

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMAS DE DISTRIBUCION
CORROSION EN HERRAJES Y
TIPO DE ACEITES EN
TRANSFORMADORES.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A

ALFONSO LAMAS BAÑUELOS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

CAPITULO	TITULO	PAGINA
	Introducción	
I	Herrajes, postes y estructuras de redes primarias y secundarias más comúnmente usadas.	4
I.I	Herrajes.	7
I.II	Postes.	14
I.III	Conductores.	17
I.IV	Estructuras de Líneas.	18
I.V	Tipos de Retenidas.	20
I.VI	Estructuras con Implementos Eléctricos.	24
CAPITULO II		
	Principios generales de corrosión y efectos de éste fenomeno a componentes eléctricos.	31
II.I	Corrosión.	32
II.II	Causas que dan origen a diferencias de potencial que causan la corrosión.	36
II.III	Corrosión en postes de acero y concreto.	37
II.IV	Corrosión en conductores eléctricos.	39

II.V	Corrosión en crucetas y abrazaderas	44
II.VI	Corrosión en interruptores en aceite.	53
II.VIII	Corrosión en aparatos de medición y protección (relés).	54
II.IX	Corrosión en transformadores.	54
II.X	Corrosión en conectores.	55

CAPITULO III

	Tipos de aceite y su comportamiento en los transformadores de distribución y de potencia.	57
III.I	Tipos de Aceite.	58
III.II	Tipos de fallas en el transformador.	59
III.III	Almacenamiento de aceite dieléctrico.	62
III.IV	Pruebas en el aceite.	63

CAPITULO IV

	Perspectivas sobre el futuro de obras eléctricas dentro de los próximos años.	66
IV.I	Capacidad instalada.	67

IV.II	Programa de obras.	66
I	Conclusiones.	71
VI	Recomendaciones.	74
	Bibliografía.	75

INTRODUCCIÓN

Es en México, la Comisión Federal de Electricidad la empresa descentralizada encargada de: Generar, Transmitir y Distribuir la energía eléctrica requerida en los centros de carga: Ciudades, Zonas Rurales, etc. Para lograrlo, la C.F.E. utiliza una gran cantidad de implementos eléctricos así como la inversión económica necesaria para la construcción de grandes plantas Termoeléctricas, Hidroeléctricas, Geotérmicas, Nucleares, etc.

El tema se relaciona sobre el aspecto de Distribución de la energía eléctrica: Sistemas de Redes Primarias y Secundarias, así como los tipos de postes y herramientas empleadas en los mismos.

En la segunda parte, se habla sobre la aplicación y su relación sobre diferentes elementos e implementos eléctricos.

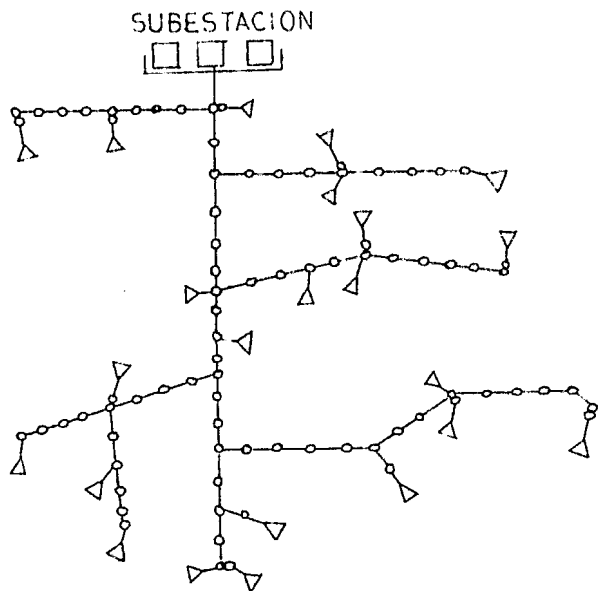
La tercera parte, trata sobre los tipos de aceites empleados en transformadores de distribución y el papel que desempeñan en estos.

Finalmente se dedica aunque sea en forma breve, a hablar sobre el futuro de la energía eléctrica en el país y de algunas obras realizadas y por realizar.

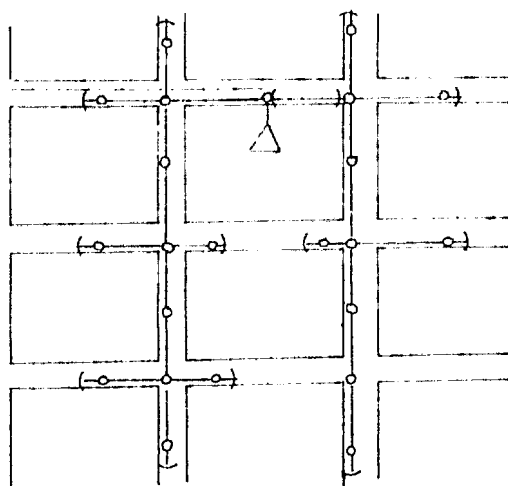
CAPITULO I

HERRAJES POSTES Y ESTRUCTURAS DE
REDES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS MAS
COMUNEMENTE USADAS.

DIAGRAMA UNIFILAR

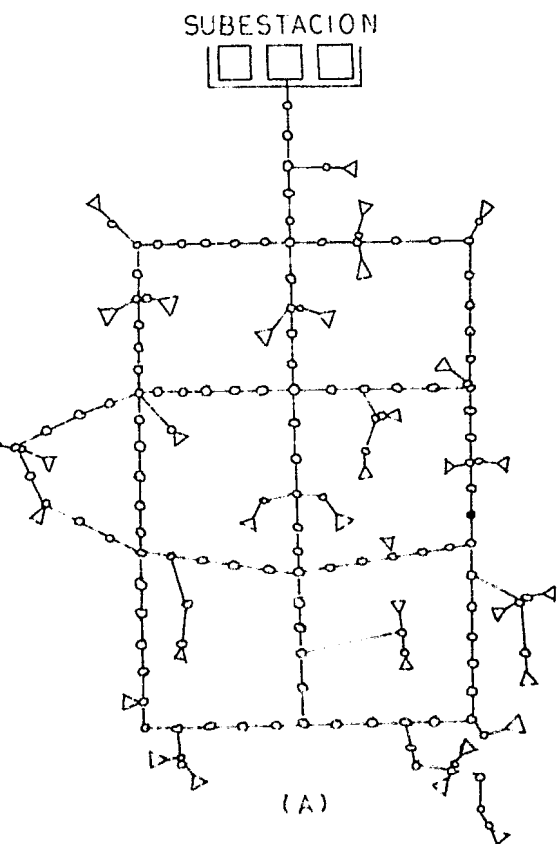


(A)

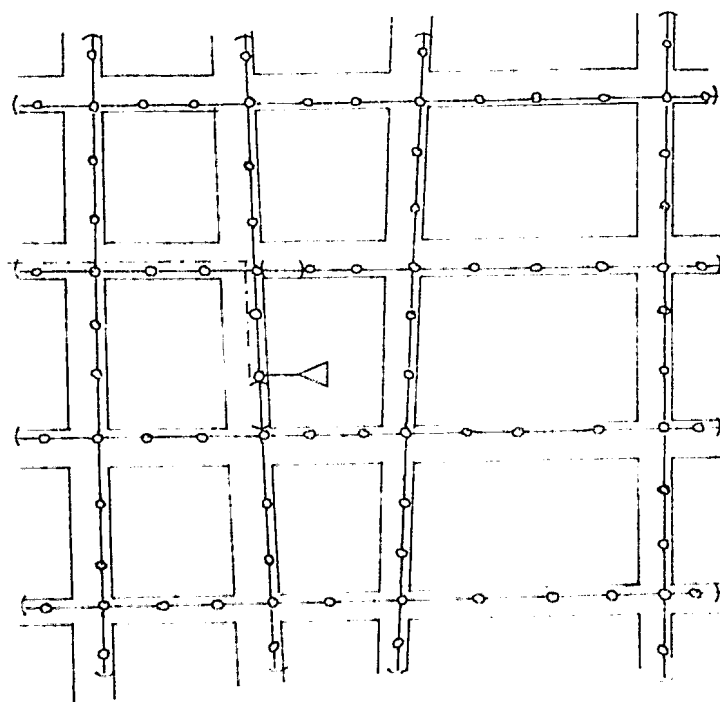


(B)

SISTEMA DE DISTRIBUCION RADIAL
(A) PRIMARIO. (B) SECUNDARIO.



(A)



(B)

SISTEMA DE DISTRIBUCION EN ANILLO
(A) PRIMARIO. (B) SECUNDARIO.

Un sistema de distribución consta de dos partes: Red de Distribución Primaria y Red de Distribución Secundaria. [1]

En todos los centros de carga de dimensiones considerables como son las ciudades, constan de sub-Estaciones reductoras de voltaje. A ellas llegan las líneas de transmisión procedentes ya sea de una planta Termoeléctrica ó Hidroeléctrica normalmente, con un voltaje de varios miles de V., los cuales al llegar a las sub-Estaciones, se reducen a un voltaje nominal de distribución, en nuestro caso a 13.2 KV.

Este voltaje es reducido por los transformadores de potencia existentes en las sub-Estaciones, para así poder distribuir la energía eléctrica a un voltaje adecuado por medio de la Red de distribución Primaria que sale de dichas sub-Estaciones y que se distribuye a todos los centros de carga a través de bancos de transformadores, los cuales alimentan a la red secundaria a un voltaje aún menor de 13.2 KV., ya que el voltaje entre fases en el secundario es de 220 volts. y entre fases y neutro 127 volts.

Los bancos de transformadores son colocados dentro de la Zona de electrificación, por áreas, ya sean estas distribuidas en forma radial ó en anillo, según el número de cargas existentes en dicha área.

Estas áreas se indican por medio de planos, para un mejor control, y para facilitar la construcción de nuevas obras así como la operación y mantenimiento de las ya existentes.

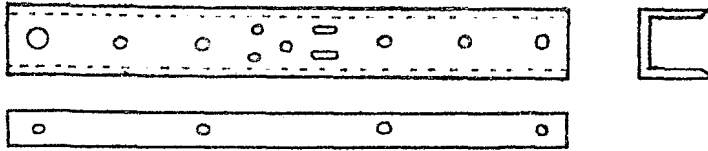
A continuación, se habla de los herrajes más comúnmente utilizados en las obras eléctricas de distribución y posteriormente de su uso en postes y aparatos eléctricos. [2]

Bruceta "C4T"

Material: Canal de 102 mm. galvanizado.

Perforaciones: Diámetro de 17 mm.

Aplicación: soportar líneas primarias de distribución.

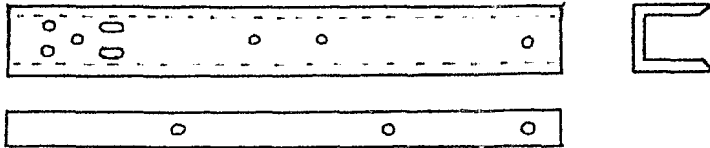


Bruceta "C4V" (Bruceta volada).

Material: Canal de 102 mm. galvanizado.

Perforaciones: Diámetro de 17 mm.

Aplicación: soportar líneas primarias de distribución.

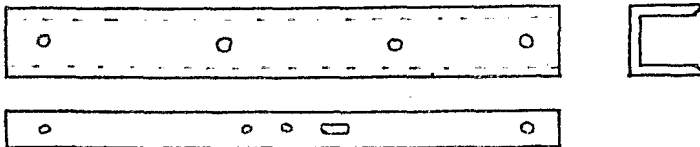


Bruceta "C4K"

Material: Canal de 102 mm. galvanizado.

Perforaciones: Diámetro de 17 mm.

Aplicaciones: remate de líneas primarias de distribución.

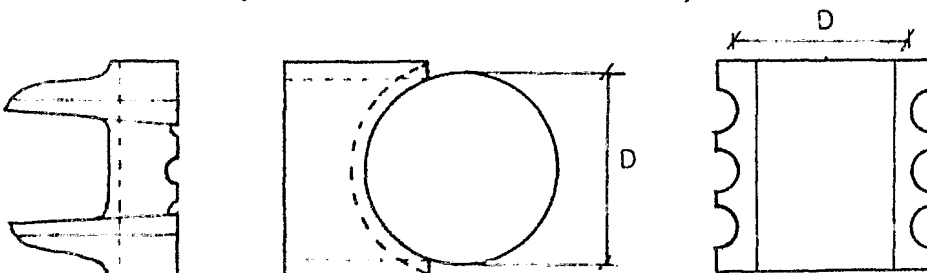


Dado "46", "46R"

Material: Fe. fundido.

Acabado: Pintura negra anticorrosiva.

Aplicación: fijar bruceta "C4T" o "C4V", "C4K".

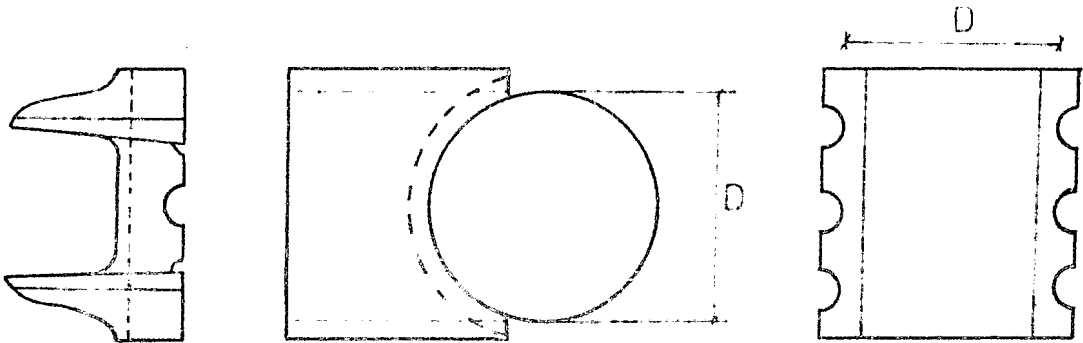


Lado "6"

Material: Fe. fundido.

Acabado: Pintura negra anticorrosiva.

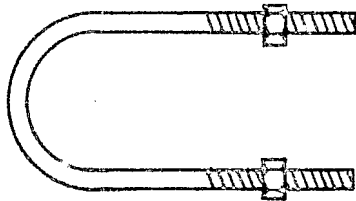
Aplicación: Fijar plataformas para transformadores en postes.



Abrazadera "U"

Material: Fe. redondo galvanizado.

Aplicación: Fijación de crucetas.

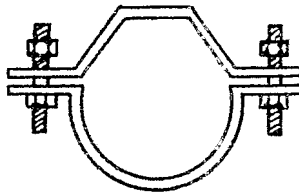


Abrazadera "B"

Material: Solera de 6 x 30 mm.

Perforaciones: Diámetro de 14 mm.

Aplicación: Fijación de Bastidores.

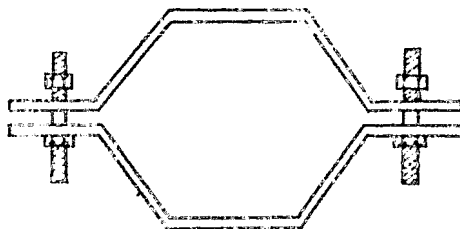


Abrazadera "C"

Material: Solera de 6 x 30 mm.

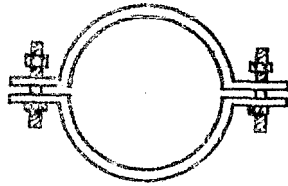
Perforaciones: Diámetro de 14 mm.

Aplicación: Fijación de Bastidores.



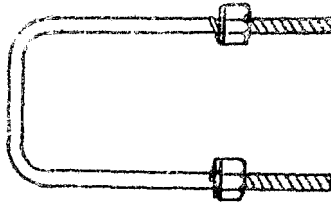
Abrazadera "A1"

Material: Colera de 6 x 51 mm. galvanizado.
Perforaciones: Diámetro de 14 mm.
Aplicación: Remate de líneas primarias.



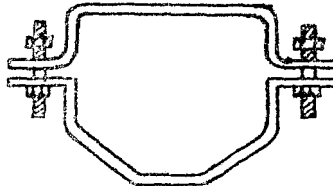
Abrazadera "B1"

Material: Fe. redondo galvanizado.
Aplicación: Fijación de crucetas.



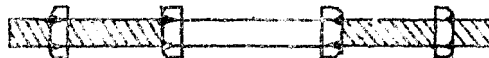
Abrazadera "B2"

Material: Colera de 6 x 38 mm. galvanizado.
Perforaciones: Diámetro de 14 mm.
Aplicación: Fijación de bastidores.



Barra Doble Rosca.

Material: Fe. redondo galvanizado.
Especificaciones: Viene en 16 x 305 ó 16 x 457 mm.
Aplicación: Fijación de crucetas de remate en líneas primarias.



Arandela plana "L1"

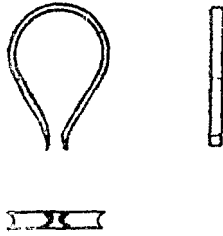
Material: Colera de 10 x 51 mm.
Perforación: Diámetro de 21 mm.
Aplicación: En cadenas de suspensión.



Guardacabo.

Material: Fe. acanalado galvanizado.

Aplicación: Retenidas y remates de líneas primarias.



Alfileres "A"

Material: Acero forjado con metal de plomo galvanizado.

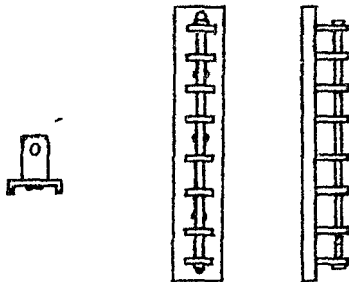
Aplicación: Soporte de aisladores hasta de 22 kv.



Bastidores "B1, B2, B3 y B4"

Material: Fe. y acero galvanizado.

Aplicación: Soporte de aisladores de la red secundaria.

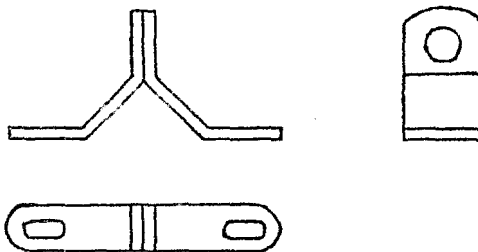


Moldura "ML"

Material: Solera de 5 x 38 mm. galvanizado.

Perforación: Diámetro de 18 mm.

Aplicación: Remate de fase central en redes, cada moldura comprende 2 piezas.

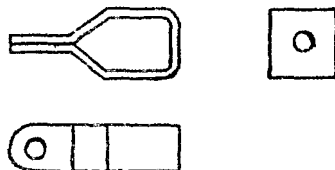


Ojo "O"

Material: Solera de 6 x 38 mm. galvanizado.

Perforaciones: Diámetro de 18 mm.

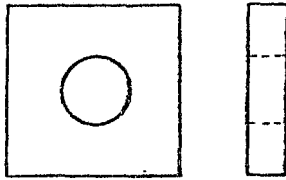
Aplicación: Remate de líneas primarias.



Arandelas "A3"

Material: Placa galvanizada.

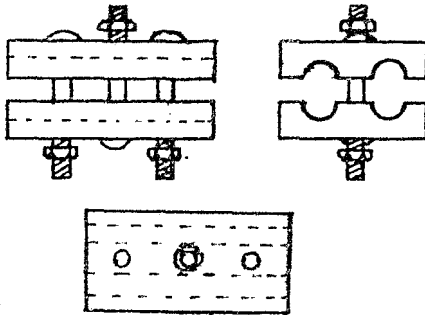
Aplicación: en tornillos y pernos.



Grapa de placas paralelas.

Material: Solera de 102 mm.

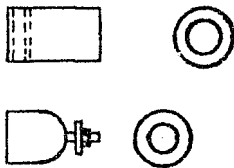
Aplicación: Retenida de líneas.



Base y grapa "R"

Material: Fe. galvanizado.

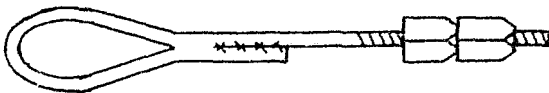
Aplicación: Retenidas de banquetas.



Perno "PA"

Material: Fe. redondo galvanizado.

Aplicación: Retenidas en redes y líneas.



Pirante "PI"

Material: Solera de fierro galvanizada.

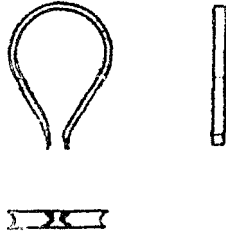
Aplicación: en crucetas "CIV" que llevan cortacircuitos.



