

17  
2ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

CAMPUS ARAGON

"CARACTERISTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELECTRICO"

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICO**  
P R E S E N T A N  
**RINGO ALBERTO GARZON CORONA**  
**JUAN ALBERTO VILLA SOTELO**

MEXICO, D. F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGÓN

DIRECCION

RINGO ALBERTO GARZÓN CORONA  
PRESENTE.

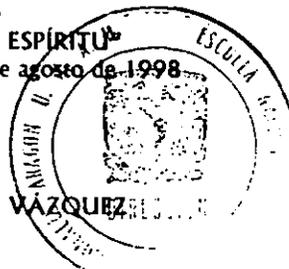
En contestación a la solicitud de fecha 9 de julio del año en curso, presentada por JUAN ALBERTO VILLA SOTELO y usted, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado, "CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELÉCTRICO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México., a 11 de agosto de 1998

EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



c c p Secretaria Académica.  
c c p Jefatura del Área de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/vr

*Cy B.*  
*and*



INSTITUTO NACIONAL  
DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

JUAN ALBERTO VILLA SOTELO  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 9 de julio del año en curso, presentada por RINGO ALBERTO GARZÓN CORONA y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELÉCTRICO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México., a 11 de agosto de 1998  
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ

c c p Secretaría Académica.  
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/vr

San Juan de Aragón, Estado de México a 31 de Agosto de 1998.

**Lic. Alberto Ibarra Rosas.**  
Jefe de la Unidad Académica.  
U.N.A.M. Campus Aragón.

**P R E S E N T E**

Por medio de la presente, le comunico que el Alumno **GARZÓN CORONA RINGO ALBERTO** con Número de Cuenta 8928776-3 de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de tesis titulado:

**" CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELÉCTRICO "**

Dicho trabajo ha sido revisado y autorizado por el suscrito, por lo que, solicito a Usted de la manera más atenta, se autorice la Orden de impresión del mismo.

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.

**A t e n t a m e n t e**



**Ing. Raúl Barrón Vera.**  
Jefe de Carrera de IME.



**Ing. David Moisés Terán Pérez.**  
Asesor de Tesis.

c.c.p. **Ing. Raúl Barrón Vera.**  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
U.N.A.M. Campus Aragón

**Interesado.**

**Jefatura de Servicios Escolares.**  
de la U.N.A.M. Campus Aragón.

San Juan de Aragón, Estado de México a 31 de Agosto de 1998

**Lic. Alberto Ibarra Rosas.**  
Jefe de la Unidad Académica  
U N A M Campus Aragón

**P R E S E N T E**

Por medio de la presente, le comunico que el Alumno **VILLA SOTELO JUAN ALBERTO** con Número de Cuenta **8939290-2** de la Carrera de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de tesis titulado:

**" CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELÉCTRICO "**

Dicho trabajo ha sido revisado y autorizado por el suscrito, por lo que, solicito a Usted de la manera más atenta, se autorice la Orden de impresión del mismo

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.

**A t e n t a m e n t e**



**Ing. Raúl Barrón Vera.**  
Jefe de Carrera de IME

**Ing. David Moisés Terán Pérez.**  
Asesor de Tesis.

c c p **Ing. Raúl Barrón Vera.**  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
U N A.M. Campus Aragón.

**Interesado.**

**Jefatura de Servicios Escolares.**  
de la U N A.M Campus Aragón

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGON - UNAM

JEFATURA DE AREA DE INGENIERIA  
MECANICA ELECTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/1175/98.

ASUNTO: Sínodo.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

~~LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS~~  
SECRETARIO ACADEMICO  
P r e s e n t e .

Por este medio me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sínodo del Examen Profesional del alumno RINGO - ALBERTO GARZON CORONA, con el tema de tesis CARACTERISTICAS DE LAS - SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPOR TE ELECTRICO".

PRESIDENTE:	ING. JESUS NUÑEZ VALADEZ	ABRIL	77
VOCAL:	ING. JAIME ROLANDO ARROYO MORA	OCTUBRE	86
SECRETARIO:	ING. DAVID MOISES TERAN PEREZ	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. ADRIAN PAREDES ROMERO	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. EMILIO LUIS FLORES LOPEZ	OCTUBRE	91

Quiero subrayar que el Director de la Tesis es el Ing. David Moisés - Terán Pérez, el cual está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Bosques de Aragón, del 19 de octubre 19, 1998.  
EL JEFE DE AREA

  
ING. RAUL BARRO VERA

C.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez. Jefe del Depto. de Servicios Escolares.  
Ing. David M. Terán Pérez. Asesor.  
Alumno.

RBV!scd.



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
 REPUBLICA NACIONAL  
 AVIACION AERONAUTICA  
 MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
 PROFESIONALES ARAGON - UNAM

JEFATURA DE AREA DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/1174/98.

ASUNTO: Síndico.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS  
 SECRETARIO ACADEMICO  
 Presente.

Por este medio me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Síndico del Examen Profesional del alumno JUAN ALBERTO VILLA SOTELO, con el tema de tesis, "CARACTERISTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELECTRICO".

PRESIDENTE:	ING. JESUS NUÑEZ VALADEZ	ABRIL	77
VOCAL:	ING. JAIME ROLANDO ARROYO MORA	OCTUBRE	86
SECRETARIO:	ING. DAVID MOISES TERAN PEREZ	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. ADRIAN PAREDES ROMERO	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. EMILIO LUIS FLORES LOPEZ	OCTUBRE	91

Quiero subrayar que el Director de la Tesis es el Ing. David M. Terán Pérez, el cual esta incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

Atentamente  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
 Bosques de Aragón, Ecoc. de Méx., Octubre 19, 1998.  
 EL JEFE DE AREA

*R. Barrón Vera*  
 ING. RAUL BARRON VERA

C.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez. Jefe del Depto. de Serv. Escolares.  
 Ing. David Moisés Terán Pérez. Asesor.  
 Alumno.

RVV/taul.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 16 de octubre del año en curso, por la que se comunica que los alumnos JUAN ALBERTO VILLA SOTELO y RINGO ALBERTO GARZÓN CORONA, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELÉCTRICO", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 19 de octubre de 1998  
EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

c c p Asesor de Tesis.  
c c p Interesado.

AIR/vr



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 16 de octubre del año en curso, por la que se comunica que los alumnos RINGO ALBERTO GARZÓN CORONA y JUAN ALBERTO VILLA SOTELO, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA, APLICADAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE ELÉCTRICO", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 19 de octubre de 1998  
EL SECRETARIO

  
Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

c.c.p. Asesor de Tesis.  
c.c.p. Interesado

AIK/vr  


## JUSTIFICACIÓN

Dentro de los Sistemas de Iluminación y de Fuerza; los Relevadores y los Interruptores de Protección son equipos con los que todo Ingeniero de Sistemas Eléctricos de Potencia, tiene que tratar en el transcurso de su práctica profesional. Debido a esto, lo anteriormente expuesto, se analiza a lo largo de este trabajo de Tesis

Conociendo los problemas que deberá afrontar el Ingeniero en Proyectos Eléctricos, así como el Técnico Electricista; es como se ha concebido este Trabajo, en el cual se pretende proporcionar datos teóricos y prácticos, con los cuales pueda valerse para el Proyecto, Cálculo y Ejecución de Obras e Instalaciones Eléctricas sin establecer límites de las mismas en cuanto a magnitud e importancia; por lo cual, además de considerar los conceptos aquí vertidos, es recomendable observar Obras en construcción para conocer en forma objetiva los materiales y cómo se trabajan.

Tomando como base que en la actualidad se dispone de poca literatura (en el Área Eléctrica), que satisfaga sus necesidades de Consulta principalmente, se hace hincapié que para la formación del presente trabajo de Tesis, se tomaron datos de: El Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, El Manual de Normas Técnicas Eléctricas de la Secretaría de Fomento Industrial, La Norma Oficial Mexicana (NOM), Catálogos y Folletos de Materiales y marcas diversas; amén de incluir algunas experiencias personales en la Instalación Eléctrica a nivel Industrial.

## **OBJETIVO GENERAL**

Establecer los Conceptos Fundamentales y los Elementos de las Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza en el Sistema de Transporte Colectivo (S.T.C.).

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

1.- Conocer los principios básicos, terminología y conceptos que deben utilizarse en una Instalación de Alimentación a Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza.

2.- Establecer los principios y elementos en que se basan los Arreglos en las Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza.

3.- Establecer los conceptos y principios del Mantenimiento Preventivo a Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza.

4.- Establecer los conceptos y principios de los Dispositivos de Protección para Sistemas de Alumbrado.

## INTRODUCCIÓN

La Protección de los Sistemas de Potencia, es una de las Especialidades de la Ingeniería que más rápido se han desarrollado en el Campo de la Ingeniería Eléctrica. En las últimas dos décadas se ha visto el desarrollo y aplicación de gran escala de los relevadores estáticos, de los disyuntores al vacío, hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>) y de corriente directa.

6

Mediante el uso de los Dispositivos anteriores los Sistemas Integrados de Potencia han mejorado considerablemente y su confiabilidad es cada vez mayor.

En México, los Energéticos ocupan importantes Capítulos en la vida de nuestro País. Explotación Energética, Desarrollo Económico y una supuesta Soberanía Nacional, se encuentran plenamente identificados. La Nación asume la responsabilidad histórica de la explotación de los recursos energéticos para beneficio de los mexicanos; por lo que, la Toma de Decisiones no obedece, por ningún concepto, a criterios utilitaristas que con el objetivo de obtener ganancias en el corto plazo, propicie el agotamiento prematuro de las fuentes primarias de energía. Estos conceptos se analizan en este trabajo de tesis, ya que se trata de un trabajo orientado a el Diseño de un Sistema de Iluminación orientado a una Aplicación Industrial. Entonces se debe tener en cuenta la importancia de cómo se obtiene la Energía Eléctrica que habrá de abastecer a el Sistema de Iluminación.

Conviene por lo tanto; a manera de reflexión, un repaso breve pero ilustrativo de lo que ha sido la Política Energética de nuestro País. Así, en México, la Industria Petrolera se inició a fines del siglo pasado con la explotación de Petróleo a cargo de Compañías extranjeras. Esta práctica logró que durante la segunda década del siglo, México llegara a ser el segundo exportador mundial de petróleo, produciendo en promedio 325 Millones de Barriles Diarios. Sin embargo; esta ventaja comparativa no se reflejó en nuestra Economía, dado que las Empresas Trasnacionales canalizaban prácticamente la totalidad de la venta petrolera hacia las Metrópolis respectivas.

Con la Expropiación y la Nacionalización decretada por el Presidente y Estadista, Don Lázaro Cárdenas del Rio en 1938, que rescató para la Nación este importante recurso natural, la Industria Petrolera se reorientó hacia el abastecimiento del mercado interno, transformando y modernizando su estructura de producción. Esta estrategia fue acompañada de una Política de desarrollo tendiente a estimular la expansión de la industria, el Sistema de Transporte y el mercado interno de sus productos.

El crecimiento de la industria eléctrica también se inició en manos privadas, nacionales y extranjeras, propiciando la limitación de las zonas atendidas, la proliferación de sistemas eléctricos aislados y un servicio deficiente cuyo desenvolvimiento se rezagó con respecto a las necesidades del desarrollo general del País.

En 1937, se creó la Comisión Federal de Electricidad ( C.F.E. ), con el objetivo de atender la demanda no satisfecha, proporcionando el fluido a tarifas congruentes con las necesidades del desarrollo del País. En 1960 culminó el proceso de nacionalización de la industria eléctrica, cerrándose así un ciclo iniciado 25 años atrás.

Hasta finales de los setentas, el Sector Energético estuvo orientado hacia la satisfacción de la demanda interna de acuerdo con el objetivo de autosuficiencia energética. Sin embargo, a finales de dicha década, esta tendencia se comienza a perder, y para 1973 el País se había convertido ya en un importador neto de productos refinados y de petróleo crudo. Si bien un año antes ya se habían comenzado a descubrir vastas reservas petroleras cuya explotación se comenzó a hacer efectiva en 1976.

A partir de dicho año, se desarrolla aceleradamente la producción petrolera, y México se convierte en 1978 de nueva cuenta en un exportador importante. Esta estrategia de exportación petrolera, hizo que en los últimos años el Sector Energético adquiriese un papel decisivo en la orientación y la viabilidad del proceso de desarrollo del País.

Las divisas generadas por las exportaciones de Hidrocarburos, junto con el acceso al financiamiento externo del que se dispuso; contribuyeron de manera decisiva a la instrumentación de programas de inversión tendientes a inducir un crecimiento económico acelerado. Sin embargo, los cambios de tendencia en el Mercado Petrolero Internacional, iniciados a partir de 1981, vinieron a convertirse en uno de los principales obstáculos a las metas previstas.

La transformación alcanzada hasta el día de hoy por el Sector Energético, lo ha convertido en componente fundamental de la estructura y la dinámica de la economía mexicana. Para 1982, el Sector en su conjunto aportó aproximadamente el 5% del P.I.B. ( Producto Interno Bruto ) y alrededor de la mitad de los ingresos en cuenta corriente de la balanza de pagos, le corresponde una parte muy importante de las importaciones de bienes de capital e insumos, y se constituyó en los últimos años, en el principal agente financiero de la estrategia de desarrollo. Representó así mismo, cerca del 23% del gasto total del sector público y un poco menos del 50% de la inversión pública.

En la Industria Petrolera, se han alcanzado significativos avances en numerosos aspectos. Para 1982, las reservas probadas de hidrocarburos alcanzaron aproximadamente 72,000 Millones de Barriles; la producción de crudo alcanzó un volumen de 2 Millones 746 Mil Barriles Diarios; y la capacidad instalada de refinación llegó a ser de 1 Millón 620 Mil Barriles Diarios; habiéndose procesado diariamente 1 Millón 199 Mil Barriles Diarios. Además, se llegó a exportar 1 Millón 492 Mil Barriles Diarios de crudo en promedio. En este sentido, durante los últimos años, el País logró consolidar su posición como exportador de hidrocarburos, así como diversificar su mercado de destino. La extracción de gas fue de 4,250 Millones de Pies Cúbicos Diarios, de los cuales se procesaron 3,400 Millones y se exportaron cerca de 300 Millones de Pies Cúbicos Diarios.

En los últimos años el Sector Energético en su conjunto ha registrado saldos favorables crecientes en su balanza comercial, ha transferido cuantiosos recursos, a las finanzas públicas y ha efectuado considerables transferencias al resto de la economía, vía subsidios implícitos.

Como un esfuerzo adicional, debe mencionarse el desarrollo de Institutos de Investigación en materia de energéticos, tales como el Instituto Mexicano del Petróleo (creado en 1965), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (1975), y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (1979), mismos que han sido piezas fundamentales en el desenvolvimiento de las tareas del sector.

Paralelamente al desarrollo de la capacidad productiva y la investigación, en las Empresas del sector energético se han realizado esfuerzos importantes de programación en los últimos años, los cuales han sido acompañados de otros similares, a nivel de programación sectorial y de planeación global.

No obstante, los importantes avances logrados; el excesivo énfasis en el alcance de metas cuantitativas que caracterizó el crecimiento del sector durante los últimos años, se tradujo en insuficiente atención a los aspectos cualitativos y en cierta desvinculación con los objetivos más generales del desarrollo del País.

Paralelamente, persisten algunos desequilibrios estructurales en el sector. Destaca, la dependencia energética de los hidrocarburos, que representan poco más del 90% de la generación primaria de energía. Quedan aún márgenes para aprovechar mejor el gas asociado de que se dispone, principalmente en las zonas de explotación marina donde están ya en marcha las inversiones necesarias para reducir al mínimo técnico la proporción de gas asociado que se quema a la atmósfera.

Cabe señalar que los aumentos en la oferta interna de los energéticos, han obedecido, entre otros, al persistente abaratamiento en el precio de una parte importante de la producción destinada al mercado nacional, propiciando el desperdicio energético generalizado y el sobreconsumo de algunos productos, contribuyendo de este modo a agravar las distorsiones estructurales que actualmente caracterizan a la Planta Industrial y al Sistema de Transporte con que cuenta el País. Se hace necesario entonces, actuar a fondo en este sentido, para erradicar vicios estableciendo Políticas de ahorro energético.

En cuanto a la Infraestructura que se requiere para hacer más eficiente al sector energético, se localizan todavía algunas deficiencias importantes en materia de almacenamiento de refinados y crudos, e instalaciones portuarias. En los últimos años, cuantiosas inversiones han permitido lograr importantes avances en la red de gasoductos y oleoductos; sin embargo, existen todavía limitaciones en lo que a poliductos se refiere.

El Sector Energético ha tenido innegables efectos positivos sobre el crecimiento de las regiones en las que se ha concentrado su actividad. No obstante, debe reconocerse que también, al desatar rápidos procesos de cambio económico y social, en ocasiones ha rebasado la capacidad de las regiones y de los agentes económicos, para responder a su dinámica y aprovechar sus encadenamientos potenciales.

La formación de recursos humanos, y la adaptación y desarrollo de tecnologías para el Sector, no obstante los avances logrados, siguen siendo un problema importante a resolver y constituye un reto para el futuro.

Actualmente, de acuerdo con informaciones publicadas por la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), se tiene una capacidad instalada de 26,793 Mwatts. Energía que utilizamos cerca de 80 Millones de mexicanos. Petróleos Mexicanos (PEMEX) tiene en sus instalaciones en tierra 1,683 Mwatts, además de las Plantas Eléctricas que tienen otros sectores de la Industria como: La Azucarera, La Textil, La Metalúrgica, La Papelera, La Química, La Minera, La Cervecera, La Cementera, etcétera, que tienen más de 200 Plantas Eléctricas, y que pueden interconectarse con la C.F.E. para aumentar la oferta de Energía Eléctrica en un 10% de la capacidad instalada que se tiene en la actualidad.

La Generación de Electricidad en nuestro País, es a base de Hidrocarburos, de lo cual se puede destacar, en lo que corresponde a C.F.E. los siguientes datos:

- 60.7% de Hidrocarburos.
- 29.6% de Energía Hidráulica.
- 4.5% a base de Carbón.
- 2.7% de Energía Geotérmica.
- 2.5% de Energía Nuclear.

La Energía Eléctrica se utiliza para alimentar principalmente: Motores, luminarias, dispositivos calefactores y otras cargas de menor cuantía. En México, se tiene poca información sobre la distribución de cargas que más Energía Eléctrica consumen.

En algunos países industrializados, como los del Bloque Europeo, se han realizado estudios sobre el consumo de Energía Eléctrica y se tiene que por ejemplo, en Alemania el 64% del consumo de Energía Eléctrica se utiliza en motores eléctricos, mientras que en el Reino Unido de la Gran Bretaña es de 60%.

Si la utilización de la electricidad en el Sector Industrial de México, tiene condiciones similares a los Países Europeos anteriormente citados, los motores representan el mayor consumo de Energía Eléctrica. Así, la C.F.E. ha proporcionado datos en donde estima que entre el 60 y 70% de la energía generada es consumida por motores eléctricos; de esto se desprende la importancia que éstos representan en el consumo de energéticos, transformación de energía y la conservación del medio ambiente.

Por otro lado, la situación que prevalece en nuestro País, respecto a la toma de consciencia en el ahorro de energía eléctrica, es incipiente debido fundamentalmente a varios aspectos como pueden ser:

a).- Falta de consciencia popular en el buen uso de la electricidad.

b).- La carencia de estudios, en los cuales se pueda observar el grado de ahorro de Energía Eléctrica.

c).- Escaso abastecimiento de equipos considerados como de "alta eficiencia".

d).- Bajo precio de la Energía Eléctrica.

A lo anterior, se agrega, la problemática de la Calidad en el Servicio de Distribución de Energía Eléctrica debido, en primer lugar, a que la capacidad actual instalada es prácticamente igual a la demanda, quedando poca flexibilidad para cubrir algún imprevisto en demanda extraordinaria de Energía Eléctrica.

Por lo consiguiente; un ahorro de Energía Eléctrica en Motores Eléctricos y Sistemas Eléctricos de Alumbrado, traería beneficios significativos a la economía nacional y a los grupos industriales interesados en utilizarlos; este beneficio es directo al Sector Eléctrico y al usuario. Esto puede significar una reducción considerable en los costos de operación, y también se contribuiría con la armonía de el Medio Ambiente.

## CAPÍTULO I

### ALIMENTACIÓN A SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA.

#### *1.1.- Introducción.*

En el empleo de la Energía Eléctrica, ya sea para fines Industriales, Comerciales ó de uso Residencial; intervienen una gran cantidad de Máquinas y Equipos Eléctricos.

Un conjunto de Equipo Eléctrico utilizado en el Proceso de Generación-Consumo de Energía Eléctrica, es la "Sub-Estación Eléctrica" de la cual se puede dar la siguiente información:

*"Una Sub-Estación Eléctrica es un conjunto de Elementos ó Dispositivos que permiten cambiar las características de la Energía Eléctrica (Voltaje, Corriente, Frecuencia, etcétera), Corriente Alterna (C-A) y Corriente Contínua (C-C), ó bién conservarla dentro de ciertas características".*

El presente trabajo pretende servir de guía a el Personal Técnico de las secciones encargadas de los Mantenimientos Preventivos y Correctivos a las Sub-Estaciones Eléctricas para Alumbrado y Fuerza instaladas en las Estaciones, Talleres y Edificios de Servicios de *"El Sistema de Transporte Colectivo" (Metro)*; y para el Ingeniero en general, que desee ampliar sus conocimientos sobre el tema de las Sub-Estaciones.

Aquí se detallan las partes que constituyen cada tipo de Sub-Estación, su tensión de alimentación, sus capacidades, su localización, maniobras de bloqueos y mantenimientos preventivos; de tal manera que al terminar la lectura del presente trabajo de Tesis, el lector pueda identificar perfectamente de qué tipo de Sub-Estación se trata y qué maniobras debe efectuar para darle mantenimiento y volverla a dejar en condiciones de operación.

### *1.1.1.- Sub-Estaciones de 15 KV en Línea.*

La alimentación a las Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza (A. y F.) en las Líneas 1, 2 y 3, se lleva a cabo mediante 4 cables de 15 KV, que salen de la Unidad P.C.C. y van a la parte central de cada una de las Líneas; de ahí, salen 2 cables hacia cada uno de los extremos alimentando a las Sub-Estaciones, uno por Vía 1 y el otro por Vía 2, tal como se ilustra en la Fig. I.1.

En algunos circuitos alimentados a esta tensión, se cuenta con enlaces en los extremos de la línea, cerrando el anillo utilizando las secciones 2 de las Sub-Estaciones de los extremos, ejemplo: Talleres en Taxqueña, Taller de Mantenimiento Mayor en Ticomán, Estación Observatorio, Estación Pantitlán, Estación Cuatro Caminos y Plataforma de Pruebas con Talleres en Zaragoza.

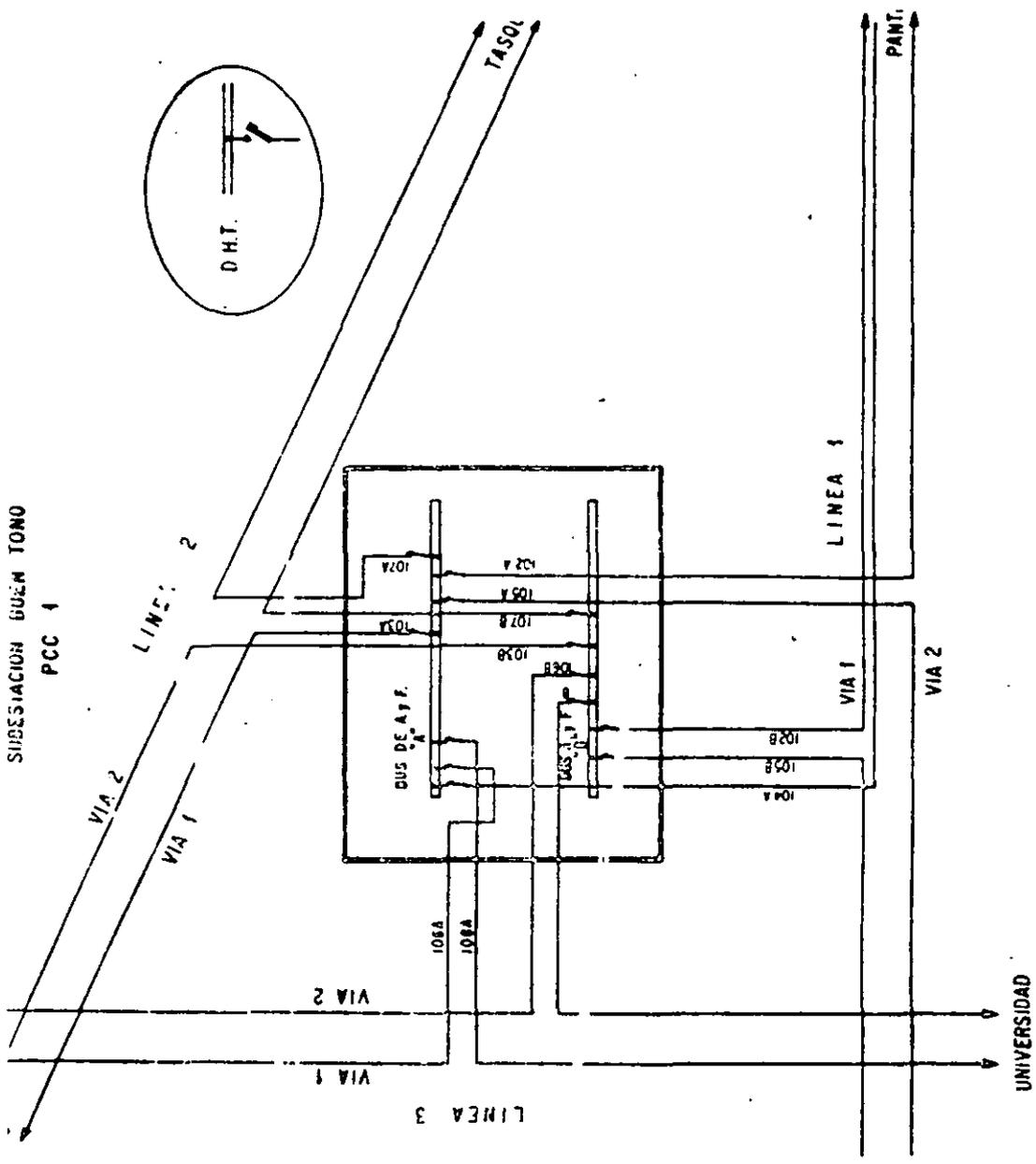


Fig. I.1.- Representación de una Sub-Estación.

### *1.1.2.- Sub-Estaciones de 23 KV en Línea.*

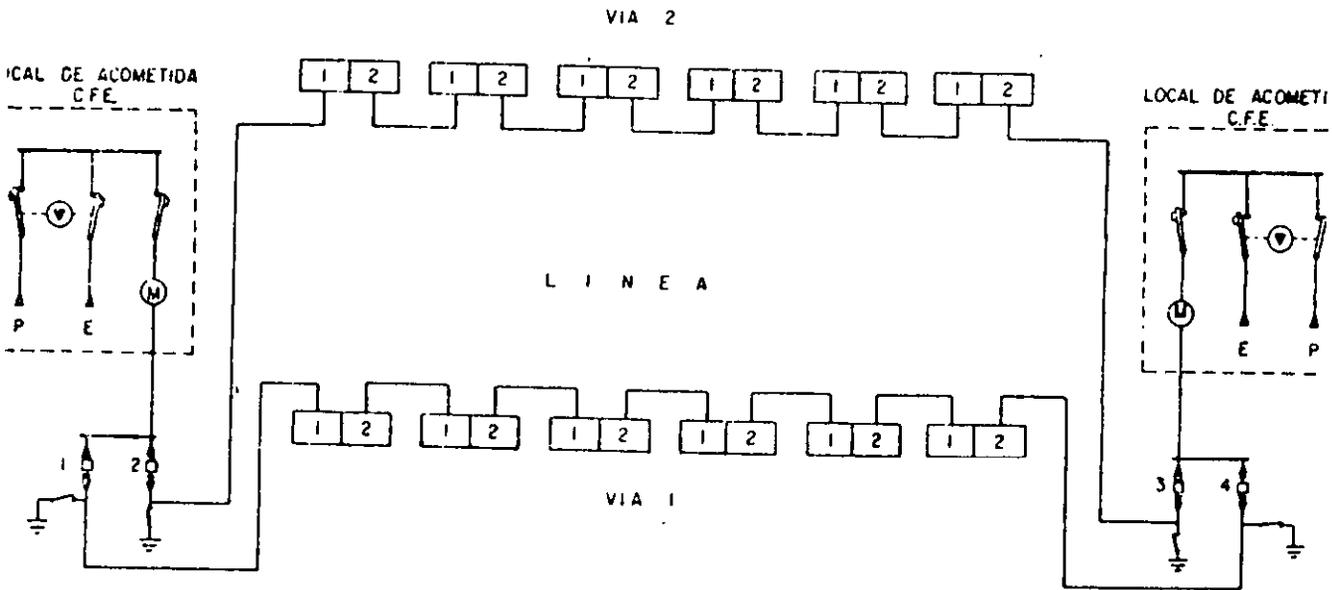
La alimentación "Normal" a las Sub-Estaciones de Alumbrado y de Fuerza, en las Líneas 4, 5, 6 y 7, se lleva a cabo en cada caso, mediante 2 circuitos de cables, desde las acometidas de Comisión Federal de Electricidad (CFE), llamadas "cabeceras" cuya función es alimentar por medio uno de los dos interruptores de Mediana Tensión (DMT) ahí ubicados, las Sub-Estaciones de Alimentación y de Fuerza de una vía, desde un extremo al otro de la línea, y las Sub-Estaciones de la otra vía, por el extremo contrario de la línea, como se muestra en la Fig. 1.2.

En cada Estación de Pasajeros, se tienen 2 Sub-Estaciones para el Alumbrado y Fuerza, cuya finalidad es transformar los 15 ó 23 KV en 220 y 127 V que alimentan los diferentes circuitos eléctricos para los servicios

C-A

auxiliares en las Estaciones.

Fig. 1.2.- Principio de Alimentación de 23 K V de Alumbrado y Fuerza en las Líneas 4, 5, 6 y 7.



- ▼ INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA (BASCULADOR)
- Ⓜ EQUIPO DE MEDICION DE C.F.E
- Ⓚ 3F INTERRUPTOR DE POTENCIA EN PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE 3F, 23KV, 1000 MVA
- P ALIMENTADOR PREFERENTE
- E ALIMENTADOR EMERGENTE

*1.1.3.- Sub-Estaciones de 15 y 23 KV en Talleres y Edificios de Apoyo.*

La alimentación a los Talleres y Edificios de Apoyo, se efectúa de la forma siguiente:

a). Alimentación en 15 KV desde el P.C.C. I

- Edificio P.C.C. I.
- Edificio P.C.C. II.
- Edificio Administrativo.
- Edificio de INCADE.
- Talleres de Zaragoza.
- Taller de Mantenimiento Menor de Ticomán.
- Plataforma de Pruebas de Zaragoza.
- Taller de Mantenimiento Mayor de Ticomán.
- Talleres de Taxqueña.

b). Alimentación en 23 KV por Comisión Federal de Electricidad (CFE).

- Plataforma de Pruebas de Ticomán.
- Talleres de El Rosario.

NOTA: Para la alimentación del Garage de la Estación Universidad, se tiene una acometida trifásica en 220 V , 4 hilos, directamente de la Red de C-A Distribución de Comisión Federal de Electricidad (CFE).

*1.2.- Elementos Constitutivos de una Sub-Estación para Alumbrado y Fuerza Tipo Sistema de Transporte Colectivo (STC).*

Las Sub-Estaciones para alumbrado y Fuerza en el Sistema de Transporte Colectivo (STC), han sido diseñadas y construidas para operar bajo las siguientes condiciones de servicio:

Temperatura ambiente máxima	40°C
Temperatura ambiente mínima	-4°C
Temperatura ambiente promedio	18°C
Presión barométrica	285 mm de Hg
Humedad relativa	30 %
Precipitación pluvial promedio anual	1500 mm
Altitud	2240 MSNM
Sismo (aceleración máxima)	0.15 g

El agrupamiento de un conjunto de secciones constituye un tablero y cada tablero está constituido por:

- Dos secciones de paso de anillo.
- Una sección de protección del transformador.
- Una sección para el transformador.
- Una sección para el interruptor de baja tensión.

Cada tablero está provisto con un juego de barras para tensión nominal de operación de 15 ó 23 KV, que une entre sí las celdas de paso de anillo y protección del transformador. La llegada y salida se hace a través de mufas que se ubican en la parte inferior de las celdas. Todo el conjunto se encuentra conectado al sistema de tierra física de cada estación, a través de su bus correspondiente.

### *1.2.1.- Gabinete ó Sección Uno.*

a). Sub-estación Francesa.- Aloja en su interior un seccionador trifásico de operación sin carga, el cual es accionado desde el exterior, por medio de un mecanismo de acoplamiento.

