



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICISTA



FALLA DE ORIGEN

DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION MIXTA,
PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA
A UN FRACCIONAMIENTO.

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICO

P R E S E N T A N :

GONZALEZ MARTINEZ GUSTAVO

HERNANDEZ MENDEZ J. ANGEL

ASESOR: ING. OSCAR CERVANTES T.



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.

FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Diseño de una red de distribución mixta, para el suministro
de energía eléctrica a un fraccionamiento".

que presenta el pasante: Gustavo González Martínez
con número de cuenta: 8533887-0 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :
José Angel Hernández Méndez

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 3 de Enero de 199 5

| | | | |
|------------------|--|---------------------|--------|
| PRESIDENTE | Ing. <u>Esteban Corona Escamilla</u> | <u>E Corona</u> (C) | 3-7-95 |
| VOCAL | Ing. <u>José Juan Contreras Espinosa</u> | <u>JCE</u> | 3-7-95 |
| SECRETARIO | Ing. <u>Oscar Cervantes Torres</u> | <u>OCT</u> | 3-7-95 |
| PRIMER SUPLENTE | Ing. <u>Casildo Rodríguez Arciniega</u> | <u>CRA</u> | 3-7-95 |
| SEGUNDO SUPLENTE | Ing. <u>Francisco Gutierrez Santos</u> | <u>FGS</u> | 3-7-95 |

FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Diseño de una red de distribución mixta, para el suministro de energía eléctrica a un fraccionamiento".

que presenta el pasante: José Angel Hernández Méndez
con número de cuenta: 8602604-0 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :
Gustavo González Martínez

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 3 de Enero de 1995

| | | | |
|------------------|--|------------------|--------|
| PRESIDENTE | Ing. <u>Esteban Corona Escamilla</u> | <u>Elorana E</u> | 3-1-95 |
| VOCAL | Ing. <u>José Juan Contreras Espinosa</u> | <u>Se</u> | 2-1-95 |
| SECRETARIO | Ing. <u>Oscar Cervantes Torres</u> | <u>Hernández</u> | 2-1-95 |
| PRIMER SUPLENTE | Ing. <u>Casildo Rodríguez Arciniega</u> | <u>Arg</u> | 2-1-95 |
| SEGUNDO SUPLENTE | Ing. <u>Francisco Gutierrez Santos</u> | <u>[Firma]</u> | 2-1-95 |

AGRADECIMIENTOS

**LE DOY GRACIAS A DIOS Y A LA VIRGEN DE GUADALUPE POR
PERMITIRME TERMINAR MI CARRERA CON BIEN , YA QUE NUNCA ME
OLVIDARON.**

**GRACIAS DIOS.
GRACIAS VIRGENCITA.**

**GRACIAS A MIS PROFESORES YA QUE BRINDARON SUS
CONOCIMIENTOS . Y SOBRE TODO AL ING. OSCAR CERVANTES YA QUE
SIEMPRE ESTUVO CON NOSOTROS A LO LARGO DE NUESTRO PROYECTO.**

DEDICATORIAS.

A MIS PADRES :

CON TODO MI AMOR PARA MIS PAPAS YA QUE ESTE LOGRO NO ES UNICAMENTE MIO , SINO DE ELLOS TAMBIEN , YA QUE SIN SU APOYO , ESFUERZO Y CONSEJOS NO LO HUBIERA PODIDO LOGRAR. LOS QUIERO MUCHO !!!

**GRACIAS PAPA...
GRACIAS MAMA...**

A MIS HERMANOS :

PARA MIS HERMANOS. PORQUE SIEMPRE ME AYUDARON A LLEVAR HASTA EL FIN ESTE PROPOSITO QUE ME HABIA IMPUESTO, CON TODO MI AMOR Y ADMIRACION ...

**GRACIAS ANTONIO...
GRACIAS CARLOS...
GRACIAS DULCE...
GRACIAS MARCO...**

PARA ALGUIEN MUY ESPECIAL QUE ME BRINDO SU APOYO Y CARINO PARA PODER REALIZAR ESTA TESIS. A MI NOVIA...

GRACIAS ELIZABETH...

PARA MIS PROFESORES Y AMIGOS QUE ESTUVIERON CONMIGO A LO LARGO DE TODA LA CARRERA , EN ESPECIAL A FELIPE, GLORIA, PACO, AVIEL , JORGE Y PEPE, LENIN Y CARLOS MEDINA Y SOBRE TODO A MI COMPAÑERO DE TESIS ANGEL , YA QUE ESTE LOGRO ES DE LOS DOS.

GUSTAVO GLEZ.MTZ.

DEDICATORIAS:

A MIS PADRES:

*GORGONIO HERNANDEZ Y EUGENIA MENDEZ
por su apoyo, cariño y comprensión que siempre me
brindarán y con el cual he logrado terminar mi profesión.*

A MIS HERMANOS:

*BEATRIZ
Ma. CONCEPCION
CARLOS*

JOSE ANGEL.

AGRADECIMIENTOS:

Al Ing. OSCAR CERVANTES TORRES por toda la orientación y atención que tuvo para la elaboración de la tesis.

Así como a mi compañero GUSTAVO GONZALEZ, por su valiosa colaboración.

A la CIA. GYMSA ESTUDIOS DE PLANEACION REGIONAL S.A. DE C.V., por su apoyo otorgado para la realización de la presente.

GRACIAS.

JOSE ANGEL.

CONTENIDO.

CAPITULO I
INTRODUCCION.

CAPITULO II
CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE
DISTRIBUCION.

CAPITULO III
SISTEMAS DE PROTECCION.

CAPITULO IV
CARACTERISTICAS DE LAS CARGAS ELECTRICAS.

CAPITULO V
CALCULOS EN REDES DE DISTRIBUCION.

CAPITULO VI
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION.

CAPITULO VII
MATERIALES UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE LA RED DE B.T.

CAPITULO VIII
FORMAS DE SOLICITUDES Y COSTOS.

INDICE

CAPITULO I

| | |
|---------------------|----------|
| INTRODUCCION | 1 |
|---------------------|----------|

CAPITULO II

| | |
|--|-----------|
| 2.1.- Sistemas de distribución | 3 |
| 2.2.- Subestaciones de distribución | 3 |
| 2.3.- Red de distribución primaria | 4 |
| 2.3.1.- Estructuras de mediana tensión | 5 |
| 2.4.- Transformadores | 7 |
| 2.4.1.- Descripción | 7 |
| 2.4.2.- Conexiones internas conexiones externas | 8 |
| 2.5.- Red de distribución secundaria | 10 |
| 2.6.- Acometidas | 13 |
| 2.6.1.- Descripción | 13 |
| 2.6.2.- Partes | 13 |

CAPITULO III

| | |
|---|-----------|
| 3.1.- Introducción | 14 |
| 3.2.- Equipos de interruptores para sistemas de potencia | 14 |
| 3.3.- Protección contra sobretensiones | 19 |
| 3.3.1.- Generalidades | 19 |
| 3.3.2.- Elementos de protección de líneas aéreas | 20 |
| 3.3.3.- Protección de equipo eléctrico contra sobretensiones | 23 |
| 3.4.- Sistemas de tierras | 24 |
| 3.5.- Análisis y estudio del terreno | 25 |

CAPITULO IV

| | |
|--|-----------|
| 4.1.- Generalidades | 28 |
| 4.2.- Definición y conceptos | 28 |
| 4.3.- Clasificación de cargas | 31 |
| 4.4.- Características de las cargas | 35 |

CAPITULO V

| | |
|---|-----------|
| 5.1.- Generalidades | 41 |
| 5.2.- Cálculo del centro de carga | 41 |
| 5.3.- Cálculo de caída de tensión y porcentaje de regulación | 43 |
| 5.4.- Alimentador radial energizado en un extremo | 44 |
| 5.5.- Alimentadores con calibre escalonado | 45 |
| 5.6.- Alimentadores en anillo | 45 |

CAPITULO VI

| | |
|---|-----------|
| 6.1.- Generalidades | 47 |
| 6.2.- Diseño de redes mixtas | 47 |
| 6.3.- Diseño de redes de distribución para conjuntos habitacionales y fraccionamientos (etapa teórica) | 48 |
| 6.4.- Diseño de red de distribución para conjuntos habitacionales y fraccionamientos (etapa práctica) | 56 |

CAPITULO VII

| | |
|----------------------------|-----------|
| 7.1.- Generalidades | 90 |
| 7.2.- Ilustraciones | 90 |

CAPITULO VIII

| | |
|--|-------------------|
| <i>8.1.- Generalidades</i> | <i>141</i> |
| <i>8.2.- Solicitud de presupuesto</i> | <i>141</i> |
| <i>8.3.- Entrevista con el cliente o fraccionador</i> | <i>142</i> |
| <i>8.4.- Planos a utilizar en el diseño</i> | <i>143</i> |
| <i>8.5.- Costos de material y mano de obra</i> | <i>144</i> |

| | |
|----------------------------|-------------------|
| <i>CONCLUSIONES</i> | <i>148</i> |
|----------------------------|-------------------|

| | |
|----------------------------|-------------------|
| <i>BIBLIOGRAFIA</i> | <i>150</i> |
|----------------------------|-------------------|

CAPITULO I

INTRODUCCION

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I

INTRODUCCION

El descubrimiento del fenómeno de la inducción electromagnética por Faraday, en 1831 dió lugar al invento del generador eléctrico, el cual es el punto inicial de la electrotecnia cuyo desarrollo está íntimamente ligado al de los sistemas de la energía eléctrica.

Un sistema de energía eléctrica consiste de : una gran diversidad de cargas eléctricas repartidas en una región, de plantas generadoras para producir la energía eléctrica consumidas por las cargas, así como de una red de transmisión y de distribución para transportar esa energía eléctrica de las plantas generadoras a los puntos de consumo, además de todo el equipo adicional necesario para lograr que el consumo de energía se realice con las características de continuidad de servicio, de regulación de la tensión y control de la frecuencia requerida.

En la figura 1.1, se representa esquemáticamente los principales elementos de un sistema de energía eléctrica. En general las plantas generadoras están alejadas de los centros de consumo y conectadas a estos a través de una red de alta tensión, aunque algunas plantas generadoras pueden estar conectadas directamente al sistema de distribución.

La tensión se eleva a la salida de los generadores para realizar la transmisión de la energía eléctrica en forma económica y se reduce en la proximidad de los centros de consumo para alimentar el sistema de distribución a una tensión adecuada.

Esta alimentación puede hacerse directamente desde la red de transmisión, reduciendo la tensión en un solo paso al nivel de distribución, o a través de un sistema de subtransmisión o partición utilizando un nivel de tensión medio.

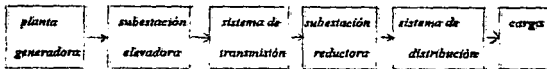


fig.1 Esquema de un sistema de energía eléctrica.

FALLA DE ORIGEN

Uno de los componentes más importantes de los sistemas eléctricos ya sea que pertenezcan a la industria privadas o estatales, es el sistema de distribución.

Los sistemas de distribución pueden adoptar diversas posiciones ya sea que la distribución se haga con líneas aéreas o subterráneas, con diversos arreglos de la topología del sistema: radial, en anillo o en red. Esto depende en gran parte de la densidad de carga en un área determinada y del tipo de carga.

Existen tres tipos de ingeniería en los que es posible dividir el diseño de los sistemas de distribución.

Diseño eléctrico. Tiene que ver principalmente con el comportamiento eléctrico satisfactorio del sistema y todos los aparatos que intervienen en el mismo. Enfocado desde este mismo punto de vista, un sistema de distribución que transmita la energía necesaria a un consumidor con una continuidad aceptable será un sistema aceptable.

Diseño económico. Debe comprender la investigación de los costos relativos, es decir, donde sea posible escoger más de un diseño que satisfaga al sistema desde el punto de vista eléctrico y mecánico; la decisión final se debe basar siempre en un cuidadoso estudio económico que optimice el resultado final. Otro aspecto que debe considerarse en el diseño económico y que cada vez adquiere mayor importancia es la calidad del servicio, en la que está inherente la confiabilidad del servicio.

Diseño mecánico. Forma parte del estudio de las obras civiles y elementos metálicos, de concreto, madera o material sintético en los que se instalan los sistemas, incluye la sección de materiales adecuados que reúnan los requisitos indispensables de resistencia mecánica, seguridad, aptitud, durabilidad y mantenimiento.

En la presente tesis se tratarán los tres aspectos de ingeniería fundamentales para el diseño de los sistemas de distribución mixta, para los cuales están trazados los objetivos de la presente tesis.

CAPITULO II

***CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE
DISTRIBUCION.***

CAPITULO II

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION.

2.1.- GENERALIDADES.

Los sistemas de distribución han sido siempre parte esencial de cualquier proyecto de generación y venta de energía eléctrica.

El sistema de distribución lo podemos definir como: el conjunto de elementos o equipos encargados de suministrar la energía desde una subestación de potencia hasta el usuario ,siendo su función el tomar de la fuente de energía eléctrica en bloque y distribuirla a los usuarios a niveles de tensión normalizadas y en las condiciones de seguridad exigidas por los reglamentos y normas.

En la figura 2.1 se muestra un sistema de distribución en forma general indicando sus partes más importantes.

2.2.- SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION.

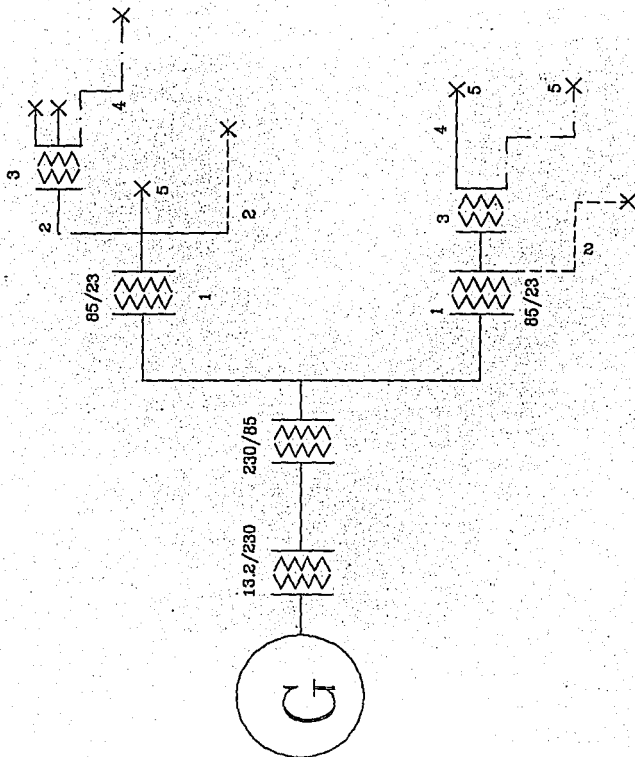
Uno de los elementos que tiene gran importancia dentro de los sistemas de distribución, es la subestación ,la cual se encarga de alimentar al sistema en su totalidad.

La subestación es un conjunto de aparatos eléctricos que sirven para elevar ,reducir, regular y distribuir la energía eléctrica a la red de distribución primaria

Las subestaciones las podemos clasificar de acuerdo a varios criterios por : su función, construcción, operación y por su arreglo.

Función: En elevadoras, reductoras, de enlace y rectificadoras (son para convertir corrientes).

Construcción: En interiores, exteriores y blindadas (utilizando hexafluoruro de azufre SF6 de aislante).



- 1- SUBESTACION DE DISTRIBUCION.
- 2- RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA.
- 3- TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION.
- 4- RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA.
- 5- ACOMETIDAS

Fig. 2.1 Diagrama de un sistema de distribución.

Operación: En convencionales(todo el equipo es controlado por el personal de base de la subestación) ò telecontroladas (se operan a control remoto y automáticamente desde un centro de control).

Capacidad: de 440/230 KV y de 230/ 85 KV (son de enlace).de 230/23KV, 85/23 y 85/6 Kv (de distribución), y de 23/6 KV (de enlace en distribución).

Arreglo: Las subestaciones se pueden conectar en : anillo o interruptor medio, doble interruptor, bus o seccionador, de doble barra y barra sencilla.

En la figura 2.2 se muestran los arreglos de las subestaciones de distribución.

2.3.- RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA.

La red primaria: es la encargada de llevar la energía eléctrica desde la subestación hasta los transformadores de distribución y acometidas de servicios de mediana tensión y se tienen los voltajes de : 6 KV, 13.2 KV, y 23 KV.

La red la podemos dividir en : Troncal y ramal.

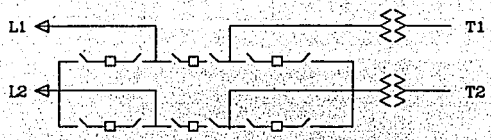
Troncal: Es el tramo de mayor capacidad, consta de conductores del tipo ALD-336, 556 y ACSR-336 para líneas aéreas. En líneas subterráneas se utiliza el conductor 23TC 1x240 y 6PT 3x250.

Ramal: Son las derivaciones del troncal y alimentan a los transformadores, los conductores son del tipo ACSR, calibre 1/0,2.

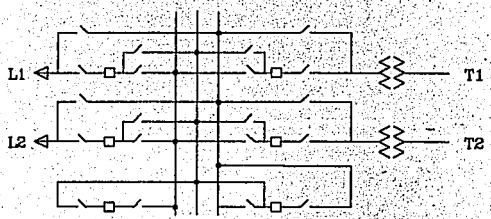
Según su forma de operación de la red la tenemos en :

Distribución radial: Es aquel en el que el flujo de energía tienen una sola trayectoria de la fuente a la carga, de manera que una falla en ésta produce interrupción en el servicio. este sistema es el más antiguo y comúnmente utilizado en el sistema de distribución de energía eléctrica, debido a su bajo costo y sencillez.

Distribución paralelo: En este sistema el flujo de energía se divide entre varios elementos, teniendo más de una trayectoria. Este tipo de sistema se utiliza sobre todo en redes de baja tensión, con este tipo de red se tiene una estructura sencilla en la red primaria donde las subestaciones están conectadas en derivación radial. La continuidad



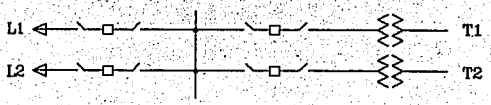
ARREGLO EN ANILLO



DOBLE BARRA CON BUS DE TRANSFERENCIA



DOBLE BARRA



BARRA SENCILLA

Fig. 2.2 Arreglo de las subestaciones.

esta asegurada en la red de baja tensión por medio de la operación en paralelo.

Por el tipo de construcción de la red se tienen los siguientes sistemas:

Sistema aéreo. El conductor y equipo se encuentran sobre una posteria, además su operación y construcción es sencilla y económica.

Sistema subterráneo. El conductor se encuentra enterrado, su construcción y operación es complicada y cara, además se utiliza por estética.

Sistema mixto. Este tipo de construcción es una combinación del tipo aéreo y del subterráneo.

2.3.1.- Estructuras de mediana tensión.

Las estructuras de mediana tensión que más se utilizan en la actualidad en los sistemas de distribución son:

a.- Estructura radial: aérea, mixta y subterránea.

b.- Estructura en anillos: abierto o cerrado.

c.- Estructura en doble derivación.

d.- Estructura de alimentadores selectivos.

A continuación daremos una descripción de estas estructuras para tener un panorama más amplio sobre su aplicación.

a.- Estructura radial:

La estructura radial es la que más se utiliza, aunque su continuidad se encuentra limitada a una sola fuente. Su sencillez de operación y bajo costo la hacen muy útil en muchos casos. Este tipo de estructura se utiliza en los tres tipos de construcción que existen: Aérea mixta y subterránea.

b.- estructura en anillos.

FALLA DE ORIGEN

Estructura en anillo abierto.

Esta estructura esta construida a base de bucles de igual sección, derivados de las subestaciones fuente, quedando las subestaciones de distribución alimentadas en seccionamiento.

Este tipo de red operan abiertos en algún punto que por lo general es el punto medio de la estructura, derivándose de ahí su nombre. Al ocurrir una falla se secciona el tramo dañado y así se evita la interrupción en todo el sistema. Esta estructura es recomendada en zonas con densidad de carga entre 5 y 15 MVA /Km² y el aumento de la carga es muy pequeño; por lo cual es aplicable para electrificar conjuntos habitacionales. Su estructura fundamental se muestra en la figura 2.3.

Estructura anillo cerrado.

La construcción de esta estructura es semejante a la anterior, con la diferencia que no existe punto abierto, su aplicación es en zonas amplias de densidad de carga. Su operación es más complicada pero su confiabilidad del sistema es mayor. En la figura 2.4 se muestra la estructura de anillo cerrado.

c.- Estructura en doble derivación.

Para esta estructura la disposición de los cables se hace por pares, siendo de sección uniforme para la red troncal y de menor calibre a los transformadores de distribución y servicio. Su aplicación es recomendable para zonas concentradas de carga y con densidades de 5 a 15 MVA / Km². Su aplicación más específica puede ser en zonas industriales , comerciales o turísticas, en las cuales se tiene la necesidad de doble alimentación para tener una elevada continuidad en el servicio.

Su operación se realiza en base a un esquema de alimentadores preferentes y emergentes con transferencias manuales o automáticas. Su operación se realiza en dos formas distintas :

- Trabajar todo el alimentador emergente sin carga.*
- Trabajar el alimentador emergente con la mitad de la carga.*

Las normas de diseño que caracterizan este tipo de red son las siguientes, las cuales son importantes:

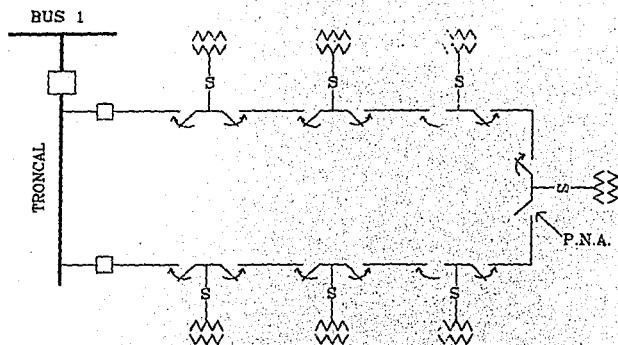


Fig. 2.3a Red en anillo con una fuente de alimentación.

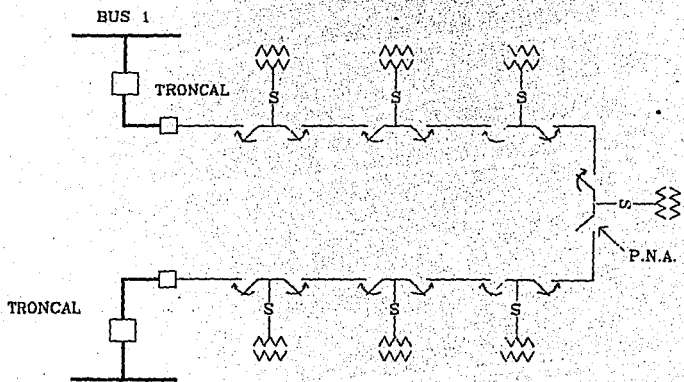


Fig. 2.3b Red en anillo con dos fuentes de alimentación.

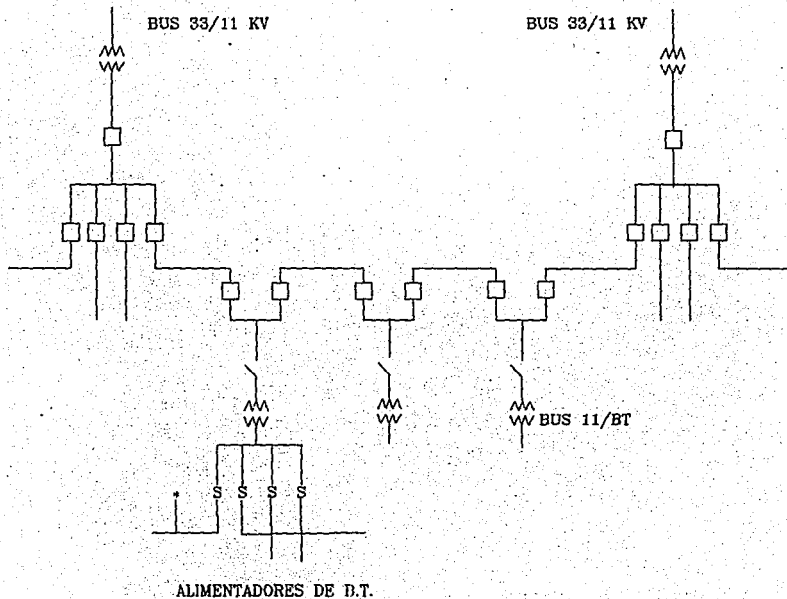


Fig. 2.4 Redes en anillo cerrado.

1.- El equipo de transferencia debe tener un mecanismo que impida la operación en paralelo de los dos alimentadores .

2.- Para obtener una mayor confiabilidad en el servicio es conveniente instalar los circuitos con rutas diferentes.

En la figura 2.5 se muestra una estructura con doble derivación.

e.- Estructura de alimentadores selectivos.

Esta red se constituye por cables troncales que salen de subestaciones diferentes y llegan a la zona por alimentar ; de dichos troncales se derivan los ramales que son de menor sección que van de un troncal a otro entrelazándose, bajo el principio de doble alimentación. Los transformadores de distribución se reparten por parejas de alimentadores troncales quedando conectados en seccionamiento(como se muestra en la figura 2.6).La protección consiste en interruptores que se instalan en la subestación de potencia a la salida de cada alimentador troncal y de fusibles limitadores para proteger al transformador.

La implementación de este tipo de estructura se recomienda para zonas donde las construcciones existentes estén siendo sustituidas por edificaciones que representen grandes concentraciones de carga y requieran un alto grado de confiabilidad, por lo cual se implantan en zonas de rápido crecimiento y densidades mayores de 15 MVA /Km².

2.4.- TRANSFORMADORES.

2.4.1.- Descripción.

El transformador acopla magnéticamente circuitos eléctricos distintos permitiendo intercambio de energía a diferentes niveles de voltaje o entre formas distintas de conexión. Dentro de esta función caben numerosas aplicaciones, como la de dar a la tensión de transmisión el valor adecuado definido por la potencia y la distancia.

Los voltajes de generación están entre 480 y 15,000 volts, generalmente y son, por lo tanto, muy pocas instalaciones que no requieran de un transformador.

Los transformadores se clasifican en:

a.- Potencia: los de más de 500 KVA o más de 69 KV.

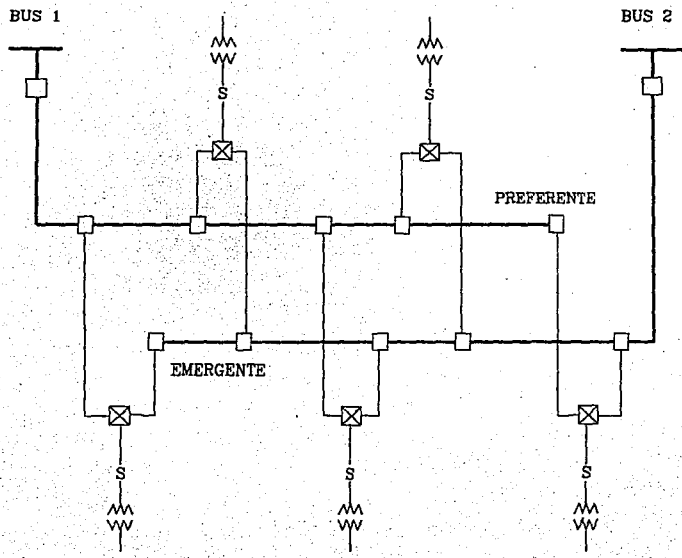


Fig. 2.5 Estructura en doble derivación.

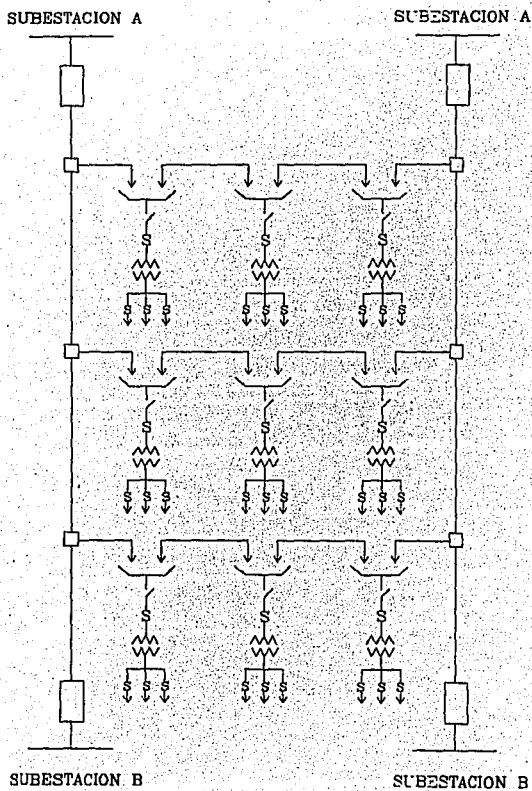


Fig. 2.6 Estructura de alimentadores selectivos.

b.- *Distribución: Los que no pasan de 500 KVA y de 69 KV.*

Dentro de la última clasificación conviene distinguir un tercer grupo:

c.- *Utilización: los de 200KVA o menos y de 15 KV o menos.*

La especificación de un transformador consiste de los siguientes datos fundamentales:

- 1.- *Número de fases.*
- 2.- *Capacidad en KVA.*
- 3.- *Frecuencia.*
- 4.- *Voltaje y nivel de aislamiento de cada circuito.*
- 5.- *Conexión interna o externa de cada devanado.*
- 6.- *Derivaciones (taps).*
- 7.- *Elevación de temperatura.*
- 8.- *Altura de operación.*
- 9.- *Medio aislante.*
- 10.- *Método de refrigeración.*
- 11.- *Características eléctricas.*
- 12.- *Características mecánicas.*
- 13.- *Dimensiones y peso límites.*
- 14.- *Equipo complementario.*

La selección de un transformador es la determinación de las características arriba mencionadas.

2.4.2.- Conexiones internas y conexiones externas.

Son recomendables algunas conexiones en ciertos casos, como las siguientes:

1.- Bancos o transformadores trifásicos para subtransmisión o distribución primaria con devanados de 34.5 Kv o más. La alta tensión suele conectarse en " estrella " por las siguientes razones:

a.- Reducción gradual del aislamiento entre la terminal de línea y el neutro y por consiguiente en el tamaño del transformador, economía que es apreciable especialmente para tensiones superiores de 69 KV.

b.- Neutro disponible para conectarlo a tierra y poder obtener protección y control para fallas a tierra. La instalación de reactores en el neutro, limita la corriente en las fallas a tierra hasta anularlas si se desea, aunque generalmente se reduce hasta valores suficientes para tener una operación sensible de los relevadores de tierra.

Teniendo un lado en "estrella", es recomendable conectar el otro en "delta" para eliminar armónicas en los voltajes y corrientes de línea y evitar los calentamientos adicionales que producen en el equipo y los efectos que causan en los circuitos de comunicación; y también para equilibrar las tensiones en el lado de la estrella.

2.- Bancos o transformadores para subestación alimentadora de un servicio industrial. La conexión delta - delta presenta aquí las siguientes ventajas:

a.- En el lado de alta, impide que el banco actúe como banco de tierra para el sistema que lo alimenta, en cuyo caso está expuesto a corrientes no controlables por el usuario y que pueden ser peligrosas para los transformadores.

b.- En el lado de baja, reduce considerablemente las corrientes. Cuando la tensión secundaria es de 480 V y la potencia de 1000 KVA o más, esto produce una economía en el costo del transformador y otra más apreciable aún en el costo de los conductores de distribución y equipo asociado a ellos, como interruptores y transformadores de corrientes.

Un defecto de esta conexión es no dar paso a corrientes de secuencia cero, que se originan en fallas desequilibradas.

3.- Transformadores de utilización. En éstos la conexión indicada es delta en lado de alta tensión y estrella en lado de baja, por las siguientes razones:

a.- La delta del lado de alta estabiliza el neutro del lado de baja e impide efectos perjudiciales en los circuitos de comunicación paralelos a los de fuerza, debido a terceras armónicas.

b.- La estrella en baja tensión permite la conexión monofásica de alumbrado.

2.4.3.- Transformadores de distribución.

a.- Tipo poste:

los transformadores tipo poste, están diseñados específicamente para aplicaciones donde la distribución de energía eléctrica es aérea o mixta. La aplicación convencional de

este tipo de transformadores es en la distribución eléctrica citadina, rural e industrial. se fabrican desde 10 KVA hasta 167 KVA, en unidades monofásicas, hasta clase 15 KV y en trifásicas desde 30 hasta 150 KVA, hasta clase 34.5 KV.

En el capítulo de materiales se muestra la figura de este tipo.

b.- Tipo estación:

Este tipo de unidades halla su aplicación principal en edificios comerciales, hoteles, hospitales, industrias y aquellos lugares donde la instalación del transformador sea en una subestación interior o intemperie sobre piso. Estos transformadores se fabrican desde 225 KVA hasta 500 KVA, hasta de clase 34.5 KV.

c.- Tipo pedestal:

Los transformadores tipo pedestal son unidades diseñadas para la distribución subterránea comercial o residencial de energía eléctrica que por su aspecto armonizan con la arquitectura moderna en fraccionamientos residenciales, centros comerciales, condominios, industrias, etc. Se fabrican en unidades monofásicas de hasta 15 KVA en clases 15 y 25 KV y en unidades trifásicas desde 45 hasta 750 KVA en clases 15 y 25 KV.

2.5.- RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA.

Las redes secundarias constituyen el último eslabón entre la subestación de generación y los consumidores. Los sistemas de baja tensión tienen diferentes arreglos en sus conexiones. Existe una gran diferencia entre los circuitos primarios y secundarios que afecta su operación: en los circuitos 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, al igual que el de mediana tensión, consiste en alimentadores secundarios que tienen su origen en la baja tensión de los transformadores, en cajas de distribución o buses de las subestaciones secundarias, llevando la energía hasta el lugar de consumo.

Hay tres estructuras de redes secundarias en el sistema de distribución.

1.- Radial sin amarres (aérea o subterránea).

2.- Red radial con amarres (Subterránea).

3.- Red mallada o automática en baja tensión (subterránea).

1.- Red subterránea.

En este tipo de red , cables de sección apropiada de acuerdo con la carga que alimentarán, parten en diferentes direcciones, desde el lugar donde se encuentra instalado el transformador constituyendo los alimentadores secundarios. En esta red una falla en el transformador o en algunos de los cables 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 consumidores haciendo empalmes en " Y " sobre él. En la figura 2.7 a y b se representa una red de baja tensión sin amarres.

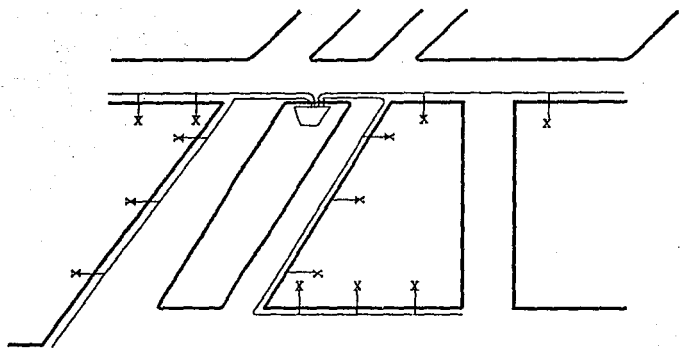
2.- Red radial con amarres.

En el sistema anterior una falla en el transformador o en el alimentador primario da por resultado la interrupción del servicio en toda el área alimentada por estos. Para solucionar esta situación, así como facilitar la maniobra de restauración del servicio cuando hay problemas en los cables secundarios, se instalan cajas de seccionamiento en los cables que van de un transformador a otro, estas cajas normalmente se colocan en las esquinas con el objeto de dar mayor flexibilidad en su conexión, al poder recibir hasta cuatro cables (figura 2.8).

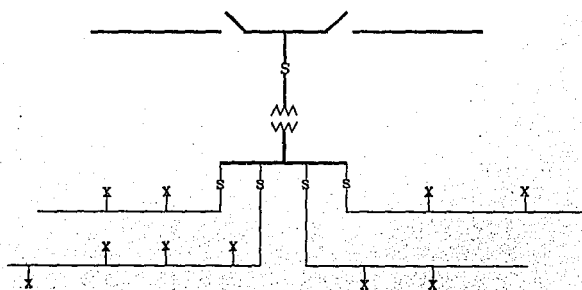
Al efectuarse la construcción de baja tensión debe tenerse cuidado en la secuencia de fases de los transformadores con el fin de hacer la transferencia de uno a otro , la secuencia no se invierta.

