



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

***FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES***

***ARAGON***

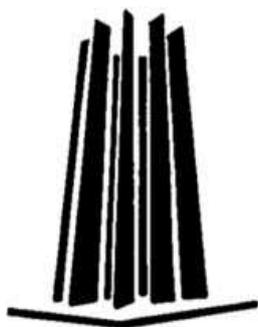
**PROTECCION EN LINEAS AEREAS DE  
DISTRIBUCIÓN DE 23KV. (EQUIPO DE  
SECCIONAMIENTO AUTOMATICO)**

**ALIMENTADOR TYA – 28**

**TESIS PARA OBTENER TITULO DE INGENIERO MECANICO ELECTRICO  
AREA ELECTRICA ELECTRONICA**

**PRESENTA: JOSE LUIS BARRON BORREGO**

**ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS**



**SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MEXICO**

**2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **“INDICE”**

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>PAG.</b> <b>1</b>
--------------------------	-------------------------

### **CAPITULO 1**

<b>“SISTEMAS DE PROTECCION EN LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION”.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 SISTEMA ELECTRICO DE DISTRIBUCION.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 SOBRECORRIENTES, CORTOCIRCUITO Y SOBRETENCIONES EN SISTEMA DE DISTRIBUCION AEREO.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 FUSIBLES EN LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS FUSIBLES.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.2 SELECCIÓN DEL FUSIBLE.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.3 FUSIBLES DE EXPULSIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.4 FUSIBLE DE LISTON TIPO K.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4 INTERRUPTORES.....</b>	<b>22</b>
<b>1.4.1 INTERRUPTOR DE APERTURA CON CARGA.....</b>	<b>22</b>
<b>1.4.2 INTERRUPTOR LLENO DE ACEITE.....</b>	<b>23</b>
<b>1.4.3 RESTAURADORES.....</b>	<b>25</b>
<b>1.4.4 SECCIONADORES.....</b>	<b>29</b>

### **CAPITULO 2**

<b>“FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE SECCIONAMIENTO AUTOMATICO”.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 FALLAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.1 FALLAS DE NATURALEZA TRANSITORIA.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.2 FALLAS DE NATURALEZA PERMANENTE.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.3 ESTADISTICA DE ÉXITO RESTABLECIMIENTO DE UNA FALLA.....</b>	<b>34</b>
<b>2.2 RESTAURADOR AUTOMATICO.....</b>	<b>37</b>
<b>2.2.1 ELEMENTOS DE UN RESTAURADOR.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3 SECCIONALIZADOR AUTOMATICO.....</b>	<b>60</b>
<b>2.4 LOGICA DE OPERACIÓN DE UNA FALLA TEMPORAL.....</b>	<b>63</b>

2.4.1 LOGICA DE PERDIDA DE VOLTAJE Y ALTA CORRIENTE CON CONTROL DE TIEMPO DE VOLTAJE V-T.....	68
2.5 CARACTERISTICAS DEL SECCIONALIZADOR CON RECIERRE.....	70
2.6 CARACTERISTICAS DEL MICROPROCESADOR.....	71

### **CAPITULO 3**

<b>“DIFERENTES TIPOS DE SECCIONADORES Y RESTAURADORES AUTOMATICOS EXISTENTES EN LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION”.....</b>	<b>73</b>
3.1 DIFERENTES TIPOS DE SECCIONADORES.....	73
3.1.1 SECCIONALIZADOR GVR 27.....	73
3.1.2 SECCIONALIZADOR DAS-27.....	78
3.1.3 INTERRUPTOR DE DISTRIBUCION SECCIONALIZADOR JOSLYN.....	85
3.2 RESTAURADORES.....	91
3.2.1 RESTAURADOR L.A. 23.560 GVR 27.....	91
3.2.2 RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 COOPER NOVA 27.....	97
3.2.3 RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 ABB.....	102
3.2.4 RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 IV COOPER F-4C.....	108

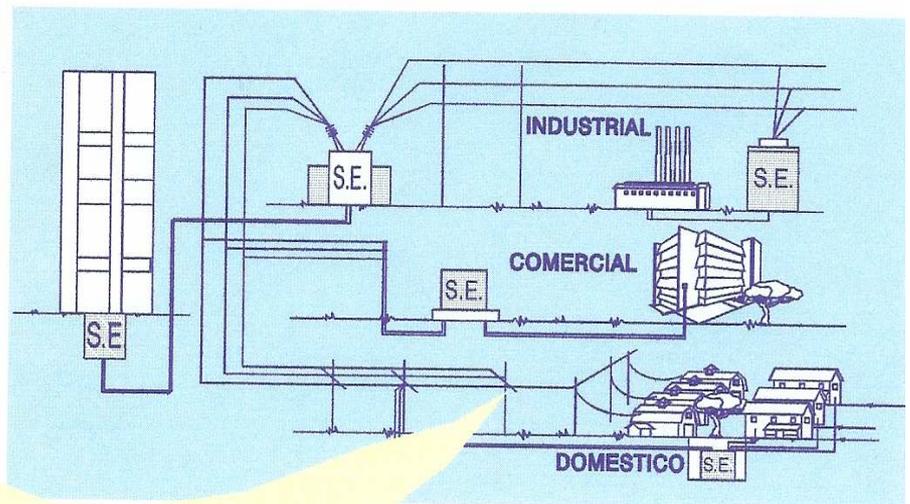
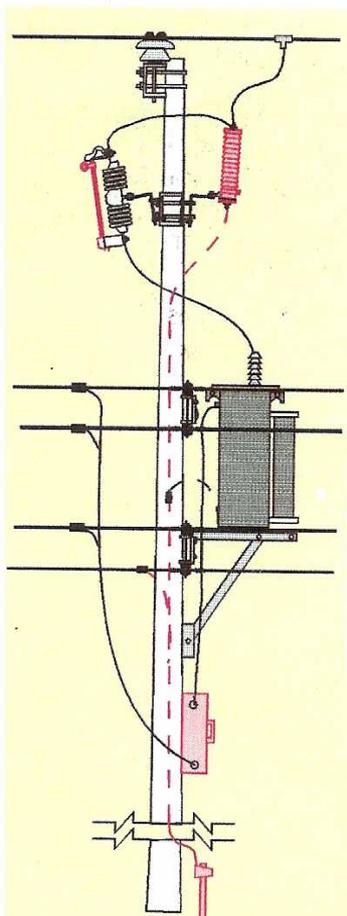
### **CAPITULO 4**

<b>“APLICACIÓN DE LA COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES EN EL ALIMENTADOR TYA – 28”.....</b>	<b>114</b>
4.1 CARACTERISTICAS ACTUALES DEL ALIMENTADOR TYA-28.....	114
4.2 PROPUESTAS DE MEJORAS DE SECCIONAMIENTO.....	120
4.3 ESTRATEGIAS DE RECONFIGURACION.....	122
4.4 PROGRAMA DE TRABAJO RENDIMIENTO ECONOMICO.....	126
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>127</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>130</b>

## **“INTRODUCCIÓN”**

Los sistemas eléctricos de distribución, son el medio que permite que la energía eléctrica sea entregada a los centros de consumo una vez que ésta ha sido generada en las centrales o plantas eléctricas.

Un sistema de distribución esta conformado por diversos tipos de instalaciones, desde las líneas de subtransmisión, subestaciones de distribución, hasta las líneas y redes de distribución primarias y secundarias. Cada una de estas instalaciones dispone a su vez de diferentes equipos o dispositivos, cuyas funciones son muy amplias.



Los dispositivos de protección tienen la finalidad de mantener tanto la seguridad de los equipos e instalaciones, como de las personas que se encuentran en su entorno, garantizando la continuidad y confiabilidad en el suministro de la energía eléctrica.

Un sistema de protección se establece bajo la premisa de la existencia de fallas o disturbios originados por agentes internos o externos al sistema, y su objetivo no es evitar tales fenómenos, si no minimizar sus efectos sobre el sistema.

Desde los primeros tiempos que empieza el suministro de la Energía Eléctrica, todo alimentador aéreo de distribución está expuesto a fallas ocasionadas por fenómenos climatológicos, zonas arboladas, vandalismo, sismos, contaminación y algunos otros daños causados por terceros. Cuando se origina dicha falla era muy difícil y sobre todo requería de mucho tiempo localizarla, por lo cual se protegía por medio de fusibles y posteriormente se incremento con el sistema de Seccionamiento como son: corta circuitos, relevadores instalados en la S. E. interruptores, cuchillas y seccionadores de operación mecánica. Aunque se redujo considerablemente el tiempo de localización de la falla, pero todavía no era el necesario para un mejor suministro de la energía eléctrica y además de que son operados manualmente por personal operativo encargados de la distribución de la energía eléctrica, y por problemas de mantenimiento, técnico o mala operación siempre está latente la posibilidad de un accidente. Esto justifica la utilización de dispositivos de Seccionamiento automático, para limitar el efecto de una falla permanente, a una mínima porción del alimentador. Estos dispositivos son **Seccionalizadores y Restauradores de operación automática**, ambos equipados con dispositivos de censado equivalentes a los transformadores de instrumento (TC's y TP's), y en el caso de los restauradores con un medio con capacidad interruptiva suficiente para aislar fallas por corto circuito, mismo que con la debida coordinación (magnitud de corriente-tiempo) con el equipo de protección de respaldo (interruptor), permite mejorar las condiciones de continuidad de servicio en el alimentador donde esté instalado.

El restaurador es un dispositivo diseñado para interrumpir corrientes de falla que tiene la característica de discriminar las fallas de tipo permanente de las instantáneas a través de aperturas y recierres sucesivos en forma automática, bajo una secuencia predeterminada, sin que participe el interruptor del alimentador localizado en la subestación, como dispositivo de respaldo.

La ubicación geográfica del restaurador obedece a consideraciones de tipo operativo, debido a que comúnmente es usado en troncales, aplicado como elemento de respaldo a seccionalizadores ubicados en ramales, que se encuentran de su lado carga.

La adecuada selección y coordinación de los dispositivos de protección, es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema de protección y por consecuencia para la operación confiable del sistema de distribución.

El presente documento es de utilidad para el Ingeniero, personal técnico y operativo relacionado con la planeación, proyecto, operación y mantenimiento de las diferentes instalaciones de distribución; tiene la finalidad de proporcionar los elementos fundamentales de información, como apoyo en la manera y metodología para realizar los estudios de coordinación y selección de ajustes de protecciones.

Las directrices presentadas, aunadas a la experiencia general y al conocimiento particular de cada instalación, deben incidir en la obtención de soluciones adecuadas para cada caso.

El procedimiento se ha elaborado aprovechando la experiencia del personal técnico y operativo, así como la diversa información que posee Luz y Fuerza del Centro y Comisión Federal, en sus Divisiones de Distribución.

## **CAPITULO 1**

### **“SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCIÓN”**

#### **1.1 SISTEMA ELECTRICO DE DISTRIBUCION.**

Los sistemas eléctricos de potencia están constituidos básicamente por tres grandes grupos.

A) Sistemas de Generación

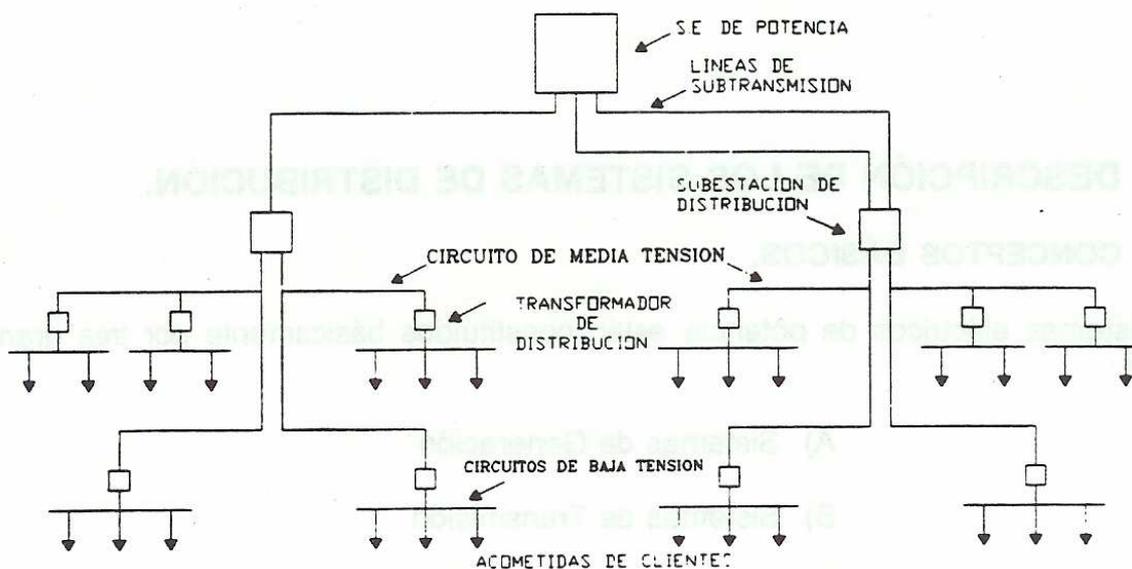
B) Sistemas de Transmisión

C) Sistemas de Distribución

Los sistemas de Distribución a diferencia de los sistemas de Generación y transmisión, interactúan en forma directa con la mayoría de los usuarios de energía eléctrica, los cuales esperan un servicio que satisfaga sus necesidades en todos los aspectos. El sistema de distribución como eslabón principal del suministro de energía eléctrica, tiene como función principal transportar la energía eléctrica de las subestaciones de potencia o en algunos casos fuentes de generación a los lugares de utilización, este suministro de energía eléctrica debe darse bajo parámetros de calidad bien definidos, como son tensión, frecuencia, forma de onda, secuencia de fases y continuidad. Los sistemas eléctricos de distribución en nuestro país comprenden principalmente seis partes:

- a) Líneas de subtransmisión
- b) Subestaciones de distribución
- c) Circuitos de media tensión 23 kv
- d) Transformadores de distribución
- e) Circuitos de baja tensión 120 y 420 volts
- f) Acometidas

## SISTEMA DE DISTRIBUCION



Un sistema de distribución debe estar diseñado para llevar energía eléctrica a los puntos donde se requiera sin interrupciones ni restricciones a un costo razonable.

La protección es la característica de diseño de un sistema que determina mayormente su confiabilidad, tiene como función proteger al personal y a las propiedades próximas a la instalación aislando y minimizando los daños en el equipo fallado, reduciendo en extensión y duración los efectos, así como evitando la interrupción de todo el sistema e indicando con precisión la localización de la falla. Para realizar lo anterior los dispositivos utilizados en la protección, requieren como características técnicas: sensibilidad, selectividad, rapidez o velocidad, eficacia y confiabilidad.

Con el incremento de las cargas, de las tensiones y de los valores de cortocircuito en los alimentadores de distribución, la protección por sobrecorriente se ha vuelto más importante que en el pasado.

La "amenaza" más grande del suministro de la energía eléctrica en cualquier instalación la constituye la falla de cortocircuito, dado a que su incidencia implica un cambio violento en la operación del sistema, debido a que la energía que previamente se estuviese entregando a la carga, se va ahora hacia falla. Esta liberación incontrolada de energía puede ser destructiva, causando daños importantes no solo en el lugar de origen de la falla, sino también a otros puntos del sistema por los que circule energía hacia la misma.

Para evitar interrupciones innecesarias, que es uno de los puntos más importantes en la distribución de la energía eléctrica es necesario aislar la falla con los equipos desconectores (Protectores), que estén cercanos a ella; esto limitará el daño en el punto de falla y de igual modo impedirá que la misma y sus efectos se propaguen al resto del sistema, siendo precisamente el equipo de protección quién tendrá la decisión de iniciar la apertura del equipo desconector secundario.

Es necesaria la habilidad de los equipos de protección para minimizar el daño cuando ocurren fallas y también para disminuir el tiempo de interrupción esto es demandado no solo por razones económicas, sino por que también los consumidores en general esperan un servicio mas confiable.

## ***1.2 SOBRECORRIENTES, CORTOCIRCUITO Y SOBRETENCIONES EN SISTEMA DE DISTRIBUCION AEREO***

En un circuito eléctrico se llama sobrecorriente o sobrecarga a toda corriente que tiene un valor mayor al diseñado como normal o nominal.

Dado que estamos hablando las fallas que se presentan, es necesario hacer una pequeña reflexión sobre ellas.

Una falla consiste en una conexión intencionada de dos o más conductores que originalmente operan con una tensión diferente en valor o ángulo. Esta conexión puede ocurrir por contacto físico entre elementos metálicos o por medio de un arco. Cuando ocurre por contacto físico entre elementos metálicos, la tensión se reduce a cero en el punto del contacto, mientras que por la existencia de un arco a un valor muy bajo. .

Las corrientes de cortocircuito suelen ser muy superiores a las admisibles por los conductores, debido a consideraciones de capacidad térmica. Las elevadas temperaturas que resultan pueden causar daños en los conductores, recociendo el metal y carbonizando el aislamiento.

Las fallas pueden clasificarse en permanentes e instantáneas:

Las fallas permanentes son: aquellas en que una avería en el aislamiento o en la estructura causa daños, que hacen imposible la operación de los equipos y que obligan a efectuar su reparación en tiempo mayor, estas son las que se presentan en los sistemas subterráneos, debido al envejecimiento en el aislamiento por sobrecargas y cortocircuitos, la pérdida del aislamiento debido a: la humedad, arborescencias, reducción por roedores, mano de obra deficiente, material defectuoso y fallas de equipo.

Mientras que en el sistema aéreo este tipo de fallas son de menor ocurrencia no por ello debemos discriminarlas, dado que sus causas más comunes son: el contacto sólido entre conductores o uno varios conductores a tierra, es decir; cortocircuito trifásico, bifásico y monofásico; vandalismo, sobrecargas permanentes, fraudes, conexiones erróneas, etc.

Las fallas instantáneas son aquellas que pueden ser eliminadas desenergizando el equipo durante un corto periodo de tiempo. Los cortacircuitos en las líneas aéreas son frecuentes en esta naturaleza.

Vientos muy fuertes pueden ocasionar el balanceo y con ello el contacto momentáneo

entre conductores. Durante el tiempo corto del contacto, puede formarse un arco que permanece mientras la línea esta energizada.

Pero si la línea se desenergiza rápidamente por la acción de dispositivos automáticos extinguiéndose el arco, los daños físicos pueden no ser de consideración, siendo posible restablecer nuevamente el servicio.

Por otra parte se debe hacer una diferencia entre una falla y una sobrecarga. La sobrecarga significa que al sistema se le ha impuesto una carga superior a la de diseño. En estas condiciones la tensión en el punto de sobrecarga, podría ser pequeña pero no cero.

Esta condición de subtensión puede extenderse hacia el resto del sistema, a alguna distancia más allá del punto de sobrecarga. Las intensidades en el equipo sobrecargado pueden ser altas, excediendo los límites del diseño térmico.

El diseño moderno de los sistemas eléctricos emplea recursos en diversos grados, como los dictados por la economía de cualquier situación particular. Notorios avances continúan haciéndose para lograr mayor seguridad, pero también se toma cada vez más confianza en la potencia eléctrica. Por lo tanto, aún cuando se disminuye la probabilidad de falla en vano; al menos no se justifica económicamente tratar de impedir todas las fallas. Es mucho más provechoso, entonces dejar que ocurran algunas y prever para reducir sus efectos.

Como ya se mencionó anteriormente el tipo de falla eléctrica que origina los máximos efectos es el cortocircuito, pero hay otras que pueden evitarse considerando condiciones de funcionamiento que permitan prevenir la falla eléctrica como son:

- Previsión de aislamiento adecuado.
- Coordinación de la resistencia de aislamiento con las capacidades de los apartarrayos.
- Uso de hilos de guarda y baja resistencia del sistema de tierra de la instalación.

- Resistencia mecánica de diseño apropiado para reducir las probabilidades de fallas Originadas por: animales, polvo, granizo, vandalismo, etc.
  
- Funcionamiento y prácticas de mantenimiento apropiado.

Algunas de las características de diseño y funcionamiento para reducir los efectos de las fallas de sobrecorriente son:

- 1- Diseño para limitar la magnitud de la corriente de cortocircuito.
  - a- Evitar concentraciones muy grandes de capacidad de generación.
  - b- Utilizar impedancias limitadoras de corriente.
  
- 2- Diseño para soportar los esfuerzos mecánicos y los calentamientos debidos a corrientes de cortocircuito.
  
- 3- Dispositivos de baja tensión con acción retardada en interruptores para evitar la caída de las cargas durante la disminución de tensiones momentáneas.

Las características para desconexión rápida de los elementos defectuosos son:

- 1- Protección coordinada por relevadores.
- 2- Interruptores con suficiente capacidad interruptiva.
- 3- Fusibles.

Las características que reducen la pérdida del elemento defectuoso.

- 1- Circuitos alternados.
- 2- Capacidad de reserva de generadores y transformadores.
- 3- Recierre automático.

Las características que funcionan en todo el periodo, desde la iniciación de la falla hasta que se elimina ésta, para mantener la tensión y la estabilidad.

- 1- Regulación automática de la tensión.
- 2- Características de estabilidad de los generadores.

Medios para observar la eficacia de las características anteriores.

- 1- Oscilógrafos automáticos.
- 2- Observación humana eficiente y registro de datos.

Inspección frecuente a medida que cambia el sistema o mediciones que se hacen para estar seguros de que las características anteriores son aún adecuadas.

De este modo, la protección es una de las diversas características del diseño de un sistema relacionado con la disminución del daño al equipo y con las interrupciones al servicio cuando ocurren las fallas eléctricas. Cuando decimos que un equipo de protección actúa; entendemos que junto con otro equipo ayudan a disminuir el daño y a mejorar el servicio.

Es evidente que todas las características de disminución dependen entre si, para lograr reducir con éxito los efectos de la falla. Dentro de los límites económicos un sistema eléctrico de potencia debe diseñarse de tal manera que pueda estar adecuadamente protegido.

Los diferentes equipos de protección usados contra las sobrecorrientes son:

Fusible, Interruptores termo magnéticos, restauradores, seccionadores y disyuntores.

### **1.3 FUSIBLES EN LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION**

A fines del siglo XIX, cuando se originó la industria eléctrica no se conocía ningún medio de protección contra las sobrecorrientes, originadas por las sobrecargas y los cortocircuitos, las cuales al presentarse provocaban que el aislamiento de los cables se quemara y el metal de éstos se fundiera y como consecuencia que la instalación eléctrica fallara, sin poder detectar fácilmente cual era o donde se encontraba el punto fundido o el circuito abierto.

En 1880 Tomás Alva Edison eliminó este proceso de localización tan laborioso en ese entonces, fijando un estrechamiento de la sección del cable en un punto determinado; esto permitía poder encontrar el lugar donde ocurría la fusión del cable, determinado por la falla. Así se dio origen al conductor de seguridad conocido actualmente como fusible.

Es por ello que a fines del siglo pasado se empezaron a utilizar los primeros fusibles, para protección de los circuitos eléctricos los cuales consistían en un pedazo de alambre de cobre que se soldaba o remachaba a dos terminales, para poder intercalarlo a un circuito determinado.

El alambre de cobre que se utilizaba como elemento sensible a la corriente debía tener una sección transversal menor que la del conductor en donde se intercalaba. El resultado era que se generaba una cantidad excesiva de calor, antes de lograr la fusión del alambre (el cobre se funde a 1080 °C), dañándose el aislamiento de los conductores y los equipos vecinos. En vista de estos problemas se empezaron a utilizar alambres hechos de aleaciones de plomo y estaño, los cuales generaban calor excesivo durante las sobrecargas. Otra característica de estos fusibles fue que se les encerró en tubos de vidrio, cerámica o fibra vulcanizada.

Sin embargo, debido al bajo punto de fusión de dichas aleaciones (temperatura máxima de fusión a los 236 °C) se tenían que utilizar conductores cuya sección transversal era bastante mayor que la de los fabricados con alambre; por lo tanto, durante su operación por fallas de cortocircuitos se provocaban explosiones violentas.

Como no estaban normalizadas las dimensiones de los fusibles, la sección transversal de estos alambres aumentaba cuando la longitud del fusible crecía con el consecuente incremento de la magnitud de la explosión en las fallas de cortocircuito.

Debido a que ni los alambres de cobre ni los de plomo o alguna de sus aleaciones con estaño ofrecían una protección adecuada, se buscó un metal cuyo punto de fusión estuviese dentro del cobre y el plomo. El metal seleccionado fue el zinc, cuyo punto de fusión alcanza a los 400 °C. Con el uso de este metal se encontró que además no se favorece al arqueo.

Una mejoría adicional consistió en encerrar a los elementos sensibles a la corriente (denominados actualmente eslabones fusibles) en tubos de cerámica o fibra vulcanizada junto con un metal inerte cuya misión principal es ahogar el arco y así reducir la magnitud de la explosión provocada en las fallas de cortocircuito.

Finalmente la tecnología en este dispositivo fue orientada a obtener un producto de operación cada vez más rápida y confiable o de precisión.

En la actualidad existen una gran variedad de diseños de fusibles, algunos para aplicaciones específicas; o con doble propósito y finalmente los de rango completo.

El fusible es un dispositivo con un elemento conductor cuya característica principal, consiste en interrumpir el paso de la corriente del circuito donde está intercalado, cuando ésta excede algún valor límite de diseño que provoca su autodestrucción. Aísla e identifica la zona de falla y limita sus efectos.

### **1.3.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS FUSIBLES.**

- a- El fusible tiene un valor de corriente nominal, la que puede conducir en forma continúa sin producirle cambios irreversibles.
- b- El fusible tiene un valor de corriente mínima de fusión, definida como la causante de la operación (interrupción) en un tiempo especificado de una a cuatro horas normalmente.
- c- La relación de la corriente mínima de fusión a la corriente nominal se llama factor de fusión.
- d- El fusible tiene una característica inversa tiempo corriente, en corrientes arriba de su nivel mínimo de fusión, ejemplo: el tiempo de libramiento disminuye cuando la corriente aumenta.
- e- El fusible tiene una corriente máxima de interrupción arriba de la cual no opera satisfactoriamente.
- f- La mayoría de los fusibles no son capaces de operar satisfactoriamente en todas las corrientes, entre los niveles de mínima fusión y máxima de rompimiento. Aquellos diseñados para que así lo hagan, se les denominan de rango completo.
- g- Algunos fusibles causan limitación de corriente en condiciones de cortocircuito, esto es cuando se produce un voltaje significativo en el arqueo interno, se reduce a un nivel mínimo la corriente.
- h- En altos niveles de corriente asociados al cortocircuito la operación de fusión ocurre rápidamente, normalmente en menos de un ciclo; la forma de la onda de corriente bajo esas condiciones varia dependiendo de: la fuente de voltaje, los parámetros del circuito:  $(X/R)$  y el instante del ciclo de tensión en el cual ocurre la falla.
- i- A la energía disipada o necesaria para causar la operación se le designa como energía de fusión ( $I^2t$ ) y es constante.

j- Para asegurar la operación satisfactoria y la discriminación, la corriente mínima de fusión o su característica tiempo-corriente debe estar abajo y hacia la izquierda de la característica de daño del equipo protegido y su energía de fusión ( $I^2t$ ) debe ser menor.

k- La curva característica tiempo-corriente se obtiene a una temperatura ambiente de 15 o a 25 °C., por lo cual el uso de fusibles en ambientes de mayor temperatura provoca una operación anticipada.

l- Los fabricantes proporcionan los valores máximos instantáneos de corriente (interruptiva), los que permiten conocer la magnitud de las fuerzas mecánicas generadas durante los cortocircuitos, para establecer límites aceptables de diseño.

m- La velocidad de operación del fusible está en proporción directa a la frecuencia. Al aumentar la frecuencia se acelera la operación pues se acorta el ciclo. En aplicaciones de corriente directa el rango de tensión debe ser reducido significativamente sobre todo al proteger circuitos muy inductivos.

n- Para asegurar una discriminación en una coordinación, la diferencia entre las energías de fusión ( $I^2t$ ) debe ser del 40%, cuando la corriente circulante es cercana a la nominal en periodos considerables, se debe aumentar la capacidad del fusible en un 25%.

