

111
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE
ENERGIA ELECTRICA EN UNA ZONA PERIFERICA
DE LA CIUDAD DE MEXICO."**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :**

**FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS**

Director de Tesis: Ing. Rodolfo Lorenzo Bautista

MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

CAPITULO I

DESCRIPCION DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION	1
I.1 DEFINICION	1
I.2 FACTORES PARA CALIDAD DE SERVICIO	4
I.3 CLASIFICACIONES	9
I.4 TOPOLOGIA	18
I.5 ESQUEMA DE SUBESTACIONES	22
I.6 ESTRUCTURAS EN MEDIANA TENSION	23
I.7 ESTRUCTURAS EN BAJA TENSION	39

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LA CARGA	49
II.1 LUGAR GEOGRAFICO	49
II.2 POBLACION	50
II.3 TIPOS DE SERVICIO	50
II.4 FACTORES DE DISEÑO	57

CAPITULO III

NORMAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION	93
III.1 NORMAS PARA CONDUCTORES	93
III.2 NORMAS PARA POSTES Y HERRAJES	94

III.3 NORMAS PARA EQUIPOS	101
III.4 NORMAS PARA PROTECCIONES	111
CAPITULO IV	
SELECCION Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION	195
IV.1 SELECCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION	195
IV.2 DETERMINACION DEL NUMERO Y CAPACIDAD DE - TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION	196
IV.3 LOCALIZACION DE CENTROS DE CARGA	201
IV.4 CALCULO DE ALIMENTADORES EN BAJA TENSION	204
IV.5 RED EN MEDIANA TENSION	227
IV.6 CALCULO DE CORTO CIRCUITO	229
IV.7 SELECCION DEL EQUIPO DE PROTECCION	241
IV.8 ACOMETIDAS Y MEDICION	244
CAPITULO V	
ESTUDIO ECONOMICO	248
V.1 CONCEPTOS ADMINISTRATIVOS	248
V.2 PRESUPUESTO DEL MATERIAL	250
V.3 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA	255
V.4 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.	258
CONCLUSIONES	259
BIBLIOGRAFIA	261

I N T R O D U C C I O N

En los últimos años, por diferentes factores económicos y sociales, gran parte de la población mexicana se ha visto en la necesidad de emigrar a las grandes ciudades del país en busca de mejores oportunidades de desarrollo; esto ha originado el incremento de asentamientos humanos en la periferia de estas ciudades, causando con ello que los servicios de urbanización, proporcionados a estas áreas, sean deficientes. El presente trabajo se ocupa justamente de uno de estos servicios que es la electrificación de una de estas zonas.

Cuando no se tiene un sistema de distribución de energía eléctrica adecuado, generalmente se crean grandes problemas para la compañía suministradora, reflejándose directamente en problemas para los usuarios; entre aquéllos podemos mencionar que existe una gran cantidad de conexiones fraudulentas que se traducen en sobre carga de los alimentadores y en una mala regulación de voltaje, con esto se tiene poca confiabilidad y poca continuidad en el servicio.

En el momento en que se implementa un sistema de distribución en un área, trae consigo beneficios para ésta debido a que se incrementa la calidad en el servicio, eli-

minando así incomodidades, riesgos, inseguridad y gastos en los usuarios; generando de esta manera el desarrollo de la zona e implícitamente el bienestar de la población que es uno de los propósitos fundamentales de la Ingeniería.

El presente trabajo está constituido de cinco capítulos. En el primero de ellos se tratan, de una manera general, los sistemas de distribución existentes y más utilizados en nuestro país. En el capítulo dos se proporciona una descripción de las características de la carga, que es básicamente una descripción de la zona por electrificar en la cual se diseñará la red de distribución de energía. En el capítulo tres se mencionan las normas utilizadas en nuestro país, en el diseño y construcción de redes de distribución. El capítulo cuatro trata, de acuerdo a los capítulos anteriores, sobre el desarrollo del diseño de la red de distribución que se adecúa más a la zona seleccionada; se menciona la configuración a utilizar, potencia, tensión, características de conductores, cantidad y tipo de postes, cantidad y características de transformadores, equipo de medición, protecciones, subestación alimentadora, centros de carga, proyecciones a futuro, etc. En el capítulo cinco se proporciona una lista general de materiales y equipo a utilizar en la construcción del sistema; además este capítulo también trata, como en todo proyecto, de un análisis econó-

mico para verificar si la inversión en la construcción del sistema de distribución es recuperable y en general se analiza si el proyecto en cuestión es rentable.

Finalmente, en base a los temas desarrollados y a las experiencias adquiridas en el transcurso del trabajo, - mencionamos algunas de las conclusiones, que a nuestro parecer, pueden ser extraídas de este contenido.

CAPITULO I

DESCRIPCION DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION

I.1 DEFINICION

Un sistema de energía eléctrica está constituido por plantas generadoras que producen la energía eléctrica, por toda una diversidad de tipos de cargas o consumidores, por redes de transmisión, subestaciones variadoras de tensión, redes de distribución y subsistemas auxiliares para el control y manejo de dicha energía en sus características de regulación de tensión, control de frecuencia y continuidad de servicio.

La calidad del servicio de un sistema eléctrico lo marcan estas últimas características, las cuales son también propias de un sistema de distribución los cuales constituyen un elemento importante en un sistema de energía eléctrica co

mo se mencionó anteriormente.

En forma general la representación de un sistema de energía eléctrica es la mostrada en forma esquemática en la Fig. 1.1. Analizando el diagrama esquemático del sistema de energía eléctrica planteado se entiende que cada uno de los seis bloques o elementos son indispensables, pero el que en nuestro caso nos ocupa; sistemas de distribución, resulta interésante dado que es el que interactúa más directamente con la carga.

Los sistemas de distribución pueden adoptar diversas disposiciones, ya sean subterráneas o aéreas y diversas configuraciones dependiendo del tipo de carga que alimentará residencial, industrial, comercial, etc., así como la densidad de carga de la zona. Es decir la carga determina el sistema de distribución, cabe señalar que nunca es al contra -- rio.

"Un sistema de distribución es el conjunto de dispositivos e instalaciones eléctricas que tienen como finalidad adecuar la energía y entregarla al consumidor cumpliendo con las características de la calidad de servicio y en un rango de tensiones desde 120 volts hasta 34.5 kv."

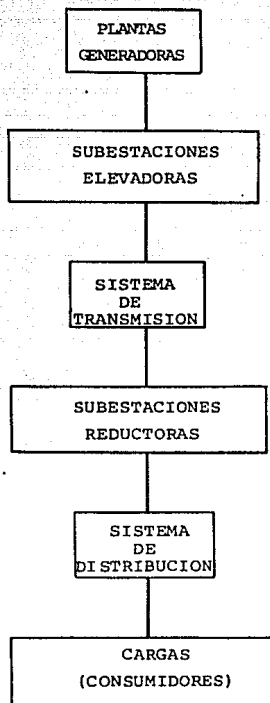


Fig. 1.1 SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA.

UNAM	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	1991
	FAUL QUINTANA TERAN LEOPOLDO SANTILLAN BLAS	TESIS PROFESIONAL

I.2 FACTORES PARA CALIDAD DE SERVICIO.

En un sistema eléctrico desde la generación hasta el consumidor, es necesario mantener la continuidad de suministro al cien por ciento si es posible, es decir ninguna interrupción y con la capacidad que la demanda lo exija.

Los factores que debe cumplir una red de distribución con buena calidad de servicio son tres. Continuidad de servicio, regulación de voltaje y control de frecuencia.

Continuidad de servicio.- Se refiere a la importancia que contiene evitar al máximo las interrupciones que puedan causar transtornos o pérdidas catastróficas en un proceso, ya sean materiales o hasta humanas.

Debido a la magnitud que pueden alcanzar los efectos de una interrupción de energía eléctrica es necesario tomar disposiciones que permitan hacerle frente a cualquier falla en el sistema:

- 1.- Disponer de la reserva de generación adecuada que nos permita absorber la posible salida de cierta capacidad de generación.
- 2.- Disponer de un sistema de protección automático

rápido, certero, selectivo que aisle cualquier elemento del sistema que sufra una falla en el tiempo necesario.

- 3.- Diseñar el sistema de manera que la falla o desconexión del elemento repercuta en el menor -- grado posible sobre el resto del sistema.
- 4.- Disponer de circuitos de alimentación de emer - gencia.
- 5.- Disponer de un sistema rápido de restablecimiento del servicio.

Regulación de voltaje.- Tiene mucho que ver con la necesidad de eliminar variaciones significativas en la magni tud del voltaje de suministro ya que cuanto más constante - sea el valor se asegura una mayor vida de los aparatos eléc tricos y un funcionamiento óptimo.

Dado que los aparatos y máquinas eléctricas tienen ciertos límites de variación en su alimentación respecto al voltaje nominal para que el funcionamiento sea el adecuado, - el límite tolerable de regulación de voltaje de suministro - queda determinado por los mismos aparatos consumidores. Así-

por ejemplo si la tensión es mayor que la nominal o si es menor, de cualquier manera afecta nocivamente al aparato puesto que las condiciones a que se somete no son las de diseño.

Los efectos que produce un voltaje menor al nominal en una lámpara incandescente es disminución del flujo luminoso; en una lámpara fluorescente es dificultad al arranque y disminución del flujo luminoso; en calefacciones por resistencia al calor producido disminuye; en un motor de inducción el par de arranque es considerablemente menor, la corriente a plena carga aumenta y causa calentamiento excesivo; en aparatos electrónicos, el funcionamiento es erróneo totalmente y la confiabilidad es mínima, en equipos de audio electrónicos, la amplificación y recepción de señales disminuye. Si el voltaje aplicado es mayor que el nominal; en una lámpara incandescente acorta su vida; en una lámpara fluorescente causa calentamiento en el balastro; en una calefacción acorta la vida; en un motor de inducción acorta la vida; en aparatos electrónicos el funcionamiento no es correcto y acorta considerablemente la vida.

Control de frecuencia.- En general el equipo eléctrico de un sistema principalmente los generadores y transformadores, está diseñado para funcionar a una frecuencia determinada así como los aparatos consumidores. En el conti-

nente americano se ha adoptado la frecuencia de 60 Hz, que anteriormente en México era de 50 Hz, en Japón coexisten sistemas de 50 Hz y 60 Hz, en Europa, Asia, Africa y Sudamérica, mantienen su sistema en 50 Hz. La unificación de frecuencias en una región es benéfica para el enlace de los sistemas eléctricos.

El rango de las variaciones de frecuencia tolerables en un sistema depende tanto de las características de los aparatos de utilización como del funcionamiento del propio sistema. La variación de la frecuencia causa una variación del mismo signo de la potencia consumida.

La frecuencia es una cantidad controlable desde la etapa de generación por lo general se especifica con una cierta tolerancia; para el conjunto de la carga de el sistema eléctrico un 1% de disminución de la frecuencia causa una disminución del orden de 1.5% a 2% de la carga; en una bomba centrífuga o un ventilador desde el 3% hasta el 10% de la potencia consumida.

Entre las características que debe cumplir la frecuencia se incluye la pureza, es decir que el porcentaje de armónicas sea despreciable. La presencia de éstas provoca pérdidas adicionales y afecta el funcionamiento de ciertos

tipos de aparatos, produce el fenómeno de la resonancia que resulta dañino, aunque se debe señalar que las armónicas se producen en los mismos aparatos consumidores.

Las cargas resistivas resultan insensibles a las variaciones de frecuencia, no así las cargas inductivas o capacitivas como se presenta en la industria. En algunas aplicaciones como en procesos de papel, hilos, donde la velocidad del proceso es importante, la variación de la frecuencia afecta esta magnitud física, el límite máximo de variación permitido es el 1%.

Desde el punto de vista del funcionamiento del sistema, si los generadores giran a la velocidad correspondiente a la frecuencia nominal, esto indica que existe un equilibrio entre la potencia real producida por los generadores y la potencia real absorbida por la carga y las pérdidas del sistema. Al producirse una variación en la carga conectada se produce un desequilibrio que se refleja en una variación de la velocidad de rotación de las máquinas y en consecuencia de la frecuencia. Los reguladores de velocidad o gobernadores de cada turbina registran la variación y actúan sobre las válvulas de admisión de la turbina logrando un nuevo estado de equilibrio, ligeramente diferente al nominal por lo que es necesario el uso de un control adicional para unifi -

car con más precisión la frecuencia de una o más unidades -- que puedan operar en paralelo, esto requiere reducir la tolerancia, en consecuencia los sistemas modernos controlan la frecuencia con una precisión al 0.05%

1.3 CLASIFICACIONES

En la planeación de un sistema de distribución -- las características y condiciones de la carga son determinantes para la configuración que finalmente adopte el sistema.

Dependiendo del lugar, operación, tipo de proceso; los alimentadores variarán en tensión de acometida, tipo de construcción, materiales, topología, estructura, etc.

El sistema además de cumplir con la calidad de servicio como es continuidad, regulación de tensión, frecuencia; debe adaptarse como proyecto físico a las necesidades reales de construcción e implementación al sistema eléctrico que existe de acuerdo a los requerimientos del consumidor.

Dado que las características y condiciones de cada consumidor son diferentes también existen diversos sistemas de distribución a las cuales clasificamos de acuerdo a la característica más predominante.

I.3.1 POR SU CONSTRUCCION

Desde el punto de vista de la forma de canalizar la energía desde la subestación reductora hasta el consumidor; - existen dos tipos de instalaciones en la distribución:

- 1) Aérea
- 2) Subterránea

Claro que para llevar la energía hasta un consumidor se pueden utilizar los dos tipos de instalación en forma combinada, según la requiera el terreno.

Comparando una instalación aérea con una subterránea el costo inicial es muy bajo, un sistema de distribución subterráneo puede resultar hasta diez veces más costoso para una misma área, pero si este se diseña bien, a largo plazo es más rentable, dado que no se tendrá expuesto a las contingencias que un sistema aéreo tiene comúnmente como es: descargas atmosféricas, lluvia, granizo, viento, polvos, temblores, gases contaminantes, lluvia salina; golpes por ramas, vehículos o vandalismo.

El número de fallas que se tiene en un sistema aéreo es considerable, con respecto a un subterráneo. Por otro lado la estética del segundo es más apreciable sobre todo en las -

zonas urbanas; en la provincia resulta muy costoso generalmente se instala aereo.

I.3.2 POR SU APLICACION

Dependiendo del uso o proceso que se le de a la energía eléctrica:

1. Fuerza Motriz.- La aplicación corresponde al uso de motores eléctricos, y en general equipo utilizado en la industria, donde es importante mantener procesos ininterrumpibles puesto que un parotendría repercusiones económicas significativas por pérdida de material, horas hombre e inclusive equipo dañado. La principal característica que debe tener este tipo de red es excelente continuidad de servicio y frecuencia, lo que implica un sistema de conexión adecuado como el tipo anillo.
2. Alumbrado residencial y comercial.- Se consideran las alimentaciones a consumidores de casas habitación unifamiliares, condominios, centros comerciales, aparadores; las variaciones permisibles de tensión son pequeñas en este tipo de red, no mayores del 3% por lo general para centros urbanos. En provincia depende de la importancia de la carga.

3. Alumbrado público.- El servicio a este sistema cubre las necesidades de alumbrado de calles, plazas, jardines y en general caminos y centros de reunión exteriores; este tipo de red se puede conectar en paralelo y en algunos casos en serie, usando lámparas de sodio, mercurial, incandescente o fluorescente dependiendo del área a iluminar y la importancia de la misma, generalmente es usado el sistema radial.

4. Servicio de tracción.- El suministro a este servicio generalmente se hace independiente y los equipos trabajan con corriente directa, por lo que previamente se pasa por rectificadores conectados a las redes de distribución en las subestaciones de la empresa. La característica principal de este servicio es su carga variable y el suministro debe tener excelente continuidad por lo que se cuenta con sistemas de emergencia y bancos de baterías, un ejemplo es el sistema colectivo de transporte "Metro".

I.3.3. POR SU TENSION

Los sistemas de distribución son aquellos que hacen la transferencia desde los sistemas de transmisión o subtrans

misión o sub transmisión para adecuar la potencia eléctrica y llevarla hasta el consumidor, por la tensión que manejen se dividen en primarias y secundarias, siendo éstas últimas aquellas que empiezan en el secundario del transformador reductor y terminan en el consumidor.

Generalmente se utilizan tensiones de 23 Kv o menores, en la república mexicana se tienen tensiones desde 34.5-KV o menores; estos sistemas se caracterizan por sus conexiones sólidas y sus protecciones más complejas en las redes primarias a 13.2, 13.8. 23.0 y 34.5 kv.

a). Categoría 1 de 0 a 1000 Volts.

b). Categoría 2. de 1000 a 34500 volts.

a). Categoría 1. Redes que operan de 0 a 1000 volts.

Dentro de esta categoría están las tensiones de distribución secundarias recomendadas por la comisión internacional de electrotecnia y que agrupa en dos series según el tipo de servicio como sigue:

TIPO DE SERVICIO	VOLTS DE OPERACION	VOLTS. DE OPERACION
	SERIE 1	SERIE 2
Trifásico 3 hilos	500	600
Trifásico 3 hilos	380	480
Trifásico 3 hilos	220	240
Trifásico 4 hilos	220/380	240/415
Monofásico 3 hilos	- - -	120/240
Monofásico 2 hilos	- - -	240
Monofásico 2 hilos	220	- -
Monofásico 2 hilos	127	120

En México los circuitos secundarios son generalmente trifásicos de cuatro hilos de 40 A 127 Volts. fase a neutro y 220 a 240 Volts entre fases.

b) Categoría 2. Redes que operan desde 1000 a 34500-Volts.

En México la distribución primaria ocupa tensiones - de 6.6, 13.2 y 34.5 Kv cabe mencionar que pueden existir - otras clasificaciones dentro del país pero estas son las más generalizadas. En México se ha ido evolucionando en las ten - siones utilizadas con la tendencia al nivel de tensión mayor - o sea 34.5 Kv. lo que obedece a la expansión de la mancha ur - bana y al incremento en la densidad de población. Los niveles de tensión usuales en las redes primarias son:

CLASE (KV)	TENSION ENTRE FASES (KV)
2.5	2.4
5.0	4.16
	6.0
8.6	7.2
15.0	12.47
	13.8
20.0	19.1
	23.0
34.5	33.0

Las cuales son recomendaciones por la comisión internacional de electrotecnia (IEC-38).

El diseño de cualquier red de distribución primaria o secundaria ha de cumplir con los siguientes:

OBJETIVOS.

- a). Mantener la tensión de suministro a los consumidores dentro de los límites reglamentarios ($\pm 5\%$)
- b). Máxima seguridad en el suministro de la energía eléctrica estableciendo un equilibrio técnico y económico hasta el establecimiento de tarifas por consumo.
- c). Dimensionado de la instalación para cubrir demandas futuras a un costo mínimo.

I.3.4 POR SU OPERACION

En cuanto a su operación, hay solo dos tipos fundamentales de redes de distribución.

- 1) Radial
- 2) Paralelo

Radial.- Es aquel en que el flujo de energía tiene una sola trayectoria de la fuente a la carga, de tal manera que una falla en ésta produce interrupción en el servicio.

Este tipo de sistema es el más antiguo y de los más usados actualmente por su bajo costo y sencillez, conforme los sistemas evolucionan se logran avances en sus características de operación para mejorar su confiabilidad, aunque el equipo utilizado también aumenta y con ello su costo.

En la Fig. 1.2 se puede apreciar la configuración de un sistema radial.

Paralelo.- Es aquel en el que el flujo de energía se divide entre varios elementos, teniendo mas de una trayectoria.

Es comunmente usada en redes de baja tensión. Para este tipo de redes la conexión en la red primaria es una

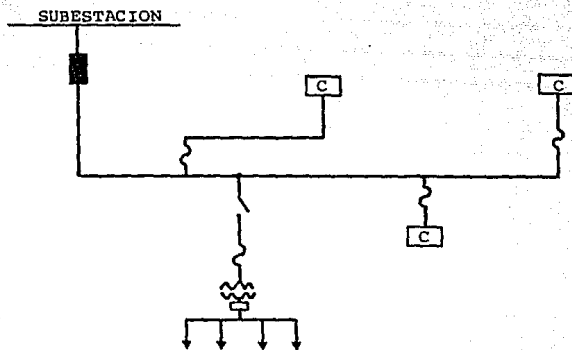


FIG. 1.2 RED DE OPERACION RADIAL
EN BAJA Y MEDIANA TENSION.

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

simple derivación radial.

La continuidad se asegura con la operación en paralelo en la red de baja tensión. Las protecciones existen en la salida de los alimentadores de red y a la salida de los transformadores.

En la red de baja tensión con este tipo de operación las fallas son eliminadas por fusibles limitadores o por autoextinción de los cables.

La Fig. 1.3 muestra una red de operación en paralelo.

I.4 TOPOLOGIA

La topología adoptada tiene una repercusión directa en el grado de continuidad del sistema y en menor magnitud sobre su regulación de voltaje. A su vez el tipo de red depende del tipo de carga y de la densidad de la carga en un área determinada.

En general únicamente se tienen tres topologías diferentes de los sistemas de distribución:

- a). Radial
- b). Anillo
- c). Red

SUBESTACION

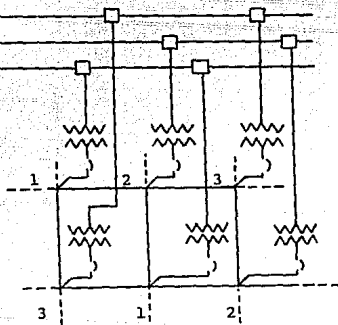


FIG. 1.3 RED DE OPERACION EN PARALELO
EN BAJA TENSION.

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

I.4.1 SISTEMA RADIAL.

Las cargas tienen una sola alimentación, de manera que una avería en la alimentación produce una interrupción del suministro.

Los sistemas radiales fueron la forma más sencilla y primitiva de distribución en las primeras comunidades electrificadas. El servicio por líneas radiales ofrecía poca seguridad y alguna de las líneas se reforzaron con uno o más circuitos en paralelo. Entonces algunas comunidades se conectaron directamente, si no estaban muy alejadas para conseguir mayor continuidad en el servicio. El servicio radial es el menos seguro pero es el más barato y para suministros esparcidos y muy distantes constituye el único sistema justificable económicamente, en la república es muy utilizado en las zonas rurales.

I.4.2 SISTEMA ANILLO.

Se tiene mínimo una doble alimentación y puede interrumpirse una de ellas sin causar una interrupción del suministro.

Los sistemas en anillo están en general restringidas a los grandes centros de población y consisten en un anillo de distribución que rodea la carga, al cual están co

nectados uno o más alimentadores.

El anillo puede ser de circuito sencillo o múltiple o una combinación de ambos. Esta clase de sistema ofrece un servicio de alta calidad y continuidad y las interrupciones en las subestaciones quedan prácticamente reducidas a las provocadas por disturbios en la propia subestación.

Las subestaciones del anillo alimentan frecuentemente sistemas primarios de distribución, los cuales interconectan las subestaciones del anillo por el lado de baja-tensión.

I.4.3 SISTEMA RED.

Se aumenta número de interconexiones y consecuentemente la seguridad del servicio.

Los sistemas en red o malla generalmente son el resultado de ampliaciones y desarrollo de los sistemas radiales y de anillo.

En una red se cuenta con varios alimentadores principales y varias subestaciones que pueden tener dos o más alimentaciones de tal manera que en una contingencia la subestación no es afectada gravemente, con lo que se logra una gran calidad de servicio y una excelente continuidad, aunque las maniobras de operación y mantenimiento son muy complicadas.

I.5 ESQUEMAS DE SUBESTACIONES

Un elemento muy importante del sistema de distribución es la subestación alimentadora del mismo, el diagrama de conexiones que se adopte repercutirá en la calidad del servicio, si esta falla aunque las líneas primarias y secundarias estén dispuestas, la energía no llegará al consumidor, el sistema no cumplirá su objetivo.

Como anteriormente se ha descrito, las características de la carga influyen directamente sobre las del sistema planeado y considerando que uno de los conceptos más importantes en el diseño de la red es la continuidad del suministro, estas se han modificado en los esquemas de las subestaciones a tal grado que se tiene una gran variedad de diagramas con diferentes eficiencias y costos.

Los criterios que se siguen para seleccionar el esquema más adecuado y económico de una instalación son:

- a). Continuidad del servicio.
- b). Versatilidad de operación
- c). Facilidad de mantenimiento a los equipos
- d). Cantidad y costo del equipo.

Con base en estos se tienen diferentes arreglos que-

benefician a una u otra característica, según la necesidad que marque la carga. En cuanto más se logre el cumplimiento de los criterios enunciados en los tres primeros incisos, - el cuarto se incrementará en la misma proporción, de tal - manera que los más sencillos son los menos costosos, en la - Fig. 1.4 se muestran algunos de los arreglos más usados en orden del mas económico al más costoso.

I.6 ESTRUCTURAS EN MEDIANA TENSION.

ALIMENTADORES PRIMARIOS (1000 A 34500 VOLTS)

Una vez mencionadas las características de los sistemas de distribución en forma separada y que nos llevó a tener clasificaciones, ahora se expondrán los arreglos - que en la práctica se tienen realmente, los cuales no son - específicamente de un exclusivo tipo, sino que están consti- tuidos por combinaciones de todos los tipos vistos anterior- mente de tal modo que se logre el propósito general de llevar la energía hasta el consumidor en la forma mas adecuada.

En la actualidad se tienen dos etapas bien defini- das en el proceso que la energía pasa hasta llegar al consu- midor; la primera es distribución en mediana tensión cuyas- canalizaciones reciben el nombre de líneas o alimentadores- primarios; la segunda es la distribución en baja tensión cu- yas canalizaciones reciben el nombre de líneas o alimentado

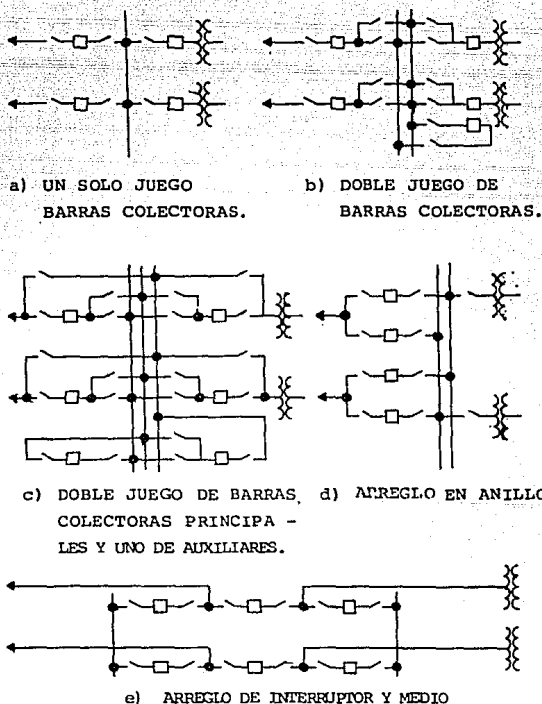


FIG. 1.4 ESQUEMAS PARA SUBESTACION DE DISTRIBUCION

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

res secundarios.

Las estructuras de mediana tensión utilizadas generalmente son:

- Estructura radial: aérea, mixta y subterránea
- Estructura en anillos: abierto, cerrado
- Estructura en mallas
- Estructura en doble derivación
- Estructura en derivación múltiple
- Estructura de alimentadores selectivos

I.6.1 ESTRUCTURA RADIAL

Esta estructura es la más empleada, la más sencilla y económica, aunque su continuidad está limitada a una sola fuente:

En esta se emplean los tres tipos de construcción existente:

- Red aérea
- Red subterránea
- Red mixta

Red Aérea. Este tipo de construcción es el más usado por su sencillez y economía, aunque también el más expuesto a contingencias de toda naturaleza y se adapta para:

- 1.- Zonas Urbanas con:
 - a) Carga residencial
 - b) Carga comercial
 - c) Carga industrial-baja.

- 2.- Zonas Rurales con:
 - a) Carga doméstica
 - b) Carga de pequeña industria
(Bombas, molinos, etc.).

Red Mixta.- Es muy parecida a la red aérea, pero difiere en que sus alimentadores secundarios (lado de baja tensión del transformador reductor) bajan por la estructura y se entierran directamente. Con esta red se elimina gran cantidad de conductores aéreos, lo que tiene la ventaja de reducir notablemente el número de fallas en la red secundaria, - aumentar la confiabilidad del sistema, favorecer la estética de la instalación y exponer al mínimo la piratería en las - alimentaciones. El cable que se utiliza por lo general es de aislamiento extruido directamente enterrado, en la fig. 1.5- se muestra un ejemplo.

Red Subterránea.- La constituyen cables troncales - que salen en forma radiante de la subestación y con cables - transversales que ligan a las troncales. La sección de cable debe ser uniforme; es decir es igual tanto para los troncales como para los transversales (ramales).

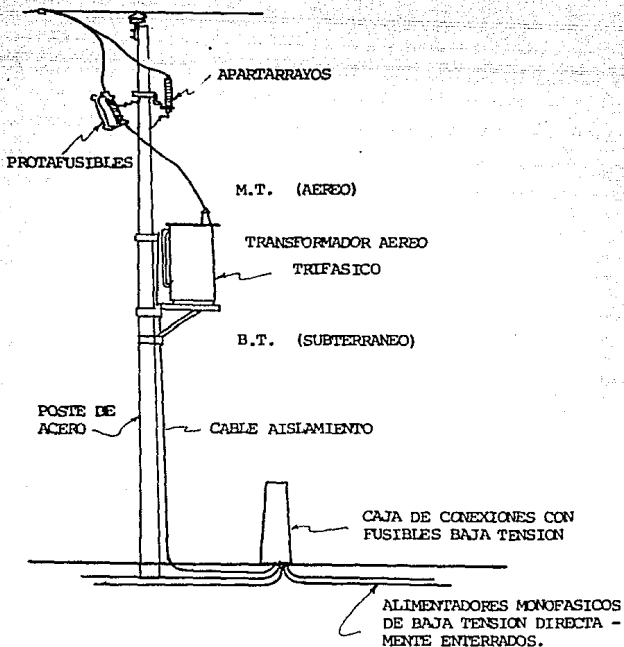


FIG. 1.5 RED MIXTA.

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

La aplicación de este tipo de red es recomendada para zonas extendidas, con altas densidades de carga (15 a 20 MVA/KM²) y fuertes tendencias de crecimiento.

En operación normal cada alimentador lleva una carga funcionando en forma radial, operando normalmente abiertos-- los elementos de seccionamiento con que cuenta la estructura. En caso de emergencia los alimentadores deberán soportar la carga adicional que se les asigne, de acuerdo con la capacidad del equipo y del cable. Por esta razón la estructura se constituye con cable de igual sección.

Las redes subterráneas han crecido en las zonas urbanas de alta densidad de carga debido a las ventajas que presentan ante las redes aéreas. Las principales son la confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al medio, claro que estas ventajas significan incrementos en el costo de las instalaciones y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes.

Los factores principales que influyen para la implantación de una estructura o red subterránea son:

- Densidad de carga.

- Costo de instalación.
- Grado de confiabilidad.
- Facilidad de operación.
- Seguridad.
- Estéticos.

1.6.2 ESTRUCTURA EN ANILLO.

De acuerdo con su operación hay básicamente dos clases:

- a) Anillo abierto
- b) Anillo cerrado

Estructura en Anillo Abierto.- Este tipo de red se constituye a base de bucles de igual sección, derivados de las subestaciones fuente.

Las subestaciones de distribución quedan alimentadas en seccionamiento exclusivamente.

Las redes en anillo normalmente operan abiertas en su punto medio, por lo que se les dice en anillo abierto. Al ocurrir una falla dentro de un anillo se secciona el tramo dañado para proceder a la reparación, mientras la sección

sin falla puede seguir operando.

Esta estructura es recomendable en zonas con densidades de carga entre 5 y 15 MVA/km². Y en donde el aumento de la carga es nulo o muy pequeño. Es muy aplicada en conjuntos habitacionales, un ejemplo es el que se muestra en la fig. 1.6.

Estructura en Anillo Cerrado.- El esquema de esta es semejante a la anterior y varía únicamente en que no existe un punto normalmente abierto. Tiene gran aplicación en zonas amplias; se desarrolla en cable subterráneo por la facilidad que se tiene de incrementar la capacidad instalada paulatinamente sin afectar la estructura fundamental de la red. Un ejemplo es el que se muestra en la fig. 1.7. De una red de 33 a 11 kv. con una estructura de anillo cerrado. Además de que la confiabilidad aumenta, existe un factor de utilización mayor del 60% y un mejor control del nivel de corto circuito.

1.6.3 ESTRUCTURA EN MALLAS.

En esta las subestaciones están conectadas en seccionamiento y junto con el cable constituyen anillos de igual sección. Estos anillos operan en forma radial, para lo

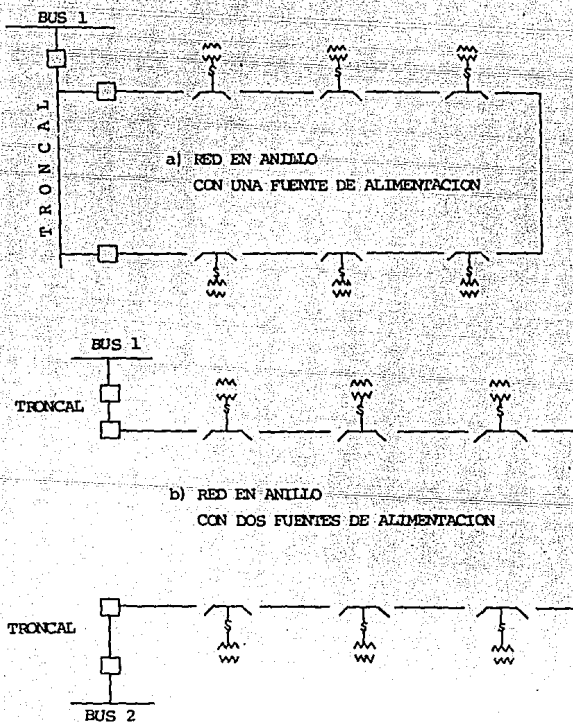


FIG. 1.6 RED EN ANILLO ABIERTO

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

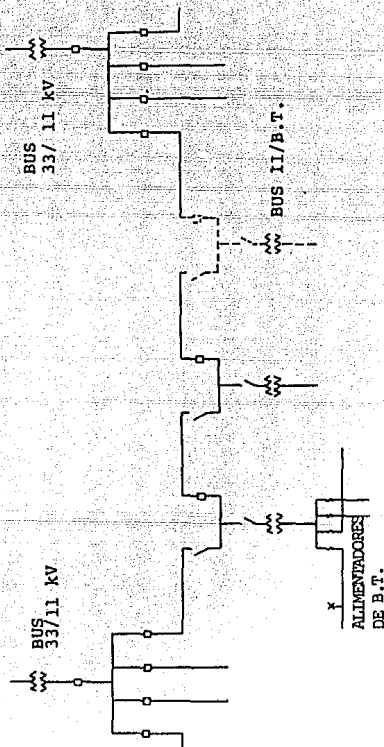


FIG. 1.7 RED EN ANILLO CERRADO

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

cual opera normalmente abierto uno de los medios de seccionamiento, interruptor o cuchillas, en la subestación que queda aproximadamente a la mitad. Existen ligas entre los anillos para asegurar una alimentación de emergencia. Cualquier contingencia se resuelve haciendo maniobras con las demás subestaciones de la red, por la cual la capacidad de la malla corresponde a la del cable. Esta estructura se recomienda en zonas de crecimiento acelerado y de cargas no puntuales, para comercios importantes con densidades superiores a 20 MVA/km². Un ejemplo se muestra en la fig. 1.8.

I.6.4 ESTRUCTURA EN DOBLE DERIVACION.

En esta estructura la disposición de los cables se hace por pares, siendo las secciones uniformes para los cables troncales y menores para las derivaciones a la subestación y servicios, los cuales quedan alimentados en derivación. Se recomienda para zonas concentradas de carga y con densidades de carga del orden de 5 a 15 MVA/km².

Las aplicaciones pueden ser en zonas industriales comerciales o turísticas de configuración extendida en las que es necesaria doble alimentación para mayor continuidad y con características de carga y geometría concentradas.

La operación de este tipo de estructura se hace con-

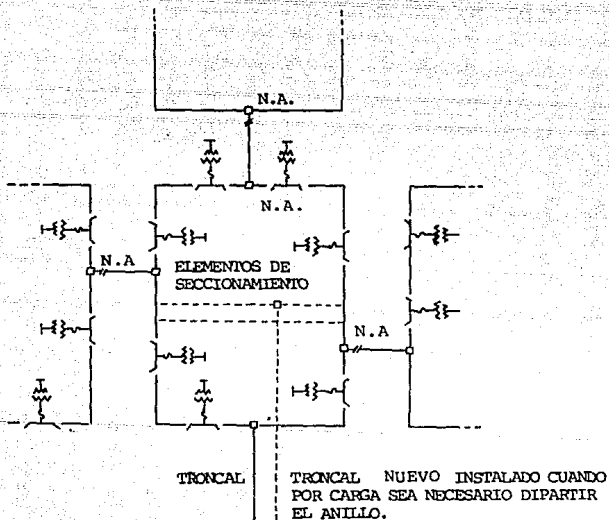


FIG. 1.8 RED EN MALLAS.

UNAM

INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

base en un esquema de alimentadores preferentes y emergentes con transferencias manuales o automáticas, siguiendo el principio de cambio de alimentación. (fig. 1.9)

La operación se puede analizar de dos maneras distintas; la primera haciendo trabajar todo el alimentador emergente sin carga, y la segunda, haciendolo con la mitad de la carga total. La primera tiene la desventaja de que mientras un circuito trabaja al mínimo, solo esta energizado, el otro esta trabajando al maximo de su capacidad, mientras que en la segunda opción los dos alimentadores trabajan en iguales condiciones.

Dos de las normas de diseño importantes que caracterizan este tipo de red son:

- 1.- El equipo de transferencias debe tener un mecanismo que impida la operación en paralelo de los dos alimentadores.
- 2.- Para obtener mayor confiabilidad de servicio es conveniente instalar los circuitos en rutas diferentes.

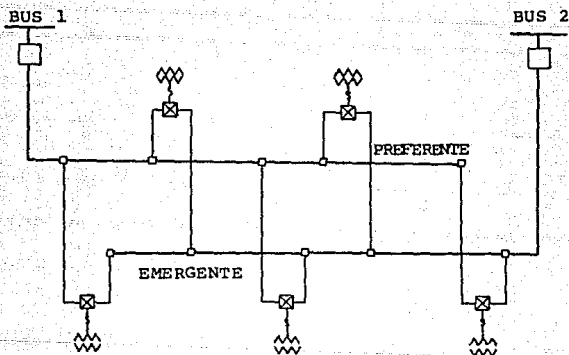


FIG. 1.9 RED EN DOBLE DERIVACION.

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

I.6.5 ESTRUCTURA EN DERIVACION MULTIPLE.

Esta red se constituye por un número determinado de alimentadores que contribuyen simultáneamente a la alimentación de la carga. Este tipo de red es una variación de la estructura en derivación doble, siguen el mismo principio, pero esta permite extenderse a una área más amplia debido al mayor número de alimentadores. Cuando se diseña este tipo de red se deja un margen de capacidad de reserva en los alimentadores de mediana tensión de tal modo que cuando uno falla la carga se reparte en los restantes por medio de transferencia automática.

La aplicación de esta estructura es en zonas de cargas concentradas muy fuertes, donde es necesaria una alta continuidad a los servicios, de configuración extendida y con densidades de carga de más de 30 MVA/km^2 . En la fig.1.10 se muestra un diagrama de bloques de operación de los interruptores de transferencia que utiliza esta estructura.

I.6.6 ESTRUCTURA DE ALIMENTADORES SELECTIVOS.