En la parte alta se encuentra integrado el compartimiento de bus que es común a las secciones 1, 2 y 3. En la parte baja se encuentra el compartimiento de mufa, el cual permite establecer la alimentación a ese gabinete, procedente de la estación anterior. Ahí se encuentra el seccionador de puesta a tierra.

b). Sub-estación Nacional.- Aloja en su interior un interruptor ó seccionador trifásico de operación en carga, el cual es operado desde el exterior, a través de mecanismos de acoplamiento. Su acoplamiento al bus se hace en la posterior interna . La salida ó llegada en su caso, se hace en la parte inferior a través de cables de alta tensión y mufas. Aquí mismo se encuentra su seccionador de puesta a tierra.

### *1.2.2.- Gabinete ó Sección Dos.*

a). Sub-estación Francesa.- Aloja en su interior tres polos ó interruptores de operación con carga, los cuales son operados simultáneamente por un mecanismo de acoplamiento. En la parte alta, se encuentra integrado el compartimiento del bus, que es común a las secciones 1, 2 y 3.

En la parte baja, se encuentra el comportamiento de mufa, que permite establecer la salida de la alimentación hacia la próxima estación. Aquí mismo se encuentra su seccionador trifásico de puesta a tierra.

b). Sub-estación Nacional.- Aloja en su interior un interruptor ó seccionador de operación con carga, el cual es operado desde el exterior a través de mecanismos de acoplamiento. Su integración al bus común, se hace en la parte posterior interna.

La salida ó llegada en su caso se hace en la parte inferior a través de las mufas de los cables de alta tensión respectivos. Aquí mismo se encuentra su seleccionador de puesta a tierra.

### *1.2.3.- Gabinete ó Sección Tres (Protección al Transformador).*

a). Sub-Estación Francesa.- Aloja en su interior tres polos ó interruptores de operación con carga, los cuales son operados simultáneamente por un mecanismo de acoplamiento, en la parte alta se encuentra acoplado al compartimiento de bus que es común a las seccionaes 1, 2 y 3.

En la parte baja, se encuentran las bases que soportan los fusibles para proteger el transformador, así como el seccionador de puesta a tierra.

De la parte baja del portafusibles, sale la conexión de la sección 3, con la sección 4 a través de cables monofásicos de alta tensión.

b). Sub-Estación Nacional.- Aloja en su interior un interruptor ó seccionador de operación con carga, el cual es operado desde el exterior a través de un mecanismo de acoplamiento. Su acoplamiento al bus común se hace en la parte posterior interna.

En la parte baja, se encuentran las bases que soportan los fusibles para proteger el transformador, así como el seccionador de puesta a tierra.

De la parte baja del portafusibles, sale la conexión de la sección 3 con la sección 4 a través de cables monofásicos de alta tensión.

#### *1.2.4.- Gabinete ó Sección Cuatro (Transformadores).*

La Sección Cuatro en todos los casos será destinada para alojar el transformador del tablero ó sub-estación de que se trate y no importará que sea Francesa ó Nacional, solamente deberá tener las dimensiones suficientes para alojar el transformador de potencia requerida.

Normalmente, cuenta con dos puertas con chapa en la parte delantera del Gabinete, y la parte baja es desmontable para que se permitan las maniobras con el transformador.

*1.2.5.- Gabinete ó Sección Cinco (Interruptor General de "Baja Tensión").*- Esta Sección aloja en todos los casos un interruptor general en baja tensión, pudiendo ser de tipo electromagnético ó termomagnético.

### *1.3.- Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza Francesas Tipo "Norma Block".*

Tipos, capacidades y localización.- Estas Sub-Estaciones son de tipo blindado de acuerdo a su construcción, así como receptoras y reductoras en cuanto a su servicio.

Las capacidades que se emplean son de 250, 500 y 1 260 KVA a 23 KV de diseño y de 15 KV de operación.

La localización de estas Sub-Estaciones es la siguiente:

- Las de 250 KVA se encuentran instaladas en cada estación de:

- 1.- Zaragoza a Observatorio en la Línea 1.
- 2.- Tacuba a Taller Taxqueña en la Línea 2.
- 3.- Hospital General a Tlaltelolco en la Línea 3.

- Las de 500 KVA se encuentran localizadas en el Edificio del P.C.C. I y una en el sótano de la "Plataforma de Pruebas Zaragoza".

- Las de 1 260 KVA se encuentran instaladas en: Una en el Edificio Administrativo de El S.T.C. y otra en el Taller de Mantenimiento Mayor de Material Rodante en "Talleres Zaragoza".

Los elementos principales.- Las Sub-Estaciones Francesas tipo "NormaBlock", se encuentran divididas en secciones de acceso por medio de bloqueos y maniobras que evitan que Personal ajeno a ellas las manipule ó pueda recibir un choque eléctrico de las partes portadoras de energía (Fig. I.3).

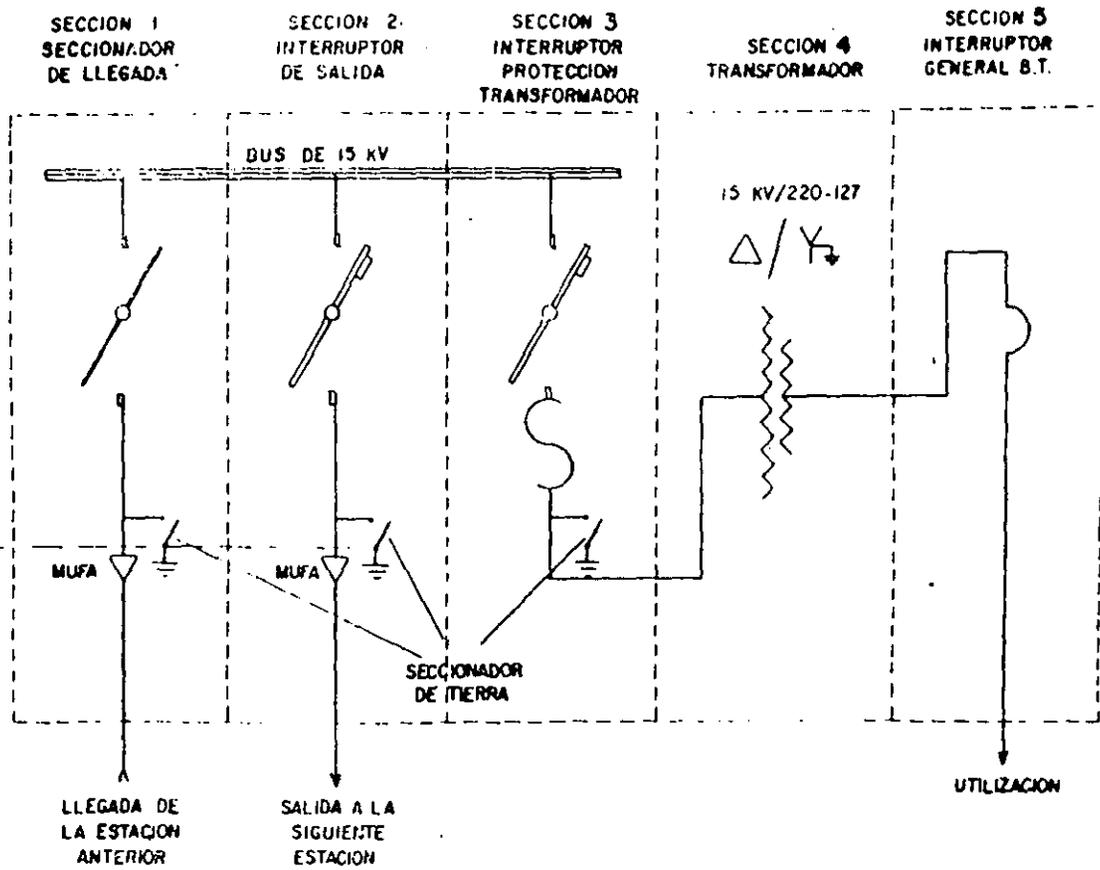


Fig. 1.3.- Diagrama Unifilar de una Sub-Estación Francesa Tipo "Normablock" de Alumbrado y Fuerza 250 KVA-15KV/220-127 Volts.

Las Secciones en las que se encuentran divididas estas Sub-Estaciones son:

- Sección 1 "Seccionador de llegada".
- Sección 2 "Interruptor de salida".
- Sección 3 "Protección al transformador".
- Sección 4 "Transformador".
- Sección 5 "Interruptor de baja tensión".

Estas Sub-Estaciones anteriormente se denominaban por medio del número de catálogo que ofrece el Fabricante, estos números (320, 321, 322, 154 y 607); por lo tanto, para evitar confusión se tratarán de omitir y se emplearán los números de sección, tal como se describe en el listado.

En el caso de Sub-Estaciones de menos de 5 Secciones; por ejemplo, 4 Secciones. La primera Sección se denominará sección 2 omitiéndose la Sección 1, esto con el fin de que las secciones 3, 4 y 5 conserven su correspondiente identificación.

En el caso de Sub-Estaciones de más de 5 secciones, la identificación será a partir de las Secciones 3, 4 y 5, quedando el resto como Sección 2 ó Sección 1, según la descripción.

*1.3.1.- Constitución de los Gabinetes de que Disponen Estas Sub-Estaciones.*

*Sección 1.- "Seccionador de llegada" .-* El gabinete que contiene al Seleccionador de llegada se encuentra dividido en tres partes (Ver Fig. I.4).

Parte inferior.- Donde se encuentra el extremo del cable alimentador de la Sub-estación.

Parte media.- Donde se localiza la mufa trifásica de llegada, el Seccionador de Descarga a Tierra, el Seccionador Trifásico cuya tensión y corriente nominal son 23 KV y 400 Ampéres, así como un sistema de bloqueos mecánicos de seguridad.

Parte inferior.- Donde se localiza el bus de 15 KV.

*Sección 2.- "Interruptor de Salida".-* El gabinete que contiene el Interruptor de Salida, se encuentra dividido en tres partes (Ver Fig. I.5).

Parte inferior.- Donde se encuentra el extremo del cable alimentador de salida.

Parte media.- Donde se localiza una mufa trifásica, el Seccionador de Descarga a Tierra, el Interruptor Trifásico cuya tensión y corriente nominal es de 23 KV y 400 Ampéres, así como un sistema de bloqueos mecánicos de seguridad.

Parte superior.- Donde se encuentran los buses de 15 KV.

S E C C I O N U N O

"LLEGADA SECCIONADOR" 320

LISTA PARA IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES.

- 1.- Panel superior.
- 2.- Panel del centro equipado.
- 3.- Palanca del seccionador de tierra.
- 4.- Palanca del seccionador principal.
- 5.- Puerta inferior completa.
- 6.- Toma de corriente superior equipada.
- 7.- Receptáculo del indicador de tensión.
- 8.- Aislador soporte.
- 9.- seccionador principal de 400A.
- 10.- seccionador de tierra.
- 11.- Aislador vigia equipado con dedo de contacto.
- 12.- Dedo de tierra.

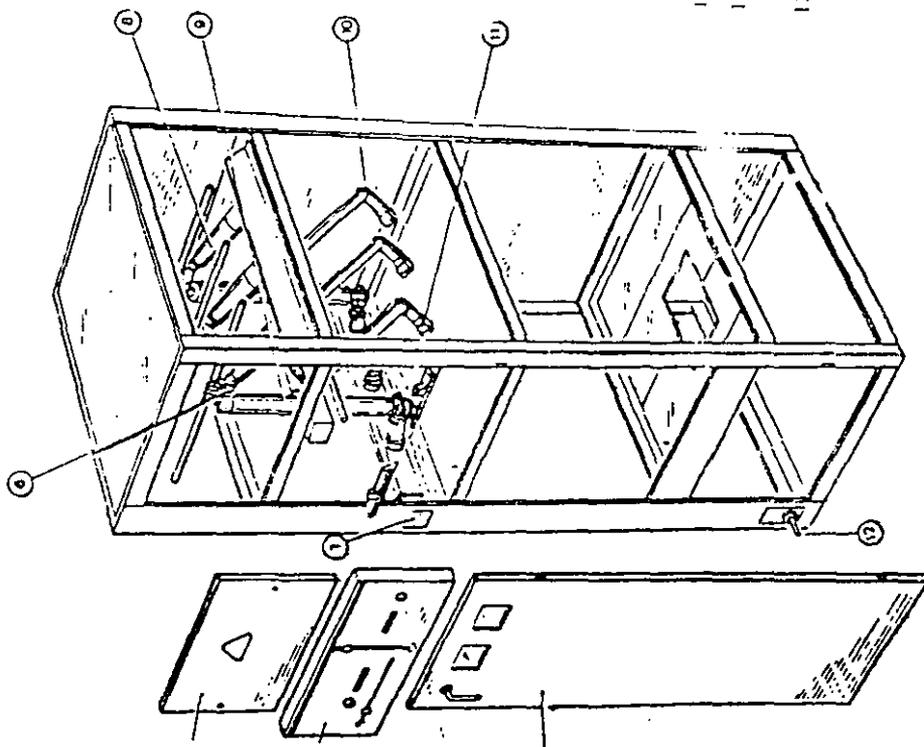
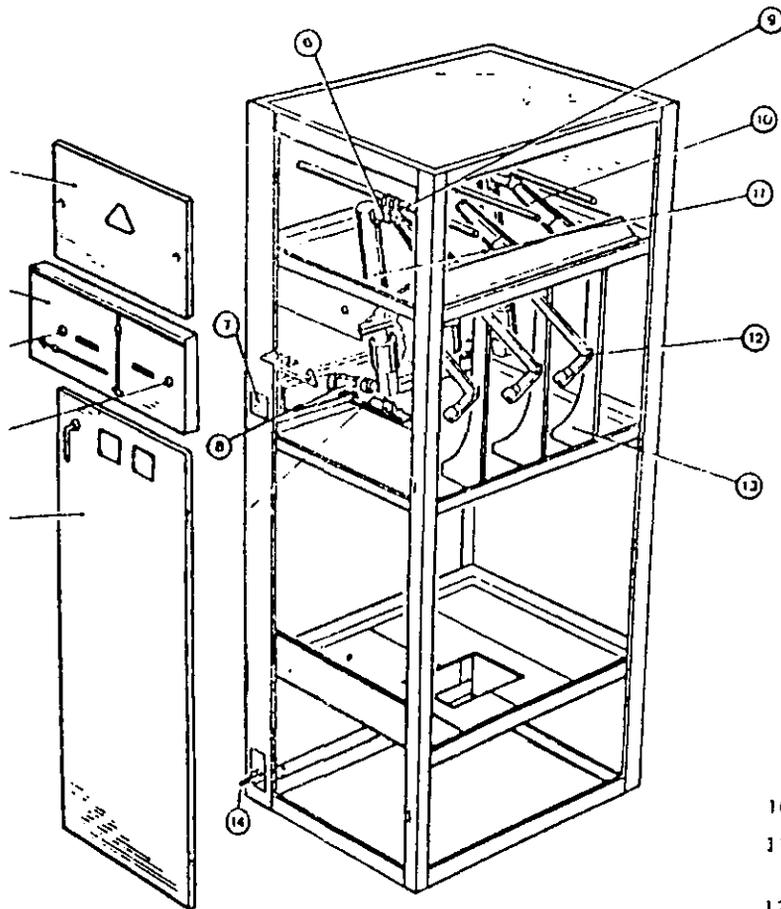


Fig. I.4.- Sección Uno. "Llegada Seccionador 320".

Fig. 15 - Sección Dos. "Llegada Interruptor 321".



SECCION DOS

"LLEGADA INTERRUPTOR" 321

LISTA PARA IDENTIFICACION DE  
LOS COMPONENTES.

- 1.-PANEL SUPERIOR.
- 2.-PANEL DEL CENTRO EQUIPADO.
- 3.-PALANCA DEL SECCIONADOR DE TIERRA.
- 4.-PALANCA DEL INTERRUPTOR.
- 5.-PUERTA INFERIOR COMPLETA
- 6.-MORDAZA SUPERIOR.
- 7.-RECEPTACULO DE INDICACION DE TENSION.
- 8.-AISLADOR VIGIA CON DISPOSITIVO DE ENGANCHE Y MORDAZA
- 9.-TOMA DE CORRIENTE SUPERIOR
- 10.-AISLADOR SOPORTE.
- 11.-POLO INTERRUPTOR COMPLETO (400A).
- 12.-SECCIONADOR DE TIERRA.
- 13.-RAMPA DE RE-ENGANCHE
- 14.-DEDO DE TIERRA.

*Sección 3.- "Protección a Transformador"* .- El gabinete que aloja a esta protección al igual que las secciones 1 y 2 se divide en tres partes (Ver Fig. 1.6).

Parte Inferior.- En esta Sección no se emplea.

Parte media.- Se localiza un micro-interruptor normalmente abierto, tres fusibles de 43 Amperes, un Seccionador de Descarga a Tierra, el Interruptor Trifásico cuya tensión y corriente nominal son de 23 KV y 63 Amperes, el mecanismo de accionamiento del micro-interruptor y un sistema de bloqueos de seguridad.

La parte superior.- Aloja los buses de 15 KV.

SECCIÓN TRES  
 "PROTECCION TRANSFORMADOR" 322

LISTA PARA IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES

- 1.- Panel superior.
- 2.- Panel del centro equipado.
- 3.- Palanca del seccionador de tierra
- 4.- Palanca del interruptor.
- 5.- Puerta inferior completa
- 6.- Mordaza superior.
- 7.- Cubierta del interruptor.
- 8.- Receptáculo de indicación de tensión.
- 9.- Seccionador de tierra.
- 10.- Aislador equipado con dispositivo de enganche.
- 11.- Collar presión fusible.
- 12.- Aislador vigia.
- 13.- Mordaza del seccionador de tierra.
- 14.- Dedo de tierra.
- 15.- Toma de corriente superior.
- 16.- Aislador soporte.
- 17.- Polo interruptor completo 63A.
- 18.- Rampa de re-enganche.
- 19.- Fusible Fil.
- 20.- Toma de salida.

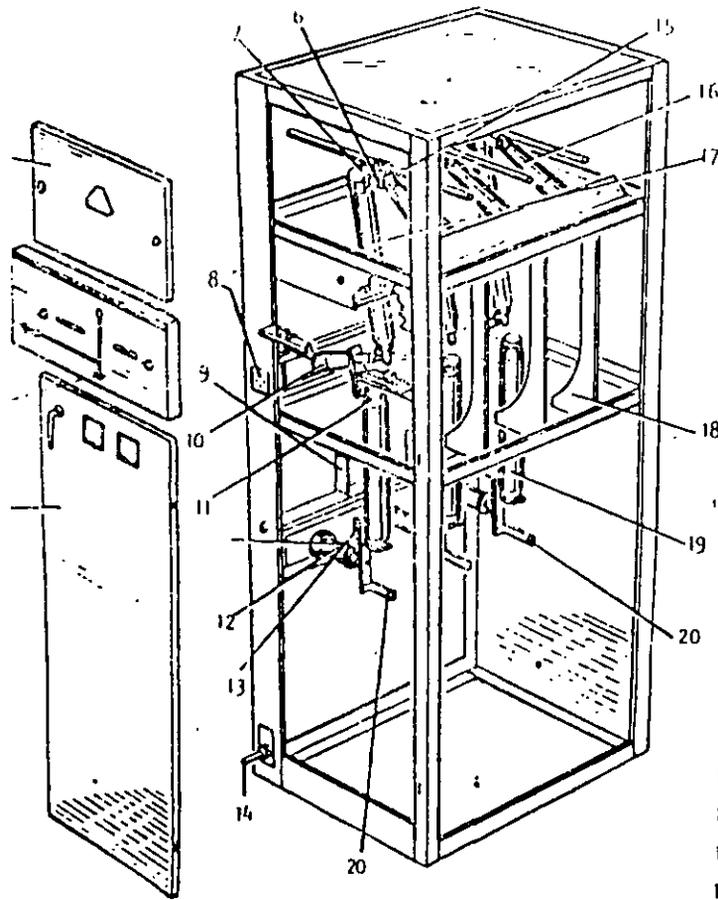


Fig. 1.6.- Sección Tres. "Protección a Transformador 322".

*Sección 4.- Este gabinete aloja en su interior un transformador trifásico de características:*

- Conexión: Delta/Estrella aterrizada.
- Relación de Transformación: 15 KV/220-127 VCA.
- Capacidad: 250, 500 ó 630 KVA.
- Frecuencia: 50/60 HZ.
- Dieléctrico: Piraleno.
- Cambiador de taps manual en el primario: 5 posiciones y variación de  $\pm 2.5\%$  (por posición).

*Sección 5.- "Interruptor de baja tensión".- El gabinete que aloja a este Interruptor se encuentra dividido en tres partes.*

- Parte Inferior.- Aquí se alojan las barras de salida del interruptor de baja tensión (una por fase y una del neutro), así como los cables que se conectan a ellas y una tablilla de conexiones que se utiliza para los circuitos de control de este interruptor.

- Parte superior.- Se tiene instalado el interruptor de baja tensión. El interruptor puede ser del tipo "DVRT" ó "DVT" cuyas características se mencionan a continuación:

Interruptor de baja tensión tipo "DVRT".- Es de una capacidad de 1 000 Amperes, con un transformador de corriente y un revelador termomagnético por fase, así como un relevador "AMTP" de 127 V de Corriente Continua para la protección de fusión fusible en 15 KV.

Los transformadores de corriente de que dispone son de una relación de transformación 500/5 Amperes, y se emplean para alimentar a los relevadores termomagnéticos.

Los relevadores termomagnéticos, provocan la apertura del interruptor de Baja Tensión en caso de Sobrecarga ó Corto-Circuito y sus características son:

Un rango de calibración en su parte térmica de 1.0 pulgadas a 1.6 pulgadas considerando que 1 pulgada = 5 Amperes y esta intensidad equivale a 500 Amperes, se tiene que sus diferentes rangos de calibración equivalen a:

1.0	In	500 Amps.
1.1	In	550 Amps.
1.2	In	600 Amps.
1.3	In	650 Amps.
1.4	In	700 Amps.
1.5	In	750 Amps.
1.6	In	800 Amps.

Un rango de calibración en su parte magnética, equivalente a 7.5 Ir, considerando que "Ir" es de la calibración a que se encuentra su parte térmica, se tiene que sus diferentes rangos de calibración equivalen a :

1.0	In	3750 Amps.
1.1	In	4125 Amps.
1.2	In	4500 Amps.
1.3	In	4875 Amps.
1.4	In	5250 Amps.
1.5	In	5625 Amps.
1.6	In	6000 Amps.

Interruptor de baja tensión tipo "DVT".- Es de una capacidad de 2 000 Amperes con un transformador de corriente y un relevador de corriente por fase, así como un revelador tipo "AMTP" de 127 V de Corriente Continua, para la protección de fusión fusible en 15 KV.

Los transformadores de corriente de que dispone son de una relación de transformación 1250/5 Amperes, y se emplean para alimentar a los reveladores termomagnéticos.

Los relevadores termomagnéticos provocan la apertura del interruptor de baja tensión en caso de Sobrecarga ó Corto-Circuito y sus características son:

Un rango de calibración y su parte térmica de 1.0 pulgada a 1.6 pulgadas, considerando que 1 pulgada = 5 Amperes, y si esta intensidad equivale a 1250 Amperes, se tiene que sus diferentes rangos de calibración equivalen a:

1.0	In	1250 Amps.
1.1	In	1375 Amps.
1.2	In	1500 Amps.
1.3	In	1625 Amps.
1.4	In	1750 Amps.
1.5	In	1875 Amps.
1.6	In	2000 Amps.

Un rango de calibración en su parte magnética equivalente a 7.5 Ir. considerándolo que "Ir" es la calibración a que se encuentre su parte térmica, se tiene que los diferentes rangos equivalen a :

1.0 In	9375	Amps.
1.1 In	10312	Amps.
1.2 In	11250	Amps.
1.3 In	12187.5	Amps.
1.4 In	13125	Amps.
1.5 In	14062.5	Amps.
1.6 In	15000	Amps.

La parte lateral izquierda que es deslizable y es donde se localizan 6 fusibles de 2 Amperes, 3 transformadores de potencial de 220/100 Volts, un voltímetro y un conmutador de 7 posiciones por medio de dicho conmutador se selecciona la tensión que se desea medir con el voltímetro; es decir, las tensiones entre fases ó de fase a neutro.

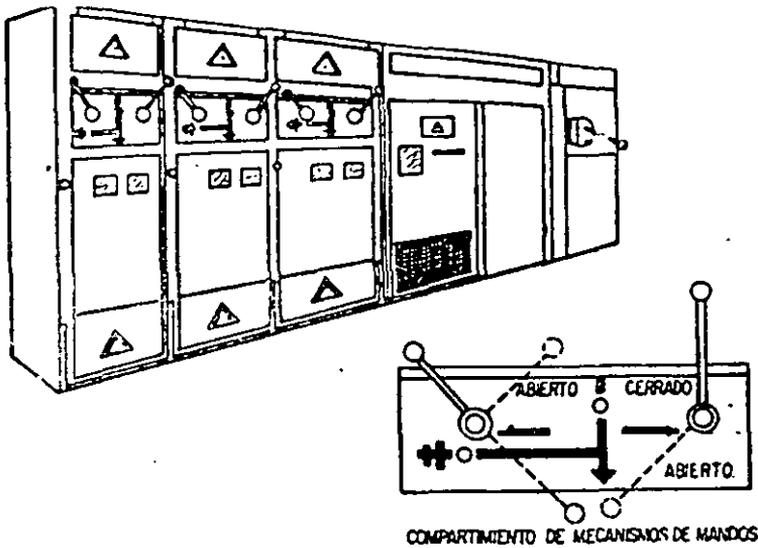


Fig. I.7.- Sub-Estación de Alumbrado y Fuerza.

1.3.2.- *Función que Desempeñan las Secciones que Constituyen a las Sub-Estaciones Francesas Tipo "NormaBlock".*

*Sección 1.- "Seccionador de llegada".-* Permite el aislamiento ó alimentación de la Sub-estación a la que pertenecen.

*Sección 2.- "Interruptor de salida".-* En las Sub-Estaciones de 250 KVA, instaladas en las Estaciones del STC este interruptor alimenta la Sub-estación de la Estación siguiente, a excepción del que se encuentra instalado adicionalmente a la Sub-Estación de Vía 1 en la Estación Zaragoza, ya que en este caso su función es la de permitir en un momento requerido el enlace en 15 KV entre esta Sub-Estación y la de 500 KVA instalada en el sótano de Plataforma de Pruebas Zaragoza.

*Sección 3.- "Protección a transformador".-* La finalidad de esta Sección es la de permitir el aislamiento ó alimentación del transformador que se encuentra en la Sección 4 de la Sub-Estación, impedir que exista a la salida del mismo una ó dos fases, así como la de protegerlo contra Sobrecargas, por medio de los fusibles de 43 Amperes de que dispone.

*Sección 4.- "Transformador".-* La función que desempeña es de transformar la tensión de 15 KV de Corriente Alterna, en 220-127 V de Corriente Alterna, por medio de una transformación tipo distribución.

*Sección 5.- "Interruptor de Baja Tensión".-* La finalidad de este gabinete es de aislar ó alimentar los circuitos que de el se derivan, así como de proteger al transformador contra Corto-Circuito y Sobrecargas y de fase a neutro que existe a la llegada del interruptor de Baja Tensión.

#### *1.4.- Maniobras de Libranza.*

Maniobras a efectuar para tener acceso a los diferentes gabinetes que constituyen a las Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza, instalados en las Líneas 1, 2 y 3 alimentadas en 15 KV.

a) Sub-Estaciones instaladas en las Estaciones.

- Acceso a la Sección 1.

En el caso de las Sub-estaciones en donde se tiene el cable alimentador de 15 KV, proveniente del P.C.C., irá al P.D.C. por la llave que se encuentra prisionera en el D.H.T. e introducirla en su respectiva chapa. Una vez hecho esto, se abre el seccionador llegada de 15 KV y se cierra el seccionador de puesta a tierra a fin de poder tener acceso a este gabinete.

En las demás Sub-Estaciones se requiere de efectuar los siguientes pasos:

1.- Se abre el interruptor de la Sección 2, de la Sub-estación que antecede a la que se desea tener acceso, liberando la llave que se encuentra prisionera.

2.- Se introduce la llave (obtenida en el primer paso), en la chapa correspondiente de la Sección 1, y se abre su Seccionador de 15 KV.

3.- Se cierra el Seccionador de puesta en tierra y se libera la llave que se encuentra prisionera en su mecanismo de bloqueo.

4.- Se introduce la llave (obtenida en el tercer paso), en la chapa correspondiente que se localiza en la Sección 2 de la Sub-Estación que alimenta a la Sección 1 y se cierra su seccionador de puesta de tierra.

Acceso a la Sección 2.

Para tener acceso a este gabinete se efectuan los pasos siguientes:

1.- Se abre el Interruptor de la Sección 2 a la que se quiere tener acceso, liberándose la llave que se encuentra prisionera en el mismo.

2.- Se introduce la llave (obtenida del primer paso) en la chapa del gabinete de la Sección 1 de la Sub-Estación posterior en el sentido de alimentación y se abre el seccionador de 15 KV.

3.- Se cierra el Seccionador de puesta a tierra y se libera la llave que se encuentra prisionera.

4.- Se introduce la llave (obtenida en el tercer paso), en la chapa del gabinete de la Sección 2 al que se quiere tener acceso y se cierra su respectivo Seccionador de puesta a tierra.

- Acceso a la Sección 3, 4 y 5 (Maniobra local) .

Para tener acceso a estos gabinetes se requiere de efectuar los pasos siguientes:

1.- Abrir el Interruptor de la Sección 3.

2.- Provocar la apertura y el desacoplamiento del Interruptor de Baja Tensión, obteniendo así la llave que se encuentra prisionera en el mismo.

3.- Introducir la llave (obtenida en el segundo paso), en la chapa libre del gabinete Sección 3 y cerrar el selector de puesta a tierra, liberándose la llave que se encuentra prisionera en este gabinete.

4.- Introducir la llave (obtenida en el tercer paso) en la chapa del gabinete de la Sección 4 (transformador).

*NOTAS:*

1.- Todas las maniobras por Normas establecidas por la Jefatura de Baja Tensión, se efectúan después de solicitar al P.D.C. la libranza respectiva en 15 KV; es decir, sin tensión.

2.- El acceso a las Secciones superiores de los gabinetes, únicamente debe efectuarse si se encuentra desenergizada la Sub-Estación a la que pertenecen.

3.- Los gabinetes de las Secciones 1, 2 y 3 disponen de un identificador trifásico luminoso que tiene la finalidad de indicar la presencia de 15 KV en el gabinete respectivo.

4.- Sistemas Mecánicos de Seguridad de que disponen los gabinetes de las Secciones 1, 2 y 3 de las Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza son los siguientes:

a).- Bloqueo del cierre del Seccionador de descarga a tierra, estando cerrado el interruptor ó seccionador (gabinete de las Secciones 1, 2 y 3). Este bloqueo lo efectúan los polos del interruptor, que al estar cerrados obstruyen en la Sección superior del gabinete el desplazamiento de la cortina de protección que divide la Sección superior de la Sección media.

b).- Bloqueo del cierre del interruptor ó seccionador, estando cerrado el Seccionador de puesta a tierra (gabinetes de las secciones 1, 2 y 3). Este bloqueo lo efectúa un trinquete que impide el movimiento del órgano de mando del Interruptor ó Seccionador (según sea el caso). Este trinquete es accionado por un brazo de transmisión que a su vez se desplaza cuando se opera en su cierre el órgano de mando del Seccionador de puesta a tierra.

c).- Bloqueo de la apertura de la puerta de acceso al gabinete, estando el Seccionador de puesta a tierra abierto (Secciones 1, 2 y 3). Este bloqueo lo efectúa el órgano de mando del Seccionador de puesta a tierra, por medio de un perno vertical que actúa sobre el mecanismo de la manija de la puerta.

d).- Bloqueo de la apertura del Seccionador de puesta a tierra, estando la puerta de acceso al gabinete abierta (Secciones 1, 2 y 3). Este bloqueo se efectúa por medio de una varilla vertical que es accionada por el mecanismo de la manija de la puerta, y que por lo tanto únicamente al estar cerrada la misma, se permite a través de la varilla no impedir el órgano de mando del Seccionador de puesta a tierra su operación.

5.- Finalidad y funcionamiento de la protección “FUSIÓN-FUSIBLE”, de que disponen las Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza.

a) La finalidad de la protección “FUSIÓN-FUSIBLE”, en las Sub-estaciones de 250, 500 y 1260 KVA es la siguiente.

- En las Sub-Estaciones de 250 y 500 KVA, se utiliza para provocar la apertura del Interruptor de Baja Tensión e impedir que exista a la salida del mismo una ó dos fases.

- En las Sub-Estaciones de 1 260 KVA, su utilidad es la de provocar el disparo del Interruptor que alimenta al transformador y evitar la alimentación del mismo con una ó dos fases.

b) Funcionamiento.

