



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**PRUEBAS DE CAMPO Y ANALISIS A
INTERRUPTORES DE POTENCIA**

T E S I S

**Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
p r e s e n t a**

RODOLFO DE LEON ARTEAGA



**DIRECTOR DE TESIS
JOSE RAULL MARTIN**

México, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PRUEBAS DE CAMPO Y ANALISIS A INTERRUPTORES DE POTENCIA

INDICE

INTRODUCCION

- 1.- GENERALIDADES.
- 2.- CLASIFICACION DE INTERRUPTORES
- 3.- PRUEBAS DE CAMPO.
- 4.- REVISION INTERRUPTORES.
- 5.- ANALISIS TECNICO-ECONOMICO.

CONCLUSIONES.

OBJETIVO: SE ANALIZAN LOS
DIFERENTES INTERRUPTORES DE POTENCIA
COMO SU CLASIFICACION Y LAS DIFERENTES
PRUEBAS DE CAMPO A LAS QUE ESTAN
SUJETOS, ASI COMO LA RELACION EXISTENTE
ENTRE LO ECONOMICO Y TECNICO.

PRUEBAS DE CAMPO Y ANALISIS A INTERRUPTORES DE POTENCIA

INDICE

INTRODUCCION

- 1.- GENERALIDADES.
- 2.- CLASIFICACION DE INTERRUPTORES
- 3.- PRUEBAS DE CAMPO.
- 4.- REVISION INTERRUPTORES.
- 5.- ANALISIS TECNICO-ECONOMICO.

CONCLUSIONES.

INTRODUCCION

INTRODUCCION.

En las subestaciones eléctricas cuya función es suministrar la energía eléctrica, los interruptores de potencia cuya misión es proteger al equipo eléctrico de la subestación está construido de tal manera que pueda garantizar la continuidad del servicio después de cada cierre y apertura con un mantenimiento adecuado. Es por eso una de las razones por la cual las empresas que tienen a su cargo ya sea la generación como su distribución de la energía eléctrica debe preocuparse de mantenerse dicho servicio.

En el presente trabajo se pretende dar una visión de los diferentes tipos de interruptores que existen, como también de las pruebas existentes para que los interruptores puedan estar en servicio, asimismo la relación que se tiene en la cuestión de tipo económica como la técnica.

CAPITULO I

GENERALIDADES

I.-GENERALIDADES.

DEFINICION.—El interruptor llamado también en lenguaje técnico disyuntor, es un aparato destinado a establecer ó a eliminar la continuidad de un circuito eléctrico bajo carga, y construido de tal manera que ésta continuidad puede ser mantenida después de cada maniobra de cierre.

I.1.PROCESO DE INTERRUPCION.

Cuando se inicia el proceso de interrupción de la corriente, se forma entre los contactos que se separan, un arco que se extingue en un tiempo reducido y que depende de la construcción del interruptor.

Como el circuito que se interrumpe por alguna falla del sistema es fuertemente inductivo, la tensión y la corriente de corto circuito se encuentran desfasadas alrededor de 90° , es por eso que la corriente y la tensión no se anulan al mismo tiempo.

La corriente alterna es variable desde cero a su amplitud máxima y se interrumpe cuando la corriente pasa por un valor próximo a cero, la interrupción da lugar a una sobretensión limitada.

Interviene en la reducción de la sobretensión, la resistencia del arco y la resistencia de los contactos, cuyo efecto se hace sentir en el cierre del circuito.

El proceso ideal de la interrupción de la corriente es cuando el corte del circuito se realiza al pasar la corriente por cero y se mantiene nula la tensión del arco durante los períodos que siguen a la interrupción del sistema.

Esto se logra con la reducción del tiempo de duración del arco y

manteniendo la tensión en éste a un valor muy débil, el problema estriba en dar, inmediatamente después de la apertura de los contactos, una rigidez dieléctrica, suficiente al espacio que los separa para hacer imposible los reencebamientos del arco.

Para comprender el proceso de la interrupción de un interruptor consideremos que se pone un generador G en corto circuito, al cerrar el interruptor D como se ilustra en la figura 1. circula una corriente muy grande de corto circuito, cuyo valor está limitado por la resistencia del circuito inducido y la reactancia de dispersión, al hacer esto circula una corriente muy grande que hace que opere automático el interruptor D.

I.2.-PARAMETROS.

Cuando se cierra el interruptor D y el voltaje es máximo, la corriente de corto circuito recibe el nombre de corriente de corto circuito simétrica y su oscilograma es semejante a la figura 2.

Si se cierra en cualquier otro instante la corriente de corto circuito recibe el nombre de asimétrica como se muestra en la figura 3.

Los parámetros que se presentan durante el proceso de cierre y apertura son los siguientes:

1.-Voltaje nominal.

Se define como el voltaje normal de operación del interruptor.

2.-Corriente inicial de Corto Circuito.

Es el valor instantáneo de la corriente de falla.

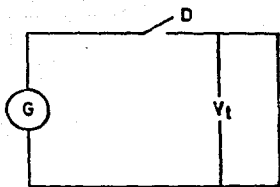


FIGURA 1-

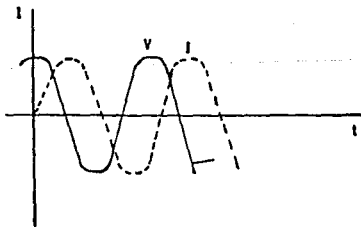


FIGURA 2.-

3.-Corriente de ruptura.

Es el valor permanente de la corriente de C.C.