Esta estructura esta constituida por cables troncales que salen preferentemente de subestaciones diferentes y llegan hasta la zona por alimentar, de estas troncales se derivan cables ramales de menor sección que van de una tron-

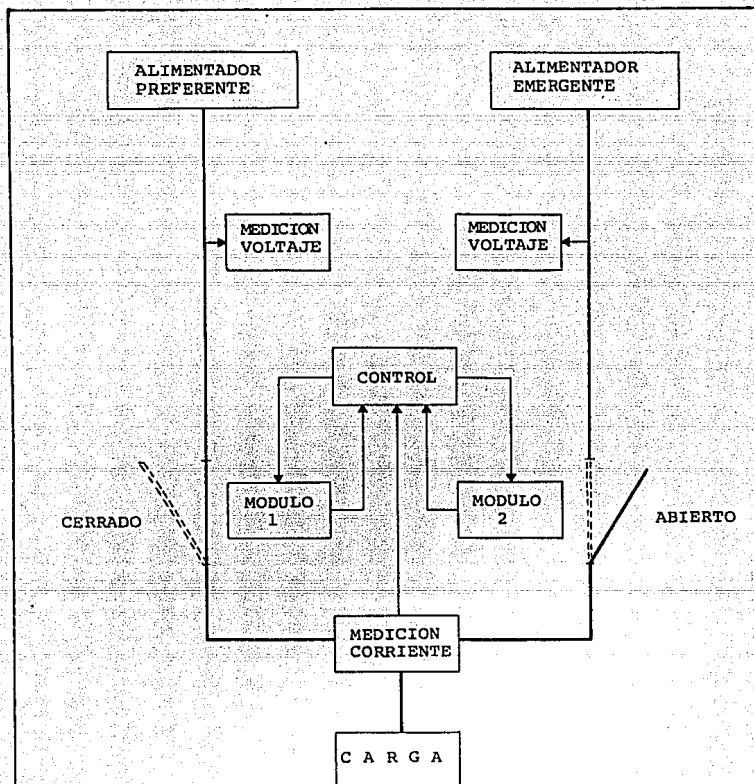


FIG. 1.10 OPERACION DE UN INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA

UNAM

INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

cal a otra enlazandolas, siguiendo el principio de la doble-alimentación. Las subestaciones o transformadores de distribución se reparten entre parejas de alimentadores troncales que quedan conectadas en seccionamiento, fig. 1.11. La protección de esta red consiste en interruptores instalados en la subestación de potencia a la salida de cada alimentador troncal y fusibles tipo limitador para proteger al transformador y dar mayor flexibilidad a la operación de la estructura.

En condiciones normales de operación las seis se alimentan de las subtroncales con un punto normalmente abierto en la subtroncal que permita balancear la carga en cada una de ellas. Cuando ocurre una falla en la troncal o subtroncal los dispositivos de seccionamiento permiten efectuar estos movimientos de carga, transfiriendo las subestaciones al alimentador troncal adyacente.

Se recomienda para zonas de alto crecimiento vertical y densidades mayores de 15 MVA/km^2 .

I.7 ESTRUCTURAS EN BAJA TENSION.

Las redes o líneas secundarias constituyen el ultimo eslabon en la cadena entre la estación de generación y los -

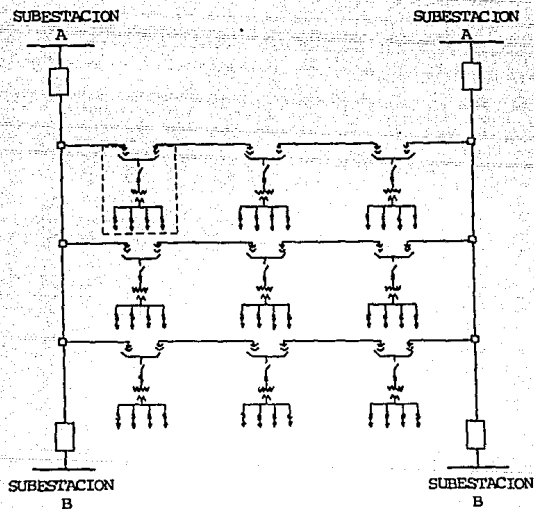


FIG. 1.11 RED DE ALIMENTADORES SELECTIVOS.

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA 1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS TESIS PROFESIONAL

consumidores. En estas redes se mantienen los mismos principios de operación que en los arreglos de mediana tensión sin embargo hay una importante diferencia entre los circuitos primarios y secundarios en su operación: en los de baja tensión es posible trabajar con la línea viva sin tanto peligro y costo teniendo las debidas precauciones, lo que da mayor flexibilidad al sistema.

Este sistema consiste en alimentadores secundarios que tienen su origen en la B.T. de los transformadores, en cajas de distribución o en los buses de las subestaciones secundarias, llevando la energía hasta el consumidor.

Hay tres estructuras secundarias en el sistema de distribución:

- RED RADIAL SIN AMARRES.
 - a) Red subterránea.
 - b) Red aérea
- RED RADIAL INTERCONECTADA .
- RED MALLADA O RED AUTOMÁTICA EN BAJA TENSION.

I.7.1 RED RADIAL SIN AMARRES

En esta red los cables con la capacidad adecuada salen del transformador en diferentes direcciones hasta los

consumidores; si hay alguna falla en estos alimentadores secundarios o en el transformador se dejará sin servicio a todos los consumidores.

El cable de baja tensión se protege a la salida de los transformadores por medio de fusibles y se instala directamente enterrado, acometiendo a los servicios haciendo empalmes en "T" sobre el.

Esta estructura se usa frecuentemente en redes subterráneas residenciales, en la fig. 1.12 se presenta un ejemplo.

AEREA.- Los circuitos secundarios conectan al secundario de cada transformador de distribución a los servicios o consumidores siguiendo también una disposición radial, aunque en algunos casos se interconecten los secundarios de transformadores adyacentes.

1.7.2 RED RADIAL INTERCONECTADA.

Para superar la deficiencia del arreglo anterior que cuando se da una falla en el alimentador secundario se suspende el servicio a los demás usuarios, así como la restauración del servicio; se instalan seccionadores en poste in-

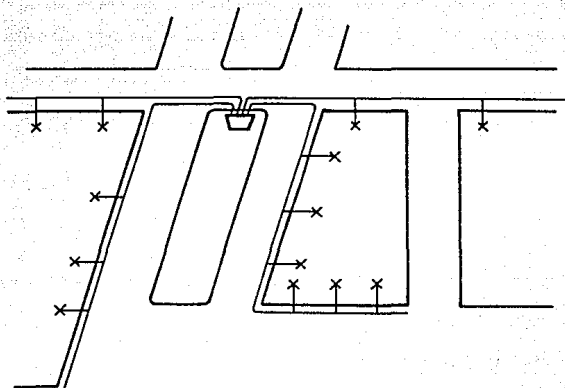


FIG. 1.12 RED RADIAL SIN AMARRES

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

tercalados en los cables que van de un transformador a otro. Normalmente se instalan en esquinas para que puedan recibir hasta cuatro cables, como se muestra en la fig. 1.13. Un buen estudio determinará la colocación de seccionadores como medios de amarre y seccionalización y dará mayor libertad en la reparación de fallas en alta tensión puesto que la carga del transformador dañado se puede transferir por la baja tensión a los transformadores adyacentes.

Al efectuar la construcción de la baja tensión se debe tener cuidado con la secuencia de fases de los transformadores y uniformizarla para que cuando se transfiera carga de uno a otro la secuencia no se invierta lo que afectaría al consumidor.

Los cables de baja tensión se protejen con fusibles a la salida de los transformadores, instalándose en serie con los alimentadores a lo largo de las calles y conectando directamente a los servicios.

I.7.1 RED AUTOMÁTICA EN BAJA TENSION (MALLADA)

Este sistema de distribución en baja tensión se utiliza en zonas importantes de ciudades con grandes concentraciones de cargas uniformemente repartidas a lo largo de las

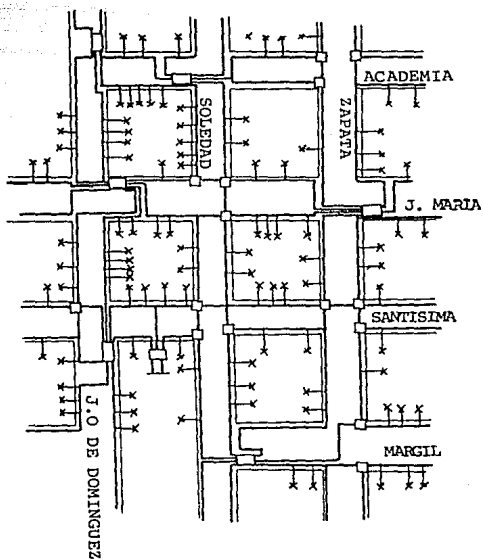


FIG. 1.13 RED RADIAL INTERCONECTADA.

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

calles. Este servicio se considera practicamente continuo al 100% ya que las fallas en A.T. y en los secundarios no afectan en lo mínimo a los usuarios.

Se constituye básicamente de una fuente de potencia, una subestación de distribución, la cual es el punto de origen de dos o más alimentadores radiales sin enlace entre ellos. Estos van hasta los centros de carga en el área de la red, en donde son seccionados por medio de cajas de desconexión o interruptores para llevar los ramales que alimentaran directamente a los transformadores de la red.

Los transformadores de red estan conectados a los cables primarios de tal manera que transformadores adyacentes queden energizados por alimentadores diferentes. La finalidad de este arreglo es que al ocurrir una falla en uno de los alimentadores de alta tensión no disminuya la regulación de voltaje en la red y la carga del alimentador dañado sea absorbida a través de la red secundaria por los transformadores de los otros alimentadores. Por esto el diseño debe considerar la sobrecarga en los alimentadores en A.T. cuando uno falle un dispositivo desconectados P en el lado secundario de cada transformador protege contra el retorno de energia de la red de baja tensión a un punto de falla en alta tensión, ya que cuando un alimentador primario falla, el pro-

lector inmediatamente desconecta el transformador de la red de baja tensión.

Cuando ocurre una falla en la red de baja tensión el corto circuito es alimentado por todos los transformadores, provocándose una corriente de corto circuito suficiente para evaporar en ese lugar el material de cobre de los conductores, trozándose el cable en una reducida longitud y en un corto tiempo; quedando así aislada la falla sin provocar interrupciones, a menos que dicha falla sea directamente en la acometida de un servicio. En la fig. 1.14 se muestran los elementos básicos de una red automática en baja tensión.

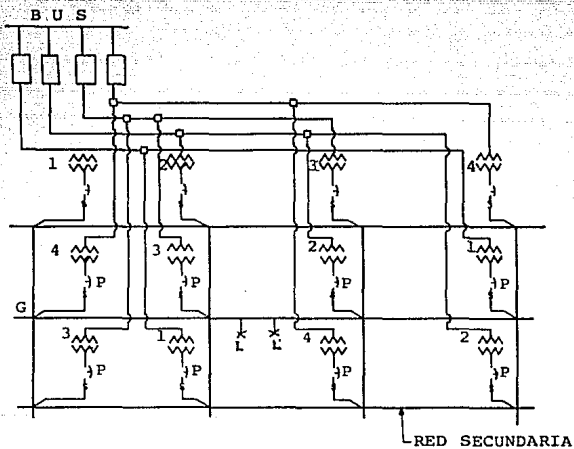


FIG. 1.14 RED MALLADA EN BAJA TENSION.

UNAM

INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LA CARGA

II.1 LUGAR GEOGRAFICO

Para poder implementar un diseño adecuado de una red de distribución de energía eléctrica, es de mucha importancia tener un conocimiento pleno de las características de la carga. En el desarrollo del trabajo vamos a denominar carga a la zona por electrificar; así pues, antes de mencionar las características de la carga vamos a definir que zona específica de la Cd. de México se seleccionó para el desarrollo de este proyecto.

En base a la investigación que se hizo en diferentes áreas de la Compañía. Suministradora de energía eléctrica en la Cd. de México, que se encargan de la electrificación de zonas urbanas, y tomando en cuenta las características y objetivos de este trabajo, consideramos que el lugar más apropiado-

para el desarrollo de los temas a tratar, es el área abarcada por la colonia "Los Hornos", ubicada al Suroeste de la Cd. de México, en la delegación política de Tlalpan, según croquis de localización. (Fig. 2-1)

Esta zona se encuentra a 2300 m.s.n.m. y abarca un área aproximada de 312,800 metros cuadrados, el tipo de terreno es básicamente roca volcánica, donde se tiene previsto fundamentalmente la construcción de viviendas, aunque también está planeado la construcción de un mercado, la construcción de un centro deportivo y la ampliación de una escuela primaria. En total se prevee instalar la cantidad de 1158 servicios monofásicos en los lotes mostrados en el plano TP 2-1.

II.2 POBLACION

Por las visitas hechas a la zona de nuestro interés, de manera periódica, se pudo apreciar que la población, que hasta el momento habita en este lugar, es de procedencia humilde y de bajos recursos económicos y que en su mayoría está formada por obreros, albañiles, carpinteros y algunas personas de trabajos eventuales, dedicados básicamente a la producción de material de construcción "tabique"; además de que en la mayoría de los casos, éstas personas son emigrantes del interior del país y que han llegado a la ciudad tratando de encontrar mejores oportunidades de desarrollo.

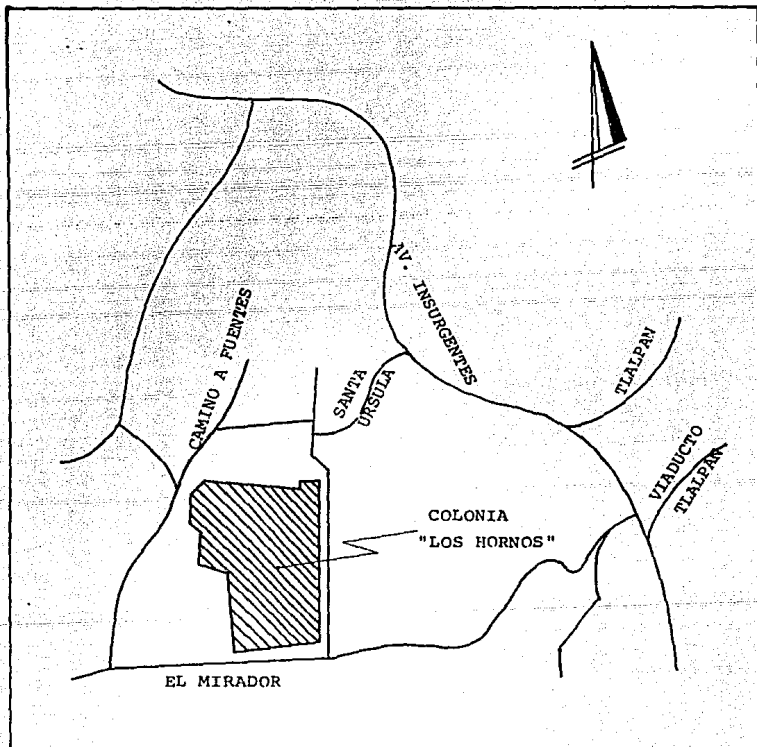
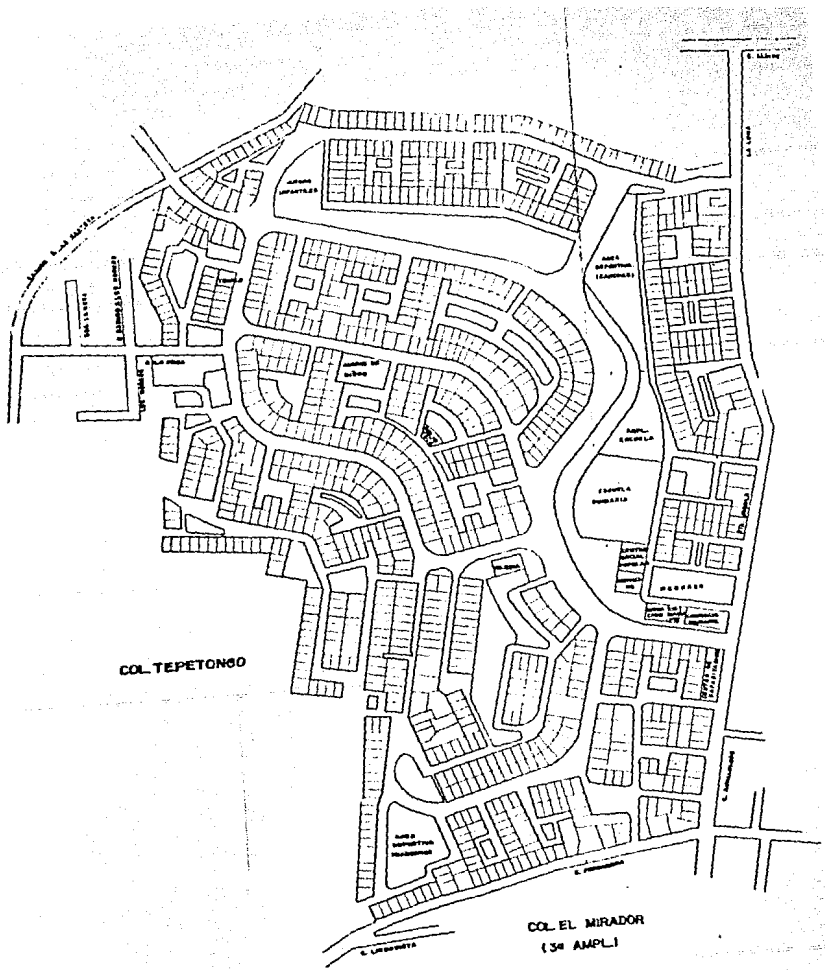


FIG. 2-1 CROQUIS DE LOCALIZACION (SIN ESCALA)

UNAM	INGENIERIA MECANICA	ELECTRICA	1991
	FAUL QUINTANA TERAN LEOPOLDO SANTILLAN BLAS		TESIS PROFESIONAL



COL. TEPETONGO

COL. EL MIRADOR
(3a AMPLI)

De lo anterior pues, decimos que la zona en cuestión es una colonia proletaria y que para su desarrollo requiere - de la construcción de un sistema de distribución que satisfaga sus necesidades, ya que, como dijimos anteriormente, por los recorridos hechos a la colonia, se pueden observar en las fotos (Fig. 2-2 y Fig. 2.3) las condiciones actuales en el su ministro de energía eléctrica.

II.3 TIPOS DE SERVICIO

Basándonos en el plano TP 2-1, podemos apreciar que la zona será utilizada fundamentalmente como zona habitacional; pero también contará con otros servicios tales como la construcción de un mercado, la ampliación de una escuela primaria y de un centro deportivo, así pues los tipos de servicios los podemos clasificar como:

II.3.1 CASA HABITACION

Está compuesta básicamente por unidades de alumbrado incandescente, pequeños motores eléctricos de licuadoras, refrigeradores, lavadoras, ventiladores, etc., aparatos eléctricos como radios, grabadoras, televisores, etc.; y elementos productores de calor como parrillas, planchas, calefactores, etc.

La suma de las potencias nominales de estos disposi-



FIG. 2-2

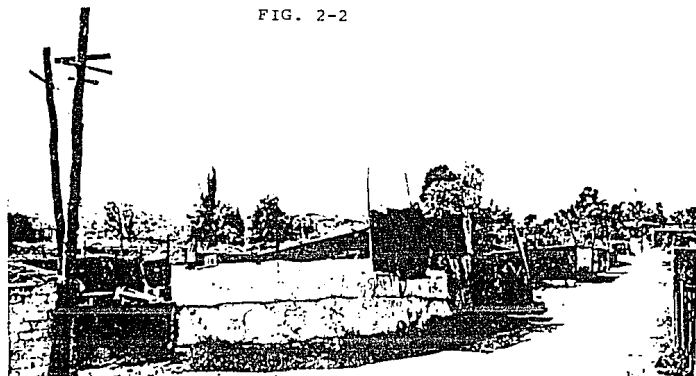


FIG. 2-3

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

tivos o aparatos es la carga instalada, valor que afectado -- por los factores de demanda y de coincidencia (Tema II-4) nos da la demanda máxima coincidente por servicios que es el valor - base o de arranque en la elaboración de todo proyecto.

La determinación de la demanda máxima del servicio - doméstico, es hecha por el Departamento de Construcción de la compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., quién ha llevado a cabo mediciones de la demanda máxima para servicio doméstico- en colonias proletarias, obteniendo gráficas mediante ampérme tros gráficos entre las 19:00 y 21:00 horas, que son las ho - ras pico. Se ha encontrado que la demanda máxima es de 3.5 - amperes por casa habitación para intervalos de demanda de 15 minutos. Tomando en cuenta que la colonia por electrificar es de nivel económico bajo, se adoptará este valor de demanda - máxima para cada lote de los que constituyen la colonia.

II.3.2 ALUMBRADO PUBLICO

Su función es iluminar en forma suficiente y eficien te: avenidas, calles, pasillos, jardines, etc. para permitir- una circulación segura de vehículos y personas por la noche.

El sistema de alumbrado público empleado en zonas ha bitacionales es el denominado múltiple o en derivación, que - consiste en alimentar grupos de lámparas de las mismas carac-

terísticas de circuitos en paralelo. Este sistema es económico, en comparación con el sistema serie o en alta tensión poco usado a la fecha.

El tipo de lámpara empleado por lo general es el mercurial y últimamente la de vapor de sodio con capacidades de: 175 w, 250 w, 400 w, y alimentación a 220 v. derivada de circuitos serios a dos fases. Se instalan principalmente en cada poste del sistema de distribución.

Para un proyecto de red de distribución eléctrica, sólo interesa conocer de un proyecto de alumbrado público las características eléctricas del equipo por instalar, la localización exacta de los puntos de alimentación a los circuitos de alumbrado y el valor que como carga eléctrica representa dicho equipo.

II.3.3 ESCUELAS

Las escuelas que son otro tipo de servicio que comunmente aparecen como cargas eléctricas en las zonas habitacionales, se caracterizan por ser una repetición en cuanto al tipo de dispositivos o aparatos eléctricos que se presentan en una casa habitación aunque con diferencia en su forma de uso. Esto es, en una escuela como en una casa el dispositivo eléctrico que predomina es el correspondiente al alumbrado, así como el contacto para la conexión de motores pequeños.

El tipo de alumbrado que en una escuela predomina es a base de lámparas fluorescentes, cuyo factor de potencia está determinado por el reactor que para su funcionamiento se le acopla, pudiendo ser de un valor que oscile entre 0.7 y 0.85.

Por lo que respecta a los pequeños motores de una escuela, que pueden ser para herramientas, de talleres o dispositivos de laboratorios, éstos se ocupan con una cierta coincidencia en los tiempos dedicados a estas clases y con demandas de cada uno de un cien por ciento.

II.3.4 CENTROS DEPORTIVOS

Son cargas similares a las ya mencionadas en los otros tipos de servicios, por lo que a dispositivos eléctricos se refiere y, por tanto, a características específicas de cada uno considerados en forma aislada. La diferencia estriba en su forma y tiempo de uso ya que por responder a otro tipo de necesidad, recreación de cuerpo y espíritu, sus características como carga global difieren de las de una casa habitación o escuela.

En el presente trabajo, tanto la carga que representa la escuela, como canchas deportivas y el mercado, están considerados en el total de servicios a suministrar energía.

II.4 FACTORES DE DISEÑO

En el diseño de redes de distribución, se utiliza una serie de factores (relaciones matemáticas) que ayudan a definir mejor las características de la carga y, por ende facilitan el estudio y manejo de los datos de ésta, para así poder planear y proyectar de manera más eficiente una red de distribución de energía eléctrica.

Algunos de estos factores, considerados más importantes, se muestran a continuación, refiriéndolos a la zona por electrificar.

II.4.1 POTENCIA ELECTRICA

La potencia eléctrica representa la razón a la cual el trabajo se efectúa en un circuito eléctrico. La unidad utilizada comunmente es el watt o el kilowatt. El término "razón a la cual el trabajo se efectúa" introduce un elemento de tiempo en la definición de potencia eléctrica, de tal manera que un kilowatt para un período definido representa una razón específica a la cual el trabajo se puede efectuar. El kilowatt hora representa la potencia eléctrica de un kilowatt actuando en el intervalo de una hora, o bien es la cantidad de energía o de trabajo que se efectúa en un intervalo de tiempo de una hora.

II.4.2 DEMANDA

La demanda de cualquier instalación eléctrica es la carga en los terminales receptoras, tomada en un valor medio en un intervalo de tiempo determinado. En esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia o de intensidad de corriente.

II.4.3 DEMANDA MAXIMA

La demanda máxima de una carga es la demanda instantánea mayor que se presenta en esa carga en un período de trabajo previamente establecido.

El valor de la demanda máxima anual es el valor que con más frecuencia se usa en la planeación de la expansión de un sistema.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto combinado en el sistema eléctrico es también de gran importancia, dado que la demanda máxima del grupo determinará la capacidad que requiera el sistema. De igual modo, la demanda máxima de un grupo pequeño de consumidores determina la capacidad del transformador que se requiere; así, las cargas que alimenta un grupo de transformadores dan por resultado una demanda máxima, la cual determinará el calibre del conductor y la capacidad del interruptor o del regulador.

que formen parte de un alimentador primario. La máxima demanda combinada de un grupo de alimentadores primarios determinará la capacidad de la subestación hasta llegar a determinar - consecuentemente la capacidad de generación necesaria para - todo el sistema.

Como se puede observar, en todos los casos la determinación de la demanda máxima es de vital importancia, y si no se pueden obtener medidas precisas de la demanda es necesario estimar su valor de la mejor manera posible para poder - usar estos datos correctamente en el proceso de planeación - del sistema.

En la figura 2-4 se presenta la curva característica de una carga habitacional como la que en este trabajo nos ocupa. Se puede observar en esta gráfica las horas en las que se presenta la demanda máxima.

Para nuestro caso, como ya se mencionó anteriormente, basándonos en datos y experiencias de la Compañía suministradora, se tiene que la demanda máxima considerada son 3.5 amperes por usuario; ahora bien, teniendo en cuenta que la cantidad de usuarios a los que se planea dar servicio son 1158, la demanda máxima del grupo en la zona seleccionada, considerando un factor de potencia de diseño de 0.85, es de:

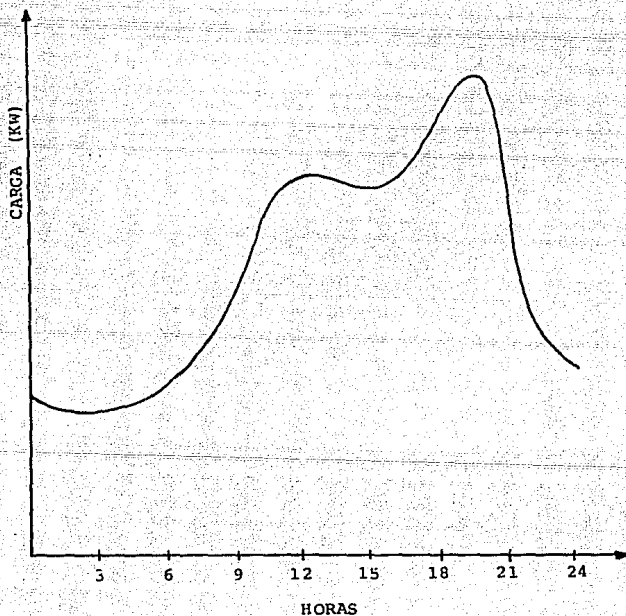


FIG. 2-4 CURVA CARACTERISTICA DE CARGA HABITACIONAL

UNAM

INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

$$(0.85) \times (3.5A)(127V) = 378 \text{ watts/usuario}$$

$$(378)(1158) = 437,724 \text{ watts.}$$

Deben suministrarse 437,724 watts de demanda máxima a la zona en cuestión por concepto de usuarios.

Por otro lado, también basándose en datos y experiencias de la Compañía Suministradora, en promedio se planea instalar una lámpara de 250 watts, para alumbrado público, cada 35 metros por lo que cada lámpara abarcará 1225 metros cuadrados de un total de 312800 metros cuadrados, entonces:

$$\frac{312800}{1225} = 255.34 \approx 255 \text{ lámparas}$$

Se instalarán aproximadamente 255 lámparas de 250 watts cada una y alimentación a 220 V entre fases; considerando además un 20% por carga del reactor se tiene que:

$$(255) (250) (1.20) = 76,500 \text{ watts}$$

Deben suministrarse 76,500 watts a la zona por electrificar, por concepto de alumbrado público.

De lo anterior se tiene que la demanda máxima total

de la zona por electrificar es:

$$\text{Demanda máxima} = 437,724 + 76,500 = 514,224 \text{ watts.}$$

II.4.4 CARGA CONECTADA

La carga conectada es la suma de los valores nominales de todas las cargas del consumidor que tiene probabilidad de estar en servicio al mismo tiempo para producir una demanda máxima. La carga conectada se puede expresar en watts, kilowatts, amperes, HP; kilovolt-ampere, etc. dependiendo de las necesidades o requerimientos del estudio.

La carga conectada representa la demanda de carga máxima posible.

II.4.5 FACTOR DE DEMANDA

El factor de demanda en un intervalo de tiempo Δt de una carga es la relación entre la demanda máxima y su carga total conectada. Matemáticamente, este concepto lo podemos expresar como:

$$Fd = \frac{DM}{CC}$$

(2-1)

donde:

Fd= Factor de demanda

DM= Demanda máxima

Cc= Carga conectada.

Este factor, generalmente es menor que uno; solamente será unitario cuando, en un intervalo de tiempo Δt todos los aparatos conectados a la carga estén absorbiendo sus potencias nominales.

En la tabla 2-1 se enlistan los factores de demanda reales aplicables para servicios en baja tensión.

Para nuestro caso, basándonos en la tabla 2-1 y considerando que la zona por electificar cae dentro de una clasificación de servicio residencial sin aire acondicionado, se observa que el factor de demanda es:

$$Fd = 40\%$$

Despejando Cc de la ec. 2-1 se tiene:

$$Cc = \frac{DM}{Fd}$$

(2-2)

CARGAS SERVICIOS HABITACIONALES	
• Asilos y casas de salud	45%
• Asociaciones civiles	40%
• Casas de huéspedes	45%
• Servicios de edificio residencial	40%
• Estacionamientos o pensiones	40%
• Hospicios y casas de cuna	40%
• Iglesias y templos	45%
• Servicio residencial s/aire acondicionado	40%
• Servicio residencial c/aire acondicionado	55%
CARGAS COMERCIALES	
• Tiendas y abarrotes	65%
• Agencias de publicidad	40%
• Alfombras y tapetes	65%
• Almacenes de ropa y bonetería	65%
• Artículos fotográficos	55%
• Bancos	50%
• Baños públicos	50%
• Botica	50%
• Cafeterías	55%
• Camiserías	65%
• Centros comerciales. Tiendas de descuento	65%
• Colegios	40%
• Dependencias de gobierno	50%
• Embajadas, consulados	40%
• Gasolineras	45%
• Imprentas	50%
• Jugueterías	55%
• Papelerías	50%
• Mercados y bodegas	50%
• Molinos de nixtamal	70%
• Panaderías	40%
• Peluquerías, salas de belleza	40%
• Restaurantes	60%
• Teatros y cines	50%
• Zapaterías	60%
EQUIPOS DE FUERZA	
• Hornos de arco e inducción	100%
• Soldadoras de arco y resistencia	60%
• Motores para: bombas, compresoras, elevadores, máquinas, herramientas, ventiladores.	60%
• Motores para: operaciones semicontinuas en fábricas y plantas de proceso.	70%
• Motores para: operaciones continuas tales como fábricas textiles.	80%

TABLA 2-1 FACTORES DE DEMANDA PARA DIVERSOS SERVICIOS

Sustituyendo datos en la ec. 2-2, para el concepto de usuarios, se tiene:

$$C_c = \frac{437,724}{0.4} = 1,094,310 \quad \text{Watts}$$

La carga conectada, en la zona por electrificar debe ser 1'094,310 watts, aproximadamente.

II4.6 DEMANDA DIVERSIFICADA

Cuando se proyecta un alimentador para algún consumidor se debe tomar en cuenta su demanda máxima debido a que ésta impondrá las condiciones más severas de carga y caída de tensión. Es importante tomar en cuenta que la demanda máxima de un conjunto de consumidores es menor que la suma de las demandas máximas individuales.

Normalmente al ejecutar un proyecto no interesa el valor de cada demanda individual, sino la del conjunto.

Se define entonces que demanda máxima diversificada es la relación entre la sumatoria de las demandas individuales del conjunto en un tiempo (t_a) entre el número de cargas. En particular la demanda máxima diversificada será la relación de la sumatoria de las demandas individuales del

conjunto cuando se presente la demanda máxima del mismo. --
 (tmax) y el número de cargas; la demanda máxima diversificada es la que se obtiene para la demanda máxima del conjunto. Matemáticamente este concepto lo podemos expresar como:

$$D_{div} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i(t_a)}{n} \quad (2-3)$$

donde:

D_{div} = Demanda diversificada del conjunto en el instante a .

$D_i(t_a)$ = Demanda de la carga i en el instante t_a
 n = Número de cargas individuales.

En nuestro caso se considerarán dos grupos de cargas, uno correspondiente al alumbrado público y otro correspondiente a los servicios de los usuarios.

Como no podemos saber con certeza el comportamiento de las cargas para los usuarios, en el intervalo de las 24 horas del día, pero conocemos según datos de la compañía Suministradora que la demanda máxima registrada en el alimentador que suministrará energía a ésta zona, se dá al rededor de las 19 horas; y también conocemos que el alumbrado público empieza a funcionar, en promedio, alrededor de las 18 ho -

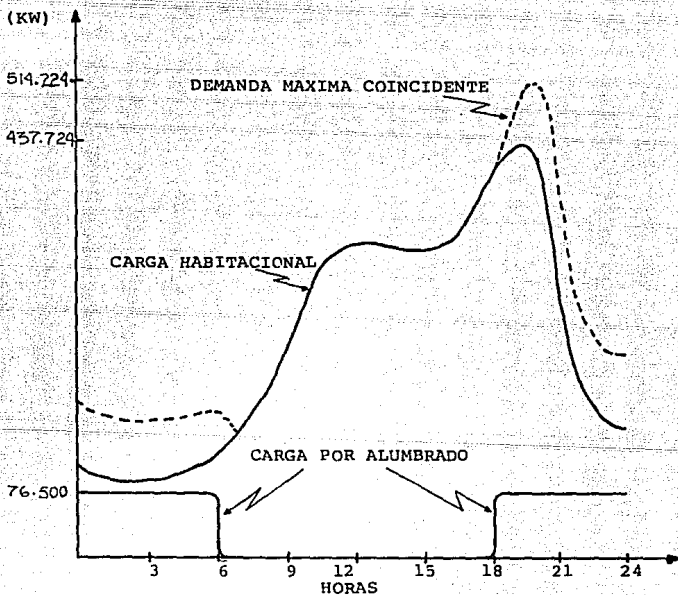


FIG. 2-5 CARGA HABITACIONAL Y ALUMBRADO PUBLICO

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

ras; entonces el comportamiento de estas dos cargas se dá -- como se muestra en la figura 2-5.

En la figura 2-5 se observa que, para la zona por electrificar, la demanda máxima diversificada se presenta a las 19 horas; sustituyendo datos en la ec. 2-3, se tiene:

$$D_{div} = \frac{437,724 + 76,500}{2} = 257,112 \text{ watts.}$$

Entonces, 257,112 watts es la demanda máxima diversificada, también conocida como demanda máxima coincidente

Debemos hacer notar aquí que la demanda máxima coincidente de la colonia Los Hornos, según la figura 2-5, es de:

$$DM_1 = 437,724 \text{ watts (usuarios)}$$

$$DM_2 = 76,500 \text{ watts (alumbrado)}$$

$$DM_T = 514,224 \text{ watts (Los Hornos)}$$

II.4.7 FACTOR DE DIVERSIDAD

La diversidad entre las demandas máximas se mide -- por el factor de diversidad, que se puede definir como la relación entre la suma de las demandas máximas individuales y

la demanda máxima del grupo de cargas. Matemáticamente este concepto lo podemos expresar como:

$$F_{div} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{mi}}{D_{ms}} \quad (2-4)$$

donde:

F_{div} = Factor de diversidad

D_{mi} = Demanda máxima de la carga i

D_{ms} = Demanda máxima del grupo

En la mayoría de los casos el factor de diversidad es mayor que la unidad, ($F_{div} > 1$)

Para nuestro caso, tenemos que el factor de diversidad es, considerando la figura 2-5 y sustituyendo en la ecuación (2-4).

$$F_{div} = \frac{437,724 + 76,500}{314,224} = 1.0$$

II.4.8 FACTOR DE COINCIDENCIA

En ocasiones se prefiere un factor de multiplicación más que de división, por lo que se definió lo que se

conoce como factor de coincidencia, que es el recíproco del factor de diversidad, de tal manera que la demanda máxima - se puede calcular multiplicando la suma de un grupo de de - mandas por el factor de coincidencia. Matemáticamente este - concepto lo podemos expresar como:

$$F_{co} = \frac{1}{F_{div}} \quad (2-6)$$

donde:

F_{co} = Factor de coincidencia

F_{div} = Factor de diversidad

El factor de coincidencia puede considerarse como el porcentaje promedio de la demanda máxima individual de un grupo que es coincidente en el momento de la demanda -- máxima individual de un grupo, o la contribución de cada -- carga individualmente en el por ciento de su demanda, para la demanda total combinada.

En nuestro caso el factor de coincidencia, considerando al factor de diversidad como 1.0, es:

$$F_{co} = \frac{1}{1.0} = 1.0$$

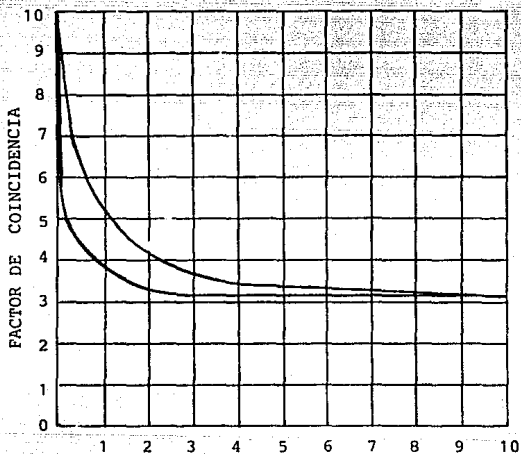


FIG. 2-6 CURVAS DE LIMITES DE VARIACION DEL FACTOR DE COINCIDENCIA PARA GRUPOS DIVERSOS DE CONSUMIDORES RESIDENCIALES.

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

Los factores de diversidad y coincidencia se afectan por el número de cargas individuales, el factor de carga, las costumbres de vida de la zona, etc. El factor de diversidad tiende a incrementarse con el número de consumidores en un grupo. Con rapidez al principio y más lentamente a medida que el grupo es mayor (figura 2-6). Por otra parte el factor de coincidencia decrece rápidamente en un principio y con más lentitud a medida que el número de consumidores se incrementa.

La figura 2-6 muestra el rango aproximado de coincidencia para consumidores residenciales con base en las demandas máximas anuales. Las curvas de la figura representan los límites de los rangos aproximados de los factores de coincidencia para grupos compuestos de consumidores residenciales promedio.

Las costumbres y características de las cargas residenciales locales pueden causar estas variaciones de diversidad.

II.4.9 FACTOR DE CARGA

Se define al factor de carga como la relación entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la de -

manda máxima observada en el mismo intervalo. Matemáticamente este concepto lo podemos expresar como:

$$F_c = \frac{D_m}{DM} \quad (2-7)$$

donde:

F_c = Factor de carga

D_m = Demanda promedio en un intervalo Δt

DM = Demanda máxima en el intervalo Δt

La demanda promedio y la máxima se deben expresar en las mismas unidades para que el factor de carga sea adimensional. La definición del factor de carga debe ser específico en el establecimiento del intervalo de la demanda así como el período en que la demanda máxima y la carga promedio se apliquen.

Para una carga dada, excepto una en el que el ciclo de carga esté compuesto de ciclos idénticos, un período mayor dará un factor de carga más pequeño, dado que el consumo de energía se realiza en un tiempo mayor. El factor de carga anual, influido por las estaciones del año, será considera -

blemente menor que el de carga diario.

Los límites que puede observar el factor de carga son:

$$0 < F_c \leq 1$$

En la figura 2-7 se muestra el factor de carga para un ciclo de carga 24 horas alimentada por el alimentador troncal ODB-23 proveniente de la subestación Odon de Buen, mismo que se encargará, según datos de la Compañía Suministradora, de alimentar la zona en cuestión.

Según datos de la figura 2-7 y sustituyendo en la ec. (2-7) se tiene:

$$F_c = \frac{140.58}{231.20} = 0.58$$

El resultado anterior nos indica que el factor de carga para el alimentador ODB-23 es del 58% antes de conectar la carga que es motivo de este trabajo.

II.4.10 FACTOR DE UTILIZACION

El factor de utilización de un sistema eléctrico en

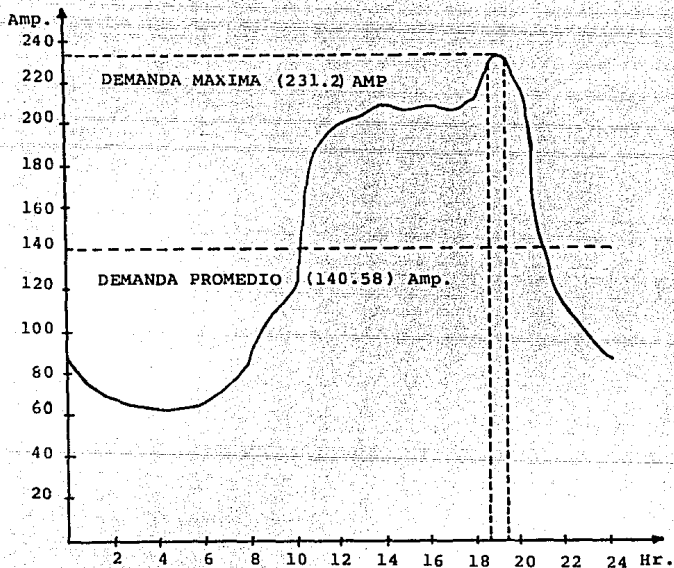


FIG. 2.7 CURVA DE CARGA ALIMENTADOR ODB-23

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

un intervalo de tiempo Δt es la relación entre la demanda -- máxima y la capacidad nominal del sistema. Matemáticamente-- este concepto lo podemos expresar como:

$$Fu = \frac{DM}{C \cdot INST} \quad (2-8)$$

donde:

Fu= Factor de utilización

DM= Demanda máxima

CINST= Capacidad instalada

En nuestro caso, según datos investigados en la Compañía Suministradora, esta zona será alimentada por la Sub - estación Eléctrica Odon de Buen Lozano, la cuál cuenta con - dos bancos de 60 MVA cada uno y un tercero de reserva tam - bién de 60 MVA. Cada banco consta de 6 alimentadores que lle - van 10 MVA a 23KV cada uno.

