



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
“ARAGÓN”**

**“ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA RED DE
DISTRIBUCIÓN AÉREA PARA EL SUMINISTRO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA COLONIA PROLETARIA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ÁREA ELÉCTRICA – ELECTRÓNICA)**

**P R E S E N T A :
L U C A S L O P E Z L O P E Z**

**ASESOR :
ING. RAÚL BARRÓN VERA**



MÉXICO

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

INDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO I	
ANALISIS TEORICO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	6
1.1 Generalidades	7
1.2 Clasificación de las redes de distribución	7
1.3 Líneas Primarias de Distribución	8
1.4 Redes Secundarias de Distribución	11
1.5 Principales estructuras de las redes de distribución	15
1.6 Conductores	18
1.7 Aisladores	18
1.8 Crucetas	19
1.9 Bastidores	20
1.10 Soportes	20
1.11 Protección de Redes Primarias de Distribución	20
1.12 Interruptores	22
1.13 Relevadores	22
1.14 Restauradores	25
1.15 Apartarrayos	25
1.16 Cuchillas	26
1.17 Interruptor en Aire tipo Aldutti	26
1.18 Fusibles	27
1.19 Tierras	29
1.19 Transformadores de Distribución	29
CAPITULO II	
DESARROLLO TEORICO DEL PROYECTO	32
2.1 Aspectos breves de actividades en Luz y Fuerza del Centro	33
2.2 Análisis económico	33
2.3 Análisis del área de Proyectos (Ayudantes Técnicos)	34
2.4 Diseño de la Red de Distribución	35

CAPITULO III

CALCULO ELECTRICO DEL PROYECTO	38
3.1 Objetivos	39
3.2 Desarrollo del cálculo eléctrico del proyecto	39

CAPITULO IV

FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES	48
4.1 Aspectos generales	50
4.2 Trazo de cepas	51
4.3 Perforación de cepas	51
4.4 Transporte de postes	52
4.5 Distribución de postes	52
4.6 Parado de postes	53
4.7 Nivelado de postes	53
4.8 Vestido de postes	54
4.9 Tendido de líneas	55
4.10 Instalación de puentes y derivaciones	56
4.11 Instalación de plataformas	57
4.12 Montaje de transformadores	57
4.13 Sujeción de transformadores	58
4.14 Instalación de apartarrayos y portafusibles	58
4.15 Marcado de RT's	58
4.16 Modificación de herrajes	59
4.17 Pruebas y puestas en servicio	59
4.18 Censos	60
4.19 Ruta, foliación y directorio	60
4.20 Contratación de servicios	61
4.21 Instalación de Cajas M-11S	61
4.22 Instalación de acometidas y medidores	61
4.23 Sellado de medidores	62
4.24 Desconexión y conexión de acometidas	63
4.25 Retiro de fraude	63

CAPITULO V

ALUMBRADO PUBLICO	62
5.1 Análisis retrospectivo	63
5.2 Fuentes lumínicas	63
5.3 Objetivo del alumbrado público	64
5.4 Control del sistema de alumbrado	65
COSTO DEL PROYECTO	67
CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFIA	69

INTRODUCCIÓN

Es del conocimiento general, que la práctica profesional constituye la parte medular en cualquier carrera que se estudie a nivel licenciatura porque es esencial en la formación de un buen profesionista; ya que le otorga la oportunidad de tener una relación directa con cualquiera de las actividades emanadas de la profesión. Asimismo se inicia la interrelación con otras personas inmersas o estudiosas de la misma carrera; en el caso presente me refiero a la Ingeniería Eléctrica.

En nuestro país la explosión demográfica ha sido constante desde que terminó la Revolución, debido a que ya no hay causas que originen una mortandad fuera de lo normal, este aumento poblacional desmesurado ha originado que los servicios sociales a que tenemos derecho los mexicanos no sean suficientes.

Este gran crecimiento ha sido más notorio en la Ciudad de México y áreas circunvecinas, lo que ahora es más conocido como Área Metropolitana, ya que aunado al crecimiento natural de la población del Distrito Federal el hecho de que haya bastante inmigración hacia el mismo y zonas fronterizas de los Estados de México, Morelos, Puebla e Hidalgo, ha originado que los límites de los mencionados Estados con la Ciudad de México sean imaginarios, pues las colonias están unidas y si acaso separadas por avenidas, boulevares, y las más de las veces por calles.

Uno de los servicios que origina mayor problemática es el de la dotación de energía eléctrica, pues las colonias crecen desmesuradamente y hasta sin control, lo que da como consecuencia que al necesitar el servicio se **“cuelguen”** en forma fraudulenta de las redes existentes ocasionando daños a las mismas, a los vecinos que si tienen su servicio en forma correcta y muchas veces ponen en peligro la vida de los que efectúan este tipo de conexiones.

La existencia de este tipo de conexiones fraudulentas fuera totalmente de las normas establecidas por el Código Nacional Eléctrico y las graves pérdidas económicas que originaba a la entonces Compañía de Luz y Fuerza Motriz, hizo que se empezara a estudiar y buscar soluciones para erradicar el problema.

Estos estudios se iniciaron en 1948 en el denominado Congreso de la Industria Eléctrica, en donde se presentaron algunas propuestas, de ellas menciono dos:

Una comisión representativa de un grupo de colonos presentaría un censo de servicios y la carga estimada para los mismos; con estos datos se haría un presupuesto y si los colonos tuvieran a su alcance la cantidad correspondiente a su cooperación, la electrificación se iniciaría de inmediato.

Otra propuesta se refiere a que sería más factible efectuar estas electrificaciones en las zonas que estuvieran más cercanas a las redes de distribución existentes y que además

estuviera regularizada la tenencia de la tierra y hubiera planificación urbana autorizada y ejecutada.

Estas proposiciones no fue posible llevarlas a cabo durante varios años por la falta de coordinación entre las partes integrantes.

Hasta el año 1962 la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, por medio de un área creada para estos fines y llamada Departamento de Construcción, se puso a la tarea de atacar el problema.

Se hicieron los estudios pertinentes y se determinó que era un gran número de colonias que carecían del servicio de energía eléctrica, por lo que nació una nueva oficina llamada “Sección de Electrificación de Colonias Proletarias”, la cual se dio a la enorme tarea de organizar y ejecutar los trabajos necesarios para electrificar las colonias proletarias existentes en el Distrito Federal.

Posteriormente se vio la necesidad de electrificar fraccionamientos, colonias y poblaciones que crecían en la parte norte del Distrito Federal pero ya dentro del Estado de México; al ver que esta zona ya no era parte del Distrito Federal se creó un nuevo programa llamado “Electrificación del Valle de México”, el cual se inició el 5 de Junio de 1970, y se dividió en 5 etapas, las que abarcaron colonias y poblaciones de los municipios de Ecatepec, Tlalnepantla, Atizapán de Zaragoza y Naucalpan.

Este programa abarcó posteriormente otros municipios del mismo Estado de México.

Dadas las circunstancias económicas del país y con un manejo político, el “Plan Valle de México”, desapareció para dar paso a un nuevo programa denominado “Pronasol”, el cual abarcó otros Estados de la República, como son Hidalgo y Puebla, los cuales fueron atendidos con un tipo de electrificación denominada “Rural”.

El programa “Pronasol” desapareció y dio paso a otros programas denominados “CDS” (Convenio de Desarrollo Social), PIE (Programa de Inversión Estatal) y “RECMUN” (Recursos Municipales).

Lo más importante de todo es que no se ha perdido el interés de dotar del servicio a las comunidades que lo requieren, pero siempre y cuando los colonos sigan pagando las aportaciones que les corresponden.

El presente trabajo trata específicamente de la electrificación de una colonia proletaria, y toca todos los puntos inherentes a las actividades que se desarrollan en este tipo de trabajos.

CAPITULO I

ANALISIS TEORICO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

- 1.1 Generalidades
- 1.2 Clasificación de los sistemas de distribución
- 1.3 Redes Primarias de Distribución
- 1.4 Redes Secundarias de Distribución
- 1.5 Principales Estructuras de Redes de Distribución
- 1.6 Conductores
- 1.7 Aisladores
- 1.8 Crucetas
- 1.9 Bastidores
- 1.10 Soportes
- 1.11 Protección de Redes Primarias de Distribución
- 1.12 Restauradores
- 1.13 Relevadores
- 1.14 Apartarrayos
- 1.15 Cuchillas
- 1.16 Interruptor en Aire Tipo Aldutti
- 1.17 Fusibles
- 1.18 Tierras
- 1.19 Transformadores de Distribución

1.1 GENERALIDADES

El consumidor recibe la energía eléctrica por medio de la red de distribución que es originada en las plantas de generación, tales como: centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y núcleo eléctricas; esta energía es conducida por líneas de transmisión, las cuales llegan a las subestaciones en donde se recibe esta energía y es transformada a voltajes menores, pero no por eso dejan de ser líneas de alta tensión que encierran gran peligro si son manejadas inadecuadamente.

De las subestaciones, salen los alimentadores que son líneas de alta tensión de 6 ó 23 KV, que llegan a los transformadores de distribución, en los cuales como su nombre lo indica, se transforma la energía de media tensión en baja tensión para su uso doméstico o industrial.

Las redes de distribución antes mencionadas, son las que van por las calles y de las cuales se alimentan los servicios en baja tensión y media tensión; esto quiere decir que las redes de distribución pueden ser de media o baja tensión. Las redes de distribución de media tensión son denominadas primarias y son las que llegan a los transformadores; las redes de distribución de baja tensión son llamadas secundarias y son las que proporcionan la energía en los puntos de consumo y medición de los usuarios.

1.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION

Por la forma en que se construyen los sistemas de distribución se clasifican en:

- 1.- Sistemas aéreos
- 2.- Sistemas subterráneos
- 3.-Sistemas mixtos

1.- Los sistemas aéreos tienen soportados los conductores de la red primaria y secundaria, así como los transformadores sobre postes.

2.- Los sistemas subterráneos son aquellos en que las instalaciones se ocultan bajo tierra, en algunas ocasiones las subestaciones MT-BT (de media a baja tensión)se instalan al nivel del suelo en locales o gabinetes.

3.- Los sistemas mixtos son aquellos en donde la red primaria va soportada en postes y la red secundaria se oculta bajo el suelo.

1.3 LINEAS PRIMARIAS DE DISTRIBUCION

Las líneas primarias de distribución son los cables encargados de conducir la energía desde las subestaciones de potencia hasta los transformadores de distribución. La estructura de una línea primaria de distribución se forma con:

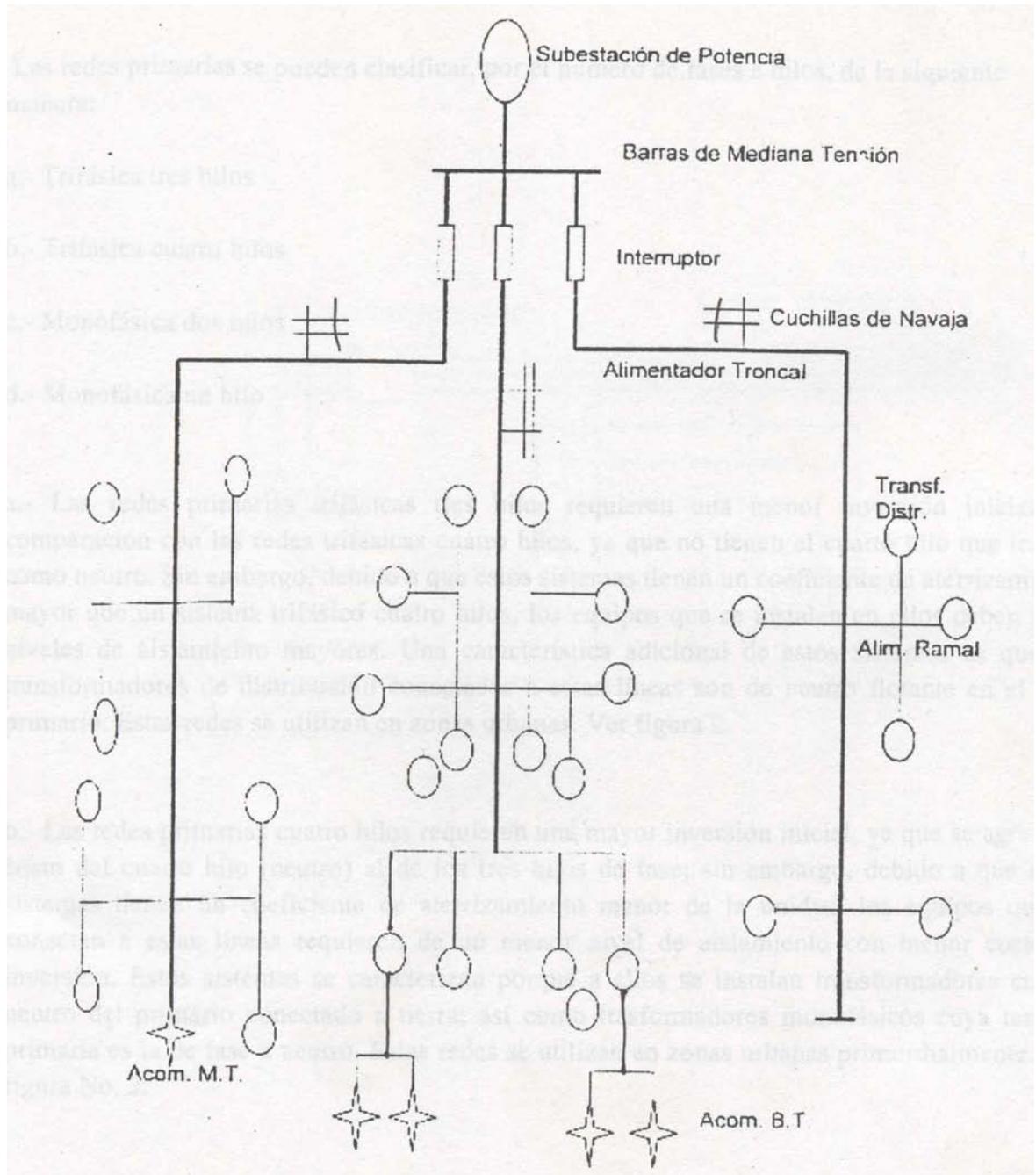
1.- LINEAS TRONCALES

2.- LINEAS RAMALES

1.- Las líneas troncales de la red primaria son los cables de mayor capacidad que transmiten la energía. Están formados por conductores de gruesos calibres siendo común emplear cables de 4/0, 336KCM, y hasta 556 KCM en cables de aluminio.

2.- Las líneas ramales son los cables que se derivan de los troncales y a ellos se conectan normalmente los transformadores de distribución y servicios privados suministrados en media tensión. Normalmente los ramales son de calibre menor al de los troncales, empleándose calibres de Cable Acsr 1/0, 2, 4 de acuerdo a la densidad de carga.

Los alimentadores primarios normalmente se estructuran en forma radial; en un sistema de este tipo la forma geométrica del alimentador se asemeja a la de un árbol en el que el grueso de la energía se transmite a lo largo del troncal derivándose la energía a la carga a lo largo de los ramales. Ver Figura No. 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
LINEA PRIMARIA DE DISTRIBUCION		
FIGURA No. 1	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

Las redes primarias se pueden clasificar, por el número de fases e hilos, de la siguiente manera:

a.- Trifásica tres hilos

b.- Trifásica cuatro hilos

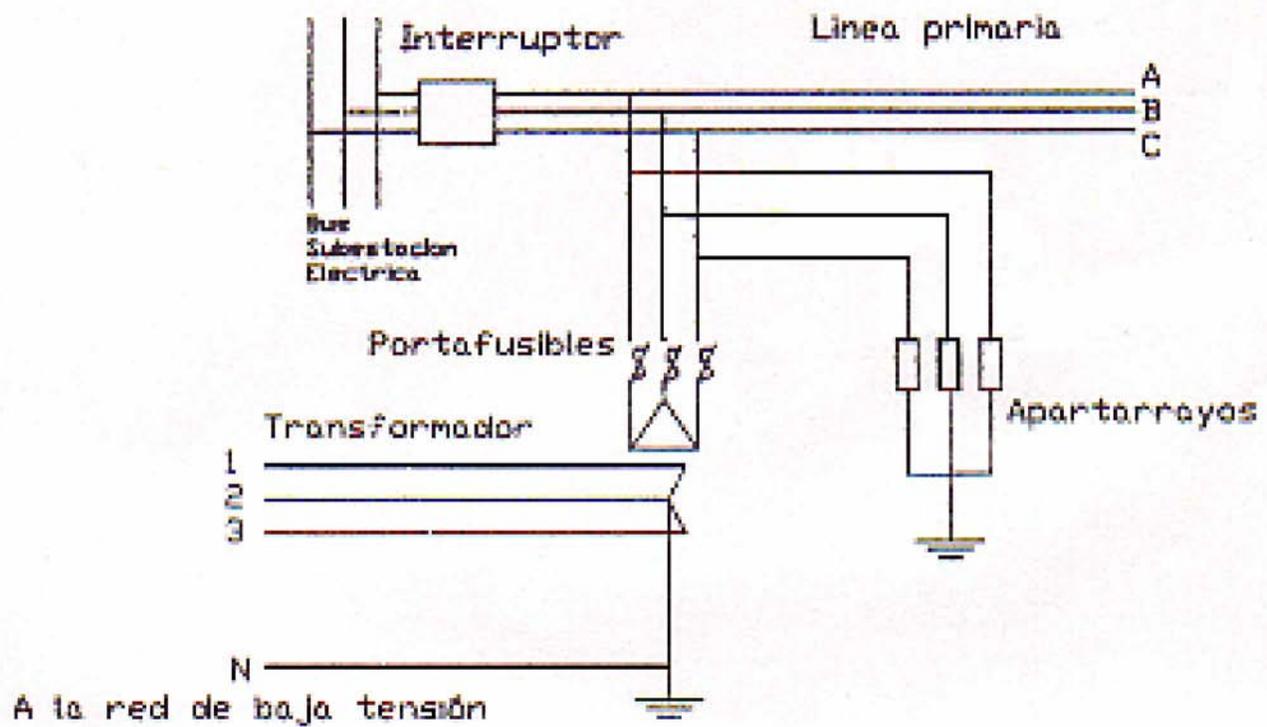
c.- Monofásica dos hilos

d.- Monofásica un hilo

a.- Las redes primarias trifásicas tres hilos requieren una menor inversión inicial, en comparación con las redes trifásicas cuatro hilos, ya que no tienen el cuarto hilo que trabaja como neutro. Sin embargo, debido a que estos sistemas tienen un coeficiente de aterrizamiento mayor que un sistema trifásico cuatro hilos, los equipos que se instalen en ellos deben tener niveles de aislamiento mayores. Una característica adicional de estos sistemas es que los transformadores de distribución conectados a estas líneas son de neutro flotante en el lado primario. Estas redes se utilizan en zonas urbanas. Ver figura 2.

b.- Las redes primarias cuatro hilos requieren una mayor inversión inicial, ya que se agrega el costo del cuarto hilo (neutro) al de los tres hilos de fase; sin embargo, debido a que estos sistemas tienen un coeficiente de aterrizamiento menor de la unidad, los equipos que se conectan a estas líneas requieren de un menor nivel de aislamiento con menor costo de inversión. Estos sistemas se caracterizan porque a ellos se instalan transformadores con el neutro del primario conectado a tierra; así como transformadores monofásicos cuya tensión primaria es la de fase a neutro. Estas redes se utilizan en zonas urbanas primordialmente. Ver figura No. 3.

c.- Las redes primarias monofásicas de dos hilos se originan de redes trifásicas, de hecho son derivaciones de líneas trifásicas 3 o 4 hilos que sirven para alimentar transformadores monofásicos, estos transformadores pueden recibir la tensión plena de fase (en el caso de las líneas trifásicas 3 hilos) o la tensión de fase a neutro (en el caso de las líneas trifásicas 4 hilos). Este sistema es usado principalmente en zonas rurales o en zonas de baja densidad de carga. Ver figura No. 4.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

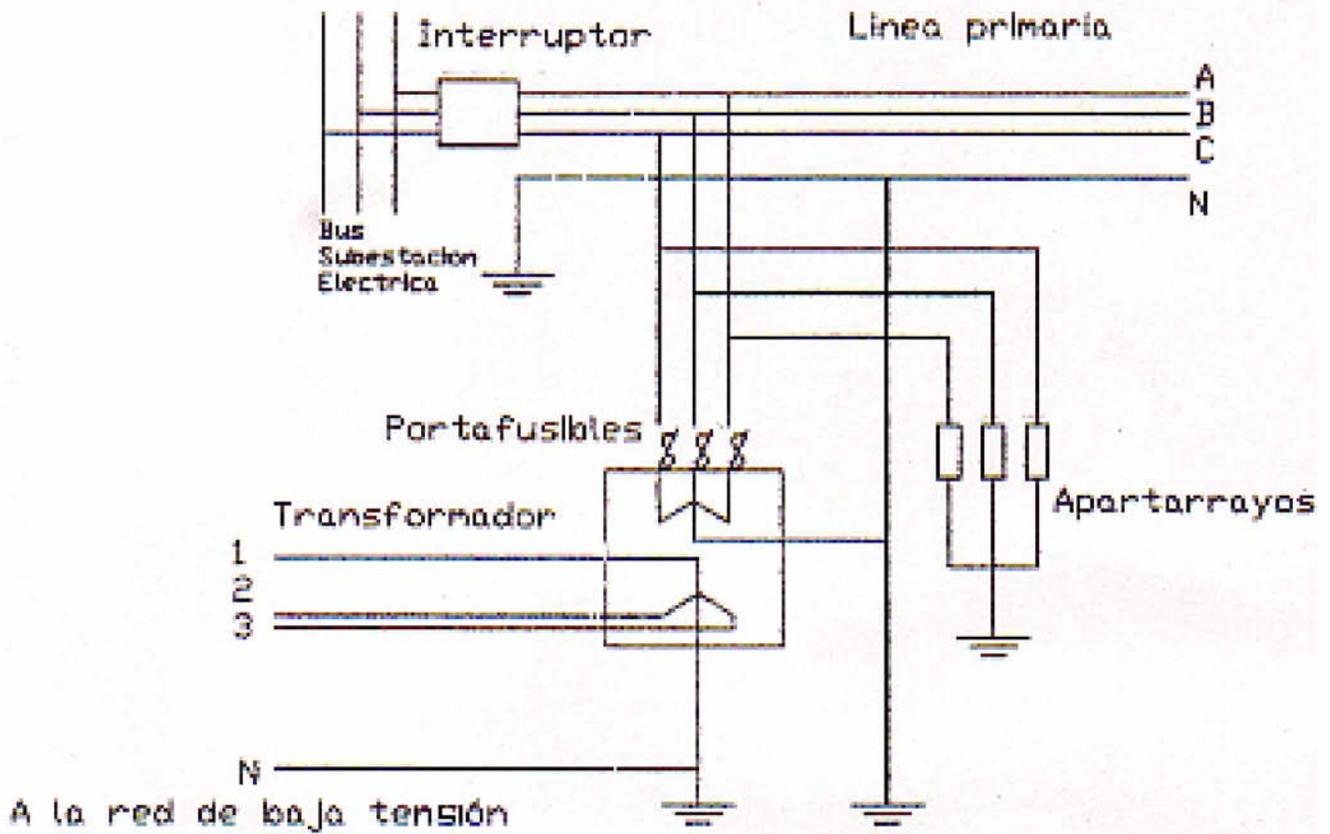
TESIS PROFESIONAL

RED PRIMARIA TRIFASICA

FIGURA No. 2

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

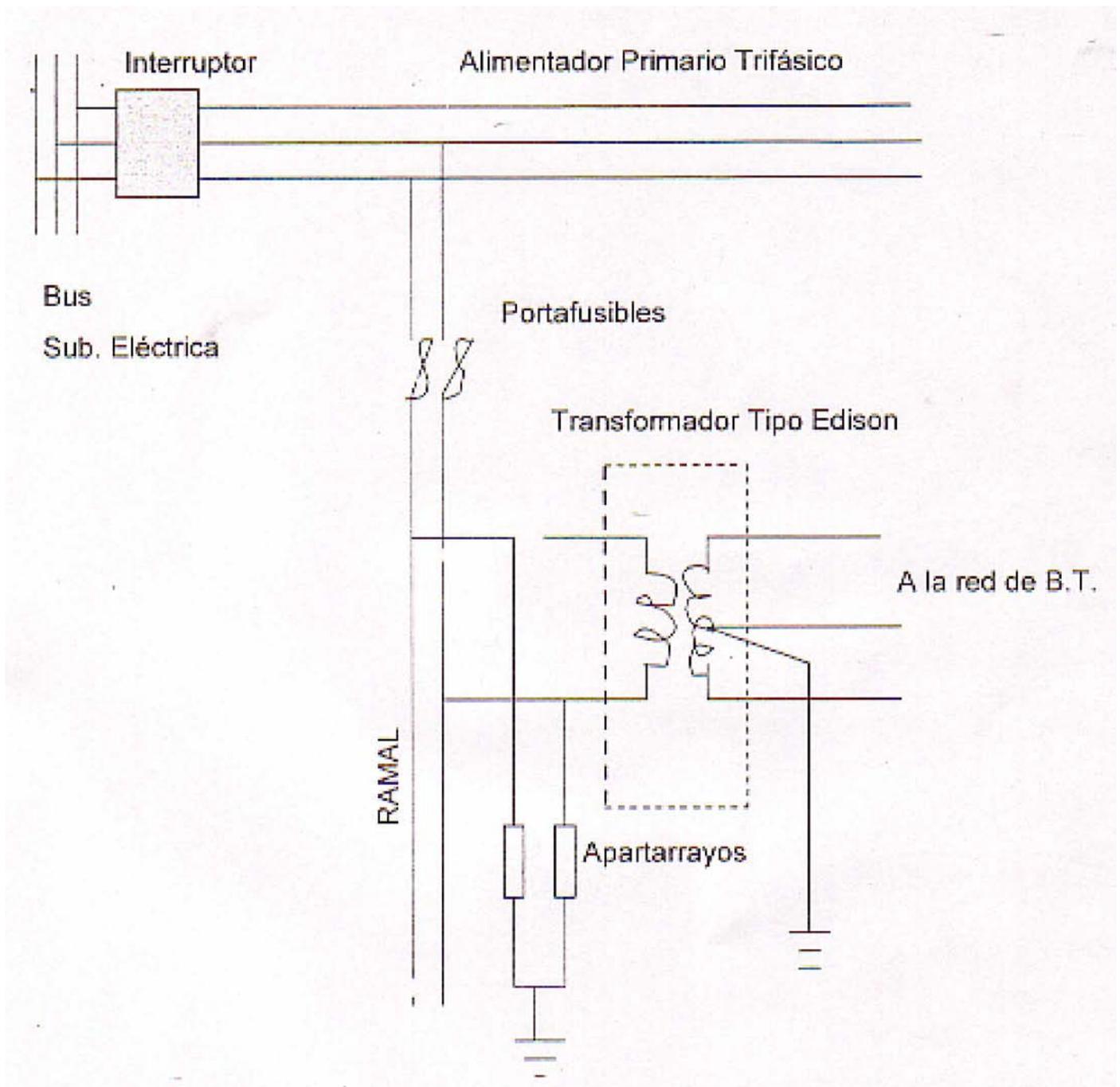
TESIS PROFESIONAL

RED PRIMARIA TRIFASICA, CUATRO HILOS

FIGURA No. 3

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
RED MONOFASICA 2 HILOS		
FIGURA No. 4	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

d.- Las redes primarias monofásicas de un hilo son derivaciones de redes trifásicas que permiten alimentar transformadores monofásicos. A estas redes primarias se les conoce como sistema SWER por sus siglas en ingles (Single Wire Earth Return) que significa Distribución con un hilo con retorno por tierra. En el sistema SWER el hecho de utilizar la tierra como conductor de regreso obliga a tomar ciertas medidas, una de ellas la de introducir un transformador de aislamiento para contrarrestar posibles efectos sobre seres humanos y animales. Se utiliza principalmente en zonas rurales. Ver figura No. 5.

Las principales ventajas del sistema SWER, comparado con un sistema monofásico convencional, derivado de una troncal trifásica son las siguientes:

1.- Se elimina el conductor neutro a lo largo de la instalación, obteniéndose un ahorro en el costo de la instalación del orden del 15%, para líneas relativamente cortas (10 Km.) y del 20% para líneas más largas.

2.- La instalación del transformador de aislamiento permite aplicar la tensión plena a la línea y reduce la corriente de corto circuito.

3.- La caída de tensión es de un 20% a un 40% inferior a la de una línea convencional.

4.- La baja corriente de corto circuito, que alcanza permite la utilización de restauradores y fusibles de baja capacidad interruptiva.

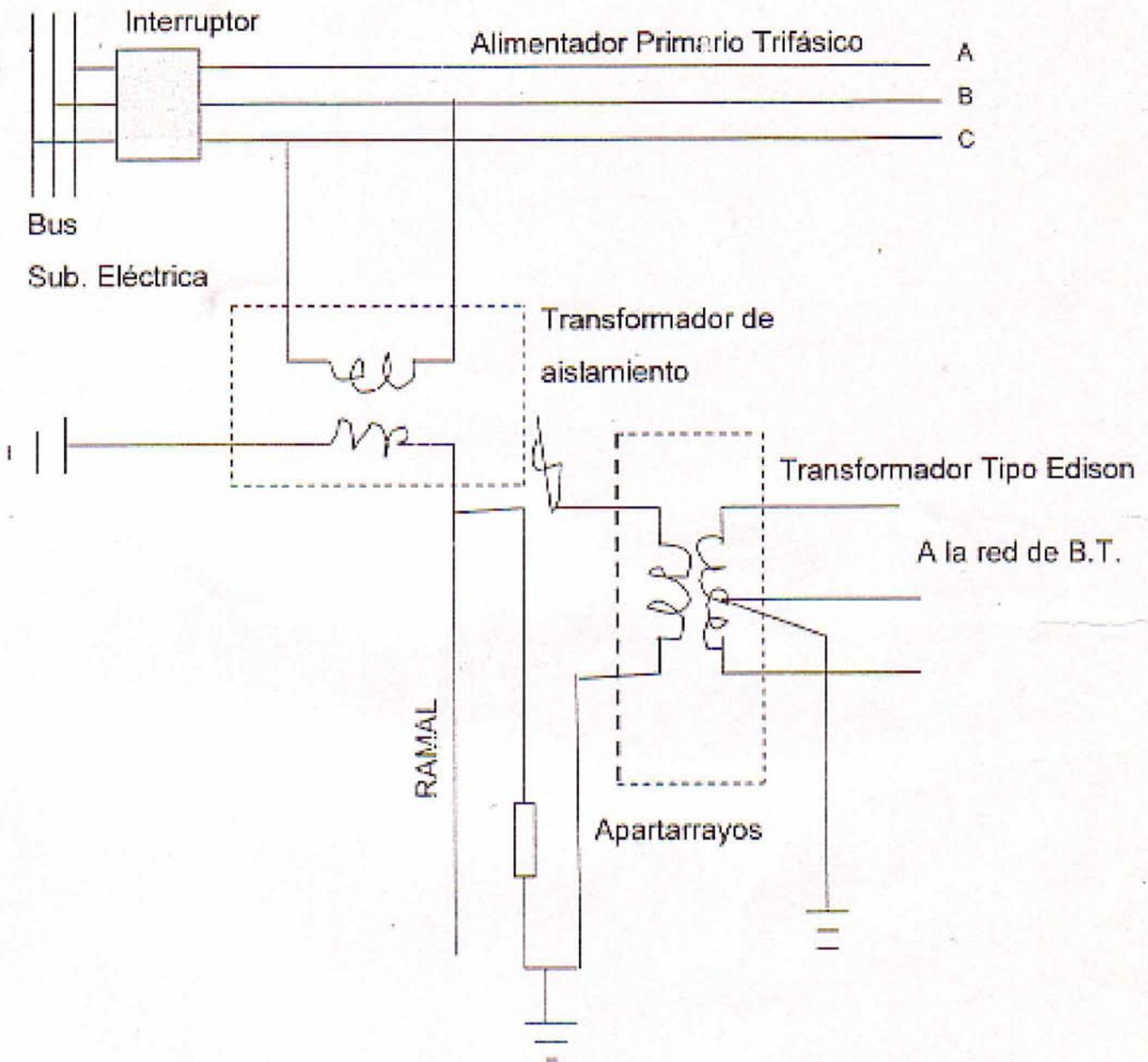
5.- Requiere menores gastos de mantenimiento.

6.- Permite mayores claros interpostales al tener menor tensión mecánica.

7.- Permite la instalación de la línea en menor tiempo.

8.- Los trabajos con línea viva son menos difíciles debido a que no existe problemas de separación entre otras fases.

En términos generales se puede decir que las redes primarias trifásicas se emplean ampliamente en las electrificaciones de zonas urbanas con alta densidad de carga y las redes monofásicas son más adecuadas para zonas rurales caracterizadas por su baja densidad de carga.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

RED MONOFASICA UN HILO (SISTEMA SWER)

FIGURA No. 5

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

1.4 REDES SECUNDARIAS DE DISTRIBUCION

Las redes secundarias de distribución conducen la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas de los usuarios estas redes se dividen en 4 tipos, que son:

- 1-) Trifásica de 4 hilos
- 2-) Trifásica de 3 hilos
- 3-) Monofásica de 3 hilos
- 4-) Monofásica de 2 hilos

Para conocer las ventajas técnicas y económicas inherentes a los sistemas de distribución secundaria se deben realizar estudios comparativos que ayuden a esclarecer estos méritos y permitan seleccionar el sistema mas adecuado a las necesidades del caso. A continuación se realiza una comparación muy simple para determinar desde el punto de vista de las pérdidas cual es el sistema más eficiente. En este estudio se supone que los conductores tienen la misma resistencia, la carga no cambia y la tensión es la misma en todos los casos. Por tratarse de cargas balanceadas, para los sistemas trifásicos, se analiza el sistema trifásico cuatro hilos únicamente.