ñ- Se puede establecer un buen rango de protección utilizando fusibles en serie de propósitos diferentes.

El fusible es un dispositivo monofásico, aunque cada vez es más común en mediana tensión diseñarlos con un percutor, para que al operarse accionen el fusible trifásicamente.

Después de cada operación se necesita reemplazar la unidad fusible. Actualmente existen diseños de ruptofusibles con fusible tipo expulsión, que después de un tiempo programado reponen la unidad automáticamente. También existen fusibles limitadores de

operaciones múltiples o autorregenerables. El fusible por diseño debe de operar por sobrecorriente y por corriente de cortocircuito, debiendo de evitarse que ocurra por falso contacto o exposición a altas temperaturas.

### **1.3.2 SELECCIÓN DEL FUSIBLE.**

a- La tensión nominal de operación del sistema a la cual debe corresponder la designada al fusible, pudiendo utilizarse éste en tensiones menores.

b- La corriente nominal del sistema o aquella que se pueda presentar en forma instantánea o transitoria (arranque, inrush o magnetización, etc.) y pueda afectar al fusible.

c- La corriente de cortocircuito en el punto de la instalación debe ser inferior a la interruptiva del fusible, para evitar fallas destructivas.

d- La curva de daño o energía del fusible ( $I^2t$ ) debe ser menor de la del equipo a proteger, para lograr una buena coordinación.

e- Seleccionar el fusible según las condiciones ambientales, verificando una sujeción mecánica correcta y evitar el uso de capacidades inferiores para "pruebas".

En el caso de la operación de un fusible como respuesta a una falla en un sistema en delta, lo recomendable es sustituir las tres unidades y utilizar las unidades no operadas, únicamente después de verificar que los valores de sus resistencias están dentro de los márgenes normalizados. (Este es el caso de la mediana tensión del sistema de distribución aéreo y subterráneo).

### **1.3.3 FUSIBLES DE EXPULSIÓN.**

Son diseñados para instalarse en subestaciones, líneas de distribución y subtransmisión, en donde los requerimientos de capacidad interruptiva son altos.

Existen portafusibles que pueden reutilizarse después que se fundió el elemento fusible en este caso se dice que únicamente lo que se reemplaza es el elemento de relleno que contiene el fusible y hay portafusibles que una vez operados tienen que ser reemplazados completamente.

Básicamente los fusibles de potencia por su construcción son del tipo expulsión y de ácido bórico.

El fusible de potencia del tipo expulsión fue el primero que se diseñó habiendo evolucionado debido a la necesidad de contar con un fusible de mejores características utilizándose entonces el ácido bórico y otros materiales sólidos que presentan las características siguientes:

- Para iguales dimensiones de la cámara de interrupción de los portafusibles el ácido bórico puede interrumpir circuitos con una tensión nominal más alta.
- Un valor mayor de corriente, cubre un rango total de interrupción desde la corriente mínima de fusión hasta la corriente de interrupción máxima de diseño.
- Obliga a que se forme un arco de menor energía.
- Reduce la emisión de gases y flama.

El gas liberado por el ácido bórico no es combustible y es altamente desionizante, esto reduce grandemente la flama del arco, como resultado de esto hay una trayectoria más limpia de los gases previniendo el re-encendido del arco eléctrico y con esto reduciendo las distancias requeridas para interrumpir la corriente.

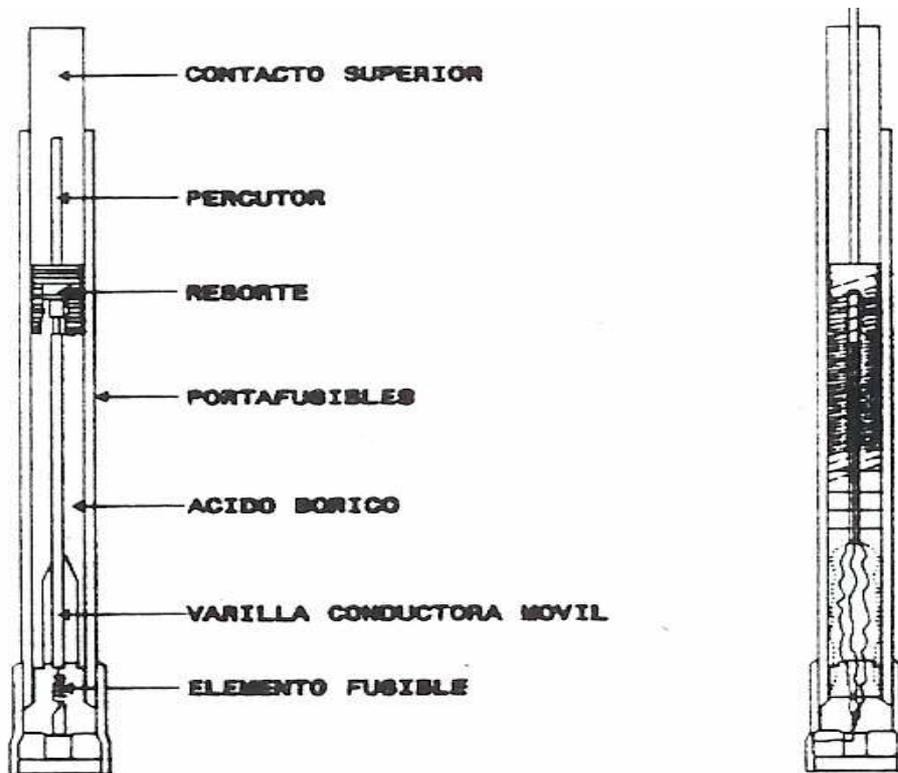
La principal característica por la que se usa el ácido bórico, es que al exponerse al calor del arco libera un vapor que produce una sobre presión en la cámara de expansión y eleva la rigidez dieléctrica en el canal establecido por el arco y condensando se rápidamente en pequeñas gotas, las cuales tienen una acción refrigerante.

Este tipo de fusible contiene al elemento censor dentro de un estuche o tubo en donde en lugar de liberar el arco, para quemar el extremo superior del elemento y alargar el arco, se usa un resorte para guiar los extremos cortados del elemento fusible separándolos rápidamente. Cuando fluye una sobrecorriente a través del fusible, el eslabón fusible se funde y libera el resorte, permitiendo guiar el arco a través de un tubo alineado con material sólido, el calor generado transforma los materiales vecinos en gases desionizantes de gran turbulencia en su alrededor, los cuales lo enfrían rápidamente y lo extinguen. Los gases liberados pueden ser ventilados hacia la atmósfera en aplicación en intemperie o absorberse con un amortiguador en instalaciones en interiores.

En la situación anterior el elemento de arqueo al final de su viaje puede liberar un seguro, permitiendo al fusible caer a una posición de abierto, produciendo el aislamiento del circuito.

El material sólido de los fusibles de expulsión modernos debe de usar dos barras de arqueo. Una barra auxiliar atrae al arco en el caso de fallas de bajo nivel y lo guía a través de un barrenado relativamente estrecho en el material que extingue el arco. Un arco de cortocircuito, sin embargo; permanece sobre la barra principal de arqueo. Variaciones de diseño como la señalada permiten al fusible de expulsión de material sólido ser diseñado con un amplio rango de características.

## PARTES CONSTITUTIVAS DEL FUSIBLE DE EXPUSION



Sin embargo, los fusibles de expulsión debido a la naturaleza mecánica de su operación, no pueden actuar como limitadores de corriente y generalmente les toma al menos un ciclo su funcionamiento. Algunos de estos fusibles pueden ser reutilizados nuevamente si son seleccionados apropiadamente y reparados, como es el caso de la empresa Luz y Fuerza; siguiendo el procedimiento señalado en el instructivo correspondiente para fusibles de expulsión 23 SC-SMD o SMU 20.

**RANGOS DE INTERRUPCION PARA FUSIBLES DE POTENCIA DEL TIPO DE  
EXPULSION**

TENSIÓN NOMINAL KV	CORRIENTE PERMANENTE MÁXIMA AMPERES	MÁXIMA CAPACIDAD INTERRUPTIVA TRIFASICA SIMÉTRICA MVA
7,2	100, 200, 300 Y 400	162
14,4	100, 200, 300 Y 400	406
23	100, 200, 300 Y 400	785
34,5	100, 200, 300 Y 400	1174
46	100, 200, 300 Y 400	1988
69	100, 200, 300 Y 400	2350
115	100 Y 200	3110
138	100 Y 200	2980
161	100 Y 200	3480

**1.3.4 FUSIBLE DE LISTON TIPO K**

Dentro de este tipo de fusibles existen otros de menor capacidad interruptiva y por ello de diseño más simple denominados como: fusibles de listón o eslabón universal y son aquellos que están contenidos dentro de un tubo o canilla.

Los fusibles de listón se fabrican para capacidades interruptivas normalmente hasta 8 KVA simétricos y los hay con cabeza de botón fija o removible, además en tres velocidades de operación:

T-lento.

S-normal.

K-rápido.

En varias familias de corriente nominal siendo:

Preferente 6, 10, 15, 25, 40, 65, 100, 140 Y 200 A

No preferente 8, 12, 20, 30, 50 Y 80 A

Pequeños 1, 2, 3 Y 5 A

Los fusibles tipo listón o de eslabón universal, de velocidad K, en rango de 3 a 100 amperes, Norma 2.0135 colocados en cortacircuitos fusibles D 6110, Norma 2.0158 y D 23 112, Norma 2.059 se usan en los esquemas de protección de los transformadores y capacitares del sistema de distribución aéreo de 6 kv Y en forma limitada en: el de 23 kv, como se mencionó antes excepto cuando la capacidad requerida es mayor a los 100 amperes.

Una política conservadora fijó la utilización del fusible de expulsión en estuche o encapsulado del tipo 23 SC-SMD o SMU 20, pero la situación económica ha obligado a usar un fusible más barato, por tal motivo se determinaron los valores del cortocircuito de los alimentadores y sobre los planos topográficos se definieron las zonas en las que es posible instalar fusibles de menor capacidad interruptiva, es decir tipo listón; aunque no se debe olvidar que la situación dinámica del sistema de transmisión y de distribución puede alterar la limitación de dichas zonas al cambiar los valores de los cortocircuitos.

La selección de los fusibles tipo k y de expulsión se hace tomando en cuenta las características eléctricas requeridas para la operación se deben considerar los siguientes parámetros.

1. Tensión nominal.- El valor de tensión de operación normal deberá ser igual o menor a la tensión de diseño del fusible y el fusible no deberá operar a una tensión mayor al voltaje máximo de diseño.

2. Corriente continua.- es el valor eficaz (RMS) de la corriente que puede circular por el fusible en régimen estacionario y en forma continua en el que se deberán considerar:

a). La corriente normal de la carga máxima que se puede presentar, la cual deberá circular por el fusible sin que éste sufra ningún daño en sus características, todos los fusibles pueden llevar continuamente la corriente continua de diseño con una temperatura ambiente que no exceda los 40 °C.

b). La corriente transitoria de Inrush de los transformadores, que es la corriente de magnetización del núcleo de los transformadores. es de corta duración (aproximadamente 0.1 seg.) y dependiendo de la capacidad del transformador tiene un valor de 8 a 12 veces la corriente nominal, esto en la coordinación de protecciones es conocido como punto 8inrush., y este punto no debe rebasar a la . curva tiempo-corriente de operación del fusible.

C). Sobrecargas normales repetitivas como arranque de motores.

3. Capacidad interruptiva. - El rango de interrupción relaciona el valor máximo de la corriente eficaz (RMS) simétrica que circula durante la primera mitad del ciclo después de iniciada la falla, este rango puede expresarse en las formas siguientes.

a). La corriente máxima RMS simétrica.

b). La corriente máxima RMS asimétrica.

c). El equivalente en kilovolt-amperes trifásicos simétricos.

La corriente máxima RMS simétrica es la más ampliamente utilizada por que es la que proporcionan los estudios de cortocircuito, la corriente máxima asimétrica representa la máxima corriente que el fusible puede interrumpir y es 1.6 veces la corriente máxima simétrica para fusibles, los kilovolt-amperes trifásicos o MV A de capacidad interruptiva se usan básicamente como referencia de comparación con las capacidades interruptivas de interruptores.

## **1.4 INTERRUPTORES**

El interruptor es todo dispositivo que al operarse corta o interrumpe la corriente eléctrica su diseño ha variado particularmente por la forma de romper el arco eléctrico y el medio donde lo realiza.

Un interruptor “desconectador convencional” de operación manual es aquel que separa sus contactos móviles tipo cuchilla o navaja en aire a una velocidad baja relativamente y no es capaz de romper cualquier corriente de tamaño significativo. Si una corriente de uno o dos amperes fluye cuando los contactos son separados, un arco aparece entre ellos y la corriente continúa fluyendo a través del arco, generando temperaturas muy altas. Si no existe nada para apagar el arco, son destruidos muy rápidamente los contactos del interruptor y posiblemente el mismo completo incluyendo la estructura donde está montado.

Este diseño conocido también como cuchillas desconectoras generalmente se utiliza solo en maniobras de operación sin carga.

La corriente eléctrica puede fluir a través del aire en la forma de un arco cuando el aire es ionizado y calentado, en ese estado su resistencia es muy baja. Para extinguir el arco se debe enfriar abajo de la temperatura de ionización, el mejor momento para hacer esto es cuando la corriente es o pasa por el valor cero. Si el arco puede ser enfriado rápidamente lo suficiente, para prevenir su reencendido cuando el voltaje se eleva en la dirección inversa. Este es un medio efectivo para detener la corriente y es el principio de diseño de la mayoría de los interruptores de corriente.

### **1.4.1 INTERRUPTOR DE APERTURA CON CARGA.**

La forma más simple del interruptor de apertura con carga es la de un desconectador modificado, diseñado para apartar rápida y automáticamente los contactos para minimizar los daños. Una unión relativamente tosca capaz de romper unos pocos amperes es conocida

como látigo de calesa, mismo que consiste de una barra larga y flexible que lleva la corriente mientras son abiertos los contactos del interruptor y chicotéa lejos de los contactos estacionarios, después que los contactos principales están separados suficientemente. Otro tipo de contactos auxiliares llevan la corriente mientras los contactos están abiertos y finalmente rompen el arco dentro de una cámara anular. El material sólido en la cámara libera gases desionizantes que ayudan a extinguir el arco.

De los interruptores con fusibles (ruptofusibles) encerrados en un gabinete metálico con un mecanismo de operación de interrupción con energía almacenada y contactos de interrupción encerrados en canales o cámaras de arqueo o compresores de arco puede esperarse que rompan la corriente de carga plena en cerca de cuatro ciclos. Este equipo puede operar automáticamente para transferir fuentes, por ello tienen algunas de las características de un cortacircuitos, excepto que no interrumpe una corriente de falla y no recierra automáticamente. La característica de recierre de un interruptor es vital cuando es usado en circuitos aéreos donde las fallas son a menudo auto eliminadas o cuando son utilizados esquemas complejos de relevadores.

Para sistemas de cables en dictó, sin embargo; donde las fallas generalmente son de naturaleza permanente, los ruptofustbles o interruptores con fusibles pueden ser adecuados. Los interruptores de apertura con carga pueden ser usados en una amplia variedad de esquemas de primario y secundario selectivo para mantener la continuidad del servicio. La coordinación de interruptores de operación con carga puede ser usada para transferir de un preferente a una fuente alterna dentro de diez ciclos. No abren con una corriente de falla (la cual debe manejarse con fusibles), sin embargo deben ser capaces de cerrar contra falla y aún permanecer operables.

#### ***1.4.2 INTERRUPTOR LLENO DE ACEITE.***

El aire no es un medio ideal en el cual se pueda romper el arco debido a su resistencia dieléctrica relativamente baja a la presión atmosférica. Es posible una mejor capacidad para interruptor corriente si los contactos son separados con aceite. El aceite tiene desde luego

una mayor resistencia dieléctrica que el aire, lo cual significa que un arco eléctrico es más fácil de extinguir y es menos probable su reencendido.

Se tiene un beneficio adicional debido a que el calor generado por el arco realiza una descomposición del aceite, liberando gas de hidrógeno; el cual es un mejor medio que el aire para enfriar el arco. Los interruptores llenos o en gran volumen de aceite fueron invariablemente usados en exteriores, normalmente en altas tensiones de 69 a 345 kv. .

La capacidad de interrupción Utilizando como medio el aceite se incrementó bastante con el diseño de una cámara. disminuyendo la peligrosidad y el mantenimiento de éste equipo.

Las configuraciones convencionales encierran los contactos en una cámara angosta o rejilla con puertas de salida a un lado. Durante las interrupciones de corriente normal. el arco es sacado y rápidamente apagado por provisiones frescas de aceite fluyendo dentro de la rejilla. Durante las interrupciones de grandes fallas la temperatura del arco libera hidrógeno del aceite, lo cual incrementa la presión en la cámara angosta y por lo tanto la resistencia dieléctrica de la trayectoria del arco. Al mismo tiempo el soplo de hidrógeno escapando de la cámara, enfría el arco forzándolo contra los divisores de arco entre las puertas de salida.

Los divisores de arco actúan como la cámara de arqueo en un interruptor de aire, alargándolo y ayudando a extinguirlo.

### **Finalmente resumiendo lo siguiente:**

El interruptor en aire presenta las ventajas siguientes: gran robustez mecánica, mejor comportamiento en cualquier tipo de interrupción requiere poco mantenimiento, no hay riesgo de incendio y es fácil la inspección de sus contactos; como desventaja su costo tamaño y peso están relacionados a su capacidad.

Existen tres condiciones de trabajo que afectan el comportamiento de los interruptores, siendo: la interrupción de circuitos con pequeñas corrientes inductivas; como es el caso de transformadores en vacío, interrupción con corrientes capacitivas; como sucede en las líneas de alta tensión en vacío y finalmente la interrupción de cortocircuitos con oposición de fases.

Cuando se interrumpe un arco de intensidad débil, este tiene una característica correspondiente a la de una resistencia negativa, actuando en forma inversa a la de un amortiguamiento.

Cuando la corriente disminuye, dicho efecto se manifiesta en forma más acentuada hasta el momento en que la corriente del arco cae a cero y se interrumpe antes de que se anule la corriente que aún circula por la inductancia del circuito. Esta interrupción anticipada es importante por el hecho de que el circuito se abre en el momento en que circula todavía una corriente por la inductancia del circuito, teniendo esta el valor instantáneo. Como la energía magnética no desaparece inmediatamente, hay un fenómeno de capacitancia produciéndose una elevación de tensión; al afectarse la rigidez dieléctrica del espacio entre los contactos fijos y móviles, esta energía provoca oscilaciones elevándose la tensión entre estos produciéndose un reencendido del arco que se extingue inmediatamente, pudiendo repetirse varias veces.

Es muy importante reducir al mínimo la duración de los cortocircuitos que se producen en los sistemas, para amortiguar al mínimo la magnitud de los daños que pueden causarse y por otra parte, mientras mas rápida sea la desconexión, menor será la influencia de la perturbación en la red, es primordial que el tiempo que transcurre entre la iniciación del cortocircuito hasta la total extinción del arco sea el menor posible, o sea que es importantísima la velocidad de los relevadores y la velocidad de apertura del interruptor.

### **1.4.3 RSTAUADORES**

El restaurador o reconectador es un interruptor automático es decir con automatismo o inteligencia local, cuyo objetivo es eliminar virtualmente los cortes prolongados en los

sistemas de distribución aérea, debido a fallas transitorias o condiciones de sobrecargas, pues está totalmente comprobado que en instalaciones de este tipo el 95% de las fallas son del tipo mencionado, ocasionadas por:

- Conductores barridos por el viento que se tocan.
- Descargas de rayos sobre un aislador.
- Pájaros, reptiles o animales pequeños que contactan entre una línea energizada y una superficie conectada a tierra.
- Ramas de árboles que tocan o son barridas a través de las líneas energizadas.
- Objetos extraños sobre las líneas, como papalotes, zapatos, etc.

Cuando un restaurador detecta por primera vez una falla., la corta rápidamente en apenas 3 a 4 centésimos de segundo. Este despeje rápido minimiza las probabilidades de daño de la instalación. Luego recierra en . 1 a 1 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> segundos, lo que significa una interrupción mínima de los servicios.

Después de 1, 2 o posiblemente 3 de estas operaciones rápidas, el restaurador cambia a una operación de disparo lento, que le permite más tiempo para despejar fallas persistentes, siendo esta característica conocida como "tiempo dual de disparo" de poder combinar operaciones rápidas con lentas importantísima., pues permite una coordinación eficaz con el resto de dispositivos de los esquemas de protección de los sistemas de distribución eléctrica.

Otra característica de "inteligencia" es la reposición automática., es decir si el restaurador es ajustado para quedar abierto después de su 4a. operación de apertura, pero la falla es despejada después de la 1a., 2a ó 3a. operación, este se restaura automáticamente a su posición original y es capaz de llevar a cabo otra secuencia completa de 4 operaciones. Pero, si el restaurador es sometido a una falla permanente y pasa por una secuencia completa hasta quedar abierto; posteriormente debe cerrarse manualmente. Siendo esta una indicación confiable de que se tiene una falla permanente en la instalación.

En resumen la secuencia repetitiva de apertura-recierre con bloqueo final realiza dos funciones importantes que son:

1. El restaurador. "prueba" repetidamente la línea para determinar cuando la condición de falla ha desaparecido.
2. El restaurador puede discriminar entre fallas temporales y permanentes. Normalmente después de tres "pruebas", si persiste la falla., puede asumirse que es permanente y por lo tanto el equipo queda abierto.

Este dispositivo se empezó a usar en 1930, en aplicaciones monofásicas y trifásicas, originalmente fueron interruptores en aceite, donde el mismo cubría los tres aspectos siguientes: interrupción de corriente, aislamiento de las piezas con respecto a la tierra y funciones de recuento y temporización del mecanismo. Pero actualmente la tendencia es a utilizar como medio de interrupción el vacío.

La detección de las fallas es realizada por bobinas en serie colocadas dentro del tanque del restaurador, mismas que lo abren también. El cierre de los contactos se realiza mecánicamente por resortes con un mecanismo cargado por las bobinas mencionadas. Los equipos grandes obtienen su energía de cierre de los transformadores de potencial, que utilizan el potencial de la línea del lado fuente o bien son operados con motores alimentados por una fuente externa.

Los sistemas de control de los restauradores han evolucionado también, los primeros fueron hidráulicos y la mayoría de los actuales son electrónicos.

Para ciertos usos el control hidráulico no es suficientemente exacto ni rápido, para permitir el despeje de las corrientes de falla con prontitud.

Una ventaja significativa de los restauradores controlados electrónicamente, es la facilidad para cambiar las características de operación o para adaptarse a los cambios de las condiciones del sistema, lo anterior debido a la separación física entre el control y el restaurador, mismo que permite:

- Operación del control a distancia o remoto.
- Mejor acceso para el mantenimiento.
- Diagnóstico rápido de las dificultades en el servicio. Facilidad para ensayos.

Los restauradores son interruptores cuyo diseño primordialmente fue para aplicarse en los sistemas aéreos de distribución radial, actualmente aquellos controlados electrónicamente y operados en forma remota se usan en aplicaciones especializadas como circuitos en anillo o para transferencias de carga.

Después de determinar la ubicación física preliminar, se deben considerar los factores siguientes:

- El voltaje entre fases no debe exceder el de diseño del restaurador.
- La capacidad de la corriente nominal, debe ser igual o mayor a la corriente máxima de la fuente de alimentación del punto donde se instale.
- La capacidad interruptiva debe ser igual o mayor que la corriente de falla máxima disponible del punto de ubicación.
- La corriente de corte mínima seleccionada, debe permitir que el restaurador sienta la corriente de falla en toda la zona de protección deseada.
- Las curvas de tiempo - corriente y las secuencias de operación seleccionadas deben permitir la coordinación con otros dispositivos de protección en ambos lados del restaurador.
- Debe considerarse un crecimiento probable del sistema.
- Al seleccionar un valor mínimo de corte, para protección contra fallas a tierra; dicho valor no debe ser lo suficientemente bajo, como para que las operaciones de corte sean provocadas por un desbalanceo normal de carga entre fases.

#### **1.4.4 SECCIONADORES**

El seccionador automático de línea es un dispositivo diseñado, para ser utilizado junto al restaurador. Originalmente fue un interruptor en aceite monofásico o trifásico muy parecido al restaurador exteriormente. La diferencia básica consiste en que no interrumpe la corriente de falla.

Normalmente se ubica en serie y a una distancia remota del restaurador en el lado de la carga.

Cuenta cada vez que el restaurador interrumpe una falla de corriente y después de una cantidad predeterminada de dichas interrupciones: 1, 2, ó 3, abre sus contactos; siempre sobre un circuito desenergizado. No hay interconexión eléctrica o mecánica entre restaurador y seccionalizador. De esta manera, una sección de la línea en falla permanente puede aislarse sin provocar la apertura permanente del restaurador de respaldo.

Aunque el seccionalizador no interrumpe la corriente de falla, si puede interrumpir la corriente de carga normal y por lo tanto ser usado como interruptor, para seccionalizar una carga de la línea en forma manual, lo anterior debido a que no tiene normalmente capacidad de ruptura suficiente para la corriente de falla ni curvas características de operación. El seccionador queda abierto después de la cantidad seleccionada de recuentos, por lo que después debe ser cerrado manualmente.

Actualmente el medio de interrupción es en aceite o en vacío, la calibración de la bobina de operación se realiza para el 160% de exceso sobre la corriente nominal, mientras en el restaurador corresponde al 200%.

El control es también hidráulico o electrónico, en los primeros el tiempo de reposición por recuento es de 1 minuto aproximadamente. El seccionador queda abierto después de la

cantidad seleccionada de recuentos, siendo necesario cerrarlo como ya se dijo manualmente.

Frecuentemente los seccionadores son usados en combinación con los restauradores automáticos para proporcionar puntos de seccionamiento automático a bajo costo.

Finalmente podemos concluir que la aplicación de estos equipos en las instalaciones aéreas, proporcionan una mayor continuidad en el servicio, menores gastos de operación y reducción en las pérdidas de utilidades.

## **CAPITULO 2**

### ***“FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE SECCIONAMIENTO AUTOMATICO”.***

#### ***2.1 FALLAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION***

Para el estudio de su lógica a si como del funcionamiento de los equipos de seccionamiento automático en las líneas aéreas de distribución es fundamental conocer las fallas que intervienen en el sistema.