Guardacabo.

Material: Fe. acanalado galvanizado.

Aplicación: Retenidas y remates de líneas primarias.



Alfileres "A"

Material: acero forjado con recubrimiento de plomo galvanizado.

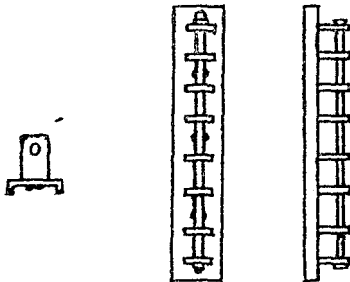
Aplicación: Soporte de aisladores hasta de 22 KV.



Bastidores "B1, B2, B3 y B4"

Material: Fe. y acero galvanizado.

Aplicación: Soporte de aisladores de la red secundaria.

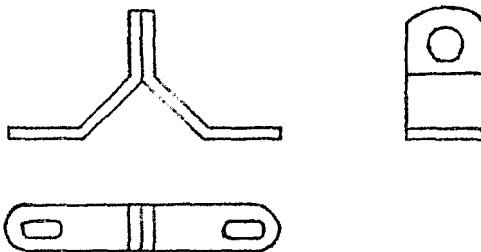


Moldura "RB"

Material: chapa de 5 x 38 mm. galvanizado.

Perforación: Diámetro de 18 mm.

Aplicación: remate de fase central en redes, cada moldura comprende 3 piezas.



Ojo "RB"

Material: chapa de 6 x 38 mm. galvanizado.

Perforaciones: Diámetro de 18 mm.

Aplicación: remate de líneas primarias.

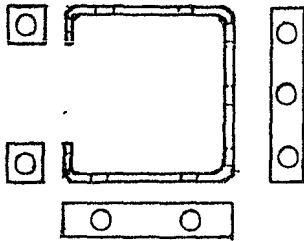


Mensula "B3"

Material: Solera de 10 x 63 mm.

Perforaciones: Diámetro de 18 mm.

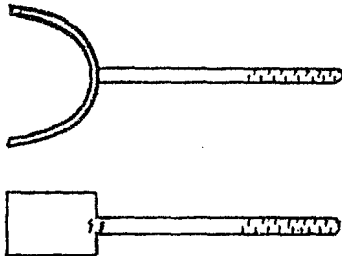
Aplicación: Separación de líneas secundarias.



Separador "S1"

Material: Solera de 5 x 75 mm. y tornillo de 16 mm. con doble tuerca.

Aplicación: Separador para transformador.

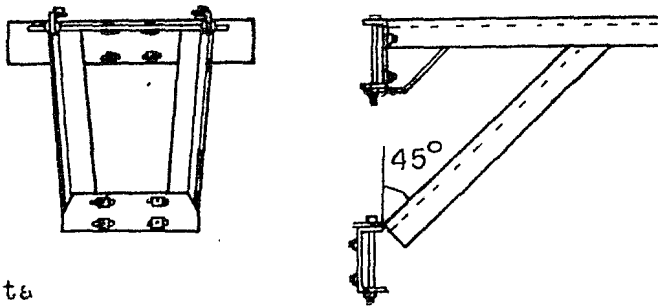


Plataforma "T3"

Material: Angulo de Fe.

Perforaciones: Diámetro de 18 mm.

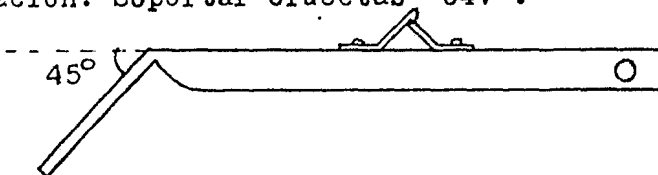
Aplicación: Montaje de transformadores.



Tornapunta

Material: Angulo de 76 x 76 x 6 mm.

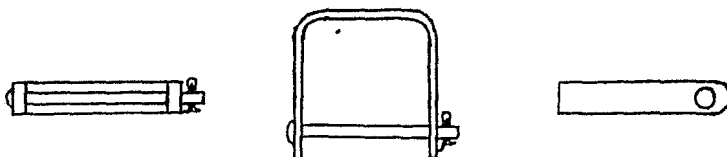
Aplicación: Soportar crucetas "C4V".



Horquilla

Material: Solera de Fe. galvanizado.

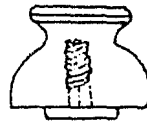
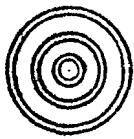
Aplicación: En remates de línea primaria.



Aislador "13 A"

Material: Porcelana japonesa.

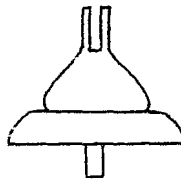
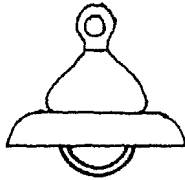
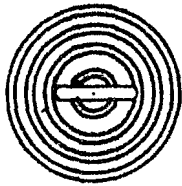
Aplicación: En línea primaria de distribución.



Aislador "6SP"

Material: Plato de porcelana japonesa.

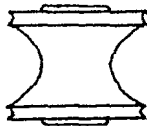
Aplicación: Remates de línea primaria.



Aislador "1R"

Material: Carrete de porcelana.

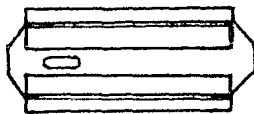
Aplicación: Bastidores para línea secundaria.



Aislador "Tipo Piña ó de Tensión"

Material: Bola de porcelana.

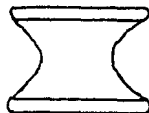
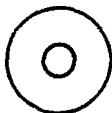
Aplicación: Retenidas primarias y secundarias y en alertu--
ra de áreas en redes secundarias.



Aislador "Tipo Maroma ó carrete"

Material: Carrete de porcelana blanca.

Aplicación: Para acometidas.

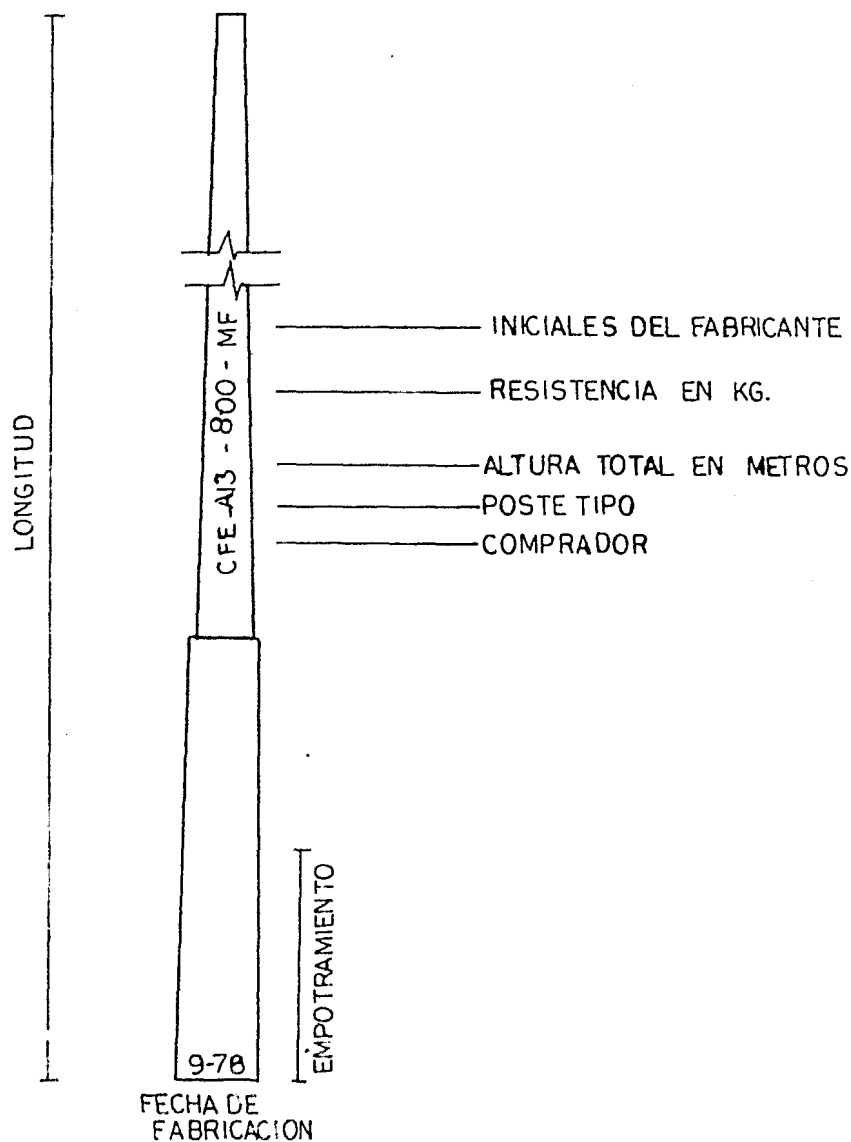


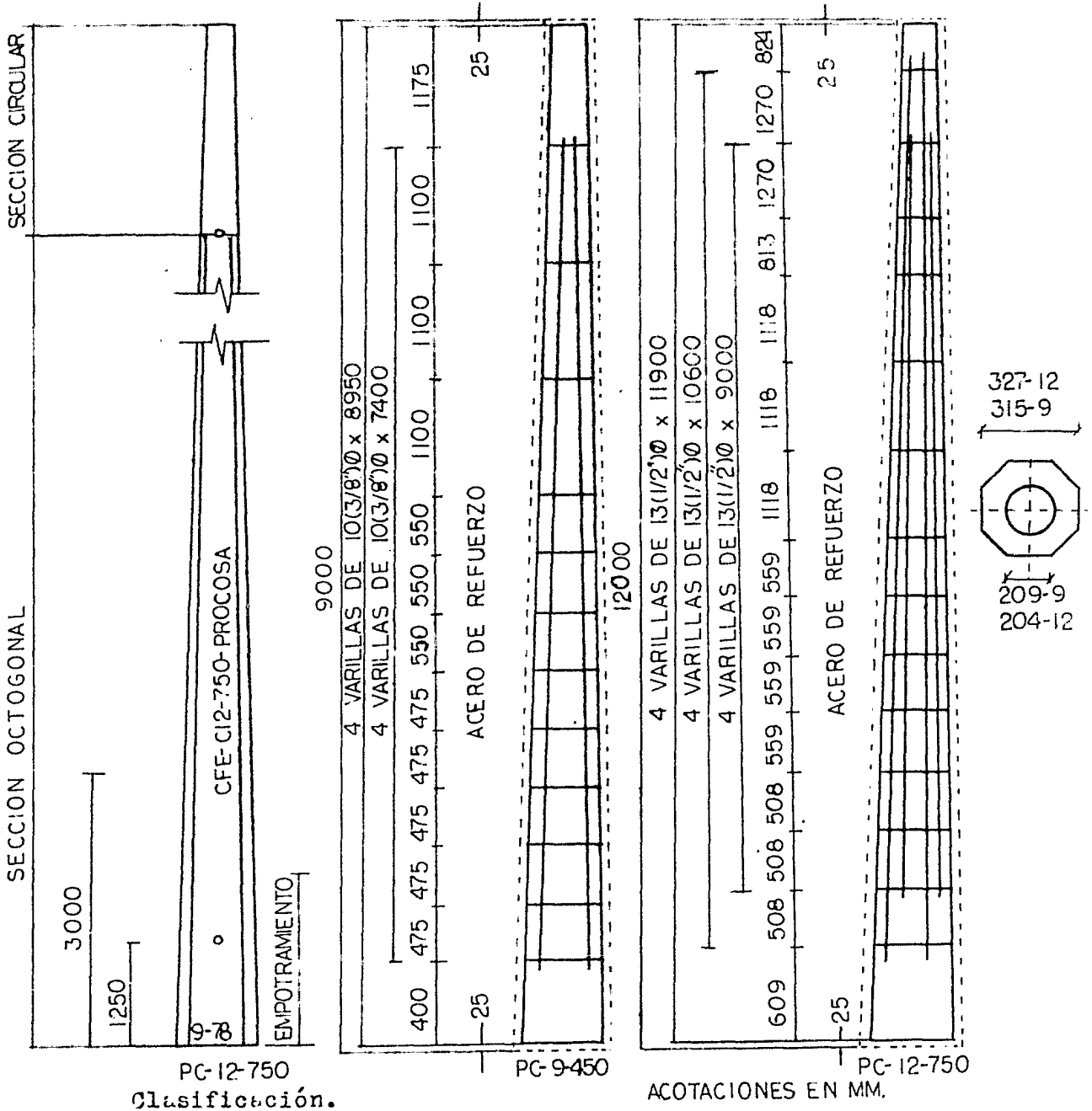
Postes de Acero.

Especificaciones:

El espesor mínimo de la placa de acero para todos los postes debe ser de 6.3 mm. con tolerancia de ± 0.4 mm. El acero con el que se fabriquen los postes debe corresponder a las especificaciones de Altos Hornos de México; las características mecánicas son las siguientes:

- a) Esfuerzo mínimo a la ruptura de tensión.....4900 Kg/cm²
- b) Límite elástico mínimo.....3500 Kg/cm²
- c) Reducción mínima del área después de la ruptura..... 45 %
- d) Alargamiento mínimo en 203 mm..... 18 %
- e) Prueba de doblez.





Los nombres de los postes para efectos de manejo, pedido y entrega son conforme a lo siguiente:

Longitud nominal en metros.	Larga mínima de ruptura en Kg.	Nombre del poste.
7	600	PG 7 600
9	450	PG 9 450
11	500	PG 11 500
11	700	PG 11 700
12	750	PG 12 750
12	700	PG 12 700

Clasificación.

Los postes de acero se clasifican por su altura y carga nominal de trabajo, como se indica a continuación:

Longitud nominal en metros	Carga máxima admisibles en la prueba	Nombre del poste
13	700	A 13 700
14	900	A 14 900
15	800	A 15 800
17	800	A 17 800

A - Acero

13, 14, 15 y 17-Longitud nominal en metros.

700, 800 y 900- Carga de trabajo en KG.

Uso.

Los postes de acero tubular, se usan para soportar conductores, equipo, herrajes y los accesorios necesarios para la conducción de la energía eléctrica.

Postes de Concreto.

Los postes de concreto, se construyen y fabrican de acuerdo a las normas de C.F.M. Los materiales que intervienen para su fabricación lo constituyen: Cemento, agua, roca básica sana y sólida sin exceder los contenidos de polvos o arcillas ni contenido de cloruros y sulfatos, arena industrial y grava de 19 mm. Se usará varilla corrugada de grado 42 para el refuerzo longitudinal, espirales de alambre grado estructural para refuerzos transversales, alambre pulido de 4.11 mm de diámetro para los anillos, alambre recocido de 1.007 mm de diámetro para los amarres.

Vaciado.

Debe verificarse una distribución uniforme de la mezcla en el molde y en el tiempo apropiado para que no pierda su estado plástico y fluya fácilmente dentro de los espacios que existen entre las varillas.

Simbra interna (Mandrill).

Debe extraerse poco tiempo antes de terminado el fraguado final a efecto de evitar desprendimientos interiores que disminuyan la sección o dejen expuestos los armazones.

PC-Poste de concreto.

7, 9, 11, 13 y 15-Longitud nominal del poste en metros.

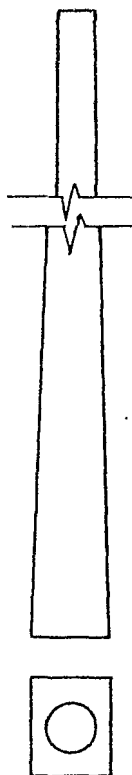
480, 550, 600, 700 y 750-Sar a mínima de ruptura del poste (aplicada a 30 cm. de la punta) en Kg.

Uso.

Los postes de concreto octagonal se utilizan para soportar los conductores y el equipo necesario en la conducción de energía eléctrica.

Otros tipos de postes de concreto.

Existe otro tipo de poste de concreto, este es el rectangular, aunque es muy poco usado ya que la dificultad de subir a él con manas es muy grande debido a su forma.



Conductores.

Los conductores más comúnmente usados para líneas primarias son por lo general de ACSR mientras los más comúnmente usados para línea secundaria son por lo general de cobre. A continuación se enuncian los conductores más utilizados por C.F.E. en líneas primarias y secundarias.

Línea Primaria

ACSR No 4 AWG
ACSR No 2 AWG
ACSR No 1/0 AWG
ACSR No 2/0 AWG
ACSR No 266.8 MM²
ACSR No 336.4 MM²

Alambre Cu. No 4

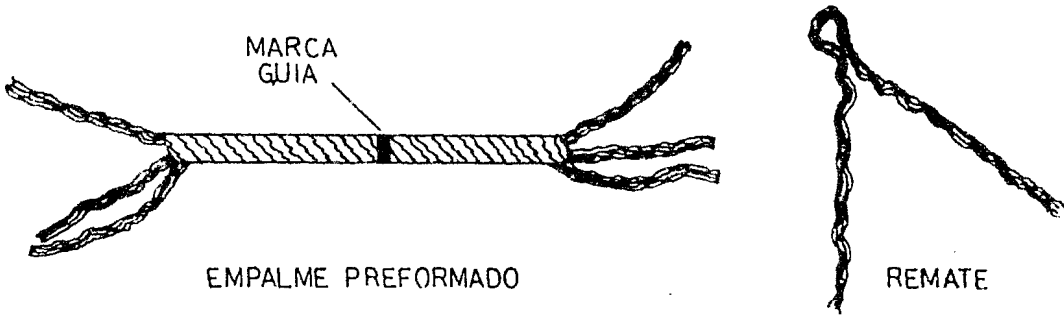
Línea Secundaria

Alambre Cu. No 4
Cable Cu. No 2
Cable Cu. No 1/0
Cable Cu. No 2/0
ACSR No 1/0
ACSR No 2

Los anteriores, son conductores más comúnmente usados ya que son los de mayor existencia en el mercado.

Empalmes y Remates preformados.

Los empalmes y remates preformados, solo se usan en líneas construidas con ACsR, ya que los remates son de ACsR mientras que los empalmes son de aluminio.



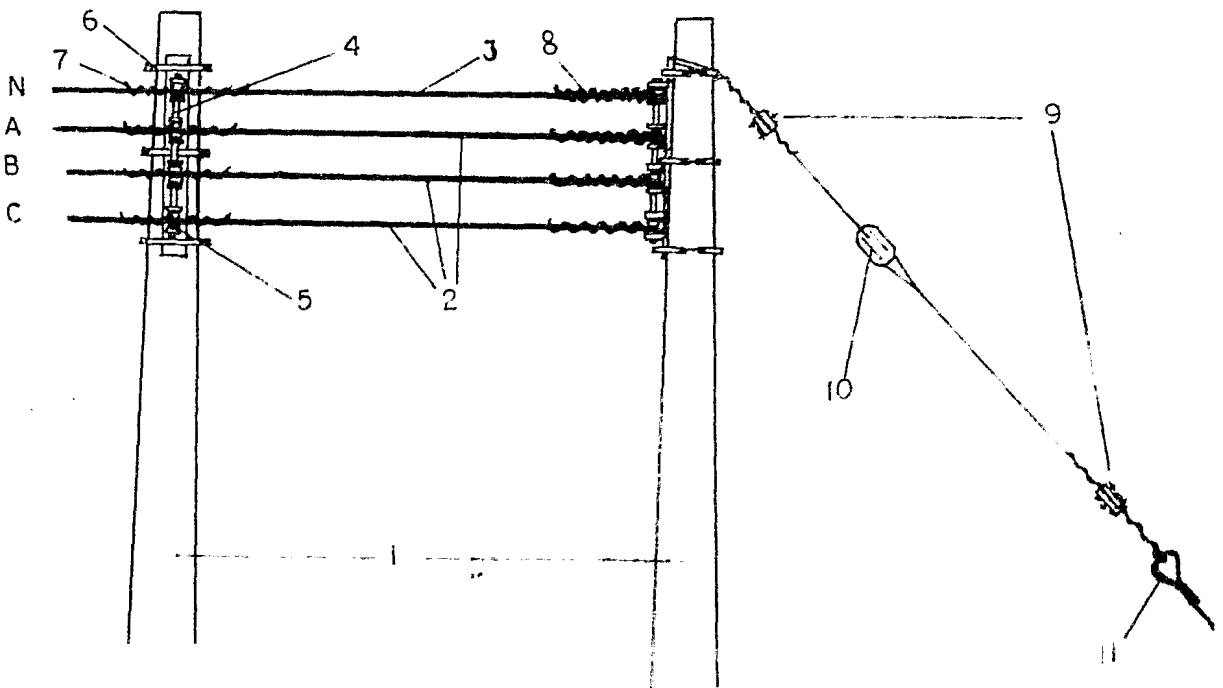
Uso.