El diagrama unifilar de esta Subestación se muestra en la figura 2-8.

La capacidad de los alimentadores de la Subestación, expresada en amperes es la siguiente:

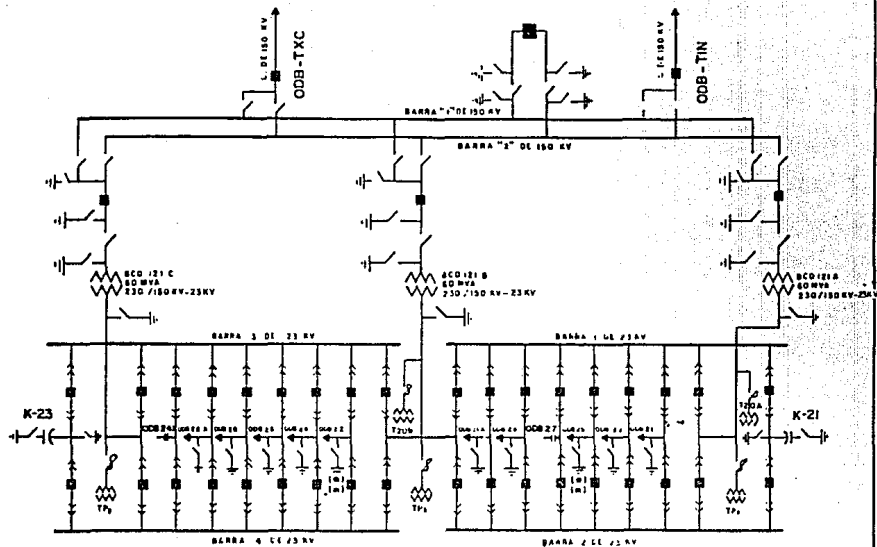


Fig. 2-8

(●) C.S.
(|) INTRO

OPERACION REDES DE DISTRIBUCION

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION

Ing. ODON DE BUEN LOZANO.

1991

TESIS PROFESIONAL

PAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot E} = \frac{\text{KVA} \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot \text{KV}} \quad (2-9)$$

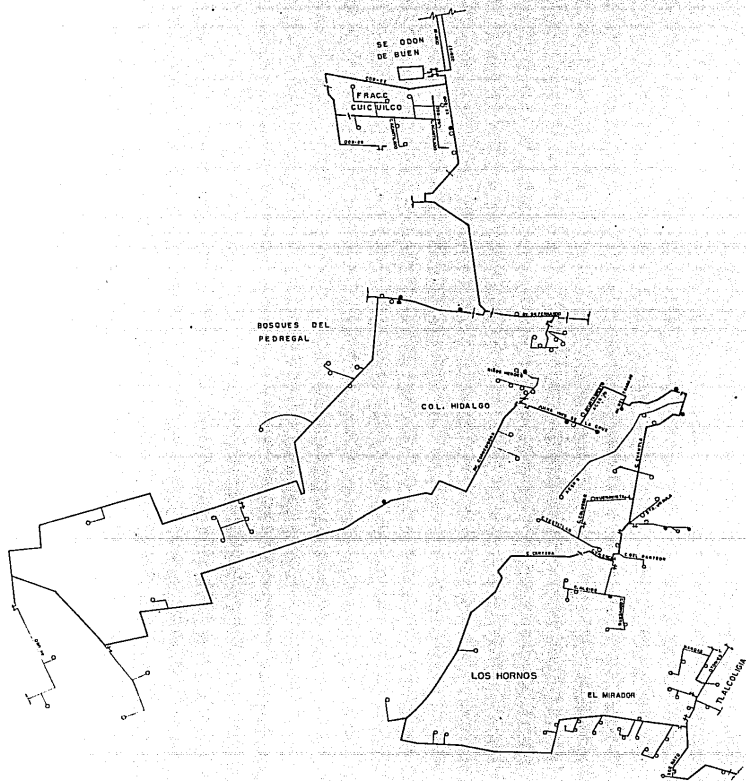
$$I = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 23} = 251 \text{ Amp./alimentador}$$

En el plano TP 2-2, se observa la ubicación de la subestación Odón de Buen Lozano, localizada al sur de la ciudad de México, y la colonia "los Hornos" que es la zona por electrificar; aquí también se observa que el alimentador que va a suministrar energía a tal zona es el ODB-23, que según la tabla (2-2) cuyos datos fueron tabulados el día 26 de diciembre de 1990, días en que las demandas máximas son las mayores de todo el año, se nota que para el alimentador ODB-23 la demanda máxima es de 231.2 amperes.

Ahora bien, la demanda máxima de la zona en cuestión, como se mencionó en el subtema II.4.3, es de 514,224 watts. Esta demanda, expresada en amperes, y considerando un factor de potencia de 0.85 para diseño, es la siguiente

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot E \cdot \text{F.P.}} = \frac{\text{KW}}{\sqrt{3} \cdot \text{KV} \cdot \text{F.P.}} = (2-10)$$

$$I = \frac{514,224}{\sqrt{3} \times 23 \times 0.85} = 15.8 \text{ Amp.}$$



REPORTE DIARIO DE I Y V EN ALIMENTADORES DE 23 IV

26/12/90

ODON DE BUEN LOZANI

HORA	ODB21	ODB23	ODB25	ODB27	ODB29	ODB21X	ODD22	ODR24	ODR26	ODR28	ODR22X	ODR24X	T121A(V)	T121B(V)	T111(V)
100	38.1	74.4	14.5	0.2	68.9	122.5	0.0	67.0	151.1	112.2	78.0	0.0	22.4	22.4	22.4
200	37.7	68.4	14.3	0.0	63.0	110.8	0.0	49.0	142.1	107.2	71.0	0.2	22.2	22.2	22.2
300	38.1	66.4	14.3	0.0	81.1	109.4	0.0	67.4	136.6	107.7	71.1	0.0	22.4	22.4	22.4
400	37.1	64.5	14.3	0.0	79.9	106.5	0.0	67.8	131.7	107.9	69.2	0.2	22.2	22.2	22.2
500	37.9	63.9	12.7	0.0	81.7	107.9	0.0	67.8	137.0	110.8	70.0	0.0	22.1	22.1	22.1
600	37.3	66.6	75.8	0.2	84.0	117.6	0.0	68.2	141.3	111.2	70.5	0.0	21.9	21.9	21.9
700	30.3	74.8	50.4	0.0	66.9	127.6	0.0	66.8	149.5	110.2	70.9	0.2	22.1	22.1	22.1
800	14.4	64.6	66.6	0.0	111.4	129.6	0.0	53.2	154.4	123.1	48.4	0.0	22.1	22.1	22.1
900	29.1	109.0	97.3	0.0	114.0	104.2	0.0	58.8	167.7	145.4	71.1	0.0	22.1	22.1	22.1
1000	27.9	120.8	12.5	0.0	140.3	162.2	0.0	62.5	177.4	163.2	73.2	0.2	22.0	22.0	22.0
1100	32.6	189.0	41.4	0.2	143.6	174.9	0.0	63.7	185.8	213.4	80.7	0.0	22.0	22.0	22.0
1200	35.0	198.1	40.1	0.0	141.3	168.1	0.0	70.5	189.6	216.5	80.9	0.0	21.9	21.9	21.9
1300	35.0	201.3	12.7	0.0	136.6	168.8	0.0	62.9	187.6	210.8	79.7	0.2	22.0	22.0	22.0
1400	35.6	209.3	52.3	0.0	134.1	172.0	0.0	59.6	181.3	212.6	81.3	0.0	22.0	22.0	22.0
1500	35.0	204.9	12.5	0.2	135.2	172.2	0.0	60.0	184.7	216.3	80.5	0.0	22.0	22.0	22.0
1600	36.2	207.7	60.9	0.0	111.4	170.6	0.0	56.5	184.0	214.9	80.1	0.0	22.1	22.1	22.1
1700	34.0	205.2	142.8	0.2	92.0	175.1	0.0	53.0	184.2	201.7	80.2	0.2	21.9	21.9	21.9
1800	34.4	210.3	46.1	0.0	107.1	211.4	0.0	57.8	206.9	203.4	87.4	0.2	21.8	21.8	21.8
1900	47.5	231.2	44.0	0.0	154.4	302.1	0.0	84.8	279.2	241.1	129.2	0.0	22.5	22.5	22.5
2000	48.1	218.7	104.3	0.2	158.9	307.4	0.0	79.3	286.5	264.3	139.1	0.2	22.4	22.4	22.4
2100	41.0	141.7	12.5	0.0	157.9	292.1	0.0	70.9	275.8	170.4	129.3	0.0	22.4	22.4	22.4
2200	40.3	132.4	67.2	0.0	143.6	262.0	0.0	66.2	264.1	151.9	116.7	0.2	22.1	22.1	22.1
2300	39.3	98.5	37.3	0.2	121.0	204.2	0.0	66.2	214.6	147.9	100.4	0.2	22.1	22.1	22.1
2400	39.1	86.4	24.0	0.0	79.3	157.4	0.0	44.3	178.1	131.7	86.6	0.2	22.1	22.1	22.1

VALOR MAXIMO DIARIO

48.1	231.2	142.8	0.2	158.9	307.4	0.0	84.8	286.5	241.1	139.1	0.2	22.5	22.4	22.5
------	-------	-------	-----	-------	-------	-----	------	-------	-------	-------	-----	------	------	------

TABLA 2-2

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Entonces, antes de conectar la carga de la colonia "Los Hornos", considerando datos de la tabla (2-2), la capacidad del alimentador ODB-23 y sustituyendo en la ecuación (2-8), el factor de utilización es:

$$Fu = \frac{231.2}{251} = 0.92$$

En el momento de conectar la carga, la corriente que se demandará al alimentador es de:

$$I_t = 231.2 + 15.18 = 246.38 \text{ Amp. (2.11)}$$

Y el factor de utilización, considerando el resultado de la ecuación (2-11), la capacidad del alimentador, y sustituyendo en la ecuación (2-8), debe ser de:

$$Fu = \frac{246.38}{251} = 0.98$$

Esto significa que al conectar la carga que nos ocupa y aunque ésta consuma la demanda máxima, el alimentador ODB-23 no se debe sobrecargar.

II.4.11 BALANCEO DE FASES

Cuando se emplean circuitos con más de una fase para alimentar un cierto número de cargas, rara vez están repartidas de manera igual en las fases, esto último propicia que

existan corrientes desbalanceadas y también produciéndose voltajes desbalanceados, esto tiene como consecuencia caídas de voltaje diferentes en las líneas, transformadores, etc. y por ende se desbalancearán las tensiones aplicadas en las cargas.

El desbalance en voltaje algunas veces se expresa como la máxima divergencia de cualquier fase con respecto al promedio de todas las fases. En el capítulo IV se mostrará este concepto para la zona que se está tratando.

II.4.12 DISTRIBUCION Y DENSIDAD DE CARGA

En un sistema de distribución, un consumidor individual se puede considerar como una carga concentrada en relación con ese sistema, o sea, que se conecta al sistema en un punto y hasta ese punto la conexión del servicio actúa como una carga-unificada sin que interese como esté subdividida dentro del servicio. Del mismo modo, un grupo de cargas individuales, como un bloque o un conjunto de residencias puede producir una carga compuesta esparcida a lo largo de la línea, la cual para el propósito de diseño se puede considerar de manera conveniente como una carga uniformemente distribuida.

Los servicios se pueden concentrar en grupos y unos cuantos por poste; sin embargo, si las cargas son del mismo tipo y de capacidad semejante, como en nuestro caso, entonces-

POSTES DE LINEA AEREA CON CARGAS

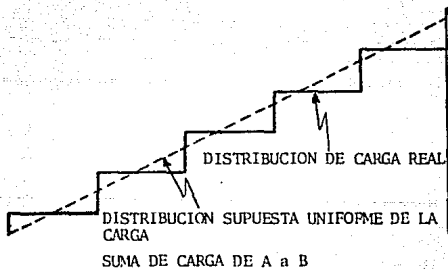
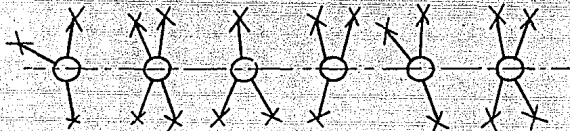


FIG. 2-9 DISTRIBUCION DE CARGA

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN

BLAS

TESIS PROFESIONAL

se tratan como cargas uniformemente distribuidas a lo largo de la línea (figura 2-9).

Cuando se habla de cargas uniformemente distribuidas,-- el término densidad de carga se usa para describir su magnitud. La densidad de carga se ha definido como un valor representativo de una zona dado en kilovolt-ampere entre la unidad de superficie, pudiendo ser por ejemplo, KVA/Km².

En la tabla 2-3 se muestra una clasificación de cargas-- dependiendo de la densidad de carga de la zona.

ZONA	MVA/KM ²
URBANA CENTRAL	40-100
URBANA	5-40
SEMIURBANA	3-5
RURAL	3

TABLA 2.3 CLASIFICACION DE CARGAS DEPENDIENDO DE LA DENSIDAD DE ESTAS

Para nuestro caso, basándonos en el dato calculado de la carga por concepto de usuarios y la carga por concepto de alumbrado público (Subtema II.4.3) se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Carga Total} &= 437,724 + 76,500 \\ &= 514,224 \text{ Watts.} \end{aligned}$$

Y sabiendo que el área de la zona por electrificar es de 0.1328 Km² entonces: $\frac{0.514224}{0.1328 \times 0.85} = 4.55$

De este resultado notamos que la zona de nuestro interés está clasificada como zona semiurbana, según tabla 2.3

II.4.13 TASA DE CRECIMIENTO DE LA CARGA.

Para la planeación adecuada de un sistema de distribución, es muy importante considerar que la carga aumentará en el transcurso del tiempo debido a futuras adiciones; generalmente se toma un promedio del aumento de carga que denominaremos tasa de crecimiento.

El crecimiento de carga es atribuible a varios factores: nuevos lotes o zonas que se anexan al sistema, nuevos consumidores que se encuentran en la zona del sistema o aumentos de carga de los consumidores actuales. Estos factores son aplicables a diferentes partes del sistema y en distintos grados, por lo que no se aconseja una estimación generalizada de crecimiento de carga para todos los casos.

En el crecimiento de carga influyen condiciones locales en gran medida, por ejemplo: condiciones económicas de la zona, hábitos de los consumidores, condiciones económicas reales de la empresa suministradora, etc. Los crecimientos en diversas partes del sistema en general serán muy diferentes entre sí y distintos entre las tasas de crecimiento de cada una de las zonas en particular y la tasa del sistema de distribución en ge-

neral.

Estadísticas y datos detallados del comportamiento pasado del sistema, año con año y mes con mes, son de gran ayuda en la predicción del futuro comportamiento del sistema. Algunos de estos datos se muestran a continuación.

- a).- Carga total del sistema
- b).- Carga total de varios tipos (iluminación, potencia, etc.)
- c).- Carga en las subestaciones
- d).- Carga individual de alimentadores de distribución
- e).- Pruebas anuales en transformadores de distribución.

Es recomendable no instalar capacidad en exceso con cargas de crecimiento lento dado que la naturaleza o tipo de carga que aparecerá en lo futuro es totalmente incierto.

Por otro lado, con cargas de crecimiento rápido se debe ser un poco menos conservador, ya que el reemplazo de equipos con mucha frecuencia puede exceder fácilmente el costo adicional de instalar un porcentaje de capacidad extra.

Si se conoce la tasa de crecimiento, el incremento en la carga en un período determinado de años se puede determinar

aproximadamente con la siguiente ecuación:

$$L_n = (1 + r)^n L_i \quad (2-12)$$

Donde:

L_n = carga posterior a un período inicial.

L_i = carga inicial

r = Tasa periódica de crecimiento de carga por unidad.

n = Número de períodos.

La tasa anual de crecimiento de carga necesaria para que la carga se incremente en una cantidad específica es también muy interesante. Las curvas que se muestran en la figura (2-10) representan esta relación para un crecimiento de carga específico.

Según la zona y el tipo de construcciones que se deban alimentar, se puede calcular el incremento por año, mencionando en forma generalizada que se puede aplicar entre el 1 y el 5% en zonas ya construidas, entre el 5 y el 8% en lugares donde existan lotes baldíos pequeños (entre 200 y 1000 m²), sin construir y más del 10% en zonas periféricas con lotes baldíos extensos (más de 1000 m²).

Considerando lo anterior, nuestro caso cae en una tasa de crecimiento del 1% aproximadamente debido a que la zona ya se encuentra lotificada y en proceso de construcción. Como se mencionó anteriormente (subtema II.4.5) la carga instalada es

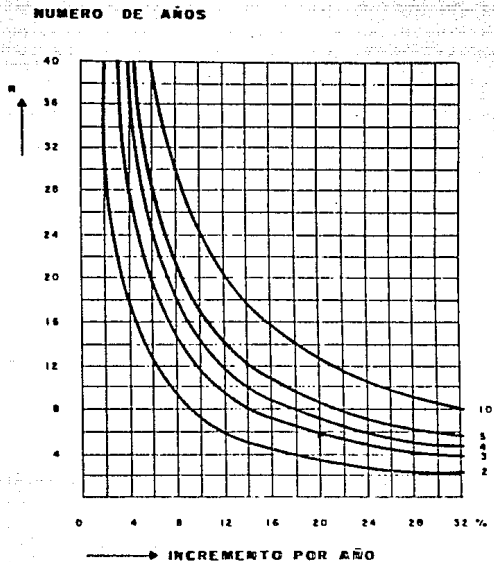


FIG. 2-10

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

de: 1'094,310 watts. para los 1158 servicios, entonces para un período de 10 años se tendrá que la carga instalada aproximada, considerando datos y ecuación (2-12), debe ser de:

$$L_n = ?$$

$$L_i = 1'094,310 \text{ watts}$$

$$r = 0.01$$

$$n = 10$$

Sustituyendo en la ecuación (2-12)

$$L_n = (1+0.01)^{10} (1'094,310) = 1'208,799$$

La anterior nos indica que en un período de 10 años, - considerando un crecimiento anual del 1% se tendrá un aumento de carga de aproximadamente el 10%.

Se puede observar también que, utilizando la curva de la figura (2-10) la carga no se duplicaría en un intervalo de tiempo de 40 años.

En los cálculos realizados anteriormente se considera que la carga por concepto de alumbrado público permanece constante, y sólo aumenta la carga instalada por los usuarios.

II.4.14 FACTOR DE PERDIDAS (Fp)

Para un sistema, el factor de pérdidas se define como la relación entre el valor medio y el valor máximo de poten -

cia disipada en un intervalo dado. Matemáticamente este concepto lo podemos expresar como:

$$F_p = \frac{P_m}{P_M} \quad (2-13)$$

donde:

F_p = factor de pérdidas

P_m = valor medio de la potencia activa perdida, en un intervalo de tiempo Δt .

P_M = Valor máximo de la potencia activa disipada en el sistema durante el mismo intervalo de tiempo Δt .

El factor de pérdidas es muy importante en los estudios económicos para determinar la energía que se pierde en los sistemas.

II.4.15 RELACION ENTRE EL FACTOR DE PERDIDAS Y EL FACTOR DE CARGA

Normalmente el factor de pérdidas es difícil de calcular, por lo que se han desarrollado relaciones empíricas entre este factor y el factor de carga, si nos basamos en los dos extremos de igualdad entre estos factores tenemos que:

$$F_p = F_c \text{ y } F_p = F_c^2$$

En la figura 2-11 se grafican estas dos ecuaciones.

Las relaciones empíricas que se han desarrollado son las siguientes:

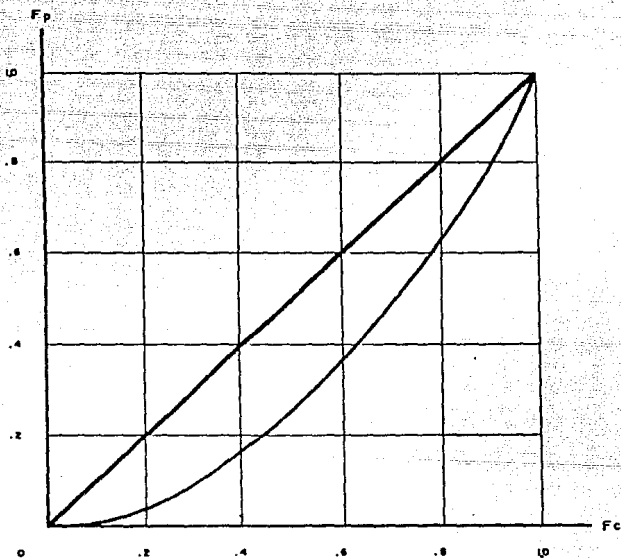


Fig. 2-11 RELACION ENTRE FACTOR DE PERDIDAS Y FACTOR DE CARGA.

UNAM

INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

$$F_p = 0.3 F_c + 0.7 F_c^2 \quad (2-14)$$

$$F_p = 0.4 F_c + 0.6 F_c^2 \quad (2-15)$$

La primera es utilizada en Estados Unidos y en México y fue establecida por F.H. Buller y P.A. Wodrow. La segunda es utilizada en los sistemas europeos.

CAPITULO III

NORMAS UTILIZADAS EN LA IMPLEMENTACION DE REDES DE DISTRIBUCION

INTRODUCCION

Para la implementación adecuada de una estructura de distribución de energía eléctrica, deben tenerse, durante el diseño, la instalación y el mantenimiento de la misma, ciertas características que hagan, de alguna manera, mas sencilla la instalación de materiales y equipo que deben utilizarse.

Estas características se encuentran ya normalizadas, en la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., y están organizadas en tres clasificaciones:

1. Líneas Aereas
2. Líneas Subterráneas
3. Conexiones y acometidas

Cada una de éstas se divide en materiales, montaje y equipo.

De un gran número de normas solo presentaremos las -
mas importantes de Líneas Aéreas que es nuestro caso.

El capítulo está organizado de la siguiente manera: -
se presentan las normas por bloques, esto es; conductores, -
postes y herrajes, equipos, y protecciones.

III.1 NORMAS PARA CONDUCTORES

Conductor. Es uno de los elementos que juega un papel relevante dentro de todo el sistema de distribución eléctrico . Se define como aquel elemento de baja impedancia cuya finalidad es la de transportar el flujo de electrones de un lugar a otro.

Los conductores para líneas aéreas están formados por un conductor sólido o cableado, que en la mayoría de los casos va desnudo, salvo en algunas ocasiones que se le aplica un forro de polietileno o policloruro de vinilico (PVC) como protección.

Para seleccionar el tipo de conductor en cuanto a material se refiere, se debe conocer el grado de contaminación o corrosión en la zona en que localizará la línea a fin de utilizar el material adecuado.

El conductor está formado por uno o varios alambres - de cobre o de aluminio, y estos a su vez, pueden tener refuerzo

de hilos de acero, que son reunidos con un paso de cable determinado.

Los cables utilizados en los alimentadores y ramales aéreos van de acuerdo a las características de la subestación alimentadora y de la carga; los conductores a emplear se encuentran normalizados según tabla (3-1)

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
CABLES ACSR	2.0099	Fig. 3-1
CABLES ALD (ALUMINIO DESNUDO)	2.0109	Fig. 3-2
CABLE Cud 4 A 400	2.0102	Fig. 3-3
CABLE 23 PT 1 X 240	2.0006	Fig. 3-4
CABLE CCE 12 a 4	2.0216	Fig. 3-5

TABLA (3-1), NORMAS L Y F DE LINEAS AEREAS, CONDUCTORES

III.2 NORMAS PARA POSTES Y HERRAJES

II.2.1 POSTES

Los postes utilizados en los sistemas de distribución se fabrican con materiales de concreto, acero y madera. Deben poder resistir cargas verticales (debido al peso propio del equipo y herraje tales como alfileres, crucetas, cuchillas, etc), cargas longitudinales (debido a las tensiones mecánicas máximas de los conductores) y cargas transversales

(debido al viento, conductores, etc:).

POSTE DE CONCRETO. Es armado con varilla que se utiliza para soportar el peso de los conductores, el deheraje y la acción del viento; es el poste más comunmente usado, sobre todo en tramos rectos de la ruta de la línea; es utilizada fundamentalmente como columna, o sea, solo con esfuerzo de compresión, aunque en algunos casos soporta esfuerzos de flexión pequeños (remates de líneas de cables delgados).

Este poste de concreto se considera como el más económico.

POSTE DE ACERO. Debe ser fabricado con aleaciones que contengan elementos que lo hagan resistente a la corrosión, si no es así, debe protegerse con una capa exterior de pintura anticorrosiva . El espesor del material que se utilice no debe ser menor de cuatro milímetros.

La selección del tamaño y clase del poste a usar, está determinada por la altura requerida por los conductores y por las cargas verticales, transversales y longitudinales que deberá soportar de acuerdo con los artículos 44 (altura mínima de conductores), 55 (cargas en los postes) y 56 (clase de construcción en líneas aéreas), del reglamento de obras e instalaciones eléctricas.

POSTES DE MADERA. Son de madera escogida, libre de defectos que puedan disminuir su resistencia mecánica y tratados con una solución preservadora, para aumentar su duración.

El pino del país tiene una resistencia a la ruptura de aproximadamente 400 kilogramos por centímetro cuadrado, sin embargo, es conveniente utilizar valores de resistencia obtenidas en pruebas.

Se recomienda no hacer ensambles pero si por alguna razón se realizan, deben soportar un factor de sobrecarga no menor que el requerido para el poste.

En la tabla (3-2) se muestran las normas utilizadas por Compañía de Luz y Fuerza del Centro para postes de distribución.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
POSTE CC9.500	2.0345	-
POSTE CC 11.500	2.0346	-
POSTE CR - 12E	2.0545	Fig. 3.6
POSTE CR - 14E	2.0556	-
POSTE A13 a A17	2.0162	Fig. 3.7
POSTES CR -6,9 y 12	2.0110	Fig. 3.8
RETENIDA A	2.016 g	Fig. 3.9

TABLA (3-2) NORMAS L Y F LINEAS AREAS, POSTES

III.2.2 AISLADORES

Son los elementos que fijan los conductores de las líneas de distribución al poste y proporcionan además el nivel de aislamiento necesario.

La selección adecuada de un aislador depende de varios factores tales como: conductor a utilizar, nivel de aislamiento determinado, esfuerzos a que esté sujeto, condiciones ambientales, etc.

Como ya se mencionó, en los puntos de sujeción y soporte del poste a los conductores, se encuentra el aislador que puede ser de porcelana o de vidrio templado.

Se pueden fabricar distintos tipos de aisladores de acuerdo a su uso.

Los aisladores tipo alfiler se caracterizan porque cada elemento está formado por una serie de aisladores concéntricos formando un conjunto que refuerza la distancia de flama. Su principal ventaja es que evita que entre sus pliegues penetre la contaminación y su desventaja es lo difícil de su limpieza.

Este tipo de aislador se usa sólo o en columna superponiendo uno sobre otro hasta alcanzar el nivel de aislamiento adecuado.

Para poder seleccionar los aisladores para una tarea específica, es necesario conocer su uso para aplicarles los tres tipos de sobrevoltajes que pueden presentarse en un sistema eléctrico de potencia: sobrevoltajes de baja frecuencia, impulsos eléctricos debidos a rayos y sobrevoltajes de alta frecuencia originado por la operación de interruptores.

En zonas donde las descargas atmosféricas son severas o existen condiciones de contaminación desfavorables (salinidad, humo, polvo, niebla, etc.) o bien si tienen sequias prolongadas que ocasionen acumulación de contaminantes, seguidos por lluvias escasas, deben usarse aisladores con tensiones de flameo con características especiales adecuadas para el ambiente en que vaya a operar.

La resistencia mecánica de los aisladores debe ser suficiente para soportar las tensiones mecánicas a las que estén sometidos sin exceder los siguientes porcentajes de su resistencia mecánica a la ruptura.

CANTILIVER: 40%

COMPRESION: 50%

TENSION: 50%

En circuitos de corriente constante los aisladores deben seleccionarse en base a la tensión nominal a plena carga -

del circuito y por sobretensión.

En la tabla (3-3) se muestran las normas para aisladores, utilizados por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

NOMBRE	NUMERO	AISLADORES
AISLADOR CARRETE B 53-3	2.0060	Fig. 3-10
AISLADOR 56-2	2.0070	Fig. 3-11
AISLADOR CARRETE B-1	2.0065	Fig. 3-12
AISLADOR 5 52 - 3	2.0066	-
AISLADOR SUSPENSION 23-T2	2.0340	-
AISLADOR TB 54 - 1	2.0061	Fig. 3-13
ALFILER 23-B	2.0499	-
ALFILERES 64-y 236	2.0078	Fig. 3-14

TABLA (3-3) NORMAS L y F LINEAS AEREAS, AISLADORES

III.2.3 CRUCETA

Es uno más de los accesorios que forman el soporte de la estructura de los alimentadores aéreos, se instalan en posición horizontal y su objeto es soportar los aisladores en forma rígida para dar las distancias requeridas a los conductores.

Su construcción es de acero estructural de forma acumulada, tiene taladros en los patines o en el alma del canal, -

su uso es de acuerdo con las necesidades, ya sea para remate de la línea o para soportar aisladores tipo 6.

En la tabla (3-4) se muestran las normas utilizadas por Compañía de Luz y Fuerza del Centro en la implementación de redes de distribución aérea.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
CRUCETA 4 - SC	2.0496	Fig. 3-15
CRUCETA 40	2.0125	Fig. 3-16
CRUCETA 43V	2.0364	Fig. 3-17
CRUCETA 44'	2.0091	Fig. 3-18
CRUCETA 63R	2.0339	Fig. 3-19
CRUCETA 63 DR	2.0011	-
CRUCETA 630	2.0501	-
CRUCETA 4-1	2.0555	-
CRUCETA 62 UD	2.0014	-
CRUCETA 631V	2.0503	-
CRUCETA 632 S	2.0004	-
CRUCETA 632 U	2.0505	-
CRUCETA 633	2.0506	-

TABLA (3-4) NORMAS L Y F LINEAS AEREAS, CRUCETAS

III.3 NORMAS PARA EQUIPOS

III.3.1 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

El transformador es un aparato eléctrico que sirve para transferir la energía de un circuito de corriente alterna a otro mediante un acoplamiento magnético.

El transformador funciona según el principio de inducción mutua entre dos o más bobinas de circuitos acoplados inductivamente. Dicho de otra manera, cuando se colocan dos bobinas cercanas una de la otra y a uno de ellas le aplicamos una corriente alterna, esta corriente originará una imantación variable la cual producirá en la otra bobina, una corriente alterna.

Los grandes transformadores, y también los de tipo mediano, llevan sus devanados inmersos en un baño de aceite que cumple dos funciones: aislamiento y refrigeración. Esta circunstancia requiere rodear al transformador propiamente dicho de una caja capaz de contener el aceite; caja que puede ser de paredes planas, onduladas, con tubos o con radiadores adicionales, según las necesidades de refrigeración que exija el tipo de transformador y el lugar de emplazamiento.

III.3.1.1 ELEMENTOS COMPONENTES

En estos transformadores interviene muchas piezas que es difícil catalogar por modelos, puesto que su forma depende directamente de las necesidades específicas derivadas de los deseos del constructor. Entre estos elementos varios podemos destacar los siguientes dando una breve descripción de ellos.

NUCLEO. En la construcción de núcleos, se emplea en su mayoría láminas de acero con 4% de silicio; este tipo de láminas se emplea por las ventajas que presentan en lo referente a costo, facilidad de manipulación, pérdidas pequeñas por histéresis y por corrientes circulantes y gran permeabilidad, a inducciones magnéticas relativamente altas.

DEVANADOS : Los devanados consisten en bobinas fabricadas sobre barras cubiertas de cinta aislante y cosidas. En los transformadores pequeños para baja tensión se emplea hilo redondo, pero en los transformadores grandes, los conductores suelen ser barras rectangulares.

BUSHING Y TERMINALES: Las terminales de conexión de los transformadores son generalmente zapatas terminales con conectores del tipo de placa y se emplean como terminales de conexión para baja tensión menor de 600 volts. Esta terminal -

remata en una zapata que une al conector que va en la parte superior de la boquilla.

CAMBIADOR DE DERIVACIONES (TAPS): el cambiador de derivaciones se emplea para suprimir o aumentar el número de vueltas o de bobinas de un devanado con lo que se obtiene un nivel más o menos estable de la tensión requerida.

Los cambiadores de derivaciones se clasifican en dos grupos que son:

- A). CAMBIADOR DE DERIVACIONES SIN CARGA
- B). CAMBIADOR DE DERIVADORES CON CARGA

TANQUE: Los transformadores que emplean como medio refrigerante los líquidos deben tener su núcleo y devanados necesariamente encerrados en tanques que eviten las pérdidas del refrigerante.

MEDIO REFRIGERANTE: En los transformadores pequeños, la superficie es relativamente grande frente al volumen. La refrigeración por radiación y por convección natural suele ser suficiente para mantener la temperatura de funcionamiento por debajo del máximo que puede soportar el aislamiento sin reducir seriamente su función.

TAPA DE VISITA: Esta tapa va colocada en la parte -

superior del transformador y se emplea para cambio de conexiones o revisión ocular de las condiciones de los elementos del circuito electromagnético.

VALVULA AUXILIAR: Esta válvula se emplea para obtener muestras de aceite para verificar las propiedades dieléctricas. Esta válvula se encuentra en la parte inferior, pues es esta parte en donde se depositan los sedimentos, humedad, etc.

CONSERVADOR DE ACEITE: Es el dispositivo que va en la parte superior del tanque y sirve para proteger el transformador contra sobrepresiones. Cuando se pide el conservador, se solicita también un dispositivo desecador de aire, que pone al aire en contacto con la atmósfera evitando el paso de humedad.

OREJAS DE MANIOBRAS: Estos dispositivos vienen soldados o vaciados en el cuerpo del tanque y se emplean para izar o transportar el transformador de un lugar a otro.

BASES: El tipo de éstas depende de la capacidad del transformador y están de acuerdo con la forma en que se desee desplazar. Así tenemos base cuyo fondo descansa sobre una palanca, en viguetas, en ruedas fijas y móviles.

BOMBA DE ACEITE: Este dispositivo se emplea para hacer

circular el líquido refrigerante en el transformador.

CAJA DE CONTROL (CAJA DE CONEXIONES):

Esta caja va colocada en uno de los costados del transformador y sirve para el control, sin tener en sí todos los elementos de control. En esta caja únicamente existen tablillas de conexiones en donde llegan las terminales de los elementos de control que se encuentran dentro o fuera del transformador.

DIAFRAGMA: Este dispositivo va colocado en la tapasuperior del transformador. En sí consta de un recipiente tubular y una membrana que resiste una presión determinada, y que se fractura cuando la presión interior del tanque se torna peligrosa.

DETECTOR DE PRESION DE GAS: Este dispositivo se emplea en transformadores que tienen tanque conservador de aceite. Este relevador detecta la presión que existe en el interior del tanque y actúa conforme a ella; así por ejemplo, en caso de sobrecarga crítica o una pequeña falla que provoque un aumento de presión en el tanque, el relevador hace sonar una alarma, pero si la falla es grave y la presión es extremadamente alta el relevador manda una señal al control de interruptor de potencia para que saque de servicio al transformador, protegiéndolo así de sufrir un daño mayor.

DESHUMIDIFICADOR. Este dispositivo se emplea para eliminar la humedad provocada por la condensación en el interior del tanque, debido a las variaciones de temperatura. Es un dispositivo que contiene en su interior un inhibidor de humedad-silice gel- y está conectado al tanque del transformador por medio de tubería.

INDICADOR DE FLUJO DE ACEITE. Este dispositivo se emplea en transformadores que como parte de su enfriamiento tienen circulación forzada de aceite. Su funcionamiento puede indicar cualquiera de estas situaciones:

- 1.- Existencia de flujo de aceite.
- 2.- Ausencia de flujo de aceite (motivo: bomba fuera, circulación invertida, etc.)

TERMOMETRO. este dispositivo se usa para conocer la temperatura del aceite y con ella poder determinar si la máquina se encuentra trabajando en condiciones normales. Generalmente los termómetros traen consigo su aguja de arrastre, la cual indica la temperatura máxima alcanzada en un cierto período. En ocasiones también cuenta con terminales que se conectan a una alarma que indicará temperatura anormal de operación.

RELEVADOR DE SOBRE CARGA DE TIEMPO INVERSO. Es un dispositivo ya sea de operación normal o de tiempo inverso, -

que envía señales para desconectar el equipo cuando la corriente excede un valor dado.

APARTARRAYOS.- Los transformadores en sistema de distribución precisan ser instalados de modo que se hallen protegidos contra tensiones excesivas para lo cual generalmente se emplean apartarrayos un serio peligro de explosión o accidente.

FUSIBLES. Todo equipo eléctrico necesita un elemento o medio que permita su desconexión y/o protección de las fallas que ocurran en el sistema donde opera y al mismo tiempo proteger al sistema de las fallas que ocurran en el interior del equipo, este elemento se denomina fusible.

En la tabla (3-5) se muestran las normas utilizadas por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, en la selección apropiada de transformadores de distribución.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
TRANSFORMADORES 3ø 23, 45 a 300	2.0229	Fig. 30-20
TRANSFORMADOR TRIFASICO 23-BT-75	4.0037	Fig. 3-21
TRANSFORMADOR PLACA	2.0016	Fig. 3-22

TABLA (3-5) NORMAS DE LUZ Y FUERZA LINEAS AEREAS

III.3.2 CUCHILLAS

Son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de un sistema eléctrico, interrumpen la continuidad de un circuito y se utilizan para efectuar maniobras de operación o bien para dar mantenimiento a la línea.

Las cuchillas pueden abrir circuitos bajo tensión nominal pero nunca cuando esté fluyendo corriente a través de ellas. Antes de abrir un juego de cuchillas siempre deberá abrirse primero el interruptor correspondiente.

Las cuchillas están formadas por una base metálica de lámina galvanizada con un conector para puesta a tierra. Dos o tres columnas de aisladores que fijan el nivel básico de impulso y encima de estos la cuchilla, puede fabricarse de cobre o de aluminio según la contaminación predominante en la zona de instalación.

Consta fundamentalmente de dos partes: una parte fija llamada mordaza, la cual recibe y presiona la parte móvil que es una barra de metal.

Estos elementos de la cuchilla van montados en aisladores que llevan conectores para recibir a los conductores.

La tabla (3-6) muestra las normas en que se basa la Compañía de Luz y Fuerza para su selección e instalación.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
CUCHILLA 23601	2.0132	Fig-3-23
CUCHILLA 6401	2.0131	-
CUCHILLA B500	2.0395	Fig. 3-24
CUCHILLA B1500	2.0398	-

TABLA (3-6) NORMAS L Y F LINEAS AEREAS, CUCHILLAS

III.3.3 SECCIONADORES.

Son dispositivos que quedan comprendidos dentro de la clasificación de interruptores de baja capacidad, tiene si milares características a las del restaurador, con la diferencia de que los seccionadores no protegen al alimentador por fallas.

Se instala hacia el lado de carga en dirección al restaurador o interruptor, contando el número de operaciones - apertura-cierre de cualquiera de éstos.

La utilización del seccionador, entre otras, es para evitar que se afecte todo un alimentador al presentarse una falla, ya que al operar deja fuera de servicio el ramal defectuoso. También son empleados para hacer pruebas en el ramal dañado así como mantenimiento en esa sección.

La operación del seccionador depende de los ajustes-

que se le hayan hecho, así como de la magnitud de la corriente de falla.

En la tabla (3-7) se muestran los nombres y número de normas que son utilizadas por Compañía de Luz y Fuerza del Centro, en líneas de distribución aérea.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23,400 FT	4,0203	Fig. 3-25
SECCIONADOR 6	4,0096	-

TABLA (3-7) NORMAS L Y F LINEAS AEREAS, SECCIONADOR

III.3.4 EQUIPO DE MEDICION

La medición de la energía consumida en las casas habitación o servicios con demandas menores a 24 KW se realiza a través de wathhorímetros de 5, 10 ó 15 A de corriente-nominal. La capacidad de los wathhorímetros se selecciona de acuerdo a la demanda máxima estimada por servicio y su número dependerá del número de fases con el que esté dada la acometida.