3.- Red mallada o red automática en baja tensión.

Este sistema de distribución se utiliza en zonas importantes de ciudades donde existe gran concentración de cargas uniformemente repartidas. Este sistema garantiza un servicio prácticamente continuo, debido a que las fallas en alta tensión y en los secundarios no afecta a los usuarios.



a)



b)

Fig. 2.7a y b Red radial subterránea sin amarres.

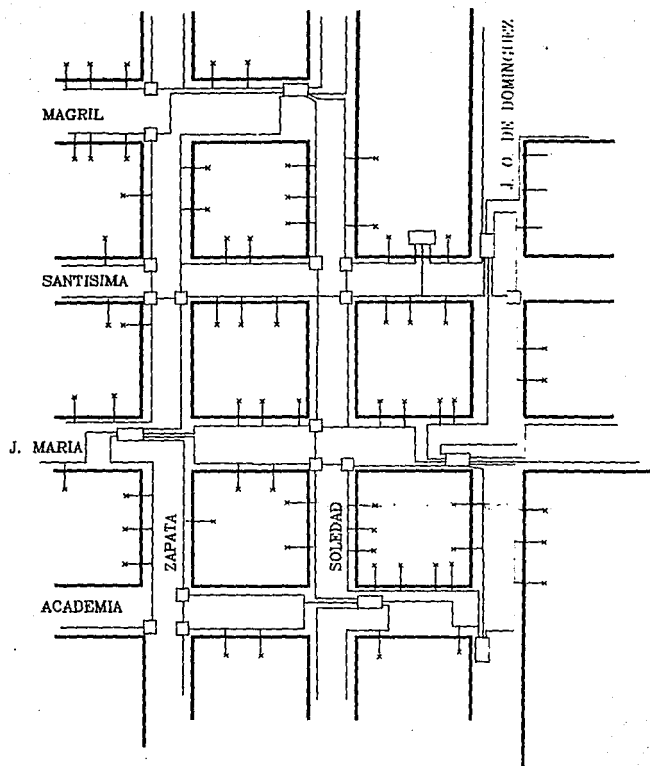


Fig. 2.8 Red radial de baja tensión con amarres.

Los elementos básicos de una red automática en B.T. se indica en la figura 2.9 . El punto de origen de dos o más alimentadores radiales sin enlace entre ellos es la subestación de distribución; estos alimentadores llegan a los centros de carga en el área de la red y son seccionados por medio de las cajas de desconexión o interruptores para llevar los ramales que alimentan directamente a los transformadores de la red.

Los transformadores de la red están conectados a los cables primarios de tal manera que transformadores adyacentes queden energizados por alimentadores diferentes. Un dispositivo desconectador , se instala en el lado de baja del transformador, el cual tiene la finalidad de evitar el retorno de energía de red de baja tensión a un punto de falla de la red de alta tensión, ya que cuando un alimentador primario falla el protector inmediatamente desconecta el transformador de la red de baja tensión; el lado de carga del protector de red se conecta a la red secundaria.

Cuando ocurre una falla en la red de baja tensión el cortocircuito es alimentado por todos los transformadores, provocándose una corriente de cortocircuito suficiente para evaporar en ese lugar el cobre de los conductores, truncándose 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.

La finalidad de este arreglo es que al existir una falla en alguno 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.

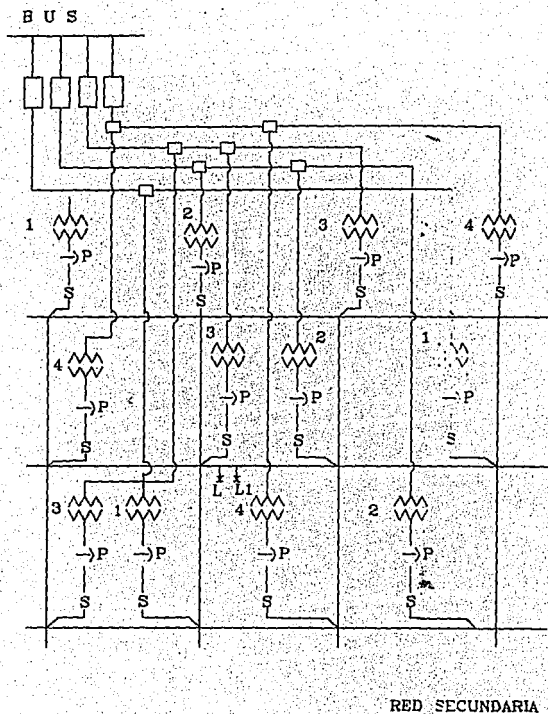


Fig. 2.9 Red mallada de baja tensión.

2.6.- ACOMETIDAS.

2.6.1.- Descripción.

La acometida es la parte final del suministro de energía por parte de la Compañía de Luz. Esta acometida se refiere a la interconexión por parte de el usuario , así sea, industrial, comercial, hospitalaria, domiciliaria, etc.

2.6.2.- Partes:

Las partes de que está constituida una acometida son:

a.- Cable.

b.- Equipo de medición.

a.- Cable.- el cable que generalmente se usa para acometidas domiciliarias es de un calibre BTC 1 x 15(sólo trataremos el uso de este cable por relacionarse con el tema al que nos referiríamos en la presente tesis).

La conexión del cable a la línea de baja tensión se utilizan dos tipos de conexiones:

i.- conexión por medio de un amarre. Este tipo de conexión se utiliza cuando la distribución de baja tensión es aérea.

ii.- Conexión por medio de conectores. Esta conexión es utilizada en líneas de baja tensión subterráneas. Este cable va instalado directamente en la tierra o en ducto.

b.- Equipo de medición. Este equipo va instalado dentro del domicilio, edificios, industrias, etc. Este equipo sirve para que la compañía suministradora tenga una cuantificación de la energía utilizada por parte de los usuarios.

Estos equipos llamados waththorímetros, se pueden instalar individualmente o en grupo (llamadas concentraciones). En el capítulo de materiales se muestra el tipo de waththorímetro utilizado dentro de nuestro proyecto.

CAPITULO III
SISTEMAS DE PROTECCION

CAPITULO III

SISTEMAS DE PROTECCION

3.1.- INTRODUCCION

En este capítulo presentaremos información de los requerimientos y aplicaciones de la mayoría de los aparatos usados en un sistema de distribución .

Los ingenieros de distribución deben hacer decisiones básicas al elegir el equipo para un determinado sistema eléctrico. Se deben considerar todos los problemas del sistema , tales como continuidad en el servicio, restablecimiento, seguridad, protección, coordinación, costos de aislamiento, costos de operación y mantenimiento, seguridad.

3.2.- EQUIPOS DE INTERRUPTORES PARA SISTEMAS DE POTENCIA.

Un interruptor se define como un utensilio usado para abrir y cerrar o cambiar las conexiones de un circuito. La clasificación general que usamos en este capítulo es referida, a interruptores, fusibles, interruptores termomagnéticos, y contactores.

Interruptores o switch:

Los tipos de switch normalmente usados en un sistema de distribución son:
1)Desconectores, 2) Switches de seguridad hasta 600 V, 3)Interruptores de carga,
4)Interruptores de transferencia.

Desconectores:

Estos son usados para aislar ó separar un circuito ó equipo de la línea principal. Debido a que no posee una característica de interrupción ó de protección contra arco, éste sólo se usa en circuitos previamente abiertos (sin carga).

Interruptores de seguridad:

Los interruptores de seguridad son usados para servicios de 600 V (hasta). Por lo general se encuentran con fusibles dentro de una caja.

Se fabrican para 2 ó 3 fases y su operación es a través de una palanca. Su empleo típico es como de medio de desconexión y protección después de los mediadores.

Los interruptores de seguridad con fusibles limitadores de corriente pueden ser utilizados con circuitos de 200, 000 A de corriente de falla de una falla simétrica.

Interruptores de carga:

Para servicios de hasta 600 V, un interruptor de carga es asociado con una subestación. Es la combinación de interruptores desconectores y los interruptores de carga para interrumpir las corrientes menores del rango nominal del interruptor. Los interruptores de carga son del tipo de aire o inmersos en un fluido.

El interruptor de aire para bajo voltaje está compuesto por: Un contactor en aire capaz de interrumpir corrientes de corto circuito, opera a base de energía almacenada en resortes, tres transformadores de corriente, relevadores 50/51 para detección de fallas entre cualquiera de las fases y tierra, y relevadores térmicos.

Fusibles:

Un fusible se define como un aparato protector de sobrecorriente, utilizando un conductor con calibración precisa para fundirse cuando la corriente que circula por él pasa de cierto límite. Entonces los fusibles cubren las funciones del sensor y del interruptor.

El elemento fusible está colocado dentro de una estructura con terminales y bases para su fijación con los aislamientos necesarios, los que limitan el nivel del voltaje. El fusible puede estar rodeado de aire, arena de cuarzo o algún otro material para enfriar los gases del arco y restablecer el medio eléctrico.

La calibración del fusible se hace en función de las pérdidas de energía por efecto Joule. La energía que produce la corriente nominal se disipa en el medio ambiente, y la temperatura no afecta las propiedades físicas del fusible. Si la corriente se mantiene durante cierto tiempo por arriba del valor nominal, la temperatura del elemento fusible alcanza su punto de fusión y se abre el circuito. La calibración esta hecha para cierta temperatura ambiente, por lo que la falta de ventilación puede modificarla.

La capacidad interruptiva, definida como el producto de la corriente de circuito por el voltaje que aparece en las terminales después de que el fusible abrió el circuito-voltaje de restablecimiento-, depende de la separación de las terminales que rodean al elemento.

En sistemas de distribución de mediana tensión - 2460 V hasta 34 KV- los fusibles son el medio de protección más utilizado; casi siempre se instalan en el primario de los transformadores de distribución y en la acometida de los usuarios. Este tipo de fusibles empleados en exteriores tienen una forma característica ; están fijados en un juego de cuchillas provistos de accesorios que les permiten también ser desconectados y conectados con una pértiga. Se le llama cortocircuitos y son muy populares porque sirven como protección y como medio de desconexión y conexión.

Los fusibles presentan las siguientes particularidades:

a) Son de una sola operación, ya que después de haber interrumpido la corriente o falla debe reponerse el fusible completo o su elemento conductor.

b) Son de operación individual ya que sólo interrumpen la corriente en la fase donde sucedió el cortocircuito o la sobrecarga.

c) Son baratos en comparación con otras protecciones.

d) Tienen un tiempo de operación bastante corto, por lo que resulta difícil coordinarlos con otros dispositivos de protección.

e) Tienen una potencia de protección contra cortocircuito superior a otras protecciones.

f) Son bastantes seguros y difícilmente operan sin causa.

Clases de fusibles:

Los fusibles se construyen de diferente forma, las más usuales son del tipo tapón o del tipo cartucho.

Fusibles de alto y mediano voltaje.

Son los voltajes normalmente utilizados en la industria y en la distribución. Para este tipo de fusibles se utilizan las normas ANSJ C37-46 y NEMA SG2. Los fusibles de potencia se caracterizan por:

1) Se utilizan en el primario de las estaciones y subestaciones.

2) Su construcción es diseñada para su fácil montaje en subestaciones.

3) Un fusible de potencia consiste de un fusible de apoyo más una unidad fusible. Los dos tipos básicos de fusibles son el de tipo de explosión y del tipo de limitadores de corriente.

Interruptores Termomagnéticos:

El interruptor termomagnético se utiliza con mucha frecuencia debido a que es, un dispositivo de construcción compacta que puede realizar funciones de conexión o desconexión, protección contra cortocircuito y contra sobrecarga en instalaciones de baja tensión (600 V):

Esta constituido por una caja moldeada con terminales y una palanca para su accionamiento. En el interior están los contactos (uno fijo y otro móvil) que tienen una cámara para la extinción del arco. El sistema de disparo trabaja a base de energía almacenada: Al operar la palanca para cerrar los contactos, se oprime un resorte donde se almacena la energía, al operar los dispositivos de protección se libera la energía, y la fuerza del resorte separa los contactos.

Restaurador:

El restaurador es un aparato que al detectar una condición de sobrecorriente interrumpe el flujo, y una vez que ha transcurrido un tiempo determinado cierra sus contactos, nuevamente, energizando el circuito protegido. Si la condición de falla sigue presente, el restaurador repite la secuencia de cierre-apertura un número de veces más (por lo general 4 veces). Después de la cuarta operación de apertura queda en posición de abierto definitivamente. Cuando un restaurador detecta una situación de falla abre en un ciclo y medio.

Esta rápida operación de apertura disminuye la probabilidad de daño de los equipos instalados en el circuito. Después de una, dos o tres (veces) operaciones rápidas el restaurador cambia a una operación de característica retardada. Tal disparo de retardo permite coordinar este aparato con otros dispositivos de protección.

Los restauradores tienen la característica de reestablecerse automáticamente.

En el diseño de esquemas de protección con restauradores se deben considerar las características de las redes e instalaciones de los clientes como:

1) Prevenir que fallas transitorias se conviertan en permanentes.

2) El suministro se debe reanudar tan pronto como sea posible para disminuir los inconvenientes a los clientes.

3) El tiempo de apertura debe ser tal que permita al dieléctrico recobrar sus propiedades aislantes.

4) El tiempo que la línea esté desenergizada debe ser tal que los motores de inducción sigan girando durante el periodo de interrupción.

5) Se debe proporcionar un elemento de detección de fallas a tierra en el restaurador.

6) La duración de la interrupción debe ser lo suficientemente grande para asegurar que los controles de los motores sincrónicos los desconecten antes de que se restablezca el servicio.

Los restauradores se pueden usar en cualquier parte del circuito primario de distribución. Los lugares más lógicos para su empleo son:

a) En la subestación de potencia que alimenta los circuitos de distribución.

b) Sobre la troncal para seccionarla e impedir que salga del servicio todo un alimentador cuando se presente una falla al extremo del alimentador.

c) En los puntos donde se unen las derivaciones troncales.

Los factores que se deben aplicar para considerar el uso de los restauradores son:

1) Tensión del sistema.

2) Máxima corriente de falla en el punto donde se instale el restaurador.

3) Mínima corriente de falla dentro de la zona que protege al restaurador.

4) Coordinación con otros dispositivos de protección.

5) Sensibilidad de fallas a tierra.

El restaurador debe tener una tensión nominal igual o mayor que la tensión del sistema. La capacidad de interrupción del restaurador debe ser igual o mayor que la

máxima corriente de cortocircuito en el punto donde se instala el restaurador. La capacidad nominal de conducción del restaurador se debe seleccionar de tal manera que sea igual o mayor que la corriente de carga del circuito.

Seccionalizadores:

La incorporación de este tipo de dispositivos de protección en alimentadores de distribución protegidos por interruptores o restauradores hace posible que las fallas puedan ser aisladas o seccionadas, confinando la zona de disturbio del alimentador a una mínima parte del circuito, y por tanto afectan solamente a los usuarios conectados a esa derivación.

Un seccionizador es un dispositivo de apertura de un circuito eléctrico que abre sus contactos automáticamente mientras, el circuito está desenergizado por la operación de un interruptor o restaurador.

Debido a que este equipo no está diseñado para interrumpir corrientes de falla, se utiliza siempre en serie con un dispositivo de interrupción.

3.3.- PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.

3.3.1.-Generalidades:

Con el fin de llevar a cabo una correcta protección de un sistema eléctrico, se deben conocer todos los parámetros del mismo, como pueden ser nivel de sobretensiones, equipo instalado, tipo de sistema aéreo o subterráneo, etc. Por lo cual en el presente tema analizaremos las protecciones contra sobretensiones. Las sobretensiones que se pueden presentar en un sistema de distribución se encuentran clasificadas en dos grupos:

- a) Sobretensiones de origen externo.
- b) Sobretensiones de origen interno.

Las sobretensiones externas son de origen atmosféricas y sus posibles causas pueden deberse a:

- 1) Descargas directas atmosféricas.

2) Voltaje inducido causados por descargas atmosféricas a tierra que ocurren cerca de la línea.

3) Sobrevoltajes inducidos electrostáticamente, causados por nubes cargadas electrónicamente.

4) Sobrevoltajes inducidos electrostáticamente, causados por fricciones entre pequeñas partículas de polvo existente en la atmósfera.

Las sobretensiones internas pueden ser de altas frecuencias o bajas frecuencias: Las sobretensiones de altas frecuencias se presentan cuando el estado estable de la red se modifica ya sea por operación de seccionamiento o por falla del sistema, la frecuencia resultante de esta falla se encuentra en la región de 20 KHz la cual dependerá de los valores de capacitancia e inductancia inherentes al circuito.

Las sobretensiones de bajas frecuencias, ocurren a la frecuencia normal de 60 Hz, estas sobretensiones se originan por la desconexión de alguna carga considerable y se presentan generalmente en el caso de una red larga de líneas de distribución.

La protección de los cables y equipo que conforman la red, se realiza con equipos como cuernos de arqueo, hilos de guarda, apartarayos y diseñar el aislamiento adecuado para los equipos. Estos dispositivos contra sobretensiones se clasifican en tres grupos:

- 1) Dispositivos que previenen la ocurrencia de una sobretensión.
- 2) Dispositivos que desvían de la línea a tierra.
- 3) Dispositivos que modifican la forma de onda de sobretensión, y absorben parte de su energía.

3.3.2.- ELEMENTOS DE PROTECCION DE LINEAS AEREAS.

A lo largo de la historia de la ingeniería de distribución de energía eléctrica se han empleado diversos elementos para proteger circuitos aéreos contra sobretensiones por descargas atmosféricas. Los elementos de protección más empleados para salvaguardar el aislamiento de las líneas aéreas de distribución son:

- a) Cuernos de arqueo.

b) Apartarrayos.

Cuernos de arqueo:

Los cuernos de arqueo se colocan en paralelo con el equipo que se desea proteger, seleccionando la separación entre electrodos de tal modo que sean capaces de soportar la tensión nominal más alta del sistema y produzcan la descarga cuando ocurra cualquier sobretensión. La aplicación de los cuernos de arqueo en redes de distribución se ha visto limitada debido a su incapacidad de auto extinguir la corriente de 60 ciclos que sigue a la corriente transitoria, produciéndose una falla a tierra que debe ser eliminada por la operación de los interruptores con recierre, esto causa una interrupción momentánea, que en muchos casos es indeseable, razón por la cual esta forma de protección se ha visto restringida en sistemas de distribución.

Apartarrayos

El empleo de apartarrayos para la protección contra sobretensiones en sistemas de distribución es sin duda el método que más se ha desarrollado a la fecha. En la actualidad el apartarrayos que más se utiliza, en el mundo y en México, para la protección contra sobretensiones en sistemas de distribución y su equipo son del tipo autovalvular y de óxido de zinc. Por tal motivo detallaremos sus características y aplicación en los sistemas de distribución.

Características y operación de los apartarrayos.

El apartarrayos tipo autovalvular consiste básicamente en un entrehierro y una resistencia no lineal, el entrehierro aísla la línea de tierra en condiciones normales de operación y tiene la capacidad de descargar corrientes transitorias a tierra con una tensión de descarga baja, por su parte la resistencia ofrece una alta impedancia a la corriente que sigue a la transitoria.

En la figura 3.1 se puede observar el aspecto exterior de este tipo de apartarrayos, en la figura 3.1b se observa el mismo apartarrayos solamente que conecta en este caso con cuernos de arqueo; y finalmente en la figura 3.1c se muestra la construcción interna de estos equipos.

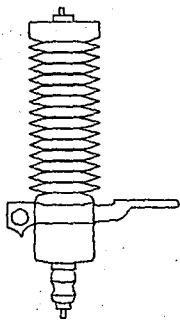


Figura 3.1 a

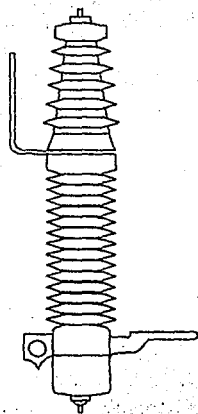


Figura 3.1 b

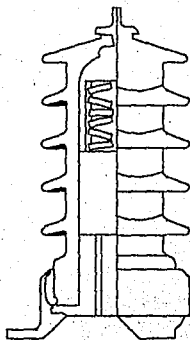


Figura 3.1 c

Fig. 3.1 Apartarrayos.

*Cuando los entrehierros flamean, las válvulas conducen una corriente aproximadamente igual a: $I = KV^{**n}$ donde n varía entre 4 y 6 para carburo de silicio (SiC) y K es una constante que depende del diseño y especificación del apartarrayos. Cuando $n=1$ y $K=1/R$, $V=IR$, que es la ley de ohm.*

A medida que la tensión aumenta por arriba de la tensión nominal la corriente se incrementará rápidamente causando un calentamiento adicional y un aumento en el valor de la corriente.

La corriente de descarga puede alcanzar niveles elevados de amperes durante una sobretensión debida a descargas atmosféricas y posteriormente disminuye a bajos niveles, una vez que la sobretensión se ha dissipado. Los entrehierros del apartarrayos deben ser capaces de interrumpir esta corriente posterior y permanecer sellados contra cualquier sobretensión momentánea que persista en las terminales del apartarrayos. En la figura 3.2 se muestra en forma esquemática los componentes de los entrehierros.

Los apartarrayos están sometidos a dos tensiones: Tensión de operación del sistema y las sobretensiones que producen las descargas atmosféricas. En condiciones normales de operación, el entrehierro permite que pase una pequeña corriente a tierra; cuando se produce una sobretensión el aire del entrehierro se ioniza y se produce el arco, haciéndose cero la resistencia del entrehierro y la corriente transitoria fluye a tierra. Ante lo cual la resistencia presenta poca oposición y permite que la corriente transitoria fluya libremente. Después que la corriente transitoria ha pasado, la tensión del elemento regresa a su valor normal, su valor de resistencia se eleva y la corriente de 60 ciclos se elimina al llegar a su cero natural, quedando listo para iniciar otro ciclo de procesos de operación.

Una de las consideraciones más importantes para la selección de apartarrayos es su comportamiento ante corrientes de falla a tierra. Otro factor importante que se debe considerar es la tensión máxima que soportarán los apartarrayos a la frecuencia de 60 ciclos, que es función de la clase del sistema. En la figura 3.3 se muestran dos de las características más importantes de la operación de un apartarrayos válvular.

La tensión de chispeo se refiere a la iniciación del ciclo de protección del apartarrayos, el chispeo ocurre cuando la sobretensión alcanza el nivel al que se produce el arco entre el entrehierro para completar los circuitos de descarga a tierra. Los requisitos esenciales para obtener una operación adecuada son: alta respuesta a frentes de onda muy pendientes y a ondas menos pendientes.

La operación de los apartarrayos se realiza en tres etapas, chispeo, descarga de la corriente transitoria e interrupción de la corriente de 60 ciclos posterior al transitorio. La

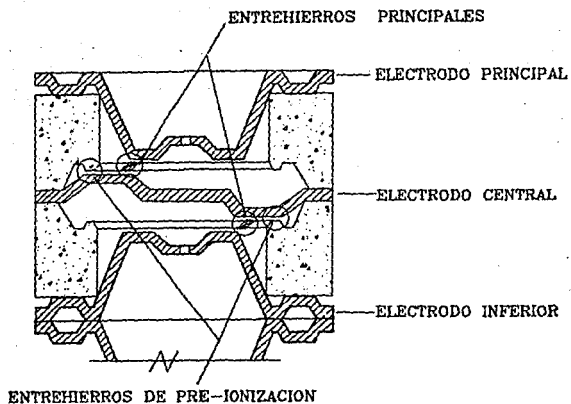


Figura 3.2 Entrehierros de un apartarrayos tipo autovalvular.

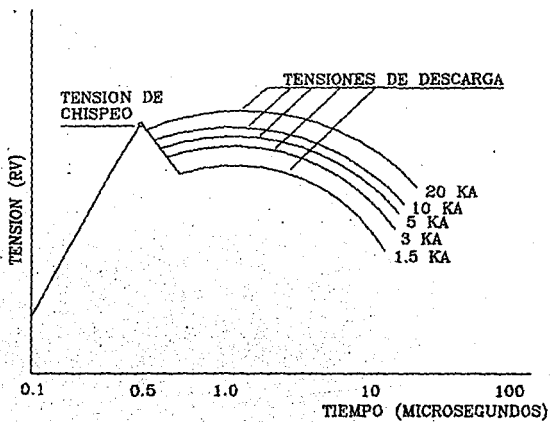


Figura 3.3 Características de operación del apartarrayos.

descarga ocurre a través de una trayectoria de baja resistencia (del arco en el entrehierro) compuesta por circuito serie de entrehierros y elementos valvulares.

Los apartarrayos están expuestos a un amplio rango de corrientes transitorias de descarga, en base a estudios de campo, se espera que el promedio corrientes de descarga en los apartarrayos sea del orden de 1000 a 2000 amperes; solamente el 5% de las descargas exceden 9000 amperes y 0.01% exceden 20 000 amperes. La tensión de descarga (IR) de un apartarrayos es igual al producto de la corriente de descarga por la resistencia del apartarrayos.

Uno de los principales objetivos de los diseñadores de apartarrayos es mantener tan bajas como sea posible las tensiones de descarga, las especificaciones de los catálogos señalan las tensiones de descarga para corrientes de 1500, 3000, 5000, 10 000 y 20 000 amperes, usando ondas de prueba de 8 x 20 microsegundos. En la tabla 3.1 se muestran los valores típicos de características de apartarrayos clase distribución.

3.3.3.- Protección de equipo eléctrico contra sobretensiones.

Protección de transformadores de distribución.

En la protección de sistemas de distribución se tienen dos formas diferentes : protección de transformadores de red aérea y protección de transformadores de red subterránea. En la protección de transformadores de red aérea se deben considerar cuatro puntos que deben mejorar la confiabilidad de la protección ,estos puntos son:

- Seleccionar apartarrayos con un comportamiento eficiente para el margen de protección deseado y para los años de servicio que se esperen.*
- Montar los apartarrayos en la misma cruceta del transformador o lo más cercano posible al mismo, evitar la construcción en donde los apartarrayos se monten en una cruceta a lo alto de un poste muy separado del transformador.*
- Conectar el apartarrayos con el cable que une al portafusibles de tal manera que la corriente de descarga no pase a través del fusible.*
- Interconectar la terminal de tierra del apartarrayos al neutro del secundario del transformador , la cual puede ser en forma directa o por medio de un entrehierro.*

TABLA 3.1 Características eléctricas de apartarrayos tipo distribución.

| voltaje nominal | Voltaje trifasico máximo del sistema | | | Máximo voltaje de Chispeo | | Voltaje máximo de descarga (IR). | | | | |
|-----------------|--------------------------------------|----------|------------|---------------------------|----------|------------------------------------|---------|-------|--------|--------|
| | Tipo "A" | Tipo "B" | Tipo "C,D" | Con | Sin | 1500a. | 3000 a. | 5000a | 10000a | 20000a |
| | | | | Explosor | Explosor | | | | | |
| KV. | Volts | Volts | Volts | KV. | Kv | KV | KV | KV | KV | KV |
| 3 | 4500 | 3750 | 3000 | 29 | 14 | 8 | 9.5 | 10 | 11.5 | 12.5 |
| 6 | 9000 | 7500 | 6000 | 47 | 25 | 16 | 18.5 | 20 | 23 | 25 |
| 9/10 | 14500 | 12500 | 10000 | 65 | 35 | 26 | 30 | 33 | 38 | 42 |
| 12 | 15000 | 15000 | 12000 | 79 | 46 | 32 | 37 | 40 | 45 | 51 |
| 15 | 18000 | 18000 | 15000 | 92 | 56 | 40 | 46 | 50 | 57 | 63 |
| 18 | 25000 | 22300 | 18000 | 106 | 67 | 48 | 55 | 60 | 68 | 76 |
| 21 | 27500 | 25000 | 21000 | 120 | 77 | 56 | 64 | 70 | 79 | 88 |
| 27 | 38000 | 34000 | 20000 | - | 98 | 71 | 82 | 90 | 102 | 114 |
| 30 | 42000 | 37500 | 30000 | - | 108 | 79 | 92 | 100 | 113 | 116 |
| 36 | 50000 | 45500 | 37000 | - | 129 | 96 | 110 | 120 | 136 | 152 |

Los esquemas de protección para transformadores de distribución se dividen en tres tipos :

- 1.- Conexión separada.*
- 2.- Interconexión.*
- 3.- Conexión de tres puntos.*

A continuación explicaremos en que consiste básicamente cada esquema:

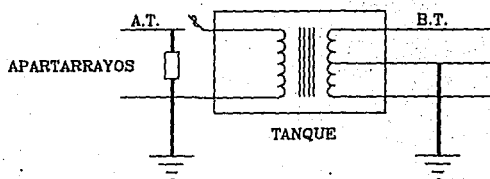
1.- Conexión separada .- Este método de protección funciona , conectando a tierra apartarrayos y el neutro del secundario en forma separada e independiente. La figura 3.4a nos muestra este arreglo, donde la conexión y el apartarrayos está instalado en serie con el cable que lo conecta a tierra, el cual tiene una inductancia considerable , por lo cual la tensión entre el devanado primario y tierra no esta limitado solamente a la tensión de descarga del apartarrayos sino también a la caída de tensión en el cable que conecta a tierra el apartarrayos.

2.- Interconexión.- Este método consiste en conectar directamente los dispositivos de protección de la línea primera al neutro del secundario. Con esta forma de protección la sobretenión que puede existir entre el devanado primario y el secundario se limita definitivamente a la tensión de descarga de los dispositivos de protección en la figura 3.4b se muestra este arreglo.

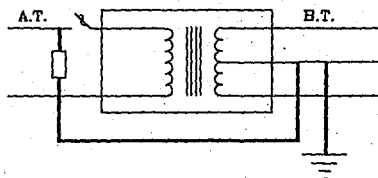
3.- Conexión de tres puntos.- Este método de los tres puntos limita a un valor seguro el esfuerzo de tensión que se puede presentar entre los diferentes sistemas de aislamiento. En la figura 3.4c se observa que los apartarrayos se conectan entre la línea y el tanque, el cual se encuentra al mismo potencial eléctrico del núcleo.

3.4.- SISTEMAS DE TIERRAS.

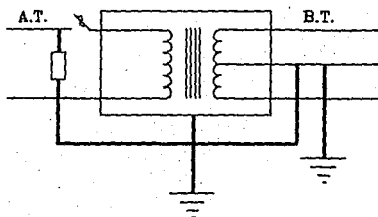
En una instalación eléctrica la conexión a tierra tiene una importancia primordial para la protección del personal y de los equipos. Una instalación eléctrica no puede considerarse adecuada si no tiene un sistema de tierras que cumpla con todos los requisitos para proporcionar esta protección.



3.4 a) CONEXION SEPARADA



3.4 b) INTERCONEXION



3.4 c) CONEXION DE TRES PUNTOS (SIN ENTREHIERRO)

Fig. 3.4 Métodos de protección de transformadores de distribución.

A continuación daremos algunas definiciones las cuales servirán para obtener una visión más amplia y detallada de lo que es un sistema de tierras.

- TIERRA.- Desde el punto de vista eléctrico, se considera que el globo terráqueo tiene un potencial cero o neutro, además se utiliza como referencia y sumidero de corrientes indeseables.

- RESISTENCIA A TIERRA.- Este término se refiere a la resistencia eléctrica que presenta el suelo (tierra) de cierto lugar.

- TOMA DE TIERRA.- La toma de tierra es un electrodo enterrado en el suelo con una terminal que permite unirlo a un conductor. El electrodo puede ser una barra o tubo de cobre , un varilla, y en general cualquier estructura que esté conectada con la tierra, y que tenga una resistencia a tierra dentro de ciertos límites.

- SISTEMA DE TIERRAS.- El sistema de tierras es la red de conductores eléctricos unidos a una o más tomas de corriente y provistos de una o varias terminales a las que puedan conectarse puntos de la instalación.

El sistema de tierras de una instalación eléctrica se diseña en función de:

- a) El nivel del voltaje.*
- b) La corriente de cortocircuito.*
- c) La superficie que ocupa la instalación.*
- d) La probabilidad de explosión.*
- e) La resistencia a tierra.*
- f) La humedad y la temperatura del suelo.*

3.5.- ANALISIS Y ESTUDIO DEL TERRENO.

Es importante conocer las condiciones más predominantes del terreno, con el fin de detectar y controlar el fenómeno de corrosión que puede presentarse en los alambres de los cables tipo neutro concéntrico y en los tanques de los equipos sumergibles.

En cualquier tipo de suelo se pueden detectar elementos químicos tales como: Sulfato de Amonio, compuestos ácidos y sales minerales, etc., elementos naturales que por alguna causa han sido depositados por el hombre. Desde este punto de vista nos atrevemos a decir que tal agresividad corrosiva que presenta el terreno, debe ser una practica la medición de la resistividad eléctrica en el terreno, para contar con los valores de la misma a fin de tomar las medidas necesarias para diseñar un sistema subterráneo que evite problemas en el futuro.

La agresividad del terreno depende del valor de resistividad eléctrica como se muestra en la siguiente tabla:

| <i>Rango de resistividad (ohm-cm)</i> | <i>Intensidad</i> |
|---|-------------------|
| <i>0 - 1000</i> | <i>Muy severo</i> |
| <i>1001 - 2000</i> | <i>Severo</i> |
| <i>2001 - 5000</i> | <i>Moderado</i> |
| <i>5001 - 10000</i> | <i>Ligero</i> |
| <i>10000 en adelante</i> | <i>Muy ligero</i> |

Los valores de resistividad en los diferentes tipos de suelo son los siguientes:

| <i>Tipo de suelo</i> | <i>Rango de resistividad (ohm - cm)</i> |
|---|---|
| <i>suelo superficiales, tierra franca, etc.</i> | <i>100 - 5000</i> |
| <i>Arcilla</i> | <i>200 - 10000</i> |
| <i>Arena y grava</i> | <i>5000 - 100000</i> |
| <i>Superficies calizas</i> | <i>10000 - 1000000</i> |

| | | | |
|---------------------------------|------|---|--------|
| <i>Calizas</i> | 500 | - | 400000 |
| <i>Suelos pedregosos</i> | 2000 | - | 200000 |
| <i>Granitos, basaltos, etc.</i> | | | 100000 |

En base al análisis del terreno y sus características , de acuerdo a sus estudios y normas, se debe aterrizar en nuestro proyecto los transformadores. También en la baja tensión (que es subterránea) todos los puntos más alejados de la red.

La unidad se encuentra sobre terreno de tepetate , por lo que, su resistencia a tierra (real) fuè de 0.90 ohms-cm (medidos físicamente con un terròmetro marca Kyoritsu modelo 4020), por lo que se encuentra por de bajo del valor de tablas, asi que se tiene muy poca resistividad en el terreno.

CAPITULO IV
CARACTERISTICAS DE LAS CARGAS ELECTRICAS.

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS DE LAS CARGAS ELECTRICAS.

4.1.- Generalidades.

El conocimiento de las características eléctricas de un sistema de distribución y la aplicación de los conceptos fundamentales de la teoría de la electricidad, son quizá los requisitos más esenciales para operar un sistema de esta naturaleza. Por tanto, es necesario que el ingeniero de distribución posea conocimientos claros de las características de la carga del sistema que va alimentar para diseñarlo y operarlo en forma óptima. Desafortunadamente, aunque el ingeniero que planea un sistema de distribución tiene la libertad en la selección de muchos factores que intervienen en el diseño del sistema no la tiene en una de las más importantes: la carga, ya que ésta no queda dentro del entorno del sistema de distribución, siendo definitivamente la más importante y decisiva variable que afecta tanto en el diseño como en la operación del sistema.

Un estudio de las cargas y sus características abarca no solamente los diferentes aparatos que se usan y su agrupación por conformar la carga de un usuario, sino también el grupo de consumidores que integran la carga de esa zona.

4.2.- Definición y conceptos.

En ingeniería eléctrica de distribución existen algunos términos que explican claramente las relaciones de cantidades eléctricas que pueden ayudar a precisar las características de una manera sencilla.

Con el objeto de comprender mejor el lenguaje y la terminología usada en la planeación y diseño de redes de distribución se establece los siguientes conceptos y definiciones:

Área típica de carga. Se entenderá como área típica de carga a una parte o sección de población que tiene características más o menos uniformes en cuanto a la construcción, nivel económico de los usuarios y tipos de actividades que se desarrollan.