Como ya se menciona en el sistema de distribución y en especial el aéreo, está expuesto a un sin número de circunstancias que provocan fallas dentro del mismo, como son naturales: fenómenos climatológicos, árboles, descargas eléctricas, aire, contaminación, sismos, etc. Y también existen los provocados por terceros: vandalismo, coalición ó choques en los postes, descuidos en construcciones, trabajos mal elaborados, aves, etc. Provocando fallas transitorias y en algunos de los casos fallas permanentes, causando la interrupción del servicio.

##### ***2.1.1 FALLAS DE NATURALEZA TRANSITORIA***

Son aquellas donde la pérdida de aislamiento de los elementos del sistema sometidos a tensión eléctrica, es momentánea, es decir, que se trata de aislamientos del tipo "recuperable". Algunos tipos de fallas transitorias incluyen contactos momentáneos con ramas de árboles, flameo por contaminación o arqueo del aislamiento por descargas atmosféricas, mezclándose en este último caso las ondas de la sobretensión de forma no sostenida con la corriente de frecuencia nominal.

Dado el corto tiempo de presencia de este fenómeno, incluso en algunas ocasiones los dispositivos de protección contra sobrecorriente no llegan a operar dependiendo de la capacidad de auto-recuperación del aislamiento, por lo que podría establecerse una "auto-liberación" de la falla sin la acción de una protección.

Otros tipos de fallas, de las cuales resultan corrientes de frecuencia nominal pueden ser de naturaleza transitoria si la tensión del elemento fallado es interrumpida rápidamente por la acción de un dispositivo de protección y luego restablecida después de que el aislamiento ha recuperado su capacidad dieléctrica. Tales fallas pueden resultar de descargas atmosféricas con flameo de aislamiento, contacto de aves o animales, movimiento de conductores cercanos, etc.

### **2.1.2 FALLAS DE NATURALEZA PERMANENTE**

Son aquellas donde la pérdida de aislamiento del elemento fallado es permanente, al tratarse tanto de aislamientos del tipo "no recuperable", como de aislamientos recuperables en donde su capacidad dieléctrica es drásticamente reducida. Las fallas permanentes son aquellas que requieren reparación, mantenimiento o reposición del equipo antes de que la tensión eléctrica pueda ser restablecida en el punto de falla.

Su ocurrencia generalmente origina una pérdida irreversible del aislamiento cuando éste es del tipo "no recuperable". Si se trata de aislamientos del tipo "recuperable", tales como el aire, la pérdida del aislamiento es debida a contacto de elementos conductores, ya sea entre ellos o a tierra, provocados normalmente como consecuencia de fallas mecánicas o estructurales.

Tanto estadísticas de operación como numerosos estudios, indican que las fallas en un sistema aéreo de distribución tienen el siguiente comportamiento:

Entre un 80-95% del total de fallas son de naturaleza transitoria, correspondiendo complementariamente entre el 20-5% a fallas permanentes. De las fallas transitorias entre un 90-95% son liberadas en el primer intento de restablecimiento de la tensión eléctrica; entre un

4-6% son liberadas posteriormente al segundo intento de restablecimiento; entre un 2-3% desaparecen después del tercer intento y entre 0-1 % son despejadas después de un cuarto intento o en posteriores intentos de restablecimiento. A este respecto cabe señalar que en CFE desde 1989 se ha efectuado un seguimiento estadístico a una muestra promedio de 150 circuitos de distribución de 30 subestaciones en tres divisiones, teniéndose hasta la fecha un total de 12,797 fallas con un patrón de comportamiento como el que se indica a continuación:

FALLAS PERMANENTES: 10%

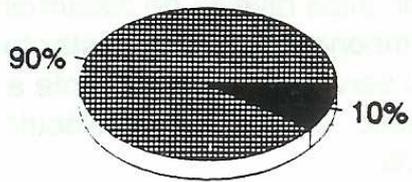
FALLAS TRANSITORIAS: 90%

FALLAS TRANSITORIAS LIBERADAS DESPUÉS DEL 1ER. INTENTO DE RESTABLECIMIENTO: 90%

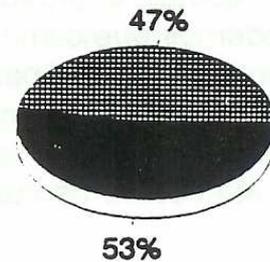
FALLAS TRANSITORIAS LIBERADAS DESPUÉS DEL 2do. INTENTO DE RESTABLECIMIENTO: 6%

FALLAS TRANSITORIAS LIBERADAS DESPUÉS DEL 3er. INTENTO DE RESTABLECIMIENTO: 3%

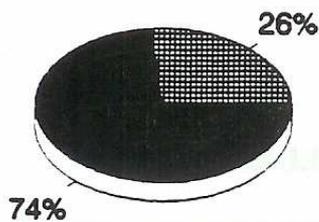
FALLAS TRANSITORIAS LIBERADAS DESPUÉS DEL 4to. INTENTO DE RESTABLECIMIENTO: 1%



DESPUES DEL 1er. DISPARO



DESPUES DEL 2do. DISPARO



DESPUES DEL 3er. DISPARO



DESPUES DEL 4to. DISPARO

 RESTABLECIMIENTO CON EXITO

 NUEVO DISPARO DE PROTECCION

Este comportamiento se ilustra de manera gráfica en la figura

### 2.1.3 ESTADISTICA DE ÉXITO RESTABLECIMIENTO DE UNA FALLA.

Como puede observarse, estadísticamente puede concluirse la justificación de un máximo de dos intentos de recierre de manera general, ya que intentos posteriores originarán en su mayoría únicamente esfuerzos innecesarios a los equipos y elementos que conforman el sistema de distribución. Por tal razón es necesario establecer de manera particular en cada sistema las políticas correspondientes para el ajuste de los dispositivos de recierre

automático, así como de las directrices operativas establecidas para el restablecimiento del servicio en instalaciones afectadas por una falla.

Un sistema eléctrico a prueba de fallas no es práctico ni económico. Los sistemas eléctricos modernos que como práctica son construidos con altos niveles de aislamiento, tienen suficiente flexibilidad para que uno o más de sus componentes puedan estar fuera de operación afectando en forma mínima la continuidad del servicio. Adicionalmente a las deficiencias de aislamiento, las fallas pueden ser resultado de problemas eléctricos, mecánicos y térmicos o de cualquier combinación de éstos.

Para asegurar una adecuada protección, las condiciones existentes en un sistema durante la ocurrencia de diversos tipos de fallas deben ser comprendidas claramente.

Estas condiciones anormales proporcionan los medios de discriminación para la operación de los dispositivos de protección.

### TIPOS Y CAUSAS DE FALLA.

PRINCIPALES TIPOS Y CAUSAS DE FALLA	
TIPO	CAUSA
AISLAMIENTO	DEFECTOS O ERRORES DE DISEÑO, FABRICACIÓN INADECUADA, INSTALACIÓN INADECUADA, AISLAMIENTO ENVEJECIDO, CONTAMINACIÓN
ELÉCTRICO	DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, SOBRETENSIONES TRANSITORIAS POR MANIOBRA, SOBRETENSIONES DINÁMICAS
TÉRMICA	FALLA DE ENFRIAMIENTO, SOBRECORRIENTE, SOBRETENSION, TEMPERATURA AMBIENTE
MECÁNICA	ESFUERZOS POR SOBRECORRIENTE, SISMO, IMPACTOS POR OBJETOS AJENOS, NIEVE O VIENTO

Los dispositivos de protección deben operar para 105 siguientes tipos de falla, conocidas como fallas paralelo (shunt), las cuales tienen la probabilidad de ocurrencia indicada en la tabla , para sistemas de distribución aéreos con conductor desnudo.

### PROBABILIDAD DE OCURRENCIA PARA DIFERENTES FALLAS.

PRINCIPALES TIPOS DE FALLAS Y SU PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	
TIPO	PROBABILIDAD ( % )
MONOFASICA (fase a tierra)	85
BIFÁSICA A TIERRA (dos fases a tierra)	8
BIFÁSICA (entre dos fases)	5
TRIFASICA (entre las tres fases)	2

**2.2 RESTAURADOR AUTOMATICO**



EL restaurador es un dispositivo electromecánico habilitado para sensibilizar e interrumpir en determinado tiempo, sobrecorrientes en un circuito debidas a la eventualidad de una falla así como efectuar recierres automáticamente re-energizando el circuito. Después de una secuencia de operación de disparo-recierre y en caso de persistir la falla, nuevamente abrirá recerrando por segunda ocasión. Esta secuencia de operación podrá llevarse a cabo dependiendo del ajuste hasta tres veces antes de la apertura y bloqueo final. La secuencia de operación realiza dos importantes funciones:

- Prueba la línea para determinar si la condición de falla ha desaparecido.
- Discrimina las fallas temporales de las permanentes.

Desde que comenzaron a construirse los primeros sistemas eléctricos de distribución los fusibles habían sido utilizados como el medio principal de protección contra fallas por sobrecorriente teniéndose como desventaja sus limitaciones de aplicación, debido a que toda vez que es sometido a una corriente superior a su mínima corriente de fusión, operará quedando el servicio suspendido en esa parte del sistema; dependiendo el tiempo de restablecimiento, de la distancia de recorrido de personal técnico hacia la instalación para su reposición.

Con lo anterior se provocan altos costos de atención de servicios. Además de que el fusible no es capaz de discriminar entre una falla permanente y/o temporal.

Estudios de sistemas de distribución aérea en todo el mundo han establecido que hasta el 95% de todos los corto-circuitos o fallas son de naturaleza temporal, con una duración de unos cuantos ciclos. Las causas típicas de estas fallas temporales son:

- Conductores barridos que se tocan por el viento.
- Descargas atmosféricas sobre el aislamiento.

- Aves, reptiles o animales pequeños que contactan entre una línea energizada y una parte conectada a tierra.
- Ramas de árboles que tocan o son barridas por el viento sobre las líneas energizadas.
- Sobrecorrientes por re-energización de cargas.

Sobre la base de estas estadísticas y observaciones puede reconocerse fácilmente la necesidad de disponer de un equipo con la función de "apertura y recierre automático".

Es decir, si al desconectar la línea, la falla es despejada, el recierra después de unos pocos ciclos será exitoso, debido a que la causa de la falla ha desaparecido. (al tratarse desde luego de una falla de naturaleza temporal); naturalmente la función de "apertura recierre" debe ser efectuada automáticamente.

La detección de fallas se realiza generalmente por bobinas colocadas en serie con la línea, alojadas en el interior del tanque del restaurador.

Estas bobinas serie al censar una corriente superior a su capacidad de disparo actúan sobre el mecanismo abriendo el restaurador, para el cierre se utilizan principalmente las siguientes formas, por medio de resortes que se cargan por la acción de apertura bobina de potencial que utiliza la tensión de línea de lado fuente del equipo y mediante motor para la carga de un mecanismo.

En algunos diseños la detección de fallas se realiza por medio de transformadores de corriente tipo boquilla, y a través de circuitos electrónicos se provee la señal de disparo y el pestillo de apertura es accionado por una pequeña bobina alimentada por una batería, la cual es continuamente cargada por la corriente de la línea.

Fuentes de energía externas son requeridas solamente para la operación remota de algunos accesorios especiales.

Los restauradores cuentan también con un dispositivo para apertura por falla a tierra, con excepción de los de pequeña capacidad, estos dispositivos de falla a tierra generalmente tienen una sensibilidad de 5 amperes.

La ventaja de los restauradores va más allá de la simple detección y despeje automático de fallas y recierre, ya que cuenta con la característica de poder operar con diferentes curvas de tiempo-corriente dentro de una misma secuencia de operación, seleccionables.

Lo anterior se ejemplifica para un determinado restaurador, que al detectar una falla dispara en pocos ciclos, este disparo rápido minimiza la probabilidad de cualquier daño en un sistema luego recerrará en 1 o 2 segundos. lo que significa una mínima interrupción del servicio.

Después de 1, 2 o posiblemente 3 de estas operaciones rápidas, el restaurador automáticamente cambia a una operación de disparo lento.

La combinación de las operaciones rápidas y lentas permite la adecuada coordinación con otros dispositivos de protección.

Otra característica del restaurador es la reposición automática, si un restaurador es ajustado, para quedar abierto después de su 4a. operación de apertura, pero la falla ha sido despejada después de la 1a, 2a. o 3a. operación, el restaurador se repondrá automáticamente a su posición original y será capaz de llevar a cabo otras operaciones en el caso de que la falla sea permanente será necesario cerrarlo manualmente.

La detección de corriente se efectúa por medio de tres transformadores de corriente ubicados en la caja del reconectador que se conectan al control por medio del cable de control. Este cable también suministra la fuente a las funciones de disparo. cierre y estado del reconectador y se conecta al módulo de interfaz del reconectador para proporcionar mejor aislamiento y un funcionamiento más confiable. Los voltajes para la alimentación de las funciones de medición y del control también se conectan al módulo de interfaz del

reconectador por medio del bloque de tornes TB1.

La corriente de línea que fluye a través del reconectador es transformada por el módulo de la CPU en una señal digital adecuada para la medición de señales y el cálculo de corrientes de falla. La sección de adquisición de datos utiliza las muestras obtenidas de señales para calcular los valores de corriente a usarse para protección contra sobrecorriente y calcular los valores de voltaje y corriente para las funciones de medición.

La corriente para protección contra sobrecorriente se calcula a base de sub-ciclos; incluye sólo los componentes de frecuencia fundamental y de CC. Para medir los valores de corriente y voltaje se calculan las frecuencias fundamental y armónicas.

Cuando la corriente de fase o de tierra es mayor que su valor mínimo programado de disparo y su curva de tiempo-comente (TCC) respectiva el control inicia la secuencia programada de operaciones de disparo y recierre del reconectador por medio de los módulos de CPU y de RIF. Si la falla es temporal el control cesa de iniciar operaciones del reconectador después de cerrarlo exitosamente y el control se reposiciona al inicio de su secuencia de trabajo después de pasado un retardo determinado.

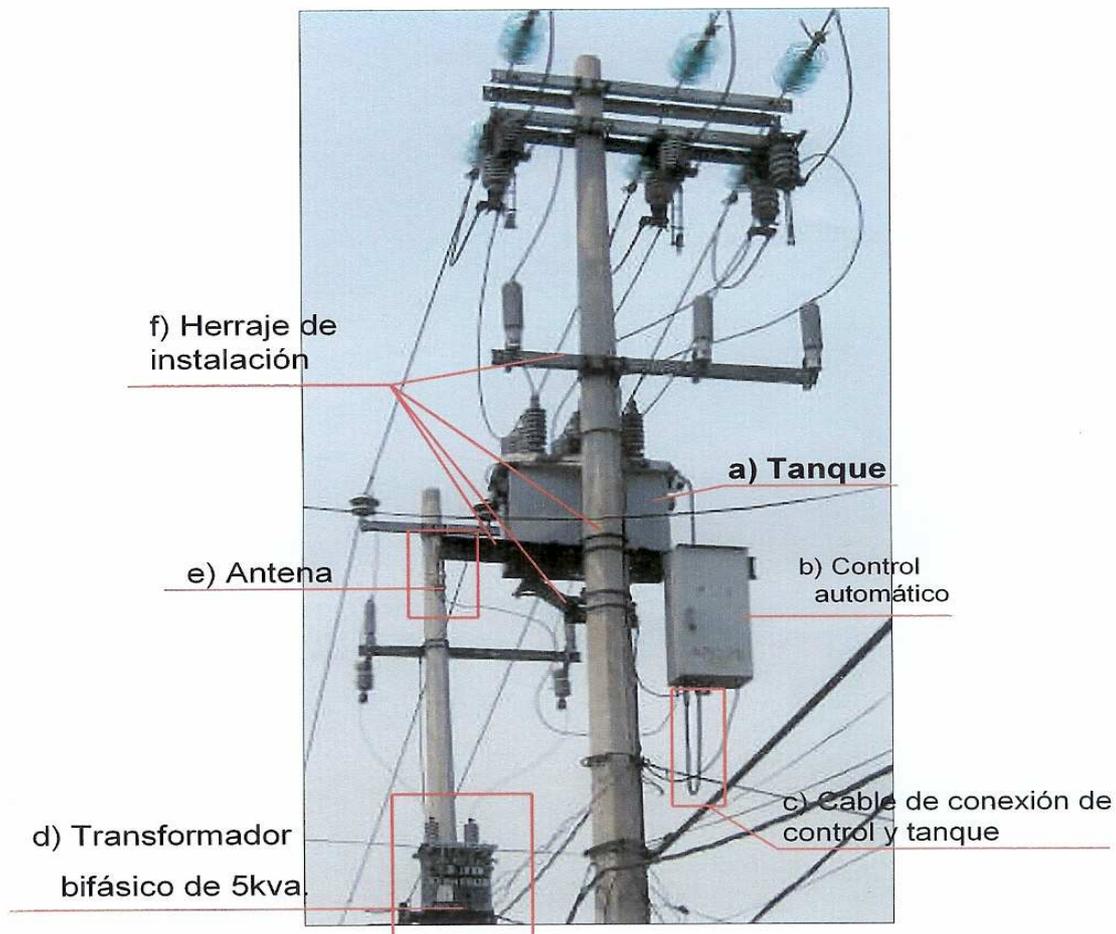
Si la falla es permanente, el control ejecuta la secuencia completa de comandos emitidos al reconectador y bloquea a éste ultimo abierto. Una vez bloqueado el control éste debe cerrarse por medio de los botones del tablero delantero o de una orden recibida por los circuitos de comunicaciones SCADA. Esto reposiciona el control al inicio de la secuencia de funcionamiento.

La secuencia de eventos dada a continuación sucede para una secuencia de trabajo de cuatro disparos antes del bloqueo:

1. La señal de corriente excesiva se integra respecto al tiempo en la curva seleccionada para la primera operación de disparo (TCC1), produciendo la señal que alimenta el circuito de disparo.

2. Al alimentar el circuito de disparo se conecta la batería y el capacitor al solenoide de disparo para abrir el reconectador.
3. Una vez que se abre el control empieza a sincronizarse con el primer intervalo de retardo de cierre.
4. Una vez transcurrido el retardo de cierre, el control emite una señal de cierre que cierra el reconectador y selecciona las curvas de respuesta de tiempo-corriente para la segunda operación de disparo (TCC2).
5. Si la corriente sigue siendo mayor que el nivel mínimo de disparo se repite la secuencia de disparo y reconexión según lo programado para el bloqueo.
6. El control arranca el cronómetro de retardo de reposición si la condición de sobrecorriente se elimina antes que la secuencia de trabajo llegue al punto de bloqueo lo cual se indica cuando el reconectador se cierra y la corriente es menor que el nivel mínimo de disparo.
7. Una vez transcurrido el retardo de reposición el control retorna a su posición original y queda listo para la siguiente secuencia de trabajo programada. Si la corriente aumenta por encima del valor mínimo de disparo antes de transcurrido el retardo de reposición el reloj se detiene y el control continúa la secuencia de trabajo mientras que el reloj de retardo de reposición se reposiciona.

## 2.2.1 ELEMENTOS DE UN RESTAURADOR



En el punto anterior donde se menciona la operación básica de este equipo, es necesario conocer los elementos que forman parte del restaurador para el funcionamiento óptimo del equipo.

- a) **Tanque:** elemento que contiene los contactos de interrupción sumergidos en aceite como medio de aislamiento, boquillas de porcelana de entrada y salida de la corriente censada, TP (transformador de potencia) que censa el paso de la corriente.
- b) **Control Automático:** el contiene los elementos digitales, panel de control, CPU, UTR (unidad de telecontrol remota), baterías.

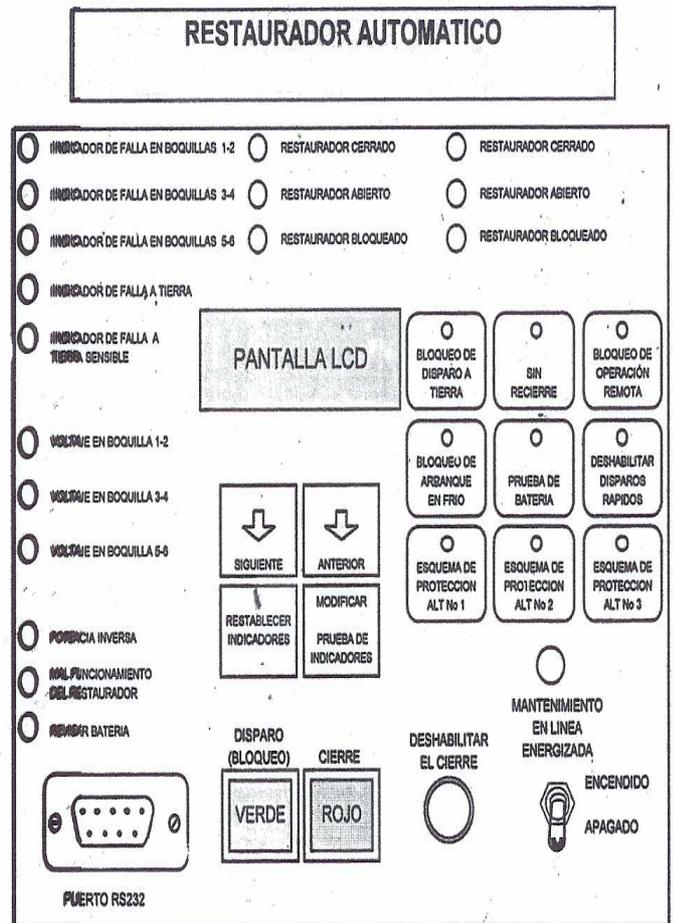
- c) **Cable de conexión de control y tanque:** este elemento permite la comunicación entre el control y el tanque por medio de bornes.
- d) **Transformador bifásico de 5 Kva:** este transformador es exclusivo el cual proporciona la corriente necesaria para el funcionamiento del restaurador y carga de batería.
- e) **Antena:** elemento que permite el telecontrol remoto de una base de operación con el control de restaurador.
- f) **Herraje de instalación:** elementos que permiten la instalación en los postes de los diferentes componentes del restaurador.
- g) **Cuchillas 23 601:** elemento que funciona como conector o desconector del equipo, para garantizar la continuidad del servicio, en el caso de mal funcionamiento, mantenimiento, reparación, etc. Que sea necesario desconectarlo del sistema.

### **Tanque:**

Este elemento es un armazón metálico que contiene las partes electromecánicas de las cuales esta constituido un restaurador,

- 1) Boquillas de porcelana con conexión trifásica de energía censada, entrada (lado fuente) y salida (lado carga).
- 2) Transformadores de corriente que se ubican internamente después de las boquillas de conexión de entrada, los cuales censan la corriente y la transforman para que el modulo del CPU pueda realizar las conversiones a una señal digital para realizar los cálculos de sobrecorrientes necesarios para realizar su operación.
- 3) Solenoides de disparo, contactos, bobinas, las cuales hacen la función de interruptores.
- 4) Aceite dieléctrico en el cual se encuentran sumergidos todos los elementos internos del control.
- 5) Palanca señalizadora de abierto y cerrado, que se encuentra en la parte exterior del tanque.
- 6) Palanca de acción manual para operación del tanque.
- 7) Palanca de bloqueo del tanque.
- 8) Válvula para muestra de aceite.
- 9) Conector para puesta a tierra física.

**CONTROL AUTOMATICO:**



**Modulo de unidad central de procesamiento (CPU):**

EL módulo de la CPU es el corazón del control contiene un microprocesador de 32 bits, un procesador digital de señales, bancos de RAM Y EEPROM y un convertidor de analógico a digital de 16 bits. El módulo de la CPU acepta 16 señales analógicas de entrada, las cuales pasan por el procesador digital de señales, el cual las muestrea 32 veces por ciclo para calcular un análisis armónico.

### ***Administrador de perfil de datos:***

Se proporciona un administrador de perfil de datos plenamente configurable que permite al usuario recopilar información valiosa al obtener muestras de datos a intervalos determinados. Estos valores fechados pueden graficarse para determinar los perfiles semanales de carga, las perturbaciones armónicas diarias o las fluctuaciones de voltaje por hora. El administrador de perfil de datos puede proporcionar más de 200 días de información según los parámetros de configuración que se escojan.

### ***Modulo de interfaz de comunicaciones (CIM):***

El control Forma 5 estándar está equipado con un puerto RS232 en el tablero delantero para conectar una computadora personal que tenga instalado el software de control. Este puerto de comunicaciones de nueve clavijas permite cargar toda la información de programación almacenada en el control, incluyendo esquemas de protección, registrador de eventos, perfiles de datos, alarmas, contadores e información de medición. El puerto de comunicaciones también proporciona un medio sencillo para descargar parámetros de funcionamiento de la computadora personal al control.

El módulo de interfaz de comunicaciones (CIM) establece el enlace entre el módulo de la CPU y todos los dispositivos exteriores, tales como las computadoras personales, módem y radios. El CIM también establece un enlace entre el módulo de la CPU y el tablero delantero del operador. Hay varias versiones de CIM que pueden usarse según la naturaleza de la conexión de comunicaciones a radios, dispositivos de fibra óptica, módem, etc. El CIM puede alojar hasta dos tarjetas de Interfaz de comunicaciones, la interfaz del usuario local y además proporciona comunicaciones con el tablero delantero de controles. La comunicación directa en serie se logra a través de cables de, fibra óptica o de RS232.

De igual manera brinda la opción de conectar una UTR (Unidad de Telecontrol Remoto), la cual permite por medio de la antena recibir comandos de operación del equipo por telecontrol desde una base de operaciones.

### ***Funciones del control:***

El restaurador ofrece mediante su control una flexibilidad al usuario al brindarle numerosas funciones y accesorios estándar que le permiten la mayor flexibilidad para diseñar un control adecuado a los requisitos de la instalación particular.

El tablero delantero del control permite activarlo localmente y efectuar consultas de estado a través de los controles incorporados y los indicadores de estado. El tablero (el cual se puede abrir) contiene indicadores LED, botones, funcionales, unos indicadores de membrana, una pantalla LCD con iluminación de fondo, Interruptor de mantenimiento en línea energizada con indicador, desactivación de circuito de cierre y bornes de prueba de baterías.

Todos los indicadores, salvo los de mantenimiento en línea energizada y de estado del reconectador se apagan automáticamente luego de transcurridos 10 minutos sin actividad en el tablero delantero. Se reactivan accionando cualquiera de los botones. Los mensajes continúan visualizándose en la pantalla LCD en este modo de ahorro de energía aunque la iluminación de fondo se apaga. El control no activa el modo de ahorro de energía cuando la función de mantenimiento con línea energizada esta activo.

Nota: esta función es muy importante para el personal operativo por que cuando realizan labores directamente sobre la línea, bloquea los recierres del reconectador y activa el disparo instantáneo al detectar cualquier irregularidad en el sistema, para protección del personal.

Dentro de las funciones que ofrece el restaurador por medio de su control se encuentran:

### ***Led indicadores:***

Los LED indicadores del tablero delantero brindan Información instantánea en cuanto al estado del control y del reconectador. Se han dispuesto en la parte delantera y en el lado

Izquierdo del tablero delantero.