4.-Capacidad interruptiva P.

Es el resultado de multiplicar la corriente de ruptura con el voltaje por $\sqrt{3}$.

5.-Voltaje de restablecimiento.

Es el voltaje de restablecimiento que se presenta en el interruptor después de la apertura.

Como aparecen en la figura 4.

I.3.-CICLO DE TRABAJO DE LOS INTERRUPTORES.

Consiste en una serie de operaciones de cierre o apertura, con el objeto de proteger el equipo eléctrico, restablecer la continuidad del servicio, para las revisiones del equipo mismo o de los equipos adyacentes y someterlo a las condiciones de operación.

El ciclo de trabajo normalmente lo proporciona los fabricantes con una designación, es decir a la apertura con la letra A y con C a la de cierre. La designación del tipo A-0.3seg-CA-3min-CA significa que el interruptor después, de una apertura permanece 3 décimas de segundo, cierra de nuevo para abrirse inmediatamente, 3 minutos pasan para cerrar y abrir inmediatamente para así quedarse, éste tipo de designaciones sirve a interruptores de 400, 230 y 115kv. Para interruptores de 23kv. debe de cumplir, con el siguiente ciclo de operación: A-0.3seg-CA-15-seg-CA-15seg-CA

PRESTACION DE LOS INTERRUPTORES.

La ruptura de corto circuitos no constituye por si sola el trabajo de los interruptores, si bien ésta es la que impone las

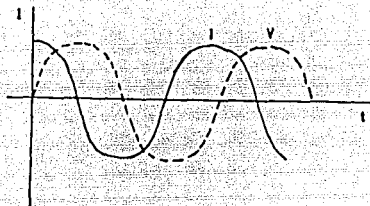


FIGURA 3.-

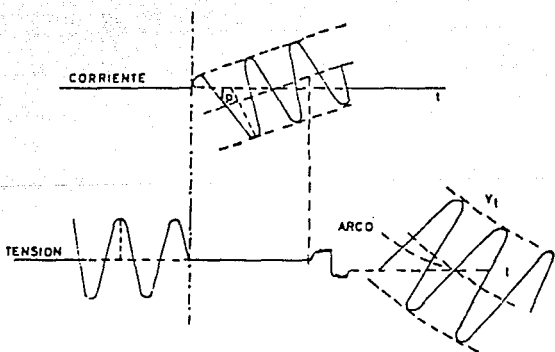


FIGURA 4.-Proceso de interrupción de un interruptor automático.

más duras solicitaciones y la que deben tomarse en consideración para su construcción.

I.4.-PODER DE CORTE DE UN INTERRUPTOR.

Depende de la corriente de ruptura y para atender a los efectos por ella producidos es proyectado el interruptor, pero por otra la corriente de cierre que es la que aparece en el instante de conectar el interruptor en presencia de un corto circuito, que obliga a tenerla en cuenta.

Al cerrar un interruptor sobre un corto circuito existente, la corriente de cierre se establece un poco antes de que llegue a tocarse los contactos, creandose un arco que da origen a fuerzas electromagnéticas de repulsión y que tienden a impedir el cierre del interruptor. El arco producido en éste caso tiene efectos destructores, de ahí se comprende la necesidad de conocer también la corriente de cierre para proyectar en consecuencia el interruptor y su mecanismo de accionamiento.

A continuación se exponen tres condiciones esenciales de trabajo de los interruptores que afectan sensiblemente su funcionamiento:

I.4.A.-La corriente de ruptura atravesados por pequeñas corrientes inductivas.

I.4.B.-La interrupción de un circuito con corriente capacitiva.

I.4.C.-La ruptura de un corto circuito con oposición de fase.

I.4.A.-INTERRUPCION DE CIRCUITOS CON PEQUEÑAS CORRIENTES INDUCTIVAS.

Entre los factores que afectan el funcionamiento de los interruptores se mencionó la interrupción de circuitos por las

corrientes inductivas, como son transformadores en vacío.

Desde luego que se refiere a la alimentación por medio de líneas de transmisión, a continuación se considera la figura 5. dónde la R' y $X'L$ son la resistencia y la reactancia inductiva del circuito de la alimentación, L y C son las inductancias y capacitancias (capacidad del circuito que ha de interrumpirse), antes de abrirse el interruptor, debido a una falla en que circulaba una corriente en L y C de tal manera que al abrirse se encuentra cierta cantidad de energía magnética, la cual se descarga sobre la capacitancia del circuito, lo que produce un potencial debido a la energía almacenada por dicha capacitancia. Si la diferencia de potencial entre la capacitancia y el circuito de alimentación es grande, se produce un reencebado del arco entre los contactos, éste fenómeno se repite varias veces si la energía almacenada es grande en la capacitancia, hasta disminuir a un valor tal que la diferencia de potencial sea pequeña.

I.4.B.-INTERRUPCION EN CIRCUITOS CAPACITIVOS.

Los circuitos capacitivos están representados por cargas capacitivas o líneas de muy alta tensión operando en vacío, se considera el segundo caso, para explicar éste fenómeno:

En líneas de muy alta tensión y de gran longitud se presenta un cierto valor de capacitancia, en estos circuitos la corriente y el voltaje están desfasados 90° , de tal forma que el voltaje al final de la línea es mayor que al principio, con lo que se tiene una diferencia de potencial natural por las características del circuito como se ve en la figura 6.