Muestreo de carga. Un muestreo de carga consiste en seleccionar de las áreas típicas de carga previamente clasificadas cuando menos tres cuadras (o más según el tamaño del área) para obtener una muestra representativa que contenga como mínimo la siguiente información :

-Número de consumidores, y el consumo total en el mes de mayor registro de la muestra en kw/h.

Densidad de carga. Este concepto se puede establecer en dos formas una es como carga en KVA o en MVA por unidad de área (Km ^2) que es un método generalizado y la otra que corresponde propiamente a un diseño de detalle que establece la densidad de carga por el número de kw /h por cada 100 m. de calle para suministrar el servicio. Si la información que se dispone son Kw/h por cada 100 m se debe convertir a Kw como sigue :

$$Kw = kw/h (0.1070 + 0.1114 / n) - 1.286 \quad \text{donde:}$$

Kw= es la demanda diversificada .

kw/h = es el consumo promedio del muestreo por cada 100m.

n= es el número de consumidores.

Índice de crecimiento. El índice de crecimiento lo podemos obtener de la expresión anterior si se sustituye el número de consumidores, y el consumo del año actual de una muestra y se obtendrán las Kw de demanda por analizar, la densidad de carga en Kva / 100m requiere de la estimación del factor de potencia promedio de manera que :

$$Kva / 100 m = (Kw / \cos\phi) * 100$$

Por lo tanto para cada área típica en la que se ha determinado la densidad de carga, para cada año bajo estudio se puede determinar el índice de crecimiento como :

$$Ic = (Kw1 / Kwn)^{(1/n)} - 1 \quad \text{Donde :}$$

Ic = es el índice de crecimiento.

Kw1= es densidad de carga del primer año.

Kwn = es la densidad de carga del último año.

n= es el número de años que se toma la muestra.

Pronóstico de carga. Todos los métodos de pronóstico se basan en la observación de un conjunto de puntos extrapolados a partir de datos o reportes anteriores, esto requiere que los datos estadísticos sean tan precisos como sea posible y que cubran un margen suficientemente amplio y confiable.

Algunas definiciones.-

Los términos generalmente usados en la planeación y construcción de redes de distribución corresponden en general a las siguientes definiciones.

Carga.- Es la parte final del sistema de distribución y son los aparatos o equipos eléctricos que utiliza un usuario para ciertos fines como una producción o para satisfacer sus necesidades más comunes.

Carga instalada .Cins.- Es la suma de las potencias nominales de los aparatos eléctricos conectados a una zona determinada y se da en kva, kv, watts, hp o amperes.

Demanda.D.- Es la potencia consumida por la carga (expresada en watts ,va, a etc.) en un intervalo de tiempo (1hr, 1 día ,1 mes, etc.).

Densidad de carga. Dc.- Es el cociente de la carga instalada y el área de la zona considerada (kva/ km² etc.).

Demanda máxima. Dmax.- Es la demanda instantánea que se tiene en el periodo especificado de tiempo en un sistema o instalación.

Factor de demanda. Fd.- Es la relación o cociente de la demanda máxima de un sistema y la carga instalada o conectada al mismo.

Fd = Dmax / Cins (indica el porcentaje de la carga instalada que se esta alimentando).

Factor de utilización. Fu.- Es la relación entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un intervalo de tiempo.

$F_u = D_{\max} / \text{Cap. nom.}$ (indica la capacidad del sistema que se esta utilizando).

Factor de carga. Fc.- Es la relación entre la demanda promedio y la demanda máxima en un intervalo de tiempo.

$$F.c. = D_{\text{prom}} / D_{\max}$$

D_{prom} es la suma de todas las demandas entre un periodo de tiempo.

Factor de diversidad. Fdiv.- Es la relación entre la sumatoria de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del conjunto o sistema.

$$F_{\text{div}} = \text{Sum } D_{\max \text{ ind}} / D_{\max \text{ conju.}} > 1$$

Factor de simultaneidad o coincidencia. Fs.-

$$F_s = 1 / F_{\text{div}}$$

Demanda diversificada. Ddiv.-

$$D_{\text{ind}} = \text{Sum } D_{\text{em ind}} / n$$

$n = \text{número de cargas.}$

Demanda máxima diversificada. Dmáx div.-

$$D_{\max \text{ div}} = D_{\max \text{ conju}} / n$$

$$\text{Demanda máxima no coincidente} = \text{Sum } d_{\max \text{ ind}} / n$$

4.3.- Clasificación de cargas.

Existen diversos criterios para la clasificación de las cargas, dentro de las cuales destacan:

a.- localización geográfica.

b.- Tipo de utilización de la energía.

c.- Dependencia de la energía eléctrica (confiabilidad).

d.- Efecto de la carga de distribución (ciclo de cargas).

e.- Tarifas.

f.- Espectales.

a.- Localización geográfica:

Un sistema de distribución atiende usuarios de energía eléctrica, tanto en las localidades de la ciudad como en las rurales, por tanto, es obvia una división del área que atiende el sistema de distribución en zonas.

La carga de cada usuario se clasifica de acuerdo con su localización geográfica, destacando peculiaridades típicas de cada zona. Así, por ejemplo, en la zona urbana central de cualquier ciudad se tendrá una elevada densidad de carga, con consumidores constituidos por edificios de oficinas y de comercio, así mismo, en una zona urbana se tendrá densidades de carga menores que en zonas urbanas centrales, predominando las cargas de tipo residencial. Sin embargo, hay unas zonas que originan cargas de valor elevado con cargas de tipo industrial medio. En la tabla 1 se muestran algunos valores de densidades características por zonas.

| <i>Zonas</i> | <i>MVA/KM² densidad</i> |
|-----------------------|------------------------------------|
| <i>Urbana Central</i> | <i>40 - 100</i> |
| <i>Urbana</i> | <i>40 - 5</i> |
| <i>Semiurbana</i> | <i>3 - 5</i> |
| <i>Rural</i> | <i><5</i> |

Tabla 1 Densidad típica de zonas.

b.- Tipo de utilización de energía.

Las aplicaciones que da el usuario al consumo de energía eléctrica pueden servir como parámetro para clasificar las cargas, así, de estas se obtienen por ejemplo:

- _ cargas residenciales.*
- _ cargas comerciales.*
- _ cargas industriales.*
- _ cargas de municipios o gubernamentales.*
- _ cargas hospitalarias.*

c.- Dependencia de la energía eléctrica (confiabilidad).

Cargas sensibles: Considerando los perjuicios que pueden ocasionar las interrupciones de energía eléctrica, aunque sea momentánea, causa perjuicios considerables, por ejemplo:

si hay una interrupción en el proceso de fabricación de hilo, ocurrirá el rompimiento del hilo y por lo tanto pérdida de producción.

Cargas semisensibles: Se consideran cargas semisensibles aquellas en una interrupción de energía durante corto tiempo, no mayor de 10 minutos y no causa graves problemas en la producción de servicios en general.

Finalmente cargas normales son aquellas en que una interrupción e un tiempo más o menos largo ($1 h < t < 5h$) no causa mayores perjuicios a la producción o al servicio.

d.- Tarifas.

Otro criterio de clasificación es la tarifa o la manera de cobro de la energía que se suministra. Para ello las compañías eléctricas acostumbran catalogar a sus consumidores de acuerdo con el tipo de carga que consume. Evidentemente esto dependerá del criterio de la compañía. En la tabla 2 se muestra un ejemplo de esta clasificación.

Tarifa #1.- Servicio doméstico.

Tarifa #1a.- Servicio doméstico con clima muy cálido.

Tarifa #2.- Servicio general hasta 25 kw de demanda.

- Tarifa #3.- Servicio general para más de 25 kw de demanda.*
- Tarifa #4.- Servicio para molinos de nixtamal y tortillerías.*
- Tarifa #5.- Servicio de alumbrado público.*
- Tarifa #6.- Servicio para bombeo de aguas negras o potables.*
- Tarifa #7.- Servicio temporal.*
- Tarifa #8.- Servicio general en alta tensión.*
- Tarifa #9.- Servicio para bombeo de agua para riego agrícola.*
- Tarifa #10.- Servicio en alta tensión para reventa.*
- Tarifa #11.- Servicio en alta tensión para explotación y beneficio de minerales.*
- Tarifa #12.- Servicio general para 5000 kw o más de demanda a tensiones de 66 kv o superiores.*

TABLA 2

e.- Especiales.

Dentro de las cargas especiales se distinguen las que introducen asimetrías al sistema y lo desequilibran, por ejemplo: Hornos monofásicos eléctricos.

También se pueden considerar especiales las cargas grandes cuya alimentación altera las condiciones de funcionamiento de un sistema, como el sistema de transporte colectivo (metro), los centros petroquímicos etc.

Mediante algunos aparatos de medición debidamente instalados y sincronizados es posible obtener cantidades de energía eléctrica que permitan definir de manera adecuada una carga o un conjunto de cargas, así como determinar y predecir el efecto que pueden tener en un sistema de distribución, sin embargo el uso de este tipo de tablas o gráficas así obtenidas en muchas ocasiones no basta para definir las características de una carga.

4.4.- Características de las cargas.

De acuerdo con las normas de distribución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) , y la compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLFC) , en México para las distintas zonas se tienen los siguientes tipos de cargas y las características por zona:

A.- Residenciales (Fraccionamientos y conjuntos habitacionales).

B.- Comerciales .

C.- Industriales.

D.- Turísticas.

E.- Rurales (centros de poblaciones agropecuarios y mineros).

Características .

a.- Características de la carga en zonas residenciales.

Densidad de carga.- En fraccionamientos hasta 5 MVA / Km²..

En conjuntos habitacionales :

Baja : 5 a 10 MVA / Km².

Alta : 10 a 15 MVA / Km².

Índice de crecimiento.- Hasta 5 % anual.

Factor de demanda.

Los siguientes factores son considerados como típicos en fraccionamientos y conjuntos habitacionales:

| | |
|--|-----------|
| 1.- Casas habitacionales y condominios | 0.4 - 0.6 |
| 2.- Alumbrado público | 1.0 |
| 3.- Sistema de bombeo | 0.7 - 0.8 |
| 4.- Iglesias | 0.3 - 0.4 |
| 5.- Centrales telefónicas | 0.6 - 0.7 |
| 6.- Escuelas | 0.4 - 0.5 |
| 7.- Servicios propios de edificios | 0.4 - 0.5 |

Factor de carga.

Se considera 0.45 en promedio.

Factor de coincidencia.

de usuarios

Fact. coincidencia.

| | |
|----------|------|
| 1 a 4 | 1 |
| 5 a 9 | 0.78 |
| 10 a 14 | 0.63 |
| 15 a 19 | 0.53 |
| 20 a 24 | 0.49 |
| 25 a 29 | 0.46 |
| 30 a 34 | 0.44 |
| 35 a 39 | 0.42 |
| 40 a 49 | 0.41 |
| 50 a más | 0.40 |

Demanda coincidente por servicio.

La demanda coincidente por servicio (DSC), de un grupo "n", de servicios, se determinó en función de una demanda máxima individual (Dmi) y el factor de coincidencia (F.c.) de las "n" cargas:

$$DSC = Dmi * F.c.$$

Demanda máxima de las cargas.

La demanda máxima de un grupo homogéneo de cargas "DMC" (casas habitación o departamento) se obtiene multiplicando el número de cargas n por la demanda máxima de cada Dmi y por el factor de coincidencia respectivo F.c., es decir :

$$DMC = n * Dmi * F.c.$$

La demanda máxima por concepto de alumbrado público (DMAP), es igual al producto de unidades n por su potencia nominal (pn) en watts considerando un 25 % de sobre carga, o sea :

$$DMAP = n * pn * 1.25$$

La demanda máxima de las cargas en servicio colectivo (DMSC) se obtiene multiplicando la capacidad de la carga Cc por su respectivo factor de demanda :

$$DMSC = Cc * fd$$

Demanda máxima de un grupo de cargas.

El valor de la demanda máxima (Dm) de un grupo de cargas, se determina en función de la suma de las demandas máximas de las cargas individuales que constituye, es decir:

$$Dm = Dmic + Dap + Dmsc$$

b.- Características de la carga en zonas comerciales

Densidad de carga:

*Baja : 5 a 10 MVA / Km²
Media : 10 a 20 MVA / Km²
Alta : más de 20 MVA / Km²*

Indice de crecimiento :

El indice de crecimiento en estas zonas es de hasta un 10 % ,tomándose de la siguiente manera:

- Cuando el desarrollo horizontal sea factible se considera de un 8 a un 10 %.*
- Cuando la zona ya no tenga posibilidades de incrementarse en nuevas construcciones se considera de 3 a 5 %.*
- Cuando se prevén cambios en la zona que originen la construcción de nuevas edificaciones, se considera de 6 a 8 %.*

Factores de demanda :

Los siguientes factores de demanda se consideran típicos para las zonas comerciales:

| | |
|------------------------------------|------------------|
| <i>a.- Tiendas de autoservicio</i> | <i>0,4 a 0,5</i> |
| <i>b.- Restaurantes</i> | <i>0,5 a 0,6</i> |
| <i>c.- Bancos</i> | <i>0,4 a 0,5</i> |
| <i>d.- Gasolineras</i> | <i>0,4 a 0,5</i> |
| <i>e.- Cine</i> | <i>0,4 a 0,5</i> |

Factor de carga:

Para este tipo de carga se considera 0.65 de acuerdo con las curvas típicas de demanda.

Determinación de la demanda máxima.

Por considerarse estas zonas como ya electrificadas, la demanda máxima se puede determinar por medición directa.

c.- Características de la carga en zonas industriales.

Densidad de carga:

baja : 10 a 20 MVA / Km²

Alta : 20 MVA / Km² en adelante.

Tasa de crecimiento :

De 8 a 10 % anual.

Factores de demanda :

Los siguientes factores de demanda se consideran típicos de las cargas en zonas industriales:

| | |
|---|--------------------|
| <i>1.- Fábricas de hilados y tejidos</i> | <i>0.70 a 0.80</i> |
| <i>2.- Fábricas de productos químicos</i> | <i>0.60 a 0.70</i> |
| <i>3.- Fábrica de hielo</i> | <i>0.70 a 0.80</i> |
| <i>4.- Fábricas de dulces</i> | <i>0.40 a 0.50</i> |
| <i>5.- Fábricas de plásticos</i> | <i>0.55 a 0.65</i> |

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| <i>6.- Fábricas de calzado</i> | <i>0.50 a 0.60.</i> |
| <i>7.- Fábricas de cal</i> | <i>0.55 a 0.65</i> |
| <i>8.- Fábricas de colchones</i> | <i>0.55 a 0.65</i> |
| <i>9.- Molinos de trigo</i> | <i>0.65 a 0.75</i> |
| <i>10.- Huleras</i> | <i>0.30 a 0.60</i> |
| <i>11.- Fábricas de papel</i> | <i>0.60 a 0.70</i> |

CAPITULO V
CALCULOS EN REDES DE DISTRIBUCION

CAPITULO V

CALCULOS EN REDES ELECTRICAS

5.1.- GENERALIDADES.

Un considerable porcentaje del costo de transmisión de la energía eléctrica, desde los generadores o subestaciones de potencia a los consumidores, corresponde a las redes de distribución de baja y mediana tensión del sistema. La confiabilidad de estas redes debe ser minuciosamente calculada, por lo que es necesario planear y proyectar con cuidado tanto las nuevas redes como todas las ampliaciones que se requiera realizar. El propósito de la planeación es definir la estructura más favorable de la red, la localización de los puntos de alimentación, así como determinar la cantidad como el tipo y calidad del equipo requerido para la construcción.

Las redes de baja tensión alimentan generalmente a pequeños consumidores, tales como: pequeños talleres, comercios o residencias. Los consumidores mayores como son plantas industriales o grandes edificios comerciales o de oficinas, son alimentados directamente por la red de mediana tensión.

Uno de los aspectos importantes que la compañía suministradora conserva como norma indispensable es el que se refiere a la distribución de la energía eléctrica, en el sentido que el usuario no se queje por tener bajos voltajes por caída de tensión, transformadores de capacidades menores que no cumplan con las necesidades requeridas en el área. Para seguir estos lineamientos es necesario realizar los estudios correspondientes para reducir al máximo la caída de tensión y el porcentaje de regulación.

5.2.- Cálculo del centro de carga.

El centro de carga, como su nombre lo indica, es una localización céntrica o neutra respecto a las acometidas de servicio. Esto se hace con el fin de no tener unas cargas más lejanas que otras, es decir que todas las cargas estén alrededor de un centro común. o dicho de otra manera es el punto en donde se considera una carga igual a la suma de todas las cargas.

La localización del centro de carga es un factor muy importante desde el punto de vista técnico y económico debido a que :

- Facilita la localización física de las subestaciones o transformadores y de los tableros de distribución.
- Produce economía razonable al:
 - a.- permitir seleccionar adecuadamente el calibre de los conductores .
 - b.- reducir el pago de energía eléctrica por concepto de transmisión de la misma .
 - c.- proporcionar distancias racionales del centro de carga a las cargas conectadas y evitar caídas de tensión considerables.

Para el cálculo del centro de carga intervienen dos magnitudes las cuales son:

- l = Distancia (m, ft, Km, millas, etc.).
- w = Cargas (kw, w, kva, amp., hp, etc.)

El centro de carga se puede localizar en un eje o en un plano dependiendo de la ubicación de las cargas que lo conforman. La ubicación del centro de carga solamente la analizaremos en un plano , debido a que está formado por dos ejes, por lo cual no es necesario analizar la ubicación en un eje.

Tenemos que para poder localizar la ubicación del centro de carga en un plano se debe tener un punto u origen, para obtener las coordenadas de las cargas que se desean alimentar.

En la figura 5.1. se muestra la ubicación de cargas en un plano y su centro de carga. Para obtener el sitio correcto del centro de carga aplicaremos las siguientes fórmulas:

$$Lx = \frac{w_1 l_{x1} + w_2 l_{x2} + w_3 l_{x3} + \dots + w_n l_{xn}}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}$$

$$Ly = \frac{w_1 l_{y1} + w_2 l_{y2} + w_3 l_{y3} + \dots + w_n l_{yn}}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}$$

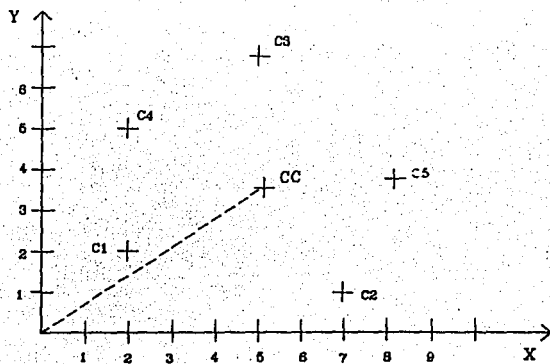


Fig. 5.1 Ubicación del centro de carga.

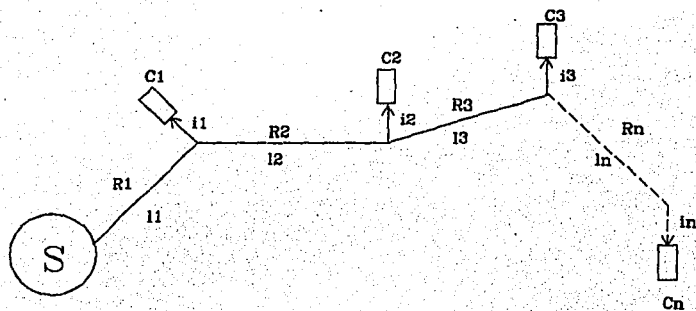


Fig. 5.2 Alimentador radial energizado en un extremo.

$$L_{co} = \text{SQR} (Lx^2 + Ly^2)$$

5.3.- Cálculo de caída de tensión y porcentaje de regulación.

Una vez que las características de la carga y el tipo de estructura de una red, son conocidas sus condiciones de operación que pueden ser calculadas por medio de un analizador de redes o bien representar las condiciones de operación en una computadora.

Para redes pequeñas o configuraciones simples esto no es necesario, y los cálculos se pueden hacer de forma más simple, los cuales se explicarán más adelante.

En redes con densidades de carga baja, el área de la sección transversal de los conductores es determinada generalmente por la caída de tensión permisible. La carga máxima calculada en base de la temperatura máxima permisible del conductor es de importancia únicamente en áreas de alta densidad de carga, tales como redes urbanas o zonas industriales.

La caída de tensión es la diferencia entre la tensión en el emisor o fuente y la tensión en el extremo receptor, o bien la diferencia en magnitud absoluta de la tensión inicial y la tensión final, la cual nos indica la pérdidas de voltaje que se tienen en una red de distribución.

$$\Delta V = V_{inicial} - V_{final}$$

$$V = I \cdot R = I \cdot Z$$

$$\Delta V = I \cdot d \cdot Z$$

Donde:

I = Corriente de la carga (amp.).

Z = Impedancia del conductor (ohm / Km).

d = Distancia de la fuente a la carga (m, Km).

El porcentaje de regulación de voltaje lo podemos obtener de la siguiente forma:

$$\% \text{ REG} = \frac{Vl - Vf}{Vf} \times 100$$

$$\% \text{ REG} = \frac{\Delta V}{V} \times 100$$

Para líneas aéreas es permisible de 5 a 7 % de regulación, mientras que para las líneas subterráneas es de 3.5 a 5 % de regulación.

5.4.- Alimentador radial energizado en un extremo.

En la figura 5.2 se muestra un alimentador energizado en un solo punto considerando cargas concentradas a lo largo con valores de (c_1, i_1) , (c_2, i_2) , (c_3, i_3) , etc., la resistencia a lo largo del alimentador entre los puntos de alimentación son r_1, r_2, r_3 , etc., de tal forma que la caída total en el alimentador estará dada por :

$$\begin{aligned} V &= i_1 r_1 + i_2 r_2 + i_3 r_3 + \dots + i_n r_n \\ &= (i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n) r_1 + (i_2 + i_3 + \dots + i_n) r_2 + (i_3 + \dots + i_n) r_3 \\ &\quad + i_n r_n \\ &= i_1 r_1 + i_2 (r_1 + r_2) + i_3 (r_1 + r_2 + r_3) + i_n (r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n) \end{aligned}$$

teniendo en cuenta la siguiente relación:

$$\begin{aligned} r_1 &= R_1 & R_2 &= r_1 + r_2 & R_3 &= r_1 + r_2 + r_3 \\ R_n &= r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n \end{aligned}$$

la expresión queda finalmente:

$$V = i_1 R_1 + i_2 R_2 + i_3 R_3 + \dots + i_n R_n$$

Lo cual significa que la caída total en un extremo de un alimentador de esta clase es la suma de momentos de las corrientes de carga $(i_1, i_2, i_3, \dots, i_n)$ del alimentador con respecto al punto de alimentación, de tal forma que el momento de carga se pueda definir como el producto de una corriente por la resistencia total a través de la cual fluye. Cabe mencionar que en la expresión anterior se debe multiplicar cada término por la distancia correspondiente a cada carga, quedando de la siguiente forma :

$$V = i_1 d_1 R_1 + i_2 d_2 R_2 + i_3 d_3 R_3 + \dots + i_n d_n R_n$$

La caída de tensión en cualquier punto intermedio, será igual a la suma de momentos de las corrientes hasta ese punto.

5.5.- Alimentadores con calibre escalonado.

Cuando existen cargas espaciadas a lo largo de un alimentador radial, la corriente que circula variará considerablemente disminuyendo a medida que se aleja del punto de alimentación, tomando en cuenta estas características, desde el punto de vista de capacidad de corriente, resulta conveniente ir reduciendo la sección del conductor a lo largo del alimentador, con lo que se podrá reducir el costo de los cables.

La aplicación de este concepto se presenta frecuentemente en zonas habitacionales en donde las redes secundarias son radiales y las cargas se presentan a lo largo de estos Alimentadores. Teniendo como base el criterio de la conveniencia de reducir el calibre de los Alimentadores, es posible deducir la relación más conveniente que debe haber en estas reducciones.

La caída de tensión en el alimentador escalonado se calcula de la siguiente forma:

$$V = R_1 (I_1 + I_2 + I_3) + R_2 (I_2 + I_3) + R_3 I_3$$

ver figura 5.3.

5.6.- Alimentadores en anillo.

Cuando existen circuitos radiales próximos siempre es conveniente instalar circuitos de Interconexión entre ellos, no solamente para dar mayor flexibilidad al sistema sino para reducir en forma considerable la caída de tensión en los alimentadores, pudiendo además redistribuir la carga simplemente cerrando o abriendo los seccionadores instalados en la red.

Cuando las interconexiones son permanentes se logra tener alimentadores en anillo, contando entonces con más de un punto de alimentación. El cálculo de la distribución de

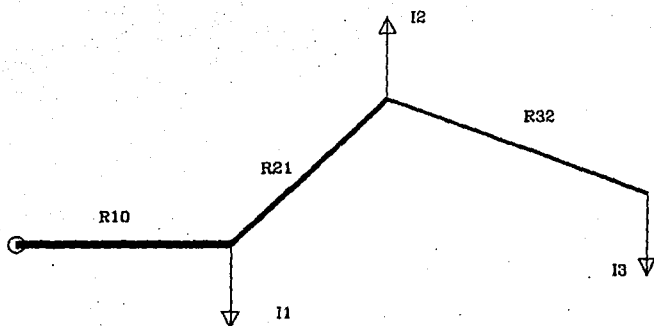


Fig. 5.3 Alimentador con calibre escalonado.

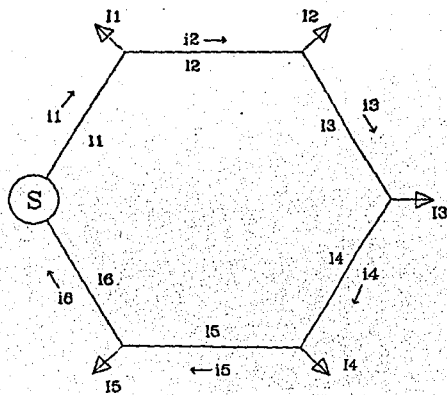


Fig. 5.4 Alimentador en anillo o malla.

tensiones en estos anillos puede efectuarse considerando una serie de alimentadores abiertos energizados en sus dos extremos.

Para la red mostrada en la figura 5.4., tenemos que la caída de tensión es calculada de la siguiente forma:

$$V = (i_0 - I_1) r + (i_0 - I_1 - I_2) 2r + (i_0 - I_1 - I_2 - I_3) 3r + \dots + (i_0 - I_1 - I_2 - I_3 - I_4 - I_5) 6r = 0$$

CAPITULO VI
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION.

CAPITULO VI

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION.

6.1.- Generalidades.

En la realización de un proyecto se debe de elaborar un diseño, el cual establece las normas y lineamientos generales para poder realizar dicho proyecto. Con la finalidad de obtener un amplio panorama de cómo se lleva a cabo este diseño, lo dividiremos en dos etapas, las cuales son :

a.- Etapa teórica.

b.- Etapa práctica.

En la etapa teórica daremos una explicación detallada de los aspectos, características y procedimientos, que se deben de considerar al realizar un diseño de un sistema de distribución de red mixta para suministrar energía eléctrica a conjuntos habitacionales y fraccionamientos residenciales.

Para la etapa práctica se desarrollará en sí lo que es el trabajo de campo, para la elaboración del diseño, teniendo como base la etapa teórica.

6.2.- Diseño de redes mixtas.

Los factores determinantes para seleccionar los sistemas aéreos, subterráneos o mixtos, en los conjuntos habitacionales y fraccionamientos residenciales son:

a) Densidad de carga.

b) Confiabilidad.

c) Estética.

d) Costo de la obra.

e) Costo de operación y mantenimiento.

6.3.- Diseño de redes de distribución para conjuntos habitacionales y fraccionamientos (Etapa Teórica).

A continuación estableceremos los lineamientos generales a seguir para elaborar el proyecto de una red de distribución de energía eléctrica para conjuntos habitacionales y fraccionamientos residenciales. El procedimiento para realizar un proyecto de este tipo es:

1.- Características de la carga .- En los fraccionamientos y conjuntos habitacionales la carga total puede estar formada por:

- Carga de los lotes o de los departamentos.*
- Carga de los servicios propios de edificios (bombeo, elevadores, etc.).*
- Cargas de alumbrado público.*
- Carga debida a centros educativos, deportivos, sociales, culturales y religiosos.*
- Carga de bombeo de agua potable y aguas negras.*
- Otras cargas.*

La magnitud de las cargas que se acaban de mencionar dependen del tipo de categoría de los edificios, y se determinan en base a la experiencia adquirida en instalaciones anteriores, muestreos y registros estadísticos.

Para efecto de diseño y dimensiones de la red, se toman como coincidentes las demandas máximas de todas las cargas que se tienen instaladas en el conjunto. Para los departamentos se ha encontrado que la demanda coincidente varia de 500 a 800 watts dependiendo del número de habitaciones con que cuentan. Las cargas de los centros comerciales, sociales, etc., se toman coincidentes con el tiempo y la carga de los departamentos o lotes.

En el caso de instalaciones de fuerza con motores muy grandes, la capacidad se determina sumando el 100% de la capacidad nominal del mayor y el 60% de la capacidad de los restantes. Para determinar la demanda total simultánea, que servirá de base para el

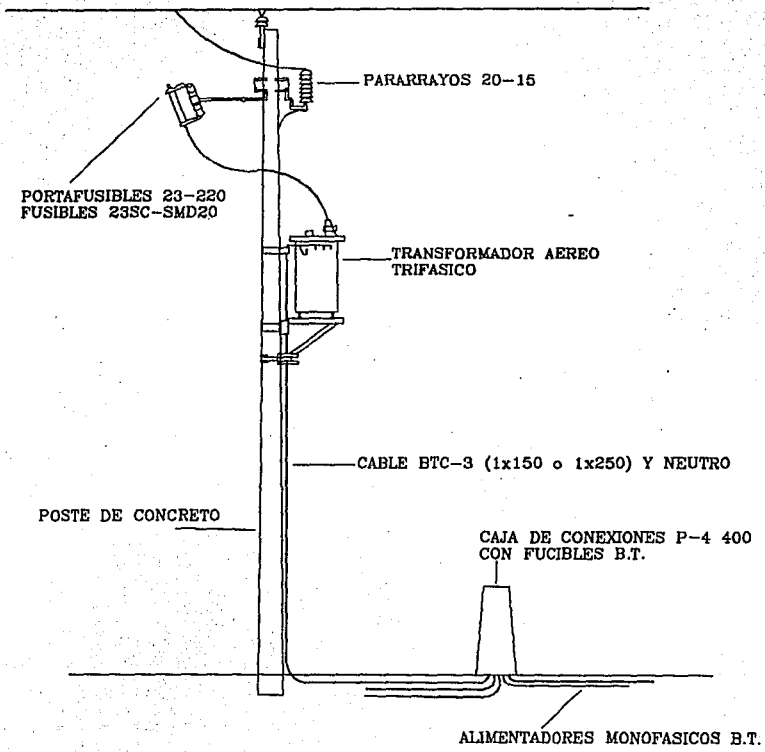


Figura 6.1 Subestación tipo poste.

cálculo y diseño de la red, basta con sumar directamente las demandas máximas individuales (para el caso de conjuntos la carga por lote o casa varía entre 500 y 1500 watts).

2.- Subestaciones de mediana tensión/baja tensión.- Para determinar el número de capacidad de las subestaciones que se van a instalar es necesario tomar en cuenta la demanda total, la topografía del terreno, la distribución geográfica de la carga y las capacidades normalizadas de los transformadores. Para conocer un número aproximado de subestaciones necesarias efectuamos el siguiente cociente:

$$\text{No. de S.E.} = \frac{\text{Demanda Total (KVA)}}{\text{Capacidad de la S.E. (KVA)}}$$

la capacidad de las subestaciones las podemos escoger entre los siguientes valores normalizados, dependiendo si es para conjuntos habitacionales o fraccionamientos.

- Conjuntos habitacionales: 75, 112.5, 150, 215 y 300 KVA.

- Fraccionamientos: 45, 75, 112.5 y 150 KVA.

Para ambos casos la relación de voltaje es: 23KV / 220-127V.

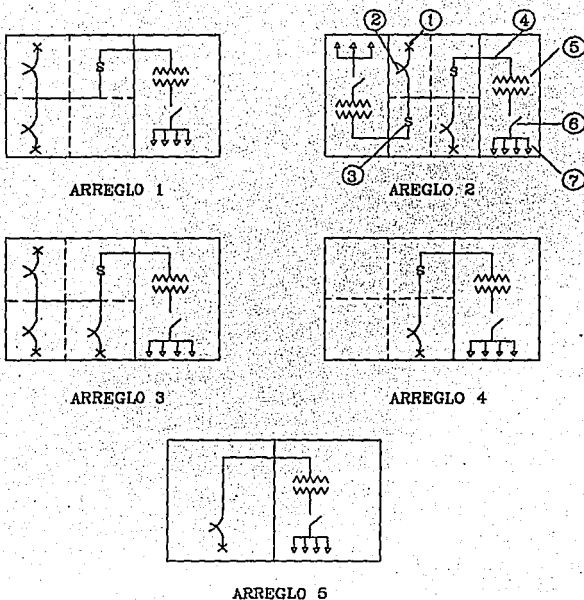
Una vez determinado el número teórico de subestaciones y antes de diseñar la red de distribución, se decide el tipo de subestaciones a ampliarse en el fraccionamiento o unidad habitacional de acuerdo con el responsable de la obra.

Los tipos de subestaciones con que se cuenta son:

- Tipo poste.- se emplean en redes de tipo mixto, la red de tensión media es aérea y la de baja tensión es subterránea; sus elementos principales son: porta fusibles 23-220, fusibles 23sc SMD 20, pararrayos 20-15, transformador de distribución, en la figura 6.1. se muestran sus elementos.

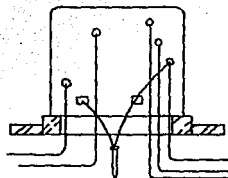
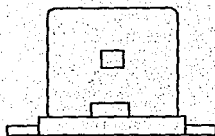
- Tipo gabinete.- Se utiliza para redes totalmente subterráneas y se tienen cinco posibles arreglos, los cuales se muestran en la figura 6.2. Sus elementos principales son: terminales 23 IPC 1 x 50 - 70, portafusibles 23 - 215 o 23 - 220, interruptor en aire 23401 o cuchillas 23 - 401, barras de 23 KV., transformador de distribución 23000 / 220-127 V., bus de baja tensión, salida de circuitos derivados.

- Tipo pedestal.- También se utiliza en redes totalmente subterráneas y dispone de un solo arreglo, el cual se muestra en la figura 6.3. Sus elementos principales son: terminal tipo codo, interruptor de 23 KV., fusible para sobrecarga, fusible limitador de corriente, transformador de distribución y bus de baja tensión.



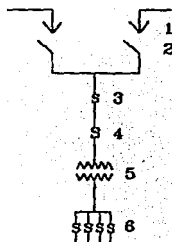
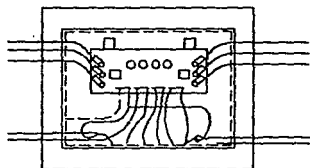
1. TERMINAL 23 IPC 1x50 -70 E
2. CUCHILLAS 23401 o INTERRUPTOR EN AIRE 23401
3. PORTAFUSIBLES 23-250 I - 23-220
4. BARRAS DE 23 KV
5. TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
6. CUCHILLAS DEL BUS DE B.T.
7. SALIDA DE CIRCUITOS DERIVADOS

Fig. 5.2 Arreglo de subestaciones tipo gabinete.



TIERRA

Fig. 6.3 S. E. Tipo pedestal.



1. TERMINAL TIPO CODO 23 TC 200 1x50 TC
2. INTERRUPTOR 3 O, 200 AMP 23 VK
3. FUSIBLE PARA SOBRECARGA RTE
4. FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE CLT
5. TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
6. FUSIBLE DE B.T. CR-200

Fig. 6.4 S.E. Tipo pozo.

- *Tipo caseta.*- Se emplea para redes totalmente subterráneas, este tipo de subestaciones ha caído en desuso, debido principalmente a las grandes dimensiones que tiene.

- *Tipo pozo.*- Este tipo de subestaciones se emplea en lugares donde se desea una red completamente subterránea y oculta, el arreglo empleado se observa en la figura 6.4., sus principales elementos son: interruptor de operación trifásica, fusibles para sobrecarga, fusibles limitadores, transformador de distribución.

