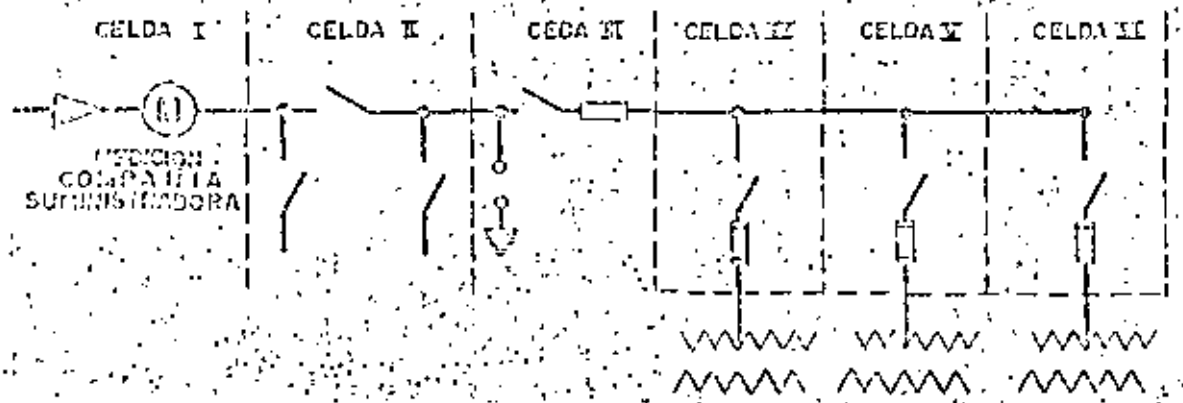


PERFIL FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

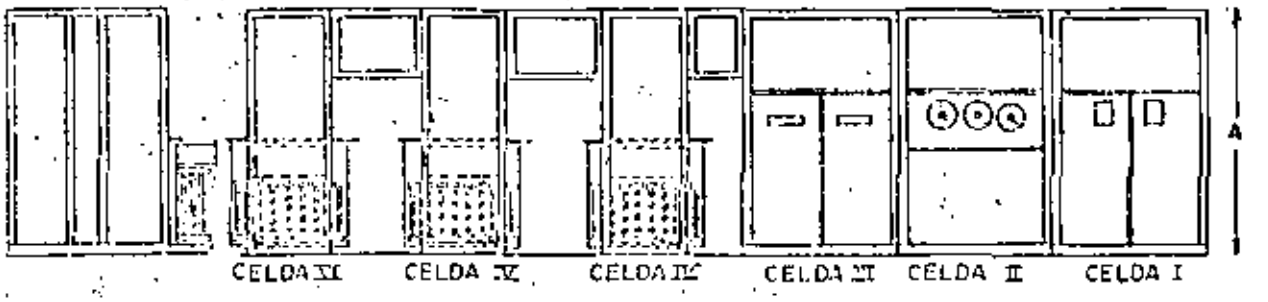


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * IDSN5TLSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEALES

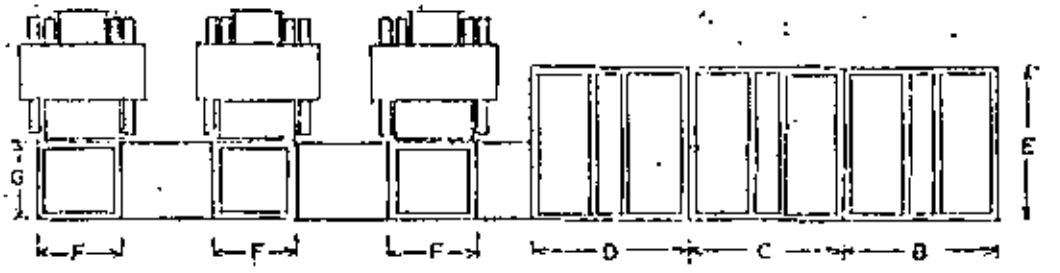
38

G A B I N E T E S



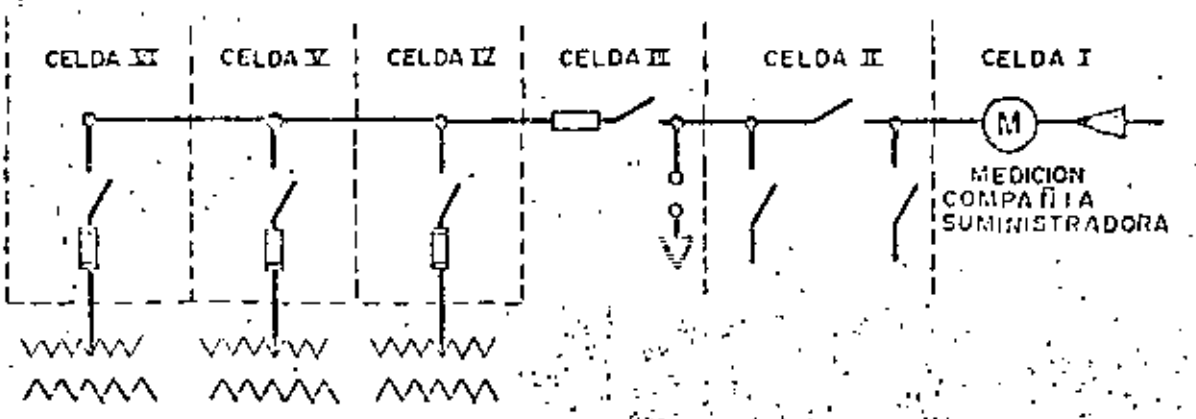
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

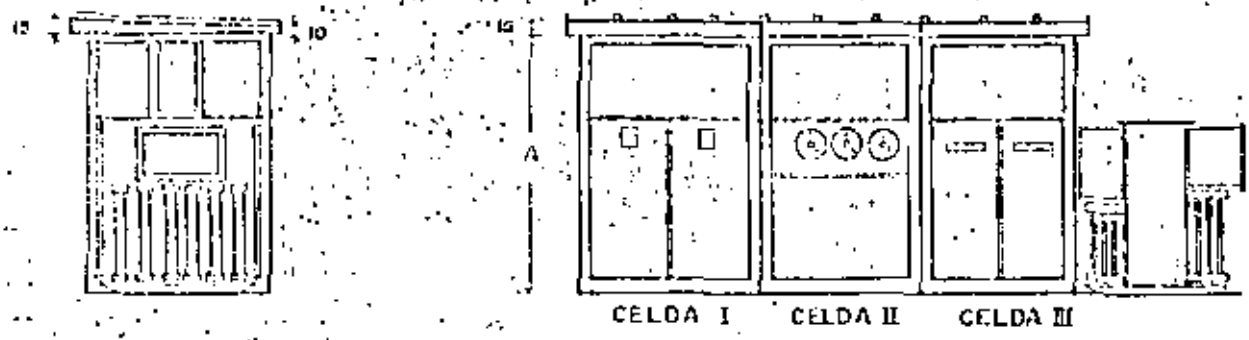


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DISN3TLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 y 5
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	COLINEALES

39

G A B I N E T E S



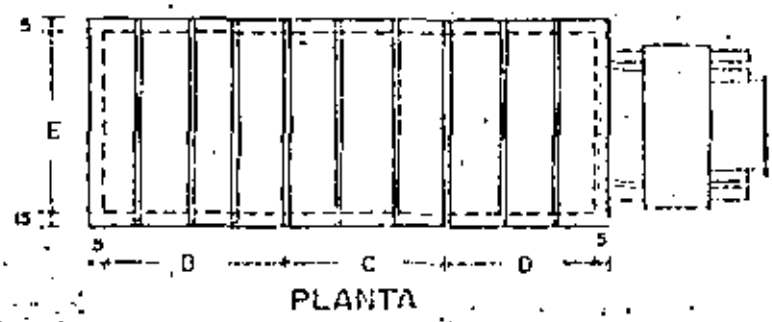
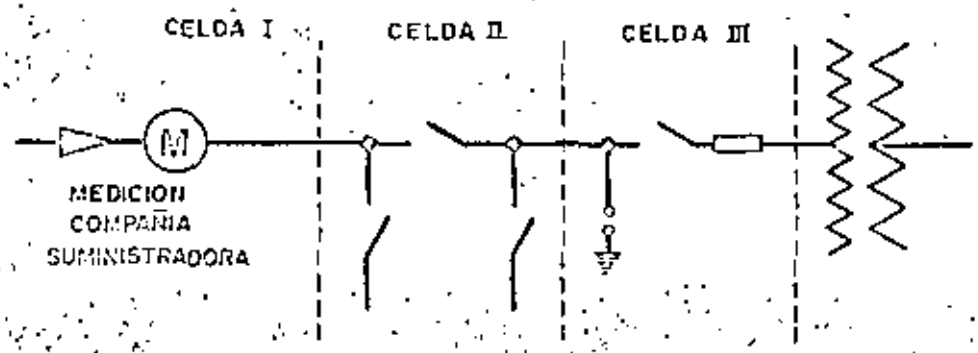


DIAGRAMA UNIFILAR



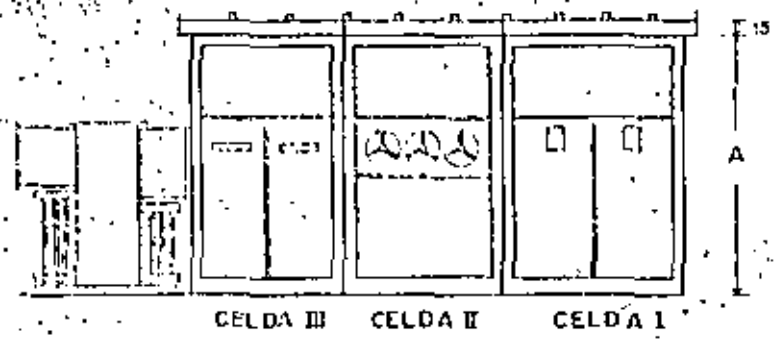
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO *	IDSNTLSE	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

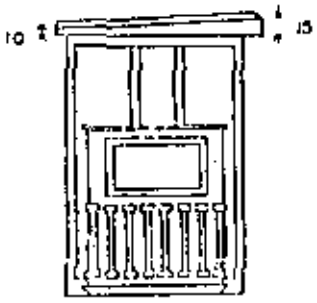
SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
	HOJA 18 DE 26

40

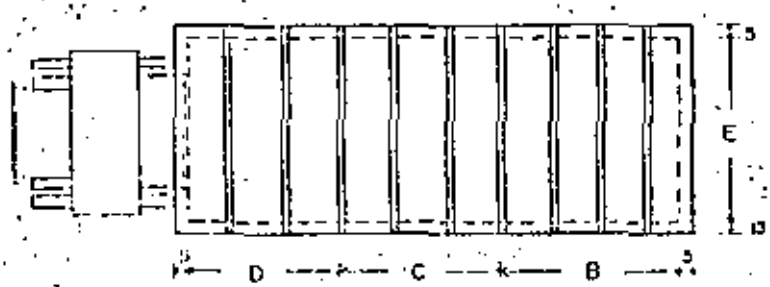
G A B I N E T E S



FRENTE

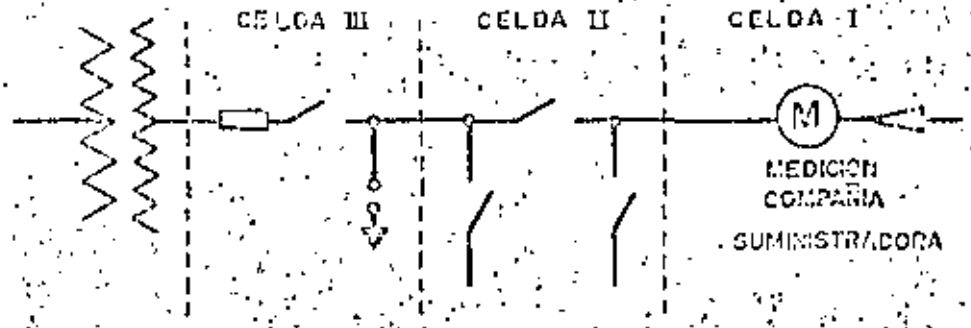


PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

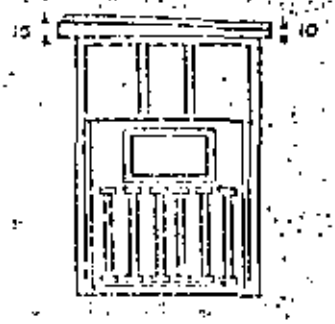


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

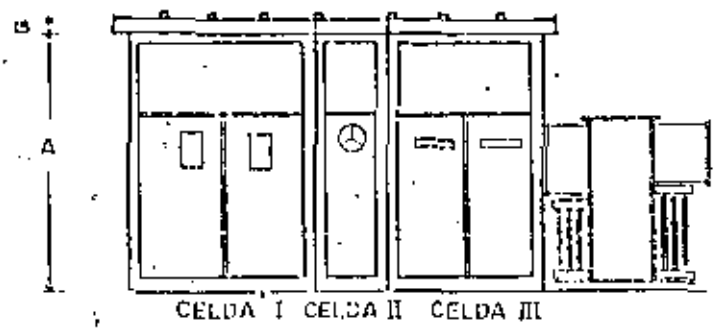
MODELO * DISNTLSE	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA— IZQUIERDA	COLINEAL

	SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
		HOJA 19 DE 26

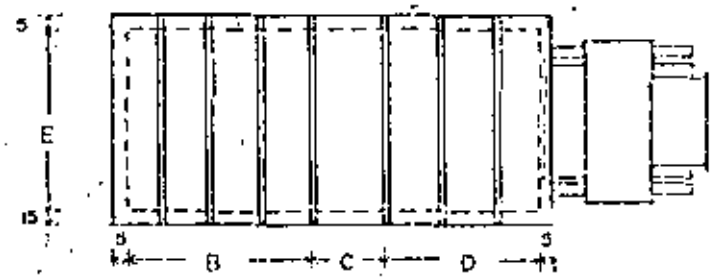
G A B I N E T E S



PERFIL

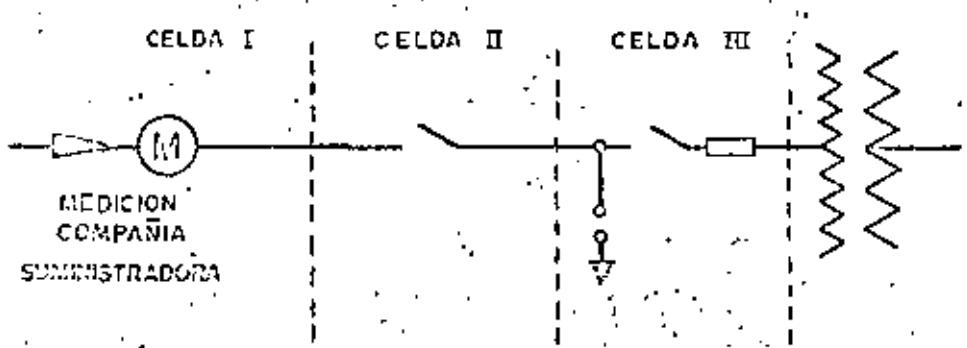


FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



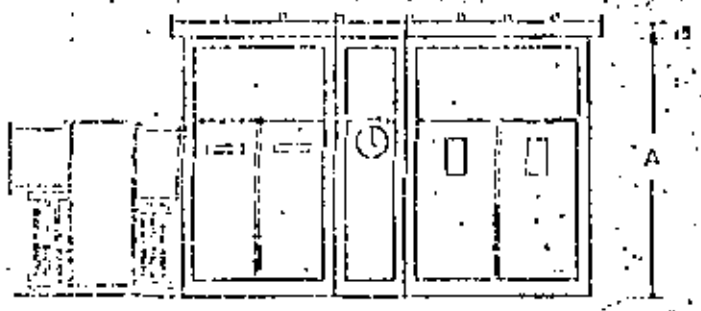
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * IDSETLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 Y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

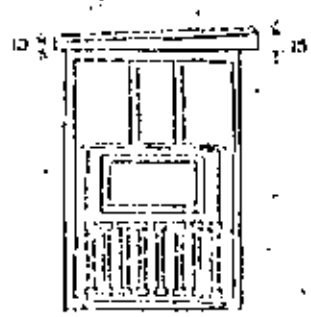
	SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV.	JULIO DE 1969
		HOJA 20 DE 26

42

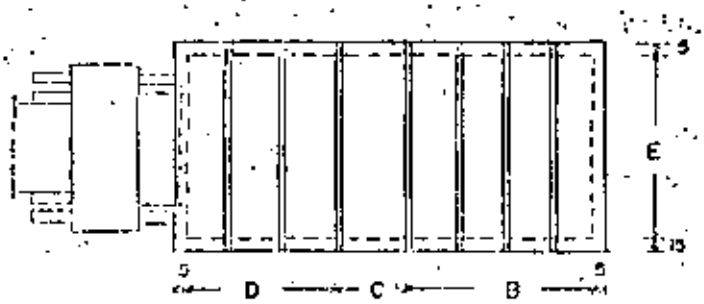
C A B I N E T E S



FRENTE

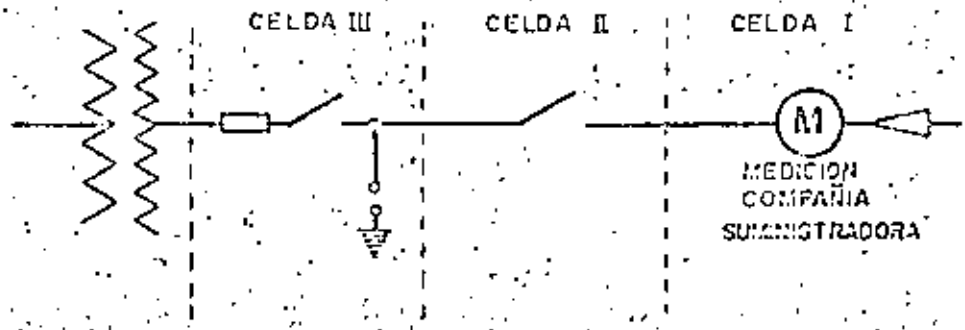


PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



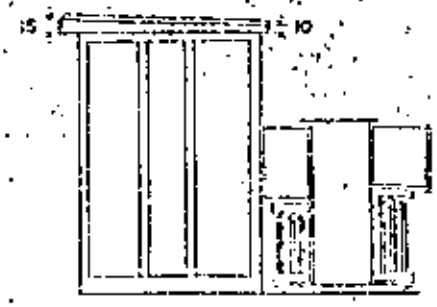
✳ SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO ✳ DISETLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	COLINEAL