Entre los LED indicadores se incluyen:

INDICADOR DE FALLA EN BOQUILLAS 1-2

INDICADOR DE FALLA EN BOQUILLAS 3-4

INDICADOR DE FALLA EN BOQUILLAS 5-6

INDICADOR DE FALLA A TIERRA

INDICADOR DE FALLA A TIERRA SENSIBLE

Estos LED indicadores rojos se iluminan cuando el control emite una señal de disparo por sobrecorriente cuando la corriente de la fase respectiva o de tierra excede el valor mínimo de acometida. Se reposiciona automáticamente si se ha activado la función de reposición automática y se ejecuta una función de cierre con éxito: la reposición manual se logra oprimiendo el botón de restablecer indicadores en el tablero delantero del control.

VOLTAJE EN BOQUILLAS 1-2

VOLTAJE EN BOQUILLAS 3-4

VOLTAJE EN BOQUILLAS 5-6

Estos LED indicadores rojos se iluminan cuando el control detecta la presencia de voltaje en las boquillas aislantes respectivas conectadas a TB1.

***Potencia inversa:***

Este Indicador rojo se ilumina cuando el control detecta que fluye potencia del lado de la carga al lado de la fuente del reconectador.

***Mal funcionamiento del restaurador:***

Este indicador rojo se ilumina cuando el control detecta una falla durante una operación de disparo o de cierre. Se apaga automáticamente SI el reconectador retorna al estado apropiado.

**Revisar batería:**

Este indicador rojo se ilumina si existe una de dos condiciones:

1. Cuando la corriente de carga o de descarga de la batería es menor que 10 mA. El LED se apaga automáticamente cuando la corriente es mayor que este valor umbral.
2. Cuando el control no pasa la prueba manual de la batería. El LED permanece iluminado hasta que se complete una prueba de batería con éxito.

**Restaurador cerrado:**

Este indicador rojo se ilumina cuando el control detecta que el mecanismo del reconectador se encuentra en la posición de cerrado.

**Restaurador abierto:**

Este Indicador verde se ilumina cuando el control detecta que el mecanismo del reconectador se encuentra en la posición abierta.

**Control bloqueado:**

Este Indicador verde se ilumina cuando el reconectador esta abierto y no hay una secuencia de reconexión en progreso, o si la palanca de bloqueo del mecanismo del reconectador esta en la posición hacia abajo; es decir los circuitos de disparo y de cierre están abiertos.

**Control operando correctamente:**

Este indicador verde se ilumina cuando las funciones continuas de autodiagnóstico del control no detectan fallas en la CPU o la memoria para señalar que el control funciona de modo normal.

**Alimentación C.A.:**

Este Indicador verde se ilumina cuando se detecta la presencia de una señal de

alimentación CA en el control.

***La corriente es mayor que el valor de disparo mínimo:***

Este indicador rojo se ilumina cuando el control detecta que la corriente es mayor que el valor mínimo de disparo programado para las boquillas aislantes 1-2, las boquillas 3-4, las boquillas 5-6, tierra o tierra sensible.

***Botón disparo (bloqueo):***

El botón de DISPARO permite disparar (bloquear) el reconectador desde el tablero delantero. Cuando se oprime el botón de DISPARO el reconectador se abre y bloquea el control. Esta operación sobrepasa los comandos emitidos en la función de supervisión: es decir, el botón de DISPARO (BLOQUEO) sobrepasa los comandos de modo de OPERACION REMOTA en todos los casos.

***Botón de cierre:***

Cuando se oprime el botón de CIERRE el control retorna a su posición Inicial y cierra el reconectador.

Nota: La función de arranque en frío se programa por medio del software y se activa por medio de los botones de acceso rápido del tablero delantero. Cuando se oprime el botón de CIERRE se inicia la protección de arranque en frío si esta función ha sido activada, según lo indica el LED correspondiente en el tablero delantero. Si se mantiene oprimido el botón de CIERRE, la función no se activa y no surte efecto alguno. Consulte el software de programación para determinar el tiempo de activación y la característica de tiempo-corriente correspondiente para el arranque en frío.

***Botones de funcionamiento / indicación:***

Los botones de funcionamiento / indicación del tablero delantero proporcionan acceso rápido a funciones del control que se utilizan con frecuencia, estas funciones pueden activarse localmente a través de los botones tipo membrana, o por vía remota usando el software o

SCADA. Los LED rojos presentes en cada botón indican el estado de la función correspondiente, sin importar si la misma se activó por vía local o remota: por ejemplo. si se activa la función de arranque en frío con una señal de SCADA, el LED rojo se ilumina aunque no se haya oprimido ningún botón en el tablero delantero.

Para activar la función desde el tablero delantero, el operador primero oprime el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADORES para ingresar al modo de MODIFICAR. Se cuenta con un plazo de diez segundos para seleccionar una de las funciones indicadas por la pantalla LCD del tablero delantero. Una vez seleccionada. el control retorna a su modo de funcionamiento normal hasta que se solicite otra modificación.

***Botón / indicador de bloqueo de disparo a tierra:***

Las funciones de disparo por falla a tierra y por talla a tierra sensible están desactivadas cuando este indicador rojo se ilumina. La activación puede hacerse desde un SCADA, con el software o localmente oprimiendo el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADORES y después oprimiendo el botón de BLOQUEO DE DISPARO A TIERRA.

***Botón / indicador de sin recierre:***

El control funciona en modo de sin recierre cuando el indicador de SIN RECIERRE está iluminado. El modo de sin recierre desactiva las operaciones de cierre automático cuando se acciona en un disparo antes del bloqueo en la primera TCC programada. La activación puede hacerse desde un SCADA, con el software o localmente oprimiendo el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADORES y después oprimiendo el botón de SIN RECIERRE.

***Botón / indicador de bloqueo de operación remota:***

Cuando se ilumina el indicador de BLOQUEO DE OPERACION REMOTA, se desactiva el funcionamiento del control. Incluyendo el accionamiento desde el SCADA y el software. La activación del interruptor se restringe al tablero delantero y se logra oprimiendo el botón de MODIFICAR/PRUEBA DE INDICADORES y después oprimiendo el botón BLOQUEO DE

OPERACION REMOTA. La información de datos de funcionamiento y de medición se encuentra disponible cuando el control se encuentra en la posición de BLOQUEO DE OPERACION REMOTA. Los botones de DISPARO y de CIERRE se encuentran activos, sin importar el estado de la función de BLOQUEO DE OPERACION REMOTA.

***Botón / indicador bloqueo de arranque en frío:***

La función de arranque en frío está bloqueada cuando el indicador de BLOQUEO DE ARRANQUE EN FRIO está iluminado. Cuando se activa, el control utiliza las operaciones de TCC de arranque en frío, de intervalo de reconexión de activaciones antes del bloqueo y de nivel mínimo de disparo en lugar de los valores de protección de primer disparo que normalmente se usan. La activación puede hacerse desde un SCADA, con el software o localmente oprimiendo el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADORES y des pues Oprimiendo el botón de BLOQUEO DE ARRANQUE EN FRIO.

***Botón / indicador de prueba de batería:***

El indicador de prueba de batería se ilumina cuando el control esta ejecutando una prueba de batería. Se apaga automáticamente cuando el control concluye la ejecución de la prueba. La prueba puede indicarse por vía remota desde un SCADA o con el software, o localmente oprimiendo el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADORES y después oprimiendo el botón de PRUEBA DE BATERIA.

***Botón / indicador de deshabilitar disparos rápidos:***

La función de deshabilitar disparos rápidos hace que el control utilice la curva de tiempo-corriente con disparos rápidos deshabilitados para todas las operaciones de disparo. Cuando se activa el modo de deshabilitar disparos rápidos, este indicador se ilumina. La activación puede hacerse desde un SCADA con el software o localmente oprimiendo el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADOR ES y después oprimiendo el botón de DESHABILITAR DISPAROS RAPIDOS.

### ***Botón / indicador de esquema de protección:***

El control tiene cuatro esquemas diferentes de protección: el esquema normal y los esquemas alternativos No. 1, No. 2 y No. 3. Cada esquema altera todos los parámetros de protección del control. Salvo el esquema normal, cada uno tiene un Indicador y un botón de selección. Cuando las luces del tablero delantero se iluminan y ninguno de los tres Indicadores esta iluminado el esquema normal es el activo. Para elegir un esquema alternativo, oprima el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADORES y después oprima el botón del esquema alternativo deseado. Para retornar al esquema normal, sencillamente desactive el esquema alternativo que está activo. Estas funciones pueden accionarse por la vía remota a través de las Interfaces de comunicaciones disponibles.

### ***Interruptor de mantenimiento en línea energizada:***

La función de mantenimiento en línea energizada consiste en un interruptor y un LED indicador de tres segmentos e se ilumina cuando la función se ha activado. Cuando se activa la función de mantenimiento en línea energizada, se evitan todos los intentos de cierre y el esquema de protección se conmuta al de un disparo antes del bloqueo de la curva de tiempo-corriente programada. La función de mantenimiento en línea energizada toma precedencia sobre las de arranque en frío, sin recierre y deshabilitar disparos rápidos. La función se activa poniendo el interruptor del tablero delantero hacia arriba o por medio de un comando de SCADA. La función de mantenimiento en línea energizada sólo puede ser desactivada por la misma fuente que la activo. Por ejemplo si la función de mantenimiento en línea energizada se activa desde el tablero delantero sólo es posible desactivarla desde el tablero delantero y no es posible hacerlo por medio de un comando de SCADA.

### ***Deshabilitar el cierre:***

La función de DESHABILITAR EL CIERRE se compone de un fusible retirable que se

conecta en serie con el circuito de cierre del reconectador. Cuando se retira el fusible del control, se desactiva el cierre eléctrico del reconectador y se proporciona una desconexión física al circuito de cierre del reconectador.

***Pantalla LCD:***

El tablero delantero de control tiene una pantalla LCD grande con iluminación de fondo que se usa para desplegar los parámetros de control y para monitorear la condición del sistema. Los datos se organizan en 24 mensajes o "paginas" de información. cada una de las cuales contiene cuatro líneas de información con hasta 20 caracteres por línea. El acceso a

los mensajes se logra usando los botones que permiten al usuario avanzar por el menú de modo rápido y eficaz.

***Botón siguiente:***

Si se oprime el botón SIGUIENTE la pantalla LCD avanza al mensaje o "pagina" siguiente de información disponible de 4 líneas de 20 caracteres c/u que puede desplegarse. Si se mantiene oprimido el botón SIGUIENTE, el control avanza a las paginas subsiguientes a razón de aproximadamente dos paginas por segundo.

***Botón anterior:***

Si se oprime el botón ANTERIOR la pantalla LCD avanza al mensaje o "pagina" anterior de información disponible de 4 líneas de 20 caracteres c/u que puede desplegarse. Si se mantiene oprimido el botón ANTERIOR, el control retorna a las paginas anteriores a razón de aproximadamente dos páginas por segundo.

***Botón restablecer indicadores:***

El botón RESTABLECER INDICADORES se oprime para restablecer los indicadores de

fallas del tablero delantero del control. Los valores de corriente de falla indicados en la Página 1 de la pantalla LCD se reposicionan en cero.

***Botón modificar / prueba de indicadores:***

Si se mantiene oprimido este botón por menos de tres segundos, el control ingresa al modo de MODIFICAR por 10 segundos, según lo indica la pantalla LCD. El modo de MODIFICAR permite al usuario alterar el estado de los nueve botones de función / indicadores del tablero delantero. La seguridad de cada cambio se asegura al permitir una sola selección por cada periodo de ingreso al modo de MODIFICAR.

Si se mantiene oprimido el botón de MODIFICAR / PRUEBA DE INDICADORES por más de tres segundos, el control ejecuta una prueba de los indicadores del tablero delantero. En el modo de prueba de indicadores, los indicadores de estado destellan tres veces (se iluminan por un segundo. se apagan por un segundo). Todos los indicadores de estado retornan a su estado anterior al concluir la prueba. Mientras el control está en modo de prueba de indicadores, no responde a los botones del tablero delantero, salvo los botones de DISPARO (BLOQUEO), de CIERRE Y DE MANTENIMIENTO EN LINEA ENERGIZADA.

***Mensajes mostrados en pantalla:***

Cada mensaje o "página" contiene la designación de un parámetro, su valor y sus unidades de medida. Si el control detecta que el valor de algún parámetro no es válido, la pantalla LCD indica cinco guiones (-----) en el campo de valor respectivo. Los valores de medición de demanda se indican por medio de una (D) y los valores instantáneos por medio de una (I).

## PAGINA 1. INFORMACION DE IDENTIFICACION DE FALLAS

La página 1 muestra los valores de corriente de línea presentes en la última operación de disparo por sobrecorriente. Los valores se reposicionan en cero cuando se restablecen los indicadores de falla.

1 Gnd Fault	_____	A
Ph1-2 Fault	_____	A
Ph3-4 Fault	_____	A
Ph5-6 Fault	_____	A

## PAGINA 2 VOLTAJE INSTANTANEO

Pg2	V (Instantaneous)
Ph1-2	_____ Volt(I)
Ph3-4	_____ Volt(I)
Ph5-6	_____ Volt(I)

## Página 3 –corriente instantanea

Pg3 Gnd	_____	A Inst
Ph1-2	_____	A Inst
Ph3-4	_____	A Inst
Ph5-6	_____	A Inst

## Página 4 - Potencia real instantánea

Pg4 Tot	_____	kW(I)
Ph1-2	_____	kW(I)
Ph3-4	_____	kW(I)
Ph5-6	_____	kW(I)

## Página 5 - Potencia instantánea

Pg5 Tot	_____	kVA(I)
Ph1-2	_____	kVA(I)
Ph3-4	_____	kVA(I)
Ph5-6	_____	kVA(I)

## Página 6 - Potencia reactiva instantánea

Pg6 Tot	_____	kVAR(I)
Ph1-2	_____	kVAR(I)
Ph3-4	_____	kVAR(I)
Ph5-6	_____	kVAR(I)

## Página 7 - Factor de potencia instantáneo

Pg7 Tot	_____	PF(I)
Ph1-2	_____	PF(I)
Ph3-4	_____	PF(I)
Ph5-6	_____	PF(I)

## Página 8 - Distorsión armónica total en corriente instantánea

Pg8 Gnd	_____	%THD(I)
Ph1-2	_____	%THD(I)
Ph3-4	_____	%THD(I)
Ph5-6	_____	%THD(I)

## Página 9 - Distorsión armónica total en voltaje instantáneo

Pg9 Gnd	_____	%THD V(I)
Ph1-2	_____	%THD V(I)
Ph3-4	_____	%THD V(I)
Ph5-6	_____	%THD V(I)

### Página 10 - Voltaje demandado

Pg 10 Gnd	_____	Voltage(Demand)
Ph1-2	_____	V(D)
Ph3-4	_____	V(D)
Ph5-6	_____	V(D)

### Página 11 - Corriente demandada

Pg11 Gnd	_____	A(D)
Ph1-2	_____	A(D)
Ph3-4	_____	A(D)
Ph5-6	_____	A(D)

### Página 12 - Potencia real demandada

Pg 12 Gnd	_____	kW(D)
Ph1-2	_____	kW(D)
Ph3-4	_____	kW(D)
Ph5-6	_____	kW(D)

### Página 13 - Potencia aparente demandada

Pg 13 Gnd	_____	kVA(D)
Ph1-2	_____	kVA(D)
Ph3-4	_____	kVA(D)
Ph5-6	_____	kVA(D)

### Página 14 - Potencia reactiva demandada

Pg 14 Gnd	_____	kVAR(D)
Ph1-2	_____	kVAR(D)
Ph3-4	_____	kVAR(D)
Ph5-6	_____	kVAR(D)

### Página 15 - Factor de potencia demandado

Pg 15 Tot	_____	PF(D)
Ph1-2	_____	PF(D)
Ph3-4	_____	PF(D)
Ph5-6	_____	PF(D)

### Página 16 - Distorsión armónica total en corriente demandada

Pg 16 Gnd	_____	%THD(D)
Ph1-2	_____	%THD(D)
Ph3-4	_____	%THD(D)
Ph5-6	_____	%THD(D)

### Página 17 - Distorsión armónica total en voltaje instantáneo

Pg 17 Gnd	_____	%THD V(I)
Ph1-2	_____	%THD V(I)
Ph3-4	_____	%THD V(I)
Ph5-6	_____	%THD V(I)

### Página 18 - Contador de fallas

El contador de fallas indica la cantidad de operaciones de disparo que causaron la identificación de fallas en cada fase y en el conductor de tierra.

Pg 18 GndFlt	_____
Ph1-2 Fault	_____
Ph3-4 Fault	_____
Ph5-6 Fault	_____

### Página 19 - Contador de identificación y operaciones de falla a tierra sensible, hora y fecha

- Línea 1 - Número de operaciones de disparo que produjeron una indicación de falla a tierra sensible (SGF).
- Línea 2 - Contador de operaciones del control.
- Línea 3 - Hora del día en reloj del control.
- Línea 4 - Fecha en control.

Pg 19 SGF trips	_____
Operations	_____
Time	____:____:____
Date	__/__/____

### Página 20 - Monitor de batería

El monitor de batería muestra el voltaje de la batería y los valores de corriente y voltaje durante una prueba de batería. El monitor de batería se activa con el botón de prueba de batería. Consulte el Procedimiento de prueba de batería en estas instrucciones para más información.

Pg20 Battery Monitor	
Normal Volts	_____V
Normal Current	_____mA
Test Volts	_____V

### Página 22 - Valores de nivel mínimo de disparo de tierra

Los niveles mínimos de disparo de tierra se indican según los cuatro esquemas de protección. La línea 1 indica el nivel normal. ALT1 corresponde al esquema N° 1, ALT2 al esquema N° 2 y ALT3 al esquema N° 3. La página de niveles mínimos de disparo de tierra permite verificar los niveles de disparo antes de elegir un esquema diferente.

Pg22 – Gnd MT	_____A
ALT1 MT	_____A
ALT2 MT	_____A
ALT3 MT	_____A

### Página 21 - Valores de nivel mínimo de disparo de fase

Los niveles mínimos de disparo de fase se indican según los cuatro esquemas de protección. La línea 1 indica el nivel normal. ALT1 corresponde al esquema N° 1, ALT2 al esquema N° 2 y ALT3 al esquema N° 3. La página de niveles mínimos de disparo de fase permite verificar los niveles de disparo antes de elegir un esquema diferente.

Pg21 – Phase MT	_____A
ALT1 MT	_____A
ALT2 MT	_____A
ALT3 MT	_____A

### Página 23 - Configuración del puerto 2 de comunicaciones

Este mensaje despliega los valores de configuración de protocolo (2179 ó DNP3.0), la velocidad de transmisión y la dirección del puerto serial N° 2. La velocidad de transmisión y la dirección se designan usando el software, mientras que el protocolo se designa en la fábrica según las especificaciones del usuario.

Pg23 – Comm Port 2	
Protocol	_____
Speed	_____
Address	_____

### Página 24 - Configuración del puerto 3 de comunicaciones

Este mensaje despliega los valores de configuración de protocolo (2179 ó DNP3.0), la velocidad de transmisión y la dirección del puerto serial N° 3. La velocidad de transmisión y la dirección se designan usando el software, mientras que el protocolo se designa en la fábrica según las especificaciones del usuario.

Pg24 – Comm Port 3	
Protocol	_____
Speed	_____
Address	_____

### ***Alimentación del restaurador:***

La fuente de alimentación se configura en fábrica para 120 ó 240 VCA la cual es adquirida por el transformador de 15 Kva. exclusivo. La alimentación primaria se rectifica para cargar el capacitor de alimentación y para alimentar el convertidor CC/CC que alimenta al control. Se requiere una corriente CA mínima de 500 mA. para el funcionamiento del calefactor para proporcionar la corriente de carga de baterías y para alimentar todos los módulos.

El capacitor ubicado cerca de la esquina inferior derecha del tablero trasero del control proporciona la alimentación para accionar los solenoides de disparo y de cierre del reconector. Un banco de baterías de plomo selladas de 24 V. compuesto por dos baterías de 12 VCC y de 13 Ah conectadas en serie. se encuentra en la porción Inferior del gabinete del control y se usa para suministrar energía para el funcionamiento y el disparo de la unidad ante la pérdida temporal de alimentación CA. Este control tiene un cargador de baterías con alimentación. CA y con compensación de temperatura.

Si se Interrumpe la alimentación CA la batería de 24 VCC alimentará el control hasta que el voltaje de la batería caiga por debajo de 20.5 V. punto en el cual la fuente de alimentación desconecta la batería de la carga para evitar que se dañe la batería.

El control estándar (sin radio) puede funcionar alimentado por la batería por un mínimo de 72 horas a 20°C (36 horas a 40 °C).

Todos los ajustes y parámetros del control incluyendo el registrador de eventos, el administrador de perfil de datos, el monitor de trabajo y los datos de medición de demanda se almacenan en memoria no volátil y se preservan aunque se interrumpa la alimentación del control. Los datos recopilados por los histogramas y las funciones de datos de medición de demanda se almacenan en memoria volátil y se borran si se interrumpe la alimentación del control.



### **2.3 SECCIONALIZADOR AUTOMATICO**

Los nuevos y avanzados "sistemas de control para seccionadores de distribución automáticos" hechos posibles gracias a la tecnología de microprocesador, ofrecen grandes ventajas para la automatización de la distribución. Los controles lógicos de los microcomputadores pueden proporcionar secuencias de switcheo automáticas y económicas para aislamiento de fallas usando la lógica de switcheo practicada manualmente por linieros durante años, sin sensores de corriente o control por computador central.

Un problema que se volvió significativo, fue determinar la localización de la falla a medida que el sistema crecía. Una lógica muy básica fue utilizada para localizar el segmento de línea con falla así: Los switches de aislamiento eran cerrados sistemáticamente hasta que el switch de aislamiento que se cerraba en la falla causaba que el breaker de la subestación se abriera. Esta manera lógica era muy precisa y no requería tácticas de coordinación de

corriente especiales.

Esta lógica básica no tiene problemas excepto en el tiempo que es requerido para abrir y cerrar secuencialmente los switches, y luego para determinar la respuesta de los breakers. Ya que la mayoría de fallas son temporales, el recierre, automático era un desarrollo de lógica de control principal que es estandarizado en todo el mundo actualmente. El mayor desarrollo llevó a los seccionadores automáticos que actúan en una subestación o reclosers en un punto medio que interrumpen la corriente de falla y luego solo se abren durante el tiempo muerto del recloser.

Controles que solo usan sensores de tensión fueron desarrollados y que seguían la misma lógica que fue empleada en los primeros días de la seccionalización. Esto fue descrito antes como un liniero que sistemáticamente cerraba los switches de aislamiento en la línea de distribución hasta que los breakers de la subestación operaran, indicando la sección en falla. Los seccionadores de recierre proporcionaban operación automática de apertura a la pérdida de voltaje y luego sistemáticamente cierre de los switch es de distribución hasta que la falla sea re-expuesta.

El switch del seccionador de recierre que cierra en la falla opera automáticamente la lógica de control que duplica el razonamiento del liniero. Después de cerrado, el control monitorea la tensión de línea para la pérdida de tensión que inmediatamente ocurriría cuando la falla fuera re-expuesta y el recloser de la subestación se abriera. El seccionador de recierre automáticamente re-abrirá y dejará fuera el switch y control que cerraron en la sección de línea en falla durante el tiempo muerto del recloser de la subestación. El recloser de la subestación y los seccionadores de recierre río arriba automáticamente re-cerrarán para reponer la energía al sistema río arriba restante.

Un seccionador de recierre es similar a un restaurador. En este caso, el control se abre normalmente solo durante el tiempo de abierto del recloser de la subestación pero automáticamente se cerrara. El control de tiempo de voltaje básico (V-T) solo necesita censar el voltaje. Esta entrada de voltaje también servirá para energizar el switch y la electrónica del

control. La lógica del control del seccionalizador con recierre Standard monitorea solo voltaje y tiempo. El seccionalizador de recierre es operado en conjunto con un recloser río arriba, pero no requiere umbral de corriente y coordinación de corriente de entrada. El número de seccionalizadores de recierre en serie y en paralelo no tienen límites prácticos y no tienen coordinación de sobrecorrientes.

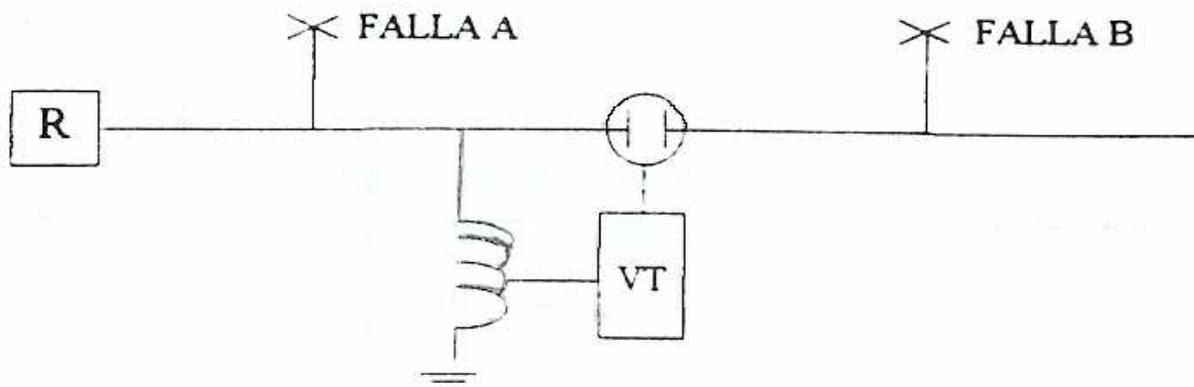
Cuando se cierra un seccionalizador de recierre empieza a contar un Lockout Timer. Si una falla permanente es re-expuesta al sistema en este momento, el voltaje será perdido inmediatamente cuando el recloser río arriba sea abierto. El voltaje será perdido en el seccionalizador de recierre mientras el Lockout Timer está corriendo. La lógica de control (V-T) abrirá y dejará fuera.

Note que es exactamente la misma lógica que un liniero ha usado cuando cierra manualmente un switch y luego espera a ver si el breaker de la estación se abre para ver si hay una falla en esa sección de la línea.

Si el Lockout Timer completa su intervalo de tiempo sin una pérdida de tensión los controles se resetearán completamente.

El uso de un computador central puede ser limitado en la práctica por la cantidad y localización de las entradas de censado. La prioridad en la primera localización normal del equipo de censado es en los puntos de switcheo para seccionalización, manejo de carga y control de VARES. La respuesta del breaker a alta velocidad a las fallas se vuelve una suposición principal en términos de la gran base de datos requerida, dependiendo del tamaño de la zona de protección y el método de comunicación. Los reportes de los RTU"s por excepción permiten la transmisión de información de la ocurrencia de una falla rápidamente. Los puntos de seccionalización de la línea pueden ser operados automáticamente desde una estación de control central para control remoto total y re-energización de el alimentador en falla usando decisiones lógicas basadas en la adquisición de datos. La justificación económica es más real debido a la confiabilidad y dependencia como resultado de experiencia piloto en el programa.