Para la medición de consumos de servicios con demandas mayores a 24 KW, se emplean los denominados Equipos de medición.

Estos equipos permiten medir en servicios trifási-

cos de baja tensión el consumo en KWH, KVAHR y la demanda máxima en KW.

Ya sean wathhorímetros o equipos, se instalan en muretes de tabique de 1.70 m. de altura en forma tal que la carátula del equipo por leer quede aproximadamente a una altura de 1.50 m. Estos muretes se le solicitan al usuario, quien los instala en el límite o colindancia de los predios.

En la tabla (3-8) se enlistan las normas empleadas, por Compañía de Luz para la utilización de equipos de medición.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
VARHORIMETRO POLIFASICO 5-200-1	2.0538	-
WATHHORIMETRO MONOFASICO 5-100	2.0565	-
WATHHORIMETRO 5,15,25, IUSA I-15Y	2.0461	Fig.3-26

TABLA (3-8) NORMAS L y F MEDIDORES

III.4 NORMAS PARA PROTECCIONES

Toda instalación eléctrica, para tener un margen de seguridad aceptable, requiere de ciertos elementos que se encarguen de la protección de la instalación, estos elementos se conocen como equipos de protección y entre los más importantes podemos mencionar a los fusibles, interruptores, pararra-

yos, y restauradores.

A continuación damos una breve descripción de éstos y las normas establecidas para cada uno de ellos.

III.4.1 FUSIBLE.

Son dispositivos de protección eléctrica de una red que hacen las veces de un interruptor, se emplean en aquellas partes de una instalación eléctrica en que los relevadores no se justifican económicamente.

Su función es la de interrumpir circuitos cuando se produce en ellos una sobrecorriente, soportar la tensión transitoria de recuperación que se produce posteriormente.

Para los elementos fusibles se utiliza como material un alambre de aleación a base de plomo, para el caso de bajas tensiones y corrientes, y una cinta de aleación a base de cobre o de aluminio, para el caso de mayores corrientes.

En cuanto a la selección del fusible se requiere conocer tanto las características propias de éste, así como las condiciones de sobrecorriente esperadas en el circuito que se desea proteger.

Son dos las funciones que deberá desarrollar el dis-

positivo al presentarse una condición anormal de operación.

1. Aislar la porción del circuito en disturbio.
2. Responder con rapidez para evitar un posible daño a los equipos sin falla en el circuito afectado.

De igual manera se debe considerar que:

1. Bajo condiciones normales de operación, el dispositivo debe presentar continuidad tanto en corriente como en voltaje.

2. El fusible debe proteger a los componentes del circuito a través del período en que se desarrolla la sobrecorriente, es decir, desde la sobrecarga hasta el corto circuito.

3. El fusible seleccionado deberá integrarse a las condiciones de diseño que presente la coordinación de protecciones, esto es, al formar parte de dos o más fusibles dispuestos en cascada, y se presente una condición de sobrecorriente, únicamente debe actuar el fusible que se encuentre más cercano al punto de falla.

En la tabla (3-9) se enlistan las normas utilizadas por Compañía de Luz y Fuerza para la selección de fusibles.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
FUSIBLES S 6 K 1-100	2.0135	Fig 3-27
FUSIBLES 23 SC - SMD 20	2.0137	Fig.3-28
FUSIBLES 23 SC 55M	2.0136	-
FUSIBLES 23 IE SC 4 SM a 200E-SC 4 SM	2.0081	-
CORTA CIRCUITOS FUSIBLE D-23220	2.0161	-
CORTACIRCUITOS FUSIBLE D-23110	2.0159	Fig. 3-29

TABLA (3-9) NORMAS L y F LINEAS AEREAS, FUSIBLES

III.4.2 INTERRUPTORES

El interruptor es un dispositivo destinado al cierre y apertura de la continuidad de un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales, así como, y ésta es su función principal, bajo condiciones de corto circuito.

Sirve para apartar o insertar de cualquier circuito energizado máquinas, aparatos, líneas aéreas, o cables.

El interruptor debe ser capaz de interrumpir corrientes eléctricas de intensidades y factores de potencia diferen

tes, pasando desde las corrientes capacitivas de varios cientos de amperes, a las inductivas de varias decenas de kilampères (corto circuito).

El interruptor se puede considerar formado de tres partes principales:

1. Parte activa. Constituida por las cámaras de extinción que soportan los contactos fijos y el mecanismo de operación que soportan los contactos móviles.
2. Parte pasiva. Formada por una estructura que soporta uno o tres depósitos de aceite, si es que el interruptor es de aceite, el fin principal de esta parte es la protección mecánica del interruptor.
3. Accesorios. Aquí se consideran elementos como: boquillas terminales, válvulas de llenado, conectores de tierra, placa de datos y gabinete de control.

En Compañía de Luz y Fuerza del Centro se tiene normalizado el uso de interruptores para red de distribución aérea según norma No. 2.0022, (Figura 3-30)

III.4.3 PARARRAYOS

Son unos dispositivos eléctricos formados por una serie de elementos resistivos no lineales y explosores que limitan la amplitud de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas, operación de interruptores o desbalanceo de sistemas.

Los pararrayos deben cumplir con las siguientes funciones:

1. Descargar las sobretensiones cuando su magnitud llega al valor de la tensión disruptiva de diseño.
2. Conducir a tierra las corrientes de descarga producidas por las sobretensiones.
3. Debe desaparecer la corriente de descarga al desaparecer las sobretensiones.
4. No deben operar con sobretensiones temporales de baja frecuencia.
5. La tensión residual debe ser menor que la tensión que resisten los aparatos que protegen.

En la Tabla (3-10) se presenta de acuerdo a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, las normas utilizadas para la selección de pararrayos en sistemas de distribución aérea.

NOMBRE	NUMERO	FIGURA
APARTARRAYOS DV 23	2.0489	Fig. 3-31
APARTARRAYOS IV 23	2.0579	-

TABLA (3-10) NORMAS L y F LINEAS AEREAS PARARRAYOS

III.4.4 RESTAURADORES

El restaurador es un dispositivo habilitado electromagnéticamente para interrumpir, en un intervalo de tiempo, el flujo de sobrecorriente causado por una falla, así mismo tiene la capacidad de hacer recierres automáticamente y energizar nuevamente el circuito. Si la falla persiste, abre para posteriormente volver a cerrar, se repite esta secuencia un número específico de veces al final de las cuales deja fuera de servicio al alimentador.

La finalidad de los recierres, es probar la línea para detectar si la condición de falla ha desaparecido, además de discriminar las fallas de tipo temporal de las permanentes.

De acuerdo a las características físicas de los restauradores podemos distinguir tres, éstas son:

1. Medio interruptivo. Se pueden encontrar en dos tipos ya sea los que utilizan aceite o aquellos que operan en vacío, estos últimos son de reciente aplicación.

2. Por el número de fases. Estén disponibles en tres fases o en una fase, el más utilizado es el primero debido a que el sistema de distribución aéreo en nuestro país es trifásico.
3. Por el tipo de control. Los hay de tipo hidráulico y últimamente electrónico. Los del tipo electrónico cuentan con un transformador de corriente el cual envía la señal a un relevador electrónico para detectar las fallas.

En Compañía de Luz y Fuerza los restauradores se encuentran bajo la norma No. 40301 correspondiente a "restaurador AUT. La 23.560 F.T. 11. según figura (3-32).

III.4.5 SISTEMA DE TIERRAS

La conducción de altas corrientes a tierra en instalaciones eléctricas, debidas a disturbios atmosféricos o a fallas de equipo, obliga a tomar precauciones para que los gradientes eléctricos o las tensiones resultantes no ofrezcan peligro para los operadores o en general para la persona que en un momento dado circula cerca de alguna instalación. Intensidades del orden de miliamperes producen gradientes de potencial elevados en la vecindad del punto o puntos de contacto a tierra y si además se da la circunstancia de que algún -

ser vivo se apoye en dos puntos, entre los cuales existe una diferencia de potencial debida al gradiente arriba indicado, puede sufrir una descarga de tal magnitud que sobrepase el límite de fibrilación muscular y provoque su caída. En tal situación, la corriente que circula por su cuerpo aumenta y puede pasar por algún órgano vital, como el corazón, y traer consigo la muerte.

De lo anterior toma importancia el hecho de realizar una buena conexión a tierra, para evitar en gran medida el daño a equipos y sobre todo a seres vivos que se encuentren cerca de la instalación en un momento de falla.

En líneas de distribución aérea se utilizan las varillas cooperweld, enterrándolas en terrenos más o menos blandos con la finalidad de encontrar en el subsuelo zonas más húmedas, donde la resistividad eléctrica es menor, posteriormente se conectan a éstas los equipos y elementos para proteger, tales como apartarrayos, hilos de guarda, etc.

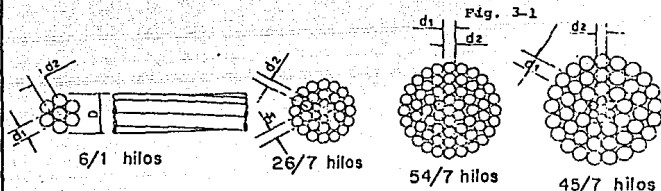
En la figura (3-33) se ilustra la norma No. 2.0185 - utilizada por Compañía de Luz y Fuerza del Centro para varillas de tierra.

CABLES ACSR

120

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0059

1 de 2



NOMBRE	No. de Hilos		Equivalen- te al Cud	Diámetros			Sección		Resistencia nom corr. Dns/Ka	Resisten- cia mecá- nica lim ta Kg	Corrien- te nor- mal de trabajo Am
	A1	Acc ro		D mm	d1 mm	d2 mm	A1 mm ²	Total mm ²			
CABLE ACSR 8	6	1	10	4,60	1,33	1,33	8,37	9,76	4,25	343	55
CABLE ACSR 6	6	1	6	5,04	1,68	1,68	13,30	15,52	2,35	533	73
CABLE ACSR 4	6	1	5	6,36	2,12	2,12	21,15	24,68	1,64	830	120
CABLE ACSR 2	6	1	4	8,01	2,67	2,67	33,63	39,24	1,07	1260	160
CABLE ACSR 1/0	6	1	2	10,11	3,37	3,37	53,48	62,39	0,906	1925	220
CABLE ACSR 2/0	5	1	1	11,35	3,78	3,78	67,43	78,67	0,558	2403	240
CABLE ACSR 3/0	5	1	1/0	12,74	4,25	4,25	83,03	99,20	0,443	3002	290
CABLE ACSR 4/0	5	1	2/0	14,31	4,77	4,77	107,2	126,1	0,364	3763	330
CABLE ACSR 335	25	7	4/0	18,31	2,89	2,23	170,5	198,3	0,159	6220	470
CABLE ACSR 555	25	7	175	23,89	3,72	2,69	222,6	328,5	0,121	10310	630
CABLE ACSR 795	54	7	563	27,76	3,08	3,06	402,8	455,0	0,085	12480	400
CABLE ACSR 954	54	7	630	30,37	3,37	3,37	483,4	545,8	0,070	14560	510
CABLE ACSR 1113	45	7	703	31,95	3,92	2,66	564,0	632,9	0,061	13590	1030

NOMBRE	Peso		Cantidad		Uso: En líneas	Folte
	Total Kg/Km	Aluminio Kg/Km	Aceros Kg/Km	Por cable n		
CABLE ACSR 8	31,8	22,9	10,9	4190	141	Telefónicas
CABLE ACSR 6	53,4	36,3	17,1	5300	263	
CABLE ACSR 4	83,3	57,9	27,4	5800	253	
CABLE ACSR 2	135,4	94,0	43,4	4400	283	
CABLE ACSR 1/0	216,6	145,4	69,2	3600	565	
CABLE ACSR 2/0	271,6	186,4	87,2	3100	595	
CABLE ACSR 3/0	342,6	232,6	109,8	1750	545	
CABLE ACSR 4/0	431,5	293,3	133,6	1400	435	
CABLE ACSR 335	667,5	470,2	217,2	2200	2000	
CABLE ACSR 555	1142,1	782,9	359,2	1700	2000	
CABLE ACSR 795	1519,7	1113,3	437,7	1400	2322	
CABLE ACSR 954	1814,3	1324,7	529,3	1100	1616	
CABLE ACSR 1113	2114,5	1523,5	629,9	1000	1616	

Fig. 3-1: Diagrams of ACSR cables showing cross-sections and dimensions. The diagrams are labeled: 6/1 hilos, 26/7 hilos, 54/7 hilos, and 45/7 hilos. Dimensions shown include d1, d2, and g1.

CABLES ACSR

121

NORMAS Ly F
MATERIAL
2.0099

Fig. 3-lb 2 de 2

CARACTERÍSTICAS:

El torcido de la copa exterior es derecho:

Peso menor que 210; Peso preferible 130

Tolerancia en longitud $\pm 5\%$

Descuentos.- La Compañía aceptará cuando más el 10% del pedido en tramos cortos, aplicando los siguientes descuentos a los precios, tomando como base el precio unitario del cable de longitud normal:

Longitud en % de la especificada	Descuento al precio en %	Longitud en % de la especificada	Descuento al precio en %
Mayor de 105.1	30 (al tramo excedente)		
105 a 95	0	74.9 a 65	20
94.9 a 85	10	64.9 a 55	25
84.9 a 75	15	54.9 a 50	30

REFERENCIA:

Especificaciones EIE - C - 62 en las partes aquí no especificadas

CLAVE DEL NOMBRE:

8, 6, 4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0 = Calibre AWG

338, 298, 954, 1113 = 335.4 MCV, 795 MCV, 954 MCV, 1113 MCV

ACSR = Aluminum Cable Steel Reinforced (Cable de aluminio reforzado con acero)

CABLES Ald (ALUMINIO DESNUDO)

122

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0109

1 de 2

Fig. 3-2



7 Hilos



19 Hilos

NOMBRE	Hilos	Equiva- lente al Cud	Diámo- tro d	Sección	Resisten- cia C.A. a 50°C	Resis- tencia mecáni- ca Lími- te Kg	Corrien- te nor- mal de trabajo Amp	Folio
		AWG o MCM	mm	mm ²	Ohm/Km			
CABLE Ald 4	7	6	5.88	21.45	1.515	410	120	LA-21-304
CABLE Ald 2	7	4	7.42	33.63	0.949	621	160	LA-21-302
CABLE Ald 1/0	7	2	9.36	53.48	0.599	939	220	LA-21-300
CABLE Ald 2/0	7	1	10.51	57.43	0.475	1157	240	LA-21-320
CABLE Ald 3/0	7	1/0	11.80	85.03	0.376	1429	290	LA-21-330
CABLE Ald 4/0	7	2/0	13.25	107.2	0.298	1764	330	LA-21-340
CABLE Ald 265	19	3/0	15.06	135.2	0.237	2193	430	LA-21-3265
CABLE Ald 335	19	4/0	16.90	173.5	0.187	2948	470	LA-21-3535
CABLE Ald 555	19	350	21.74	262.0	0.101	4758	560	LA-21-3555

NOMBRE	Peso Kg/Km	Cantidad por carrete		Cable		Usos
		m	Kg	Ald 4	Todos los tramos de A7 serie y múlti- ple	
CABLE Ald 4	57.7	5000	289	Ald 4 fase	Todos los tramos de baja tensión de transformadores de 10 Kva	
CABLE Ald 2	91.8	3500	321	Ald 4 neutro		
CABLE Ald 1/0	145.0	2000	292	Ald 2 fase	Todos los tramos de baja tensión de transformadores de 25 Kva y con transformadores de 50, 75 y 100 des- pués del primer cruce	
CABLE Ald 2/0	184.2	1500	275	Ald 2 neutro		
CABLE Ald 3/0	232.2	1300	302			
CABLE Ald 4/0	292.9	1000	293			
CABLE Ald 265	373.0	1000	370	Ald 3/0 fase	Dos primeros tramos de S.T. a cada linda de transformadores de 50, 75 y 100 Kva	
CABLE Ald 335	467.7	1500	700	Ald 2 neutro		
CABLE Ald 555	773.9	1500	1150	Ald 335	Líneas de 61 kv y 73 Kv	
				Ald 555	Líneas de 89 kv	

Nota: Los cables de calibre 1/0, 2/0, 4/0 y 335 no se usan normal

CABLES Aid (ALUMINIO DESNUDO)

123

NORMAS LY F
MATERIAL
2.0109

2 de 2

Fig. 3-2b

CARACTERÍSTICAS:Coeficiente de dilatación $\alpha = 2.3 \times 10^{-5} 1/^{\circ}\text{C}$ Módulo de elasticidad $E = 51,000 \text{ Kg/cm}^2$.

Torcido capu exterior es derecho

Peso menor que 21 d.

Peso preferible 13.5 d.

Aluminio duro

Resistencia máxima del cable a 20°C = 28.20 $\text{Utm cm}^2/\text{Km}$.

$$R2 = \frac{228.1 + t2}{229.1 + t1}$$

$$R1 = \frac{228.1 + t2}{229.1 + t1}$$

R1 = Resistencia a la temperatura t1

R2 = Resistencia a la temperatura t2

Cable según Normas ASTM-B231-y CSA-C49 (últimas revisiones)

Tolerancia en peso $\pm 10\%$

La capacidad de conducción de corriente está basada en las siguientes condiciones:
Temperatura ambiente = 25°C, Incremento temperatura 40°C, Velocidad de viento 0.6 m/seg, superficie del conductor negra.

CLAVE DEL NOMBRE:

4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, calibre AWG.

265 = 266800 CM; 335 = 336400 CM; 565 = 566500 CM

Aid = Aluminio desnudo.

CABLES Cud 4 a 400

124

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0102

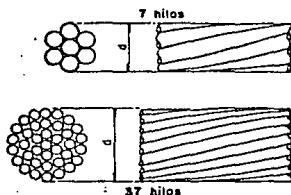


Fig. 3-3

1 de 3

CARACTERISTICAS:

Material.- Cobre electrofítico semiduro clase de cableado B, según norma NOM J-12.

Dirección de torcido de la capa exterior.- sentido izquierdo con paso mayor de 10d y menor a 14d

Resistividad.- $0.017837 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ a 20°C según norma NOM J-35.

Acabado.- Los alambres que constituyen el cable no deben tener grietas, mellas, incisiones, hojeaduras, etc. - observables a simple vista.

NOMBRE	NUMERO DE HILOS	DIAMETRO		RESISTENCIA c.a. a 50°C	CARGA MEDIA DE RUPTURA POR TENSION POR HILO	CORRIENTE MAXIMA PERMANENTE A 50°C .
		d mm	SECCION mm^2			
CABLE Cud 4*	7	5.88	21.15	0.9625	126.8	180
CABLE Cud 1/0	7	9.36	53.48	0.3801	312.5	310
CABLE Cud 2/0*	7	10.51	67.43	0.3018	391.9	360
CABLE Cud 4/0	7	13.25	107.2	0.1900	614.2	480
CABLE Cud 250	37	20.67	253.4	0.0803	312.5	840

* Solo para mantenimiento.

Fórmula de variación de resistencia con la temperatura.

$R_2 = \frac{234.5 + t_2}{234.5 + t_1} R_1$ donde: R_1 = Resistencia a la temperatura t_1
 R_2 = Resistencia a la temperatura t_2

CS
LA

CABLES Cud 4 a 400 125

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0102

2 de 3

Fig. 3-3b

EMPAQUE:

La longitud de los tramos de cable especificado en la siguiente tabla, se debe enrollar en carrete de madera según norma LyF 2.0057 "CARRETES CS", con resistencia mecánica adecuada a longitud y peso de los tramos, para su transporte y almacenamiento.

NOMBRE	DENSIDAD LINEAL		CANTIDAD POR CARRETE		FOLIO
	kg/km	TOLERANCIA %	m	kg	
CABLE Cud 4 *	191.8	± 10	520	100	22-23-30-01
CABLE Cud 1/0	484.9	± 10	1500	727	22-23-30-02
CABLE Cud 2/0 *	611.4	± 10	1500	917	22-23-30-03
CABLE Cud 4/0	972.1	± 10	1300	1264	22-23-30-05
CABLE Cud 250	3676.0	± 10	500	1149	22-23-30-07

* Solo para mantenimiento.

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta norma y a la NOM J-12 última revisión, se --
efectuarán en presencia y de conformidad con el Laboratorio
LyF.

REFERENCIAS:

NOM J-12	"Productos Eléctricos - Conductores - Cable cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos".
NOM J-35	"Alambre de cobre semiduro para usos eléctricos"
LyF 2.0057	"Carretes CS 4.10.5 a 14.22.8 ".

USO:

Conforme a la tabla siguiente.

CABLES Cud 4 a 400

126

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0102

3 de 3

Fig. 3-3c

Cable	Usado en:
Cud 4	Conexión a tierra de Apartarrayos en líneas de distribución y de equipos individuales, toda la BT de transformadores de 10 y 25 kVA y después del 2° tramo de BT de transformadores de 50, 75 y 112.5 kVA.
Cud 1/0 fase Cud 4 neutro	1° y 2° tramos de transformadores de 50, 75 y 112.5 kVA.
Cud 1/0, 2/0 y 4/0	Línea aéreas de distribución de 6 y 23 kV.
Cud 250	Conexión a tierra de neutro de transformadores, ferrros de cables y cubiertas de equipos subterráneos - en pozos y subestaciones.

CLAVE DEL NOMBRE:

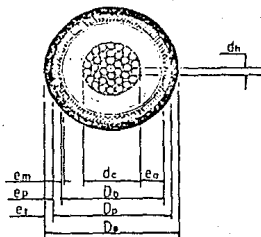
Cud = Cobre desnudo
 4, 1/0, 2/0, 4/0 = Calibre AWG
 250 = 253.4 mm² = 500 KCM

CABLES 23PT 1x150, 1x240 127

NORMAS LYF
MATERIAL
2 0006

1 de 2

Fig. 3-4



CS

SIM BOLC	CARACTERISTICAS	UNIDAD	CABLE 23PT 1x150	CABLE 23PT 1x240
N	Sección del conductor de cobre Número de hilos	mm ² -	150 37	240 37
d _c	Diámetro del conductor	mm	15.90	20.12
d _h	Diámetro de cada hilo	mm	2.27	2.674
e _a	Espesor aislamiento de papel y cintas semiconductoras	mm	6.10	6.10
e _m	Espesor cinta de cobre	mm	0.08	0.08
e _p	Espesor de cubierta plomo	mm	2.0	2.2
e _t	Espesor de cubierta exterior termoplástica	mm	1.55	1.7
d _b	Diámetro bajo cubierta plomo	mm	28.10	34.3
d _p	Diámetro entre cubierta plomo	mm	32.74	39.5
D _o	Diámetro exterior del cable	mm	33.65	42.0
	Peso del cobre	Kg/Km	1350	2177
	Peso del plomo	Kg/Km	2200	3315
	Peso total del cable	Kg/Km	4440	5492
	Longitud del tramo de cable	m	500	500
	Tolerancia en longitud	%	-0.5	-0.5
	Carrete CS	Pza	0.15.0	0.15.0
	Peso del carrete CS, con el tramo de cable	kg	2430	3554
R ₂₄	Resistencia a 50 Hz y 75°C	Ohm/Km	0.153	0.153
X	Reactancia a 50 Hz	Ohm/Km	0.21	0.21
Z	Impedancia a 50 Hz y 75°C	Ohm/Km	0.27/13°	0.27/13°
ΔV	Caja de tensión por Km	Vol/Amper-Km	0.45	0.45
I	Corriente nominal de trabajo	Amper	150	150

CABLES 23PT 1x150, 1x240

128

**NORMAS LyF
MATERIAL
2.0006**

Fig. 3-4b 2 de 2

Las corrientes de trabajo son para cables en ductos, un circuito, tempo ambiente de 20°C, Resistividad del suelo 120°C cm/att, factor de carga 75%; la normal - con conductor a 55°C y la máxima a 75°C.

VERBA E IDENTIFICACION:

Sobre la cubierta de polietileno y en toda su longitud, el cable deberá tener - impresa con caracteres resaltados, una inscripción leyenda (cuatro datos), repetida cada 50 cm. aproximadamente nombre o identificación del fabricante, nombre del cable según la presente Norma LyF, propiedad C.L.F.C. y año de fabricación.

REFERENCIA:

Cables 23PT en ductos corrientes admisibles, Norma LyF 3.0022
Cables 23PT empalo, Norma LyF 3.0018
Cables Pt (23, 6, B), Norma LyF 1.0006

EMPAQUE:

La longitud de los tramos de cable especificada, se debe enrollar en un carrete de madera 8.15.8 Norma LyF 2.0057 "CARRETES C3"

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a la Norma LyF 1.0008 "Cables PT" (23, 6, B)
Las pruebas de aceptación se efectuarán en presencia y de conformidad con el -- Laboratorio LyF.

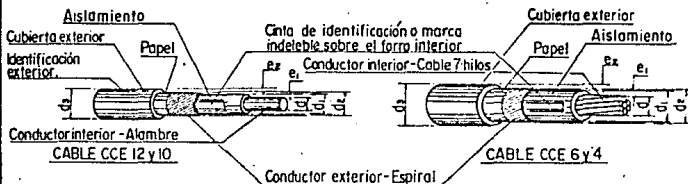
USO:

En 23KV; preferentemente para troncales en circuitos de 3 fases en Ducto-Líneas; en los locales de los servicios desde pozos a 55's y en tramos cortos en 55's y costes.

CLAVE DEL NOMBRE:

23 = 23 KV
P = Plomo, cubierta
T = Termoplástica, cubierta exterior
1x = Un conductor
150, 240 = Sección nominal del conductor en mm²

Fig.3-5



FABRICANTE - AÑO DE FABRICACION - PROPIEDAD CIA Ly F
 CINTA DE IDENTIFICACION

CARACTERISTICAS:
Conductor interior

NOMBRE	Nº hilos	d mm	Sección mm ²	Resist. Mdc. Límite Kg	Resist. C.A. a 50°C Ω /Km	d ₁ max. mm	d ₂ max. mm	d ₃ max. mm	Coeficiente normal de tracción Arg.
CABLE CCE 10	1	2.59	5.251	142	3.663	5.2	6.1	8.1	35
CABLE CCE 6	7	4.67	13.30	360	1.494	8.2	9.7	12.6	70
CABLE CCE 4	7*	5.88	21.15	570	0.929	9.4	11.3	14.2	100

NOMBRE	Peso Kg/Km	Espesor aislamiento e_1		Espesor cubierta exterior e_2		Rollo		Resistencia del conductor exterior o interior a 20°C	
		mm	Tolerancia %	mm	Tolerancia %	m	Kg	Ω /Km	Tolerancia
		CABLE CCE 12	94	1,2	±10	0,8	±20	250	24
CABLE CCE 10	134	1,2	±10	0,8	±20	250	34	3,310	+ 2
CABLE CCE 6	344	1,6	±10	1,2	±20	200	69	1,335	+ 2
CABLE CCE 4	512	1,6	±10	1,2	±20	150	77	0,838	+ 2

MATERIAL:

Conductor de Cobre electrolítico suave, con aislamiento de Poli-cloruro de vinilo rojo y cubierta exterior de polietileno negro, o policloruro de vinilo negro (PVC) resistente a la intemperie.

El torcido del conductor exterior deberá ser izquierdo. El papel podrá suprimirse el fabricante si garantiza que la cubierta exterior no se adhiere y se desmenuza con facilidad de los hilos que forman el conductor exterior.

CABLES CCE 12 a 4

130

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0216

2 de 3

MARCADO:

Fig. 3-5b

Identificación interior.- Bajo el conductor exterior espiral y en toda su longitud, el cable debe llevar una cinta de identificación que contenga los siguientes datos, repetidos cada 30 cm. aproximadamente: (Razón Social del Fabricante), (Nombre del cable según la presente Norma LyF), (Propiedad Cía. LyF), (Año de Fabricación).

Identificación exterior.- Sobre la cubierta exterior y a todo lo largo del cable debe haber impresa con caracteres realizados, una inscripción con los siguientes datos repetida cada 30 cm. aproximadamente: (Razón Social del Fabricante), (Nombre del cable según la presente Norma LyF), (Propiedad Cía. LyF), (Año de Fabricación) según se muestra a continuación:

ALTURA DE
LAS LETRAS

INSCRIPCION

	RAZON SOCIAL DEL FABRICANTE CABLE CCE 12 PROPIEDAD CLFC 1974
	RAZON SOCIAL DEL FABRICANTE CABLE CCE 10 PROPIEDAD CLFC 1974
	RAZON SOCIAL DEL FABRICANTE CABLE CCE 6 PROPIEDAD CLFC 1974
	RAZON SOCIAL DEL FABRICANTE CABLE CCE 4 PROPIEDAD CLFC 1974

REFERENCIAS:

Norma NOM-J-28 en vigor en las partes aquí no especificadas.

EMPAQUE:

La longitud nominal del tramo de embarque especificado, se debe entregar en rollo, con una etiqueta que contenga los siguientes datos: Razón Social del Fabricante, Nombre del cable según la presente Norma LyF, Longitud, Peso, fecha y Año de Fabricación.

PRUEBAS DE ADEPTACION:

Conforme a esta Norma LyF y a la Norma NOM-J-28, última revisión. Las pruebas de aceptación se efectuarán en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF.

USO:

Acomodadas aéreas de BT a medidores y salidas de éstos a los interruptores de los servicios. Los Cables CCE 6 y CCE 4 se usan también para alimentar o interconectar Cajas CM5 en muros o en concentraciones M.

CLAVE DEL NOMBRE:

CCE = Concéntrico de cobre espiral
12, 10, 6 y 4 = Calibre AWG del conductor interior.

POSTE CR-12 E

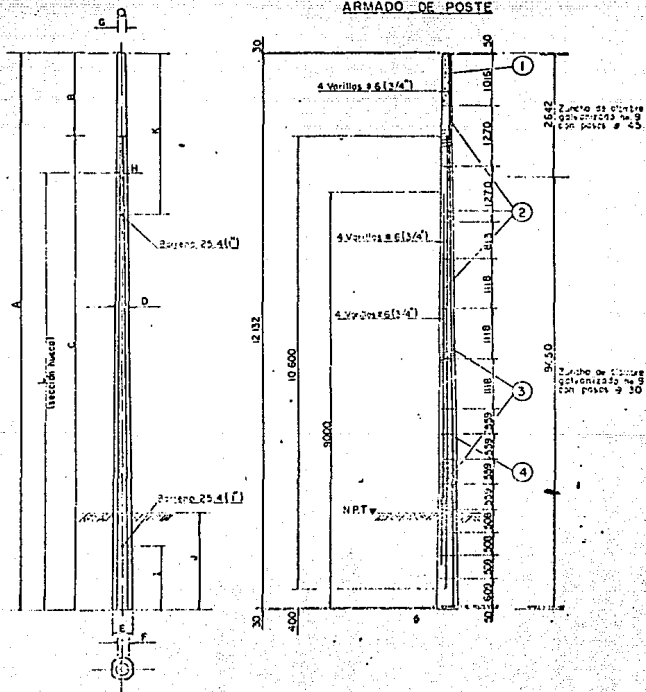
132

NORMAS I y F
MATERIAL
2.05-15

1 de 4

Fig. 3-6

ARMAO DE POSTE



LA

Fig. 3-5

POSTE CR-12 E

133

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0545

Fig.3-6d 4 de 4

USO:

En líneas primarias para deflexiones, ramatas y refuerzos.

En líneas secundarias (con línea primaria en el soporte superior) para deflexiones, derivaciones y ramatas.

En troncales para soporte de equipo tales como cuchillas, interruptores en aire, restauradores, capacitores y transformadores hasta 112.5 kVA.

NOTA: No usarse en línea de remata de AT y BT con transformador.

CLAVE DEL NOMBRE:

CR = concreto reforzado .

12 = longitud aproximada en m.

E = especial.

POSTE CR-12E

134

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0545

Fig. 3-6c 3 de 4

Peso aproximado: 1342 Kg.

Carga de ruptura: 1475 Kg.

NOTA: La carga de ruptura se considera aplicada a 0,30 m de la punta.

MATERIAL

Ref.	NOMBRE	NORMA L y F	UNIDAD	CANTIDAD
1	Concreto $F'_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ proporción 1:1.5:2.0			
	Cemento Portland Extra.	---	Kg.	193.00
	Arena C	---	m^3	0.191
	Grava 19 mm (3/4")	---	m^3	0.254
	Agua (por bulto de cemento)	---	Lts	17.50
2	Varilla acero # 6 (2/4") $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	---	Kg.	299.00
3	Alambre galvanizado # 9 B.W.G.	---	Kg.	26.14
4	Separadores: anillos dobles de alambre galvanizado # 9 B.W.G.	---	Kg.	1.70

MARCA E IDENTIFICACION:

Cada poste debe llevar marcado, el nombre según la presente Norma, fecha de fabricación (mes y año), nombre o identificación del fabricante e iniciales L y f.

MARCAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta Norma en presencia y de conformidad con el Laboratorio.

Rev. 39 | Rev. 41 | Rev. 42 | Rev. 43 | Rev. 44 | Rev. 45 | Rev. 46 | Rev. 47 | Rev. 48 | Rev. 49 | Rev. 50 | Rev. 51 | Rev. 52 | Rev. 53 | Rev. 54 | Rev. 55 | Rev. 56 | Rev. 57 | Rev. 58 | Rev. 59 | Rev. 60

POSTE CR-12 E

133

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0545

Fig. 3-6d 4 de 4

USO:

En línea primarias para deflexiones, remates y refuerzos.

En líneas secundarias (con línea primaria en el soporte superior) para deflexiones, derivaciones y remates.

En troncales para soporte de equipo tales como cuchillas, interruptores en aire, restauradores, capacitores y transformadores hasta 112.5 kVA.

NOTA: No usarse en línea de remata de AT y BT con transformador.

CLAVE DEL NOMBRE:

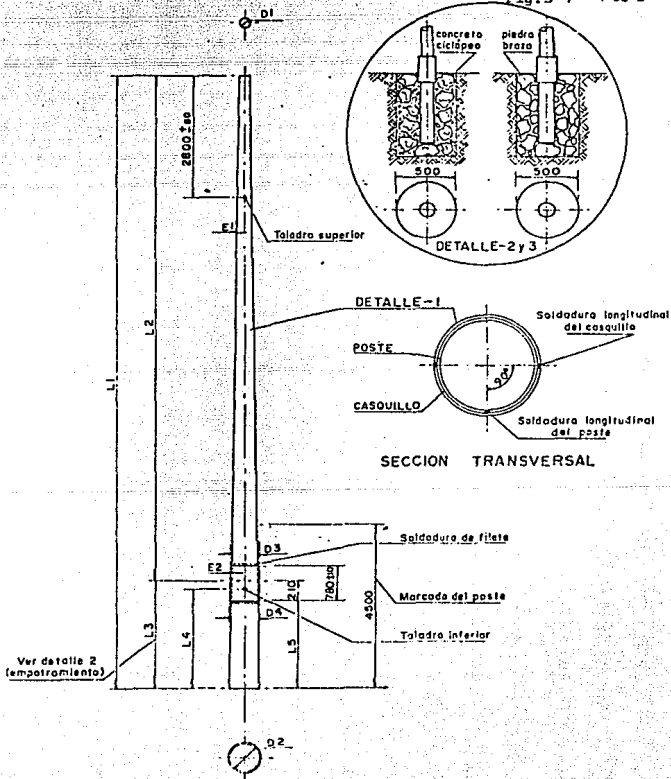
CR = concreto reforzado

12 = longitud aproximada en m.

E = especial.

Fig. 3-7 1 de 3

LA



POSTES A13 a A17

137

 NORMAS LyF
MATERIAL
2.0162

Fig. 3-7b

2 de 3

	POSTE A 13		POSTE A 14		POSTE A 15		POSTE A 17	
	mm.		mm.		mm.		mm.	
	Nominal	Tolerancia	Nominal	Tolerancia	Nominal	Tolerancia	Nominal	Tolerancia
L ₁	12600	± 20	13500	± 30	15200	± 30	17000	± 30
L ₂	10300	-	11500	-	12700	-	14500	-
L ₃ *	2300	-	2600	-	2500	-	2500	-
L ₄	2110	± 20	2210	± 20	2310	± 20	2310	±
L ₅	2090	± 20	2190	± 20	2290	± 20	2290	± 20
D ₁	110	+ 10 - 0	110	+ 10 - 0	110	+ 10 - 0	110	+ 10 - 0
D ₂	290	+ 10 - 0	310	+ 10 - 0	330	+ 10 - 0	330	+ 10 - 0
D ₃	262	+ 10 - 0	280	+ 10 - 0	298	+ 10 - 0	328	+ 10 - 0
D ₄	273	+ 10 - 0	291	+ 10 - 0	310	+ 10 - 0	339	+ 10 - 0
E ₁	6.35	+ 0.5 - 0.25	6.35	+ 0.5 - 0.25	6.35	+ 0.5 - 0.25	6.35	+ 0.5 - 0.25
E ₂	6.35	+ 0.5 - 0.25	6.35	+ 0.5 - 0.25	6.35	+ 0.5 - 0.25	6.35	+ 0.5 - 0.25
Peso Nominal	415 kg.		480 kg.		545 kg.		645 kg.	
Peso Mfimo	400 kg.		460 kg.		525 kg.		630 kg.	
Carga y Flecha máxima admisible en la prueba de Flexión								
Carga	750 kg.		750 kg.		750 kg.		750 kg.	
Flecha	560 mm.		660 mm.		820 mm.		960 mm.	
* Para empotramiento en terreno sólido (roca), la profundidad mínima a su base deben instalarse los postes A, no debe ser menor de 1200 mm. y además el cemento quedará concretado preferentemente.								
MATERIAL: Plancha de acero A 36								
MARCA E IDENTIFICACION: Cada poste debe llevar marcado, el nombre según la presente Norma, fecha de fabricación (mes y año), nombre e identificación del fabricante e iniciales LyF.								
REFERENCIA: Postes A 13 a A 17, Especificación LyF 1.0042								
ACEPTACION: Según esta Norma y la Especificación LyF 1.0042, última revisión, en presencia y de conformidad con el laboratorio.								
Abr 20	Rev:							

POSTES CR 6,9,y12

140

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0110

2 de 3

Fig.3-8b

DIMENSIONES :

NOBRE	A m	B m	C m	E m	F m	G m	H m	I m	PESO Kg	CARGA ULTI- MA DE DISEÑO Kg
POSTE CR 6	6.096	0.306	5.791	0.260	0.190	0.174	0.055	1.80	475	1050
POSTE CR 9	9.144	1.829	7.315	0.283	0.164	0.152	0.044	1.50	725	500
POSTE CR 12	12.192	1.829	10.363	0.327	0.204	0.152	0.044	1.70	1100	620

NOTA: Se diseñaron los postes conforme al reglamento del ACI-318-77 considerando una carga última de diseño aplicada a 30 cm de la punta.

MATERIAL :

NOBRE	POSTE CR 6	POSTE CR 9	POSTE CR 12
Concreto $F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ (Proporción: 1:1.5:2.0)			
Cemento Portland Extra Kg	76.00	120.00	185.00
Arena m^3	0.072	0.118	0.184
Grava 19 mm (3/4") m^3	0.120	0.197	0.305
Agua (por bulto de cemento) Lts.	21.00	21.00	21.00
Varilla acero $F'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$			
# 3 (3/8") Kg		17.00	
# 4 (1/2") Kg	42.00	36.00	126.50
Alambre grado estructural			
Gal. # 14 BWS Kg		2.00	
Gal. # 11 BWS Kg	7.3	4.30	11.60

MARCADO E IDENTIFICACION:

Cada poste debe llevar marcado, el nombre según la presente Norma, fecha de fabricación (mes y año), nombre o identificación del fabricante e iniciales LYF.

PROCESO DE APROBACION:

Conforme a esta libreta en presencia y de conformidad con el Jefe de Obra.

Ago 50 | Rev: | May 53 | Jun 54 | Ene 56 | Ago 60 | Abr 73 | Jun 84

POSTES CR 6,9,12

141

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0110

3 de 3

Fig. 3-8c

REFERENCIAS:

Plano: Postes Huecos de Concreto Reforzado 1945 - 1709.

USO:

- CR 6 Retenidas
- CR 9 Líneas de Baja Tensión, retenidas, acometidas y otras instalaciones.
- CR 12 Líneas de 6 y 23 kV; capacitores, cuchillas y seccionadores de 6 kV, cuchillas 23 H, deflexiones D23, paso 23, y otras instalaciones.

CLAVE DEL NOMBRE:

- CR = Concreto Reforzado
- 6, 9, 12 = Longitud aproximada en m.