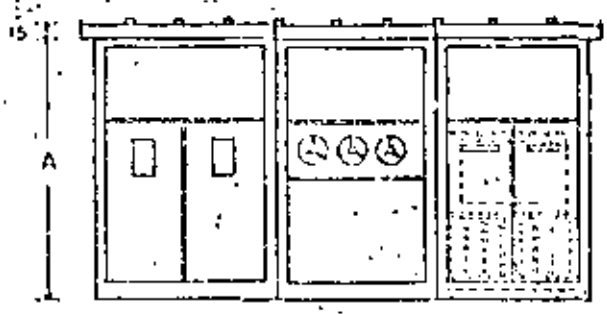
SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
	HOJA 21 DE 26

G A B I N E T E S

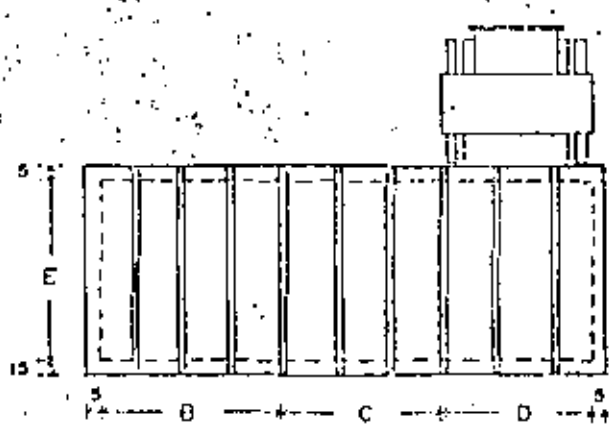
43



PERFIL

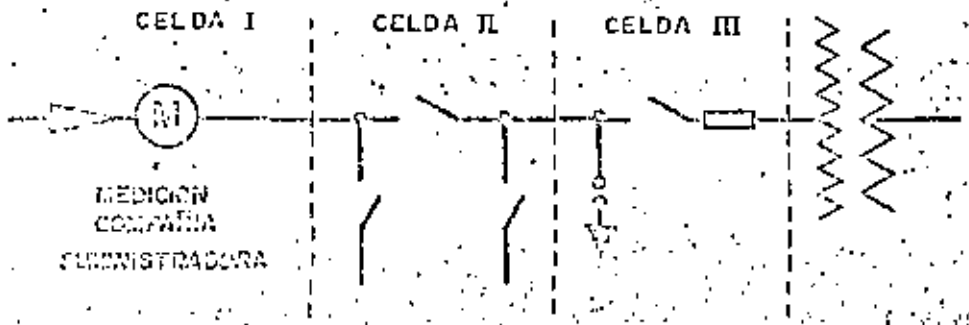


FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

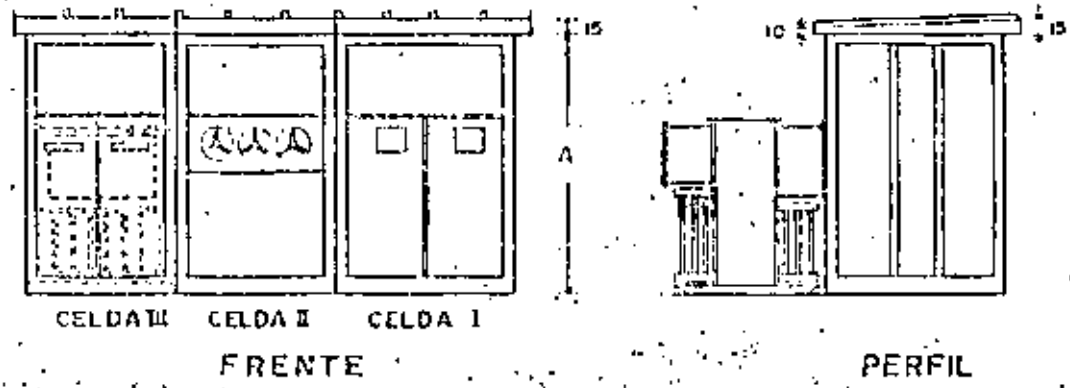


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * IDSNTPSE	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25, 34.5 KV	JULIO DE 1969
	HOJA 22 DE 26

C A B I N E T E S
44



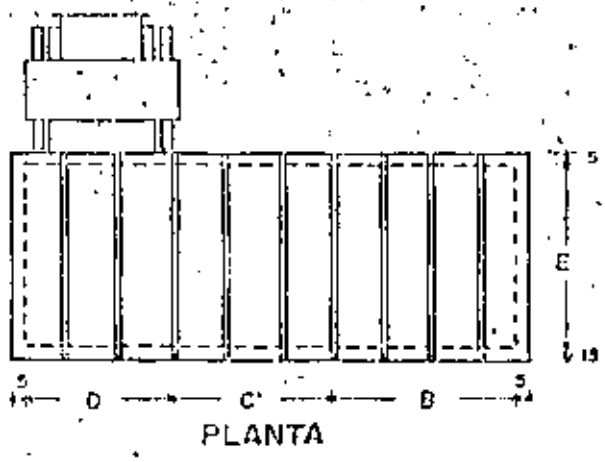
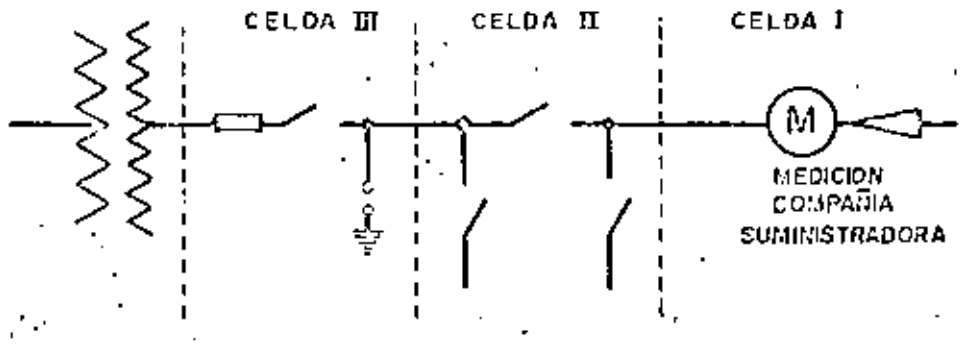


DIAGRAMA UNIFILAR



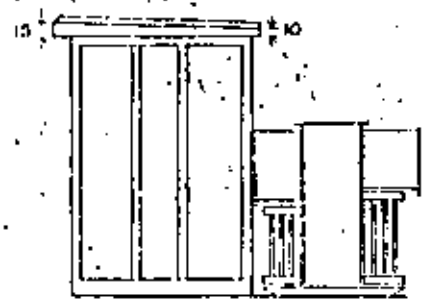
✳ SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO № DIENTPSE	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4.	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

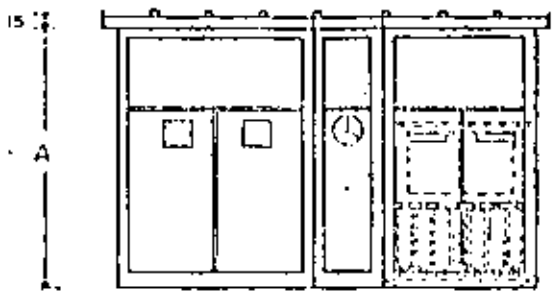
SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5KV	JULIO DE 1989
	HOJA 23 DE 26

G A B I N E T E S

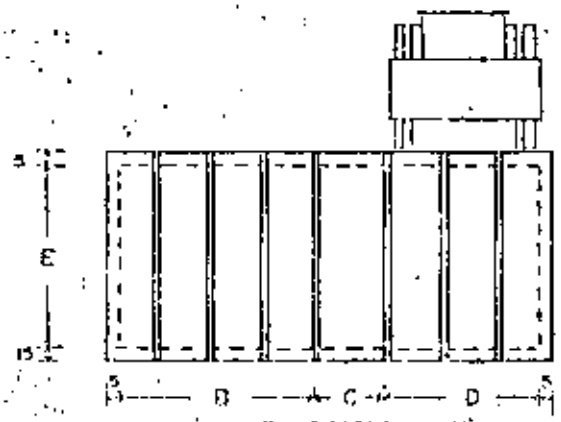
45



PERFIL

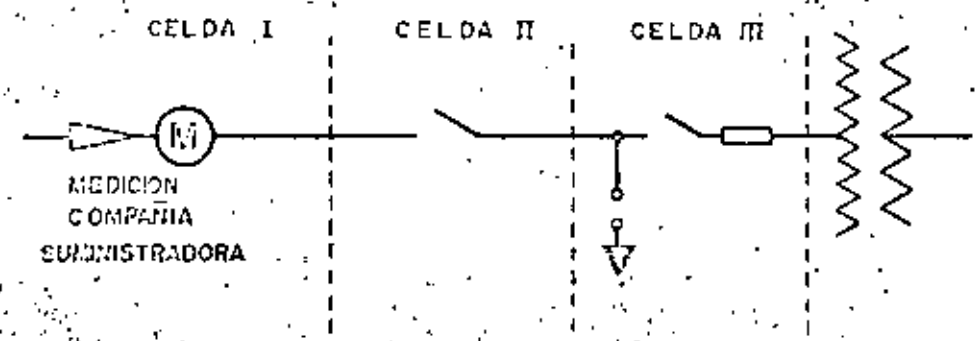


FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



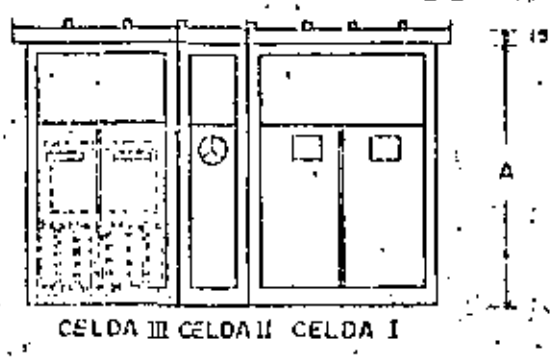
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * IDSETPSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

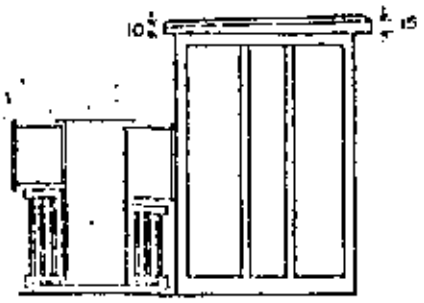
SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
	HOJA 24 DE 26

G A B I N E T E S

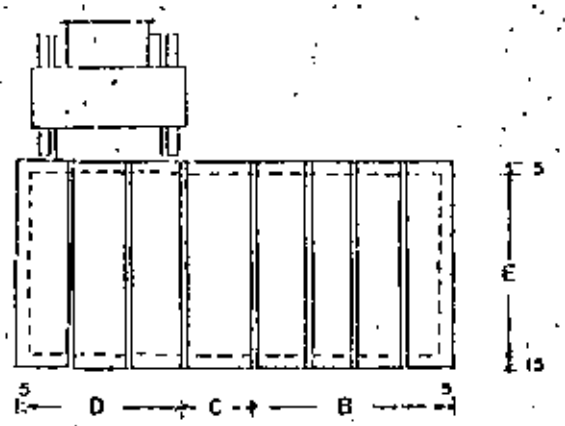
46



FRENTE

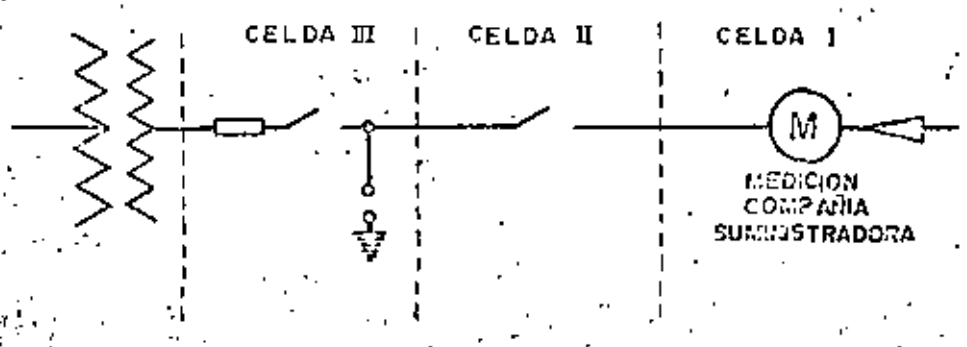


PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



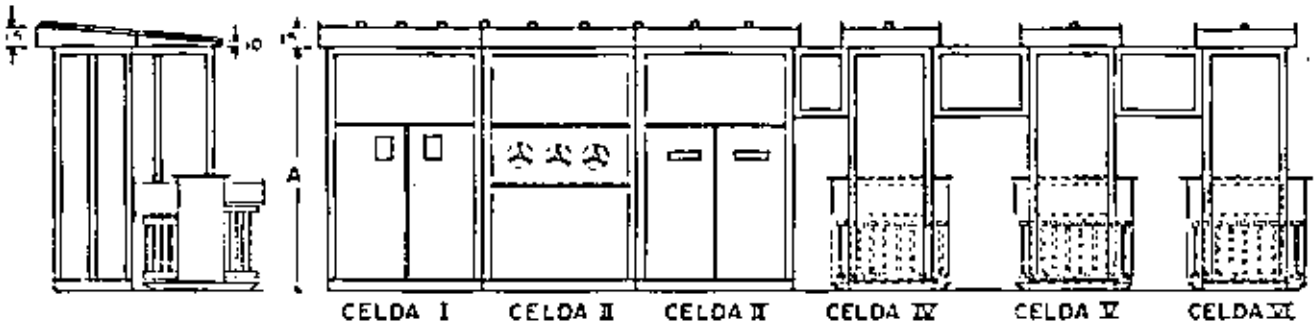
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DIBETPSE	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

	SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
		HOJA 25 DE 26

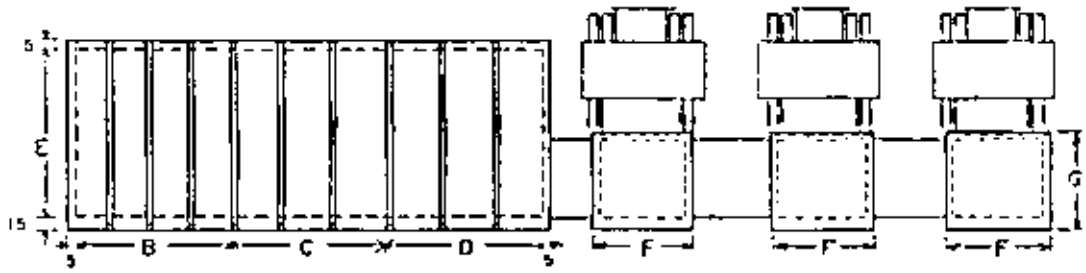
G A B I N E T E S

47



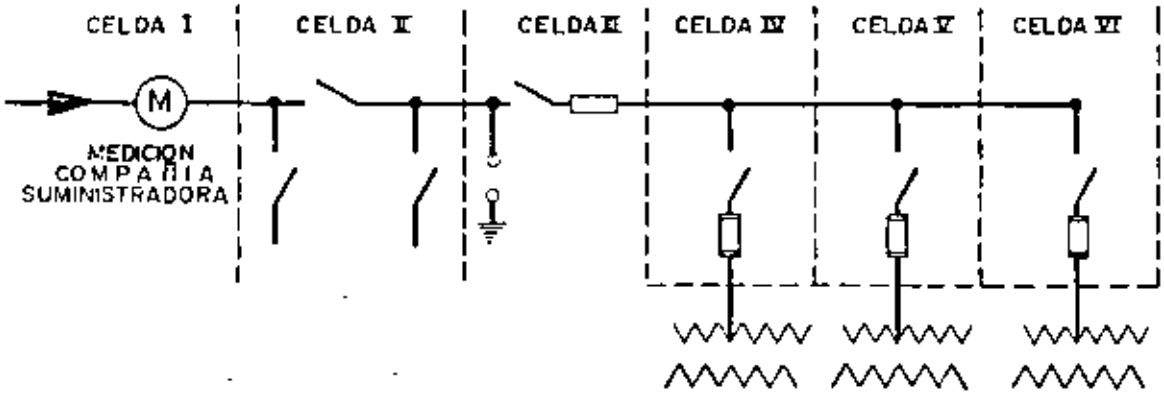
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



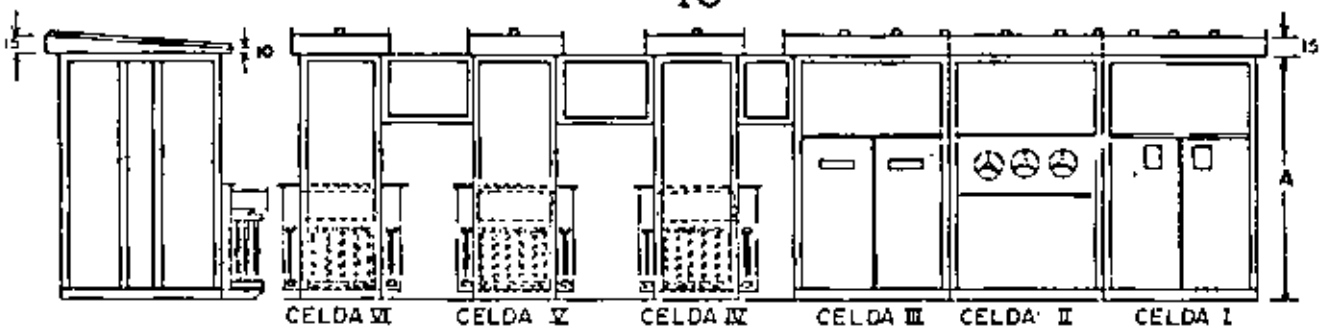
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