- En las Sub-Estaciones de 250 y 500 KVA, su operación es eléctrica y funciona como a continuación se explica:

- Al fundirse uno ó más fusibles de que dispone la Sección 3, para proteger al transformador, estos accionan a través de un percutor ó disparador, un gatillo que opera sobre un eje, el cual cierra un Micro-Interruptor cuyos contactos normalmente se encuentran abiertos.

- Al cerrarse los contactos del Micro-Interruptor antes mencionado, se alimenta con 127 V de Corriente Continua el revelador de disparo AMTP que posee el Interruptor de Baja Tensión, para que éste a su vez provoque la apertura del mismo.

- Una vez abierto el Interruptor de Baja Tensión, se abre un Micro-Interruptor en el mismo, a fin de desexcitar el relevador de disparo AMTP de fusión fusible.

*NOTAS:*

- Este circuito se encuentra alimentado por la caja "BA 2400", cuya función es transformar y rectificar los 220 V de Corriente Alterna, en 127 V de Corriente Continua, a fin de alimentar el relevador de disparo. Esta caja se encuentra instalada en las cabinas "P" y es alimentada por dos fases conectadas directamente de las barras de salida de dichas cabinas.

- En las Sub-Estaciones de 500 KVA, instaladas en el P.C.C. la alimentación de 127 V de Corriente Continua para el relevador voltímetro, proviene de la sala de relevadores de Mando Centralizado y no de la caja "BA 2400".

- En las Sub-Estaciones de 1 260 KVA, su operación es mecánico y se efectúa de tal manera, que al fundirse el ó los fusibles que posee el gabinete de la Sección 3 y dispararse el percutor de los mismos, es accionado el mecanismo de disparo a fin de que a través de unos ejes se libere un trinquete que ocasiona el disparo del Interruptor, al ser detrabado del resorte del órgano de mando.

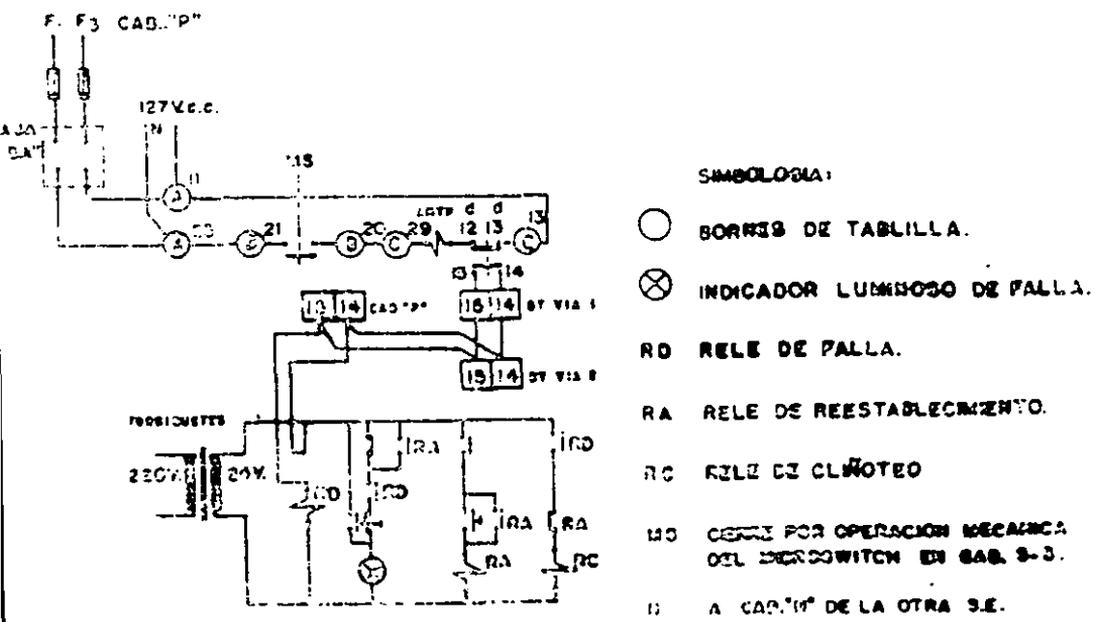


Fig. 1.8.- Diagrama Eléctrico de la Protección "Fusión-Fusible."

## CAPÍTULO II

### ARREGLOS EN SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA.

#### *II.1.- Sub-Estaciones P.C.C. I.*

Se llama "*Arreglos Distintos*" a aquellos que se salen de la particularidad que se tiene en las Sub-Estaciones de las líneas ó que están ordenados en sus secciones, en forma distinta.

*II.1.1.- Sub-Estación Lado "A".*- Esta Sub-Estación tiene una capacidad total de 750 KVA y consta de 10 secciones que a continuación se describen:

- Una Sección 2 ó llegada, con Interruptor Marca C.G.E.E. Alsthom tipo Normablock 321.

- Tres Secciones 3 ó Protección para Transformador, Marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 322.

- Tres Secciones 4 ó Transformadores de 250 KVA, 15 KV/220, 127 VCA.

- Tres Secciones 5 ó Interruptor de Baja Tensión, tipo "DVRT" cuya capacidad nominal es de 1 000 Amp.

El Diagrama Unifilar se presenta en la Figura II.1.

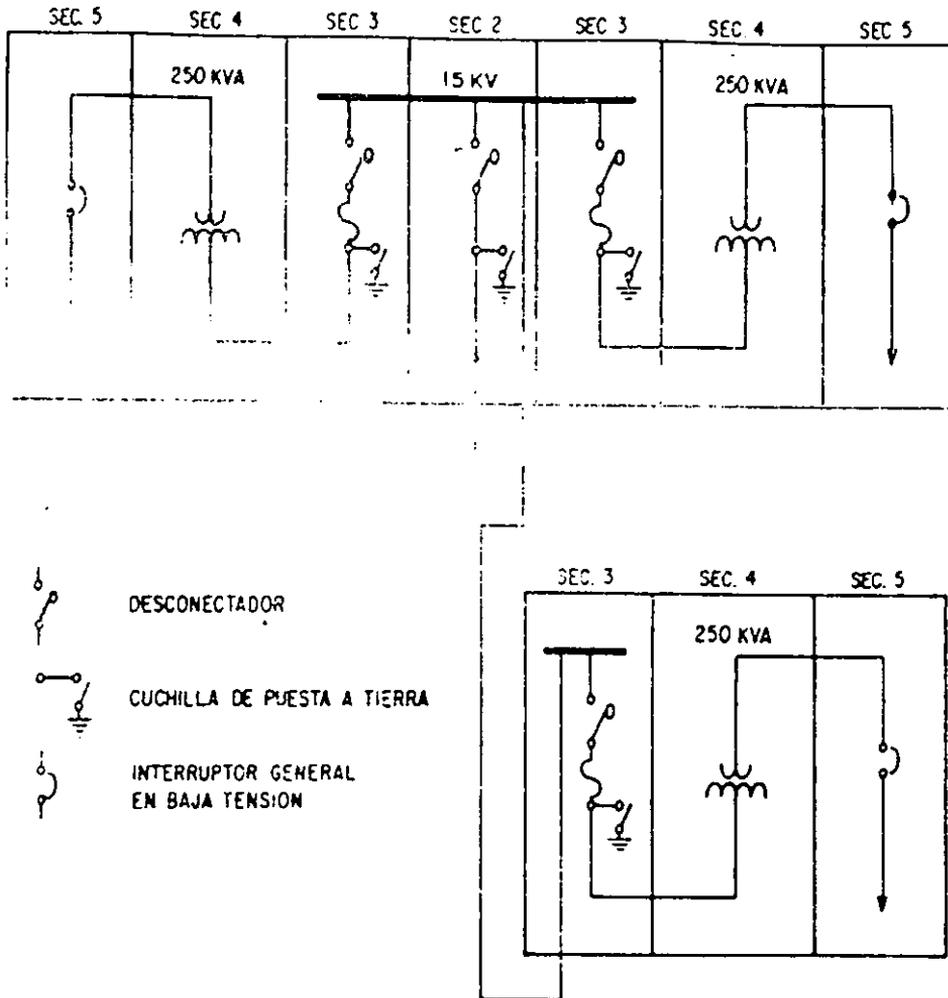


Fig. II.1.- Sub-Estación Eléctrica Lado "A", Edificio de P.C.C. I.

### *11.1.1.1.- Maniobras de Libranza.*

Para poder librar en su totalidad esta Sub-estación, el P.D.C. deberá comandar la apertura al D.H.T. alimentador, sacar el interruptor de su celda y proporcionar al personal de Baja Tensión la llave correspondiente al bloqueo del Seccionador de puesta a tierra de la Sección 2, quedando sin energía esta Sub-estación.

En estas condiciones, se deberán realizar las maniobras correspondientes para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5, al igual que en las Sub-estaciones tipo Normablock.

### *II.1.2.- Sub-Estación Lado "B".*

Esta Sub-estación tiene una capacidad total de 500 KVA y consta de 7 Secciones que a continuación se describen:

- Una Sección 2 ó llegada Interruptor, Marca C.G.E.E. Alsthom tipo Normablock 321.

- Dos Secciones 3 ó Protección de Transformador, Marca C.G.E.E. Alsthom tipo Normablock 322.

- Dos Secciones 4 ó Transformador de 250 KVA, 15 KV/220, 127 VCA.

- Dos Secciones 5 ó Interruptor de Baja Tensión, tipo "DVRT", cuya capacidad nominal es 1 000 Amp.

El Diagrama Unifilar se describe en la Figura II.2.

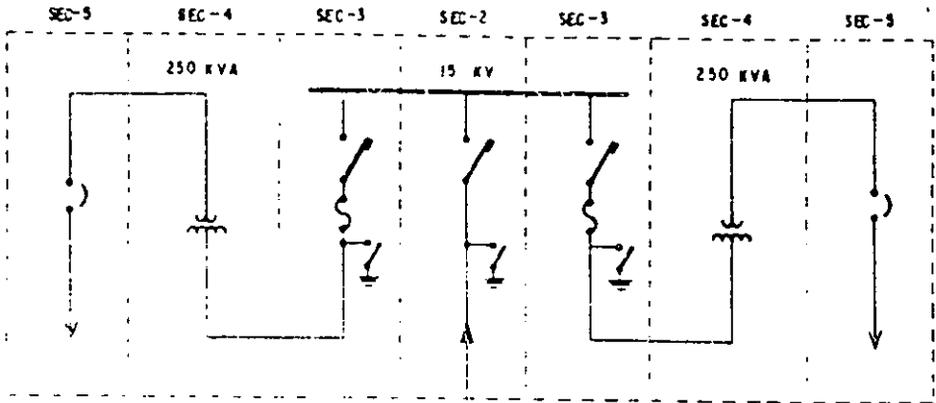


Fig. II.2.- Sub-Estación Eléctrica Lado "B", Edificio P.C.C. I.

### *11.1.2.1.- Maniobras de Libranza.*

Para poder librar en su totalidad esta Sub-Estación, el P.D.C. deberá comandar la apertura del D.H.T. alimentador, sacar el interruptor de su celda y proporcionar al personal de Baja Tensión la llave correspondiente al bloqueo del Seccionador de puesta a tierra de la Sección 2, quedando sin energía esta Sub-Estación.

En estas condiciones, se deberán realizar las maniobras correspondientes para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5.

## *II.2.- Sub-Estaciones P.C.C. II.*

### *II.2.1.- Sub-Estación Lado "A".*

Esta Sub-Estación es de una capacidad total de 500 KVA y consta de 4 gabinetes ó Secciones marca I.G.S.A. que a continuación se describen:

- Una Sección de llegada del Alimentador en 15 KV que proviene del D.H.T. del bus 2A de alumbrado y fuerza, que conecta directamente con el bus de la Sub-Estación P.C.C. II.

- Una Sección 3 ó Transformador, con un desconectador marca "Driwisa" con fusibles de apertura rápida.

- Una Sección 4 ó Transformador de 500 KVA, 15 KV/220-127 VCA.

- Una Sección 5 ó Interruptor de Baja Tensión Marca Federal Pacific cuya capacidad nominal es 2 000 Amp.

El Diagrama Unifilar se muestra el la Figura II.3.

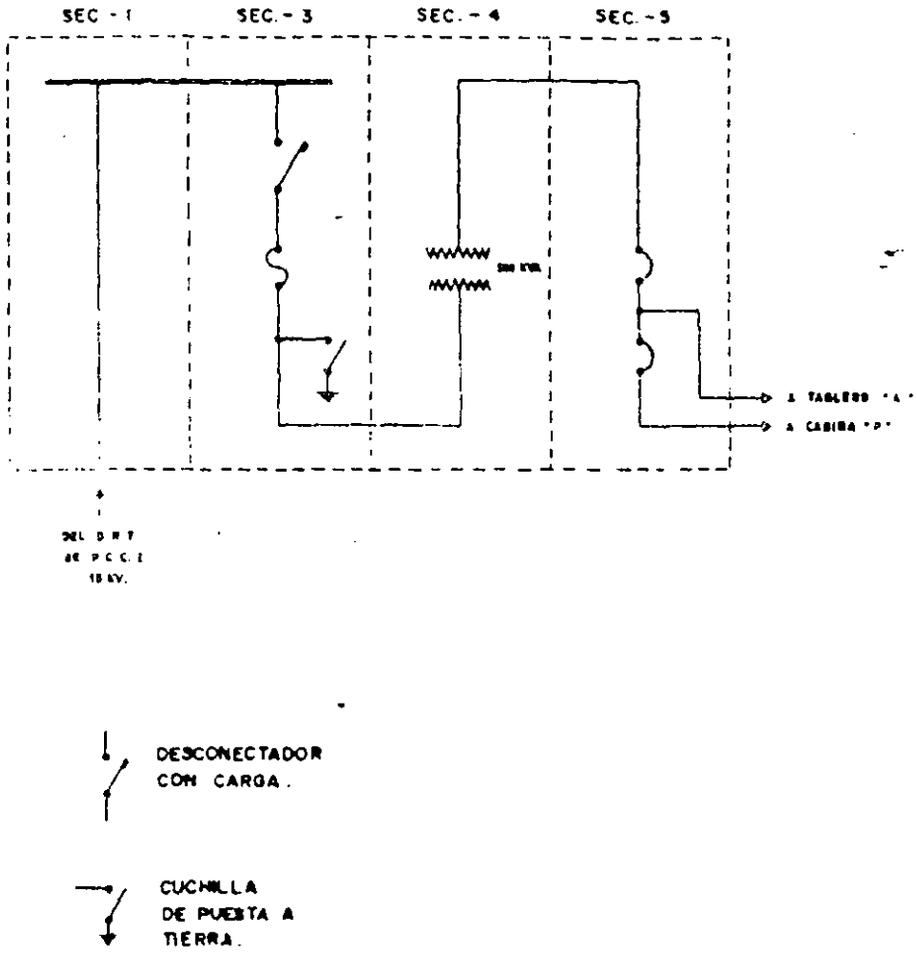


Fig. II.3.- Sub-Estación Eléctrica Lado "A", Edificio P.C.C. II.

### *II.2.1.1.- Maniobras de Libranza.*

Para realizar estas maniobras, el P.D.C. deberá comandar la apertura del D.H.T. alimentador, sacar el Interruptor de las celdas y proporcionar a el Personal de Baja Tensión la llave correspondiente al bloqueo del Seccionador de puesta a tierra de la Sección 3, quedando sin energía esta Sub-Estación.

En estas condiciones, se deberán realizar las manobras correspondientes para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5.

### *II.2.2.- Sub-estación Lado "B".*

Esta Sub-Estación es de una capacidad total de 500 KVA y consta de 4 gabinetes ó Secciones marca I.G.S.A. que a continuación se describen:

- Una Sección de Llegada del Alimentador en 15 KV que provienen del D.H.T. del bus 2B de alumbrado y fuerza que conecta directamente con el bus de la Sub-estación P.C.C. II.

- Una Sección 3 ó Protección de Transformador, con un desconectador Marca "Driwisa" con fusible y de apertura rápida.

- Una Sección 4 ó Transformador de 500 KVA, KV/220-127 VCA.

- Una Sección 5 ó Interruptor de baja tensión Marca Federal Pacific cuya capacidad nominal es 2 000 Amp.

El Diagrama Unifilar se muestra en la Figura II.4.

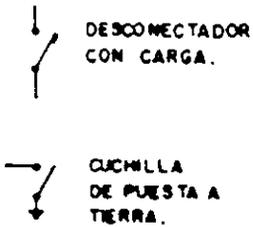
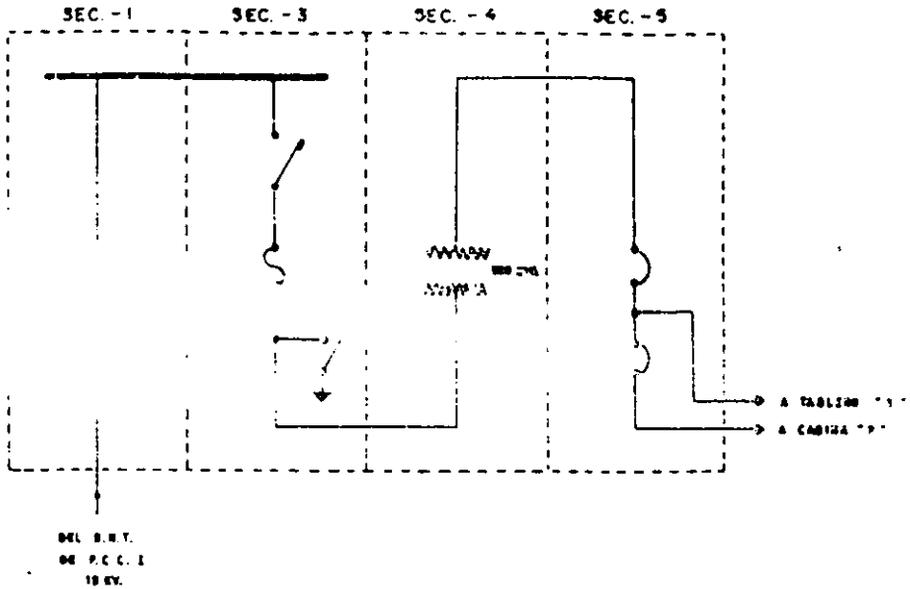


Fig. II.4.- Sub-Estación Eléctrica Lado "B", Edificio P.C.C. II.

### *11.2.2.1.- Maniobras de Libranza.*

Para realizar estas maniobras, el P.D.C. deberá comandar la apertura del D.H.T. alimentador, sacar el Interruptor de su celda y proporcionar al personal de Baja Tensión la llave correspondiente al bloqueo del Seccionador de puesta a Tierra de la Sección 3, quedando sin energía esta Sub-Estación.

En estas condiciones se deberán realizar las maniobras correspondientes para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5.

### *II.3.- Sub-Estación Plataforma de Pruebas "Zaragoza".*

#### *II.3.1.- Esta Sub-Estación.*

Tiene una capacidad total de 500 KVA y está formada por 10 Secciones.

Cuatro Secciones 2 ó llegada de Interruptor marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 321, que vistas de izquierda a derecha, conectan con los siguientes:

- Enlace con la Estación Zaragoza Vía 1.
- Alimentación a la Sub-Estación de rectificación Plataforma de Pruebas.
- Llegada del P.C.C. I.
- Enlace con la Sub-Estación de "Talleres Zaragoza".
- Dos Secciones 3 ó Protección de Transformador, Marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 322.
- Dos Secciones 4 ó Transformadores de 250 KVA. 15 KV/229-127 VCA.

- Dos Secciones 5 ó Interruptores de Baja Tensión, tipo “DURT” cuya capacidad nominal es de 1 000 Amp.

El Diagrama Unifilar se muestra en la figura II.5. Esta Sub-Estación se encuentra situada en el sótano de el “Edificio Plataforma de Pruebas Zaragoza”.

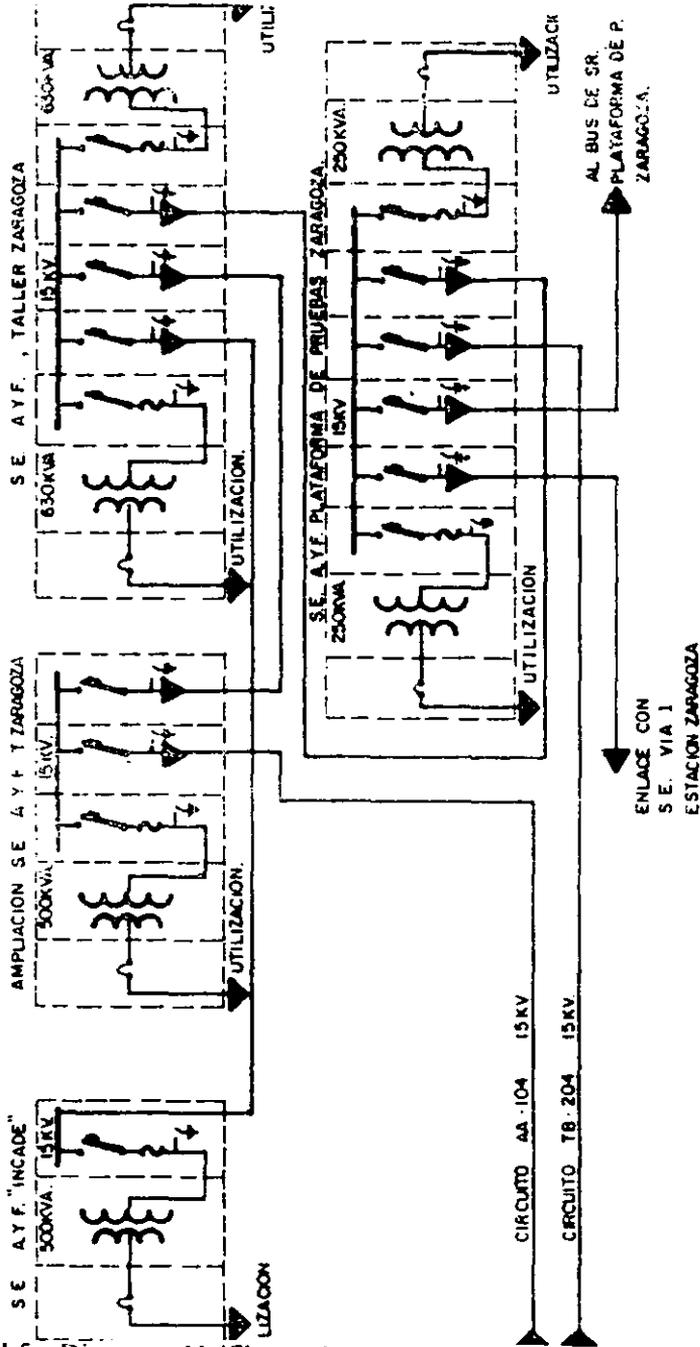


Fig. II.5.- Diagrama Unifilar en los Enlaces entre las Sub-Estaciones de P. de P. "Zaragoza".

### *II.3.2.- Maniobras de Libranza.*

Para librar en su totalidad esta Sub-Estación, el P.D.C. deberá comandar la apertura al D.H.T. alimentador, sacar el Interruptor de su celda y proporcionar al personal de Baja Tensión, la llave correspondiente al bloqueo del seccionador de puesta a tierra de la sección de llegada, quedando sin energía la Sub-Estación desde P.C.C. I.

Con el objeto de tener mayor seguridad en los trabajos, se deberán abrir los desconectores de enlace con la Sub-estación "Talleres Zaragoza" y la Sub-Estación Estación Zaragoza Vía I. En estas condiciones, se deberán realizar las maniobras correspondientes para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5 al igual que en las Sub-estaciones Normablock.

#### *II.4.- Sub-Estación "Talleres Zaragoza".*

##### *II.4.1.- Esta Sub-estación.*

Tiene una capacidad total de 1 260 KVA y está formada por 9 Secciones:

- Tres Secciones 2 ó llegada Interruptor, Marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 321, que vistas de izquierda a derecha conectan con lo siguiente:

- Alimentación a la Sub-Estación del INCADE.

- Enlace con la Sub-Estación de Ampliación "Talleres Zaragoza".

- Enlace con la Sub-Estación de Plataforma de Pruebas.

- Dos Secciones 3 ó Protección de Transformador Marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 324.

- Dos Secciones 4 ó Transformador de 630 KVA, 15 KV/220-127 VCA.

- Dos Secciones 5 ó Interruptor de Baja Tensión tipo "DVT", cuya capacidad nominal es de 2 000 Amp.

El Diagrama Unifilar se muestra en la Figura II.5

Esta Sub-estación se encuentra situada entre el Taller de Pequeña Revisión y el Taller de Mantenimiento Mayor de Zaragoza.

#### *11.4.2.- Maniobras de Libranza.*

Para librar en su totalidad esta Sub-Estación, el P.D.C. deberá comandar la apertura del D.H.T. alimentador y el personal de Baja Tensión abrirá el desconectador de enlace en la Sub-Estación de Ampliación Talleres Zaragoza, liberando la llave "X" con la cual podrá Seccionar a tierra en el desconectador de llegada.

Efectuando lo anterior, se deberá solicitar al P.D.C. cierre el D.H.T. a fin de poner en servicio la Sub-Estación de Ampliación Taller Zaragoza.

*Nota:* En estas condiciones queda fuera de servicio la Sub-Estación del INCADE.

En estas condiciones se deberán realizar las maniobras correspondientes para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5 que a continuación se describen.

1.- Abrir el desconectador de la Sección 3 y después su seccionador porta-fusible.

2.- Provoca la apertura y el descoplamiento del interruptor de Baja Tensión (Sección 5), librando la llave que se encuentra prisionera en el mismo.

3.- Introducir la llave obtenida en el paso anterior en la chapa que le corresponde, en la cerradura doble de la Sección 3, para así liberar la llave que se encuentra prisionera en la otra chapa de la misma cerradura.

4.- Introducir la llave obtenida en el tercer paso en la chapa inferior del seccionador de descarga a tierra de la Sección 3, cerrar dicho seccionador y liberar la llave que se encuentra prisionera en la chapa superior del mismo seccionador.

5.- Introducir la llave obtenida en el cuarto paso la chapa de la Sección 4, con la cual se abre y se tiene acceso a esta Sección.

## *II.5.- Sub-Estación Ampliación Talleres "Zaragoza".*

### *II.5.1.- Lista Sub-Estación.*

Tiene una capacidad total de 500 KVA y está formada por 5 Secciones.

- Una Sección 1 ó Interruptor de Llegada, Marca C.G.E.E. Alsthom, con desconectador "DRIWISA".

- Una Sección 2 ó Interruptor de Enlace, Marca C.G.E.E. Alsthom, con desconectador "DRIWISA".

- Una Sección 3 ó Protección de Transformador, Marca C.G.E.E. Alsthom, con desconectador "DRIWISA".

- Una Sección 4 ó Transformador con una capacidad de 500 KVA, 15 KV/220-127 VCA.

- Una Sección 5 ó Interruptor de Baja Tensión, Marca Federal Pacific.

El Diagrama Unifilar, se muestra en la Figura II.5

-59-

*Nota:* Se recomienda contactar el enlace Plataforma de Pruebas Zaragoza, a fin de no dejar sin alimentación los Talleres y el INCADE.

En estas condiciones se deberán realizar las maniobras correspondientes para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5, que a continuación se describen:

- Se abre el desconectador con carga en la Sección 3, liberándose la llave "A", la cual se lleva al seccionador de puesta a tierra y se cierran sus cuchillas, liberándose la llave "B"; con la llave "B", se acciona la chapa de acceso a la Sección 4, completándose así la maniobra.

-60-

## *II.6.- Sub-Estación del INCAIDE.*

### *II.6.1.- Esta Sub-Estación.*

Tiene una capacidad de 500 KVA, y está formada por 3 Secciones.

- Una Sección 3 ó Protección de Transformador con un desconector, Marca "DRIWISA".

- Una Sección 4 ó Transformador de una capacidad de 500 KVA 15 KV/220-127 VCA.

- Una Sección 5 ó Interruptor de Baja Tensión.

El Diagrama Unifilar se muestra en la Figura II.5.

Esta Sub-Estación se encuentra situada en un local aislado dentro de las instalaciones del INCAIDE.

### *11.6.2.- Maniobras de Libranza.*

Para librar en su totalidad esta Sub-Estación, se solicita al P.D.C. comande la apertura del D.H.T. alimentador y la llave del bloqueo del desconectador de enlace ubicado en la Sub-Estación de Talleres “Zaragoza”.

Se realiza la apertura del desconectador con carga protección transformador y se prosigue a realizar los trabajos.

## *II.7.- Sub-Estación "Talleres Taxqueña".*

### *II.7.1.- Sub-Estación Talleres "Taxqueña" Via 1.*

Esta Sub-Estación tiene una capacidad total de 250 KVA y está formada por 5 Secciones.

- Una Sección 2 ó llegada Interruptor, Marca C.G.E.E. Alsthom (Nacional) con desconectador Marca "DWIWISA" y gabinete tipo interperie.

- Una Sección 2 ó Desconectador de Enlace, Marca C.G.E.E. Alsthom tipo Normablock 321, que permite el enlace con la Sub-Estación Talleres Taxqueña Via 2.

- Una Sección 3 ó Protección de Transformador , Marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 322.

- Una Sección 4 ó Transformador de 250 KVA, 15 KV/220-127 VCA.

- Una Sección 5 ó Interruptor de Baja Tensión, tipo "DVRT" cuya capacidad nominal es de 1 000 Amp.

El Diagrama Unifilar se muestra en la Figura II.6.

*Nota:* La sección de llegada es una modificación para contar con un enlace entre Via 1 y 2; por medio de la Sección de Enlace las Sub-Estaciones de Talleres Taxqueña.

La Sección de Llegada se encuentra en el exterior del local de la Sub-Estación, pero unida mediante un cable que las interconecta.

### *11.7.1.1.- Maniobras de Libranza.*

Para librar en su totalidad esta Sub-Estación , el P.D.C. deberá comandar la apertura al D.H.T. alimentador por Vía 1 y entregar la llave "ETAS" a personal de Baja Tensión, para realizar las maniobras que a continuación se describen:

1.- Abrir el desconectador de la Sección 2 de la Sub-Estación de Tasqueña Vía 1, liberándose la llave "Q", con la cual en el gabinete de llegada de la Sub-Estación Talleres "Taxqueña" se abre el desconectador y se cierra la cuchilla de Tierra, liberándose la llave "Q", con la cual se cierra la cuchilla de puesta a Tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación Taxqueña Vía 1.

2.- Abrir el desconectador de Enlace en la Sub-Estación Talleres "Taxqueña", con lo que se libera la llave "E".

3.- La llave "ETAS" proporcionada por el P.D.C. y la llave "E" liberada en el punto anterior, se introduce en la platina de llaves en la pared, para liberar las llaves "TV-1" y "TV-2", con las cuales se cierran las cuchillas de tierra de los enlaces por Vía 1 y 2, respectivamente.

En estas condiciones, se podrán realizar las maniobras correspondientes, para permitir el acceso a las Condiciones 3, 4 y 5, al igual que en las Sub-Estaciones Normablock..

4.- Efectuando lo anterior, se deberá solicitar al P.D.C. cierre el D.H.T. a fin de poner en servicio las Sub-Estaciones de las Estaciones que se alimentan por Vía 1.

**Concluidos los trabajos, se deberá normalizar la Sub-Estación y entregar la llave "ETAS" a el Personal del P.D.C.**

### *II.7.2.- Sub-Estación Talleres "Taxqueña" Vía 2.*

Esta Sub-Estación tiene una capacidad total de 250 KVA y está formada por 5 Secciones.

- Una Sección 2 ó llegada Interruptor, Marca C.G.E.E. Alsthom (Nacional), con desconectador Marca "DRIWISA" y gabinete tipo interperie.

- Una Sección 2 ó Desconectador de Enlace, Marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 321, que permite el Enlace con la Sub-Estación Talleres Taxqueña Vía 2.

- Una Sección 3 ó Protección de Transformador, Marca C.G.E.E. Alsthom, tipo Normablock 322.