RETENIDA A

142

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0169

Fig. 3-9

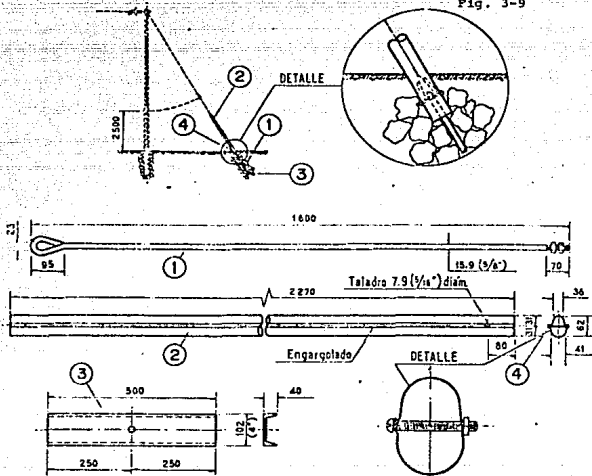


Fig. 1-10

Nota: Fijada a postes de resaca o en ángulo, permite a cables resistir la tensión producida por los líneas.

MATERIAL

- | | |
|----------------|--|
| 1.- Varilla A | Fierro redondo 15.9 mm (5/8") |
| 2.- Cables A | Línea galvanizada No. 23 U.S.S.G.
Acabada 1 y 2: Galvanizado en caliente después de empalmeado, prueba según Norma ASTM - A150-53 |
| 3.- Rueda | Fierro canal 192 mm (4") Pintura negra anticorrosiva. |
| 4.- Tornillo A | Tornillo estándar 1/4 X 2 Carbolite |

Peso: 2.4 kg

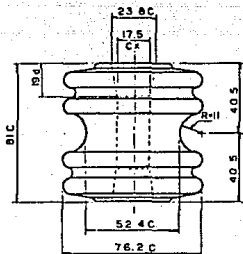
Material estándar hasta un 25% instalación de Retenida A

15 A. Cable	Galvanizado 5/16 u 1/2	Norma LyF	2.0093
1	Atalador 18	Norma LyF	2.0251
1	Rozadora 3	Norma LyF	2.0172
1	Cable		

AISLADOR CARRETE B 143

NORMAS LYF
 MATERIAL
 2 0060

Fig. 3-10



Tolerancia:

c = ± 1.6 mm

d = ± 3.2 mm

ex = $\begin{cases} + 1.6 \text{ mm} \\ - 0 \text{ mm} \end{cases}$

Esc. 1:2

Aotaciones en mm.

CARACTERISTICAS:

Clase S3-3

Resistencia mecánica límite 1818 Kg

Voltaje de flanco seco, baja frecuencia 25 Kv

Voltaje de flanco húmedo, baja frecuencia:

Posición vertical 12 Kv

Posición horizontal 15 Kv

Peso 0.650 Kg

MATERIAL:

Porcelana

Acabado: Esfaldado chocolate

REFERENCIA: Normas USAS C 29.3

USO: Colocado en Bestidar B4, soporta línea de baja tensión

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Baja tensión

7 ja 65

Rev: Oct 70 Oct 72

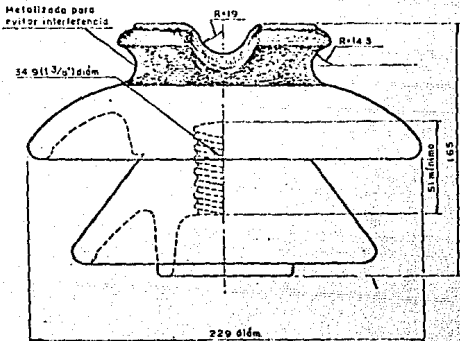
AISLADOR A 56-2

144

NORMAS LYF
 MATERIAL
 2.0070

1 de 2

Fig. 3-11



Esc. 1:2

Anotaciones en mm.

CARACTERISTICAS

Clase	56-2	
Dimensiones	Distancia de fuga (mínimo)	432 mm
	Distancia al filero en seco (mínimo)	210 mm
	Altura del alfiler (mínimo)	1/8 in.
Mecánicas	Resistencia al Centímetro	15.1 kg
Electricidad	Filero en seco a baja frecuencia	110 KV
	Filero en húmedo a baja frecuencia	90 KV
	Filero al impulso positivo	115 KV
	Filero al impulso negativo	115 KV
	Resistencia al filero en seco a baja frecuencia	10.5 kg

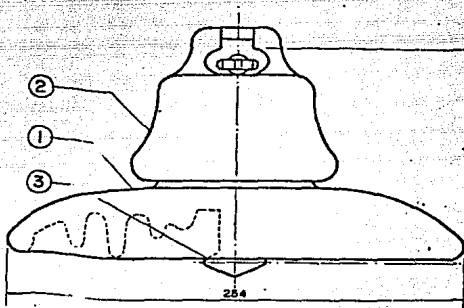
AISLADOR S 52-3

146

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0066

de 3

Fig. 3-12



Esc. 1:2

Anotaciones en mm.

CARACTERISTICAS

Clase . 52-3

Dimensiones	Diámetro Altura Distancia mínima de fuga	Porcelana	Vidrio Templado
		254 mm 146 mm 292 mm	254 mm 146 mm 292 mm
Mecánicas	Resistencia combinada electromecánica	6304 Kg	9072 Kg
	Resistencia al impacto	64 Kg-cm	400 Kg-cm
	Resistencia a la tensión	2722 Kg	4536 Kg
	Resistencia de carga sostenida-tiempo	4536 Kg	5897 Kg

* at: 50 | Rev: 1 | May 53 | Jun 53 | Ago 53 | Ene 57 | Ene 57 | Oct 72 | Jul 83

AISLADOR S 52-3 147

**NORMAS LYF
MATERIAL
2.0066**

Fig. 3-12b

2 de 3

Eléctricos	Flamero en seco a baja frecuencia Flamero en húmedo a baja frecuencia Flamero al impulso positivo Flamero al impulso negativo Tensión de perforación	80 KV 50 KV 125 KV 130 KV 110 KV	80 KV 50 KV 125 KV 130 KV 130 KV
Radio Interferencia	Tensión máxima de radio-interferencia a 1000 KHz, con una tensión de prueba a baja frecuencia de 10 KV (r.m.s. a tierra).	50 KV	50 KV
Peso aprox.		5.35 Kg	

REFERENCIAS :

NOM J-245 (última revisión) " Aisladores de Porcelana Tipo Suspensión "
 NOM J-334 (última revisión) " Aisladores de Vidrio Templado Tipo Suspensión "

ACABADO :

El color de los aisladores y sus partes metálicas, deben cumplir con lo establecido en las normas NOM J-245 (última revisión), NOM J-334 (última revisión) y serán fabricados con mango interceptor de corrosión.

MARCADO :

Cada aislador debe llevar marcado en forma legible y permanente lo siguiente :

Clase
 Marca del fabricante
 Año de fabricación
 Leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen.

EMPAQUE :

Los aisladores deben empacarse en cajas de madera de resistencia mecánica suficiente para que durante su manejo, transporte y almacenamiento no sufran daño.

Cada caja debe contener 6 unidades y deberá llevar marcado lo siguiente :

Nombre del producto y tipo de material
 Número de aisladores que contiene
 Clase del aislador
 Número de pedido y partida del mismo
 Nombre, emblema o identificación del fabricante
 Leyenda "Frágil, manéjese con cuidado"

AISLADOR S 52-3

148

NORMAS L Y F
MATERIAL
2.0066

2 de 3

Fig.3-12c.

Eléctricas	Flameo en seco a baja frecuencia	80 KV	80 KV
	Flameo en húmedo a baja frecuencia	50 KV	50 KV
	Flameo al impulso positivo	125 KV	125 KV
	Flameo al impulso negativo	130 KV	130 KV
	Tensión de perforación	110 KV	130 KV
Radio Interferencia	Tensión máxima de radio-interferencia a 1000 KHz, con una tensión de prueba a baja frecuencia de 10 KV (r.m.s. a tierra).	504V	504V
Peso aprox.		5.35 Kg	

REFERENCIAS :

NOM J-245 (última revisión) "Aisladores de Porcelana Tipo Suspensión"
 NOM J-334 (última revisión) "Aisladores de Vidrio Templado Tipo Suspensión"

ACABADO :

El color de los aisladores y sus partes metálicas, deben cumplir con lo establecido en las normas NOM J-245 (última revisión), NOM J-334 (última revisión) y serán fabricados con mango interceptor de corrosión.

MARCADO :

Cada aislador debe llevar marcado en forma legible y permanente lo siguiente :

- Clase
- Marca del fabricante
- Año de fabricación
- Leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen.

EMPAQUE :

Los aisladores deben empacarse en cajas de madera de resistencia mecánica suficiente para que durante su manejo, transporte y almacenamiento - no sufran daño.

Cada caja debe contener 6 unidades y deberá llevar marcado lo siguiente :

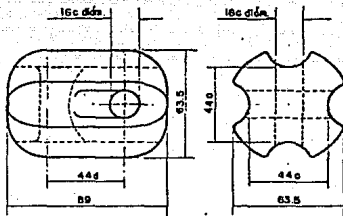
- Nombre del producto y tipo de material
- Número de aisladores que contiene
- Clase del aislador
- Número de pedido y partida del mismo
- Nombre, número o identificación del fabricante
- Leyenda "Frágil, manéjese con cuidado"

AISLADOR TB

149

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0061

Fig. 3-13



Tolerancia:
c-±16mm
d-±3.2mm

Esc. 1:2

Aplicaciones en cm.

CARACTERÍSTICAS:

Clase NEMA	54-1
Voltaje de flameo seco	25 Kv
Voltaje de flameo húmedo	12 Kv
Resistencia mecánica límite	4536 Kg
Peso	0.540 Kg
Semejante al Ohio Brass 31 504 y Electrocerámica P-1351	

MATERIAL:

Porcelana
Acabado: Esmaltado chocolate

USO: Romatar y cortar línea de baja tensión y Retenida A

CLAVE DEL NOMBRE:

T = Tensión mecánica
B = Baja tensión

Fig. 149 Rev: OCT 72

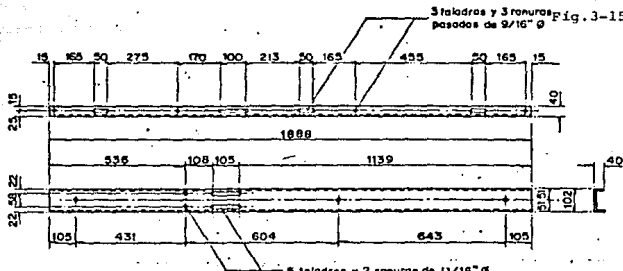
CRUCETA 40

151

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0125

1 02 -

3 taladros y 3 ranuras Fig. 3-15
pasados de 9/16" Ø



Esc. 1:15

5 taladros y 2 ranuras de 11/16" Ø

Anotaciones en mm.

CARACTERÍSTICAS :

- Material :** Acero estructural tipo canal de 102 mm (4") de 8.04 Kg/m, según Norma NOM B-252, última revisión .
- Acabado :** Galvanizado por inmersión en caliente después de maquinado, tipo normal de 0.06 gr/cm² según Norma NOM J-151, última revisión .
- Peso aproximado :** 15 Kg.

MARCADO E IDENTIFICACIÓN :

Cada cruceta debe llevar la marca o identificación del fabricante y la clave del nombre, según la presente Norma .

EMPAQUE :

En múltiplos de 2, en atados de fleje o alambre, con placa o tarjeta en el atado, marcada con el nombre del material conforme a esta Norma, nombre o identificación del fabricante y fecha de fabricación (mes y año) .

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN :

Conforme a esta Norma y a la Especificación LyF 1.0078 P última revisión, se deben efectuar en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF .

CRUCETA 40

152

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0125

2 de 2

Fig.3-15b

REFERENCIAS :

- NOM B-252 Requisitos generales para planchas, perfiles, placas, tablas y barras de acero laminado en caliente para usos estructurales, última revisión .
- NOM J-151 Productos de hierro y acero galvanizado por inmersión en caliente, última revisión .
- LyF 1.0078 P Herrajes y accesorios .

USO :

Fijada a Poste A, CR o CR-E con dados y abrazaderas U según diámetro del poste, soporta 3 Aparterrayos 23 KV y/o 3 Cortacircuitos Fusible 23220 ó 23110; fijadas 2 de estas crucetas con dados y tornillos máquina según diámetro del poste, soporta 3 Cuchillas 23601; fijadas 2 de estas crucetas a 2 Crucetas — 4-SC, soporta 3 interruptores 23401 .

-CLAVE DEL NOMBRE :

- 4 = Dimensión del canal en pulgadas .
- 0 = Número de líneas que puede soportar .

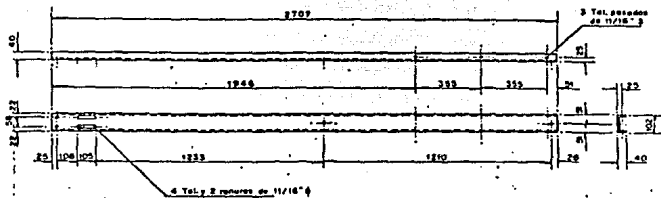
CRUCETA 43 V

153

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0364

1 de 2

Fig. 3-16



Esc. 1:20

Acotaciones en mm

CARACTERÍSTICAS:

- Material : Acero estructural tipo canal de 102 mm (4") de 8.04 kg/m según Norma NOM B-252, última revisión.
- Acabado : Galvanizado por inmersión en caliente después de maquinado; tipo normal de 0.05 gr/cm² según Norma NOM J-151, última revisión.
- Peso aproximado : 21.7 kg.

MARCADO E IDENTIFICACION:

Cada Cruceta debe llevar la marca o identificación del fabricante y la clave del nombre según la presente norma.

EMPAQUE:

En múltiplos de 2; en atados de floje o alambre, con placa o tarjeta en el atado, marcada con el nombre del material conforme a esta norma, nombre o identificación del fabricante y fecha de fabricación (mes y año).

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta norma y a la Especificación LyF 1.0070 P última revisión, se ha de hacer efectuar en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF.

CRUCETA 43 V

154

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0364

2 de 2

Fig.3-16b

REFERENCIAS :

NOM B-252	Requisitos Generales para Planchas, Perfiles, Placas, Tablaestacas y Barras de Acero Laminado en Caliente para Usos Estructurales, última revisión.
NOM J-151	Productos de Hierro y Acero Galvanizado por Inmersión en Caliente, última revisión.
LyF 1.0078 P	Herrajes y Accesorios.

USO :

Fijada a Poste A, CR o CR-E con Dado y Abrazaderas U según diámetro del Poste y con Tornapunta 10, 17 ó 19 soporta 3 líneas de 6 kV de un mismo lado del Poste.

CLAVE DEL NOMBRE:

- 4 = Dimensión del canal en pulgadas
- 3 = Número de líneas que puede soportar
- V = Volada

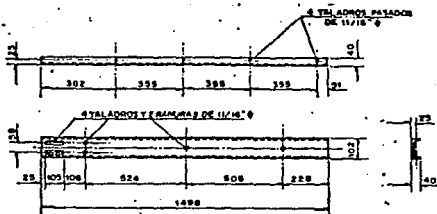
CRUCETA 44 V

155

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0091

1 de 2

Fig. 3-17



Esc. 1:20

Anotaciones en mm.

CARACTERÍSTICAS :

- Material :** Acero estructural tipo canal de 102 mm (4") de 8.04 kg/m según Norma NOM-B-252, Última revisión
- Acabado :** Galvanizado por inmersión en caliente después de maquinado; tipo normal de 0.06 gr/cm² según norma NOM-J-151, Última revisión.
- Peso aproximado :** 12.0 kg.

MARCADO E IDENTIFICACION:

Cada cruzeta debe llevar la marca o identificación del fabricante y la clave del nombre según la presente Norma.

EMPAQUE:

En múltiplos de 2, en atados de fleje o alambre con placa o tarjeta en el estado, marcada con el nombre del material conforme a esta Norma, nombre o identificación del fabricante y fecha de fabricación (mes y año)

CRUCETA 44 V

156

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0091

2 de 2

Fig. 3-17b

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta Norma y a la Especificación LyF 1.0078 P; última revisión, - se deben efectuar en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF.

REFERENCIAS:

NOM-B-252

"Requisitos Generales para planchas, perfiles, placas, tablasetacas y barras de acero laminado en caliente, para usos estructurales", última revisión.

NOM-J-151

"Productos de hierro y acero galvanizado por inmersión en caliente", última revisión.

LyF 1.0078 P

"Herrajes y Accesorios"

USO:

Fijada a Poste CR, con un dudo y dos abrazaderas U según diámetro del poste, soporta 3 ó 4 líneas de B.T. ó de 6 kV de un mismo lado del poste.

CLAVE DEL NOMBRE:

- 4 = Dimensión del canal en pulgadas.
- 4 = Número de líneas que pueda soportar
- V = Volada.

CRUCETA 63 R

158

NORMAS Ly F
MATERIAL
2.0339

Fig. 3-18b

2 de 2

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta Norma y a la Especificación LyF 1.0078 P, última revisión, se deben efectuar en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF.

REFERENCIAS:

NOM-B-252

"Requisitos Generales para planchas, perfiles, placas, tablasstacas y barras de acero laminado en caliente para usos estructurales"; última revisión.

NOM-J-151

"Productos de hierro y acero galvanizado por inmersión en caliente", última revisión.

LyF 1.0078 P

"Herrajes y accesorios".

USO:

Fijadas dos de éstas a poste A, CR ó CR-E con 2 dados y 4 tornillos máquina, según diámetro del Poste, soportan 3 líneas de 23 kV en remates, refuerzos y deflexiones de línea.

CLAVE DEL NOMBRE:

- 6 = Dimensión del canal en pulgadas.
- 3 = Número de líneas que puede soportar.
- R = Para ser utilizada en remates y refuerzos de líneas.

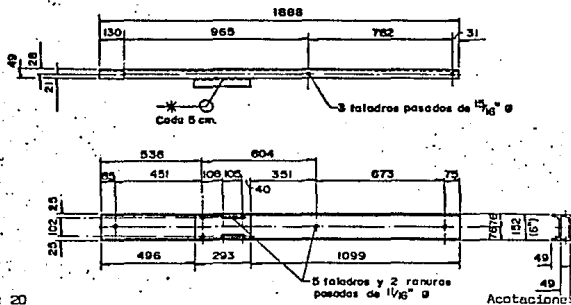
CRUCETA 63 DR

159

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0011

1 de 2

Fig. 3-19



LA

CARACTERISTICAS :

- Material : Acero estructural tipo canal de 152.4 mm (6") de 12.20 Kg/m, según Norma NOM B-252, última revisión .
- Acabado : Galvanizado por inmersión en caliente después de maquinado, tipo normal de 0.06 gr/cm², según Norma NOM J-451, última revisión .
- Peso aproximado : 25.6 Kg.

MARCADO E IDENTIFICACION :

Cada cruceta debe llevar la marca o identificación del fabricante y la clave del nombre según la presente Norma .

EMPAQUE :

En multiples de 2, en atados de flaje o alambre con placa o tarjeta en el atado, marcada con el nombre del material conforme a esta Norma, nombre o identificación del fabricante y fecha de fabricación (mes y año) .

CRUCETA 63 DR

160

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0011

2 de 2

Fig. 3-19b

PRUEBAS DE ACEPTACION :

Conforme a esta Norma y a la Especificación LyF 1.0078 P última revisión, se deben efectuar en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF .

REFERENCIAS :

- NOM B-252 Requisitos generales para planchas, perfiles, placas, tablas, cas y barras de acero laminado en caliente para usos estructurales, última revisión .
- NOM J-151 Productos de hierro y acero galvanizado por inmersión en caliente, última revisión.
- LyF 1.0078 P Herrajes y accesorios.

USO :

Fijadas dos de ellas a Poste A, CR o CR-E con 2 dados y 4 tornillos máquina según diámetro del poste; soporta líneas de 23 KV en deflexiones, remates y refuerzos de línea .

CLAVE DEL NOMBRE :

- 6 = Dimensión del canal en pulgadas .
- 3 = Número de conductores que pueda soportar.
- D = Para ser utilizada en deflexiones de línea.
- R = Para ser utilizada en remates y refuerzos de línea.

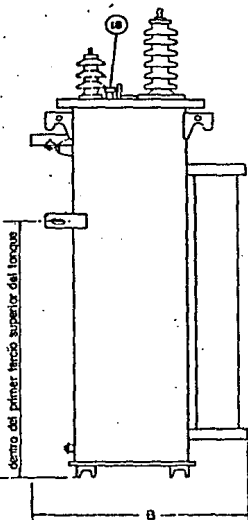
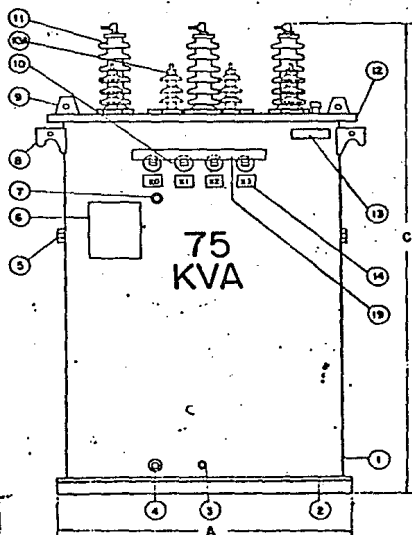
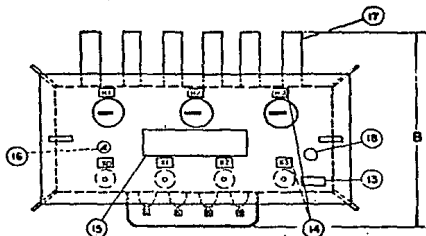
TRANSFORMADORES TRIFASICOS
TIPO POSTE 23.45 a 300

161

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0229

1 de 5

Fig.3-20



TRANSFORMADORES TRIFASICOS

TIPO POSTE 23,45 a 300 ¹⁶²

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0229

2 de 5

Descripción Fig. 3-20b

Ref	Descripción
1	Tanque
2	Fondo
3	Tapón de drenaje y válvula de muestreo hasta 150 kVA, Válvula de drenaje y - muestreo para 225 y 300 kVA
4	Conexión y conector del tanque a tierra: tipo A para 45 a 150 kVA y tipo B para 225 y 300 kVA
5	Asas para fijar el transformador al poste
6	Placa de datos
7	Conexión y conector de la B.T. a tierra (hasta 150 kVA)
8	Sanchos para levantar el transformador
9	Orejas para levantar la tapa
10	Boquillas de baja tensión (220V/127 V)
10A	Boquillas de 6000 V (secundario a 6000V/3464 V)
11	Boquillas primarias de 23000 V
12	Tapa
13	Número de serie estampado
14	Identificación de terminales
15	Registro de mano
16	Cambiador de derivaciones de operación externa (solo para 225 y 300 kVA)
17	Sistema de enfriamiento
18	Wedge para prueba de hermeticidad y llenado
19	Protección de las boquillas de baja tensión

CARACTERISTICAS

TENSION VOLTS	NOMBRE	KVA	CONEXION NOMINAL VOLTS	CORRIENTE NOMINAL DE LINEA		VALORES MAXIMOS DE			PESO TOTAL APROX Kg
				A		A mm	B mm	C mm	
				*PRIMARIA	SECUNDARIA				
241531/23575/23000/22405/21855-220V/127	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-0T-45	45	23000-220V/127	1,1	120	1100	800	2120	1000
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-0T-75	75		1,9	200	1300	1000	2120	1000
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-0T-112,5	112,5		2,8	300	1300	1000	2120	1250
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-0T-150	150		3,8	400	1500	1500	2120	1500
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-0T-225	225		5,5	600	1500	1500	2120	1600
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-0T-300	300		7,5	800	1500	1500	2120	2200

TRANSFORMADORES TRIFASICOS TIPO POSTE 23, 45 a 300

163

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0229

3 de 5

Fig. 3-20c

TENSION VOLTS	NOMBRE	KVA	CONEXION NOMINAL VOLTS	CORRIENTE NOMINAL DE LINEA		VALORES MAXIMOS DE			PESO TOTAL APROX Kg
				A		A	B	C	
				PRIMARIA	SECUNDARIA	mm	mm	mm	
24150/23575/23000/22425/21850 x 6000/220V/127	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-45	45	6000-220V/127	4,3	120	1100	800	2120	1000
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-75	75		7,2	200	1300	1000	2120	1100
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-112,5	112,5		10,8	300	1300	1000	2120	1250
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-150	150		14,4	400	1500	1500	2120	1500
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-225	225		21,6	600	1500	1500	2120	1700
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-300	300		28,8	800	1500	1500	2120	2200
24150/23575/23000/22425/21850- 6000V/345A	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-5-75	75	23000-6000V/345A	1,9	7,2	1300	1000	2120	1000
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-5-112,5	112,5		2,8	10,8	1300	1000	2120	1100
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-5-150	150		3,8	14,4	1500	1500	2120	1200
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-5-225	225		5,6	21,6	1500	1500	2120	1300
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-5-300	300		7,5	28,8	1500	1500	2120	1500

Nota:

- * Corriente primaria para la conexión nominal.
- Conexión del primario en delta y del secundario en estrella, autoenfriado en líquido aislante.

TRANSFORMADORES TRIFASICOS TIPO POSTE 23, 45 a 300

164

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0229

4 de 5

Fig.3-20d

MARCAO E IDENTIFICACION:

Debe tener estarcida en la pared del tanque, segmento 1, la capacidad y la conexión de entrega del cambiador de derivaciones, ésta solo para 45 a 150 kVA; el tanque y la tapa deben tener el número de serie que identifique a cada transformador.

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta norma y a la NOM J-169, se efectuarán en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF

REFERENCIAS:

NOM J-169	Norma de métodos de prueba, transformadores de distribución y de potencia.
Normas LyF Especificación 1.0009	Transformadores trifásicos tipo poste 23-BT, 45 a 300.
Normas LyF Especificación 1.0013	Transformadores trifásicos tipo poste 23-G, 75 a 300.
Normas LyF Especificación 1.0016	Transformadores trifásicos tipo poste 23x6-BT, 45 a 300.

USO:

TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-BT-kVA: Montado en poste y conectado a líneas de 23000 volts ($\pm 2x2.5\%$) transforma la energía eléctrica a 220 volts entre fases y 127 volts al neutro para alimentar redes y servicios en baja tensión.

TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-G-kVA: Montado en poste y conectado a líneas de 23000 volts ($\pm 2x2.5\%$), transforma la energía eléctrica a 6000 volts entre fases y 3464 volts al neutro para alimentar servicios en alta tensión.

TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-kVA: Montado en poste y conectado a líneas de 23000 volts ($\pm 2x2.5\%$) ó 6000 volts, transforma la energía eléctrica a 220 volts entre fases y 127 volts al neutro para alimentar redes y servicios en baja tensión.

**TRANSFORMADORES TRIFASICOS
TIPO POSTE 23, 45 a 300**

165

**NORMAS LyF
MATERIAL
2.0229**

5 de 5

Fig. 3-20c

CLAVE DEL NOMBRE:

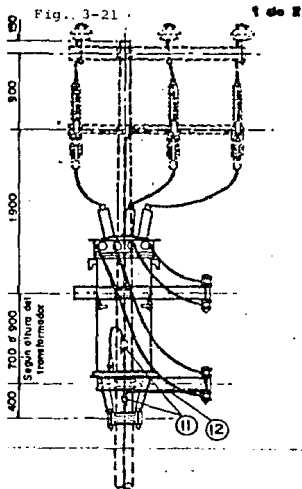
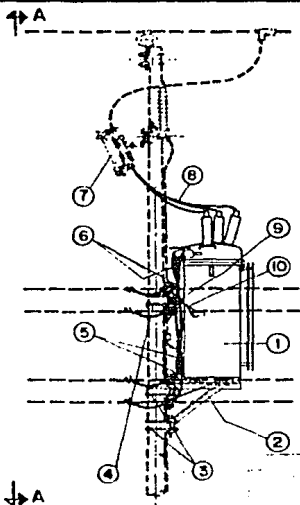
- 23-BT = Tensión nominal primaria 23 kV, baja tensión 220Y/127 volts.
- 23x6-BT = Tensión nominal primaria 23 ó 6 kV, baja tensión 220Y/127 volts.
- 23-6 = Tensión nominal primaria 23 kV, secundario 6000Y/3464 volts.
- 45a300 = 45, 75, 112.5, 150, 225 y 300 kVA (capacidad nominal).

CS
LA

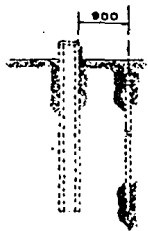
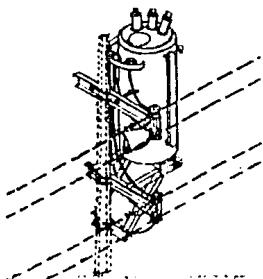
TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23 BT-75

166

NORMAS LYF
MONTAJE
4.0037



VISTA A-A



TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23 BT-75

167

**NORMAS LyF
MONTAJE
4.0037**

2 de 2

Fig. 3-21b

Ref	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23 BT-75 d TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6 BT-75	2.0229	Pza.	1
2	PLATAFORMA 2A	2.0566	Pza.	1
3	ABRAZADERA 9 U	2.0058	Pza.	4
4	ABRAZADERA 8 U	2.0058	Pza.	2
5	CABLE GUIA TRANSFORMADOR 1/0 L	2.0570 *	Pza.	2
6	CABLE GUIA TRANSFORMADOR 1/0 C	2.0570 *	Pza.	2
7	ESTABON FUSIBLE S 3 (TIPO S PARA 23 kV) d ESTABON FUSIBLE K 8 (TIPO K PARA 6 kV).	2.0135	Pza.	3
8	ALAMBRE Cud 4	2.0075	m	10
9	TORNILLO DJO 16 X 51	2.0180	Pza.	2
10	CABLE ACERO GALVANIZADO 5/16	2.0090	m	3
11	CONECTOR CANAL C 1/0 - 1/0 Cu	2.0107	Pza.	1
12	CABLE Cud 1/0	2.0102	m	3

APLICACION:

Instalado en Poste CR-12E con montajes: Paso 23, BT 1 d BT 3, Tierra Poste C y Apartarreyos Cortacircuito Fusible 23; transforma la energía de redes primarias de 23 kV a 220 V entre fases y 127 V al neutro, para alimentar redes y servicios de baja tensión.

CLAVE DEL NOMBRE:

23 = 23,000 Volts.
BT = Baja Tensión
75 = 75 kVA (capacidad nominal del transformador).

* = Para aclaración del número de Cables guía transformador, ver la norma.

PLACA TRANSFORMADOR TRIFASICO
23-BT-45 a 300 POSTE

168

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0016

135
125 Fig. 3-22

EMBLEMA
DE LA
FABRICA

TRANSFORMADOR
POSTE

KVA

Nº

VOLTS
24150/23000/21350/20700-
-220Y/127

FASES : 3
HERTZ : 60
% IMP a 23 000 Volts.
60 Hertz y 75°C: []

PESOS Kgs.

TANQUE Y ACCESORIOS

NUCLEO, BOBES, Y HERRAJE

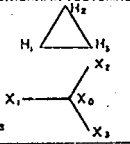
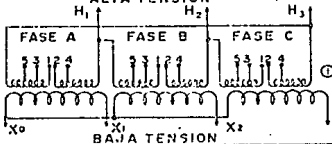
LTS. ACEITE

TOTAL

(Espacio para datos de identificación
y notas del fabricante).

ALTA TENSION

DIAGRAMA VECTORIAL



POS CAMBIADOR	1	2	3	4
CONECTA	1-2	2-3	3-4	4-5
TENSION (V)	25150	23000	21350	20700

ELEVACION DE TEMPERATURA A 2 300 M.S.N.M.
55°C CON 100% DE CARGA CONTINUA

REG. NOMBRE DE LA FABRICA HECHO EN

4 Toldres de
3.500x4.000

Notas

- El diagrama esquemático de los devanados, debe ajustarse al tipo de diseño que cada fabricante utilice.
- Grabar el valor nominal (2,3) en las transformadores con impedancia dentro de la tolerancia de $\pm 7.5\%$, y el valor real probado en aquellos bobinados con impedancia fuera de Norma.

Fig. 3-11

ADVERTENCIA: Atención indispensable a la hora de probar en 0,75 m (3/4") de espesor.

LETRAS: Deben estar grabadas, circulas en color negro y el resto de la placa color natural en color inoxidable o del aluminio.

Todas las letras deben estar en español.

Figuras: La p. 1 del tab. 23 del transformador muestra el tipo de placa a utilizar en la parte superior, abajo de la manilla del centro, para el identificar al transformador y para el poner en evidencia el número de placa a utilizar.

Fig. 23 Tab. 23 Fig. 23 Tab. 23

CUCHILLA 23601

169

NORMAS L Y F
MATERIAL
2.0132

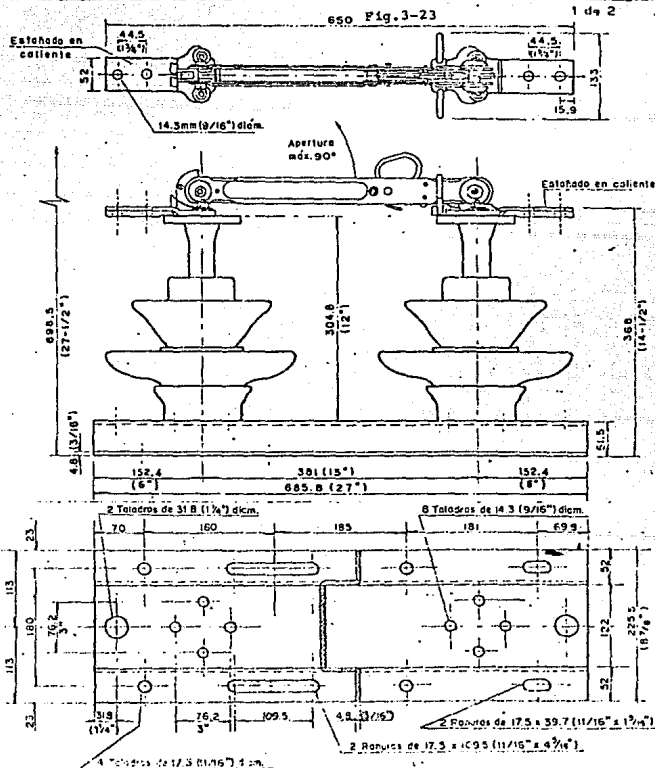


FIG. 1-5

Acabados en mm.

Jul 69 Revs: 016/65 Jul 23, 69 27 Con 24

CUCHILLA 23601

170

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0132

Fig. 3-23b 2 de 2.

CARACTERISTICAS:

Cuchillas interperie, un polo, tiro sencillo, con seguro, 25000 Volts, 600 Amps., Corriente momentánea 40000 Amps., Nivel Básico de Impulso 150 kv. Similar a la cuchilla S E G Eléctric Co. Cat. 4792-A

Peso Aprox: 27 Kg.

REFERENCIAS:

Especificación LyF 1.0037.

ENPAQUE:

El fabricante entregará las Cuchillas provistas con protección mecánica para prevenir las contra daños durante su transporte, manejo y almacenamiento. Esta protección puede consistir en un embalaje de jaula de madera o en otra forma equivalente, marcada al exterior con el nombre de la cuchilla, el del fabricante y fecha (mes y año).

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta Norma y a la Norma 1.0037 Cuchilla 23501. Las pruebas de aceptación se efectuarán en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF.

USO:

Montada en posición vertical inclinada en soporte Cuchilla 23501 en poste A13 x 23TC y en posición horizontal invertida en Cuaveta 43 Doble, en Poste C 40; permite en líneas de 23 KV, con Carrocha 240, conectar y desconectar sin carga; y, con dispositivo de apertura con carga, conectar y desconectar cargas hasta de 600 ampres.

CLAVE DEL NOMBRE:

23, (dos primeras cifras) = Para usarse en un sistema de 23 KV
6, (tercera cifra) = 600 ampres, corriente nominal
01, (cuarta y quinta cifra) = Número progresivo de identificación

CUCHILLA B501

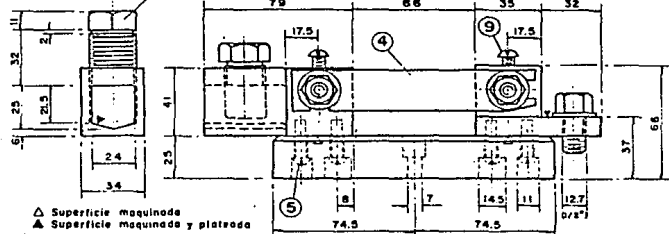
171

 NORMAS LvF
 MATERIAL
 2.0396

1 de 2

212 Fig. 2-24

 Para conductores
 N° 4 a 300 mm²

 Tornillo mac. de 1" #4 x 1/4
 Cuerda de 14 h/pul. Latón
 plateado

 △ Superficie maquinada
 ▲ Superficie maquinada y plateado

MATERIALES COMPONENTES

Nº	Cant.	Nombre	Material y acabado
1	1	Conector A 501	Bronce fundido o forjado (plateado)
1	1	Conector B 502	Bronce fundido o forjado (plateado)
3	1	Guía Cuchilla B 500	Acero inoxidable color barrón ó acero luz crisolada
4	2	Alfileres A 500	Acero latido (plateado)
4	4	Tornillos cabeza hexagonal M 1.41	Acero (no galvanizado)
2	2	Arillos M 1.41 (1.5 x 1.5)	Acero inoxidable (galvanizado)
2	2	Arillos M 1.41 (1.5)	Acero inoxidable (no galvanizado)
4	4	Tornillos M 1.41 (1.5)	Acero (no galvanizado)
1	1	Tornillo cabeza hexagonal M 1.41 (1.5)	Acero (no galvanizado)
1	1	Arillo M 1.41 (1.5)	Acero inoxidable (galvanizado)
1	1	Arillo M 1.41 (1.5)	Acero inoxidable (no galvanizado)

Feb 60 Revs: May 60 Oct 63 Mar 65 Jun 67 May 69 Sep 71

CUCHILLA B501

172

NORMAS LVF
MATERIAL
2.0396

2 de 2

MARCA E IDENTIFICACION:

Fig.3-24b

Las cuchillas deberán tener en su exterior en forma legible y permanente la marca o identificación del fabricante, año de fabricación y el nombre del material según la presente norma.

REFERENCIA:

Plano Distribución N-210.

EMPAQUE:

En múltiplos de 10 Cuchillas B 501 en cajas de cartón de resistencia mecánica — adecuada para su transporte y almacenamiento, marcada cada caja en su exterior con la cantidad de cuchillas que contiene, su nombre conforme a esta norma, nombre o identificación del fabricante y fecha (mes y año) de fabricación.

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta norma con respecto al material, acabado y dimensiones.
Las pruebas de aceptación se efectuarán en presencia y de conformidad con el — Laboratorio Lyf.

USO:

Fijada con 2 tornillos estufa $\frac{1}{2}$ x 1 a caja M3 en servicio de BT menor de 500 amperes y conectada en uno de sus extremos con alambre o cable del No. 4 a 200 mm sin emplear zapatas y en el otro de sus extremos con solera o conductor provisto de zapata, permite intercalar sin interrumpir el servicio, el equipo de medición patrón para verificar los medidores contenidos en la Caja M3 y retiradas las Al-dabas B 500 desconectar el servicio.
Se instala una Cuchilla B 501 para cada fase.

CLAVE DEL MODELO:

- B = Baja tensión
- S = 500 amperes
- 01 = Número progresivo de identificación.