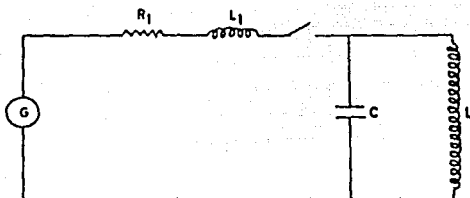
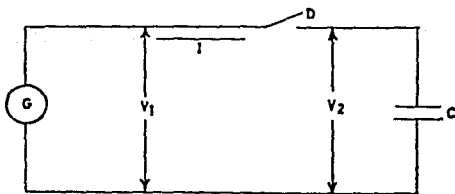


FIGURA 5.-Interrupción de circuitos en líneas inductivas.



V_1 es el voltaje al principio de la línea.

FIGURA 6.-Interrupción de circuitos capacitivos.

Al producirse un corto circuito se abre el interruptor D quedando la línea en vacío.

Entonces existe una diferencia de potencial entre los contactos del interruptor, debido al potencial de la capacitancia esto hace que se produzca el reencendido del arco, dando origen a un fenómeno semejante al del arco anterior al formarse un circuito oscilatorio LC, entre la capacitancia y la inductancia de la línea.

I.4.C.-INTERRUPCION DE CIRCUITOS EN OPOSICION DE FASES.

Inicialmente cuando las centrales operaban aisladas, el voltaje que se presentaba entre sus contactos después de una interrupción, es el que se conoce como voltaje de restablecimiento. Los interruptores se construían de tal manera que el arco no se presentaba nuevamente entre los contactos ya que la separación de éstos no lo permitía.

Al aumentar la demanda de energía eléctrica se presenta la necesidad de ir conectando el sistema, al interconectar varias centrales generadoras, la falla que ocurra en algún punto es alimentada desde varios lugares, por lo que al abrir el interruptor correspondiente se presenta el caso de que las ondas de voltaje de varias centrales se encuentran en sus valores máximos opuestos.

Entonces la tensión de restablecimiento en los contactos es el doble de lo normal, lo que hace que se vuelva a formar el arco entre contactos y se someta al interruptor a esfuerzos adicionales. Se desprende de lo expuesto, que si un interruptor conserva su poder de ruptura cuando la tensión de

restablecimiento llega al doble de su valor nominal, esta en condiciones de funcionar correctamente en todos los casos de interrupciones, acompañados de la pérdida del sincronismo.

I.5.-RECIERRE RAPIDO.

Se conoce como recierre rápido a la operación de cierre de un interruptor después de una falla, entre la apertura y el cierre, el tiempo que debe de transcurrir debe ser lo más corto posible con objeto de que no se pierda el sincronismo en los sistemas operando generadores en paralelo.

El tiempo que permanece el interruptor abierto después de una falla se conoce como el tiempo muerto y siempre es recomendable que su duración sea corta.

Por ejemplo, si el interruptor se abre por una falla transitoria puede volver a cerrarse automáticamente después de un corto período y quedar el sistema operando normalmente, pero si la falla es permanente al tratar de cerrarse se forma el arco nuevamente y los contactos se rechazan quedando el interruptor abierto en forma definitiva.

CAPITULO II

CLASIFICACION DE INTERRUPTORES

II. CLASIFICACION DE INTERRUPTORES DE POTENCIA.

Los interruptores de potencia se clasifican de dos maneras:

- 1.-Por la forma en que se extingue el arco eléctrico.
- 2.-Por el tipo de mecanismo que tiene cada interruptor.

A continuación se presenta dicha clasificación:

EXTINCION	II.1.A.-GRAN VOLUMEN DE ACEITE.
DEL	II.1.-ACEITE.
ARCO.	II.1.B.-PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE.
	II.2.-NEUMATICO.
	II.3.-HEXAFLUORURO DE AZUFRE.(SF ₆)
TIPO	II.A.-SOLENOIDE.
DE	II.B.-RESORTES.
MECANISMO.	II.C.-OLEONEUMATICO.
	II.D.-NEUMATICO.

II.1.-EXTINCION DEL ARCO POR MEDIO DEL ACEITE.

Estos interruptores que utilizan el aceite como medio para extinguir el arco, fueron los primeros empleados en instalaciones de alta tensión. Al momento en que los contactos de un interruptor se separan no se evita la formación del arco pero en cambio se consigue que la energía absorbida para la vaporización y descomposición del aceite, pueda utilizarse para enfriar la columna del arco y los propios contactos. El corte de la corriente se realiza en las cámaras de extinción localizadas en el interior de unos depósitos cerrados y llenos de aceite aislante.

II.1.A.-GRAN VOLUMEN DE ACEITE.

A continuación se ve en la figura 7. el semicorte de un interruptor automático en gran volúmen de aceite en el cuál se muestra los más inportantes elementos constructivos.

PROCEDIMIENTO DE EXTINCION.

Al ocurrir una falla se separan los contactos que se encuentran dentro de la cámara de extinción,el arco producido da lugar a una formación de gas muy intensa,pero el aceite no puede escapar debido a la pared de la cámara que rodea estrechamente el punto de ruptura y en aquélla se producen fuertes corrientes que lanzan el aceite contra el arco,contribuyendo así al eficaz enfriamiento de éste,por ello la extinción se efectda rápidamente.

El proceso termina por regla general,antes de que el vástago ó contacto móvil, salga de la abertura del fondo de la cámara y en éste momento, se extingue el arco porque el aceite,debido a la alta presión que reina en la cámara,sale impetuosamente por la abertura y rebota contra el contacto,esa es la causa de la corta duración del arco en los interruptores.

II.1.B.-PEQUERO VOLUMEN DE ACEITE.