## 2.4 LOGICA DE OPERACIÓN DE UNA FALLA TEMPORAL



### CASO 1

1. Una falla temporal ocurre en los lugares A o B,
2. Una corriente alta es censada por un restaurador o recloser de una subestación. El recloser se abre en una curva rápida y recierra inmediatamente.
3. Mientras el recloser es abierto nuevamente, se aclara la falla temporal
4. El seccionizador de recierre es fijado en abierto solo para pérdidas de tensión que exceden su temporizador de retardo abierto. En este ejemplo usaremos 2 segundos. Entonces el seccionizador de recierre permanece cerrado.
5. El recloser devuelve la energía a todo el sistema con solo un corto tiempo de pérdida de 20 ciclos.

### CASO 2

1. Siga el ejemplo del caso 1 excepto que en este caso la falla temporal se aclara sola o es aislada durante la curva de trip lento del recloser después del recierre.

2. Una falla temporal puede ser aclarada con un segundo disparo de duración de corriente mayor que proporciona el recloser de la estación con una respuesta de curva de trip lento. La curva lenta de trip permite que los fusibles de los taps operen durante este intervalo como se coordina con este recloser de protección río arriba.
3. El seccionalizador de recierre simplemente permanece cerrado durante este intervalo ya que el recloser no se vuelve a abrir.

### **CASO 3**

1. Asuma que la falla permanece a través del flujo de corriente de la segunda falla y el recloser de la estación re-abre y es programado ahora para retrasar 3 segundos antes-del cierre.
2. Durante este tiempo muerto de 3 segundos, el seccionalizador de recierre automáticamente se abrirá en el punto de tiempo muerto de 2 segundos.
3. El recloser de la estación se cierra otra vez para volver a energizar la sección de línea hasta el seccionizador con recierre-abierto. El seccionalizador de-recierre automáticamente espera su intervalo de cierre prefijado en el temporizador mientras el recloser de la subestación esencialmente busca fallas entre el recloser y el seccionalizador de recierre como se muestra en lugar de falla "A".
4. Siguiendo el intervalo de cerrado del temporizador, el seccionalizador de recierre es cerrado y el Lockout Timer empieza a contar. Se le da una tercera oportunidad final a la falla para que se aclare.

En el caso 3, la falla es aclarada durante el tiempo de línea muerta o antes de que se alcance el tiempo de sobrecorriente del recloser de la subestación. El sistema es energizado con el recloser y el seccionalizador con recloser cerrado.

## **FALLA PERMANENTE EN EL LUGAR B**

En el caso de falla permanente, la línea de distribución es energizada repetidamente tratando de aclarar la falla y la falla continua. La falla es aislada por el seccionalizador y se restablece la energía en el resto del sistema automáticamente.

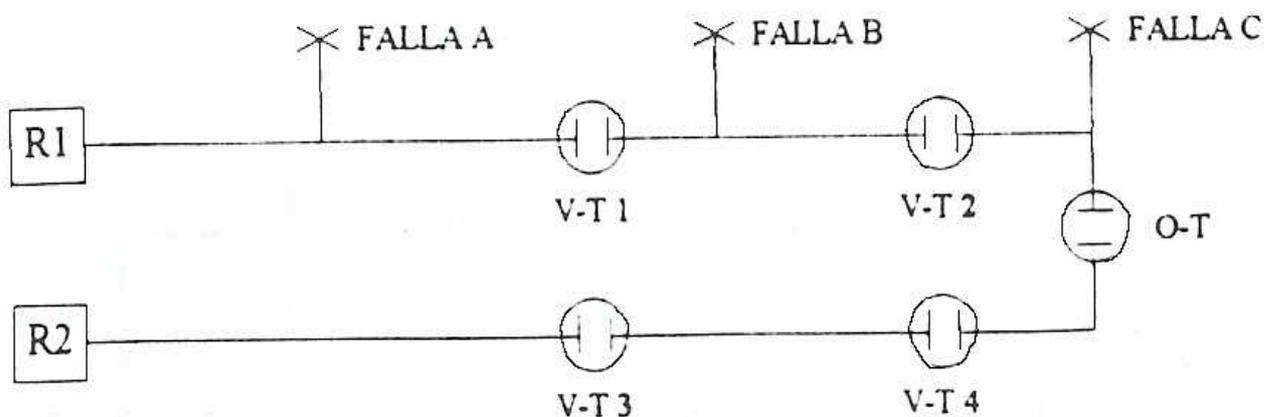
### **CASO 4**

1. Después del inicio de la falla en el lugar " B ", el recloser de la estación se abre y se vuelve a cerrar inmediatamente como se describió en el caso 1. Después de que se vuelve a presentar la falla, el recloser de la estación se abre para interrumpir la falla y permanece, abierto por 3 segundos. El seccionalizador de recierre se abrirá durante el intervalo de 3 segundos.
2. El recloser de la subestación se cierra otra vez para volver a energizar hasta el seccionalizador de recierre abierto.
3. Después de que se acaba el tiempo en el temporizador de cierre (seccionalizador de recierre), el seccionalizador de recierre se vuelve a cerrar automáticamente y empieza a contar el Lockout Timer.
4. Ya que la falla es permanente el recloser de la subestación se abre. La pérdida de tensión causa que el seccionalizador de recierre se vuelva a abrir durante el tiempo muerto del recloser de la estación como antes. Sin embargo el Lockout Timer estaba contando cuando el voltaje fue perdido causando que un comando de Lockout, fuera llevado a cabo en el control.
5. El recloser de la estación se vuelve a cerrar devolviendo la energía al sistema río arriba hasta el seccionalizador de recierre abierto y Lockout lo cual automáticamente ha aislado la falla.

Una consideración interesante es que la lógica básica es idéntica a la lógica usada por un liniero que aísla manualmente del mismo modo. El concepto de control (V-T) puede utilizar un numero relativamente grande de aparatos seccionadores en serie sin problemas de coordinación de corriente. Teóricamente, el número de aparatos instalados en serie puede ser infinito ya que no se requiere coordinación. Existen límites prácticos debido al tiempo de reseteo del recloser de la estación. El límite práctico aproximadamente 10 en serie. Esto excede todo el censado de corriente lo cual está limitado a 1 o 2 en serie. Aunque la economía normalmente limitaría el número de aplicaciones de seccionadores con recierre en serie: Esta capacidad indica el nivel técnico del margen. Los cambios futuros en la línea no requieren reajustes en la coordinación del seccionador de recierre.

El concepto de recloser tampoco es afectado por el punto medio u otros reclosers en serie. De hecho, el energizar la línea en segmentos ayuda con el problema de las corrientes de entrada y la carga fría con aparatos sensores de corriente.

### **SECCIONALIZADOR DE SISTEMAS EN LAZO**



Una línea de distribución relativamente corta pero altamente cargada sería imposible de coordinar confiablemente con tiempo de sobrecorriente para el número de puntos seccionadores mostrados en la figura. Note que en este sistema lazo, el switch de unión abierto está equipado también con controles de seccionador con recierre automáticos.

En cualquier caso, el seccionador con recierre de unión abierta O-T (normalmente abierto) automáticamente se cerrará después de un tiempo de retardo de pérdida de tensión en cualquier lado del seccionador con recierre O-T. Usando censado de tensión, en ambos lados del seccionador con recloser, los seccionadores con recierre pueden ser cerrados automáticamente para proporcionar energía de R1 o R2, si la fuente previa normal es perdida o ocurre una falla río arriba. El objetivo final es aislar la falla al segmento de línea más pequeño para que el aislamiento de falla ocurra por los aparatos seccionadores a ambos lados de la falla.

Para una falla en el lugar " A " el Lockout ocurriría en R 1 y VT 1; para una falla en el lugar " B " el Lockout

1. Revisemos una falla en el lugar "B". El sistema operará automáticamente como en el ejemplo de operación de V-T en la sección anterior. Esto permitirá la re-energización de la línea de R1 a (VT-1) el cual está abierto y Lockout.
2. Después de un retardo de tiempo para restringir un cierre, el seccionador de recierre (O-T) cerrará y su lógica de circuito automáticamente se convertirá a una lógica (V-T) incluyendo el temporizador para el recierre etc. para energizar la línea de (O-T) a (VT-2).
3. El control (VT-2) sensorá la tensión en el lado R2. (VT-2) se cerrará y expondrá la falla a R2 el cual se abrirá para aclarar la falla.

4. Los seccionadores de recierre que son alimentados por R2 se abrirán. (VT-2) no solo abrirán, quedará Lockout.

5. Después de los reclosers R2, (VT-3) se volverá a cerrar seguido por (VT -4) Y luego el (O-T).

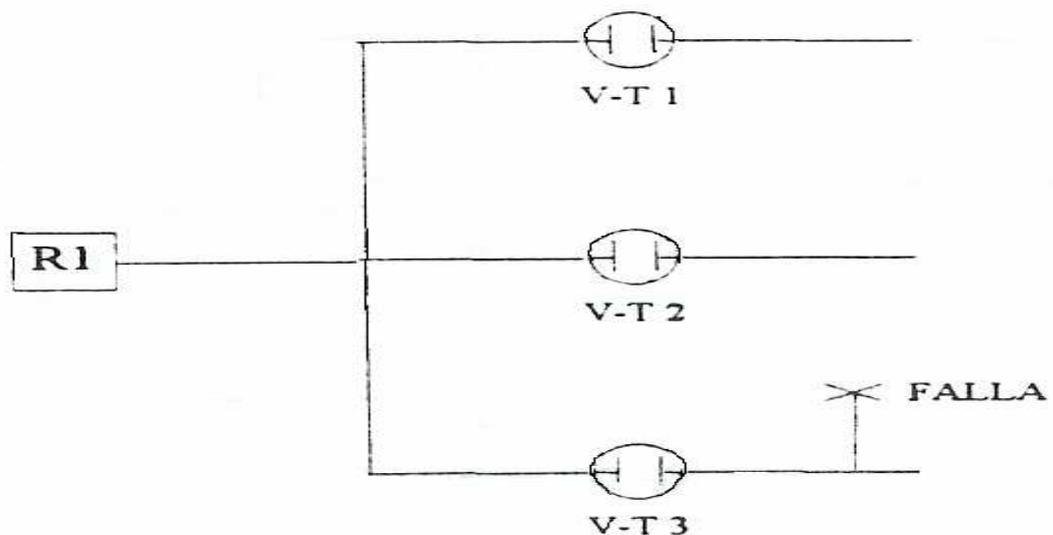
El resultado será el aislamiento automático de la falla en el lugar "B " dejando fuera los Seccionadores con recloser (VT-1) y (VT-2) con restablecimiento del servicio en el resto del sistema.

La aplicación de la lógica de combinación del control en (V-T) Y (O-T) es también ideal para aplicaciones alternas escogidas por el usuario.

#### ***2.4.1 LOGICA DE PERDIDA DE VOLTAJE Y ALTA CORRIENTE CON CONTROL DE TIEMPO DE VOLTAJE V-T***

Una cantidad significativa de la discusión anterior ha cubierto las virtudes de la lógica de censado de tensión. La lógica de tipo computarizado (V-T) reduce la duración de tiempo para que el sistema total opere. La mayoría de aplicaciones que usan seccionador con recierres líneas radiales, o de lazo en serie, trabajan en el mismo tiempo relativamente que es experimentado con el tiempo muerto del recloser entre las operaciones de recierre. Entonces los tiempos son consistentes con las características inherentes de los conceptos de reclosers. Las aplicaciones que requieren un número de seccionadores con recloser (V- T) para cargas en paralelo requieren que cada línea sea automáticamente cerrada una a la vez. Una reducción del tiempo total puede ser alcanzada por solo abrir la línea que contiene la falla. Históricamente esto ha sido alcanzado con un recloser separado en cada línea o un seccionador tipo conteo de corriente o censado de tensión con lógica de control (V-T).

Las desventajas se centran alrededor del costo, los problemas de coordinación de corriente, los problemas de entrada y carga fría, o tiempos muertos largos. Aunque el sensado del voltaje y la corriente es el corazón de la lógica de control de muchos seccionadores tipo conteo, el sensado de voltaje y corriente con control de tiempo de voltaje (V-T) es una nueva habilidad del microprocesador.



## OPCION A

Una corriente de falla seguida por la pérdida de voltaje es requerida para abrir el switch. Esto limitaría la apertura a solo la línea en falla. A diferencia de los seccionadores de conteo clásicos el seccionador con recierre se volverá a cerrar si se desea (opción c) siguiendo un temporizador de cerrado después de que la línea principal fuera reenergizada. Esto proporciona una oportunidad para aclarar fallas temporales. Por ejemplo, un dejado fuera ocurrirá si el seccionador de recierre (VT-1) se cierra en una falla causando que R1 se abra mientras el temporizador de Lockout (VT1) está corriendo. Esto elimina los problemas de conteo de corriente y utiliza la lógica básica de tiempo de voltaje de que si los flujos altos de corriente y voltaje son perdidos inmediatamente siguiendo el cierre del switch, se cierra en la falla y debe ser dejado fuera.

## **OPCION B**

Abre el switch de alta tensión bajo todas las pérdidas de tensión que exceden el temporizador de retardo abierto como en la operación Standard (VT) con una excepción. Si la pérdida de tensión fue precedida por una corriente de falla, entonces el control automáticamente va a una condición de Lockout. Si no cuando R1 se vuelve a cerrar después de su tiempo muerto normal, el control correrá a través del temporizador de cierre para volver a cerrar el seccionizador con recierre. Esta lógica es útil en redes de circuitos complejos usando seccionizadores en serie y paralelo particularmente si la distribución bajo tierra está involucrada.

## **OPCION C**

Puede ser seleccionada para prevenir el recierre automático. Esta opción siempre dejaría fuera el seccionizador de recierre siempre que fuera abierto automáticamente. Sin embargo, la única manera de abrir automáticamente es si una corriente de falla siguió una pérdida de tensión. Esto sería deseable si el seccionizador de recierre estuviera aislando una falla de una línea bajo tierra automáticamente. La lógica (VT) sería aun utilizada para permitir un recierre instantáneo del recloser de la subestación.

### ***2.5 CARACTERISTICAS DEL SECCIONALIZADOR CON RECIERRE***

- a) Permitir operación del recloser río arriba instantánea sin abrir ningún seccionizador de recierre para permitir que la mayoría de fallas temporales sean aclaradas sin tiempo significativo de pérdida de tensión en el sistema.
- b) No se requiere coordinación de sobrecorriente.
- c) Permite intento de exposición de corrientes de falla 2da o 3ra para aclarar fallas temporales sin dejarlo fuera del seccionizador.

d) La instalación en sistemas radiales o de lazo para proporcionar seccionalización automática en cualquier dirección.

e) No se requiere desensibilización de corriente de entrada y carga fría.

## **2.6 CARACTERISTICAS DEL MICROPROCESADOR**

a) Todo el software almacenado en el microprocesador para cambios en respuesta por reemplazo simple del microprocesador.

b) Umbral de tensión fácilmente ajustable para el usuario y fijación de temporizador y selección de opciones.

c) Proporcionar un lazo normalmente abierto y opciones asociadas.

d) Asegurar al personal de mantenimiento, no auto recierre mientras se hace trabajo en línea viva.

e) Opción de segundo recierre inmediato seleccionable por el usuario.

f) Opción de aceptar entradas de una a tres entradas de tensión cuando se usan reclosers monofásicos río arriba.

g) Opción de control remoto total incluyendo selección de la localización remota u operación manual local o remota o automática usando la inteligencia del microprocesador.

h) Interfase de entrada y salida completa.

i) Opción de añadir entrada de censado de corriente para opciones lógicas de control de corriente.

j) Cierre seleccionable de suministro de energía en una dirección solo si se desea por selección del usuario.

k) Permitir que el switch normalmente cerrado cambie automáticamente a normalmente abierto si la energía es restablecida a ambos lados del switch mientras está abierto.

l) No se requieren baterías para el control.

Un switch controlado por microprocesador puede proporcionar inmediatamente capacidades de seccionalización automática y también pueden ser controladas remotamente cuando o si el control remoto está disponible por el personal de un centro de operaciones o computador. La economía de hoy nos dirige a la instalación de un sistema de switcheo que puede manejar necesidades futuras usando un switch confiable que puede ser usado con una familia de controles para cumplir con varias necesidades de aplicación. Considere un punto de switcheo controlado por un microprocesador que ofrece operación automática local completa, con un switch eléctricamente controlable de larga vida.

Los desarrollos de nuevos conceptos que siguen son dirigidos para cumplir con las necesidades anteriores la tecnología del microprocesador ha mejorado los esquemas lógicos de control anteriores proporcionando nuevas capacidades y alternativas para flexibilidad y crecimiento.

## **CAPITULO 3**

### ***“DIFERENTES TIPOS DE SECCIONADORES Y RESTAURADORES AUTOMATICOS EXISTENTES EN LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION”***

#### **3.1 DIFERENTES TIPOS DE SECCIONADORES:**

##### **3.1.1 SECCIONALIZADOR GVR 27**

El seccionalizador GVR- 27 se utiliza en conjunto con un dispositivo de protección de respaldo (restaurador o interruptor de la S. E .), para aislar la sección con falla en la línea.

Nota: antes de hacer cualquier operación en el seccionalizador deberá coordinarse con el operador.

Nota importante:

Verificar que la lámpara de “baja presión” siempre este apagada antes de realizar cualquier operación, si la presión es baja (lámpara encendida), no ejecutar ninguna maniobra y dar aviso al operador.

**PUESTA EN SERVICIO CON CUCHILLAS 23601 CERRADAS.**

1.-Realizar prueba de lámparas.

2.-Verificar en el interruptor que la palanca amarilla de bloqueo este arriba.

- 3.-Desactivar "remoto activado" presionar la tecla hasta que se apague la lámpara
- 4.-Activar la tecla "cerrado" para cerrar el interruptor se enciende la lámpara indicadora
- 5.-Abrir cuchillas 23601.
- 6.-Activar "remoto activado" presionar la tecla hasta que la lámpara quede encendida.

#### LICENCIA SIN POTENCIAL

- 1.-Desactivar "remoto activado" presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.
- 2.-Activar "bloqueo a un paso" presionar el botón y se enciende la lámpara.
- 3.-Activar el botón "abierto" se enciende la lámpara y se escucha el cierre de contactos.
- 4.-Desactivar "bloqueo a un paso" se apaga la lámpara indicadora.
- 5.- Activar "remoto activado" presionar la tecla hasta que se encienda la lámpara.
- 6.-Bajar la palanca amarilla del interruptor para que quede bloqueado.

#### DEVOLUCION DE LICENCIA SI POTENCIAL

- 1.- Subir con pértiga la palanca amarilla del interruptor.
- 2.-Desactivar "remoto activado" presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.

3.-Activar la tecla “cerrado”se enciende la lámpara indicadora.

4.-Activar “remoto activado” presionar la tecla hasta que se encienda la lámpara.

#### RESTABLESIMIENTO DESPUES DE UNA FALLA

1.-Solicitar al operador, licencia para probar el equipo.

2.-Reportar las condiciones en las que se encuentre el equipo, verificando cuales lámparas están encendidas.

3.-Verificar el buen funcionamiento de las señalizaciones presionando el botón “prueba de lamp.” deben encender todas.

4.-Desactivar “remoto activado” presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.

Nota: no activar “bloqueo a un paso” ya que de lo contrario al realizar la prueba el control puede volver a bloquearse.

5.-Activar “cerrado” se cierra el interruptor y enciende la lámpara (observar que en el interruptor la bandera se encuentre en un color rojo si es un cierre y color verde si es apertura).

6.-Activar “remoto activado” presionar la tecla hasta que se encienda la lámpara.

7.-Entregar la licencia al operador con el equipo normal.

#### PUESTA DE BLOQUEO A UN PASO (OBSERVACION)

1.-Verificar que las cuchillas 23601 estén abiertas y el equipo en condiciones normales.

2.-Informar al operador sobre la maniobra que va a realizar.

3.-Desactivar “remoto activado” presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.

4.-Activar “bloqueo a un paso“ se enciende la lámpara correspondiente.

5.-Activar “remoto activado” presionar la tecla hasta que se encienda la lámpara.

#### DEVOLUCION DE BLOQUEO AUN PASO (OBSERVACION)

1.- Desactivar “remoto activado” presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.

2.-Desactivar “bloqueo a un paso“ (observación ) se apaga la lámpara.

3.-Activar “remoto activado” presionar la tecla hasta que la lámpara quede encendida.

## CONTROL DEL SECCIONALIZADOR GVR

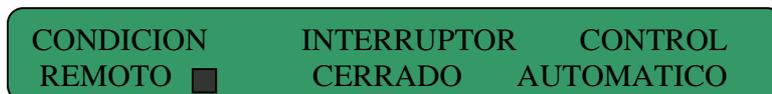


### 3.1.2 SECCIONALIZADOR DAS-27

El interruptor DAS-27 es un equipo electromecánico con control electrónico telecontrolado, instalado en la red de distribución aérea, troncal o ramal, permite pensar sobre corrientes en coordinación con el restaurador o interruptor de la S. E. en su lado fuente aislando la zona en disturbio con la finalidad de reducir el T.I.U.

- Revisar instalación puentes, cuchillas, apartarrayos, bandera indicadora del tanque sistema de puesta a tierra y panel de control electrónico.
- Antes de hacer cualquier maniobra en el equipo coordinarse con operación ciudad.
- En condiciones normales de operación los leds de potencial de C.A. (B.T.) ubicados en la parte superior derecha, estará iluminado lado fuente.
- En pantalla aparecerán las siguientes funciones.

#### PANTALLA DEL CONTROL



El cursor esta en la función remoto (destellando), la bandera b indicadora estará en rojo (cerrado). ubicada en la parte inferior del tanque.

Nota1:

Después de oprimir la tecla con la función deseada (remoto o local, cerrado o abierto, automático o manual, aparece destellando), se tendrán 10 segundos para oprimir la tecla

aceptar, antes de que el control regrese a su función anterior excepto cuando se pone en observación.

Nota 2:

Después de activar cualquier función se debe de leer lo que aparece en pantalla.

## MANIOBRAS

PUESTA EN OBSERVACION:

*EN EL CUADRO DE MENU*

1.-Oprima tecla siguiente 2 veces.

# DE OPERACIONES =? CONTEO?  
CONDICION = NORMAL

2.-Oprimir tecla en observación.

#DE OPERACIONES =? CONTEO?  
CONDICION = NORMAL **EN OBSERV.**

3.-Oprimir tecla regreso a inicio.

# DE OPERACIONES =? CONTEO?  
CONDICION = NORMAL **EN OBSERV.**

EL EQUIPO ESTA EN OBSERVACION

## RETIRO DE OBSERVACION

1.- Oprimir tecla siguiente 2 veces.

# DE OPERACIONES = ?    CONTEO = ?  
CONDICION = NORMAL            **EN OBSEV.**

2.-Oprimir tecla en observación.

# DE OPERACIONES =?    CONTEO =?  
CONDICION = NORMAL

VERIFICAR EN PANTALLA QUE DESAPARECE EN OBSERV.

3.-Oprimir tecla regreso a inicio.

CONDICION            INTERRUPTOR    CONTROL  
REMOTO    CERRADO    AUTOMATICO

PUESTA EN SERVICIO CON CUCHILLAS PUNTEADORAS CERRADAS

1.-Pedir observación del alimentador a operación ciudad

2.-Verificar en pantalla del control

CONDICION            INTERRUPTOR    CONTROL  
REMOTO    ABIERTO    AUTOMATICO

3.-Verificar en el tanque que la argolla amarilla este arriba (desbloqueado).

- 4.- Poner en observación el equipo (ver maniobra puesta en observación).
- 5.-En el cuadro de operación oprimir tecla local y en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.
- 6.- En el cuadro de operación oprimir tecla cerrar en el cuadro cambio de valores oprimir la tecla aceptar.
- 7.- Verificar que la bandera indicadora en el tanque se encuentre en color rojo (cerrado).
- 8.- Abrir cuchillas puenteadoras.
- 9.-En el cuadro operación oprimir tecla remoto y en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.
- 10.-En el equipo retirar observación (ver maniobra retiro de observación).
- 11.-Devolución de observación del alimentador a operación ciudad.

#### LICENCIA SIN POTENCIAL LADO CARGA

- 1.-Solicitar observación del alimentador.
- 2.-Verificar pantalla que este en funciones jornales (ver instrucciones).
- 3.-En el cuadro operación oprimir tecla local y en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.
- 5.-En el cuadro el cursor dirigirlo con las flechas a cerrado y en el cuadro operación oprimir tecla abrir en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.
- 6.-Verificar en el tanque que la bandera indicadora este en verde (abierto).

7.-En el cuadro el cursor dirigirlo con las flechas a manual.

*EN EL CUADRO CAMBIO DE VALORES CON LAS TECLAS (+) Ó (-) CAMBIAR A MANUAL Y OPRIMIR TECLA ACEPTAR*

8.-En el cuadro de operación oprimir tecla remoto y en el cambio cuadro de valores oprimir tecla aceptar.

9.-En el tanque bajar argolla amarilla (bloqueado).

DEVOLUCION DE LICENCIA SIN POTENCIAL

1.-En el tanque subir argolla amarilla (desbloqueado).

2.-Verificar en pantalla las funciones.

3.-En el cuadro de operación oprimir tecla local en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.

4.-En el cuadro el cursor dirigirlo con las flechas a automático y en el cuadro cambio de valores con las teclas (+) ó (-) cambiar a manual y oprimir la tecla aceptar.

5.-En el cuadro el cursor dirigirlo con las flechas a abierto en el cuadro operación oprimir tecla cerrar y en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.

6.-Verificar en el tanque que la bandera indicadora cambio a color rojo (cerrado).

7.-En el cuadro al cursor con las flechas dirigirlo a manual y en el cuadro cambio de valores con las teclas (+) ó (-) cambiar a automático y oprimir tecla aceptar.

8.-En el cuadro de operación oprimir la tecla remoto y en el cuadro cambio de valores oprimir

tecla aceptar.

9.-Devolución de observación del alimentador a operación ciudad.

## RESTABLECER DESPUES DE UN DISTURBIO

Nota: Después de reparar la falla verificar que la bandera indicadora en el tanque este en color verde (abierto) y en pantalla la siguiente condición.

1.-Poner en observación el equipo.

A) En el cuadro menú oprimir tecla siguiente dos veces.

B) Oprimir tecla en observación.

C) Oprimir tecla regreso a inicio.

2.-En el cuadro de operación oprimir tecla local y en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.