Cualquiera que sea el tipo de subestación a instalarse, la ubicación de ella depende fundamentalmente de la localización del centro de carga, la topografía del terreno, geometría de la carga y en lugares convenientes con el responsable de la obra y la compañía suministradora, las cuales pueden ser: zonas verdes, camellones grandes, andadores, lotes, etc., procurando que estos sitios sean de fácil acceso, que no afecte la estética del conjunto, obstaculice la vialidad.

3.- *Red de tensión media.*- En la red subterránea de distribución en tensión media, el arreglo que se utiliza es del tipo anillo abierto que toma la alimentación de dos o más puntos, dependiendo de la carga y de las alimentaciones con línea aérea. También podemos tener una red de distribución mixta, el diagrama de estos arreglos se muestra en la figura 6.5.

Para la construcción de la red primaria el conductor que se emplea es cable monofásico de aislamiento seco ϕ , con conductor de cobre 23 TC 1 x 50 o 1 x 70, y para las terminales se emplea 23 ETC 1 x 50 - 70 y 23 ITC 1 x 50 - 70; esto es para la red subterránea, mientras que para la red mixta se emplean conductores del tipo ALD - 336, 536 y ACSR - 336, 1/0, 2 y 4.

4.- *Red de baja tensión.*- Para diseñar la red de baja tensión es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- a.- *Proyectar los circuitos trifásicos de baja tensión siguiendo la geometría de la carga.* En la figura 6.6, se muestran los arreglos adoptados por el departamento de proyectos y normas de distribución para diseñar los circuitos en baja tensión.
- b.- *Número de lotes que se van a alimentar por circuito, en base a la carga de los circuitos se calcula el factor de utilización de los transformadores.*

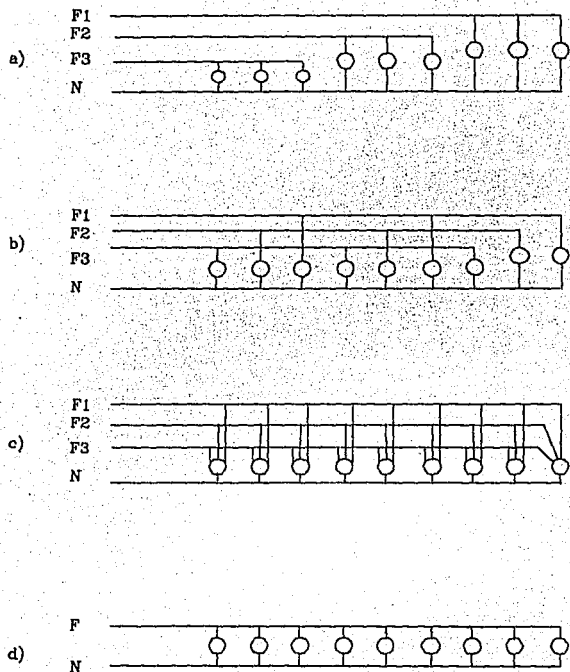


Fig. 6.6 Arreglos de alimentadores de B.T.

- c.- *Topografía del terreno.*
- d.- *Porcentaje de regulación de la línea, considerando la máxima caída de tensión permisible para los alimentadores.*
- e.- *Seleccionar el calibre adecuado de los alimentadores (15, 35, 70, y 150 mm. BTC) que irán directamente enterrados.*
- f.- *Nunca derivar de los circuitos que alimentan cargas de fuerza (motores para bombas , elevadores, etc.) acometidas a clientes domésticos.*
- g.- *Los circuitos de alumbrado público se pueden energizar del circuito de carga doméstica.*
- h.- *Para asegurar la continuidad del hilo neutro es necesario aterrizar todos los circuitos al extremo final de cada uno y en su parte más extensa, además de las tierras que se instala en las subestaciones.*
- i.- *La sección del calibre neutro es por norma, de aproximadamente la mitad de la sección de un cable de fase; esto es necesario debido a las corrientes de corto circuito que el cable neutro debe soportar en caso de falla.*
- j.- *Enviar al departamento de distribución una hoja de instrucciones en donde se indiquen los trabajos que se van a realizar, en el fraccionamiento o unidad habitacional y las posibles modificaciones a las redes aéreas o subterráneas que existen en la zona, para su aprobación.*
- k.- *Elaborar planos de la red de mediana tensión, baja tensión y obras civiles.*

5.- Modificación a la red aérea de distribución.- El diseño de una red de distribución subterránea o mixta, requiere generalmente, de modificaciones a las instalaciones aéreas o subterráneas que se encuentran cerca de la zona donde se ubique la nueva carga. Para que las modificaciones a efectuar sean las más convenientes debemos tener en cuenta:

- a.- *El sistema de distribución subterránea debe ser alimentado por dos puntos diferentes, dichos puntos de alimentación pueden ser dos subestaciones, dos alimentadores o dos ramales de un mismo alimentador.*

b.- Los cambios de la red aérea se elaboran de acuerdo a la configuración de la estructura normalizada de dichas redes aéreas.

c.- Para unidades habitacionales o fraccionamientos muy grandes, que puedan representar cargas de importancia, se puede tener la posibilidad de poner en servicio nuevos alimentadores que proporcionen la alimentación en forma satisfactoria.

d.- La instalación de interruptores en aire o de cuchillas se proyectan conforme a la estructura normalizada para las redes aéreas.

6.- Acometidas y medición.- Para los usuarios domésticos se emplea cable BTC 1 x 15 para realizar las acometidas ya sea de servicio monofásico o trifásico, la medición del consumo de energía se lleva a cabo por medio de wathorímetros.

Las acometidas a edificios se realiza con cable BTC, cuyo calibre es el resultado de los cálculos efectuados con el fin de no exceder el valor de la máxima caída de voltaje. Para efectuar la medición se utilizan concentraciones.

Para los circuitos de alumbrado público, la acometida se efectúa también con cable BTC del calibre adecuado, la cuota que se cobra por el consumo de energía, es fija por unidad de alumbrado.

En las cargas de fuerza se cobra la energía activa y la reactiva, las acometidas también son realizadas con el cable BTC del calibre adecuado, según los cálculos correspondientes.

7.- Obras civiles.- Las obras civiles que se realizan en los fraccionamientos y conjuntos habitacionales son:

a.- Cimentación para subestaciones.

b.- Pozos para instalar interruptores y dispositivos de seccionamiento.

c.- Ductos para alojar cables en el cruce de: calles, avenidas o andadores.

d.- Bases para cajas de derivación P- 4400.

e.- Cepas para alejar cables de M.T. y B.T.

f.- Murete para acometidas domiciliarias.

g.- Registros para acometer a las concentraciones de medidores.

h.- Registros para cambio de dirección de cables de M.T.

Estas obras civiles se mostrarán en el plano #3 de la obra civil

8.- Recomendaciones para elaborar planos.- El departamento encargado de ejecutar las obras de electrificación necesita planos de:

a.- Red de baja tensión.

b.- Red de mediana tensión.

c.- Obra civil.

a.- Planos de red de baja tensión.- En un plano de conjunto bien sea fraccionamiento o unidad habitacional y a una escala adecuada, dibujar las subestaciones, las alimentaciones de baja tensión y las acometidas.

Dibujar a detalle las acometidas a los muretes o a las concentraciones. Anexas la relación de cargas por subestación.

b.- Planos de red de mediana tensión.- En un plano de conjunto a la misma escala que el plano anterior, dibujar la red y los circuitos de mediana tensión subterráneos, así como los alimentadores aéreos que abastecen la red. Dibujar un diagrama unifilar de la red de mediana tensión de distribución, mostrando los puntos de acometida a las redes existentes así como a las seccionalizaciones que se vayan a instalar o ya existentes cerca de la zona. Dibujar un diagrama unifilar del tipo de subestación que se va a emplear.

c.- Plano de obra civil.- En un plano de conjunto que se esté a la misma escala, dibujar la ubicación de las subestaciones y los ductos cruceros que atraviesan calles y andadores. Dibujar un detalle de la colocación de los ductos y del área libre que debe destinar el fraccionador a la instalación y operación de las subestaciones. Dibujar los detalles de cepas para mediana y baja tensión, los registros y pozos que se vayan a construir, así como señalar las cepas que se vayan a realizar en todo el fraccionamiento o unidad habitacional.

9.- *Diseño de alimentación de 23 KV. aéreos .- El diseño de un alimentador de 23 KV. se realiza de una manera muy particular debido a que gran parte del mismo es función de la experiencia así como del sentido común del diseñador.*

Se hace un estudio previo para determinar si es necesario que se construya un alimentador nuevo; la construcción obedece a aumentos de carga en una zona ya servida, para descargar alimentadores sobrecargados, alimentar servicios nuevos; una vez que se decide proyectarlo, habrá de tener en cuenta detalles que complican considerablemente el diseño.

Una vez que se han determinado las características de la carga, se procede a conocer el terreno por donde sea más conveniente que pase el alimentador, con una ruta óptima, aquí se deben considerar los aspectos siguientes:

- a.- Obstáculos naturales, como cerros, cunetas, barrancas, etc.*
- b.- Condiciones del terreno, puede ser: firme, pantanoso, duro, etc.*
- c.- Inexistencia de calles o traza futura de las mismas.*
- d.- Existencia de otros alimentadores.*
- e.- Dificultad de acceso a la zona por electrificar.*

Al hacer el estudio del terreno, se buscan trayectorias viables, evitando rodeos los cuales representen problemas de regulación de voltaje y costo excesivo en materiales. Así mismo debe tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- f.- Evitar que las líneas no pasen por zonas densamente arboladas para evitar interrupciones constantes.*
- g.- Instalar los alimentadores en las aceras sur y oriente.*
- h.- Evitar la instalación de líneas cerca de fachadas, ventanas, anuncios y cualquier tipo de obstáculo.*
- i.- No instalar posteria dentro de predios ni frente a cocheras.*

j.- Evitar que las líneas crucen terrenos o construcciones.

k.- Elegir las calles de menor tránsito vehicular, con el fin de evitar daños a las instalaciones como consecuencia de choques y no interferir con la circulación en caso de mantenimiento a las redes.

En el aspecto eléctrico se debe considerar los siguientes aspectos:

a.- La distribución de la energía será en forma radial.

b.- Instalar cuchillas desconectoras e interruptores para la flexibilidad del sistema.

c.- Las longitudes de los alimentadores, estarán en función de la carga conectada y de su distribución geográfica.

d.- Evitar la conexión de transformadores directamente de los troncales.

e.- La capacidad de los alimentadores será de 9 a 12 MVA de acuerdo con la densidad de carga.

f.- Proteger cada transformador con fusibles y pararrayos.

g.- Conectar seccionadores en puntos estratégicos de las derivaciones, para mejorar la continuidad en el servicio y disminuir las salidas de todos los alimentadores .

6.4.- Diseño de red de distribución para conjuntos habitacionales y fraccionamientos (Etapa práctica).

En la presente etapa del capítulo explicaremos como se elabora el diseño para suministrar energía eléctrica a una unidad habitacional, por medio de una red de distribución mixta; basándose en la etapa teórica explicada anteriormente.

1.- Características de la carga . La carga que conforma la unidad habitacional es la siguiente:

- Departamentos del tipo duplex.
- Alumbrado público.
- Sistema de bombeo.
- Escuela preprimaria (Kinder).
- Escuela primaria.

A continuación especificaremos como está compuesta cada carga indicando las características de mayor importancia y utilidad de cada una.

- Departamentos :

La unidad habitacional se encuentra formada por 324 departamentos, y la carga instalada por departamento es :

- a) 4 lámparas incandescentes de 70 watts.
- b) 3 lámparas incandescentes de 100 watts.
- c) 8 contactos monofásicos de 180 watts.

la carga total instalada es el resultado de multiplicar cada accesorio por su potencia y sumando todas las cargas , esto es :

$$4 \text{ lámparas} \times 70 \text{ watts} = 280 \text{ watts}$$

$$3 \text{ lámparas} \times 100 \text{ watts} = 300 \text{ watts}$$

$$8 \text{ contactos} \times 180 \text{ watts} = 1440 \text{ watts}$$

$$\text{la carga total instalada} = 2020 \text{ watts}$$

Para los departamentos se considera un factor de potencia de 0.9 y un factor de demanda de 0.5, tomando en cuenta estos factores obtenemos :

$$D_{\max} = F_d \times C_{\text{ins}} = 0.5 \times 2020 = 1010 \text{ watts.}$$

Para efectos de cálculo se considerarán 1000 watts por departamento. La demanda máxima de la unidad es:

$$1000 \text{ watts} \times 324 \text{ departamentos} = 324 \text{ kw.}$$

$$KVA = Kw / f.p. = 324 / 0.9 = 360 \text{ KVA.}$$

Alumbrado público.

El alumbrado público de la unidad habitacional está formado por:

41 pzas. luminario de 150 watts, vsap para punta de poste*

23 pzas. luminarias de 400 watts, vsap, para montaje en brazo.

El factor de potencia es de 0,9, su factor de demanda es unitario; consideramos 15% de carga para los accesorios de los luminarias, por lo tanto tenemos:

$$41 \text{ pzas.} \times 150\text{w} = 6150\text{w}$$

$$23 \text{ pzas.} \times 400\text{w} = 9200\text{w}$$

$$\text{total} = 15350\text{w}$$

**vapor de sodio a alta presión.*

Considerando el 15% de carga para los accesorios tenemos:

$$15350\text{w} + (15350\text{w} \times 0.15) = 17652.5\text{w}$$

$$\text{KVA} = 17.6525 / 0.9 = 19.61388\text{KVA.}$$

Sistema de bombeo.

En la unidad se utilizan 10 bombas de 5Hp cada una, con un factor de potencia de 0.85 y un factor de demanda de 0.7, por lo que resulta:

$$5\text{Hp} (0.746 \text{ KW} / 1 \text{ Hp}) = 3.73 \text{ KW}.$$

$$3.73 \text{ KW} \times \text{Fd} = 3.73 \text{ KW} \times 0.7 = 2.611 \text{ KW}.$$

$$\text{KVA} = 2.611 / 0.85 = 3.071 \text{ KVA.}$$

$$\text{KVA totales} = 3.071 \text{ KVA} \times 10 = 30.717 \text{ KVA.}$$

Escuela primaria.

La carga instalada en la escuela es la siguiente:

1.- Iluminación fluorescente:

$$108 \text{ pzas. de } 2 \times 34\text{w} = 7.072 \text{ KW.}$$

$$23 \text{ pzas. de } 25\text{w} = .575 \text{ KW.}$$

$$8 \text{ pzas. de } 2 \times 74\text{w} = 1.184 \text{ KW.}$$

$$4 \text{ pzas. de } 250\text{w} = 1.0 \text{ KW.}$$

$$\text{total} = 9.831 \text{ KW.}$$

Considerar el 15% de carga adicional debido a los balastos ,

$$\text{Total} = 11.305 \text{ KW}$$

$$\text{F.P.} = 0.85$$

2.- Iluminación incandescente:

$$5 \text{ pzas de } 100\text{w} = 0.5 \text{ KW.}$$

3.- Contactos:

$$35 \text{ pzas. de } 180\text{w} = 6.3 \text{ KW.}$$

4.- Sistema de bombeo:

$$2 \text{ bombas de } 3/4 \text{ Hp} = 0.55955 \times 2 = 1.119 \text{ KW.}$$

$$F.P. = 0.85$$

5.- Equipo de sonido:

$$500\text{w} = 0.5 \text{ KW.}$$

6.- Refrigerador :

$$800\text{w} = 0.8 \text{ KW.}$$

A continuación obtendremos la carga total de la escuela

TABLA DE CARGA DE LA ESCUELA PRIMARIA

| DESCRIPCION | KW | F.P. | KVA | KVAR |
|----------------------|--------|------|--------|-------|
| Illum. fluorescente | 9.831 | 0.85 | 11.565 | 6.091 |
| Illum. incandescente | 0.500 | 1.0 | 0.500 | 0.000 |
| Contactos | 6.300 | 1.0 | 6.300 | 0.000 |
| Sis. bombeo | 1.119 | 0.85 | 1.316 | 0.693 |
| Equipo de sonido | 0.500 | 0.85 | 0.588 | 0.309 |
| Refrigerador | 0.800 | 0.85 | 0.941 | 0.309 |
| TOTAL | 19.050 | 0.9 | 20.563 | 7.743 |

de donde el F.P. total = $19.05 / 20.563 = 0.9$

Previendo una ampliación de instalaciones de la escuela se considera para efectos de cálculo una carga instalada de 24 Kw con un F.P. de 0.9 y un F.d. de 0.65, en base a estos datos obtenemos la demanda máxima:

$$Kw \text{ máx} = Kw \times F.d. = 24.00 \times 0.65 = 15.60 \text{ Kw}$$

$$Kvamáx = Kw \text{ máx} / F.P. = 15.60 / 0.9 = 17.33 \text{ Kva}$$

Kinder.

La carga instalada en el kinder es la siguiente:

1.- Iluminación fluorescente:

$$13 \text{ pzas de } 2 \times 34 \text{ w} = 0.884 \text{ Kw}$$

$$16 \text{ pzas de } 2 \times 74 \text{ w} = 2.368 \text{ Kw}$$

$$2 \text{ pzas de } 250 \text{ w} = 0.500 \text{ Kw}$$

$$\text{Total} = 3.752 \text{ Kw}$$

Considerando el 15 % de carga adicional debida a los balastros tenemos que :

$$\text{Total} = 4.314 \text{ Kw} \quad \text{con un F.P.} = 0.85$$

2.- Iluminación incandescente:

$$12 \text{ pzas de } 100 \text{ w} = 1.2 \text{ Kw}$$

3.- Contactos :

$$9 \text{ pzas de } 180 \text{ w} = 1.620 \text{ Kw}$$

4.- Sistema de bombeo :

$$2 \text{ bombas de } 3/4 \text{ Hp} = 0.560 \text{ Kw} \times 2 = 1.120 \text{ Kw}$$

con un F.P. = 0.85

5.- Equipo de sonido :

$$500 \text{ w} = 0.500 \text{ Kw}$$

A continuación se muestra la tabla de la carga total del kinder:

TABLA DE CARGAS DEL KINDER

| DESCRIPCION | KW | F.P. | KVA | KVAR |
|---------------------|-------|------|-------|-------|
| Ilum. fluorescente | 4.314 | 0.85 | 5.075 | 2.673 |
| Ilum. Incandescente | 1.200 | 1.0 | 1.200 | 0.000 |
| Contactos | 1.620 | 1.0 | 1.620 | 0.000 |
| Sis. bombeo | 1.119 | 0.85 | 1.316 | 0.692 |
| Equipo sonido | 0.500 | 0.85 | 0.588 | 0.309 |
| TOTAL | 8.753 | 0.90 | 9.492 | 3.674 |

Al igual que en la primaria consideramos una ampliación a futuro de instalaciones en el kinder, y se considera para efectos de cálculo una carga instalada de 10 Kw con un F.p. de 0.90 y un F.d. de 0.4, con los cuales obtenemos la demanda máxima:

$$Kw \text{ máx} = Kw \times F. d. = 10 \times 0.4 = 4 \text{ Kw}$$

$$Kva \text{ máx} = Kw \text{ máx} / F.P. = 4 / 0.9 = 4.44 \text{ Kva}$$

Una vez obtenidas las cargas parciales que componen la unidad habitacional obtenemos la carga total de la unidad, como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA DE LA CARGA TOTAL DE LA UNIDAD

| DESCRIPCION | KW | F.P. | KVA | KVAR |
|--------------------|----------------|-------------|----------------|----------------|
| DEPTOS. | 324.000 | 0.9 | 360.000 | 156.920 |
| ALUM.PUBLICO | 17.652 | 0.9 | 19.613 | 8.548 |
| SIS. BOMBEO | 26.110 | 0.9 | 30.717 | 16.180 |
| PRIMARIA | 15.600 | 0.9 | 17.330 | 7.547 |
| KINDER | 4.000 | 0.9 | 4.440 | 3.713 |
| | | | | |
| TOTAL | 387.362 | 0.9 | 432.329 | 191.988 |

2.- Subestaciones de mediana tensión a baja tensión.

De las características de la carga tenemos, que la carga por alimentar es de 432.329 KVA. Al realizar un análisis de la topografía del terreno y la distribución geográfica de la carga, para obtener el número de subestaciones a utilizar, se optó por el uso de cinco subestaciones tipo poste con capacidades de 112.5 KVA y 75 KVA, quedando la carga total dividida en cinco zonas, utilizándose tres transformadores de 112.5 KVA y dos de 75 KVA. La distribución exacta de la carga así como el factor de utilización de los transformadores se encuentra detallado en la parte correspondiente a la memoria de cálculo de la red de baja tensión.

3.- Red de tensión media.

El tipo de estructura a utilizar para la red de mediana tensión es del tipo radial aérea, debido a que sus características principales de construcción son: sencillez y economía, las cuales son idóneas para el nivel socioeconómico de la unidad habitacional.

Los cálculos de esta red se especificarán en la memoria de cálculo, el diseño se muestra en el plano de mediana tensión.

4.- Red de baja tensión.

De acuerdo a la geometría de la carga se optó por una estructura radial sin amarres subterránea compuesta por cables de calibre escalonado. El arreglo de los circuitos trifásicos a proyectar es el de la figura 6.6 b , de acuerdo al departamento de proyectos y normas de distribución.

Se muestra la memoria de cálculo de la red, especificando el equipo a utilizar para la construcción de la red. El diseño de la red de baja tensión se muestra en el plano de mediana tensión.

Cálculo de la red de mediana tensión.

Para el cálculo del calibre del conductor del lado primario de los transformadores, se debe obtener la corriente de cada transformador referidas al lado primario.

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad \text{despejando} \quad I_p = \frac{I_s E_s}{E_p} \quad \text{donde:}$$

E_p es el voltaje en el primario del transformador (volts).
 E_s es el voltaje del transformador en el secundario (volts).
 I_p es la corriente en el primario del transformador (amperes).
 I_s es la corriente en el secundario del transformador (amperes).

de donde para el transformador 1 de 112.5 KVA :

$$I_p = \frac{266.75 \times 220}{23000} = 2.551 \text{ Amp.}$$

Transformador 2 de 112.5 KVA :

$$I_p = \frac{266.66 \times 220}{23000} = 2.555 \text{ amp.}$$

Transformador 3 de 75 KVA :

$$I_p = \frac{195.1 \times 220}{23000} = 1.866 \text{ amp}$$

Transformador 4 de 112.5 KVA :

$$I_p = \frac{179.56 \times 220}{23000} = 2.529 \text{ amp}$$

Transformador 5 de 75 KVA :

$$I_p = \frac{179.56 \times 220}{23000} = 1.717 \text{ amp}$$

Nota : las corrientes de los secundarios de los transformadores son los resultados obtenidos en la memoria de cálculo de los circuitos de cada transformador.

Para el porcentaje de regulación de voltaje se obtiene que :

$$e = IdZ$$

de donde $Z = 1.07 \eta / \text{km}$, de tablas del capítulo de materiales y equipo en el diseño, ya que 1.07 corresponde al cable ASCR #2 d es la distancia.

$$\begin{array}{rclcl} et3 = 6.967 & \times & 0.025 & \times & 1.07 & = & 0.186 \text{ v} \\ et2 = 5.101 & \times & 0.050 & \times & 1.07 & = & 0.272 \text{ v} \\ et1 = 2.551 & \times & 0.070 & \times & 1.07 & = & 0.191 \text{ v} \end{array}$$

$$0.649 \text{ v}$$

por lo que :

$$\% \text{ Reg volt.} = \frac{0.649}{22999.578} \times 100 = 0.00282 \%$$

El cálculo para los transformadores 4 y 5 son iguales a los antes descritos, con la única diferencia que tiene una carga menor, por lo que, se utilizó un cable de la misma sección que los anteriores.

Por lo que con estos datos se observa que el calibre a utilizar en la red de mediana tensión será un cable ASCR #2, el cual se indicará en su plano correspondiente.

A continuación se mostrará las tablas de todas las cargas de cada uno de los transformadores, seguidos de la memoria de cálculo para la red de baja tensión.

TABLA DE CARGAS DE LOS TRANSFORMADORES

| No. | CONCEP. | CARGA | F.D. | F.P. | TIPO | KW | KVA | AMP. | A | B | C |
|------------------|------------|---------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TRANSFORMADOR 1: | | | | | | | | | | | |
| 1 | vivienda | 64 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 32.00 | 35.55 | 93.29 | 93.29 | 93.29 | 93.29 |
| 2 | vivienda | 60 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 30.00 | 33.33 | 87.46 | 87.46 | 87.46 | 87.46 |
| 3a | vivienda | 44 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 22.00 | 24.44 | 64.13 | 64.13 | 64.13 | 64.13 |
| 4 | sist.bomb. | 7.46 kw | 0.7 | 0.85 | 3φ | 5.22 | 6.14 | 16.17 | 16.17 | 16.17 | 16.17 |
| 5 | alum.pub. | 1.31 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 1.31 | 1.45 | 5.70 | 0.00 | 5.70 | 5.70 |
| TOTALES | | | | | | 90.53 | 100.91 | 266.75 | 261.05 | 266.75 | 266.75 |

| No. | CONCEP. | CARGA | F.D. | F.P. | TIPO | KW | KVA | AMP. | A | B | C |
|------------------|------------|---------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TRANSFORMADOR 2: | | | | | | | | | | | |
| 3b | vivienda | 16 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 8.00 | 8.88 | 23.30 | 23.30 | 23.30 | 23.30 |
| 6 | vivienda | 60 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 30.00 | 33.33 | 87.46 | 87.46 | 87.46 | 87.46 |
| 7 | vivienda | 64 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 32.00 | 35.55 | 93.29 | 93.29 | 93.29 | 93.29 |
| 8a | vivienda | 28 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 14.00 | 15.55 | 40.80 | 40.80 | 40.80 | 40.80 |
| 9 | alum.pub. | 1.31 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 1.31 | 1.45 | 5.70 | 5.70 | 5.70 | 0.00 |
| 11 | sist.bomb. | 7.46 kw | 0.7 | 0.85 | 3φ | 5.22 | 6.14 | 16.11 | 16.11 | 16.11 | 16.11 |
| TOTALES | | | | | | 90.53 | 100.90 | 266.66 | 266.66 | 266.66 | 266.66 |

| No. | CONCEP. | CARGA | F.D. | F.P. | TIPO | KW | KVA | AMP. | A | B | C |
|------------------|------------|---------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| TRANSFORMADOR 3: | | | | | | | | | | | |
| 8b | vivienda | 28 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 14.00 | 15.55 | 40.80 | 40.80 | 40.80 | 40.80 |
| 10 | alum.pub. | 1.31 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 1.31 | 1.45 | 5.70 | 5.70 | 5.70 | 0.00 |
| 12 | vivienda | 60 kw | 0.5 | 0.9 | 3φ | 30.00 | 33.33 | 87.46 | 87.46 | 87.46 | 87.46 |
| 13 | sist.bomb. | 7.46 kw | 0.7 | 0.85 | 3φ | 5.22 | 6.14 | 16.11 | 16.11 | 16.11 | 16.11 |
| 14 | alum.pub. | 1.31 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 1.31 | 1.45 | 5.70 | 0.00 | 5.70 | 5.70 |
| 15 | alum.pub. | 3 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 3.00 | 3.33 | 13.11 | 13.11 | 0.00 | 13.11 |
| 18 | alum.pub. | 6 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 6.00 | 6.66 | 26.22 | 0.00 | 26.22 | 26.22 |
| TOTALES | | | | | | 60.84 | 67.91 | 195.10 | 163.18 | 176.79 | 189.40 |

| No. | CONCEP. | CARGA | F.D. | F.P. | TIPO | KW | KVA | AMP. | A | B | C |
|------------------|------------|---------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| TRANSFORMADOR 4: | | | | | | | | | | | |
| 16 | vivienda | 60 kw | 0.5 | 0.9 | 3Φ | 30.00 | 33.33 | 87.46 | 87.46 | 87.46 | 87.46 |
| 17 | vivienda | 40 kw | 0.5 | 0.9 | 3Φ | 20.00 | 22.22 | 58.31 | 58.31 | 58.31 | 58.31 |
| 20 | vivienda | 44 kw | 0.5 | 0.9 | 3Φ | 22.00 | 24.44 | 64.13 | 64.13 | 64.13 | 64.13 |
| 19 | alum.pub. | 2.5 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 2.50 | 2.77 | 10.90 | 10.90 | 10.90 | 0.00 |
| 23 | alum.pub. | 1.31 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 1.31 | 1.45 | 5.70 | 5.70 | 0.00 | 5.70 |
| 24 | alum.pub. | 1.31 kw | 1.0 | 0.9 | 2φ | 1.31 | 1.45 | 5.70 | 0.00 | 5.70 | 5.70 |
| 25 | sist.bomb. | 7.46 kw | 0.7 | 0.85 | 3Φ | 5.22 | 6.14 | 16.11 | 16.11 | 16.11 | 16.11 |
| 26 | sist.bomb. | 7.46 kw | 0.7 | 0.85 | 3Φ | 5.22 | 6.14 | 16.11 | 16.11 | 16.11 | 16.11 |
| TOTALES | | | | | | 87.60 | 97.94 | 264.42 | 258.72 | 258.72 | 253.52 |

| No. | CONCEP. | CARGA | F.D. | F.P. | TIPO | KW | KVA | AMP. | A | B | C |
|------------------|----------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| TRANSFORMADOR 5: | | | | | | | | | | | |
| 21 | vivienda | 40 kw | 0.5 | 0.9 | 3Φ | 20 | 22.22 | 58.31 | 58.31 | 58.31 | 58.31 |
| 22 | vivienda | 44 kw | 0.5 | 0.9 | 3Φ | 22 | 24.44 | 64.13 | 64.13 | 64.13 | 64.13 |
| 27 | primaria | 24 kw | 0.65 | 0.9 | 3Φ | 15.6 | 17.33 | 45.47 | 45.47 | 45.47 | 45.47 |
| 28 | kinder | 10 kw | 0.4 | 0.9 | 3Φ | 10 | 4.44 | 11.65 | 11.65 | 11.65 | 11.65 |
| TOTALES | | | | | | 67.60 | 68.43 | 179.56 | 179.56 | 179.56 | 179.56 |

MEMORIA DE CALCULO

En base a los estudios realizados para determinar el número de transformadores de distribución que se utilizarán para alimentar la carga que conforma la unidad, se realizó una distribución de la misma, quedando como se muestra en la tabla anterior.

Esta distribución se puede observar en el plano de baja tensión, en donde se indica la ubicación de los transformadores, así como la de las cargas existentes en la unidad.

De la anterior tabla obtendremos el factor de utilización de los transformadores, el cual nos indicara el porcentaje de la capacidad del transformador que esta siendo utilizada.

i.- Este factor de utilización lo obtendremos de la formula :

$$Fu = \frac{D_{max}}{Cap\ nom} \times 100$$

Donde : Fu = Factor de utilización.

D_{max} = Demanda máxima

$Cap\ nom$ = capacidad nominal del transformador.

Transformador 1:

$$Fu = \frac{100,91}{112,5} \text{ KVA} \times 100 = 89,69 \%$$

Transformador 2:

$$Fu = \frac{100,90}{112,5} \text{ KVA} \times 100 = 89,68 \%$$

Transformador 3:

$$Fu = \frac{67,910}{75} \text{ KVA} \times 100 = 90,54 \%$$

Transformador 4 :

$$Fu = \frac{97.940}{112.5} \text{ KVA} \times 100 = 87.05\%$$

Transformador 5:

$$Fu = \frac{68.430}{75} \text{ KVA} \times 100 = 91.24\%$$

ii.- Cálculo de caída de tensión y % de regulación :

Primeramente obtendremos la caída de tensión que hay en el conductor que sale de los transformadores hacia las cajas de conexiones . La cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$e = I d Z \quad \text{donde : } \begin{array}{l} I = \text{corriente de la carga en amperes.} \\ d = \text{distancia en Km.} \\ Z = \text{Impedancia en ohm / km} \end{array}$$

Para dar algunas de las impedancias de los conductores mencionaremos , las que se utilizarán durante los cálculos realizados . Para mayor información acerca de las impedancias ver capítulo de materiales utilizados en el diseño .

| | |
|-------------------|--------------------|
| CABLE BTC 1 X 150 | Z = 0.150 OHM / KM |
| CABLE BTC 1 X 70 | Z = 0.331 OHM / KM |
| CABLE BTC 1 X 35 | Z = 0.662 OHM / KM |
| CABLE BTC 1 X 15 | Z = 1.678 OHM / KM |

Por lo que :

Transformador 1:

$$e = I d z = 266.75 \times 0.012 \times 0.150 = 0.4797 \text{ volts}$$

Transformador 2:

$$e = I dz = 266.66 \times 0.012 \times 0.150 = 0.4790 \text{ volts}$$

Transformador 3:

$$e = I dz = 195.10 \times 0.012 \times 0.150 = 0.3510 \text{ volts}$$

Transformador 4:

$$e = I dz = 264.42 \times 0.012 \times 0.150 = 0.4750 \text{ volts}$$

Transformador 5:

$$e = I dz = 179.56 \times 0.012 \times 0.150 = 0.3230 \text{ volt}$$

iii.- Caida de tensión y porcentaje de regulación de la caja de conexiones a cada una de las cargas. Para las cargas que están compuestas por los departamentos, se aplica la fórmula para conductores de calibre escalonado, la cual es:

$$e = (I_1 + I_2 + I_3) dz + (I_2 + I_3) dz + I_3 dz$$

además de que esta caída se calcula por fase (debido al arreglo de la red de baja tensión), y por lo tanto, la corriente por departamento es:

$$I = \frac{W}{En \cdot f.p.}$$

En f.p.

donde: I = Corriente en amperes.

w = carga por departamento en watts

En = Voltaje de fase a neutro.

f.p. = Factor de potencia.

por lo tanto:

$$I = \frac{1000 \text{ w}}{127 \text{ v} \times 0.9} = 8.7489 \text{ amp.}$$

Pero como los departamentos son duplex:

$$I = 8.748 \times 2 = 17.497 \text{ amp.}$$

para la carga 1 : fase 1 se tiene:

$$\begin{aligned}\Delta e_{1-1} &= 104,982 \times 0,013 \times 0,331 = 0,451 \text{ volt} \\ \Delta e_{1-4} &= 87,485 \times 0,038 \times 0,331 = 1,100 \text{ volt} \\ \Delta e_{1-7} &= 69,988 \times 0,027 \times 0,331 = 0,625 \text{ volt} \\ \Delta e_{1-10} &= 52,491 \times 0,027 \times 0,662 = 0,938 \text{ volt} \\ \Delta e_{1-13} &= 34,994 \times 0,027 \times 0,662 = 0,792 \text{ volt} \\ \Delta e_{1-16} &= 17,497 \times 0,027 \times 1,678 = 0,792 \text{ volts} \\ e_{\text{total de 1}} &= 4,495 \text{ volts}\end{aligned}$$

para obtener el % de regulación se tiene que , la caída de tensión total es la suma de la caída de tensión que se obtuvo de los transformadores a la caja más la carga de cada fase:

$$e_t = 0,4797 \text{ v} + 4,4495 \text{ v} = 4,9747 \text{ v.}$$

y para el porcentaje de regulación de voltaje se tiene:

$$\% \text{ Reg} = ((V_i - V_f) / V_f) \times 100$$

$$\% \text{ Reg} = \frac{127 - 122,0253}{122,0253} \times 100 = 4,076 \%$$

Carga 1 : fase 2 :

$$\begin{aligned}\Delta e_{1-2} &= 87,485 \times 0,028 \times 0,331 = 0,810 \text{ volts} \\ \Delta e_{1-5} &= 69,988 \times 0,033 \times 0,331 = 0,764 \text{ volts} \\ \Delta e_{1-8} &= 52,491 \times 0,027 \times 0,662 = 0,938 \text{ volts} \\ \Delta e_{1-11} &= 34,994 \times 0,027 \times 0,662 = 0,625 \text{ volts} \\ \Delta e_{1-14} &= 17,497 \times 0,027 \times 1,678 = 0,792 \text{ volts}\end{aligned}$$