Si se prescinde del aceite como aislante,sustituyéndolo por un recipiente en cada fase como material aislante y se limita el volúmen del aceite al mínimo para llenar la cámara de ruptura,se tiene en esencia el depósito de corte presentado y desarrollado

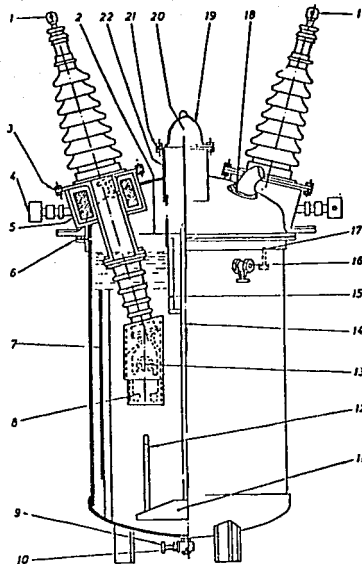


FIGURA. 7.-Semicorte de un interruptor de gran volúmen de aceite 1.Tomas de corriente.2.Cámara de expansión.3.Junta estanca 4.Caja de paso de las corrientes de los transformadores de las boquillas 5.Transformador de la boquilla . 6.Junta estanca. 7. Pantalla aislante. 8. Cámara de extinción del arco. 9.Grifo de vaciado.10.Válvula de globo para extracción de aceite.11.Traviesa móvil.12.Contacto móvil.13.Contacto fijo.14.Varilla de accionamiento del contacto móvil de madera tratada.15.Guia del vástago de contacto móvil.16.Válvula de llenado de aceite.17.Indicador de nivel de aceite.18.Membrana de seguridad.19.tapa.20.Biela de accionamiento del mecanismo.21.Junta estanca.22.Caja de accionamiento.

con el nombre interruptor de pequeño volúmen de aceite.

Este interruptor consta, por cada polo, de un contacto móvil que se introduce en el eje del contacto fijo, ambos contactos están contenidos en una cámara de ruptura de material aislante, que muchas veces está subdividida en varias cámaras.

PROCEDIMIENTO DE EXTINCION DEL ARCO.

La extinción del arco se produce como ya se ha dicho en cámaras de extinción que puede ser de dos tipos:

II.1.B1. Soplado axial como se aprecia en la figura 8.

II.1.B2. Soplado transversal como se aprecia en la figura 9.

II.1.B1.-CAMARA CON SOPLADO AXIAL.

Los gases bajo presión aseguran un barrido longitudinal del arco; debido a la reducida sección de evacuación de gases, la presión en la cámara es generalmente elevada, incluso con pequeñas corrientes.

II.1.B2.-CAMARA CON SOPLADO TRANSVERSAL.

Los gases escapan por aberturas practicadas sobre una ó varias generatrices de la envoltura. Debido a la mayor sección de los orificios la presión es más débil que en el otro tipo de cámara lo que permite el corte rápido de corrientes muy elevadas, su aptitud para cortar las corrientes débiles es menor, lo que limita su empleo a voltajes medios.

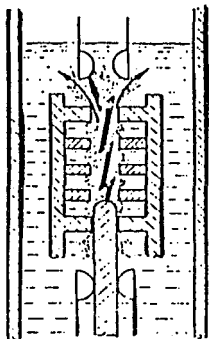


FIGURA.6.-Cámara de extinción de soplado axial.

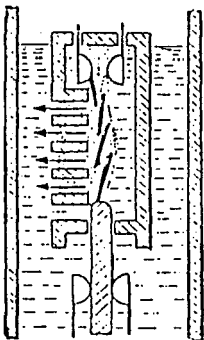


FIGURA 9.-Cámara de extinción de soplado transversal.

II.2.-NEUMATICO.

Los interruptores neumáticos, también llamados interruptores de aire comprimido, utilizan el proceso de extinción de un arco eléctrico por medio de un chorro de aire comprimido.

En la figura 10. el cilindro aislante lleva una tobera metálica que constituye uno de los contactos del interruptor, el otro contacto está constituido por un perno que al desconectar el interruptor se retira.

El arco eléctrico formado en el momento de la separación de los contactos, es soplado energicamente hacia fuera por la acción del del aire comprimido enfriado y apagado después del primero ó del segundo semiperíodo, cuando la corriente pasa por cero.

La extinción del arco eléctrico se obtiene gracias a la alta rigidez dieléctrica del aire comprimido lo suficientemente seco y a la gran velocidad de circulación del aire comprimido por las toberas, que a veces es por los propios contactos.

PROCESO DE EXTINCION DEL ARCO.

El aire a presión como se ha descrito actua como el agente extintor del arco, puede enviarse a éste por dos tipos de cámara que son:

II.2.A.-Por soplado axial ó longitudinal.

II.2.B.-Por soplado transversal.

II.2.A.-CAMARA POR SOPLADO AXIAL.

Quando se inicia el proceso de apertura en una cámara de soplado, el aire que está almacenado, como se ve en la figura 11. en un depósito (1), es lanzado el aire por la apertura de una

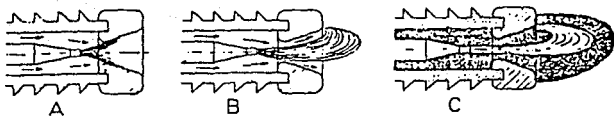


FIGURA 10 .-Proceso de extinción de un arco eléctrico por medio de un chorro de aire comprimido:A-Arco eléctrico durante el valor máximo de la corriente.B-Arco eléctrico poco antes del paso de la corriente por cero.C-Arco eléctrico inmediatamente después de la apertura.

válvula (2).