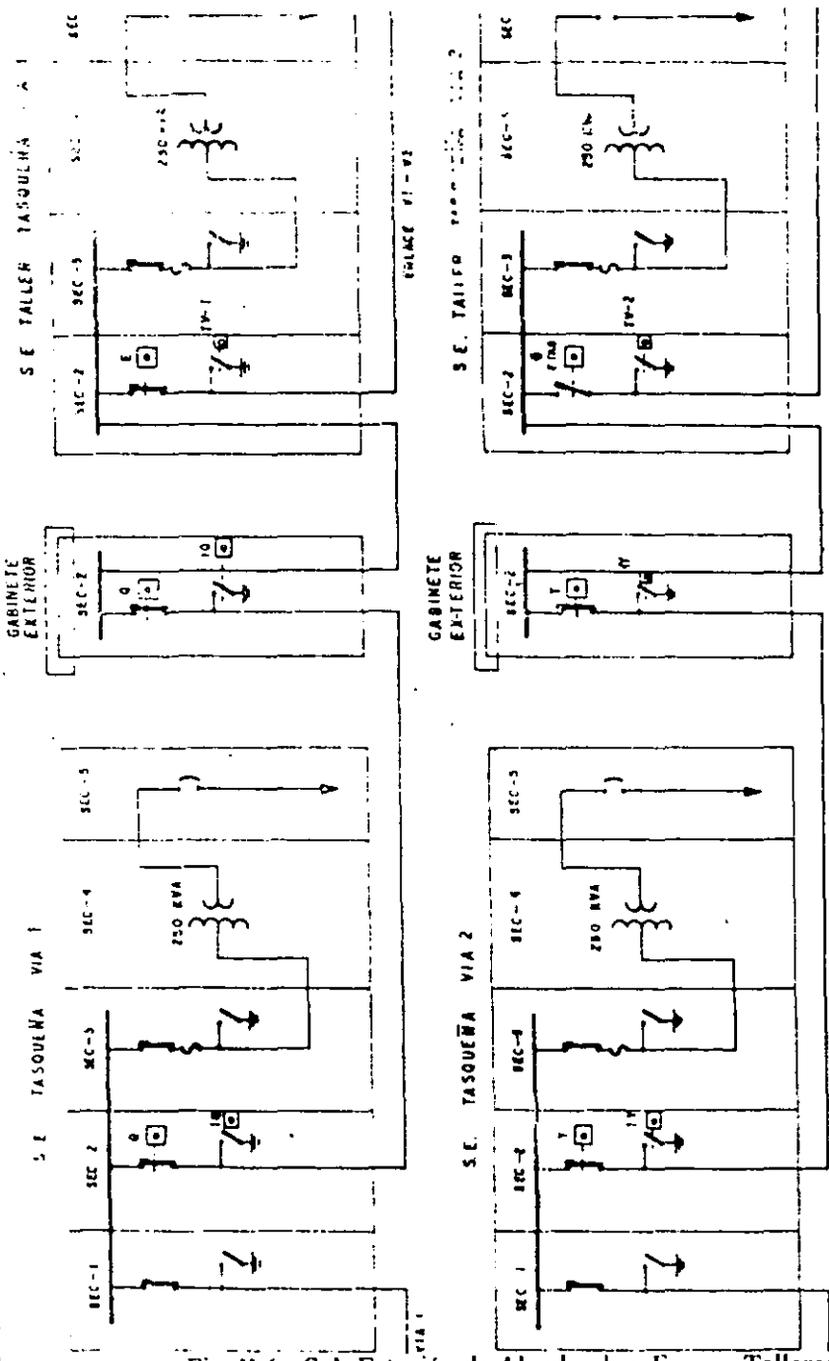
- Una Sección 4 ó Tranformador de 250 KVA 15 KV/220-127 VCA.

- Una Sección 5 ó Interruptor de Baja Tensión, tipo "DVRT", cuya capacidad nominal es de 1 000 Amp.

El Diagrama Unifilar, se muestra en la Figura No. II.6.

*Nota:* La Sección de llegada es de una modificación para contar con un enlace entre Vía 1 y 2, por medio de la Sección de Enlace, entre las Sub-Estaciones de Talleres Taxqueña.

La Sección de llegada se encuentra en el exterior del local de la Sub-Estación, pero unida mediante un cable que las interconecta.



- 
- DESCONECTOR
  - CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
  - LLAVE LIBRE
  - LLAVE PRISIONERA
  - LLAVE EM P O C

Fig. 11.6.- Sub-Estación de Alumbrado y Fuerza. Talleres "Taxqueña".

### *II.7.2.1.- Maniobras de Libranza.*

Para en su totalidad esta Sub-Estación el P.D.C. deberá comandar la apertura al D.H.T. alimentador por Vía 2 y entregar la llave "ETAS" a Personal de Baja Tensión, para realizar maniobras que a continuación se describen:

1.- Abrir el desconectador de la Sección 2 de la Sub-estación "Taxqueña" Vía 2, librándose la llave "Y", con la cual en el gabinete de llegada de la Sub-estación "Talleres Taxqueña", se abre el desconectador y se cierra la cuchilla de tierra, liberándose la llave "1Y", con la cual se cierra la cuchilla de tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación "Taxqueña" Vía 2.

2.- Abrir el desconectador de Enlace en la Sub-Estación "Talleres Taxqueña" por Vía 1, con lo que se libera la llave "E".

3.- La llave "ETAS" proporcionada por el P.D.C. y la llave "E" liberada en el punto anterior, se introduce en la platina de llaves en la pared para liberar las llaves "TV-1" y "TV-2", con las cuales se cierran las cuchillas de tierra de los Enlaces por Vía 1 y por Vía 2, respectivamente.

En estas condiciones, se podrán realizar las maniobras correspondientes, para permitir el acceso a las Secciones 3, 4 y 5 al igual que en las Sub-Estaciones Normablock.

4.- Efectuado lo anterior, se solicitará al P.D.C. cierre el D.H.T. a fin de poner en servicio las Sub-Estaciones de las Estaciones que se alimentan por Vía 2.

Concluidos los trabajos, se deberá normalizar la Sub-Estación y entregar la llave "ETAS" a el Personal del P.D.C.

### *11.8.- Sub-Estaciones "Talleres Ticomán".*

En los Talleres Ticomán se tienen instaladas cuatro Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza, alimentadas en 15 KV y dos en 23 KV, las cuales se encuentran en:

- Revisión Menor.- Junto al Grupo Compresor.

Dos Sub-Estaciones de 750 KVA cada una, alimentadas una por Vía 1 y la otra por la Vía 2, en 15 KV de las Sub-Estaciones de la Estación "Indios Verdes".

- Revisión Mayor.

Dos Sub-Estaciones de 750 KVA cada una, alimentadas una por Vía 1 y la otra por Vía 2, en 15 KV de las Sub-Estaciones de Revisión Menor.

-Plataforma de Pruebas Ticomán.

Una Sub-estación de 450 KVA alimentada en 23 KV por un alimentador de la Sub-Estación "Oriente Negra" de C.L.F.C.

### *II.8.1.- Sub-Estaciones deRevisión Menor.*

Cada una de estas Sub-Estaciones, tiene una capacidad de 750 KVA y consta de 5 Secciones que a continuación se describen:

- Una Sección 1 ó Seccionador de llegada, Marca “Energomex” tipo SLE-6.

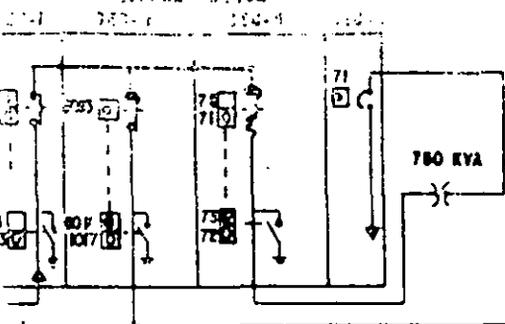
- Una Sección 2 ó Interruptor de salida Marca “Energomex” tipo RAD-6.

- Una Sección 4 ó Trnasformador de 750 KVA, 5 KV/220-127 Volts de Corriente Alterna, el cual se encuentra sin gabinete en el mismo local.

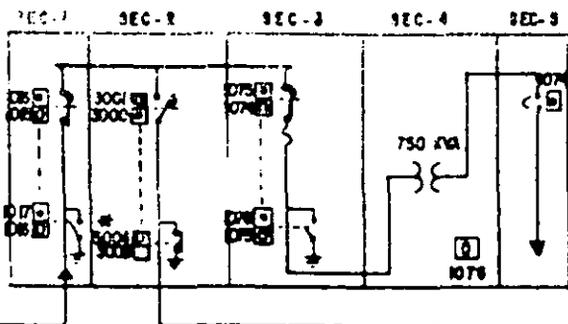
- Una Sección 5 ó Interruptor de Baja Tensión de una capacidad nominal de 2 000 Ampéres.

El arreglo de estas Sub-Estaciones, se muestra en la Fig. II.7.

SUBESTACION ELECTRICA 15 KV V-1  
JUNTO AL GRUPO COMPRESOR.  
REVISION MAYOR

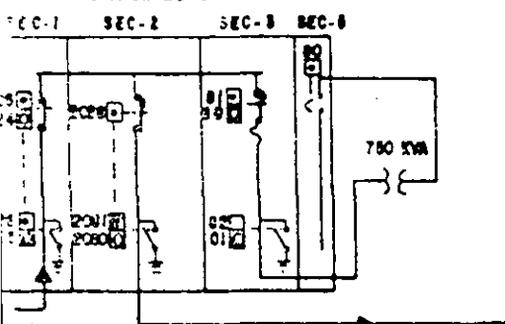


SUBESTACION ELECTRICA 15 KV V-1  
GRAN REVISION.

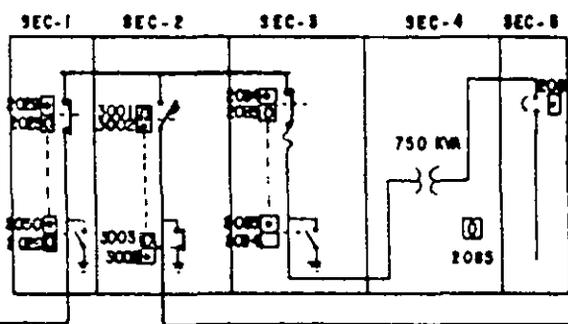


1  
SUBESTACION  
DIOS VERDES

SUBESTACION ELECTRICA 15 KV V-2  
JUNTO AL GRUPO COMPRESOR.  
REVISION MENOR



SUBESTACION ELECTRICA 15 KV V-2  
GRAN REVISION



2  
SUBESTACION  
DIOS VERDES

- LLAVE LIBERADA
- ◻ LLAVE PRISIONERA
- ≡ LLAVE EN P.D.C.
- LLAVE SIEMPRE FIJA

- ⚡ DESCONECTOR
- ⚡ CUCHILLA DE TIERRA

Fig. II.7.- Diagrama Unifilar y de Bloqueos de las Sub-Estaciones "Revisión Mayor" y Revisión Menor" de Talleres "Ticomán".

*11.8.1.1.- Maniobras de Libranza de las Sub-Estaciones de Revisión Menor de Talleres "Ticomán" Vía 1.*

Para librar en su totalidad esta Sub-Estación, el P.D.C. deberá comandar la apertura al D.H.T. alimentador por Vía 1 y entregar la llave 3004 a el Personal de Baja Tensión, para realizar las maniobras que a continuación se describen:

1.- Abrir el desconectador de la Sección 2 de la Sub-Estación "Indios Verdes" por Vía 1, con lo que se libera la llave 12.

2.- Se introduce la llave 12 en la Sección 1 de la Sub-Estación Vía 1 de Revisión Menor, y se abre el seleccionador de llegada liberándose la llave 13, la cual se introduce para seccionar a tierra en el mismo gabinete liberándose la llave 14, con lo cual se cierra la cuchilla de tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación "Indios Verdes" Vía 1.

3.- Se abre el desconectador de la Sección 2 Vía 1, de la Sub-estación "Revisión Menor", liberándose la llave 1015, con la que en la Sección 1 de la Sub-Estación de "Gran Revisión" Vía 1 se abre el desconectador de llegada, liberándose la llave 1016, la cual permite seleccionar a tierra en este gabinete y se libera la llave 1017 para Seccionar a tierra la Sección 2 de la Sub-Estación de "Revisión Menor" Vía 1.

4.- Solicitar al P.D.C. la energización del cable alimentador por Vía 1, para poner en servicio el resto de las Sub-Estaciones.

Nota: La llave 3004 proporcionada por el P.D.C. se utiliza para cerrar el enlace entre las Sub-Estaciones de "Gran Revisión", con el objetivo de mantener en operación estas Sub-Estaciones, para cerrar ó abrir este enlace se realizan las maniobras indicadas en la sección anterior.

### *11.8.1.2.- Maniobras de Normalización.*

Para poner en servicio la Sub-Estación de "Revisión Menor Vía 1" es necesario abrir el enlace entre las Sub-Estaciones de "Revisión Mayor", solicitar al P.D.C. la apertura del D.H.T. alimentador y realizar las maniobras siguientes:

1.- Se abre el Seccionador de puesta a tierra de la Sección 2 en la Sub-estación "Revisión Menor" Vía 1, con lo que se libera la llave 1017, esta llave se lleva a la Sección 1 de la Sub-Estación de "Gran Revisión" Vía 1, y se abre el Seccionador de puesta a tierra, liberándose la llave 1016.

2.- Se coloca la llave 1016 para cerrar el desconectador de llegada de la Sección 1 en la Sub-Estación Vía 1 de "Gran Revisión" liberando la llave 1015, la cual se lleva a la Sección 2 de la Sub-Estación Vía 1 de "Revisión Menor" para cerrar el desconectador.

3.- Se abre el Seccionador de puesta a tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación "Indios Verdes" Vía 1 liberándose la llave 14, esta llave se introduce para abrir el Seleccionador de puesta a tierra de la Sección 1 de la Sub-Estación "Revisión Menor" Vía 1 y se libera la llave 13.

4.- Se introduce la llave 13 para cerrar el Seleccionador de llegada de la Sección 1 de la Sub-Estación "Revisión Menor" Vía 1 liberándose la llave 12, esta llave se introduce en la Sección 2 de la Sub-Estación "Indios Verdes" Vía 1, y se cierra el desconectador, quedando concluidas las maniobras.

5.- Se solicita al P.D.C. la energización del cable alimentador quedando en servicio estas Sub-Estaciones.

6.- Se lleva al P.D.C. la llave 3004 del Enlace en las Sub-Estaciones de "Revisión Mayor".

*11.8.1.3.- Maniobras de Libranza de las Sub-Estaciones de "Revisión Menor" de Talleres "Ticomán" Vía 2.*

Para librar en su totalidad esta Sub-estación, el P.D.C. deberá comandar la apertura al D.H.T. alimentador por Vía 2 y entregar la llave 3004 a el Personal de Baja Tensión para realizar las maniobras que a continuación se describen:

1.- Abrir el desconectador de la Sección 2 de la Sub-Estación "Indios Verdes" Vía 2, con lo que se libera la llave 24.

2.- Se introduce la llave 24 en la Sección 1 de la Sub-Estación Vía 2 de "Revisión Menor" y se abre el Seccionador de Llegada liberándose la llave 25, la cual se introduce para Seccionar a tierra en el mismo gabinete liberándose la llave 26, con la cual se cierra la cuchilla de tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación "Indios Verdes" Vía 2.

3.- Se abre el desconectador de la Sección 2 Vía 2 de la Sub-Estación "Revisión Menor" liberándose la llave 2028, con la que en la Sección 1 de la Sub-Estación "Gran Revisión" Vía 2, se abre el desconectador de Llegada liberándose la llave 2029 la cual permite Seccionar a tierra en este gabinete y libera la llave 2030 para Seccionar a tierra en la Sección 2 de la Sub-Estación "Revisión Menor" Vía 2.

4.- Solicitar al P.D.C. la energización del cable alimentador por Vía 2 para poner en servicio el resto de las Sub-Estaciones.

Nota: La llave 3004 proporcionada por el P.D.C. se utiliza para cerrar el enlace entre las Sub-Estaciones de "Gran Revisión" con el fin de mantener en operación estas Sub-Estaciones, para cerrar ó abrir este enlace se realizan las maniobras indicadas en la sección anterior.

#### *11.8.1.4.- Maniobras de Normalización.*

Para poner en servicio la Sub-Estación de “Revisión Menor” Vía 1, es necesario abrir el enlace entre las Sub-Estaciones de “Revisión Mayor”, solicitar al P.D.C. la apertura del D.H.T. alimentador y realizar las maniobras siguientes:

1.- Se abre el Seccionador de puesta a Tierra de la Sección 2 en la Sub-Estación “Revisión Menor” Vía 2 con lo que se libera la llave 2030, esta llave se lleva a la Sección 1 de la Sub-Estación de “Gran Revisión” Vía 2 y se abre el Seccionador de puesta a tierra, liberándose la llave 2029.

2.- Se coloca la llave 2029 para cerrar el desconectador de llegada de la Sección 1 en la Sub-Estación Vía 2 de “Gran Revisión” liberándose la llave 2028, la cual se lleva a la Sección 2 de la Sub-Estación Vía 2 de “Revisión Menor” para cerrar el desconectador.

3.- Se abre el Seccionador de puesta a tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación “Indios Verdes” Vía 2 liberándose la llave 26, esta llave se introduce para abrir el Seleccionador de puesta a tierra de la Sección 1 de la Sub-Estación “Revisión Menor” Vía 2 y se libera la llave 25.

4.- Se introduce la llave 25 para cerrar el Seccionador de llegada de la Sección 1 de la Sub-Estación “Revisión Menor” Vía 2 liberándose la llave 24, esta llave se introduce en la Sección 2 de la Sub-Estación “Indios Verdes” Vía 2 y se cierra el desconectador, quedando concluidas las maniobras.

5.- Se solicita al P.D.C. la energización del cable alimentador quedando nuevamente en servicio estas Sub-Estaciones.

6.- Se lleva al P.D.C. la llave 3004 del Enlace en las Sub-Estaciones de "Revisión Menor".

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

### *II.8.2.- Sub-Estaciones de Revisión Mayor.*

Cada una de estas Sub-Estaciones tiene una capacidad total de 750 KVA y consta de 5 Secciones que a continuación se describen:

- Una Sección ó Desconector de llegada, Marca "Elmex" tipo TKL.
- Una Sección Dos ó Desconector de Enlace, Marca "Elmex" tipo TKL.
- Una Sección Tres ó Protección a Transformador, Marca "Elmex" tipo TKL con fusibles.
- Una Sección Cuatro ó Transformador de 750 KVA, 15 KV/220-127 V de Corriente Alterna
- Una Sección Cinco ó Interruptor de Baja Tensión de una capacidad nominal de 2 000 Amp.

El arreglo de estas Sub-Estaciones se muestra en la Fig. II.7.

*11.8.2.1.- Maniobras de Libranza de la Sub-Estación "Revisión Mayor" de "Talleres Ticomán" Vía 1.*

Para librar en su totalidad estas Sub-Estaciones, el P.D.C. deberá comandar la apertura al D.H.T. alimentador por Vía 1 y el Personal de Baja Tensión podrá realizar las siguientes maniobras:

1.- Abrir el desconectador de la Sección 2 de la Sub-Estación de "Revisión Menor" Vía 1 liberándose la llave 1015.

2.- Se introduce la llave 1015 en la Sección 1 de la Sub-estación de "Revisión Mayor" Vía 1 y se abre el desconectador, liberándose la llave 1016 que se introduce en este mismo gabinete para cerrar el Seleccionador de puesta a tierra liberándose la llave 1017, con la que se conecta a tierra en la Sección 2 de la Sub-Estación de "Revisión Menor" Vía 1.

3.- Solicitar el P.D.C. la energización del cable alimentador para poner en servicio el resto de las Sub-Estaciones de la Vía 1.

### *II.8.2.2.- Maniobras de Normalización.*

Para Normalizar esta Sub-Estación una vez concluidos los trabajos, se deberá solicitar al P.D.C. la apertura del D.H.T. alimentador y el Personal de Baja Tensión podrá realizar las maniobras siguientes:

1.- Se abre el Seleccionador de puesta a Tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación de "Revisión Menor" Vía 1 liberándose la llave 1017, esta llave se introduce en la Sección 1 de la Sub-Estación "Revisión Mayor" Vía 1 y se abre el Seccionador de puesta a Tierra liberándose la llave 1016.

2.- Se introduce la llave 1016 en el gabinete de la Sección 1 de la Sub-Estación "Revisión Mayor" Vía 1, y se cierra el desconectador de llegada liberándose la llave 1015 con la que se cierra el desconectador de la Sección 2 de la Sub-Estación "Revisión Menor" Vía 1, quedando Normalizada la Sub-Estación.

3.- Se solicita al P.D.C. la energización del alimentador por Vía 1, quedando en operación.

*11.8.2.3.- Maniobras de Libranza de la Sub-Estación "Revisión Mayor" de Talleres "Ticomán" Vía 2.*

Para liberar en su totalidad esta Sub-Estación, el P.D.C. deberá comandar la apertura del D.H.T. alimentador por Vía 2 y el Personal de Baja Tensión podrá realizar las siguientes maniobras:

1.- Abrir el desconectador de la Sección 2 de la Sub-Estación de "Revisión Menor" Vía 2 liberándose la llave 2028.

2.- Se introduce la llave 2028 en la Sección 1 de la Sub-Estación de "Revisión Mayor" Vía 2 y se abre el desconectador liberándose la llave 2029 que se introduce en este mismo gabinete para cerrar el Seleccionador de puesta a Tierra liberándose la llave 2030, con la que se conecta a Tierra en la Sección 2 de la Sub-Estación Menor Vía 2.

3.- Solicitar al P.D.C. la energización del cable alimentador para poner en servicio el resto de las Sub-Estaciones por Vía 2.

#### *II.8.2.4.- Maniobras de Normalización.*

Para Normalizar esta Sub-Estación una vez concluidos los trabajos, se deberá solicitar al P.D.C. la apertura del D.H.T. alimentador y el Personal de Baja Tensión podrá realizar las siguientes maniobras:

1.- Se abre el Seleccionador de puesta a Tierra de la Sección 2 de la Sub-Estación de "Revisión Menor" Vía 2 liberándose la llave 2030, esta llave se introduce en la Sección 1 de la Sub-Estación "Revisión Mayor" Vía 2 y se abre el Seleccionador de puesta a Tierra, liberándose la llave 2029.

2.- Se introduce la llave 2029 en el gabinete de la Sección 1 de la Sub-Estación "Revisión Mayor" Vía 1, y se cierra el desconectador de llegada liberándose la llave 2028 con la que se cierra el desconectador de la Sección 2 de la Sub-Estación.

3.- Se solicita al P.D.C. la energización del alimentador por Vía 2 quedando todo en operación.

### *II.8.3.- Sub-Estación Plataforma de Pruebas de "Ticomán".*

Esta Sub-Estación se encuentra alimentada en 23 KV es de una capacidad total de 450 KVA y consta de 8 Secciones que a continuación se describen:

- Una Sección Uno ó Seleccionador de Llegada, Marca "Energomex" tipo SLE-6.

- Una Sección Dos ó Interruptor de salida, Marca "Energomex" tipo RAD-6 que alimenta al D.M.T. de la Sub-Estación de "Rectificación Plataforma de pruebas Ticomán".

- Dos Secciones Tres ó Protección a Transformador, Marca "Energomex" tipo RADF-6.

- Dos Secciones Cuatro ó Trnsformador de 225 KVA tipo "Intemperie" 23KV/220-127 V de Corriente Alterna, cada uno localizado sin gabinete en el mismo local.

Esta Sub-Estación se encuentra localizada en el Sótano del Edificio de Plataforma de Pruebas "Ticomán", el arreglo de esta Sub-Estación se muestra en el Diagrama Unifilar de la Fig. II.8.

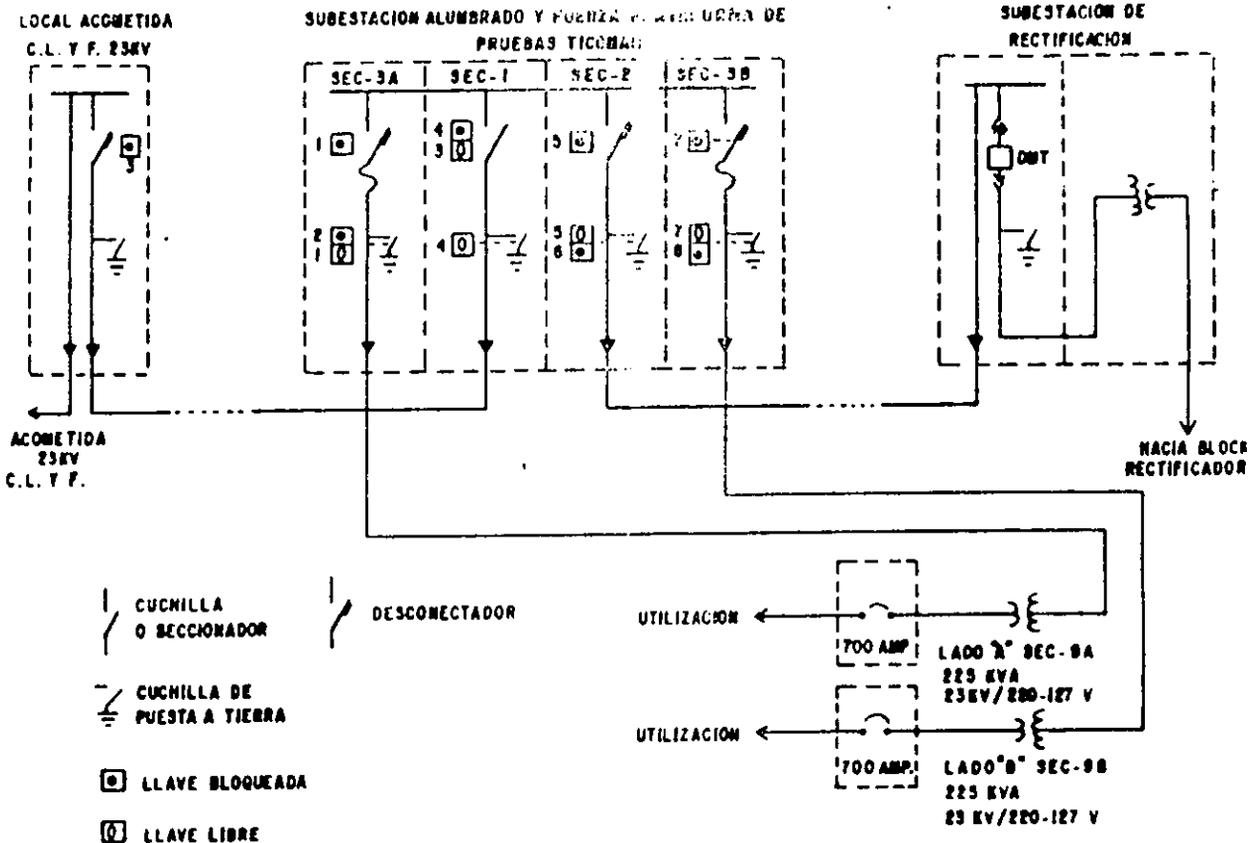


Fig. 11.8 - Diagrama Unifilar de la Sub-Estación Plataforma de Pruebas "Ticomán"

### *11.8.3.1.- Maniobras de Libranza.*

Para librar en su totalidad esta Sub-Estación, Personal de Baja Tensión abrirá las Secciones 2, 3A y 3B liberándose las llaves 5, 1 y 7 respectivamente; las cuales se introducirán para Seccionar a Tierra en los gabinetes correspondientes. Realizando lo anterior, se notifica al P.D.C. que solicitará a la C.F.L. la libranza del alimentador en 23 KV "Oriente Negra".

El P.D.C. informará a el Personal de Baja Tensión cuando se tenga en libranza dicho alimentador, una vez reportada, el Personal de Baja Tensión abrirá el desconectador del local de acometida, ubicado a un costado del P.R. "Indios Verdes" liberándose la llave 3 la cual se introduce para abrir la cuchilla desconectadora de la Sección 1 de la Sub-Estación Plataforma de Pruebas "Ticomán" liberándose la llave 4 que sirve para Seccionar a tierra en el mismo gabinete, quedando de esta manera la Sub-Estación en libranza y con posibilidad de apertura de la puerta de cada una de las Secciones de esta Sub-Estación.

### *11.8.3.2.- Maniobras de Normalización*

Para Normalizar esta Sub-Estación, una vez concluidos los trabajos que en ella se realicen, se deberán seguir los pasos que a continuación se enuncian:

1.- Abrir el Seleccionador de puesta a Tierra de la Sección 1 en la Sub-Estación Plataforma de Puebas "Ticomán" liberándose la llave 4 que se introduce en la misma Sección para cerrar la cuchilla desconectadora liberándose la llave 3, con la que se cierra el desconectador del local de acometida.

2.- Se solicita al P.D.C. informe a C.L.F. de la terminación de los trabajos para Normalizar el alimentador "Oriente Negra".

3.- Normalizado el alimentador se abrirá la cuchilla de Tierra de las Secciones 2, 3A y 3B liberándose las llaves 5, 1 y 7 respectivamente; las que se introducirán para cerrar los desconectores de dichas Secciones, quedando Normalizada esta Sub-Estación.

## *II.9.- Sub-Estación Talleres "El Rosario".*

La Sub-Estación de Alumbrado y Fuerza de Talleres "El Rosario", se encuentra alimentada en 23 KV, es de una capacidad total de 2 000 KVA y consta de 4 Secciones que son:

- Dos Secciones Cuatro ó Transformadores de 1 000 KVA, 23 KV/220-127 V de Corriente Alterna cada una.

- Dos Secciones Cinco ó Interruptor de Baja Tensión de una capacidad nominal de 3 000 Amperes cada uno, en gabinetes separados.

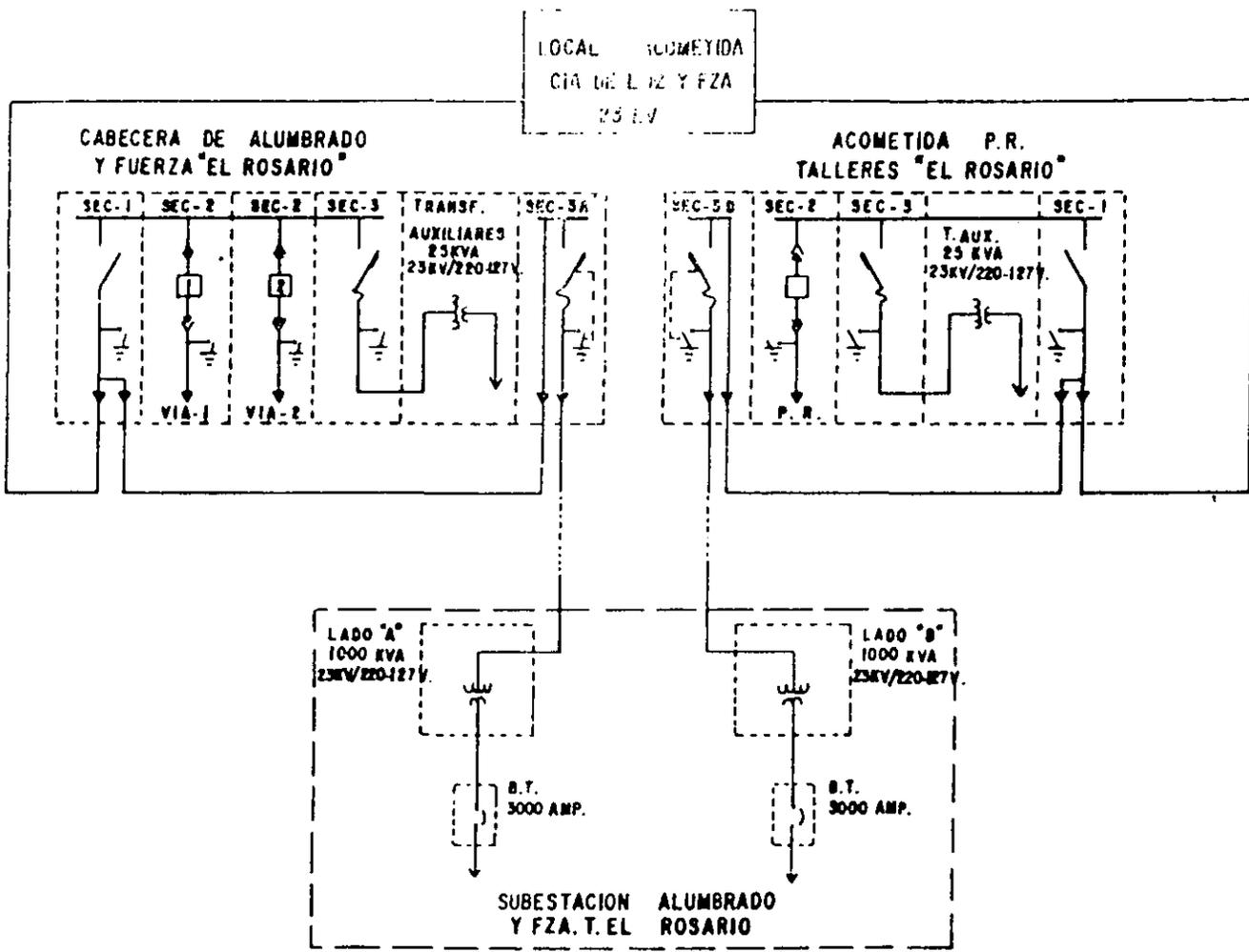
El transformador lado "A" recibe su alimentación desde la Sección 3A de la Cabecera de Alumbrado y Fuerza de la Terminal "El Rosario".

El transformador lado "B" recibe su alimentación desde la Sección 3B de la acometida al P.R. Talleres "El Rosario".