SISTEMA MONOFASICO DE DOS HILOS

En este sistema la carga se alimenta de un transformador monofásico con un secundario dos hilos como se muestra en el siguiente diagrama

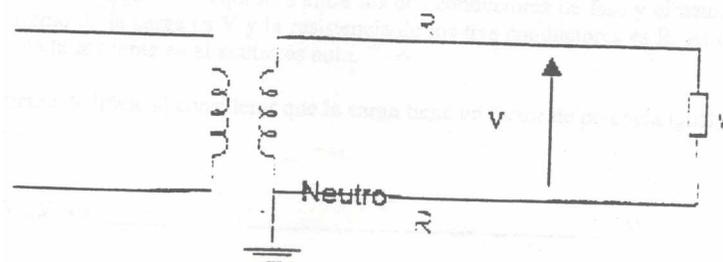


Diagrama 1
Sistemas monofásicos de 2 hilos

En este caso la carga esta representada por W , la tensión en los bornes de la carga es V , y la resistencia de los conductores es R . la corriente de línea, considerando que la carga tiene un factor de potencia igual a $\cos O$, esta dada por:

$$I = W/V \cos O \quad (1)$$

Las pérdidas están dadas por:

$$P = 2RI = 2RW/V \cos O \quad (2)$$

Haciendo $RW/V \cos O$ igual a una constante K , el valor de las perdidas es:

$$P = 2K \quad (3)$$

SISTEMA MONOFASICO TRES HILOS

En este sistema la carga se alimenta de un transformador monofásico, en donde en el secundario salen tres conductores, con el hilo neutro derivado del centro del devanado, como se muestra a continuación:

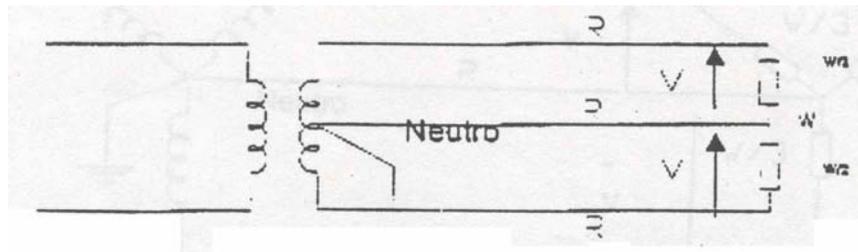


Diagrama 2
Sistema monofásico de 3 hilos

En este caso la carga W se equilibra entre los dos conductores de fase y el neutro, la tensión en el extremo de la carga es V y la resistencia de los tres conductores es R . Al estar la carga equilibrada la corriente en el neutro es nula.

La corriente de línea, al considerar que la carga tiene un factor de potencia igual a $\cos O$, esta dada por;

$$I = W/2V \cos \quad (4)$$

Las pérdidas están dadas por:

$$P = 2RI = RW/2V \cos O \text{ _____ (5)}$$

Haciendo $RW/V \cos O$ igual a una constante K , se tiene;

$$P = K/2 \text{ _____ (6)}$$

SISTEMA TRIFASICO CUATRO HILOS

En este sistema la carga se alimenta de un alimentador trifásico con un devanado secundario del que salen cuatro conductores, el hilo neutro se deriva del punto común de los devanados. Dado que la carga esta balanceada la corriente en el neutro es igual a cero, como se muestra en el siguiente diagrama.

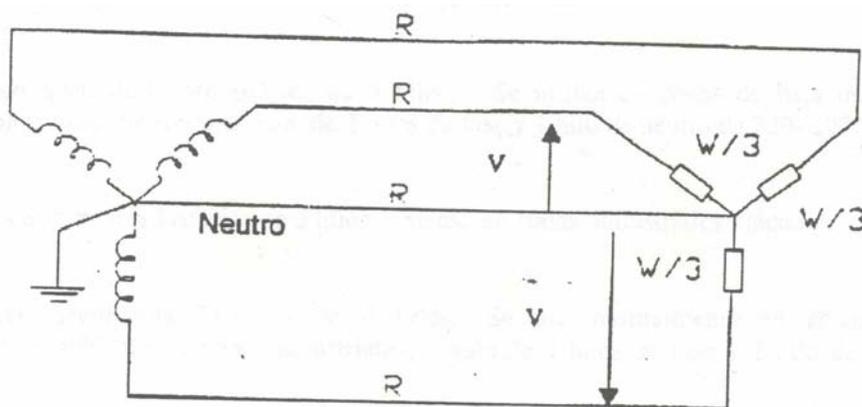


Diagrama 3
Sistema trifásico de 4 hilos

La corriente de línea, al considerar que la carga tiene un factor de potencia igual a $\cos O$ es:

$$I = W/3V \cos O \text{ _____ (7)}$$

El valor de las pérdidas

$$P = 3RI = RW/ 3V \cos O \text{ _____ (8)}$$

Al hacer $RW/V \cos O = K$, se tiene

$$P = K/3 \text{ _____ (9)}$$

Al comparar las ecuaciones 3, 6, 9 se concluye que el sistema trifásico cuatro hilos permite distribuir la energía con mayor eficiencia que los demás; sin embargo, como se menciono anteriormente este análisis es muy sencillo y para efectuarlo de una manera mas completa es necesario introducir otros factores como: costo de los transformadores, costo de los conductores, regulación, etc. En lo que respecta la empresa Luz y Fuerza del Centro utiliza estos sistemas de la siguiente manera.

1-) Red Secundaria Monofásica de 2 hilos.- Solamente se utiliza en zonas de escasa densidad de población, como son las zonas rurales, y en la instalación de alumbrado público, consta de 1 hilo de fase y 1 hilo de neutro de 110-127 volts.

2-) Red Secundaria Monofásica de 3 hilos.- Se utiliza en zonas de baja densidad de población y zonas rurales y consta de 2 hilos de fase y 1 hilo de neutro de 220- 127 volts.

3-) Red Secundaria Trifásica de 3 hilos.- Se usa en zonas industriales únicamente.

4-) Red Secundaria Trifásica de 4 hilos.- Se usa normalmente en zonas de alta densidad de población y zonas industriales; consta de 3 hilos de fase y 1 hilo de neutro de 220-127 volts.

1.5.- PRINCIPALES ESTRUCTURAS DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

Las redes de distribución normalmente se construyen de acuerdo a estructuras bien definidas. Cada tipo de estructura se adapta a un cierto tipo de condiciones y necesidades marcadas por el tipo de carga; la zona geográfica de la zona, la confiabilidad requerida por el tipo de usuarios, las necesidades futuras, etc. Las estructuras más comunes son.

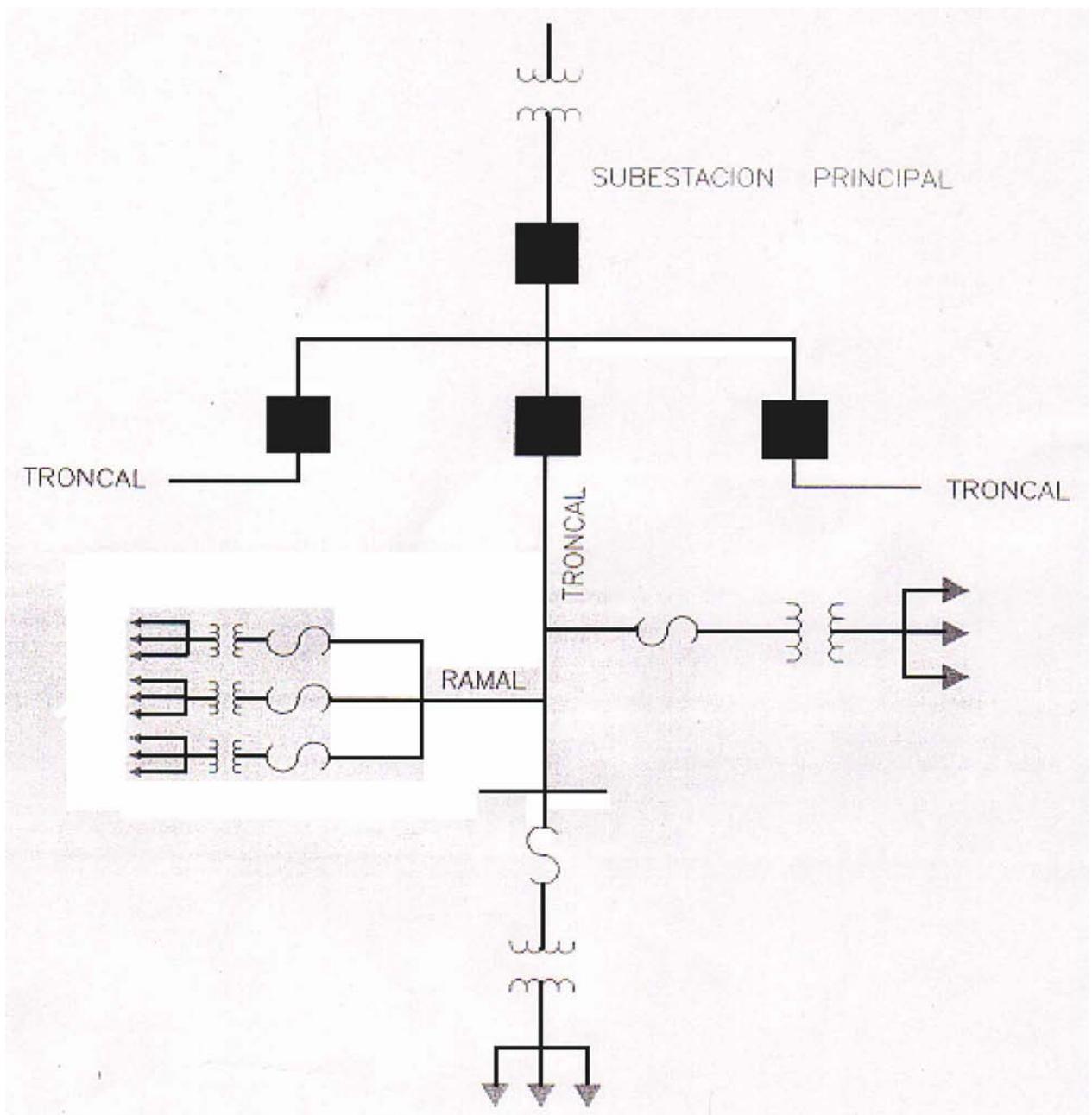
- 1-) Sistema Radial Aéreo
- 2-) Sistema en forma de malla.
- 3-) Sistema en Anillo.
- 4.-) Sistema en derivación doble.

1-) Sistema Radial Aéreo

Esta estructura esta formada por cables troncales y cables ramales en los que la energía sigue un solo camino de la fuente a la carga. Puede tener ligas de amarre con otras redes cercanas, o puede no tenerlas.

En las redes radiales con ligas de amarre, en operación normal, cada alimentador suministra una cierta carga enmarcada por la zona de influencia del alimentador. En este arreglo los elementos de seccionamiento, que unen a dos alimentadores diferentes, están abiertos. En caso de emergencia, los elementos de seccionamiento se cierran y abren en forma estratégica para hacer movimientos de carga y aislar el tramo donde se localiza la falla.

El Sistema Radial Aéreo se usa generalmente en electrificaciones suburbanas y rurales. Los alimentadores primarios que son originados en las subestaciones se forman con líneas aéreas montadas sobre postes que llegan a los transformadores de distribución que también están instalados en postes. Ver figura 6.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA RADIAL AEREO		
FIGURA No. 6	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

2-) Sistema en forma de Malla

La red en forma de malla se caracteriza principalmente por que sus alimentadores secundarios forman una sólida malla en la que el flujo de energía no es radial, es decir, el sentido de la energía cambia en función de la tensión y la magnitud de la carga

Este sistema se hace para tratar de solucionar las fluctuaciones de voltaje en zonas con alimentadores radiales a causa del arranque de motores, se puede optar por hacer la interconexión de las redes secundarias de transformadores de distribución cercanos y así formar una malla, con lo cual la caída de tensión que es originada por los motores se reduce.

Ver figura 7.

3-) Sistema en Anillo

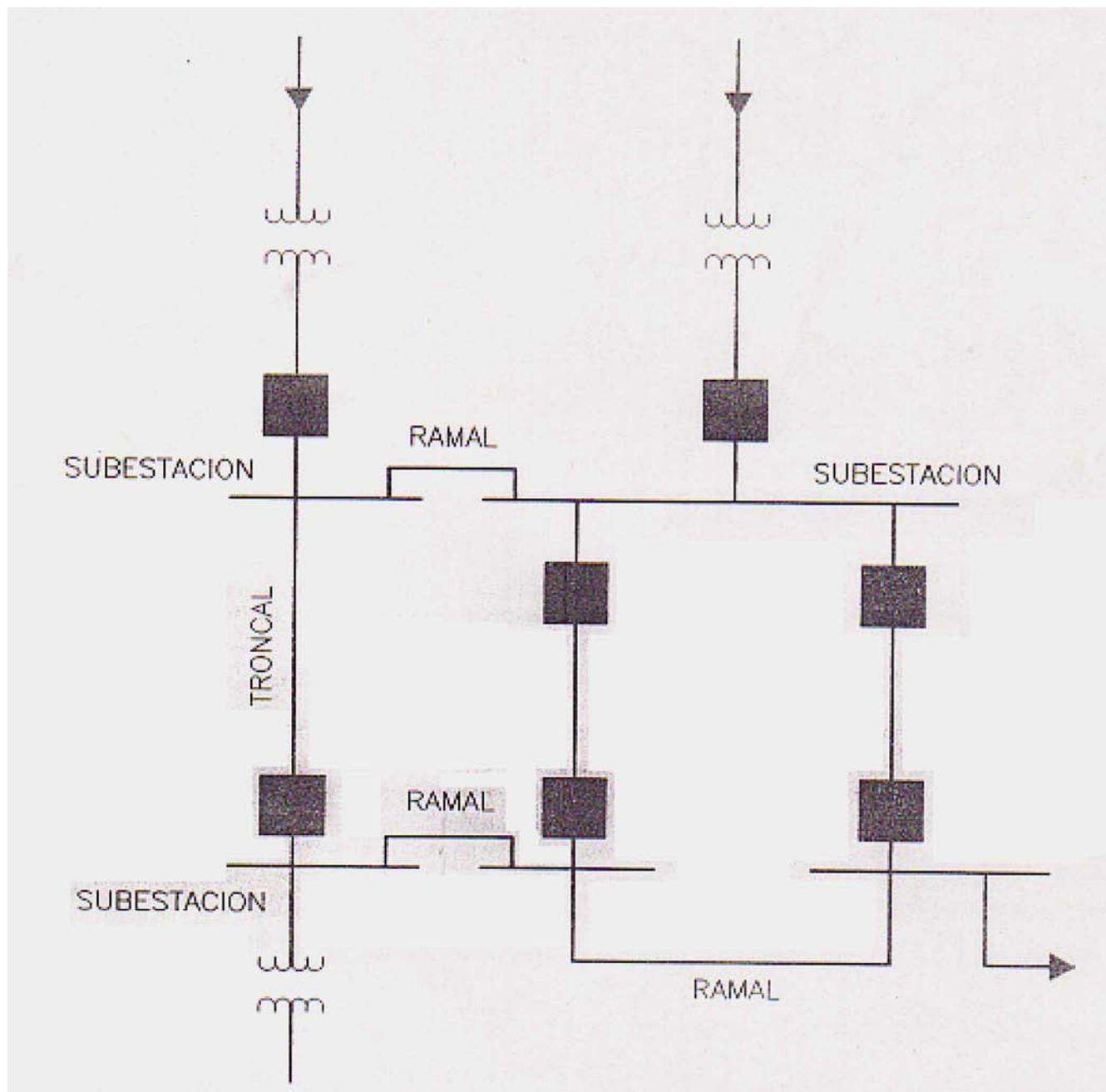
Para aumentar la eficiencia del servicio en áreas de gran demanda, se procede a interconectar los extremos de dos alimentadores primarios que tengan su origen en la misma subestación; esta interconexión se hace por medio de un interruptor, el cual puede ser operado en dos formas, que son:

Interruptor de Amarre Cerrado

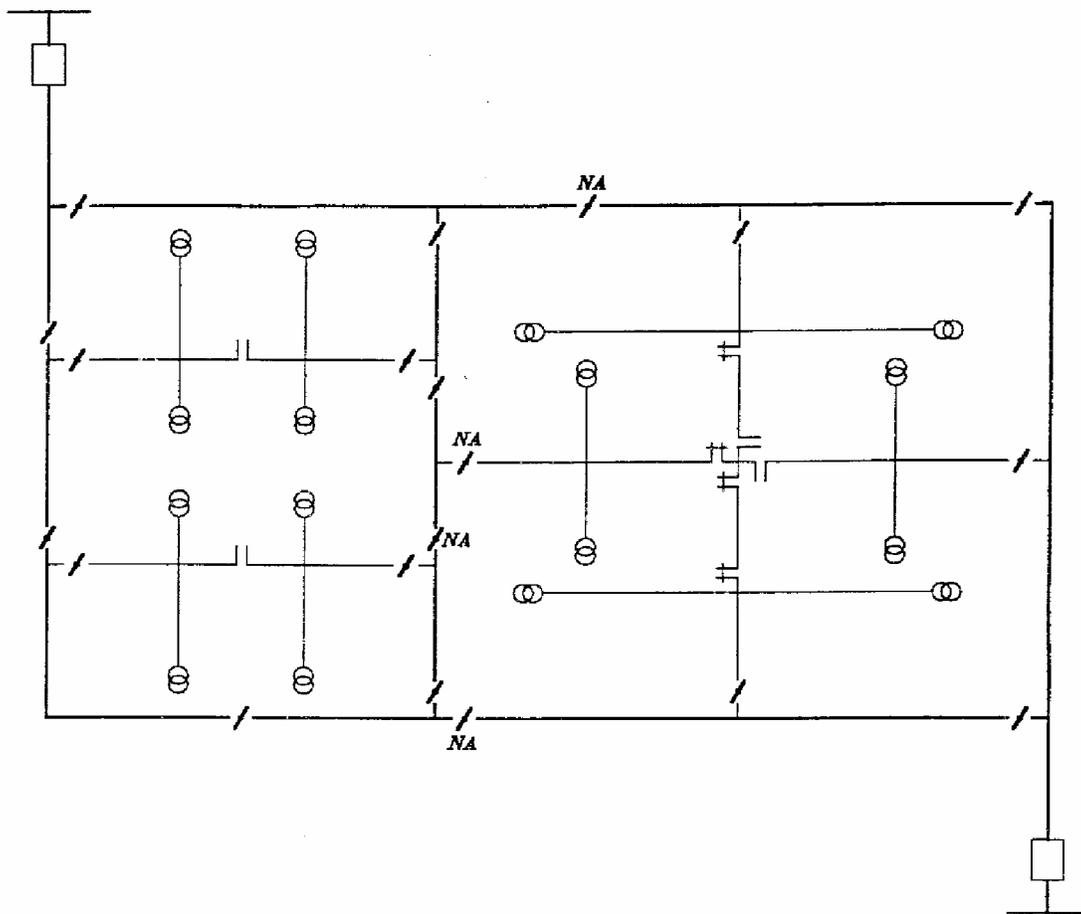
Interruptor de Amarre Abierto

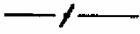
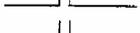
El interruptor de amarre cerrado hace que funcione como un anillo; la carga es dividida entre los dos alimentadores obteniendo mayor regulación del voltaje y reducción de pérdidas. Cuando llega a existir alguna falla en el anillo, el interruptor se abre instantáneamente y separa los alimentadores, abriendo posteriormente en la subestación el interruptor que corresponde al alimentador que haya tenido la falla.

El interruptor de amarre abierto, permite que dos alimentadores funcionen en forma radial; al suscitarse una falla en algún alimentador abre en la subestación el interruptor correspondiente y después de sacar de servicio la zona afectada, se puede cerrar el interruptor de amarre, y así poder absorber parte de la carga del alimentador que haya tenido la falla. Ver figura 8.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA EN FORMA DE MALLA		
FIGURA No. 7	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



-  Interruptor en subestación de potencia
 -  Línea troncal de media tensión
 -  Línea ramal de media tensión
 -  cuchillas para abrir sin carga
 -  cuchillas para abrir sin carga, normalmente cerrados
 -  cuchillas para abrir sin carga, normalmente abiertos
- NA** Normalmente abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA EN FORMA DE ANILLO

FIGURA No. 8

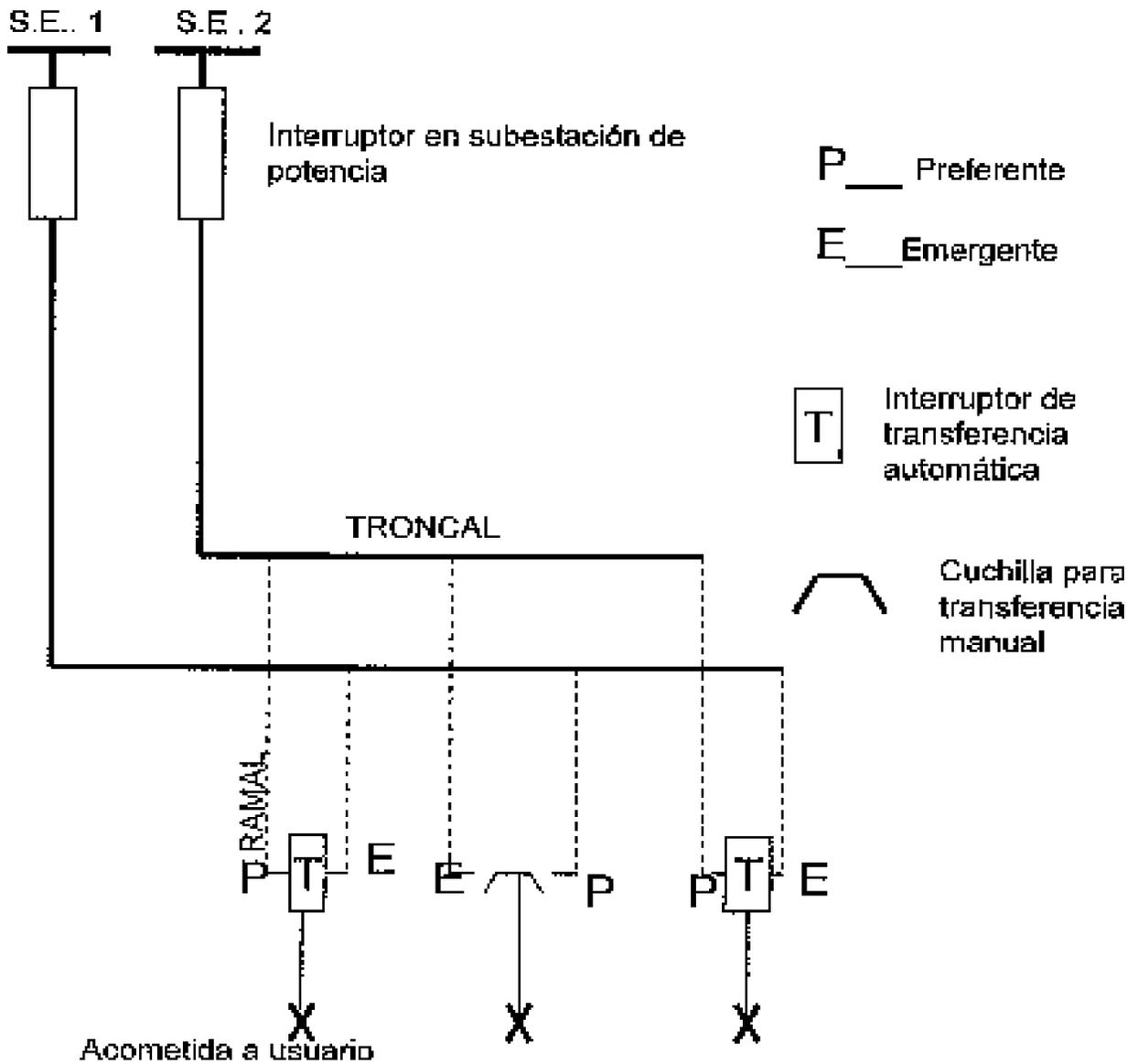
LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

4-) Red en doble alimentación

Las redes en doble alimentación se caracterizan por tener dos troncales que recorren en forma paralela la zona por electrificar, en cada punto de carga se instala una doble acometida para lograra transferir la carga de uno a otro alimentador en caso de que falle el que trabaja como preferente de manera normal. La existencia de cables ramales es casi nula en comparación con los cables troncales. Ver figura 9.

De acuerdo con la explicación anterior se desprende que en este tipo de arreglo los alimentadores troncales suministran, cada uno el 50% de la carga, de tal manera que cuando uno falle el otro alimentador suministre la totalidad de la carga. Este tipo de redes se utiliza para electrificar zonas con cargas importantes y de magnitud fuertes, como: zonas de hospitales, zonas hoteleras, zonas comerciales, etc.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
DIAGRAMA UNIFILAR DE UNA RED EN DOBLE ALIM.		
FIGURA No. 9	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

1.6 CONDUCTORES

El material utilizado para la conducción de 23 KV es Aluminio desnudo, ya sea solo o con refuerzo de acero (ACSR). Es preferible usar aluminio por tener igual resistencia, menor presión y la mitad de peso que el cobre electrolítico. (Figura 10)

El cálculo de la línea primaria, se hace tomando como punto de partida una regulación de 4% por Km. desde el punto de alimentación hasta el transformador de distribución más distante.

El conductor de baja tensión o red secundaria en la instalación de línea abierta es Alambre Cud 4 para las 3 fases y el neutro (Figura 11); y en los refuerzos que van a cada lado del transformador se usa Cable Cud 1/0 en las fases (Figura 12) y Alambre Cud 4 para el neutro. Cuando se instala conductor forrado es el denominado BMCU ó Neutranel y se usa BMCU 3 X 1/0 como refuerzo y el resto de la red es de BMCU 3 X 4. (Figura 13).

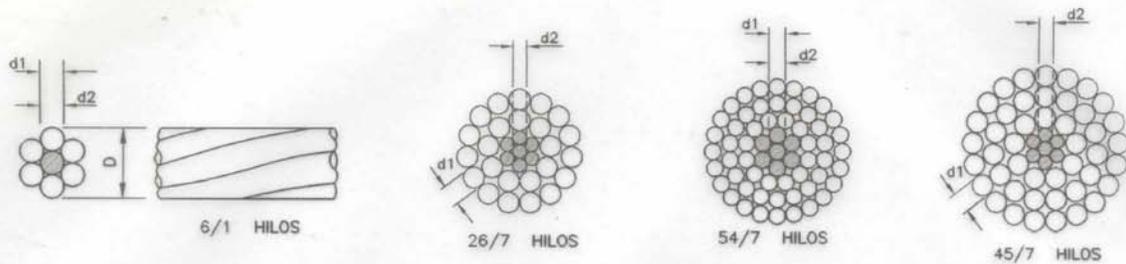
1.7 AISLADORES

En línea de alta tensión 23 KV se utilizan aisladores de suspensión con las siguientes características:

Voltaje de flameo seco	110	KV
Voltaje de flameo húmedo	70	KV
Resistencia mecánica límite	1,360	Kg.
Peso	4.4	Kg.

Material: Porcelana acabado esmalte, color chocolate y metalizado en la parte Superior.

Uso: Fijado en alfiler 234 con rosca, aísla y soporta líneas de 23 KV. (Figura 14)



NOMBRE	No. DE HILOS		EQUIVALENTE AL CUD	DIMENSIONES			SECCION		RESISTENCIA C.A. a 65 °C CORRIENTE NORMAL Ohm/Km	RESISTENCIA MECANICA LIMITE Kg	CORRIENTE NORMAL TRABAJO Amp.
	AL	ACERO		D mm	d1 mm	d2 mm	A 1 mm ²	TOTAL mm ²			
	USO: EN LINEA										
CABLE ACSR 8	6	1	10	4.00	1.33	1.33	8.37	9.76	4.060	340	55
CABLE ACSR 6	6	1	8	5.04	1.68	1.68	13.30	15.52	2.560	630	73
CABLE ACSR 4	6	1	6	6.36	2.12	2.12	21.15	24.68	1.564	830	120
CABLE ACSR 2	6	1	4	8.01	2.67	2.67	33.63	39.24	0.986	1260	160
CABLE ACSR 1/0	6	1	2	10.11	3.37	3.37	53.48	62.39	0.631	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	86.03	99.20	0.448	3000	290
CABLE ACSR 4/0	6	1	2/0	14.31	4.77	4.77	107.2	125.1	0.312	3760	330
CABLE ACSR 336	26	7	4/0	18.31	2.89	2.25	170.5	198.3	0.200	6220	470
CABLE ACSR 795	54	7	500	27.76	3.08	3.08	402.8	455.0	0.087	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
NOMBRE	PESO			CANTIDAD POR CARRETE		USO: EN LINEA					
	ALUMINIO	ACERO	TOTAL	m	Kg						
CABLE ACSR 8	22.9	10.9	33.8	4150	140	TELEFONICAS 6 KV 6 KV y 23 KV 23 KV 6 KV y 23 KV 6 KV 23 KV y 85 KV 85 KV y 150 KV 220 KV 85 KV y 220 KV					
CABLE ACSR 6	36.3	17.1	53.4	5300	283						
CABLE ACSR 4	57.9	27.4	85.3	3300	283						
CABLE ACSR 2	92.0	43.4	135.4	2100	283						
CABLE ACSR 1/0	146.4	69.2	215.6	2600	565						
CABLE ACSR 2/0	184.4	87.2	271.6	2100	565						
CABLE ACSR 3/0	232.8	109.8	342.6	1650	565						
CABLE ACSR 4/0	293.3	138.6	431.9	1300	565						
CABLE ACSR 336	470.2	217.2	687.4	2580	1774						
CABLE ACSR 795	1113.0	407.7	1520.7	1527	2322						
CABLE ACSR 954	1334.7	489.6	1824.3	1271	2319						
CABLE ACSR 1113	1562.6	303.9	1866.5	1006	1878						

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

CABLES ACSR

FIGURA No. 10

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

NOMBRE	PESO Kg/Km	CANTIDAD POR ROLLO		USO DE ALAMBRES					
		m	Kg						
ALAMBRE Cud 6	118.2	850	100	Cud 6	LINEAS A. P. SERIE Y MULTIPLE				
ALAMBRE Cud 4	185.0	530	100	Cud 4	TRANSFORMADOR K.V.A	TRAMOS FASE A.T.		NEUTRO	
ALAMBRE Cud 2	289.0	335	100			1" y 2"	3"4"5" y 6"		
ALAMBRE Cud 1/0	475.0	210	100			10 25	ALAMBRE Cud 4		ALAMBRE Cud 4
						50 75 100	CABLE Cud 1/0		Cud 4 Cud 4
				Cud 2	LINEAS 6 Y 25 KV				
				Cud 1/0	BUSES DE SUBESTACION				

CARACTERISTICAS

COEFICIENTE DE DILATACION $\alpha = 1.68 \times 10^{-5} / ^\circ C$

MODULO DE ELASTICIDAD $E = 1\ 000\ 000\ Kg/Cm^2$

COBRE ELECTROLITICO SEMIDURO

NORMAS: ASTM-B2-52 EN LAS PARTES QUE NO SE ESPECIFICAN EN ESTA NORMA

$$\frac{R2}{R1} = \frac{234.5+t2}{234.5+t1}$$

R1 = RESISTENCIA A LA TEMPERATURA t1

R2 = RESISTENCIA A LA TEMPERATURA t2

TOLERANCIA EN PESO $\pm 10\%$

CLAVE DEL NOMBRE :

CUD = COBRE DESNUDO

6,4,2,1/0 = CALIBRE AWG

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

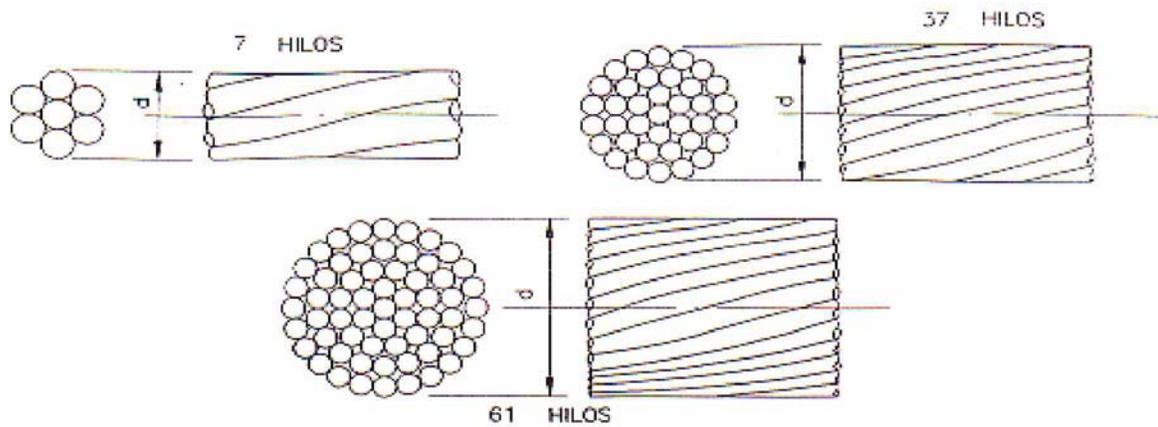
TESIS PROFESIONAL

ALAMBRES CUD

FIGURA No. 11

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



Nombre	Número de hilos	Diámetro d mm	Sección mm ²
Cable Cud 4 (1)	7	5.88	21.15
Cable Cud 1/0	7	9.36	53.48
Cable Cud 2/0 (1)	7	10.51	67.43
Cable Cud 4/0	7	13.25	107.2
Cable Cud 250	37	20.67	253.4
Cable Cud 400 (2)	61	26.18	405.4

Cable	Usado en:
Cud 4	Conexión a tierra de apartarrayos en líneas de distribución y de equipos individuales; toda la BT de transformadores de 10 y 25 KVA y después del 2º tramo de BT de transformadores de 50, 75 y 112.5 KVA.
Cud 1/0 fase Cud 4 neutro	1º y 2º tramos de transformadores de 50, 75 y 112.5 KVA.
Cud 1/0, 2/0 y 4/0	Líneas aéreas de distribución de 6 y 23 KV.
Cud 250 Cud 400	Conexión a tierra de neutro de transformadores, forros de cables y cubiertas de equipos subterráneos en pozos y subestaciones.