Los empalmes se utilizan para unir un conductor con otro del mismo calibre. Mientras que los remates sirven para fijar el conductor que remata en el aislador de suspensión.

ESTRUCTURAS

Una estructura, está constituida de un gran número de herrajes ó de implementos eléctricos, según el uso que vaya a dar ó las funciones que vaya a desempeñar. A continuación se presentan las estructuras más comúnmente usadas así como la enumeración de cada herraje que la constituye. [4]

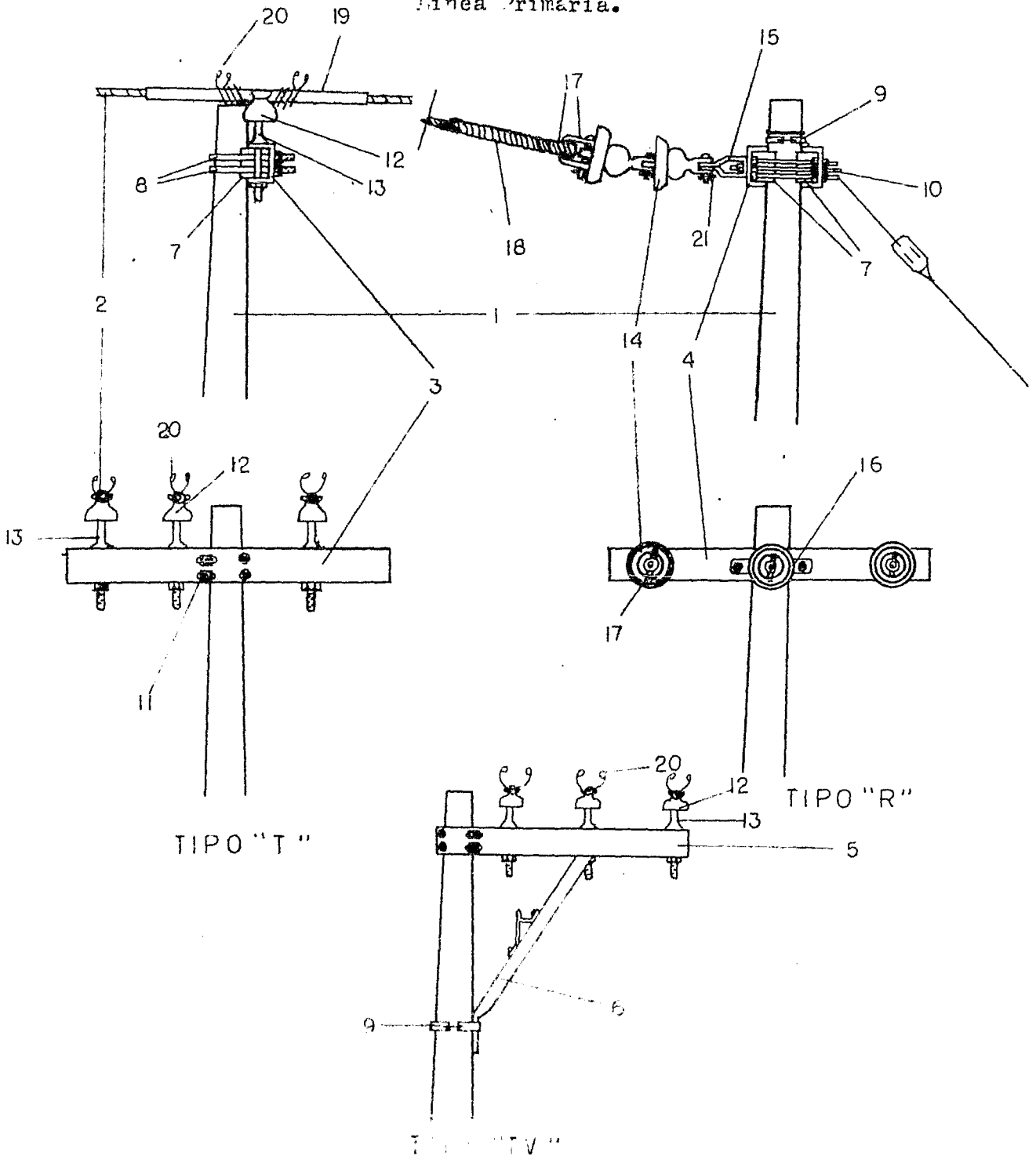
Línea secundaria.



- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| 1.-Poste conc. oct. 9 mts. | 7.-Amarre de cobre. |
| 2.-Conductores de fase. | 8.-Remates secundaria. |
| 3.-Conductor neutro. | 9.-Grapa de placas para-
lelas. |
| 4.-Bastidor B4. | 10.-Aislador tipo Pina. |
| 5.-Aislador IR. | 11.-Perno PA. |
| 6.-Abrazadera lbo | |

Los puntos 9, 10, 11 y el cable acerado constituyen una retenida de ancla.

Línea Primaria.



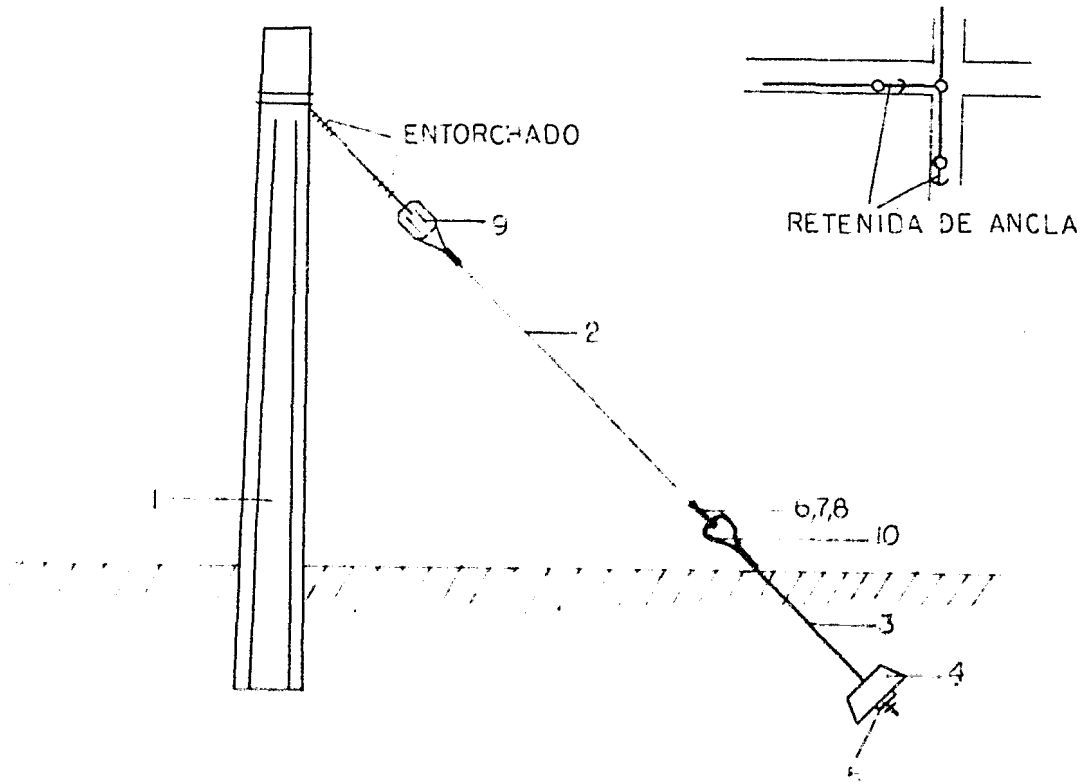
- 1.-Poste conc. oct. ó en ángulos poste de acero.
- 2.-Conductor de ALBR.
- 3.-Cruceta "C4T".
- 4.-Cruceta "C4R".
- 5.-Cruceta "C4V".
- 6.-Tornapunta "T1".
- 7.-Dado "46" en C4T, 46R en C4R y 46 en C4V.
- 8.-Abrazadera "1U".
- 9.-Abrazadera "AG".
- 10.-Perno D.R. 16 x 457 mm.
- 11.-Arandela "AG".
- 12.-Aislador "13A".
- 13.-Alfiler "1A".
- 14.-Aislador "13B".
- 15.-Ojo "RU".
- 16.-Moldura Central "RL".
- 17.-Horquilla con guardacabo.
- 18.-Remate preformado de ALBR.
- 19.-Guardalínea preformado.
- 20.-Amarre de aluminio.
- 21.-Chaveta.

TIPOS DE RETENIDAS.

Existen diferentes tipos de retenidas, estas son usadas de acuerdo a las necesidades que se tengan en las obras eléctricas: retenida de ancla, retenida de estaca, retenida de pared ó banquetta, retenida de poste a poste y la combinación de estaca y ancla.

retenida de ancla.

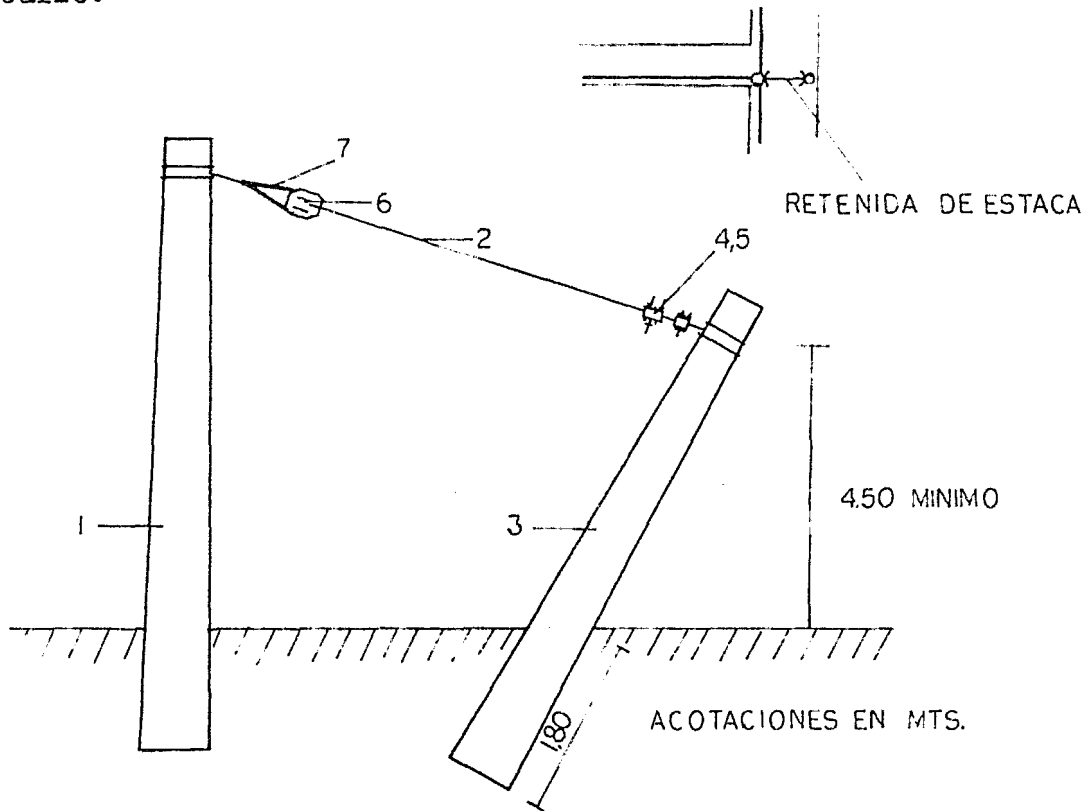
Se usa para soportar tensiones en línea recta cuando una línea termina ó cuando ésta está proxima a cambiar su dirección (tramo flojo) en una esquina. Se usa en líneas primarias y secundarias.



- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1.-Poste conc. oct. | 6.-Preformado de remate. |
| 2.-Cable acero galvanizado. | 7.-Grapa paralela. |
| 3.-Perno "PA". | 8.-Grapa perro. |
| 4.-Ancla cónica de concreto. | 9.-Aislador tipo pino. |
| 5.-Arandela "A3". | 10.-Guardacabo. |

Retenida de Estaca.

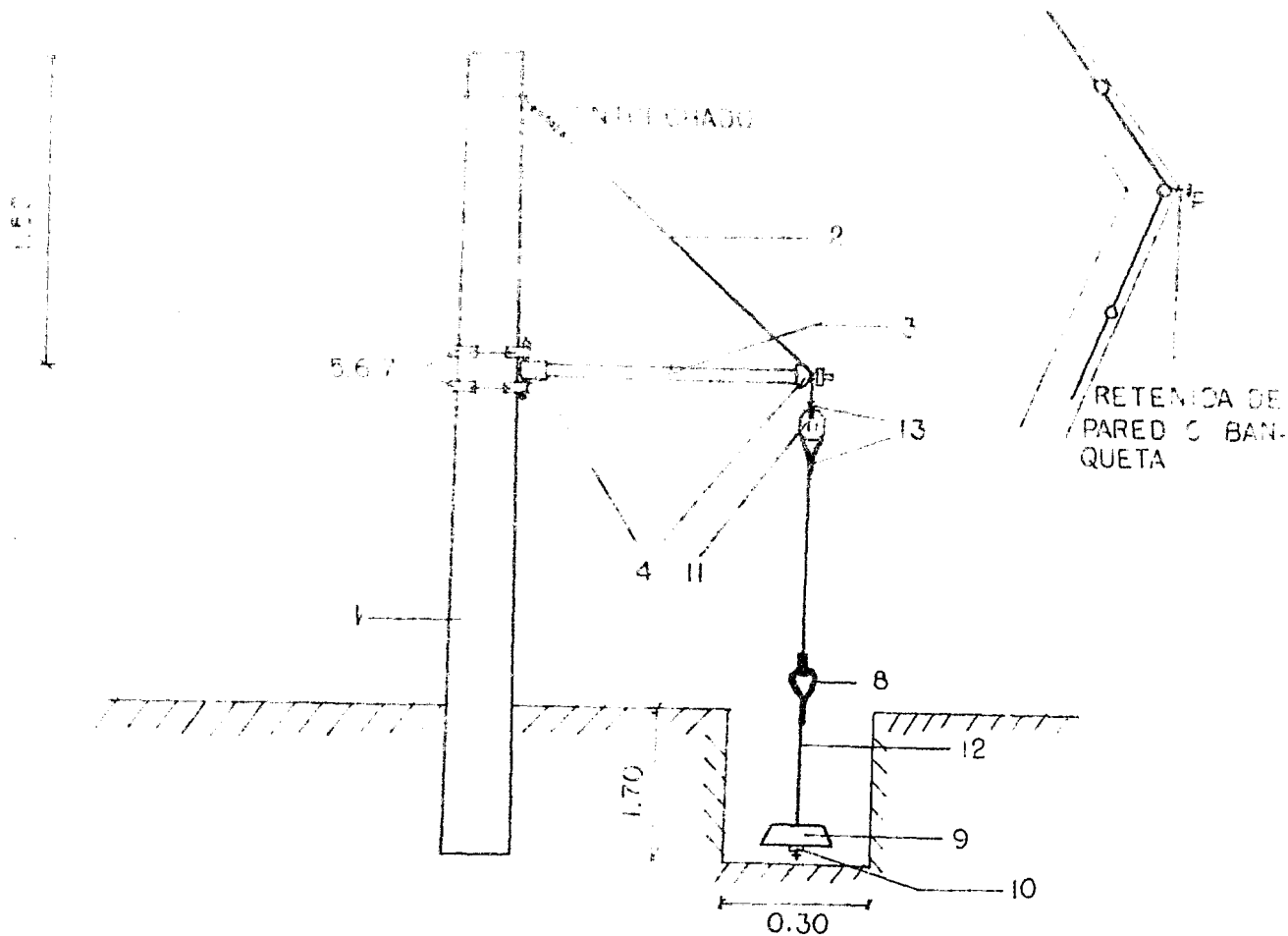
Se usa en remates de líneas primaria y secundaria sustituyendo la retenida de ancla debido a la existencia de una calle.



- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1.-Poste de conc. oct. | 5.-Grapa perro. |
| 2.-Cable de acero galvanizado. | 6.-Aislador tipo pino. |
| 3.-Poste conc. de 7 mts. C-7-6007. | 7.-Preformado de remate. |
| 4.-Grapa paralela. | |

Retenida de Pared ó Banqueta.

Este tipo de retenida es muy usada en ángulos formados en la línea ya sea primaria ó secundaria, debido a la topografía del terreno.

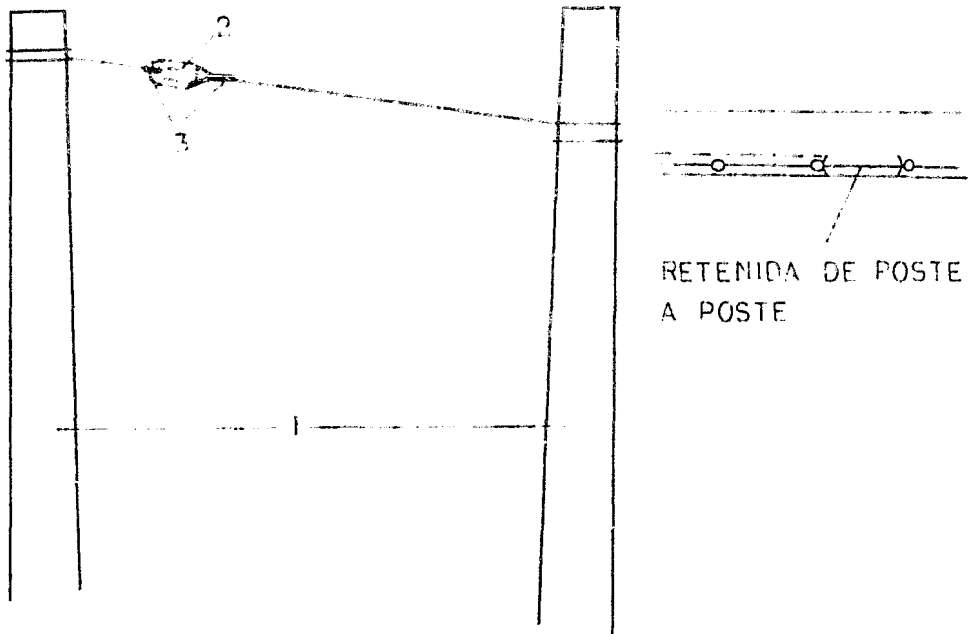


ACOTACIONES EN MTS.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1.-Poste conc. oct. | 8.-Guardacabo. |
| 2.-Cable acero galvanizado. | 9.-Ancha cónica de concreto. |
| 3.-Tubo acero galvanizado
de 51 mm. de diámetro. | 10.-Arandela "A3". |
| 4.-Base y grapa "AB". | 11.-Aislador tipo pino. |
| 5.-Abrazadera "130". | 12.-Perno "PA". |
| 6.-Abrazadera "130". | 13.-Preformado de resate. |
| 7.-Pija de 17 x 102 mm. | |

Retenida de Poste a Poste.

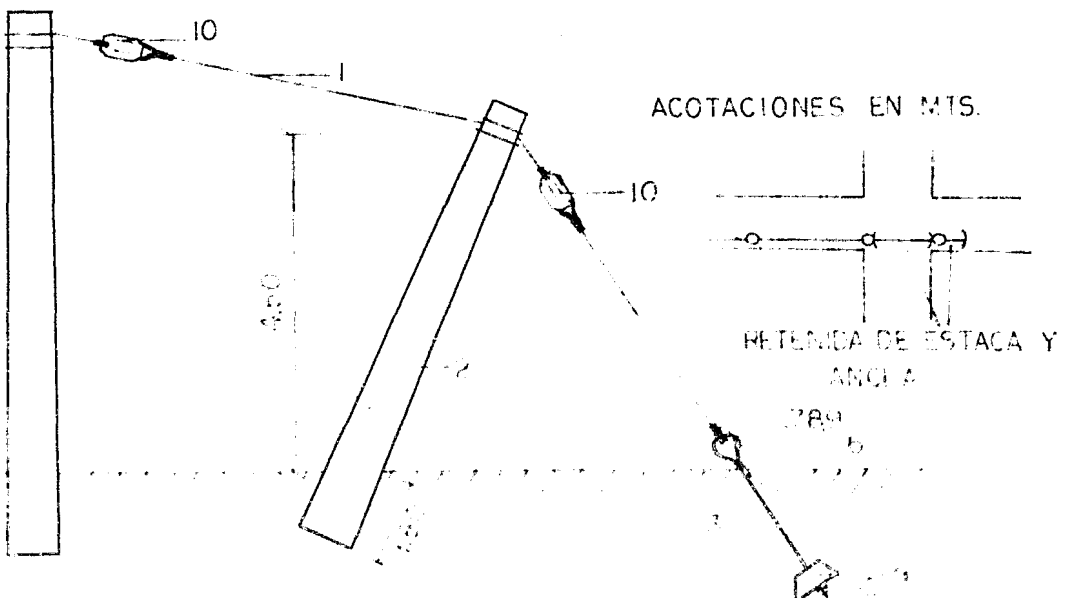
Este tipo de retenida es muy usual en la línea primaria para soportar tensiones en línea recta donde rematan los conductores.