Cada uno de los alimentadores de los transformadores, se encuentran conectados a una derivación de la acometida. El desconectador por medio del cual se alimenta a los transformadores, lleva una protección por medio de fusibles y es del tipo simultáneo; es decir, al abrir el desconectador hasta el tope, se conecta a tierra, es de operación manual con carga de acción trifásica simultánea de Marca "Wittman".

Esta Sub-estación se encuentra ubicada en la inmediación del P. R. "El Rosario" y la cabecera de Alumbrado y Fuerza de la Terminal "El Rosario", el arreglo de esta Sub-Estación se muestra en el Diagrama Unifilar de la Fig. II.9.

Fig. 11.9.- Diagrama de Alimentación a la Sub-Estación de Alumbrado y Fuerza de "El Rosario".



### *II.9.1.- Maniobras de Libranza.*

Para librar un lado ú otro de esta Sub-Estación, es necesario abrir el Interruptor general en Baja Tensión y posteriormente el desconectador del lado correspondiente (“A” ó “B”).

Debido a que en esta Sub-Estación no se cuenta con un juego de chapas de bloqueo, se recomienda que al librar alguno de los transformadores, se deje a una persona como encargada en el sitio donde se tenga el desconectador abierto, mientras duren los trabajos, motivo por el cual se requirió esta libranza.

## CAPÍTULO III

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA.

Las Revisiones y Mantenimiento a las Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza, según las Normas y experiencia deben realizarse cada seis meses para la maniobra local de las Secciones 3, 4 y 5; y cada año para las Secciones 1 y 2, así como:

- Después de desenergizaciones en corriente nominal.
- Después de un corto circuito.
- Después de una falla a tierra.

Con lo que se obtendrá la confiabilidad necesaria de los diferentes mecanismos de los diferentes desconcentradores.

#### *III.1.- Pasos Generales.*

Para iniciarse el Mantenimiento Correctivo es necesario que se libere de tensión la Sub-estación, solicitando al P.D.C. la libranza del cable que la alimenta realizando posteriormente las maniobras para islar dicha Sub-Estación, con las puertas abiertas y el Personal preparado para realizar los trabajos, se procede a realizar las siguientes actividades:

- Se deberá dar limpieza interior y exterior a todos los gabinetes desengrasándolos con trapo y una solución de champú industrial.

- Se deberá dar limpieza general a los equipos aisladores desengrasándolos con liquido solvente, verificando que el solvente no afecte las partes plásticas ó aislantes de los conductores.

- Se deberá verificar el estado de apriete de la tornillería de los gabinetes, soporte de los aisladores, así como de los sistemas de bloqueos.

- Se deberá ajustar todos los elementos que constituyen los sistemas de bloqueos sustituyendo las partes dañadas.

- Se deberá verificar que el mecanismo de palancas opere libremente y sin fricción. En caso necesario, se deberán ajustar.

- Se deberán inspeccionar y si es necesario se deberán hacer pruebas de rigidez dieléctrica, a los elementos de los diferentes buses y desconectores.

- Se deberán realizar pruebas de funcionamiento a las cuchillas de tierra, verificando que su mecanismo de bloqueo mecánico se encuentre en buenas condiciones. En caso contrario, se deberán ajustar y cambiar las piezas dañadas.

A continuación se darán algunas actividades particulares para cada uno de los desconcentradores instalados dependiendo de su marca y su forma de operación.

*III.1.1.- Cuchilla Seccionadora Marca C.G.E.E. ALSTHOM Tipo SL-400 (Ubicada en Sección Uno Francesa-320).*

Estas cuchillas son de operación en grupo sin carga, tripolar y giratoria de servicio interior para una tensión nominal de 23 KV, tensión de operación 15 KV, intensidad nominal 400 Amperes y corriente máxima de 10 000 Amperes eficaces por segundo. Sus partes principales son:

- Tres Seccionadores SL-400 con forro aislante.
- Mecanismo de mando del seleccionador principal.
- Mecanismo de maniobra y bloqueo del seleccionador de puesta a Tierra.
- Toma de corriente superior equipada.
- Cuchilla de puesta a Tierra.

Las actividades a realizar para su mantenimiento son:

- Se debe inspeccionar el estado que guardan las mordazas de las tomas de corriente superior e inferior, verificando su alineamiento con respecto a sus cuchillas alimentadoras así como el enganche completo de cada uno de los polos (Ver Fig. III.1).

- Se deberá verificar que las cuchillas del Seccionador principal no tengan juego mecánico con respecto al eje de acoplamiento.

- Se deberá verificar el libre movimiento de la parte secundaria, biela y enclavamiento a lo largo del panel central (Ver Fig. III.1).

- Se deberá verificar que los discos y componentes del mecanismo del mando del Seccionador de puesta a Tierra no tengan desgaste (Ver Figuras III.2 y III.3).

SECCION UNO

"LLEGADA SECCIONADOR" 320

Modelo 320

LISTA PARA IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES.

- 1.- Panel superior.
- 2.- Panel del centro equipado.
- 3.- Palanca del seccionador de tierra.
- 4.- Palanca del seccionador principal.
- 5.- Puerta inferior completa.
- 6.- Toma de corriente superior equipada.
- 7.- Receptáculo del indicador de tensión.
- 8.- Aislador soporte.
- 9.- Seccionador principal de 400A.
- 10.- Seccionador de tierra.
- 11.- Aislador vieja equipado con dedo de contacto.
- 12.- Dedo de tierra.

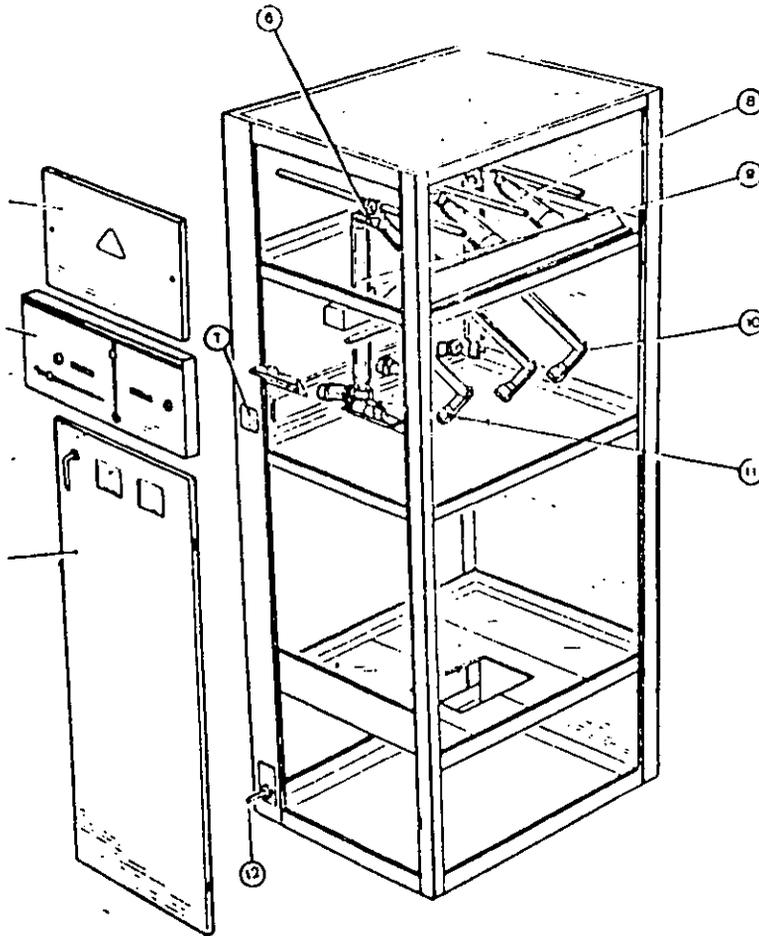


Fig. III.1 - Sección Uno "Llegada Seccionador 320".

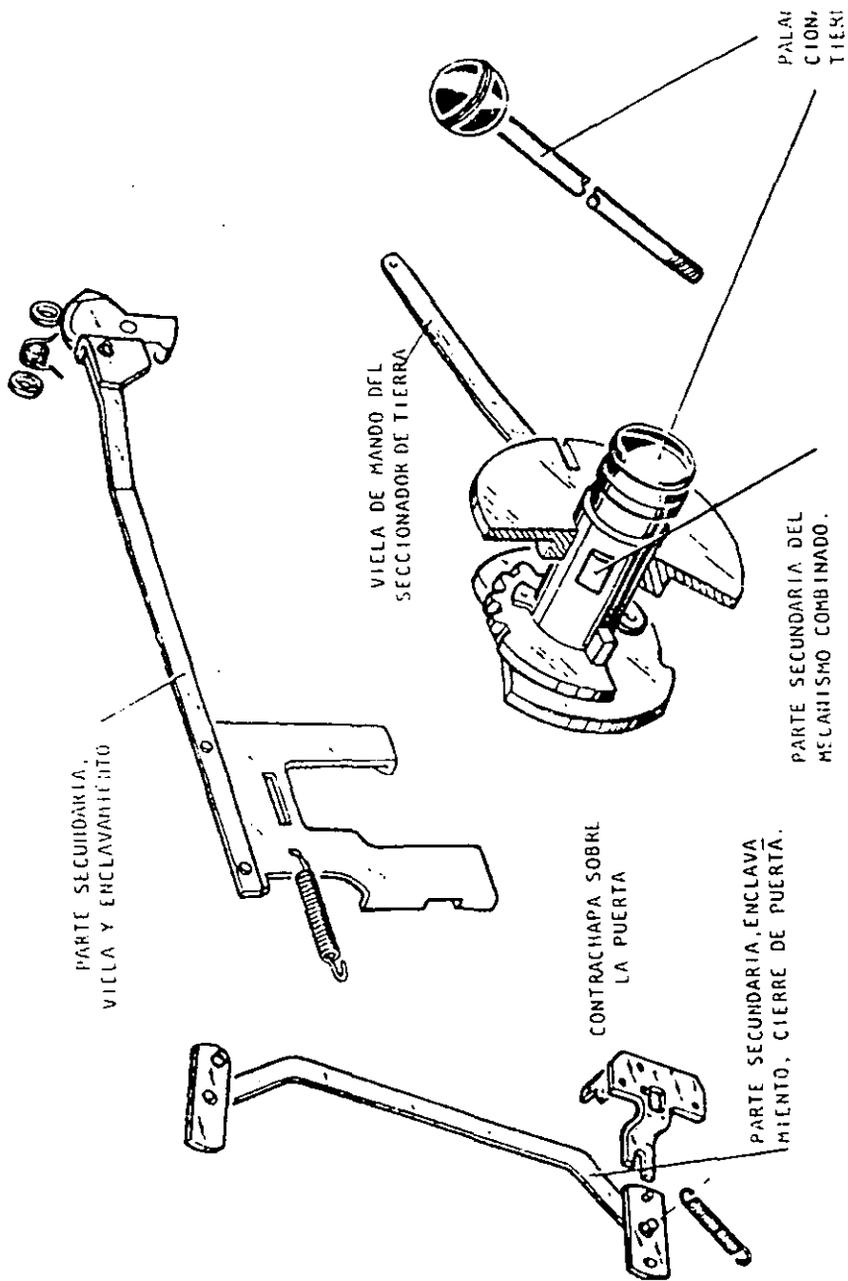


Fig. III.2.- Mecanismos de Maniobras y Enclavamientos del Seccionador de Puesta a Tierra, Interruptor RT6S-400 A. (Sección Dos) y Seccionador SL-400 (Sección Uno).

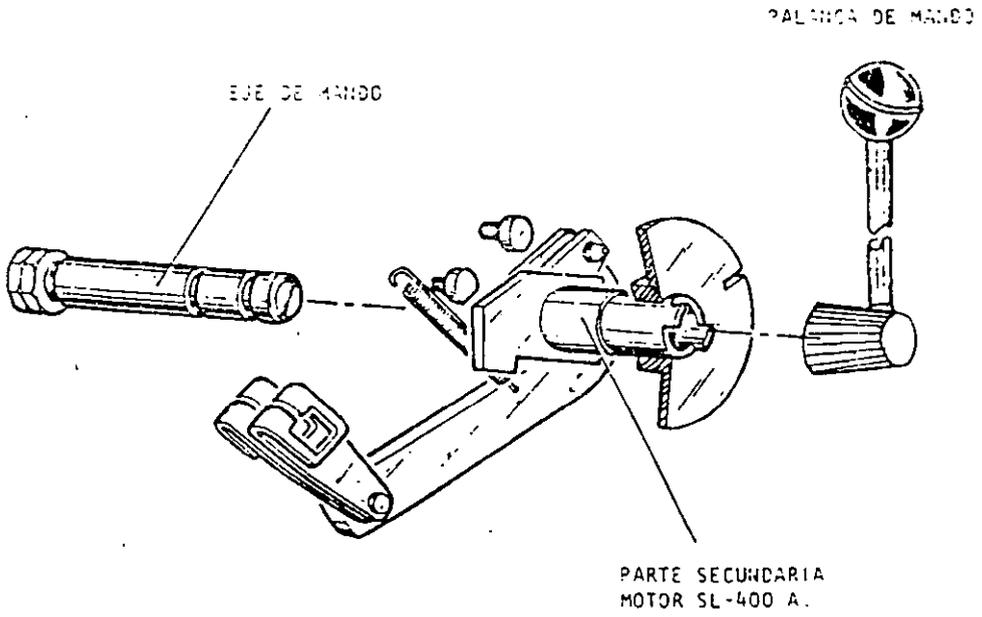
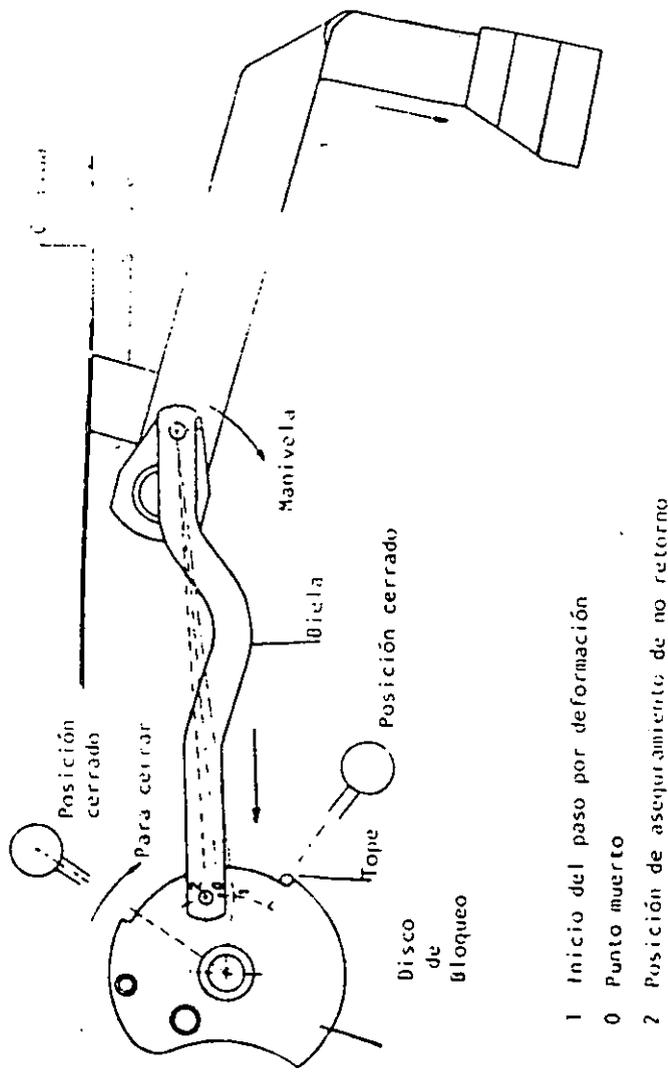


Fig. III.3.- Mecanismo del Mando del Seleccionador Principal SL-400A.  
(Sección Uno).



- 1 Inicio del paso por deformación
- 0 Punto muerto
- 2 Posición de aseguramiento de no retorno

Fig. III.4.- Principio de Giro Sobre el Seccionador de Puesta a Tierra Celdas Tipo 320 y 321.

SECCION DOS

"LLEGADA INTERRUPTOR 321"

LISTA PARA IDENTIFICACION DE  
LOS COMPONENTES.

- 1.- Panel superior.
- 2.- Panel del centro empapado.
- 3.- Palanca del seccionador de tierra.
- 4.- Palanca del interruptor.
- 5.- Puerta inferior completa.
- 6.- Mordaza superior.
- 7.- Receptaculo de indicacion de tension.
- 8.- Aislador vijia con dispositivo de empuje y mordaza.
- 9.- Toma de corriente superior.
- 10.- Aislador soporte.
- 11.- Polo interruptor completo (400A).
- 12.- Seccionador de tierra.
- 13.- Rampa de re-enganche.
- 14.- Dedo de tierra.

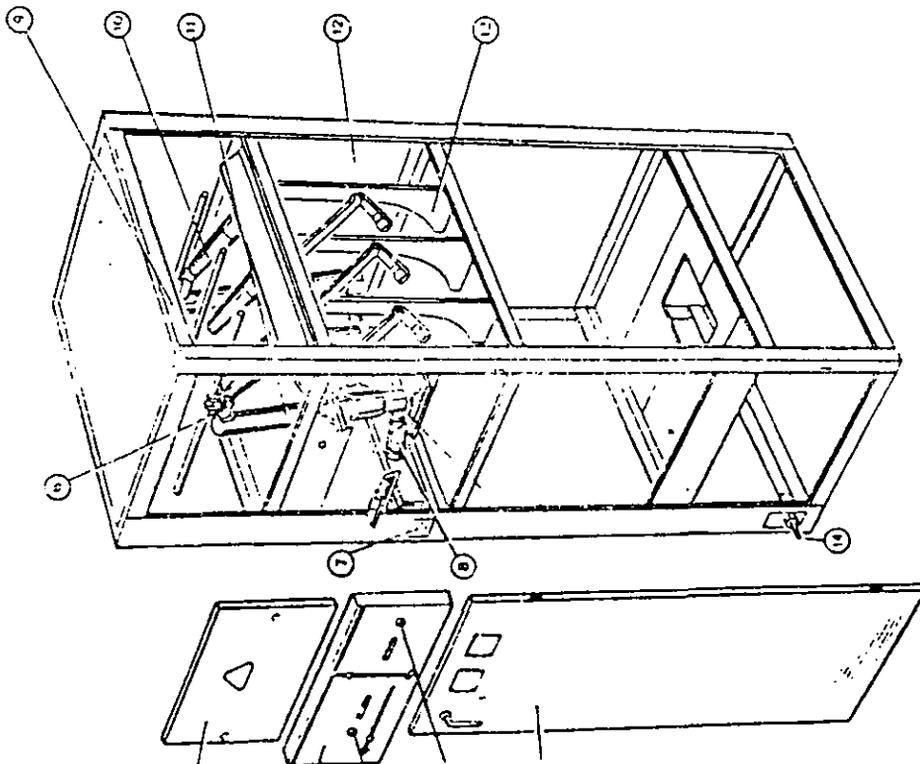


Fig. III.5.- Sección Dos. "Llegada a Interruptor 321"

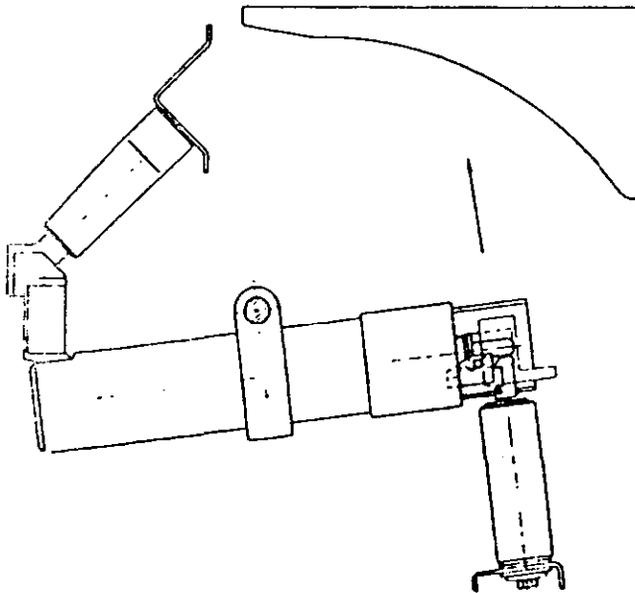
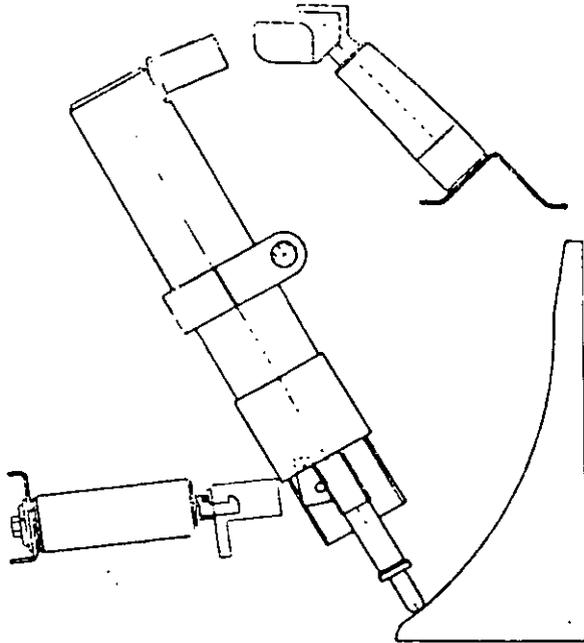


Fig. III.6.- Interruptor en Posición Cerrado (en Servicio).



**Fig. III.7.- Rotación de Interruptor Sobre su Eje Horizontal Enlazando la Parte Inferior de los Dedos de Contacto con las Pistas de Rearme.**

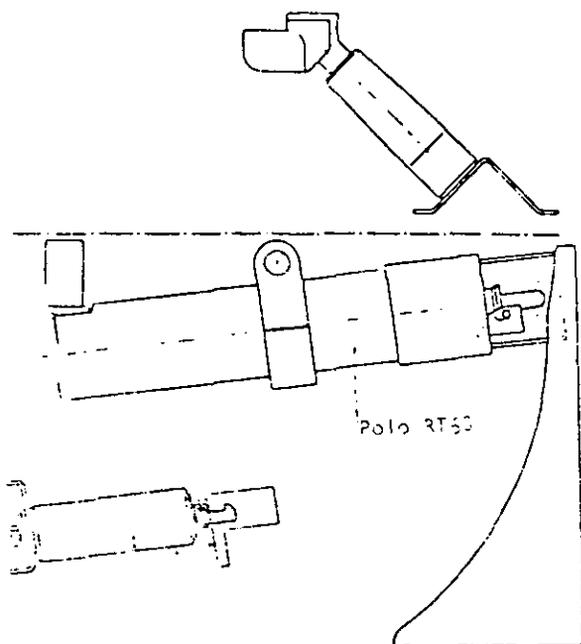


Fig. III.8.- Seccionamiento Total Entre el Juego de Barras y Término de Barras. (El Interruptor se Rearma con el Contacto de Fin de Curso).

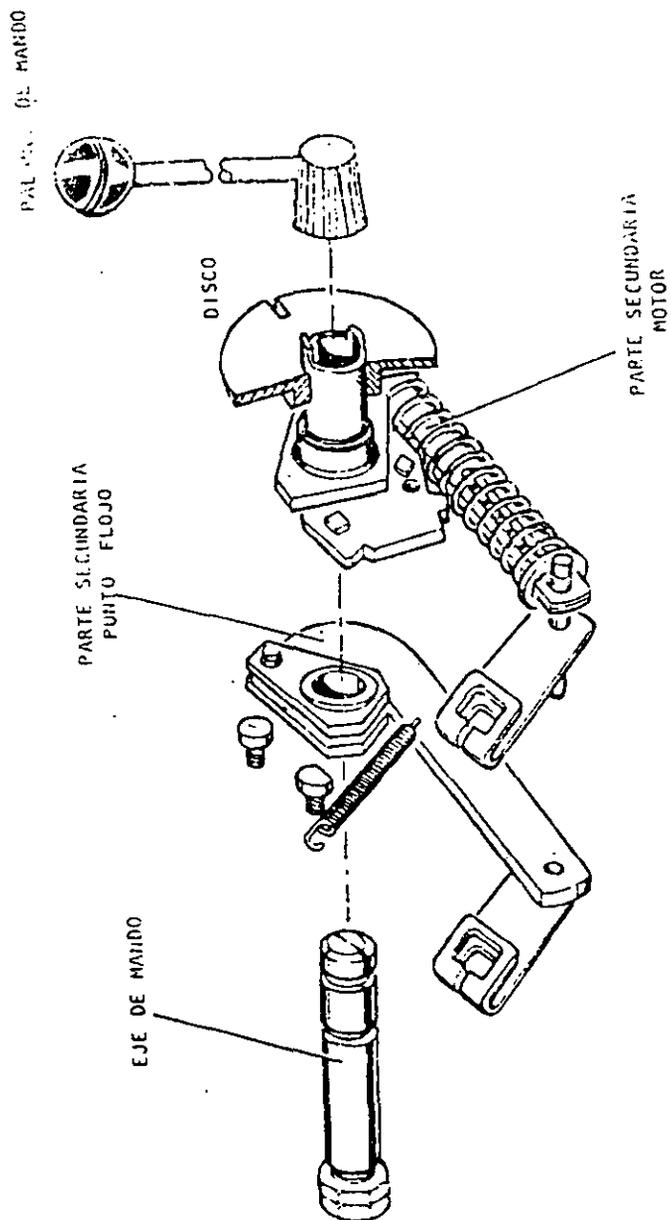


Fig. III.9.- Mecanismo de Mando y Enclavamiento del Desconectador RT6S-400 (Sección Dos) y SIT-63 (Sección Tres).

-Se deberá verificar que el disco de bloqueo y la cuchilla de puesta a tierra giren libremente operando la cortina correspondiente (Ver Fig. III.4).

- Se deberán engrasar las partes de fricción de las cuchillas principales así como las correderas de la cortina.

- Se deberá verificar el buen estado de los aisladores de buses, seguros de bloqueo, chapas, conexión de las trenzas a la mufa así como el apriete general de toda la tornillería (Ver Fig. III.1).

- Se deberá verificar que el receptáculo del indicador de tensión esté en condiciones de funcionamiento.

- Se deberán efectuar pruebas de apertura y cierre de Seccionador principal y del Seccionador de puesta a tierra desbloqueando localmente los sistemas de enclavamiento.

- Se deberá verificar que la mufa de llegada no tenga escurrimiento de material dieléctrico. En caso de presentarse fuga deberá reportarse a el Personal de la Sección de Alta Tensión.

*III.1.2.- Desconectador Marca C.G.E.E. ALSTHOM Tipo RTG6S-400 (Ubicado en la Sección Dos Francesa-321).*

Estos desconectores son de operación en grupo con cargo, tripolar y giratorio de servicio interior para una tensión nominal de 23 KV, tensión de operación 15 KV, corriente nominal de 400 Amperes y corriente máxima de 10 000 Amperes eficaces por segundo. Sus partes principales son:

- Tres polos desconectores RT6S-400.
- Mecanismo de mando del desconectador.
- Mecanismo de maniobras y bloqueos del Seccionador de puesta a tierra (idéntico al de la Sección uno).
- Toma de corriente superior equipada.
- Cuchilla de puesta a tierra.

Las actividades a realizar para su mantenimiento son:

Se deberá inspeccionar el estado que guardan las mordazas de toma de corriente superior e interior, verificando su alineamiento con respecto a los polos principales así como el enganche completo de cada uno de ellos (Ver Fig. III.5).

- Se deberá verificar el accionamiento de cada uno de los polos, como se muestra en las Figuras III.6 y III.7).

- Se deberá verificar que los polos no tengan juego mecánico con respecto al eje de acoplamiento.

- Se deberá verificar el libre movimiento de la parte secundaria, biela y enclavamiento a lo largo del panel central (Ver Fig. III.8).

- Se deberá verificar que los discos y componentes del mecanismo del mando del Seccionador de puesta a tierra no tengan desgaste (Ver Fig. III.9).

- Se deberá verificar que el disco de bloqueo y la cuchilla de puesta a tierra operen libremente operando la cortina correspondiente (Ver Fig. III.4).

- Se deberán engrasar las partes de fricción de los polos principales así como las correderas de la cortina.

- Se deberá verificar el buen estado de los aisladores, buses, seguros de bloqueo, chapas, conexiones de las trenzas a la mufa así como el apriete general de la tornillería (Ver Fig. III.10).

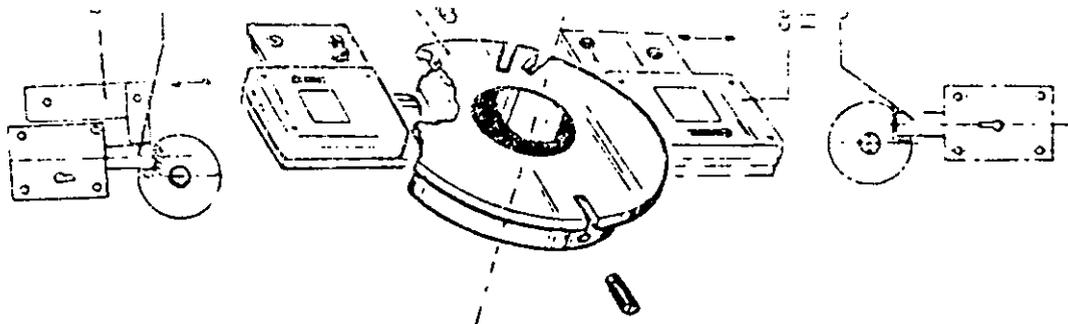
- Se deberá verificar la correcta alineación de la rampa de rearme.

- Se deberá verificar que el receptáculo de indicación de tensión esté en condiciones de funcionamiento.

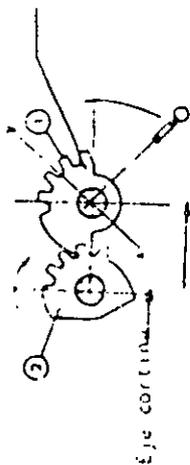
- Se deberán efectuar pruebas de apertura y cierre del desconector principal y del Seccionador de puesta a tierra desbloqueando localmente los sistemas de enclavamiento.

- Se deberá verificar que la mufa de llegada no tenga escurrimiento de material dieléctrico. En caso de presentarse fugas deberá reportarse a el Personal de la Sección de Alta Tensión.

Las partes principales del polo RT6S-400 y su funcionamiento se muestran en las Figuras III.11 y III.12).



Este pinón gira sobre un eje x y después de la abertura del sector de tierra y encastrar el pinón que abre las cortinas



Eje de la flecha de mando

Cerrojo en posición abierta

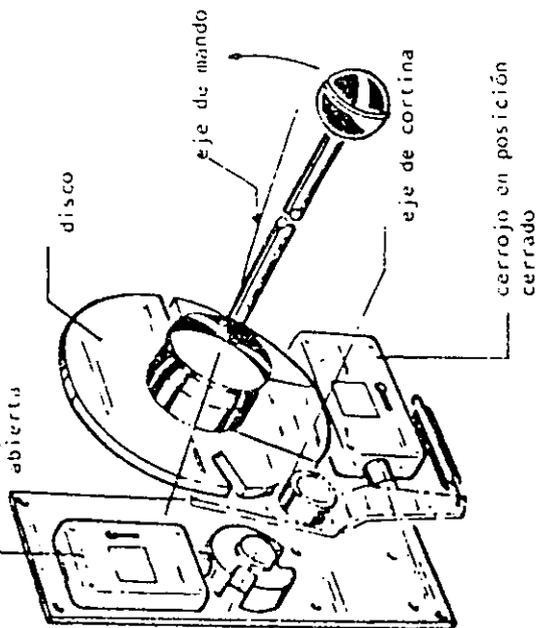
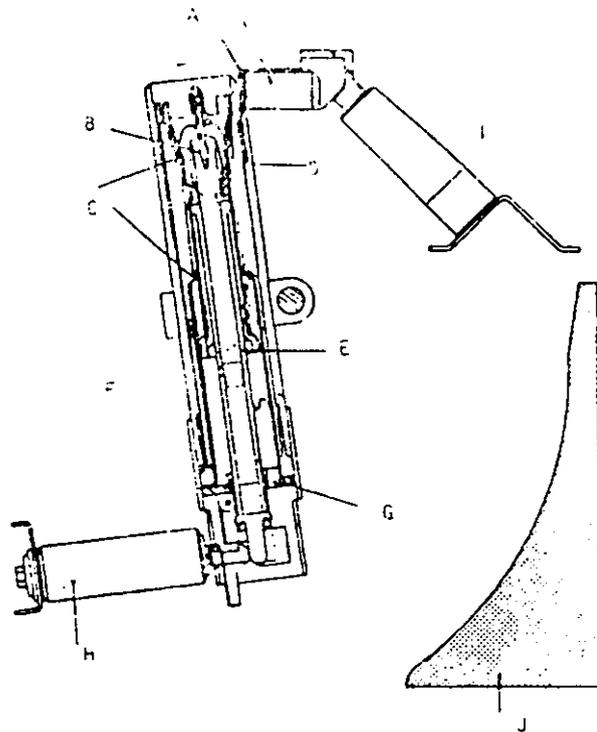


Fig. III.10.- Detalle de la Función del Cerrojo.