CLAVE DEL NOMBRE :

Cud = Cobre desnudo.
 4,1/0,2/0,4/0 = Calibre AWG.
 250 = 253.4 mm² = 500 KCM
 400 = 405.4 mm² = 500 KCM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

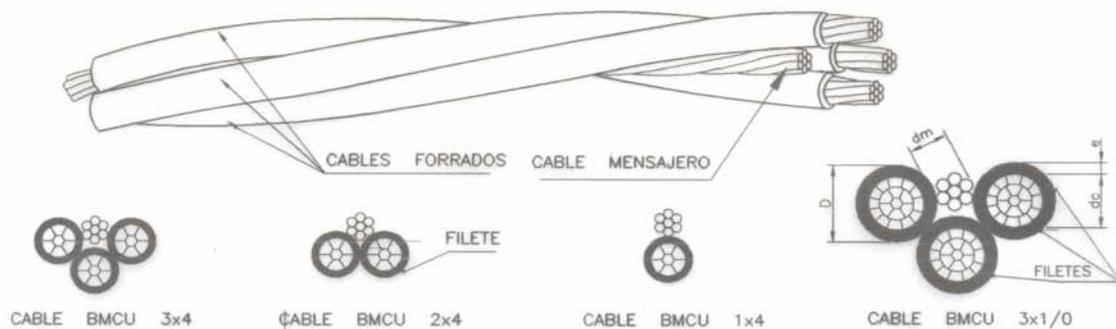
TESIS PROFESIONAL

CABLES Cud 4 a 400

FIGURA No. 12

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



NOMBRE	CABLES DE COBRE FORRADOS								
	CALIBRE AWG	No. HILOS	DIMENSIONES				SECCION DEL COBRE mm	RESISTENCIA C.A. a 50 °C Ohm/Km	CORRIENTE NORMAL TRAB Amp.
			dc mm	D mm	AISLAMIENTO				
		e mm	TOLERANCIA%						
CABLE BM Cu 3 x 4	4	7	5.46	7.74	1.14	-10	21.15	0.980	105
CABLE BM Cu 2 x 4	4	7	5.46	7.74	1.14	-10	21.15	0.980	105
CABLE BM Cu 1 x 4	4	7	5.46	7.74	1.14	-10	21.15	0.980	105
CABLE BM Cu 3 x 1/0	1/0	19	8.70	11.74	1.52	-10	53.48	0.385	195

NOMBRE	CABLE DE COBRE MENSAJERO							CARRETE		
	CALIBRE AWG	No. HILOS	dm mm	SECCION mm	RESISTENCIA C.A. a 50 C Ohm/Km	RESISTENCIA MEC LIMITE Kg.	CORRIENTE NORMAL TRAB Amp.	PESO Kg/Km	LONGITUD NORMAL m	PESO Kg
CABLE BM Cu 3 x 4	4	7	5.88	21.15	0.960	890	105	850	650	553
CABLE BM Cu 2 x 4	4	7	5.88	21.15	0.960	890	105	630	900	567
CABLE BM Cu 1 x 4	4	7	5.88	21.15	0.960	890	105	410	900	369
CABLE BM Cu 3 x 1/0	2	7	7.42	33.62	0.605	1400	180	1920	225	432

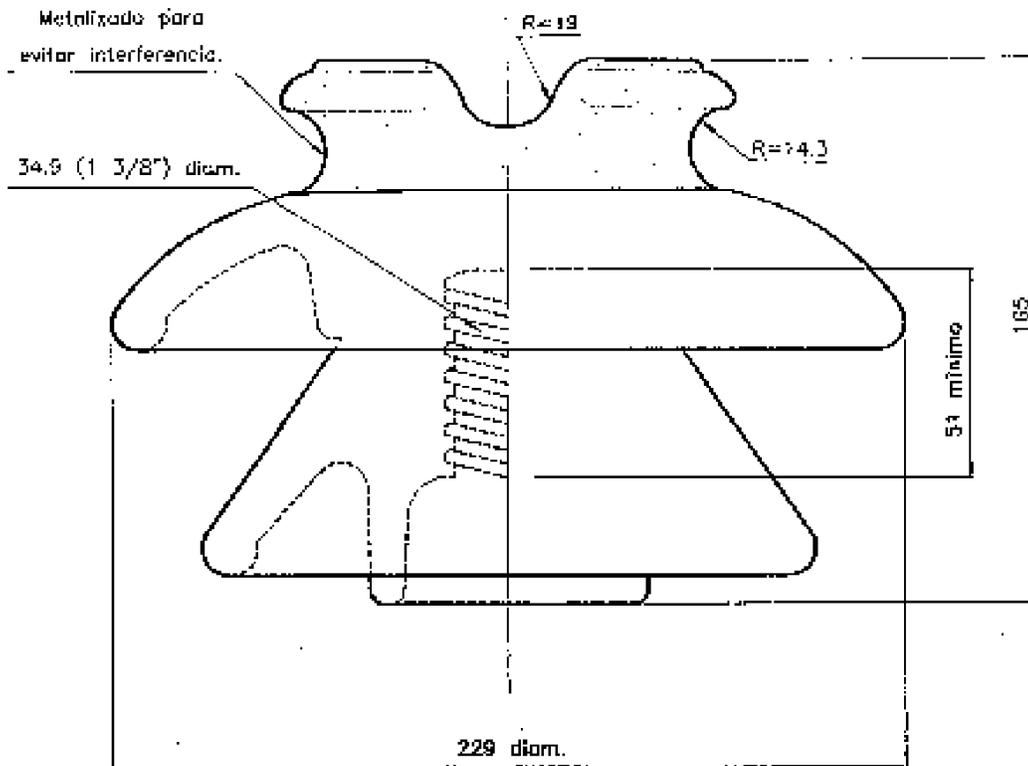
CARACTERISTICAS:

CABLES FORRADOS: CONDUCTORES.- CABLE COMPACTO REDONDO DE COBRE SEGUN ESPECIFICACIONES EIE-C-54

FORRO: POLIETILENO NEGRO, DEBE CUMPLIR ANTES DE APLICARSE CON LA NORMA ASTM-D-1248-60T, TIPO III CLASE C GRADO 3 Y DESPUES DE APLICADO CON LAS ESPECIFICACIONES EIE-C-82

CABLE MENSAJERO: CABLE CONCENTRICO DE COBRE DURO SEGUN ESPECIFICACIONES EIE-C-51-63,
PASO DE LOS CABLES FORRADOS ALREDEDOR DEL MENSAJERO = 50D a 60D

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CABLES BM cu		
FIGURA No. 13	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Anotaciones en mm.

USO:

Fijado a alfiler 231, 234, 236, 238, 238 R por medio de rosca, soporta y aísla líneas de 23 KV.

CLAVE DEL NOMBRE :

- A = Tipo alfiler
- 56-2 = Clase del aislador

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
AISLADOR A 56-2		
FIGURA No. 14	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

En la instalación de cuchillas, interruptores y líneas de remate, se usan aisladores de tensión que son fijados en las crucetas por medio de tornillos llamados de ojo; las características de los aisladores de tensión son las siguientes:

Voltaje de flameo seco	80	KV
Voltaje de flameo húmedo	50	KV
Resistencia mecánica límite	8,165	Kg.
Peso	5.35	Kg.

(Figura 15)

1.8 CRUCETAS

El material utilizado en la fabricación de las crucetas es fierro canal, y sus características son:

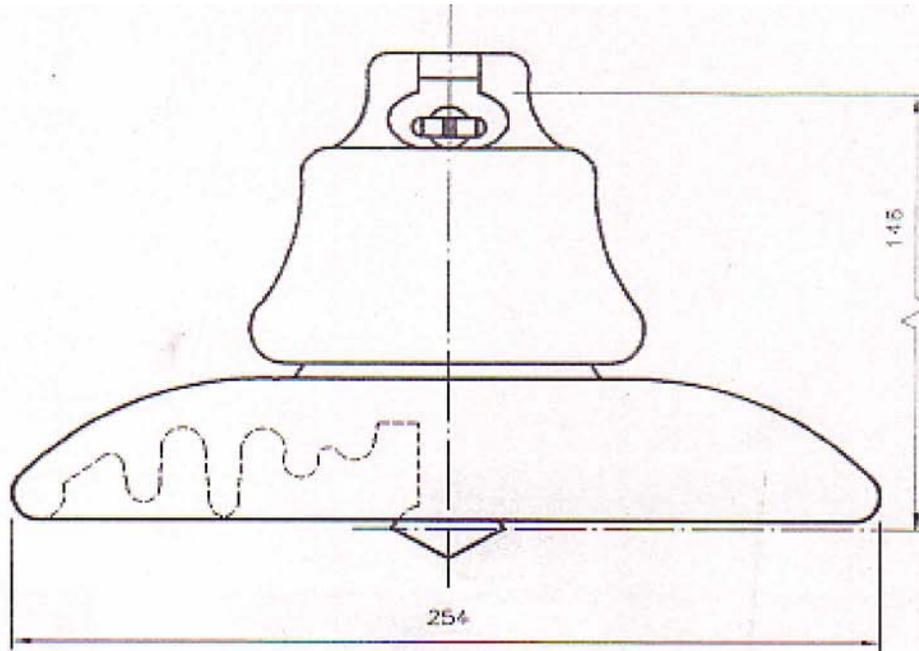
Largo	1.888	mm
Ancho	6.0	pulg.
Peso	12.0	Kg/m

Acabado: Pintura negra ó plata anticorrosiva.

Uso: Fijada en poste de acero o de concreto reforzado, con un dado y 2

Abrazaderas según diámetro del poste, soporta líneas de media tensión 23 KV en diferentes calibres del conductor.

(Figura 16)



Acotaciones en mm.

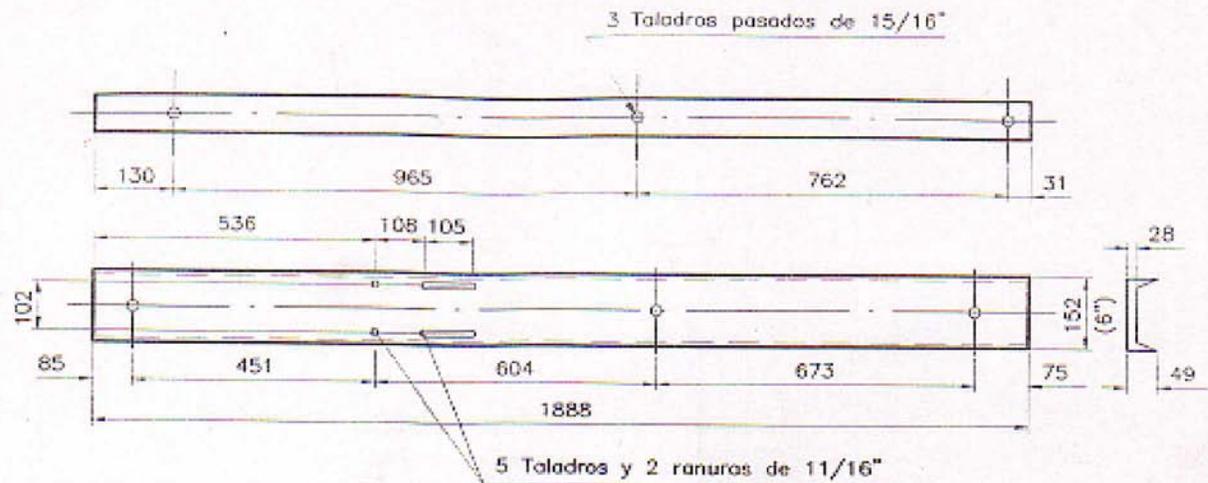
USO:

Utilizado para formar cadenas de aisladores en líneas de transmisión, redes de distribución y subestaciones, en tensiones de 23, 85 y 230 KV.

CLAVE DEL NOMBRE :

- S = Tipo suspensión
- 52-3 = Clase del aislador según normas

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
AISLADOR S 52-3		
FIGURA No. 15	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



CARACTERISTICAS :

Material.— Fierro canal de 152.4 mm.
 Acabado.— Pintura negra anticorrosiva.

USO :

Fijada a poste de acero o concreto con dado y 2 abrazaderas "U", según diámetro del poste soporta 3 líneas de 23 KV.

CLAVE DEL NOMBRE :

- 4 = Dimensiòn del canal en pulgadas.
- 3 = Nùmero de líneas que puede soportar.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CRUCETA 43		
FIGURA No. 16	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

1.9 BASTIDORES

La línea abierta desnuda, soportada mediante bastidores que disponen verticalmente conductores, quedando las fases arriba y el neutro en la parte inferior. (Figura 17)

Los conductores de las fases se soportan en unos carretes de porcelana que les proporciona el aislamiento requerido, mientras que el hilo neutro se fija a un rollo de zinc que pone a tierra todo el herraje. Todo el conjunto formado por los 3 carretes y el rollo están atravesados por una varilla de acero.

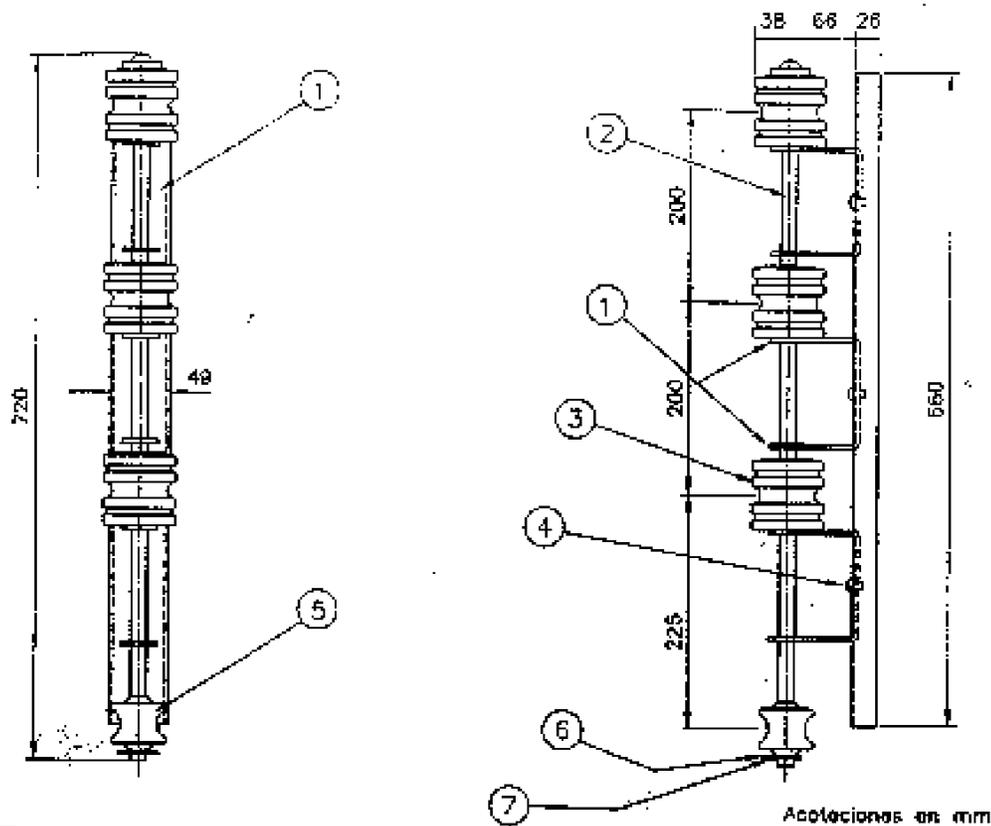
En la instalación de cable forrado trenzado algunos casos requieren de un aditamento de sujeción denominado Bastidor 31 R (Figura 18), el cual se sujeta con una abrazadera BB al poste cuando el conductor se tiende y los tramos no son rectos y forman ángulos de 20° a 60°.

1.10 SOPORTES

El soporte MR se utiliza en líneas de paso y se fija con al poste con un Anillo CM, soporta el cable trenzado en tramos rectos o en ángulos de hasta 20°, montando el cable mensajero desnudo sobre el rollo H. (Figura 19)

1.11 PROTECCION DE REDES PRIMARIAS DE DISTRIBUCION

Las redes de distribución aéreas están expuestas a sufrir contingencias o daños que pueden modificar sus características en el sistema, las cuales pueden hacer variar los requerimientos establecidos por lo que a confiabilidad y seguridad en el suministro de energía eléctrica se refieren.



Ref.	N O M B R E	Cantidad
1	BASTIDOR LAMINA DE ACERO CALIBRE No: 12 (2.66)	1
2	EJE DE FIERRO DE 15.9 (5/8") DIAMETRO	1
3	AISLADOR CARRETE BC-53-3	3
4	REMACHE FIERRO 9.5x19 mm (3/8"x3/4")	3
5	RÓLLO H	1
6	ROLDANA DE FIERRO 12.7 mm (1/2") DIAMETRO	2
7	CHAVETA FIERRO 5x25	2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

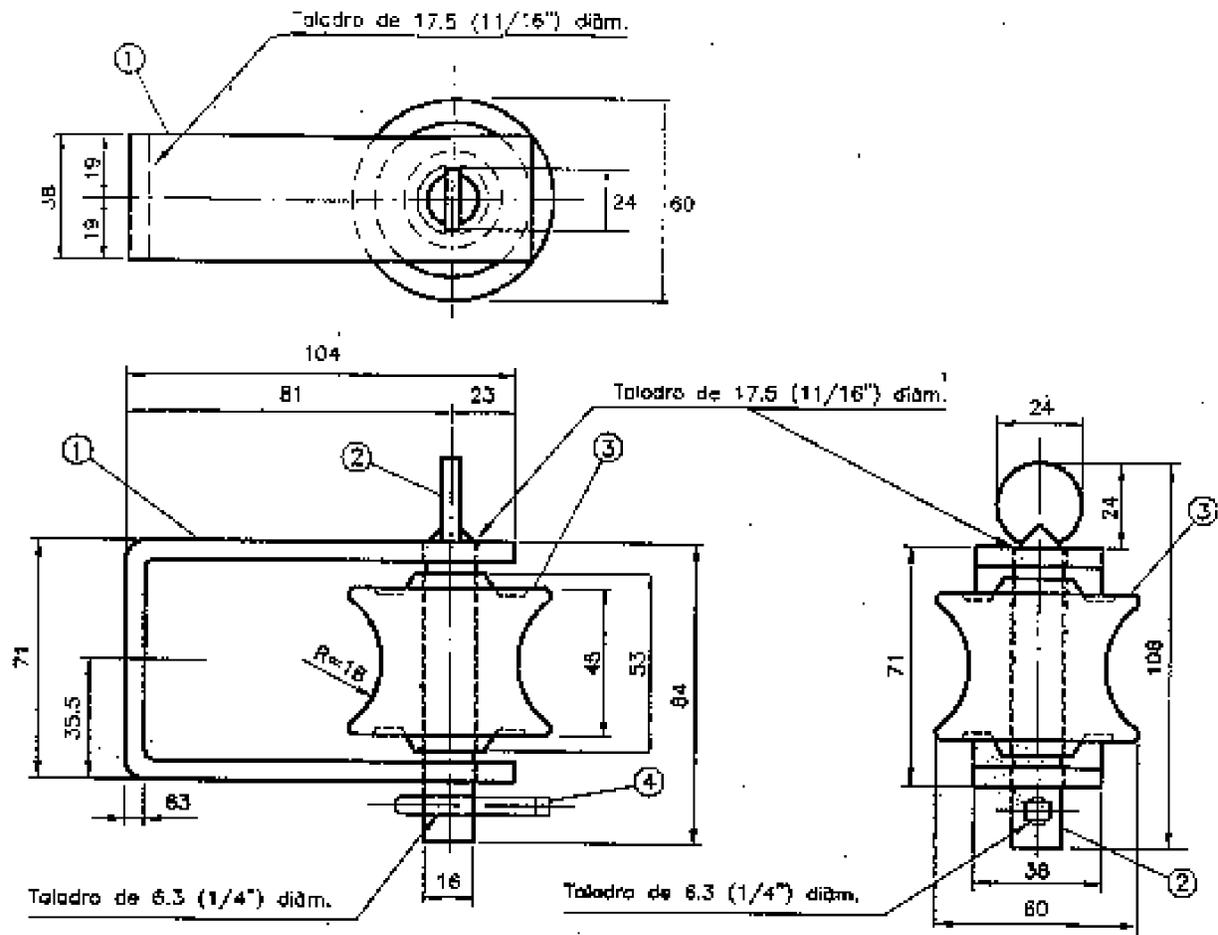
TESIS PROFESIONAL

BASTIDOR 84

FIGURA No. 17

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



APLICACION :

- 1.- Solera soporte 31R Fierro solera 6.3x38 mm (1/4"x1-1/2")
 - 2.- Perno Fierro redondo 16 mm (5/8")
 - 3.- Rollo H
 - 4.- Chaveta Acero inoxidable 4.8x32 mm (3/16"x1-1/4")
- } Galvanizado en caliente
después de maquinado.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
BASTIDOR 31 R		
FIGURA No. 18	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

Todo sistema de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, tiene por necesidad que afrontar condiciones anormales que ocasionan fallas y sobrecargas en los componentes del sistema; entre las causas que originan estas anomalías encontramos los disturbios atmosféricos, los animales y los errores humanos, por lo que es indispensable instalar dispositivos que aíslen con la mayor rapidez y eficacia a los equipos instalados. Los dispositivos hechos con esta finalidad pueden ser bastante sencillos o por el contrario ser muy complejos.

Lograr que un sistema esté totalmente protegido contra anomalías originaría la necesidad de usar protecciones de protecciones, porque cualquier aparato construido por el hombre está expuesto a fallas, es por esto la gran importancia que reviste si el aparato o sistema por proteger marcan si es económico o no instalar estas protecciones.

Es indispensable llevar a cabo estudios adecuados para instalar y coordinar estos dispositivos de protección, porque una deficiente coordinación en los elementos de protección invalidarían la finalidad de su instalación, que consiste en aislar rápida y eficazmente la falla originando que el resto del circuito quede fuera de servicio.

Existen dos tipos de contingencias que pueden sufrir las redes aéreas primarias de distribución, y que son:

1-) Contingencias previsibles

2-) Contingencias no previsibles

1-) Las contingencias previsibles, son aquéllas en las que interviene directamente la naturaleza, causando daños que son conocidos por ser frecuentes y permiten preparar las protecciones necesarias para minimizar los efectos que pudieran causar; estas contingencias pueden ser: Vientos, Descargas Atmosféricas, Corto Circuito, etc.

2-) Las contingencias no previsibles, son aquéllas en las que la mayoría de las veces interviene la mano del hombre, y muy ocasionalmente las causa la naturaleza; estos problemas por su origen no son previsibles y por lo tanto no permiten prever las protecciones necesarias para reducir sus efectos; estas contingencias pueden ser: Choques de vehículos automotores contra los postes, caída de ramas en las líneas, vandalismo, sismos, etc.

El equipo de protección adecuado para las contingencias previsibles es el siguiente: Interruptores, Relevadores, Restauradores, Seccionadores, Fusibles, Apartarrayos y Tierras.

1.12 INTERRUPTORES

Uno de los dispositivos de protección mas importantes en los sistemas de distribución es el Interruptor; este se puede clasificar por su tensión en interruptores de mediana y baja tensión. Se puede definir en forma general como un dispositivo de apertura o cierre mecánico capaz de soportar tanto corrientes de operación normal como altas corrientes durante un tiempo específico, debido a fallas en el sistema.

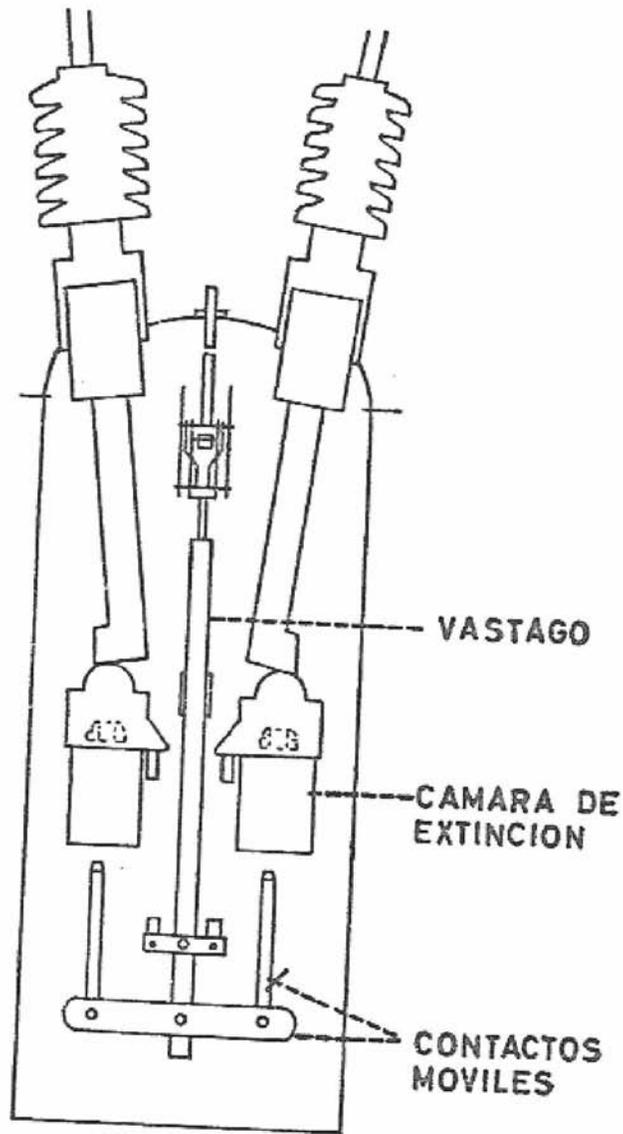
Los interruptores pueden cerrar o abrir en forma manual o automática por medio de relevadores. Estos dispositivos deben tener una alta capacidad de interrupción de corriente y soportar altas corrientes de operación en forma continua. Su operación automática se lleva a efecto por medio de relevadores, que son los encargados de censar las condiciones de operación de la red; situaciones anormales tales como sobrecargas o corrientes de falla que ejercen acciones de mando sobre el interruptor, ordenándole abrir. Estas señales pueden ser enviadas en forma eléctrica. La interrupción del arco producido por estas corrientes puede llevarse a cabo por medio de: aceite, vacío, hexafloruro de azufre. En la figura siguiente se muestra un interruptor en vacío. (Figura 20)

1.13 RELEVADORES

Los relevadores son los dispositivos que sirven para sensar o detectar las condiciones de operación de la red y ordenar el cierre o apertura de los interruptores

Los relevadores son una forma económica y eficaz que auxilia en proporcionar un alto grado de continuidad en el servicio y esto representa una cualidad muy importante. Los relevadores están diseñados para detectar variaciones en las características esenciales que forman un sistema eléctrico, tales como: voltaje, corriente, frecuencia, polaridad, potencia, factor de potencia, etc.

Los relevadores están dotados de una o varias características y están diseñados para estar inactivos mientras estas no varíen; cuando se suscita una falla, el relevador detecta y selecciona la característica del sistema que es más conveniente y actúa sobre un sistema aparte, cerrando o abriendo algún contacto que pertenece al circuito de apertura o cierre del interruptor, y que es lo más conveniente para el aislamiento de la falla o de la parte del sistema donde se originó la falla.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

INTERRUPTOR EN ACEITE

FIGURA No. 20

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

Es vital intercalar entre los relevadores y el elemento por proteger un transformador de corriente o potencial, debido a las altas corrientes o voltajes de los sistemas por proteger, porque los relevadores están diseñados para funcionar con corrientes y voltajes pequeños, como son 5 amperes y 120 volts.

La funcionalidad de los relevadores debe reunir características tales como:

- 1.- Ser suficientemente “sensibles” para actuar con seguridad en caso de una falla.
- 2.- “Seleccionar” condiciones y tiempos de operación, sin importar que operen instantáneamente o con retardo de tiempo.
- 3.- Operar con la celeridad requerida.
- 4.- Ser lo más sencillo posible, pero asegurando una inmejorable operación al menor costo.
- 5.- Necesariamente deben ser reparables y ajustables.

Los relevadores contemplan en su fabricación y funcionamiento principios básicos que son fundamentales, y se basan en que actúan como vemos enseguida:

- Por atracción electromagnética.
- Por inducción electromagnética.

Los de atracción electromagnética funcionan cuando un núcleo móvil es atraído dentro de un solenoide, o cuando una armadura es atraída por los polos de un electroimán; generalmente operan por la variación de la corriente o el voltaje.

Los de inducción electromagnética, son el más comúnmente usado accionado por corrientes alternas. Un relevador de este tipo es un motor de inducción con contactos, y su elemento primario o estator está formado por un electroimán con tres bobinas que pueden ser de corriente voltaje o corriente y voltaje; una de estas bobinas está devanada en el polo inferior y conectada a un par de terminales, las otras dos bobinas son devanadas en sentido contrario y conectadas a sus propias terminales.

El flujo creado por las corrientes circulantes en las bobinas, induce corrientes parásitas en el elemento secundario o rotor que puede ser un disco de metal no magnético.

La interacción de las corrientes inducidas y los flujos originan un par que hace girar el disco o cilindro, cerrando o abriendo los contactos del relevador.

Tomando en forma básica este principio de inducción, encontramos dos clases de relevadores:

- 1.- Los que funcionan a causa de una sola fuente de señales.

Este es un disco de inducción sobre el cual se cierra un disco magnético con una sola bobina.

- 2.- Los que funcionan a causa de dos o más fuentes de señales.
Este tipo es el que pone en juego dos bobinas sobre un solo núcleo o sobre dos núcleos separados.

El relevador más comúnmente utilizado, es el de inducción complementado con un elemento instantáneo de acción electromagnética para actuar en los casos de corto circuito franco.

El relevador de inducción funciona desarrollando en su disco un par debido a la corriente que lo pone en movimiento, siendo retardado por su imán permanente para originar una curva característica de operación corriente-tiempo, que es la base de la flexibilidad de este relevador para coordinarse con varios dispositivos protectores.

En Luz y Fuerza del Centro, el relevador que se usa con mayor frecuencia, es el que actúa debido a una sola fuente de señales y que es conocido como “relevador de sobre-corriente” (en el ámbito de L y F se conoce como 51), el cual es instalado en la protección por sobre-corriente, a continuación vemos un ejemplo de conexión típica:

87 Relevador diferencial
T del Transformador
51 Relevador de sobre corriente
M Medición

Este sistema actúa únicamente por valores de corriente sin referencia ninguna a la dirección de flujo de energías o a ningún potencial del circuito. Protege los aparatos conectados contra valores anormales permitiendo su presencia durante tiempos aceptables en los que no afecten al sistema, incluye la detección de tierra y es probablemente la operación provocada por éstos su característica más importante.

1.14 RESTAURADORES

Tienen un gran rango operacional y se instalan en las subestaciones al principio de los alimentadores, en zonas donde el alimentador esté instalado en zonas boscosas por el constante peligro de que las ramas de los árboles toquen las líneas; también se instalan en los puntos donde la C.F.E. vende energía a Luz y Fuerza del Centro.

El restaurador es un interruptor electrónico en aceite y electrónico en vacío, y su nombre indica que al haber una falla en el alimentador lo saca de servicio y según el rango de tiempo al que esté calibrado lo vuelve a poner en servicio (lo restaura) tantas veces como el rango de calibración lo permita.

La gran ventaja del restaurador es el control tipo electrónico por ser más exacto, la flexibilidad de su circuito automático y la simplicidad de su sistema.