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

	SUBESTACION COMPACTA MARCA: MECSA PARA 7.5,15,25 Y 34.5 KV	JULIO DE 1969
		HOJA 26 DE 26

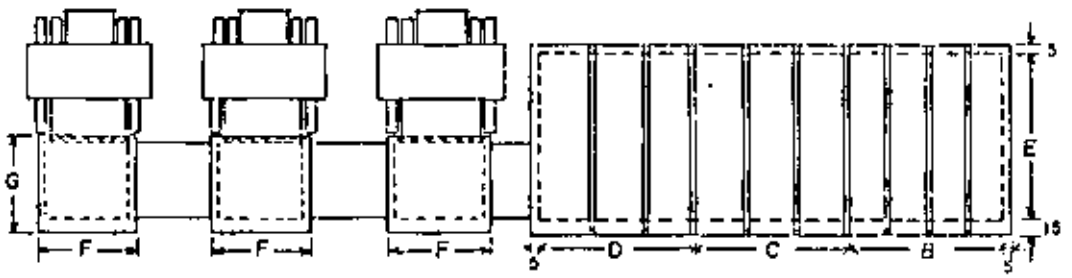
G A B I N E T E S

48



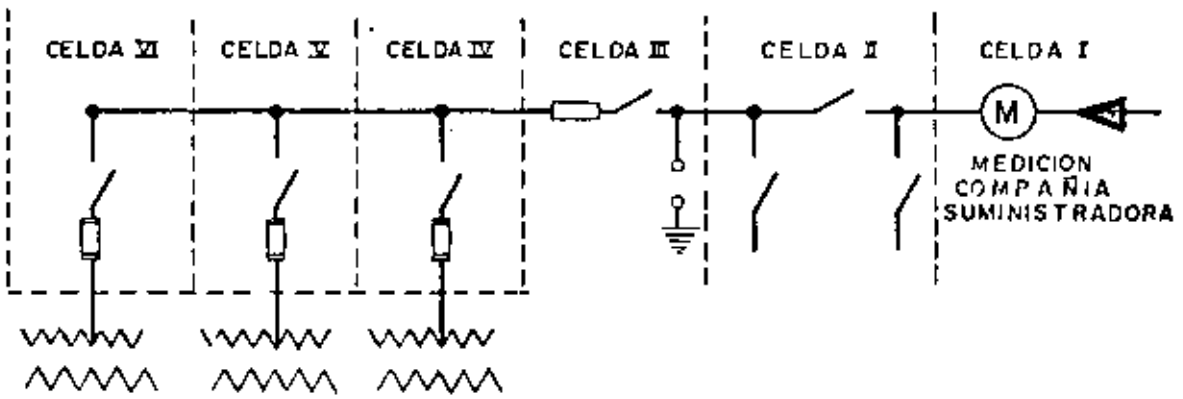
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



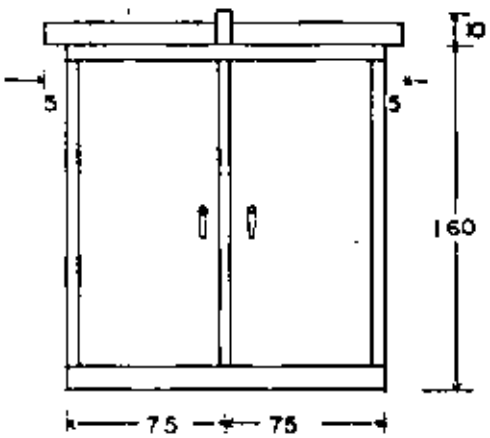
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

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

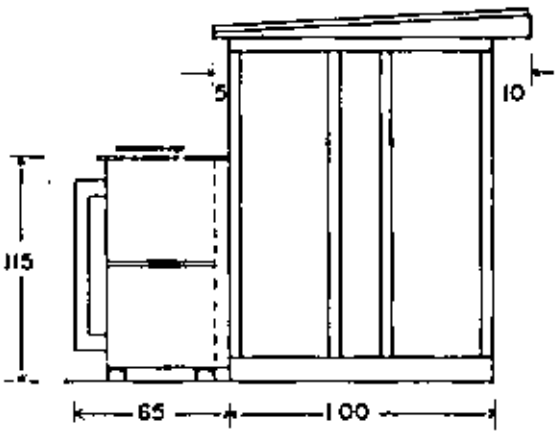
MECSA SIEMENS INDUSTRIAL S. A.	SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 15 KV 49	ABRIL DE 1970 HOJA 4 DE 4

MEMORIA DESCRIPTIVA

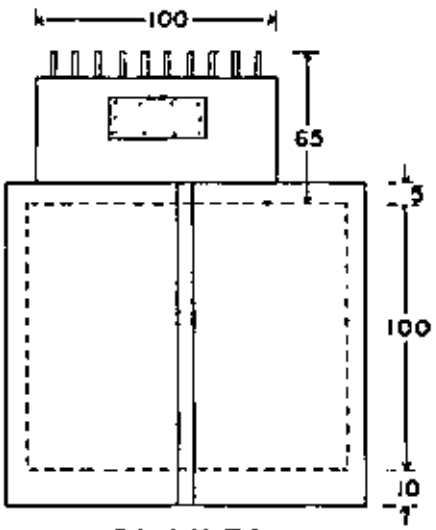
GABINETE



FRENTE

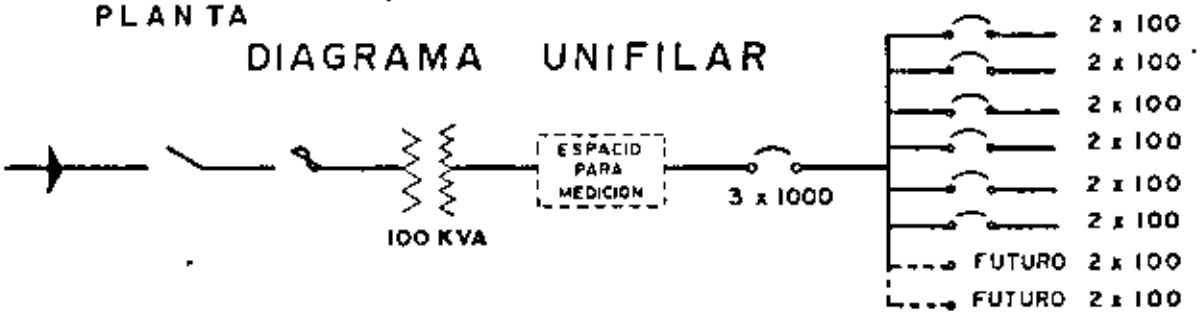


LATERAL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

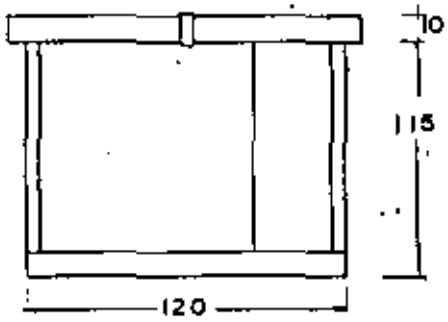


MODELO "MECSAPAQ 100"	ACOTACIONES EN CENTIMETROS	
SERVICIO		TRANSFORMADOR
INTEMPERIE		POSTERIOR

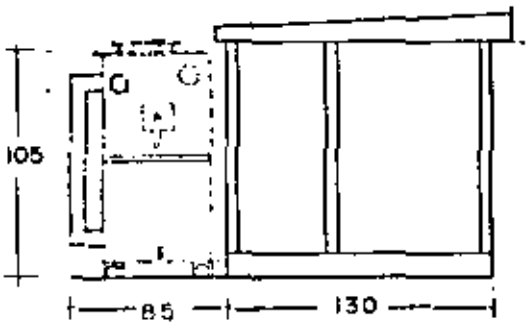
	SUBESTACION MECSAPAQ-R PARA 15 KV	JUNIO DE 1970
		HOJA 3 DE 3

MEMORIA DESCRIPTIVA

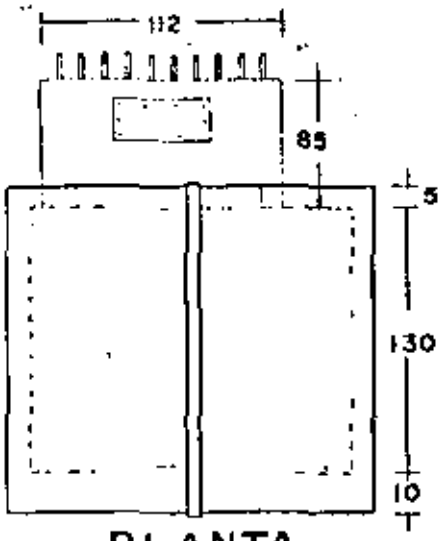
50



FRENTE



LATERAL



PLANTA

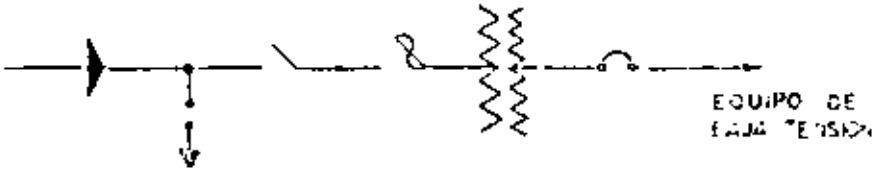
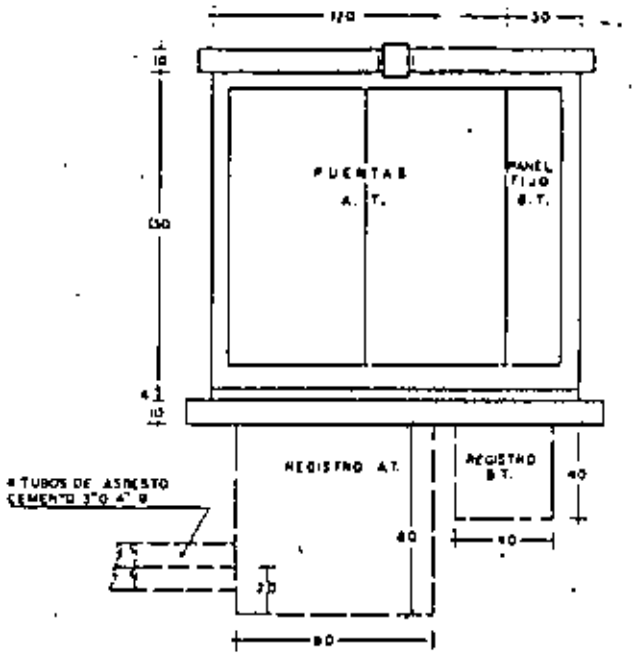
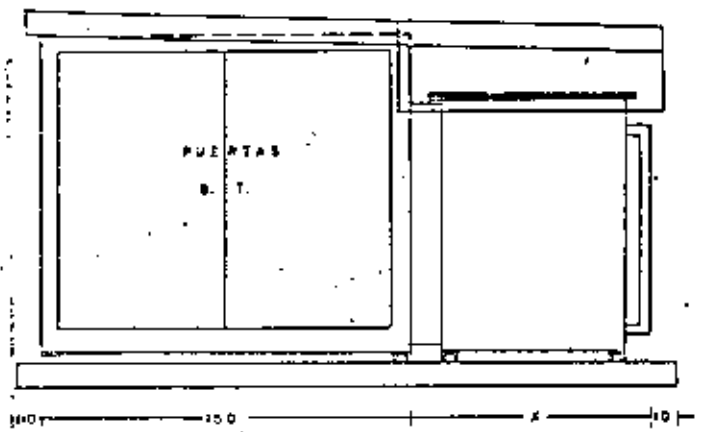


DIAGRAMA UNIFILAR

MODELO MECSAPAQ	ACOTACIONES EN CENTIMETROS	
SERVICIO		TRANSFORMADOR
INTEMPERIE		POSTERIOR



ELEVACION FRONTAL



ELEVACION LATERAL

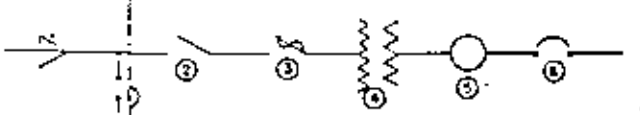
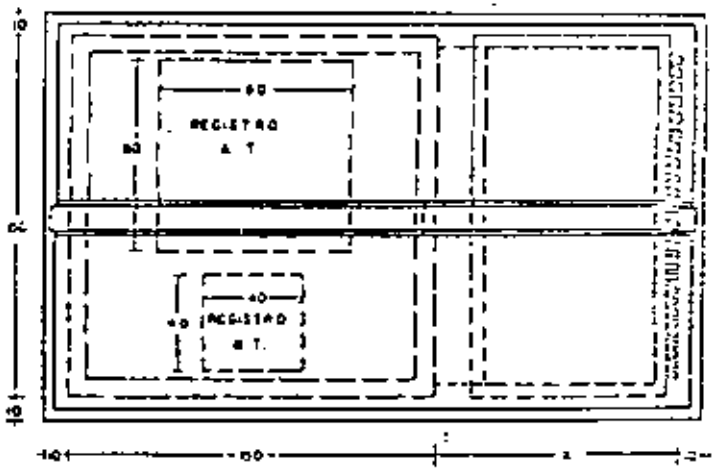


DIAGRAMA UNIFILAR



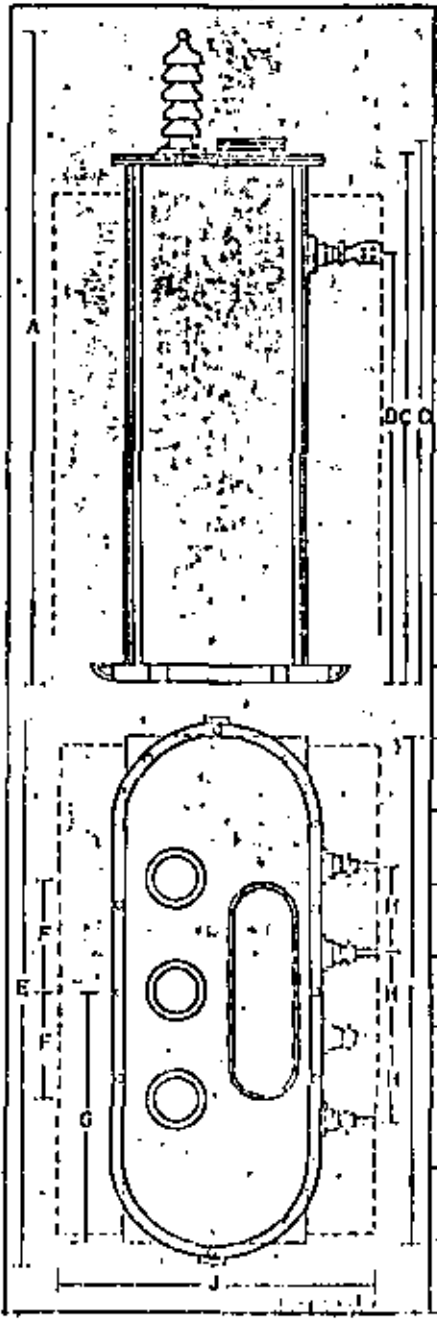
PLANTA

DIMENSIONES DE A. Y CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		
KVA	X	TERMOMAGNETICO
150	76	3x600A
75	69	3x300 A
50	70	3x200A
45	69	3x200A
30	67	3x125 A
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 20/23 KV
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 / 2 / 72



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

MANUFACTURAS ELECTRICAS CANARENA S. A.