- A - Toma de corriente superior
- B - Contactos para chispas
- C - Dedos de los contactos principales
- D - Varilla parachispas
- E - Pistón
- F - Cámara de compresión
- G - Soporte toma de corriente inferior
- H - Aislador soporte inferior
- I - Aislador soporte superior
- J - Rampa de rearme

Fig. III.11.- Partes Principales del Polo RT6S.

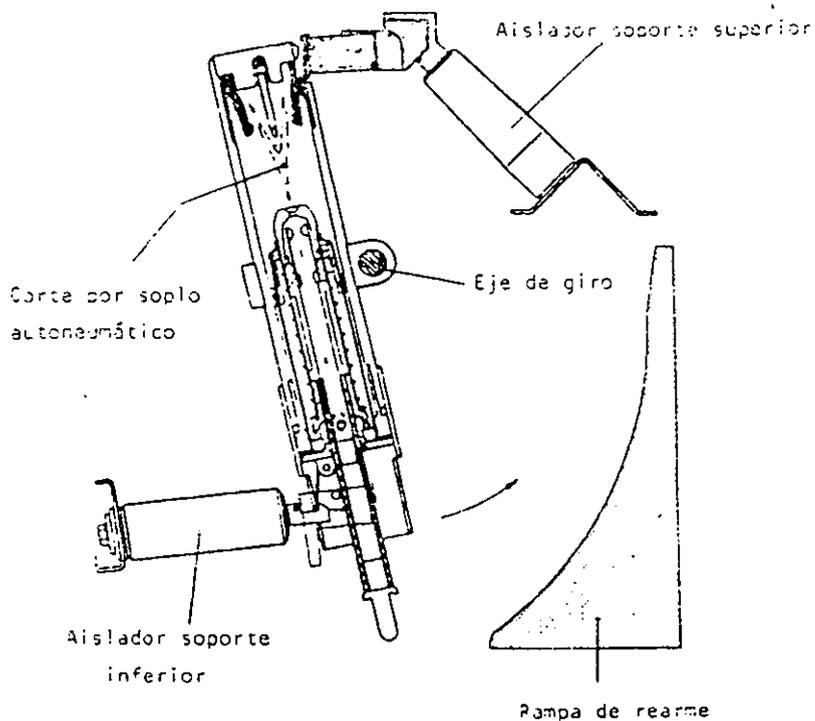


Fig. III.12.- Principio de Funcionamiento del Dispositivo del Corte Automático de Polo RT6S.

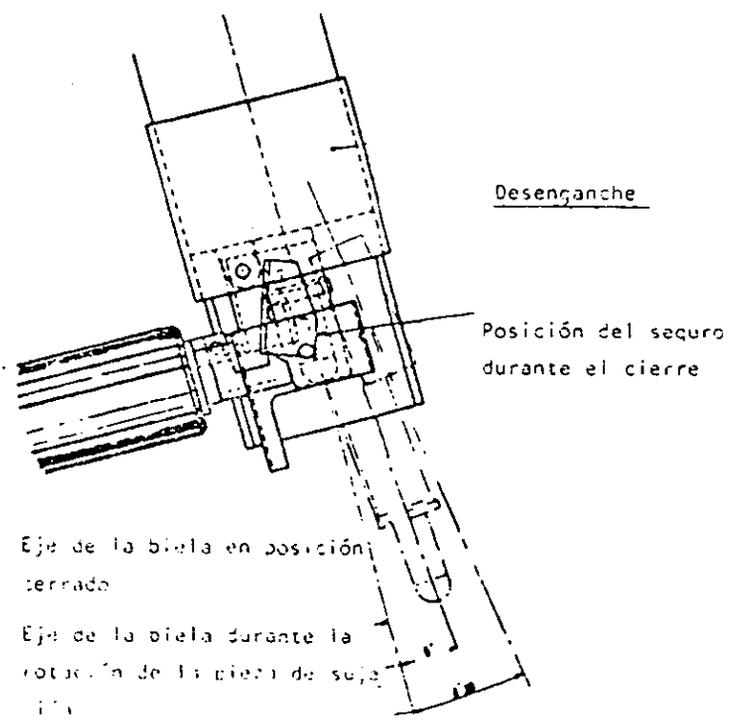
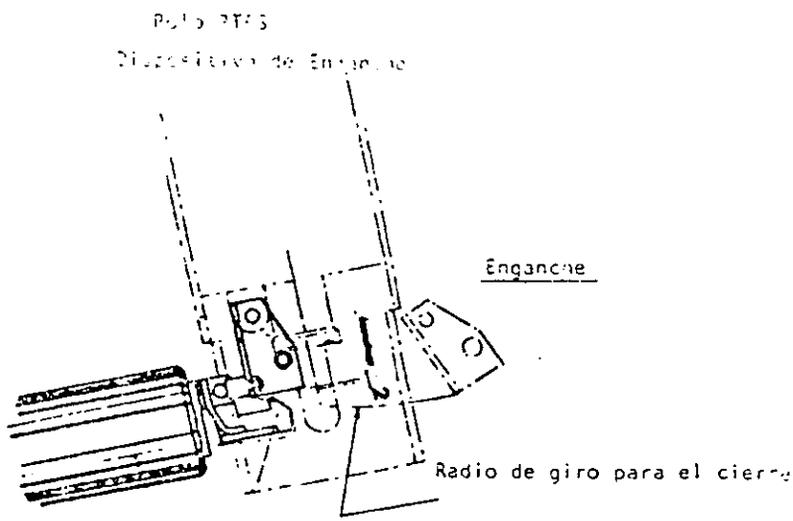


Fig. III.13.- Polo RT6S. Dispositivo de Engranaje.

LISTA PARA IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES

- 1.- Panel superior.
- 2.- Panel del centro equipado.
- 3.- Palanca del seccionador de tierra.
- 4.- Palanca del interruptor.
- 5.- Puerta inferior completa.
- 6.- Bordaza superior.
- 7.- Cubierta del interruptor.
- 8.- Receptáculo de indicación de tensión.
- 9.- Seccionador de tierra.
- 10.- Aislador equipado con dispositivo de en-  
ganche.
- 11.- Collar presión fusible.
- 12.- Aislador vigia.
- 13.- Bordaza del seccionador de tierra.
- 14.- Dedo de tierra.
- 15.- Toma de corriente superior.
- 16.- Aislador soporte.
- 17.- Polo interruptor completo o su  
parte.
- 18.- Rampa de re-enganche.
- 19.- Fusible FN.
- 20.- Toma de salida.

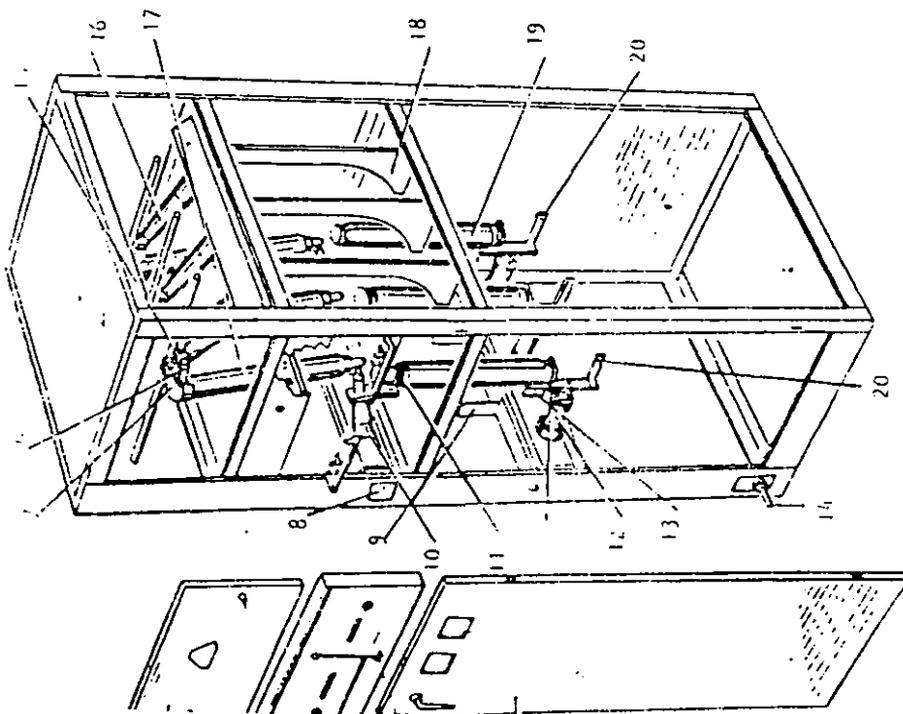
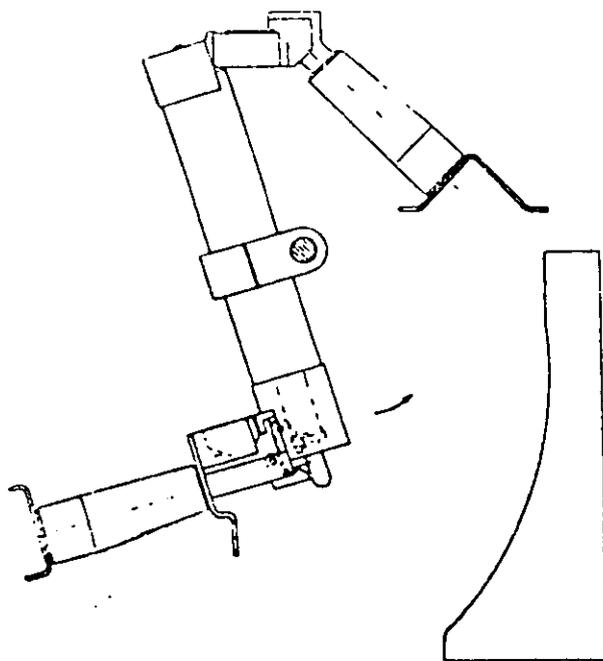
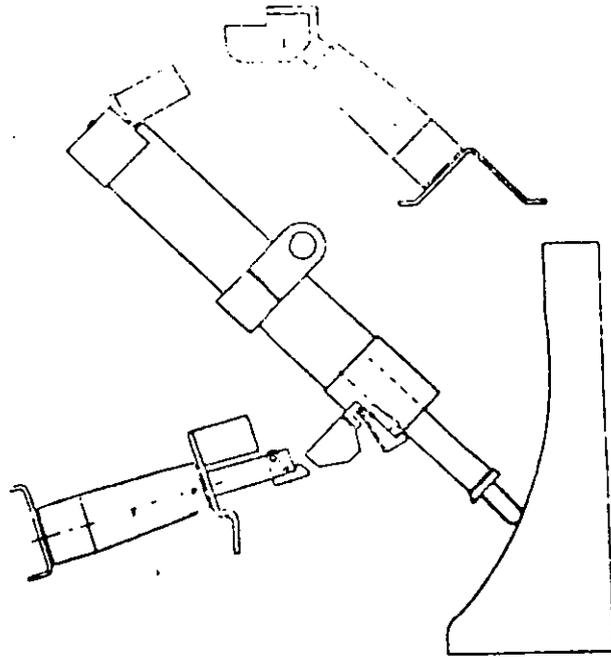


Fig. III.14.- Sección Tres. "Protección a Transformador 322".



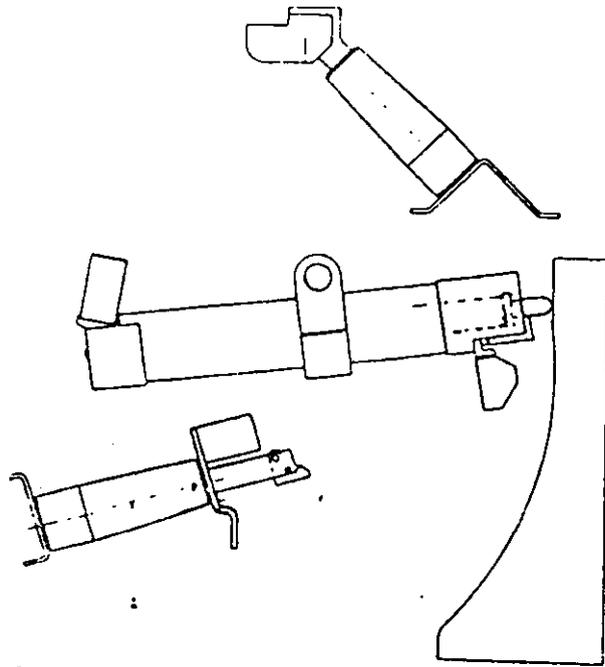
Interruptor en posición  
cerrado.

**Fig. III.15.- Aparato Enganchado.**



Durante la rotación del interruptor sobre su eje horizontal ligado a la parte inferior de los dedos de contacto en la rampa de rearme.

Fig. III.16.- Aparato Abierto Seccionado (Comienzo del Re-enganche).



NOTA: Para el reemplazo de un polo SIT 6S el aparato se debe encontrar en la posición indicada en la figura.

Fig. III.17.- Aparato Abierto Re-enganchado (Dispuesto para Enganchar).

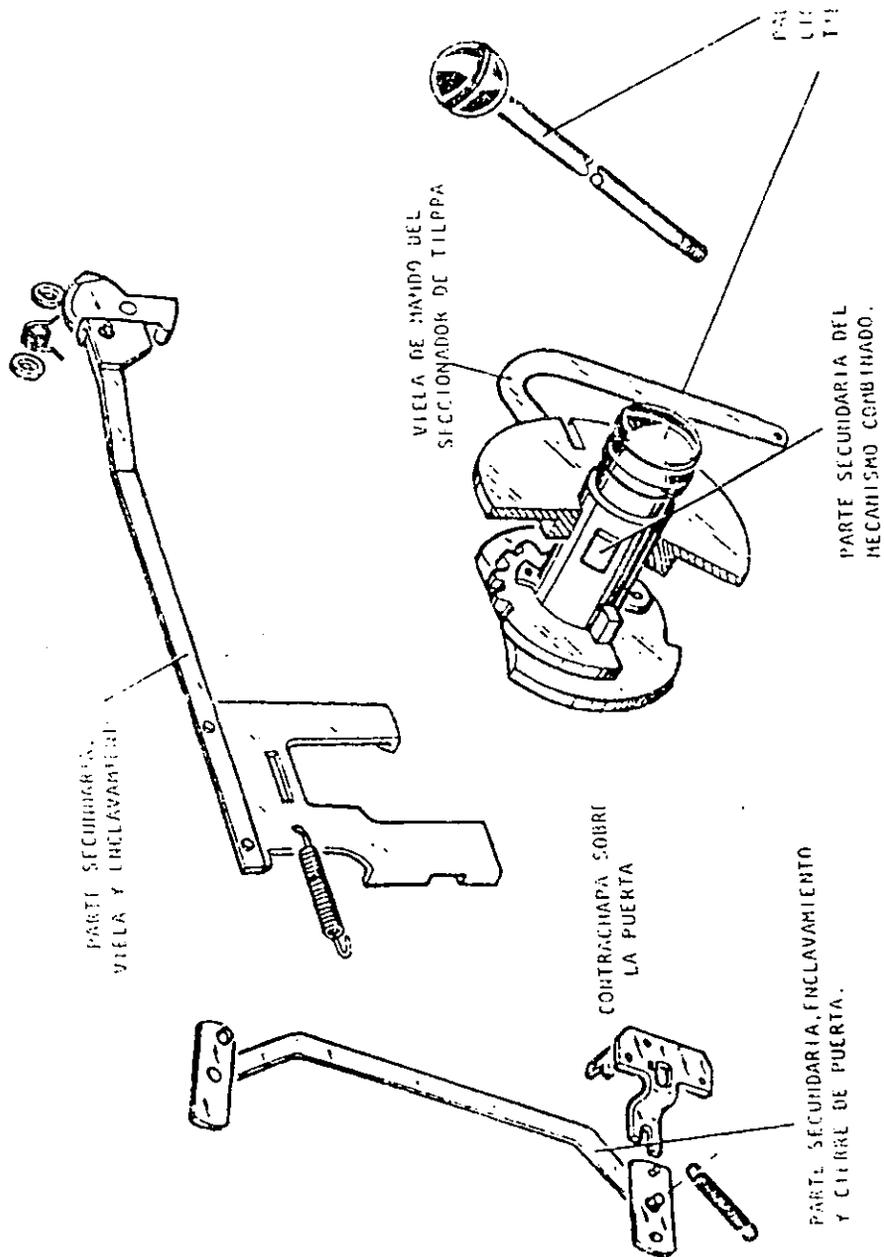
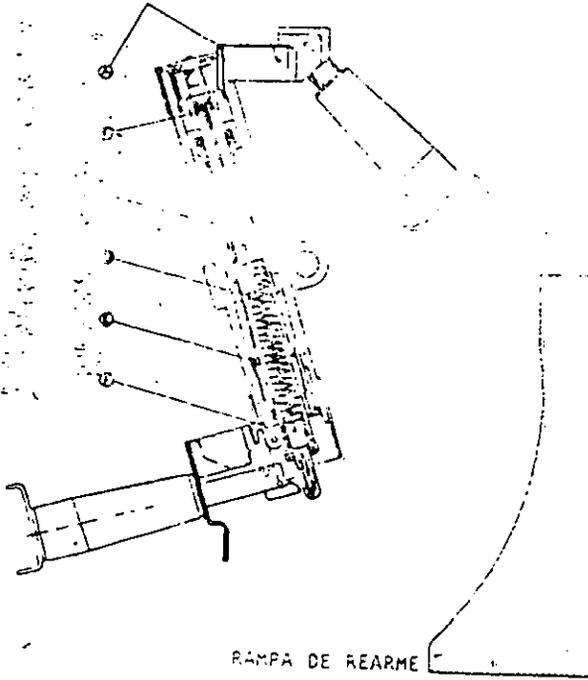


Fig. III.18.- Mecanismos de Maniobra y Enclavamientos del Seccionador de Puesta a Tierra, Interruptor SIT6S-63A. (Sección Tres).

POLO SIT 63



- A) TOMA DE CORRIENTE SUPERIOR
- B) CONTACTO PARACHIEPAS
- C) CARMEN DE ARQUEADO
- D) VARILLA PARACHIEPAS
- E) DEDO DE CONTACTO
- F) TOMA DE CORRIENTE INFERIOR

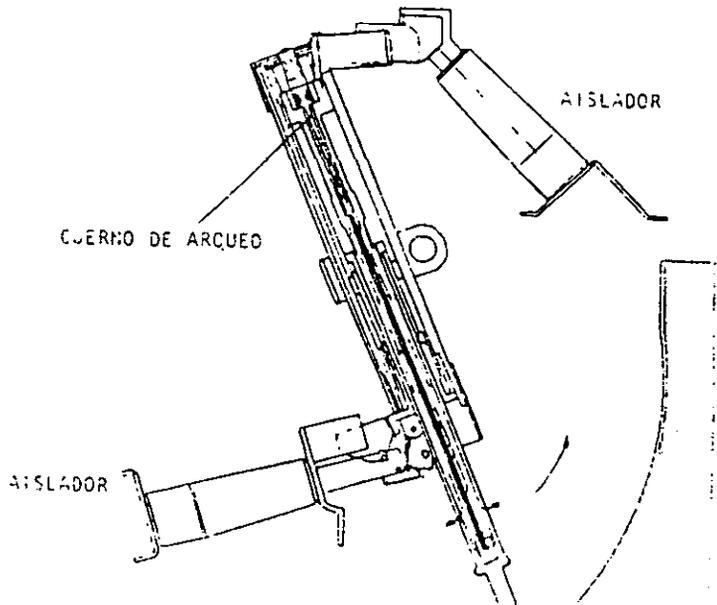


Fig. III.19.- Partes Principales del Polo SIT 63.

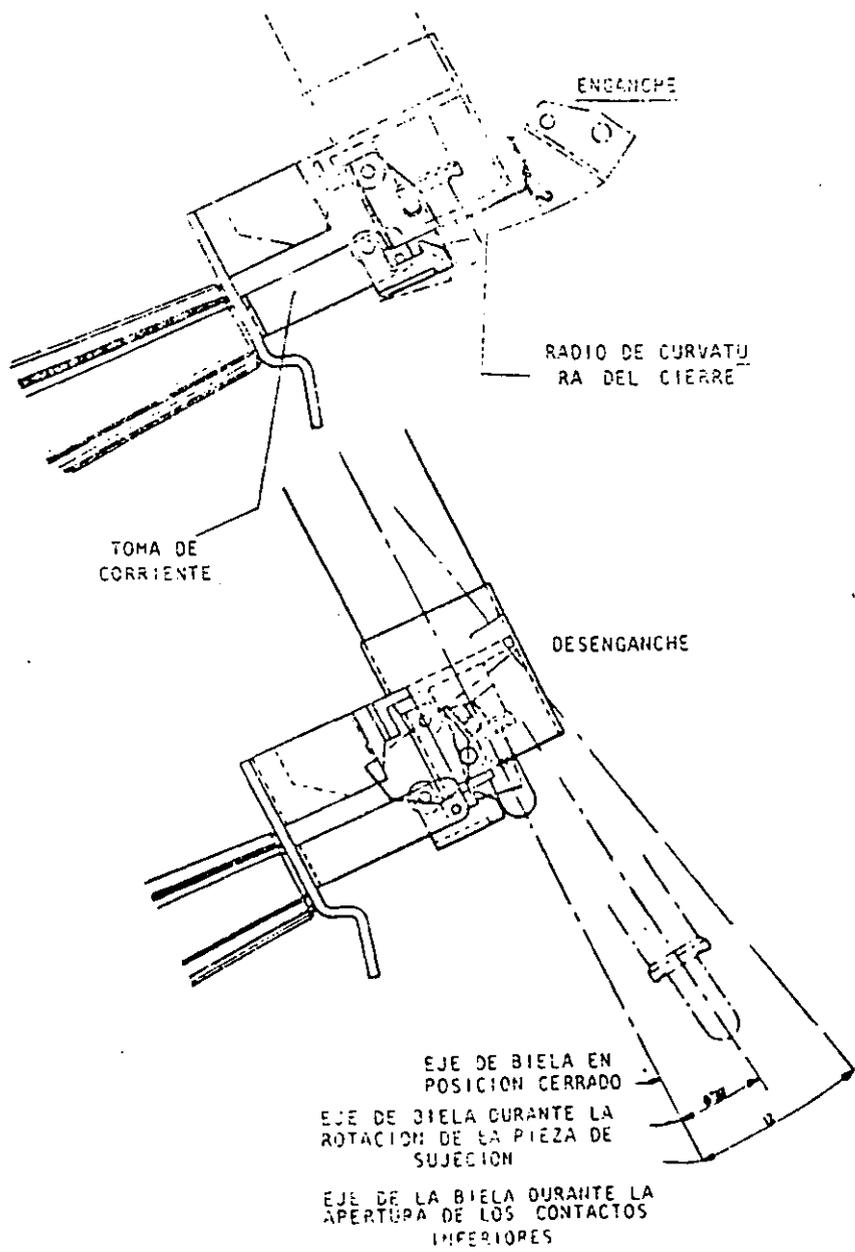


Fig. III.20.- Mecanismo de Enganche y Desenganche del Polo SIT 63.

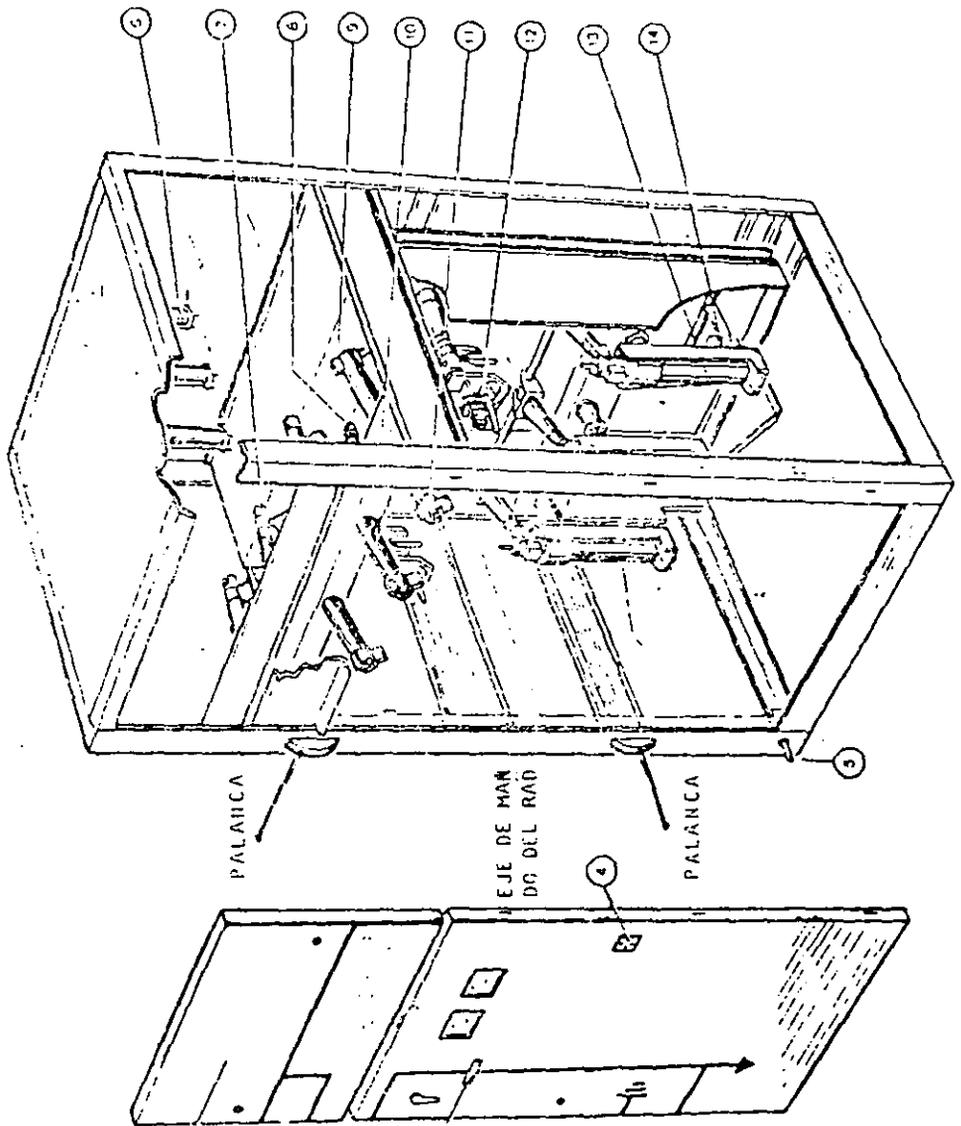


Fig. III.21.- Sección Tres. "Protección a Transformador".

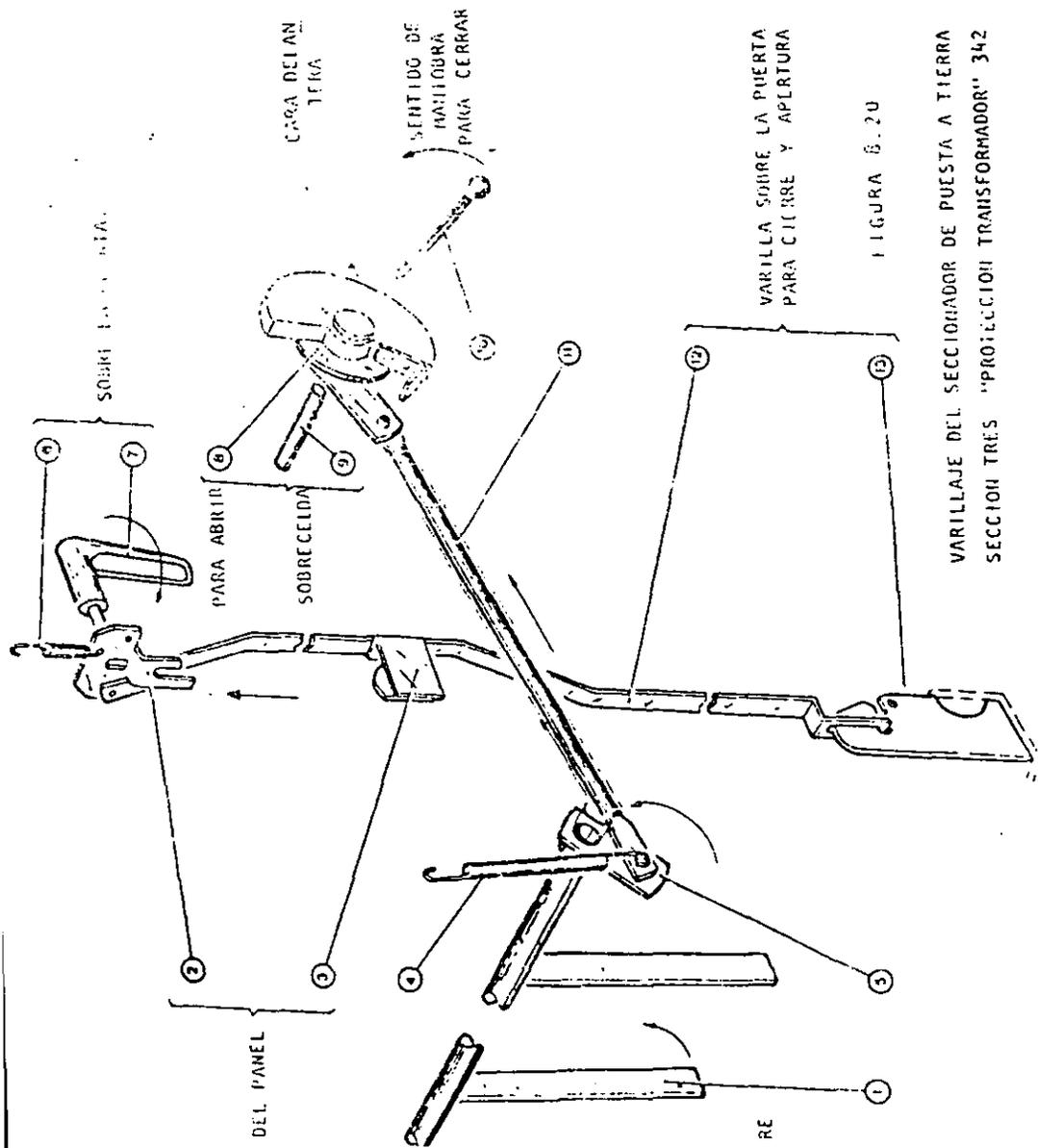


Fig. III.22.- Varillaje del Seccionador de Puesta a Tierra, Sección Tres. "Protección a Transformador 342".