- 1.-Postes de 8 mts., 12 mts. ó de 12 y 9 mts. pero no confundir este tipo de retenida con el de estaca ya que aquel la estaca es de 7 mts y 600 Kg.
- 2.-Aislador tipo pipa.
- 3.-Perforados de remate.

Retenida de Estaca y Ancla.

Se usa en líneas primarias y secundarias, en remates de ambas donde se necesita atravesar la calle.

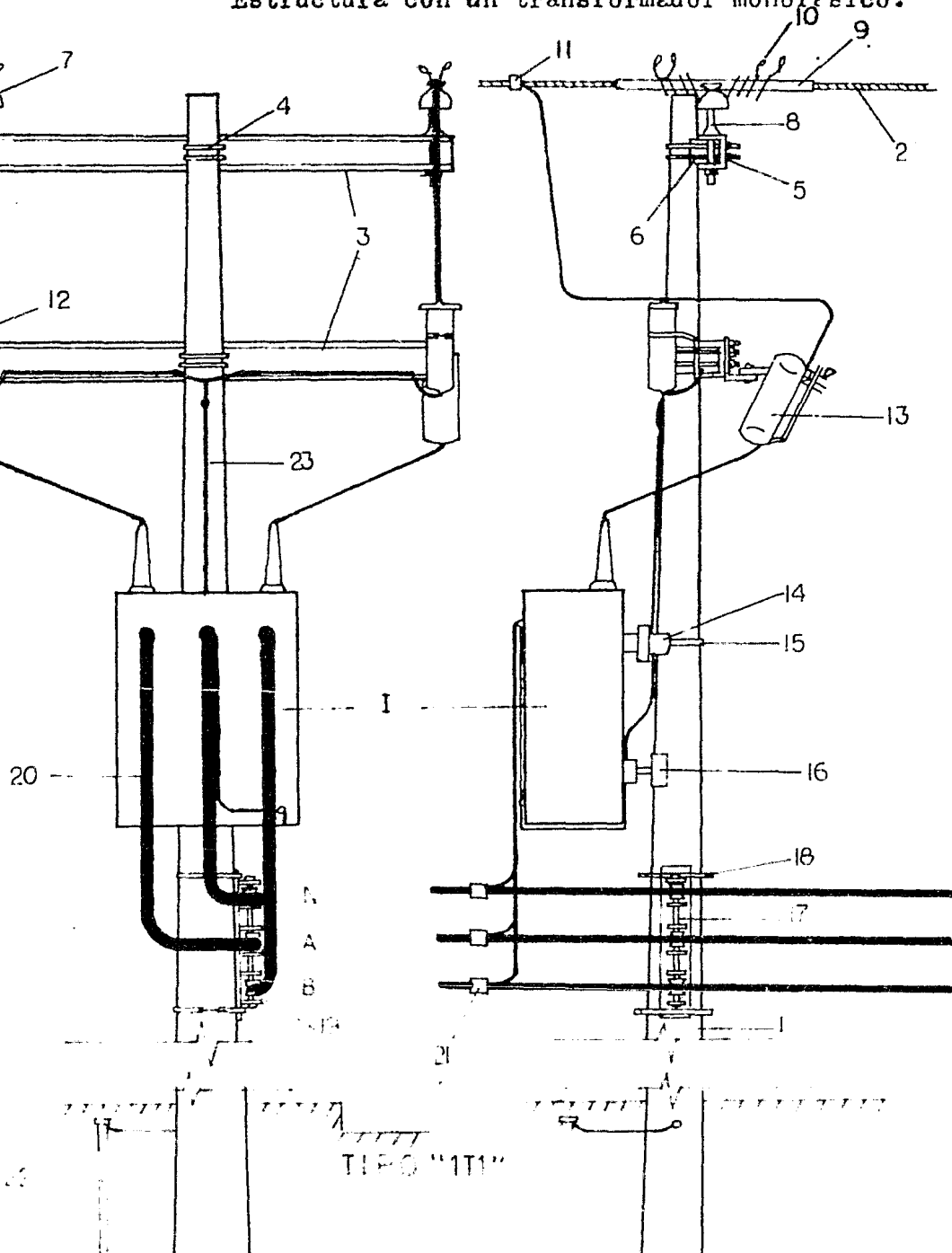


- 1.-Cable acero galvanizado.
- 2.-Poste concreto C-7-600.
- 3.-Perno "PA".
- 4.-Ancla cónica de concreto.
- 5.-Arandela "AS".
- 6.-Guardacabo.
- 7.-Preformado de remate.
- 8.-Grapa paralela.
- 9.-Grapa perro.
- 10.-Aislador tipo pila.

Estructuras con Implementos Eléctricos (Transformador)

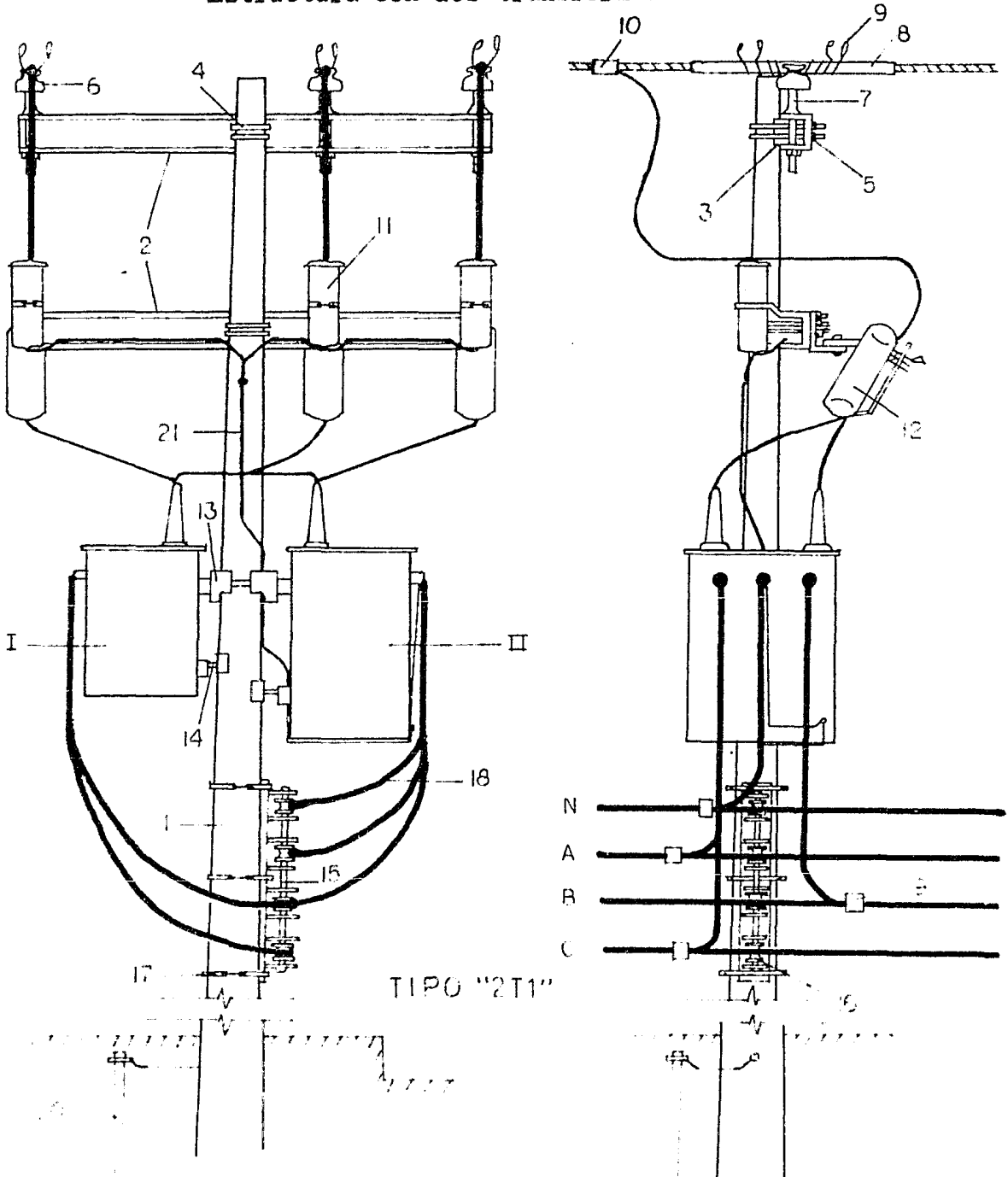
Se muestran los herrajes que intervienen en la formación de estructuras con: Un transformador monofásico, dos transformadores monofásicos y finalmente un transformador trifásico. [4]

Estructura con un transformador monofásico.



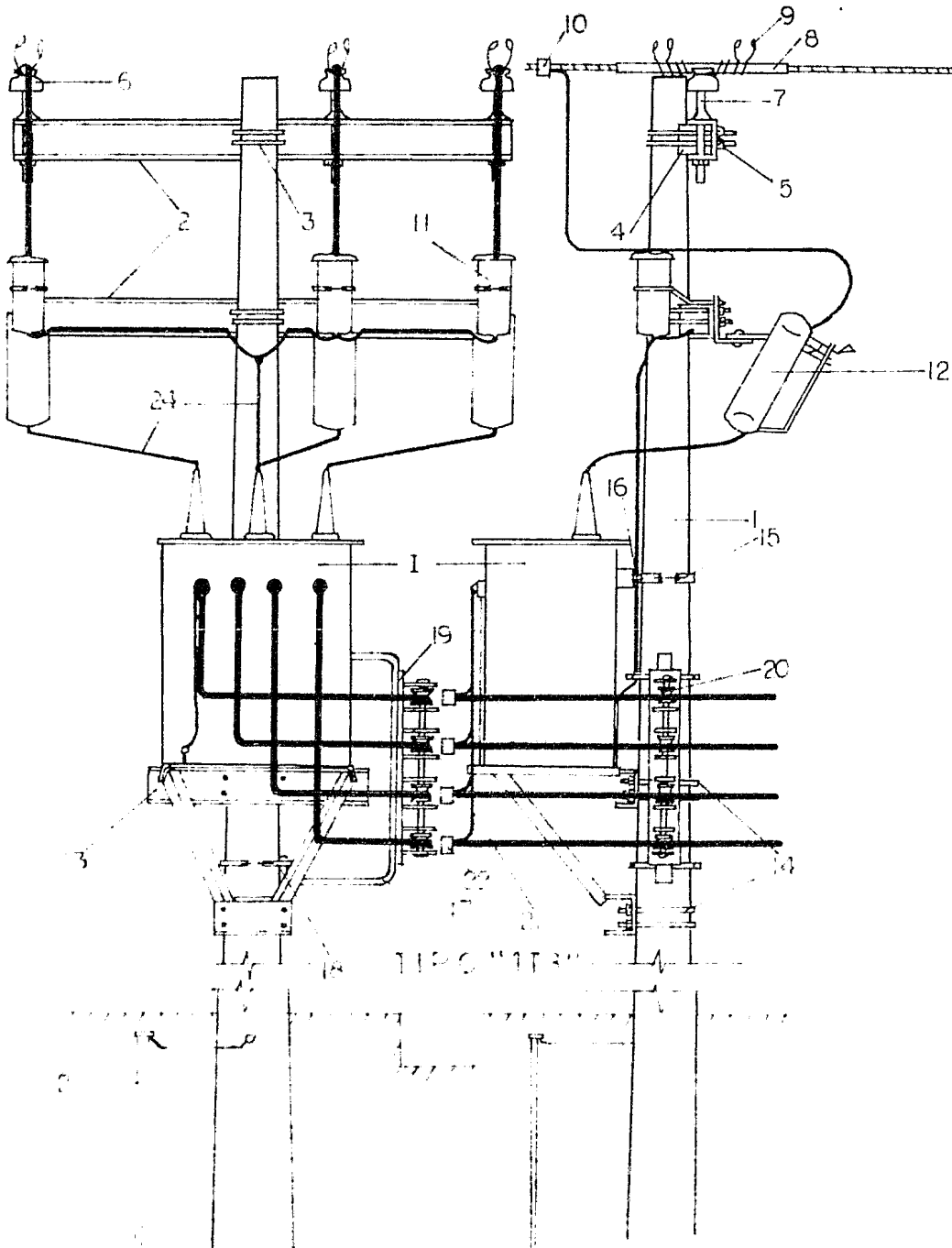
- | | |
|------------------------------|---|
| 1.-Poste conc. oct. | 13.-Cortacircuito fusible de 15 KV y 100 Amper. |
| 2.-Conductor de ACSR. | 14.-Soporte del transformador. |
| 3.-Cruceta "C4T". | 15.-Abrazadera Universal. |
| 4.-Abrazadera "1U". | 16.-Separador "S1". |
| 5.-Arandela "A3". | 17.-Bastidor "B3". |
| 6.-Dado "46". | 18.-Abrazadera "2B5". |
| 7.-Aislador "13A". | 19.-Aislador "1R". |
| 8.-Alfiler "1A". | 20.-Jable de Cu. "T7". |
| 9.-Guardalínea preformado. | 21.-Conector secundario. |
| 10.-Amarre de aluminio. | 22.-Varilla de tierra. |
| 11.-Conector primario. | 23.-Alambre de Cu. No. 4. |
| 12.-Aparterrayo "ADA-12". | |
| 1.-Transformador Monofásico. | |

Estructura con dos transformadores monofásicos.



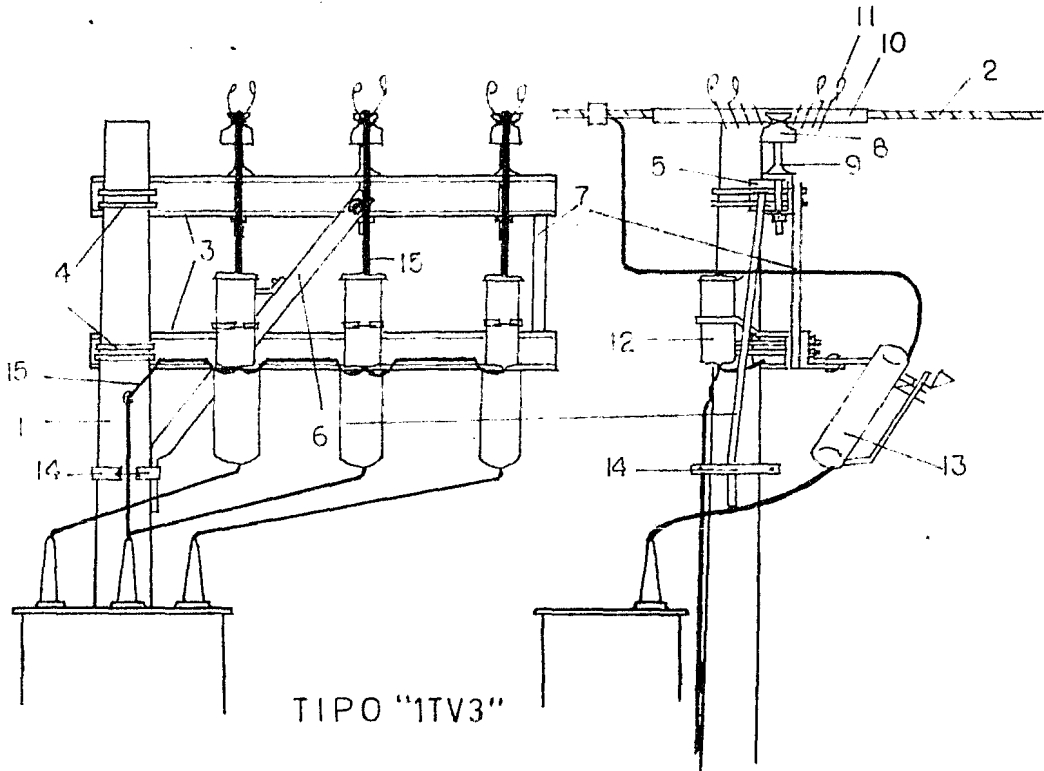
- | | |
|------------------------------|---|
| 1.-Poste conc. octagonal. | 12.-Jortacircuito fusible de 15 KV. y 100 amps. |
| 2.-Cruceta "C4T". | 13.-Abrazadera universal. |
| 3.-Dado "46". | 14.-Separador "S1". |
| 4.-Abrazadera "1U". | 15.-Bastidor "B4". |
| 5.-Arandela "AC". | 16.-Aislador "1R". |
| 6.-Aislador "13A". | 17.-Abrazadera "2BS". |
| 7.-Alfiler "1A". | 18.-Cable de Cu. "TW". |
| 8.-Guardalínea preformado. | 19.-Conector secundario. |
| 9.-Amarre. | 20.-Varilla de tierra. |
| 10.-Conector primario. | 21.-Alambre de Cu. No. 4. |
| 11.-Apartarrayo "ADA-12". | II.-Transformador Monofásico. |
| I.-Transformador Monofásico. | |

Estructura con un transformador trifásico.



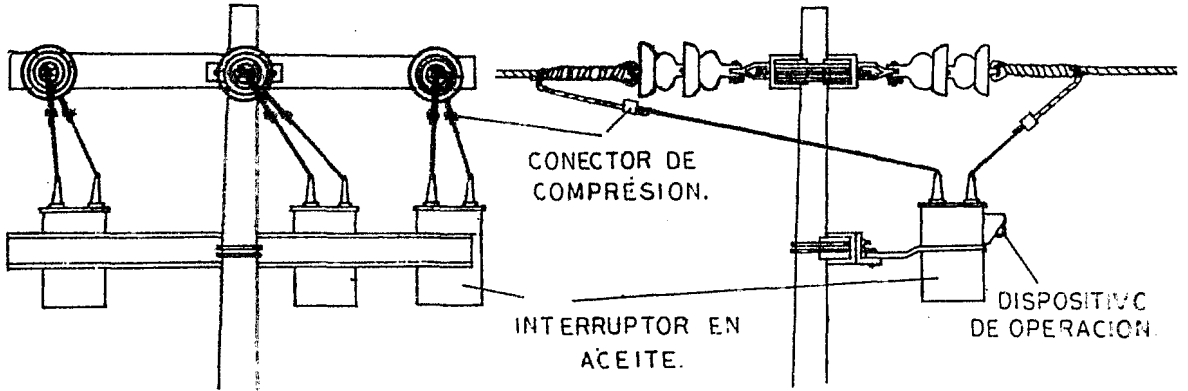
- 1.-Poste Conc. oct. para transformadores de capacidades de 5 a 15 KVA. y poste de acero tubular para transformadores de capacidades de 50 a 112.5 KVA.
- 2.-Cruzeta "C4T".
- 3.-Abrazadera "1U".
- 4.-Dado "46".
- 5.-Arandela "AC".
- 6.-Aislador "13A".
- 7.-Alfiler "1A".
- 8.-Guardalínea preformado.
- 9.-Amarre.
- 10.-Conector primario.
- 11.-Apartarrayo ADA-12.
- 12.-Cortacircuito fusible 15-100.
- 13.-Plataforma "F3".
- 14.-Abrazadera "2U".
- 15.-Abrazadera "B3".
- 16.-Tornillo 16 x 63.
- 17.-Ménsula "B3".
- 18.-Abrazadera "2B3".
- 19.-Pastidor "R4".
- 20.-Aislador "1R".
- 21.-Cable Cu. "TW".
- 22.-Conector secundario.
- 23.-Varilla de tierra.
- 24.-Alambre Cu. No. 4.