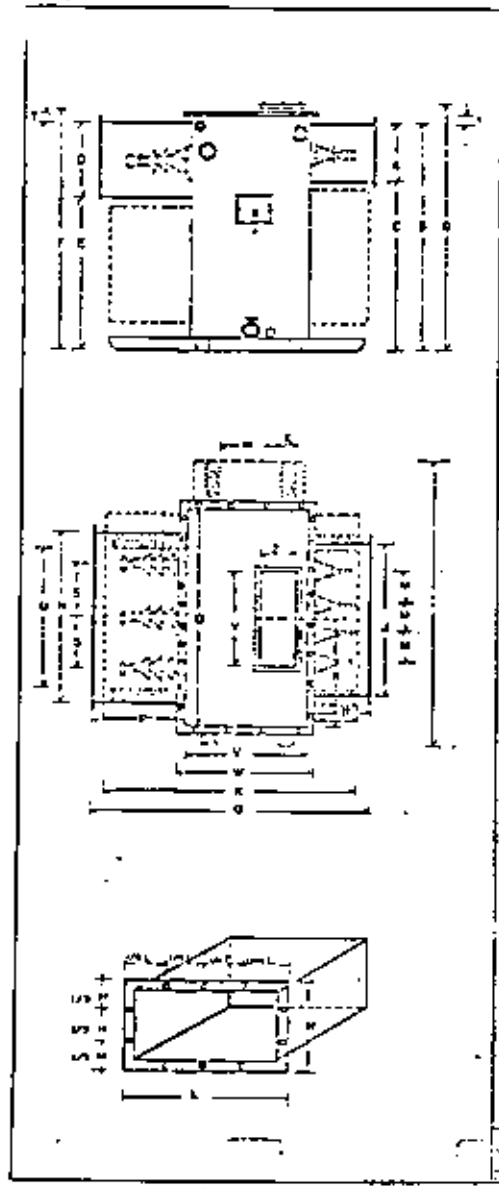
KVA	ALTA TENSION			BAJA TENSION		DIMENSIONES APROXIMADAS EN CMS.										LITROS DE ACEITE	PESO APROX KG
	KV	CONEX	DERIVACIONES	VOLTS	CONEX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
5	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	101	58.5	66.5	72.5	67	19.5	28	6	58	47	50	200
10	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	102	60.5	67.5	71.5	75	20	32	8	64	51	70	250
15	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	109.5	67.5	75.5	80.5	78	23	33.5	8.5	67	52	90	300
20	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	108	68	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	69.5	76.5	80.5	84	23	38.5	8.5	73	54	110	350
30	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	110.5	68.5	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	60	130	400
50	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	117	74	82	86	100	23	43	10.5	86	58	150	450
60	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	88	93	107	24	40.5	10	81	68	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	65	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	87	66.5	190	600
100	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	128	85	93	97	120	23	47	11	94	68	230	700
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/2.87%	440/220/127	ESTRELLA	151.5	97	107	113	130	35	52	12	104	74	285	890
112.5	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	85	94	98	120	24	50	12	100	67	250	800
150	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	140	95	105	109	123	23	53.5	12	107	69	300	800
	23/20	DELTA	2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	162.5	110	120	124	139	34	55.5	12	113	76	350	1050
200	13.2	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	149	102	114	118	130	24	57	145	114	79.5	450	1300

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

K.V.A. del BANCO	2 400 volts.		4 160 volts.		6, 900 volts.		11 500 volts.		13 200 volts.		22 000 volts.		33 000 volts.		44 000 volts.	
	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.
4.5	1.08	3	0.63	1.5	0.38	1	0.23	1	0.20	1						
7.5	1.80	3	1.04	2	0.63	1.5	0.38	1	0.33	1	0.20	1				
9	2.17	5	1.25	3	0.75	1.5	0.45	1	0.39	1	0.24	1	0.16	1		
10	2.41	5	1.39	3	0.84	2	0.50	1	0.44	1	0.26	1	0.17	1		
15	3.61	7	2.08	5	1.26	3	0.75	1.5	0.65	1.5	0.39	1	0.26	1	0.20	1
22.5	5.41	10	3.12	7	1.89	5	1.13	2	0.98	2	0.59	1.5	0.39	1	0.30	1
25	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
30	7.22	15	4.16	10	2.51	5	1.51	3	1.31	3	0.79	2	0.52	1	0.39	1
37.5	9.02	15	5.20	10	3.14	7	1.88	5	1.64	5	0.98	2	0.66	1.5	0.49	1
45	10.83	20	6.25	15	3.77	7	2.26	5	1.97	5	1.18	3	0.79	2	0.59	1.5
50	12.03	25	6.94	15	4.18	10	2.51	5	2.19	5	1.31	3	0.87	2	0.66	1.5
75	18.04	30	10.41	20	6.28	10	3.77	7	3.28	7	1.97	5	1.31	3	0.98	2
100	24.06	40	13.88	25	8.37	15	5.02	10	4.37	10	2.62	5	1.75	5	1.31	3
112.5	27.06	40	15.61	25	9.41	15	5.65	10	4.92	10	2.95	7	1.97	5	1.48	3
150	36.08	50	20.82	30	12.55	20	7.53	15	6.56	15	3.94	7	2.62	5	1.97	5
200	48.11	65	27.76	40	16.73	25	10.04	20	8.75	15	5.25	10	3.50	7	2.62	5
225	54.13	80	31.23	50	18.83	30	11.29	20	9.84	20	5.90	10	3.94	7	2.95	7
300	72.17	100	41.64	65	25.10	40	15.06	25	13.12	20	7.87	15	5.25	10	3.94	7
450			62.45	80	37.65	50	22.59	30	19.68	30	11.81	20	7.87	15	5.90	10
500			69.40	100	41.84	65	25.10	40	21.87	40	13.12	20	8.75	15	6.56	15
600					50.24	80	34.54	40	30.18	50	18.11	30	12.07	20	9.05	15
750					62.76	80	37.65	50	32.80	50	19.68	30	13.12	20	9.84	20
1 000							50.20	65	43.74	65	26.24	40	17.50	25	13.12	20
1 500							75.31	100	65.61	100	39.36	50	26.24	40	19.68	30
2 000											52.49	65	35.00	50	26.24	40

A.P.C.= AMPERES A PLENA CARGA DEL BANCO DE TRANSFORMACION.
A.D. = AMPERES DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION.

PARA BANCOS CUYA CORRIENTE PRIMARIA SEA SUPERIOR A LAS INDICADAS EN ESTA TABLA, LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CORRESPONDIENTES, DEBERAN SUJETARSE AL 125 % DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL PROPIO BANCO COMO MAXIMO.



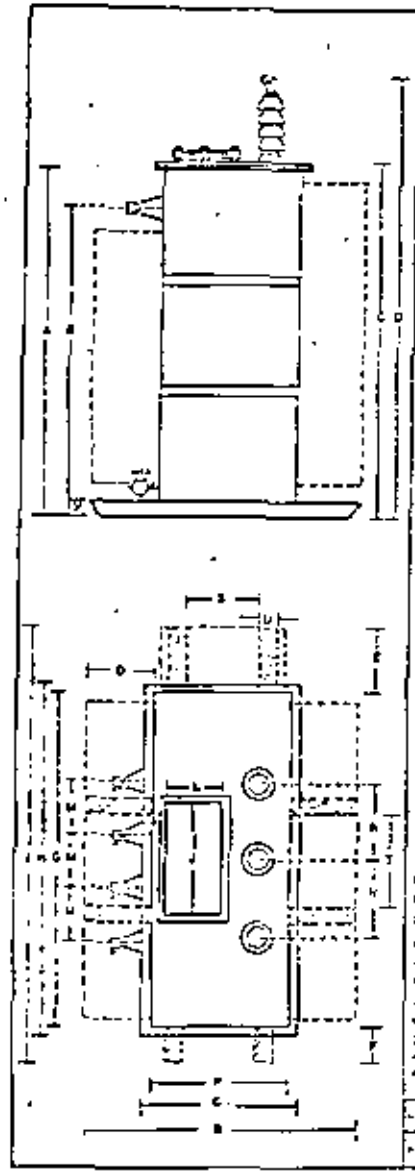
DIMENSIONES DE
TRIFASICOS PARA
GARGANTAS LATE

K.V.A.	150		200		250
K.V.					
CONEXION					
CONVACIONES					
VOLTS					
CONEXION					
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
I					
J					
K					
L					
M					
N					
O					
P					
Q					
R					
S					
T					
U					
V					
W					
X					
Y					
Z					
PESO DE ACEITE					
PESO APROX. KG					

DIMENSIONES APROXIMADAS EN CENTIMETROS

TRANSFORMADORES
50/60 Hz CON
RALES EN A.T. y B.T.

	300	500	750	1000	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]



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

KVA	200		225	250	300		500
A.T. KV	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
A.T. CONEXION	DELTA	DELTA		DELTA	DELTA		DELTA
A.T. DERIVACIONES	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
B.T. VOLTS	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
B.T. CONEXION	ESTRELLA	ESTRELLA		ESTRELLA	ESTRELLA		ESTRELLA
DIMENSIONES APROXIMADAS EN CENTIMETROS A	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
B	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
C	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
D	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
E	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
F	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
G	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
H	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
I	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
J	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
K	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
L	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
M	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
N	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
O	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
P	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
Q	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
R	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
S	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
T	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
U	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
V	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
LITROS DE ACEITE	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
PESO APROXIMADO EN KG	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]

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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SELECCIÓN DE PROTECCION

a) Protección de conductores
b) Protección de cargas

MEDIOS DE CONTROL

a) Dispositivos de control para alumbrado
b) Circuitos alimentadores
c) Dispositivos de control para fuerza

ING. NOE ARMAS MORALES

DICIEMBRE, 1982

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 proteje 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 NOM para esas cargas.

La clasificación de los circuitos derivados para cargas indefinidas se por medio de la protección contra sobre corriente de:

15 amps.
20 amps.
30 amps.
50 amps.

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
Edificiones industriales	20
Oficinas	20
Escuelas	30
Locales comerciales chicos	5
Hospitales	20
Hoteles (Sin aparatos eléctricos para cocinar)	20
Iglesias	5
Peluquerías y salas de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

b) Aparatos de más de 3 amps.- Se considera cargas no menor 5 amps., si hay varios contactos en un solo cuarto que no se usan simultaneamente la carga se calcula de 5 amps., por cada tres contactos.

c) Hilo neutro.- Si hay hilo neutro en un circuito derivado la carga que se considera para el neutro, no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga en el circuito.

Conductores de circuitos derivados.

a) Calibre suficiente para conducir la corriente del circuito derivado (Caída voltaje 3% alumbrado, 4% aparatos y motores).

b) Sección mínima.

Mínimo No. 14 circuito alumbrado y aparatos pequeños.
Mínimo No. 12 circuito que alimentan aparatos de más de 3 amps.

Los alambres y cordones pertenecientes a unidades de alumbrado o aparatos que se usen para conectarlos a la salida de los circuitos derivados pueden ser de menor sección.

	CIRCUITOS DERIVADOS	CORRIENTE MAXIMA
Mínimo no. 18	15 amps.	5 tw
no. 16	20 amps.	7 tw
no. 14	30 amps.	15 tw
no. 12	50 amps.	20 tw
no. 10		25 tw

Protección contra sobre corriente.- Conductor no conectado a tierra de un circuito derivado, se debe protejer 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

Caída de voltaje.
3% de alumbrado
4% de motores y aparatos.

Cálculo de la carga.- La carga para los conductores alimentadores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de

TABLA NUMERO 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 II-4.)

CONDUCTOR Calibre AWG o MCM	Sección Transversal en milímetros cuadrados	*Temperatura permisible y material del aislamiento* 60°C Hule, Termoplástico o similar	75°C Hule o similar	85°C Papel, Termoplástico con y sin cubierta, Cambray barnizado y cubierta o similar	110°C Cambray barnizado y cubierta o similar	125°C Fibrosa impregnada o similar	200°C Asbesto o similar
14	2.081	15	15	25	30	30	30
12	3.307	20	20	30	35	40	45
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	26.62	80	100	105	120	130	135
2	33.63	95	115	120	135	145	155
1	42.41	110	130	140	160	170	180
0	53.48	125	150	155	180	200	225
00	67.43	145	175	185	215	230	250
000	85.03	165	200	210	245	265	285
0000	107.22	195	230	245	275	310	340
250	126.68	215	255	270	305	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	580	600	...
750	380.04	400	475	500	590	620	...
800	405.37	410	490	515	600	630	...
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	690	765	...	...
1750	886.75	545	650	735	...	...	...
2000	1013.42	560	665	775	890	...	...

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

Temperatura Ambiente — Grados Centígrados —	*Temperatura permisible y material del aislamiento* 60°C Hule, Termoplástico o similar	75°C Hule o similar	85°C Papel, Termoplástico con y sin cubierta, Cambray barnizado y cubierta o similar	110°C Cambray barnizado y cubierta o similar	125°C Fibrosa impregnada 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	....	....	0.41	0.66	0.72	0.86
80	....	....	0.30	0.61	0.69	0.81
90	....	....	....	0.50	0.61	0.89
100	....	....	....	....	0.51	0.77
120	....	....	....	....	....	0.69
140	....	....	....	....	....	0.59

TABLA NUMERO 3

CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LINEA ABIERTA

Basada en temperatura ambiente de 30°C. Para temperatura ambiente mayor aplíquense los factores de corrección dados en la Tabla Número 2.

Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

CONDUCTOR Calibre AWG. o MCM.	*60°C Hule, Termoplástico o similar.*	*75°C Hule o similar.*	*80°C A prueba de intemperie.*	*85°C Papel, Termoplástico 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	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	355	445	475	510
250	340	405	410	425	495	530	....
300	375	445	460	450	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 excesante 2500 watts.

b) Edificios de oficinas 70% al excedente 40000 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 abastescan 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.

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 mescelaneas para motores y controladores.

Sobre calentamiento por acumulación de polvo.

Identificación de los motores.

Identificación de los controladores.

Cuando un controlador está constiuido como parte integrante de un motor generador, el controlador no necesita estár 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 caida 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 simultaneamente 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 proteje 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 proteje 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	Tetrafilar, trifásico, neutro conectado ó no a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera, excepto - el neutro.

Numero de conductores desconectados por dispositivo de sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecarga del motor que no sean fusibles ó interruptores .térmicos no polares, deberán desconectar simultaneamente -- todos los conductores no conectados a tierra.

Arrancador de motor como protección contra 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 rotor 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 rotor 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 consideran protegidos por un dispositivo de protección contra sobre co-- rriente del circuito derivado de 15 amps.
Varios motor con un circuito derivado. Dos ó más motores pueden co-- nectarse 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 cir-- cuito.

II.- Cada dispositivo de sobre carga y cada controlador de motor necesita será apropiado para instalarse con la protección contra sobre corriente del circuito derivado.

III.-Los conductores de cualquier derivación que abastezcan a un solo motor, no necesitan tener protección individual, siempre que cumplan con cualquiera de los requisitos siguientes: (1) que la corriente permisible de los conectores que vallan al motor no menor que la de los conductores del circuito derivado, ó (2) Que la longitud de los conductores de la derivación no excedan de 10 mts., y que su corriente permisible no sea menor que la requerida para el motor ni menor que un tercio de la corriente permisible en el circuito derivado.

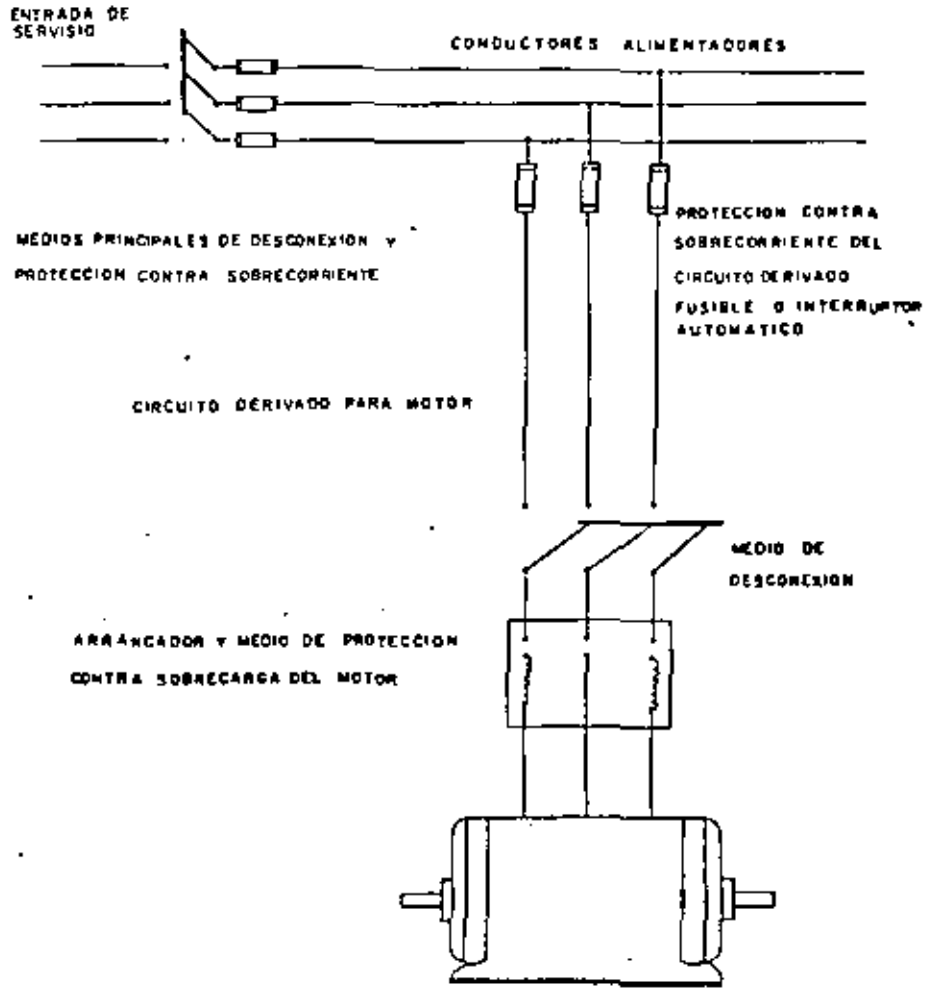


DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR.

PROTECCION DE CARGAS.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar lo siguiente:

Energía eléctrica aprovechable.- Los equipos que usan energía eléctrica pueden tener características muy variadas que requieren condiciones de suministro definidas, tales como tensión, frecuencia, número de fases, corriente alterna ó corriente directa, regulación de tensión etc. etc.

Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones máximas de consumo..

El sistema de distribución de energía eléctrica debe tener la capacidad necesaria la demanda máxima de la planta; por tanto debe considerarse el incremento de la demanda debido a ampliaciones y cargas futuras.

Energía donde se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también cable y conduit para distribuir la energía eléctrica a los puntos de consumo. Debe considerarse la adaptabilidad necesaria en estos componentes para tomar cargas futuras y para permitir cambios en la localización de dichas cargas.

Energía cuando se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también de seguridad, así como contactores, también magnéticos, como las "válvulas" del sistema de distribución, para alimentar ó interrumpir la energía.

Protección para el personal de operación y mantenimiento.-

Es muy importante tomar en cuenta, al proyectar un sistema de distribución, la protección adecuada contra errores de operación, así como defensas que eviten el contacto accidental del personal con conductores y partes vivas de los elementos del sistema.