3,929 volts

$$e_t = 3,929 + 0,4797 = 4,4087 \text{ volts}$$

$$\% \text{ Reg} = \frac{127 - 122,5913}{122,5913} \times 100 = 3,59 \%$$

Carga 1 : fase 3

$$\Delta e1-3 = 87.485 \times 0.043 \times 0.331 = 1.245 \text{ volts}$$

$$\Delta e1-6 = 69.988 \times 0.027 \times 0.331 = 0.625 \text{ volts}$$

$$\Delta e1-9 = 52.491 \times 0.027 \times 0.662 = 0.938 \text{ volts}$$

$$\Delta e1-12 = 34.994 \times 0.027 \times 1.678 = 1.585 \text{ volts}$$

$$\Delta e1-15 = 17.497 \times 0.027 \times 1.678 = 0.792 \text{ volts}$$

5.185 volts

$$e_{total} = 5.185 + 0.4797 = 5.6647 \text{ volts}$$

$$\% \text{ Reg} = \frac{127 - 121.3353}{121.3353} \times 100 = 4.66 \%$$

Carga 2 : fase 1

$$\Delta e2-1 = 87.485 \times 0.021 \times 0.331 = 0.608 \text{ volts}$$

$$\Delta e2-4 = 69.988 \times 0.035 \times 0.331 = 0.810 \text{ volt}$$

$$\Delta e2-7 = 52.491 \times 0.030 \times 0.662 = 1.041 \text{ volts}$$

$$\Delta e2-10 = 34.994 \times 0.030 \times 0.662 = 0.694 \text{ volts}$$

$$\Delta e2-13 = 17.497 \times 0.030 \times 1.678 = 0.880 \text{ volts}$$

4.033 volts

$$e_{total} = 4.033 + 0.479 = 4.512 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.488}{122.488} \times 100 = 3.68 \%$$

Carga 2 : fase 2

$$\Delta e2-2 = 87.485 \times 0.037 \times 0.331 = 1.071 \text{ volts}$$

$$\Delta e2-5 = 69.988 \times 0.027 \times 0.331 = 0.625 \text{ volts}$$

$$\Delta e2-8 = 52.491 \times 0.036 \times 0.662 = 1.250 \text{ volts}$$

$$\Delta e2-2 = 34.994 \times 0.027 \times 0.662 = 0.625 \text{ volts}$$

$$\Delta e2-2 = 17.497 \times 0.030 \times 1.678 = 0.880 \text{ volts}$$

4.451 volts

$$e_{total} = 4.451 + 0.479 = 4.93 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.07}{122.07} \times 100 = 4.038 \%$$

Carga 2 : fase 3

$$\Delta e_{2-3} = 87.485 \times 0.046 \times 0.331 = 1.332 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{2-6} = 69.988 \times 0.030 \times 0.331 = 0.694 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{2-9} = 52.491 \times 0.030 \times 0.662 = 1.042 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{2-12} = 34.994 \times 0.030 \times 0.662 = 0.694 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{2-15} = 17.497 \times 0.036 \times 1.678 = 1.036 \text{ volts}$$

4.818 volts

$$e_{total} = 4.818 + 0.4797 = 5.297 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.703}{121.703} \times 100 = 4.35 \%$$

Carga 3a : fase 1

$$\Delta e_{3a-1} = 69.988 \times 0.061 \times 0.331 = 1.413 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-4} = 52.491 \times 0.033 \times 0.331 = 0.573 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-7} = 34.994 \times 0.031 \times 0.662 = 0.718 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-10} = 17.497 \times 0.032 \times 1.678 = 0.939 \text{ volts}$$

3.643 volts

$$e_{total} = 3.643 + 0.4797 = 4.1227 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.8773}{122.8773} \times 100 = 3.35 \%$$

Carga 3a : fase 2

$$\Delta e_{3a-2} = 69.988 \times 0.070 \times 0.331 = 1.621 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-5} = 52.491 \times 0.033 \times 0.662 = 1.146 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-8} = 34.994 \times 0.031 \times 0.662 = 0.718 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-11} = 17.497 \times 0.032 \times 1.678 = 0.939 \text{ volts}$$

4.424 volts

$$e_{total} = 4.424 + 0.4797 = 4.9037 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.0963}{122.0963} \times 100 = 4.0169\%$$

Carga 3a : fase3

$$\Delta e_{3a-3} = 52.491 \times 0.079 \times 0.331 = 1.372 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-6} = 34.994 \times 0.038 \times 0.662 = 0.880 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3a-9} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

$$\underline{3.134 \text{ volts}}$$

$$e_{total} = 3.134 + 0.4797 = 3.6137 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 123.3863}{123.3863} \times 100 = 2.929\%$$

Carga 3b : fase1

$$\Delta e_{3b-1} = 17.497 \times 0.071 \times 1.678 = 2.084 \text{ volts}$$

$$\underline{2.084 \text{ volts}}$$

$$e_{total} = 2.084 + 0.479 = 2.5637 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 124.437}{124.437} \times 100 = 2.05\%$$

Carga 3b : fase2

$$\Delta e_{3b-2} = 34.994 \times 0.052 \times 1.678 = 3.229 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{3b-3} = 17.497 \times 0.010 \times 1.678 = 0.293 \text{ volts}$$

$$\underline{3.522 \text{ volts}}$$

$$e_{total} = 3.522 + 0.479 = 4.001 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.999}{122.999} \times 100 = 3.25\%$$

fase 3

$$\Delta e_{3b-4} = 17.497 \times 0.071 \times 1.678 = 2.084 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 124.916}{124.916} \times 100 = 1.66 \%$$

Carga 4 y 5

$$\Delta e_5 = 21.87 \times 0.012 \times 1.678 = 0.44 \text{ volts}$$

$$\Delta e_4 = 16.17 \times 0.003 \times 1.678 = 0.81 \text{ volt}$$

$$0.521 \text{ volts}$$

$$e_{\text{total}} = 0.521 + 0.4797 = 1.00 \text{ volt}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 126.000}{126.000} \times 100 = 0.794 \%$$

Carga 6 : fase 1

$$\Delta e_{6-1} = 87.485 \times 0.047 \times 0.331 = 1.361 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-4} = 69.988 \times 0.031 \times 0.331 = 0.718 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-7} = 52.491 \times 0.032 \times 0.662 = 1.111 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-10} = 34.994 \times 0.031 \times 0.662 = 0.718 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-13} = 17.497 \times 0.031 \times 1.678 = 0.910 \text{ volts}$$

$$4.818 \text{ volts}$$

$$e_{\text{total}} = 4.818 + 0.479 = 5.297 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.703}{121.703} \times 100 = 4.35 \%$$

Carga 6 : fase 2

$$\Delta e_{6-2} = 87.485 \times 0.060 \times 0.331 = 1.737 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-5} = 69.988 \times 0.028 \times 0.331 = 0.648 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-8} = 52.491 \times 0.035 \times 0.662 = 1.216 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-11} = 34.994 \times 0.028 \times 0.662 = 0.648 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-14} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

5.071 volts

$$e_{total} = 5.071 + 0.479 = 5.55 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.45}{121.45} \times 100 = 4.56 \%$$

Carga 6 : fase 3

$$\Delta e_{6-3} = 87.485 \times 0.069 \times 0.331 = 1.998 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-6} = 69.988 \times 0.032 \times 0.331 = 0.741 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-9} = 52.491 \times 0.032 \times 0.662 = 1.111 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-12} = 34.994 \times 0.031 \times 0.662 = 0.718 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{6-15} = 17.497 \times 0.035 \times 0.662 = 0.405 \text{ volts}$$

4.973 volts

$$e_{total} = 4.973 + 0.479 = 5.452 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.548}{121.548} \times 100 = 4.48 \%$$

Carga 7 : fase 1

$$\Delta e_{7-1} = 104.982 \times 0.011 \times 0.331 = 0.382 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{7-4} = 87.485 \times 0.017 \times 0.331 = 0.492 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{7-7} = 69.988 \times 0.028 \times 0.662 = 1.292 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{7-10} = 52.491 \times 0.035 \times 0.662 = 1.216 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{7-13} = 34.994 \times 0.028 \times 0.662 = 0.648 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{7-16} = 17.497 \times 0.027 \times 1.678 = 0.792 \text{ volts}$$

4.822 volts

$$e_{total} = 4.822 + 0.479 = 5.301 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.699}{121.699} \times 100 = 4.35 \%$$

Carga 7 : fase 2

$$\Delta e_{7-2} = 87.485 \times 0.011 \times 0.331 = 0.318 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{7-5} = 69.988 \times 0.026 \times 0.331 = 0.602 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{7-8} = 52.491 \times 0.032 \times 0.662 = 1.111 \text{ volts}$$

$$\Delta e7-11 = 34.994 \times 0.031 \times 0.662 = 0.718 \text{ volts}$$

$$\Delta e7-14 = 17.497 \times 0.031 \times 1.678 = 0.910 \text{ volts}$$

3.639 volts

$$e_{total} = 3.639 + 0.479 = 4.138 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.862}{122.862} \times 100 = 3.36 \%$$

Carga 7 : fase 3

$$\Delta e7-3 = 87.485 \times 0.011 \times 0.331 = 0.318 \text{ volts}$$

$$\Delta e7-6 = 69.988 \times 0.035 \times 0.331 = 0.810 \text{ volts}$$

$$\Delta e7-9 = 52.491 \times 0.031 \times 0.662 = 1.077 \text{ volts}$$

$$\Delta e7-12 = 34.994 \times 0.032 \times 0.662 = 0.741 \text{ volts}$$

$$\Delta e7-15 = 17.497 \times 0.032 \times 1.678 = 0.939 \text{ volts}$$

3.898 volts

$$e_{total} = 3.898 + 0.479 = 4.3778 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.622}{122.622} \times 100 = 3.57 \%$$

Carga 8 : fase 1

$$\Delta e8a-1 = 52.491 \times 0.106 \times 0.662 = 3.683 \text{ volts}$$

$$\Delta e8a-4 = 34.994 \times 0.028 \times 0.662 = 0.648 \text{ volts}$$

$$\Delta e8a-7 = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.763 \text{ volts}$$

5.094 volts

$$e_{total} = 5.094 + 0.479 = 5.5738 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.427}{121.427} \times 100 = 4.58 \%$$

Carga 8 : fase 2

$$\Delta e8a-2 = 34.994 \times 0.115 \times 0.662 = 2.664 \text{ volts}$$

$$\Delta e8a-5 = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

3.486 volts

$$e_{total} = 3.486 + 0.479 = 3.965 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 123.035}{123.035} \times 100 = 3.222\%$$

Carga 8 : fase 3

$$\Delta e_{8a-3} = 34.994 \times 0.124 \times 0.662 = 2.872 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{8a-6} = 17.497 \times 0.031 \times 1.678 = 0.910 \text{ volts}$$

3.780 volts

$$e_{total} = 3.780 + 0.479 = 4.261 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.739}{122.739} \times 100 = 3.47\%$$

Carga 8b : fase 1

$$\Delta e_{8b-1} = 52.491 \times 0.055 \times 0.662 = 1.911 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{8b-4} = 34.994 \times 0.124 \times 0.662 = 1.820 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{8b-7} = 17.497 \times 0.031 \times 1.678 = 0.851 \text{ volts}$$

4.582 volts

$$e_{total} = 4.582 + 0.351 = 4.933 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.067}{122.067} \times 100 = 4.04\%$$

Carga 8b : fase 2

$$\Delta e_{8b-2} = 34.994 \times 0.067 \times 0.662 = 3.934 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{8b-5} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

4.756 volts

$$e_{total} = 4.756 + 0.351 = 5.107 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.893}{121.893} \times 100 = 4.189\%$$

Carga 8b : fase 3

$$\Delta e_{8b-3} = 34.994 \times 0.076 \times 1.678 = 4.462 \text{volts}$$

$$\Delta e_{8b-6} = 17.497 \times 0.031 \times 1.678 = 0.910 \text{volts}$$

$$5.372 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 5.372 + 0.351 = 5.723 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.277}{121.277} \times 100 = 4.71 \%$$

Carga 9 y 11

$$\Delta e_9 = 21.81 \times 0.046 \times 1.678 = 1.683 \text{volts}$$

$$\Delta e_{11} = 16.17 \times 0.005 \times 1.678 = 0.135 \text{volts}$$

$$1.818 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 1.818 + 0.479 = 2.297 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 124.703}{124.703} \times 100 = 1.84 \%$$

Carga 10 y 13

$$\Delta e_{10} = 21.81 \times 0.038 \times 1.678 = 1.390 \text{volts}$$

$$\Delta e_{13} = 16.17 \times 0.005 \times 1.678 = 0.135 \text{volts}$$

$$1.525 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 1.525 + 0.351 = 1.876 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 125.124}{125.124} \times 100 = 1.49 \%$$

Carga 12 : fase 1

$$\Delta e_{12-1} = 87.485 \times 0.004 \times 0.331 = 0.115 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-4} = 69.988 \times 0.018 \times 0.331 = 0.416 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-7} = 52.491 \times 0.028 \times 0.662 = 0.972 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-10} = 34.994 \times 0.035 \times 1.678 = 2.055 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-13} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

$$4.38 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 4.38 + 0.351 = 4.731 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.269}{122.269} \times 100 = 3.86 \%$$

Carga 12 : fase 2

$$\Delta e_{12-2} = 87.485 \times 0.004 \times 0.331 = 0.115 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-5} = 69.988 \times 0.027 \times 0.331 = 0.625 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-8} = 52.491 \times 0.032 \times 0.662 = 1.111 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-11} = 34.994 \times 0.032 \times 1.678 = 1.879 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-14} = 17.497 \times 0.032 \times 1.678 = 0.939 \text{ volts}$$

4.669 volts

$$e_{total} = 4.669 + 0.351 = 5.02 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.98}{121.98} \times 100 = 4.11 \%$$

Carga 12 : fase 3

$$\Delta e_{12-3} = 87.485 \times 0.004 \times 0.331 = 0.115 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-6} = 69.988 \times 0.036 \times 0.331 = 1.667 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-9} = 52.491 \times 0.032 \times 0.662 = 1.111 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-12} = 34.994 \times 0.032 \times 1.678 = 1.879 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{12-15} = 17.497 \times 0.032 \times 1.678 = 0.939 \text{ volts}$$

5.711 volts

$$e_{total} = 5.711 + 0.351 = 6.062 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 120.938}{120.938} \times 100 = 5.01 \%$$

Carga 14, 15 y 18

$$\Delta e_{14} = 31.92 \times 0.003 \times 1.678 = 0.160 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{15} = 45.03 \times 0.009 \times 1.678 = 0.680 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{13} = 16.17 \times 0.020 \times 1.678 = 0.879 \text{ volts}$$

$$1.719 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 1.719 + 0.331 = 2.07 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 124.93}{124.93} \times 100 = 1.656\%$$

Carga 16 : fase 1

$$\Delta e_{16-1} = 87.485 \times 0.119 \times 0.331 = 3.445 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-4} = 69.988 \times 0.014 \times 0.331 = 0.324 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-7} = 52.491 \times 0.023 \times 0.662 = 0.799 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-10} = 34.994 \times 0.021 \times 0.662 = 0.486 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-13} = 17.497 \times 0.025 \times 1.678 = 0.289 \text{ volts}$$

$$5.343 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 5.343 + 0.475 = 5.818 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.187}{121.187} \times 100 = 4.80\%$$

Carga 16 : fase 2

$$\Delta e_{16-2} = 87.485 \times 0.119 \times 0.331 = 3.49 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-5} = 69.988 \times 0.023 \times 0.331 = 0.572 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-8} = 52.491 \times 0.023 \times 0.331 = 0.397 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-11} = 34.994 \times 0.023 \times 0.662 = 0.532 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{16-14} = 17.497 \times 0.034 \times 0.662 = 0.393 \text{ volts}$$

$$5.296 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 5.296 + 0.475 = 5.771 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.229}{121.229} \times 100 = 4.76\%$$

Carga 16 : fase 3

$$\Delta e_{16-3} = 69.988 \times 0.119 \times 0.331 = 2.756 \text{volts}$$

$$\Delta e_{16-6} = 52.491 \times 0.023 \times 0.331 = 0.399 \text{volts}$$

$$\Delta e_{16-9} = 34.994 \times 0.023 \times 0.662 = 0.532 \text{volts}$$

$$\Delta e_{16-12} = 17.497 \times 0.023 \times 0.662 = 0.266 \text{volts}$$

3.953 volts

$$e_{total} = 3.953 + 0.475 = 4.428 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.572}{122.572} \times 100 = 3.60 \%$$

Carga 17 : fase 1

$$\Delta e_{17-1} = 69.988 \times 0.021 \times 0.662 = 0.972 \text{volts}$$

$$\Delta e_{17-4} = 52.491 \times 0.032 \times 0.662 = 1.111 \text{volts}$$

$$\Delta e_{17-7} = 34.994 \times 0.030 \times 1.678 = 1.761 \text{volts}$$

$$\Delta e_{17-10} = 17.497 \times 0.030 \times 1.678 = 0.880 \text{volts}$$

4.724 volts

$$e_{total} = 4.724 + 0.475 = 5.199 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.801}{121.801} \times 100 = 4.26 \%$$

Carga 17 : fase 2

$$\Delta e_{17-2} = 52.491 \times 0.021 \times 0.662 = 0.729 \text{volts}$$

$$\Delta e_{17-5} = 34.994 \times 0.044 \times 1.678 = 2.583 \text{volts}$$

$$\Delta e_{17-8} = 17.497 \times 0.032 \times 1.678 = 0.939 \text{volts}$$

4.251 volts

$$e_{total} = 4.251 + 0.475 = 4.726 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.274}{122.274} \times 100 = 3.86 \%$$

Carga 17 : fase 3

$$\Delta e_{17-3} = 52.491 \times 0.044 \times 0.662 = 1.528 \text{volts}$$

$$\Delta e_{17-6} = 34.994 \times 0.030 \times 1.678 = 1.761 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{17-9} = 17.497 \times 0.030 \times 1.678 = 0.880 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 4.169 + 0.475 = 4.644 \text{ volts}$$

4.169 volts

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.356}{122.356} \times 100 = 3.79 \%$$

carga 19

$$\Delta e_{19} = 10.90 \times 0.020 \times 1.678 = 0.475 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{total} = 0.475 + 0.475 = 0.954 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 126.05}{126.05} \times 100 = 0.75 \%$$

Carga 20 : fase 1

$$\Delta e_{20-1} = 69.988 \times 0.008 \times 0.662 = 0.370 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-4} = 52.491 \times 0.030 \times 0.662 = 1.042 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-7} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-10} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 3.878 + 0.475 = 4.353 \text{ volts}$$

3.878 volts

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.647}{122.647} \times 100 = 3.54 \%$$

Carga 20 : fase 2

$$\Delta e_{20-2} = 69.988 \times 0.008 \times 0.662 = 0.370 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-5} = 52.491 \times 0.039 \times 0.662 = 1.355 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-8} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-11} = 17.497 \times 0.025 \times 1.678 = 0.733 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 4.102 + 0.475 = 4.577 \text{ volts}$$

4.102 volts

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.423}{122.423} \times 100 = 3.73 \%$$

Carga 20 : fase 3

$$\Delta e_{20-3} = 69.988 \times 0.008 \times 0.662 = 0.370 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-6} = 52.491 \times 0.048 \times 0.662 = 1.667 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-9} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{20-12} = 17.497 \times 0.025 \times 1.678 = 0.733 \text{ volts}$$

$$4.434 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 4.434 + 0.475 = 4.909 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.091}{122.091} \times 100 = 4.02 \%$$

Carga 21 : fase 1

$$\Delta e_{21-1} = 52.491 \times 0.022 \times 1.678 = 1.937 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{21-4} = 34.994 \times 0.032 \times 1.678 = 1.879 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{21-7} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

$$4.638 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 4.638 + 0.323 = 4.961 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.039}{122.039} \times 100 = 4.06 \%$$

Carga 21 : fase 2

$$\Delta e_{21-2} = 52.491 \times 0.035 \times 1.678 = 3.082 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{21-5} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{21-8} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

$$5.548 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 5.548 + 0.323 = 5.871 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.129}{121.129} \times 100 = 4.84 \%$$

Carga 21 : fase 3

$$\Delta e_{21-3} = 52.491 \times 0.044 \times 1.678 = 1.528 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{21-6} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{21-9} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

$$e_{\text{total}} = 3.994 + 0.323 = 4.317 \text{ volts}$$

3.994 volts

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.683}{122.683} \times 100 = 3.51 \%$$

Carga 22 : fase 1

$$\Delta e_{22-1} = 69.988 \times 0.012 \times 0.662 = 0.555 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-4} = 52.491 \times 0.032 \times 0.662 = 1.111 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-7} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-10} = 17.497 \times 0.025 \times 1.678 = 0.733 \text{ volts}$$

4.043 volts

$$e_{\text{total}} = 4.043 + 0.323 = 4.366 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.634}{122.634} \times 100 = 3.56 \%$$

Carga 22 : fase 2

$$\Delta e_{22-2} = 69.988 \times 0.012 \times 0.662 = 0.555 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-5} = 52.491 \times 0.043 \times 0.662 = 1.494 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-8} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-11} = 17.497 \times 0.025 \times 1.678 = 0.733 \text{ volts}$$

4.426 volts

$$e_{\text{total}} = 4.426 + 0.323 = 4.749 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.251}{122.251} \times 100 = 3.88 \%$$

Carga 22 : fase 3

$$\Delta e_{22-3} = 52.491 \times 0.035 \times 0.662 = 1.216 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-6} = 34.994 \times 0.028 \times 1.678 = 1.644 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{22-9} = 17.497 \times 0.028 \times 1.678 = 0.822 \text{ volts}$$

3.682 volts

$$e_{total} = 3.682 + 0.323 = 4.005 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 122.995}{122.995} \times 100 = 3.25 \%$$

Carga 23 y 25

$$\Delta e_{23} = 21.81 \times 0.009 \times 1.678 = 0.329 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{25} = 16.11 \times 0.007 \times 1.678 = 0.189 \text{ volts}$$

$$0.518 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 0.518 + 0.475 = 0.993 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 126.007}{126.007} \times 100 = 0.78 \%$$

Carga 24 y 26

$$\Delta e_{26} = 21.81 \times 0.033 \times 1.678 = 1.097 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{24} = 16.11 \times 0.005 \times 1.678 = 0.047 \text{ volts}$$

$$1.144 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 1.144 + 0.475 = 1.619 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 125.381}{125.381} \times 100 = 1.29 \%$$

Carga 27 y 28

$$\Delta e_{27} = 57.12 \times 0.040 \times 1.678 = 3.833 \text{ volts}$$

$$\Delta e_{24} = 11.65 \times 0.070 \times 1.678 = 1.368 \text{ volts}$$

$$5.301 \text{ volts}$$

$$e_{total} = 5.301 + 0.323 = 5.524 \text{ volts}$$

$$\% \text{ reg} = \frac{127 - 121.476}{121.476} \times 100 = 4.54 \%$$

De acuerdo a los datos obtenidos anteriormente en la memoria de cálculo, se puede contabilizar el total del cable a utilizar de acuerdo como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA DE TOTALES DE CABLES

| CARGA | 1 x 15 | 1 x 35 | 1 x 70 | 1 x 70 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Transformadores | | | 60 | 180 |
| 1 | 257 | 213 | 209 | |
| 2 | 284 | 253 | 196 | |
| 3a | 206 | 233 | 243 | |
| 3b | 369 | | | |
| 4 y 5 | 60 | | | |
| 6 | 285 | 321 | 267 | |
| 7 | 248 | 262 | 111 | |
| 8a | 298 | 273 | | |
| 8b | 405 | 55 | | |
| 9 y 11 | 204 | | | |
| 10 y 13 | 172 | | | |
| 12 | 349 | 156 | 57 | |
| 14, 15 y 18 | 128 | | | |
| 16 | 340 | 245 | 417 | |
| 17 | 315 | 118 | | |
| 19 | 80 | | | |
| 20 | 323 | 141 | | |
| 21 | 406 | | | |
| 22 | 318 | 134 | | |
| 23 y 25 | 64 | | | |
| 24 y 26 | 152 | | | |
| 27 y 28 | 440 | | | |
| TOTAL | 5703 | 2404 | 1560 | 180 |

Una vez, habiendo calculado el cable a utilizar, se puede obtener el total de conexiones o uniones específicas para las conexiones, así como, también se puede contabilizar para poder realizar el presupuesto.

TABLA DE TIPOS Y CANTIDADES DE UNIONES

| UNIONES | TOTAL |
|---------|-------|
| RECTAS: | |
| 15 - 15 | 11 |
| 35 - 15 | 40 |
| 70 - 15 | 21 |
| TIPO Y | |
| 15 - 15 | 280 |
| 15 - 35 | 44 |

5.- Acometidas.-

Las acometidas a los departamentos se realizarán con cable BTC 1 x 15 , y para realizar la medición se utilizarán wathhorímetros monofásicos colocandolos en muretes BTI.

Para los sistemas de bombeo y alumbrados públicos se utilizarán cables BTC 1 x 15 de acuerdo a los cálculos obtenidos anteriormente.

CAPITULO VII
MATERIALES UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE LA RED DE
BAJA TENSION.

CAPITULO VII

MATERIALES USADOS EN EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION.

7.1.- GENERALIDADES.

Para la correcta utilización del equipo con que se diseñe una red de distribución subterránea, es de suma importancia que los accesorios o materiales que se empleen estén debidamente seleccionados, y adecuados alas características de los cables y su forma de instalación. Para sistemas residenciales , los accesorios que se utilizan normalmente en primarios son de una capacidad de 200 amperes y los accesorios secundarios son principalmente los conectores múltiples para la derivación a los servicios.

Es importante que el diseñador de la red de distribución considere la forma de operación de estas áreas y sus voltajes de operación adecuadas a la red que está diseñando, ya que de otra manera seguramente se presentarán fallas que trastornen la operación de la red de distribución subterránea.

En este capítulo se mostrarán algunos materiales utilizados en el diseño del sistema de distribución subterránea, así también, se ilustrarán algunos de ellos con sus características y normas.

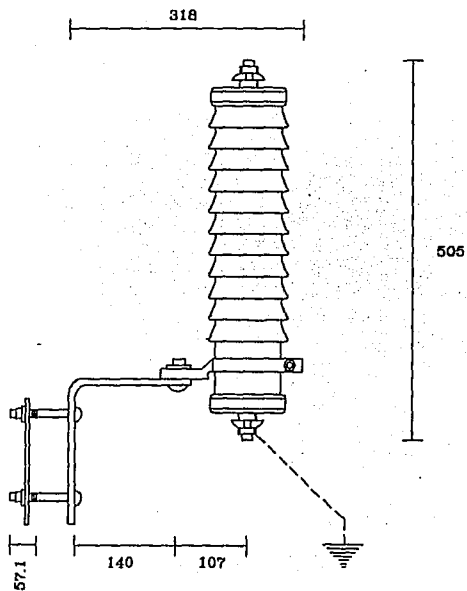
7.2 ILUSTRACIONES.

Las siguientes ilustraciones nos muestran el equipo y accesorios utilizados para el proyecto del sistema de distribución mixto para el fraccionamiento.

APARTARRAYOS DV 23

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0489

1 de 4



ESC. 1:5

ACOTACIONES EN mm

CARACTERISTICAS GENERALES :

a) Generales

| | |
|--------------------------------|--|
| Clase: | Distribución Serie B |
| Servicio: | Intemperie |
| Tensión Nominal: | 24 kV |
| Frecuencia Nominal: | 60 Hz |
| Altitud de operación: | 2300 m.s.n.m. |
| Relación: | Xo/X1 mayor de 3, Ro/X1 mayor de 1 |
| Condición Ambiental: | Alto grado de polución |
| Tipo: | Válvular |
| Corriente nominal de descarga: | 500 A, con forma de onda de 8x20 μ s |
| Indicador de descarga: | Dispositivo de desconexión automática, que indique que el apartarrayos ha sido dañado. |
| Montaje: | Dispondrá de medios para montarse en un soporte. |

b) De aislamiento:

| | |
|---|----------------------------------|
| Nivel básico de aislamiento al impulso: | 150 kV onda de 1.2 x 50 μ s. |
| Tensión de flameo en seco: | 70 kV a 60 hz, 1 min |
| Tensión de flameo en húmedo: | 60 kV a 60 hz, 10 s |

c) De operación:

| | |
|---|-----------------|
| Tensión máxima de descarga al impulso, con frente de onda con pendiente de 200 kV/ μ s: | 120 kV cresta. |
| Tensión máxima de descarga al impulso, equivalente a un rayo, con onda de 1.2 x 50 μ s: | 87 kV cresta |
| Tensión de descarga a frecuencia nominal: | Mayor de 36 kV |
| Tensión máxima residual con onda de 8 x 20 μ s. con corriente de descarga de 5 kV: | 91 kV cresta |
| Alta corriente al impulso, corta duración con onda de 4 a 8 x 10 a 20 μ s: | 65 000 A cresta |
| Baja corriente al impulso, larga duración con onda de 1000 μ s: | 75 A |
| Ciclo de trabajo con una descarga al impulso de 5000 A cresta y con una onda de 8 x 20 μ s: | 20 operaciones |

APARTARRAYOS DV 23

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0489

3 de 3

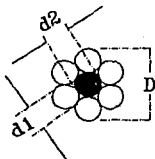
Tensión máxima de radio interferencia con una
frecuencia de 1 Mhz: 650 μ v
Tensión máxima de ionización interna con una
frecuencia de 1 Mhz: 50 μ

USO:

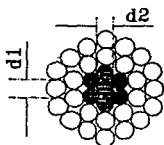
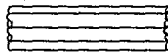
Fijado en cruceta 40 ó 630 y conectado a la línea de 23 kV y a tierra con cable Cud 1/0, protege contra sobretensiones, el equipo eléctrico conectado a líneas de 23 kV.

CLAVE DEL NOMBRE:

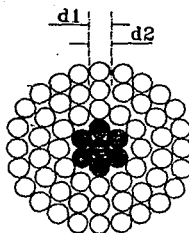
D = Clase Distribución
V = Valvular
23 = 23 kV



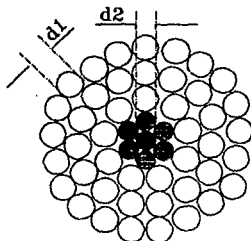
6/1 hilos



26/7 hilos



54/7 hilos



45/7 hilos

CABLES ACSR

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0099

2 de 4

| NOMBRE | No. de Hilos | | Equivalente | Diámetros | | | Sección | | Resistencia C. A corr. normal Ohm/Km | Resistencia mecánica límite Kg | Corriente normal de trabajo Amp |
|-----------------|--------------|-------|-------------|-----------|------|-------|---------|--------|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| | Al | Acero | | al cud | D mm | d1 mm | d2 mm | Al mm2 | | | |
| CABLE ACSR 8 | 6 | 1 | 10 | 4.00 | 1.33 | 1.33 | 8.37 | 9.76 | 4.06 | 340 | 55 |
| CABLE ACSR 6 | 6 | 1 | 8 | 5.04 | 1.68 | 1.68 | 13.30 | 15.52 | 2.56 | 530 | 73 |
| CABLE ACSR 4 | 6 | 1 | 6 | 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 | 0.696 | 1925 | 220 |
| CABLE ACSR 2/0 | 6 | 1 | 1 | 11.35 | 3.78 | 3.78 | 67.43 | 78.67 | 0.558 | 2400 | 240 |
| CABLE ACSR 3/0 | 6 | 1 | 1/0 | 12.74 | 4.25 | 4.25 | 85.03 | 99.20 | 0.448 | 3000 | 290 |
| CABLE ACSR 4/0 | 6 | 1 | 2/0 | 14.31 | 4.77 | 4.77 | 107.2 | 125.1 | 0.364 | 3760 | 330 |
| CABLE ACSR 336 | 26 | 7 | 4/0 | 18.31 | 2.89 | 2.25 | 170.5 | 198.3 | 0.198 | 6220 | 470 |
| CABLE ACSR 556 | 26 | 7 | 175 | 23.50 | 3.72 | 2.89 | 282.6 | 328.5 | 0.121 | 10310 | 630 |
| CABLE ACSR 795 | 54 | 7 | 500 | 27.76 | 3.08 | 3.08 | 402.8 | 455.0 | 0.085 | 12480 | 800 |
| CABLE ACSR 954 | 54 | 7 | 600 | 30.37 | 3.37 | 3.37 | 483.4 | 545.8 | 0.070 | 14960 | 900 |
| CABLE ACSR 1113 | 45 | 7 | 700 | 31.98 | 3.99 | 2.66 | 564.0 | 602.9 | 0.061 | 13590 | 1000 |

| | |
|-------------|----------------------------------|
| CABLES ACSR | NORMAS LyF MATERIAL 2.0099 |
|-------------|----------------------------------|

3 DE 4

| NOMBRE | Peso | | | Cantidad por carrete | | Uso en líneas |
|-----------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------------|------|------------------------|
| | Total kg/km | Aluminio kg/km | Acerok g/km | m | Kg | |
| CABLE ACSR 8 | 33.8 | 22.9 | 10.9 | 4150 | 140 | |
| CABLE ACSR 6 | 53.4 | 36.3 | 17.1 | 5300 | 283 | |
| CABLE ACSR 4 | 85.3 | 57.9 | 27.4 | 3300 | 283 | |
| CABLE ACSR 2 | 135.4 | 92.0 | 43.4 | 2100 | 283 | 6 kv |
| CABLE ACSR 1/0 | 215.6 | 146.4 | 69.2 | 2600 | 565 | 6 kv y 23 kv |
| CABLE ACSR 2/0 | 271.6 | 184.4 | 87.2 | 2100 | 565 | |
| CABLE ACSR 3/0 | 342.6 | 232.8 | 109.8 | 1650 | 565 | 23 kv |
| CABLE ACSR 4/0 | 431.9 | 293.3 | 138.6 | 1300 | 565 | 6 kv y 23 kv |
| CABLE ACSR 336 | 687.5 | 470.2 | 217.2 | 2903 | 2000 | 6 kv , 23 kv y 85 kv |
| CABLE ACSR 556 | 1142.1 | 782.9 | 359.2 | 1775 | 2027 | 23 kv , 85 kv y 150 kv |
| CABLE ACSR 795 | 1520.7 | 1113.0 | 407.7 | 1527 | 2322 | 85 kv y 150 kv |
| CABLE ACSR 954 | 1824.3 | 1334.7 | 489.6 | 1271 | 2319 | 220 kv |
| CABLE ACSR 1113 | 1866.5 | 1552.6 | 303.9 | 1006 | 1878 | 85 kv y 220 kv |

| | |
|-------------|----------------------------------|
| CABLES ACSR | NORMAS LyF MATERIAL 2.0099 |
|-------------|----------------------------------|

4 DE 4

CLAVE DEL NOMBRE:

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

336, 795, 954, 1113 = 336.4 MCM, 795 MCM, 954 MCM, 1113 MCM

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

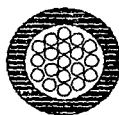
CABLES BTC 1x15 a 1x400

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0041

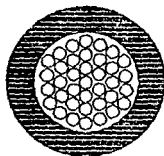
1 de 3



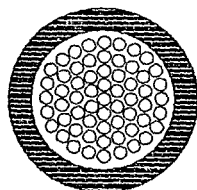
7 hilos



19 hilos



37 hilos



61 hilos

CABLES BTC 1x15 a 1x400

NORMAS L y F
MATERIALES
2.0041

2 de 3

| CARACTERISTICAS | UNIDAD | 1x15 | 1x35 | 1x70 | 1x150 | 1x250 | 1x400 |
|--|-----------------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Sección real del conductor | mm ² | 13.30 | 33.62 | 67.43 | 152.0 | 253.4 | 405.4 |
| Número de hilos | | 7 | 7 | 19 | 37 | 37 | 61 |
| Diámetro exterior del cable (De) | mm | 7.76 | 10.51 | 14.69 | 20.72 | 25.49 | 31.58 |
| Diámetro del conductor (dc) (1) | mm | 4.67 | 7.42 | 10.63 | 15.90 | 20.67 | 26.00 |
| Longitud del tramo de cable (2) | m | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 300 |
| Masa del tramo de cable | kg. | 74.33 | 172.83 | 341.73 | 751.98 | 1234.75 | 1163.4 |
| Resistencia a 60 Hz y 90°C | Ohm/Km | 1.678 | 0.662 | 0.331 | 0.149 | 0.092 | 0.062 |
| Reactancia a 60 Hz circuito trifásico, cables horizontales | Ohm/Km | 0.025 | 0.022 | 0.021 | 0.019 | 0.018 | 0.018 |
| Impedancia a 60 Hz | Ohm/Km | 1.678 | 0.662 | 0.331 | 0.150 | 0.093 | 0.064 |
| Caída de tensión por fase | V A Km | 1.678 | 0.662 | 0.331 | 0.150 | 0.094 | 0.065 |
| Corriente normal de trabajo (3) | | | | | | | |
| - enterrado | Amp | 110 | 170 | 270 | 420 | — | — |
| - en aire | Amp | — | — | — | — | 450 | 600 |
| Corriente máxima (3) | | | | | | | |
| - enterrado | Amp | 150 | 240 | 350 | 520 | | |
| - en aire | Amp | | | | | 700 | 950 |

(1) Tolerancia para cable comprimido: -3 %

(2) Tolerancia en longitud 5%

(3) Las corrientes de trabajo son para un circuito y factor de carga 75 %.