El control electrónico es totalmente estado-sólido, a excepción de dos mecanismos, no hay partes móviles que pudieran ser afectadas por suciedad, movimiento, temperatura ó humedad; ofrece respuesta instantánea a la parada automática, sin retraso alguno responden a un prolongamiento posterior si son calibrados correctamente. (Figuras 21.a, 21.b, 21.c)

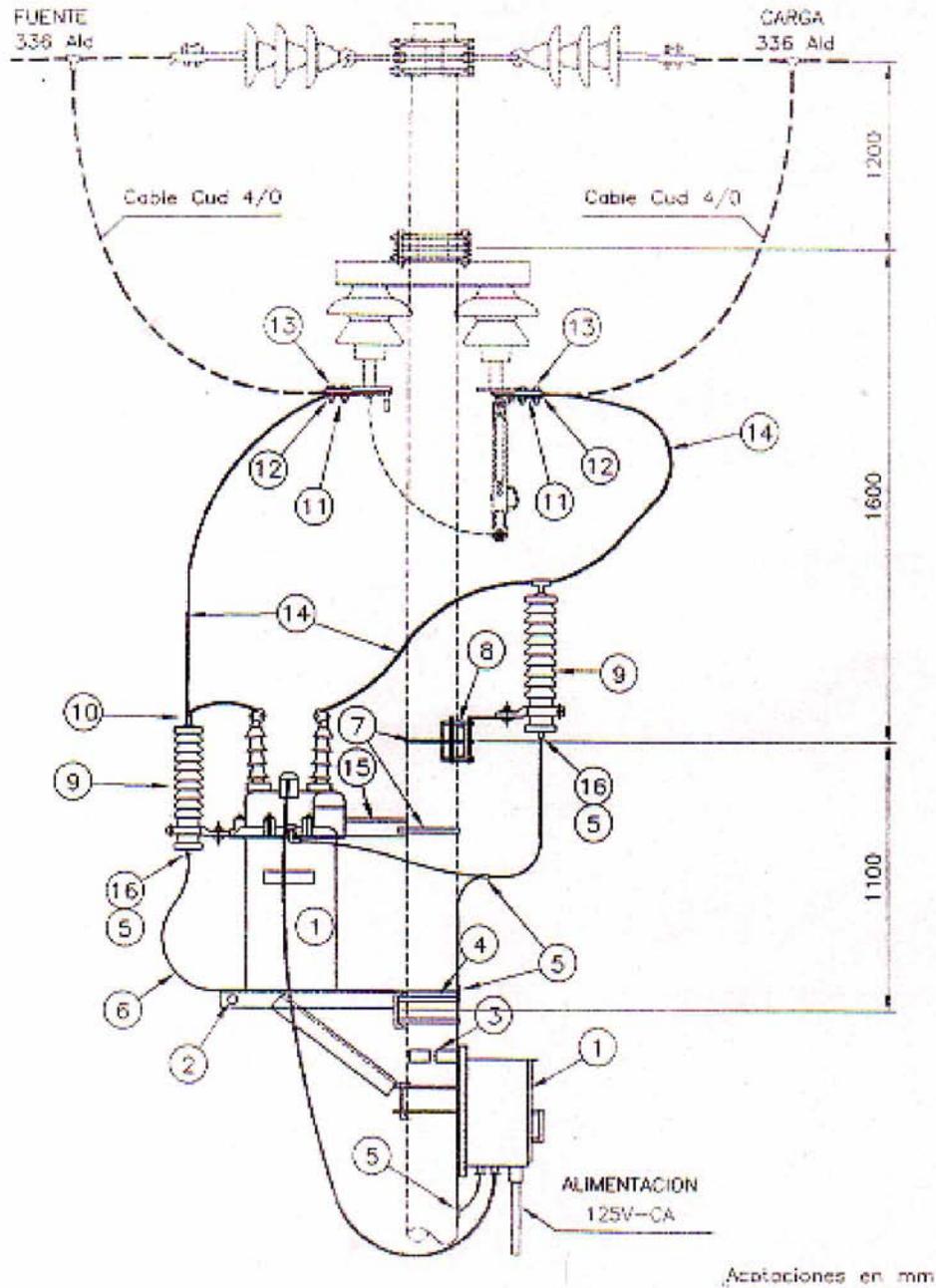
1.15 APARTARRAYOS

La protección de las redes y equipos instalados contra sobre tensiones producidas por descargas atmosféricas, se hace por medio de apartarrayos, los cuales son unos dispositivos que evitan las sobre tensiones en el equipo que protegen, conduciendo la onda de sobre tensión a tierra por una trayectoria de baja impedancia. (Figura 22a, 22.b)

Para proteger las redes de distribución se usan los apartarrayos clase distribución, tipo auto valvular, o sea, para sistemas con las siguientes características:

- 1.- Tensión máxima permisible 24 kv
- 2.- Altitud: 2,300 metros sobre el nivel del mar
- 3.- Frecuencia: 60 ciclos
- 4.- Relación: X_0 / X_1 mayor que 3

Estos apartarrayos de tipo auto valvular tienen elementos resistivos no lineales cuya función es desviar la corriente transitoria a tierra; estos elementos ofrecen baja resistencia al flujo de la corriente transitoria y así mantienen la tensión de descarga a través del apartarrayos en un mínimo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
RESTAURADOR AUTOMATICO		
FIGURA No. 21a	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 FT Y CAJA DE CONTROL	-----	Pza.	1
2	PLATAFORMA 2 (sin cruceta superior)	2.0155	Pza.	1
3	ABRAZADERA 8 BL	2.0063	Pza.	1
4	ABRAZADERA 8 U	2.0058	Pza.	4
5	CONECTOR CANAL C 1/0-1/0 Cu	2.0107	Pza.	5
6	CABLE Cu 1/0	2.0102	m	9
7	ABRAZADERA 7 U	2.0058	Pza.	3
8	CRUCETA 40	2.0125	Pza.	1
9	APARTARRAYOS IOM-23	2.0599	Pza.	6
10	CONECTOR CANAL T 1-4/0 Cu	2.0591	Pza.	6
11	SOLERA PUENTE 6 Cu	2.0681	Pza.	6
12	ZAPATA C 4/0 Cu-2	2.0316	Pza.	12
13	TORNILLO MAQ. 38.1x12.7 mm (1½"x½")	2.0187	Pza.	36
14	CABLE Cud 4/0	2.0102	m	12
15	SUJETADOR R-S 23	2.0605	Pza.	1
16	ZAPATA TIERRA C 1-1/0 C	2.0568	Pza.	6

APLICACION :

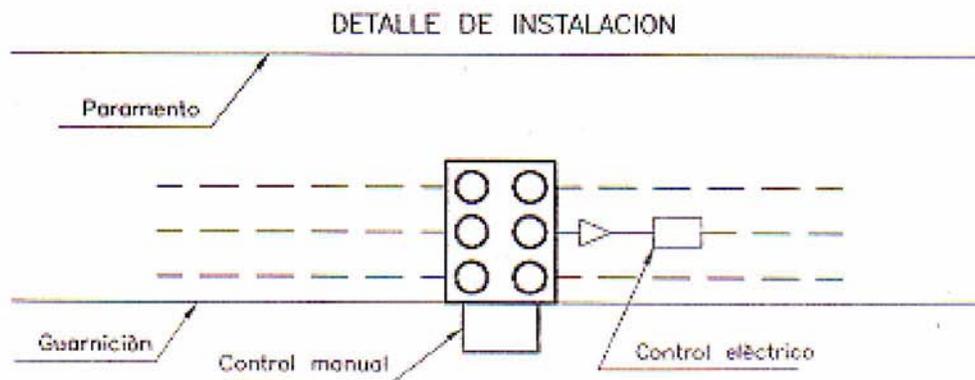
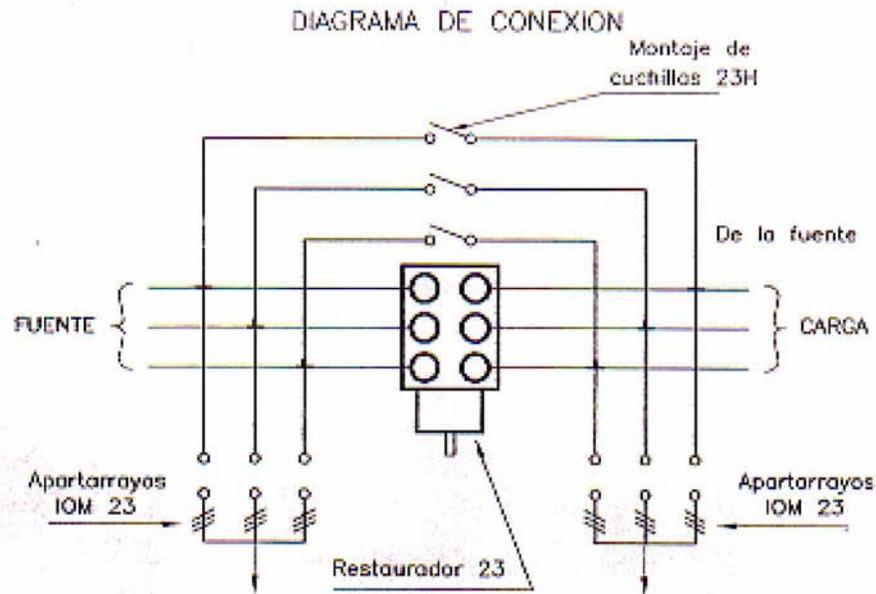
Aísla fallas por sobrecorriente en forma automática, efectuando recierres si la falla es transitoria y dejando fuera de servicio al alimentador de 23 kV, si la falla es permanente. Se instala en la troncal o línea principal del alimentador, en poste CR-12 ó CR-12 E con montajes:

NOMBRE	NORMA LyF
CUCHILLAS 23 H	4.0034
TIERRA POSTE C	4.0311

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
RESTAURADOR AUTOMATICO		
FIGURA No. 21b	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

CLAVE DEL NOMBRE :

- LA = Líneas Aéreas.
- 23 = 23 kV, tensión nominal.
- 560 = 560 A, corriente nominal.
- FT = Accesorio para fallas de fase o tierra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

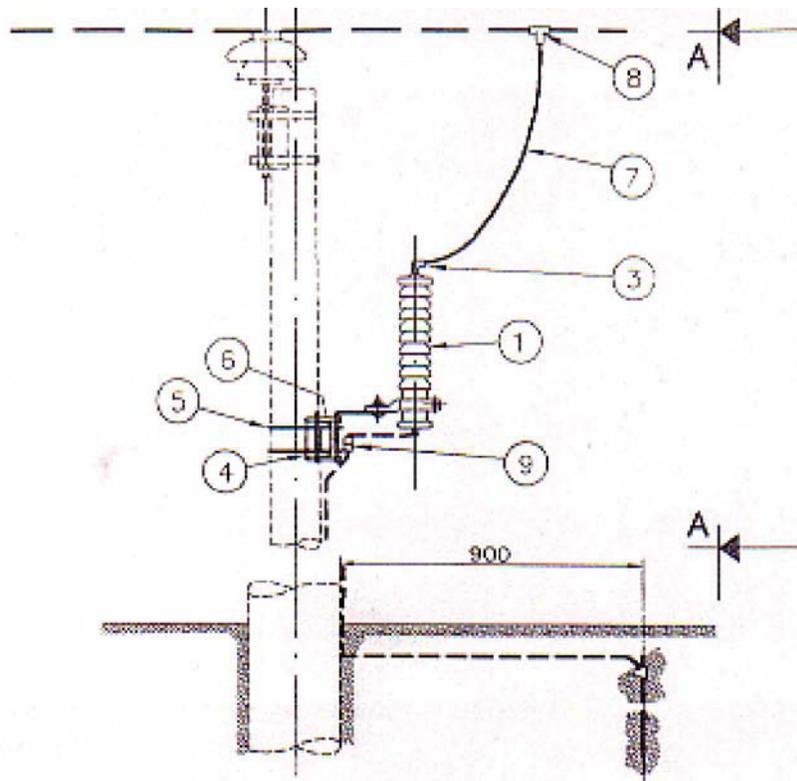
TESIS PROFESIONAL

RESTAURADOR AUTOMATICO

FIGURA No. 21c

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

APARTARRAYOS

FIGURA No. 22a

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

Ref.	N O M B R E	Normo LyF	Unidad	Cantidad
1	APARTARRAYOS DOM-23 δ	2.0598	Pza.	3
	APARTARRAYOS IOM-23	2.0599		
2	CABLE CUD 1/0	2.0102	m	3
3	ZAPATA TIERRA C 1-1/0C	2.0568	Pza.	6
4	DADO 47	2.0133	Pza.	1
5	ABRAZADERA 7 U	2.0058	Pza.	2
6	CRUCETA 40	2.0125	Pza.	1
7	CABLE CUD 1/0	2.0102	m	6
8	CONECTOR CANAL T 336-1/0 Al δ	2.0120	Pza.	3
	CONECTOR DERIVACION L1/0-1/0 Al	2.0569		
9	CONECTOR CANAL C1/0-1/0 Cu	2.0107	Pza.	1

APLICACION :

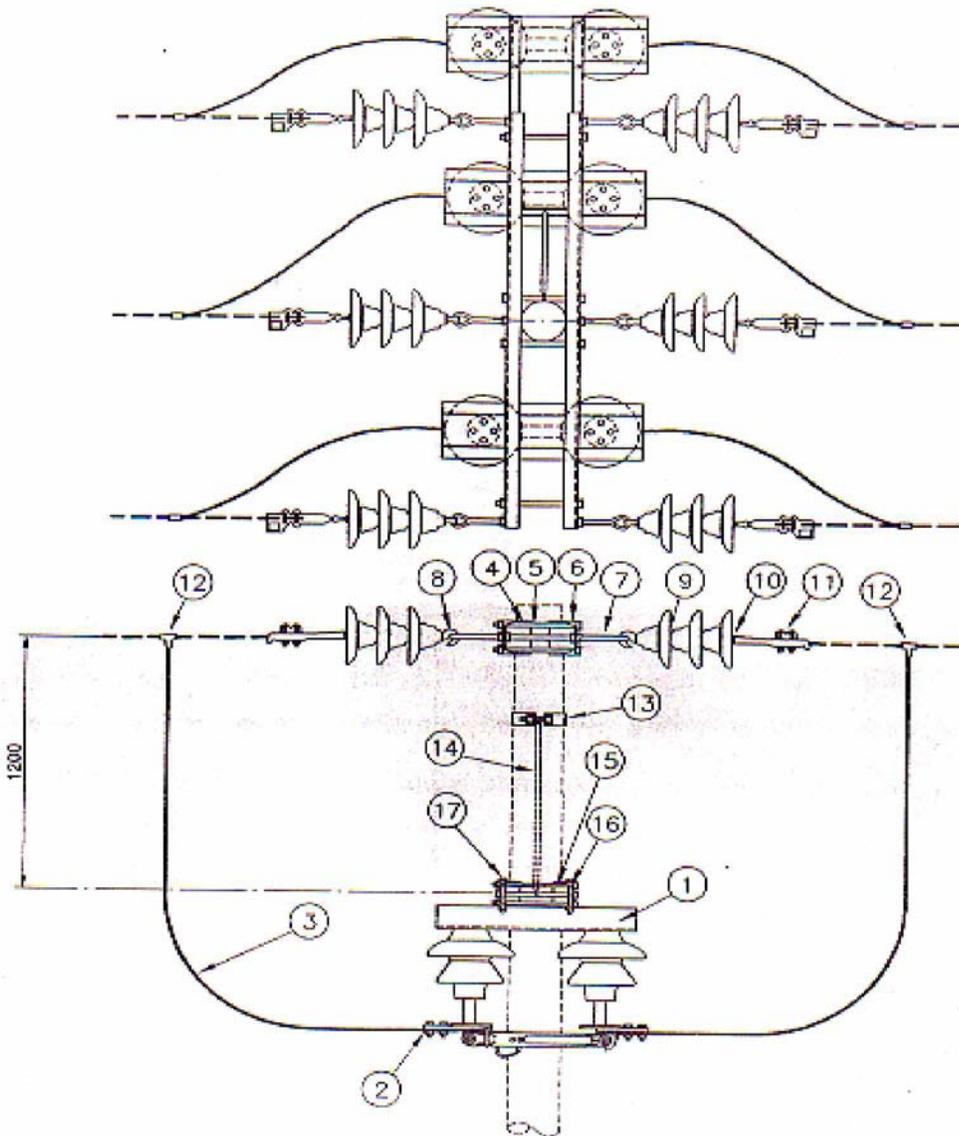
- 1.- Para proteger la línea y equipo eléctrico instalado en las redes aéreas, se debe utilizar el Apartarrayos DOM-23.
- 2.- En transición de línea aérea a cable subterráneo, para proteger acometidas en fraccionamientos, unidades habitacionales y equipo de servicios particulares e industriales, se debe utilizar Apartarrayos IOM-23.

Se instalara en poste A, CR δ CR-E, en posición vertical u horizontal, utilizando montaje tierra poste.

CLAVE DEL NOMBRE :

23 = 23,000 volts, tensión nominal.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
APARTARAYOS 23		
FIGURA No. 22b	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

CUCHILLAS 23 H

FIGURA No. 23a

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	CUCHILLA 23601	2.0132	Pza.	3
2	ZAPATA C 1/0 ð 4/0 Cu	2.0316	Pza.	6
3	CABLE Cud 1/0 ð 4/0	2.0102	Pza.	15
4	DADO 47	2.0133	Pza.	2
5	TORNILLO MAQ. 5/8 x 14	2.0187	Pza.	11
6	CRUCETA 43 R	2.0637	Pza.	2
7	TORNILLO OJO 16 x 178	2.0188	Pza.	6
8	GANCHO CON BOLA	2.0143	Pza.	6
9	AISLADOR S 52-3	2.0066	Pza.	18
10	CALAVERA CON OJO	2.0093	Pza.	6
11	GRAPA T 2/0 A ð 556 A	2.0139	Pza.	6
12	CONECTOR CANAL T 336-4/0 AL ð CONECTOR DERIVACION L 1/0-1/0 AL	2.0120 2.0589	Pza.	6
13	ABRAZADERA 7 B B	2.0064	Pza.	1
14	TORNAPUNTA 10	2.0363	Pza.	1
15	DADO 47	2.0133	Pza.	2
16	CRUCETA 40	2.0125	Pza.	2
17	TORNILLO MAQ. 5/8 x 11/2	2.0187	Pza.	12

APLICACION :

Instalada en poste CR-12, en líneas de Paso de 23 KV; permite por medio de Garrocha 240, conectar y desconectar sin carga y con dispositivo de apertura con carga (load buster) conectar y desconectar cargas hasta de 400 Amperes.

CLAVE DEL NOMBRE :

23 = 23.000 volts.

H = Horizontal, (posición de instalación de las cuchillas).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CUCHILLAS 23 H		
FIGURA No. 23b	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

Es recomendable utilizar las terminales más cortas y la mínima separación posible al equipo protegido, ya que la línea, la tierra y las terminales de conexión ofrecen trayectorias de alta impedancia para las ondas de corriente producidas por las descargas atmosféricas, dicha trayectoria puede producir tensiones adicionales al aislamiento del equipo protegido; por consiguiente, la tensión a través de las conexiones puede modificar completamente las características de protección precisa de los apartarrayos.

Técnicamente, la protección contra sobretensiones es o puede ser algo complicado, pero la operación de un apartarrayos es muy simple: En estado normal un apartarrayos actúa como aislador, y al ocurrir una sobre tensión el apartarrayos deja de aislar y hace corto a tierra en millonésimas de segundo.

El voltaje al cual el apartarrayos pasa del estado pasivo, o sea, como aislador, al estado activo, o sea, como conductor, es denominado tensión de cebado.

1.16 CUCHILLAS

La cuchilla es un elemento que consta de dos partes esenciales que son: una navaja y un contacto, los cuales van instalados en aisladores sujetos con grapas y zapatas cuyo tamaño va de acuerdo al calibre del conductor para su recepción. Su función principal es la de conectar y desconectar líneas de media tensión, o sea que permite la continuidad o interrupción de un circuito. (Figura 23.a, 23.b)

Montada en posición vertical inclinada en soporte Cuchilla 23-601 en poste CR-12, permite en líneas de 23 kv y con Garrocha 240, conectar y desconectar cargas hasta de 400 amperes.

1.17 INTERRUPTOR EN AIRE TIPO ALDUTTI

Los interruptores en aire tienen dos piezas metálicas llamadas cuernos de arqueo, entre los cuales se forma el arco que produce un corto circuito que lleva carga; al irse abriendo la cuchilla, estos cuernos de arqueo se van separando por lo que el arco se alarga hasta romperse.

Existen varios tipos de interruptores en aire, unos son operados desde el piso por medio de un gancho sujeto a un bastón llamado garrocha o pértiga; otros operan por medio de un mecanismo formado por un volante o sistema de palanca operado en forma manual.

El interruptor en aire 23-601 “Aldutti”, es el modelo más reciente en cuanto a interrupción de circuitos se refiere; opera de la siguiente manera:

- 1.- Interrumpe el arco dentro de un tubo de fibra
- 2.- El tubo de fibra produce un gas que auxilia en la extinción del arco.

El interruptor Aldutti tiene un elemento considerado el más importante y que es la unidad de interrupción llamada explosor; el punto central de esta unidad es la sección de extinción del arco que consiste en dos contactos de arco que son uno fijo y el otro móvil, además tiene un remolque fabricado de resina acrílica; este remolque sigue al contacto a través del cilindro y aísla el arco entre el mismo remolque y la pared de fibra, el arco se extingue a causa de los gases de ionizante que es producido por la fibra y la resina acrílica.

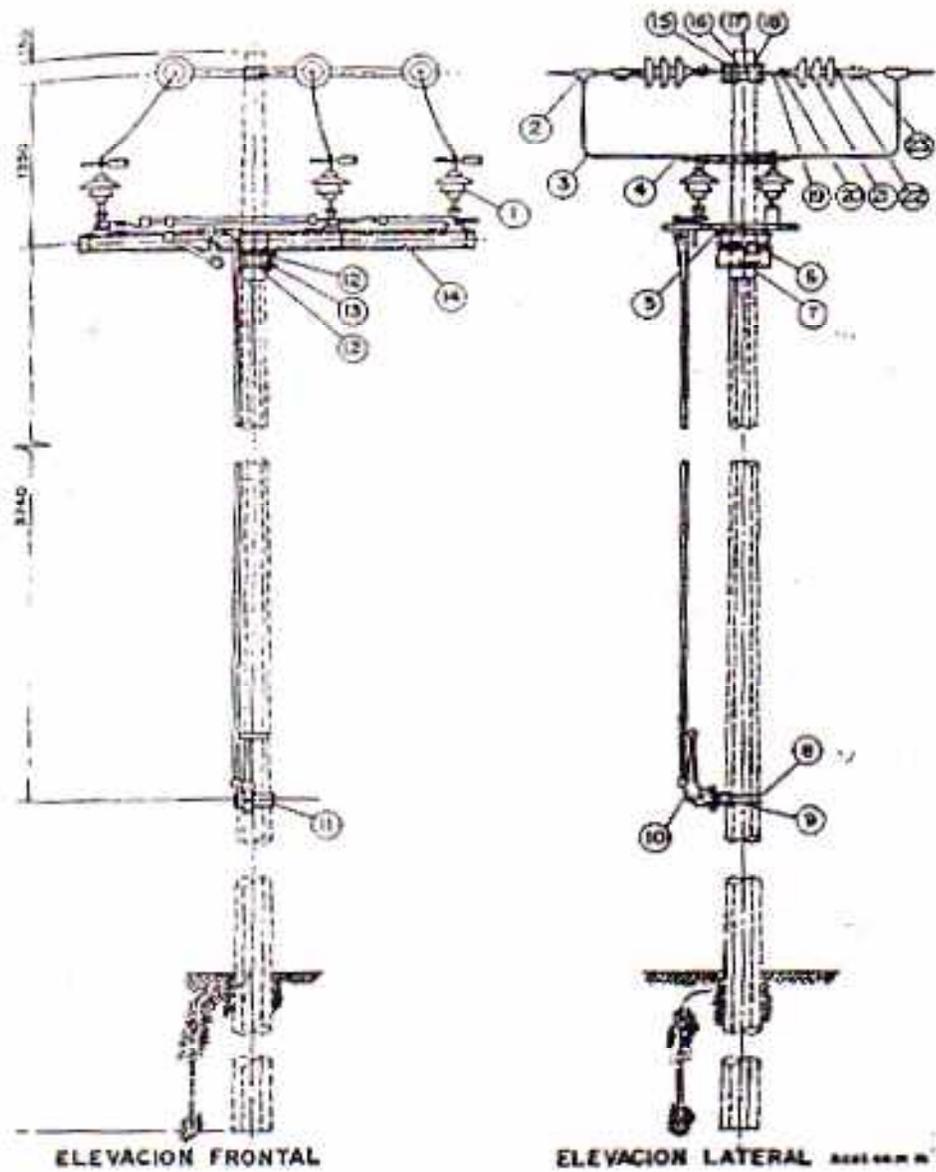
Instalado en un poste CR-14 con cruceta 630, permite conectar, desconectar o seccionar con carga hasta de 600 amperes. Se usa exclusivamente en alimentadores troncales. (Figura 24.a, 24.b)

1.18 FUSIBLES

El fusible es considerado como un elemento débil dentro de un sistema de distribución eléctrico, pero es tan útil este elemento que es imprescindible su introducción en la prevención de daños a los equipos y líneas denominados redes de distribución.

El fusible es el elemento mas débil en un sistema de protección o prevención de daños, pero está fabricado precisamente en esa forma para que, al existir una falla o una sobrecarga en las líneas, el fusible se funde rápidamente con lo cual se abre el circuito y así evitar daños a las líneas o equipo. La magnitud de corriente y el tiempo en que debe fundirse un fusible forman una relación importantísima que se denomina característica tiempo-corriente de fusible; para conocer que tipo de fusible se debe emplear es necesario conocer los siguientes factores:

- 1.- Características de carga del equipo por proteger
- 2.- Rango de sobrecarga en el caso de transformadores
- 3.- Corriente de carga en el punto de aplicación
- 4.- Corriente de falla en puntos del sistema
- 5.- Características de tiempo-corriente de los fusibles que se van a utilizar o que se pretende utilizar en el sistema
- 6.- Tipo de protección que se desea proporcionar



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

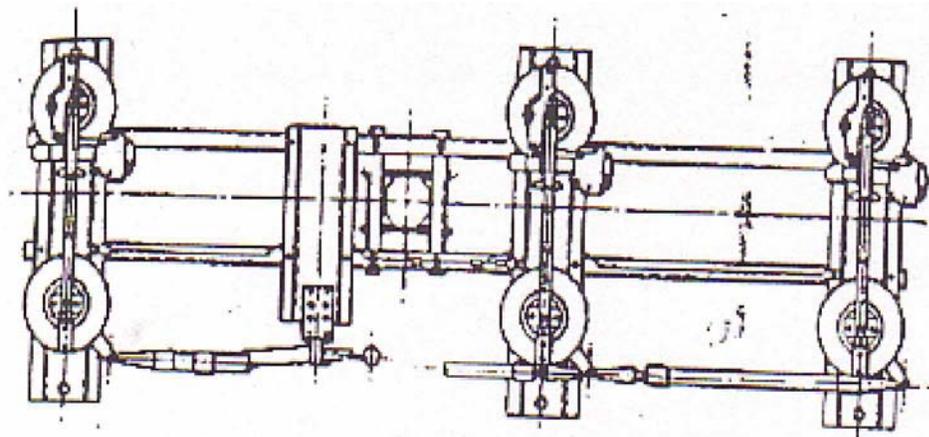
TESIS PROFESIONAL

INTERRUPTOR EN AIRE TIPO ALDUTTI

FIGURA No. 24a

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



Ref.	Nombre	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Interruptor en aire 23601	2.022	pza.	3
2	Conector cnal T 336-4/0 al (170,46-107,20 mm ²) ó Conector derivación H 1/0-1/0 Al (53,48 mm ²)	2.0120 2.0721	pza.	6
3	Cable C 4/0 ó 1/0 (107,20 ó 53,48 mm ²)	2.0102	m	12
4	Zapata C 4/0 ó 1/0 (107,20 ó 53,48 mm ²)	2.0316	pza.	6
5	Tomillo de Maquina (12,7x38,1mm) ½ x 1 ½	2.0187	pza.	16
6	Tornillo de maquina (15,9 x 406,4mm) 5/8 x 16"	2.0187	pza.	8
7	Cruceta soporte 40	2.0641	pza.	2
8	Abrazadera 9 u	2.0058	pza.	2
9	Dado L 48	2.0691	pza.	2
10	Mecanismos de mando para interruptor en aire 2360 tipos 1 ó dos.	2.0653 2.0592	lgo.	1
11	Soporte PI	2.0495	pza.	1
12	Tomillo máquina (15,9x304,8 mm)5/8" x 14"	2.0187	pza.	8
13	Dado L 46	2.0691	pza.	2
14	Cruceta 4 1 23601	2.0640	pza.	2
15	Dado L 45 ó L 46	2.0691	pza.	10
16	Tomillo máquina (15,9 X 304,8 mm) 5/8 x 12	2.0187	pza.	2
17	Separador	-	pza.	2
18	Cruceta 43 R	2.0637	pza.	2
19	Tornillo ojo 16x178	2.0188	pza.	6
20	Gancho con bola	2.0143	pza.	6
21	Aislador S 52-5	2.0323	pza.	18
22	Calavera con ojos	2.0093	pza.	6
23	Grapa T 2/0 A ó 556 A (T67 mm ² A t 282 mm ² A)	2.139	pza.	6

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

INTERRUPTOR EN AIRE TIPO ALDUTTI

FIGURA No. 24b

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

Estos fusibles son empleados en los alimentadores primarios para abrir el circuito en casos de sobretensiones o corto circuitos, en los cuales el valor de la corriente aumenta al grado de ofrecer un peligro para el equipo que alimentan.

Existen diferentes tipos de fusibles en diversas capacidades, y varían en su construcción de acuerdo a los fabricantes.

En la protección de transformadores de distribución de 23 kV contra sobretensiones y corto circuitos hasta de 20,000 amperes asimétricos, se usa por norma el fusible tipo 23 SC SMD 20, que está formado por un tubo de fibra de vidrio y epoxi que contiene en su interior el fusible, una cámara de expulsión, una cámara de extinción en ácido bórico, una varilla de arqueo, un contacto de bayoneta y un resorte operador; este tubo está sellado a prueba de intemperie y tiene en sus extremos unas superficies en las cuales son instaladas las terminales llamadas vivas. (Figura 25)

El funcionamiento desconector de estos fusibles al quedar expuestos a una corriente excesiva, se realiza al destruirse el elemento interno y activar la bayoneta por medio del resorte operación, la cual a su vez hace operar el mecanismo del gatillo del portafusible haciendo caer el tubo fusible. Debido a su construcción tienen la función de interrumpir y desconectar, puesto que en la terminal viva superior lleva una oreja en la que se puede enganchar una garrocha o pértiga y ser operado desde el suelo.

Para los transformadores de 75 y 112.5. Kva. los fusibles usados soportan una corriente de 3 amperes en 5 minutos y de 58 amperes en 0.1 segundos

Los fusibles van instalados en un porta fusible que consiste en un aislador adecuado al voltaje existente en la línea.

APLICACIÓN

Permite conectar, desconectar o seccionar con carga, un ramel aéreo de 23 kV, hasta de 600 A.

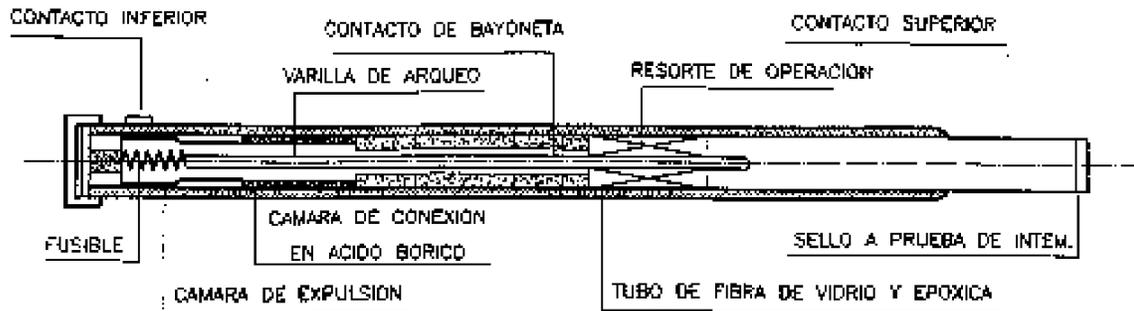
Se instala empleando los siguientes montajes:

Nombre	Norma LyF
Poste A ó Poste CR-E	4.0001 a 4.0004 4.0305 a 4.0307
Tierra poste A ó Tierra poste C	4.0287 4.0311

CLAVE DEL NOMBRE

23 = 23 Kv, tensión nominal
6 = 600 A, corriente nominal
01 = Número progresivo de identificación

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
INTERRUPTOR EN AIRE TIPO ALDUTTI		
FIGURA No. 24c	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



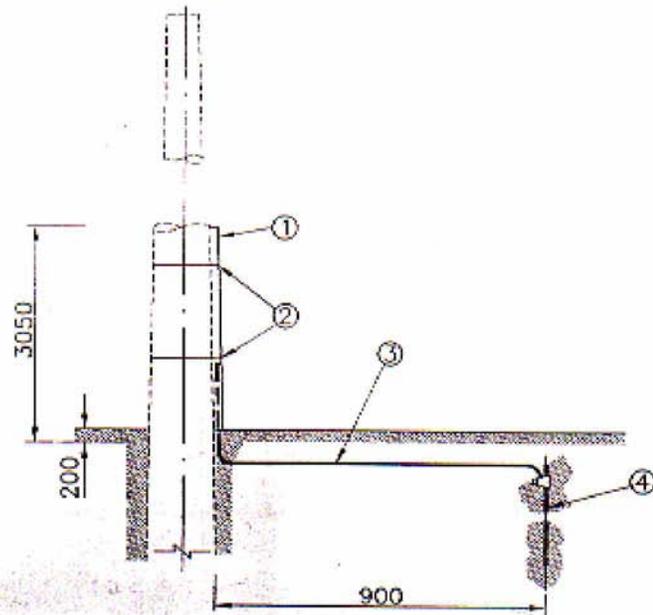
NOMBRE	CORRIENTE PERMANENTE Amp.	CORRIENTE MINIMA DE FUSION En Amp.		PORTAFUSIBLE
		5 min	0.1 seg.	
FUSIBLE 23 - 3K - SC - SMD 20	3	6	58	23220
FUSIBLE 23 - 6K - SC - SMD 20	6	13	65	23220
FUSIBLE 23 - 8K - SC - SMD 20	8	16	100	23220
FUSIBLE 23 - 10K - SC - SMD 20	10	19.5	128	23220
FUSIBLE 23 - 12K - SC - SMD 20	12	27	175	23220
FUSIBLE 23 - 15K - SC - SMD 20	15	31	215	23220
FUSIBLE 23 - 20K - SC - SMD 20	20	39	273	23220
FUSIBLE 23 - 25K - SC - SMD 20	25	50	350	23220
FUSIBLE 23 - 30K - SC - SMD 20	30	63	447	23220
FUSIBLE 23 - 40K - SC - SMD 20	40	80	566	23220
FUSIBLE 23 - 50K - SC - SMD 20	50	101	719	23220
FUSIBLE 23 - 65K - SC - SMD 20	65	126	918	23220
FUSIBLE 23 - 80K - SC - SMD 20	80	160	1118	23220
FUSIBLE 23 - 100K - SC - SMD 20	100	200	1320	23220
FUSIBLE 23 - 140K - SC - SMD 20	140	310	2470	23220
FUSIBLE 23 - 200K - SC - SMD 20	200	530	3800	23220

USO:

Con los terminales superior e inferior que se suministran con el portafusible fijadas a los contactos superior e inferior de este fusible, protege transformadores y servicios de 23,000 volts contra sobrecorrientes y corto circuito de 20,000 amperes asimetricos, factor de asimetria = 1.6

CLAVE DEL NOMBRE : 23 = 23,000 volts SC = S & C Electric Co.
 3,6,8...200 = Corriente nominal. SMD 20 = Tipo de fusible segun S & C
 K = Tipo de fusible Nema Rapido

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
FUSIBLE 23 SC-SMD 20		
FIGURA No. 25	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Acotaciones en mm.

Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	TUBO PROTECTOR PVC 3050	2.0292	Pza.	1
2	ALAMBRE GALVANIZADO 12	2.0297	m	3
3	CABLE CUD 1/0	2.0102	m	16
4	TIERRA 1	2.0185	Pza.	1

APLICACION :

- 1.- Instalada en postes de concreto y concreto reforzado; permite conectar a tierra redes aéreas, subterráneas y equipos eléctricos.

CLAVE DEL NOMBRE : C = CONCRETO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
TIERRA POSTE C		
FIGURA No. 26	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

1.19 TIERRAS

El tener una buena conexión a tierra en los transformadores tipo poste es de suma importancia tanto para la seguridad del personal de línea como para la operación adecuada de la red de distribución en baja tensión, así como los equipos de protección; ya que con esta conexión en buenas condiciones se limitan las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a fenómenos transitorios en los circuitos, a contactos accidentales de mayor tensión, así como para limitar la diferencia de potencial a tierra del circuito durante su operación normal.

En todos los transformadores se conectan 3 líneas de alambre de Cobre desnudo calibre # 4 a cada uno de los apartarrayos en su parte superior; de los apartarrayos pasa a la parte superior de cada uno de los portafusibles, saliendo por la parte inferior de estos; enseguida baja este alambre al bushing de tierra del transformador y de ahí se conecta a la tierra del tanque del mismo, y se une posteriormente con el neutro del secundario; esta interconexión se lleva a cabo para dar una protección segura contra las sobre corrientes.

Es también imprescindible que el transformador esté conectado a un cable de cobre desnudo calibre 1/0, el cual va colocado en el interior del poste, y al llegar al nivel del piso se conecta con una varilla Copperweld con conector T-1 y esta a su vez va enterrada en el piso a una profundidad tal, que solo sobresalgan del piso de 8 a 10 Cms., esta varilla se entierra a una distancia de 1.80 Mts. del pie del poste; de esta forma la tierra resulta efectiva. (Figura 26)

1.20 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

Definición.- Aparato fabricado y utilizado para elevar o reducir las tensiones eléctricas, o para hacer variar alguna de las características de las corrientes alternas.

El transformador obra por inducción electromagnética, carece de piezas móviles y solamente transforma corrientes alternas en otras corrientes también alternas, circunstancia que lo distingue del convertidor y del rectificador. Generalmente se usa para cambiar la intensidad y la tensión de las corrientes sin modificar su frecuencia ni afectar a su energía (salvo en las pérdidas que inevitablemente se producen en el aparato).

Un transformador ordinario consta de un núcleo de hierro dulce sobre el cual se devanan dos conductores: el primario, por el cual pasa la corriente que se ha de transformar, y el secundario en el cual se engendra la corriente transformada.

El paso de la corriente alterna por el arrollamiento primario crea en torno de éste un campo variable que tiene la propiedad de engendrar en los conductores próximos (en este caso se trata del arrollamiento secundario) otra corriente de igual frecuencia. Si se exceptúan las pérdidas por disipación de calor (de 1% en los mayores transformadores a 8% en los menores), el producto de la tensión por la intensidad es equivalente en ambos conductores.

Por otra parte, la relación de transformación, o sea, la relación de la tensión secundaria a la primaria, es proporcional a la relación entre el número de espiras que se han devanado en el secundario y el primario; de ambas propiedades se desprende que:

- 1.- La intensidad de la corriente aumenta cuando la tensión disminuye.
- 2.- La intensidad de la tensión aumenta cuando disminuye la corriente.
- 3.- La tensión puede ser reducida o aumentada haciendo variar el número de espiras del secundario respecto a las del primario; y así, si éste tiene 100 espiras y aquél 10, el transformador reducirá 10 veces la tensión; inversamente, si el secundario tuviera 1,000 espiras, la tensión obtenida sería 100 veces superior a la del circuito primario y el aparato funcionaría como un elevador de tensión.

Los transformadores utilizados en las instalaciones de Luz y Fuerza del Centro, pueden ser de 2 tipos:

Monofásicos y Trifásicos

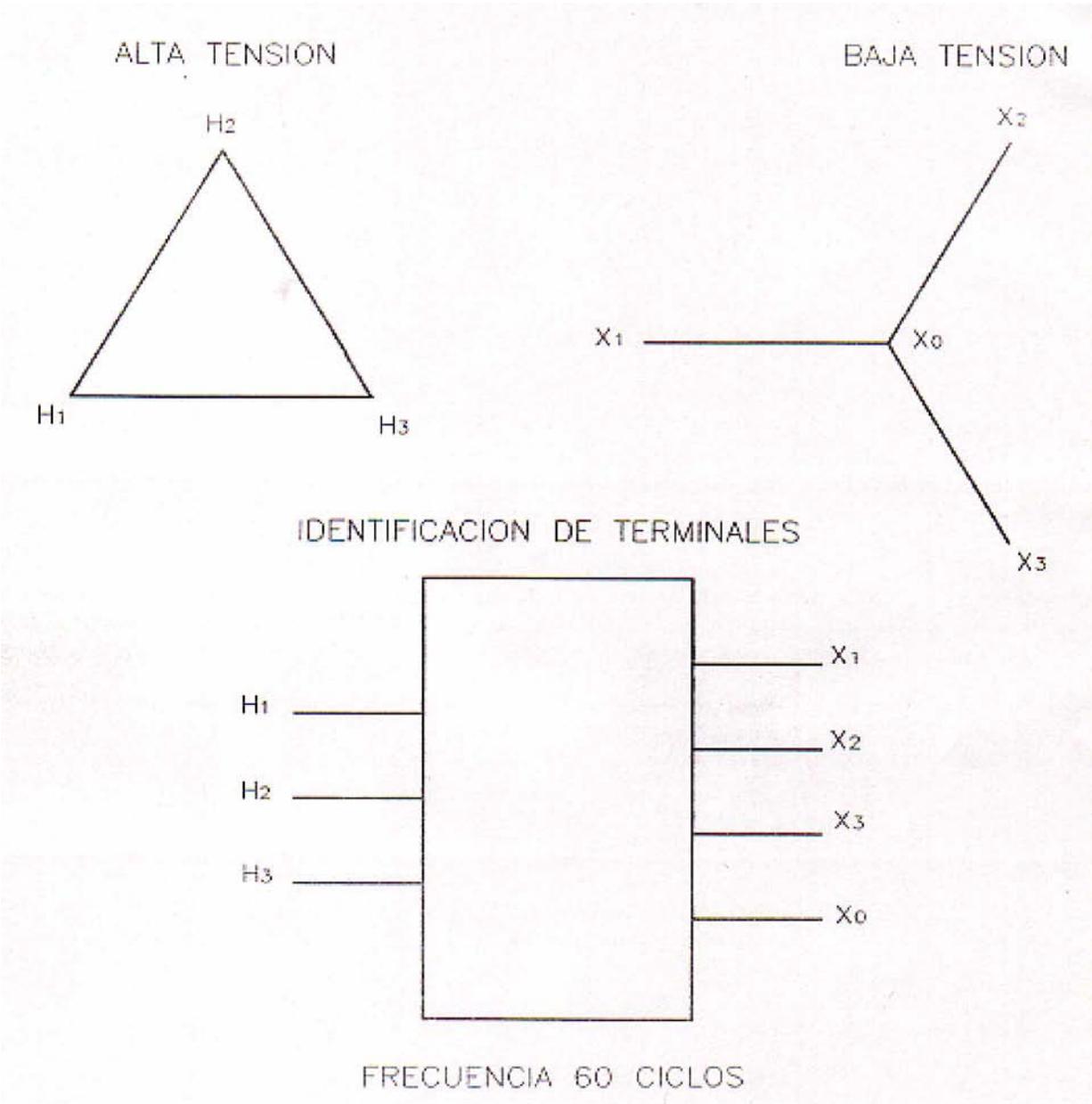
Los Transformadores Monofásicos solo se emplean en las zonas rurales, debido a que la demanda de la carga es menor que en las colonias proletarias de las grandes ciudades.

Los Transformadores Trifásicos constan de 1 núcleo, tres arrollamientos primarios y tres secundarios, que pueden ser acoplados en estrella o en triángulo (Delta). (Figura 27)

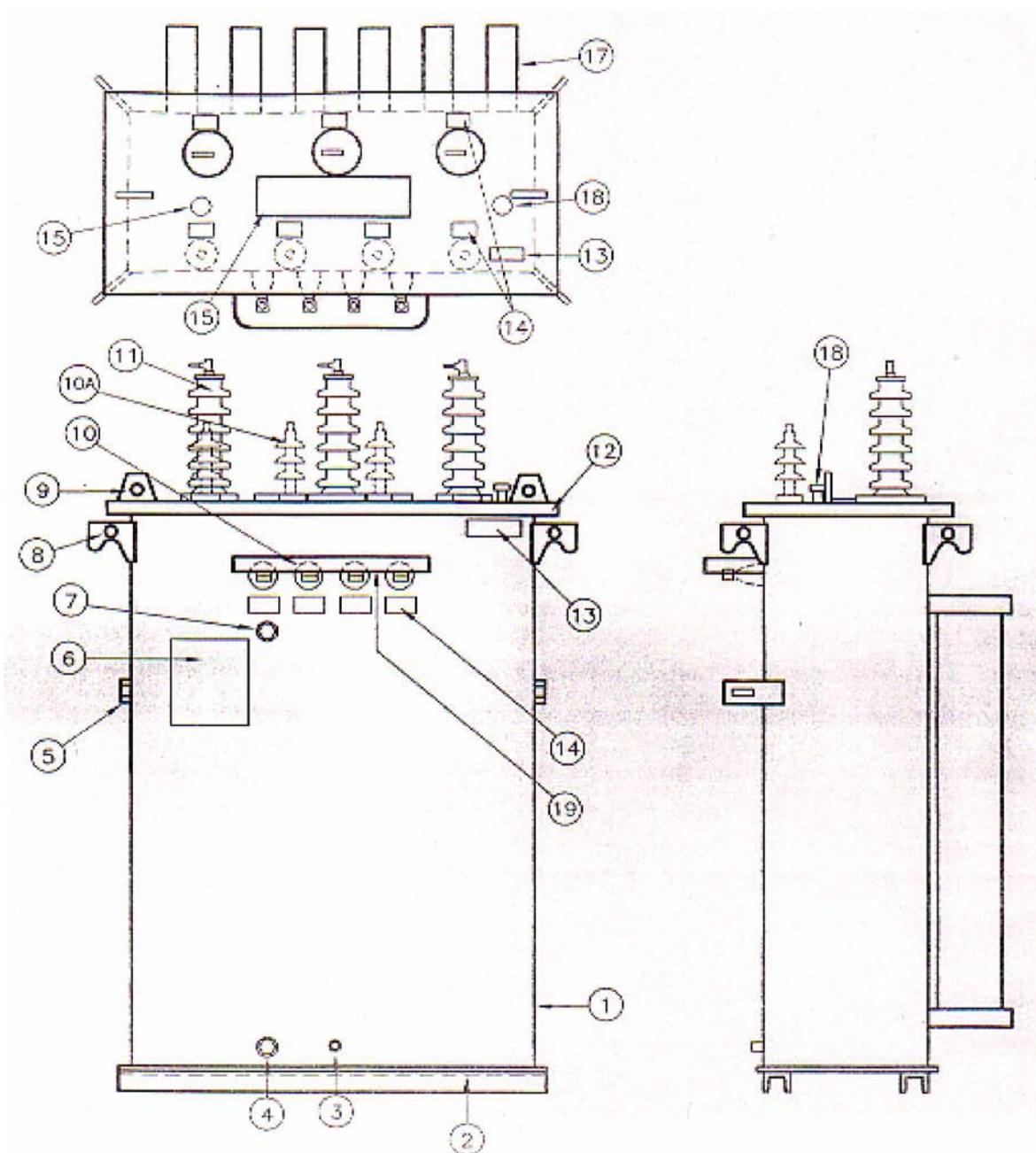
Instalados en un poste CR 12E, se conectan a líneas de Media Tensión de 24,150, 23,000, 21,850 ó 20,700 volts, y transforman la energía eléctrica a 220 volts entre fases y 127 volts al neutro, para alimentar redes y servicios en baja tensión.

Las características de los transformadores que se proyectan en este trabajo, son las siguientes:

Trifásicos, tipo poste, 60 ciclos, conexión del primario en Delta y del secundario en estrella con neutro aislado, enfriamiento natural con aceite, elevación de temperatura 55°. (Figura 28)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CONEXIONES		
FIGURA No. 27	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

TRANSFORMADOR

FIGURA No. 28

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

CAPITULO II

DESARROLLO TEORICO DEL PROYECTO

- 2.1 Breve descripción de las actividades realizadas en Luz y Fuerza del Centro
- 2.2 Análisis económico
- 2.3 Analisis del área de Proyectos (Ayudantes Técnicos)
- 2.4 Diseño de la Red de Distribución

2.1 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

En el gran universo de disciplinas del saber, tomando como punto de partida la Ingeniería, pasando por la Administración y sin dejar de tomar en cuenta aquéllas que complementan y norman la convivencia como son: el Derecho, la Economía, la Sociología, etc., son reglas obligatorias en todas y cada una de las obras de Luz y Fuerza del Centro, y no únicamente el estudio, si no también otras virtudes del trabajador mexicano y que podemos mencionar algunas: creatividad para idear o mejorar tecnología, empeño, agudeza, habilidad, etc., son factores que inciden en gran medida en su desarrollo.

Este gran conjunto de bienes, se incrementa con considerables inversiones que significan un gran aumento del patrimonio común. Este constante flujo de esfuerzo común y de elementos económicos tangibles, son el resultado de un prolongado ejercicio de enlace de Luz y Fuerza del Centro al progreso del país y del fiel cumplimiento a su privilegiada comisión de “Generar, Transformar, Transmitir y Distribuir Energía Eléctrica sin propósito de lucro”.

Luz y Fuerza del Centro, S.A., controla el sistema central eléctrico del país, (entendiendo esto como la zona donde se encuentra el centro nervioso del país, pues es donde se localiza la sede de los poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial) distribuyendo la energía que se consume en esta zona geográficamente pequeña pero enorme en cuanto a la importancia descrita anteriormente. Parte de esta energía la genera, el resto lo compra a la C.F.E. es bueno saber que además fabrica el material necesario para la construcción de sus líneas de transmisión y redes de distribución, así como una mínima parte de los elementos o equipos eléctricos necesarios para sus necesidades.

2.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Dentro de las actividades realizadas por Luz y Fuerza del Centro, existió un programa de electrificación de colonias proletarias llamado “Plan Valle de México”, el cual fue sustituido por el llamado PRONASOL, el cual también desapareció y en la actualidad existen otros programas de tipo social que se denominan “CDS” (Convenio de Desarrollo Social), “PIE” (Programa de Inversión Estatal) y “RECMUN” (Recursos Municipales), en el que para que una colonia pueda ser tomada en consideración debe cubrir requisitos tales como:

- 1.- Nivel socio-económico bajo.
- 2.- Ser exclusivamente habitacional.
- 3.- Construcciones tipo proletario.
- 4.- Presentar constancia de regularización de predios, certificada por la autoridad correspondiente

Estos requisitos pudieran parecer caprichosos, pero obedecen exclusivamente a la razón de que este programa es de beneficio social, por lo que ofrece a los colonos la oportunidad de pagar únicamente el 50% del costo de la electrificación, quedando el otro 50% a cargo de las autoridades municipales, estatales ó federales.

Después de cubrir estos requisitos satisfactoriamente, ante la oficina denominada Unidad de Electrificación y llenar la solicitud correspondiente, esta oficina origina un oficio solicitando se investigue la colonia, se debe anexar un croquis de localización, un listado de los beneficiarios y si es posible, un plano de la colonia; estos documentos son proporcionados por los colonos; el oficio es enviado a la Subgerencia de Proyectos y es la instancia que gira las instrucciones pertinentes a la Sección de Ayudantes Técnicos, para evaluación de la colonia y elaboración del proyecto y presupuesto.

2.3 ANALISIS DEL ÁREA DE PROYECTOS (AYUDANTES TÉCNICOS)

La sección de Ayudantes Técnicos es importante dentro de la organización de los trabajos de electrificación, debido a la participación tan activa en los distintos puntos que toca, que son;

- 1.- Investigar la solicitud de electrificación de la colonia, la cual fue presentada por los colonos solicitantes y en base a una visita que se efectúa a la colonia, informa si es ó no factible la electrificación.
- 2.- Envía al personal de topografía a la colonia investigada y que es factible de electrificar; para que haga un levantamiento topográfico de la zona. (Plano No. 1)
- 3.- Realizar el diseño de la red, en base al plano topográfico, viendo la posibilidad de alimentación más cercana a la zona por electrificar.
- 4.- Elaborar los presupuestos de material de la red de distribución y de acometidas y medidores, además de calcular el costo de la labor de electrificación.

5.- Cuantificar el material de red de distribución y de acometidas y medidores que se hayan instalado en la colonia, al ser informada la sección de que la colonia se ha terminado de electrificar.

6.- Elaborar el proyecto de Alumbrado Público, ya sea con el proyecto de la red de distribución o con el plano definitivo de instalación de la red de distribución, de acuerdo a las instrucciones recibidas.

7.- Realizar el presupuesto de material y labor de Alumbrado Público, y su posterior cuantificación

2.4 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Para diseñar una red de distribución se toman en cuenta los siguientes factores: Regulación, Continuidad, Eficiencia y Costo.

El diseño de la red de distribución se hace en base al levantamiento topográfico, ya que, para diseñar se necesita conocer el terreno porque en el plano no se tienen curvas de nivel; ni lo accidentado del terreno; conforme se va recorriendo el terreno se va señalando en el plano la ubicación de los postes por instalar, cumpliendo hasta donde sea posible con la norma que indica que la postería debe situarse al sur y oriente, evitando siempre que los postes queden dentro de predios, barrancos o al centro de las vialidades.

Respecto a los conductores, se debe evitar el exceso de quiebres buscando la mayor cantidad de rectas posibles, tampoco deben cruzar predios o construcciones; por último, deben evitarse claros interpostales mayores de 50 Mts. (en la modalidad de línea abierta con conductor desnudo) y de 40 Mts en la instalación de conductor forrado trenzado. en la red secundaria y de 60 Mts.. en la red primaria.

Las redes primarias generalmente se instalan en tal. forma que su área de dominio se enmarca por una troncal que se divide en líneas de amarre; la troncal normalmente es de cable calibre ALD 336 y ACSR 1/0, y las líneas de amarre, que alimentan a los transformadores de distribución son de cable calibre ACSR No. 2.

Las redes secundarias se instalan de acuerdo a las necesidades; en cuanto a la cantidad de líneas de refuerzo en el secundario se refiere, esta varía de acuerdo a los cálculos eléctricos que se efectúan; cuando la baja tensión es con línea abierta y conductor desnudo normalmente los refuerzos son de cable calibre CUD 1/0 para las fases y Alambre CUD 4 para el neutro, y

en las líneas normales se utiliza el mismo Alambre CUD 4 para las fases y el neutro; pero cuando la baja tensión es con conductor forrado trenzado, los refuerzos son de BMCU 3 X 1/0 y el resto de la red es con BMCU 3 X4.

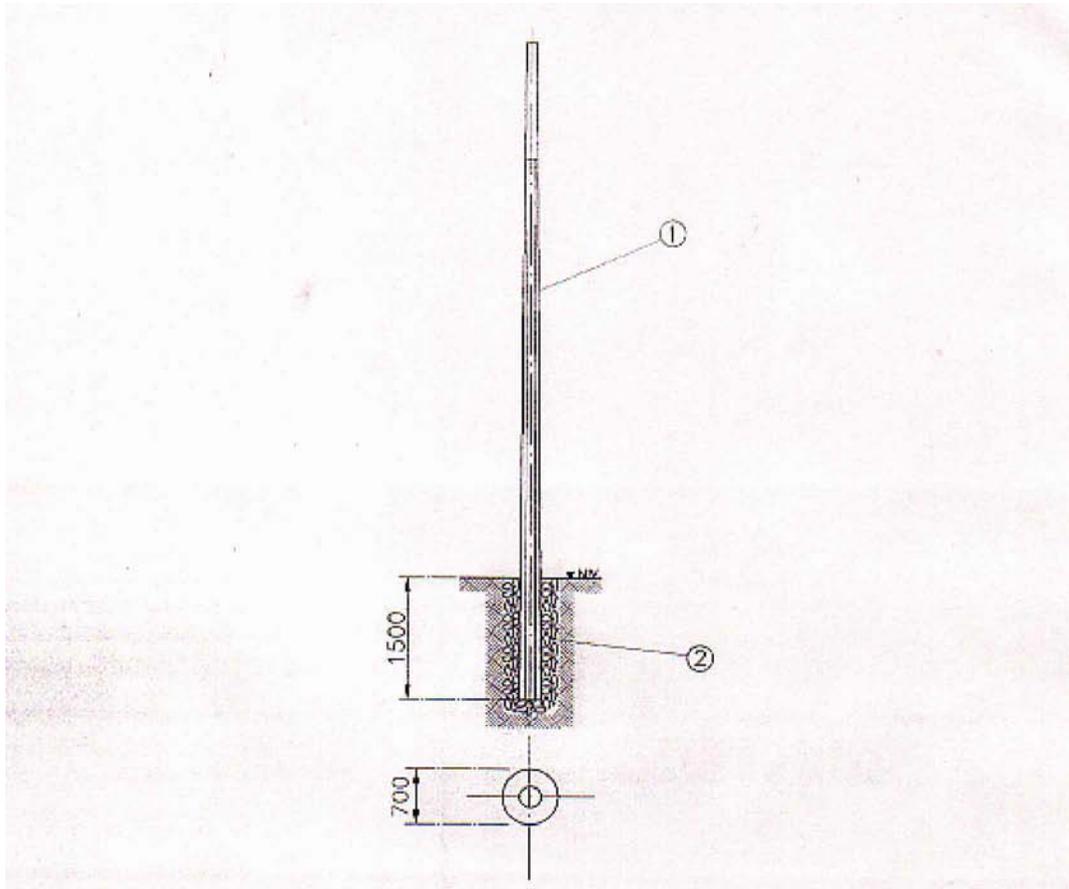
En este trabajo, se diseñarán para los troncales Cable ACSR 1/0 y ACSR No. 2 para las líneas de amarre en la red primaria; y en la red secundaria se usarán las dos opciones mencionadas en cuanto a conductores en baja tensión; Cable CUD 1/0 para las fases en las líneas de refuerzo, y alambre CUD 4 para el neutro y fases y neutro de las líneas normales; y en el caso del conductor forrado sólo usaremos BMCU 3 X1/0 para toda la red secundaria, pues en la actualidad existe un programa denominado “Reducción de pérdidas” y esta dirigido a evitar los fraudes y el robo de energía eléctrica en la zona de influencia de Luz y Fuerza del Centro.

Teniendo ubicada la postería en el plano, se determinan las zonas de cada uno de los transformadores, marcándose las líneas de baja tensión y tratando de formar la mayor cantidad de mallas posibles en el caso del conductor desnudo; y redes de tipo radial en el caso del conductor trenzado forrado. Si un transformador no forma una malla, en el caso del conductor desnudo, deberá tenerse en cuenta que no se debe exceder una distancia mayor de 320 Mts. desde el transformador hasta el último poste alimentado por éste para evitar una gran caída de tensión, claro que esto deberá determinarse en base a los cálculos eléctricos que se efectúan; y en cuanto a la baja tensión forrada, si se utiliza un transformador de 30 Kva., no deberán proyectarse más de dos tramos (80 Mts.) a cada lado del mismo y si el transformador es de 45 Kva. no deberán ser más de tres tramos (120 Mts.) a cada lado del transformador.

Ya teniendo situados los transformadores, se debe marcar en el plano la alimentación en media tensión más cercana, la que ya se ha verificado en el momento de hacer la investigación, y también ya debe tenerse la información de si el alimentador primario del cual pretende derivarse, tiene capacidad para recibir mas carga.

Después de ubicada la postería, trazadas las líneas de media y baja tensión, localizados los transformadores y formadas las mallas (dependiendo del conductor), el siguiente paso es marcar las capacidades de los transformadores y las líneas de refuerzo (esto se hace después de hacer el cálculo eléctrico, que en nuestro caso será en el siguiente capítulo), los calibres de la red primaria y todos los datos que sean necesarios; inmediatamente se elabora un cuadro que consta de los siguientes datos:

- 1.- Cantidad de postes por tipo (CR-6 para retenidas, CR-9 para baja tensión y retenidas, CR-12, CR-12E y CR-14) y la suma total de los mismos (Figuras 18, 19, 20, 21 y 22)
- 2.- Cantidad de tramos de líneas de media y baja tensión
- 3.- Cantidad de transformadores por capacidad y la suma total de los mismos
- 4.- Tipo de terreno, indicando los porcentajes, tierra, tepetate, boleó y roca
- 5.- Metros lineales de conductor en media y baja tensión
- 6.- Total de servicios habitados y baldíos y la suma total de los mismos



Ref.	N O M B R E	Norme LyF	Unidad	Cantidad
1	POSTE CR-9	2.0110	Pza.	1
2	PIEDRA BRAZA 25	2.0328	m ³	0.25

APLICACION:

Soportar líneas de distribución

CLAVE DEL NOMBRE :

CR = Concreto reforzado

9 = Longitud aproximada en m.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

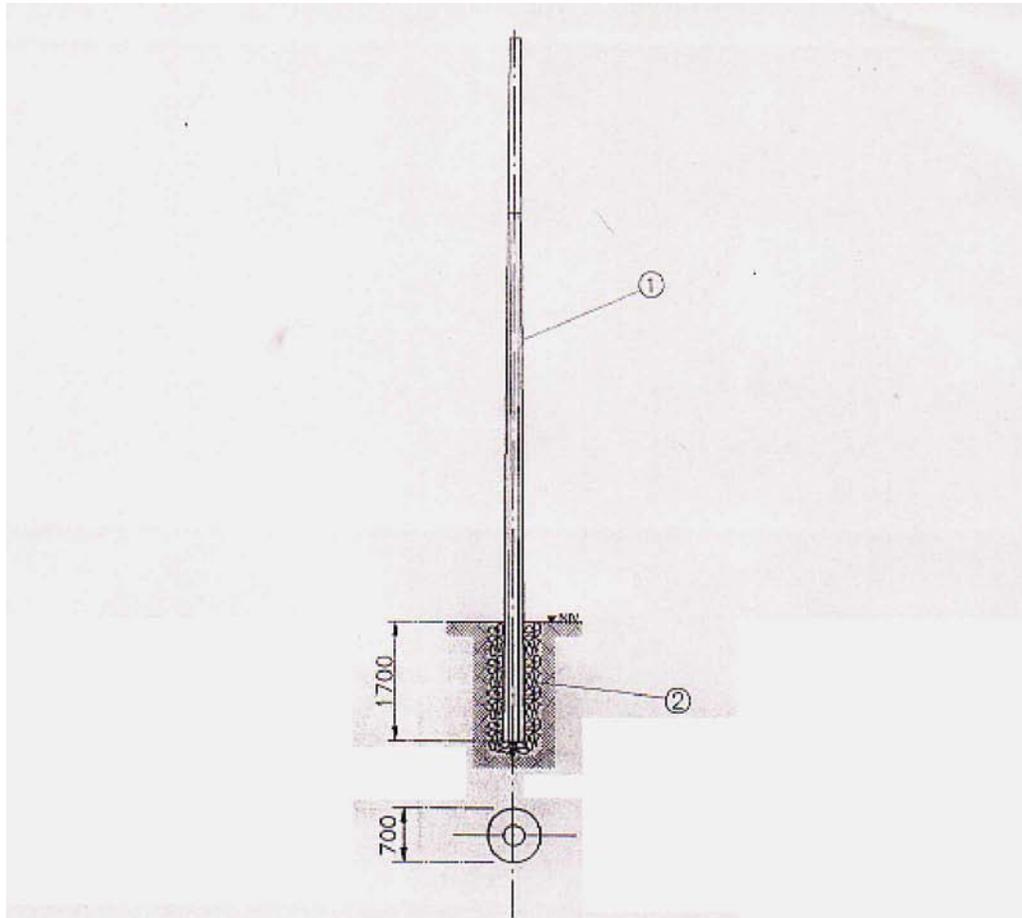
TESIS PROFESIONAL

POSTE CR-9

FIGURA No. 29

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	POSTE CR-12	2.0110	Pza.	1
2	PIEDRA BRAZA 25	2.0328	m ³	0.25

APLICACION:

Soportar líneas de distribución

CLAVE DEL NOMBRE :

CR = Concreto reforzado

12 = Longitud aproximada en m.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

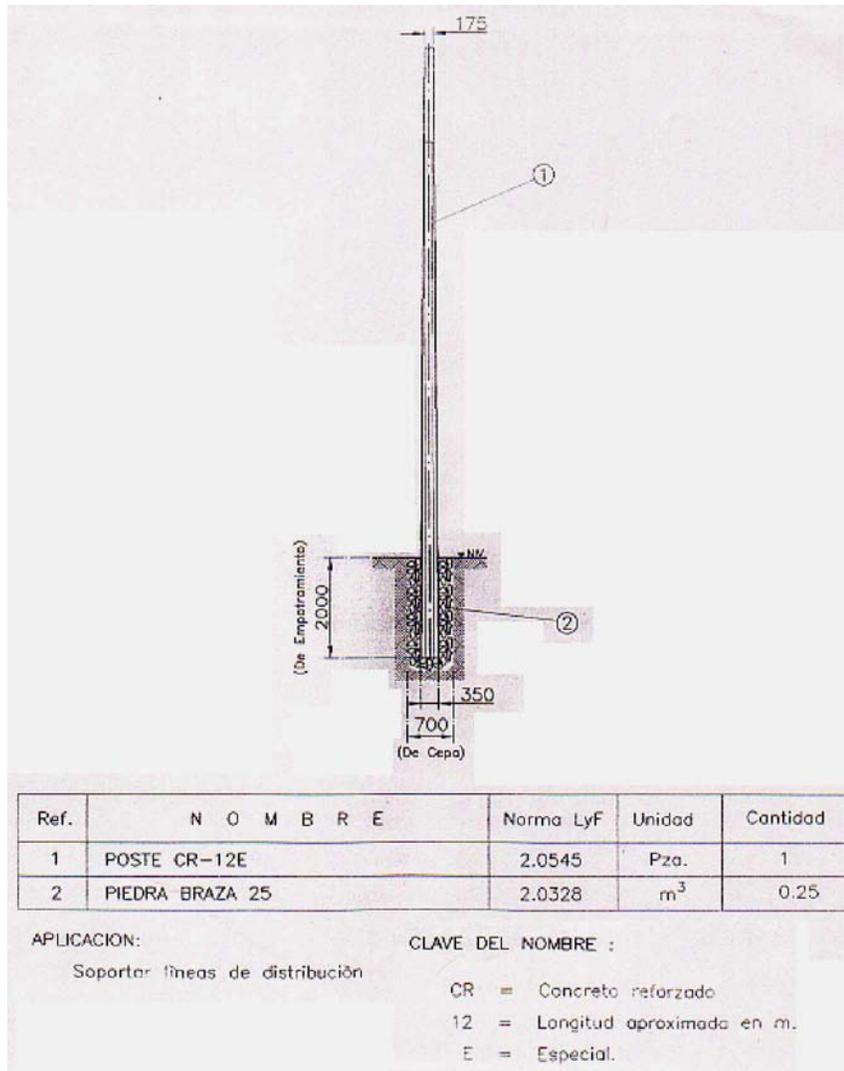
TESIS PROFESIONAL

POSTE CR-12

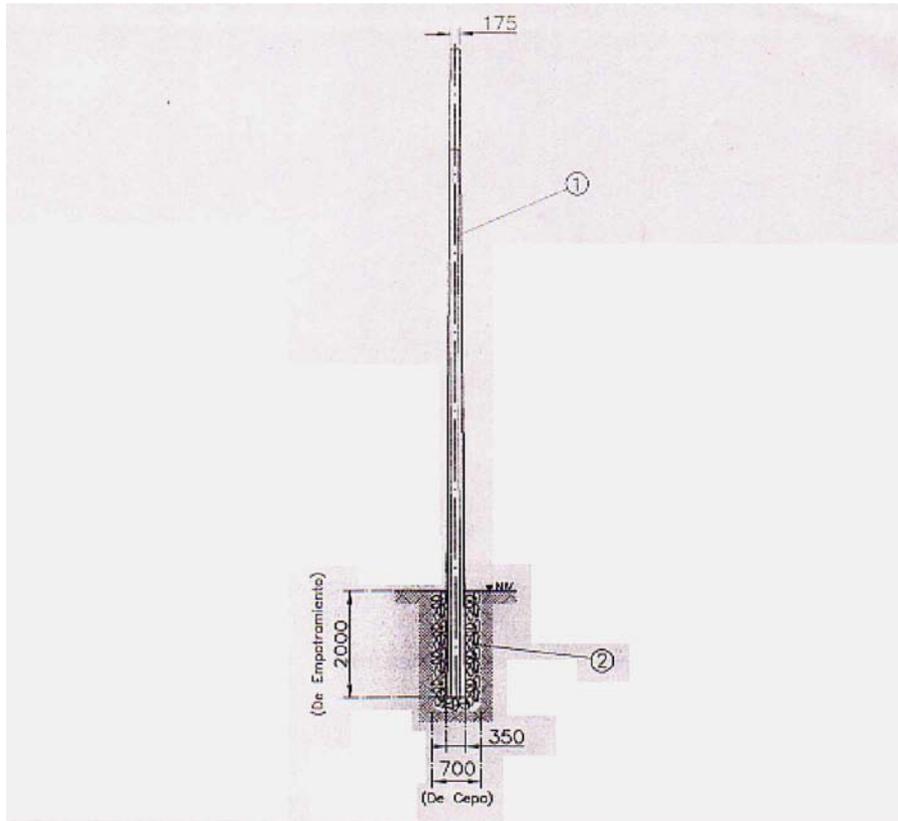
FIGURA No. 30

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
POSTE CR-12E		
FIGURA No. 31	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	POSTE CR-12E	2.0545	Pza.	1
2	PIEDRA BRAZA 25	2.0328	m ³	0.25

APLICACION:

Soportar líneas de distribución

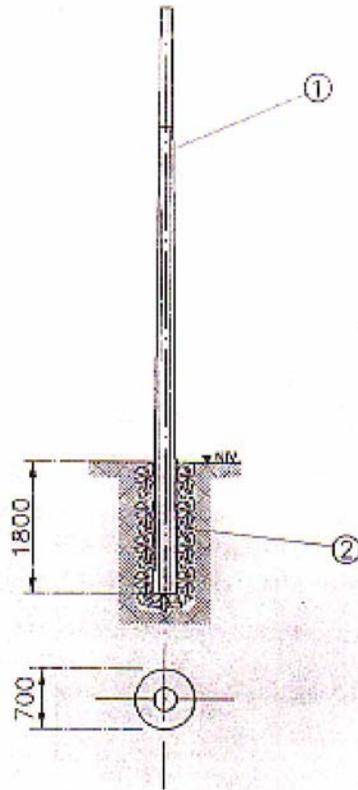
CLAVE DEL NOMBRE :

CR = Concreto reforzado

12 = Longitud aproximada en m.