Estructura con cruzeta volada

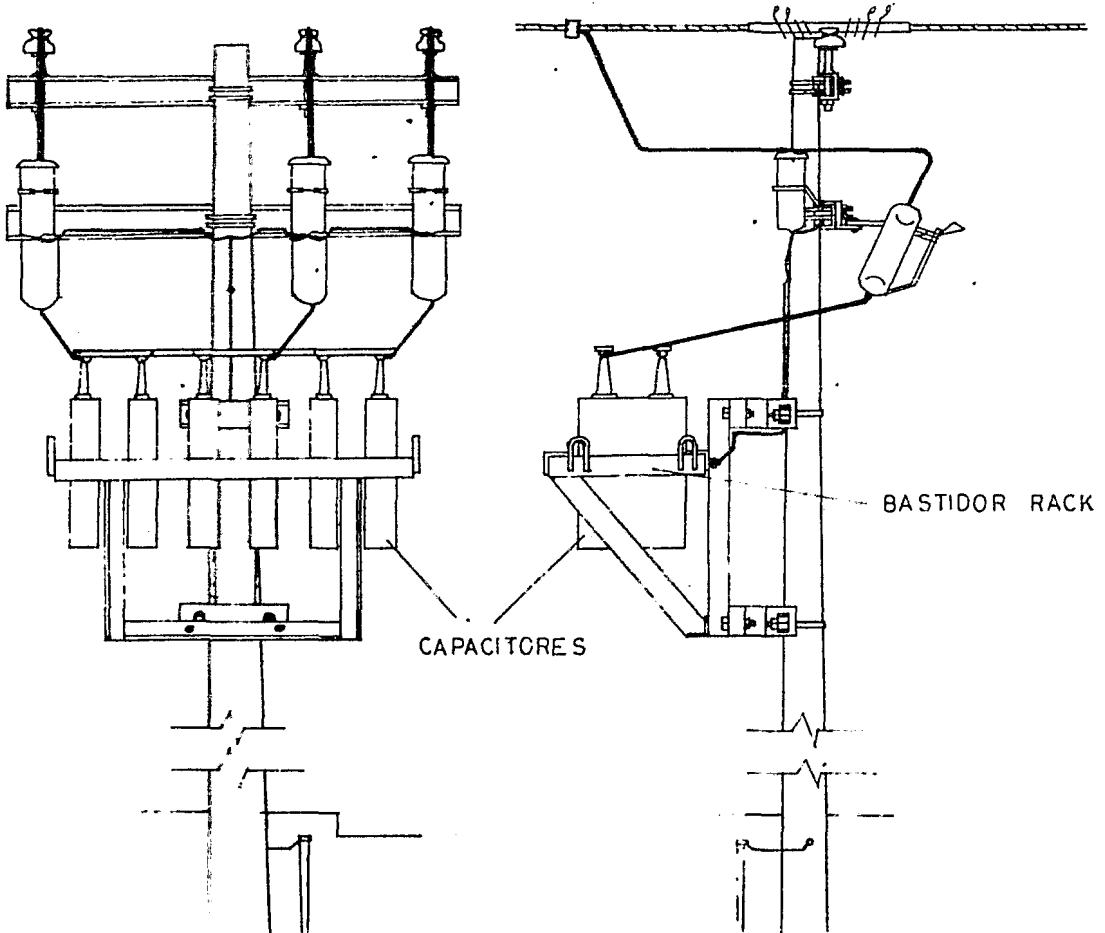


- 1.-Poste de con. oct. ó acero monotubular.
- 2.-Conductor de ACSK.
- 3.-Cruzeta "C4V".
- 4.-Abrazadera "1U".
- 5.-Dado "46".
- 6.-Tornapunta.
- 7.-Tirante "T1".
- 8.-Aislador "13A".
- 9.-Alfiler "1A".
- 10.-Guardalínea preformado.
- 11.-Amarre aluminio.
- 12.-Apartarrayo ADA-12.
- 13.-Cortacircuito 15-100.
- 14.-Abrazadera "2B3".
- 15.-Alambre Cu. No. 4.

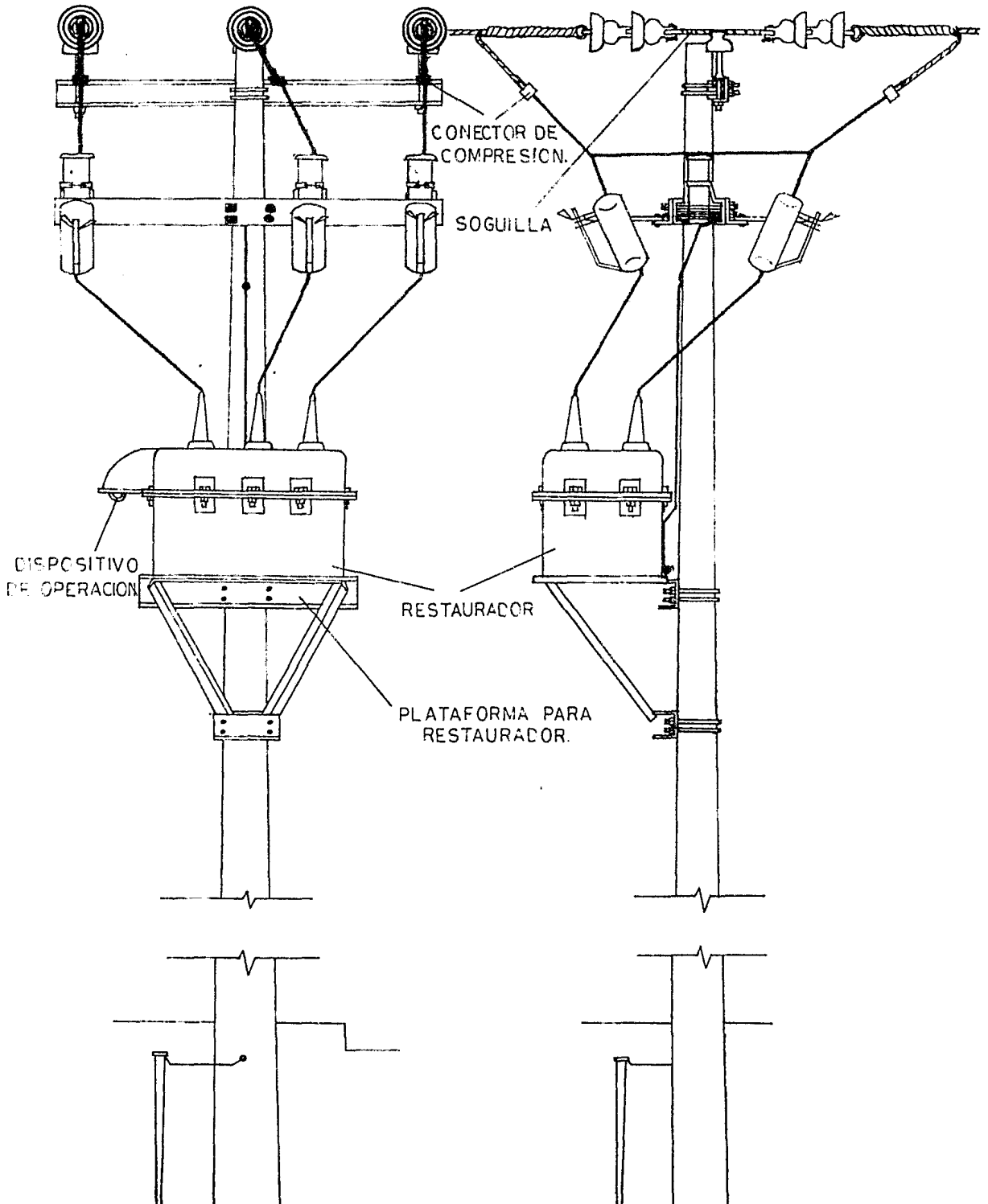
ESTRUCTURA TIPO "R" CON INTERRUPTORES EN ACEITE.



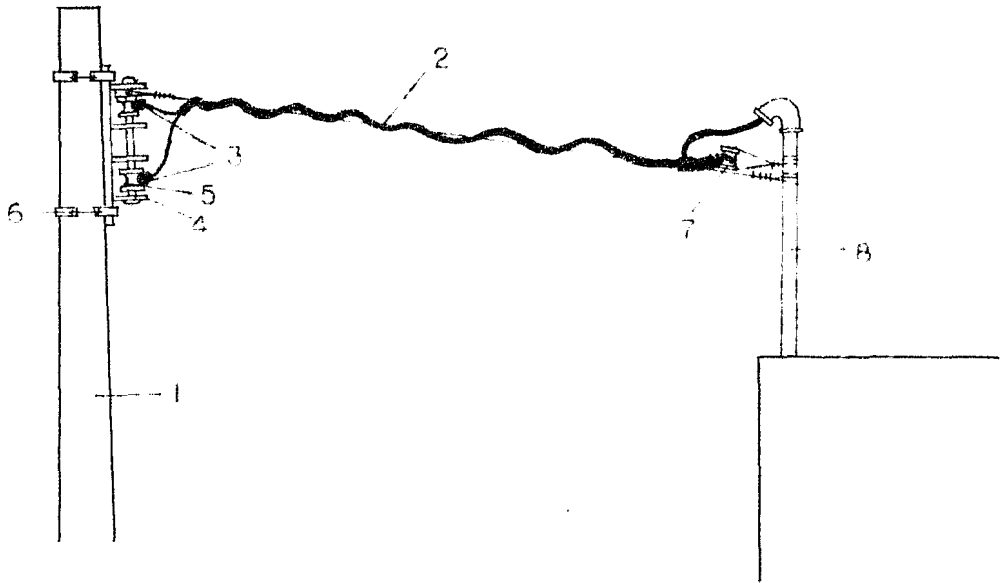
ESTRUCTURA CON BANCO DE CAPACITORES.



ESTRUCTURA CON RESTAURADOR.



- 30 -
Acometida residencial.



- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1.-Poste conc. octagonal. | 5.-Aislador "IR". |
| 2.-Conductor de Cu. concéntrico. | 6.-Abrazadera "1B". |
| 3.-Conductores de neutro y fase de la línea secundaria. | 7.-Aislador tipo "Barra ó carrête". |
| 4.-Bastidor "12". | 8.-Tubo de Fe. para acometida. |

Nota: Las abrazaderas "BD", "UC" y "BD" se usan solo en postes de concreto rectangular.

CAPITULO II

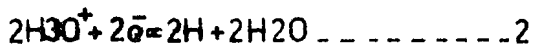
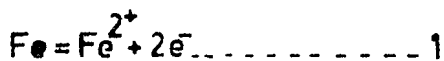
PRINCIPIOS GENERALES DE CORROSION Y
EFECTOS DE ESTE FENOMENO A COMPONENTES
ELECTRICAS.

La disimilitud se origina por la concentración iónica en el medio ambiente, la velocidad del electrólito, la microestructura de los metales, tensión, películas superficiales y de otras causas. Pocas áreas del conocimiento [3], [5] de la ciencia de los materiales se conoce menos que la corrosión, anualmente se pierden muchos millones de dólares por la herrumbre y la corrosión enemigos del metal.

La corrosión se podría definir como la combinación química de otros elementos y compuestos con los metales para formar nuevas mezclas, como la herrumbre, que con el tiempo puede llegar a destruir la utilidad del metal.

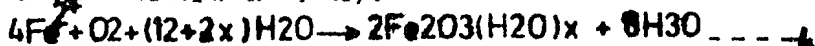
La corrosión es un proceso indeseable, en el cual un metal se convierte en uno de sus compuestos. Consideremos principalmente la corrosión en el hierro, que es el metal de uso mas amplio y de mas fácil corrosión.

Uno de los hechos mas conocidos de la corrosión o envejecimiento del hierro es que se requiere para ello la presencia de oxígeno y agua. El hierro como otros metales perfectamente seco no se corroe a temperatura ambiente, y sumergido en agua tampoco se corroe si el agua no contiene oxígeno libre. Pero la presencia de ácidos y sales en el agua, aceleran el proceso de corrosión, por lo que ésta implica la presencia de procesos electroquímicos, por lo que: **Fe se oxida a Fe²⁺ por la acción de H₂O o H₃O⁺**



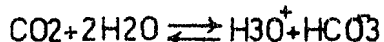
Si la concentración de H₃O⁺ es alta, de manera que las reacciones 1 y 2 sean rápidas, la etapa siguiente es la reacción: **2H → H₂(g)** con la formación de burbujas. Pero en la corrosión con agua natural, el O₂ disuelto, reacciona con los átomos de hidrógeno antes de que se combinen para formar H₂: **2H + 1/2 O₂ = H₂O**.....-3

El oxígeno y el agua, reaccionan también con los iones Fe²⁺ liberados en la reacción 1 produciendo óxido férrico hidratado (herrumbre u óxido):



El H₃O, consumido en la reacción 2, se regenera en la

reacción 1, por lo que ésta especie actúa como catalizador y acelera la reacción sin consumirse. Los gases naturales contienen CO₂ que aumenta la concentración de H₂O por medio de:

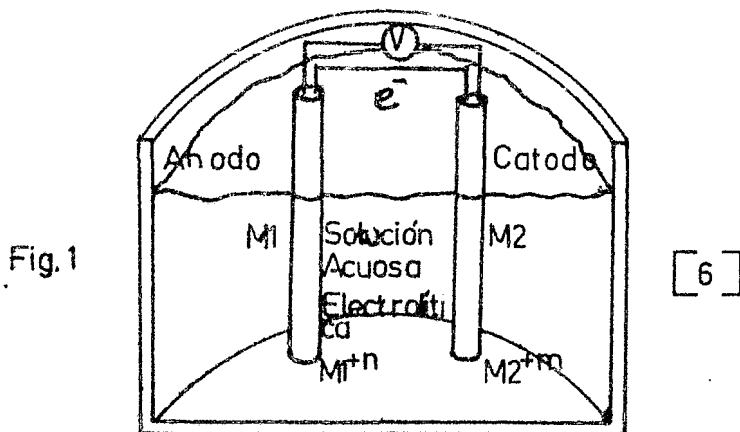


Contribuyendo así a la corrosión.

No es necesario que las reacciones 1 y 2 ocurran en el mismo lugar del metal. Los electrones liberados por la reacción 1, pueden fluir a través del metal hacia otro punto en el cual, se forman átomos de hidrógeno. Este tipo de proceso causa una corrosión muy rápida, pues los iones pueden separarse más fácilmente de la superficie sólida si esta no está recubierta de átomos de hidrógeno.

CORROSION ACUOSA.

La corrosión acuosa de los metales acontece cuando los átomos de aquellos se disuelven en forma iónica en un medio acuoso. Esto tiene lugar cuando metales de diferente naturaleza se someten en contacto con un electrólito. Se disuelve un metal llamado ánodo, dando iones positivos. De esta manera, los electrones formados, fluyen a través del contacto eléctrico hacia el otro metal llamado cátodo, donde actúan como reductores de los iones hidrógeno, o crean iones oxihidróxido o participan en otra reacción de reducción análoga. De esta forma, la reacción 1 ocurre en el ánodo que se corrompe, y la reacción 2 ocurre en el cátodo que no se corrompe. El circuito a través del metal debe completarse con una conducción iónica a través de la solución. Lo que explica que los electrólitos aceleran la corrosión. [6]



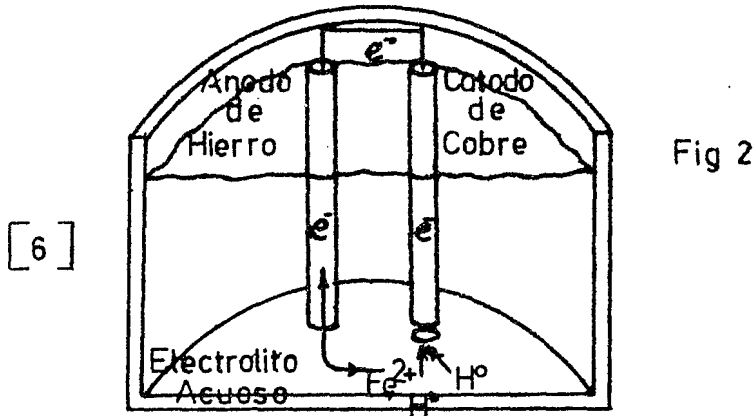
Si la variación de energía libre en la reacción anterior es negativa se ioniza el ánodo M1, y los electrones producidos fluirán a través de la conexión eléctrica para participar en la reducción de los iones M2, este cambio de energía libre proporciona el trabajo necesario para la transferencia de electrones desde M1 a M2; es decir, surge una tensión entre M1 y M2 que depende del cambio de la energía libre. Si la celda es reversible, es posible utilizar el cambio total de la energía libre. En la reacción se transfieren n moles de electrones por cada mol de M1 ionizado. Un mol de electrones es igual a 96,500 coulombs de carga y que se conoce como constante de Faraday a la que se designa con F. La relación entre la variación de la energía libre y el trabajo eléctrico está dada por:

$$\Delta F = n E,$$

donde: E es el voltaje entre M1 y M2

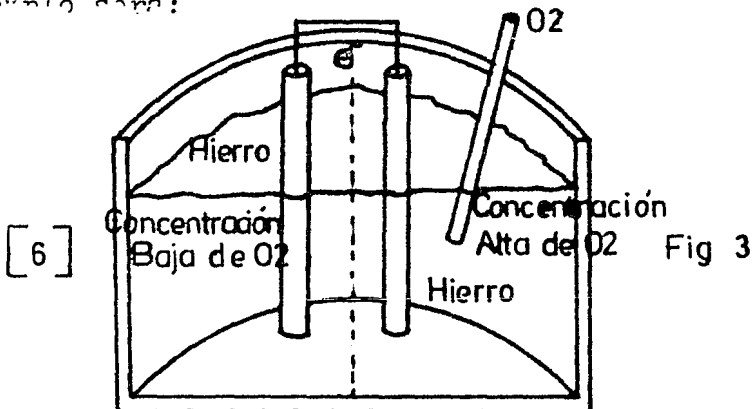
La velocidad de corrosión es proporcional a, y está asociada con, una corriente eléctrica. Un metal es anódico o catódico según su tendencia hacia la ionización y, usualmente, se expresa dicha tendencia en función del voltaje en lugar de la energía libre. La tabulación de tales voltajes de corrosión se denomina serie de potenciales electroquímicos (11), que dependen de las concentraciones químicas

en la solución y del blindaje del cátodo por los productos de la reacción (polarización) como en la figura.



CORRIENTES Y REACCIONES EN UNA CELDA GALVANICA

Las concentraciones de los iones cobre se reducen a un nivel muy bajo. El hierro es anódico respecto al cobre y la reacción catódica es función de la acidez de la solución. En una solución ácida, los iones hidrógeno se reducen en el cátodo y en una neutra o básica los iones oxhidrilo se agrupan a partir del oxígeno disuelto y el agua. En una solución ácida, los átomos de hidrógeno producidos en el cátodo recubren la superficie del mismo, blindando o polarizando el cátodo y decreciendo el potencial de la celda. Otro ejemplo será:



CELDA DE CONCENTRACION DE OXIGENO

El electrodo de hierro de la izquierda es el cátodo y a un lado de la celda la concentración de oxígeno que acelera la reacción. Así los átomos de hidrógeno nos dan su for-

na molecular asegura que se agregará al cátodo. El efecto principal en las soluciones alcalinas o neutras es el de aumentar la concentración del oxígeno en la superficie del cátodo y producir exceso de iones oxhidrilo.

Las diferencias en microestructura, deformación plástica, acceso al oxígeno, concentración iónica o cualquier otro factor que afecte la energía libre de ionización, conduce a la corrosión.

Causas que dan origen a diferencias de potencial que causan la corrosión.

a).- Diferencia en la composición química.

b).- Diferencia en la concentración de iones metálicos en el electrolito.

c).- Diferencia en la polarización, originadas por las distintas concentraciones del oxígeno presente en el electrolito.

d).- Diferencias en tensión, deformación plástica o impropiedades microestructurales.

e).- Ataque químico directo o indirecto por el medio ambiente.

Algunos metales son pasivos solo en ciertos ambientes, en sus superficies sobre su superficie una capa de óxido estable.

Aplicación:

El fenómeno de corrosión, se encuentra presente en todo tipo de herraje, utilizados en los sistemas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

La corrosión se presenta sobre todo en los herrajes que contienen Fe, Cu, Al y diferentes tipos de aceros, latones y bronce; y en cualquier parte donde dichos metales se encuentran en contacto con agua y oxígeno o con otros metales. Para los puentes donde la corrosión produce gran cantidad de problemas es en los lugares donde hay salinidad y ambiente húmedo como es el caso de los sistemas de distribución existentes en los costeros.