La corriente normal es con los conductores a 60°C y la máxima a 90°C.

La temperatura ambiente para cables enterrados es 20°C y la resistividad del suelo es 120°C cm./w.

Para cables en aire, la temperatura ambiente es 40°C.

| | |
|------------|------------------------------------|
| CABLES BTC | NORMAS L y F MATERIAL 2.0099 |
|------------|------------------------------------|

3 DE 3

USO:

Para distribución subterránea en baja tensión, circuitos de fase y neutro, en zonas de red radial o automática limitada en BT; los cables BTC 1x15 y 1x35 preferentemente para acometidas, el cable BTC 1x70 para ramales y el cable BTC 1x150 para troncales. Se instalan directamente enterrados, en ductos cruceros, subestaciones, postes o muros.

Los cables BTC 1x150, 1x240 y 1x400 se utilizan para conexión o interconexión de equipos en subestaciones (interior, gabinete o bóveda), según su capacidad de corriente.

CAVE DEL NOMBRE:

B = Baja Tensión

TC = Termofijo (polietileno) de cadena cruzada, material del aislamiento.

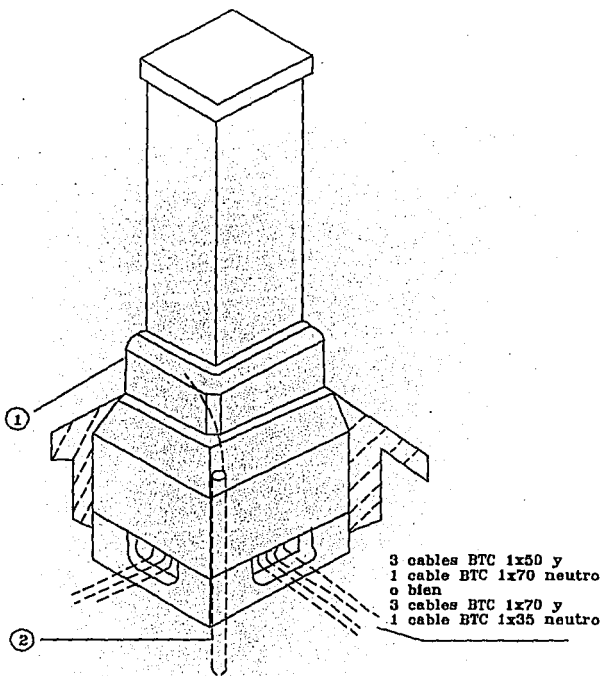
1x = Un conductor

15 a 400 = Sección nominal del conductor en mm²

CAJA P 4.400

NORMAS L y P
MONTAJE
4.0198

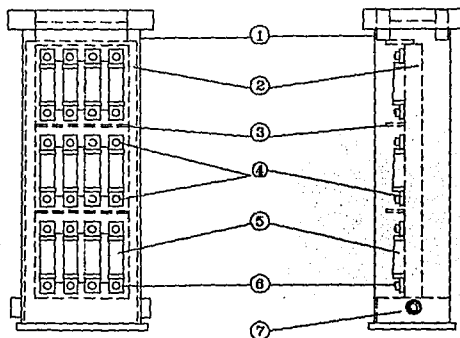
1 de 2



CAJA P 4.400

NORMAS L y F
MONTAJE
2.0647

1 de 1



ESC. 1:6

Anotaciones en mm

MATERIALES COMPONENTES

| Ref. | NOMBRE | CANTIDAD | MATERIAL |
|------|--|----------|--|
| 1 | Protector con tapa | 1 | Lámina Fe de 3mm, con primario a base de zinc metalizado. |
| 2 | Columnas | 2 | Angulo de fibra de vidrio de 12mm de 685x60x60mm. |
| 3 | Separadores | 3 | Angulo de fibra de vidrio de 6.3mm de 21x51x42mm. |
| 4 | Barras de fase | 3 | solera de cobre de 6.3mm de 210x38mm. |
| | Zetas | 12 | Solera de cobre de 6.3mm de 65x25mm. |
| 5 | Fusible CR 200 * | 12 | De acuerdo a norma LyF 2.0253 |
| 6 | Tornillo maquina con roldana plana y de presión. | 24 | Tornillo maq. de Fe galvanizado de 3/8" x varias longitudes, roldanas planas de Fe galvanizado de 3/8" y roldanas de presión de acero al carbón galvanizado en caliente de 3/8 . |
| 7 | Tornillo de cierre. | 2 | Tornillo maq. de Fe galvanizado de 1/2x1 3/4" con roldana plana de 1/2". |

USO: Fijada con 4 tuercas de 12.7 mm sobre Base C caja P.4.400, permite la conexión de un alimentador por fase con cable BTC 1x150, para derivar hasta cuatro circuitos con cable BTC 1x70, protegidos contra sobrecorriente con fusibles CR 200 o dos circuitos con cable BTC 1x150 protegidos contra sobrecorriente con fusibles CR 350.

CAJA P 4.400

NORMAS L y F
MONTAJE
4.01996

2 de 2

MATERIAL:*(En orden aproximado de colocación)*

| Referencia | NOMBRE | Norma L y F | Unidad | Cantidad |
|------------|-----------------------|-------------|--------|----------|
| 1 | Base C Caja P 4.400 | 427c | Pza | 1 |
| 2 | Tierra 1 | 2.0185 | Pza | 1 |
| 3 | Caja P 4.400 | 2.0647 | Pza | 1 |
| 3 | Zapata C 150-2 | 2.0010 | Pza | 12 |
| 3 | Zapata C70-2 | 2.0010 | Pza | 4 |
| 4 | Banqueta concreto (1) | 4.0198 | m2 | 2 |

*(1) Para otro tipo de banqueta o piso, tomar en cuenta la diferencia de costo.***APLICACION :**

Interconectar los extremos de hasta 4 circuitos con cable BTC 1x70, alimentado con cable BTC 1x50 por fase, generalmente se coloca en el cruce de calles o avenidas; es hasta 400 A. por fase y para quedar colocada y operarla arriba del nivel del piso; puede quedar cerca del muro para su mejor protección

CLAVE DEL NOMBRE :

P = Pedestal, tipo de la caja

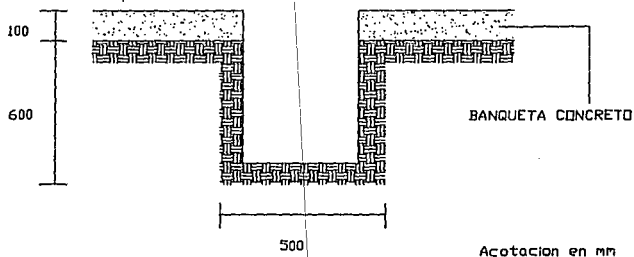
4 = 4 vías

400 = 400 A, corriente nominal por fase

CANALIZACION CABLE BTC

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0287

1 de 1



(1) Para otro tipo de banqueta o piso, tomar en cuenta la diferencia de costo.

APLICACION:

Canalización para la instalación de 1 circuito de 3 cables de fase y 1 cable neutro. BTC 1x15 a 1x150 colocados directamente enterrados.

CLAVE DEL NOMBRE :

B = Baja Tension

TC = Ternofijo, polietileno cadena cruzada, aislamiento de los cables.

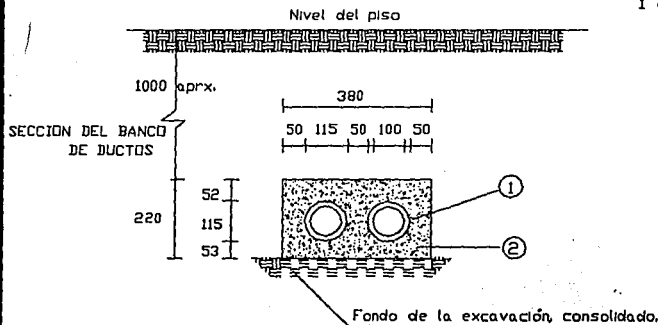
NOTA :

Para el cruce de calles y avenidas la profundidad de la canalización, será de 800 mm.

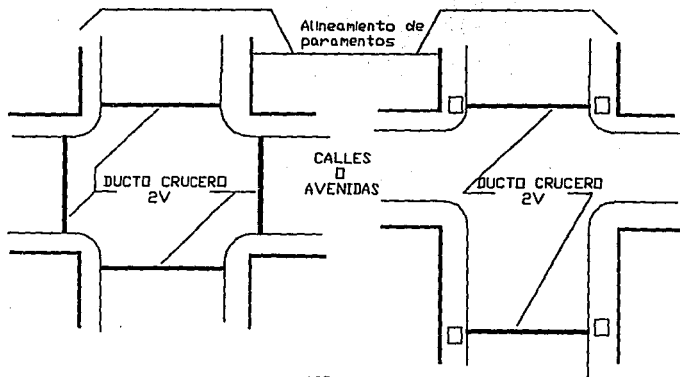
DUCTO CRUCERO 2V

NORMAS L y F
MONTAJE
4.D114

1 de 2



La instalación preferente del ducto crucero en calles y avenidas es conforme a lo siguiente :



| | |
|------------------|-----------------------------------|
| DUCTO CRUCERO 2V | NORMAS L y F MONTAJE 4.0114 |
|------------------|-----------------------------------|

2 de 2

| MATERIAL POR METRO LINEAL | | | | |
|---------------------------|---|-------------|----------------|----------|
| Referencia | NOMBRE | Norma L y F | Unidad | Cantidad |
| 1 | Ducto A 100-1 (Incluye coplees ducto A100-1) | 2.0251 | m | 2 |
| 2 | Concreto 150 kg/cm ² Aprax : Cemento portlan | 2.0304 | Ton | 0.020 |
| | Arena | 2.0300 | m ³ | 0.038 |
| | Grava 25 | 2.0320 | m ³ | 0.052 |
| | Boquilla ducto A 100-1 | 2.0240 | Pza | 0.5 |
| | Separador ducto A 100-1 | 2.0118 | Pza | 0.5 |
| | Arroyo asfalto (1) | 4.0200 | m ² | 0.5 |

(1) Para otro tipo de arroyo o piso tomar en cuenta la diferencia de costo.

APLICACION :

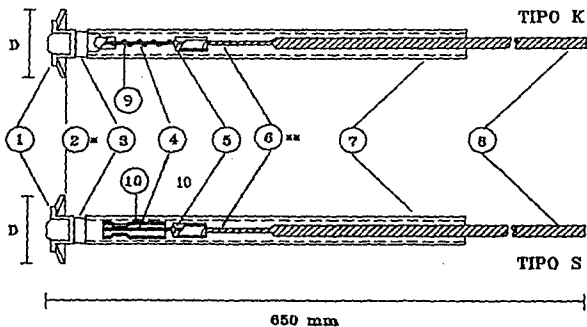
Colocado entre aceras opuestas de calles o avenidas o bajo cruce de carreteras o vias de FF.CC. u o tros tramos cortos de difícil acceso o reparación del piso, permitiendo colocar hasta 2 cables o circuitos de cables BT ó 6 KV, ó 23 KV, que en el resto de su trayectoria quedan directamente enterrados, pudiendo ser retirados sin afectar la instalación.

El diámetro exterior máximo de los cables que pueden colocarse es (conforme a gráfica de Norma L y F 2.0251 Ductos A75-1 y 100-1) de 80 mm. para 1 cable; 30 mm. para cada uno de 3 cables sin cablear y de 37 mm. para cada uno de 3 cables cableados.

Para facilidad de acceso a los ductos y su localización en el terreno, puede instalarse en cada extremo, un registro 3.120P.

CLAVE DEL NOMBRE :

2 = Número de vias y ductos del crucero.
V = Vias.



- 1.- Boton
- 2.- Rondana
- 3.- Identificación en la terminal superior
- 4.- Elemento fusible
- 5.- Terminal inferior
- 6.- Sección de cable disminuida
- 7.- Tubo protector de alta resistencia
- 8.- Cable flexible de cobre estanado
- 9.- Alambre recto
- 10.- Pantalla

* Exepto para eslabones fusibles de 80 a 100 A

** Para eslabones fusibles de 50 A y menores

CARACTERISTICAS ELECTRICAS :

A) Generales

Servicio: Con tubo protector para servicio intemperie.

Tipo Eslabón fusible: S (Estándar) 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 nominal (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

| Eslabón Fusible | Corriente Permanente | Corriente de fusión (Amperes) | | | | | | Relación vel. de fusión | D (2) |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|-------------------------------|-------|
| | | Para 5 min. | | Para 10 seg. | | Para 0.1 seg. | | | |
| | | Mínima | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | Máxima | | |
| S1 | 1 | 1.8 | 2.16 | 2.08 | 2.50 | 13.78 | 16.54 | 7.66 | 13Y19 |
| S2 | 2 | 3.6 | 4.32 | 4.14 | 4.97 | 25.56 | 30.67 | 7.10 | 13Y19 |
| S3 | 3 | 5.4 | 6.48 | 6.07 | 7.28 | 35.90 | 47.88 | 7.39 | 13Y19 |
| S5 | 5 | 9.5 | 11.5 | 10.2 | 12.24 | 66.0 | 79.2 | 6.89 | 13Y19 |
| K1 | 1 | 2.0 | 2.4 | 2.1 | 10.0 | 11.0 | 58.0 | 5.5 | 13Y19 |
| K2 | 2 | 4.0 | 4.8 | 4.4 | 10.0 | 22.0 | 58.0 | 5.5 | 13Y19 |
| K3 | 3 | 6.0 | 7.2 | 6.4 | 10.0 | 34.0 | 58.0 | 5.6 | 13Y19 |
| K5 | 5 | 10.0 | 12.0 | 11.0 | 15.0 | 58.0 | 70.0 | 5.8 | 13Y19 |
| K6 | 6 | 12.0 | 14.4 | 13.5 | 20.5 | 72.0 | 86.0 | 6.0 | 13Y19 |
| K8 | 8 | 15.0 | 18.0 | 18.0 | 27.0 | 97.0 | 116.0 | 6.5 | 13Y19 |
| K10 | 10 | 19.5 | 23.4 | 22.5 | 34.5 | 128.0 | 154.0 | 6.6 | 13Y19 |
| K12 | 12 | 25.0 | 30.0 | 29.5 | 44.0 | 166.0 | 199.0 | 6.6 | 13Y19 |
| K15 | 15 | 31.0 | 37.2 | 37.0 | 55.0 | 215.0 | 258.0 | 6.9 | 13Y19 |
| K20 | 20 | 39.0 | 47.0 | 48.0 | 71.0 | 273.0 | 328.0 | 7.0 | 13Y19 |
| K25 | 25 | 50.0 | 60.0 | 60.0 | 90.0 | 350.0 | 420.0 | 7.0 | 13Y19 |
| K30 | 30 | 63.0 | 76.0 | 77.5 | 115.0 | 447.0 | 546.0 | 7.1 | 13Y19 |
| K40 | 40 | 80.0 | 96.0 | 98.0 | 146.0 | 565.0 | 680.0 | 7.1 | 13Y19 |
| K50 | 50 | 101.0 | 121.0 | 126.0 | 188.0 | 719.0 | 862.0 | 7.1 | 13Y19 |
| K65 | 65 | 129.0 | 153.0 | 059.0 | 273.0 | 918.0 | 1100.0 | 7.2 | 19 |
| K80 | 80 | 160.0 | 192.0 | 205.0 | 307.0 | 1180.0 | 1420.0 | 7.4 | 19 |
| K100 | 100 | 200.0 | 240.0 | 258.0 | 388.0 | 1520.0 | 1820.0 | 7.6 | 19 |
| K140 | 140 | 310.0 | 372.0 | 430.0 | 650.0 | 2470.0 | 2970.0 | 8.0 | 19 |

ESLABONES FUSIBLES S o K 1 a 100

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0135

3 de 3

- (1) S = Tipo estándar o K = Tipo rápido.
(2) Las dimensiones 13 y 19 mm. se pueden obtener removiendo la roldana en el botón.

USO :

Colocado dentro del portafusible de los Cortacircuitos Fusible D 6110 ó 23112 seleccionado de acuerdo a la tabla 2, protege el transformador y servicios de 6000 ó 23000 V, cuando circulan corrientes mayores a las permitidas para cada tipo de fusible y corrientes de cortocircuito de 12000 A asimétricos, máximo considerando un factor de asimetría de 1.5.

TABLA 2.

| 6000 V | | | | 23 000 V* | |
|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| KVA del Transformador | Eslabón Fusible | KVA del Transformador | Eslabón Fusible | KVA del Transformador | Eslabón Fusible |
| 5 | K2 | 75 | K12 | 45 | K2 |
| 10 | K2 | 100 | K12 | 75 | K3 |
| 15 | K2 | 112.5 | K15 | 112.5 | K5 |
| 20 | K3 | 150 | K20 | 150 | K6 |
| 25 | K3 | 200 | K30 | 225 | K10 |
| 30 | K5 | 225 | K30 | 300 | K12 |
| 37.5 | K6 | 330 | K40 | 500 | K20 |
| 45 | K8 | 500 | K65 | | |

NOTAS : * Se considera como tensión de operación 21500 V.

CLAVE DEL NOMBRE :

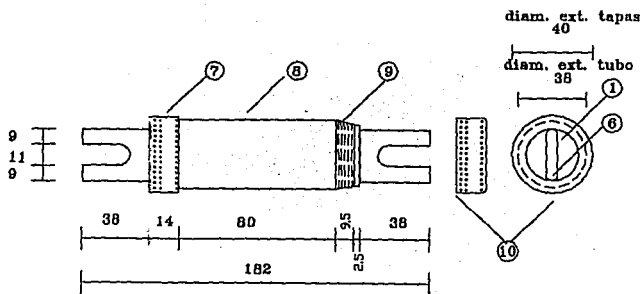
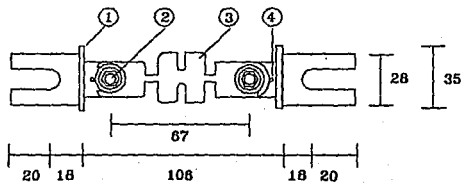
S o K = Tipo de Eslabón fusible según se velocidad de fusión, estándar o rápido.

1 a 140 = Corriente permanente en Amperes.

FUSIBLES CR 200

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0263

1 de 4



Acotaciones en mm.

FUSIBLE CR 200

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0253

2 de 4

TABLA 1.- Materiales Componentes

| Ref. | NOMBRE | MATERIAL | ACABADO |
|------|--|--|--|
| 1 | Roldanas planas (Gula de cerre) | Latón aleación 260 (70% Cu 30% Zn) según norma ASTMB36 | Cadmínizado electrolítico |
| 2 | Tornillos, tuercas, roldanas y arandelas de fijación fusible. | Acero granado DGN1018 según norma B371. | Cadmínizado electrolítico |
| 3 | Eslabón fusible 200A | Zinc 99.9% pureza | Superficies planas sin rebaba, troquelado, con marcas de capacidad y fabricante. |
| 4 | Remaches de fijación puente | Acero grado DGN 1018 | Cadmínizado electrolítico |
| 5 | Puente aislante | Fibra vulcanizada | Color gris |
| 6 | Navajas | Solera cobre electrolítico 99.9% pureza | Bordes redondeados, super- ficies limpias y planas. |
| 7 | Tapa ramurada (fija) | Latón aleación 260 (70% Cu-30% Zn) según ASTMB36 | Cadmínizado electrolítico moleteado exterior, cuerdas 14 h/pulg. |
| 8 | Tubo del cartucho | Fibra vulcanizada | Color natural |
| 9 | Insertos para fijación tapas | Latón aleación 260 (70%Cu Zn) según ASTMB36 | Cadmínizado electrolítico, cuerdas 14 h/pulg. |
| 10 | Tapa perforada (removible) | Latón aleación 260 (70% Cu-30% Zn) según ASMTB36 | Cadmínizado electrolítico moleteado exterior, cuerdas 14 h/pulg. |

TABLA 2.- Corriente-tiempo de fusión.

| Corriente en Amperes % de la nominal | 270 | 300 | 400 | 600 | 1000 | 2000 |
|---|---------|----------|---------|--------|----------|-----------|
| | 135 | 150 | 200 | 300 | 500 | 1000 |
| Tiempo de fusión (Tolerancia = 15%) | 13 min. | 1.4 min. | 23 seg. | 5 seg. | 0.5 seg. | 0.08 seg. |

CARACTERISTICAS :

a) Eléctricas :

| | |
|---|--------------|
| Tensión nominal máxima : | 250 V |
| Frecuencia nominal : | 60 Hz |
| Corriente nominal : | 200 A |
| Capacidad interruptiva simétrica a tensión nominal y $i_p = 0.5$ | 10 000 A rcm |
| Corriente - tiempo de fusión, de acuerdo a la tabla 2. | |

| | |
|----------------|------------------------------------|
| FUSIBLE CR 200 | NORMAS L y F MATERIAL 2.0253 |
|----------------|------------------------------------|

3 de 4

b) Térmicas :

Elevación de la temperatura sobre el ambiente con corriente nominal :

En las navajas : 60°C

En el tubo : 50°C

c) Mecánicas :

Los fusibles CR 200 deben cumplir con los valores siguientes sin quebrarse ni deformarse :

Tensión de navajas en el sentido longitudinal de su eje : 160 kg.

Flexión en el extremo de una navaja con la otra empotrada : 12 .kg.

Torsión en el extremo de la tapa fija en una navaja con la

otra empotrada : 50 kg.

MARCADO E IDENTIFICACION :

Cada fusible debe marcarse en forma legible e indeleble con los siguientes datos como mínimo :

a) En el eslabón fusible :

-Corriente nominal 200 A

-Tensión nominal 250 V

b) Sobre el tubo del cartucho:

- Corriente nominal 200 A.

- Tensión nominal 250 V.

- La referencia que es renovable.

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| FUSIBLES CR 200 | NORMAS L y F MATERIALES 2.0253 |
|-----------------|--------------------------------------|

4 de 4

USO :

Colocado en cajas P, Bucas cubiertas u otros equipos de alimentación de baja tensión y conectados con cable BTC 1x70, con receptáculo o zapata para tornillo maquinado de 9,5 mm. de diámetro, protege al cable contra sobrecorriente conforme a la tabla 2 de esta norma, y hasta 10 000 A de corto circuito. Puede quedar cubierto con Funda T al colocarse en equipo sumergible.

CLAVE DEL NOMBRE :

C = Cartucho

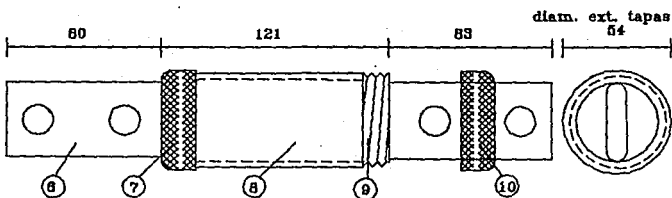
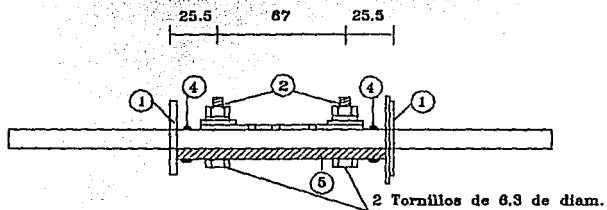
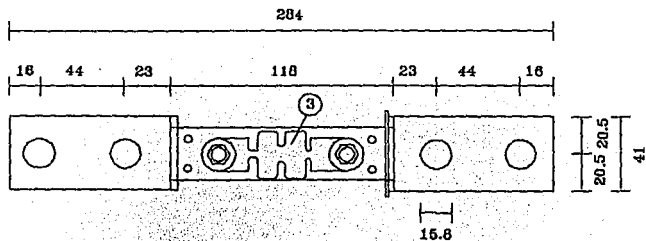
R = Renovable

200 = 200 A corriente nominal y permanente del eslabón fusible.

FUSIBLE CR 350

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0254

1 de 4



Anotaciones en mm.

TABLA 1.

| Ref. | Nombre | Material | Acabado |
|------|--|---|--|
| 1 | Roldanas planas (gula de cierre) | Latón aleación 260 (70% Cu 30% Zn) según norma ASTM B36 | Cadmitizado electrolítico. |
| 2 | Tornillos, tuercas, roldanas y arandelas de fijación fusible | Acero grado DGN1018 según NCM B371 | Cadmitizado electrolítico |
| 3 | Enlábón fusible | Zinc 99.95 | Superficies planas sin rebaba, troquelado, con marcas de capacidad y fabricante. |
| 4 | Remaches de fijación puente | Acero grado DCN 1018 | Cadmitizado electrolítico |
| 5 | Puente aislante | Fibra vulcanizada | Color gris |
| 6 | Nawijas | Solera cobre electrolítico 99.9% pureza | Borlas redondeados superficies limpias y planas |
| 7 | Tapo ramrada (fija) | Latón aleación 260 (70% Cu-30% Zn) según ASTM B36 | Cadmitizado electrolítico moleteado exterior, cuerdas 14 h/pulg. |
| 8 | Tubo del cartucho | Fibra vulcanizada | Color gris |
| 9 | Insertos para fijación tapas | Latón aleación 260 (70% Cu 30% Zn) según ASTM B36 | Cadmitizado electrolítico, cuerdas 14 h/pulg. |
| 10 | Tapa perforada (removible) | Latón aleación 260 (70% Cu-30%Zn) según ASTM B36 | Cadmitizado electrolítico moleteado exterior cuerdas 14 h/pulg. |

CARACTERISTICAS :

a) Eléctricas :

Tensión nominal máxima : 250 V

Frecuencia nominal : 60 Hz

Corriente nominal : 350 A

Capacidad interruptiva simétrica a tensión nominal v con $f.p. = 0.5$ 10 000 A rcm

Corriente-tiempo de fusión, de acuerdo a la tabla 2.

TABLA 2.- Corriente-tiempo de fusión.

| Corriente en A | 475 | 525 | 700 | 1050 | 1750 | 3500 |
|-----------------------------------|----------|---------|---------|--------|--------|----------|
| % de la nominal | 135 | 150 | 200 | 300 | 500 | 1000 |
| Tiempo de fusión (Tolerancia 15%) | 16.6 min | 1.8 min | 26 seg. | 6 seg. | 1 seg. | 0.1 seg. |

| | |
|----------------|----------------------------------|
| FUSIBLE CR 350 | NORMAS LyF MATERIAL 2.0254 |
|----------------|----------------------------------|

3 de 4

b) Térmicas :

Elevación de temperatura sobre el ambiente con corriente nominal:

En las navajas: 65°C

En el tubo 50°C

c) Mecánicas :

Los fusibles CR 350 deben cumplir con los valores siguientes sin quebrarse ni deformarse:

Tensión de navajas en el sentido longitudinal de su eje : 400 kg.

Flexión en el extremo de una navaja con la otra empotrada : 12 kg.

Torsión en el extremo de la tapa fija en una navaja con la otra empotrada : 75 kg-cm.

MARCADO E IDENTIFICACION :

Cada fusible debe marcarse en forma legible e indeleble con los siguientes datos como mínimo:

a) En el eslabón fusible:

- Identificación del fabricante.

- Corriente nominal : 350 A.

- Tensión nominal : 250 V.

b) Sobre el tubo del cartucho :

- Corriente nominal : 350 A.

- Tensión nominal : 250 V.

- La referencia de que es renovable

| | |
|-----------------------|---|
| FUSIBLE CR 350 | NORMAS L y F MATERIAL 2.0254 |
|-----------------------|---|

1 de 1

USO :

Colocado en buses blindados, buses cubiertos u otros equipos de alimentación de baja tensión y conectado con cable BTC 1x150 con receptáculo o zapata para tornillo máquina de 12.7 mm. de diámetro, protege al cable contra sobrecorriente conforme a la tabla 2 de esta norma, y hasta 10,000 A de cortocircuito. Puede quedar cubierto con Funda T al colocarse en equipo sumergible.

CLAVE DEL NOMBRE :

C = Cartucho.

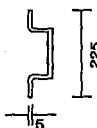
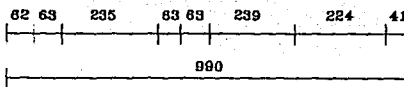
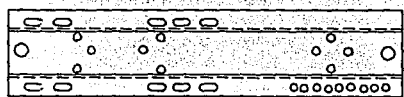
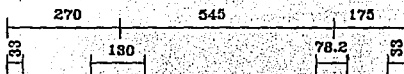
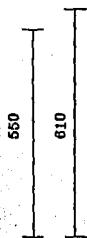
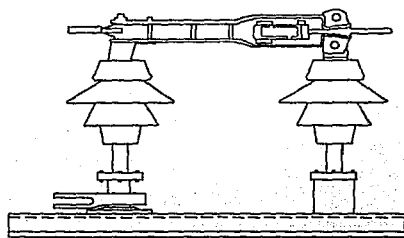
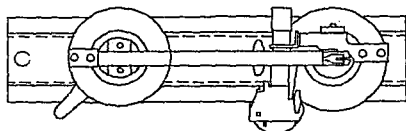
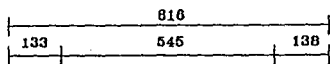
R = Renovable

350 = 350 A corriente nominal y permanente del eslabón fusible.

INTERRUPTOR EN AIRE 23601

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0022

1 de 2



| | |
|---------------------------|----------------------------------|
| INTERRUPTOR EN AIRE 23601 | NORMAS LyF MATERIAL 2.0022 |
|---------------------------|----------------------------------|

2 de 2

INTERRUPTOR 23601

CARACTERISTICAS :

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 humedad, 10 seg. : 60 KV

Nivel básico de impulso, onda de 1.5x40 microsegundos : 150KV

USO :

Instalado en poste o estructura, un juego de tres interruptores operados en grupo, con mecanismo recíprocante de operación manual, permite conectar, desconectar (o seccionar), con carga hasta de 600 amperes, una troncal de un alimentador aéreo.

CLAVE DEL NOMBRE :

23 (Primer y segundo dígito) = 23 KV tensión nominal.

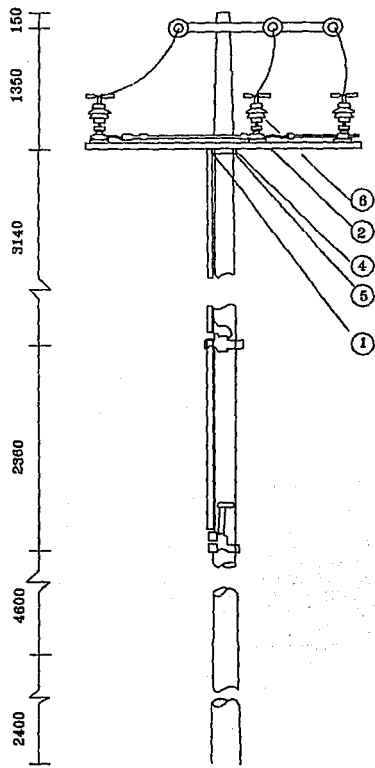
6 (Tercer dígito) = 600 amperes, corriente nominal.

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

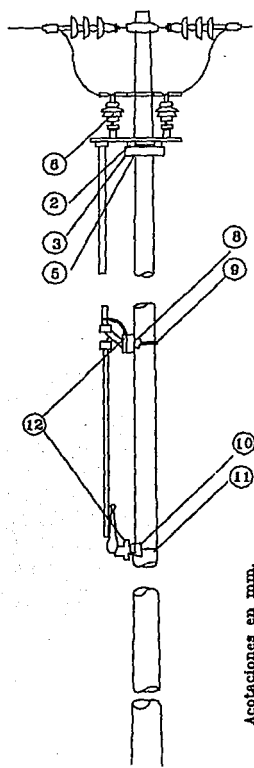
INTERRUPTOR EN AIRE 23601

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0300

1 de 2



ELEVACION FRONTAL 120



ELEVACION LATERAL

Acotaciones en mm.

INTERRUPTOR EN AIRE 23601

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0300

2 de 2

| Ref | NOMBRE | Norma L y F | Unidad | Cantidad |
|-----|------------------------------------|-------------|--------|----------|
| 1 | Dado 6.140 | 2.0497 | Pza | 2 |
| 2 | Cruceta 630 | 2.0501 | Pza | 2 |
| 3 | Soporte Cruceta 630 | 2.0512 | Pza | 2 |
| 4 | Tornillo Maq. 5/8 x 12" | 2.0187 | Pza | 2 |
| 5 | Tornillo Maq. 5/8 x 7" | 2.0187 | Pza | 4 |
| 6 | Interruptor en aire 23601 | 2.0022 | Pza | 3 |
| 7 | Tornillo Maq. 1/2 x 1 1/2" | | Pza | 12 |
| 8 | Dado 6.180 | 2.0497 | Pza | 1 |
| 9 | Abrazadera 6.1800 | 2.0498 | Pza | 1 |
| 10 | Dado 6.2200 | 2.0497 | Pza | 1 |
| 11 | Abrazadera 6.2200 | 2.0498 | Pza | 1 |
| 12 | Soporte del mecanismo de operación | | Pza | 2 |

APLICACION

Instalado en poste A 14, con cruceta PTR, permite conectar, desconectar o seccionar, con carga hasta de 600 Amp., un ramal aéreo.

CLAVE DEL NOMBRE

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

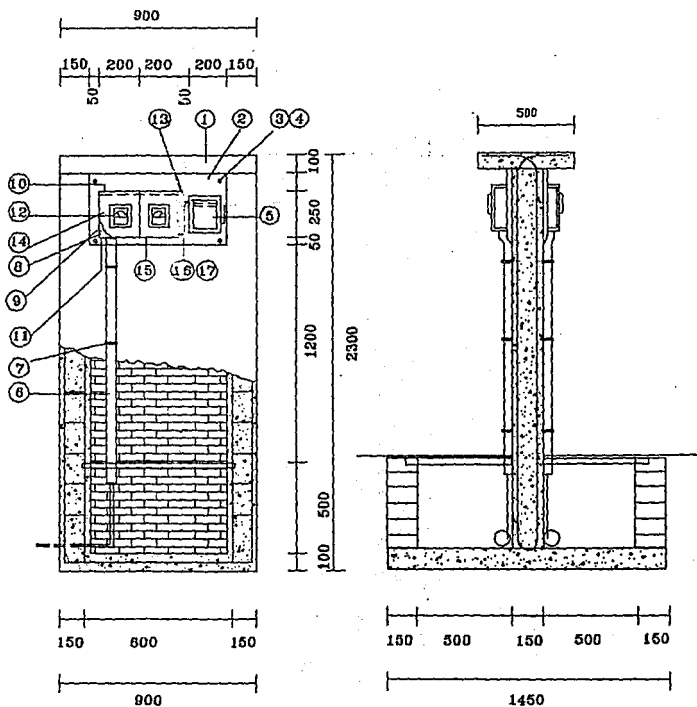
6 = (Tercera dígito) = 600 Amp., corriente nominal

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

MURETE BT1

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0245

1 de 2



MURETE BTI

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0245

2 de 2

MURETE BTI

| Ref. | NOMBRE | NORMA L y F | UNIDAD | CANTIDAD |
|------|--|-------------|--------|----------|
| *1 | Murete de 1700 x 900 | | Pza. | 1 |
| *2 | Base de madera 700 x 400 x 19 mm. | | Pza. | 2 |
| *3 | Taquete nylon No. 8 | | Pza. | 8 |
| *4 | Tornillo madera 14 x 2 cg | | Pza. | 8 |
| *5 | Interruptor de 2 x 30A | | Pza. | 2 |
| *6 | Tubo PVC de 51 mm. de diámetro | | m | 2,60 |
| *7 | Abrazadera | | Pza. | 3 |
| 8 | Canal M 11A | 2.0381 | Pza. | 4 |
| 9 | Tornillo madera 10 x 1 cg | 2.0443 | Pza. | 8 |
| 10 | Tapa M 11A | 2.0423 | Pza. | 4 |
| 11 | Tapa M 11B | 2.0425 | Pza. | 4 |
| 12 | Wathorimetro monofásico de 15 A. | 2.0565 | Pza. | 2 |
| 13 | Cable CCE No. 10 ó 12 | 2.0216 | m | |
| 14 | Tapa M 11 (según tipo de wathorimetro) | | Pza. | 2 |
| 15 | Sello de plomo A | 2.0250 | Pza. | 4 |
| 16 | Grapas CM 3 | 2.0407 | Pza. | 4 |
| 17 | Clavos 1 1/2 cg | 2.0384 | Pza. | 8 |

* Nota.- Los materiales indicados en las referencias 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 deben ser proporcionados y colocados por el cliente.