E = Especial.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
POSTE CR-14 E		
FIGURA No. 32	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	POSTE CR-6	2.0110	Pzo.	1
2	PIEDRA BRAZA 25	2.0328	m ³	0.25

APLICACION:

Retenidas

CLAVE DEL NOMBRE :

CR = Concreto reforzado

6 = Longitud aproximada en m.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

POSTE CR-6

FIGURA No. 33

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

- 7.- Promedio de servicios por poste (Total de servicios entre total de postes)
- 8.- Porcentaje de habitabilidad (Servicios habitados entre total de servicios)
- 9.- Notas especiales, en las que se indica alguna conexión, retiro o reemplazo de postes existentes, retiro o reemplazo de líneas de media y baja tensión, indicaciones de precaución en la perforación de cepas por instalaciones hidráulicas, líneas de PEMEX, etc.

El último paso, es hacer un listado de símbolos en el plano, en el cual se marcan todos los elementos que aparecen en el plano tales como: postes, líneas de baja y media tensión, transformadores, etc.; después de todo esto, el plano es enviado a la sección de Dibujo.
(Plano No. 2)

CAPITULO III

CALCULO ELÉCTRICO DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVOS

3.2 DESARROLLO DEL CÁLCULO ELÉCTRICO DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVOS

Luz y Fuerza del Centro tiene establecidos una serie de lineamientos en todos sus trabajos que se denominan Normas, las cuales tienen o marcan la obligatoriedad de ser respetadas; en el presente trabajo, se cumplió con estas disposiciones en todas y cada una de las actividades inherentes al desarrollo del mismo.

Todas las normas están elaboradas basándose en estudios y experiencias por lo que, sus disposiciones deben respetarse siempre y cuando existan las condiciones necesarias, ocasionalmente podría utilizarse un cable de calibre distinto al indicado, por no haber en existencia el requerido, pero se deberá utilizar el calibre siguiente en orden ascendente, o sea, un calibre mayor y no un calibre menor, pero nunca se podrá utilizar un aislador para 6 kv en lugar de uno para 23 kV, etc.; uno de los lineamientos o normas que siempre deberán respetarse, es el que se refiere a los cálculos eléctricos para la correcta distribución de la energía eléctrica, para que en ningún momento los usuarios se quejen de bajos voltajes; o transformadores de menor capacidad de la que se requiere; esto quiere decir que, se deben hacer invariablemente los estudios necesarios para reducir al máximo la caída de tensión y el porcentaje de regulación, para que, la corriente que llegue hasta los puntos mas alejados de un transformador tenga un valor de utilización suficiente para cubrir las necesidades de los usuarios.

3.2 DESARROLLO DEL CALCULO ELÉCTRICO DEL PROYECTO

A continuación se verá el cálculo de la caída de tensión (voltaje) en la baja tensión de los 4 transformadores que integran el proyecto presente, primero se presenta el cálculo con conductor forrado (BMCU) y después con conductor desnudo (CUD).

La caída de tensión está afectada por la corriente, la distancia y la impedancia del conductor.

Los símbolos utilizados en las tablas de cálculo, son los siguientes:

- e** = Caída en volts
- I** = Corriente en amperes
- Z** = Impedancia del conductor en Ohms por kilómetro
- d** = Distancia entre puntos

Considerando 500 watts por servicio

$$I = \sqrt{\frac{500}{3(220)0.90}} = 1.5 \text{ amperes x servicio}$$

Para el cálculo de caída de tensión, solo se multiplica la corriente por la distancia (en Kms.) y por la impedancia.

Cálculo con conductor forrado BMCU (Neutranel)

Transformador No. 1

Vi =	Voltaje inicial	Caída de tensión =		$\frac{Vi - Vf}{Vf}$	X 100 = R	
Vf =	Voltaje final					
Puntos	Servicios	Corriente por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e	
A - B	6	1,5	0,040	0,51	0,18	
B - C	4	1,5	0,026	0,51	0,08	
C - D	2	1,5	0,040	0,51	0,06	
					<u>0,32</u>	Volts
			$\frac{127 - 126,68}{126,68}$		X 100 = 0,25 %	
A - E	5	1,5	0,040	0,51	0,15	
E - F	4	1,5	0,042	0,51	0,13	
F - G	2	1,5	0,04	0,51	0,06	
					<u>0,34</u>	Volts
			$\frac{127 - 126,66}{126,66}$		X 100 = 0,27 %	

Transformador No. 2

	Vi =	Voltaje inicial	Caída de tensión =		$\frac{Vi - Vf}{Vf}$	X 100 = R
	Vf =	Voltaje final				
Puntos	Servicios	Corriente Por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e	
A - B	7	1,5	0,040	0,51	0,21	
B - C	4	1,5	0,040	0,51	0,12	
					<u>0,33</u>	volts
			$\frac{127 - 126,67}{126,67}$			X 100 = 0,26 %
A - D	5	1,5	0,040	0,51	0,15	
D - E	3	1,5	0,042	0,51	0,10	
					<u>0,25</u>	volts
			$\frac{127 - 126,75}{126,75}$			X 100 = 0,20 %

Transformador No. 3

	Vi =	Voltaje inicial	Caída de tensión =	$\frac{Vi - Vf}{}$	X 100 = R	
	Vf =	Voltaje final			Vf	
Puntos	Servicios	Corriente por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e	
A - B	8	1,5	0,040	0,51	0,24	
B - C	6	1,5	0,040	0,51	0,18	
C - D	3	1,5	0,040	0,51	0,09	
					<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
					0,51	volts
			$\frac{127 - 126,49}{126,49}$	X 100 = 0,40 %		
A - E	14	1,5	0,040	0,51	0,43	
E - F	10	1,5	0,040	0,51	0,31	
F - G	6	1,5	0,020	0,51	0,09	
F - G	2	1,5	0,040	0,51	0,06	
					<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
					0,89	volts
			$\frac{127 - 126,11}{126,11}$	X 100 = 0,71 %		

Transformador No. 4

	Vi = Vf =	Voltaje inicial Voltaje final	Caída de tensión =	$\frac{Vi - Vf}{Vf}$	X 100 = R
Puntos	Servicios	Corriente por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e
A - B	4	1,5	0,040	0,51	0,12
B - C	2	1,5	0,040	0,51	0,06
					<u>0,18</u>
					volts
			$\frac{127 - 126,82}{126,82}$	X 100 = 0,14 %	
A - D	7	1,5	0,040	0,51	0,21
D - E	2	1,5	0,042	0,51	0,06
					<u>0,27</u>
					volts
			$\frac{127 - 126,73}{126,73}$	X 100 = 0,21 %	

Cálculo con conductor desnudo CUD (cobre desnudo)

Transformador No. 1

Vi =	Voltaje inicial	Caída de tensión =		$\frac{Vi - Vf}{Vf}$	X 100 = R	
Vf =	Voltaje final					
Puntos	Servicios	Corriente por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e	
A - B	6	1,5	0,040	0,51	0,18	
B - C	4	1,5	0,026	1.03	0,16	
C - D	2	1,5	0,040	1,03	0,12	
					<u>0,46</u>	Volts
			$\frac{127 - 126,54}{126,54}$	X 100 =	0,36 %	
A - E	5	1,5	0,040	0,51	0,15	
E - F	4	1,5	0,042	1.03	0,26	
F - G	2	1,5	0,04	1,03	0,12	
					<u>0,53</u>	Volts
			$\frac{127 - 126,47}{126,47}$	X 100 =	0,42 %	

Transformador No. 2

	Vi =	Voltaje inicial	Caída de tensión =		$\frac{Vi - Vf}{Vf}$	X 100 = R
	Vf =	Voltaje final				
Puntos	Servicios	Corriente por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e	
A - B	7	1,5	0,040	0,51	0,21	
B - C	4	1,5	0,040	1,03	0,25	
					<u>0,46</u>	volts
			$\frac{127 - 126,54}{126,54}$	X 100 = 0,36 %		
A - D	5	1,5	0,040	0,51	0,15	
D - E	3	1,5	0,042	1,03	0,19	
					<u>0,34</u>	volts
			$\frac{127 - 126,66}{126,66}$	X 100 = 0,27 %		

Transformador No. 3

Puntos	Servicios	Corriente por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e	X 100 = R
						$\text{Caída de tensión} = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100 = R$
A - B	8	1,5	0,040	0,51	0,24	
B - C	6	1,5	0,040	1,03	0,37	
C - D	3	1,5	0,040	1,03	0,19	
					0,80	volts
			$\frac{127 - 126,20}{126,20}$	X 100 = 0,63 %		
A - E	14	1,5	0,040	0,51	0,43	
E - F	10	1,5	0,040	1,03	0,62	
F - G	6	1,5	0,020	1,03	0,19	
F - G	2	1,5	0,040	1,03	0,12	
					1,36	volts
			$\frac{127 - 125,64}{125,64}$	X 100 = 1,08 %		

Transformador No. 4

Puntos	Servicios	Corriente por servicio I	Distancia en Kms. d	Impedancia Z	Caída en volts e	X 100 = R
					$\frac{V_i - V_f}{V_f}$	
						Caída de tensión =
						Vi = Voltaje inicial
						Vf = Voltaje final
A - B	4	1,5	0,040	0,51	0,12	
B - C	2	1,5	0,040	1,03	0,11	
					0,23	volts
			$\frac{127 - 126,77}{126,77}$	X 100 = 0,18 %		
A - D	7	1,5	0,040	0,51	0,21	
D - E	2	1,5	0,042	1,03	0,12	
					0,33	volts
			$\frac{127 - 126,67}{126,67}$	X 100 = 0,26 %		

CAPITULO IV

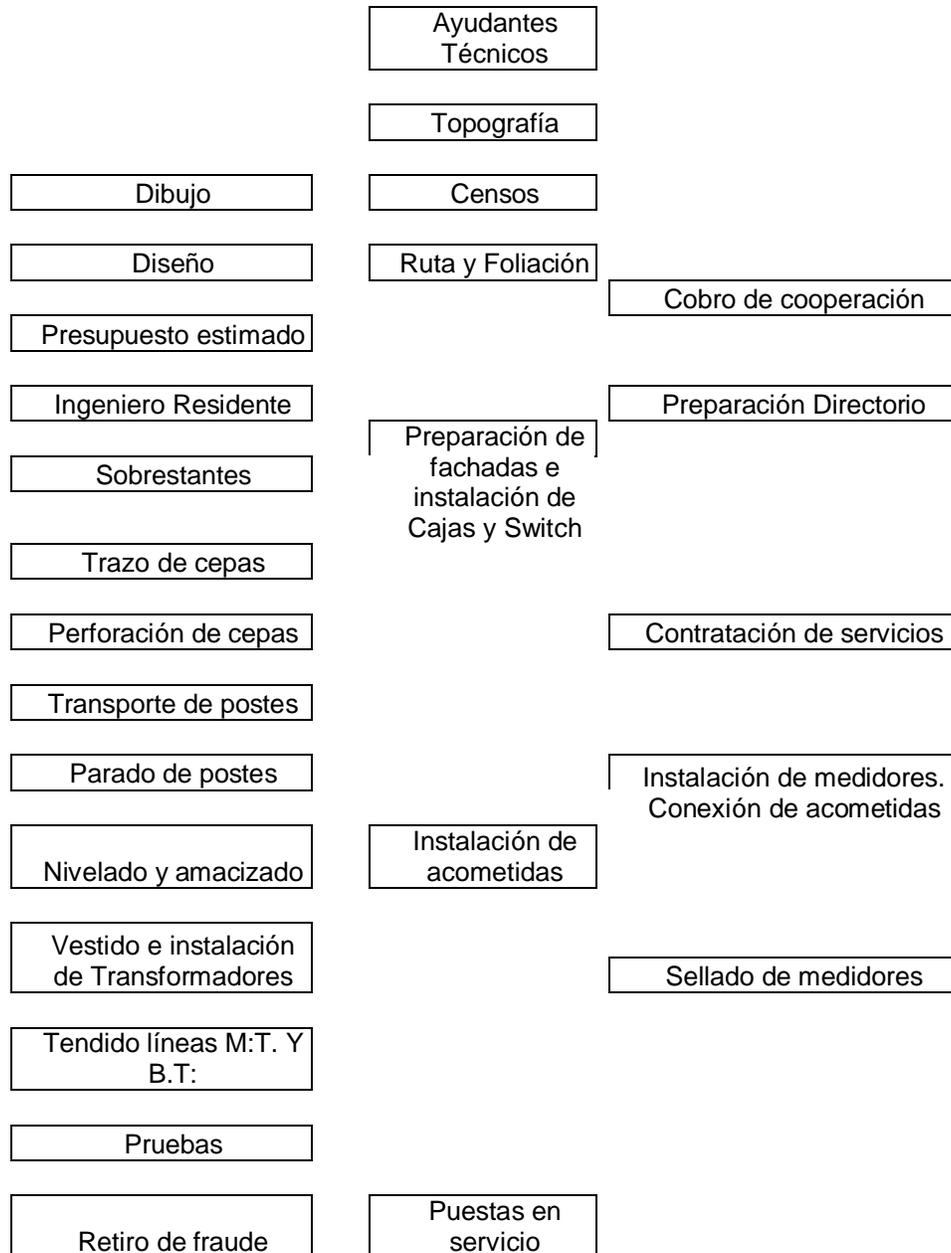
FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES

- 4.1 Flujograma de Actividades
- 4.2 Aspectos generales
- 4.3 Trazo de cepas
- 4.4 Perforación de cepas
- 4.5 Transporte de postes
- 4.6 Distribución de postes
- 4.7 Parado de postes
- 4.8 Nivelado de postes
- 4.9 Vestido de postes
- 4.10 Tendido de líneas
- 4.11 Instalación de puentes y derivaciones
- 4.12 Instalación de plataformas
- 4.13 Montaje de transformadores
- 4.14 Sujeción de transformadores
- 4.15 Instalación de apartarrayos y portafusibles
- 4.16 Marcado de RT's
- 4.17 Modificación de herrajes
- 4.18 Pruebas y puestas en servicio
- 4.19 Censos.
- 4.20 Ruta, foliación y directorio
- 4.21 Contratación de servicios

- 4.22 Instalación de cajas M-11S.
- 4.23 Instalación de acometidas y medidores.
- 4.24 Sellado de. medidores
- 4.25 Desconexión y conexión de acometidas
- 4.26 Retiro de fraude

4.1 FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES

FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES

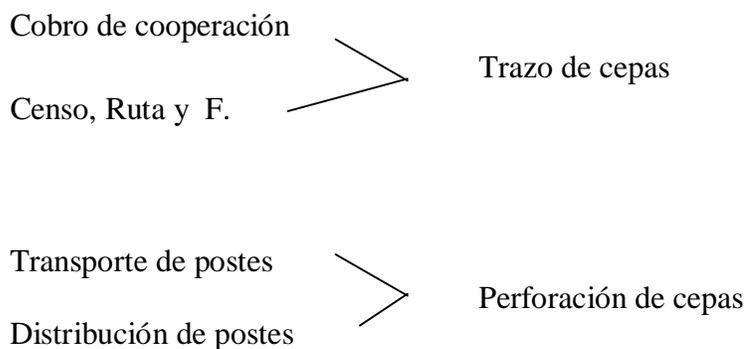


4.2 ASPECTOS GENERALES

En el Capítulo II, se mencionó la existencia de todos y cada uno de los programas de beneficio social que han existido o que todavía existen en las electrificaciones de colonias proletarias y zonas rurales dentro de la zona de trabajo de Luz y Fuerza del Centro, y las razones por las cuales se deben cubrir varios requisitos para integrarse a sus programas de obras.

Los colonos al pagar el 50% del costo como cooperación, no están adquiriendo en copropiedad las instalaciones que se construyan, esto quiere decir que el total de las obras pertenece a Luz y Fuerza del Centro, y pasan a formar parte del Activo Fijo de la empresa. También se mencionó que de los gobiernos municipales, estatales y/o federales, se hacen cargo del otro 50% del costo, y para que esto no sea oneroso, se instrumentó un flujograma de actividades, en el cual se trata de evitar los tiempos perdidos y así realizar la electrificación en el menor tiempo posible, y consecuentemente el costo de mano de obra se reduce, lo que comparando el costo final contra el presupuesto se nota que no arroja una diferencia; ya que en el estimado que se hace, se toman ritmos de trabajo óptimos con cuadrillas de trabajo especializadas en cada actividad.

Lo anterior quiere decir que cuando una colonia proletaria es incorporada a alguno de los programas mencionados, se le asigna una fecha de iniciación y una fecha de terminación de obra, marcando cierto tiempo para cada una de las actividades y tratando de hacer distintas labores al mismo tiempo, por ejemplo:



etc.

4.3 TRAZO DE CEPAS

En el proceso de instalación de las redes de distribución aérea, el inicio de las actividades comienza con el trazo de cepas para instalación de postería y consiste en señalar físicamente en el campo los puntos donde se van a instalar los postes e indicar el tipo de poste. Es una labor que se desarrolla basándose en el plano de diseño de la red de distribución, y se marcan las cepas de acuerdo al terreno como sigue: En terreno rocoso se marcan con pintura de aceite, y cuando el terreno es blando como tierra o tepetate suave, se marcan clavando estacas de madera, y se indica también en un muro o en una roca con pintura el tipo de poste que se va a instalar en cada punto.

Esta labor se hace previa a una investigación con el encargado de electrificación de la colonia de la existencia de ductos de agua, drenaje, gas, etc. Que impidan la perforación de la misma.

4.4 PERFORACIÓN DE CEPAS

El perforado de cepas es una actividad que requiere de personal capacitado y responsable; considerando que debe cuidar de no dañar las instalaciones que se alojan en el subsuelo como son: las hidráulicas, sanitarias, de gas, etc.

Según el tipo de terreno, existen 3 tipos de perforación:

- 1.- Mecánica
- 2.- Manual
- 3.- Neumática

- 1.- Perforación mecánica se denomina al tipo de apertura de cepas hecha con una broca, la cual está instalada en la plataforma de un camión. Este tipo de perforación se hace en suelos de tierra y tepetate suave, siempre y cuando el camión con la broca tenga acceso.
- 2.- La perforación manual se lleva a cabo en lugares inaccesibles para el camión con broca; se utilizan barretas y cucharones.
- 3.- La perforación neumática se hace con pistolas de aire alimentadas con compresores, y se lleva a cabo en terrenos rocosos o tepetatosos.

4.5 TRANSPORTE DE POSTES

Esta actividad se lleva a cabo por medio de un camión con plataforma y una pluma con malacate para efectuar las maniobras de carga y descarga; este camión es conocido como “postero”.

El camión es cargado con los postes en el campamento en el que tenga su base y de ahí parte a la colonia, en donde previamente se ha escogido un lugar para depositar todos los postes, excepto los que puedan ser dejados al pie de su cepa.

4.6 DISTRIBUCION DE POSTES

Se llama distribución de postes a la actividad de dejar los postes en cada una de las cepas correspondientes; existen dos tipos de distribución de postes, y que son:

- 1.- Mecánica
- 2.- Manual

1.- Mecánica.- Se realiza por medio de un camión de menores dimensiones que el postero el cual es conocido como “pato”, y que distribuye los postes cuando el postero no cuenta con tiempo suficiente para hacerlo, o cuando lo reducido de las calles no se lo permite.

2.- Manual.- Se realiza por medios humanos, cuando ni el postero ni el pato tienen acceso a las cepas, debido a lo accidentado del terreno.

4.7 PARADO DE POSTES

Esta maniobra consiste en la introducción de los postes en cada una de las cepas que ya han sido previamente perforadas, también existen dos tipos de parado de postes, las cuales son:

- 1.- Parado Mecánico
- 2.- Parado Manual

- 1.- Parado mecánico.- Se lleva a cabo por medio de un polecat (pato), el cual con su grúa levanta los postes y los mete a su correspondiente cepa.
- 2.- Parado manual.- Se lleva a cabo por medio de la fuerza humana en donde no hay acceso al polecat; se levantan los postes por medio de sogas sólidas y se introducen a la cepa: Esta actividad debe llevarse a cabo con mucho cuidado por el peligro de que caiga un poste sobre el personal

4.8 NIVELADO DE POSTES

Una vez que se ha cumplido con las actividades anteriores y con la seguridad de que no va a haber cambios o modificaciones en la postería, el siguiente paso es nivelar los postes.

Este consiste básicamente en alinearlos con respecto a los demás postes, un detalle muy importante es que los postes que se vayan a alinear presenten una sola cara en relación a la calle.

Estando introducidos los postes en las cepas, se colocan 4 cuerdas llamadas “vientos” y se va haciendo la maniobra de irlos orientando y equilibrando hasta que están rectos, y en este momento se suspende la maniobra, se afianzan los vientos y se pone piedra braza en la cepa para amacizar los postes e inmediatamente se rellena la cepa.

Lo importante es que después de ser amacizados los postes, y soporten todos los herrajes, tensiones y movimientos de trabajo del personal, los postes no sean modificados en su alineamiento con respecto a los demás.

Hay que tener en cuenta que en el momento de amacizar el poste, éste debe quedar ligeramente inclinado al lado opuesto de la dirección de las líneas para que, cuando se instalen

todos los herrajes y se le de tensión a la línea, el poste quede alineado en relación a los demás postes.

4.9 VESTIDO DE POSTES

Se llama vestido de postes, a la colocación de los herrajes para sujeción de las líneas; existen 3 tipos de vestidos, y son los siguientes:

- 1.- Vestido de postes Media Tensión Crucetas Dobles
- 2.- Vestido de postes Media Tensión Crucetas Sencillas
- 3.- Vestido de postes Baja Tensión

1.- Vestido de postes Media Tensión Crucetas Dobles.- Consiste en la instalación de dos crucetas paralelas sujetadas con tornillos y dados al poste; existen 4 tipos de Crucetas Dobles que son:

Cruceta Doble CD - Con 6 aisladores de suspensión
(Figura 23)

Cruceta Doble CD - Con 9 aisladores de tensión
(Figura 24)

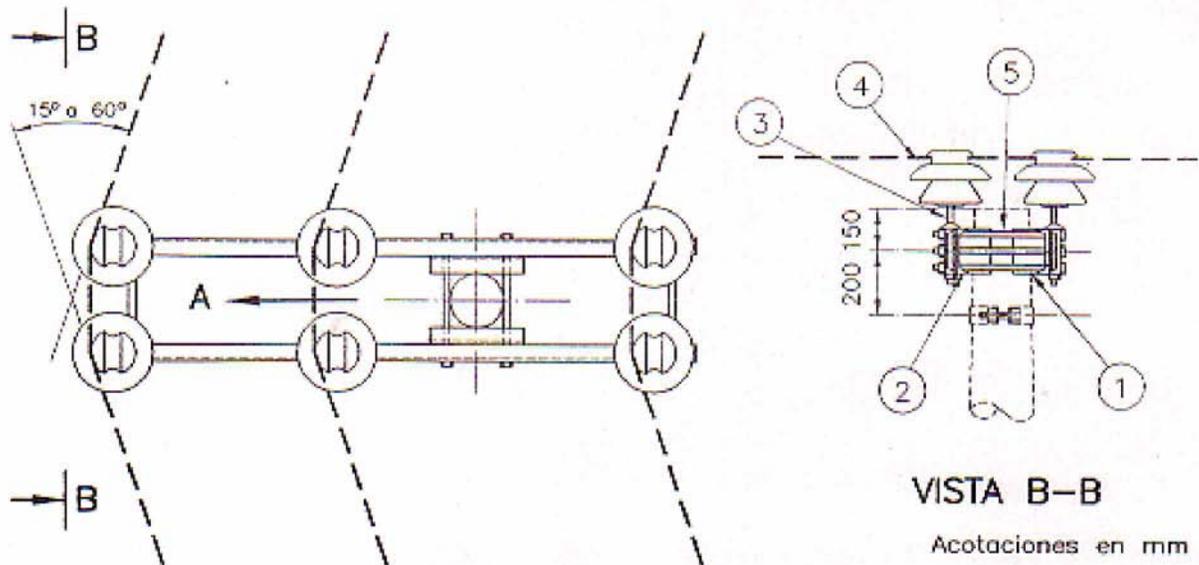
Cruceta Doble CD - Con 9 aisladores de tensión y
3 aisladores de suspensión
(Figura 25)

Cruceta Doble CD - Con 18 aisladores de tensión y
3 aisladores de suspensión
(Figura 26)

2.- Vestido de postes Media Tensión Cruceta Sencilla.- Consiste en la instalación de una cruceta sujeta con abrazaderas U y dados; existen 2 tipos de Cruceta Sencilla:

Cruceta de Paso.- Con 3 aisladores de suspensión, líneas de paso
(Figura 27)

Cruceta de Remate.- Con aisladores de suspensión, líneas de remate
(Figura 28)



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	DADO 47	2.0133	Pza.	2
2	CRUCETA 43 DR	2.0638	Pza.	2
3	ALFILER 234	2.0341	Pza.	6
4	AISLADOR A 56-2	2.0070	Pza.	6
5	TORNILLO MAQ. 5/8 x 16	2.0187	Pza.	6

APLICACION :

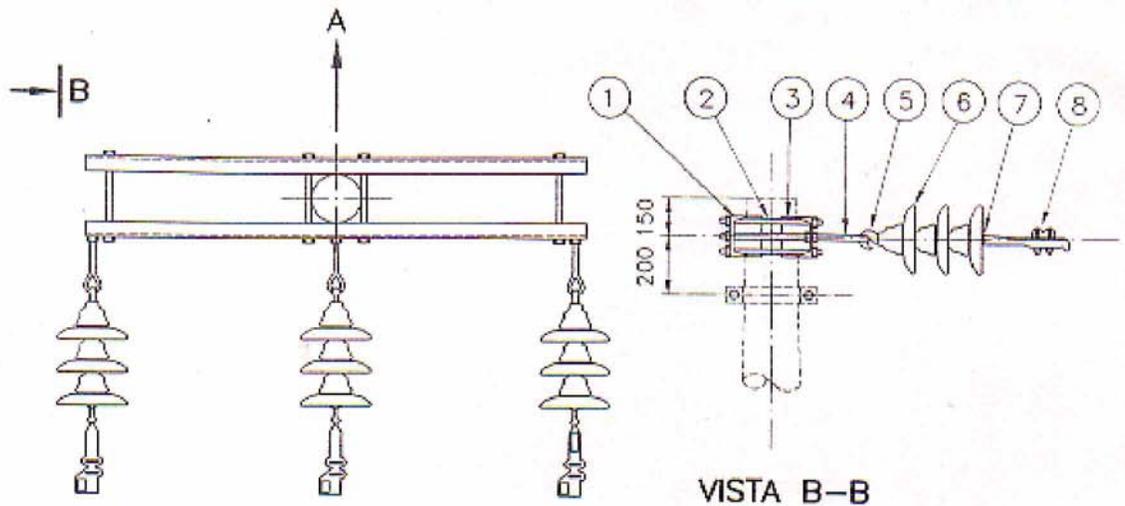
Instalado en PASTE CR-E, en línea de 23 KV y utilizando dos montajes Retenida PASTE CR-6 en las direcciones A y B, permite efectuar refuerzo en líneas largas, cada 600 metros.

CLAVE DEL NOMBRE :

23 = 23,000 volts.

600 = 600 metros, distancia entre refuerzos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CRUCETA DOBLE (CD)		
FIGURA No. 34	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



→ B

Anotaciones en mm

Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	CRUCETA 43 R	2.0637	Pza.	2
2	TORNILLO MAQ. 5/8 x 12	2.0187	Pza.	6
3	DADO 45	2.0133	Pza.	2
4	TORNILLO OJO 16 x 178	2.0188	Pza.	3
5	GANCHO CON BOLA	2.0143	Pza.	3
6	AISLADORES S 52-3	2.0066	Pza.	9
7	CALAVERA CON OJO	2.0093	Pza.	3
8	GRAPA T 556 A	2.0139	Pza.	3

APLICACION :

Instalado en Poste de acero y utilizando un montaje Retenido Poste CR-6 en la dirección A, permite efectuar remate de línea de 23 KV con cable ACSR ò Ald calibres 4/0 a 556.

CLAVE DEL NOMBRE :

23 = 23,000 volts.

G = Gruesa (calibre 4/0 a 556)

U

FES ARAGON

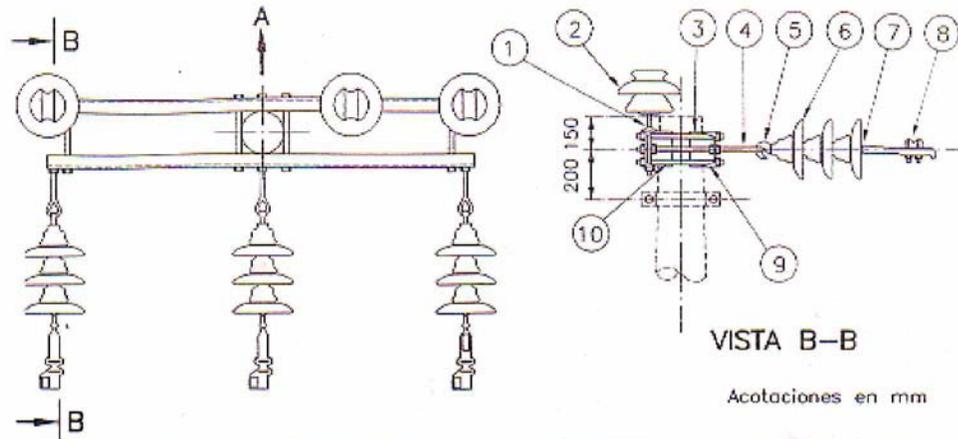
TESIS PROFESIONAL

CRUCETA DOBLE (CD)

FIGURA No. 35

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	ALFILER 234	2.0341	Pza.	3
2	AISLADOR A 56-2	2.0070	Pza.	3
3	DADO 45	2.0133	Pza.	2
4	TORNILLO OJO 16 x 178	2.0188	Pza.	3
5	GANCHO CON BOLA	2.0143	Pza.	3
6	AISLADORES S 52-3	2.0066	Pza.	9
7	CALAVERA CON OJO	2.0093	Pza.	3
8	GRAPA T 556 A	2.0139	Pza.	3
9	CRUCETA 43 R	2.0637	Pza.	2
10	TORNILLO MAQ. 5/8 x 12	2.0187	Pza.	6

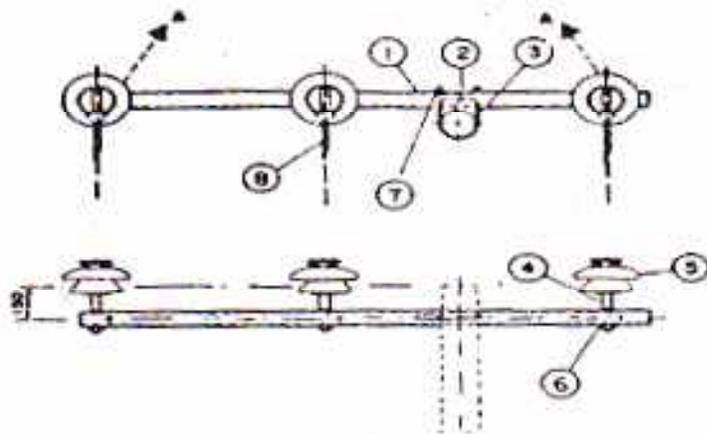
APLICACION :

Instalado en Poste de acero y utilizando un montaje Retenido Poste CR-6 en la direcci3n A, permite efectuar remate de linea de 23 KV con cable ACSR 3 Ald calibres 4/0 a 556.

CLAVE DEL NOMBRE :

- 23 = 23.000 volts.
- G = Gruesa (calibre 4/0 a 556)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CRUCETA DOBLE (CD)		
FIGURA No. 36	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	CRUCETA 633	2.0506	pza.	1
2	DADO F 6.190	2.0548	pza.	1
3	ABRAZADERA 7 U	2.0058	pza.	1
4	ALFILER 238 R	2.0513	pza.	3
5	AISLADOR A 55-2	2.0070	pza.	3
6	ROLDANA R 22	2.0511	pza.	3
7	ROLDANA R 16	2.0511	pza.	6
8	REMATE PREFORMADO 2 a 1/0 ACSR	2.0196	pza.	3

APLICACIÓN:

Instalado en Poste CR-12 en líneas de 23 kV y utilizando un montaje Retenida Poste CR-6 A Cruzeta en la dirección a; permite efectuar remates de Cable ACSR en calibre 2 a 1/0.