Y conducido por un aislador hueco (3) hasta la cámara de extinción (4), el contacto móvil (5) es hueco y tiene la forma de una tobera, el arco que se forma entre los contactos fijo (6) y móvil está situado en el cuello de la tobera y de ésta forma se encuentra sometido a la acción de un chorro de aire que se desplaza a gran velocidad y cuya presión es en función directa de la presión en el depósito de almacenamiento.

Cuando se utilizan dos contactos huecos por ruptura se puede perfeccionar la disposición antes descrita tal como se ve en la figura 12.

II.2.B.-CAMARA DE SOPLADO TRANSVERSAL.

En la figura 13. se muestra el principio del soplado transversal cuando el arco es soplado en una gran longitud entre pantallas aislantes que lo subdividen en varios arcos parciales, ayudando de ésta forma a su extinción.

Para tensiones muy altas se utilizan cámaras de extinción múltiple que se dividen en 3 tipos:

II.2.B1.-Cámara de extinción múltiple serie.

II.2.B2.-Cámara de extinción múltiple paralelo.

II.2.B3.-Cámara de extinción múltiple con capacitores.

II.2.B1.-CAMARA DE EXTINCION MULTIPLE SERIE.

APERTURA.-En la figura 14. se puede observar que en el momento de apertura se abre primero A y después C, transcurre un cierto

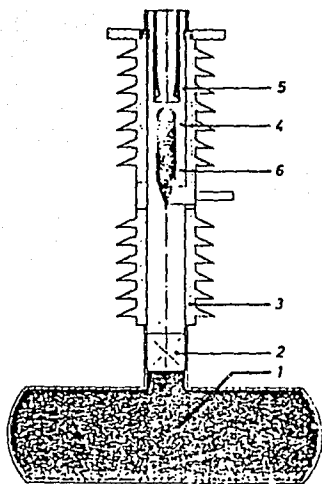


FIGURA 11. -Cámara de extinción de soplado axial:1.-Depósito de aire comprimido.2-Válvula.3-Aislador hueco.4-Cámara de extinción.5-contacto móvil.6-Contacto fijo.

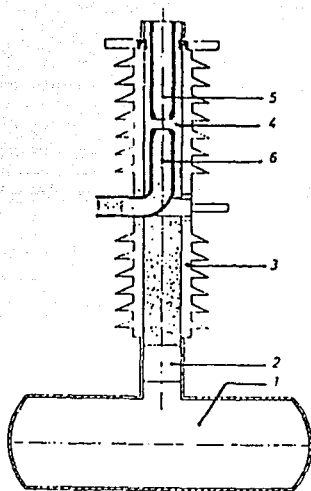


FIGURA 12. -Cámara de ruptura perfeccionada de soplado axial.1-Depósito de aire comprimido.2-Válvula.3-Aislador hueco.4-Cámara de extinción.5-Contacto móvil.6-Contacto fijo.

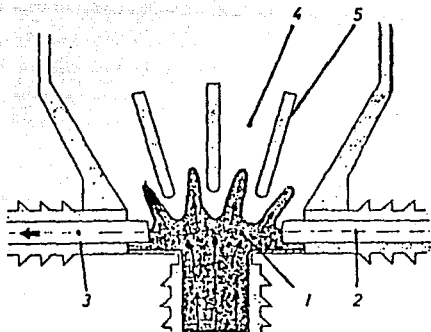


FIGURA 13. -Cámara de extinción de soplado transversal:1-
Cámara de ruptura.2-Contacto fijo.3-Contacto móvil.4-Cámaras de
extinción del arco.5-Pantallas aislantes apagachispas.

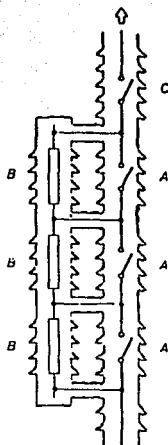


FIGURA 14. -Cámara de extinción múltiple serie.A-Dispositivo de corte principales.B-Resistencia amortiguadores.C-Dispositivo de corte auxiliares.

tiempo se vuelve a cerrar A, permaneciendo abierto C, el dispositivo auxiliar C asegura el aislamiento en la posición de interruptor así como el cierre del mismo.

II.2.B2.-CAMARA DE EXTINCION MULTIPLE PARALELO.

APERTURA.-El dispositivo de extinción múltiple paralelo está constituido, como el anterior, por dispositivos de cortes principales A, resistencias de puenteo B y los dispositivos de corte auxiliares C, pero en éste caso los dispositivos de corte auxiliares están montados en serie con cada resistencia de puenteo y por lo tanto en paralelo con los contactos principales, cuando el interruptor está cerrado y se inicia la apertura los contactos auxiliares C se cierran, insertando las resistencias de puenteo B y después se abren los contactos principales A, cuando se han abierto éstos contactos se abren después los contactos C.

Para éstos dos tipos de cámara antes descrito los contactos A y B deben soportar la corriente nominal, así como los de corto circuito, como se ve en la figura 15.

II.2.B3.-CAMARA DE EXTINCION MULTIPLE CON CAPACITORES.

APERTURA.-E el momento de la apertura, cada capacitor tiende a descargarse, estableciendo un circuito cerrado a través de los contactos principales, provocando con ello una distribución equitativa del voltaje, entre todos los puntos de apertura, los cuales esté paralelado cada capacitor, provocando a su vez, que la intensidad del arco generado entre cada punto de apertura sea casi igual, por lo que el desgaste de los contactos es casi igual.