APLICACION :

Localizado en el limite de dos terrenos adyacentes con red de baja tensión subterránea soporta acometidas, wathorímetros e interruptores para medir consumos de energía eléctrica en KWH a servicios residenciales o conjuntos habitacionales con cargas instaladas hasta de 4 kw.

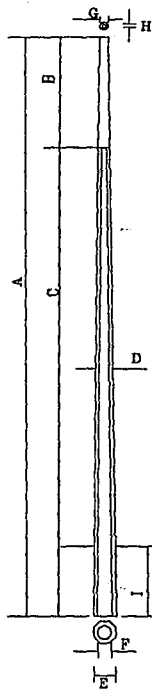
CLAVE DEL NOMBRE :

BT = Baja tensión
1 = Acometida a 1 fase.

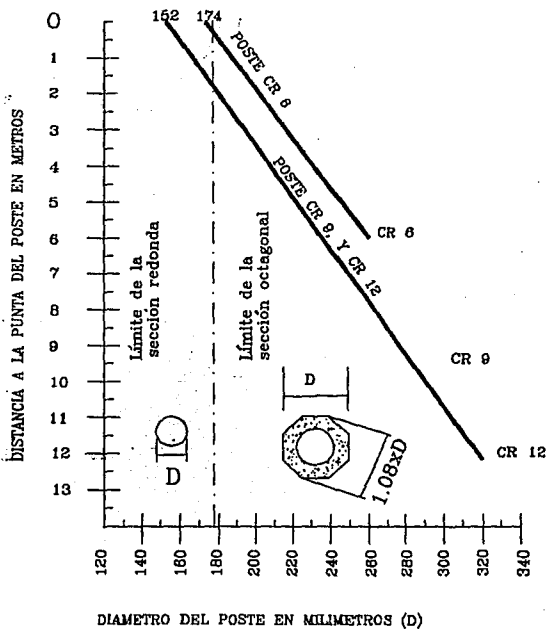
POSTES CR 6, 9 y 12

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0545

1 de 2



GRAFICA DE CONICIDAD DEL POSTE



POSTES CR 6,9 y 12

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0110

2 de 2

DIMENSIONES:

| NOMBRE | A | B | C | E | F | G | H | I | PESO | CARGA DE DISEÑO |
|-------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----------------|
| | m | m | m | m | m | m | m | m | kg. | kg. |
| POSTE CR 6 | 6.096 | 0.306 | 5.791 | 0.260 | 0.150 | 0.174 | 0.065 | 1.80 | 475 | 1030 |
| 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 | 1120 | 650 |

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

MATERIAL

| NOMBRE | POSTE | POSTE | POSTE |
|---|-------|--------|--------|
| | CR 6 | CR 9 | CR 12 |
| Concreto $F'c = 250$ kg/cm ² | | | |
| Cemento Portland Extra kg. | 76.00 | 120.00 | 186.00 |
| 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 $F'y = 4200$ kg/cm ² | | | |
| Num. 3 (3/8") kg. | | 17.00 | |
| Num. 4 (1/2") kg. | 42.00 | 36.00 | 126.50 |
| Alambre grado estructural | | | |
| Cal. Num. 14 BWG kg. | | 2.00 | |
| Cal. Num. 11 BWG kg. | 7.3 | 4.30 | 11.80 |

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

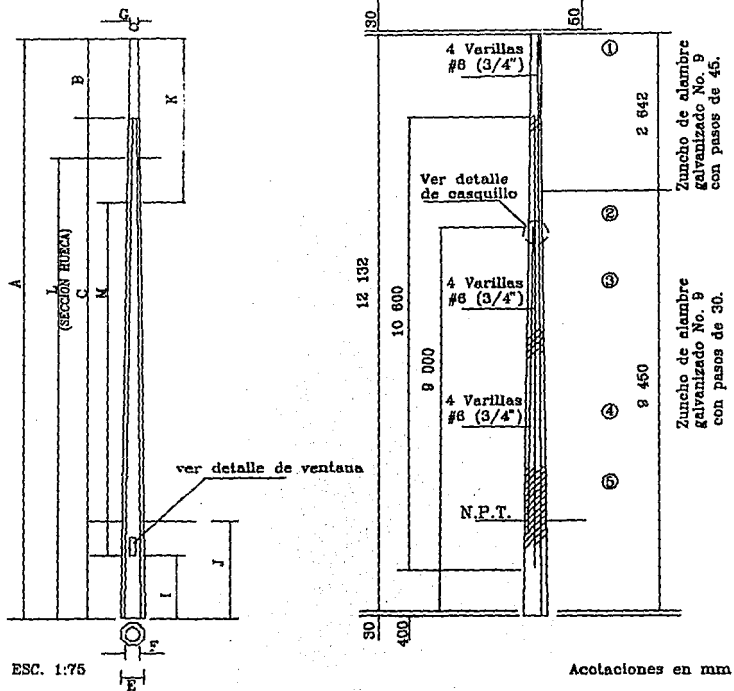
6, 9, 12 = Longitud aproximada en m.

POSTE

CR-12E

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0545

1 de 3



DIMENSIONES (en mm)

| A | B | C | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12.192 | 1.839 | 10.353 | 0.350 | 0.204 | 0.175 | 0.044 | 1.400 | 2.000 | 3.500 | 8.460 | 7.292 |

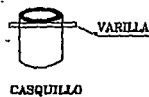
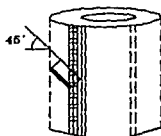
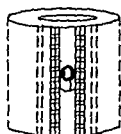
POSTE

CR-12E

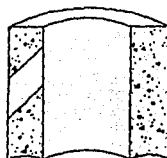
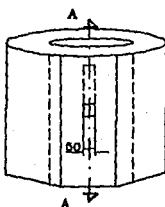
NORMAS L y F
MATERIAL.
2.0545

1 de 2

SUJECION DEL CASQUILLO

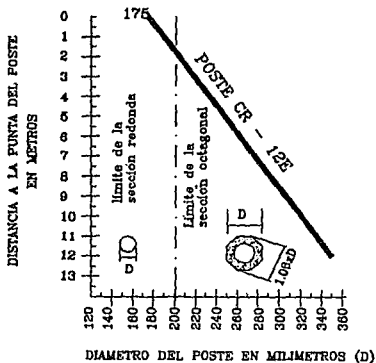


DETALLE DE VENTANA



VISTA A-A

GRAFICA DE CONICIDAD DEL POSTE



| | |
|--------------|------------------------------------|
| POSTE CR-12E | NORMAS L y F MATERIAL 2.0545 |
|--------------|------------------------------------|

2 de 2

CARACTERISTICAS:

Concreto $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, proporción volumétrica 1:1.5:2.0

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: | | | |
| | Cemento Portland I | 2.0304 | kg | 193.00 |
| | Arena | 2.0300 | m3 | 0.191 |
| | Grava (por bulto de cemento) | 2.0320 | m3 | 0.254 |
| | Agua | | l | 17.50 |
| 2 | Casquillo de tubo galvanizado de 19 mm. Ø. Cédula 40 | | m | 0.05 |
| 3 | Varilla de acero C6 F 'y= 4200 kg/cm ² | 2.0337 | kg. | 299.00 |
| 4 | Alambre galvanizado 9 | 2.0297 | kg. | 26.14 |
| 5 | Anillos dobles de alambre galvanizado | 2.0297 | kg. | 1.70 |
| | 9 (separadores) | | | |

CLAVE DEL NOMBRE:

CR = Concreto reforzado

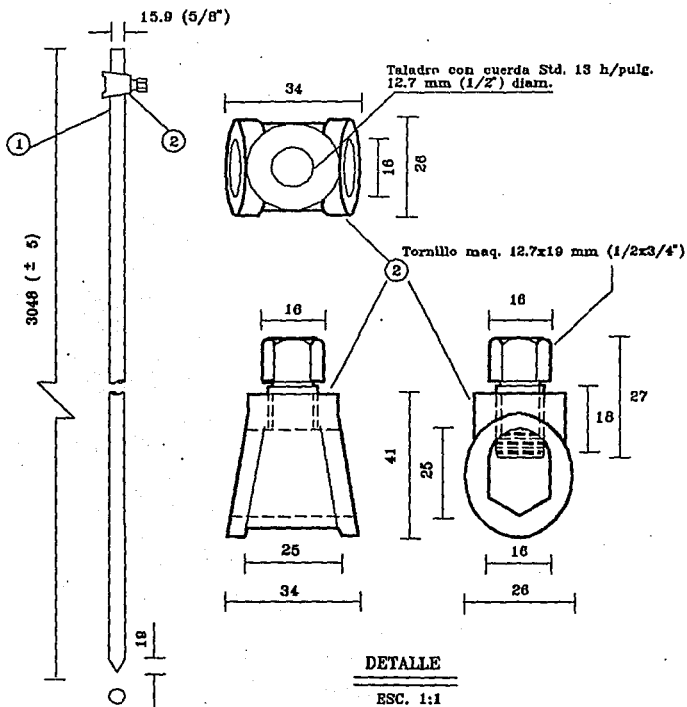
12 = Longitud aproximada en m

E = Especial

TIERRA 1

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0185

1 de 2



ESC. 1:5

129

Acotaciones en mm.

| | |
|-----------------|---|
| <i>TIERRA 1</i> | <i>NORMAS LyF MATERIAL 2.0185</i> |
|-----------------|---|

2 de 2

CARACTERISTICAS :

Material:

(1) *Varilla T1.- De acero con recubrimiento de cobre electrolítico, pureza 99.96, 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: 4.850 kg.

Tolerancia: 1 mm.

USO :

Conectar a tierra neutros, herrajes, cubiertas y equipo en los sistemas de DISTRIBUCION.

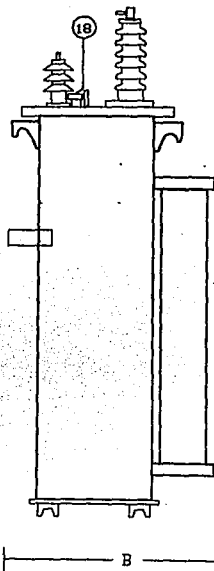
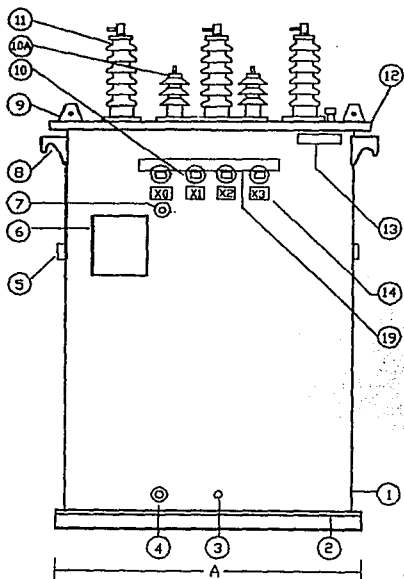
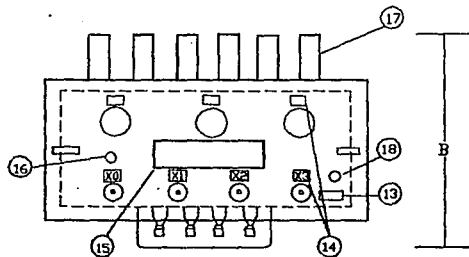
CLAVE DEL NOMBRE :

1 = Número de identificación.

TRANSFORMADORES TRIFASICOS
TIPO POSTE 23, 45 a 300 KVA

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0220

1 de 3



131

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

**NORMAS L y F
MATERIAL
2.0229**

2 de 3

| Ref | DESCRIPCION |
|-----|--|
| 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 | Ganchos para levantar el transformador |
| 9 | Orejas para levantar la tapa |
| 10 | Boquillas de baja tensión (220 Y/ 127 V) |
| 10A | Boquillas de 6000 V (secundario a 6000 Y/ 3454 V) |
| 11 | Boquillas primarias de 23000 V |
| 12 | Tapa |
| 13 | Número de serie estampado |
| 14 | Identificaciv. de terminales |
| 15 | Registro de mano |
| 16 | Cambiador de derivaciones de operación externa (solo para 225 y 300 KVA) |
| 17 | Sistema de enfriamiento |
| 18 | Niple para prueba de hermeticidad y llenado |
| 19 | Protección de las boquillas de baja tensión |

| CARACTERISTICAS | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|------------------------|--|-----|-----------------------------------|------|------|----------------|
| Tensión nominal | NOMBRE | KVA | Conexión nominal volts | Corriente nominal de línea a primaria secundaria | | Valores máximos A B C mm. mm. mm. | | | Peso total kg. |
| | Transformador trifásico tipo poste 23ET-45 | 45 | 23000/ 220Y/127 | 1.1 | 120 | 1100 | 800 | 2120 | 1000 |
| | Transformador trifásico tipo poste 23-BT-75 | 75 | 23000/ 220Y/127 | 1.9 | 200 | 1300 | 1000 | 2120 | 1000 |
| | Transformador trifásico tipo poste 23-BT-112.5 | 112.5 | 23000/ 220Y/127 | 2.8 | 300 | 1300 | 1000 | 2120 | 1250 |
| | Transformador trifásico tipo poste 23-BT-150 | 150 | 23000/ 220Y/127 | 3.8 | 400 | 1500 | 1500 | 2120 | 1500 |
| | Transformador trifásico tipo poste 23-ET-225 | 225 | 23000/ 220Y/127 | 5.5 | 600 | 1500 | 1500 | 2120 | 1500 |
| | Transformador trifásico tipo poste 23-BT-300 | 300 | 23000/ 220Y/127 | 7.5 | 800 | 1500 | 1500 | 2120 | 2200 |

| | |
|--|---|
| TRANSFORMADORES TRIFASICOS TIPO POSTE 23 45 a 300 KVA | NORMAS L y F MATERIAL 2.0229 |
|--|---|

3 de 3

CARACTERISTICAS.

MARCADO E IDENTIFICACION :

Debe tener estarcida en la parte 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.

USO :

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

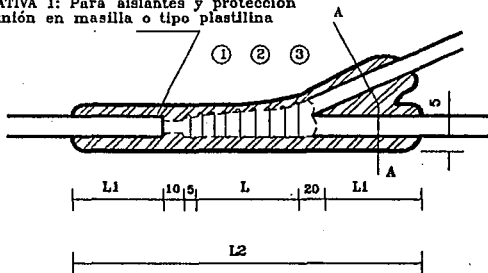
TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23-6-BT-KVA: Montado en poste y conectado a líneas de 23000 volts (2x2.5%), transforma la energía eléctrica a 6000 volts entre fases y 3464 volts al neutro para alimentar servicios en alta tensión.

TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO POSTE 23x6-BT-KVA : Montado en poste y conectado a líneas de 23000 volts (2x2.5%) ó 600 volts, transforma la energía eléctrica a 220 volts entre fases y 127 volts al neutro para alimentar redes y servicios en baja tensión.

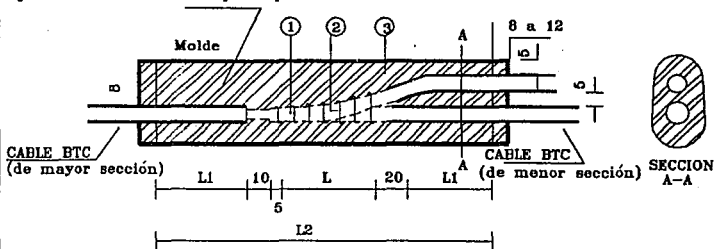
CLAVE DEL NOMBRE :

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).

ALTERNATIVA 1: Para aislantes y protección de la unión en masilla o tipo plastilina

SECCION
A-A

ALTERNATIVA 2: Para aislantes y protección de la unión que requieren molde.

SECCION
A-A

| | |
|--------------------------------------|---|
| UNIONES Y BTC 15-15 a 150-150 | NORMAS L y F MATERIAL 2.0203 |
|--------------------------------------|---|

2 de 3

TABLA 1.- Materiales

| Referencia | NOMBRE | Unidad | Cantidades Uniones YBTC | | |
|----------------------------|--|--------|-------------------------|-------|---------|
| | | | 15-15 | 70-15 | 150-35 |
| | | | 35-15 | 70-35 | 150-70 |
| | | | 35-35 | 70-70 | 150-150 |
| | | | 15035 | | |
| 1 | Alambre Cud 14 (entorchado) Nom. 2.0075 soldadura Sn Pb 40-60 Nom. 2.0534 Fúndente soldadura Sn Pb Nom. 2.0318 | m | 0.5 | 1.5 | 2 |
| | | g | 125 | 250 | 500 |
| | | g | 7 | 7 | 17 |
| 2 | Cinta fibra de vidrio lija óxido-Al 25 x 280 mm. Manta cielo con ancho 30 cm. | m | 0.5 | 1 | 1.5 |
| | | tira | 1 | 2 | 2 |
| | | m | 0.5 | 0.5 | 0.2 |
| 3 | Aislantes y protección de la unión (1) | lgo. | 1 | 1 | 1 |
| | | hoja | 1 | 1 | 1 |
| Instrucción del fabricante | | hoja | 1 | 1 | 1 |

NOTA :

(1) Este material es preferentemente termo fijo, pero puede ser otro como, termocontractil, epoxi, etc., siempre que aplicado según instrucción de fabricante y cumpla con las pruebas indicadas en la especificación L y F 1.0018.

Las dimensiones generales son conforme a lo indicado en la tabla 2.

TABLA 2.- Dimensiones generales

| NOMBRE | Calibre en mm ² de los cables que conecta | | Longitud aproximada (mm) | | | |
|---------------------|--|------------|--------------------------|-------|-------|------------|
| | | | L | L1 | L2 | Preferente |
| | Principal | Derivación | | (mín) | (mín) | |
| Unión Y BTC 15-15 | 15 | 15 | 25 | 30 | 120 | 145 |
| Unión Y BTC 35-15 | 35 | 15 | 25 | 40 | 140 | |
| Unión Y BTC 35-35 | 35 | 35 | 30 | 40 | 145 | |
| Unión Y BTC 70-15 | 70 | 15 | 25 | 50 | 160 | 185 |
| Unión Y BTC 70-35 | 70 | 35 | 30 | 50 | 165 | |
| Unión Y BTC 70-70 | 70 | 70 | 40 | 50 | 175 | |
| Unión Y BTC 150-15 | 150 | 15 | 25 | 60 | 180 | |
| Unión Y BTC 150-35 | 150 | 35 | 30 | 60 | 185 | |
| Unión Y BTC 150-70 | 150 | 70 | 40 | 60 | 195 | 215 |
| Unión Y BTC 150-150 | 150 | 150 | 60 | 60 | 215 | |

CARACTERISTICAS :**USO :**

Instalada en cables BTC de un conductor de los calibres correspondientes a su designación (15 a 150 mm²), conecta un cable de derivación o ramal a un cable principal o troncal, protegiendo la conexión contra humedad y daño mecánico. Queda directamente enterrada o en registro.

La unión Y también puede aplicarse para unir un cable BTC 1x35 ó 1x150 con otros similares de sección inmediata inferior como se muestra en la figura correspondiente.

CLAVE DEL NOMBRE :

Y = Y, forma de la unión

B = Baja tensión

BTC = Termofijo, aislamiento de polietileno de cadena cruzada

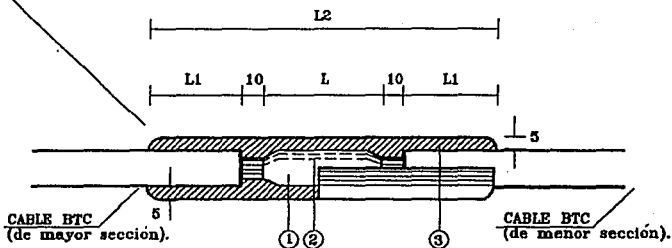
15 a 150 = 15, 35, 70, 150 mm², sección transversal de los conductores que conecta.

UNIONES R BTC 15 a 150

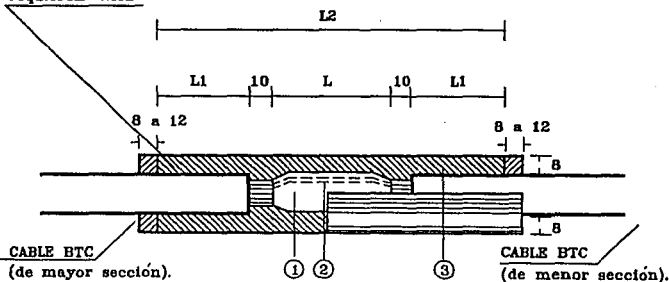
NORMAS L y F
MATERIAL
2.0202

1 de 3

ALTERNATIVA 1: Para aislantes
y protección de la unión en
masilla o tipo plastilina



ALTERNATIVA 2: Para aislantes
y protección de la unión que
requieren moldes



Acotacion en mm.

UNIONES R BTC 15 A 150

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0202

2 de 3

TABLA 1.- Materiales.

| Ref. | NOMBRE | Norma L y F | Unidad | Cantidades UNIONES R- | | | |
|------|--|----------------|--------|-----------------------|--------|--------|---------|
| | | | | BTC 15 | BTC 35 | BTC 70 | BTC 150 |
| 1 | Conector 15CS a 150C ó conector tubular CS-cu 15 a 150 | 2.0205 | Pza. | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 2.0206 | | | | | |
| 2 | Soldadura Sn Pb (1) Fluyente soldadura Sn-Pb Cinta fibra de vidrio. Lija óxido de aluminio de 25x280 mm. Manta de cielo de 30x30 cm. | 2.0534 | g | 125 | 125 | 125 | 250 |
| | | 2.0318 | g | 4 | 4 | 8 | 8 |
| | | | m | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 1 |
| | | | tira | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pza. | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| 3 | Aislante y protección de la unión (2) | | Jgo. | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Instructivo del fabricante. | | Hoja | 1 | 1 | 1 | 1 |

NOTAS:

- 1) Para el caso de conectores soldable.
- 2) Este material es preferentemente termofijo, pero puede ser otro como termocontráctil, epoxi, etc., siempre que aplicado según instrucción del fabricante, cumpla con las pruebas indicadas en la Especificación L y F 1.0018.

Las dimensiones generales son conforme a lo indicado en la tabla 2.

TABLA 2.- Dimensiones generales.

| NOMBRE | Calibre en mm ² de los conductores que conecta | Longitudes en mm. | | | | |
|-----------------|---|-------------------|-----|--------|--------|------------|
| | | L | | L1 | | L2 |
| | | (S) | (C) | Mínima | Mínima | Preferente |
| Unión R BTC 15 | 15 con 15 | 38 | 48 | 40 | 140 | 150 |
| Unión R BTC 35 | 35 con 35 | 50 | 52 | 40 | 150 | |
| Unión R BTC 70 | 70 con 70 | 50 | 52 | 60 | 190 | 205 |
| Unión R BTC 150 | 150 con 150 | 64 | 65 | 60 | 205 | |

NOTAS: (g) para conector soldado.

(c) para conector de compresión.

CARACTERISTICAS :**USO.**

Instalada en cables BTC de un conductor de los calibres correspondientes a su designación (15 a 150 mm²), conecta los extremos de sus conductores, protegiendo la conexión contra humedad y daño mecánico. Queda directamente enterrada o en un registro.

La unión R también puede aplicarse para unir un cable, BTC 1x35 ó 1x70 ó 1x150 con otro similar de sección inmediata inferior conforme se muestra en la figura correspondiente.

CLAVE DEL NOMBRE.

R = Recta, forma de la unión.

B = Baja tensión

TC = Termofijo, aislamiento de polietileno de cadena cruzada.

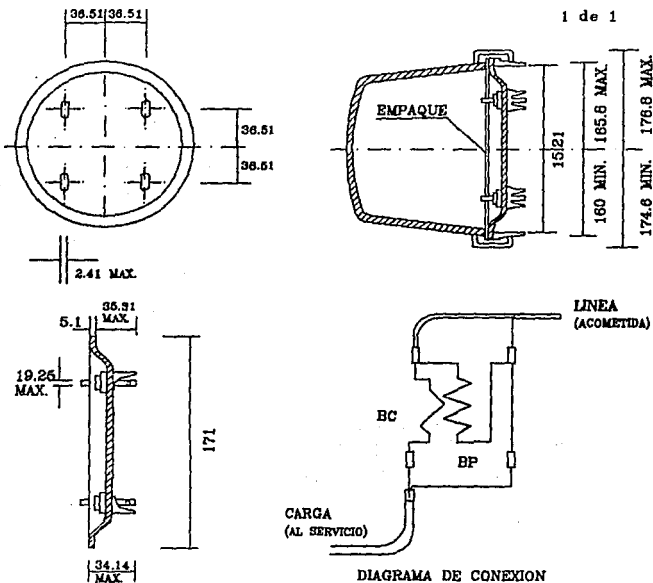
15 a 150 = 15 mm², 35 mm², 70 mm², 150 mm², sección transversal del conducto en milímetros cuadrados.

WATHHORIMETRO MONOFASICO

S - 100

NORMAS L y F
MATERIAL
2.0565

1 de 1



CARACTERISTICAS:

Medidor de energía eléctrica, corriente básica 15A, corriente máxima 100A, 1 fase, 2 hilos, 1 elemento, tensión 120 V, tipo S, frecuencia 60 Hz, registrador KWH con 4 manecillas, multiplicador de lecturas por 1, soporte del rotor tipo magnético y con dispositivo para sellar.

USO:

Insertado en base de enchufe para medidor de 4 mordazas, mide la energía activa de los circuitos de 1 fase, 2 hilos 60 Hz, que tenga una carga - hasta de 100 A.

CLAVE DEL NOMBRE:

S = Tipo de Wathhorimetro de base de enchufe.
100 = Corriente máxima 100 A.

CAPITULO VIII
FORMAS DE SOLICITUDES Y COSTOS.

CAPITULO VIII
FORMAS DE SOLICITUDES Y COSTOS.

8.1 Generalidades.

En este capítulo se tratarán los diferentes aspectos relacionados a las formas de solicitudes, que se deben de presentar ante la compañía suministradora para realizar un proyecto de suministro de energía eléctrica a una unidad habitacional; así como, los costos aproximados del material y mano de obra para llevar a cabo dicho proyecto.

8.2 Solicitud de presupuesto.

La solicitud de presupuesto deberá llegar completa a la empresa suministradora con:

- Planos autorizados.*
- Croquis de localización.*
- Tipo de lotificación.*
- Nivel económico de las personas que habitan esa zona.*
- Características de las construcciones que se van a atender.*
- Lista de cargas que se van a instalar:*
 - a) cargas de los lotes o departamentos.*
 - b) cargas de alumbrado público.*

c) cargas por bombeo de agua potable, aguas negras, tratamiento de aguas ,quemadores de basura, etc.

d) cargas de comercios, mercados, etc.

e) cargas de centros culturales, iglesias, escuelas, etc.

- Instalaciones que van a ir en el fraccionamiento (teléfonos, gas, agua potable, drenaje, alumbrado público, etc.).

- Construcciones especiales que se vayan a realizar.

- Cortes de avenidas, calles y banquetas mostrando los servicios que se vayan a instalar.

8.3 Entrevista con el cliente o fraccionador.

El servicio que se va a proporcionar debe ser dado con todos los conocimientos que se tenga el fraccionador ,a la Compañía de Luz en el orden siguiente:

1.- Nivel económico de las personas que van a vivir en el fraccionamiento para considerarlo como : popular, medio, alto o de lujo.

2.- Características de las construcciones que se van a tener : m2 de construcción, acabados, superficie del terreno, etc.

3.- Ubicación del fraccionamiento (nivel económico que lo rodea).

4.- Costo del terreno por m2.

5.- Tipo de terreno que existe en el fraccionamiento: tierra, tepetate, pedregoso, etc.

Además se debe preguntar al fraccionador que parte de las obras civiles desea realizar dentro del fraccionamiento:

1.- Cimentación para las subestaciones.

- 2.- *Cruceros de los ductos en arroyos.*
- 3.- *Cepas para la instalación de los cables subterráneos de mediana y baja tensión.*
- 4.- *Registros para acometidas, cambios de dirección de cables .*
- 5.- *Ductos para dar el servicio.*
- 6.- *Reparación de arroyos y banquetas.*
- 7.- *Murete para acometidas domiciliarias.*

8.4 Planos a utilizar en el diseño.

El fraccionador deberá entregar tres copias y un maduro del plano general de lotificación o de conjunto, en el que se indiquen los accesos a las casas y edificios, indicando además, la localización de las estaciones de bombeo ,centros comerciales, sociales, escolares, etc., señalando las zonas verdes y los adoquines.

Así mismo debe entregar un maduro y dos copias del plano de red de alumbrado público, indicando los puntos de alimentación a los circuitos.

También entregará tres copias y un maduro de las instalaciones subterráneas en banquetas y andadores, indicando la ubicación de registros telefónicos, gas y cualquier otra construcción que pueda interferir en las instalaciones de la Compañía de Luz.

De acuerdo con el fraccionador , acordaran las áreas necesarias que deberán ser donadas para las instalaciones de las subestaciones. La Compañía de Luz entregará al fraccionador los planos con las obras civiles que sean necesarias realizar en el fraccionamiento.

Todas las obras civiles que se efectien en el fraccionamiento o conjunto habitacional, la realizara la suministradora. Se acordara con el cliente y con la compañía de teléfonos las banquetas donde se instalen cables de energía eléctrica para no interferir las líneas telefónicas.

8.3 Costos de materiales y mano de obra.

A.- Material.-

Dentro de los materiales que se requieren para realizar un proyecto de electrificación de una unidad habitacional, mencionaremos los costos de los materiales que significan un mayor gasto económico, entre estos gastos encontramos que hay de dos tipos: de obra eléctrica y de obra civil.

Dentro de los de la obra eléctrica, hay unos materiales más costosos que otros, entre éstos se encuentran : el transformador, las subestaciones, equipos de medición , cables, fusibles, entre otros.

Existen materiales eléctricos que son más baratos (tornillos, tuercas, abrazaderas, etc.) de los cuales dentro de ésta Tesis no incluimos su costo, debido a que , su costo unitario no es muy significativo.

Por lo que se refiere a la obra civil, se tiene que se requiere de unas actividades , tales como, excavaciones, construcción de registros , construcción de muretes para las acometidas ,entre otras. Los costos de estas actividades no se detallarán muy a fondo, debido a que se requiere de materiales de uso más común que los eléctricos, por lo que su costo se puede obtener con mayor facilidad.

En las siguientes tablas se muestran los costos de los materiales y mano de obra de instalación ,en lo referente a lo eléctrico.

TABLA DE COSTOS DE MATERIAL ELECTRICO

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P.UNITARIO | TOTAL |
|------|--------------------|----------|--------|------------|-------------------|
| 1.- | Apartarrayos | 15 | pza | 372.00 | 5,580.00 |
| 2.- | Cable ASCR 2 | 660 | mto | 32.30 | 21,318.00 |
| 3.- | Cable BTC 1x15 | 5703 | mto | 3.62 | 20,644.86 |
| 4.- | Cable BTC 1x35 | 2404 | mto | 4.50 | 10,818.00 |
| 5.- | Cable BTC 1x70 | 1560 | mto | 6.10 | 9,516.00 |
| 6.- | Cable BTC 1x150 | 180 | mto | 15.30 | 2,754.00 |
| 7.- | Caja P4400 | 5 | pza | 8,750.00 | 43,750.00 |
| 8.- | Ducto / crucero | 6 | tramo | 18.50 | 111.00 |
| 9.- | fusibles tipo K | 15 | pza | 213.70 | 3,205.00 |
| 10.- | Fustible CR200 | 20 | pza | 50.00 | 1,000.00 |
| 11.- | Interruptor Alduty | 2 | pza | 4,000.00 | 8,000.00 |
| 12.- | Murets | 162 | pza | 350.00 | 56,700.00 |
| 13.- | Portafusibles | 15 | pza | 140.00 | 2,100.00 |
| 14.- | Postes CR 12 | 8 | pza | 3,750.00 | 30,000.00 |
| 15.- | Tierra l | 20 | pza | 640.00 | 12,800.00 |
| 16.- | Transformadores | | | | |
| | 75 KVA | 2 | pza | 25,750.00 | 51,500.00 |
| | 150 KVA | 3 | pza | 34,430.00 | 103,290.00 |
| 17.- | Tubo protector | 15 | tramo | 9.90 | 148.50 |
| 18.- | Uniones Rectas | | | | |
| | 35-15 | 40 | pza | 11.00 | 440.00 |
| | 70-35 | 21 | pza | 20.00 | 420.00 |
| 19.- | Uniones Y | | | | |
| | 15-15 | 310 | pza | 11.00 | 3,410.00 |
| | 15-35 | 194 | pza | 18.00 | 3,492.00 |
| | 15-70 | 80 | pza | 22.00 | 1,760.00 |
| 20.- | Wathorimetros | 324 | pza | 280.00 | 90,720.00 |
| | | | | | |
| | TOTAL | | | | 483,476.50 |

TABLA DE COSTOS DE MANO DE OBRA

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P.UNITARIO | TOTAL |
|------|--------------------|----------|--------|------------|-------------------|
| 1.- | Apartarrayos | 15 | pza | 300.00 | 4,500.00 |
| 2.- | Cable ASCR 2 | 660 | mto | 19.98 | 13,186.80 |
| 3.- | Cable BTC 1x15 | 5703 | mto | 2.17 | 12,375.51 |
| 4.- | Cable BTC 1x35 | 2404 | mto | 2.70 | 6,490.80 |
| 5.- | Cable BTC 1x70 | 1560 | mto | 3.66 | 5,709.60 |
| 6.- | Cable BTC 1x150 | 180 | mto | 9.18 | 1,652.40 |
| 7.- | Caja P4400 | 5 | pza | 5,250.00 | 26,250.00 |
| 8.- | Ducto / crucero | 6 | tramo | 11.10 | 66.60 |
| 9.- | fusibles tipo K | 15 | pza | 128.22 | 1,923.00 |
| 10.- | Fusible CR200 | 20 | pza | 36.00 | 720.00 |
| 11.- | Interruptor Alduty | 2 | pza | 2,400.00 | 8,800.00 |
| 12.- | Murete | 162 | pza | 210.00 | 34,020.00 |
| 13.- | Portafusibles | 15 | pza | 84.00 | 1,260.00 |
| 14.- | Postes CR 12 | 8 | pza | 2,250.00 | 18,000.00 |
| 15.- | Tierra l | 20 | pza | 384.00 | 7,680.00 |
| 16.- | Transformadores | | | | |
| | 75 KVA | 2 | pza | 15,450.00 | 30,900.00 |
| | 150 KVA | 3 | pza | 20,658.00 | 61,974.00 |
| 17.- | Tubo protector | 15 | tramo | 5.94 | 89.10 |
| 18.- | Uniones Rectas | | | | |
| | 35-15 | 40 | pza | 6.60 | 264.00 |
| | 70-35 | 21 | pza | 12.00 | 240.00 |
| 19.- | Uniones Y | | | | |
| | 15-15 | 310 | pza | 6.60 | 2,046.00 |
| | 15-35 | 194 | pza | 10.80 | 2,095.20 |
| | 15-70 | 80 | pza | 13.20 | 1,056.00 |
| 20.- | Wathorímetros | 324 | pza | 168.00 | 54,432.00 |
| | | | | | |
| | TOTAL | | | | 295,731.01 |

México D.F. a 10 de Noviembre de 1994.

*Cotización que se presenta para la instalación eléctrica de la unidad habitacional
LOMAS DEL PARQUE, ubicada en Toluca Edo. de México.*

Como sigue:

| <i>DESCRIPCION</i> | <i>SUBTOTAL</i> |
|-----------------------------|-----------------------|
| <i>COSTO DE MATERIAL</i> | <i>N\$ 483,476.50</i> |
| <i>COSTO DE INSTALACION</i> | <i>N\$ 295,731.01</i> |
| <i>TOTAL</i> | <i>N\$ 779,207.51</i> |

CONCLUSIONES

La elaboración del diseño nos dejó una grata experiencia, debido a que se presentaron algunos problemas, que de alguna manera nos obligaron a cambiar la idea original que se tenía del diseño, la cual se trataba de una red de distribución subterránea, para la cual se tenía que utilizar subestaciones tipo gabinete (transformador de distribución); para al realizar el análisis para determinar su ubicación en base a la topografía del terreno y la distribución geográfica de la carga. Resultó por un lado que no se contaba con el espacio suficiente de andadores o banquetas para colocarlas, quedando de esta manera descartada esta idea y las subestaciones tipo pozo que podrían ser las subestaciones no corresponden al nivel socioeconómico donde se encuentra ubicada la unidad habitacional.