CLAVE DEL NOMBRE

23 = 23,000 Volts
 D = Conductor de calibre delgado, 2 a 1/0 AWG
 PTR = Perfil Tubular Rectangular (material de la cruzeta)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

CRUCETA DOBLE (CD)

FIGURA No. 37a

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	CRUCETA 43 R	2.0637	Pza.	2
2	DADO 47	2.0133	Pza.	2
3	ALFILER 234	2.0341	Pza.	3
4	AISLADOR A 56-2	2.0070	Pza.	3
5	TORNILLO MAQ. 5/8 x 12	2.0187	Pza.	6
6	TORNILLO OJO 16 x 178	2.0188	Pza.	6
7	GANCHO CON BOLA	2.0143	Pza.	6
8	AISLADORES S 52-3	2.0066	Pza.	18
9	CALAVERA CON OJO	2.0093	Pza.	6
10	CONECTOR TUBULAR 1/0 Ø 336 TC-AI	2.0117	Pza.	3
11	GRAPA T 2/0 A Ø 556 A	2.0139	Pza.	6

APLICACION :

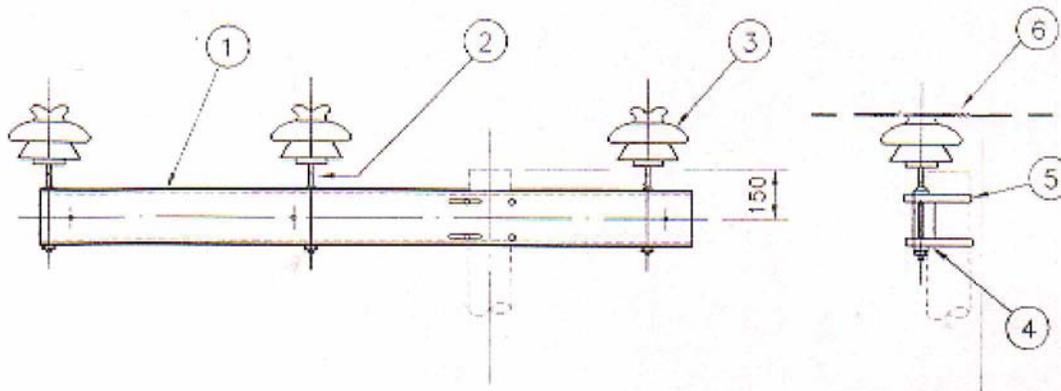
Instalado en Poste CR-E, en línea de 23 KV y utilizando dos montajes Retenida Poste CR-6 en las direcciones A y B, permite efectuar refuerzo en líneas largas, cada 600 metros.

CLAVE DEL NOMBRE :

23 = 23,000 volts.

600 = 600 metros, distancia entre refuerzos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CRUCETA DOBLE (CD)		
FIGURA No. 37b	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	CRUCETA 43	2.0629	Pza.	1
2	ALFILER 234	2.0341	Pza.	3
3	AISLADOR A 56-2	2.0070	Pza.	3
4	DADO 46	2.0133	Pza.	1
5	ABRAZADERA 6 U	2.0058	Pza.	2
6	ALAMBRE Ald 4	2.0082	m	5

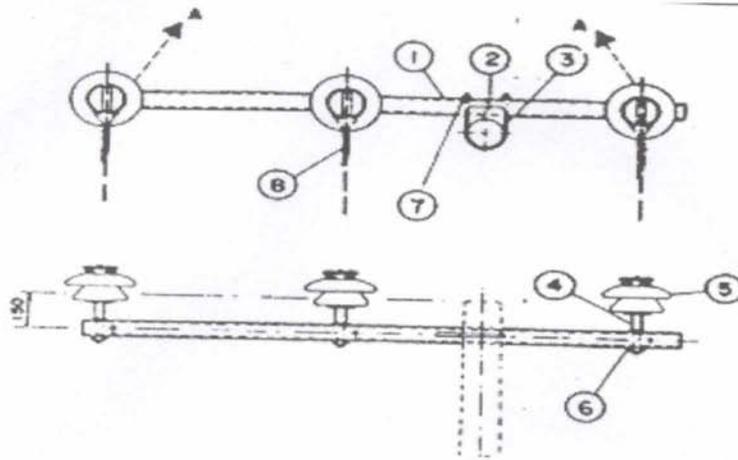
APLICACION :

Instalado en Poste CR soporta línea de 23 kV con Cable ACSR o Ald.

CLAVE DEL NOMBRE :

23 = 23,000 volts.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
PASO 23		
FIGURA No. 38	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	CRUCETA 633	2.0506	pza.	1
2	DADO F 6.190	2.0548	pza.	1
3	ABRAZDERA 7 U	2.0058	pza.	1
4	ALFILER 238 R	2.0513	pza.	3
5	AISLADOR A 56-2	2.0070	pza.	3
6	ROLDANA R 22	2.0511	pza.	3
7	ROLDANA R 16	2.0511	pza.	6
8	REMATE PREFORMADO 2 ó 1/0 ACSR	2.0166	pza.	3

APLICACIÓN:

Instalado en Poste CR-12 en líneas de 23 kV y utilizando un montaje Retenida Poste CR-6 A Cruceta en la dirección a; permite efectuar remates de Cable ACSR en calibre 2 a 1/0.

CLAVE DEL NOMBRE

23 = 23,000 Volts
 D = Conductor de calibre delgado, 2 a 1/0 AWG
 PTR = Perfil Tubular Rectangular (material de la cruceta)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
CRUCETA DE REMATE CON AISLADORES DE SUSPENSION		
FIGURA No. 39	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

- 3.- Vestido de postes Baja Tensión .- Con conductor desnudo, consiste en instalar hasta 3 Bastidores 84 sujetos con Abrazaderas BL ó LL (Figura 29)

Con conductor forrado, consiste en instalar Soportes MR, Rozaderas ó Bastidores 31R (Figuras 30 y 31)

Estos herrajes sirven para sujetar la Baja Tensión, desnuda ó forrada.

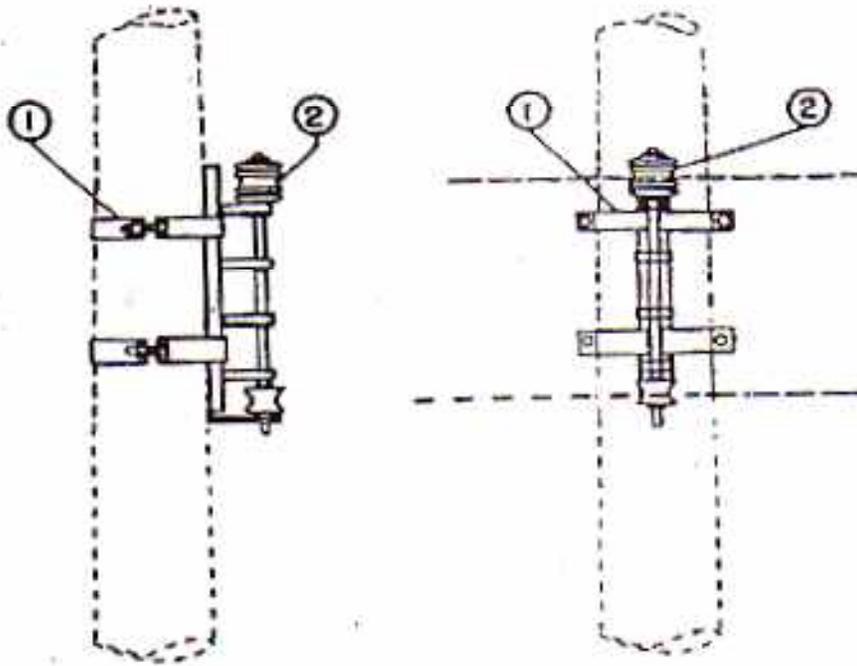
4.10 TENDIDO DE LINEAS

El tendido de líneas, es la instalación y sujeción de las líneas a sus herrajes correspondientes, hay dos tipos de tendido:

- 1.- Tendido de líneas Media Tensión
- 2.- Tendido de líneas Baja Tensión

1.- Tendido de líneas Media Tensión.- Es la labor de instalar los cables en cada poste, para esto se utiliza un camión que tiene una estructura tal que puede soportar y permitir que gire un carrete de cable. En cada poste debe haber un liniero provisto de una soga para recibir el cable, lo sube al poste lo coloca en el aislador y lo sujeta; ya que todos los linieros han hecho esto, el camión jala el cable para darle la tensión mecánica que indican las normas; ya estando tensado el cable, los linieros hacen el amarre final en el aislador para la perfecta sujeción del cable.

2.- Tendido de líneas Baja Tensión.- Es la actividad de instalar los cables en cada poste, y se efectúa de la misma forma en que se tiende el cable de Media Tensión.



Ref.	Nombre	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Abrazadera 7 BL ó 6 BL	2 0063	Pza	2
2	Bastidor 93	2 0063	Pza	2

APLICACIÓN:

Instalada un poste CR, CR-E O CR-M soporta línea de baja tensión formada por un conductor de fase y un neutro, en tramos rectos y deflexiones hasta de 20°.

CLAVE DEL NOMBRE:

BT = Baja Tensión

3 = Bastidor

1F = Una Fase

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

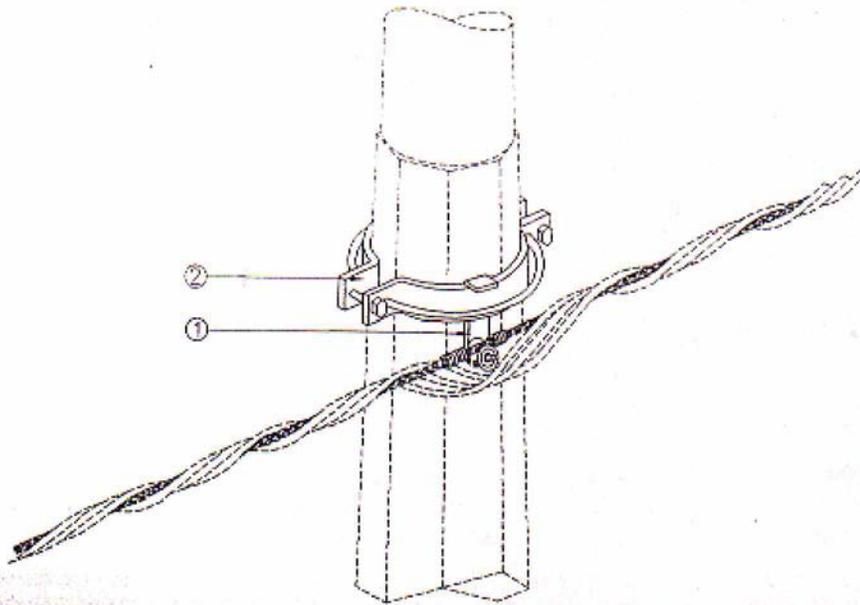
TESIS PROFESIONAL

**VESTIDO DE POSTES PARA BAJA TENSION CON
CONDUCTOR DESNUDO**

FIGURA No. 40

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	SOPORTE MR	2.0182	Pza.	1
2	ANILLO CM 8, CM 7 ò CM 6	2.0372	Pza.	1
3	ALAMBRE CUD 4	2.0075	m	0.9

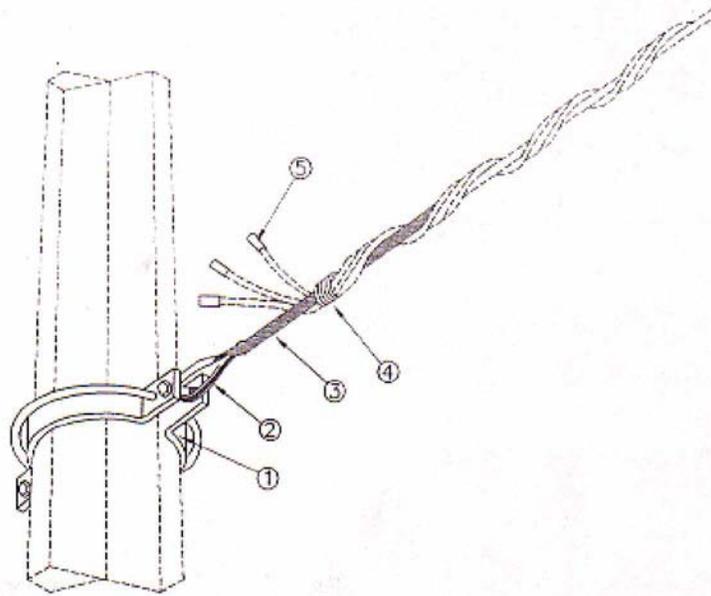
APLICACION :

- 1.- Instalado en Poste CR ò CR-E, soporta cable BM Cu en tramos rectos y en deflexiòn hasta de 20 , usando para la fijaciòn del mensajero al soportar MR alambre Cud 4.

CLAVE DEL NOMBRE :

- BT = Baja Tensiòn
 1 = Cable BM Cu

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
PASO BT 1		
FIGURA No. 41	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



Ref.	N O M B R E	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	ANILLO CM 8	2.0372	Pza.	1
2	ROZADERA 4	2.0173	Pza.	1
3	REMATE PREFORMADO 4 Cud ð 2 Cud	2.0168	Pza.	1
4	CORDON VINILO NEGRO	-	m	1.5
5	CINTA AISLANTE HB	2.0256	m	10

APLICACION :

1.- Instalado en Poste CR ð CR-E, permite rematar cable BM Cu

CLAVE DEL NOMBRE :

BT = Bajo Tensiòn

1 = Cable BM Cu

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FES ARAGON

TESIS PROFESIONAL

REMATE BT 1

FIGURA No. 42

LUCAS LOPEZ LOPEZ

2006

4.11 INSTALACIÓN DE PUENTES Y DERIVACIONES

Existen dos tipos de puentes y derivaciones, y son:

- 1.- Instalación de puentes y derivaciones en Media Tensión
- 2.- Instalación de puentes y derivaciones en Baja Tensión

1.- Instalación de puentes y derivaciones en M.T.- Es la maniobra de conectar los cables cuando se tienen dos crucetas de remate, una cruceta de paso y una de remate, una CD, la conexión del transformador de distribución al alimentador, la conexión del alimentador nuevo al alimentador existente, y cuando se termina un carrete de cable y es necesario continuar un tramo.

2.- Instalación de puentes y derivaciones en B.T.- Es la maniobra de conectar los cables cuando se tienen 2 ó más bastidores 84, cambios de calibre, conexión de los cables guía del transformador, conexión de baja tensión nueva a la baja tensión existente, cortes en baja tensión, y al terminarse un carrete de cable o alambre para continuar el tendido de un tramo.

4.12 INSTALACION DE PLATAFORMAS

Consiste en la colocación de la plataforma para el sostenimiento del transformador en el poste, ésta se instala por medio de abrazaderas, tornillos y dados.

4.13 MONTAJE DE TRANSFORMADORES

Consiste en la colocación del transformador de distribución en el poste y sobre la plataforma; esta labor se puede hacer de dos distintas maneras:

- 1) Mecánica
- 2) Manual

1.- Mecánica.- Se hace por medio de un camión y un polipasto que se coloca en la punta del poste, por el cual se pasa un cable y a corta distancia del poste se coloca una carretilla por la que pasa el cable y se sujeta al camión que conforme avanza va levantando el transformador, el personal va cuidando la maniobra hasta la colocación en la plataforma.

2.- Manual.- Se hace en la misma forma que la mecánica, excepto que cuando no hay acceso para el camión o el terreno no se presta por ser demasiado fangoso, la maniobra de jalar el cable se hace por medio de esfuerzo humano.

4.14 SUJECION DE TRANSFORMADORES

Consiste en amarrar, literalmente hablando, el transformador al poste para evitar que se mueva; esta labor se hace colocando dos tornillos de ojo a la parte superior de la plataforma y pasando por estos un tramo de cable de acero galvanizado, y que va a dos orejas que tiene el transformador para este fin.

4.15 INSTALACION DE APARTARRAYOS Y PORTAFUSIBLES

Es la labor de instalar en las crucetas correspondientes un juego de apartarrayos y un juego de portafusibles, los cuales van sujetos a las Crucetas con abrazaderas, tornillos y dados; y además se hace la conexión al transformador y a la línea de Media Tensión.

4.16 MARCADO DE RT'S

Esta labor consiste en marcar con números cada uno de los transformadores y anteriormente se hacía colocando números de plástico fluorescente sobre una tira de lámina delgada, la cual se adhería a los postes por medio de un pegamento industrial similar al que utilizan en la industria del calzado, pero debido a que hubo innumerables robos del pegamento al personal encargado de efectuar esta labor, aunado al hecho de que los transformadores ya no se instalan en postes de acero, originó que en la actualidad se marquen con pintura de aceite en los postes de concreto donde ahora se instalan los transformadores.

Este marcaje se hace con el fin de llevar un control de los transformadores para mantenimiento y conocer la zona que alimentan; esta numeración se anota en los planos, para su posterior entrega a la Gerencia de Distribución. El significado de las letras R y T, quiere decir Ruta de Transformador.

4.17 MODIFICACIÓN DE HERRAJES

Se conoce así a la actividad de hacer algún cambio necesario en las instalaciones existentes, con la finalidad de adecuarlas para mejor funcionamiento en base al diseño de la red de distribución, como ejemplos tenemos: giro de bastidores 84, movimiento de retenidas, etc.; también cuando es necesario hacer adaptaciones a las plataformas de los transformadores, cortar crucetas para colocarlas en la base de los postes para transformadores con el fin de tener mayor firmeza y apoyo en el terreno.

4.18 PRUEBAS Y PUESTAS EN SERVICIO

Con esta labor finaliza la instalación de la red de distribución, en ella se llevan a cabo las pruebas necesarias a los transformadores para verificar su conexión, pruebas a las redes y a los cortes y puentes; posteriormente se pide la licencia necesaria a Operación Sistema, la que en el momento pertinente concede este permiso por medio de aparatos de radiocomunicación; esta licencia se pide para efectuar la conexión a el o los alimentadores existentes de las líneas nuevas, al terminar de hacer la conexión se avisa a Operación Sistema que ya se ha terminado

el trabajo para que enseguida entre en funcionamiento el alimentador que hubieran desconectado; de esta forma se energiza la red de distribución y se proporciona este servicio a la colonia.

(Ver Diagrama Unifilar)

Las actividades que se mencionan a continuación, pueden hacerse casi todas al mismo tiempo que las de la instalación de la red de distribución ó bien cuando se termine ésta.

4.19 CENSOS

Consiste en el levantamiento de un censo de la colonia que se va a electrificar, para la elaboración de un Directorio que servirá para la contratación de servicios de energía eléctrica, o sea, para la instalación de equipos de medición.

4.20 RUTA, FOLIACIÓN Y DIRECTORIO

Es la elaboración en base al Censo y al Directorio que se hace por manzanas y lotes de las rutas futuras, para toma de lecturas de medidores y reparto de avisos de adeudo. Este trabajo se plasma en un plano lotificado y en el se trazan las rutas antes mencionadas.

4.21 CONTRATACIÓN DE SERVICIOS

En base al Directorio y teniendo un plano lotificado de la colonia, se efectúan los contratos para el suministro de energía eléctrica de tipo doméstico; esta labor se hace directamente en la colonia por medio de unidades móviles, en las que el personal hace un contrato por cada lote, con la salvedad de que para elaborarlo deben serle mostrados los recibos que acrediten que el solicitante ha cubierto el 100% de su cooperación para las obras de electrificación.

4.22 INSTALACIÓN DE CAJAS M-11S

Es la labor de instalar las cajas de lámina galvanizada que van a contener los medidores, en las fachadas de las casas; esta instalación se hace en todas las casas sin excepción, y esto se hace así, porque aunque alguien no haga su contrato de servicio en las unidades móviles, posteriormente lo tendrá que hacer en la agencia foránea que le corresponda y así ya tiene instalada su Caja M-11S y solo tendrán que instalarle su medidor.

4.23 INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS Y MEDIDORES

Esta instalación se hace cuando ya se ha elaborado el contrato de servicio de energía eléctrica; el personal checa con una copia del contrato la dirección y el nombre del solicitante y procede a instalar el cable concéntrico en el poste y ahí conectarlo, y del poste lo baja a la Caja M-11S que ya está instalada; enseguida coloca y conecta el medidor, anotando el número de serie del aparato en la copia del contrato para control de medidores y posterior facturación del consumo.

La instalación de acometidas y medidores debe de cumplir con las recomendaciones siguientes indicadas por el reglamento de instalaciones eléctricas:

- El servicio de un inmueble debe de abastecerse por medio de una sola acometida.
- En las canalizaciones para la acometida de Luz y Fuerza solo deben contener los conductores exclusivos del servicio.
- Los conductores de una acometida nunca deben pasar por otro edificio, predio o estructura.
- En edificios con varios usuarios pueden tener dos o mas juegos de conductores de entrada al servicio derivados de una sola acometida, para alimentar los diferentes servicios. Y partes de un edificio que no tengan comunicación interiormente pueden abastecerse con acometidas diferentes.
- El equipo de medición debe instalarse en un lugar libre de material flamable que permita la instalación, operación, mantenimiento y retiro con facilidad y seguridad y con un acceso fácil para el tomador de lectura.
- Cada servicio debe contar con un medio de desconexión del suministro, lo mas cercano al equipo de medición.

4.24 SELLADO DE MEDIDORES

Consiste en checar la correcta instalación del medidor y que el servicio está bien dado; enseguida verifica que el número del medidor sea el mismo que el anotado por la persona que lo instaló, después de esto, coloca un sello de plomo y lo cancela con unas pinzas especiales que tienen un dado con las siglas LyF y un número, este número pertenece a esas pinzas y nadie más que el sellador puede usarlas, por lo que con esto se evitan posibles alteraciones en los sellos.

4.25 DESCONEJÓN Y CONEXIÓN DE ACOMETIDAS

Esta labor se lleva a cabo únicamente cuando ha sido necesario reemplazar postes, esto es que, en el diseño de la red de distribución se haya marcado cambiar un poste por otro, por ejemplo: CR 9 X CR 12, lo que quiere decir que en donde está un poste de baja tensión es necesario colocar un poste para Media Tensión; por lo que las acometidas que están en el poste que se van a reemplazar es necesario desconectarlas y conectarlas en el poste nuevo; por lo que en el diseño se deben anotar la cantidad de acometidas por desconectar y conectar, porque es una labor que se debe tomar en cuenta en el presupuesto.

4.26 RETIRO DE FRAUDE

Es bien sabido que todas las colonias que no tienen energía eléctrica se conectan en forma fraudulenta a las redes de distribución más cercanas, y esto no se puede evitar ya que todos tenemos derecho a este servicio, pero cuando una colonia es electrificada se dejan los fraudes hasta el momento en que se hayan sellado todos los medidores instalados, por lo que al no haber más medidores por sellar, los fraudes que persisten deben ser retirados de los postes donde estén conectados; así es que esta es la última labor de la instalación de acometidas y de la red de distribución en general, y consiste en desconectar todos los fraudes, o sea, los cables o alambres que el colono ha conectado, al desconectarlos se cortan en pedazos cortos y se entregan a sus dueños; para evitar que los vuelvan a conectares el motivo por el cual se cortan de esa forma.

CAPITULO V

ALUMBRADO PUBLICO

- 5.1 Análisis retrospectivo
- 5.2 Fuentes lumínicas
- 5.3 Objetivo del alumbrado público
- 5.4 Control del sistema de alumbrado

5.1 ANÁLISIS RETROSPECTIVO

El inicio de la energía eléctrica, se produjo por la formación de un arco eléctrico entre electrodos de carbón, este descubrimiento se originó al efectuar un experimento un químico inglés llamado Sir Humphrey Davy en los albores del siglo XIX (1801); pero la aplicación práctica de esta lámpara de arco se tuvo en el mismo siglo cuando transcurría el año 1872 cuando el belga Grame logró desarrollar un dínamo, y fue en ese momento que se tuvo la forma de disponer de una fuente de energía eléctrica.

Con el transcurso de los años y debido a los avances en la tecnología, ha habido avances muy importantes en los sistemas de distribución eléctrica y en los tipos de alumbrado. Los avances en el alumbrado se logran con las mejoras a las lámparas y por ende a los herrajes de sujeción, como ejemplo tenemos: los grandes herrajes en postes con faroles alimentados con gas y posteriormente los postes ornamentales con lámparas las más de las veces muy decorativas.

Los elevados costos que se tenían con el alumbrado ornamental, originó que en las colonias proletarias se utilizaran los mismos postes de la red de distribución para la instalación de lámparas, las cuales también han cambiado en este tipo de instalación, pues antes se usaba el alumbrado tipo múltiple en donde se instalaban crucetas cortas con dos aisladores y dos hilos de conductor con contactores de gran tamaño que eran una especie de celdas fotoeléctricas y cuando había una falla se apagaba todo el circuito.

5.2 FUENTES LUMINOSAS

Por su naturaleza, las lámparas eléctricas se clasifican en dos tipos:

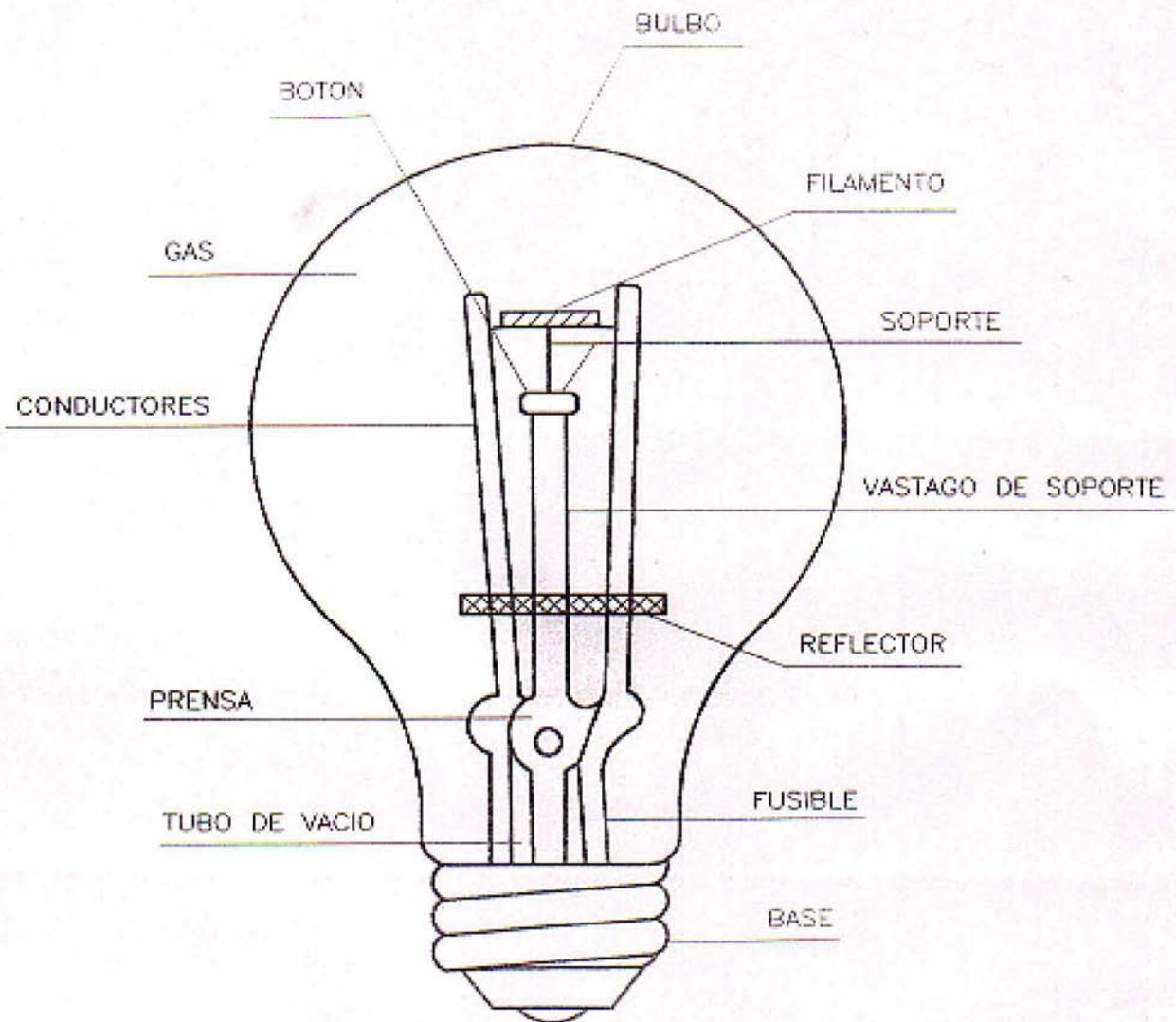
- Lámparas de incandescencia
- Lámparas de descarga

Las lámparas incandescentes producen luz debido al paso de la energía eléctrica a través de un filamento calentado al rojo blanco, pudiendo emitir con esta temperatura radiaciones contempladas dentro del espectro visible.

(Figura 66)

Las lámparas de vapor de mercurio son del tipo de descarga eléctrica, en las que la luz se produce por el paso de la corriente eléctrica a través de un vapor o de un gas.

La aplicación de un potencial eléctrico ioniza el gas y permite así que la corriente pase entre dos electrodos colocados en cada extremo de la lámpara; estos electrodos al chocar con los átomos de gas o vapor alteran en forma temporal su estructura atómica y la energía desprendida mientras los átomos alterados recuperan su estado normal es la que produce la luz, de esto podemos concluir que esta luz se produce por una radiación de mercurio



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
LAMPARA INCANDESCENTE		
FIGURA No. 43	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

Las lámparas de vapor de mercurio requieren para su arranque y operación un elemento auxiliar llamada balastra, la cual tiene como función limitar la corriente para que la lámpara tenga la tensión y corriente adecuados.

(Figura 67.1)

La lámpara de vapor de sodio de alta presión modificó todos los sistemas de alumbrado público existentes, debido a que su eficiencia en lumens/watt ha logrado valores no imaginados.

Como todas las lámparas de descarga en gas, es indispensable un dispositivo limitante de corriente y es necesario el uso de un ignitor que proporcione pulsos de baja energía y alta frecuencia superpuestos al voltaje principal a través de los electrodos de la lámpara, y cuando enciende el gas (instantáneamente) el ignitor se desconecta en forma automática.

La descarga inicial se produce en el gas raro llamado Xenón, y el calor producido origina parte de la evaporación de la amalgama de sodio; se continúa la descarga en los vapores de sodio y mercurio y poco tiempo después se estabiliza emitiendo una luz color blanco oro con eficiencia mayor de 117 lumens/watt.

(Figura 67.2)

Las lámparas fluorescentes son de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte (generalmente Argón); la luz se produce por la fluorescencia o fosforescencia que transforma en luz visible a las radiaciones ultravioleta, que son el resultado de la colisión entre electrones y átomos de mercurio vaporizado.

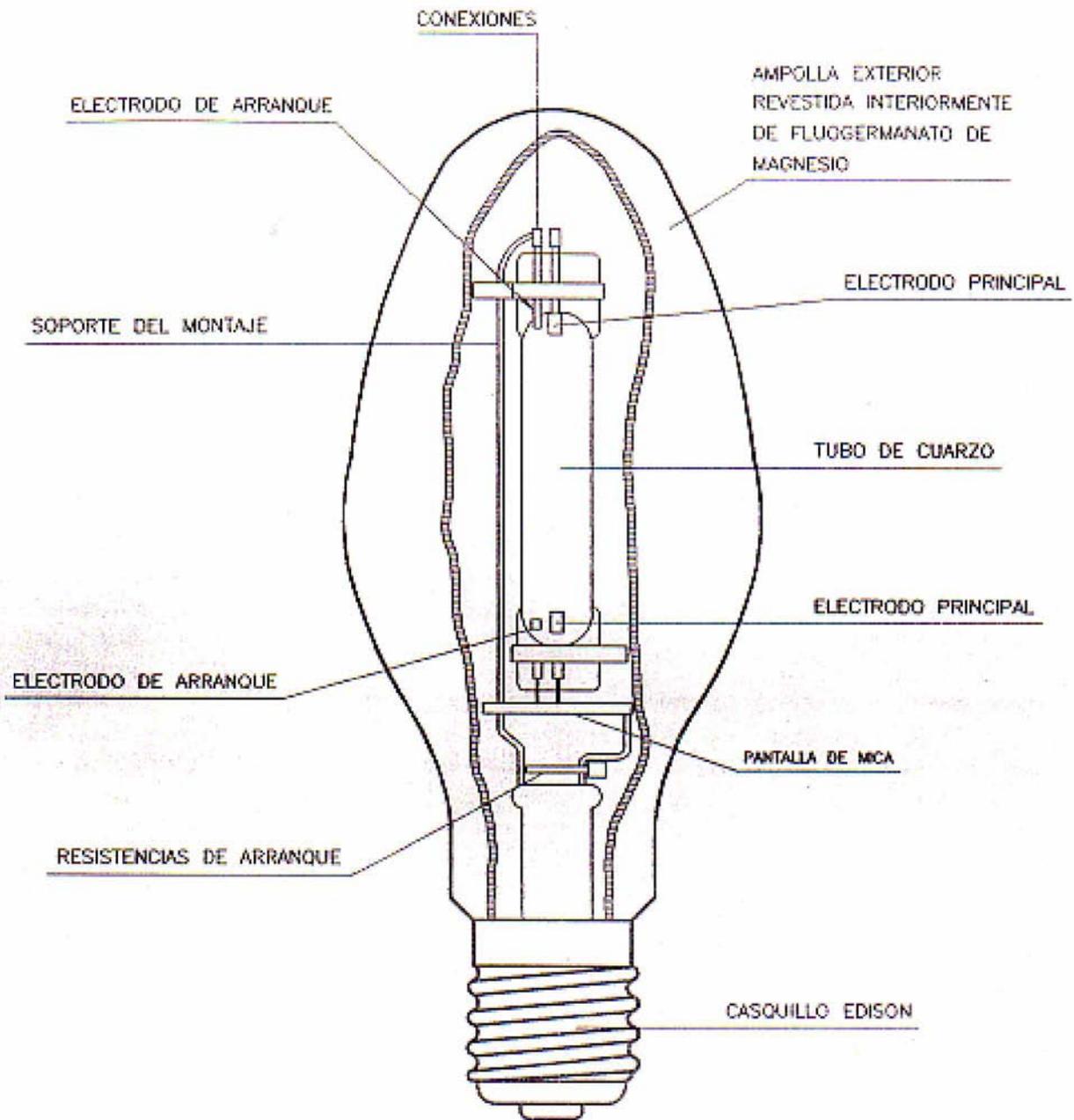
Estas lámparas tienen un buen rendimiento luminoso que puede llegar a los 70 lumens/watt, y una débil luminancia que evita cualquier tipo de deslumbramiento cuando se sitúan directamente en el campo visual.