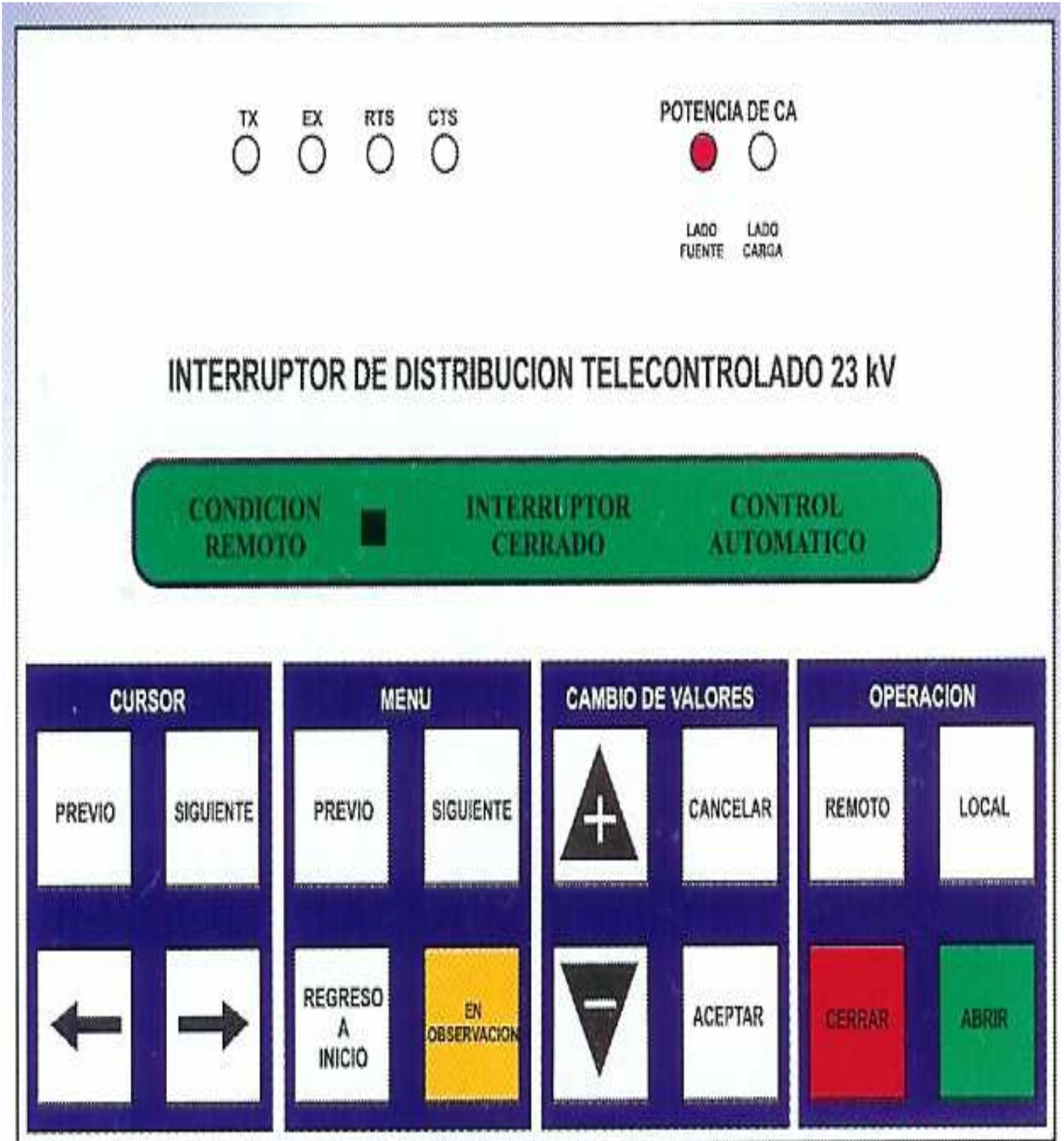
3.-En el cuadro de operación oprimir tecla cerrar y en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.

4.-En el cuadro de operación oprimir tecla remoto y en el cuadro cambio de valores oprimir tecla aceptar.

5.-Retiro de observación del equipo (ver maniobra retiro de observación).

6.-Devolución de observación del alimentador a operación ciudad.

**CONTROL DEL SECCIONADOR DAS-27**



### **3.1.3 INTERRUPTOR DE DISTRUBUCION SECCIONALISADOR JOSLYN**

El seccionalizador marca joslyn es un interruptor electromecánico con control electrónico este equipo es instalado en la red de distribución aérea troncal o ramal.

Permite censar corrientes de falla y ausencia de potencial, estructurando esquemas eléctricos con el propósito de aislar fallas y transferir cargas, seccionando la zona afectada, con la finalidad de reducir el T.I.U.

#### **INSTRUCCIONES EN ESPAÑOL DE LOS INDICADORES**

**LOCKED OUT: Fuera y bloqueado, LOCK OUT TIMER: Tiempo de bloqueo.**

**RESTRAINT TIMER: Tiempo de restricción, OPEN: Abierto.**

**AUTOMATIC: Automático, CLOSE: Cerrado.**

**OPEN DELAY: Retraso ala apertura, REMOTE: Remoto, SOURCE: Fuente.**

**CLOSE TIMER: Tiempo de cierre, RESET: Restablecer, ON: Encendido.**

**LED TEST: Probador de luces, OFF: Apagado.**

#### **OBSERVACIONES**

Revisar instalación del seccionalizador marca joslyn como son: puentes, cuchillas, apartarrayos, bandera señalizadora del tanque, puesta a tierra así como su control electrónico.

Antes de hacer cualquier operación en el seccionalizador marca joslyn deberán coordinarse con operación ciudad.

En condiciones normales de operación los focos que deben estar encendidos son: normal, automatic, remote; source 1 y source 2.

## OPERACIONES MANUALES EN EL CONTROL AUTOMATICO DEL SECCIONALIZADOR MARCA JOSLYN (MANIOBRAS)

### PUESTA ON OBSERVAACION (LICENCIA CON POTENCIAL).

1.- Verificar cuchillas puenteadoras abiertas.

2.-El switch de automatic y manual ponerlo en posición de manual. (se enciende led de manual y se apaga el led de normal y automatic).

3.-El switch de local y remote ponerlo en posición local. (Se enciende led de local y se apaga el led de remote).

### DEVOLUCION DE LA OBSERVACION

1.-El switch de automatic y manual ponerlo en posición automatic. (Se enciende led de automatic, y se apaga el led de manual).

2.-El switch de local y remote ponerlo en posición remote. (Se enciende led de remote y se apaga el led de local).

### PUESTA EN SERVICIO DEL EQUIPÒ JOSLYN ABIERTO Y CUCHILLAS PUENTEADORAS CERRADAS

1.-El switch de automatic y manual ponerlo en posición de manual.

2.-El switch de local y remote ponerlo en posición de local.

3.-El switch de source no. 1 ponerlo en posición on. (Se enciende led de source no. 1 se enciende led de manual se enciende led de open).

4.-El switch source no.2 ponerlo en posición on. (Se enciende led de source no.2).

5.- El switch de open y cloose ponerlo en posición close. (Sostener hasta que cierre). (Se enciende led de close y aguja del tanque cambia a posición close).

6.-Proceder a abrir cuchillas puenteadoras.

7.-El switch de automatic y manual ponerlo en posición automatic. (Se enciende led de automatic y se enciende led de normal y se apaga led de manual).

8.-El switch del local y remote ponerlo en posición remote. (Se enciende led de remote y se apaga led de local).

#### LICENCIA SIN POTENCIAL APARTIR DE SECCIONALIZADOR

1.-Verificar las condiciones de puesta en observación y proceder a ellas.

2.-Proceder a abrir el seccionalizador con el switch de open / close, en open.

3.-Las fuentes source no.1 source no.2 colocarlas en off. (Bloqueado).

4.-Verificar que la aguja indicadora del tanque y el led del control electrónico indique la posición de abierto.

Nota: 1.- Para bloquear el equipo y dejarlo fuera se deben bajar los botones de source no. 1 y no. 2 en posición off, además de dejar en posición el equipo.

## DEVOLUCION DE LA LICENCIA SIN POTENCIAL APARTIR DEL SECCIONALIZADOR

- 1.- Verificar que la observación que este puesta.
- 2.-Las fuentes source no.1 y source no.2 ponerlas en on.
- 3.-Proceder al cierre del seccionalizador con el switch open/close, en close y sosteniéndolo hasta que el seccionalizador haya cerrado.
- 4.-Verificar que la aguja indicadora del tanque y el led del control electrónico indique la posición de cerrado.

## PRUEBA DE CIERRE DESPUÉS DE UNA FALLA

- 1.- El switch de automatic y manual ponerlo en posición manual.
- 2.- El switch de local y remote ponerlo en posición local.
- 3.- Verificar que switch de source no. 1 este en posición on (el led del switch de source no.1 debe estar encendido).
- 4.- Verificar que switch source no.2 este en posición on (el led del switch de source no.2 debe estar apagado cuando existan 2 transformadores y encendido cuando exista un transformador).
- 5.- Subir el switch de reset. (Se apaga led de locked out, se enciende led de manual y se enciende led de local).
- 6.- El switch de open y close poner lo en posición de close. (Sostener hasta que sierre). (Se enciende led de close y la aguja cambia a posición close).

7.- Si no entra el equipo esperar indicación del operador para hacer otro cierre. (Pasar al punto 6) y si el equipo entra correctamente esperar indicación del operador para quitar la observación. (Pasar a punto 8).

8.-El switch de automatic y manual ponerlo en posición de automatic. (Se enciende led de automatic y se enciende led de normal).

9.-El switch de local y remote ponerlo en posición de remote. (Se enciende led de remote).

Nota 1: Para bloquear el equipo y dejarlo fuera de servicio se deben bajar los botones de source # 1 y # 2 en posiciones off, además de dejar en observación el equipo.

Nota 2: El equipo puede abrir o cerrar manualmente con la palanca que se encuentra a un lado del tanque del interruptor, con previa observación en el equipo y para verificar el estado del interruptor ver el switch led indicación: para cerrar empujar la palanca detallado push to close (entre 5 y 10 operaciones) y para abrir empujar la palanca del lado push to open menos de 3 operaciones.

En este capítulo conocimos las funciones de operación básicas de los diferentes equipos de Seccionamiento Automático, instalados en la zona centro del país. Lo que permite utilizar este trabajo y en particular este capítulo como manual de operación de los equipos, para el personal operativo encargado de realizar las diferentes operaciones en el control, para desarrollar de su trabajo.

Así mismo es fundamental conocer las diferentes que ofrecen los diferentes equipos, por que en general cuentan con las mismas operaciones, considerando cada uno de ellos con sus procesos de operaciones diferentes. Por lo cual es importante iniciar con estos conocimientos para continuar con su lógica de funcionamiento, programación e instalación para aprovechar al máximo sus rendimientos.

CONTROL DEL SECCIONADOR JOSLYN



## **3.2 RESTAURADORES**

### **3.2.1 RESTAURADOR L.A. 23.560 GVR 27**

Es un interruptor que se encuentra dentro de un medio dieléctrico de funcionamiento electromecánico a tres fases con un dispositivo electrónico, con sensor de corriente de falla. Se instala en troncales de alimentadores de distribución aérea, cuya función es detectar corrientes de corto circuito, efectuando la interrupción en cuatro secuencias de apertura y cierre bajo condiciones de falla temporal, con el fin de mantener la continuidad del servicio.

Para una operación óptima del equipo es importante verificar que en los lámparas señalizadores, la condición de “BAJA PRESION” se encuentre apagada y el de “CONTROL CORRECTO” encendido.

### **CONDICIONES DE OPERACIÓN**

#### ***PUESTA EN SERVICIO CON CUCHILLAS (23601) CERRADAS***

- 1.- Realizar prueba de lámparas presionando la tecla de PRUEBA LAMP. encenderá la pantalla y todas las lámparas, automáticamente se restablecerá el equipo.
- 2.-Verificar que la lámpara de color amarillo ubicada, en la parte inferior (abajo) del interruptor se encuentre hacia arriba, de no ser así súbala con el bastón garrocha.
- 3.-Desactivar “remoto activado” presionando hasta que se apague la lámpara.
- 4.-Activar “sin recierres (en observación) “ se enciende la lámpara.
- 5.-Activar “cerrar restaurador “verificar en la parte inferior que la bandera señalizadora se encuentre en color rojo.

6.-Activar “bloqueo de disparo a tierra” se enciende la lámpara.

7.- Abrir cuchillas 23601 y proceder a normalizar el restaurador.

8.- Desactivar “BLOQUEO DE DISPARO A TIERRA”, se apaga la lámpara.

9.- Desactivar “SIN RECIERRES (EN OBSERVACION)”, se apaga la lámpara.

10.- Activar “REMOTO ACTIVADO”, presionando la tecla hasta que encienda la lámpara.

#### *PUESTA EN OBSERVACION*

1.- Desactivar “REMOTO ACTIVADO”, presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.

2.- Desactiva “SIN RECIERRES (EN OBSEVACION)”, se apaga la lámpara.

3.- Activar “REMOTO ACTIVADO” presionar la tecla hasta que se encienda la lámpara.

#### *MANTENIMIENTO CON LINEA ENERGIZADA*

1.- Desactivar “REMOTO ACTIVADDO” presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.

2.- Activar “MANTENIMIENTO CON LINEA ENERGIZADA” se enciende la lámpara y automáticamente enciende SIN RECIERRES (OBSERVACION).

3.-Activar “REMOTO ACTIVADO” se enciende la lámpara.

#### *DEVOLUCIONA DE MANTENIMIENTO CON LINEA ENERGIZADA*

1.-Desactivar “REMOTO ACTIVADO”, presionar hasta que se apague la lámpara.

2.- Desactivar "MANTENIMIENTO CON LINEA ENERGIZADA" la lámpara se apaga.

3.- Desactivar "SIN RECIERRES (EN OBSERVACION)", se apaga la lámpara.

4.- Activar "REMOTO ACTIVADO", presionar tecla hasta que se encienda la lámpara.

#### LICENCIA SIN POTENCIAL LADO CARGA DEL RESTAURADOR

1.- Desactivar "REMOTO ACTIVADO", presionando hasta que se apague la lámpara.

2.- Abrir el restaurador presionando la tecla de "ABRIR RESTAURADOR", observando que encienda la lámpara de color verde de esta función y que se haya apagado la lámpara de "CERRAR RESTAURADOR". Se escuchara dentro del interruptor la apertura de los contactos.

3.- Verificar que la bandera señalizadota de la parte inferior esta en verde.

4.- Bloquear el interruptor, bajando la palanca de color amarillo con un bastón largo ubicado en la parte inferior debajo del mismo interruptor.

#### *DEVOLUCION DE LICENCIA SIN POTENCIAL LADO CARGA DEL RESTAURADOR.*

1.- Desbloquear el interruptor subiendo, la palanca de color amarillo con el bastón largo ubicada en la parte inferior (abajo) del mismo interruptor.

2.- Activar "SIN RECIERRES (EN OBSERVACIÓN)", se enciende la lámpara.

3.- Activar "CERRAR RESTAURADOR", se enciende la lámpara, verificar que la bandera de la parte inferior esté en color rojo.

4.- Desactivar "SIN RECIERRES" (EN OBSERVACIÓN), la lámpara se apaga.

5.- Activar "REMOTO ACTIVADO", presionar la tecla hasta que quede encendida la lámpara.

#### *ACTIVAR DISPARO MINIMO ALTERNATIVO*

1.- Desactivar "REMOTO ACTIVADO", presionar la tecla hasta que se apague la lámpara.

2.- Activar "DISPARO MINIMOALTERNATIVO", se enciende la lámpara.

3.- Activar "REMOTO ACTIVADO", presionar hasta que se encienda la lámpara.

#### *DESACTIVAR DISPARO MINIMO ALTERNATIVO*

1.- Desactivar "REMOTO ACTIVADO", presionar hasta que se apague la lámpara.

2.- Des activar "DISPARO MINIMOALTERNATIVO", se apaga la lámpara.

3.- Activar "REMÓTO ACTIVADO", presionar la tecla hasta que encienda la lámpara.

#### *REESTABLECER DESPUÉS DE UNA FALLA*

1. Verificar en el control el tipo de falla, fases A, B, C ó tierra, informar al operador e indicarle que otras lámparas están encendidas.

2. Activar "PRUEBA DE LAMPARAS", se encienden y apagan todas las lámparas.

3. Desactivar "REMOTO ACTIVADO", presionar el bolón hasta que se apague la lámpara.

4. Activar "SIN RECIERRES (EN OBSERVACIÓN)", se enciende la lámpara.

5. Activar "CERRAR RESTAURADOR", se enciende la lámpara, verificar bandera en la parte inferior debe estar en rojo.

6. Desactivar "SIN RECIERRES (EN OBSERVACIÓN)".

7 .Activar "REMOTO ACTIVADO", presionar la tecla hasta que permanezca encendida la lámpara.

#### *EN CASO DE PERSISTIR LA FALLA*

1. Bloquear el interruptor, bajando la palanca de color amarillo con bastón largo, ubicada en la parte inferior (abajo) del mismo interruptor.

2. Reparar falla.

3. Desbloquear el interruptor subiendo la palanca de color amarillo con el bastón largo ubicada en la parte inferior (abajo) del mismo interruptor.

4. Activar "PRUEBA DE LAMPARAS", se encienden y apagan todas las lámparas.

5. Activar "CERRAR RESTAURADOR", enciende la lámpara verificar bandera en la parte inferior, debe estar en rojo.

6. Desactivar "SIN RECIERRES (EN OBSERVACIÓN)" se apaga la lámpara.

7. Activar "REMOTO ACTIVADO", presionar la tecla hasta que permanezca encendida la lámpara.

## CONTROL DEL RESTAURADOR GVR



### **3.2.2 RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 COOPER NOVA 27**

El restaurador es un interruptor electromecánico capaz de detectar fallas por sobre corriente, es instalado en la red de distribución aérea, permite tener continuidad en el servicio por tener la característica de hacer aperturas y recierres en forma automática cuando se presenta una falla, seleccionando las fallas permanentes de las instantáneas.

Revisar la instalación del restaurador Nova-27 como son: puentes, cuchillas, apartarrayos, bandera señalizadora del tanque, puesta a tierra, así como su control electrónico.

Antes de hacer cualquier operación en el restaurador Nova-27, deberán coordinarse con operación ciudad.

En condiciones normales de operación los indicadores que deberán estar iluminados son: restaurador cerrado, control operando correctamente, alimentación c. a. voltaje en boquillas 1-2, 3-4 y 5-6.

#### **OPERACIONES MANUALES EN EL CONTROL AUTOMATICO DEL RESTAURADOR**

##### **PUESTA EN OBSERVACION**

Presionar el **botón MODIFICAR + botón SIN RESIERRE (#2)** se enciende el botón sin recierre.

##### **DEVOLUCION DE LA OBSERVACION**

Presiona el **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE (#2)** se apaga el botón sin recierre.

## TRABAJO CON LINEA VIVA

Subir el switch de **MANTENIMIENTO EN LÍNEA ENERGIZADA** se enciende la indicación de línea viva.

## DEVOLUCION DE TRABAJO EN LINEA VIVA

Bajar el switch de **MANTENIMIENTO EN LÍNEA ENERGIZADA** se apaga la indicación de línea viva.

## PUESTA EN SERVICIO RESTAURADOR ABIERTO Y CUCHILLAS PUENTEADORAS CERRADAS

- 1.-Presionar **botón MODIFICAR + botón de BLOQUEADO DE DISPARO A TIERRA (#1)** se enciende la indicación de bloqueo de disparo a tierra.
- 2.-Presionar **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE (#2)** se enciende la indicación de sin recierre.
- 3.-Verifique el tanque del restaurador que tenga la argolla amarilla arriba.
- 4.- Proceda a cerrar el restaurador, presione el **botón ROJO** (cierre).
- 5.-Procede a abrir cuchillas puenteadoras.
- 6.-Presione **botón MODIFICAR + botón de BLOQUEADO DE DISPARO A TIERRA (#1)** se apagara la indicación de bloqueo de disparo a tierra.
- 7.-Presionar **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE (#2)** se apagara la indicación de sin recierre.

## RESTABLECER EL RESTAURADOR F-5 DESPUES DE UN A FALLA

1.-Presionar tecla **RESTABLECER INDICADORES** se apagaran indicadores se apagaran indicadores de falla.

2.-Poner **observación** presiona **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE** se enciende indicador sin recierre.

3.-Presionar botón de **CIERRE**

4.-retiro de **observación** presione **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE** se apaga indicador.

## ACTIVACION DE DISPARO MINIMO ALTERNATIVO

Presionar **botón MODIFICAR + botón de esquema DE PROTECCION ALT. NO.1** se encenderá la indicación de esquema de protección Alt. no.1.

## DESACTIVACION DE DISPARO MINIMO ALTERNATIVO

Presionar **botón MODIFICAR + botón de esquema DE PROTECCION ALT. NO.1** se apagara la indicación de esquema de protección Alt. no.1.

## DEJAR EL RESTAURADOR FUERA O DESCONECTADO CON CUCHILLAS PUENTEADORAS CERRADAS

1.-Presionar **botón MODIFICAR + botón de BLOQUEADO DE DISPARO A TIERRA (#1)** se enciende la indicación de bloqueo de disparo a tierra.

2.-Presionar **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE (#2)** se enciende la indicación sin recierre.

3.-Cerrar cuchillas puenteadoras

4.-presionar el **botón VERDE** (disparo), para abrir restaurador.

5.-si hay orden de bloquearlo bajar la argolla amarilla.

#### LICENCIA SIN POTENCIAL APARTIR DEL RESTAURADOR

1.-Puesta en **observación**, presionar el **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE (#2)** se encenderá el botón sin cierre.

2.-Presionar el **botón VERDE** (disparo) para abrir el restaurador.

3.-En el tanque se procede a bloquear manualmente, bajando la argolla amarilla.

#### DEVOLUCION DE LICENCIA SIN POTENCIAL APARTIR DEL RESTAURADOR

1.-subir manualmente la argolla amarilla.

2.-proceda a cerrar el restaurador presione el **botón ROJO** (cierre).

3.-Devolución de la **observación**, presione el **botón MODIFICAR + botón SIN RECIERRE (#2)** (se apagará el botón sin recierre).

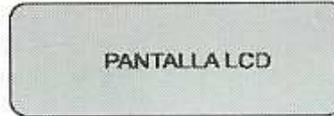
#### NOTA:

Cuando presione la tecla modificar se tiene un margen de **9 seg.** Para cambiar la secuencia de la condición.

# CONTROL DEL RESTAURADOR NOVA-27

- CONTROL OPERANDO CORRECTAMENTE
- ALIMENTACION CA
- LA CORRIEMTE ES MAYOR QUE EL VALOR DE DISPARO MINIMO
- REVISAR BATERIA
- MAL FUNCIONAMIENTO DEL RECONECTOR
- POTENCIA INVERSA

COOPER Power System



- INDICADOR DE FALLA DE BOQUILLAS 1-2
- INDICADOR DE FALLA DE BOQUILLAS 1-4
- INDICADOR DE FALLA DE BOQUILLAS 5-6
- MODIFICADOR DE FALLA A TIERRA
- MODIFICADOR DE FALLA A TIERRA SENSIBLE
- VOLTAJE DE BOQUILLAS 1-2
- VOLTAJE DE BOQUILLAS 3-4
- VOLTAJE DE BOQUILLAS 5-6



- RECONECTADOR CERRADO
  - RECONECTADOR ABIERTO
  - CONTROL BLOQUEADO
- MANTENIMIENTO DE LINEA ENERGIZADA
- ENCENDIDO APAGADO
- TX3 TX3 RX3 RX3
- 



**KYLE**<sup>®</sup>  
CONTROL DEL RECONECTOR FORMA 5

### **3.2.3 RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 ABB**

El restaurador es un interruptor electromecánico, capaz de detectar fallas por sobre corriente, es instalado en la red de distribución aérea. Permite tener continuidad en el servicio por tener la característica de hacer aperturas y recierres en forma automática; cuando se presenta una falla, seleccionando las fallas permanentes de las instantáneas.

#### **NOTA:**

Antes de efectuar cualquier operación en el restaurador automático la 23-560 ABB hacer una revisión visual de como se encuentra el equipo: cuchillas, apartarrayos, puntas y puesta a tierra, así como en el control automático es necesario que en cada una de las operaciones de restaurador se deben hacer de acuerdo con operación ciudad.

#### **OPERACIONES MANUALES EN EL CONTROL DEL RESTAURADOR AUTOMATICO LA 23-560 ABB**

##### **PUESTA EN OBSERVACION**

Presione el botón **RECLOSE BLOCKED** (recierres bloqueado) se apaga led de **RECLOSE BLOCKED**.

##### **DEVOLUCION DE OBSERVACION**

Presionar el botón **RECLOSE BLOCKED** (recierres bloqueado) se apaga led de **RECLOSE BLOCKED**.

PUESTA EN SERVICIO RESTAURADOR ABIERTO Y CUCHILLA PUNTEADORAS CERRADAS

1.-Presione botón **GROUND BLOCKED** (bloqueo de tierra) se enciende led de **GROUND BLOCKED**.

2.-Presione el botón **RECLOSE BLOCKED** (recierres bloqueado) se enciende led de **RECLOSE BLOCKED**.

3.-Verificar que el resorte este cargado (bandera amarilla) en el tanque

4.-Proceder a cerrar restaurador, presiona botón **ROJO CLOSE** (cerrado)

5.-Proceder a abrir cuchillas puenteadoras

6.-Presione el botón **GROUND BLOCKED** (bloqueo de tierra) se apaga led de ground blocked

7.-Presione el botón **RECLOSE BLOCKED** (recierres bloqueado) se apaga led de **RECLOSE BLOCKED**.

ACTIVACION DEL DISPARO MINIMO ALTERNATIVO

Presione el **BOTON ALT SETTING 1** (parámetros alternativos) se enciende led **ALT SETTING 1** y en pantalla aparece **A1**.

DESACTIVACION DEL DISPARO MINIMO ALTERNATIVO

Presione el botón **ALT SETTING 1** (parámetros alternativos) se apaga led **ALT SETTING 1** y en pantalla aparece **P**.

DEJAR FUERA EL RESTAURADOR O DESCONECTADO CON CUCHILLAS PUENTEADORAS CERRADAS

a) *CON RESTAURADOR CERRADO.*

1.-Presione botón **GROUND BLOCKED** (bloqueo de tierra) se enciende led **GROUND BLOCKED**.

2.-Presione botón **RECLOSE BLOCKED** (recierres bloqueado) se encenderá led **RECLOSE BLOCKED**.

3.-Cerrar cuchillas puenteadoras.