Otro aspecto fundamental era que algunas de las cargas quedarían muy retiradas del centro de carga, originando un porcentaje de regulación elevado o en su defecto se iba a requerir utilizar un cable de un calibre muy elevado, por lo cual se optó utilizar las subestaciones tipo poste, originando con esto la red de distribución mixta.

Para el diseño de la red de baja tensión se tenía contemplado utilizar concentraciones para las acometidas; pero analizando la distribución geográfica de la carga se decidió por una red radial con calibre escalonado, eliminando de esta forma las concentraciones.

La realización del presente documento tiene una gran cantidad de datos e informaciones necesarios y adecuados para determinar con exactitud el desarrollo satisfactorio de la Red de Distribución Eléctrica.

De antemano cabe señalar que de toda esta serie de datos, cálculos y demás información que integran al proyecto, manifiestan en gran parte todos los conocimientos que recibimos durante la carrera. De esta manera concluimos en dicho documento que gran parte de la información, técnicas y usos adecuados para la realización de este proyecto, satisfacen el poder encontrar una serie de datos que de alguna manera son significativos, los cuales sirven como base para cualquier proyecto de Distribución Eléctrica.

BIBLIOGRAFIA

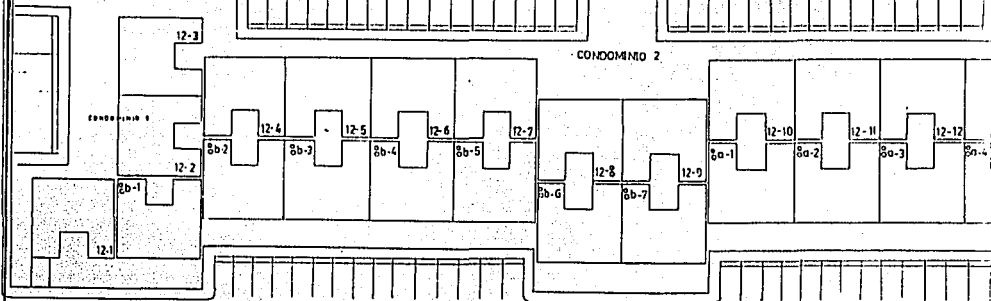
- A. - *NORMAS DE DISTRIBUCION.*
C.F.E.
- B. - *ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM ENGINEERING.*
TURAN GOEN.
EDITORIAL MC GRAW-HILL.
- C. - *SISTEMAS DE DISTRIBUCION.*
ROBERTO ESPINOSA Y LARA.
EDITORIAL LIMUSA.
- D. - *SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA.*
COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
RELACIONES INDUSTRIALES.
- E. - *ELECTRICAL TRANSMISSION AND DISTRIBUTION REFERENCE BOOK.*
CENTRAL STATION ENGEERS.
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION.
- F. - *SISTEMAS DE TRANSMISION DE POTENCIA ELECTRICA.*
THEODORE WILDI.
EDITORIAL LIMUSA.
- G. - *MANUAL DE DISEÑO Y NORMALIZACION DE LINEAS DE TRANSMISION.*
COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
CONFERENCIA DE PLANEACION E INGENIERIA.
- H. - *PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES.*
ALFREDO JUAREZ T.
C.F.E.
- I. - *NORMAS DE MATERIALES DE DISTRIBUCION.*
COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
- J. - *LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION VOL. II.*
ENRIQUEZ HARPER.
EDITORIAL LIMUSA.

K.- INSTALACIONES ELECTRICAS PARA PROYECTOS Y OBRAS.
ANTONIO LOPEZ.
J. GUERRERO STRACHAN.
EDITORIAL PARANINFO.

L.- MANUAL ELECTRICO CONELEC.

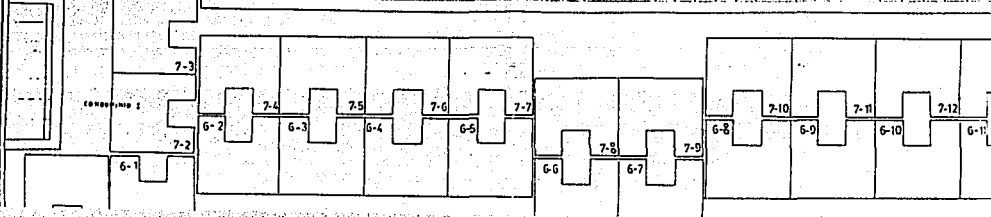
3H 23 KV ACSB 2

75 KVA

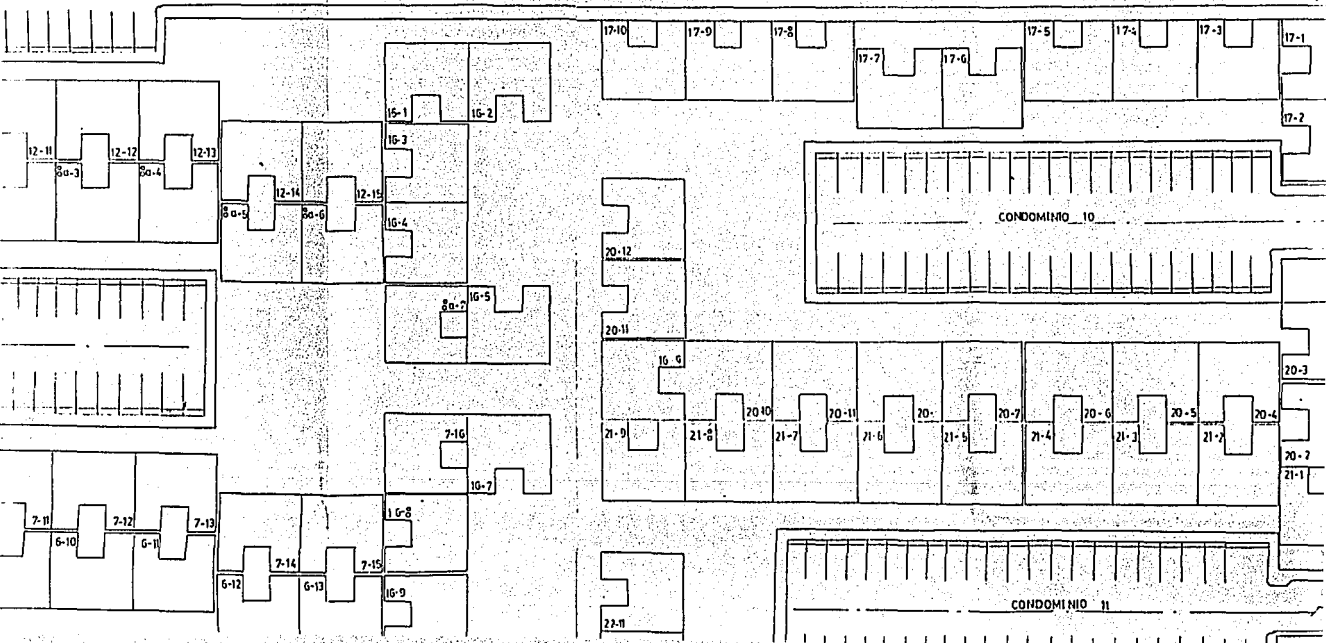


CONDOMINIO 3

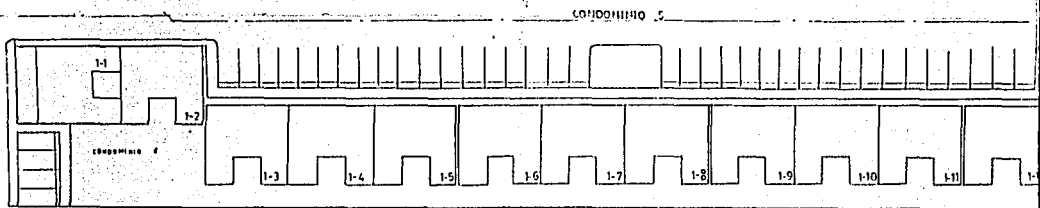
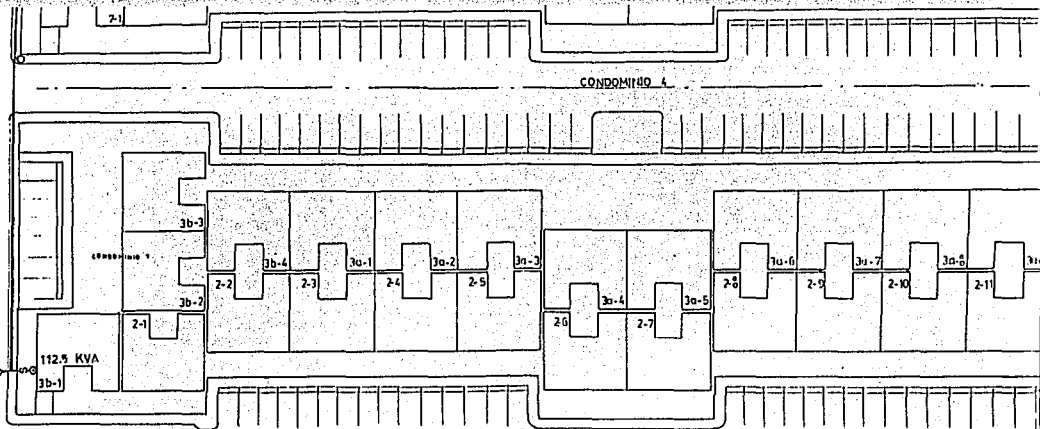
112.5 KVA

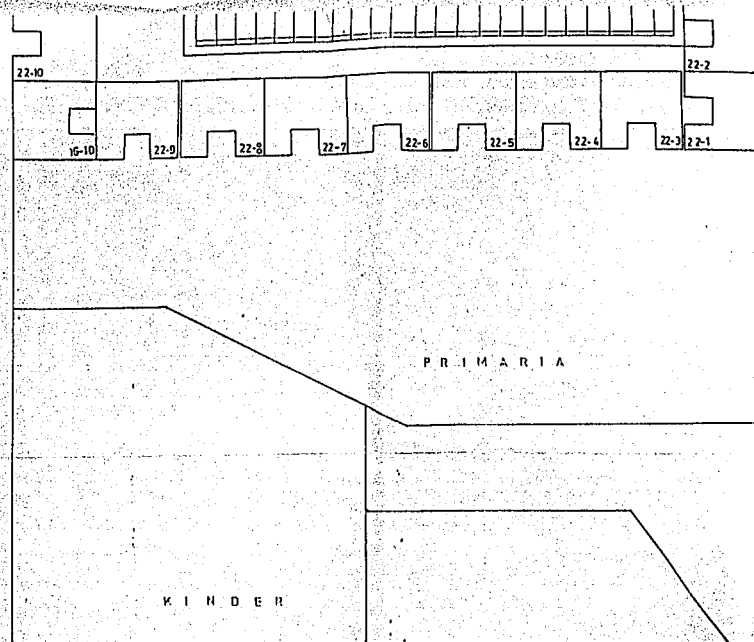
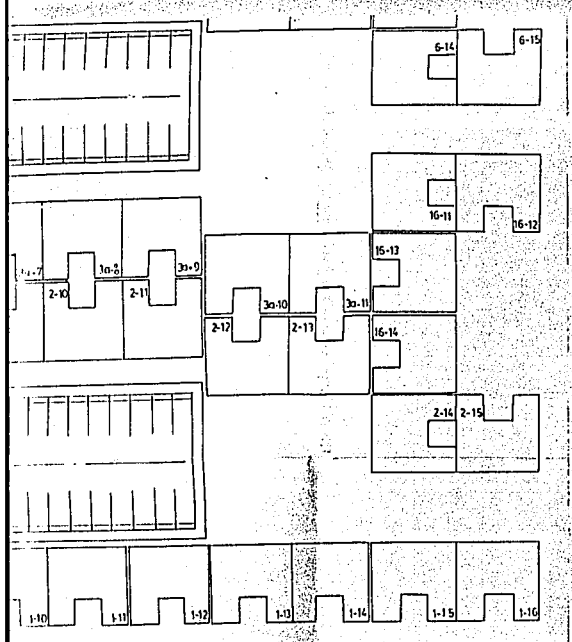


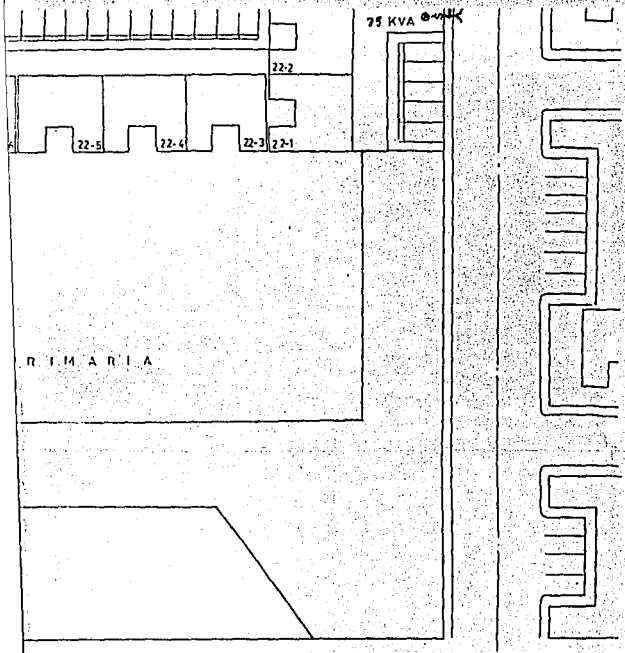
BULEVARD REFORMA



CALLE





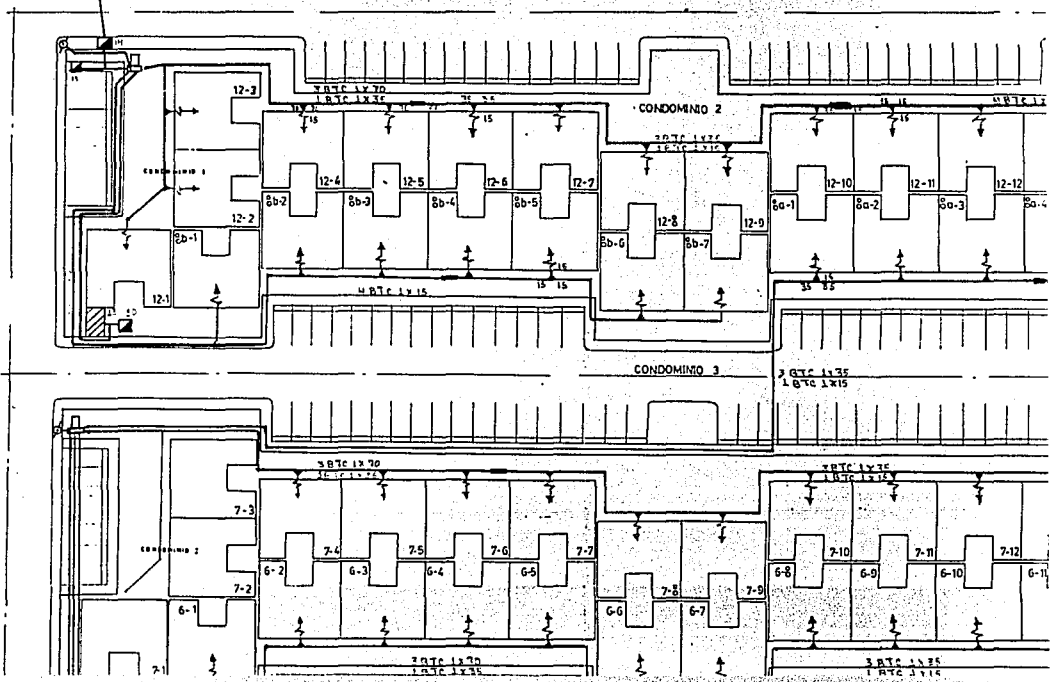


- 1- LA CONEXION DE LOS TRANSFORMADORES ES Δ-Y
- 2- EL NEUTRO DEL SECUNDARIO ESTA ATERRIZADO A TIERRA.

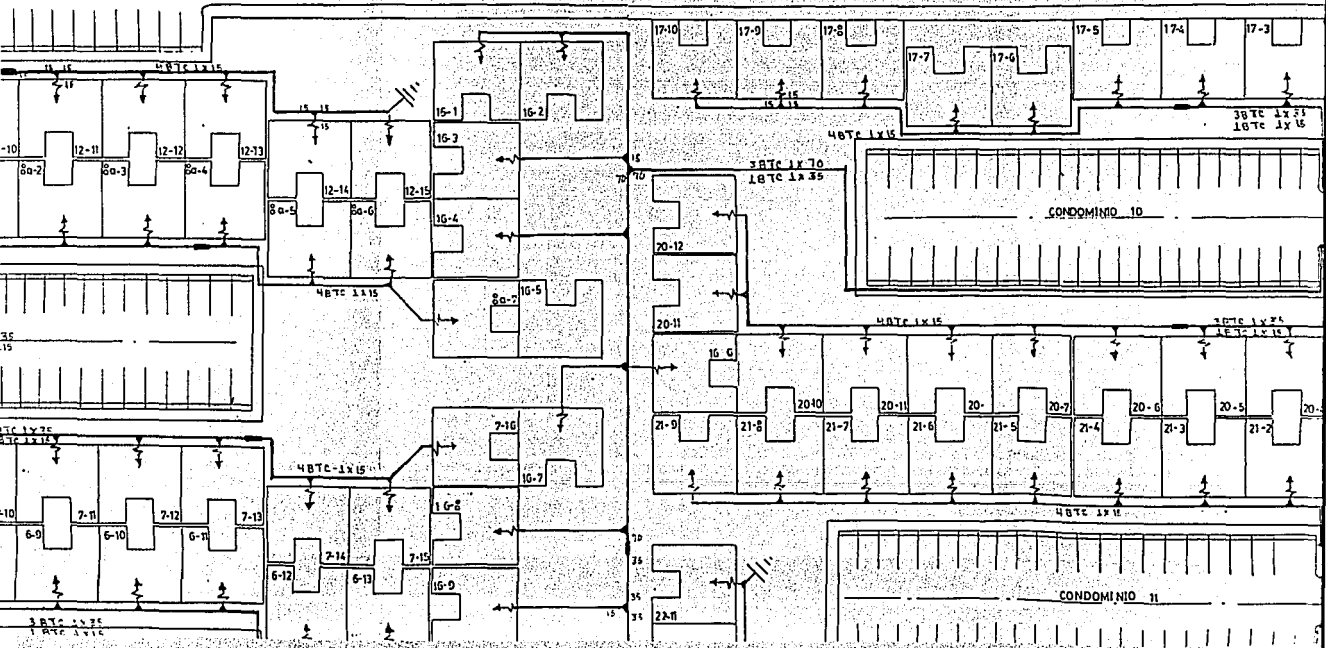
PRIMARIA

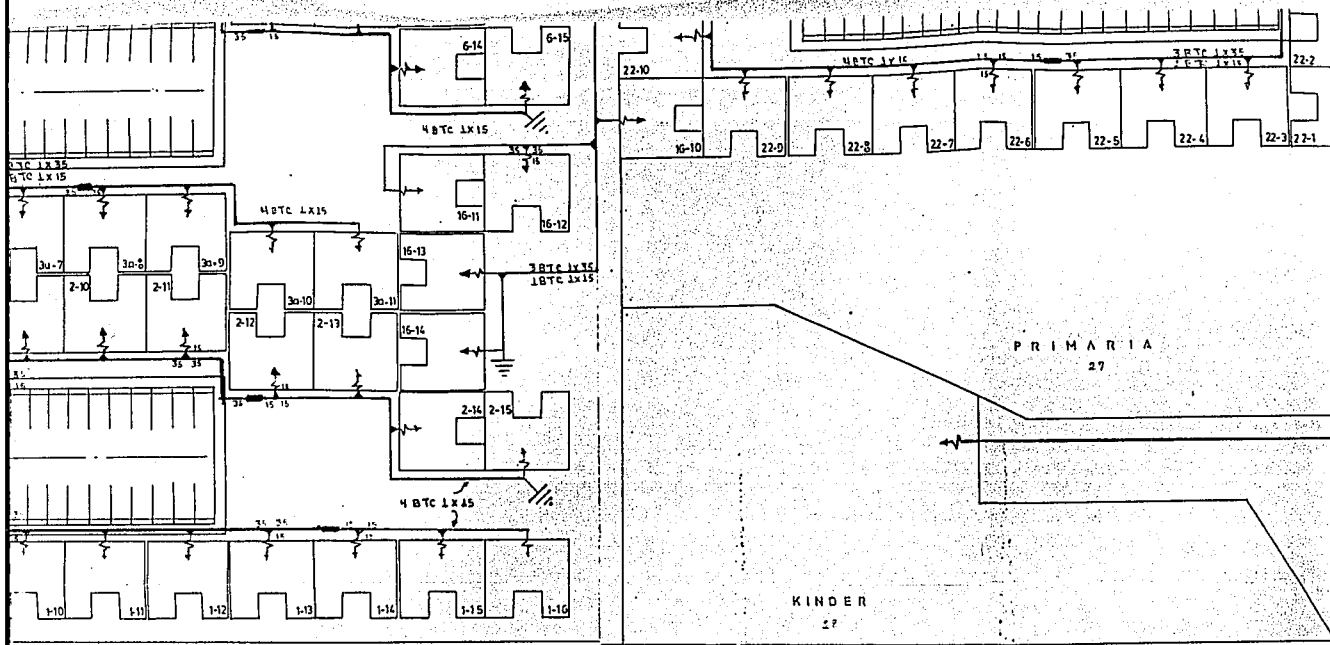
| | |
|--|---|
| UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO | |
| FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN | |
| INGENIERIA MECANICA ELECTRICA | TESIS PROFESIONAL |
| TITULO : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION MIXTA, PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA A UNA UNIDAD HABITACIONAL. | |
| UNIDAD : LOMAS DEL PARQUE | |
| UBICACION : IXTITLAN, P.D.O. DE MEXICO | |
| PLANO DE : MEDIANA TENSION | ESC: 1:500 |
| ASESOR DE TESIS : | PASANTES : |
| ING. OSCAR CERRANTES T. | GUSTAVO GONZALEZ MARTINEZ JOSE ANGEL HERNANDEZ MENDOZA |

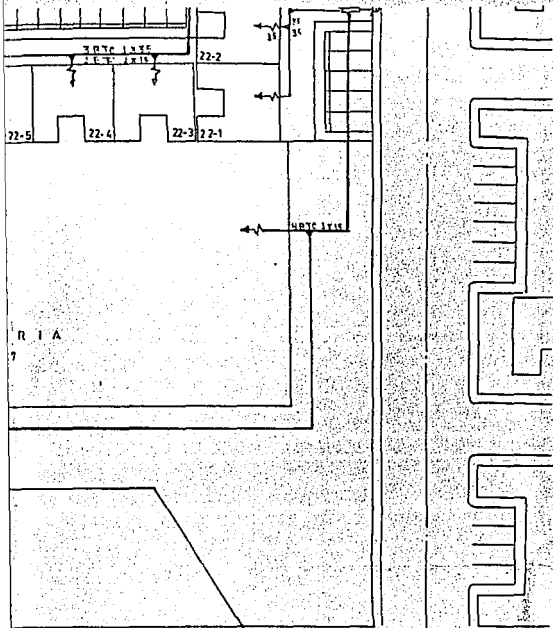
18



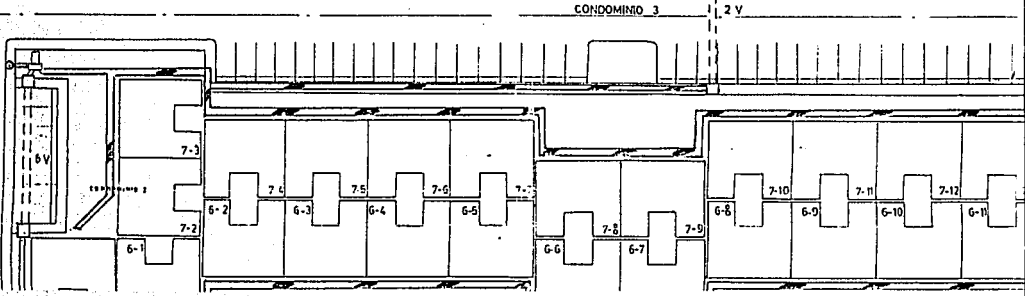
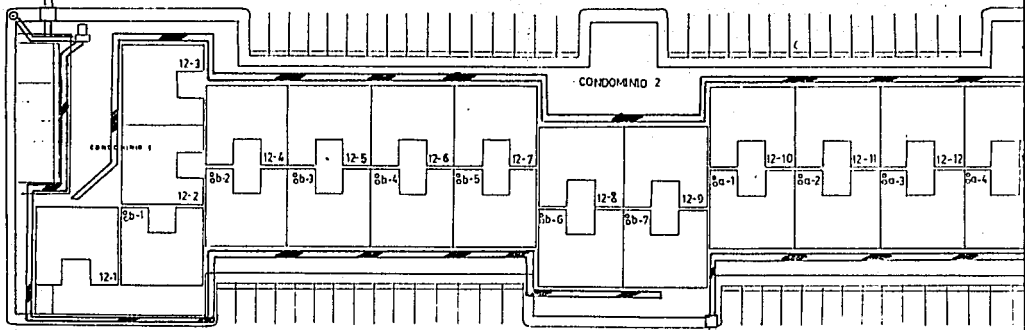
BOULEVARD REFORMA



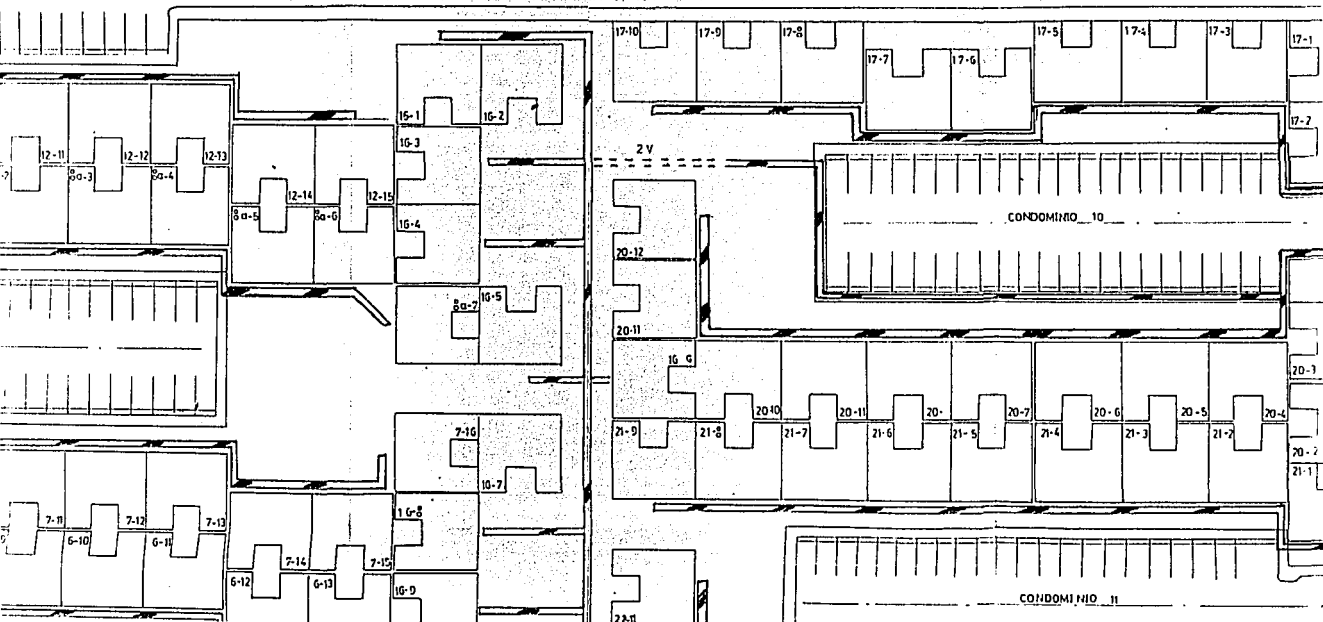




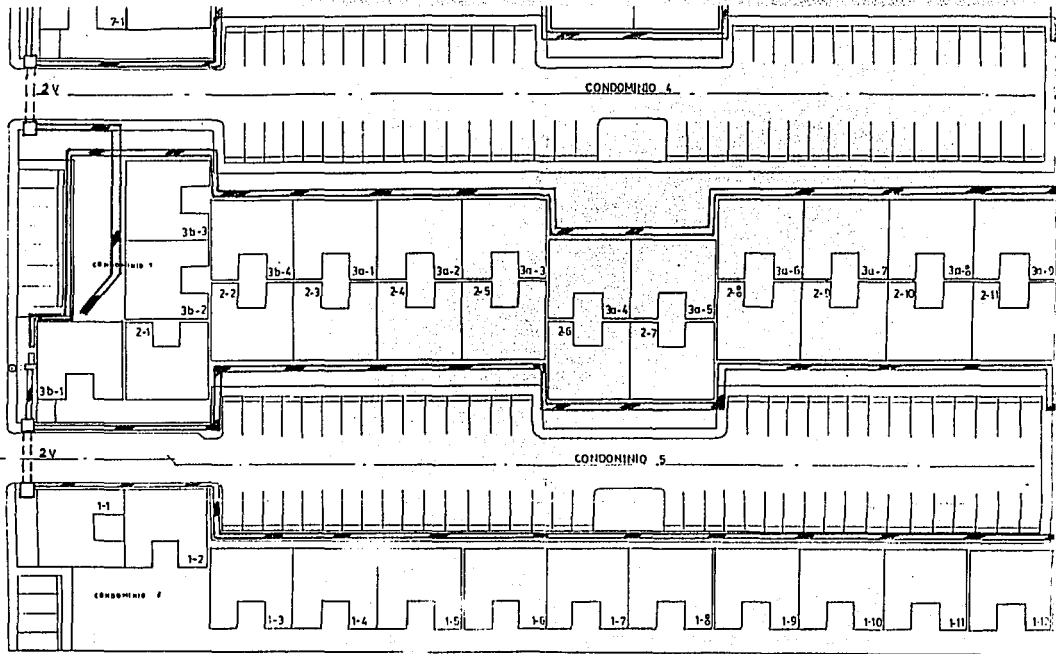
| | |
|--|---|
| UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO | |
| FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. AUTTLAN | |
| INGENIERIA MECANICA ELECTRICA | TESIS PROFESIONAL |
| TITULO : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION WHTA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA A UNA UNIDAD HABITACIONAL. | |
| UNIDAD : LOMAS DEL PARQUE | |
| UBICACION : TULTILAN EDO. DE MEXICO | |
| PLANO DE : BAJA TENSION | ESC: 1:500 |
| ASESOR DE TESIS : ING. OSCAR CERVANTES T. | PASANTES : GUSTAVO GONZALEZ MARTINEZ JOSE ANGEL HERRERA MENDOZA |



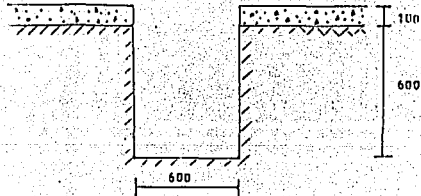
BOULEVARD REFORMA



CALLE



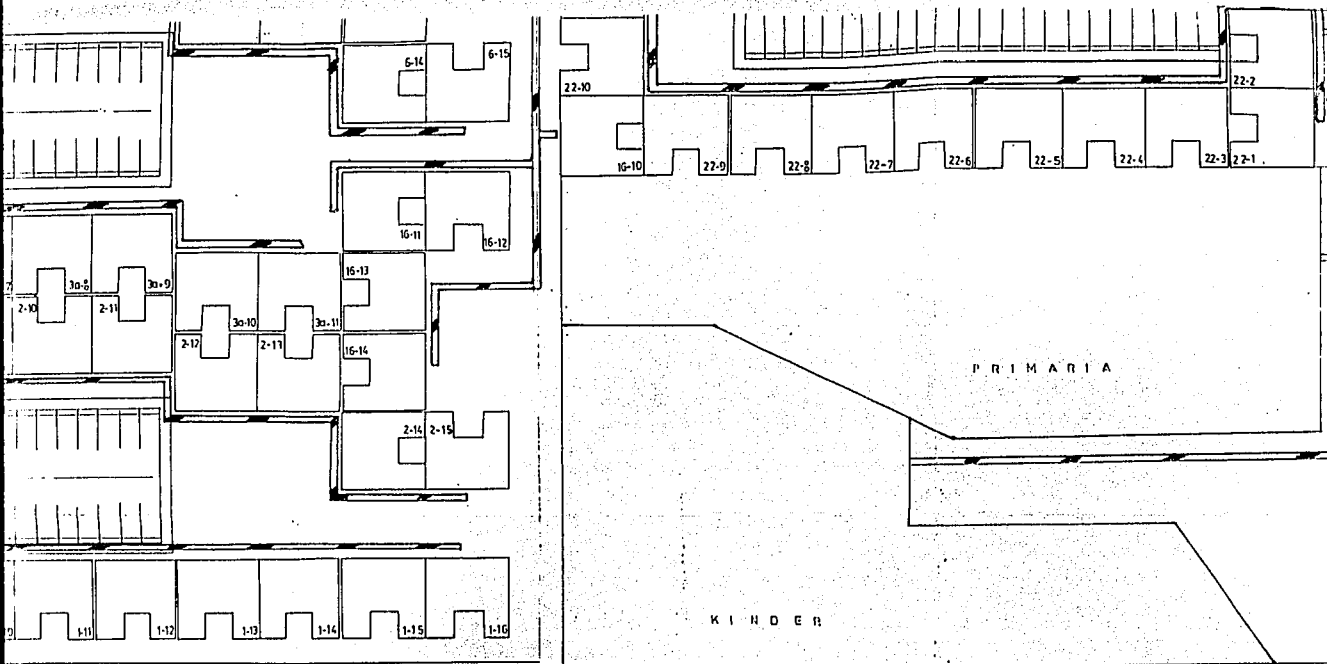
BAHQUETA CONCI: TO



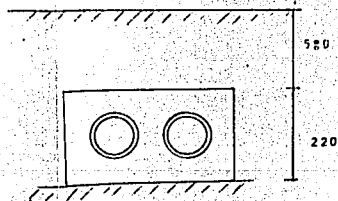
ESC. SIN

ACOTACION: 1 mm

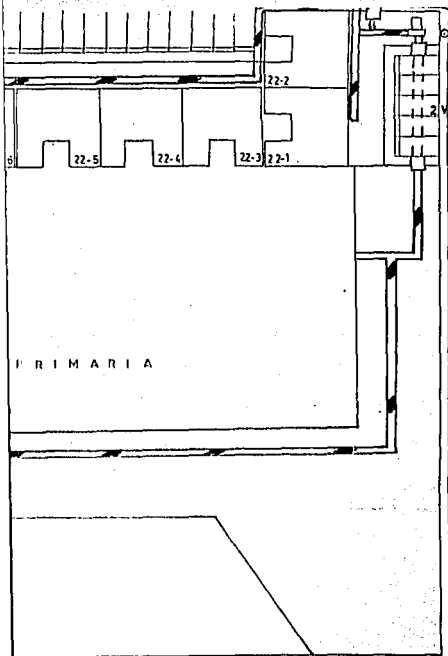
DETALLE DE CAL



ESC. SIN



DETALLE DE CAHALIZACION Y DUCTOS



| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO | |
| FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN | |
| INGENIERIA MECANICA ELECTRICA | TESIS PROFESIONAL |
| TITULO : DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCION MIXTA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA A UNA UNIDAD HABITACIONAL. | |
| UNIDAD : LOMAS DEL PARQUE | |
| UBICACION : TULTILAH EDO. DE MEXICO | |
| PLANO DE : OBRA CIVIL | ESC: 1:500 |
| ASESOR DE TESIS : ING. OSCAR CERVANTES I. | PASANTES : GUSTAVO GONZALEZ MARTINEZ JOSE ANGEL HERRANDEZ MENDEZ |