Protección automática a los circuitos para condiciones anormales de funcionamiento.-

Los dispositivos de protección de circuitos deben ser seleccionados de modo que interrumpan las sobre cargas ó cortos circuitos que pudieran presentarse

PROPORCIONAR ENERGIA ELECTRICA APROVECHABLE

Las compañías suministradoras, generalmente, entregan la energía al cliente industrial en la forma que esto es más economica para trasmitirse. 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 trasmisión 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 ocaciona que los motores se sobrecalienten y, por esa razón fallen prematuramente. También es causa de que los equipos electrónicos funcionen erraticamente 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 util de las lamparas. 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 densidad 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 varía 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 necesite, 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 está determinada, principalmente, por el límite de temperatura de operación permitida para dicho dispositivo. Los aparatos para protección de circuitos son también conductores y, por tanto, actúan como tales; la corriente que fluye por ellos eleva su temperatura. Puesto que los cambios instantáneos de la intensidad de la corriente que circula por los dispositivos no producen a su vez cambios instantáneos en la temperatura de los mismos, los aparatos de protección de circuitos pueden manejar sobrecargas momentáneas. Es por esta razón por lo que estos aparatos pueden satisfacer las condiciones de sobrecarga que exceden su capacidad de trabajo continuo las cuales se presentan debido al arranque de los motores, características de los ciclos de operación de los motores y a la corriente inicial de lámparas ó dispositivos electromagnéticos. Desde el punto de vista de operación, los incrementos momentáneos de corriente, debidos a las causas anteriores, se consideran normales y el dispositivo de protección del circuito debe tener la capacidad suficiente para manejarlos.

INTERRUPCION DE LA CORRIENTE.-

Básicamente, en todos los circuitos eléctricos, la corriente no deja de fluir en el instante en que el interruptor se abre. La inductancia del circuito obliga a la corriente a continuar circulando a través del claro formado por los

contactos del interruptor en la forma de un arco eléctrico. Conforme los contactos del interruptor se abren, el arco se hace mas largo y, finalmente, se extingue debido a que la tensión es insuficiente para sostenerlo.

El interruptor básico de navajas se abre y se cierra a una velocidad que depende de la rapidez con que lo accione el operario. A pesar de que a este tipo de interruptor se le clasific. 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 satisfacción de los cuatro fundamentos de la seguridad en las aplicaciones de equipo eléctrico reducirán grandemente el número de accidentes que resultan en quemaduras y electrocuciones.

Dichos fundamentos son los siguientes:

A) El uso de equipo de interrupción con capacidad adecuada para interrumpir el suministro de energía a todos los circuitos bajo cualquier condición normal ó de emergencia que pudiera presentarse. Algunos dispositivos de interrupción, tales como interruptores de dos vías, de transferencia, etc., pueden ser usados, aunque no tienen capacidad interruptiva, siempre y cuando sean dotados de una enclavamiento ó entrelazado adecuado que no permita la apertura de estos dispositivos bajo carga.

B) Pónganse todas las partes dentro de un gabinete metálico, el cuál debe estar conectado a tierra.

C) Pónganse a tierra todas las corazas de las máquinas y aparatos eléctricos.

D) No se haga ningún trabajo en equipo eléctrico que esté energizado, cualquiera que sea la tensión.

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 práctica los procedimientos adecuados de instalación. Y, para satisfacer la cuarta regla, basta con definir y poner en práctica reglas y procedimientos de mantenimiento adecuados.

PROPORCIONAR PROTECCION AUTOMATICA A LOS CIRCUITOS AL OCURRIR CONDICIONES ANORMALES DE FUNCIONAMIENTO

Las dos condiciones anormales más comunes son:

A) Sobrecarga

B) Corto circuito

Una sobrecarga ocurre cuando el equipo toma demasiada corriente durante un período 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 tratandose 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 esta 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.

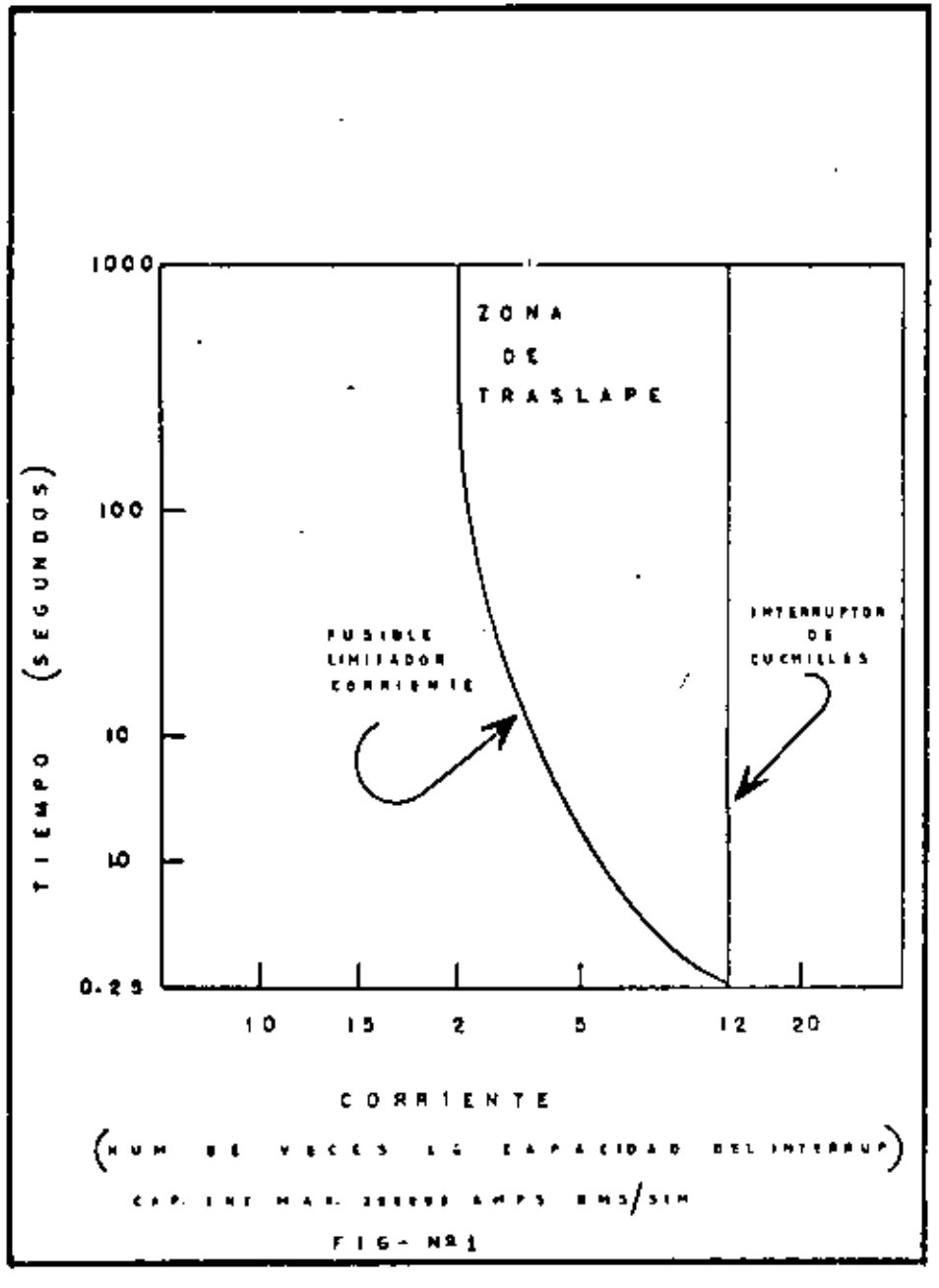


FIG- Nº 1

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 manufactureros. Un interruptor combinado que no está debidamente coordinado puede estallar al ser operado en tal emergencia, cuando el operario esta parado precisamente enfrente de el.

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 deposito, de la presión del agua, y del diámetro y la longitud del tubo que llega a la rotura. en un sistema eléctrico de

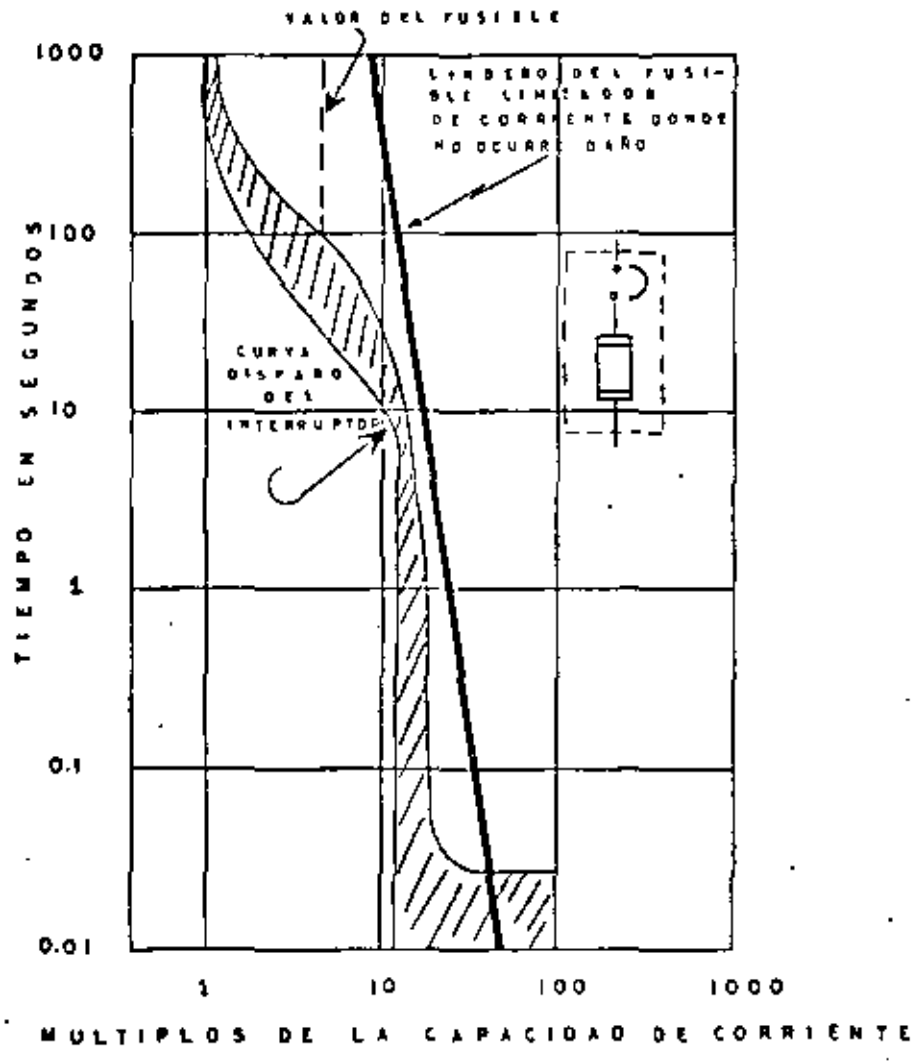


FIG Nº 2

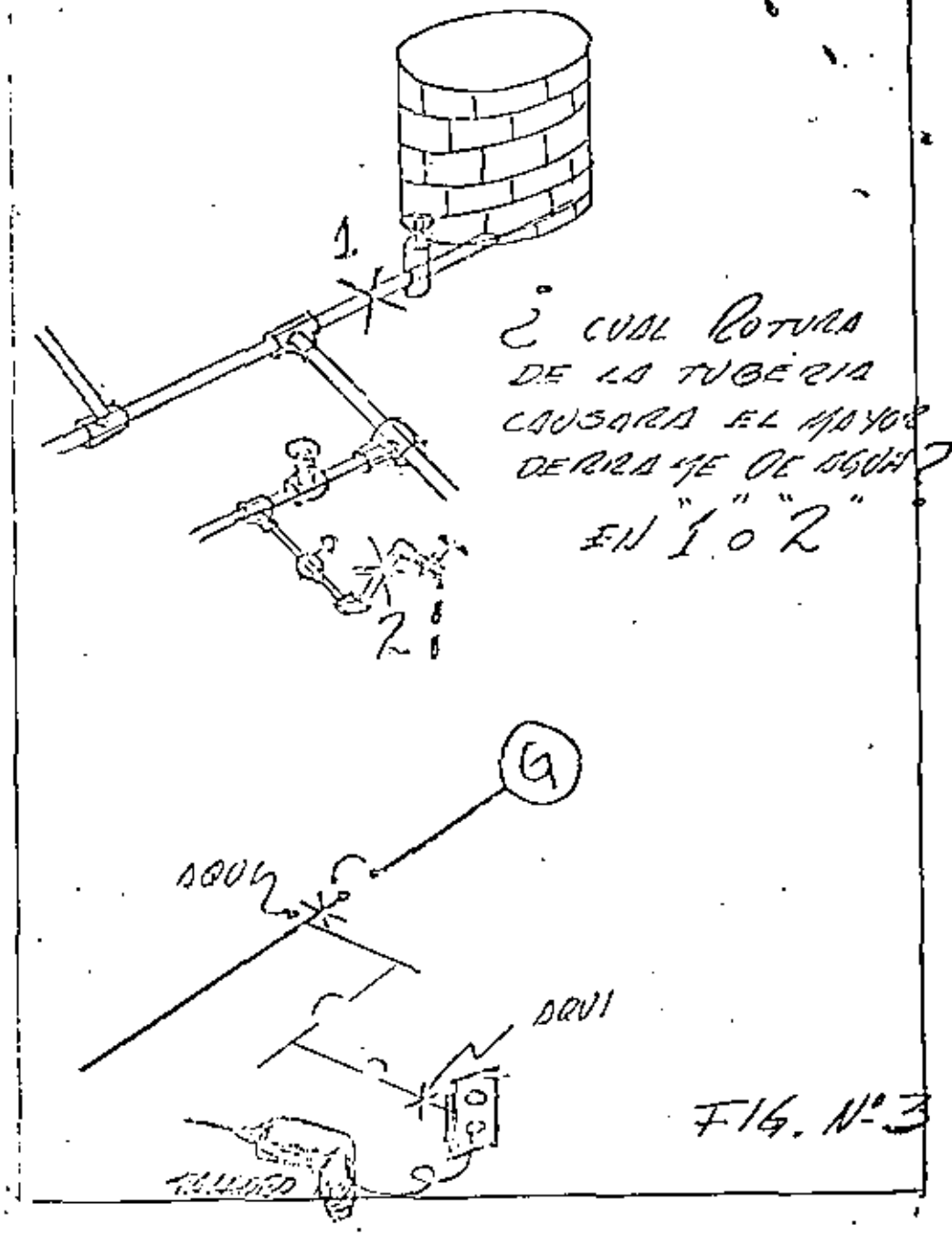


FIG. Nº 3

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 encalado 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 bién 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 unica impedancia que limita el flujo de la corriente de corto circuito es la impedancia del transformador de 0,1 OHMS comparada con 20 OHMS del motor. por consiguiente la corriente de corto circuito es: 20/01. = 200 veces la corriente normal = a mil amps.

a menos de que el interruptor "A" sea capaz de interrumpir 1000 amps; la corriente de corto circuito continuará circulando causando grandes perjuicios.

DONDE SE ORIGINAN LAS CORRIENTES DE CORTOS CIRCUITOS .

Cuando se calcula el corto circuito disponible, es de extrema importancia que todas las fuentes que contribuyen al corto circuito se tomen en cuenta y que así mismo las reactancias de estas fuentes sean determinadas.

Hay tres fuentes básicas que contribuyen a la corriente total de corto circuito;

1.- Generadores.

2.- Motores sincrónicos, condensadores sincrónicos y convertidores sincrónicos.

3.- Motores de inducción.

PROTECCION DE SOBRECARGAS.

Como ya se mencionó anteriormente en la mayoría de los casos, la principal función protectora de un dispositivo protector de circuito es primariamente la proveer protección adecuada a los elementos del mismo. El interruptor termomágnetico 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 bimetálico.

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 bimetálico despues de cierto tiempo, a la temperatura que hace que este habra 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 ocacionar daños a los aislamientos, dando lugar a corto circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.

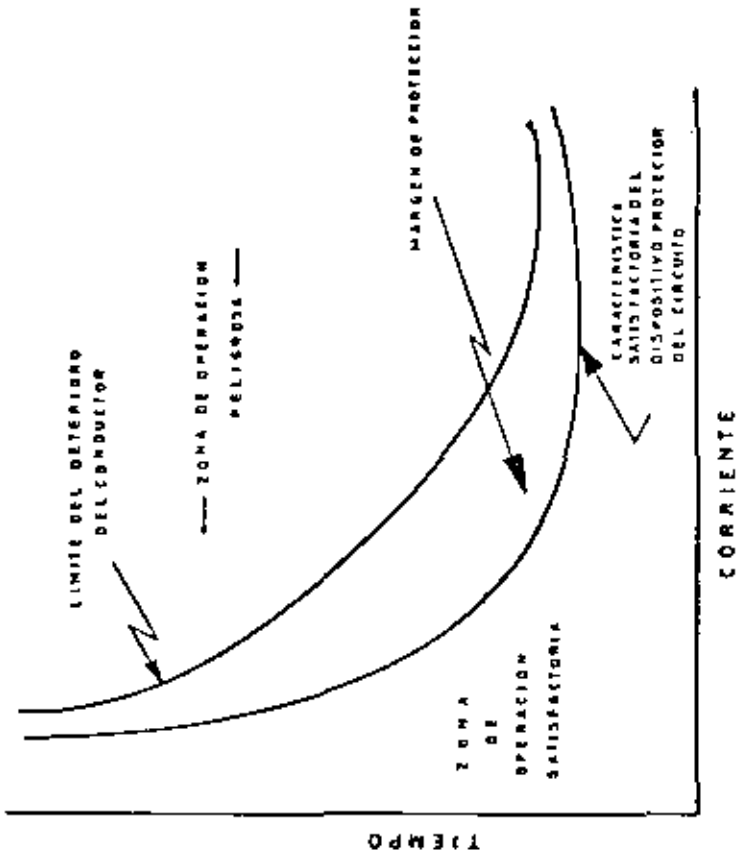
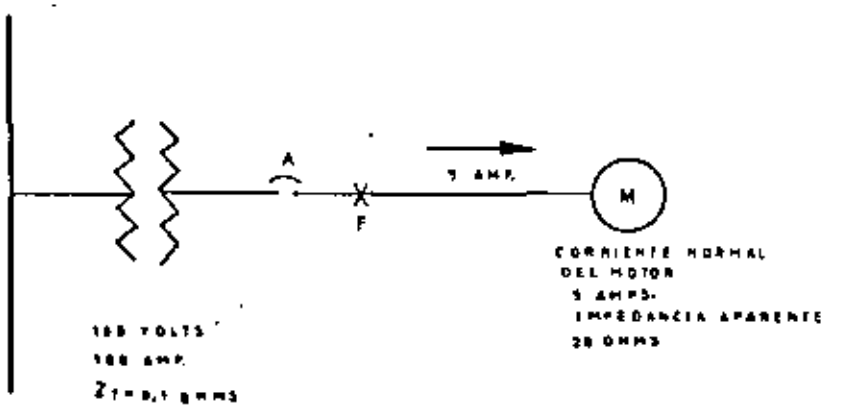


FIG. No 5



LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO $\frac{20}{0.1}$ = 200 VECES LA CORRIENTE NORMAL (200X5 = 1000 A.C.C.