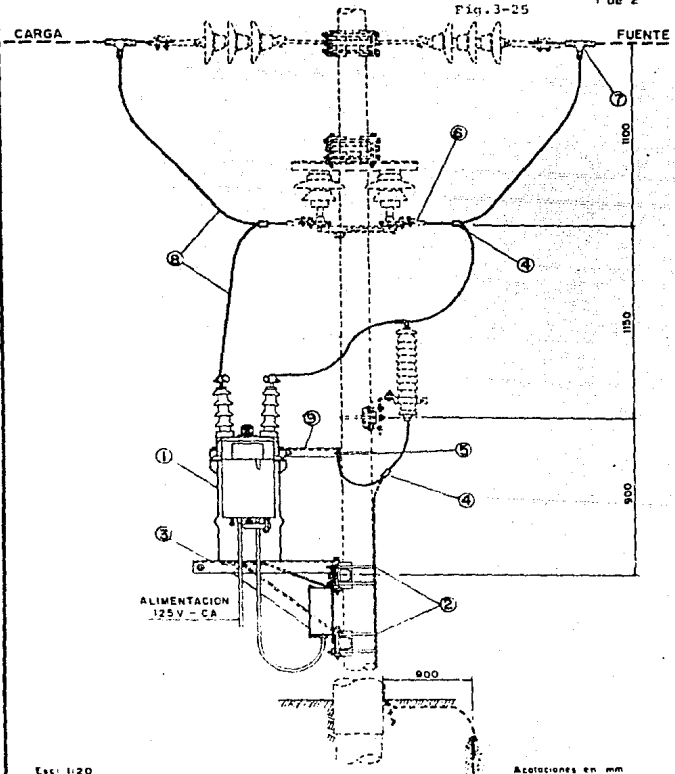
SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400 FT

173

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0203

Fig. 3-25

1 de 2



Escala 1:20

Acotaciones en mm

Jul 75 | Rev: | Oct 76 | Dic 78 | May 83 | Jul 86 | Nov 88

SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400FT

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0203

Fig. 3-25b

2 de 2

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	SECCIONADOR AUTOMATICO LA 23.400 FT		Pza.	1
2	ABRAZADERA 8 U	2.0058	Pza.	4
3	PLATAFORMA 2 A	2.0566	Pza.	1
4	CONECTOR CANAL C 2/0 - 2/0 Cu	2.0107	Pza.	7
5	ABRAZADERA 7 U	2.0058	Pza.	1
6	ZAFATA C 1/0 Cu - 2	2.0316	Pza.	6
7	CONECTOR CANAL T 336 - 1/0 Al o	2.0120	Pza.	6
	CONECTOR DERIVACION L 1/0 - 1/0 Al	2.0569		
8	CABLE CUD 1/0	2.0102	m	15
9	SUJETADOR R-S 23	2.0605	Pza.	1

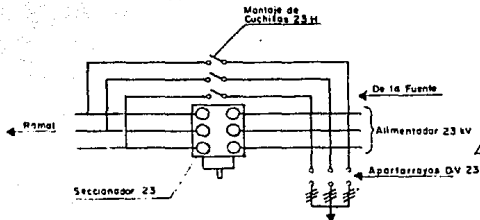
APLICACION:

Instalado en Poste CR-12E y conectado a líneas de 23 kV, utilizando montajes: Tierra Poste C, Cuchillas 23H y Apartarrayos 23, aísla fallas dejando fuera de servicio el ramal que protege cuando la falla es permanente.

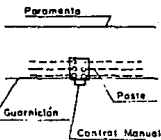
CLAVE DEL NOMBRE:

- LA = Líneas Aéreas
 23 = 23 kV Tensión entre fases
 400 = 400 A Corriente nominal
 FT = Accesorio para fallas de fase a tierra

DIAGRAMA DE CONEXION



DETALLE DE INSTALACION

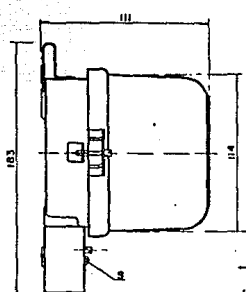


WATTHORIMETROS 5, 15, 25

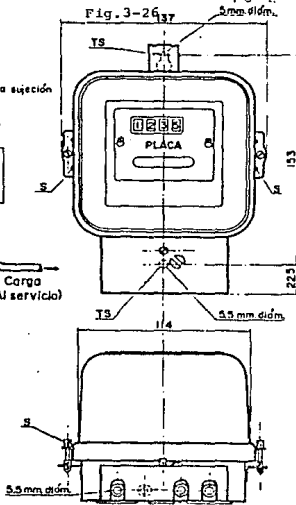
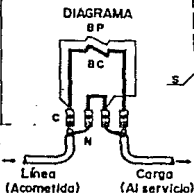
USA 1-15 Y

175

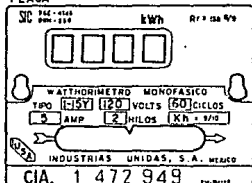
NORMAS LVF
MATERIAL
2.0461



BC# Bobina corriente
BP# Bobina potencial
C # Corriente
N # Neutro
S # Lugar para sello
TS# Taladro u oreja para sujeción



PLACA



NOMBRE	Corriente nominal A	Corriente Máxima Permanente A	Tensión nominal Volts	Constante del disco (de calibración) kw	Relación del registro Rr	Peso kg
WATTHORIMETRO 5-1-15Y	5	30	120	9/10	130-8/9	1.64
WATTHORIMETRO 15-1-15Y	15	75	120	9/4	55-5/9	1.66
WATTHORIMETRO 25-1-15Y	25	100	125	15/4	33-1/3	1.76

REFERENCIAS :

Especificación de wathhorímetros Norms LVF 1.4595.1
 Norma Oficial para Wathhorímetros para Corriente Alterna 50.
 Código de Norma Americana para Medición Eléctrica C12.
 (Para toda aplicación de las Normas se debe considerar la última revisión)

WATTHORIMETROS 5, 15, 25

IUSA I-15Y

176

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0461

2 de 2

Fig. 3-26b

EMPAQUE :

Para medidores que requieren transporte marítimo, el embalaje se debe hacer en cajas de madera que contengan de 10 a 15 unidades, o en "pallets" con varias - cajas de cartón que contengan cada una de 10 a 15 unidades. Los medidores deben estar protegidos con material impermeable y contra el manejo rudo. Los medidores que solamente requieren transporte terrestre se pueden enviar - con embalaje doméstico, que contenga de 10 a 15 piezas, siempre que éste garantice suficiente protección para evitar daños durante el transporte y manejo de carga y descarga.

PRUEBAS DE ACEPTACION :

Conforme a esta Norma y a la Norma Oficial para Watthorímetros para Corriente Alterna J39. La Prueba de aceptación se efectuará en presencia y de conformidad con el Laboratorio Lyf.

USO :

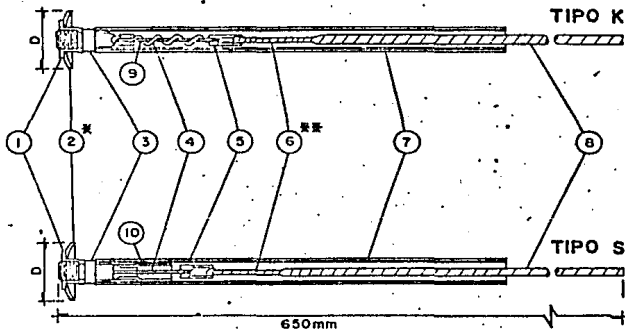
Instalado y conectado en Caja M11 o en Concentraciones M con tapa M11 A76 mide acumulativamente los consumos en kWh de un servicio.

CLAVE DEL NOMBRE :

- 5, 15, 25 = Corriente nominal en amperes.
- I-15Y = Tipo del fabricante.
- IUSA = Nombre del fabricante.

Fig.3-27

1 de 4



- 1- BOTON
- 2- ROLDANA
- 3- IDENTIFICACION EN LA TERMINAL SUPERIOR
- 4- ELEMENTO FUSIBLE
- 5- TERMINAL INFERIOR
- 6- SECCION DE CABLE DISMINUIDA
- 7- TUBO PROTECTOR DE ALTA RESISTENCIA
- 8- CABLE FLEXIBLE DE COBRE ESTAÑADO
- 9- ALAMBRE RECTO
- 10- PANTALLA

* EXCEPTO PARA ESLABONES FUSIBLES DE 60 a 100 AMP.
 ** PARA ESLABONES FUSIBLES DE 50 AMP Y MENORES

ESLABONES FUSIBLES SÓK 1 a 100

2 de 4

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

Fig. 3-27b

A) Generales

Servicio:	Con tubo protector para servicio intempe- ris.
Tipo Eslabón fusible:	"S" (Estandar) o "K" (Rápido).
Tensión nominal de operación:	6 o 23 kV.
Frecuencia nominal:	60 Hz.
Diámetro de la cabeza del botón:	Se indica en la tabla 1.

B) De operación:

Altitud de instalación:	2300 m. s. n. m.
Temperatura ambiente:	De 0°C hasta 40°C.
Corriente de interrupción nomi- nal: (Valor eficaz).	10 kA asimétricos.
Corriente nominal:	Se indica en la tabla 1.
Corriente de fusión:	Se indica en la tabla 1.
Velocidad de fusión:	Se indica en la tabla 1.

TABLA 1

ESLABON FUSIBLE	CORRIENTE PERMANENTE (Amperes)	CORRIENTE DE FUSION (Amperes)						RELACION DE VEL. DE FUSION	TIPO*	D (mm)
		Para 5 min.		Para 10 s.		Para 0.1 s.				
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
S2	2	3.6	4.32	4.14	4.97	25.56	30.57	7.10	S	13y19(1)
S3	3	5.4	6.48	6.07	7.28	39.90	47.88	7.39	S	13y19(1)
S5	5	9.5	11.5	10.2	12.24	66.0	79.2	6.89	S	13y19(1)
K6	6	12.0	14.4	13.5	20.5	72.0	86.0	6.0	K	13y19(1)
K8	8	15.0	18.0	18.0	27.0	97.0	116.0	6.5	K	13y19(1)
K10	10	19.5	23.4	22.5	34.5	128.0	154.0	6.6	K	13y19(1)
K12	12	25.0	30.0	29.5	44.0	166.0	199.0	6.6	K	13y19(1)
K15	15	31.0	37.2	37.0	55.0	215.0	258.0	6.9	K	13y19(1)
K20	20	39.0	47.0	48.0	71.0	273.0	328.0	7.0	K	13y19(1)
K25	25	50.0	60.0	60.0	90.0	350.0	420.0	7.0	K	13y19(1)
K30	30	63.0	76.0	77.5	115.0	447.0	546.0	7.1	K	13y19(1)
K40	40	80.0	96.0	98.0	145.0	565.0	680.0	7.1	K	13y19(1)
K50	50	101.0	121.0	126.0	188.0	719.0	862.0	7.1	K	13y19(1)
K65	65	128.0	153.0	159.0	237.0	918.0	1100.0	7.2	K	19
K80	80	160.0	192.0	205.0	307.0	1180.0	1420.0	7.4	K	19
K100	100	200.0	240.0	258.0	388.0	1520.0	1820.0	7.6	K	19

* S = Estandar

K = Rápido

(1) Las dimensiones 13 ó 19 mm se pueden obtener removiendo la roldana en el botón

ESLABONES FUSIBLES SÓK I d 100

179

NORMAS Ly F
MATERIAL
2.0135

3 de 4

MARCADO E IDENTIFICACION:

Fig.3-27-c

Cada eslabón fusible debe llevar marcado en su parte superior junto al botón de la cabeza los siguientes datos:

- Tipo de fusible.
- Capacidad de corriente.
- Nombre del fabricante o marca registrada o monograma.

LA

EMPAQUE:

Cada eslabón fusible debe empacarse individualmente en plástico transparente y sellado para evitar que lo penetre la humedad. El empaque debe llevar marcado en forma clara y visible la siguiente información:

- Nombre del material según la presente norma.
- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Corriente nominal.
- Leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen.
- Leyenda "Frágil, manéjese con cuidado."

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Se efectuarán conforme a la presente Norma y a las NOM J-227 y ANSI/IEEE C37.41 en presencia y de conformidad con el personal del Departamento de Laboratorio Ly F.

REFERENCIAS:

- Norma NOM J-227 Eslabones Fusibles Universales clase Distribución para Tensiones Mayores de 600 volts, hasta 34.5 kv.
- Norma ANSI/IEEE C37.41 Design Test for High - Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single - Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches and Accessories.

USO:

Colocado dentro del tubo protector de fibra de los cortacircuitos Fusible 6110 ó 23110 seleccionado de acuerdo a la tabla 2, protege el transformador y servicios de 6000 ó 23000 volts, cuando circulan corrientes mayores a las permitidas para cada tipo de fusible y corrientes de corto circuito de 10000 Amp así-métricas, factor de asimetría de 1.4.

ESLABONES FUSIBLES S ó K 1 a 100

NOHMAS Ly F
MATERIAL
2.0135

Fig. 3-27d

4 de 4

T A B L A 2

6 000 VOLTS				23 000 VOLTS			
KVA DEL TRANSFORMADOR O BANCO	ESLABON FUSIBLE	KVA DEL TRANSFORMADOR O BANCO	ESLABON FUSIBLE	KVA DEL TRANSFORMADOR O BANCO	ESLABON FUSIBLE	KVA DEL TRANSFORMADOR O BANCO	ESLABON FUSIBLE
5	S2	75	K8	hasta 80	S2	600-799	K20
10	S2	100	K10	80-119	S3	800-999	K25
15	S2	150	K15	120-199	S5	1000-1199	K30
20	S2	200	K20	200-239	K6	1200-1599	K40
25	S3	300	K30	240-319	K8	1600-1999	K50
30	S3	500	K50	320-399	K10	2000-2599	K65
37.5	S5	700	K80	400-479	K12	2600-3199	K80
50	K6	1000	K100	480-599	K15	3190-4000	K100

CLAVE DEL NOMBRE:

S ó K = Tipo de Eslabón fusible según su velocidad de fusión, estándar o rápido.

1 a 100 = Corriente permanente en Amperes.

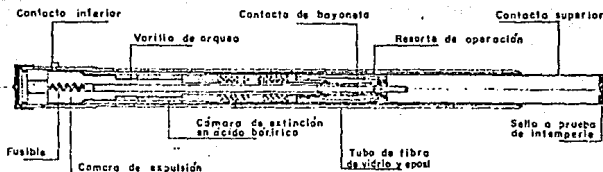
Nota: Esta Norma cancela a la 2.0135 de julio de 1973 Fusibles K.

FUSIBLES 23 SC-SMD 20

181

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0137

Fig. 3-28



NOMBRE	Corriente permanente Amp	Corriente mínima de fusión en Amp		Catálogo S G C Nº	PORTAFUSIBLE	Tipo de fusible NEVA
		S min	0.1 seg			
FUSIBLE 23- 3C-SC-SMD20	3	5	58	543003	23220	Rápido
FUSIBLE 23- 6K-SC-SMD20	6	13	65	543006	"	"
FUSIBLE 23- 8K-SC-SMD20	8	16	100	543008	"	"
FUSIBLE 23- 10K-SC-SMD20	10	19.5	128	543010	"	"
FUSIBLE 23- 12K-SC-SMD20	12	27	175	543012	"	"
FUSIBLE 23- 15K-SC-SMD20	15	31	215	543015	"	"
FUSIBLE 23- 20K-SC-SMD20	20	39	273	543020	"	"
FUSIBLE 23- 25K-SC-SMD20	25	50	350	543025	"	"
FUSIBLE 23- 30K-SC-SMD20	30	63	447	543030	"	"
FUSIBLE 23- 40K-SC-SMD20	40	80	565	543040	"	"
FUSIBLE 23- 50K-SC-SMD20	50	101	719	543050	"	"
FUSIBLE 23- 63K-SC-SMD20	65	128	918	543065	"	"
FUSIBLE 23- 80K-SC-SMD20	80	150	1118	543080	"	"
FUSIBLE 23- 100K-SC-SMD20	100	200	1520	543100	"	"
FUSIBLE 23- 140K-SC-SMD20	140	310	2470	543140	"	"
FUSIBLE 23- 200K-SC-SMD20	200	530	3600	543200	"	"

USO: Con los terminales superior e inferior, que se suministran con el portafusible, fijados a los contactos superior e inferior de este fusible, protege transformadores y servicios de 23000 volta contra sobrecorriente y corto circuito de 20000 Amp. asimétricos, factor de simetría = 1.6

CAPACIDAD DEL BANCO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS EN KVA	FUSIBLE	CAPACIDAD DEL BANCO DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS EN KVA	FUSIBLE
hasta 120	3	de 1001 a 1500	30
de 121 a 260	6	de 1201 a 1600	40
de 261 a 320	8	de 1601 a 2000	50
de 321 a 400	10	de 2001 a 2500	65
de 401 a 540	12	de 2601 a 3000	80
de 541 a 600	15	de 3201 a 4000	100
de 601 a 800	20	de 4001 a 5000	140
de 801 a 1000	25	de 6001 a 10000	200

CLAVE DEL TERMINAL: 23 = 23000 volta S G = S G C Electric Co.
 3, 6, 8, 10, 12, 15 = Corriente nominal SMD20 = Tipo de fusible según S G C
 K = Tipo de fusible NEVA Rápido

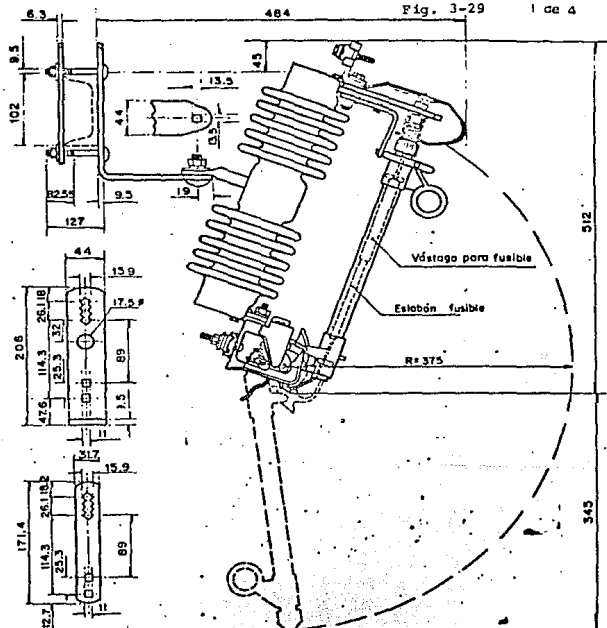
Sp 67	Rev 12	Mar 73	Jul 73						
-------	--------	--------	--------	--	--	--	--	--	--

CORTACIRCUITOS FUSIBLE D-23112

NORMAS LV F
MATERIAL
2.0159

Fig. 3-29

1 de 4



CARACTERISTICAS:

a) Generales:

Servicio

Intemperie

Tipo

Expulsión con indicación de
apertura menor de 180°

Posición de montaje

Inclinado

CORTACIRCUITOS FUSIBLE D-23112NORMAS L y F
MATERIAL
2 0159

2 de 4

Fig. 3-29b

Altitud de instalación 2300 m sobre el nivel del mar
 Temperatura ambiente 0°C a + 40°C

El cortacircuitos debe estar diseñado para operar con p \acute{e} r-
 tiga y dispositivo para abrir con carga (Loadbuster).

b) El \acute{e} ctricas

Tensi \acute{o} n de operaci \acute{o} n	23 kV.
Tensi \acute{o} n nominal de dise \acute{n} o	27 kV.
Corriente nominal	100 A.
Corriente interruptiva asim \acute{e} trica, con un factor de asimetr \acute{a} de 1.5	12 kA.
Frecuencia nominal	60 Hertz.
Nivel b \acute{a} sico de aislamiento al impulso a 2300 m.s.n.m.	150 kV.
Distancia m \acute{i} nima de fuga	432 mm:

c) Mec \acute{a} nicas y T \acute{e} rnicas

Debe cumplir con lo establecido en la NOM J-144 (l \acute{u} tima re-
 visi \acute{o} n).

d) De los materiales:

- Adem \acute{a} s de lo indicado en la NOM J-144, deben cumplir lo --
 siguiente:
- El aislador debe ser de porcelana de alta resistencia me-
 c \acute{a} nica.
 - El v \acute{a} stago de uni \acute{o} n entre el soporte y el aislador, debe
 estar insertado y fijado s \acute{o} lidamente dentro de un tala-
 dro apropiado en un costado del aislador, sin abrazade-
 ras. De igual manera los v \acute{a} stagos superior e inferior, -
 de uni \acute{o} n entre el soporte y el aislador deben estar inser-
 tados y fijados s \acute{o} lidamente dentro de un taladro apropi-
 ado.
 - Todas las tuercas deben tener roldanas de presi \acute{o} n y el -
 v \acute{a} stago de uni \acute{o} n con el soporte, debe llevar roldana as-
 triada.
 - El dise \acute{n} o de contactos y mordazas debe permitir dar una
 presi \acute{o} n permanente, que acepte la capacidad conductiva -
 designada, sin sobrecalentamiento. Los contactos fijo y
 m \acute{o} vil tanto de la parte superior como inferior deben ser
 plateados.
 - Las terminales deben ser esta \acute{n} adas y del tipo plano, ---
 apropiadas para conectar desde alambres de cobre o alumi-
 nio No. 8 AWG hasta cable de cobre, aluminio o ACSR 2/0

CORTACIRCUITOS FUSIBLE D- 23112

184
NORMAS Ly F
MATERIAL
2.0159

J de 4

Fig. 3-29c

- Los materiales empleados deben ser de tal naturaleza que además de cumplir los requisitos anteriores sean resistentes a la oxidación y eviten corrosión galvánica con conductores de aluminio y de cobre.

MARCADO E IDENTIFICACION:

Cada cortacircuitos debe llevar marcados o estampados en forma indeleble y permanente en el tubo portafusible. los siguientes datos:

Nombre del fabricante, marca o logotipo.

Tipo o identificación del producto por el fabricante de acuerdo a la presente norma.

Corriente nominal (A).

Tensión nominal de diseño (KV).

Corriente interruptiva nominal (rcm) (kA).

Fecha de fabricación (mes y año).

Además de los datos anteriores se deben grabar en una de las partes vivas lo siguiente:

Corriente interruptiva máxima (rcm) (kA).

Nivel básico de aislamiento al impulso (KV).

EMPAQUE:

Cada pieza debe protegerse en forma individual en caja de cartón o madera de resistencia mecánica adecuada, para que en su manejo, transporte y almacenamiento, no sufran daño que altere su operación y se evite la pérdida de alguna de sus partes. El empaque debe llevar marcado en su exterior en forma visible lo siguiente:

Nombre del material conforme a la presente norma.

Nombre del fabricante.

Número de pedido y partida.

Tensión nominal de diseño en KV.

Corriente nominal en A.

Corriente interruptiva nominal (rcm) en kA.

Fecha de fabricación (mes y año).

Leyenda que diga "frágil manéjese con cuidado".

Nov64 Rev: Jun65 Enc66 Env66 Jul66 Dic69 Dic73 Eov76 Feb66 May68

CORTACIRCUITOS FUSIBLE D-23112

NORMAS LYF
MATERIAL
2.0159

4 de 4

Fig. 3-29d

Leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen.
Símbolo de autorización de fabricación, venta y uso.

PRUEBAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta Norma y a la NCM J-144, se efectuarán en presencia y de conformidad con personal del Laboratorio LyF.

REFERENCIAS:

- NOM J-144 Productos eléctricos - Cortacircuitos Fusible de -- Distribución para tensiones de 4.16 kV hasta 34.5 kV, última revisión.
- NOM J-227 Eslabones Fusibles Universales clase Distribución - para tensiones mayores de 600 Volts hasta 34.5 kV, última revisión.

USO:

Fijado en crucetas de 75 a 102 mm de peralte y con eslabón fusible S o K, se instala uno en cada fase de 23 kV para proteger Transformadores tipo Poste o servicios de 23 kV contra -- sobrecorrientes de acuerdo a la capacidad del fusible empleado y contra cortacircuitos de 12000 A asimétricos.

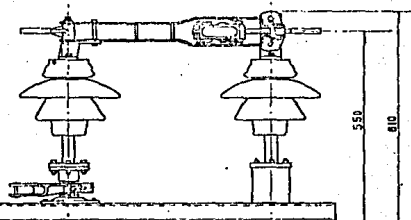
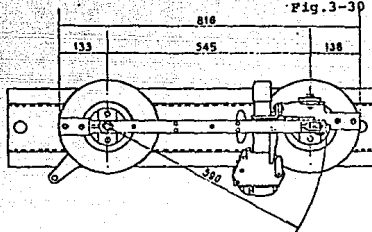
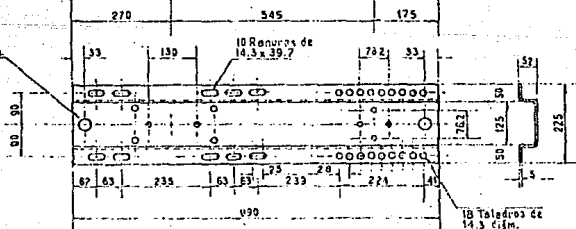
CLAVE DEL NOMBRE:

- D = Tipo Distribución.
- 23 = 23000 Volts.
- 1 = (Tercer dígito) = 100 Amperes.
- 12 = 12 kA (Corriente de c.c. asimétrico a 23 kV).

INTERRUPTOR EN AIRE 23601

1 da 2

Fig. 3-30

2 Taladros de
3/8. 3/4 in.

INTERRUPTOR EN AIRE 23601

187

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0022

Fig. 3-30b

2 de 2

CARACTERÍSTICAS:

Tensión nominal	23	KV
Tensión máxima de diseño	25.8	KV
Corriente nominal	600	Amp
Corriente de interrupción con carga	600	Amp
Corriente momentánea	40,000	Amp
Frecuencia nominal	50/60	Hz
Tensión de prueba en seco, un minuto	70	KV
Tensión de prueba en húmedo, 10 seg	60	KV
Nivel básico de impulso, onda de 1.5x40 microseg	150	KV

REFERENCIA: Especificación LyF 1.0036

USO: Instalado en poste o estructura, un juego de tres interruptores, operadores en grupo, con mecanismo recíproco de operación manual, permiten conectar, desconectar (o seccionar), con carga hasta de 600 amperes, una troncal de un alimentador aéreo.

CLAVE DEL NOMBRE:

23 (Primero y segundo dígito) = 23 KV, tensión nominal

6 (Tercer dígito) = 600 amperes, corriente nominal

01 (Cuarto y quinto dígitos) = 1, número progresivo de identificación

Fig. 3-31b

U) DE AISLAMIENTO

Nivel básico de aislamiento al impulso : 150 kV onda de $1.2 \times 50 \mu s$.
 Tensión de flameo en seco : 70 kV a 60 Hz., 1 minuto
 Tensión de flameo en húmedo : 60 kV a 60 Hz., 10 segundos

C) DE OPERACION

Tensión máxima de descarga, frente de onda : 100 kV cresta
 (Pendiente de $200 \text{ kV}/\mu s$)

Tensión máxima de descarga, onda completa : 87 kV cresta
 (Onda de $1.2 \times 50 \mu s$)

Tensión de descarga a frecuencia normal : Mayor de 36 kV

Tensiones máximas residuales (Onda de $8 \times 20 \mu s$) :

Para 5 KA; 78 kV cresta

Para 10 KA; 91 kV cresta

Para 20 KA; 100 kV cresta

Corriente de descarga, corta duración : 65 000 A cresta
 (Onda de $(4 \text{ a } 8) \times (10 \text{ a } 20) \mu s$)

Corriente de descarga, larga duración : 75 A
 (Onda rectangular, $1 000 \mu s$)

Ciclo de trabajo : 20 operaciones con una descarga de 5 000 A cresta
 (Onda de $8 \times 20 \mu s$)

MARCA E IDENTIFICACION :

Cada apartarrayos debe tener una placa colocada en lugar visible con los siguientes datos :

Nombre del material según la presente norma

Tensión nominal

Corriente nominal de descarga

Nombre del fabricante

Fecha de fabricación (mes y año)

Número de serie

Tipo

Frecuencia

Peso neto en Kilogramos

Leyenda "Hecho en México" o identificación del país de origen

APARTARRAYOS DV 23

190

NORMA LyF
MATERIAL
2.0489

3 de 3

Fig. 3-31c

REFERENCIA :

Norma LyF 1.0043 (última revisión) "Apartarrayos D 23" Especificación

EMPAQUE :

Cada apartarrayos debe protegerse en forma individual, en cajas de cartón de resistencia mecánica adecuada para que durante su manejo, transporte y almacenamiento no sufra daños que alteren su operación. Cada caja deberá llevar marcado en su exterior y en forma visible lo siguiente :

Nombre del material según la presente norma

Nombre del fabricante

Número de pedido y partida

Fecha de fabricación (mes y año)

Leyenda "Frágil, Manéjese con cuidado"

PRUEBAS DE ACEPTACION :

Se efectuarán de acuerdo a lo establecido en las normas DGN-J-321 (última revisión), Especificación LyF 1.0043 (última revisión) y al Instructivo de Inspección por Muestreo Estadístico de Apartarrayos LAB-MIAD y en presencia y de conformidad con personal del Departamento de Laboratorio de la CLYFC.

USO :

Fijado en cruzeta 40 o 630 y conectado a la línea de 23 kV con cable Cud 1/0 y a tierra con cable Cud 1/0 y Tierra 1, protege contra sobretensiones, el equipo eléctrico conectado a líneas de 23 kV.

CLAVE DEL NOMBRE :

D = Clase Distribución

V = Valvula

23 = 23 kV

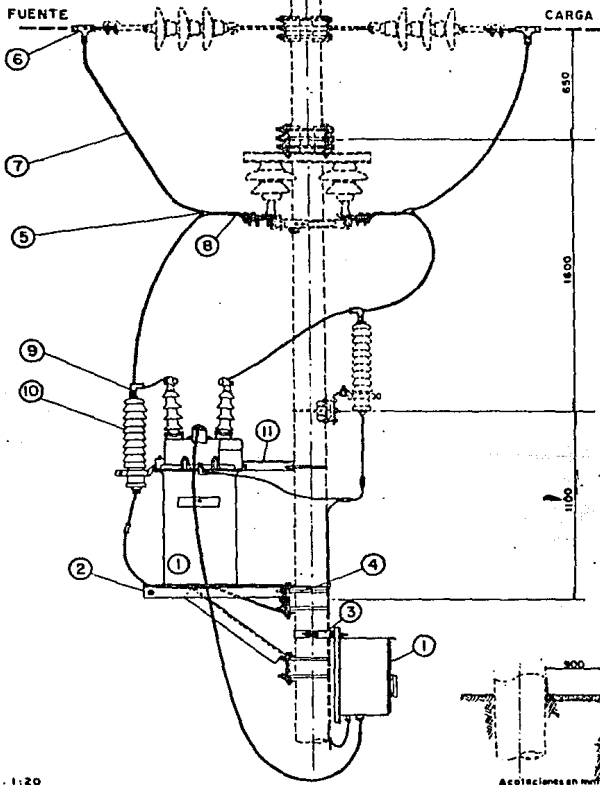
Cancela a la norma LyF 2.0489 "Pararrayos D 23" Revisión May 81.

RESTAURADOR AUT. L.A 23.560 FT

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0301

Fig. 3-32

1 de 2



Esc. 1:20

Acolaciones en...

RESTAURADOR AUT. LA 23.560 FT

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0301

Fig. 3-32 b 2 de 2

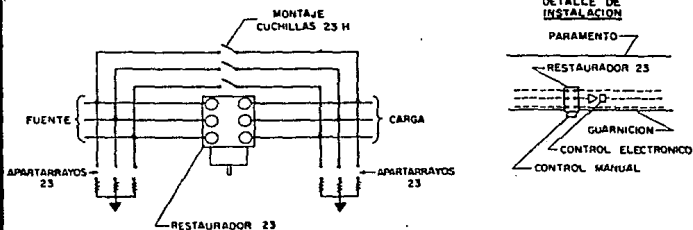
Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 TT Y CAJA DE CONTROL	== ==	Pza.	1
2	PLATAFORMA 2 (SIN LA CRUCETA SUPERIOR)	2.0155	Pza.	1
3	ABRAZADERA 7 BL	2.0063	Pza.	1
4	ABRAZADERA 7 U	2.0058	Pza.	5
5	CONECTOR CANAL C 2/0-2/0 Cu	2.0107	Pza.	6
6	CONECTOR CANAL T 336-1/0 Al	2.0120	Pza.	6
7	CONECTOR DERIVACION L 1/0-1/0	2,0569		
7	CABLE Cud 1/0	2.0102	m	21
8	ZAPATA C 1/0 Cu - 2	2.0316	Pza.	6
9	CONECTOR CANAL T 1 - 1/0 Cu	2.0590	Pza.	3
10	APARTARRAYOS DV 23	2.0489	Pza.	3
11	SUJETADOR R-S 23	2.0605	Pza.	1

APLICACION:

Instalado en Poste CR-12 y conectado a líneas de 23 kV, utilizando montajes: Cuchillas 23 H, Apartarrayos DV 23 y Tierra -- Poste C; aísla fallas por sobrecorrientes en forma automática; efectuando recierres si la falla es transitoria y dejando fuera de servicio al Alimentador si la falla es permanente.

CLAVE DEL NOMBRE:

LA = Líneas Aéreas
23 = 23 kV tensión entre fases
560 = 560A. corriente nominal
FT = Accesorio para fallas de fase a tierra



Mar 81 Rev: Abr81 Dic83 Jul87 Nov 88

TIERRA I

NORMAS LyF
MATERIAL
2.0185

2 de 2

Fig. 3-33b

CARACTERISTICAS:

Material:

- (1) Varilla T1.- De acero con recubrimiento de cobre electrolítico, pureza - 99%, espesor 0.254 mm de acuerdo a la norma UL Specification No. 467.

Acabado: Brillante libre de manchas.

- (2) Conector mecánico T1.- Aleación de bronce con 85% cobre, 5% estaño 5% zinc y 5% de plomo.

Peso aproximado: 4.650 kg.

Tolerancia: ± 1 mm.

MARCAO E IDENTIFICACION:

Cada varilla debe llevar la marca o identificación del fabricante y la clave del nombre según la presente norma.

EMPAQUE:

En múltiplos de 6 varillas, en atados de fleje o alambre, con placa o tarjeta en el atado, marcada con el nombre del material conforme a esta norma, nombre o identificación del fabricante y fecha de fabricación, (mes y año).

NORMAS DE ACEPTACION:

Conforme a esta norma y a la UL Specification No. 467 (ANSI C-33.8 1972), en presencia y de conformidad con el Laboratorio LyF.

RECOMENDACIONES:

UL Specification No. 467 "Grounds and Grounding" 1972.

USO:

Conectar a tierra neutros, herrajes, cubiertas y equipo en los sistemas de -
011: 20046.

MARCADO Y IDENTIFICACION:

Ver especificaciones de identificación.

CAPITULO IV

SELECCION Y DISENO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

IV.1 SELECCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Basándonos en la diferentes estructuras para redes de distribución, que se mencionaron en el Capítulo I y tomado en cuenta también que la densidad de carga de la zona en cuestión es del orden de 4.5 MVA/KM^2 y que la carga es fundamentalmente de tipo residencial, se selecciona para la red en baja tensión (B.T.) la estructura conocida como radial interconectada; y para mediana tensión (M.T.) la estructura en anillo con una fuente de alimentación, la cual es, como se dijo en el Capítulo II, la Subestación Odón de Buen; y en un próximo -

futuro, con los diferentes arreglos que haga Compañía de Luz y Fuerza, podrá ser estructura en anillo con dos fuentes de alimentación, tomando para ello la Subestación Contreras.

Para M.T. ya se tiene construida la red troncal en 23 KV hasta la zona de nuestro interés (ver plano TP 2-2 - Capítulo II) como un sistema aéreo; ahora bien, en el presente trabajo se diseñará la red en B.T. también como un sistema aéreo y se tomarán en cuenta las consideraciones necesarias para una correcta operación en M.T.

Es importante mencionar que en el Distrito Federal, - el 80% del suministro de energía eléctrica es a base de estructuras aéreas y el resto es de estructuras subterráneas, - reservadas estas últimas para el centro de la ciudad, fraccionamientos residenciales y algunas zonas industriales.

También es necesario comentar que el costo de un alimentador aéreo es 8 veces menor al alimentador subterráneo, y que por tratarse de una colonia proletaria, la zona por electrificar, lo anterior es un justificante más para la selección de una red de distribución aérea.

IV.2 DETERMINACION DEL NUMERO Y CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

Una vez que ya hemos determinado la demanda máxima to

tal de la colonia "Los Hornos", se debe ajustar con la finalidad de que al determinar la capacidad y número de transformadores de distribución, se prevea en éstos un 10% de capacidad de reserva (Subtema II.4.13) que permita absorber aumentos futuros de carga. Por tanto el nuevo valor de demanda es:

$$\text{Demanda máxima coincidente} = 514.224 \text{ Kw.}$$

$$\text{Factor de potencia de diseño} = 0.85$$

$$\text{KVA} = \frac{514.224}{0.85} = 604.96 \sim 605 \text{ KVA}$$

$$\text{Si } 605 \text{ KVA} \text{ ——— } 90\%$$

$$\text{ND} \text{ ——— } 100\%$$

$$\text{ND} = \frac{605 \times 100}{90} = 672 \text{ KVA}$$

Como las capacidades normalizadas para transformadores de distribución tipo poste son varias, para determinar el número y capacidad de éstos se presentan las alternativas siguientes, según tabla 4-1; considerando las capacidades normalizadas por Compañía de Luz.

ALTER NATIVA	CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES EN KVA					TOTAL DE KVA TRANSFORMADORES POR INST.	
	45	75	112.5	150	225		
1	15					15	675
2		9				9	675
3			6			6	675
4				5		5	750
5					3	3	675
6	1	7	1	-	-	9	682.5
7	5	2	-	2	-	6	675
8	1	-	3	2	-	6	682.5
9		1		4		5	675

TABLA 4-1 ALTERNATIVAS PARA SELECCION DE TRANSFORMADORES.

IV.2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN ALTERNATIVAS

Alternativa No.1. Por ser alto el número de transformadores, la cantidad de servicios alimentados por cada uno de ellos se reduce, por lo que en caso de falla en alguno, el número de clientes afectados es menor. Como desventaja presenta su alto costo de instalación por la cantidad de accesorios y por el número a instalar.

Alternativa No. 2. En este caso aumenta la cantidad de consumidores por transformador, en relación a la alternativa No. 1; su costo de instalación se reduce considerablemente.

Alternativa No. 3. El número de consumidores por transformador aumenta en relación con las alternativas anteriores, pero en caso de falla también se ven afectados un mayor número de servicios. Su costo es mayor al de la alternativa No. 2.

Alternativa No. 4 y 5. Estas alternativas aunque son más económicas desde el punto de vista de instalación, traen como consecuencia, por su número reducido de transformadores, que el radio de acción de los circuitos de baja tensión será muy grande teniendo que emplear alimentadores demasiado largos y calibres más gruesos para poder dar los voltajes de servicios adecuados.

Alternativa 6, 7, 8 y 9. Estas son similares en cuanto a cantidad con las alternativas 2, 3 y 4 así que por este motivo presentan las mismas ventajas, pero sus costos de instalación son mayores, además que se debe tener un stock de refacciones para cada grupo de transformadores de distinta capacidad.

Por todo lo anterior, se elige la alternativa No. 2, ya que su costo de instalación es relativamente bajo en comparación con las demás, y también el número de transformadores es el promedio entre los dos extremos de alternativas; además en este caso se puede tener un stock en almacén para transformadores de una misma capacidad.

El tipo de transformador a emplear en el proyecto es el tipo poste 23 BT-75 (Norma L y F 2.0229 ver Fig. 3-20 en el Capítulo III).

IV. 2.2 FACTOR DE UTILIZACION

Ahora bien, para la alternativa No. 2 el factor de utilización para los transformadores, considerando la ecuación (2-8), es:

$$F_u = \frac{672 \text{ KVA}}{9 \times 75 \text{ KVA}} = 0.99$$

Y para el alimentador ODB-23, mismo que suministrará energía a esta zona, (ver subtema II.4.10)

$$I = \frac{9 \times 75}{\sqrt{3} \times 23} = 16.94 \text{ Amp.}$$

$$I_t = 16.94 + 231.2 = 248.14 \text{ Amp.}$$

$$F_v = \frac{248.14}{251} = 0.988$$

Con este resultado nos aseguramos que el alimentador respectivo no se sobrecarga al conectar la carga de la Colonia "Los Hornos", por lo menos, en los próximos 10 años con el mismo arreglo en M.T.

IV.3 LOCALIZACION DE CENTROS DE CARGA

Un método simple para obtener una localización aproximada de los transformadores de distribución es el siguiente:

- a). Determinar el valor de la carga máxima total considerando los factores de diseño.
- b). Determinar el número de transformadores.
- c). Calcular aproximadamente el área que cubre la colonia y dividir entre el número de transformadores.
- d). El cociente anterior proporciona un número determinado de áreas iguales, el centro geométrico de cada una señala la localización óptima de los transformadores.
- e). Los lugares de localización óptima se ajustan lo más cercano a los lugares más convenientes para la colonia y la Compañía.
- f). En caso de tener una carga concentrada fuerte; como por ejemplo un sistema de bombeo o un centro comercial; entonces los transformadores se localizarán lo más cercano a la carga.

Entonces para el cálculo de centros de carga se va a

utilizar el método anterior y se considerará a las cargas eléctricas como masas y encontrar así el centro de gravedad (teorema de los momentos).

Un caso particular se considera cuando las cargas parciales están en un mismo lineamiento; en nuestro caso tomaremos en cuenta el caso más general que es cuando las cargas parciales no están sobre un lineamiento, sino que se encuentran distribuidas sin seguir un cierto orden de dirección y distancia con respecto a la toma de energía; en este caso debe valerse de un sistema de coordenadas cartesianas para localizar el centro de carga. Para lo anterior se debe acatar el siguiente procedimiento (fig. 4-1).

- a). Se calcula el centro de carga con respecto a los dos ejes coordenados.
- b). La intersección de estas dos distancias da exactamente el centro de carga.

$$L_x = \frac{X_1W_1 + X_2W_2 + \dots + X_nW_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \quad (4-1)$$

$$L_y = \frac{Y_1W_1 + Y_2W_2 + \dots + Y_nW_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \quad (4-2)$$

Las ecuaciones (4-1) y (4-2) son la forma general para encontrar el centro de carga.