- 1.- Corrosión en postes de acero y concreto.
- 2.- Corrosión en conductores eléctricos.
- 3.- Corrosión en crucetas y abrazaderas.
- 4.- Corrosión en cortacircuitos y apartarrayos.
- 5.- Corrosión en interruptores en aceite.
- 6.- Corrosión en aparatos de medición y protección (relés).
- 7.- Corrosión en transformadores.
- 8.- Corrosión en conectores.

1.- CORROSION EN POSTES DE ACERO Y CONCRETO.

Durante muchos años, el remedio ha sido la pintura en postes de acero, esto es aislar el acero del medio ambiente por recubrimientos inertes, orgánicos o electrodepositación de metales nobles. Si se evita que el aire y el agua entren en contacto con el acero, este queda protegido contra la herrumbre. Este remedio no es sencillo como parece ya que las pinturas disponibles no duran indefinidamente. No obstante que las nuevas pinturas anódicas son tan durables y elásticas (impermeables contra el agua y el aire cuando están recién aplicadas) tampoco es eterna su duración, y no protegen las partes del metal sometidas a fricción.

Los metales puros ofrecen mayor resistencia a la corrosión y la herrumbre que los que contienen impurezas. Pero los metales puros son más caros que los de tipo comercial y frecuentemente carecen de las propiedades mecánicas de fuerza, dureza, elasticidad y resistencia. La resistencia del acero a la corrosión puede ser aumentada hasta cierto punto, mediante la mezcla de 0.25% de cobre o bien con más o menos 0.20% de fósforo, representando estas cantidades la cuarta parte del 1% y la quinta parte del 1%. [7]

Los postes de acero se encuentran recubiertos para su protección contra la corrosión de pinturas especiales. La pintura debe ser de tipo alquídica con el 60% de

pigmento de minio de plomo en neso. Antes de pintar los postes se debe evitar mecánicamente el óxido y el órn en el interior y exterior de los mismos, evitar las grietas, bolsas y esquinas agudadas, el tener buen acabado superficial y extensión de tensiones internas por tratamiento térmico. Se deben limpiar las superficies dándole un baño de una solución al 5% de ácido fosfórico a continuación se debe enjuagar con agua limpia. [2]

Estando limpios los postes debe aplicarse una mano de pintura primaria por inmersión, rojo óxido a base de resina alquidialica, esta primera mano de pintura será el acabado interior. Una vez seca la primera mano de pintura se aplica en la parte exterior con brocha de pelo o pistola, otra mano de pintura alquidialica color gris.

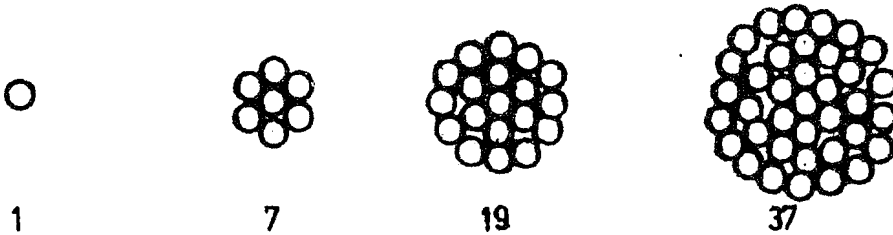
Los postes se deben fabricar con planchas de acero que no tengan grietas, escamas, porosidades o cualquier otra imperfección que afecte la resistencia y durabilidad del mismo, su forma troncónica de eje recto debe obtenerse por rolado en frío de la lámina. Los postes deben tener solo una costura soldada en el sentido longitudinal del mismo.

Por lo que respecta a postes de concreto, deben ser fabricados a los lugares donde se van a instalar y con los materiales adecuados. Si estos postes van a utilizarse en lugares donde existe salinidad y continua humedad, es necesario utilizar cementos especiales como portland tipo V, así como el agua y roca básica, que se utilizan en el mezclado de concreto y que no contengan aceites, ácidos, álcalis, materiales orgánicos, sales como cloruros y sulfatos ó aquellas nocivas al acero o concreto. Los refuerzos longitudinales serán de varilla corrugada de grado 42, refuerzos transversales formado por espirales de calibre grado estructural, anillos de alambre pulido de 4.11 m. m. de diámetro calibre 8 y amarres de alambre recocido

de de 1.007 m m. de diámetro calibre 8.

2.- CORROSIÓN EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

El cobre (Cu) es un excelente conductor de la corriente eléctrica. Con excepción de la plata, que es ligeramente más alta en conductividad, y por tanto también el cobre es un excelente conductor del calor y es fácil de soldar y broncear por arco eléctrico. Es resistente contra muchas clases de corrosión. [7]



Alambres y Conductores de Cu.

Conductor sólido (alambre) ó cableado concéntrico formado por 7, 19, 37 o mas hilos de Cu desnudo. El material empleado en la manufactura de estos conductores es cobre electrolítico de la mas alta calidad y existe en 3 tipos: duro, semiduro y suave. Estos conductores se emplean en líneas de transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica. Se recomienda su uso especialmente en zonas con atmósfera salobre (lugares próximos al mar, esteros, etc.) y en zonas donde la línea nudiera estar expuesta a determinados ambientes corrosivos. [8]

Los cables desnudos de cobre suave se emplean, entre otros usos, para las conexiones de tierra de sistemas de potencia.

Las propiedades de dichos conductores son:

- 1.- Cuidadoso proceso de manufactura y estricto control de calidad que aseguran los mas altos valores para las cualidades que estos cables deben poseer, tales como: Conductividad, ductilidad, resistencia a la

tracción y la fatiga.

- 2.- Altamente resistentes a la corrosión química, especialmente en atmósferas salobres.
- 3.- Alta temperatura de fusión (1083° C).
- 4.- Varios tipos de cableado: A, AA y B.

Otro de los metales utilizado como conductores es el aluminio, el cual posee una alta conductividad eléctrica, superior a la del cobre y permite la erección de torres mas livianas para cables de alta tensión. [7]

Alambres de aluminio, cables de aluminio (AAC) y cables de aluminio reforzado con acero (ACSR) en el caso de los alambres, existen de temple duro y suave. Los cables AAC (All aluminum cable) están formados por alambres de aluminio duro. Los cables tipo ACSR (aluminum cable steel reinforced) están formados por alambres de aluminio duro colocados en capas concéntricas sobre un núcleo constituido de uno o más alambres de acero galvanizado. El alambre de aluminio duro se aplica en líneas aéreas cortas y de baja tensión; alambres de aluminio suave se utilizan en amarres; los cables de aluminio AAC y ACSR son aplicados en redes aéreas de transmisión y distribución. [8]



El empleo de cables de aluminio reforzado con acero (ACSR) en líneas aéreas de transmisión permite claros internostales mucho mayores que con el empleo de conductores de cobre, lo que ocasiona un considerable ahorro de estructuras, postes, aisladores y herrajes. Estos cables están

protegidos contra la corrosión prematura pues contienen compuesto antioxidable interpuesto entre los hilos de acero y aluminio, esto es una delgada película de óxido de aluminio que se deposita en la superficie del conductor, en forma ya sea natural ó intencional, tiene un alta resistencia anticorrosiva que hace que el aluminio sea muy utilizado en el mercado. Estos conductores no deben emplearse en zonas con atmósfera salobre ni en lugares próximos al mar, pues los efectos de la corrosión electroquímica entre los hilos de acero y de aluminio los destruyen rápidamente.

El empleo de alambres y cables de aluminio (AAC) en redes de distribución no suele reportar ventajas económicas en comparación con el empleo de conductores de cobre, ya que este tiene un precio de recuperación, como chatarra, muy superior al del aluminio.

Por otra parte, la función de un conductor eléctrico metálico puede ser causa de peligro de corrosión especialmente intensa, puesto que es el elemento constructivo que transporta el potencial en la instalación. El empleo de los metales como conductores presenta a veces problemas de corrosión complicados ya que es imposible recurrir a sustituirlos por productos no metálicos como ocurre con elementos constructivos de otras ramas de la técnica. Tampoco puede aplicarse el remedio de un recubrimiento no metálico para proteger la superficie cuando forzosamente ésta ha de ser conductora, como ocurre, por ejem. en superficies de contactos, elementos para toma de tierra, vararrayos y electrodos en procesos electroquímicos. [9]

Corrosión normal en la atmósfera y en la tierra.-
La mayor importancia económica de la corrosión en el campo de la electroenergía se encuentra indudablemente en los conductores y cables, por causa de la extraordinaria extensión de estas instalaciones. En cuanto que se trata

de redes de conductores de cables de los instalados en la atmósfera. En los que se emplea alambre de cobre, no se encuentran dificultades, por causa de la capa protectora con la que en la atmósfera se recubre el metal citado. Por razones de precio se ha recurrido modernamente a la sustitución del cobre por aluminio puro, sin que tampoco hayan existido dificultades. La posibilidad técnica de la oxidación anódica no ha sido necesario utilizarla. Cuando es necesario aumentar la resistencia mecánica del aluminio mediante un alza de acero, lo mejor es recubrir a este último material de un revestimiento de aluminio por laminación, con lo cual, tal revestimiento, a la vez que protege contra la corrosión al acero, sirve para la conducción de la corriente. Para proteger los postes metálicos de las líneas de conducción se emplean las medidas usuales en la técnica de la corrosión.

Los cables y conductores enterrados están ampliamente protegidos contra la corrosión por los propios revestimientos de caucho o plástico que son necesarios por razones de aislamiento eléctrico. El peligro más grande está en la corrosión de los revestimientos metálicos que son necesarios para evitar el deterioro del revestimiento aislante y la posible no completa impermeabilidad de este último al agua. En tanto que se empleó el plomo para envolver los cables, sólo se encontraron dificultades en suelos de carácter particularmente ácido, especialmente en presencia de grandes concentraciones de iones cloro. La corrosión de las envolventes de plomo se pueden combatir con éxito mediante un emplazamiento cuidadoso aún en suelos difíciles y también mediante el empleo de pinturas bituminosas.

La sustitución de las envolventes de plomo por otras de hierro o de aluminio, que se ha llevado a cabo en medida creciente, durante los últimos años, por razones económicas, ha acarreado nuevos problemas por lo que respecta

a la corrosión por el suelo, pues el espesor de la envolvente se redujo considerablemente con relación a los de plomo por razones de fabricación y económicas. Al contrario que con el plomo, para el aluminio los suelos alcalinos son los alcalinos, mientras que las de hierro se corroen en general en los suelos húmedos por causa del oxígeno disuelto. Sólo mediante una cuidadosa aplicación de capas de betún se puede conseguir una buena protección contra la corrosión que, además, sea económica. Hay que poner también un cuidado especial en el emplazamiento del cable y en la disposición de las terminales.

Un problema difícil es el conocimiento oportuno de los defectos producidos en los cables, que quizá se producen por vía mecánica al trabajar en el suelo. Modernamente se ha logrado fiar los puntos defectuosos de una conducción, con error de pocos metros, mediante las ondas ultracortas.

Condiciones corrosivas especialmente fuertes en elementos constructivos electrotécnicos.- Una situación de este tipo, en que desde el punto de vista de la corrosión son muy duras las condiciones y la sensibilidad del material es grande, se encuentra en los conductores que han de trabajar a elevada temperatura. Los alambres incandescentes en el aire, particularmente, como son las resistencias empleadas en el caldeo de los hornos, han de protegerse antes contra la oxidación por la formación de capas protectoras de óxido. Como medida de la resistencia en tales condiciones vale menos la duración, por ejem. de un alambre de cromo-níquel, que el número de conexiones y desconexiones que bajo su capa normal puede soportar el alambre. Este último tipo de ensayo se basa en que la capa protectora garantiza ampliamente tal efecto protector mientras el alambre está en funcionamiento continuo, con la sola limitación de la velocidad de difusión de oxígeno o metal a través de la capa, mientras que lo importante para el funcionamiento es que tal capa nazca sin, por ejem. resistirse,

las variaciones fuertes de temperatura.

Problemas análogos se presentan en los termopares para temperaturas elevadas. En este caso, junto a la resistencia mecánica, importa que se mantenga invariable su fuerza electromotriz. En casos de alambres de sección particularmente pequeña, por ejem. en los transformadores de medida para alta frecuencia, se emplean los alambres de cromo-níquel y los termopares en el vacío. Para resistencia de caldeo de hornos que han de resistir temperaturas más elevadas que las que aguantan los alambres, se emplean de preferencia los alambres de molibdeno protegidos por una atmósfera de hidrógeno.

3.- Corrosión de crucetas, abrazaderas y todo herraje de hierro.- Sabemos bien que todo herraje de hierro utilizado en los sistemas de distribución está expuesto a las causas que producen la corrosión como son: el agua y el oxígeno, así como la existencia de partes del mismo material que con el contacto con otros materiales se comportarán como ánodos y se correrán. Por ello al fabricar estas piezas una vez troqueladas y perforados orificios se someten a recubrimientos con otros metales. El depósito de otro metal es de gran utilidad cuando la superficie metálica del recubrimiento es más activa, esto es, se oxida más fácilmente que el metal recubierto.

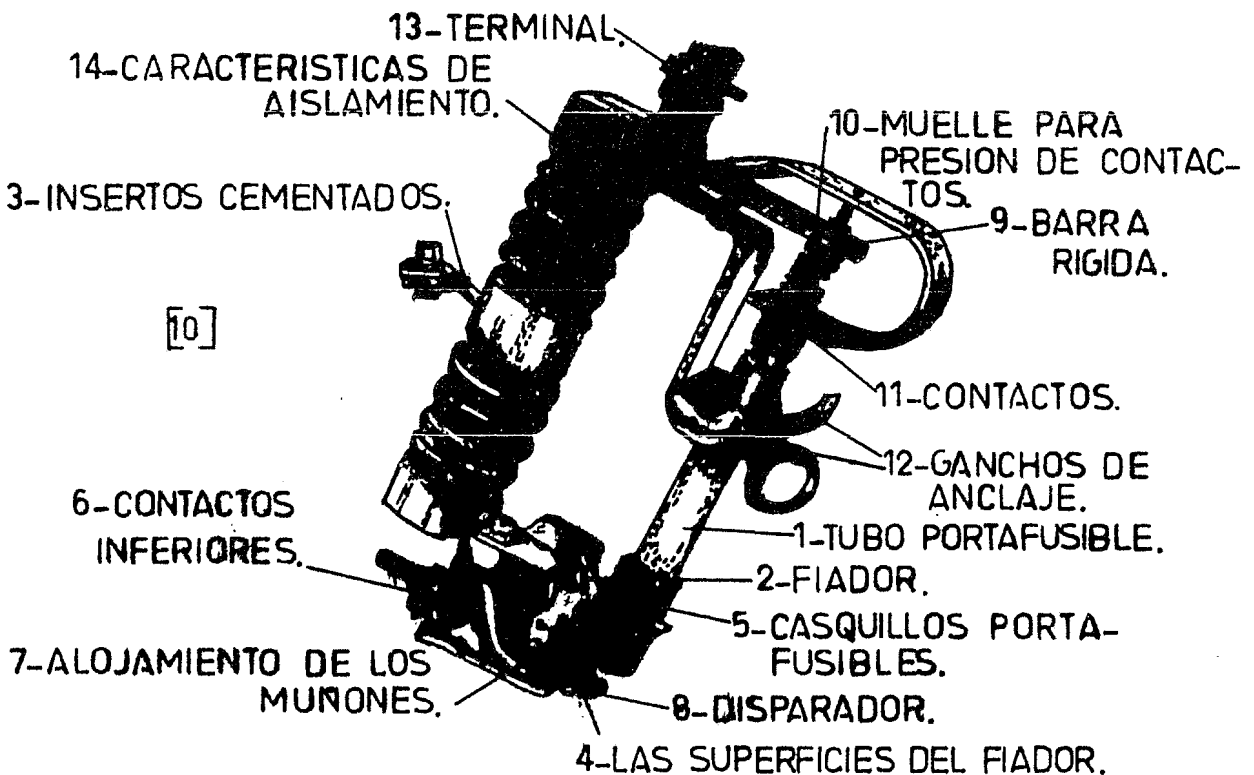
Para el caso de crucetas, abrazaderas y todo herraje fabricado con Fe se utiliza muy comúnmente el zinc, el cual se emplea para fines de protección contra los efectos de la sal, el agua y la intemperie, mediante capas de zinc esto es, la galvanización mediante sistemas electrolíticos para convertir el zinc en óxido de zinc. Esto se logra con 4% de aluminio, 0.2% magnesio y el resto de zinc de alta pureza. Aclarando que el zinc puro sin mezclar disuelve el hierro y el acero y acaba con la superficie de

la matriz del hierro o acero. [7]

Concluimos que para el control de la corrosión en materiales de hierro, la introducción de un metal más activo como ánodo de sacrificio (hierro o acero recubierto con zinc galvanizado) este es el que se corroe, el hierro ó acero es el cátodo y no se corroe aunque se rompa la capa de zinc.

4.- Corrosión en cortacircuitos y apartarrayos.- La corrosión en cortacircuitos principalmente en contactos proviene de una diferencia de potencial que ocasiona una deformación plástica e imperfección microestructural de la pieza.

Una pieza metálica, se deforma plásticamente y posee por ese motivo una energía libre por unidad de volumen que el resto de la pieza. La región deformada es anódica y la indeformada catódica, por lo que, la diferencia en el nivel de tensión conduce a diferencias de potencial. Para controlar la corrosión en contactos el área de la superficie catódica se conserva pequeña. [6]



Formas y características de los elementos que lo constituyen. [10]

- 1.-Tubo portafusible-De fibras sintéticas. Con resinas epóxicas y fibra de vidrio, y fibrado fenólico.
- 2.-Fidior-Parte del cortacircuito que permite la caída del portafusible, cuando se funde el eslabón.
- 3.-Insertos Cementados-Para mayor duración y confiabilidad de operación.
- 4.-Las superficies del fidior cercanas a la base de los muñones de anoyo de las mordazas, están diseñadas de modo que su guidor dentro de las superficies interiores de la mordaza inferior, mantenga la alineación del portafusible durante el cierre.
- 5.-Casquillos Portafusibles-(de bronce)-Colocados en ambos extremos del tubo portafusible, para ayudar a la alineación. El anillo de casquillo superior está diseñado, de modo que proporcione gran facilidad de maniobra.
- 6.-Contactos Inferiores-(No son visibles)-Con muelles de anoyo de acero inoxidable, para evitar la formación de arco, cuando el tubo portafusible salta en su anoyo de la mordaza inferior, por el impulso de los gases de escape.
- 7.-Alojamiento de los Muñones-De material no ferroso (Bronce Forjado). Asegura el anoyo en la mordaza inferior durante el cierre del tubo portafusible.
- 8.-Disparador-De gran velocidad de separación entre terminales del eslabón fusible cuando éste se funde y ejerce un esfuerzo de vuelco sobre el "Fidior".
- 9.-Barra Rígida-De acero fuertemente galvanizado (usado también para todos los elementos de montaje).

- 10.- Muelle para presión de contacto - de acero inoxidable. La presión de contacto, no depende de la fuerza con que se cierre el portafusible.
- 11.- Contactos - plata-plata en ambas terminales superior e inferior.
- 12.- Ganchos de anclaje - para el Aparato portátil Load-buster. De construcción rígida, proporcionan también una buena guía durante el cierre.
- 13.- Terminal (Aluminio - Cobre) - de fácil conexión al conductor. Para dos gamas de tamaño de éste, con un sólo terminal.
- 14.- Características de aislamiento - óptimas. Superiores a las normas americanas para cortacircuitos.

La construcción mecánica de los cortacircuitos es fuerte y resistente, está diseñada para aguantar la interrupción de fuertes fallas y en difíciles condiciones de instalación o de transporte. Los sonortes del contacto superior, están hechos de una placa gruesa de acero y fuertemente asegurada con el aislador. Las regiones del acero que están expuestas como resultado de fallas, algunas están recubiertas de zinc (galvanizadas) o en general de un material más anódico como el estaño, las regiones con falla son anódicas respecto a las catódicas del estaño. Los contactos fijos del cortacircuito, están presionados por resortes de acero de modo de obtener un alineamiento preciso y permanente previendo así la apertura accidental del tubo portafusible. La dificultad para abrir o cerrar el cortacircuito que podría resultar de un mal alineamiento, deja de existir.