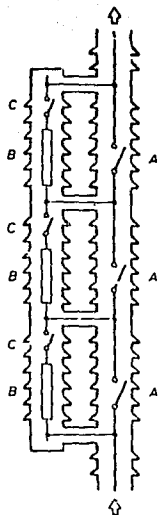


FIGURA 15. -Dispositivo de extinción múltiple paralelo. A- Dispositivo de corte auxiliar. B-Resistencias amortiguadoras. C- dispositivos de corte auxiliares.

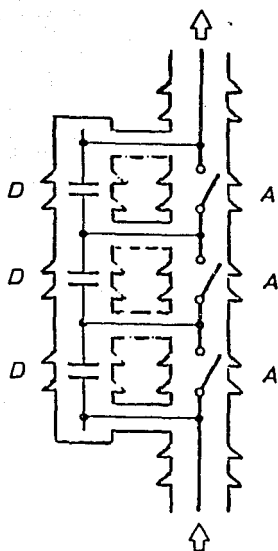


FIGURA 16. -Dispositivo de extinción múltiple con capacitores
A.-Dispositivos de corte.D.-Capacitores.

II.3.-HEXAFLUORURO DE AZUFRE.(SF₆)

El hexafluoruro de azufre (SF₆) es un gas que posee propiedades físicas,químicas y eléctricas favorables para la extinción de los arcos de los interruptores, en su estado puro es: sin color, sin olor no tóxico.

Existen dos tipos de extinción del arco en SF₆:

II.3.A.-El de doble presión.

II.3.B.-Una presión.

Básicamente la extinción del arco eléctrico es muy similar a los interruptores neumáticos, donde el SF₆ está en un depósito encapsulado para prevenir el escape del gas, el soplo de gas se logra por medio de un tanque a alta presión, el cual opera con una presión de 150 a 200 bars, éste tanque se requiere calentar con el fin de prevenir la licuefacción del gas, lo mismo que en los interruptores de una sola presión, son sensibles a altas elevaciones del voltaje de restablecimiento durante el primer microsegundo, después del paso de la corriente por cero, lo cual puede limitar considerablemente la capacidad del interruptor cuando se tenga que interrumpir fallas en las líneas cortas, la mayoría de los fabricantes de interruptores de dos presiones están cambiando al interruptor de una sola presión, la razón es la complejidad del interruptor de dos presiones además del riesgo de la licuefacción del gas, lo cual debe ser tomado en cuenta.

Por lo tanto, únicamente se describe la operación de apertura del de una sola presión.

II.3.B.-EXTINCION DEL ARCO POR SF6 DE UNA SOLA PRESION.

La extinción del arco eléctrico en interruptores de una sola presión se explica en éste momento ;a medida que los contactos se van separando y se produce el arco,el gas es comprimido y soplado a lo largo del arco el cuál se estabiliza en el centro de la boquilla de material aislante (teflón),existen otros tipos de boquillas metálicas pero el principio de movimiento de los contactos,boquillas y cilindros de compresión,es el mismo.

II.B.-TIPO DE MECANISMO.

II.B.1.-MECANISMO POR SOLENOIDE.

Este mecanismo consiste en un potente electroimán de núcleo móvil que al excitarlo, hace girar el eje del interruptor en el sentido de su conexión.

Este tipo se construye únicamente para corriente directa, precisa de la existencia de una batería de acumuladores que permita suministrar la corriente necesaria para que el interruptor pueda operar y proteger el equipo eléctrico.

Para una mayor comprensión se ve el funcionamiento del mecanismo de operación tipo SAH-4 que se utiliza en interruptores IEM del tipo 230-6C-250,500 para 23kv cuando abre el interruptor.

Este mecanismo es automático y de disparo libre en todas las posiciones, se puede observar en la figura 17. el mecanismo de operación por solenoide con su sistema de palancas de disparo libre.

El tirón horizontal del solenoide de éste mecanismo se transmite a los bastones de operación de los contactos a través de un sistema de eslabones y palancas que giran alrededor del centro de operación, en sentido opuesto a las manecillas del reloj.

El sistema mecánico consiste de 4 eslabones principales: la palanca de disparo, la palanca de disparo libre, el eslabón superior de disparo libre y el eslabón inferior de disparo libre.

Cuando el solenoide se energiza tira de la unión de la palanca de disparo y del eslabón inferior de disparo libre haciendo que el sistema gire alrededor del centro de operación.