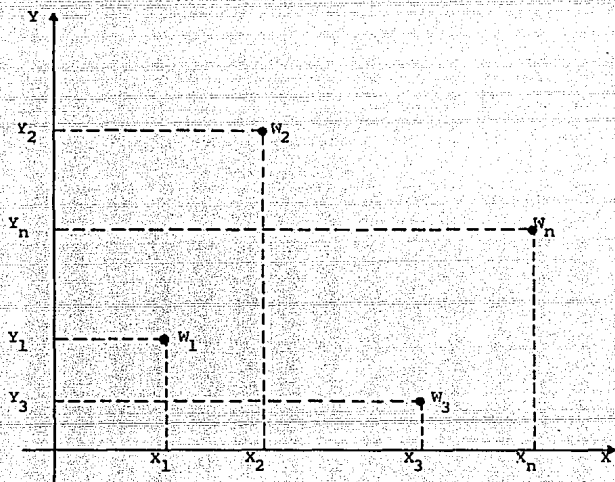


Fig. 4-1 DISTRIBUCION DE CARGAS PARCIALES

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

Consideraciones para colocación de postes.

- 1.- La instalación de postes se va a realizar por todas las calles de la colonia.
- 2.- Normalmente se darán espacios interpostales de 35 metros.
- 3.- Se colocarán en el lado mas adecuado de la calle (Plano TP4-1)
- 4.- Cada poste alimentará 4 servicios de 378 watts.
- 5.- En cada poste se colocará una lámpara de 250 w y si por alguna razón se encuentren dos postes muy próximos, se considerarán como una sola lámpara.

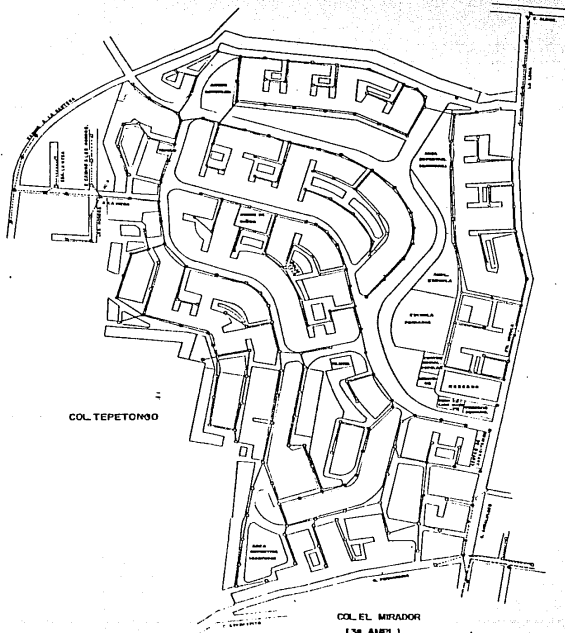
Ahora bien, como son 9 los transformadores elegidos para la electrificación, entonces deben ser 9 las áreas en que se divide el terreno abarcado por la colonia "Los Hornos" (plano TP-4-2) como ejemplo se va a calcular el centro de carga para una de ellas y las restantes se calculan de manera similar.

Vamos a tomar para este ejemplo el área marcada con el número 2 (fig. 4-2).

Distancia en XX (ec. 4-1)

$$Lx = \frac{X_{10}W_{10} + X_{11}W_{11} + X_{12}W_{12} + X_{14}W_{14} + X_{13}W_{13} + X_g W_g + \dots}{WS}$$

WS



CROQUIS DE LOCALIZACION
LOS HORNOS

- SIMBOLGIA —**
- A-11 POSTE DE ACERO A 12x25 TC EXISTENTE
 - POSTE CR-12
 - POSTE CR-12 EXISTENTE
 - POSTE CR-9
 - POSTE CR-9 EXISTENTE
 - AC-5 AUMENTO DE POSTE C-5

NOMBRE TIPO	CANTIDAD
POSTE CR-6	1
POSTE CR-9	168
POSTE CR-12	87
POSTE CR-12 E	9
TOTAL	243

FACULTAD DE INGENIERÍA. U.N.A.M.

COLONIA LOS HORNOS.
DELEGACION TLALPAM.
POSTES Y LINEAS

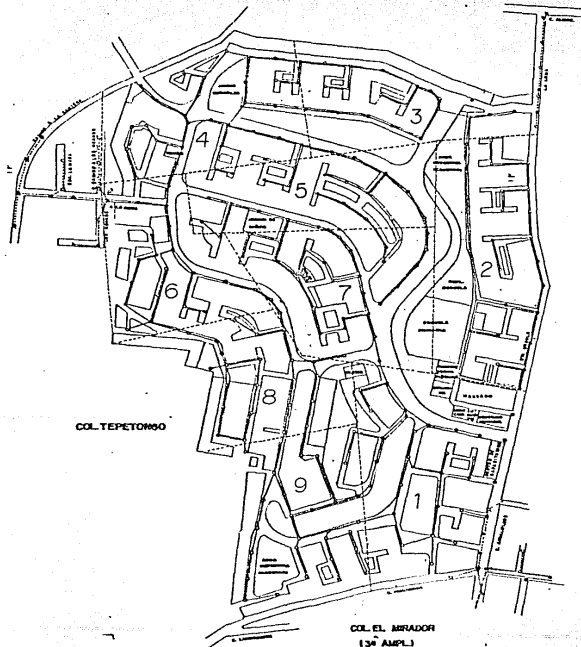
PLANO No. TP4-1	TESIS PROFESIONAL
ETC. 2010	TAIR. OUP/ANA 32747
15/11	1970 Y 1971 MARZO Y 11 P.



CROQUIS DE LOCALIZACION
(VER ESCALA)

— SIMBOLOGIA —

- A- POSTE DE ACERO AIS 20 TC EXISTENTE
- POSTE CR-12.
- POSTE CR-12 EXISTENTE.
- POSTE CR-9.
- POSTE CR-9 EXISTENTE.
- AC-0 AUMENTO DE POSTE C-5.



COL. TEPETOMBO

COL. EL MIRADOR
(3ª AMPL.)

NOMBRE	TIPO	CANTIDAD
POSTE CR-9	—	1
POSTE CR-9	—	169
POSTE CR-12	—	07
POSTE CR-12	—	9
TOTAL		243

FACULTAD DE INGENIERIA. U.N.A

COLONIA LOS HORNOS.
DELEGACION TLALPÁN.

PLANO No. TP4-2 TESIS PROFES.
ESC. IZDOD ACOT SIN PAUL QUINTANA TE

$$L_x = \frac{X15W15 + X8W8 + X16W16 + X7W7 + X18W18 + X17W17 + X6W6 + X19W19 + X23W23 + X20W20 + X5W5 + X22 W22 + X21W21 + X4W4 + X24W24 + X27 W27 + X3W3 + X26 W26 + X27 W27 + X2W2 + X29 W29 + X28W28 + X30 W30}{W_s}$$

Sustituyendo

$$L_x = \frac{1812 (54+90 + 136+102 136+54+ 136+ 54 + 96+54 + 96 + 135 + 46 + 136 + 80 + 32 + 120 + 60 + 24+ 108 + 64+24 +100 +60 + 92 + 6 + 40 + 84 + 30)}{W_s}$$

$$L_x = \frac{(1812) (2254)}{(1812) (29)} = \frac{4'084,248}{52'548} = 77.72 \text{ Mts.}$$

Distancia en YY (ec 4-2)

$$L_y = \frac{Y1W1 + Y2W2 + Y3W3 + Y4W4 + Y5W5 + Y30 W30 + Y29W29 + Y6W6 + Y9W9 + Y8W8 + 97W7 + Y26W26 +}{W_s}$$

$$Ly = \frac{Y18W18 + Y24W24 + Y14W14 + Y21W21 + Y20W20 + Y13W13 + Y15W15 + Y17W17 + Y19W19}{Ws}$$

Sustituyendo.

$$Ly = \frac{1812 (310+270+240 + 204 + 170 + 322 + 290 + 136 + 30 + 62 + 106 + 260 + 190 + 230 + 154 + 300 + 268 + 66 + 106 + 240 + 26 + 204 + 170 + 26 + 64 + 106 + 144)}{Ws}$$

$$Ly = \frac{(1812) (4694)}{(1812) (27)} = \frac{8'505,528}{48,924} = 173.85 \text{ mts.}$$

Una vez localizado el centro de carga, se juzgará por las condiciones del terreno, el lugar donde se instalará el transformador.

En este caso, el poste más cercano al centro de carga es el que se localiza en el punto 23 pero para ahorrar algunos tramos de conductor en 23 KV, se elige el punto marcado con el número 20.

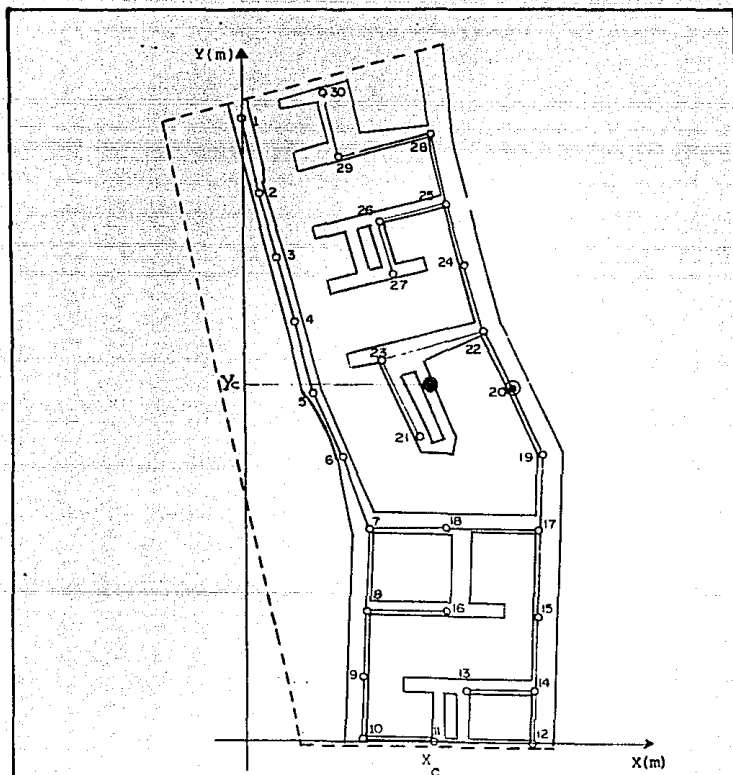


FIG. 4-2 AREA No. 2 DEL PLANO TP-4-2.

UNAM	INGENIERIA MECANICA	ELECTRICA	1991
	FAUL QUINTANA TERAN LEOPOLDO SANTILLAN BLAS		TESIS PROFESIONAL

Como ya se mencionó, siguiendo el procedimiento anterior, se calculan todos los centros de carga de las áreas marcadas en el plano T P 4-2 y finalmente quedan como se observa en plano TP 4-3.

IV.4 CALCULO DE ALIMENTADORES EN BAJA TENSION

El tipo de conductor a utilizar en colonias a electricar como la que nos ocupa es el cable Cud 4 a 400 cuyas características se encuentran normalizadas por Compañía de Luz y Fuerza según norma de L y F No. 2.0102 (Cap. III Fig. 3-3).

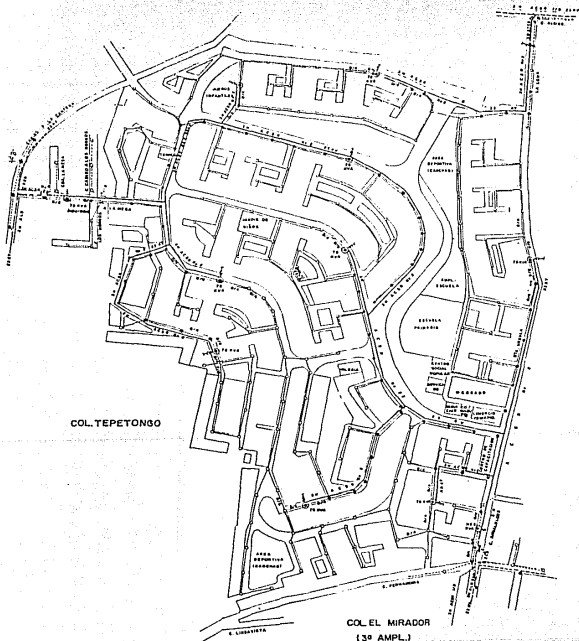
Ahora bien, para calcular los alimentadores de la red en baja tensión el paso a seguir consiste en determinar la sección del conductor en función de la caída de voltaje permisible hasta el servicio más alejado y la capacidad de conducción del cable, para ello se hacen las siguientes consideraciones:

1. Se analizan los circuitos del transformador marcado con el número 2 mostrado en el plano TP4-3.
2. Las acometidas domiciliarias son monofásicas dos hilos.
3. La demanda máxima coincidente por domicilio es de 378 watts.
4. Cada poste alimenta cuatro servicios monofásicos-

CROQUIS DE LOCALIZACION
(EN ESCALA)

— SIMBOLOGIA —

- A- POSTE DE ACERO AIS 26 TC EXISTE
- POSTE CR-12.
- POSTE CR-12 EXISTENTE.
- POSTE CR-9
- POSTE CR-9 EXISTENTE.
- AC-5 AUMENTO DE POSTE C-5
- RETENIDA DE POSTE CR-9.
- RETENIDA DE ANCLA EXISTENTE.
- RETENIDA ENTRE POSTES.
- RETENIDA ENTRE POSTES EXISTENTES
- LINEA DE A.T. 23KV 3H
- LINEA DE A.T. 23KV 3H EXISTENTE.
- LINEA B.T. 4H NEUTRAL EXISTENTE.
- LINEA ABIERTA B.T. 4H CUD.
- LINEA ABIERTA B.T. 4H CUD. EXISTEN
- ⊗ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EXI
- ⊗ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EN I
- CUCHILLA DE NAVAJA 23-000.
- CORTACIRCUITOS 23-112.
- CORTACIRCUITOS 23-112 EXISTENTE.
- APARTARRAYOS DV-23.
- APARTARRAYOS DV-23 EXISTENTE
- CRUCETA DOBLE CON 18 AISL. S-52-3 J EXISTENTE.



NOMBRE	TIPO	CANTIDAD
POSTE CR-6	—	1
POSTE CR-9	—	105
POSTE CR-12	—	97
POSTE CR-12	●	0
TOTAL		203

FACULTAD DE INGENIERIA.

COLONIA LOS HOR

DELEGACION TLALPAM.

UBICACION DE CENTROS DE CAI

PLANO No. 374-3	TESIS
ESC: 1/2000 ACOT: 50	FAUL QUI
1991	LEOPOLDO

y una lámpara de alumbrado público.

5. Las acometidas a los circuitos de alumbrado público son a dos fases, dos hilos.

6. El cálculo se hace sobre la fase más cargada.

7. La regulación permisible es del 5%.

Procedimiento.- Se determinan las caídas de voltaje para cada uno de los circuitos, considerando la fase más cargada y empleando los valores de resistencia del conductor respectivo expresada en Ohms/km. indicados en las tablas de características de los conductores Cud 4 a 400 que se muestran en el capítulo III, Fig. 3-3.

Como el sistema seleccionado para la red en B.T. es radial interconectado, este sistema requiere de que toda la red sea construida con conductores de un solo calibre, para que en caso de falla en un transformador, se pueda transferir carga a otro transformador por medio de cortes BT 2-3 y puentes intercalados adecuadamente sin que haya necesidad de cambiar los calibres de los conductores.

Por lo anterior, con base en la Norma No. 2.0102 de Compañía de Luz y Fuerza para conductores Cud 4 a 400, se va a utilizar el conductor de calibre 1/0 AWG para analizar, con base en las caídas de voltaje, la longitud del circuito-

o la posición más adecuada de los cortes BT 2-3 en la red de B.T.

De tablas de norma No. 2.0102 se tiene:

Calibre 1/0 AWG: R = 0.3801 ohw/Km

— Cálculo de la reactancia de la línea —

La distancia entre fases, por norma, debe ser de 203 mm. (0.666 pies) y conociendo que para el calibre 1/0 AWG el RMG es de 0.01113 pies, se tiene.

$$XL = 4.657 \times 10^{-3} \times 60 \times \log \frac{DMG}{RMG} \quad \text{ohm/milla} \quad (4-3)$$

$$DMG = \sqrt[3]{0.666 \times 0.666 \times 1.332}$$

$$DMG = 0.8391 \text{ pies}$$

$$XL = 4.657 \times 10^{-3} \times 60 \times \log \frac{0.8391}{0.01113}$$

$$XL = 0.5144 \text{ ohm/milla}$$

$$XL = 0.3197 \text{ ohm/Km.}$$

Corriente de demanda por servicio

$$I = \frac{P}{V \times F.P.} \quad (4.4)$$

$$I = \frac{378}{127 \times 0.85} = 3.5 \text{ Amp/fase}$$

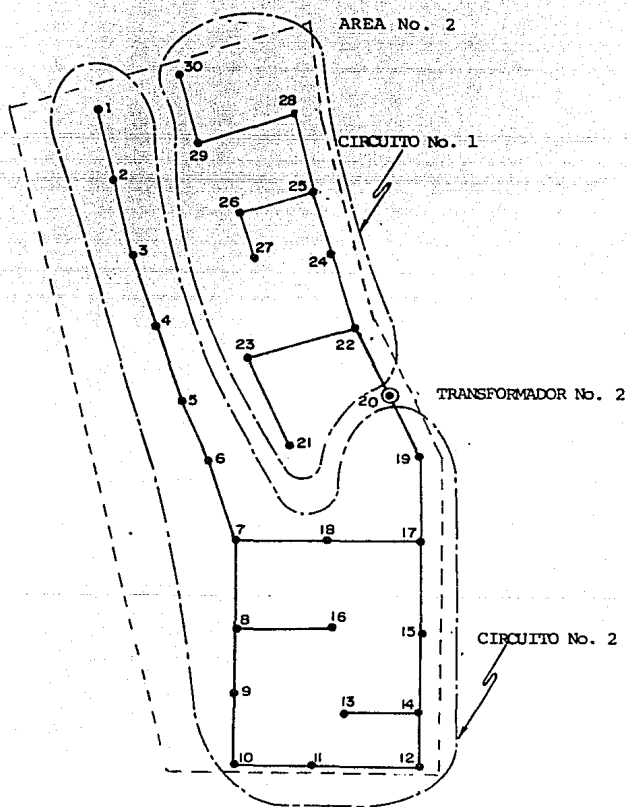


FIG. 3-4 Estracto del plano TP 4-3 (AREA No. 2).

UNAM

INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

Corriente de demanda por lámpara de A.P.

$$I = \frac{\sqrt{3} \times 250 \times 1.20}{2 \times V_f \times F.P.} = \quad (4.5)$$

$$I = \frac{\sqrt{3} \times 250 \times 1.20}{2 \times 220 \times 0.85} = 1.389 \text{ Amp/fase}$$

Ahora bien, antes de realizar los cálculos para la caída de voltaje en los circuitos del transformador 2, vamos a tomar en cuenta que la figura 4-3 es un extracto del plano TP4-3 en donde se observa el área y el transformador de distribución marcado con el No. 2 y los circuitos que debe alimentar aquél.

De acuerdo con todo lo anterior tenemos:

Transformador 2, circuito 1

Por simplicidad, para este circuito se va a considerar la carga como concentrada al final del mismo, entonces observando la figura 4-3 se tiene:

10 Postes

10 lámparas de alumbrado público 250 W, 220 V

40 servicios monofásicos 378 w.

Las lámparas de A.P. se conectarán a las fases según el diagrama de la figura 4-4 y con base en ésta y a la distribución de los servicios, se determina la fase más cargada.

FASES	SERVICIOS	AMP/FASE	LAMP/AMP/FASE	TOTAL
A	13	45.5	9.723	55.223
B	13	45.5	9.723	55.223
C	14	49.0	8.334	57.334

$$\text{Balanceo de Fases} = \frac{57.334 - 55.223}{57.334} = 3.66\%$$

Por tanto, se analiza la fase C.



Longitud mayor del circuito 1 = 220 m = 0.22 km.

Como el alumbrado público requiere de un reactor, entonces vamos a considerar el F.P. de 0.85 atrasado, por lo que la corriente en la fase C será de:

$$I = 57.334 \angle -31.78^\circ \text{ Amp.}$$

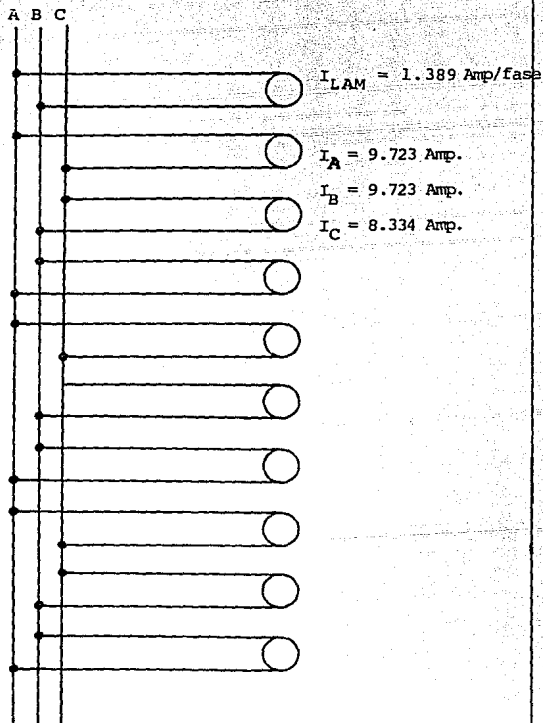


FIG. 4-4 CONEXION DE LAMPARAS DE A.P. PARA EL CIRCUITO 1 DEL TRANSFORMADOR 2

UNAM

INGENIERIA

MECANICA

ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

La impedancia del conductor es de:

$$Z = (0.3801 + j 0.3197) (0.22) \text{ (ohm)}$$

$$Z = 0.0836 + j 0.0703 = 0.1092 \angle 40.06^\circ \text{ (ohm)}$$

Caida de tensión

$$\Delta V = (0.1092 \angle 40.06^\circ) (57.334 \angle -31.78^\circ) \text{ volts}$$

$$\Delta V = 6.26 \angle 8.28^\circ \text{ Volts.}$$

Porcentaje de regulación

$$\% \text{ Reg} = \frac{V_o - V_L}{V_o} \times 100 = \frac{V}{V_o} \times 100 \quad (4-6)$$

$$\% \text{ Reg} = \frac{6.26}{127} \times 100 = 4.92 \%$$

Por consiguiente, este circuito está dentro de la caída de voltaje permitida.

Transformador 2, circuito 2

Se nota en la figura 4-3 que en este circuito se forma una malla comprendida entre los postes 7,10, 12 y 17, entonces para calcular la caída en el poste No. 1 primero se -

calculará la caída en el poste No. 7.

Para poder realizar este cálculo vamos a tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. En la figura 4-5 se muestra sólo el circuito 2 del transformador 2.

2. Vamos a considerar a los puntos encerrados en círculos como cargas concentradas en uno solo.

3. Se calculará la caída de voltaje en el punto R y posteriormente en el poste No. 1.

4. Si la caída de voltaje en el poste No. 1 no está dentro de la caída tolerable, se realizará el cálculo con una longitud, del circuito, más corta.

Para los puntos O, P y Q, se tiene:

4 postes

4 lámparas de A.P. 250 W, 220 V

16 Servicios monofásicos 378 W.

FASES	SERVICIOS	AMP/FASE	LAMP/AMP/FASE	TOTAL
A	6	21.0	2.778	23.778
B	5	17.5	4.167	21.667
C	5	17.5	4.167	21.667

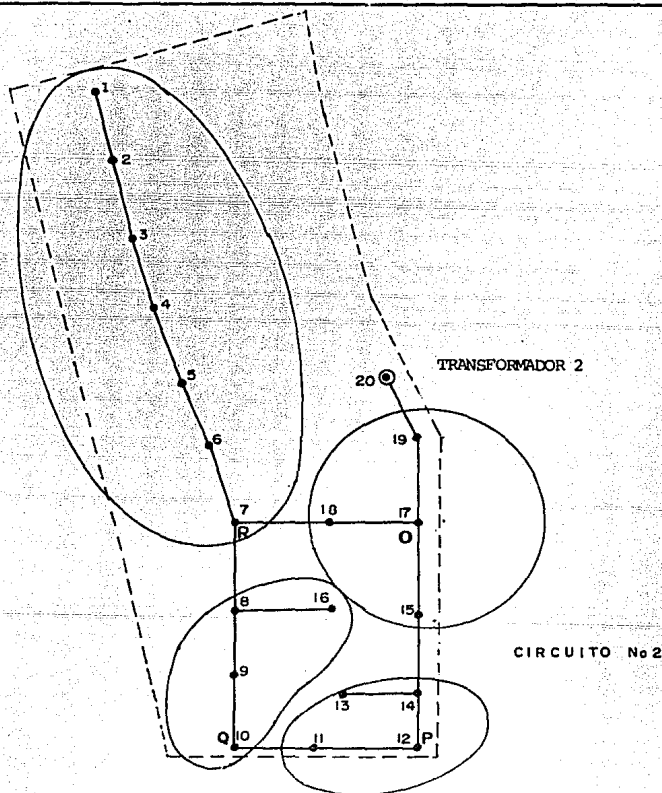


FIG. 4-5 CIRCUITO No. 2, TRANSFORMADOR No. 2

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

Para los puntos O, P y Q se va a considerar la fase A como la más cargada, sólo para fines de diseño, ya que en la implementación del mismo se puede balancear la carga de manera equilibrada entre las tres fases, quedando cada una de ellas con 67.112 Amp.

Para el punto R se tiene

7 postes

7 lámparas de A.P. 250 W, 220 V

28 Servicios monofásicos de 378 W

FASES	SERVICIOS	AMP/FASE	LAMP/AMP/FASE	TOTAL
A	10	35.0	5.556	40.556
B	9	31.5	6.946	38.445
C	9	31.5	6.946	38.445

En la figura 4-6 se muestra la malla del circuito No. 2 con los valores de corriente en los puntos O, P, Q y R. considerando las cargas hasta el poste No. 1.

Considerando que la malla solo es alimentada por el punto O entonces se va a tomar como un circuito alimentado por dos extremos, simplemente abriendo la malla por el punto de alimentación O y extendiendola (Fig. 4-7)

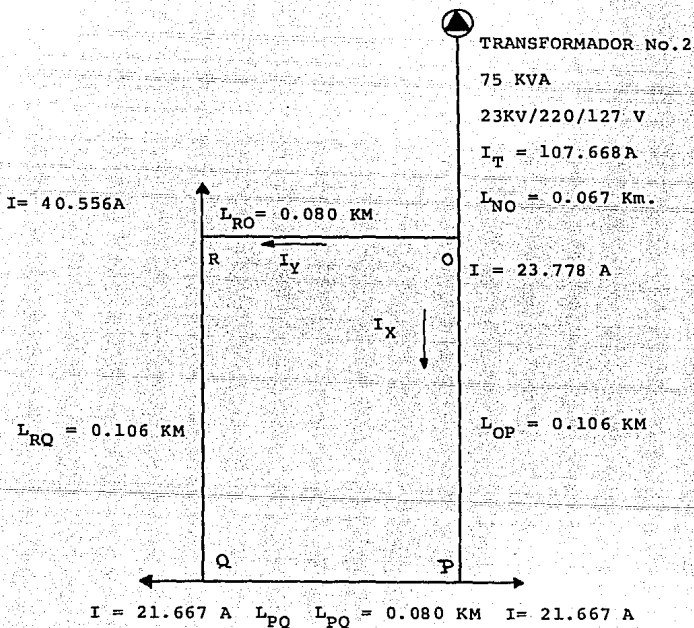


FIG. 4-6 MALLA DEL CIRCUITO 2 DEL TRANSFORMADOR 2

UNAM

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

1991

FAUL QUINTANA TERAN
LEOPOLDO SANTILLAN BLAS

TESIS PROFESIONAL

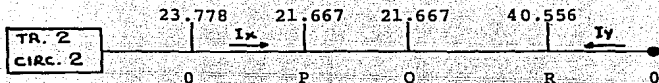


Fig. 4.7 representación de la malla como línea abierta.
-corriente I_x

$$I_x = \frac{(0.080 \times 40.556) + (0.186 \times 21.667) + (0.266 \times 21.667) + (0.372 \times 23.778)}{0.080 + 0.106 + 0.080 + 0.106}$$

$$I_x = \frac{3.244 + 4.030 + 5.763 + 8.845}{0.372} = 58.826 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

La distribución de corrientes por línea resulta:

$$I_{OR} = I_y = I_t - I_x = 107.668 - 58.826 = 48.842 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

$$I_{RQ} = 48.842 - 40.556 = 8.286 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

$$I_{QP} = 8.286 - 21.667 = -13.381 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

$$I_{OP} = I_x - 23.778 = 35.048 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

$$I_{PQ} = 35.048 - 21.667 = 13.381 \angle -31.78^\circ \text{ Amp.}$$

Ahora bien, la impedancia del conductor en el punto R es:

$$Z_{NO} = (0.3801 + j 0.3197) (0.0067) \text{ ohm}$$

$$ZOR = 0.0304 + j 0.0255 = 0.0396 \angle 40.06^\circ \text{ ohm}$$

y la caída del voltaje en el punto R es:

$$\Delta V_{NO} = (0.0332 \angle 40.06^\circ) (107.668 \angle -31.78^\circ) = 3.574 \angle 8.28^\circ \text{ Volt}$$

$$\Delta V_{OR} = (0.0396 \angle 40.06^\circ) (48.842 \angle -31.78^\circ) = 1.934 \angle 8.28^\circ \text{ Volt}$$

$$\Delta V_{NR} = V_{NO} + V_{OR} = 5.508 \angle 8.28^\circ \text{ Volt.}$$

Analizando el circuito No. 2; del punto R al poste -
No. 1 (fig. 4-5) se tiene:

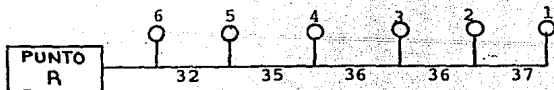
6 postes

6 lámparas de A.P. 250 W, 220 V

24 servicios monofásicos 378 W

FASES	SERVICIOS	AMP/FASE	LAMP/FASE	AMP/FASE	TOTAL
A	8	28.0	5.556	33.556	33.556
B	8	28.0	5.556	33.556	33.556
C	8	28.0	5.556	33.556	33.556

Tomando la fase A se tiene:



Longitud del punto R al poste No. 1 = 211 m = 0.211 Km
 La impedancia del conductor del punto R al poste No. 1
 es:

$$Z_{R1} = (0.3801 + j 0.3197) (0.211) \text{ ohm}$$

$$Z_{R1} = 0.0802 + j 0.0674 = 0.1047 \angle 40.06^\circ \text{ ohm}$$

Y la caída de voltaje en el poste No. 1 es:

$$\Delta V_{R1} = (0.1047 \angle 40.06^\circ) (33.556 \angle 31.78^\circ) = 3.513 \angle 8.28^\circ \text{ Volt}$$

$$\Delta V_{N1} = \Delta V_{NR} + \Delta V_{RI} = 5.508 \angle 8.28^\circ + 3.513 \angle 8.28^\circ \text{ Volt}$$

$$\Delta V_{N1} = 9.021 \angle 8.28^\circ \text{ Volt.}$$

Porcentaje de regulación.

$$R \% = \frac{9.021}{127} \times 100 = 7.103 \%$$

Del resultado anterior se nota que la caída de voltaje hasta el poste No. 1 está fuera de lo tolerado, por lo que debe acortarse la distancia y consiguientemente también la corriente que debe manejar el circuito.

Ahora haciendo el cálculo hasta el poste No. 3 -

(Fig. 4-5) se tiene que para el punto R la corriente que maneja la fase más cargada es:

5 postes

5 lámparas de A.P. 250 W, 220 V.

20 servicios mono fásicos 378 W.

FASES	SERVICIOS	AMP/ FASE	LAMP / AMP / FASE	TOTAL
A	7	24.5	4.167	28.667
B	7	24.5	4.167	28.667
C	6	21.0	5.56	26.556

Corriente en el punto R = 28.667 Amp.

Corriente total del circuito hasta el poste No. 3 = 95.779 Amp.

Utilizando el mismo criterio de análisis que en el caso anterior (hasta el poste No. 1 Fig. 4-6 y Fig. 4-7) se tiene:

$$I_x = \frac{(0.080 \times 28.667) + (0.186 \times 21.667) + (0.266 \times 21.667) + (0.372 \times 23.778)}{0.080 + 0.106 + 0.080 + 0.106}$$

$$I_x = \frac{2.293 + 4.030 + 5.763 + 8.45}{0.372} = 56.268 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

$$I_Y = I_t - I_x = 95.779 - 56.268 = 39.511 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

La distribución de corrientes por línea resulta:

$$I_{OR} = I_Y = 39.511 \angle -31.78^\circ \text{ Amp}$$

$$I_{RQ} = 39.51 - 28.667 = 10.844 \quad \underline{-31.78^\circ} \text{ Amp.}$$

$$I_{QP} = 10.844 - 21.667 = -10.823 \quad \underline{-31.78^\circ} \text{ Amp}$$

$$I_{Op} = I_x - 23.778 = 56.268 - 23.778 = 32.490 \quad \underline{-31.78^\circ} \text{ Amp}$$

$$I_{PQ} = 32.490 - 21.667 = 10.823 \quad \underline{-31.78^\circ} \text{ Amp.}$$

Ahora bien, la impedancia del conductor en el punto R es:

$$Z_{No} = 0.0255 + j 0.0214 = 0.0332 \quad \underline{40.06^\circ} \quad \text{ohm}$$

$$Z_{OR} = 0.0304 + j 0.0255 = 0.0396 \quad \underline{40.06^\circ} \quad \text{ohm}$$

y la caída de voltaje en el punto R es:

$$\Delta V_{NO} = 0.0332 \quad \underline{40.06^\circ} \quad (95.779 \quad \underline{-31.78^\circ}) = 3.179 \quad \underline{8.28^\circ} \quad \text{Volt}$$

$$\Delta V_{OR} = (0.0396 \quad \underline{40.06^\circ}) (39.511 \quad \underline{-31.78^\circ}) = 1.564 \quad \underline{8.28^\circ} \quad \text{Volt}$$

$$\Delta V_{NR} = \Delta V_{NO} + \Delta V_{OR} = 4.743 \quad \underline{8.28^\circ} \quad \text{Volt}$$

Analizando el circuito No. 2 del punto R al poste No. 3 (Fig. 4-5), se tiene:

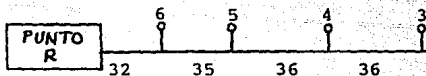
4 postes

4 lámparas de A.P. 250 W, 220 V

16 servicios monofásicos 378 W

FASES	SERVICIOS	AMP/FASE	LAMP /	AMP /FASE	TOTAL
A	6	21.0		2.778	23.778
B	5	17.5		4.167	21.667
C	5	17.5		4.167	21.667

Tomando la fase A, se tiene:



Longitud del punto R al poste No. 3 = 139 m = 0.139 Km. La impedancia del conductor del punto R al poste No. 3 es:

$$Z_{R3} = (0.3801 + j 0.3197) (0.139) \text{ ohm}$$

$$Z_{R3} = (0.0528 + j 0.0444) = 0.0689 \angle 40.06^\circ \text{ ohm}$$

y la caída de voltaje en el poste No. 3 es:

$$\Delta V_{R3} = (0.0689 \angle 40.06^\circ) (23.778 \angle -31.78^\circ) = 1.638 \angle 8.28^\circ \text{ Volt}$$

$$\Delta V_{N3} = \Delta V_{NR} + \Delta V_{R3} = 4.743 \angle 8.28^\circ + 1.638 \angle 8.28^\circ$$

$$\Delta V_{N3} = 6.381 \angle 8.28^\circ \text{ Volt}$$

Por ciento de regulación

$$\% R = \frac{6.381}{127} \times 100 = 5.02\%$$

Caída del voltaje que está justo en el límite de lo permitido.

Ahora bien, el balanceo de fases hasta el poste No.

3 es:

$$\text{Balanceo de fases} = \frac{95.779 - 88.779}{95.779} = 7.30\%$$

El punto de la malla del circuito No. 2, donde existe una mayor caída de voltaje, es el punto Q, porque es donde hay un cambio en el sentido de corrientes, y la caída en este punto es:

$$Z_{RQ} = (0.3801 + j0.3197)(0.106) \quad \text{ohm}$$

$$Z_{RQ} = 0.0402 + j0.0338 = 0.0525 \quad |40.06^\circ \quad \text{ohm}$$

$$\Delta V_{RQ} = (0.0525 \quad |40.06^\circ)(10.844 \quad |-3178^\circ) = 0.569 \quad |8.28^\circ \quad \text{Volt.}$$

$$\Delta V_{NQ} = \Delta V_{NR} + \Delta V_{RQ} = (4.743 \quad |8.28^\circ) + (0.569 \quad |8.28^\circ) -$$

$$\Delta V_{NW} = 5.312 \quad |8.28^\circ \quad \text{Volt}$$

Por ciento de regulación

$$\% R = \frac{5.312}{127} \times 100 = 4.18 \%$$

De los resultados anteriores concluimos que el circuito 2 del transformador No. 2, tiene su longitud mayor hasta el poste No. 3 que es donde existe la caída de voltaje máxima permitida, y es justamente ahí donde se instalará el corte BT 2-3 (Norma No. 4.0075, Fig. 4-8) y el puente, que son las accesorias que interconectan al transformador No. 2 con el transformador No. 3.

De igual manera se seleccionaron los puntos óptimos para la colocación de cortes BT 2-3 en la red, quedando ésta finalmente como se muestra en el plano TP4-4, que es la red que debe suministrar la energía eléctrica a la colonia "Los Hornos".

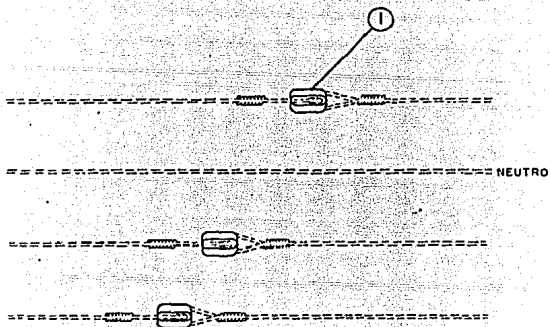
Cabe mencionar aquí que cuando un transformador falle, se transferirá carga al transformador adyacente a través de los cortes y los puentes que deben ser instalados por el personal de Compañía de luz.

IV.5 RED EN MEDIANA TENSION

La red de mediana tensión, dentro de la zona del proyecto se deriva del alimentador aéreo de 23 KV, proveniente de la subestación de potencia Odón de Buen llamado ODB-23, (plano TP 2-2,) cuyo calibre es de Ald 336 y ya dentro de la colonia la red se hace con cable ACSR No. 2AWG cuya sección

CORTE BT 2-3

Fig. 4-8



Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	ATGLADOR TR	2.0051	Pza.	3

APLICACION:

Separar la baja tensión de transformadores adyacentes, en líneas instaladas en cruceta o bastidor.

CLAVE DEL NOMBRE:

- BT = Baja Tensión
- 2 = Cruceta
- 3 = Bastidor

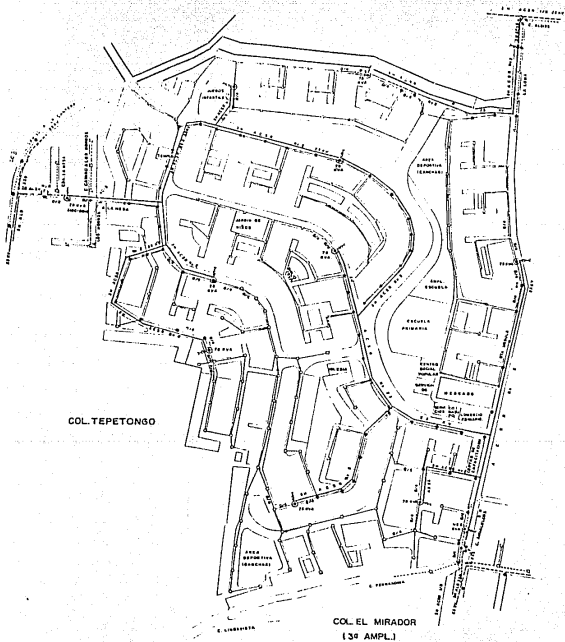


CROQUIS DE LOCALIZACION

(VER SEÑALAS)

— SIMBOLOGIA —

- A-1 POSTE DE ACERO AISL. 20 TC EXISTENTE.
- POSTE CR-12.
- POSTE CR-12 EXISTENTE.
- POSTE CR-9
- POSTE CR-9 EXISTENTE
- AC-3 AUMENTO DE POSTE C-3
- |— RETENIDA DE POSTE CR-9
- |— RETENIDA DE ANCLA EXISTENTE
- |— RETENIDA ENTRE POSTES.
- |— RETENIDA ENTRE POSTES EXISTENTES.
- |— LINEA DE A.T. 23KV 3H
- |— LINEA DE A.T. 23KV 3H EXISTENTE
- |— LINEA B.T. 4H NEUTRAL EXISTENTE
- |— LINEA ABIERTA B.T. 4H CUD.
- |— LINEA ABIERTA B.T. 4H CUD. EXISTENTE
- |— CORTE EN BT
- |— TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EXISTENTE.
- |— TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EN POSTE CR-12
- |— CUCHILLA DE NAVAJA 23-001.
- |— CORTACIRCUITOS 23-112.
- |— CONTACTOS 23-112 EXISTENTE.
- |— APARTARRAYOS DV-23.
- |— APARTARRAYOS DV-23 EXISTENTE
- |— CRUCETA DOBLE CON 10 AISL. 5-52-3 Y 3 AISL. A-55 EXISTENTE.