(Figura 67.3)

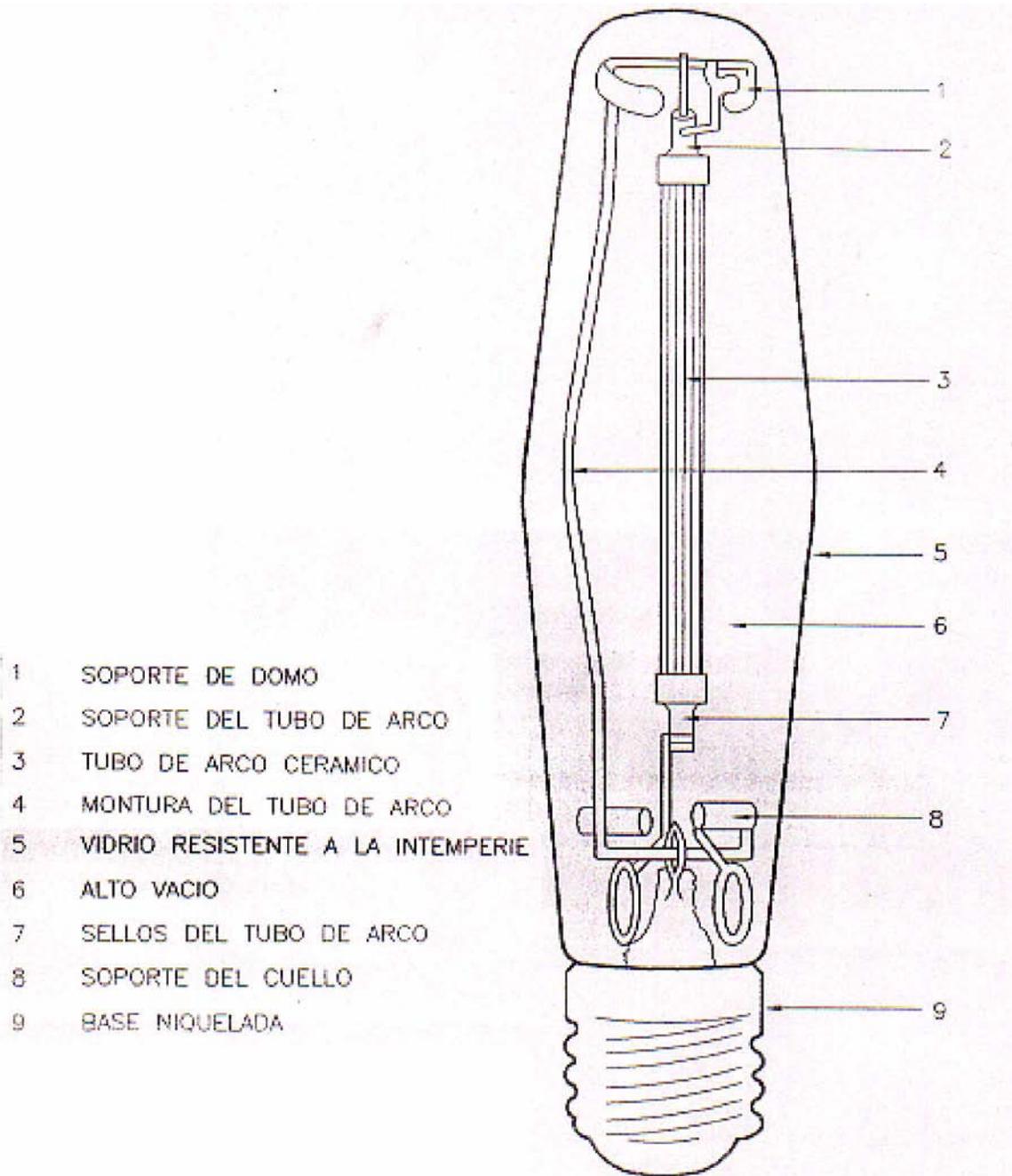
5.3 OBJETIVO DEL ALUMBRADO PÚBLICO

El objetivo del alumbrado público (iluminación de calles, avenidas, ejes viales, plazas, jardines, etc.) es el proporcionar una visibilidad adecuada para tener una mayor seguridad y protección en el tráfico de vehículos y peatones.

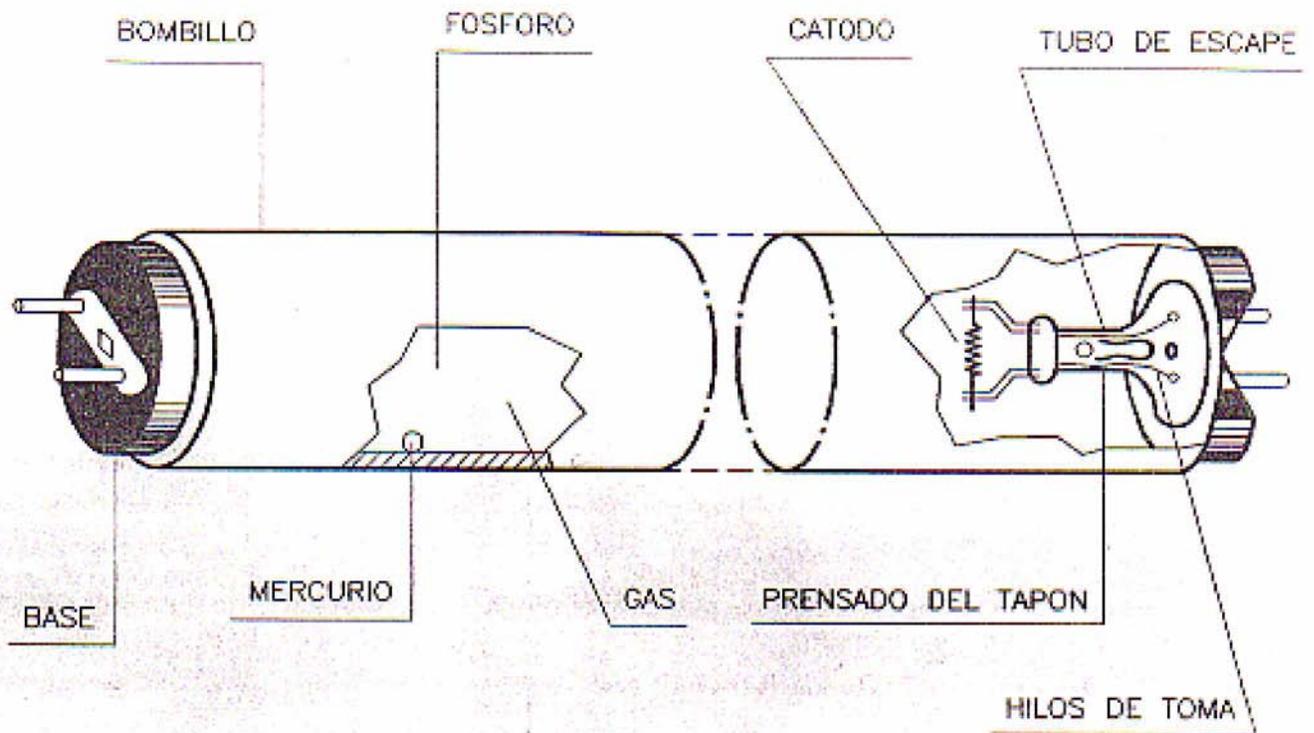
Además de ayudar a evitar accidentes de vehículos automotores originados por la oscuridad, reduce el vandalismo y los atracos, estimula el comercio y representa el aprovechar los avances tecnológicos para el mejor desarrollo de la comunidad.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO		
FIGURA No. 44	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
LAMPARA DE VAPOR DE SODIO		
FIGURA No. 45	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
LAMPARA FLUORESCENTE		
FIGURA No. 46	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

Estadísticamente hay datos que muestran que en las zonas donde se encuentra un buen alumbrado público, los accidentes de tránsito y los actos delictivos nocturnos disminuyen, y es que en la noche hay mayores posibilidades de accidentes vehiculares por la limitante de la visibilidad, así como también las personas están expuestas a una mayor probabilidad de robos y asaltos.

Los niveles de iluminación se determinan por los siguientes factores:

- 1.- La eficiencia visual se reduce en la noche
- 2.- La capacidad visual disminuye con la edad
- 3.- Las características del ojo humano varían con las diferentes intensidades de iluminación
- 4.- La visibilidad de los colores se pierde a bajos niveles de iluminación
- 5.- Al viajar a un promedio de velocidad de 80 Km/h el individuo ve un 14% menos que si viajara a 70 Km/h

5.4 CONTROL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO

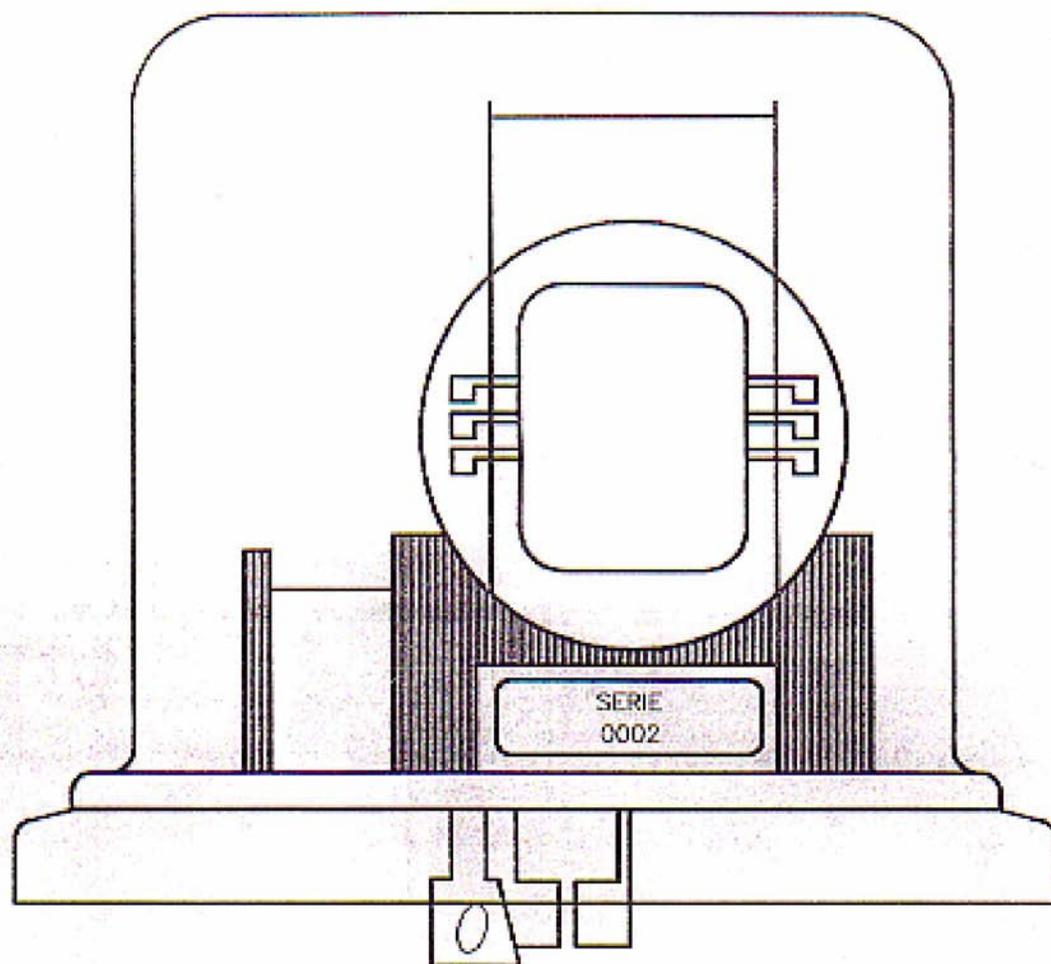
El control del sistema de alumbrado tipo integral se efectúa por medio de una celda fotoeléctrica, que es un dispositivo eléctrico altamente sensitivo, diseñado especialmente para el control automático del alumbrado exterior tipo integral; el elemento de control opera al encender cuando la luz natural es de bajo nivel, encendiendo cada fotocelda la unidad que le corresponde, y por la mañana cuando esta luz natural aumenta su intensidad, abre el circuito apagando la lámpara. (Figura 68)

Lo anterior se efectúa debido a que el elemento de control tiene tal sensibilidad que es comparable con el ojo humano, el rango de operación es de 3 a 6 lux.

Las ventajas principales del control fotoeléctrico son las siguientes:

- 1.- Actúan automáticamente encendiendo o apagando al existir variaciones en la intensidad de la luz natural
- 2.- Fácil mantenimiento e instalación
- 3.- No existen tubos de vacío ni rectificadores
- 4.- Mínimo de postes en instalación, reduciendo los costos de mantenimiento
- 5.- El ajuste externo en los tiempos de encendido y apagado, asegura las horas de operación eliminando desperdicios de energía

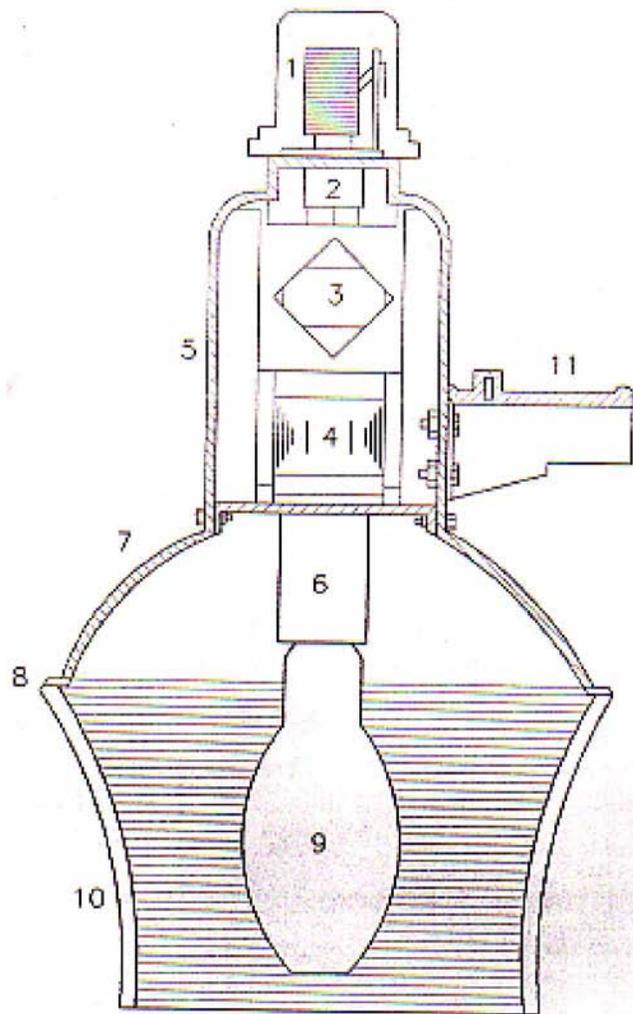
La fotocelda va instalada en la parte superior de la lámpara, y orientada siempre al oriente (por donde sale el sol) para que se apague con el aumento de luz natural y por ende enciende al disminuir la misma. (Figura 48)



DEL-F-175

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
FOTOCELDA		
FIGURA No. 47	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

- 1 FOTOCELDA
- 2 RECEPTACULO PARA FOTOCELDA
- 3 CAPACITOR
- 4 BALASTRA
- 5 CARCAZA
- 6 SOCKET
- 7 REFLECTOR
- 8 ARILLO
- 9 LAMPARA
- 10 REFRACTOR
- 11 TORNILLO DE FIJACION Y NIVELACION



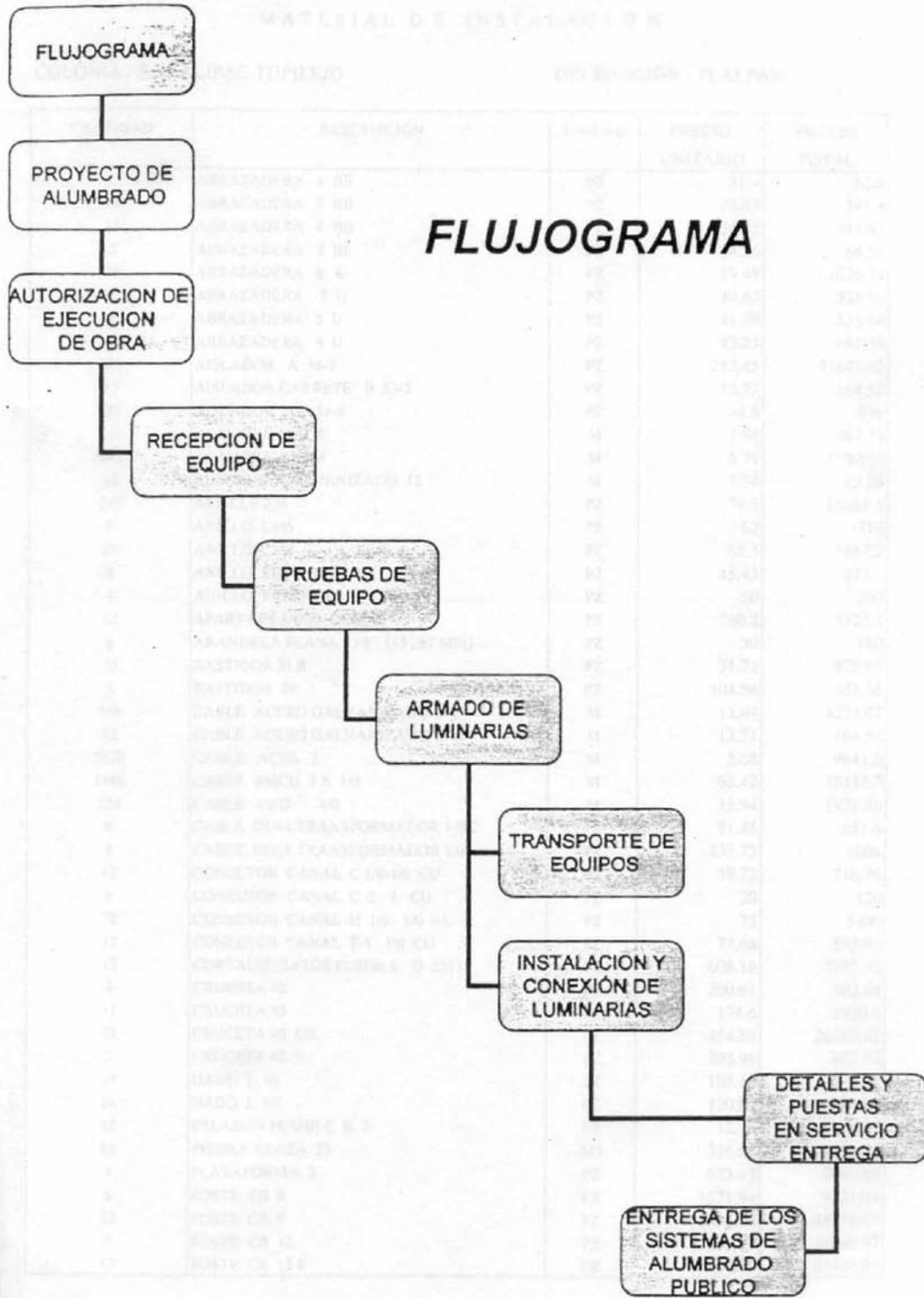
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FES ARAGON	TESIS PROFESIONAL	
MONTAJE DE LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO		
FIGURA No. 48	LUCAS LOPEZ LOPEZ	2006

Como se mencionó en el Capítulo II, el proyecto de alumbrado público es elaborado por la sección de Ayudantes Técnicos, tomando como base el plano de la Red de Distribución.

La característica principal del proyecto es que no se dibujan las líneas de Media Tensión ni los cortes en Baja Tensión, y se sigue la misma secuencia que para el proyecto de Red de Distribución hasta que es enviado a la sección de Dibujo

También se hacen los trabajos con una secuencia lógica que reduzca los costos de proyecto e instalación. (Ver Flujograma)

Al concluir la instalación del alumbrado y habiendo sido revisado su correcto funcionamiento, se entrega en forma oficial al Departamento de Alumbrado Público del Municipio correspondiente.



FLUJOGRAMA

DESCRIPCION	Unidad	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
ARMADORA 4 80	PC	31.4		31.4
ARMADORA 7 80	PC	28.8		28.8
ARMADORA 3 90	PC			31.4
ARMADORA 7 90	PC			44.2
ARMADORA 8 4	PC	37.4		425.74
ARMADORA 7 0	PC	40.4		327.72
ARMADORA 3 0	PC	41.8		133.04
ARMADORA 4 0	PC	43.2		492.48
ARMADORA A 147	PC	212.40		1342.80
ARMADORA B 3-1	PC	13.7		144.20
ARMADORA C 1	PC	4.8		84
ARMADORA D 1	PC	7.4		46.74
ARMADORA E 1	PC	8.7		279.50
ARMADORA F 1	PC	17.4		21.8
ARMADORA G 1	PC	74.5		1247.5
ARMADORA H 1	PC	62		416
ARMADORA I 1	PC	14.3		1497.2
ARMADORA J 1	PC	45.4		271
ARMADORA K 1	PC	58		200
ARMADORA L 1	PC	74.2		1121.2
ARMADORA M 1	PC	30		180
ARMADORA N 1	PC	31.7		373.11
ARMADORA O 1	PC	104.56		214.4
ARMADORA P 1	PC	13.46		423.47
ARMADORA Q 1	PC	13.7		164.52
ARMADORA R 1	PC	2.8		441.2
ARMADORA S 1	PC	50.4		2443.2
ARMADORA T 1	PC	12.4		171.2
ARMADORA U 1	PC	41.4		414
ARMADORA V 1	PC	18.7		714.7
ARMADORA W 1	PC	20		120
ARMADORA X 1	PC	7.2		247
ARMADORA Y 1	PC	75.6		597.6
ARMADORA Z 1	PC	108.16		108.16
ARMADORA AA 1	PC	204.1		164.4
ARMADORA AB 1	PC	174.4		174.4
ARMADORA AC 1	PC	44.2		244.2
ARMADORA AD 1	PC	118		118
ARMADORA AE 1	PC	4.4		4.4
ARMADORA AF 1	PC	11.4		11.4
ARMADORA AG 1	PC	12		12
ARMADORA AH 1	PC	14		14
ARMADORA AI 1	PC	16		16
ARMADORA AJ 1	PC	18		18
ARMADORA AK 1	PC	20		20
ARMADORA AL 1	PC	22		22
ARMADORA AM 1	PC	24		24
ARMADORA AN 1	PC	26		26
ARMADORA AO 1	PC	28		28
ARMADORA AP 1	PC	30		30
ARMADORA AQ 1	PC	32		32
ARMADORA AR 1	PC	34		34
ARMADORA AS 1	PC	36		36
ARMADORA AT 1	PC	38		38
ARMADORA AU 1	PC	40		40
ARMADORA AV 1	PC	42		42
ARMADORA AW 1	PC	44		44
ARMADORA AX 1	PC	46		46
ARMADORA AY 1	PC	48		48
ARMADORA AZ 1	PC	50		50

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

MATERIAL DE INSTALACION

COLONIA : XAXALIPAC TOPILEJO

DELEGACION : TLALPAN

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	PRECIO
			UNITARIO	TOTAL
2	ABRAZADERA 6 BB	PZ	31.4	62.8
12	ABRAZADERA 7 BB	PZ	32.65	391.8
17	ABRAZADERA 8 BB	PZ	34.45	585.65
2	ABRAZADERA 8 BL	PZ	34.26	68.52
26	ABRAZADERA 6 U	PZ	39.49	1026.74
8	ABRAZADERA 7 U	PZ	40.63	325.04
8	ABRAZADERA 8 U	PZ	41.88	335.04
16	ABRAZADERA 9 U	PZ	43.21	691.36
213	AISLADOR A 56-3	PZ	242.45	51641.85
12	AISLADOR CARRETE B 53-3	PZ	13.71	164.52
20	AISLADOR TR 54-4	PZ	44.8	896
241	ALAMBRE ALD 4	M	1.94	467.54
88.1	ALAMBRE CUD 4	M	6.79	598.199
12	ALAMBRE GALVANIZADO 12	M	7.74	92.88
213	ALFILER 234	PZ	74.5	15868.5
5	ANILLO CM6	PZ	62	310
24	ANILLO CM8	PZ	65.3	1567.2
6	ANILLO RETENIDA 7	PZ	45.45	272.7
4	ANILLO RETENIDA 9	PZ	50	200
12	APARTARRAYOS DOM 23	PZ	760.2	9122.4
6	ARANDELA PLANA 5/8". (15 , 87 MM)	PZ	30	180
15	BASTIDOR 31 R	PZ	31.73	475.95
1	BASTIDOR 84	PZ	104.56	104.56
318	CABLE ACERO GALVANIZADO 1/2	M	13.44	4273.92
12	CABLE ACERO GALVANIZADO 5/16	M	13.71	164.52
2620	CABLE ACSR 2	M	3.68	9641.6
1185	CABLE BMCU 3 X 1/0	M	63.42	75152.7
124	CABLE CUD 1/0	M	15.94	1976.56
8	CABLE GUIA TRANSFORMADOR 1/0 C	PZ	81.45	651.6
8	CABLE GUIA TRANSFORMADOR 1/0 L	PZ	135.75	1086
12	CONECTOR CANAL C 1/0-1/0 CU	PZ	59.73	716.76
6	CONECTOR CANAL C 2-4 CU	PZ	20	120
72	CONECTOR CANAL H 1/0-1/0 AL	PZ	75	5400
12	CONECTOR CANAL T-1 1/0 CU	PZ	74.66	895.92
12	CORTACIRCUITOS FUSIBLE D 23112	PZ	608.16	7297.92
4	CRUCETA 40	PZ	200.61	802.44
11	CRUCETA 43	PZ	174.6	1920.6
58	CRUCETA 43 DR	PZ	454.89	26383.62
2	CRUCETA 43 V	PZ	203.96	407.92
43	DADO L 46	PZ	103.17	4436.31
14	DADO L 47	PZ	120.82	1691.48
12	ESLABON FUSIBLE K 2	PZ	12.76	153.12
13	PIEDRA BRAZA 25	M3	336.66	4376.58
4	PLATAFORMA 2	PZ	673.42	2693.68
6	POSTE CR 6	PZ	1571.99	9431.94
23	POSTE CR 9	PZ	2096.09	48210.07
9	POSTE CR 12	PZ	3233.33	29099.97
17	POSTE CR 12 E	PZ	4910.59	83480.03

SUBTOTAL \$ 405.914.51

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

MATERIAL DE INSTALACION

COLONIA : XAXALIPAC TOPILEJO

DELEGACION : TLALPAN

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
60	REMATE CAG 1/2	PZ	121.63	7297.8
72	REMATE PREFORMADO 2 ACSR	PZ	17.38	1251.36
20	REMATE PREFORMADO 4 CUD	PZ	58.78	1175.6
4	ROLLO H	PZ	11.4	45.6
20	ROZADERA 4	PZ	5	100
15	SOPORTE MR	PZ	100	1500
4	TIERRA 1	PZ	210.41	841.64
2	TORNAPUNTA 960	PZ	84.71	169.42
12	TORNILLO MAQ 5/8 X 1 1/2	PZ	2.28	27.36
4	TORNILLO MAQ 5/8 X 7	PZ	7.47	29.88
62	TORNILLO MAQ 5/8 X 14	PZ	12.22	757.64
126	TORNILLO MAQ 5/8 X 16	PZ	14.66	1847.16
2	TORNILLO MAQUINA 1/2 X 1. 1/2	PZ	1.45	2.9
18	TORNILLO OJO 16 X 51	PZ	52.44	943.92
3	TRANS TRIF TIPO POSTE 23-BT 45	PZ	25113.75	75341.25
1	TRANSF. D3 30 23000-220Y/127TIP POSTE	PZ	39231.75	39231.75
4	TUBO PROTECTOR PVC 3050	PZ	66.52	266.08
4	ZAPATA TIERRA C 1-1/0	PZ	58.37	233.48

SUBTOTAL \$ 131,062.84

TOTAL \$ 536,977.35

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

LISTA DE MATERIALES DE ACOMETIDAS Y MEDIDORES

PP4902 - B	CONSTRUCCION STA. CRUZ / LINEAS AEREAS	HOJA: 1 DE 1
OCR:	CAT. MAT: 01 07 04	CAT. LABOR: 01 07 04

MATERIAL DE INSTALACION

PRESUPUESTADO	USADO	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	PRECIO
				UNITARIO	TOTAL
115		ANILLO CM7	PZ	\$62.00	\$7,130.00
126		BASI MORDAZA	PZ	\$10.00	\$1,150.00
7692		CABLE CCE 12	M	\$7.61	\$958.86
781		CABLE CCE 10	M	\$10.56	\$38,987.52
126		CAJA M 11 S	PZ	\$73.95	\$57,754.95
756		CLAVOS DE 1 1/2" CG	PZ	\$5.00	\$630.00
693		GRAPA CM2	PZ	\$5.48	\$4,142.88
630		GRAPAS CM2	PZ	\$5.48	\$3,797.64
252		MORDAZA	PZ	\$10.00	\$6,300.00
44		REMATE CCE 10	PZ	\$7.95	\$2,003.40
208		REMATE CCE 12	PZ	\$6.58	\$289.52
126		SELLO DE PLOMO A	PZ	\$5.00	\$1,040.00
74		SOPORTE CM 1	PZ	\$33.60	\$4,233.60
74		TAQUETE NYLON 10	PZ	\$2.00	\$148.00
126		TORNILLO DE MADERA 10 X 2 CG	PZ	\$0.14	\$10.36
126		WATTORIMETRO MONOFASICO S - 100 (S BASE)	PZ	\$2,323.68	\$292,783.68
				TOTAL:	\$421,360.41

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
LISTA DE MATERIALES DE ALUMBRADO PUBLICO

PP4902 - B	CONSTRUCCION STA. CRUZ LINEAS AEREAS	HOJA: 1 DE 1
OCR:	CAT. MAT: 01/07/04	

MATERIAL DE INSTALACION

PRESUPUESTADO	USADO	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
46		LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS C/FOTOCELDA Y DE BRAZO LARGO	PZ	\$1,200.00	\$55,200.00
				TOTAL:	\$55,200.00

COSTO DEL PROYECTO
Red de distribución conductor forrado

Costo de material	\$ 331,247.10
Costo de labor	\$ 457,996.79
Total R.D.	\$ 789,243.89
Costo unitario por poste	\$ 18,354.51

Acometidas y medidores

Costo de material	\$ 51,582.18
Costo de labor	\$ 115,812.45
Total A. Y M.	\$ 167,394.63
Costo unitario por servicio	\$ 3,158.39

Alumbrado público

Costo de material	\$ 38,063.15
Costo de labor	\$ 28,876.43
Total A. P.	\$ 66,939.58
Costo unitario por lámpara	\$ 1,556.73

Red de Distribución	\$ 789,243.89
Acometidas y Medidores	\$ 167,394.69
Alumbrado Público	\$ 66,939.58
Costo Total Obra	\$1,023,578.16

CONCLUSIONES

Al concluir este trabajo, es sencillo percatarnos de que al accionar un apagador, poner a funcionar un aparato o máquina eléctrica en la casa, la oficina o en una fábrica, recibimos en forma directa los grandes satisfactores que proporciona la energía eléctrica; sin embargo, también con el desarrollo de la presente tesis vemos lo complejo que es el desarrollo y operación de los sistemas eléctricos tanto de Alta, Media y Baja Tensiones, hasta recibir sus beneficios en nuestros hogares.

Es verdaderamente satisfactorio darnos cuenta que de la misma forma en que se mencionan las diferentes secciones que participan en estos trabajos de electrificación, así funcionan en la realidad todos y cada uno de los departamentos que integran esta gran empresa que es Luz y Fuerza del Centro.

Es muy motivante darnos cuenta que, después de hacer el proyecto de una colonia podamos regresar cuando ya se han concluido los trabajos de electrificación y ver las caras de satisfacción de todos los habitantes de esa comunidad, pues se integran totalmente al gran universo que representan las demás zonas que ya cuentan con este servicio que representa comodidad y sobre todo seguridad.

Como colofón a este trabajo debemos mencionar que aún falta mucho por hacer en nuestro país, y falta mucho por hacer en relación con dotar de este servicio en muchas zonas con escasos o nulos beneficios económicos, y así elevar su nivel de calidad de vida en los aspectos de desarrollo social, económico y cultural.

Es de todos sabido que el nivel de desarrollo de un país se mide por el número de KWH consumido por habitante.

BIBLIOGRAFÍA

- SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
Autor: Roberto Espinoza Lara
Editorial: Limusa

- APUNTES DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
Autor: Julio Pérez

- NORMAS DE MATERIALES DE RED DE DISTRIBUCIÓN
- NORMAS DE MONTAJES DE RED DE DISTRIBUCIÓN
- NORMAS DE MATERIALES DE ACOMETIDAS Y MEDIDORES
- NORMAS DE MONTAJES DE ACOMETIDAS Y MEDIDORES

- INSTRUCCIÓN DEPARTAMENTAL 10005-A
Autor: Luz y Fuerza del Centro