En el cortacircuito existen partes de acero sometidas a un método para evitar su corrosión, es la mezcla con el cromo o níquel siendo Harry Brearley descubridor de este proceso denominado acero inoxidable. Esto no es

otra cosa que una película muy delgada, por lo general invisible, de óxido que se forma en la superficie, este óxido es casi por completo químicamente inerte, esto es que no se combina con ningún otro metal o compuesto y que en consecuencia protege el metal bajo una delgada capa. [7]

En la actualidad, se fabrica el acero inoxidable de diferentes formas que incluyen varios metales como son: cromo, níquel, manganeso, molibdeno, colombio, tántalo, titanio y cobalto.

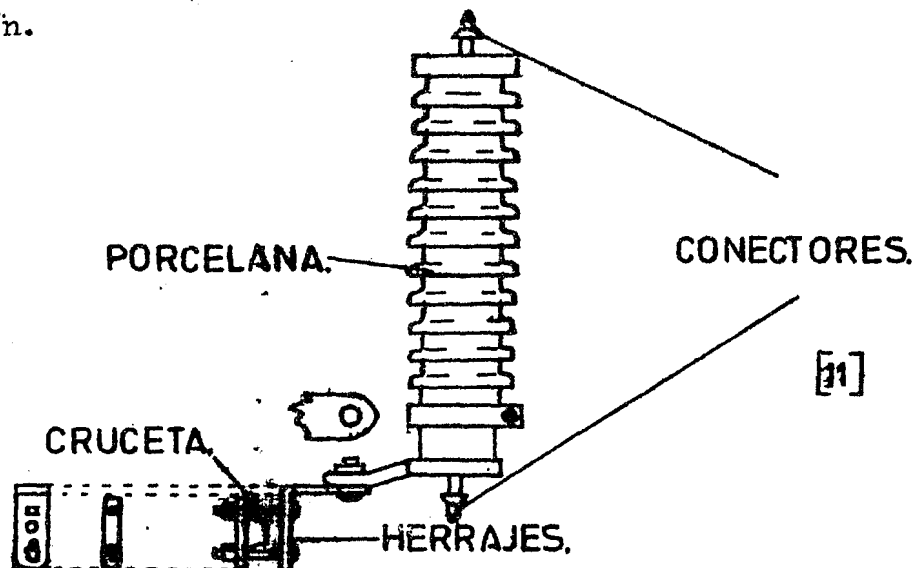
Debido a que la plata es un metal de una alta conductividad eléctrica, superior al cobre y aluminio, además de su alto grado anticorrosivo, es muy utilizado en pequeñas cantidades en contactos de cortocircuitos seccionadores, interruptores en aceite, restauradores, etc. Su alto valor económico lo hace poco utilizable en líneas y redes de distribución, donde se requerirían grandes cantidades de dicho metal.

Apartarrayos.-Es un dispositivo de protección contra sobre-voltaje ocasionados por descargas atmosféricas (rayos) y operaciones de maniobras (interrunciones), equino de aislamiento en barras, etc. el equino más común a proteger son los transformadores. [11]

En las aplicaciones de alto voltaje, actualmente se consideran tres clases de apartarrayos: subestación, intermedia y distribución. Las pruebas de durabilidad para los apartarrayos tipo subestación son más severas que para clase intermedia, y estas más severas que para distribución. Cuando los apartarrayos fallan en servicio, las válvulas pueden sufrir perforaciones, lo que resulta en un arco interno a tierra que ocasiona aumentos de presión dentro del apartarrayo. Por lo que en aparta-

rrayos tipo subestación e intermedia, las unidades están previstas con dispositivos para liberar la presión, manteniendo ésta dentro de niveles tolerables y reduciendo el peligro para el personal y equipo adyacente en la eventualidad de una falla.

En la figura se muestra un apartarrayo tipo distribución.



Característica de los apartarrayos tipo distribución:

Los apartarrayos empleados, son los que se encuentran normalizados en Comisión Federal de Electricidad y cuyas características eléctricas son:

a).- Generales

Clase:	distribución
Servicio:	intemperie
Tensión:	maxima 24 kV.
Frecuencia nominal:	60 Hz
Altitud de operación:	2300 msnm.
Relación:	$X_0 / X_1 > 3$
Tipo:	valvular

Dispositivo de desconexión automática que indique que el apartarrayo ha sido diseñado.

b).- De aislamiento.

Nivel básico de impulso: 150 KV. cresta.
(1.2 x 50 μ s.)
Tensión de flamao en seco: 70KV. a 60 Hz, 10 sec.

c).- De operación (valores recomendables).

Tensión de impulso, cada completo: 84KV. cresta (onda de 1.2 x 50 μ s.).

Tensión de descarga a frecuencia nominal: 35 KV.

Tensiones residuales (onda de 8x 20 μ s.).

5KV: 78 KA. cresta

10KV: 91 KA cresta

20KV: 104 KA. cresta

Corriente de descarga de larga duración:

75 A (onda rectangular, 1000 μ s.).

Ciclo de trabajo: 5000 A cresta (onda de 8 x 20 μ Seg)

al apartarrayo:

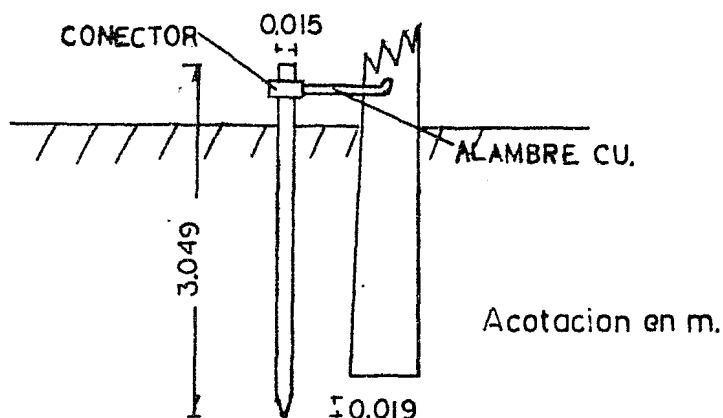
La contaminación en la superficie de la estructura del apartarrayo puede, cuando mojada, ocasionar arcos parciales y hasta flamaos. En algunos casos, los arcos parciales inducen un flamao en alguna porción de los entrehierros que eventualmente lleva a la operación completa del apartarrayo. Si ocurren muchas operaciones durante este período, se llega a la falla de la unidad. Todas las clases de apartarrayos están diseñados para soportar condiciones normalizadas de arcos parciales. Sin llegar a la operación, los apartarrayos diseñados para pasar esta prueba, generalmente han dado buen servicio. Si existe contaminación externa, los métodos más conocidos con el uso de grasas sílicas y limpiezas periódicas para quitar corrosión y oxidación en sus partes metálicas.
de los herrajes:

Las partes metálicas del apartarrayo y sus herrajes están fabricadas de acero recubierto de zinc (galvanizado) para su protección y evita el ataque de la corrosión al

acero forjado en los primeros y hierro maleable galvanizado por inmersión en caliente a los segundos.

Del equipo de tierras:

Para la protección de líneas y transformadores contra sobretensiones por medio de para-terras es necesario anclar esa sobrecorriente hacia tierra, para ello se utiliza la conexión a tierra de la estructura y para-terras, por medio de alambre de cobre del No. 6 y utilizando varilla de cobre de 3.049 mts. de largo (10') y diámetro de (5/8) ó 15.9 mm. enterrada al pie de la estructura. [1]



El cobre se utiliza en las conexiones de tierra debido a que es un excelente conductor de la electricidad además de poseer una alta resistencia a la corrosión ya que para este fin la varilla de cobre siempre estará en contacto con la humedad del terreno al cual debe tener muy baja resistencia. [7]

En general, se considera que la conexión a tierra es un problema sencillo, pero en realidad es en extremo complicado por causa de las condiciones de no uniformidad y variaciones infinitas que ocurren en el suelo, así como la composición química y contenido de agua, por lo general, se encuentran presentes en la práctica. Estas condiciones no sólo varían de lugar a lugar, sino también de un día a otro de acuerdo con las condiciones

cliv: telóica.

A continuación se establecen algunas definiciones de conceptos que serán empleadas posteriormente: [12]

- a).- Resistencia de tierra de la estación. Con frecuencia se define como la resistencia entre ésta y una tierra remota con cero resistencia. Por "Remota" se quiere decir una distancia tal que la resistencia entre de dos electrodos es básicamente cero.
- b).- Potencial de Paso. Es la diferencia de potencial entre los puntos, cualesquiera sobre la superficie de la tierra, los cuales pueden ser tocados simultáneamente con los pies.
- c).- Potencial de Contacto. Es la diferencia de potencial entre cualquier punto de la tierra, donde una persona puede ponerse y cualquier punto puede ser tocado por su mano.

Criterios de Diseño.

Algunas funciones básicas de una conexión a tierra se presentan aquí:

- a).- Dar seguridad al personal y limitar los voltajes de paso y de contacto a valores tolerables.
- b).- Limitar la elevación total del potencial por encima del potencial real de tierra dentro de los límites aceptables durante condiciones de falla.
- c).- Controlar el sistema de sobrevoltajes durante condiciones de falla además de una ayuda para la operación de los relays de protección.

Los potenciales de paso y de contacto dependen de los puntos de la superficie, los cuales se controlan por medio de la malla de trabajo de tierra, de los

conductores directamente enterrados. A su vez, la elevación del potencial y sobrevoltajes se controlan por medio de la resistencia de tierra.

Barros de Tierra.

Para calcular la resistencia de una sola barra enterrada despreciando la profundidad a la que se encuentra, la siguiente fórmula se emplea:

$$R = \frac{\rho}{1.925 \times l} \left(\log_e \frac{4\rho \cdot l}{d} \right)$$

en donde:

R-resistencia de la barra de tierra (ohms)

ρ -resistividad del suelo (ohms-metros)

l-longitud de la barra de tierra (metros)

d-diámetro de la barra (mm.)

En general se emplean barras de 3.048 m. de largo y 19.05 mm. de diámetro.

5.-Corrosión en Interruptores en Aceite.

Las temperaturas elevadas, como factor acelerante de la corrosión, ejercen también su papel en los contactos destinados a conectar y desconectar potencias elevadas, especialmente en los casos en que se presentan tensiones superiores a las de arco del material de contacto. Las extraordinariamente elevadas temperaturas del arco eléctrico, en unión con la naturaleza de la atmósfera gaseosa en la que salta el arco, tienen un papel decisivo para la función del material de contacto, en una forma que aún no se ha explicado por completo. El medio más seguro para evitar que se quemen los contactos es el empleo de los de mercurio en atmósfera de gas protector o en vacío. [9]

En electrotecnia, particularmente en el campo de las corrientes débiles, es muy frecuente que los materiales aisladores sean una causa no despreciable de la corrosión de las partes metálicas. Además del caucho vulcanizado, que es un manantial de compuestos sulfurados, también son un peligro los materiales prensados endurecidos, particu-

larmente los que contienen harina de madera, y en especial para el cobre y el latón cuando se encuentran juntamente con ellos dentro de cajas cerradas. Tales materiales pueden producir ácido acético y amoníaco. En los contactos de interruptores que funcionan cada poco tiempo conectando y desconectando potencias elevadas se forman arcos que cueman los vapores orgánicos, habiéndose observado el efecto de los plastificantes aún en concentraciones pequeñas, cuyos vapores se originan en la vecindad de los plásticos. Particularmente, originan los vapores de fosfato de tricresilo capas de fosfato, no conductoras, sobre la superficie de los contactos.

6.-Corrosión en Aparatos de Medición y Protección (Relés).

En sentido contrario complementario de estos procesos anódicos intencionados actúan las tensiones continuas sobre los elementos constructivos electrotécnicos, especialmente en las comunicaciones. En la actuación de relés, motores y elementos de conexión alcanza la corriente continua su mayor importancia; ella constituye, desde el punto de vista de la corrosión, un gran peligro, ya que cada elemento constructivo, sea una bobina de relé, una resistencia o un condensador, es un sistema sujeto a acciones electroquímicas. [9]

7.-Corrosión en Transformadores.

La magnitud del campo eléctrico condiciona siempre una intensidad de corriente, que, aparte de los aspectos constructivos, depende esencialmente del material aislante. El mejor aislador siempre tiene una pequeña conductividad, que depende extraordinariamente de la humedad del aire en equilibrio con el dispositivo. En este aspecto han constituido un progreso notable las materias plásticas, que en los últimos decenios han sustituido a los materiales antes empleados, como la goma, el algodón y el papel, pero, a pesar de ello, y especialmente en los húmedos

climas tropicales, no se puede lograr un aislamiento absoluto. Pero aun en los casos más difíciles se consigue una duración suficiente si se observa la regla fundamental de que los alambres, frecuentemente muy finos, de una bobina de relé deben ser ácidos respecto al núcleo relativamente grande del mismo. Frente del efecto directo electrolítico de estas acciones de la corriente hay que contar con otros indirectos, ya que por el transporte iónico a través del aislador éste sufre modificaciones que perjudican su poder aislante. El mejor medio de evitar estos daños es excluir o al menos disminuir la humedad de la atmósfera ambiente. La forma más sencilla de lograrlo es por el mero calentamiento de los elementos constructivos a una temperatura suficiente para que se haga inofensiva respecto a los materiales aisladores la humedad relativa del aire. [9]

En casos en que es necesario conservar las buenas propiedades aislantes, y en que se emplean aceites aislantes, ha dado resultado el mantener un cierre hermético frente al aire. Como, aun estando totalmente anhidros, tienden los aceites aislantes a sufrir procesos oxidativos en el curso del tiempo con formación de productos ácidos, y disminución del voltaje de perforación del aceite envejecido, se ha recurrido modernamente a sustituir los aceites aislantes líquidos por masas sólidas; la bobina se sumerge en un material inicial líquido que seguidamente se condensa o polimeriza para formar un bloque compacto que incluye la bobina.

3.- Corrosión en conectores.- Los conectores se usan para unir dos cables de diferente metal sea en el caso de aluminio y cobre evitando que el cobre corra al aluminio. Cuando en conectores existe el caso de una falsa conexión entre conductores. La causa de esto puede ser una falla mecánica de una conexión o por co-

rosión del cable. En el evento de la conexión de un metal abierto, la corriente en la protección catódica del cable por el tamaño electrolítico, va a cero. Tanto la protección catódica, ánodo y la graduación estructural retornan a su potencial corrosión. En el caso de una pequeña rotura en el cable resulta alguna protección por el flujo de corriente electrolítica. La corrosión asociada de la unión voluntaria, incrementa considerablemente la separación y oxidación. Así la unión de cero corriente entre el ánodo puede obtenerse por medio de un proceso instantáneo. [13]

CAPITULO III

TIPOS DE ACEITE Y SU COMPORTA-
MIENTO EN LOS TRANSFORMADORES
DE DISTRIBUCION Y DE POTENCIA.

Tipos de Aceite.

El aceite aislante utilizado por C.F.E. en implementos eléctricos como: Transformadores de Distribución, Transformadores de Potencia, Restauradores, Interruptores en Aceite, Reguladores de Voltaje, etc. es el aceite para transformadores de PEMEX (Petróleos Mexicanos), ya que es el aceite más existente en el mercado para estos fines, aunque existe otro tipo de aceite dieléctrico que es el de la Universal Wemco. [14]

Existe un tipo de aislante, utilizado en los capacitores marca Sangamo, aunque es muy peligroso debido a que afecta a los órganos reproductores y es un compuesto químico que no se destruye, su nombre es ABSORBER. Por ello, los capacitores vienen herméticamente sellados para evitar que el aislante haga contacto con el exterior. [1]

Comportamiento del Aceite en los Transformadores.

El transformador, es el equipo eléctrico con el cual, el usuario comete mayores abusos, los trabajan a sobrecargas continuas, se le protege inadecuadamente y si se le dedica un período de mantenimiento, éste por lo general es pobre. [14]

Estos abusos se cometen a título de que el transformador es un aparato estático y que construido correctamente, sus posibilidades de falla son nulas. Sin embargo, tales abusos se reflejan en una disminución considerable de la vida útil y aprovechable en tiempo

del aparato.

Tipo de Fallas.

Las fallas en el transformador pueden ser clasificadas como:

- a) Fallas en el aceite aislante.
- b) Fallas en el devanado.

Fallas en el Aceite Aislante.-El aceite aislante se deteriora por la acción de la humedad, del oxígeno, por la presencia de catalizadores(cobre) y por temperatura.

La combinación de estos elementos, producen una acción química en el aceite, que dá como resultado, entre otros, la generación de ácidos que atacan intensamente a los aislamientos y a las partes mecánicas del transformador. De esta acción química resultan los lodos que se precipitan en el transformador y que impiden la correcta disipación del calor, acelerando el envejecimiento de los aislamientos y su destrucción.

La humedad presente en el aceite, se puede originar por el aire que inhala el transformador durante su proceso de trabajo, por fallas en sus juntas y fugas en general. También se genera por descomposición propia del aceite y de los aislamientos.

El contenido de agua en un aceite, se define en partes por millón, mil partes por millon es igual al 1% de humedad.

Se dice que un aceite está en equilibrio, cuando su contenido de humedad es igual a 40 ppm. Bajo esta

condición, ni el aceite cede su humedad a los aislamientos, ni estos la ceden al aceite.

Al romperse la condición de equilibrio, es decir, aumentarse el valor de contenido de humedad en el aceite, se obtienen los siguientes resultados:

- 1) El aceite cede su humedad a los aislamientos, lo cual dá por resultado que se incremente su valor de factor de potencia y sus pérdidas, lo que se traduce en envejecimiento y destrucción.
- 2) El incremento de humedad del aceite, dá por resultado una disminución en su valor de voltaje de ruptura ó rigidez dieléctrica con valores de contenido de agua de 50 ppm, el valor de rigidez dieléctrica se disminuye en un 12%.

El aceite se satura, cuando su contenido de humedad es de 100 ppm (0.1%). Bajo esta situación, cualquier adición en humedad será absorbida por los materiales fibrosos del transformador, como son: Cartones, papeles aislantes y maderas.

De lo anterior expuesto, se concluye que en la inspección de un aceite aislante, debe abarcar al menos:

Sobrecalentamiento entre espiras.
Sobretensiones por descargas atmosféricas.
Sobretensiones por transitorios.
Sobrecargas.

Malos contactos.-De no detectarse a tiempo, este tipo de falta, deteriora el aislamiento y contamina el aceite produciendo asificación, carbono y abombamiento del transformador.

Esta falla se manifiesta por presencia de carbono en las terminales o por terminales carbonizadas o de una coloración intensa en aislamientos y conductor.

Como los falsos se originan por terminales sueltas, es recomendable apretar periódicamente las terminales externas e internas del transformador.

Cortocircuito externo.-Esta falla como su nombre lo indica es producida por un corto externo al transformador. El daño que produzca al transformador dependerá de su intensidad y del tiempo de duración.

La alta corriente que circula durante el corto, se traduce en esfuerzos mecánicos que distorsionan los devanados y hasta los ponen fuera de su lugar. Si el corto es intenso y prolongado, su efecto se reflejará en una degradación del aceite, sobrepresión, arqueo y abombamiento del tanque.

Cortocircuito entre Espiras.-Este tipo de fallas, son el resultado de aislamientos que pierden sus características por exceso de humedad, por sobrecalentamientos continuados, por exceso de voltaje, etc.

Estas fallas tardan tiempo en poner fuera de servicio al transformador y se manifiesta por un devanado regular, excepto en el punto de falla. Su ionización degrada el aceite y debe haber rastros de carbono en el tanque y posiblemente abombamientos.

Sobretensiones por Descargas Atmosféricas.

Contenido de humedad
Acidez
Rigidez dieléctrica
Presencia de lodos.

Un aceite muy contaminado es aquel que presenta los siguientes valores:

Contenido de humedad igual o mayor de 50 ppm.
Acidez igual o mayor que 0.2 mg. del número de neutralización de la potasa cáustica.
Rigidez dieléctrica, menor o igual a 23 KV.