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

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

FIG. No 4

Cuando un circuito alimenta varias cargas, este puede sobrecalentarse si todas ellas experimentan su demanda máxima al mismo tiempo. Esta condición es semejante a la que se presentaría si se conectaran demasiados aparatos domésticos 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 protejido contra la posibilidad de que dicha contingencia se presente y, como resultado la caracteristica de disparo por sobrecorriente. Esta caracteristica 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 protejer un circuito es la de proveer "Una segunda linea 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 caracteristica 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.

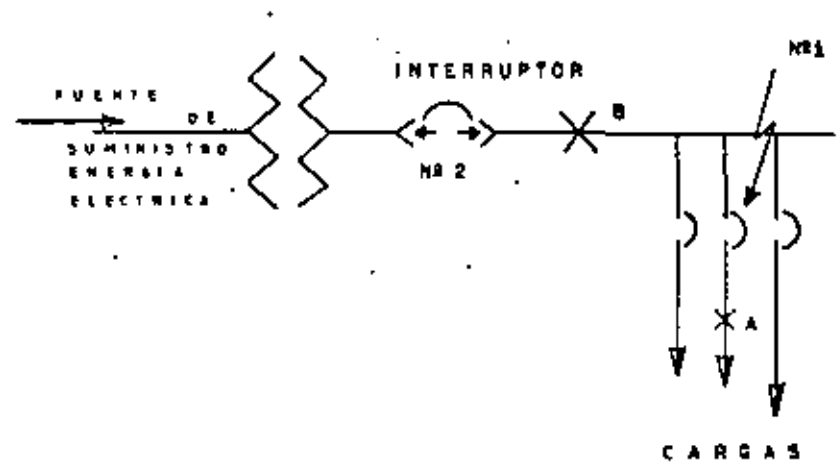


DIAGRAMA UNIFILAR DE UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS DERIVADOS

FIG-Nº 6

En este último caso, tomese como ejemplo el arreglo de los interruptores mostrado en la figura 6. El interruptor número uno se ha seleccionado con la capacidad suficiente para interrumpir una falla del "A". Por consiguiente el interruptor número dos debe tener una característica tal que no 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 habre como se explica en este ejerplo, se dice que es "Selectivo" y por consiguiente, que está formulado con el interruptor número uno.
La coordinación entre interruptores es más comprensible cuando las curvas características de tiempo y corriente, que pueden obtenerse de los fabricantes, se comparan gráficamente.

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.-

En la figura 7 se muestran equipos y aparatos que comunmente se usan en edificios comerciales y plantas industriales a simple vista, puede solamente apreciarse una porción relativamente pequeña del total de los componentes que forman el sistema de distribución.
Ocultos en las paredes, bajo el piso y en los techos se encuentran los cables y los ductos que conducen la energía eléctrica a las diferentes partes del sistema. Los gabinetes metálicos de las instalaciones modernas dificultar 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 presición 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 unifilares, 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.

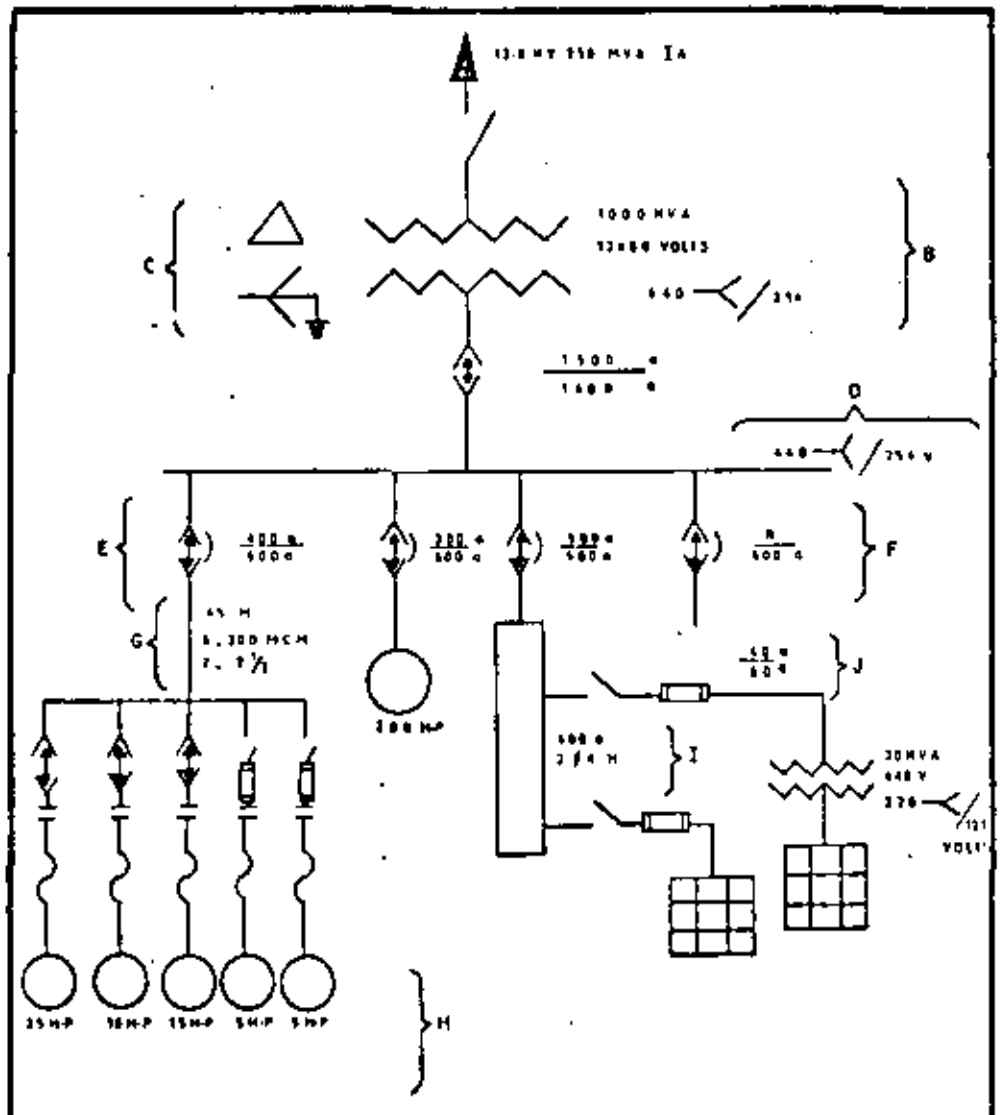


DIAGRAMA UNIFILAR

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 caracteristicas del transformador siendo este de 1,000 KV, con primario de 13.8 KV. y secundario de 440 voltios entre líneas conectado en estrella y con 254 voltios entre línea y neutro.

C.- estos símbolos indican que el transformador está conectado en delta en el primario y estrella en el secundario, cuyo neutro esta conectado firmemente.

D.- Estas cifras identifican el nivel de tensión eléctrica del sistema

E.- Estas designaciones identifican la capacidad de los interruptores. la cifra 600, abajo de la linea, indica el tamaño del marco del interruptor y la cifra 400a, arriba de la linea, indica el valor de la corriente de disparo del elemento de operación.

Debido a que hay considerable superposición entre las caracteristicas 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 (40Ampa.) y la del interruptor es normalmente, la inmediata superior estandar con respecto al fusible, a menos de que pueda obtenerse un interruptor cuya capacidad sea la misma que la del fusible.

2.- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA. CIRCUITOS ALIMENTADORES:
El Arrancador.

ARRANCADOR MAGNETICO

El arrancador magnético está formado por un contactor que permite abrir y cerrar respectivamente los circuitos, millones de operaciones en condiciones normales y anormales en caso de sobre corriente que no sobrepase el valor de corriente ó rotor bloqueado: 10 veces la corriente nominal.
Si al contactor se le adaptan portablemente y elementos térmicos de protección de sobre carga a fin de interrumpir ó abrir los contactos cuando la corriente del rotor sobre pasa la nominal en el valor ajustado que proteje al motor evitando se queme, procediendo a verificar y corregir la anomalía que causa la sobrecarga.
El arrancador magnético puede ser accionado manualmente a traves 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 protejer 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 vacio.
C.- Finalidad.- De protección, seccional, selector de mando.
D.- Medio ambiente.- En tablero, en gabinete; a prueba de polvo, de agua, corrosión ó explosión.

1.- Arrancador a tensión plena.- Bajo condiciones apropiadas de carga, tamaño de motor, tensión, se puede utilizar para arrancar el motor.
El motor puede soportar una corriente de arranque de 800% y procedera a girar, pero hay que considerar los problemas que pueden causar a la máquina por accionar, si esta puede dañarse y causar disturbios en la linea 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 motorpor esta causa, no lo protejera.

Así mismo las interrupciones del suministro de la energía por parte de la cía. de Luz al normalizarse: Arrancarán al motor y si es peligroso para el personal, reglamentar su operación ó evitarlo. Para ventiladores y equipos que conbiene que operen continuamente es ideal.

3.- Arrancadores a voltaje reducido:

A) De resistencias .- Se tiene 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 bimetálico.- 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

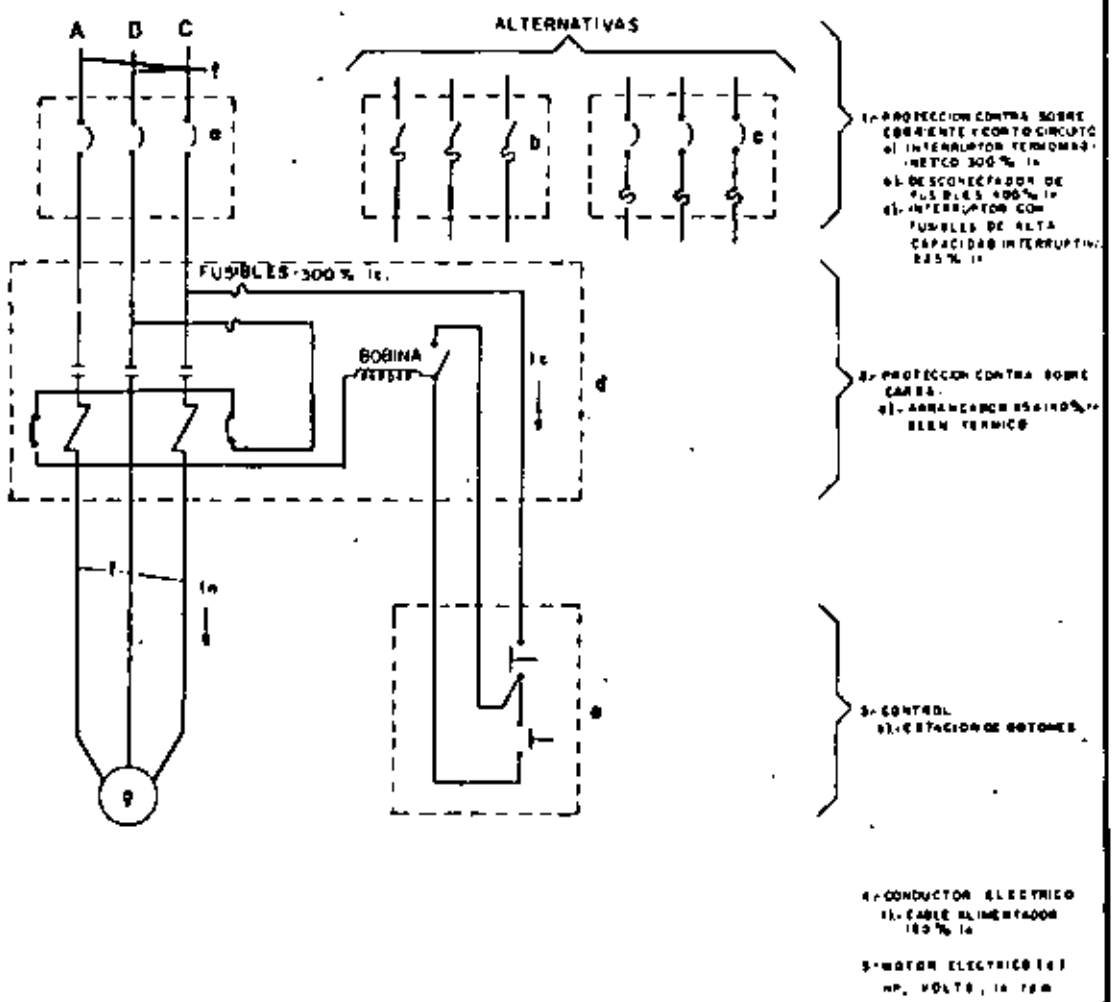


DIAGRAMA ELECTRICO
PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO.
CORTOCIRCUITO - SOBRE CORRIENTE - SOBRECARGA.

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION COMPLETA

Ver la figura No. 10

Secuencia de la operación.-

Si 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:

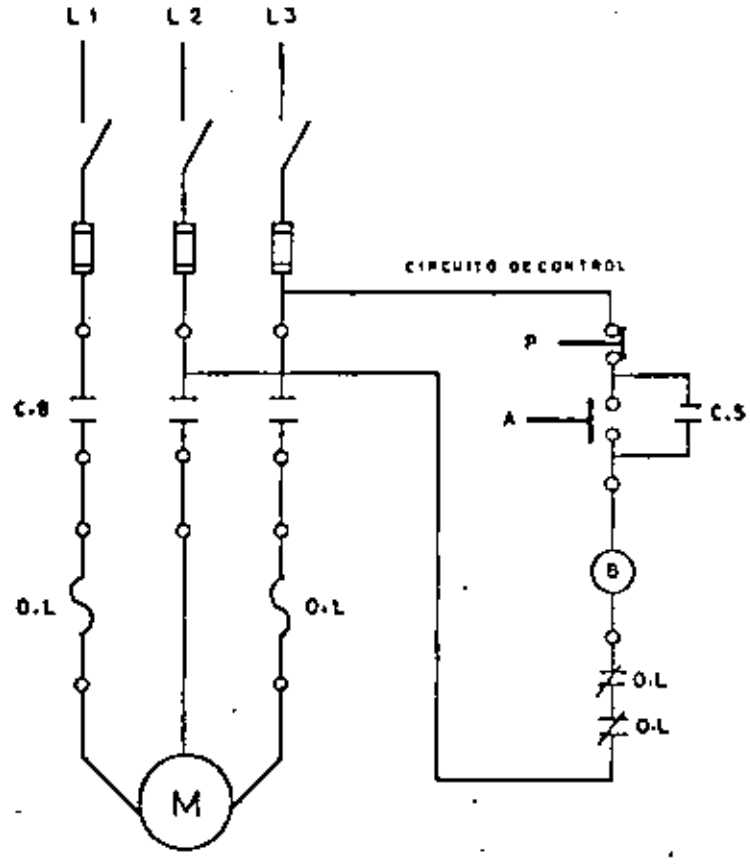
Elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga (OVER LOAD) (OL).

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

Ver la figura No. 11

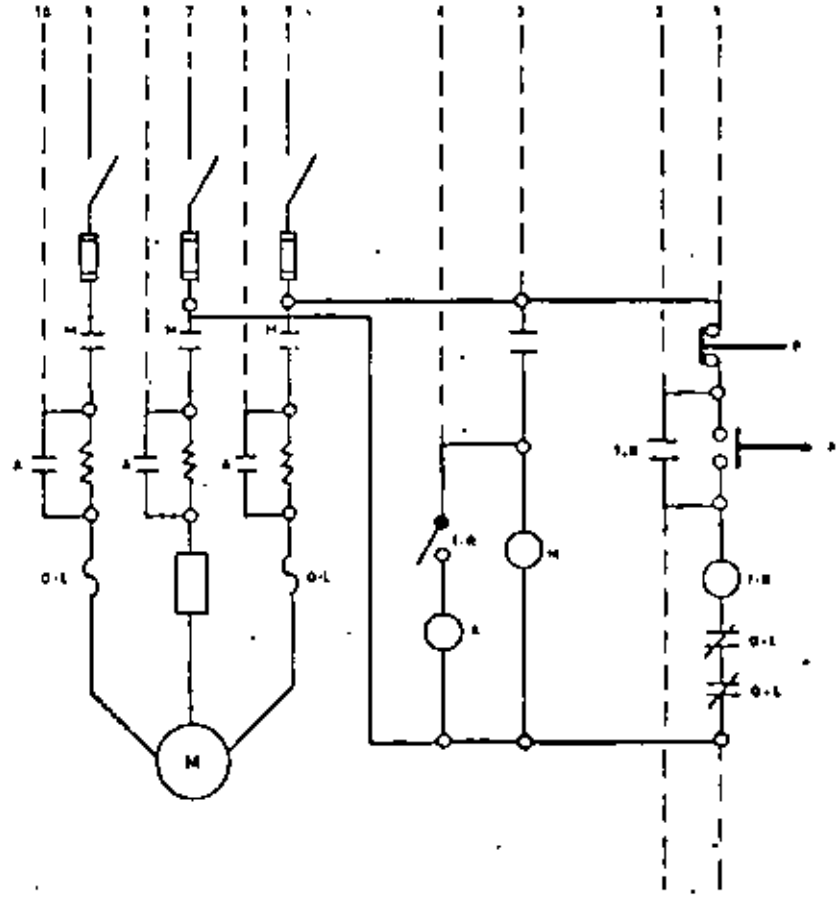
Secuencia de la operación.-

Al oprimir el botón de arranque, (A), se energiza la bobina (TR) en el eje 1, la cuál cierra los contactos instantaneos (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 caida de tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión reducida. El mismo contacto en el eje 3 deja preparado el circuito para que el contacto (TR) en el eje 4 que es el contacto de tiempo retardado del relevador de tiempo, al cerrar energiza a la bobina (A) la que a su vez cierra sus contactos (A) en los ejes 6,8 y 10 quedando así el motor alimentado a la tensión de la línea.



ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

FIG. No 10



ARRANCADOR MAGNETICO
A TENSION REDUCIDA

FIG. No 11

APLICACION TIPICA DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

La familiarización y la comprensión cabal del reglamento de obras e instalaciones eléctricas, así como del "NATIONAL ELECTRICAL CODE" requiere mucho estudio de dichos documentos, el cuál está fuera del propósito de este curso. Sin embargo, es conveniente tener un concepto general de la forma como estos reglamentos se aplican, por lo que el siguiente ejemplo se presenta con este propósito. Debe recordarse que ambos documentos contienen solamente las provisiones básicas y mínimas que se consideran necesarias para operación de los sistemas y aparatos eléctricos con un grado de seguridad satisfactorio.

Supóngase que un cliente ha adquirido un motor de inducción de 20 caballos de potencia, el cuál deberá operar en 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos. Puesto que este motor deberá conectarse al sistema de distribución, deberán seleccionarse los conductores, la protección contra sobrecarga de motor y la protección para el circuito mismo.

En vista de que la selección apropiada de estos componentes es necesaria para proteger al personal de los riesgos que el uso de la electricidad presenta, el reglamento de obras e instalaciones eléctricas así como el "NATIONAL ELECTRICAL CODE indican los requerimientos mínimos para el alambrado y la protección de este circuito.

1.) CARACTERISTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas características del motor, las cuales se encuentran en su placa de datos.

A) Potencia del motor: 20 Cp.

B) Tensión del motor: 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos.

C) Diseño del motor: GE tipo K, diseño nema B, par de arranque normal, corriente de arranque normal.

D) Corriente a plena carga: 25.8 amps.

2.) TIPO DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

El segundo paso incluye la determinación de los conductores que el cliente desea usar en el circuito. El cliente ha especificado en este caso lo siguiente:

A) Tres conductores de cobre, con aislamiento termóplastico, 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 x 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 termóplastico seleccionamos un conductor de calibre No. 8 AWG.

Corriente permitida = 40 amp. x 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 x 25.8 = 32.2 amps. (máximo).

5.) SELECCION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE PARA - UN ALIMENTADOR QUE SUMINISTRA A MOTORES.

A) A partir del - reglamento de obras e instalaciones eléctricas especifica la forma en que debe protegerse los circuitos que alimentan a varios motores. La fracción que se refiere a la capacidad ó ajuste del dispositivo protector de sobre corriente del circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque pero su capacidad ó ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del -- motor...

B) El codigo 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 x 1.15 = 30amp.

Capacidad máxima: Puede obtenerse esta cifra de dos maneras: en la tabla 430-146, en la linea 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 codigo F (La cual aplica los motores tipo F), 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 x 2.5 = 65 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 protejer 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 rotor.

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.

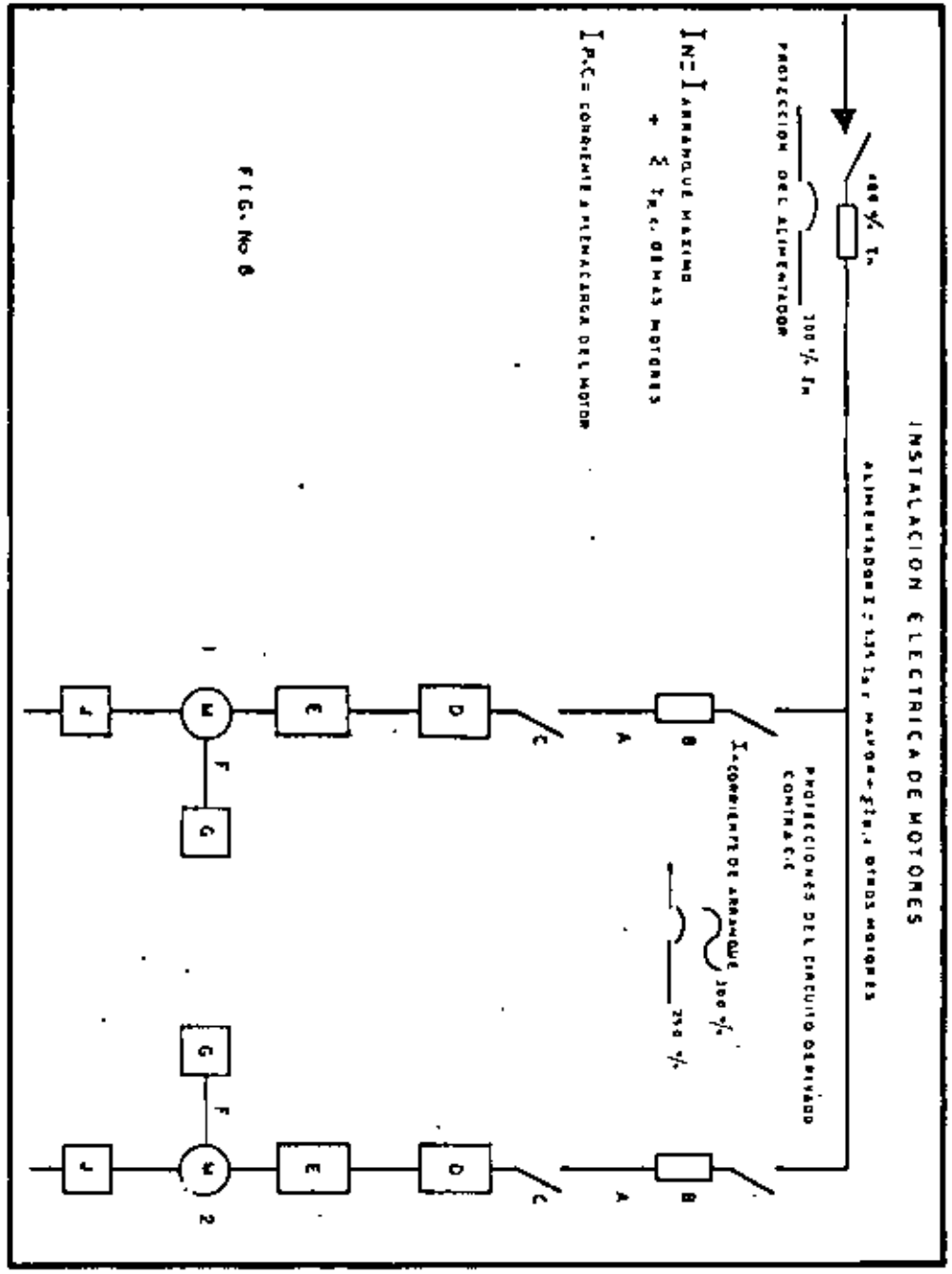
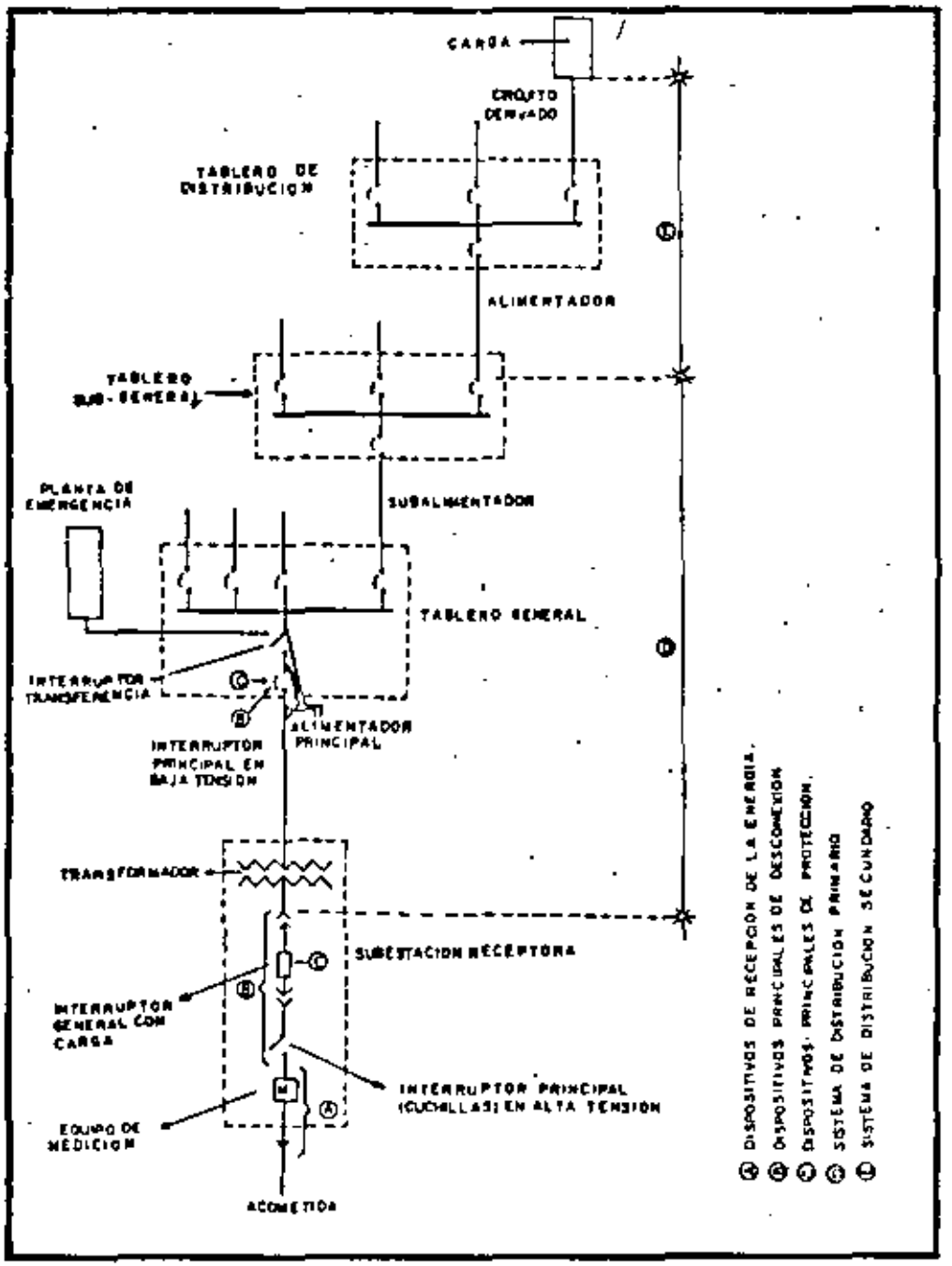


FIG. No 6



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.

BY 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 SOBRE-CORRIENTE.

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 PLANEEN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTA 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 economías 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 eléctrolítico, 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 unidad 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 termomagnitico en caja de plastico; el electromagnético, y el de navajas con fusibles de alta capacidad interruptiva. Los interruptores termomagneticos son los más prácticos por el pequeño espacio que ocupan, por poderse acomodar y conectar uno al lado del otro, y por ser economicos 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 abra primero los interruptores derivados que alimentan el circuito donde exista la falla. Estos

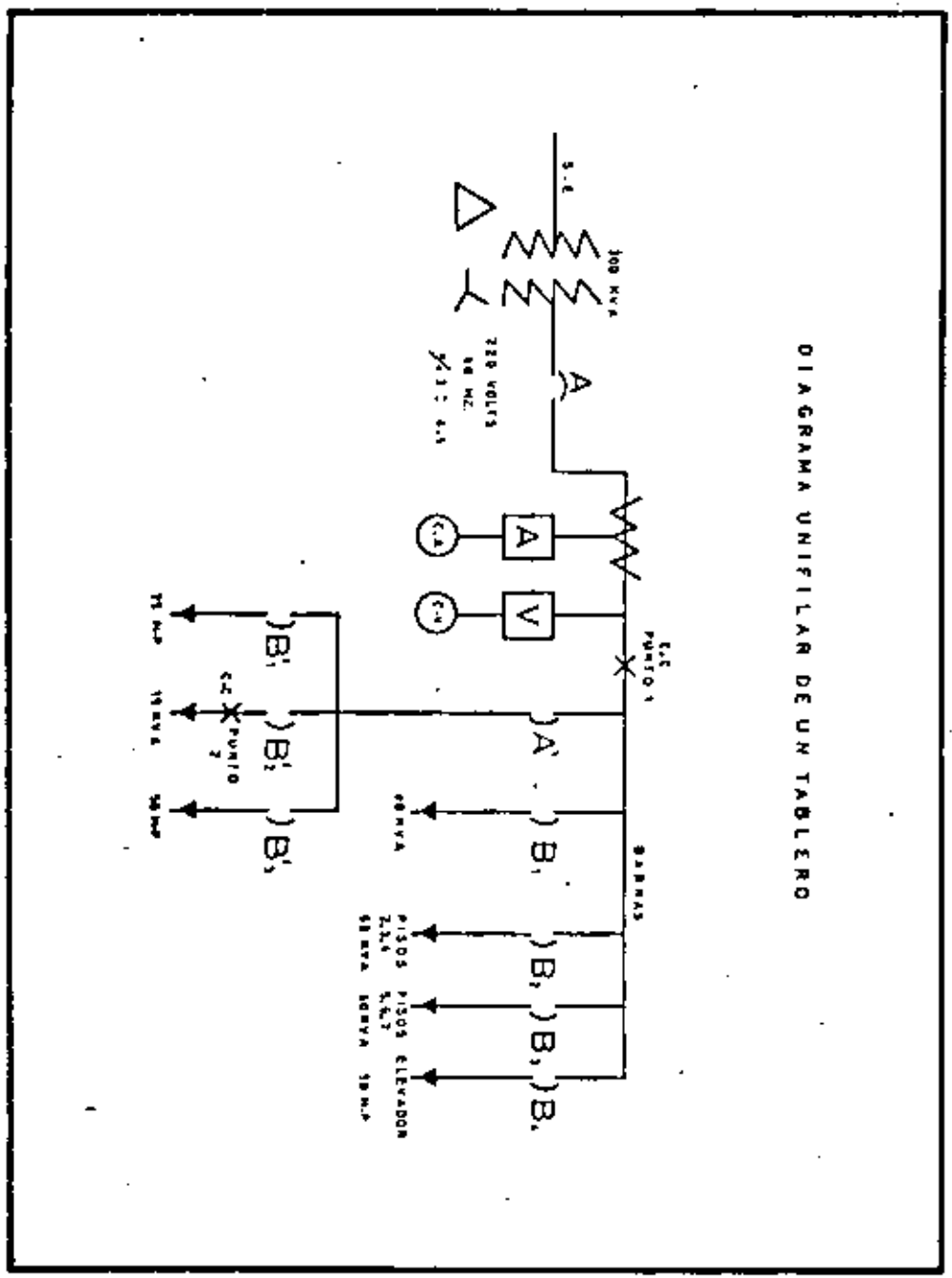
interruptores son muchos más caros que los termomagneticos. Y se fabrican hasta capacidades de 6000 Amps. y 100000 amps. asimétricos.

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

INSTRUMENTOS: Un tablero, para llenar su función, basta con tener los componentes descritos anteriormente: gabinetes, barras e interruptores. Sin embargo algunas veces para un mejor control ó mantenimiento cuando las instalaciones son importantes ó que genera la eléctricidad, conviene medir las caracteristicas principales de energia 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.



Diseño de un tablero principal

a).- Haga un diagrama unifilar, con los componentes del tablero según las necesidades eléctricas del edificio.

b).- Cálculese las capacidades normales en amperes del interruptor general y de los derivados.

c).- Cálculese el corto circuito aproximado en el punto uno de la figura.

$$Icc = \frac{In(\text{transformador}) \times 100}{\% Z}$$

$$In = \frac{KVA \times 1000}{1.73 \times 220} = \frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790 \text{ amps.}$$

$$Icc = \frac{790 \times 100}{4.5} = 17600 \text{ amps. de capacidad interruptiva.}$$

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 impedancia del 20% darían:

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

El corto circuito total para el punto dos será de:

Icct = 17,600 + 1550 = 19150 amps.

e).- Los interruptores seleccionados serán:

INTERRUPTOR	CORR. NORMAL	TIPO	C.I. 240 V.	C.I. CALCULADA
A	1,000	NM.	42,000	17,600
A	300	NJN	42,000	17,600
B	225	NFJ	25,000	17,600
B1	175	NFJ	25,000	17,600
B2	175	NFJ	25,000	17,600
B3	175	NFJ	25,000	17,600
B4	200	NFJ	25,000	17,600
B'_1	200	NFJ	25,000	19,150
B'_2	50	NFF	18,000	19,150
B'_3	300	NJL	42,000	19,150

INTERRUPTOR	CARGA	AMPS. NORMALES	CALIBRACION AMPERES.
A	300KVA	$\frac{300x100}{1.73x220} = 790$	
		790x1.25 = 987.5	1000 amps.
A'	15.0 KVA		
25 HP = $\frac{25x0.746}{Cos\ \emptyset}$ =	23.4 KVA		
50 HP = $\frac{50x0.746}{Cos\ \emptyset}$ =	46.8 KVA		
25% x 46.8 =	11.7 KVA	$\frac{96.9 \times 1000}{1.73 \times 220} = 254$	300 amps.
SUMA	96.9KVA		
B_1	80 KVA.	$\frac{80 \times 1000}{1.73 \times 220} = 216$	225 amps.
B_2	60 KVA.	$\frac{60 \times 1000}{1.73 \times 220} = 158$	175 amps.
B_3	60 KVA.	" " = 158	175 amps.
B_4 Motor devanado	50 HP.	Ver tabla	200 amps
B'_1 Motor jaula de ardilla T.C.	25 HP	Ver tabla	200 amps.
B'_2	15 KVA.	$\frac{15 \times 1000}{1.73 \times 220} = 39.5$	50 amps.
B'_3 Motor jaula de ardilla T.R.	50 HP	Ver tabla	300 amps.