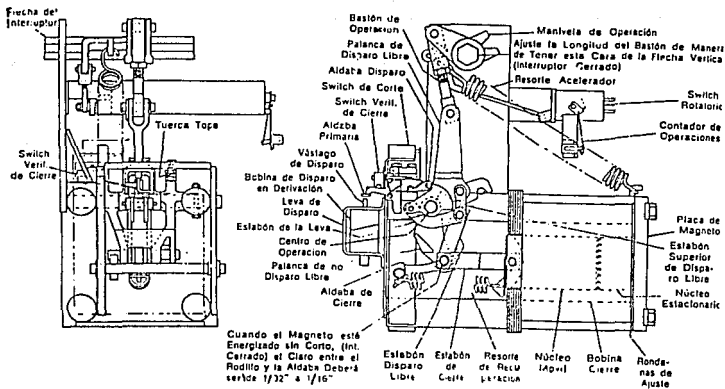


FIGURA 17.-Mecanismo de operación por solenóide

La palanca de disparo libre ejerce entonces una fuerza hacia arriba en el bastón de operación, para cerrar el interruptor y se sostiene en ésta posición por la aldaba de cierre. El interruptor se dispara eléctrica o manualmente levantando la aldaba primaria, esto permite a la aldaba de disparo liberar la leva de disparo de manera que quede libre para girar. Sin la fuerza restrictiva de la leva y los eslabones, el sistema cede bajo la fuerza de los resortes de los contactos y del resorte acelerador. La unión de los eslabones de disparo libre superior e inferior de mueve hacia la derecha y la palanca de disparo libre gira en el sentido de las manecillas del reloj, abriendo el interruptor la posición de las palancas es como se muestra en la figura 18. Al moverse a ésta posición, el eslabón inferior de disparo libre ha soltado la aldaba de cierre, los resortes tiran ahora del núcleo del solenóide, que mueve las palancas a la posición de restaurado, como se aprecia en la figura 19. en ésta posición la aldaba de disparo está restaurada y el interruptor puede volver a cerrar.

II.B.-MECANISMO POR RESORTES.

En éste tipo de mecanismo se recurre al accionamiento eléctrico, que emplea para el movimiento de cierre o apertura la energía de potencial de unos muelles tensados previamente por un pequeño motor, cuyas condiciones de aceleración son necesarias para el trabajo que se realiza. El mecanismo de resortes del interruptor ISODEL-SPRECHER tipo BNR (M) es del tipo motorizado como se aprecia en la figura 20.

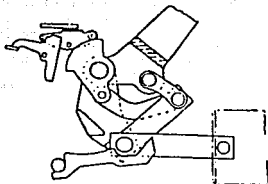


FIGURA 18.-Posición de disparo libre

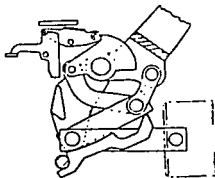


FIGURA 19.-Posición de restablecimiento.

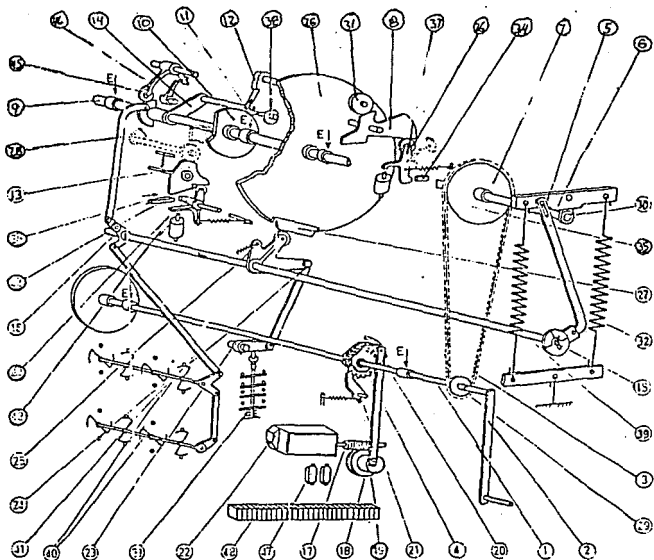


FIGURA 20.-Mando BNR (M) Motorizado

Apertura.-El funcionamiento del mecanismo motorizado actúa, al recibir automáticamente la alimentación a través de su circuito eléctrico, por medio del tornillo sin fin (17) y la corona helicoidal (18) que transmite el movimiento a la biela (19) la que a su vez mediante el trinquete de arrastre (20) hace girar el disco de enclavamiento (4), la alimentación del motor queda cortada cuando los resortes están totalmente tensados, accionando su interruptor de fin de curso (33) por la leva (27) que mueve la palanca (23) mediante otra leva (24) y el rodillo de la palanca (25), el motor se alimenta de nuevo en el momento que se libera el resorte.

II.C.-MECANISMO OLEONEUMATICO.

El líquido a presión más empleado es el aceite, en cuyo caso de habla de accionamiento oleoneumático, éste sistema de accionamiento, se realiza con aceite a muy alta presión, combinando con un acumulador que contiene aire o nitrógeno y permite acumular energía muy elevada.

Bajo la acción de electroválvulas, ésta energía puede transmitirse hidráulicamente a los mecanismos de accionamiento de los interruptores de muy alta tensión.

Ahora se describe el accionamiento de un interruptor OERLIKON del tipo F, cuya tensión es entre 72.5 y 240 kv.

Apertura.-La excitación de la bobina (1.7) acciona la electroválvula (1.6), la cuál pone brevemente en comunicación la tubería de retorno con el órgano de mando (1.2), ésta puesta fuera de carga, conduce a la válvula (1.1) a la posición

representada, poniendo así la tubería 5 en comunicación con el cierre de retorno. La válvula (3.5) invierte entonces su posición y pone a su vez la cara (3.4) del pistón del cilindro de mando (3.2) fuera de carga, la diferencia de presión resultante desenvuelve la fuerza necesaria para conducir a la posición final y conmutar las válvulas (2.1) acopladas mecánicamente al mismo. Con ello las válvulas (2.1) conectan un lado del cilindro de accionamiento (5.1) al sistema de retorno, de ésta manera el pistón pasa a la posición de abierto, manteniéndose en ella gracias a la presión. El diafragma (5.3) regula la velocidad de apertura, acoplada en paralelo el cilindro (8.1) del dispositivo de resistencia de inserción comunica también con el sistema de retorno, a través de la válvula (8.2). El movimiento de acoplamiento del elemento de ruptura produce una pérdida de presión tal, sobre el diafragma (5.3), que los diafragmas (8.3 y 8.4) impiden que el contacto móvil de resistencia alcance su velocidad final de apertura, antes de que el contacto móvil principal no haya alcanzado la posición de abierta. Este desfase de apertura del dispositivo de resistencia de inserción trae por consecuencia, el impedir el corte de la corriente residual, antes de que haya realizado la extinción del arco del elemento de ruptura principal, como se aprecia en la figura 21.