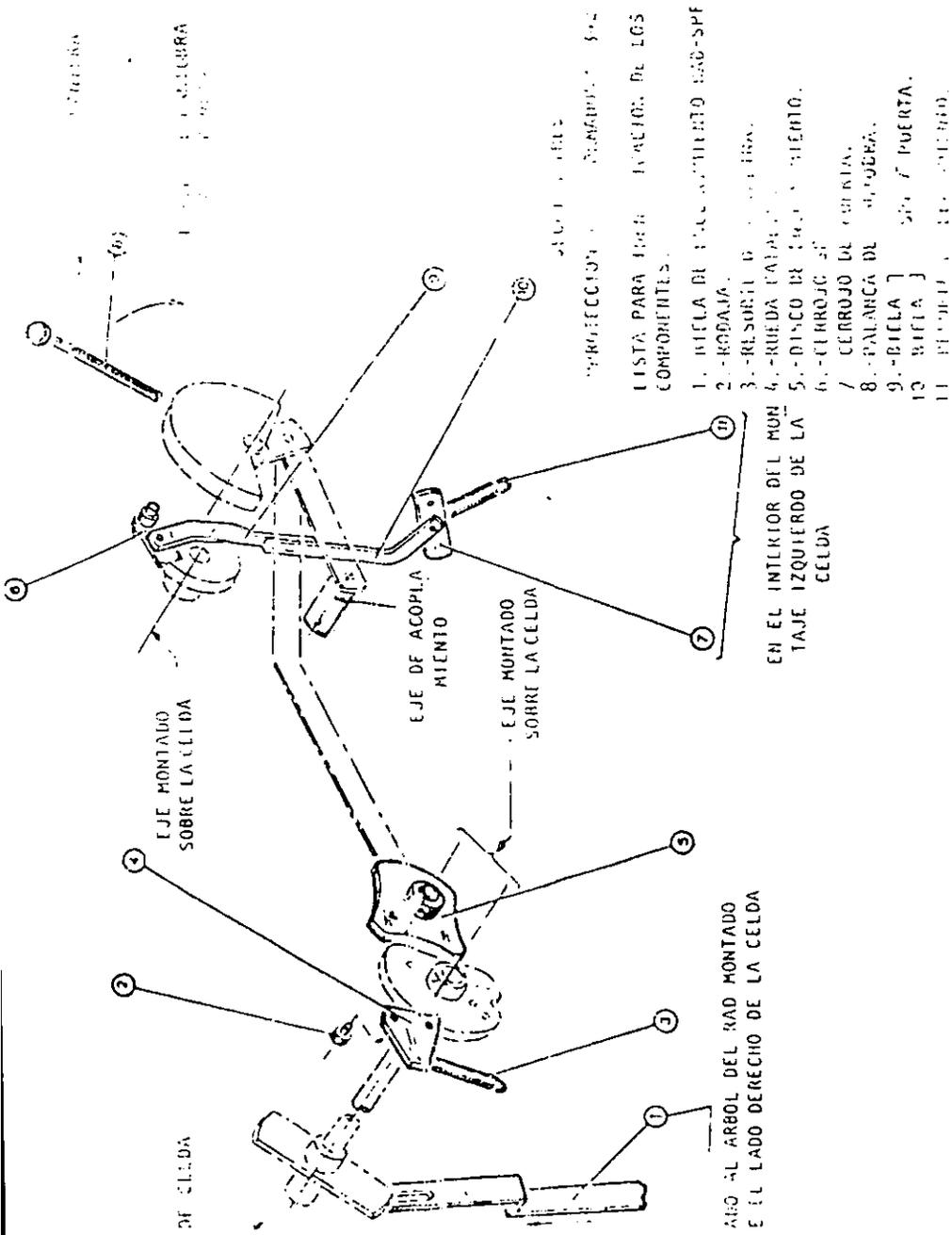
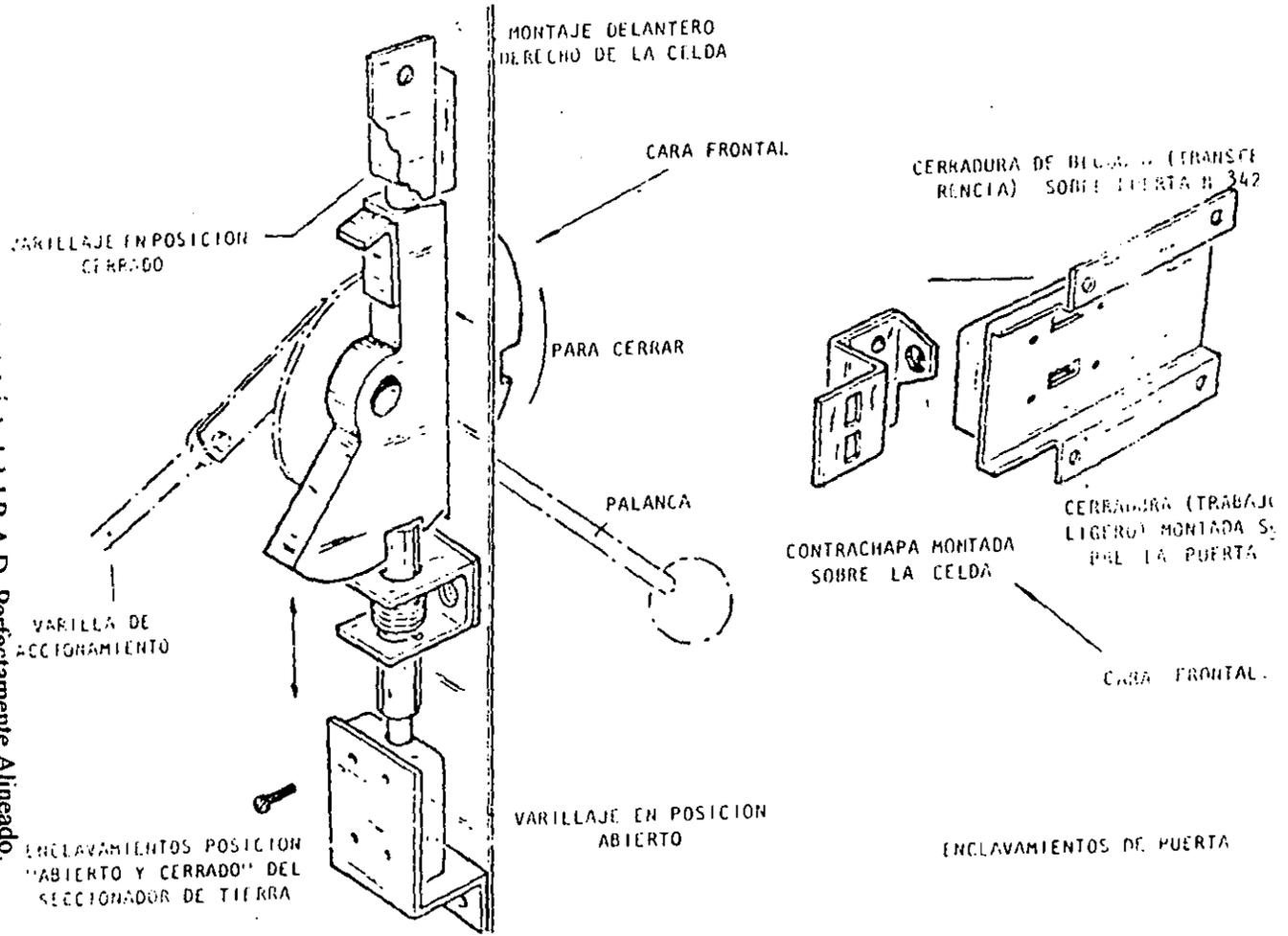


Fig. III.23.- Sección Tres. "Protección a Transformador 342".

Fig. III.24. - Montaje del Árbol del R.A.D. Perfectamente Alineado.



*III.1.3.- Desconectador Marca C.G.E.E. ALSTHOM Tipo SIT6S-63 (Ubicado en la Sección Tres Francesa Tipo 322).*

Estos desconectadores son de operación en grupo con carga, tripolar y giratorio de servicio interior para una tensión nominal de 23 KV, tensión de operación 15 KV e intensidad nominal de 63 Amperes. Sus partes principales son:

- Tres polos desconectadores SIT6S-63.
- Mecanismo de mando del desconectador.
- Mecanismo de maniobras y bloqueos del Seccionador de puesta a tierra.
- Toma de corriente superior equipada.
- Cuchilla de puesta a tierra.
- Fusible tipo FN.
- Toma de salida.

Las actividades a realizar para su mantenimiento son:

- Se deberá inspeccionar el estado que guardan las mordazas de toma de corriente superior e interior verificando su alineamiento con respecto a los polos principales así como el enganche completo de cada uno de ellos (Ver Fig. III.13).

- Se deberá verificar el accionamiento de cada uno de los polos, como se muestra en las Figuras III.14 y III.15).

- Se deberá verificar que los polos no tengan juego mecánico con respecto al eje de acoplamiento.

- Se deberá verificar el libre movimiento de la parte secundaria, biela y enclavamiento a lo largo del panel central (Ver Fig. III.16).

- Se deberá verificar que los discos y componentes del mecanismo del mando del seccionador de puesta a tierra no tengan desgaste (Ver Figuras III.9 y III.13).

- Se deberá verificar que el disco de bloqueo y la cuchilla de puesta a tierra operen libremente manipulando la cortina correspondiente (Ver Fig. III.4).

- Se deberán engrasar las partes de fricción de los polos principales, así como las correderas de la cortina.

- Se deberá verificar el buen estado de los aisladores, buses, seguros de bloqueo, chapas, conexiones de las trenzas a la mufa, así como el apriete general de la tornillería (Ver Fig. III.5).

- Se deberá verificar la correcta alineación de la rampa de rearme.

- Se deberá verificar que el receptáculo de indicación de tensión esté en condiciones de funcionamiento.

- Se deberá verificar la correcta continuidad de los tres fusibles, así como que el pistillo esté en su sitio.

- Se deberá verificar la correcta calibración del mecanismo de operación por "*Fusión-Fusible*", estando el interruptor de la Sección Cinco en su sitio. La distancia entre el pistillo sin accionar y la palanca de accionamiento, no deberá exceder a 5 milímetros.

- Se deberán efectuar pruebas de apertura y cierre del desconector principal y del seccionador de puesta a tierra, desbloqueando localmente los sistemas de enclavamiento.

- Se deberá verificar que las tomas de salida estén firmemente apretadas. Las partes principales de los polos SIT6S-63 y su funcionamiento se muestra en las Figuras III.17 y III.18.

*III.1.4.- Desconectador Marca C.G.E.E. Marca ALSTHOM Tipo RAD-N6S (Ubicado en la Sección Tres Francesa de las Sub-Estaciones de 1 260 KVA, Tipo 3-42).*

Estos desconectadores son de operación en grupo tripolar con carga del tipo *"Rupto-Fusible"* y servicio interior para una tensión nominal de 25 KV, tensión de operación 15 KV e intensidad nominal de 400 Amperes. Sus partes principales son:

- Tres polos tipo RAD-N6S.
- Seccionador *"Rupto-Fusible"*.
- Varillaje del seccionador de puesta a tierra.
- Mecanismo de mando del desconectador.
- Mecanismo de maniobras y bloqueos del seccionador de puesta a tierra.
- Toma de corriente superior equipada.
- mordazas superiores e inferiores.
- Cuchilla de puesta a tierra.

Las actividades a realizar para su mantenimiento son:

- Se deberá inspeccionar el estado que guardan las partes funcionalmente importante (Ver Fig. III.19).

### Sección Tres "Protección a Transformador" (342).

- 1.- Panel Superior.
- 2.- Panel de Puerta Equipado.
- 3.- Manivela de Mando del R.A.D.
- 4.- Receptáculo del Indicador de Tensión.
- 5.- Dedo de Tierra.
- 6.- Aislador Superior.
- 7.- Aislador Lateral Equipado con Mordazas.
- 8.- Mordaza de Toma de Potencial.
- 9.- Toma de Corriente Superior.
- 10.- Viga del Seccionador Portafusible (SPF).
- 11.- Toma de Corriente Inferior.
- 12.- Mordaza Inferior.
- 13.- Interruptor RADN6S.
- 14.- Mordaza del Seccionador de Tierra.

- Verificar el parachispas inferior y si es necesario se deberá desmontar la boquilla para tener acceso a los dedos de contacto, colocados en el interior.

- Verificar el diámetro del cuello de la boquilla, que debe ser de 9.8 mm si el diámetro excede de 11 mm, se deberá cambiar la boquilla.

- Verificar la varilla amortiguadora, esta pieza sirve para frenar la parte móvil, se debe cambiar cuando esté usada por el roce de los dedos de contacto.

- Verificar la guarnición del pistón. El pistón lleva en su parte de contacto con la pared del cilindro un pedazo de tela, que prácticamente no se usa. Esta pieza nunca se debe engrasar, sólo se puede revestir con talco, pero solamente si el aparato no funciona en atmósfera húmeda.

- Verificar el tubo de contacto móvil. Es un tubo moleteado, revestido en la fábrica con una capa de grafico coloidal, que conserva la reserva necesaria para múltiples maniobras, no se debe lavar con solvente esta pieza.

- Verificar los dedos de contacto principales, comprobando que el desgaste no sea excesivo, no se debe lavar con solventes estas piezas.

- Verificar el parachispas superior y eliminar con una lima fina, las perlas que se pueden haber formado.

-Verificar la boquilla y limpiar la superficie con un trapo seco.

- Asegurarse que las rondanas de presión “estriadas”, estén bien mantenidas por las tuercas y que los pasadores estén abiertos y no puedan salir.

- Se deberá aplicar una película fina de aceite ó de grasa sin exceso al mecanismo de mandos.

- Deberá asegurarse que las partes aislantes (aisladores), estén bien limpios. Quitar el polvo sin solventes.

- Se deberá verificar que la palanca de accionamiento se encuentra perfectamente alineada y concordando con su accionamiento exterior.

- Se deberá verificar la correcta operación del sistema "Rupto-Fusible", así como su correcta alineación, verificando que no exista juego del pistillo sin accionar y la palanca de accionamiento mecánico con respecto al eje de acoplamiento.

- Se deberá verificar la correcta alineación del varillaje del seleccionador de puesta a tierra, así como cada uno de sus elementos principales (Ver Figuras III.20 y III.21).

- Se deberá verificar el mecanismo de operación ligado al árbol del R.A.D. verificando se encuentre perfectamente alineado (Ver fig. III.22).

- Se deberá verificar la continuidad en los tres fusibles, así como que el pistillo esté en su sitio.

- Se deberá verificar la correcta calibración de mecanismo de operación por "Fusión-Fusible", estando el Interruptor de Baja Tensión en su sitio. La distancia entre el pistillo sin accionar y la palanca de accionamiento, no deberá exceder a 5 milímetros.

- Se deberán efectuar pruebas de apertura y cierre del desconectador de puesta a tierra, desbloqueando localmente los sistemas de accionamiento.

- Deberá verificar que las tomas de salida, se encuentren firmemente apretadas.

**Varillaje del Seleccionador de Puesta a Tierra Sección Tres "Protección a Transformador 342".**

- 1.- **Árbol del Seleccionador de Puesta a Tierra.**
- 2.- **Leva de Manecilla.**
- 3.- **Escuadra de Enclavamiento Seccionador de Tierra.**
- 4.- **Resorte del Seleccionador de Puesta a Tierra.**
- 5.- **Palanca Posterior del Seleccionador de Puesta a Tierra.**
- 6.- **Resorte de la Puerta.**
- 7.- **Manivela.**
- 8.- **Brazo de Acoplamiento.**
- 9.- **Eje de Enclavamiento de Puerta.**
- 10.- **Palanca de Maniobra.**
- 11.- **Biela de Mando del Seleccionador de Puesta a Tierra.**
- 12.- **Varilla Sobre la Puerta para Cierre y Apertura.**
- 13.- **Leva de Cierre.**

### *III.1.5.- Desconectador "Marca Driwisa".*

Estos desconectadores son de operación en grupo con carga tripolar de un tipo, servicio interior y para la Sección Tres, se le ha agregado un portafusible, dispositivo de disparo automático y dispositivo de cierre rápido. Su tensión nominal es de 34.5 KV con operación en 23 KV y 400 Amperes de Corriente Nominal. Sus partes principales son:

- Cámara de extinción.
- Accionamiento de disco.
- Palanca de mando.
- Palanca de accionamiento.
- Cabezal.
- "Clip" con conector.

Las actividades a realizar para su mantenimiento son:

- Se deberá inspeccionar el estado que guardan las cámaras de arqueo de los desconectadores, verificando su alineamiento, las palancas de extinción de resortes y la zona de enganche de la navaja de arqueo.

- Se deberá verificar la correcta alineación de la navaja de arqueo, verificando que el brazo guía corra libremente y sin fricción.

- Se deberá verificar que la palanca de accionamiento se encuentre alineada concordando con su accionamiento de disco.

- Se deberán engrasar las partes de fricción de los mecanismos de apertura y cierre, no así las superficies de contacto, el engrase no debe ser excesivo.

- En cada ocasión se deberán efectuar pruebas del funcionamiento de conexión y desconexión de los desconectores y cuchillas, verificando la desconexión de las cuchillas principales antes que las cuchillas auxiliares, las cuales se deberán colocar rápidamente en su posición final, paralelas a las cuchillas principales, escuchándose la desconexión audible en la cámara de extinción.

- El desconector de la Sección Tres tiene un dispositivo de cierre rápido y disparo automático; por lo que, para su cierre es necesario reestablecer siempre y cercionarse visualmente que el resorte de cierre rápido esté totalmente cargado, lo cual puede comprobarse observando que las levas que componene el mecanismo de cierre y que está montado en parte izquierda del chasis de la cuchilla visro de frente; queden totalmente alineadas en forma vertical. Si y lo anterior no se efectúa, será necesario ajustar este mecanismo, debido a que la cuchilla no operará si se intenta su cierre.

- Es importante que cuando se esté efectuando el mantenimiento dentro de las Secciones de la Sub-estación, por ningún motivo se deberán apoyar los contactos móviles del desconector ó colgar a estas herramientas ú otros objetos, debido a que pueden desalinearse y no operar correctamente en grupo ó no entren las cuchillas a las cámaras de arqueo. Cuando ocurre un golpe imprevisto a los contactos, éstos deberán inspeccionarse inmediatamente.

- Cuando se desconecte una cuchilla dc carga a las Secciones 1 y 2, no deberá conectarse inmediatamente su cuchilla de tierra, debido a que está asegurada en abierto con chapa y además pueden estar prendidas las lámparas indicadoras de tensión que nos señala que existe tensión en el alimentador.

- Los mecanismos de las cuchillas deben operar libremente, si se sienten forzadas se deberá revisar la posición de las mismas, así como su ajuste y los mecanismos de accionamiento.

- Los bloqueos que mantienen asegurada en cerrado las puertas, estando la cuchilla de tierra desconectada, consisten en dos varillas; una montada en la puerta en forma horizontal y la otra montada en forma vertical y es accionada por la cuchilla de tierra, dándole un movimiento de arriba hacia abajo. Es importante cerciorarse que al cerrar las puertas, la varilla horizontal montada en la puerta quede sobre la varilla vertical y que la cuchilla de tierra esté cerrada para que al desconectar la cuchilla de tierra, la varilla horizontal asegure adecuadamente el giro de las manijas de las puertas.

- Se deberá verificar que la palanca de accionamiento se encuentra perfectamente alineada, concordando con su accionamiento de disco.

- En cada ocasión se deberán efectuar tres pruebas del funcionamiento de conexión y desconexión de los desconectores y cuchillas de tierra.

### *III.1.6.- Desconectador "Marca Energomex", Tipo "RA6" y RAF6".*

Estos desconectadores son de operación en grupo con carga tripolar y servicio interior, para la Sección Tres se le ha agregado un portafusible, un relevador de Sobrecarga y un dispositivo de disparo automático.

Su tensión nominal es de 23 KV y pueden operar a 15 KV ó a 23 KV con corriente nominal de 400 Ampéres. Sus partes principales son:

- Dedos de contacto superiores.
- Parachispas superior.
- Tubo de contacto móvil.
- Pistón.
- Cámara de extinción de arco.
- Vástago del pistón.

Las actividades a realizar para su mantenimiento son:

- Se deberá inspeccionar el estado que guardan las partes fundamentalmente importantes.

- Verificar el parachispas inferior y si es necesario se deberá desmontar la boquilla para tener acceso a los dedos de contacto colocados en el interior.

- Verificar el diámetro del cuello de la boquilla que debe ser de 9.8 milímetros, si el diámetro excede de 11 milímetros se deberá cambiar la boquilla.

- Verificar la varilla amortiguadora, esta pieza sirve para frenar la parte móvil, se debe cambiar cuando esté usada por el roce de los dedos de contacto.

- Verificar la guarnición del pistón. El pistón lleva en su parte de contacto con la pared del cilindro, un pedazo de tela, que prácticamente no se usa. Esta pieza nunca se debe engrasar, sólo se puede revestir de talco, pero solamente si el aparato no funciona en atmósfera húmeda.

- Verificar el tubo de contacto móvil. Es un tubo moleteado, revestido en la fábrica con una capa de grafito coloidal, que conserva la reserva necesaria para múltiples maniobras, no se debe lavar con solvente esta pieza.

- Verificar los dedos de contacto principales, comprobando que el desgaste no sea excesivo, no se deben lavar con solvente estas piezas.

- Verificar el parachispas superior y eliminar con una lima fina las perlas que se pueden haber formado.

- Verificar la boquilla y limpiar la superficie con un trapo seco.

- Asegurarse que las rondanas de presión "estriadas", estén bien mantenidas por las tuercas y que los pasadores estén abiertos y no puedan salir.

- Se deberá aplicar una película fina de aceite ó de grasa sin exceso al mecanismo de mandos.

- Deberá asegurarse que las partes aislantes (aisladores), estén bien limpios. Quitar el polvo sin solventes.

- Se deberá verificar que la palanca de accionamiento se encuentre perfectamente alineada y concordando con su accionamiento exterior.

- En cada ocasión se deberán efectuar tres pruebas de funcionamiento de conexión y desconexión de los desconectores de tierra. Estos desconectores son de operación con carga tripolar, servicio interior y para la Sección Tres se le ha agregado un portafusible, un relevador de sobrecarga y un dispositivo de disparo automático. Su tensión nominal es de 23 KV y pueden operar en 15 KV ó a 23 KV con corriente nominal de 400 Ampéres. Sus partes principales son:

- Contactos superiores.
- Parachispas superior.
- Contactos cilíndricos.
- Tubo de contacto.
- Pistón.
- Palanca aislante móvil.
- Muelle de presión ó resorte motor.

Las actividades a realizar para su mantenimiento son:

- Se deberá inspeccionar el estado que guardan las partes funcionalmente importantes.

- Es necesario verificar si el tubo de contacto da en la parte superior del contacto. En caso contrario se deberá verificar una posible sobrecarga de los polos, debido a las barras colectoras.

- Verificar si el mecanismo de conexión y disparo están en buen estado. La verificación se hará por medio del disparo manual ó a través del sistema "*Fusión-Fusible*".

- Verificar si los accionamientos manuales, barra regulable y manija están bien ajustadas.

- Hacer una verificación visual de los elementos de seguro y muelles.

- Verificar la altura del parachispas superior, la longitud correcta de este parachispas debe ser de 80 milímetros, medida hasta el borde inferior del contacto. Si esta longitud cae a 78 milímetros; es decir, 2 milímetros, es necesario sustituir el parachispas.

- Se debe tener cuidado de no aplicar grasa ó aceite en los contactos de desconexión ó en el tubo de contacto y sólo se deberá aplicar una capa muy fina de talco.

- Si se cambian los contactos principales; es decir, el contacto cilíndrico, se debe verificar que queden perfectamente ajustados y que tengan buen contacto.

- Se deberá verificar que la palanca de accionamiento se encuentra perfectamente alineada, concordando con su accionamiento de disco.

- En cada ocasión se deberán efectuar tres pruebas del funcionamiento de conexión y desconexión de los desconectores y cuchillas de tierra.

### *III.2.- Sección Cuatro.*

Esta Sección contiene en su interior un transformador de distribución, al cual se le debe ejecutar los siguientes trabajos de mantenimiento.

- Limpieza exterior e interior del gabinete.
- Limpieza y desengrase con champú industrial de toda la superficie del transformador (excepto en transformadores del tipo seco).
- Verificación del apriete de conexiones a las boquillas de alta y baja tensión.
- Verificación de fugas de material dieléctrico en las boquillas radiadoras y superficie del transformador.
- Verificación del nivel de aceite y reponer si es necesario.
- Verificación del estado que guarda la arena "*Silicagel*" (si es de color morado, se deberá cambiar y analizar la causa de humedad).
- Comprobar el estado que guarda el termómetro, así como la lectura que indica.
- Efectuar pruebas de aislamiento de Alta contra Baja Tensión, Alta más Baja contra Tierra, y Alta y Baja contra Tierra.

- Séllese cualquier hendidura ó abertura que haya permitido la entrada de humedad a los gabinetes. Elimínese la fuente que produzca cualquier goteo en los gabinetes. Así como cualquier otra fuente de humedad.

- Reemplácense ó séquense cuidadosamente y límpiece cualquier material aislante que se haya humedecido ó que muestra una acumulación de material depositado proveniente de humedecimientos anteriores.

- Si existe acumulación apreciable de polvo ó mugre, límpiece el tablero usando una brocha de pelo, una absorbidora neumática (aspiradora), ó bién usando trapo limpio de pelusa. Evite soplar el polvo sobre los interruptores ú otros equipos, no se usen sopladores ó aire comprimido.

-Inspeccionarse cuidadosamente todas las conexiones eléctricas visibles y terminales en las barras colectoras y Sistemas de Alumbrado.

- Reapriétense tornillos, tuercas, etcétera; si existen indicios de sobrecalentamiento, provocados por conexiones flojas.

- Si las conexiones ó terminales se encuentran muy decoloradas, corroidas, picadas ó muestran evidencia de haber estado sometidas a altas temperaturas, deberán desarmarse las partes sometiéndolas a un proceso de limpieza ó reemplazarlas.

*Precaución:* Cuidese de no remover el recubrimiento electrolítico de las partes de aluminio en conexiones y terminales. Las partes de aluminio dañadas deben reemplazarse.

- Examinense los portafusibles cuidadosamente. Si existen indicios de sobrecalentamiento ó falta de apriete, revicese la presión de los resortes, apriete de las mordazas, etcétera; reemplácense los portafusibles si la presión de sus resortes se compara desfavorablemente con la de otros idénticos, existentes en el tablero.

- Búsqese cualquier rastro de deterioro en el material aislante, así como fusión de los compuestos selladores. Reemplácense tales partes aislantes y ensambles en los que se encuentre fundido el sellador.

- Es necesario asegurarse de que las causas de sobrecalentamiento han sido corregidas.

- Verifíquense todos los mecanismos de operación exterior de los interruptores. Asegúrese de que cada mecanismo operador cierra y abre positiva y completamente los contactos.

- Verifíquese la operación de todos los componentes mecánicos.

- Verifíquense los mecanismos de todos los entrelaces mecánicos y eléctricos, así como los medios provistos para bloquear con candado.

- Revísense todos los dispositivos para localizar partes faltantes ó rotas, tensión apropiado de los resortes, libertad de movimiento, oxidación ó corrosión, mugre y desgaste excesivo.

- Examínense todos los extinguidores de arco accesibles y partes aislantes para localizar grietas ó roturas, así como salpicaduras, depósitos de hollín, aceite ó fallas de aislamiento.

- Límpiense las salpicaduras provocadas por arcos, aceites ó depósitos de hollín, pero reemplácense las partes si una cantidad apreciable de material se ha quemado, enmohecido ó perforado

- Reemplácense las partes aislantes y supresoras de arco rotas ó perforadas.

- Limpie y pulse los contactos de cobre fácilmente accesibles, navajas y mordazas, cuando los resultados de la inspección indiquen la necesidad de hacerlo. Evitando remover metal de las superficies de contacto de plata. Limpie los contactos deslizantes moviendo rebabas proyectantes o material que haya sido movido por efecto de arcos y el cual interfiera con la libertad de movimiento.

- Limpie las superficies de contacto para eliminar óxidos negros. Úsele lija fina de oxidación de aluminio y remuévase la menor cantidad de material posible. Es necesario cuidar que el tablero quede limpio completamente de partículas de metal o de abrasivo.

- Reemplácese las navajas o quijadas cuando por estar quemadas parcialmente, hayan cambiado de forma apreciablemente, o que exista interferencia con los bordes achaflanados, etcétera; para permitir el movimiento libre.

- En donde los contactos muestren sobrecalentamiento, compárese la presión de los resortes y rigidez de las partes con otras idénticas que evidentemente estén en buenas condiciones. Reemplácese los resortes, mordazas, navajas o contactos si estos se han recocido o dañado en alguna otra forma por el calor.

- Lubríquense las partes operadoras de los mecanismos de desconexión, etcétera.

- Úsele grasa o aceite limpios, ligeros, exentos de compuestos metálicos de acuerdo con las instrucciones.

- No se engrasen ni aceiten las partes de los interruptores termomagnéticos.

- Si no existen instructivos para estos dispositivos, los contactos de cobre deslizantes, mecanismo de operación y de bloqueo, pueden ser lubricados con grasa limpia y ligera.

- Limpiece el exceso de lubricación para evitar que ésta se contamine con polvo.

- Opérese cada desconectador ó interruptor para asegurarse de que todos sus mecanismos están libres y en condiciones de trabajo apropiadas.

- Inspecciónese y apriétese en caso necesario todas las conexiones de los cables.

- Verifíquense los fusibles para asegurarse de que tienen la calibración y Capacidad Interruptiva adecuada. Es necesario asegurarse de que los fusibles limitadores, nunca sean reemplazados por fusibles que no sean de estas características. Es necesario observar que los dispositivos de rechazo proporcionados para evitar la instalación de tipos de fusibles equivocados nunca sean eliminados.

- Verifíquese la Resistencia de Aislamiento.

- Si ha ocurrido una falla eléctrica severa.

- Si ha sido necesario sustituir partes ó limpiar las superficies aislantes.

- Si el tablero ha estado expuesto a un alto grado de humedad, condensación ó goteo.

- Revisión de los equipos de medición y selectores de lectura.

## CAPÍTULO IV

### DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO.

#### *IV.1.- Introducción.*

Un Sistema de Potencia Eléctrica debe asegurar que toda carga conectada al mismo, disponga ininterrumpidamente de energía. Cuando dicho suministro se extiende a poblaciones distantes, el Sistema cuenta con varios miles de kilómetros de líneas de distribución. Las líneas de transmisión de alta tensión que conducen energía para grandes cargas, puede extenderse hasta por varios centenares de kilómetros. Debido a que por lo general todas estas líneas son aéreas ó elevadas y están expuestas a la intemperie, la probabilidad de que se interrumpan por causas tales como tormentas, caída de objetos externos, daño a los aisladores, etcétera; es muy grande. Estas pueden ocasionar no sólo daños mecánicos, sino también fallas eléctricas. Una de las principales causas de interrupción del suministro continuo, es la falla en derivación ó cortocircuito, que ocasiona un cambio súbito y a veces violento en la operación del Sistema.

#### *IV.2.- Naturaleza y Causas de las Fallas.*

Una falla es simplemente una condición anormal que ocasiona una reducción de la resistencia del aislamiento básico, ya sea entre los conductores de las fases, entre los conductores de las fases y la tierra ó entre cualquiera de las mallas a tierra que rodeen a los conductores. En realidad, la reducción del aislamiento no se considera como falla, hasta que produce algún efecto en el Sistema, hasta que provoca un exceso de corriente ó la reducción de la impedancia entre los conductores ó entre los conductores y la tierra, a un valor inferior al de la impedancia de carga mínima normal para el circuito.

Es inevitable que en una red tan grande como lo es un Sistema de Potencia constituido por generadores, interruptores, transformadores, circuitos de transmisión y de distribución, no ocurra alguna falla. La probabilidad de que se presente una falla ó una condición anormal en las líneas de energía en mayor simplemente porque, como ya se mencionó su longitud y exposición a la atmósfera, son mayores.

Antes de proceder al estudio de las diversas causas de falla, conviene clasificarlas en función de su origen:

a).- La interrupción puede ocurrir con voltaje normal a causa de; i) el deterioro del aislamiento, y ii) el saño debido ha hechos impredecibles, como el que se posen pájaros sobre las líneas, los cortocircuitos accidentales ocasionados por serpientes, cuerdas de cometas, ramas de árboles, etcétera.

b).- La interrupción puede ocurrir por voltajes anormales, ya que el aislamiento sólo puede soportar el voltaje normal. Esto sucede ya sea; i) por variaciones ocasionadas por los interruptores ó ii) por variaciones causadas por rayos.

La práctica actual consiste en proveer un alto nivel de aislamiento, que va de 3 a 5 veces el valor nominal del voltaje. Sin embargo, la resistencia de dicho aislamiento disminuye con la acumulación de contaminantes sobre una fila de aisladores que; por ejemplo, en las áreas industriales, se origina por el depósito de hollín ó de polvo de cemento, y por la sal que deposita la brisa marina en las áreas costeras. Inicialmente, esta disminución en la resistencia del aislamiento sólo ocasiona pequeñas fugas de corriente, pero a la larga esto acelera el deteriora. Aún cuando la instalación esté encasquillada, como ocurre con los cables blindados ó armados y con los interruptores de coraza metálica, el aislamiento se deteriora conforme va pasando el tiempo. Otra causa de la falla de los aislamientos, es la formación de huecos en el compuesto aislante de los cables subterráneos. Este deterioro se debe a que los cambios de temperatura provocan que dichos cables se dilaten y contraigan de manera irregular.

El aislamiento de las líneas y de los aparatos puede estar sujeto a sobrevoltajes transitorios debidos al funcionamiento de los interruptores. El voltaje que se eleva con rapidez, puede alcanzar un valor máximo de aproximadamente el triple del voltaje entre fase y neutro. En estos casos, se provee inicialmente un nivel de aislamiento más alto. Un Sistema podrá soportar estos continuos sobrevoltajes, si los niveles de aislamiento han sido escogidos correctamente y no han sido alterados por alguna de las causas descritas anteriormente. Sin embargo, por alguna causa el aislamiento se ha debilitado, es de esperarse que ocurra alguna falla en el momento que los interruptores empiecen a funcionar.

### *IV.3.- Consecuencias de las Fallas.*

El fuego es la consecuencia más grave de una falla mayor no eliminada, ya que puede no sólo dañar la parte en que se originó, sino extender al sistema y ocasionar su destrucción total. El tipo de falla más común, y también el más peligroso, es el cortocircuito, el cual puede ocasionar cualquiera de las siguientes fallas:

1.- Gran reducción del voltaje de la línea en una parte importante del sistema. Esto conduce a la interrupción del suministro eléctrico a los consumidores y puede ocasionar fugas en la producción.

2.- Daños a los elementos eléctricos del sistema.

3.- Daños a otros aparatos del Sistema, abierto a sobrecalentamiento y a fuerzas mecánicas anormales.

4.- Perturbaciones en la estabilidad del Sistema Eléctrico, que incluso pueden ocasionar un paro completo del Sistema de Potencia.