4.- Presione botón **VERDE OPEN** (abrir) para abrir restaurador.

b) *CON RESTAURADOR ABIERTO*

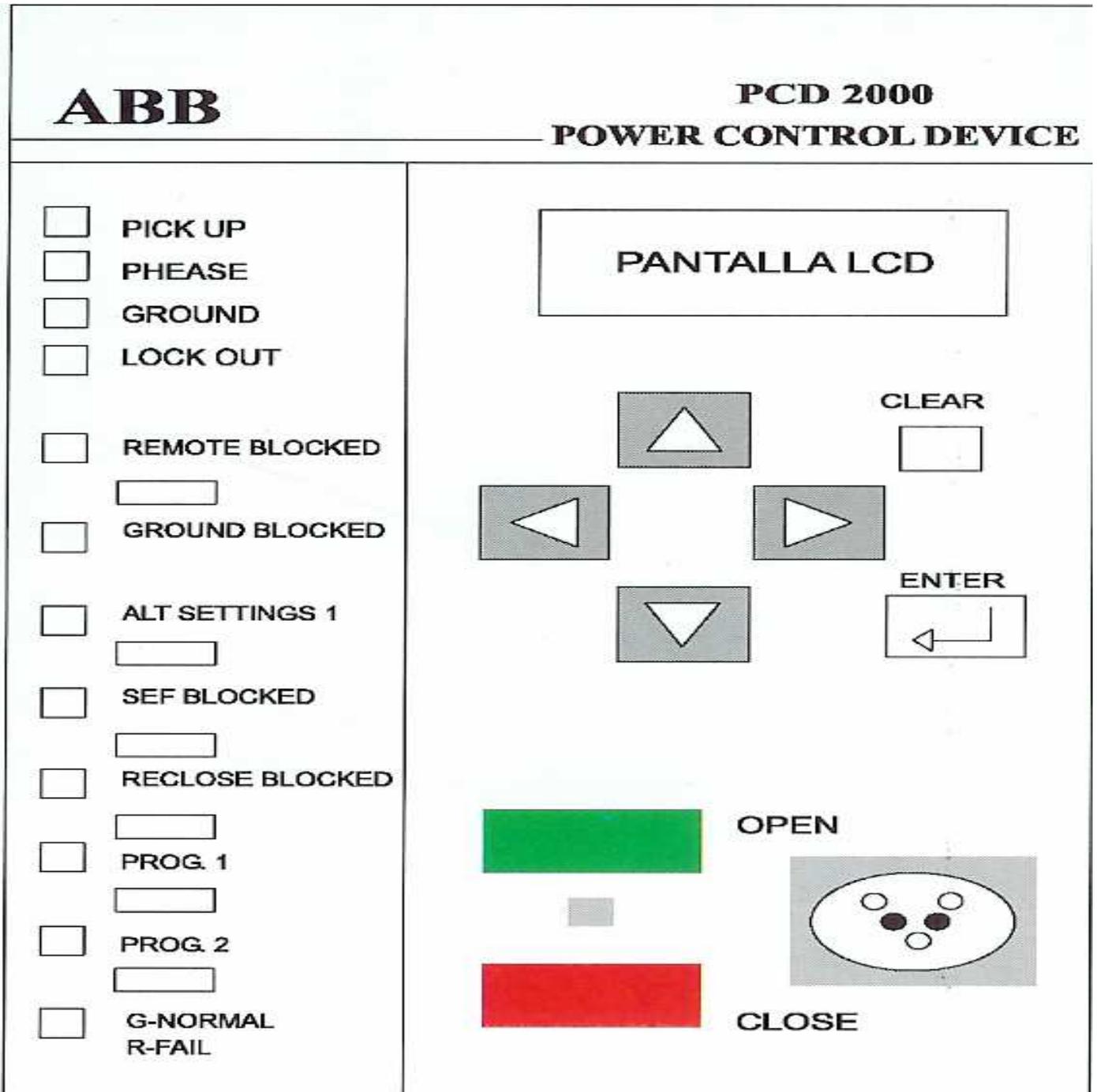
1.-Presiona botón **RECLOSE BLOCKED** (recierres bloqueado) se enciende led de **RECLOSE BLOCKED**.

2.- Presiona botón "C" **CLEAR** (limpiar) para quitar el bloqueo y esperar 5 seg. el **RESET** (reseteo).

3.-Presiona botón **ROJO CLOSE** (cerrado) para cerrar restaurador

6.- Presiona botón **RECLOSE BLOCKED** (recierres bloqueado) se apagará led de **RECLOSE BLOCKED**.

CONTROL DEL RESTAURADOR ABB

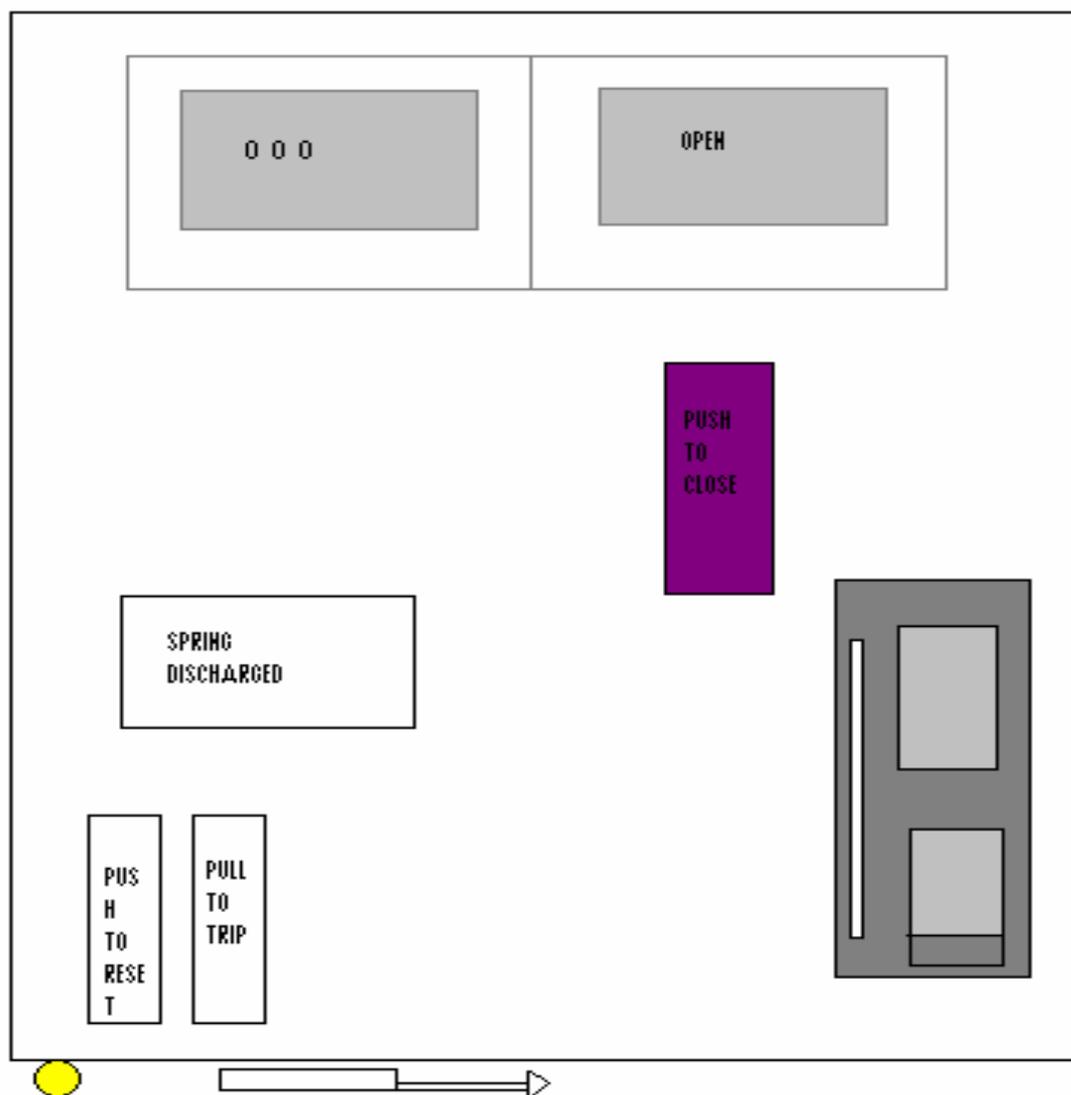


NOTA:

Para la operación de cierre del restaurador, el resorte debe de estar cargado (normalmente existe alimentación de B.T. por lo que cargara automáticamente y de no hacerlo se deberá cargar manualmente con su palanca que se encuentra dentro del gabinete auxiliar del tanque

La bandera amarilla **SPRING CHARGED** nos indica que el resorte esta cargado y la bandera blanca, **SPRING DISCHARGED** nos indica que el resorte esta descargado si no existe B.T. se puede operar el restaurador manualmente: para cerrar el restaurador presione el botón **AZUL PUSH TO CLOSE** (presione para cerrar ) el cual se encuentra dentro del gabinete auxiliar del tanque y para abrir el restaurador bajar argolla **PULL TO TRIP** (jale para abrir ) y presiona botón amarillo hacia arriba **PUSH TO RESET** (presione para restablecer ) que se encuentra en la parte inferior y por fuera del gabinete auxiliar del tanque.

## GABINETE AUXILIAR DEL TANQUE



### **3.2.4 RESTAURADOR AUTOMATICO L.A. 23.560 IV COOPER F-4C**

Dentro de las operaciones que ofrece este restaurador el tanque externo se encuentran.

- 1.-Argolla amarilla de bloque.
- 2.-Bandera indicadora de cerrado o abierto.
- 3.-Conector de puesta a tierra.

#### **OBSERVACIONES**

Revisar instalación del restaurador F-4C puentes, cuchillas, apartarrayos, bandera señalizadora del tanque, sistema de puesta a tierra, así como su control electrónico.

Antes de hacer cualquier operación (maniobra) en el restaurador F-4C, deberá coordinarse con operación ciudad.

En condiciones normales de operación, los indicadores que deben de estar iluminados son: reconector cerrado y fuente AC.

#### **OPERACIONES MANUALES EN EL CONTROL F-4C “MANIOBRAS”**

##### **PUESTA EN OBSERVACIÓN (LICENCIA CON POTENCIAL)**

- 1.-Acciona interruptor no.2 recierre (se enciende indicador no recierre activo).

##### **DEVOLUCIÓN DE LA OBSERVACIÓN (LICENCIA CON POTENCIAL)**

1.-Accionar interruptor no.2 recierre normal (se apaga no recierre activo).

#### PUESTA EN SERVICIO RESTAURADOR ABIERTO CUCHILLAS PUENTEADORAS CERRADAS

1.-Accionar interruptor no.1 disparo por fallas a tierra bloqueada.

2.-Accionar interruptor no.2 no recierre verificar que en el tanque del restaurador la bandera roja este en posición abierta y que la argolla amarilla este en posición de no bloqueo.

3.-Proceder a cerrar el restaurador girando la flecha indicadora a cierre sosteniéndola 10 seg.

4.-Observar que la bandera roja del tanque suba a posición de cerrado.

5.-Abrir cuchillas puenteadoras.

6.-Accionar interruptor no.1 disparo por fallas a tierra normal.

7.-Accionar interruptor no.2 recierre normal.

#### PARA DEJAR EL RESTAURADOR FUERA O DESCONECTADO CON CUCHILLAS PUENTEADORAS CERRADAS (ESTANDO RESTAURADOR CERRADO)

1.-Subir el switch de disparo por fallas a tierra.

2.-Subir el switch de no recierre.

3.-Proceda a cerrar cuchillas puenteadoras.

4.-Proceda a abrir el restaurador, gira la palanca negra a la posición de abierto.

5.-Si recibes la orden de bloquearlo baja la argolla amarilla.

#### LICENCIA SIN POTENCIAL

1.- Acondicionar el interruptor no.2 (no recierre) (observación).

2.-Girar la flecha indicadora a disparo (apertura definitiva).

3.-Verificar en el tanque del restaurador que la bandera (roja) este en posición abierto.

4.-En el tanque del restaurador bajar la argolla maravilla a posición de bloqueo.

#### DEVOLUCIÓN DE LICENCIA SIN POTENCIAL

1.- Accionar el interruptor no.2 (no recierre).

2.-Subir argolla amarilla a posición de no bloqueo (normal).

3.-Girar la flecha indicadora a cierre sosteniéndola 10 seg.

4.-Verificar que la bandera roja del tanque este en posición cerrado.

5.-Accionar interruptor no.2 (recierre normal).

#### RESTABLECER RESTAURADOR POR FALLA Y/O DISTURBIO

- 1.-Verificar que el tanque del restaurador, la bandera roja este en posición abierto.
- 2.-En el tanque del restaurador bajar la argolla amarilla a posición de bloqueo.

#### UNA VEZ ATENDIDA LA FALLA O EL DISTURBIO

- 1.-Accionar el interruptor no.2 (no recierre).
- 2.-En el tanque del restaurador subir la argolla amarilla a la posición normal.
- 3.-Girar flecha indicadora a la posición de cierre.
- 4.-verificar en el tanque que la bandera roja este en posición cerrado.
- 5.-Accionar interruptor no.2 (cierre normal).

#### ACTIVACIÓN DEL DISPARO MÍNIMO ALTERNATIVO

Accionar el interruptor de disparo mínimo alternativo (hacia arriba).

#### DISPARO RETIRO DE ACTIVACION DEL MINIMO ALTERNATIVO

Accionar el interruptor del disparo mínimo alternativo (hacia abajo).

#### MALA OPERACIÓN CODIGO 66

Presionar tecla                      Pantalla ENC/APAG

Presionar tecla                      Código

Presionar tecla                      6 y 5

Presionar tecla                      Aceptar

Presionar tecla                      Borrar

#### FALLA ACCESORIOS CODIGO 65

Presionar tecla                      Pantalla ENC/APAG

Presionar tecla                      Código

Presionar tecla                      6 y 5

Presionar tecla                      Aceptar

Presionar tecla                      borrar

CONTROL DEL RESTAURADOR F-4

		CODIGO			VALOR		
RECONECTADOR ABIERTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RECONECTADOR CERRADO				
CONTROL EN BLOQUEO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CORRIENTE ENCIMA DE VALOR DE DISPARO MINIMO	1	2	3	
BLOQUEO DE DISPARO POR FALLAS A TIERRA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO RECIERRE ACTIVO	OPERACION BARRERA	OPERACION BLOQUEO		CODIGO REVISAR
MAL FUNCIONAMIENTO (CODIGO 88)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	OPERACION DE ACCESORIOS (CODIGO 88)	4	5	6	
REVISAR BATERIA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FUENTE CA	CODIGO 1	CODIGO 2	CODIGO 3	CAMBIA
				7	8	9	
				FABR			ESCAPE
				TIERRA	0		ACCIFAB

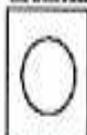
  

DISPARO POR FALLAS A TIERRA BLOQUEADO	NO RECIERRE				
					
DISPARO POR FALLAS A TIERRA NORMAL	RECIERRE NORMAL				

<b>DISPARO</b>	<b>CIERRE</b>		
APERTURA DEFINITIVA	MANTENGA MOMENTANEAMENTE PARA ENERGIZAR CARGA EN FRIO		

SUSPENSION ACTIVADA	DISPARO MINIMO ALTERNATIVO
	
SUPERVISION DESACTIVADA	NORMAL
PRUEBA DE DISPARO	
	
AUTORECIERRE	

## CAPITULO 4

### ***“APLICACIÓN DE LA COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES EN EL ALIMENTADOR TYA – 28”***

#### **4.1 CARACTERISTICAS ACTUALES DEL ALIMENTADOR TYA-28**

Las líneas aéreas de distribución de la zona centro del país se encuentran divididas por diferentes subestaciones las que se encargan de convertir las líneas de transmisión en líneas de distribución.

De cada una de las subestaciones salen las líneas de distribución de 23 kv, con diferentes direcciones y trayectorias a las que se les llama **Alimentadores**, todos con diferente nombre cada una de ellos y estas líneas de 23kv alimentan a los transformadores, instalados en los postes, los cuales reducen la energía de 23kv a BT para ser consumido por el usuario.

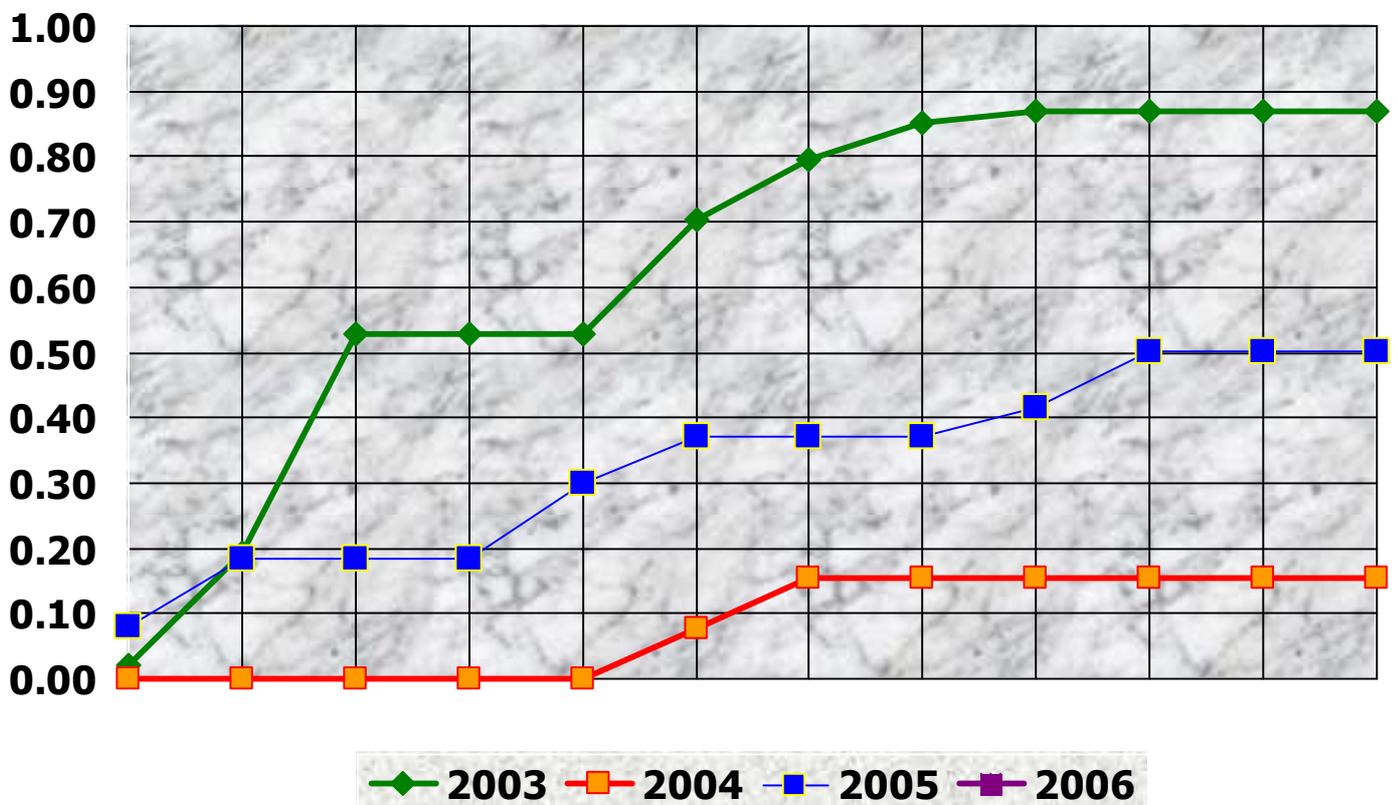
En este capítulo se realiza un estudio de sus características, estructura, coordinación de protecciones, geografía, instalaciones etc. Del alimentador TYA-28 ya que en los últimos momentos a sido uno de los mas conflictivos por tal razón se ase el proyecto en este trabajo para elevar el rendimiento y eficiencia del alimentador y disminuir los tiempos de interrupción del usuario (T. I. U.) previniendo que las fallas producidas en el alimentador provoquen lo menos posible disturbios y delimitando al máximo la zona de fallas con la mejor coordinación de los equipos de Seccionamiento automático y de igual forma una reconfiguración del alimentador.

Empezamos por conocer la estructura y su trayectoria original de alimentador para conocerlo. Determinando sus zonas de conflicto y sus diferentes fronteras con otros alimentadores.



En las siguientes estadísticas se muestra el comportamiento del alimentador en los últimos 3 años para empezar a tomar referencias.

HISTORIAL DE DESEMPEÑO					META ATIU 2003
	INST.	MAY.	MIN	ATIU	
2003	21	13	462	0.889	0.13
2004	12	2	102	0.153	
2005	20	8	283	0.502	
2006					

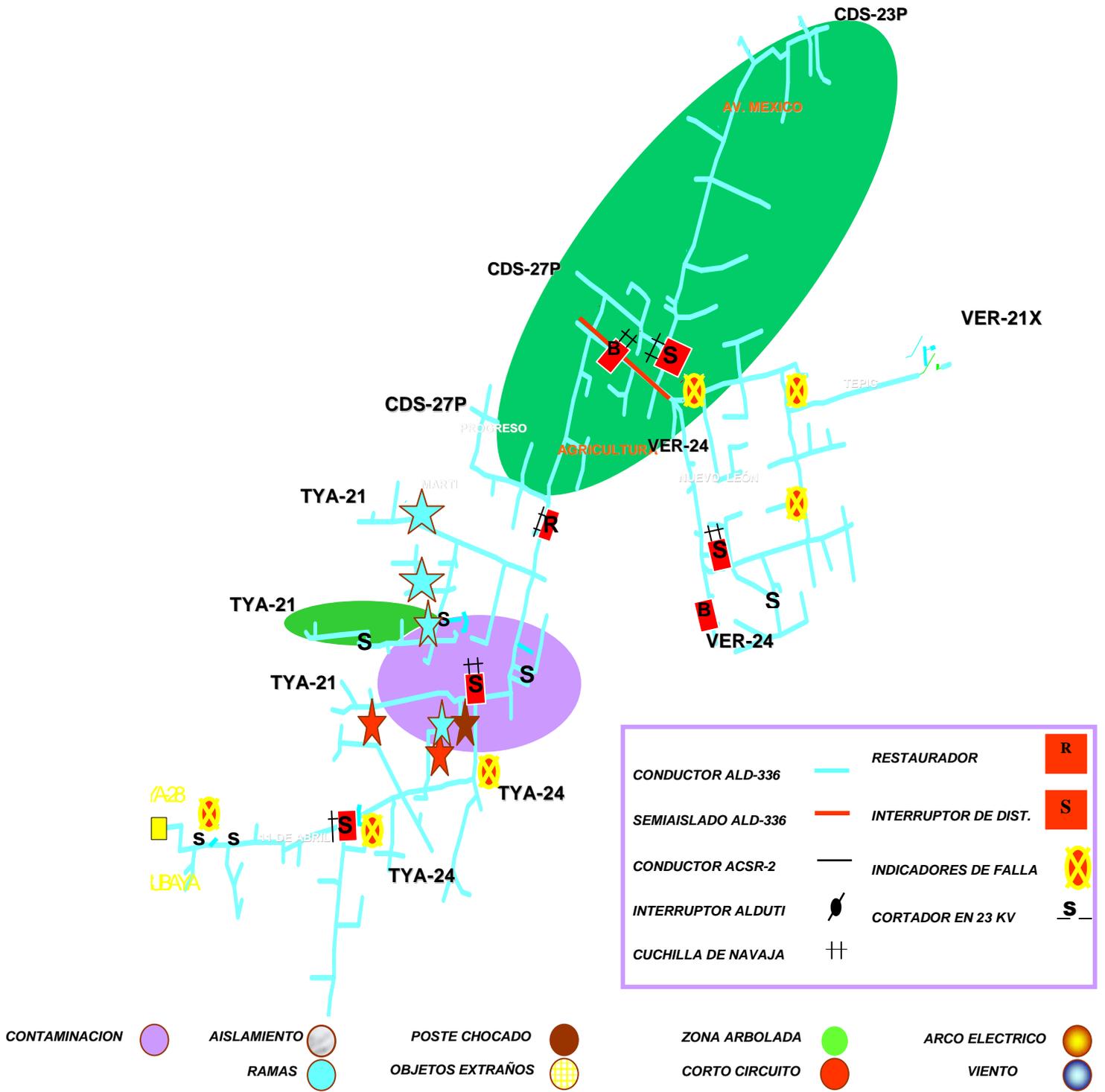


## **CARACTERISTICAS DEL ALIMENTADOR**

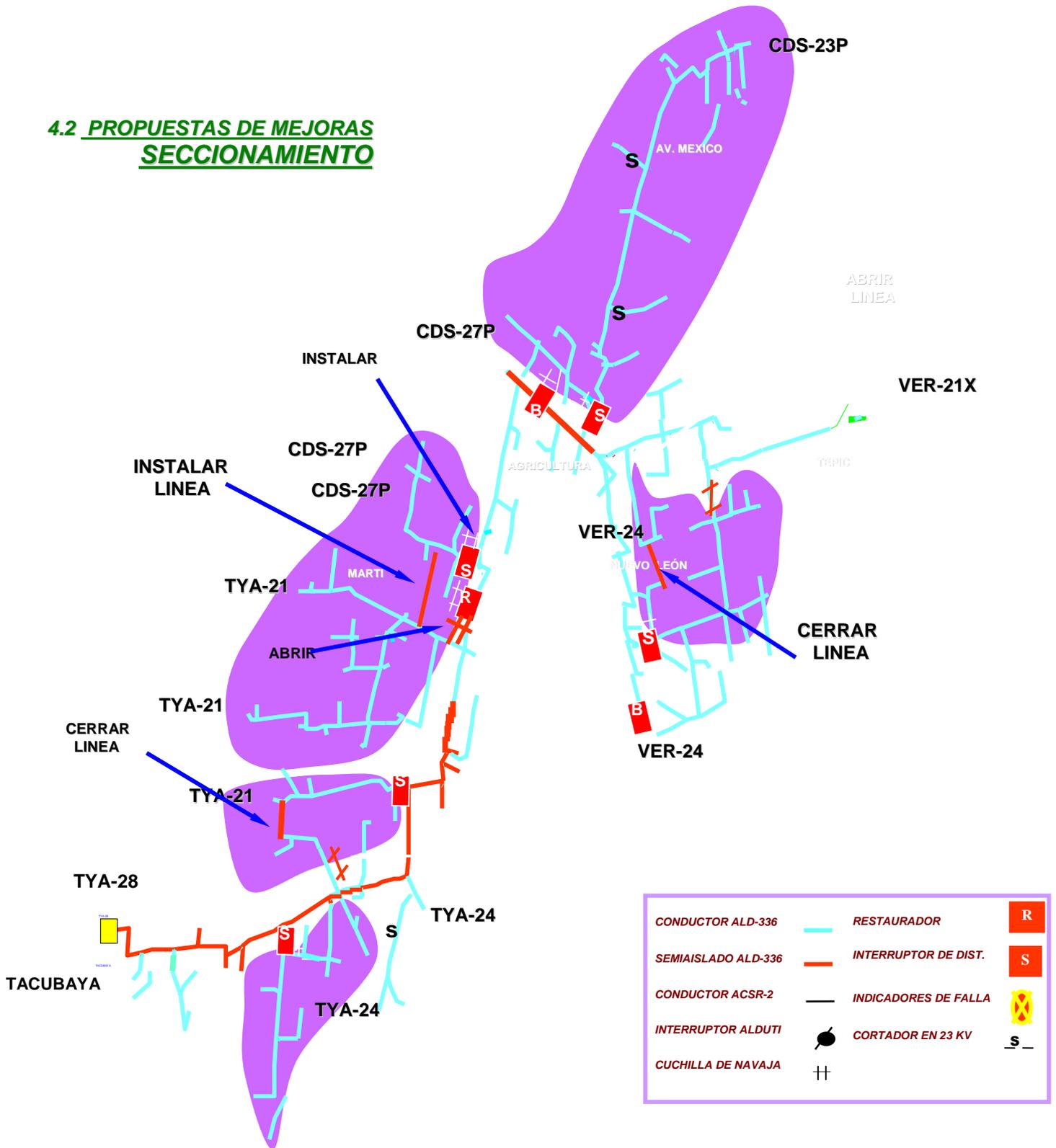
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
1	LONGITUD/TIPO CABLE DE SALIDA 23 TC 1X240	0.362	Km
2	LONGITUD TRONCAL	8.084	Km
3	LONGITUD RAMALES	9.45	Km
<b>4</b>	<b>LONGITUD TOTAL</b>	<b>18.5</b>	<b>Km</b>
<b>5</b>	<b>NUMERO DE USUARIOS</b>	<b>5803</b>	
6	FALLAS MAYORES POR 100 KM.	43.2	
7	FALLAS MAYORES POR 100 KM.	22975	KVA
8	CAPACIDAD INSTALADA TRANSFORMADORES	12720	KVA
9	INDICE DE FALLA DE TRANSFORMADORES	1.4	%
10	CAPACIDAD NOMINAL DEL ALIMENTADOR	10	MVA
<b>11</b>	<b>DEMANDA MAXIMA</b>	<b>392</b>	<b>AMP</b>
12	HORA DE DEMANDA MAXIMA	14	hr
13	ZONAS ARBOLADAS	300	Arboles
14	ZONAS DE FRAUDE	0.99	KM
15	ZONAS CONTAMINACION	15	%
16	TIPO DE SUELO (RESISTIVIDAD)	BAJA	OHMS
17	NIVEL DE DESCARGAS ATMOSFERICAS	MEDIO	
18	CARGA HABITACIONAL	35	%
19	CARGA COMERCIAL	65	%
20	CARGA INDUSTRIAL	0	%
21	ATENCION ALIMENTADOR COMPARTIDO	100	%