Bajo tal condición de contaminación, es recomendable sustituir el aceite, para lo cual se debe disponer lo siguiente:

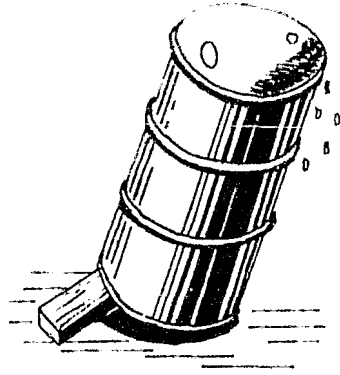
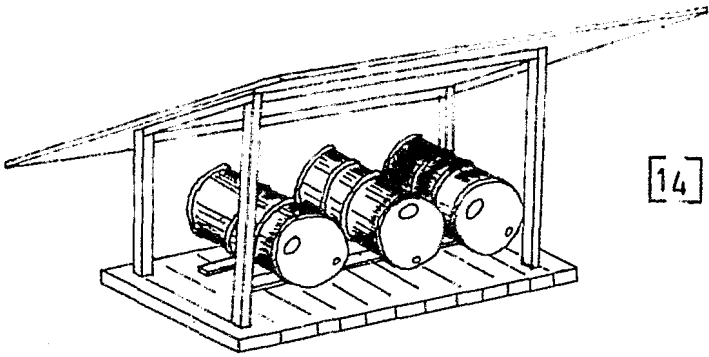
- a) Sacar la parte viva.
- b) Desechar el aceite.
- c) Limpiar tanque en su interior
- d) Limpiar parte viva y secarla.
- e) Sellar y llenar a vacío con aceite nuevo.

Almacenamiento de Aceite Dieléctrico.

El aceite dieléctrico para transformadores es conveniente adquirirlo en un período lo más próximo posible a su empleo, para evitar al máximo su contaminación. Para evitar contaminación durante su almacenamiento, es preciso cumplir las siguientes recomendaciones:

a.- Tratar hasta donde sea posible, almacenarlo bajo techo y sobre una tarima, para evitar contacto con la humedad. Asimismo, colocar los tambores con los tapones hacia abajo, para que el aceite ejerza presión sobre ellos y se elimine la posibilidad de entrada de humedad o agua por cambios de temperatura.

b.- Cuando no puedan almacenarse los tambores bajo techo, es conveniente colocarlos en cualesquiera de las dos formas siguientes:



Los requisitos anteriores deben cumplirse debido a lo siguiente:

El aceite aislante es un compuesto orgánico muy complejo que puede perder sus características fundamentales antes mencionadas que son:

Presencia de Humedad
Oxidación
Contaminación.

Pruebas en el Aceite.

Las pruebas más frecuentemente realizadas en el aceite son las siguientes:

Prueba de Rigidez Dieléctrica.-La rigidez dieléctrica del aceite es el voltaje que se requiere para que un arco salte a través de un claro de 0.254 cm. que existe entre dos discos planos y paralelos de 2.54 cm. de diámetro, sumergidos en el aceite bajo prueba.

Esta prueba consiste tomar una muestra del aceite de cada transformador para analizarse en el probador de aceites dieléctricos.

Prueba del Factor de Potencia.-El factor de potencia es la medida de la fuga de corriente a través del aceite. Asimismo es una medida de la contaminación existente en el aceite.

En esta prueba, si el factor de potencia es alto

se considera un aceite contaminado y posiblemente en mal estado, o si el factor de potencia es bajo se considera un aceite con impurezas y normalmente en buen estado.

Nota: se considera bueno un aceite, con un factor de potencia menor de 0.05%, y en mal estado cuando su factor de potencia es mayor al 1%.

Prueba de Acidez.-Es la cantidad de ácidos producidos dentro del transformador y que contaminan al aceite.

Esta prueba se realiza con: Papel filtro, un catalizador de acidez, indicador de acidez.

Si la mancha del indicador es más verde que amarilla el aceite tiene una acidez menor de 0.3 mg. de Hidróxido de potasio sobre gramo de aceite (KOH/gr. de aceite). Si la mancha del indicador es igualmente verde que amarilla, el aceite tiene una acidez de 0.3 KOH/gr. de aceite. Si el indicador es más amarillo que verde, el aceite tiene una acidez mayor de 0.3 KOH/gr. de aceite. Si la mancha del indicador es azul o morada, el aceite está muy alcalino y probablemente contaminado; si el indicador es anaranjado o rosa, el aceite está en mal estado y tiene una acidez muy elevada.

Regeneración del Aceite.

El aceite de transformadores puede ser regenerado mediante un filtro-prensa.

El aceite entra bajo presión por la tapa localizada en la parte superior del conjunto y circula a través de las perforaciones en las armaduras, placas y papeles.

Como no hay salida en el otro extremo del conjunto debi-

do al resto del aceite que está circulando, el aceite es forzado a fluir a través del papel y las perforaciones que tienen los conjuntos de pirámides localizadas en la placa y se extrae por el ducto que se encuentra en la parte inferior del conjunto. El papel filtro seco retiene la humedad y sedimentos del aceite.

NOTA: En los transformadores de potencia, la humedad absorbida por el aceite del transformador, es expulsada de este, haciendo circular el aceite del transformador a unos calentadores eléctricos y de estos al transformador. Al pasar el aceite por los calentadores, el agua contenida en el aceite se evapora, siendo este vapor extraído de los calentadores por medio de una bomba de vacío. [1]

Una vez realizada la operación anterior, se conectan al transformador un termómetro y un aparato llamado Higrómetro Panametrics.

De las lecturas obtenidas del termómetro y del aparato, se llevan a las tablas y curvas correspondientes, y de los resultados obtenidos se encuentran las partes por millón en el aceite ó grado de contaminación.

Si el aceite tiene:	Condiciones del Aceite.	
10 ppm.	---	Magnífico
20 ppm.	---	bueno
30 ppm.	---	Regular
40 ppm.	---	Aceptable
50 ppm. en adelante	---	Inadmisibile.

CAPITULO IV

PERSPECTIVA SOBRE EL FUTURO DE
OBRAS ELECTRICAS DENTRO DE LOS
PROXIMOS AÑOS.

La Comisión Federal de Electricidad, por medio de la Gerencia General de Planeación y Programa, ha realizado varios estudios sobre las necesidades del flujo eléctrico para los próximos 3 años, tanto en el aspecto industrial como comercial en nuestro país, que trascienden a 177 (Megawatts), ascienden a 5019 MW. [15]

En la siguiente tabla, se ve que a fines de 1960 la capacidad de generación del país fué de 18723.5 MW, correspondiendo el 38.2% de esta cifra a plantas hidroeléctricas y el 61.2% a plantas térmicas de diferente tipo.

CAPACIDAD INSTALADA

TIPO DE PLANTA	MW
HIDROELECTRICA	7274
GEOTERMICA	290
CARBON FOSIL	630
NUCLEAR	1290
HIDROCARBUROS:	
VAPOR	8034
DIESEL	2374
GAS	968.1
TOTAL	18723.5

[15]

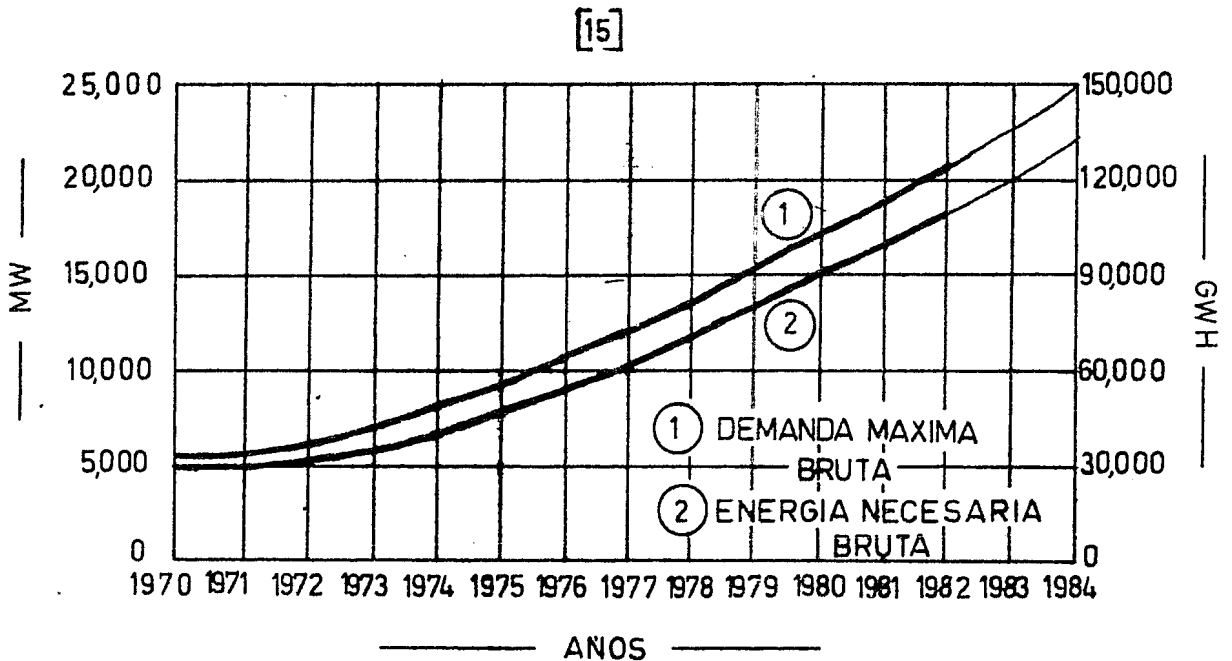
En la gráfica siguiente, se resumen las tendencias de demanda máxima, determinadas en base a un modelo estadístico de tipo autónomo (utiliza el tiempo como variable) con tratamiento sectorial (particularizando las cargas industriales) que utiliza la Gerencia de Planeación y Programa para sus pronósticos a tres años.

Estos pronósticos se elaboran no solo a escala nacional, sino para cada uno de los sistemas.

Como se notará en la gráfica, los pronósticos para la República Mexicana se ajustan a una curva más o menos regular y exponencial, con una tasa de crecimiento del 11.1% anual acumulado, lo que hace que las necesidades de energía

cuen al cabo de n.3 años.

Por tener el sistema central un alto grado de desarrollo, su tendencia de crecimiento está bastante bien definida por una evolución exponencial tal como sucede en la generalidad de los grandes sistemas de los países desarrollados.



Programa de Obras.

Actualmente está operando en S.F.M. un programa conocido como M.O.I. (Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico), que se actualiza cada año y que contiene la siguiente información:

- a) Todas las obras de generación realizadas por sector.
- b) Todas las subestaciones con capacidad de transformación de 10 MVA o mayor y/o tensiones de 69 KV. o mayores.
- c) Todas las líneas de transmisión con tensiones iguales o mayores de 69 KV.
- d) Partidas globales como: electrificación rural, edificios, ampliaciones normales de operación y otros conceptos.

Además incluye un resumen de las inversiones que habrán de realizarse en los diferentes sistemas eléctricos.

De este programa se ha tomado la información que aparece en las siguientes tablas y que se refiere a las nuevas plantas generadoras programadas para los próximos tres años incluyendo 1981.

AÑO 1981

NOMBRE	UNIDAD	TIPO	MW
PROGRESO	2a.	VAPOR	75
CERRO PRIETO	7a.	GEOTERMICA	55
CARBON II(COAHUILA)		VAPOR	300
TOTAL			430

AÑO 1982

NOMBRE	UNIDAD	TIPO	MW
CARBON II	COAHUILA	VAPOR CAR.	300
AGUAMILPA	1a.	HIDRO	180
	2a.	HIDRO	180
	3a.	HIDRO	180
GUAYMAS III	1a.	VAPOR	300
CERRO PRIETO	8a.	GEOTERMICA	55
NACHICOCOM	1a.	T. DE GAS	14
BACURATO	1a.	HIDRO	55
	2a.	HIDRO	55
COMEDERO	1a.	HIDRO	45
	2a.	HIDRO	45
CARACOL	1a.	HIDRO	190
	2a.	HIDRO	190
	3a.	HIDRO	190
PENITAS	1a.	HIDRO	100
	2a.	HIDRO	100
	3a.	HIDRO	100
	4a.	HIDRO	100
TOTAL			2379

[15]

AÑO 1983

NOMBRE	UNIDAD	TIPO	MW
BAJIO	1a.	NUCLEAR	750
CENTRAL	1a.	NUCLEAR	750
CARBON (COAHUILA)	3a.	CARBON	300
ENSENADA	1a.	VAPOR	75
PROGRESO	3a.	VAPOR	75
PICO GUADALAJARA	1a.	HIDRO	130
	2a.	HIDRO	130
TOTAL			2210

CAPACIDAD POR INSTALAR HASTA 1983 — 5019 MW.

NOTA: Actualmente y de acuerdo a los años correspondientes a los cuadros mencionados, las obras se encuentran atrasadas 1 año 8 meses.

CONCLUSIONES

Durante muchos años, se utilizaron postes y crucetas de madera en estructuras para soportar líneas primarias y secundarias para la distribución de la energía eléctrica. Estos postes y crucetas aunque eran de madera impregnada con un tratamiento especial de creosota, su duración no alcanzaba más de los 25 años ya que el sol, agua y viento acortaban su vida útil, provocando además un gasto económico fuerte en su obtención y traslado.

La experiencia y práctica que da la vida diaria han llevado a Ingenieros y Proyectistas a obtener mejores técnicas y diseños en estructuras para líneas y redes de distribución de energía eléctrica, se construyen con postes de acero tubular y concreto, crucetas y herrajes de Fe, aumentando esfuerzos de ruptura de tensión y suspensión y creando un alto grado de confiabilidad.

Los conductores eléctricos que anteriormente se utilizaban para líneas primarias más o menos largas eran con cables de cobre (Cu) de poca resistencia a la tracción y a la fatiga. Por lo que las fuentes de energía (Termoeléctricas), estaban obligadas a construirse muy cerca de los centros de carga (ciudades, poblados, industrias, fábricas, etc.). Debido a la necesidad de energía eléctrica y a que las nuevas fuentes de energía (Hidroeléctricas) estaban retiradas de los centros de carga, fué necesario buscar otros conductores que fueran de un metal que tuviera las mismas propiedades de conductividad que el Cu pero mayor resistencia a la tracción y a la fatiga, creandose el conductor de aluminio con alma de acero (ACSR) y que actualmente se utiliza en líneas de transmisión de alto voltaje, las cuales se construyen a lo largo de muchos kilómetros.

Se han hecho experimentos químicos con diferentes sustancias para obtener compuestos que eviten la corrosión. Sin embargo aún no se han descubierto compuestos cien por ciento eficaces, ya que los que actualmente existen solo sirven como elementos protectores o de recubrimiento en: herrajes, crucetas y postes de acero, como son pinturas enérgicas, recubrimientos con zinc (galvanizados) o por medio del proceso de oxidación.

La existencia de corrosión especialmente en lugares de alto grado de salinidad como los que se encuentran próximos al mar, provoca pérdidas por millones de pesos tanto en materiales (postes de acero y concreto, conductores eléctricos, crucetas y abrazaderas, cortocircuitos y anerterravos, interruptores en aceite, aparatos de medición y protección (relés), transformadores, conectores y ecuiños de tierra) como por fallas producidas en los sistemas de distribución, que trae como consecuencia interrupciones indeseables en el suministro de energía eléctrica en: fábricas, industrias, alumbrado público, comercios, etc.

Uno de los dieléctricos que se utilizan más y que tiene gran importancia por sus propiedades aislantes es el aceite que se emplea en: transformadores, interruptores, restauradores, reguladores de voltaje, etc. Este tipo de aceite solo es producido en México por Petróleos Mexicanos, aunque existen otros pero su costo es elevado y muy difícil su obtención por su importación.

La humedad, el oxígeno, la temperatura y la presencia de impurezas deterioran el aceite, y su combinación produce reacción química, la cual genera ácidos que atacan aislamientos y partes mecánicas del tanque que lo contiene (transformador, interruptor, regulador de voltaje, restaurador, etc.).

Es necesario apretar contactos, válvulas, ornes y tornillos del tanque que contiene el aceite para evitar contaminación de aire y humedad que provocan oxidación e impurezas de carbono y chamberiento lo

dicho tanque.

Aunque los tambores que contienen aceite se acuesten al piso para evitar entrada de humedad y agua por cambios de temperatura, es necesario realizar las pruebas siguientes a cada uno de los tambores:

- a).-Prueba de Rigidez Dieléctrica.
- b).-Prueba de Factor de Potencia.
- c).-Prueba de Acidez.

Si el aceite se encuentra con alto grado de contaminación, se puede regenerar mediante un aparato llamado Filtro-Prensa.

RECOMENDACIONES

El papel que desempeña el Ingeniero en la Industria Mexicana en general, es de gran importancia y debe tener los conocimientos elementales en sistemas monofásicos y trifásicos que distribuyen la energía eléctrica, las partes que lo forman y de que manera llega la energía a dichas industrias. Esto representa para el Ingeniero Mecánico Electricista experiencia y práctica en su vida profesional y más aún si su desempeño es en el área de mantenimiento.

Es indispensable que se dé mantenimiento continuo a conectores en: transformadores, cortacircuitos, apartarrazos; contactos en relevadores e interruptores; dar continua revisión a postes de concreto en líneas primarias y secundarias; a conductores de cobre, aluminio y ACSR, especialmente en conectores que unen dos conductores de distinto material; en postes de acero, dar les mantenimiento constante con pinturas enóxicas teniendo precaución de no dejar ni una parte de metal expuesta al aire y agua. Estas recomendaciones son para reducir al mínimo la presencia de corrosión y evitar hasta donde sea posible las indeseables suspensiones de energía eléctrica por fallas en dichas partes.

Es recomendable también dar revisión periódica no mayor de seis meses al aceite en: transformadores, interruptores, restauradores, reguladores de voltaje, etc. Hacer pruebas de: Rigidez Dieléctrica, Factor de Potencia y Acidez a los equipos mencionados. Revisar válvulas, empaques, bocuillas en alta y baja tensión, tornillos, etc. para evitar entrada de humedad y agua al aceite.

Los embobinados y partes aislantes del transformador o contactos y empaques en interruptores, restauradores y reguladores de voltaje, pueden resultar dañados por la presencia de ácidos e impurezas en el aceite.

- 75 -
BIBLIOGRAFIA.

- [1] - ALFONSO LIMAS "SERVICIO SOCIAL COMO NECESSIDAD DEL DESARROLLO DE ENERGIA ELECTRICIDAD S.A.", México, 1973.
- [2] - COMITÉ DE NORMALIZACION INTERNA, Normas: NMX-01-1001, NMX-01-1002, NMX-01-1005, NMX-01-1006, México, D.F., 1975.
- [3] - "FUNDAMENTOS DE QUIMICA"; FRANK BRESCHIA, JUAN ARRETE, HENRI ETIENNE MESLICH Y AMOS TURCO; 2da. Edición, C.F.C.S.A. México, D.F., 1970.
- [4] - "NORMAS EN ESTRUCTURAS 1TL, 2TL, 1TR Y TIERRAS", Normas: 6.0.1, 6.0.2, 6.0.3 y 7.1, C.F.E., México, D.F., 1975.
- [5] - "CORROSION ENGINEERING"; PAUL G. FOUNTANA Y ROBERT D. GREENE; 2da. Edición, Mac Graw-Hill Book Company 1967.
- [6] - "PROPIEDADES TERMODINAMICAS"; JERRE H. PROPHY, ROBERT M. ROSE Y JUAN WHITE, 1ra. Edición, Editorial LIMUSA-WILEY S.A., México, D.F., 1968.
- [7] - "TECNOLOGIA DE MATERIALES", ING. CARLOS GORDO GORDON, Serie 3, I.P.N., México, D.F., 1960.
- [8] - "ALAMBRES Y CABLES DE COBRE DEFORMADOS", Publicación H.T.-110-115, México, D.F., Junio 1976. "ALAMBRES DE ALUMINIO, CABLES DE ALUMINIO (AAC) CABLE DE ALUMINIO REFORZADO CON ACERO, Publicación HT-150-155-160, México, D.F., Enero 1978. COMUNITEX.
- [9] - "CORROSION EN LA ELECTROTECNIA", W. GRUSS (Este libro se localiza en el IIE, México, D.F.
- [10] - "CONTACTOS TIPO XS", características, S y C SELMEC, S.A., México, D.F.
- [11] - "DISEÑO DE APARTARRAYOS, PERDIDAS DIELECTRICAS EN APARTARRAYOS", Formas D-200-201, IIE, México, D.F. 1978.
- [12] - "DISEÑO DE REJILLAS DE TIERRA", Forma D-081, IIE, México, D.F., 1978.
- [13] - DATOS OBTENIDOS EN INSTRUCTIVOS DEL IIE sobre Infinito Metal Resistance-Symptom.
- [14] - "TRANSFORMADORES", ING. HECTOR M. PACHECO VALENZUELA, I.P.N., México, D.F., 1977.
- [15] - "PLANIFICACION Y PROGNOSIS DE REQUERIMIENTOS DE C.A.T. CANAME, México, D.F., 1978.

IIE-Instituto de Investigaciones Eléctricas.