En la tabla, se da la calibracion 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 tension reducida (TR) toma 200% de la tension normal. Por último, para un motor con rotor devanado, con arrancador de resistencias se tendra solo una corriente 150% de

t) TABLEROS SECUNDARIOS.

Los circuitos derivados necesitan una proteccion en su iniciacion. 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 dirse 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 los 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 linea protegida a mas de 200 amperes, debe contar en su lado de abastecimiento con dispositivos de proteccion 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, asi como el tamaño, tipo y localizacion 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 lineas 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. Esta

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

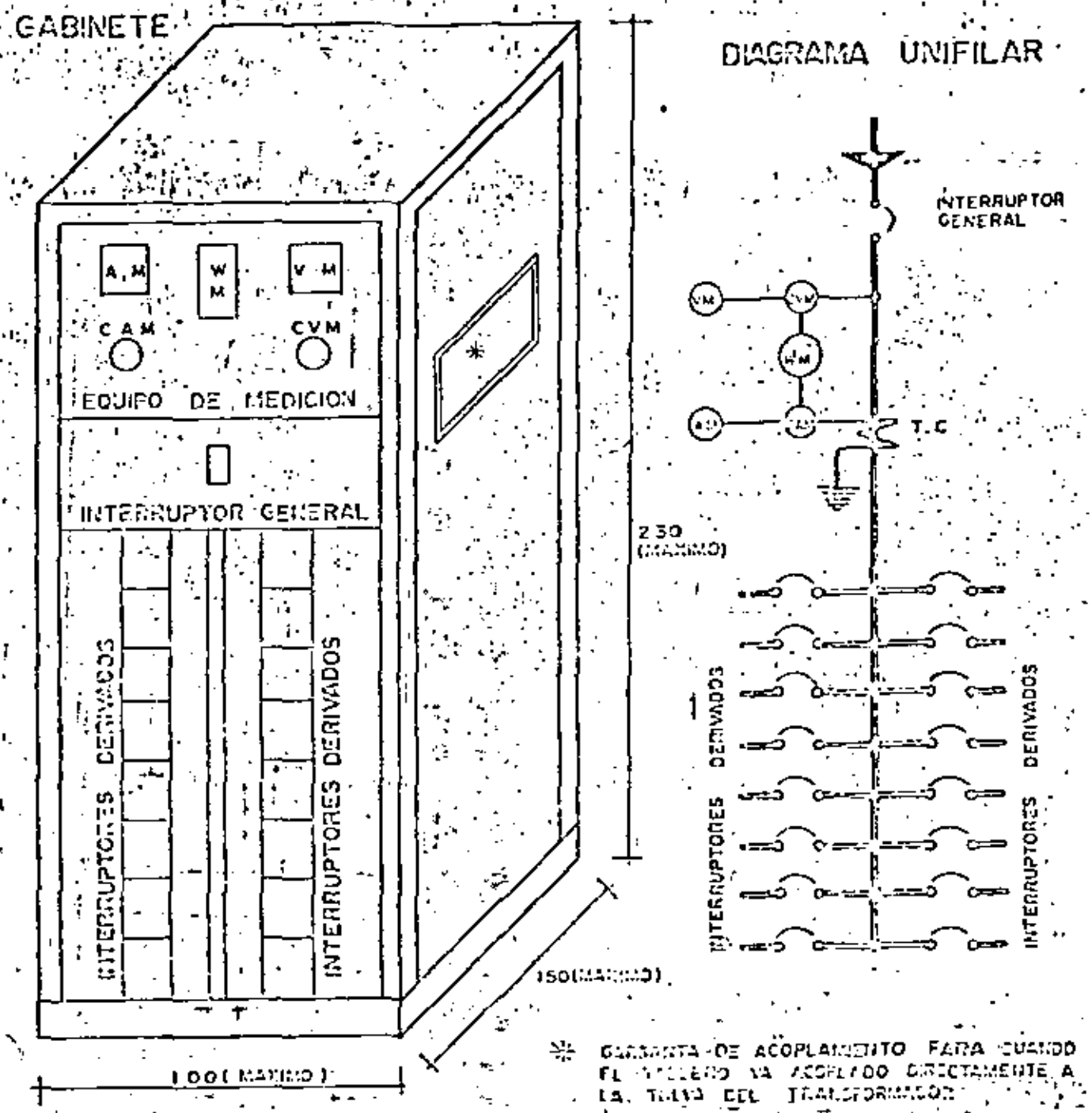
3) El tercer fin de los tableros de distribucion, sobre todo en instalaciones de lugares publicos, es el control. Los interruptores de los tableros sepueden usar para controlar y poner en operacion la instalacion electrica. Es conveniente en este caso que la especificacion se cuide mediante interruptores 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.

(62)

TABLA No. 8 — APLICACION DE INTERRUPTORES EN MOTORES

A — TIPO JAULA DE ARDILLA, ARRANQUE A T.C.
B — " " " " " T.R.
C — DEVANADO, ARRANQUE A T.R.

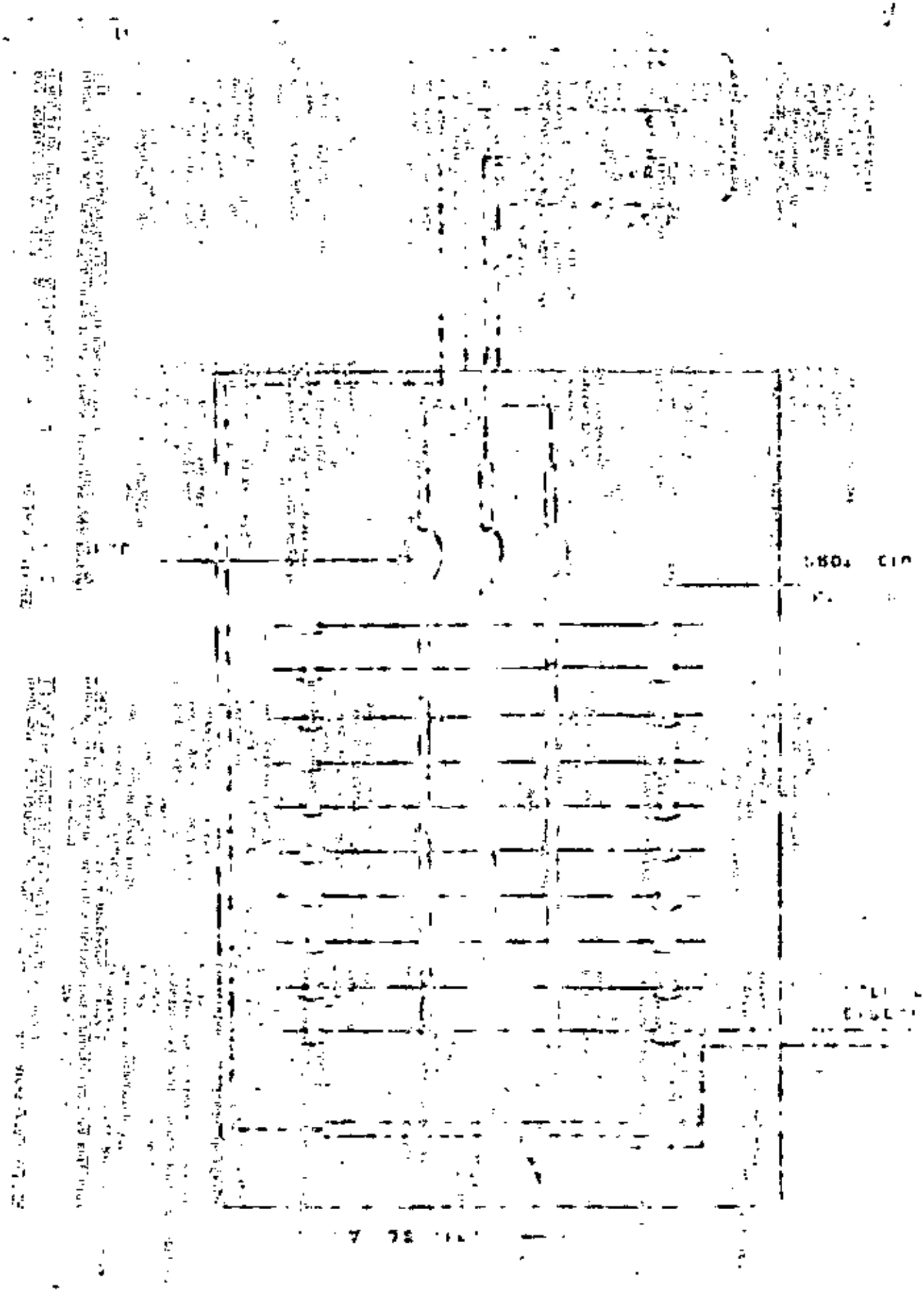
H.P.	VOLTS.	AMPERES	Calibración del Interruptor en AMPERES A	B	C
1 1/2	200	5.0	15	15	15
	440	2.5	15	15	15
2	220	6.5	15	15	15
	440	3.3	15	15	15
3	220	9.0	20	20	15
	440	4.5	15	15	15
5	220	15.0	40	30	20
	440	7.5	20	15	15
7 1/2	220	22	50	40	30
	440	11	30	20	15
10	220	27	70	50	40
	440	14	40	30	20
15	220	40	100	100	70
	440	20	50	50	30
20	220	52	125	100	100
	440	26	70	50	50
25	220	64	200	125	100
	440	32	100	70	50
30	220	78	200	150	125
	440	39	100	100	70
40	220	104	225	200	150
	440	52	125	100	70
50	220	125	300	225	200
	440	63	150	125	100
60	220	150	400	300	225
	440	75	200	150	125
75	220	185	500	400	300
	440	93	250	200	150
100	220	246	600	500	400
	440	123	300	225	200
125	220	310	800	600	500
	440	155	400	300	225
150	220	360	1000	800	500
	440	180	500	400	225
200	220	480	1200	1000	800
	440	240	600	500	400



* GARGANTA DE ACOPLAMIENTO PARA CUANDO EL TABLERO VA ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA TAPA DEL TRANSFORMADOR

CLAVE

VM — VOLMETRO
CVM — CONMUTADOR DE FASES PARA VOLMETRO
WM — WATTMETRO (PUEDE SER TAMBIEN CUALQUIER OTRO APARATO O APARATOS DE MEDICION INDICADOR O INTEGRADOR)
AM — AMPERMETRO
CAM — CONMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
T.C. — TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
— INTERRUPTOR



DIRECTORIO DE ASISTENTES DEL CURSO INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(DEL 23 DE NOVIEMBRE AL 13 DE DICIEMBRE DE 1982)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
1. ANGEL ALVARO MONTALVO Edif. 421 Ent. 4 Int. 1 Lomas de Plateros Del. Alvaro Obregón México, D. F.	MULTIBANCO COMERMEX Lorenzo Boturini 203 Col. Tránsito México, D. F. Tel: 7-61-20-11 Ext. 637
2. LEONARDO CANO HERNANDEZ Jaime Nuno LT. 3 MZ. 84 Zona Escolar G.A. Madero C.P. 07230 México, D. F. Tel: 3-91-07-06	INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL-ESIME Unidad Profesional Zacatenco Col. Lindavista Del. G. A. Madero México, D. F.
3. GUADALUPE CARMONA GABRIEL Av. Cuauhtémoc 647-14 Col. Narvarte Del. Benito Juárez C.P. 03020 México, D. F. Tel: 5-43-74-36	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Rio Mississipi 71-603 Col. Cuauhtémoc Del. Cuauhtémoc México, D. F. Tel: 5-53-64-75
4. JOSE LUIS CASARRUBIAS MALDONADO Edificio 6 Depto. 201 Unidad Fovissste San Pedro Martir Tlalpan C.P. 14650 México, D. F. Tel: 6-55-35-17	INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO Eje Lazaro Cárdenas No. 152 Atzapahuazcan Gustavo A. Madero México, D. F. Tel: 5-67-66-00 Ext. 2379
5. HECTOR CASTILLO CHAGOYA C. Pedregoso No. 13 Col. Coyoacán Del. Coyoacán México, D. F. Tel: 5-59-18-09	IPESA CONSULTORES C. San Lorenzo No. 153-7o. Piso Col. del Valle México, D. F. Tel: 5-59-18-09
6. JESUS CONTLA FERNAN Serapio Rendón 70-34 Col. San Rafael Del. Cuauhtémoc C.P. 06470 México, D. F. Tel: 5-66-76-73	PROCESOS DE MEXICO INGENIERIA Av. de la Paz 26 Col. Chimalistac Del. San Angel México, D. F. Tel: 5-50-80-00 Ext. 15

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(DEL 23 DE NOVIEMBRE AL 13 DE DICIEMBRE DE 1982)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
7. JOSE ANGEL CORTES CERICEROS FES-C., Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan (Casa Sabana No. 20 Col. Atlanta) Cuautitlan Izcalli, Edo. de México Tel: 1-43-01	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES - CUAUTITLAN Carretera Cuautitlan - Teoloyucan Km. 32 Cuautitlan Izcalli Edo. de México Tel: 3-06-45
8. JUAN DELGADO MORALES Av. San Angel No. 77 Metropolitana 1a. Secc. Edo. de México Tel: 7-97-36-10	INSTITUTO NACIONAL DE BELLAS ARTES Av. Hidalgo No. 1 Centro México, D. F. Tel: 5-85-48-88
9. RODOLFO ESPINOSA DE LOS MONTEROS Cristobal Colón No. 92 Echegaray México, D. F.	CONSTRUCTORA MANUEL FLISSER Ingenieros Militares No. 91 Lomas de Sotelo Del. Miguel Hidalgo México, D. F. Tel: 5-57-41-14
10. CARLOS HUGO FRANCO GOMEZ Fray Servando T. Mier 1003-3 Del. V. Carranza México, D. F. Tel: 5-71-86-30	DISTRIBUIDORA SAN CARLOS, S. A. de C. V. Fdo. Iglesias Calderón No. 73 Col. Jardín Balbuena Del. V. Carranza México, D. F. Tel: 7-84-56-14
1. J. SALOME GRANADOS MAGNEY Moctezuma 273 Ixtapalapa México, D. F. Tel: 6-86-02-23	SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS Miguel Laurent 840 México, D. F. Tel: 5-59-26-02
2. ALBERTO GUAJARDO FLORES Tortolas No. 8 Las Arboledas E.H. Atizapan de Zaragoza C.P. 54020 México, D. F.	DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO F.I. UNAM Ciudad Universitaria Del. Coyoacán México, D. F. C.P. 04510 Tel: 5-50-52-15 Ext. 4482

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(DEL 23 DE NOVIEMBRE AL 13 DE DICIEMBRE DE 1982)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
13. JUAN MAYA MARTINEZ Viaducto Río de la Piedad 397 Iztacalco C.P. 08310 México, D. F. Tel: 6-50-32-17	
14. PEDRO MAZON RODRIGUEZ Calle de la Guinea No. 24 Centro Acapulco, Gro. Tel: 3-43-57	
15. JOSE LUIS HAVA OLMOS Fausto Vega Santander No. 15 Cirato Rey Del. Alvaro Obregón C.P. 01350 México, D. F. Tel: 2-77-02-93	SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS Av. Baja California No. 146 Col. Roma Sur Del. Cuauhtémoc C.P. 06770 México, D. F. Tel: 5-84-01-41
16. BERNARDO OHAÑA DIAZ Sta. Ma. Ratilitas No. 66 Col. Niños Héroes Del. B. Juárez C.P. 496900 México, D. F. Tel: 5-79-41-76	S.C.T. DIRECCION GENERAL DE OBRAS MARITIMAS Insurgentes Sur No. 465 Col. Condesa México, D. F. Tel: 5-84-61-29
17. LAZARO PONCE Durao 9 Ac. de Guadalupe Del. G. A. Madero C.P. 0772 México, D. F. Tel: 1-91-09-42	UNION DE PROFESORES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Ciudad Universitaria México, D. F.
18. JOSE ANTONIO RODRIGUEZ GUEVARA B. Picaso No. 1-2 Santa Ana Tlaxcala Tel: 2-24-89	

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(DEL 23 DE NOVIEMBRE AL 13 DE DICIEMBRE DE 1982)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
19. ANTONIO ROMERO SOLANO Durango No. 152 Peñón de los Baños Del. Venustiano Carranza México, D. F. Tel: 7-84-22-31	PROCESOS DE MEXICO INGENIERIA, S. A. Av. de la Paz No. 26 Col. Chimalistac México, D. F. Tel: 5-50-80-00 Ext. 15
20. BONIFACIO ROMAN TAPIA Av. Copilco 162 Edif. 26-502 Copilco el Bajo Del. Coyoacán C.P. 04140 México, D. F. Tel: 5-50-31-33	DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO Ciudad Universitaria Del. Coyoacán C.P. 04510 México, D. F. Tel: 5-50-52-15 Ext. 4486
21. JORGE RUIZ DE ESPARZA CALDERON Nueva York No. 250-504 Col. Nápoles Del. Benito Juárez C.P. 03810 México, D. F. Tel: 5-23-32-03	FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM Ciudad Universitaria Del. Coyoacán C.P. 04510 México, D. F.
22. FRANCISCO TELLEZ HERRERA Zahuatlán No. 352 Col. Romana Edo. de México Tel: 5-65-98-90	S.C.T. DIRECCION GENERAL DE OBRAS MARITIMAS Insurgentes Sur 465-7o. Piso Col. Roma Sur México, D. F. Tel: 5-64-76-68
23. AGUSTIN VALDEZ ANDRADE Zafiro No. 4 Col. Valle Escondido Xochimilco, D. F. Tel: 6-76-42-72	SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS Miguel Laurent 844-3o. Piso México, D. F. Tel: 5-59-09-13