EQUIPO INSTALADO			
No.	CONCEPTO	ACTUAL	PROP.
22	<b>RESTAURADORES</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
23	<b>SECCIONALIZADORES</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
24	CORTADORES RAMALES	6	4
25	INTERRUPTOR EN AIRE	10	0
26	BOTONERAS	2	0
27	CUCHILLAS	26	0
28	CAPACITORES	0	0
29	TRANSFORMADORES	208	0
30	APARTARRAYOS CLASE DISTRIBUCION (JGOS.)	192	16
31	APARTARRAYOS CLASE INTERMEDIA	54	7
32	APARTARRAYOS DE LINEA	0	5
33	INDICADORES DE FALLA	6	0
34	PUNTOS DE ADQUISICION DE DATOS	1	0
35	PUNTOS DE TELEMANDO	0	1
36	ESQUEMAS AUTOMATISMO LOCAL	0	0
39	INT. TELECONTROLADO	0	0

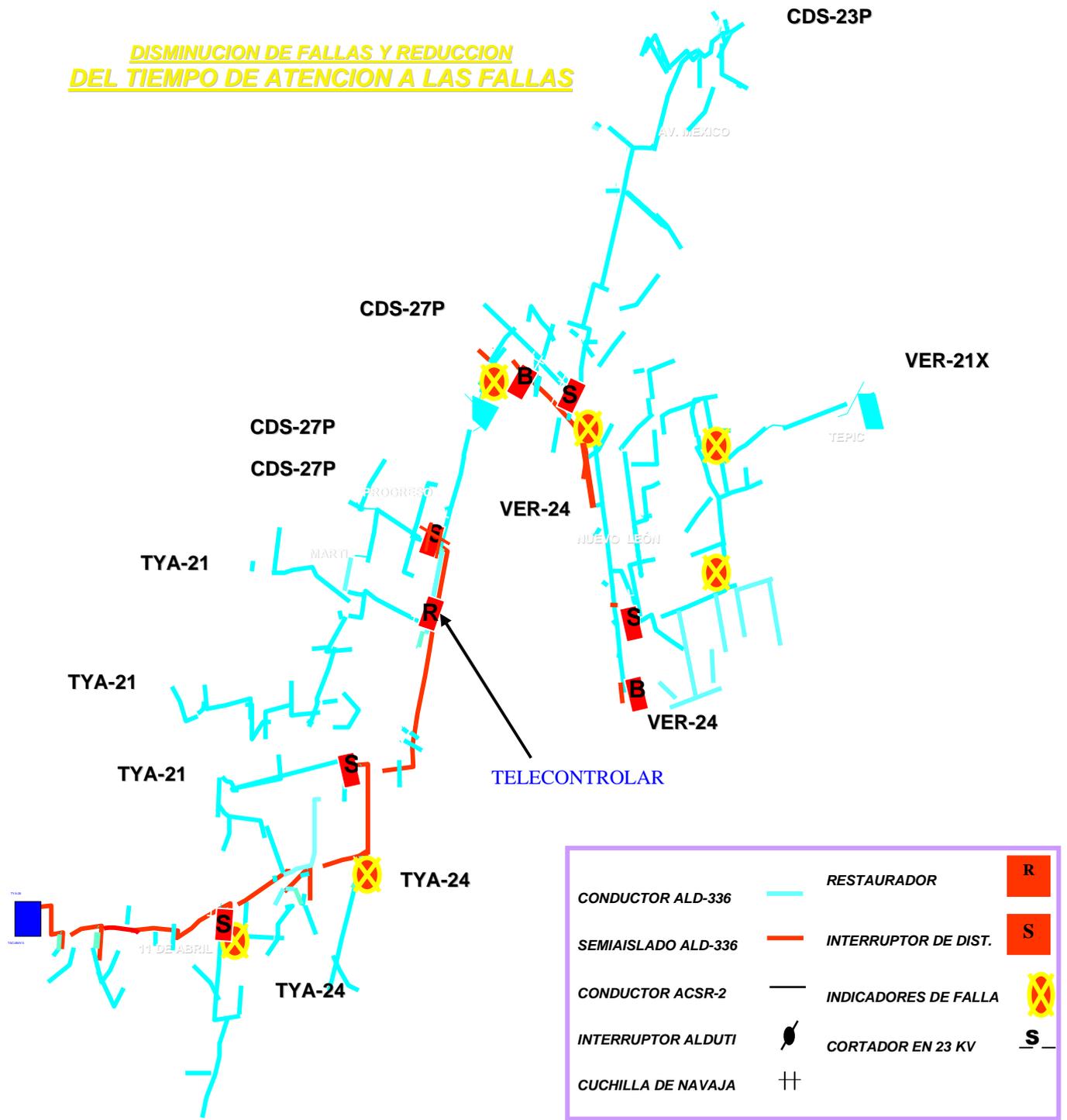
En esta tabla se muestra la cantidad de equipos de protección instalados actualmente, ubicando donde se encuentran instalados gráficamente en el siguiente plano, señalando las zonas de riesgo de falla, considerando las situaciones del terreno.



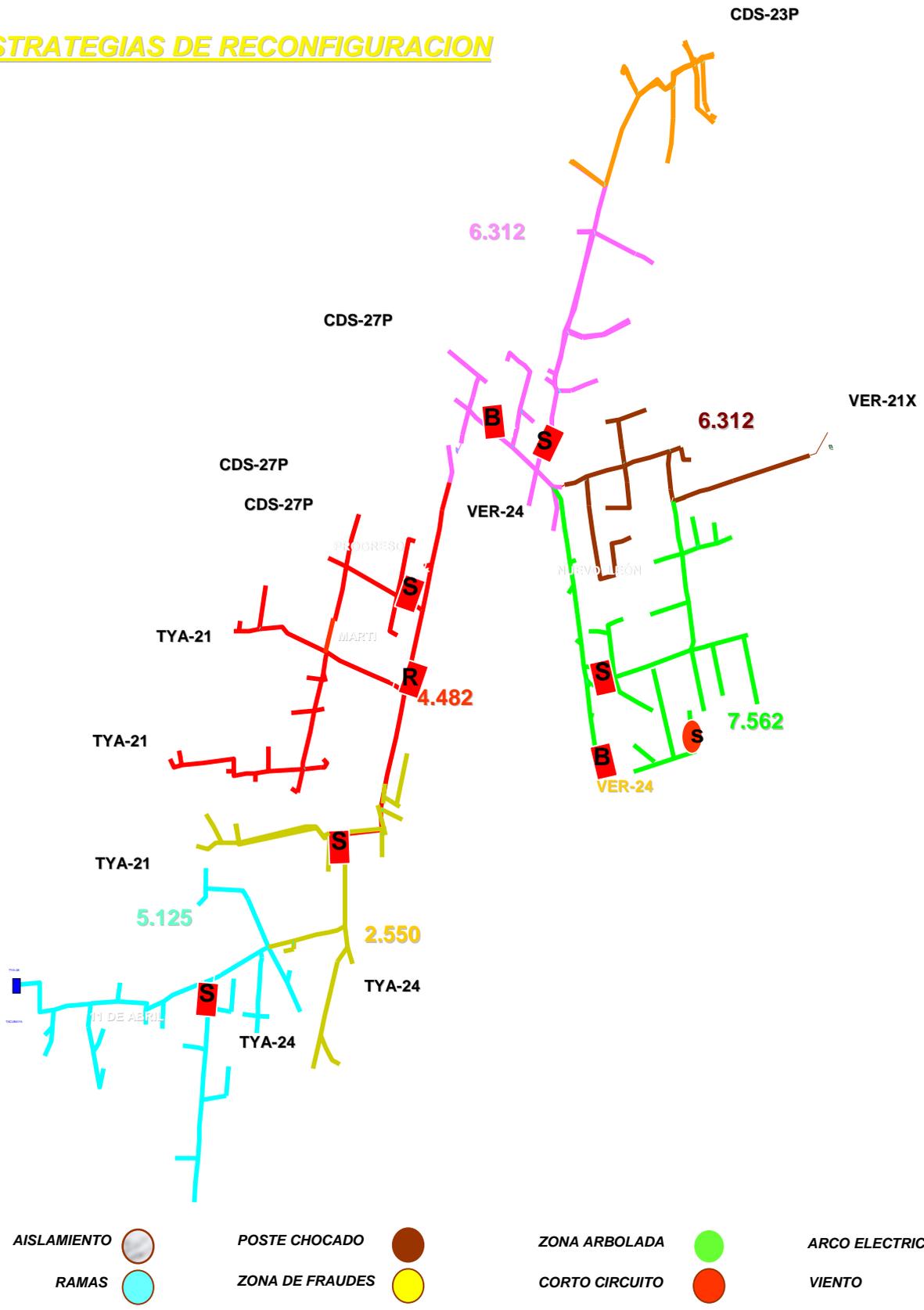
## 4.2 PROPUESTAS DE MEJORAS SECCIONAMIENTO



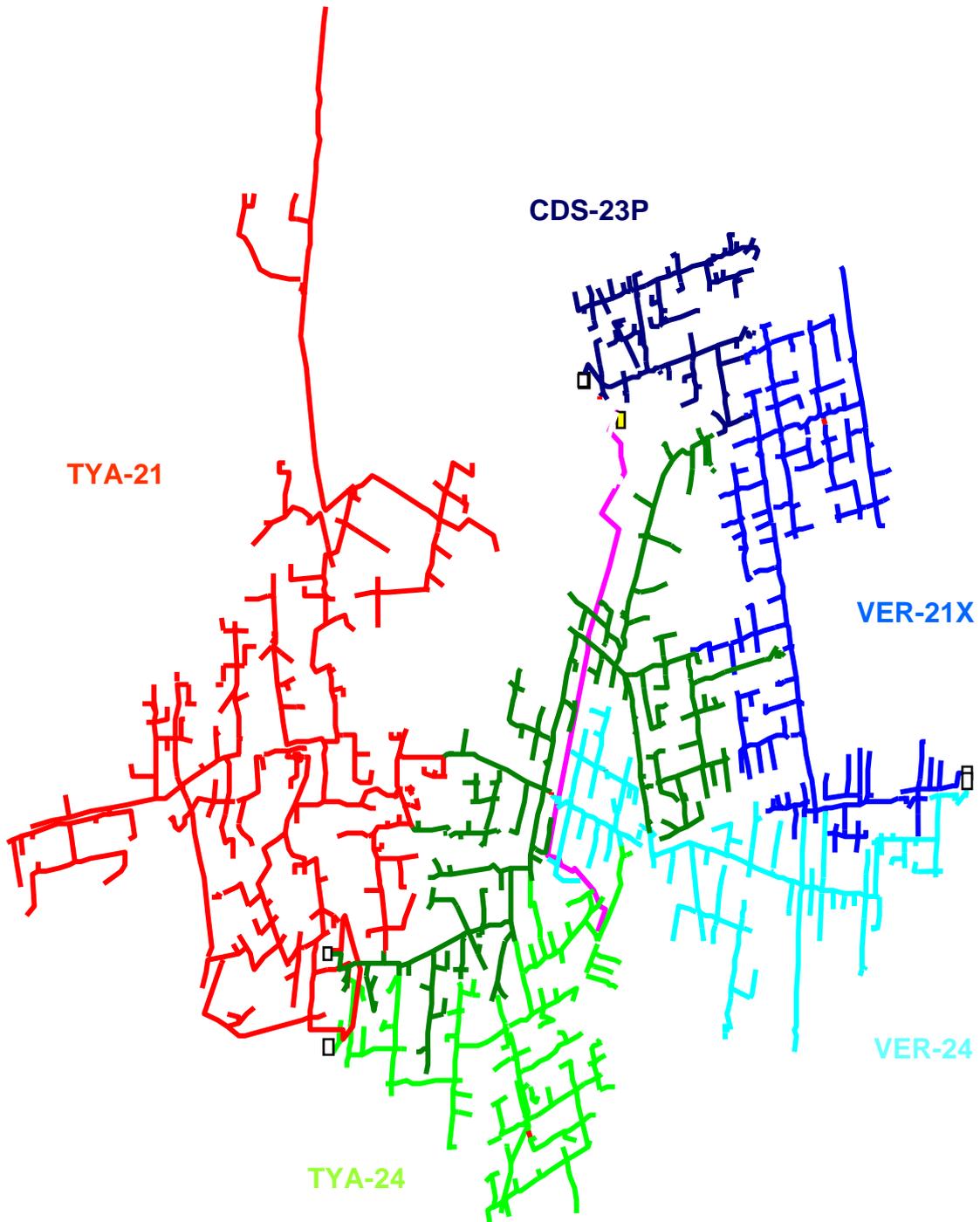
**DISMINUCION DE FALLAS Y REDUCCION DEL TIEMPO DE ATENCION A LAS FALLAS**



### 4.3 ESTRATEGIAS DE RECONFIGURACION



**ESTRATEGIAS DE RECONFIGURACION**



## ALIMENTADOR: TYA-28

S.E.	ALIMENTADOR	CABLE SUBTERRANEO 23PT1X240	LINEA AEREA AL 60% DEL PRIMER EQUIPO DE PROTECCION	LINEA AREA DEL PRIMER RESTAURADOR	LINEA AEREA AL SECCIONALIZADOR A PARTIR DEL RESTAURADOR		DISTANCIA AL PUNTO MAS ALEJADO DESPUES DEL RESTAURADOR EN KM			TOTAL KM
					S-1	S-2	ALD-336	ACSR-1/0	ACSR-2	
TACUBAYA	<b>TYA-28</b>	0.11 KM	1.8 KM	3 KM	0.6 KM		4.22	0.78		5
		7307	5263	4380	4054					3352
		6996	3815	2886	2590					2055

RELEVADOR 50/51-1.,2

MARCA: G.E. TIPO: IAC52B806A

KTC: 80

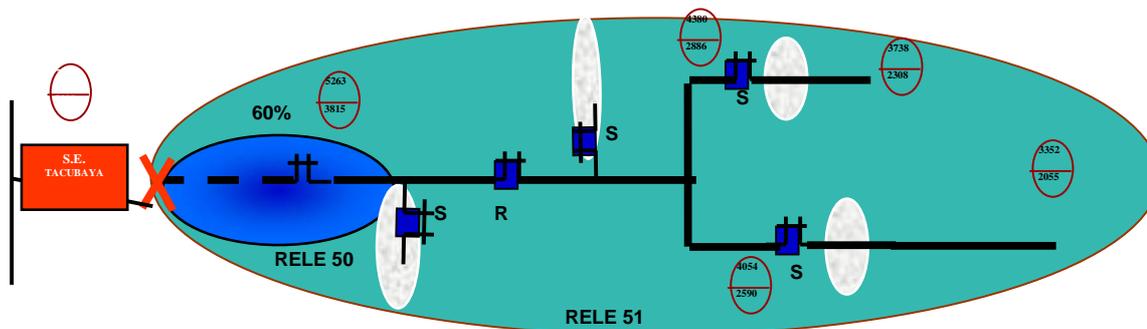
### CALIBRACION

50/51-1,2		50/51-N	
TAP	LS	INST	TAP LS INST
7	2.5	80	1 0.5 70

RELEVADOR 50/51-N

MARCA: G.E. TIPO: 12IAC52B80

KTC: 80



### AJUSTES ACTUALES

50-1,2  
TIPO: IAC52B08A  
KCT= 80  
TAP= 7  
IMD= (80)(80) = 6400 A

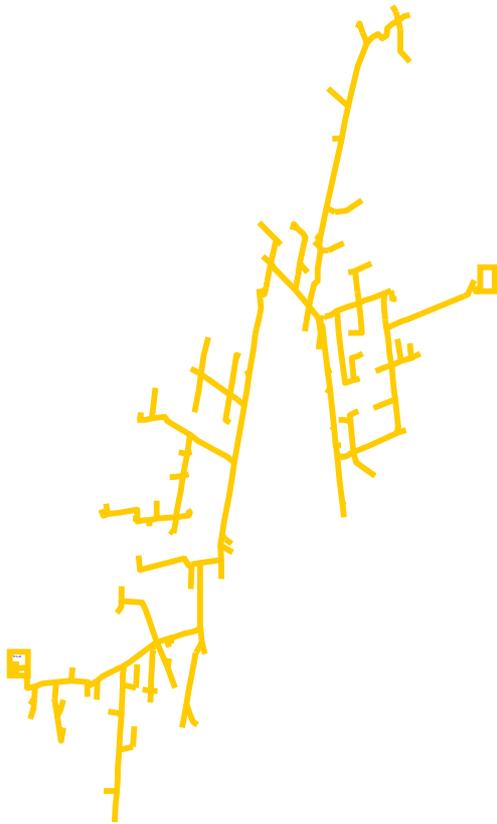
50-N  
TIPO: 12IAC52B805A  
KCT= 80  
TAP=1  
IMD= (80)(70) = 5600 A

### AJUSTES SOLICITADOS

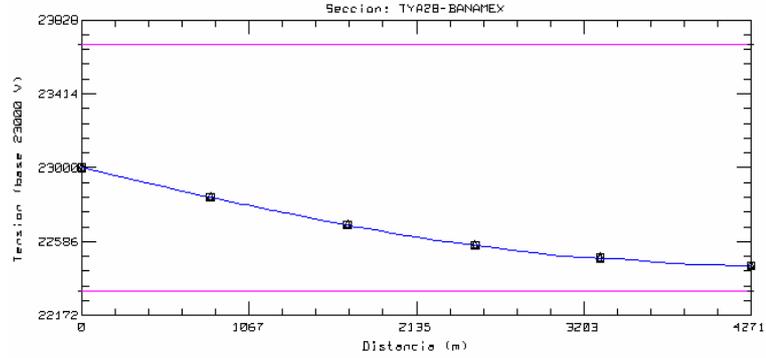
50-1,2  
TIPO: IAC52B08A  
KCT=80  
TAP= 7  
IMD=(80)(66)=5280 AMP.

50-N  
TIPO: 12IAC52B805A  
KCT=80  
TAP= 1  
IMD=(80)(48)=3840 AMP.

**REGULACION DE VOLTAJE  
COMPENSACION**

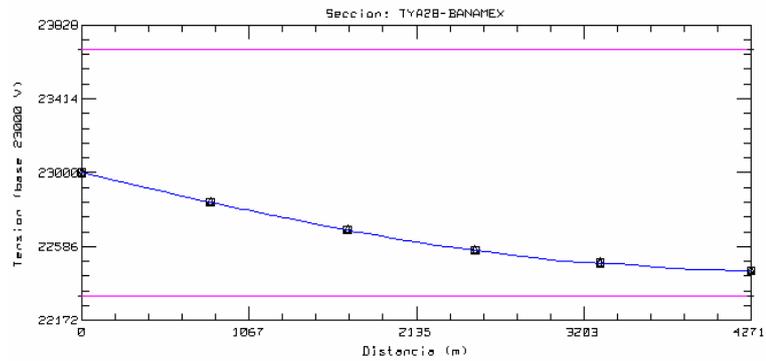


**SITUACION ACTUAL**



PERDIDAS			REGULACION
KW	KVAR	KVA	%
194.88	380.13	427.27	2.71

**PROPUESTA**



PERDIDAS			REGULACION
KW	KVAR	KVA	%
186.89	376.29	420.1	2.39

**4.4 PROGRAMA DE TRABAJO RENDIMIENTO ECONOMICO**

		UT	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
<b>SECCIONAMIENTO FALLA</b>												
RESTAURADORES	P	48										
	R											
SECCIONALIZADORES	P	144										
	R											
CORTADORES	P	5										
	R											
<b>DISMINUCION DE FALLAS</b>												
MANTENIMIENTO	P	130										
	R											
PODA	P	180										
	R											
CABLE SEMIAISLADO	P	200										
	R											
AISLAMIENTO	P	50										
	R											
APARTARRAYOS	P	45										
	R											

**PRESUPUESTO MATERIAL**

**\$ 1,027,852.91**

**PRESUPUESTO LABOR**

**\$ 672,058.26**

**REDUCCION ATIU**

**0.372**

**\$ 2,834,461.1 / ATIU**

## **CONCLUSIONES**

En este trabajo conocimos la estructura y los diferentes equipos de protección que forman parte de las líneas aéreas de distribución tomando en cuenta que estos sistemas se encuentran afectados por situaciones controladas, no controladas y naturales. Como son mal funcionamiento, mala ejecución de trabajos por parte del personal operativo, accidentes en las instalaciones, postes chocados, vandalismo, fuertes aires, temblores, lluvias, etc.

Como podemos observar. El sistema aéreo de distribución esta sometido a un sin numero de situaciones que provocan fallas permanentes o transitoria y causan Interrupciones al servicio ya sea por sobre corrientes o sobre tensiones.

Analizando las protecciones al sistema, a los equipos que lo conforman y sobretodo analizando la continuidad del servicio, desde sus inicios conocimos como a evolucionado las protecciones en los sistemas eléctricos donde han instalado un tramo de conductor mas delgado nombrado fusible antes del equipo a proteger el cual; Al presentarse la sobrecorriente se funde.

De esta manera se empieza la historia de las protecciones siendo importante y necesaria a medida que el sistema crece ya que hoy en día la energía eléctrica es indispensable para el desarrollo de la vida social.

Del fusible se desprende todo una serie de elementos para la protección de los sistemas eléctricos.

En la actualidad nos encontramos con varios de estos elementos desde cortas circuitos, fusibles, apartarrayos, cuchillas, interruptores, seccionadores, restauradores etc. Que de una forma coordinada garantiza la mayor eficiencia del servicio en el sistema

eléctrico de líneas aéreas de distribución de 23 KV. Donde se encuentran los fusibles SMU-20 y los de listón tipo k.

Los fusibles de expulsión SMU-20 están constituidos por ácido Bórico, percutor, resorte y el eslabón fusible se encuentra dentro de un tubo rígido para ahogar el arco eléctrico, ruido e incendio con una rápida capacidad interruptiva.

Fusibles tipo K o listón universal; esta formado por un listón en el interior de un tubo de fibra de vidrio o caña (como se le conoce), su capacidad interruptiva es mas lenta que la del fusible SMU-20 pero es mas económico el reemplazo del fusible, y se instalan por lo general en transformadores, banco de capacitores, etc.

Otro elemento que permite seccionar la zona de falla, pero este si se tiene que operar manualmente, son los interruptores, que permiten hacer maniobras de switcheo hasta dejar la zona de la falla en una mínima proporción, el problema de estos interruptores es la operación con carga, debido a la presencia del arco eléctrico y al calentamiento que se presenta en la estructura del interruptor llega a lesionar sus partes que probablemente solo se puedan operar dos o tres veces.

Los interruptores capaces de hacer aperturas y cierres con cargas son los que tienen cámaras interruptivas, las cuales desaparecen el arco eléctrico.

Por ultimo dentro de los equipos de protección estrictamente de operación manual están los interruptores sumergidos en aceite también capaces de operar con carga, pero se incrementa su costo, posteriormente empezamos a conocer los elementos principales de este trabajo los Restauradores y Seccionadores.

El restaurador automático es un elemento con automatismo e inteligencia local realizando aperturas y recierres automáticos el cual elimina los cortes prolongados en los

sistemas aéreos de distribución y limitando al máximo la zona de falla, de igual forma discrimina las falla instantáneas de las permanentes.

La lógica de operación consiste en recierres programados en diferentes intervalos de tiempos y también cuenta con funciones de protección para el personal operativo al realizar trabajos con líneas energizadas del lado carga del Restaurador, permitiendo una automatización, eficiencia, rendimiento del sistema, la confiabilidad y la continuidad del servicio del suministro de la energía eléctrica. Además cuenta con una función importante donde el restaurador puede ser operado remotamente desde una central de operación, por medio de telecontrol.

El seccionador es otro elemento automático el cual no realiza recierres este cuenta con un timer de operación que al detectar ausencia de potencial y sobre corrientes y bajo el respaldo del restaurador (este con sus recierres) y antes de que opere el seccionador, realiza sus conteos y se abre, de esta forma discrimina la falla y el restaurador hace su ultimo recierre probado correcto y se energiza hasta el seccionador.

Este equipo también es posible operarlo por medio de telecontrol, pero a diferencia del restaurador este no realiza recierres.

En el CPU del restaurador tiene una memoria, la cual registra las mediciones de corriente, voltaje, factores de potencia, frecuencia y eventos que ha realizado el equipo de hasta 200 días a tras y se tiene un acceso a esta información por medio de una Lap-Top (computadora portátil), un Data Reader (lector de datos) o en la pantalla del control del Restaurador, permitiendo hacer estudios del comportamiento del Alimentador en el que esta instalado.

## **“BIBLIOGRAFIA”**

### **1.- PROCEDIMIENTO PARA COORDINACION DE PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Distribución  
Edición 1996.

### **2.- GUIA DE ESQUEMAS DE PROTECCION PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

Luz y Fuerza del Centro, Subdirección de Distribución y Comercialización  
Edición 1998.

### **3.- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS, EQUIPO DE SECCIONAMIENTO AUTOMATICO**

Luz y Fuerza del Centro, Gerencia de Telecomunicaciones  
Edición 1999.

### **4.- AVANCES EN LA SECCIONALIZACION AUTOMATICA EN DISTRIBUCION HECHOS POSIBLES CON LA TECNOLOGIA DEL MICROPROCESADOR Y SU PAPEL EN LA AUTOMATIZACION DE LA DISTRIBUCION**

Aislatension S.A. de C.V.  
Edición 2001.

### **5.- CONTROL DE RECONECTADOR ELECTRONICO CONTROLADO POR MICROPROCESADOR KYLE DE FORMA 5 INSTRUCCIONES DE INSTALACION, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO**

Cooper Power Systems  
Edición 1995.

### **6.- MANUALES DE OPERACIÓN, EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO AUTOMATICO**

Luz y Fuerza del Centro Gerencia de Distribución y Comercialización, Líneas Aéreas  
Edición 2002.