5.- Marcada reducción en el voltaje, que a veces puede ser tan grande que hace que fallen los relevadores que tienen bobinas de presión.

6.- Considerable reducción en el voltaje de los alimentadores en buen estado conectados al Sistema que está fallando. Esto puede ocasionar ya sea que los motores absorban cantidades anormales de energía ó que entren en funcionamiento las bobinas de voltaje nulo ó "no voltaje" de los mismos. En este último caso, habrá una pérdida considerable en la producción industrial, ya que el funcionamiento de los motores debe ser reestablecido.

#### *IV.4.- Cualidades Esenciales de la Protección.*

Todo Sistema de Protección que aisle un elemento en condición de falla, debe llenar cuatro requisitos básicos:

- 1.- Confiabilidad.
- 2.- Selectividad.
- 3.- Rapidez de Operación.
- 4.- Discriminación.

*IV.4.1.- Confiabilidad.-* Confiabilidad es un término cualitativo. Cualitativamente, puede expresarse como la probabilidad de falla. La falla puede ocurrir por el Sistema de Protección, sino que también puede deberse a defectos en los disyuntores. Por lo tanto, todo componente y circuito relacionados con la eliminación de una falla deben considerarse como fuentes potenciales de falla. Las fallas pueden reducirse a un pequeño riesgo calculado, mediante diseños inherentemente confiables respaldados por un mantenimiento regular y completo. Al considerar la confiabilidad, no debe omitirse la Calidad del personal, porque las equivocaciones de éste se cuentan entre las causas más frecuentes de falla. Algunas de las características de diseño y manufactura que hacen que los relevadores sean inherentemente confiables son: Altas presiones de contacto, alojamientos ó cajas a prueba de polvo, juntas bien ajustadas y bobinas impregnadas. Las precauciones en la manufactura y en el ensamble reducen la probabilidad de falla.

A los componentes se les debe dar un tratamiento que prevenga su contaminación. Deben evitarse los fundentes ácidos y los aislamientos que produzcan algún ácido. Durante el ensamble también debe evitarse, en lo posible, la manipulación directa de los componentes. Las estadísticas indican que el orden de los elementos en los que es más probable que ocurra una falla es el siguiente: Relevadores, disyuntores, conductores, transformadores de corriente, transformadores de voltaje y baterías.

*IV.4.2.- Selectividad.-* Esta es la propiedad por medio de la cual sólo se aísla el elemento del Sistema que se encuentra en condición de falla, quedando intactas las restantes secciones en buen estado. La selectividad es absoluta si la protección responde sólo a las fallas que ocurren dentro de su propia zona y relativa si se obtiene graduando los ajustes de las protecciones de las diversas zonas que puedan responder a una falla dada. Los Sistemas de Protección que en principio son absolutamente selectivos, se conocen como *sistemas unitarios*. Los en que la selectividad es relativa son los *sistemas no unitarios*.

*IV.4.3.- Rapidez de Operación.-* Se requiere que los dispositivos de protección sean de acción rápida, por las siguientes razones:

1.- No debe rebasarse el tiempo crítico de eliminación.

2.- Los aparatos eléctricos pueden dañarse si se les hace soportar corrientes de falla durante un tiempo prolongado.

3.- Una falla persistente hace bajar el voltaje y ocasiona el arrastre ó lento avance y la consiguiente sobrecarga en las transmisiones industriales.

Mientras más breve sea el tiempo en que persiste una falla, más carga podrá transmitirse entre puntos dados del Sistema de Potencia, sin que haya pérdida sincrónica. Puede verse que las fallas trifásicas tienen un efecto más marcado sobre la capacidad del Sistema para mantenerse en marcha y que, por lo tanto, deben eliminarse con mayor rapidez que una falla simple de tierra.

*IV.4.4.- Discriminación.-* La Protección debe ser lo bastante sensitiva como para operar confiablemente en condiciones mínimas de falla, si esta ocurre dentro de su propia zona y debe permanecer estable bajo carga máxima ó persistentes condiciones de falla. Un relevador debe poder diferenciar una falla de una sobrecarga. En el caso de los transformadores, la llegada violenta de corriente magnetizante puede ser comparable a la corriente de falla, al ser de 5 a 7 veces la corriente a carga total y el relevador no debe operar con tales corrientes. En los Sistemas interconectados, hay oscilaciones de la energía, que también deben ser ignoradas por el relevador. Esta discriminación entre las fallas y las sobrecorrientes, puede ser una característica inherente del relevador, ó bién, puede lograrse conectando dispositivos auxiliares como el relevador de voltaje mínimo. Se debe notar que a veces la palabra discriminación se emplea para incluir la selectividad.

#### *IV.5.- Principio Básico de Operción de el Sistema de Protección.*

En un esquema de protección, cada dispositivo realiza una función específica y responde en forma también específica a cierto tipo de cambio en las magnitudes del circuito. Por ejemplo, un tipo de relevador puede operar cuando la corriente aumenta más allá de cierta cantidad, mientras que otro puede comparar la corriente y el voltaje cuando la relación  $V/I$  sea menor que un valor dado. Al primero se le conoce como *dispositivo de protección de sobrecorriente* y al segundo como *dispositivo de protección de baja impedancia*. De modo semejante, pueden hacerse varias combinaciones de estas cantidades eléctricas según las necesidades de una determinada situación, porque cada tipo y ubicación de la falla, existe alguna diferencia distintiva entre estas cantidades, y existen diversos tipos de equipos de protección disponibles, cada uno de los cuales está diseñado para identificar una diferencia en particular y operar en respuesta a ella.

#### *IV.6.- Consideraciones Económicas.*

Cada día, se tiene más conciencia de que existe un límite económico para la cantidad que puede gastarse en los diferentes tipos de seguros de vida ó para salvaguardar la propiedad. En forma semejante, en un Sistema de suministro de energía existe un límite económico para la cantidad que puede gastarse en la protección del mismo. Por lo general, se trata de un asunto muy complejo, en vista de que la probabilidad de falla es función del componente, de la ubicación, del tiempo, etcétera. Todos estos factores pueden proporcionar diferentes alternativas para el mismo problema y la selección debe hacerse teniendo presente la justificación económica. El costo de la protección está relacionado con el costo de la planta que se desea proteger y aumenta con el costo de ésta. Por lo general, el costo del Sistema de Protección no debe ser mayor de 5% del costo total. Sin embargo, cuando los aparatos que hay que proteger son de suma importancia, como el generador ó la línea principal de transmisión, las consideraciones económicas se subordinan a menudo a la confiabilidad.

#### IV.7.- Terminología Básica.

A continuación se definen algunos de los términos y expresiones importantes que se emplean en el estudio de los relevadores y los disyuntores de protección:

1.- *Relevador de protección.*- Un dispositivo eléctrico diseñado para aislar una parte de una instalación eléctrica, ó para operar una señal de alarma en el caso de una condición anormal ó de falla.

2.- *Unidad ó elemento.*- Una unidad relevadora autocontenida que, junto con una ó más unidades relevadoras, realiza una compleja función de relevación; por ejemplo, una unidad direccional combinada con una unidad de sobrecorriente, dá un relevador direccional de sobrecorriente.

3.- *Cantidad energizadora.*- La cantidad eléctrica, es decir la corriente ó el voltaje, solos ó en combinación con otras cantidades eléctricas, que se requiere para el funcionamiento del relevador.

4.- *Cantidad característica.*- La cantidad para cuya respuesta está diseñado el relevador; por ejemplo, la corriente en un relevador de sobrecorriente; la impedancia en un relevador de impedancia; el ángulo de fase en un relevador direccional, etcétera. Algunos relevadores tienen una respuesta calibrada para una ó más cantidades, y a tales cantidades se les llama *cantidades características*.

5.- *Ajuste.*- El valor real de la cantidad energizadora ó de la característica para la cual está diseñado el relevador al operar en determinadas condiciones.

6.- *Consumo de energía (Carga).*- La energía consumida por los circuitos del relevador cuando la corriente ó el voltaje son los nominales. Se expresa en volampéres para C.A. y en Watts para C.D.

7.- *Restablecimiento*.- Se dice que un relevador se restablece cuando se mueve de la posición de interrupción a la posición de contacto. Al valor de la cantidad característica arriba de la cual ocurre este cambio se le conoce como el valor de *restablecimiento*.

8.- *Disparo ó soltar la carga*.- Se dice que un relevador se dispara ó suelta su carga cuando se mueve de la posición de *contacto* a la posición de *interrupción*. Al valor de la cantidad característica abajo de la cual ocurre este cambio, se le conoce como el valor de *disparo* ó el *soltar la carga*.

9.- *Tiempo de operación*.- El tiempo que transcurre entre el instante de aplicación de una cantidad característica igual al valor de disparo y el instante en el que el relevador opera sus contactos.

10.- *Tiempo de restablecimiento*.- El tiempo que toma el relevador operando para regresar a su posición original, como resultado de un cambio súbito específico de la cantidad característica; este tiempo se mide desde el instante en que ocurre el cambio.

11.- *Tiempo de sobredisparo*.- El tiempo durante el cual se disipa la energía de operación almacenada, después de que la cantidad característica ha sido restaurada súbitamente a partir de un valor específico, hasta el valor que tenía en la posición inicial del relevador.

12.- *Ángulo característico*.- El ángulo de fase al cual se declara el funcionamiento del relevador.

13.- *Características (de un relevador en estado uniforme)*.- El lugar geométrico del restablecimiento cuando se traza en forma de gráfica. En algunos relevadores coinciden las dos curvas y se convierten en el lugar geométrico del par de torsión en equilibrio ó nulo.

14.- *Relevador de refuerzo*.- Relevador que se energiza por los contactos del relevador principal y por medio de sus contactos en paralelo con los del principal, lo releva de su servicio de conducción de corriente. Ordinariamente, los contactos de sellado son de mayor capacidad de corriente que los del relevador principal.

15.- *Relevador de sellado.*- Similar al relevador de refuerzo descrito antes, excepto que conectado para permanecer trabajando hasta que su circuito de bobinas sea interrumpido por un interruptor del disyuntor.

16.- *Relevadores primarios.*- Los que están conectados directamente al circuito protegido.

17.- *Relevadores secundarios.*- Los conectados al circuito protegido mediante transformadores de corriente y de potencial.

18.- *Relevadores auxiliares.*- Los relevadores que operan en respuesta a la apertura ó al cierre de su circuito de operación, para ayudar a otro relevador en la ejecución de su función. El relevador auxiliar puede ser instantáneo ó puede tener un atraso en tiempo y operar dentro de amplios límites de la cantidad característica.

19.- *Relevador de respaldo.*- Un relevador que opera generalmente después de un ligero atraso si el relevador normal no opera para disparar a su disyuntor. El relevador de respaldo actúa como segunda línea de defensa.

20.- *Consistencia.*- La exactitud con la cual el relevador puede repetir sus características eléctricas ó de tiempo.

21.- *Bandera ó marca.*- Un dispositivo que se usa para indicar la operación de un relevador y generalmente es operado por un resorte ó por gravedad.

22.- *Alcance.*- Límite remoto de la zona de protección provista por el relevador, que se emplea principalmente en relación con los relevadores de distancia, para indicar a qué distancia, a lo largo de la línea, se extiende la zona de disparo del relevador.

23.- *Sobrealcance ó subalcance.*- Errores en la medición del relevador que resultan de una operación errónea ó de una falla al operar, respectivamente.

24.- *Bloqueo*.- Condición que impide que se dispare el relevador de protección, ya sea debido a sus propias características ó a un relevador adicional.

#### *IV.8.- Protección Contra Sobrecorriente.*

##### *IV.8.1.- Generalidades.*

- *Aplicación.*- En esta sección se establecen requisitos generales para la protección contra sobrecorriente de circuitos con tensiones nominales de operación hasta de 1 000 Volts. Los dispositivos usados comúnmente para esta protección son los fusibles, los interruptores automáticos y otros dispositivos diseñados para tal fin.

- *Propósito de la protección contra sobrecorriente.*- La protección contra sobrecorriente para conductores y equipos tiene por objetivo interrumpir el circuito cuando la corriente alcance un valor que pueda producir temperaturas excesivas ó peligrosas en los conductores ó el aislamiento de los mismos.

-*Protección de equipos contra sobrecorriente.*- Los equipos deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con las características propias del equipo de que se trate y de acuerdo con los requisitos que, en su caso, se establecen en otras secciones de estas Normas Técnicas.

≃ *Protección de conductores contra sobrecorrientes.*- La capacidad ó ajuste de los dispositivos que protejan conductores contra sobrecorriente debe estar de acuerdo con el valor de la corriente permisible en los mismos conductores. Si la corriente permisible en los conductores no corresponde a un fusible ú otro dispositivo no ajustable, de capacidad normal, puede usarse el fusible ó dispositivo de capacidad inmediata superior, siempre que ésta no exceda del 125% de dicha corriente permisible.

*Excepción 1.-* Conductores para luminarios. Los conductores por medio de los cuales se conectan los luminarios a las salidas de los circuitos derivados pueden considerarse protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado respectivo si la capacidad de corriente de los mismos conductores corresponde a lo siguiente:

Conductor de:

Circuitos de 20 amperes.	Calibre No. 18 AWG ó mayor.
Circuitos de 30 amperes.	Calibre No. 14 AWG ó mayor.
Circuitos de 40 ó 50 amperes.	Calibre No. 12 AWG ó mayor.

*Excepción 2.-* Cordones flexibles para aparatos. Los cordones flexibles para aparatos pueden considerarse protegidos por el dispositivo de sobrecorriente de los circuitos derivados, cuando su capacidad de corriente se ajuste a los valores mínimos siguientes:

Cordón flexible de:

Circuitos de 20 amperes.	Calibre No. 18 AWG ó mayor.
Circuitos de 30 amperes.	10 amperes de capacidad.
Circuitos de 40 ó 50 amperes.	20 amperes de capacidad.

*Excepción 3.-* Circuitos de motores. Los conductores que abastezcan motores y sus dispositivos de control, ó que abastezcan aparatos accionados por motor, deben protegerse contra sobrecorrientes.

*Excepción 4.-* Circuitos de control. Los conductores de circuitos de control remoto, que no sean circuitos de control de motores, pueden considerarse protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente de capacidad ó ajuste que no exceda del 300% de la capacidad de conducción de corriente de dichos conductores.

*Excepción 5.-* Derivaciones de alimentadores. La protección contra sobrecorriente de los conductores de las derivaciones, debe estar de acuerdo con lo referente a lo expuesto en la sección de "Circuitos Alimentadores" en su sección *Derivaciones*.

- *Instalación de fusibles de tapón con rosca.-* No deben usarse fusibles de tapón con rosca en circuitos que tengan una tensión entre conductores mayor de 127 Volts; excepto en el caso en que dichos circuitos están alimentados por un sistema con neutro puesto a tierra y siempre que la tensión de cualquiera de los conductores con respecto a tierra no exceda de 150 Volts. Los fusibles de tapón con rosca deben instalarse en el lado de la carga del circuito.

- *Dispositivos térmicos.-* Para proteger a los conductores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos ó fallas a tierra, no deben usarse relevadores térmicos ú otros dispositivos térmicos que no estén cosntruidos para interrumpir corrientes de cortocircuito. Cuando estos dispositivos se empleen para protección contra sobrecarga en conductores de circuitos derivados para motores, deben usarse de acuerdo a lo establecido en la referente a la sección de "Motores" y en especial a *Relevadores y otros dispositivos de sobrecarga no adecuados para cortocircuito*.

- *Conductores activos.*

a). En cada conductor activo debe conectarse en serie un dispositivo de protección contra sobrecorriente (fusible ó unidad de disparo de sobrecorriente de un interruptor automático).

b). Los interruptores automáticos deben desconectar a todos los conductores activos del circuito.

*Excepción.* Pueden usarse interruptores automáticos monopolares en cada uno de los conductores activos de un circuito bifilar (con dos conductores activos); en cada conductor activo de circuitos monofásicos de 3 hilos; ó en cada conductor activo de circuitos derivados para alumbrado ó aparatos, abastecidos por un sistema trifásico de 4 hilos con neutro puesto a tierra.

- *Conductor puesto a tierra.*- No debe colocarse ningún dispositivo de sobrecorriente en un conductor puesto a tierra permanentemente.

*Excepción 1.*- Cuando el dispositivo de sobrecorriente está diseñado para interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito, incluyendo el conductor puesto a tierra.

*Excepción 2.*- En lugares donde no se tenga seguridad de que la conexión a tierra es efectiva ó donde exista la posibilidad de una inversión de conexiones, la Secretaria de Fomento Industrial puede requerir que, en sistemas con un conductor puesto a tierra, los circuitos derivados bifilares tengan un dispositivo de sobrecorriente en cada conductor.

- *Fusibles e interruptores automáticos en paralelo.*- Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, consistentes en fusibles ó interruptores automáticos, no deben instalarse ó disponerse para que operen en paralelo.

*Excepción.* Pueden usarse fusibles ó interruptores automáticos que hayan sido ensamblados en fábrica para operar en paralelo y estén aprobados para el propósito.

#### *IV.8.2.- Ubicación.*

- *Ubicación en los circuitos.*- Los dispositivos de sobrecorriente deben colocarse en el punto de alimentación de los conductores que protejan, ó lo más cerca que se pueda de dicho punto.

- *Ubicación en los locales.*- Los dispositivos de sobrecalentamiento deben colocarse donde:

- a). Sean fácilmente accesibles.
- b). No estén expuestos a daño mecánico.
- c). No estén en la vecindad de material fácilmente flamable.

#### *IV.8.3.- Cubiertas .*

##### *- Cubiertas para dispositivos de sobrecorriente.*

a). General. Los dispositivos de sobrecorriente deben quedar encerrados en cajas ó gabinetes, a menos que formen parte de un conjunto aprobado especialmente y que ofrezca protección equivalente, ó a menos que estén colocados en tableros situados en lugares exentos de material fácilmente flamable, y de humedad. La palanca de accionamiento de un interruptor automático puede quedar fuera de la cubierta, para su operación.

b). Los locales húmedos ó mojados. Las cajas que alojen dispositivos de sobrecorriente en locales húmedos ó mojados, deben ser de un tipo adecuado para tales locales y deben montarse de modo que quede un espacio libre de 1.5 centímetros; por lo menos, entre las cajas y la pared ú otra superficie sustentadora.

c). Posición vertical. Las cajas ó cubiertas para dispositivos de sobrecorriente deben monatrse en posición vertical, a menos que, en casos específicos, esto sea impracticable.

#### *IV.8.4.- Desconexión y Resguardo.*

- *Medios de desconexión para fusibles.*- Deben proveerse medios de desconexión en el lado de abastecimiento de los fusibles en circuitos de más de 150 Volts a tierra (en caso de fusibles de cartucho, en circuitos de cualquier tensión), si son accesibles a personas no idóneas; de manera que cada circuito individual que contenga fusibles pueda desconectarse, en forma independiente de éstos, de la fuente de abastecimiento. Se exceptúan los casos en que se permite usar un sólo medio de desconexión, para controlar un grupo de circuitos de motores.

- *Partes en que se formen arcos.*- Los fusibles e interruptores automáticos deben localizarse ó resguardarse en forma tal que su operación no ocasione quemaduras ú otros daños a personas, debido a los arcos que se formen en algunas de sus partes.

- *Partes con movimiento repentino.*- Las palancas de interruptores automáticos y partes semejantes que puedan moverse repentinamente, debn colocarse ó resguardarse de manera que no puedan dañar a las personas en su proximidad.

#### *IV.8.5.- Construcción e Identificación.*

##### *- Fusibles de tapón con rosca.*

a). Tensión máxima. Los fusibles de tapón con rosca no deben usarse en circuitos con una tensión mayor de 127 Vots entre conductores.

b). Partes vivas. Los fusibles de tapón con rosca deben construirse en tal forma que puedan colocarse y quitarse del portafusibles sin que se toquen partes vivas de éste.

c). Identificación. Cada fusible debe llevar marcado el valor de su corriente nominal en amperes. Los valores nominales de corriente usuales son: 15, 20 y 30 amperes. Los portafusibles deben ser todos de una capacidad única de 30 amperes.

##### *- Fusibles de cartucho y portafusibles.*

a). Clasificación. Los fusibles de cartucho y sus portafusibles, hasta de 600 Volts nominales.

b). Prevención de uso inadecuado. Los fusibles de cartucho y sus portafusibles, deben construirse de tal modo que sea prácticamente imposible colocar un fusible de una cierta clasificación en un portafusibles de clasificación distinta, tanto por lo que respecta a corriente, como a tensión.

c). Identificación. Cada fusible de cartucho debe tener marcadas las características siguientes: Corriente nominal, tensión nominal, capacidad interruptiva cuando ésta sea mayor de 10 000 amperes, y la marca ó nombre del fabricante.

*- Interruptores automáticos.*

a). Método de operación. En general, los interruptores automáticos deben construirse de manera que puedan cerrarse y abrirse manualmente, aunque su accionamiento normal se efectúe por otros medios, ya sean eléctricos, neumáticos, etcétera.

b). Daño al operador. Los interruptores automáticos deben montarse de modo que se evite; en todo lo posible, que su operación pueda dañar al operador.

c). Indicación de posición. Los interruptores automáticos deben indicar si están en posición de abierto ó cerrado.

d). Dificultad para alterar ajustes. Los interruptores automáticos deben ser de construcción tal que resulte difícil alterar sus ajustes de corriente y de tiempo de disparo.

e). Identificación Cada interruptor automático debe tener marcadas las características siguientes: Corriente nominal, tensión nominal, capacidad interruptiva cuando ésta sea mayor a 5 000 amperes, y la marca ó nombre del fabricante. La indicación de corriente nominal en amperes en un interruptor automático debe quedar visible aún después de su instalación.

## CONCLUSIONES

Para el Proyecto, Cálculo y Ejecución de una Instalación Eléctrica, de Alumbrado y Fuerza independientemente del tipo y acabado de la misma debe tenerse en cuenta:

Las canalizaciones que encierran conductores eléctricos para conectar lámparas y contactos monofásicos, deben ser totalmente independientes de las canalizaciones que encierran conductores eléctricos para conectar motores (Sistema de Fuerza).

Por lo anterior, es evidente que hay necesidad de disponer de dos planos como mínimo; uno para el proyecto de alumbrado y contactos; y otro para el proyecto de fuerza.

La localización de motores, se hace por medio de pequeños círculos con un número dentro para su completa identificación, toda vez que por separado, en lugar visible y en forma ordenada con los números colocados en forma progresiva, se expresa claramente a qué motor ó máquina corresponden.

Así como en el plano de alumbrado y contactos se indica un cuadro de cargas, marcando el número total de circuitos derivados empleados; el tipo y capacidad de las lámparas por conectar; tipo y capacidad de los contactos, etcétera; en el plano correspondiente al proyecto de fuerza es obligado indicar un cuadro denominado: Cuadro de Fuerza y Protecciones.

Para dar el presupuesto de una Instalación Eléctrica en el Sistema de Transporte Colectivo (S.T.C.); por razones obvias se omiten algunos datos, sin embargo, puede tomarse como referencia lo siguiente para ser cobrado: El tendido de las líneas de alimentación, la colocación y conexión de interruptores, los centros de carga, tableros, motores, etcétera; además, debe tomarse en cuenta el grado de dificultad en el trabajo, lo cual puede ser consecuencia de la construcción del local ó bien del medio ambiente.

También se requiere no ahogar tuberías en pisos de baños y cocinas, y en general en lugares con humedad permanente, ni colocarlos cerca de fuentes de calor, a no ser que se trate de una construcción especial y se tenga el material y equipo ideal para tal fin. Procurar no hacer curvas en demasía; las que no puedan evitarse, deben ser hechas con el radio de curvatura correcto para no "chupar" los tubos, disminuyéndoles con ello su área interior.

En los extremos de los tubos cortados, es necesario quitarles con sumo cuidado la rebaba, para que al introducir los conductores eléctricos no se les dañe el aislamiento.

Cuando la longitud de las tuberías sea considerable, deben localizarse registros a corta distancia, para no someter a los conductores eléctricos a grandes esfuerzos de tensión mecánica, al introducirlos y desplazarlos dentro de ellas.

Para cuando se tienen salidas especiales de antena de televisión ó de frecuencia modulada, es imprescindible dejar tubería independiente para cada caso, y procurar que ésta tenga el mínimo de cruzamientos con las tuberías que alojan los conductores eléctricos del servicio general, para evitar interferencias que provocan generalmente imprecisión de imagen en la televisión y ruidos molestos en la frecuencia modulada, el diámetro de tubería para una salida especial de antena de televisión y frecuencia modulada es de 13 milímetros con una bayoneta (curva) en la parte que da al exterior (azotea), evitando así la entrada de agua en dicha tubería que rematará en una caja de conexión de 10 X 5 X 3.5 centímetros, llamada comúnmente "*chalupa*".

En los casos en que se cuenta con porteros eléctricos, también debe dejarse una tubería independiente, cuyo diámetro estará de acuerdo con el número de teléfonos de portero eléctrico conectados.

Cabe hacer notar, que tanto en las tuberías para salidas especiales de antena, así como en las tuberías para porteros eléctricos, no es necesario indicar el número de conductores alojados, pero sí es recomendable que tengan las tuberías el diámetro suficiente para alambrar libremente, dar fácil mantenimiento en un momento dado ó poder aumentar el número de abonados.

## BIBLIOGRAFÍA

“ PROTECCIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA E INTERRUPTORES ”.

Ravindranath y Chander. Edit. LIMUSA.

“ INSTALACIONES ELÉCTRICAS PRÁCTICAS ”.

Diego Becerril. Edit. I.P.N.

“ SISTEMAS DE ILUMINACIÓN. PROYECTOS DE ALUMBRADO ”.

José Ramírez Vázquez. Edit. CEAC.

“ TRATADO DE ELECTRICIDAD. VOL. I y II ”.  
CORRIENTE DIRECTA Y CORRIENTE ALTERNA.

Chester L. Dawes.

“ MANUAL DE SUB-ESTACIONES EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (S.T.C.). ”

## ÍNDICE

JUSTIFICACIÓN .....	I
OBJETIVO GENERAL .....	II
OBJETIVOS PARTICULARES .....	II
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I.- ALIMENTACIÓN A SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA .....

8

I.1.- Introducción .....	8
I.1.1.- Sub-Estaciones de 15 KV en Línea .....	10
I.1.2.- Sub-Estaciones de 23 KV en Línea .....	12
I.1.3.- Sub-Estaciones de 15 y 23 KV en Talleres y Edificios de Apoyo .....	14
I.2.- Elementos Constitutivos de una Sub-Estación para Alumbrado y Fuerza Tipo Sistema de Transporte Colectivo (S.T.C.) .....	15
I.2.1.- Gabinete ó Sección Uno .....	16
I.2.2.- Gabinete ó Sección Dos .....	17
I.2.3.- Gabinete ó Sección Tres (Protección al Transformador) .....	18
I.2.4.- Gabinete ó Sección Cuatro (Transformadores) .....	19
I.2.5.- Gabinete ó Sección Cinco (Interruptor General de "Baja Tensión") .....	19

1.3.- Sub-Estaciones de Alumbrado y Fuerza Francesa Tipo "Norma Block" .....	20
1.3.1.- Constitución de los Gabinetes de que Disponen Estas Sub-Estaciones .....	23
1.3.2.- Función que Desempeñan las Secciones que Constituyen a las Sub-Estaciones Francesas Tipo "Norma Block" .....	32
1.4.- Maniobra de Libranza .....	34

<b><u>CAPÍTULO II.- ARREGLOS EN SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA</u></b> .....	40
II.1.- Sub-Estaciones P.C.C. I .....	40
II.1.1.- Sub-Estación Lado "A" .....	40
II.1.1.1.- Maniobras de Libranza .....	42
II.1.2.- Sub-Estación Lado "B" .....	43
II.1.2.1.- Maniobras de Libranza .....	45
II.2.- Sub-Estaciones P.C.C. II .....	46
II.2.1.- Sub-Estación Lado "A" .....	46
II.2.1.1.- Maniobras de Libranza .....	48
II.2.2.- Sub-Estaciones Lado "B" .....	49
II.2.2.1.- Maniobras de Libranza .....	51
II.3.- Sub-Estación Plataforma de Pruebas "Zaragoza" ...	52
II.3.1.- Esta Sub-Estación .....	52
II.3.2.- Maniobras de Libranza .....	55
II.4.- Sub-Estación "Talleres Zaragoza" .....	56
II.4.1.- Esta Sub-Estación .....	56
II.4.2.- Maniobras de Libranza .....	57
II.5.- Sub-Estación Ampliación Talleres "Zaragoza" .....	59
II.5.1.- Esta Sub-Estación .....	59
II.5.2.- Maniobras de Libranza .....	60
II.6.- Sub-Estación del INCADE .....	61
II.6.1.- Esta Sub-Estación .....	61
II.6.2.- Maniobras de Libranza .....	62
II.7.- Sub-Estación "Talleres Taxqueña" .....	63
II.7.1.- Sub-Estación Talleres "Taxqueña" Via 1 ..	63
II.7.1.1.- Maniobras de Libranza .....	65
II.7.2.- Sub-Estación Talleres "Taxqueña" Via 2 ..	67
II.7.2.1.- Maniobras de Libranza .....	69
II.8.- Sub-Estaciones "Talleres Ticomán" .....	70
II.8.1.- Sub-Estaciones de Revisión Menor .....	71
II.8.1.1.- Maniobras de Libranza de las Sub-Estaciones de Revisión Menor de Talleres "Ticomán" Via 1 .....	73

II.8.1.2.- Maniobras de Normalización .....	74
II.8.1.3.- Maniobras de Libranza de las Sub-Estaciones de "Revisión Menor" de Talleres "Ticomán" Vía 2 .....	76
II.8.1.4.- Maniobras de Normalización .....	78
II.8.2.- Sub-Estación de Revisión Mayor .....	80
II.8.2.1.- Maniobras de Libranza de la Sub-Estación "Revisión Mayor" de "Talleres Ticomán" Vía 1 .....	81
II.8.2.2.- Maniobras de Normalización .....	82
II.8.2.3.- Maniobras de Libranza de la Sub-Estación "Revisión Mayor" de Talleres "Ticomán" Vía 2 .....	83
II.8.2.4.- Maniobras de Normalización .....	84
II.8.3.- Sub-Estación Plataforma de Pruebas de "Ticomán" .....	85
II.8.3.1.- Maniobras de Libranza .....	87
II.8.3.2.- Maniobras de Normalización .....	88
II.9.- Sub-Estación Talleres "El Rosario" .....	89
II.9.1.- Maniobras de Libranza .....	91

<b><u>CAPÍTULO III.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO A</u></b>	
<b><u>SUB-ESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA</u></b> .....	92
<b>III.1.- Pasos Generales</b> .....	92
<b>III.1.1.- Cuchilla Seccionadora Marca C.G.E.E.</b> <b>ALSTHOM Tipo SL-400 (Ubicada en</b> <b>Sección Uno Francesa-320)</b> .....	94
<b>III.1.2.- Desconectador Marca C.G.E.E. ALSTHOM</b> <b>Tipo RTG6S-400 (Ubicado en la Sección</b> <b>Dos Francesa)</b> .....	105
<b>III.1.3.- Desconectador Marca C.G.E.E. ALSTHOM</b> <b>Tipo SIT6S-63 (Ubicado en la Sección tres</b> <b>Francesa Tipo 322)</b> .....	122
<b>III.1.4.- Desconectador Marca C.G.E.E. ALSTHOM</b> <b>Tipo RAD-N6S (Ubicado en la Sección</b> <b>Tres Francesa de las Sub-Estaciones de</b> <b>1 260 KVA, Tipo 342)</b> .....	125
<b>III.1.5.- Desconectador “Marca Driwisa”</b> .....	130
<b>III.1.6.- Desconectador “Marca Energomex”, Tipo</b> <b>“RA6” y “RAF6”</b> .....	133
<b>III.2.- Sección Cuatro</b> .....	137

<b><u>CAPÍTULO IV.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO</u></b> .....	142
IV.1.- Introducción .....	142
IV.2.- Naturaleza y Causa de Fallas .....	143
IV.3.- Consecuencias de las Fallas .....	145
IV.4.- Cualidades Esenciales de la Protección .....	146
IV.4.1.- Confiabilidad .....	147
IV.4.2.- Selectividad .....	148
IV.4.3.- Rapidez de Operación .....	149
IV.4.4.- Discriminación .....	150
IV.5.- Principio Básico de Operación de el Sistema de Protección .....	151
IV.6.- Consideraciones Económicas .....	152
IV.7.- Terminología Básica .....	153
IV.8.- Protección Contra Sobrecorriente .....	157
IV.8.1.- Generalidades .....	157
IV.8.2.- Ubicación .....	161
IV.8.3.- Cubiertas .....	162
IV.8.4.- Desconexión y Resguardo .....	163
IV.8.5.- Construcción e Identificación .....	164
<b>CONCLUSIONES</b> .....	166
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	168
<b>ÍNDICE</b> .....	169