NOMBRE	TIPO	CANTIDAD
POSTE CR-9	— —	1
POSTE CR-9	— —	160
POSTE CR-12	— —	87
POSTE CR-12	— —	9
TOTAL		243

TRANSFORMADOR DE 75 KVA CON HEL
23 000/11 500V/23 000-220-121 —|— 9

TIPO DE TERRENO —|— 100% PIEDRA

FACULTAD DE INGENIERIA.		U.N.A.M.
COLONIA LOS HORNOS.		
DELEGACION TLALPAN.		
RED DE DISTRIBUCION		
PLANO No. 724-4	TESIS PROFESIONAL	
ESC 12090 [ACOT. SIN	PAUL GUINTANA TENARI	
1991]	LEOPOLDO SANTILLAN I	

transversal es de 39.24 mm^2 ; la capacidad normal de este conductor es de 160 Amp, que es suficiente para la demanda de la colonia cuya capacidad instalada en transformadores de distribución es de $I = 16.94 \text{ Amp}$; no se selecciona un calibre menor debido a que dentro de los valores normalizados en Compañía de Luz para este tipo de red es el mínimo.

Por lo que a operación se refiere la red es en anillo abierto con una fuente de alimentación y al llegar a la zona de nuestro interés se alimenta a ésta por medio de tres acometidas (Ver Plano TP4-4).

Podemos mencionar aquí, como ya se dijo al principio del Capítulo, que en un futuro cercano se prevén hacer varios arreglos para que el sistema en M.T. se convierta a estructura en anillo con doble alimentación, considerando para ello la subestación Contreras, ubicada a el poniente de la Colonia "Los Hornos", con lo que en un momento dado se puede aumentar la capacidad instalada en la zona.

IV.6 CALCULO DE CORTO CIRCUITO

En la mayoría de los sistemas se obtiene la máxima corriente de corto circuito cuando se produce una falla trifásica, que cuando se produce la falla entre fase y tierra o entre dos fases. Para la selección de los dispositivos de pro -

tección es conveniente calcular la corriente de corto circuito trifásico y monofásico. En sistemas de plantas muy grandes de alta tensión, que generalmente tienen el neutro conectado directamente a tierra, se presenta la corriente máxima de cortocircuito entre línea y tierra en las terminales de un generador sin impedancia en el neutro produce una corriente mayor que la que se produciría en caso de una falla trifásica, dependiendo de su magnitud de la forma en que se conecte al neutro. Generalmente el neutro de los generadores está conectado a tierra a través de un reactor, una reactancia, o algún tipo de impedancia con el objeto de limitar las corrientes de corto circuito.

Esta condición se presenta en los transformadores de potencia instalados en la subestación Odón de Buen de la Compañía de luz, ya que sus neutros están conectados a tierra a través de reactores monofásicos de 49 KVA, 7500 V, 350 Amp. - y su porcentaje de impedancia es de $Z = 0.4\%$, por tanto, el cálculo de corto circuito que a continuación se realiza, es con el fin de verificar que la capacidad interruptiva del equipo de protección a seleccionar es la más adecuada. Para ello suponemos la falla en el punto de acometida en mediana tensión de la Colonia, en la calle La Mesa, que es un punto medio de las tres acometidas, cuya longitud aproximada, según datos obtenidos en la Gerencia de Líneas Aéreas de Luz y Fuerza, es de 12512 metros al punto considerado de falla.

Teniendo el diagrama unifilar del alimentador ODB-23 al servicio y con los siguientes datos, se tiene:

1. Transformador

Relación: 230 - 150 KV/ 23 KV

Capacidad: 60 MVA

Conexión: Primario - Delta

Secundario: Estrella (aterrizada con reactor).

(*) Impedancia: $Z_t = 17.36\%$

2. Reactor (*)

Capacidad: 49 KVA

Voltaje: 7.5 KV

Impedancia: $Z_n = 0.4\%$

3. Cable 23 PT 1X240: (Subterráneo)

Longitud: 350 Mts.

Impedancia: $Z_1 = 0.21 \angle 68^\circ$ (ohm/km), según norma No. 2.0006 Fig. 3-4.

(**) $Z_0 = 0.9080 - j 0.3958$ (ohm/Km)

4. Cable ALD 336: (Línea aérea).

Longitud: 12,512 mts.

(*) Impedancia: $Z_1 = 0.43 \angle 63.8^\circ$ (ohm / Km)

(*) $Z_0 = 0.0687 + j 0.3588$ (ohm/Km)

5. (*) Del sistema

Capacidad de cortocircuito en las barras de 150 KVA:

Trifásico - 5,000 MVA

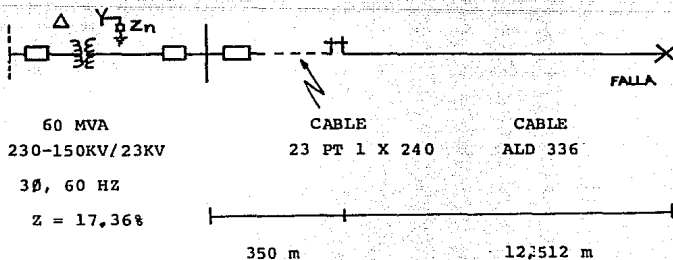
Monofásico - 4,220 MVA

(**) Dato obtenido para el arreglo empleado por Compañía de Luz, en el cable 23 PT y considerando que la corriente de secuencia cero regresa por la pantalla del cable y por tierra.

(*) Datos obtenidos de la gerencia de planeación e Ingeniería de la Compañía de Luz.

Solución:

Diagrama unifilar del Alimentador ODB-23



Considerando las siguientes bases:

Alta tensión: 150 KV

Baja tensión: 23 KV

Potencia base: 60 MVA

Corriente base (IBBT) en 23 KV

$$IBBT = \frac{MVA_B \times 10^3}{\sqrt{3} \text{ KVB}} \quad (4-7)$$

$$IBBT = \frac{60 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 23} = 1506.131 \text{ Amp.}$$

Impedancia base (ZBBT) en 23 KV

$$ZBBT = \frac{(KVB)^2}{MVA_B} \quad (4-8)$$

$$ZBBT = \frac{(23)^2}{60} = 8.816 \text{ ohm}$$

CALCULO DE IMPEDANCIAS EN POR UNIDAD (P.U.)

1. Impedancia del sistema

a). Trifásico

$$Z_{1st} = Z_{2st} = \frac{MVA_B}{Pcc3\phi} = \frac{60}{5000} = j 0.0120 \text{ P.U.}$$

$$b). I_{BS} = \frac{MVA_B}{\sqrt{3} V_{BS}} = \frac{60 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 150} = 230.94 \text{ Amp}$$

$$I_a = \frac{P_{ccl\phi}}{\sqrt{3} V_{BS}} = \frac{4220 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 150} = 16,242,78 \text{ Amp}$$

$$I_{apu} = \frac{I_a}{I_{BS}} = 70.33 \text{ p.u.}$$

$$I_{apu} = 3 I_{aapu}$$

$$I_{aapu} = \frac{I_{apu}}{3} = \frac{70.33}{3} = 23.44 \text{ P.U.}$$

$$Z_{apu} = \frac{1}{I_{a0}} - Z_{ost} - Z_{2st}$$

$$Z_{apu} = \frac{1}{23.44} - 2 (0.0120) = 0.0186 \text{ P.U.}$$

$$Z_{apu} = j 0.0186 \text{ P.U.}$$

2. Impedancia del transformador

$$Z_t = \% Z \frac{(MVAB)}{MVA} \frac{(KV)^2}{KVB}$$

$$Z_t = (0.1736) \left(\frac{60}{60}\right) \left(\frac{23}{23}\right)^2 = 0.1736 \text{ P.U.}$$

$$Z_t = j 0.1736 \text{ P.U.}$$

3. Impedancia del reactor

$$Z_n = (0.004) \left(\frac{7.5}{23}\right)^2 \left(\frac{60 \times 10^3}{49}\right)^2 \quad (4-10)$$

$$Z_n = j 0.5208 \text{ P.U.}$$

$$3 Z_n = j 1.5624 \text{ p.u.}$$

4. Impedancias del cable 23 PT 1 x 240; longitud = 350 m

$$Z_1 = 0.21 \angle 68^\circ = 0.0786 + j 0.1947 \text{ (ohm/km)}$$

$$Z_0 = 0.9905 \angle -23.55^\circ = 0.9080 - j 0.3958 \text{ (ohm/km)}$$

$$Z_{1pu} = \frac{(0.21 \angle 68^\circ) \text{ (ohm/Km)} (0.350) \text{ (km)}}{Z_B \text{ (ohm)}}$$

$$Z_{1pu} = \frac{0.0735 \angle 68^\circ}{8.816} = 0.0083 \angle 68^\circ$$

$$Z_{1pu} = 0.0031 + j 0.0077 \text{ p.u.}$$

$$Z_{0pu} = \frac{(0.9905 \angle -23.55^\circ) \text{ (ohm/km)} (0.350) \text{ (km)}}{Z_B \text{ (ohm)}}$$

$$Z_{0pu} = \frac{0.3466 \angle -23.55^\circ}{8.816} = 0.0393 \angle -23.55^\circ$$

$$Z_{0pu} = 0.0360 - j 0.0157 \text{ p.u.}$$

5. Impedancias del cable ALD 336; Longitud = 12,512 m

$$Z_1 = 0.43 \angle 63.8^\circ = 0.1898 + j 0.3858 \text{ (ohm/km)}$$

$$Z_0 = 0.3653 \angle 79.15^\circ = 0.0687 + j 0.3588 \text{ (ohm/ km)}$$

$$Z_{1pu} = \frac{(0.43 \angle 63.8^\circ) \text{ (ohm/km)} (12,512) \text{ (Km)}}{Z_B \text{ (ohm)}}$$

$$z_{ipu} = \frac{5.3801 \angle 63.8^\circ}{8.816} = 0.6102 \angle 63.8^\circ$$

$$z_{ipu} = 0.2694 + j 0.5475 \text{ p.u.}$$

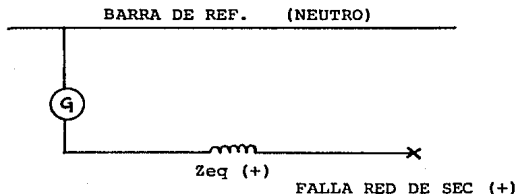
$$z_{opu} = \frac{(0.3653 \angle 79.15^\circ) (\text{ohm/km}) (12.512) (\text{km})}{z_B (\text{ohm})}$$

$$z_{opu} = \frac{4.5706 \angle 79.15^\circ}{8.816} = 0.5184 \angle 79.15^\circ$$

$$z_{opu} = 0.0975 + j 0.5091 \text{ p.u.}$$

IV. 6.1 CORTO CIRCUITO MONOFASICO

Para determinar la corriente de falla de corto circuito de fase a tierra, se consideran las tres redes de secuencia: positiva, negativa y cero, cuya representación es:



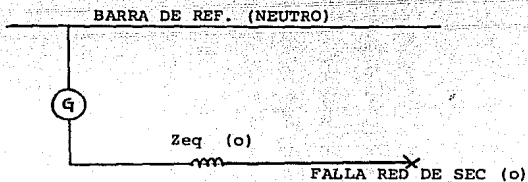
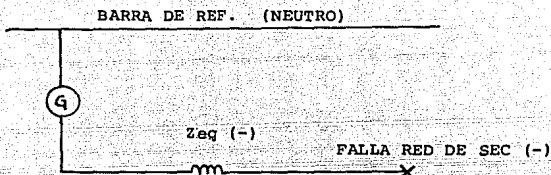
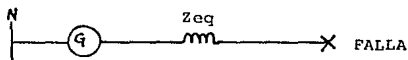
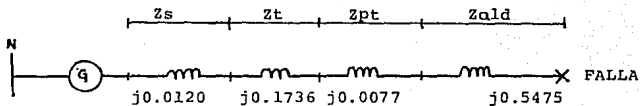


DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS

Red de Secuencia positiva



Donde:

Z_s = impedancia del sistema

Z_t = impedancia del transformador

Z_{pt} = impedancia del cable subterráneo

Z_{ald} = impedancia del cable de línea aérea

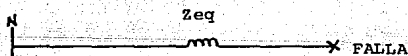
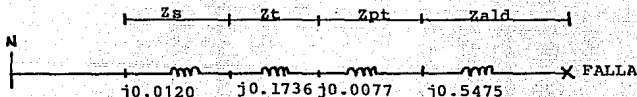
Z_{eq} = impedancia equivalente al punto de falla

$$Z_{eq} = Z_s + Z_t + Z_{pt} + Z_{ald}$$

$$Z_{eq} = j 0.0120 + j 0.1736 + j 0.0077 + j 0.5475$$

$$Z_{eq} = j 0.7408 \text{ p.u.}$$

Red de secuencia negativa

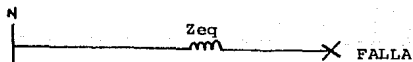
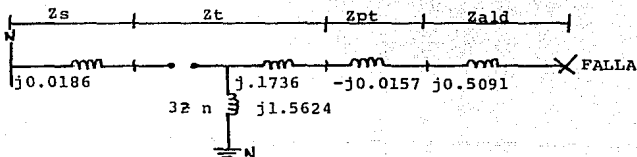


$$Z_{eq} = Z_s + Z_t + Z_{pt} + Z_{ald}$$

$$Z_{eq} = j 0.0120 + j 0.1736 + j 0.0077 + j 0.5475$$

$$Z_{eq} = j 0.7408 \text{ p.u.}$$

Red de secuencia cero.

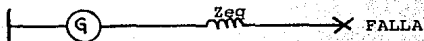
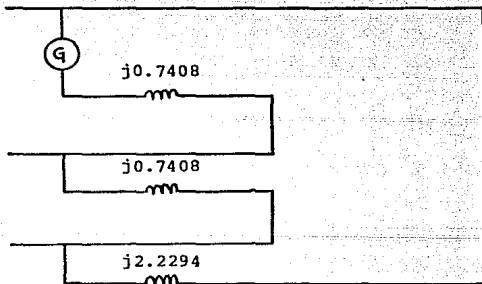


$$Z_{eq} = Z_t + 3Z_n + Z_{pt} + Z_{ald}$$

$$Z_{eq} = -j 0.1736 + j 1.5624 - j 0.0157 + j 0.5091$$

$$Z_{eq} = j 2.2294 \text{ p.u.}$$

La conexión de las tres redes de secuencia para falla de fase a tierra es:



$$Z_{eq} = j 0.7408 + j 0.7408 + j 2.2294 = j 3.7110$$

La corriente de falla de corto circuito monofásica en p.u. es:

$$I_o = \frac{G}{Z_{eq_t}} = \frac{1}{j 3.7110} = -j 0.2694 \text{ p.u.}$$

$$I_{cc} = 3 I_o = 3 (0.2694) = 0.8084 \text{ p.u.}$$

La corriente de falla en amperes es:

$$I_{Fcc} = I_{cc} \times I_{Bt} = (0.8084) (1506.131)$$

$$I_{Fcc} = 1217.56 \text{ amp.}$$

La potencia de corto circuito es:

$$P_{cc} = \sqrt{3} \text{ KV } I_{fcc} \quad (4-11)$$

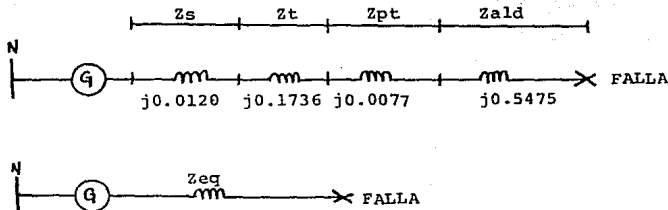
$$P_{cc} = \sqrt{3} (23) (1217.56) = 48,504.47 \text{ KVA}$$

$$P_{cc} = 48.504 \text{ MVA}$$

IV.6.2 CORTO CIRCUITO TRIFASICO

Para determinar la corriente de falla de corto circuito trifásico sólo se considera la red de secuencia positiva.

DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS



$$Z_{eq} = Z_s + Z_t + Z_{pt} + Z_{ald}$$

$$Z_{eq} = j 0.7408 \text{ p.u.}$$

La corriente de falla de corto circuito simétrica en p.u. es:

$$I_{ccs} = \frac{G}{Z_{eq}} = \frac{1}{j 0.7408} = 1.3498 \text{ p.u.}$$

La corriente de corto circuito en amperes es:

$$I_{FS} = I_{ccs} \times I_{BBT} = (1.3498) (1506.131)$$

$$I_{FS} = 2033.11 \text{ Amp.}$$

La potencia de corto circuito simétrica es:

$$P_{ccs} = \sqrt{3} \text{ KV } I_{BBT}$$

$$P_{ccs} = \sqrt{3} (23) (2033.11) = 80,993.51 \text{ KVA}$$

$$P_{ccs} = 80.994 \text{ MVA}$$

IV.7. SELECCION DEL EQUIPO DE PROTECCION

Con base en los resultados obtenidos en el tema anterior, y considerando la experiencia que la Compañía de Luz

y Fuerza tiene en el desarrollo de proyectos como el que nos ocupa, vamos a seleccionar el equipo que mas se ajuste al sistema.

IV.7.1 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

La protección contra sobrecorriente se hará por medio de cortacircuitos-fusible los cuales serán instalados uno por fase en cada uno de los transformadores de distribución.

Para este tipo de sistemas, la Compañía de Luz y Fuerza recomienda utilizar el fusible S6k 1 a 100 dentro del cortacircuito D-23112, ambos especificados en las normas respectivas mencionadas en el capítulo III (Subtema III.4.1 Norma No. 2.0135 Fig. 3-27 y Norma No. 2.0159, Fig. 3-29); siendo suficientes para proteger sobrecorrientes y corto circuitos de 10 000 Amperes asimétricos (factor de asimetría = 1.4) y capacidades de corto circuito de 284 MVA.

Tomando en cuenta lo antes escrito, nuestro sistema queda completamente dentro del rango del equipo de protección dado que:

$$I_{cc1\phi} < I_{cc3\phi}$$

$$P_{cc1\phi} < P_{cc3\phi}$$

$I_{cc3\phi} = (2033.11) (1.4) = 2846.35$ Amp asimétricos

$P_{cc3\phi} = (80.994) (1.4) = 113.39$ MVA asimétricos

En lo concerniente a la corriente permanente de operación, la corriente de los fusibles se determina de acuerdo a la capacidad en KVAs de los transformadores de distribución instalados en la zona; esto es, si la capacidad de los transformadores es de 75 KVA su corriente permanente será de $I=1.88$ Amp., resultando un fusible S2 cuya corriente permanente es de 2 Amp. (Ver Capítulo III, Norma No. 2.0135, Tabla No. 1, - Fig. 3-27).

IV.7.2 PROTECCION CONTRA SOBREVOLTAJE

Dado que la colonia motivo de este proyecto se encuentra en una zona arbolada y debido a que la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica a la colonia está supeditada a una red aérea, la protección contra sobrevoltaje es de fundamental importancia. El tipo de falla más frecuente que puede ocurrir, por la ubicación del servicio, es la de una descarga atmosférica; considerando también que pueden ocurrir fallas por presencia de objetos extraños sobre las líneas, - ramas de arboles, lluvia, etc. La protección a emplear contra sobrevoltajes es el pararrayos de tipo autovalvular para una tensión de operación de 23 KV y nivel básico de impulso (NIB) de 150 KV, el resto de las características se dan en -

en el capítulo III, (Subtema III.4.3 Norma No. 2.0489, Fig. 3-31).

Se van a instalar tres pararrayos, uno por fase, en cada uno de los transformadores de distribución. Los pararrayos se conectan a tierra a través de un conductor de cobre desnudo calibre 1/0 AWG y una varilla de tierra (ver subtema II.4.5, norma No. 2.0185, Fig. 3-33) instalada al pie del poste. En esta forma la onda de sobretensión producida por las descargas atmosféricas se derivan a tierra por una trayectoria de baja impedancia.

IV.8 ACOMETIDAS Y MEDICION

Las acometidas son las encargadas de conectar las instalaciones particulares de los consumidores a las líneas de suministro.

Esta conexión, siempre debe ser realizada por personal de la compañía, y en todo caso debe ser prevista de su respectivo medidor, lo cual requiere la celebración propia de un contrato, cualquier conexión realizada por personal ajeno a la empresa, es considerada fraudulenta y se expone a la sanción que prescribe la ley.

Las acometidas son del voltaje estipulado en el con

trato de servicio y de magnitud adecuada al monto del mismo.

Servicios domésticos. Las acometidas para estos servicios son monofásicas dos hilos, siendo su longitud, dentro del predio, de cinco metros como máximo y la longitud total de la acometida no debe ser mayor de 30 metros por norma. El tipo de cable utilizado para este proyecto es, según Compañía de Luz, el cable CCE No. 10, norma No. 2.0216 Fig. 3-5- (Ver capítulo III). Este tipo de cable es utilizado en acometidas aéreas y consiste en un conductor sólido de alambre de cobre, en el centro y, alrededor de él, después de un aislamiento de policloruro de vinilo rojo, va un conductor en espiral de alambre mucho más delgado, que en conjunto totaliza la misma cantidad de cobre del conductor central. Una capa de aislamiento de papel, más una cubierta de polietileno negro, completan el conductor. Se trata, en efecto, de un conductor excesivamente grueso y pesado para su calibre, que sólo encuentra su justificación en que proporciona una cierta protección contra el robo de energía antes del medidor, ya que quien desee violar este cable, provoca inevitablemente un cortocircuito.

Para efectos de medición se instalan waththorímetros de 5 amperes, teniendo éste una corriente de 25 amperes, efectuando la conexión del medidor al interruptor del cliente con cable concéntrico No. 10. (Norma No. 2.0461, Fig 3-26).

Servicios de Alumbrado Público.- El alumbrado público de la colonia será en derivación múltiple con un total de 250 lámparas de vapor de sodio de 250 W c/u a 220 Volts-entre fases y con protección a los circuitos de alumbrado con interruptores termomagnéticos cuya capacidad nominal es de 30 amperes.

La alimentación del alumbrado público se da en los circuitos de baja tensión y se prevee instalar una lámpara en cada poste.

Para este tipo de cargas no se instalan watthorimetros, ya que el cobro por consumo se efectúa aplicando una cuota fija por unidad de alumbrado.

Procedimiento para instalar una acometida domiciliaria: Las acometidas parten del poste, apoyadas en un herraje especial en forma de anillo y se apoyan en la fachada del servicio, procurando la altura reglamentaria sobre todo cuando cruzan la calle. Nunca se realizan acometidas a medio tramo.

Una vez colocada la acometida sobre la fachada del consumidor, el cable se sujeta por medio de grapas a la pared y se introduce dentro de la caja a través de un tubo pa samuro de poliducto de 19 mm (3/4"), llegando al medidor.

Al efectuar la conexión de la acometida, el método a seguir es:

- a). Separar las fases, en donde va a efectuarse la conexión, mediante cuñas de madera.
- b). Remover el aislamiento mediante un cuchillo de electricista.
- c). Hacer la conexión eléctrica.
- d). Aislar mediante cinta plástica la fase en el punto de conexión.
- e). Cubrir esta parte mediante un pequeño tramo de poliducto, afianzándolo con cinta de vinilo y rematadas en cada extremo.
- f). Sellar el aislante.
- g). Conectar el neutro.
- h). Formar la corbata y fijarla en el anillo.

Reglamento de instalaciones. Tanto las instalaciones de la Compañía de Luz como las particulares, deben respetar las ordenanzas del reglamento de la ley del servicio público de energía eléctrica.

CAPITULO V

ESTUDIO ECONOMICO

V.1 CONCEPTOS ADMINISTRATIVOS

El anteproyecto realizado lleva como objetivos -- principales ser eficiente y confiable, pero como una realización de la Ingeniería, también se busca que sea económicamente viable para su construcción de tal manera que los pro pósitos se alcancen al menor costo posible.

Para nuestro caso únicamente nos limitaremos a hacer un estudio económico del presupuesto de nuestro diseño, y no un análisis económico, ya que éste se desarrollo bajo un nivel de calidad determinado por normas y especificaciones perfectamente definidas en cuanto a materiales, equipos y criterios de diseño utilizados. Con esta base el análisis económico tendría lugar siempre y cuando se conocieran los

proyectos y presupuestos de otras compañías con diferentes calidades de ingeniería y materiales.

Todos los sistemas eléctricos deben ser juzgados de acuerdo a su confiabilidad y a sus resultados financieros, es decir todo proyecto eléctrico se elabora cuantificando la cantidad de material y el costo del mismo valorizando la mano de obra de acuerdo con la magnitud de material a instalar, gastos indirectos y margen de utilidad, considerando los siguientes elementos:

- a) Precio unitario del material.- Esto puede ser el precio de lista del mercado o el precio con descuento que tendrá la compañía.
- b) Costo de mano de obra.- Este se calcula sacando un porcentaje del precio unitario del material y el cual es fijado por la compañía, dadas las condiciones y riesgos donde se ejecute la obra.
- d) Costo de gastos indirectos.- Estos varían en las empresas de acuerdo con su volumen y calidad de trabajo, normalmente se estiman tomando en cuenta los gastos realizados por concepto de: proyectos, dibujos, copias, planos definitivos, transporte de

personal, viáticos, supervisión de la obra, etc.

d) Gastos de administración.- Estos comprenden el aplicar a la obra los gastos de acuerdo a las necesidades de la empresa, en cuanto a personal administrativo, teléfonos, renta, papelería, facturación, impuestos, etc., que normalmente aumentan en proporción al incremento de la empresa y se calcula su monto los conceptos a, b y c, la compañía fija un nuevo porcentaje de dicha suma, el cual será el costo de los gastos de administración.

e).- Utilidad.- Este factor determina si la compañía marcha correctamente o con pérdidas, según economistas se debe tener un mínimo de 10% de utilidad por cada 100% invertido y ente se calcula también su monto los conceptos a, b, c y d, y sacando un nuevo porcentaje fijado por la compañía.

V.2 PRESUPUESTO DEL MATERIAL

El costo por este concepto es la suma de los precios de todos y cada uno de los materiales que se utilizarán en la red de distribución A.T. y B.T. y acometidas como se presenta a continuación:

V.2.1 RED DE DISTRIBUCION A.T. y B.T.

MATERIAL PARA INSTALAR

PART.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUB-TOTAL
1.-	Abrazadera 6U	Pza.	82	6,248	512,336
2.-	Abrazadera 7U	Pza.	18	6,617	119,106
3.-	Abrazadera 8U	Pza.	18	6,879	123,822
4.-	Abrazadera 9U	Pza.	36	6,915	248,940
5.-	Abrazadera 7BB	Pza.	2	6,095	12,190
6.-	Abrazadera 6BL	Pza.	208	5,870	1'220,960
7.-	Abrazadera 7BL	Pza.	64	6,282	402,048
8.-	Abrazadera 6PP	Pza.	162	5,688	921,456
9.-	Abrazadera 7PP	Pza.	56	6,095	341,320
10.-	Aislador A56-2	Pza.	375	40,110	15'041,250
11.-	Aislador CARR.B53-3	Pza.	27	2,640	71,280
12.-	Aislador S52-3	Pza.	36	24,500	882,000
13.-	Aislador TB54-1	Pza.	33	6,634	218,922
14.-	Aislador TR54-4	Pza.	20	12,530	250,600
15.-	Anillo CM-7	Pza.	1	16,936	16,693
16.-	Anillo RET 6	Pza.	10	11,513	115,130
17.-	Anillo RET 7	Pza.	10	12,506	125,060
18.-	Alambre ALD 4	Mts.	200	655	131,000
19.-	Alambre CUD 4	Mts.	31,950	2,978	95'147,100
20.-	Alfiler 234	Pza.	375	4,223	3'458,625
21.-	Apartarrayos D.V. 23	Pza.	27	184,000	4'968,000

PAR.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUB-TOTAL
22.-	Bastidor 84	Pza.	352	25,469	8'965,088
23.-	Cable Acero Galv. 1/2	Mts.	395	7,055	2'786,725
24.-	Cable acero Galv. 5/16	Mts.	27	2,811	75,897
25.-	Cable ACSR-2	Mts.	7,630	1,610	12'284,300
26.-	Cable CUD - 1/0	Mts.	2,405	7,809	18'780,645
27.-	Cable Guía Transf. 1/0 C	Pza.	18	60,800	1'094,400
28.-	Cable Guía Transt. 1/0 c	Pza.	18	35,900	646,200
29.-	Calavera con ojo	Pza.	12	8,000	96,000
30.-	Conector Canal E 1/0-2AL	Pza.	27	1'470	39,690
31.-	Conector Canal TI- 1/0 CU	Pza.	27	8,000	216,000
32.-	Conector Canal C 2/0-2/0 CU	Pza.	9	1,923	17,307
33.-	Conector de Div. 1 1/0 al	Pza.	66	1,654	109,164
34.-	Cortacircuitos Fus D-23-112	Pza.	27	98,400	2'656,800
35.-	Cruceta 40	Pza.	13	41,808	543,504
36.-	Cruceta 43	Pza.	41	41,604	1'705,764
37.-	Cruceta 43 R	Pza.	4	41,604	166,416
38.-	Cruceta 43 DR.	Pza.	66	41,604	2'745,864
39.-	Cuchilla 23-601	Pza.	6	399,200	2'395,200
40.-	Dado 46	Pza.	119	12,500	1'487,500
41.-	Dado 47	Pza.	35	14,650	512,750
42.-	Dado 68	Pza.	9	21,896	197,064
43.-	Dado 69	Pza.	18	21,896	394,128
44.-	Eslabon Fus-S2	Pza.	27	168,903	4'560,381
45.-	Gancho Bola	Pza.	12	11,220	134,640
46.-	Grapa T 2/0 A	Pza.	12	21,000	252,000

PART.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUB-TOTAL
47.-	Grapa C 1/o	Pza.	42	8,500	357,000
48.-	Piedra Brasa	(Mts) ³	60.5	20,000	1'210,000
49.-	Concreto ciclopeo	(Mts) ³	2.25	20,000	45,000
50.-	Plataforma 7 A	Pza.	9	295,630	2'660,670
51.-	Poste CR-6	Pza.	3	233,369	700,107
52.-	Poste CR-9	Pza.	170	274,353	46'640,010
53.-	Poste CR-12	Pza.	69	471,413	32'527,497
54.-	Poste CR-12E	Pza.	9	830,602	7'475,418
55.-	Remate CHG 1/2	Pza.	60	7,055	423,300
56.-	Remate Pref. ACSR-2	Jgo.	75	7,736	580,200
57.-	Rollo H	Pza.	9	1,490	13,410
58.-	Rozadera 4	Pza.	1	3,500	3,500
59.-	Tierra 1C	Jgo.	36	24,000	864,000
60.-	Tomapuntas 10	Pza.	2	9,935	19,870
61.-	Tornillo Maq. 5/8 X 1 1/2	Pza.	24	1,592	38,208
62.-	Tornillo Maq. 5/8 X 14	Pza.	94	1,700	159,800
63.-	Tornillo Maq. 5/8 X 16	Pza.	234	1,911	447,174
64.-	Tornillo ojo 16 X 51	Pza.	18	5,987	107,766
65.-	Tornillo ojo 16 X 178	Pza.	12	6,415	76,980
66.-	Transformador TDIF, T.POSTE, 23 BT-75.	Pza.	9	8'990,000	80'910,000
67.-	Zapatas C 1/o - CU	Pza.	12	2,500	<u>30,000</u>

SUB- TOTAL \$362'481,418

MATERIAL P/INSTALAR

V.2.2 RED DE DISTRIBUCION EXISTENTE A.T. y B.T.

MATERIAL PARA RETIRAR

PART.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUB-TOTAL
1.-	Aislador A56-2 6/Alf.	Pza.	18	19,690	354,420
2.-	Anillo CM-7	Pza.	3	6,774	20,322
3.-	Bastidor 84	Pza.	1	10,188	10,188
4.-	Cruceta 63	Pza.	6	17,953	107,718
5.-	Dado 66	Pza.	3	6,415	19,245
6.-	Poste C-35	Pza.	1	109,741	109,741
				SUB- TOTAL	<u>\$621,634</u>

MATERIAL P/RETIRAR

V.2.3 TRANSPORTE DE MATERIALES

T. DE MATERIAL PARA INSTALAR	\$78'497,100
T. DE MATERIAL PARA RETIRAR	\$ 177,300

V.2.4 TOTAL DE MATERIAL DE RED A.T. y B.T.

SUB-TOTAL DE MATERIAL P/INSTALAR	\$362'481,418
SUB-TOTAL DE MATERIAL P/RETIRAR	- \$ 621,634
TRANSP. MATERIAL P/INSTALAR	+ \$ 78'497,100
TRANSP. MATERIAL P/RETIRAR	+ \$ <u>177,300</u>
TOTAL DE MATERIAL DE RED A.T. y B.T. =	\$441'777,452

V.3 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA Y TOTAL DE RED A.T. y B.T.

De acuerdo con salarios que rigen a los trabajadores -
de la compañía de Luz y Fuerza del Centro S.A., la empresa -
aporta la siguiente aproximación de acuerdo con la S.P. -
18246-A,B. calculado en LRR-91-2-22 Cat. Mat. Ene. 91.

Labor de instalación	\$ 523'314,000
Labor de retiro	\$ 1'182,000
Labor total	\$ 524'496,000

En las cantidades anotadas, ya se han tomado en cuenta los conceptos administrativos enunciados en el inciso (V.1). y afectan de la siguiente forma:

- a). Sub-total mano de obra (según catálogo de conceptos)
- b). Supervisión local 10% de (a)
- c). Suma (a + b)
- d). Sup.Gral.de oficinas centrales de control de personal, materiales, costos, programación de obras y estadísticas 32% de (a)
- e). Suma (c+d)
- f). Imprevistos 10% de (a)
- g). Suma (e+f)
- h). Administración General de compañía 4.914% de (g)
- i). Suma (g+h)

j). Prestaciones 75.9% de (i)

k). Suma (i+j) = Labor total = \$ 524'496,000

l). Materiales total = \$ 441,777,452

Total (k+l) = = \$ 966'273,452

V.3.1 ACOMETIDAS Y MEDIDORES MATERIAL P/INSTALAR

PART.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUB-TOTAL
1.-	Anillo CM-6	Pza.	170	18,184	2'751,280
2.-	Anillo CM-7	Pza.	69	16,936	1'168,584
3.-	Caja M 115	Pza.	1,158	3,078	3'564,324
4.-	Cable CCE # 10	Mto.	29,125	3,582	104'325,850
5.-	Estribos CM2	Pza.	9	17,254	155,286
6.-	Remates prefabricados CCE#10	Jgo.	2,230	2,834	6'319,820
7.-	Soportes CML	Pza.	1,138	1,307	1'513,506
8.-	Tornillo Máquina 5/8 "x7"	Pza.	9	1,331	11,979
9.-	Wattthorimetro monofásico S-100	Pza.	1,158	98,801	114'411,558

V.2.11 Acometidas y medidores
material P/Retirar

V.2.12 Transporte de materiales
T. Material P/Instalar

43'179,600

V.2.13 TOTAL DE MATERIAL ACOMETIDAS Y MEDICION

SUB-TOTAL MATERIAL P/INSTALAR 234'222,187

TRANSPORTE MATERIAL P/INSTALAR 43'179,600

TOTAL DE MATERIALES P/INSTALAR 277'401,787

V.3.2 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA Y TOTAL
DE ACOMETIDAS Y MEDICION.

De acuerdo con salarios que rigen a los trabajadores de la compañía de Luz y Fuerza del Centro S.A., la empresa aporta la siguiente aproximación de acuerdo con la S.P. 18246-A B). calculado en LRR - 91-2-22 CAT. MAT. ENE 91.

LABOR DE INSTALACION	\$ 287'864,000
LABOR DE RETIRO	\$ 00
LABOR TOTAL	\$ 287'864,000

En las cantidades anotadas, ya se han tomado en cuenta los conceptos administrativos enunciados en el inciso (.1) y afectan de la siguiente forma:

- a). Sub-total mano de obra (según catálogo de conceptos)
- b). Supervisión local 10% de (a)
- c). Suma (a+b)
- d). Sup. Gral. de Oficinas centrales de control de per-

sonal, materiales, costos, programación de obras y estadísticas 32% de (a).

- e). Suma (c + d)
- f). Imprevistos 10% de (a)
- g). Suma (e + f)
- h). Administración general de compañía 4.914% de (g)
- i). Suma (g + h)
- j). Prestaciones 75.9% de (i).
- k). Suma (i + j) = Labor total = \$287'864,000
- l). Materiales total. = \$277'401,787.
- TOTAL (k+l) = \$565'265,787.

V.4 COSTO TOTAL DE LA OBRA.

Para determinar el costo total de la obra, sumamos - los totales de materiales y mano de obra de la siguiente - forma:

DESCRIPCION	COSTO MATERIAL	COSTO MANO DE OBRA
RED DE DISTRIBUCION	441'777,452	524'496,000
ACOMETIDAS Y MEDIDORES	277'401,787	287'864,000
SUB-TOTALES	\$ 719'179,239	\$812'360,000
TOTAL DE LA OBRA	\$1'531'539,239.	

C O N C L U S I O N E S

El objetivo principal que originó la idea para el desarrollo de este proyecto, fué el de diseñar un sistema que suministrara energía eléctrica a una zona en particular de la Cd. de México que careciera de este servicio; se encontró el lugar más adecuado en el área abarcada por la Colonia "Los Hornos" ubicada al Sur de la Ciudad, en la Delegación Política de Tlalpan, siendo éste un lugar típico de las afueras de la ciudad que requiere de un sistema de suministro de energía eléctrica eficiente y seguro.

Al concluir el diseño del proyecto pensamos que el objetivo principal se ha cumplido. El presente trabajo satisface los requerimientos técnicos necesarios para una operación eficiente y segura, tanto para los habitantes de la zona como para el sistema mismo.

Un aspecto importante digno de hacer notar es que la implementación de esta estructura de distribución de energía eléctrica es muy económica en comparación con otras estructuras; por ejemplo, comparada con una estructura de distribución subterránea su costo es del orden de ocho veces menor, además que el tiempo de montaje se reduce considerablemente.

Por lo anterior, el tipo de proyecto que se ha presentado es una de las alternativas más recomendables para instalar en zonas semiurbanas de cualquier parte de la República haciendo las adecuaciones necesarias según las características del lugar y del sistema que se tenga en esa zona.

Algo que queremos mencionar es que para poder diseñar correctamente el proyecto, tuvimos la oportunidad de poner en práctica los conocimientos básicos de la Ingeniería Eléctrica, adquiridos en las aulas de nuestra Facultad, por lo cual, en este sentido, nos sentimos satisfechos.

BIBLIOGRAFIA

Diseño de Subestaciones Eléctricas

José Raúl Martín

McGraw Hill de México, S.A. de C.V.

1990 México

Sistemas de Distribución

Roberto Espinosa y Lara

Noriega Limusa

1990 México

Redes Eléctricas

Jacinto Viqueira Landa

Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.

1986. México

Catálogo General Condumex

Edición 1990

Grupo Integral Gráfico, S.A.

1990 México.

Líneas de Transmisión y Redes de Distribución
de Potencia Eléctrica Vol. 1 y Vol. 2

Gilberto Enriquez Harper

Limusa S.A.

1983. México

Sistemas Eléctricos de Distribución**Roberto Espinoza y Lara****Fac. de Ingeniería UNAM****1987, México****Instalaciones y Líneas Eléctricas****(Equipo Eps Zaragoza)****Jose Luis Ruiz, Ed. Bruño****1970, Barcelona España****Normas de Materiales y Equipos de la****Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.****Normas de Trabajo Instalación y Mantenimiento en un****Sistema de Distribución Aéreo****Hernández Alvarado Francisco****1983, UNAM****Selección de Apartarrayos en alta Tensión****Torres Rojas Miguel****1990, UNAM.**