II.D.-MECANISMO NEUMATICO.

Este mecanismo tiene una aplicación inmediata, si se dispone de una instalación de aire comprimido, pero aún en caso de no contar con dicha instalación, el grupo compresor que se necesita para su accionamiento tiene la ventaja de un pequeño consumo eléctrico.

El sistema de accionamiento puede ser gobernado directamente a mano, con ayuda de una válvula o lo que es más frecuente, por medio de un electroválvula.

A continuación se presenta el mecanismo de operación tipo MA-15-3. Es un mecanismo operado neumáticamente, para su uso en interruptores de aceite, para servicio intemperie, con capacidad de 115 a 161 kv. El mecanismo se dispara neumáticamente y eléctricamente y no bombea, si se cierra durante corto circuito, el mecanismo y sus auxiliares están cerrados bajo una cubierta hermética situada en la parte frontal de la estructura del interruptor.

El circuito de control se acciona con corriente directa, el mecanismo neumático MA-15-3 consiste de un cilindro de aire y pistón con su mecanismo se aprecia en la figura 22.

Apertura.-Es una operación de disparo, que se efectúa después de que el interruptor ha estado cerrado, durante un lapso suficientemente largo para que todos los componentes del mecanismo estén en reposo y hayan alcanzado su posición normal de cierre.

La bobina de disparo y la bobina de la válvula de control (v/t) están energizadas ambas (conexión serie) por los contactos del

relevador protector (interruptor de control).

El émbolo de la bobina de disparo golpea al dedo de disparo (9) que mueve el trinquete (7) que está debajo del rodillo.

Los resortes de apertura del interruptor abren entonces a éste, la bobina de la válvula de control (v/t), se energiza pero nada acontece a la válvula, puesto que ésta ya estaba normalmente cerrada.

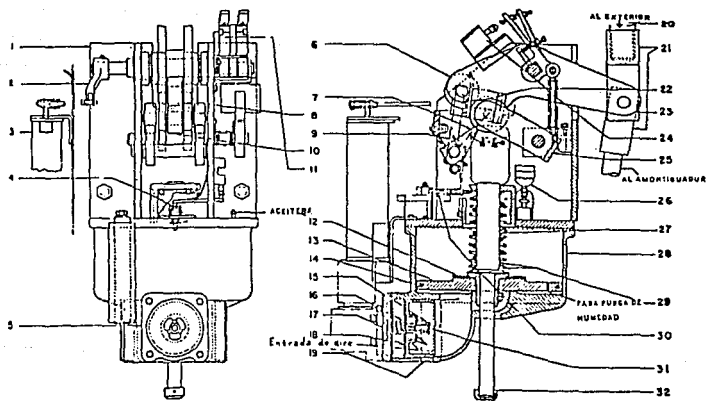


FIGURA 22.-Mecanismo de operación neumática tipo MA-15

CAPITULO III

PRUEBAS DE CAMPO

III.-PRUEBAS DE CAMPO CALCULO E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Antes de realizar cualquier prueba se deben de tener las precauciones siguientes:

A.-Asegurar que no se puede energizar el equipo bajo prueba, es decir que las cuchillas se encuentran abiertas y desconectadas las terminales de las boquillas.

B.-Asegurarse que el tanque del interruptor está sólidamente aterrizado.

LAS PRUEBAS SON LAS SIGUIENTES:

III.1.-Prueba de Aislamiento.

III.2.-Factor de Potencia.

III.3.-Resistencia de Contactos.

III.4.-Tiempos de Operación.

III.5.-Rigidez Dieléctrica.

III.6.-Voltaje Mínimo.

III.1.-PRUEBA DE AISLAMIENTO.

La prueba de resistencia de aislamiento es importante en interruptores de gran volúmen de aceite, ya que sus aislamientos son susceptibles de humedecerse.

En dichos interruptores se tienen elementos aislantes de material higroscópico, como son el aceite, la barra de operación y algunos otros que intervienen en los soportes de las cámaras de arco. También la carbonización causada por las operaciones del interruptor, ocasiona contaminación de éstos elementos y por consiguiente una reducción en la resistencia de aislamiento, ésta prueba sirve también para todo tipo de interruptores.

III.1.1.-RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

Definición.-Es la resistencia (en megohms) que ofrece un aislamiento cuando se le aplica un voltaje de corriente directa durante un tiempo dado, medido a partir de la aplicación del mismo, como referencia se utilizan valores de 1 a 10 minutos.

III.1.2.- FACTORES QUE AFECTAN LA PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

A menos que las pruebas se lleven a cabo con un alto grado de habilidad, se presentan fluctuaciones importantes provocadas por los factores que se enumeran:

A.-Efecto de la condición de la superficie del aislamiento.

Los depósitos tales como carbón, polvo o aceite depositados en las superficies aislantes pueden bajar la resistencia de aislamiento. Este factor es importante cuando se tienen superficies aislantes relativamente grandes expuestas al ambiente.

B.-Efecto de la humedad.

Este factor se presenta en las mediciones de resistencia de aislamiento, cuando hay una carga previa en el aislamiento. Esta carga puede originarse porque el equipo trabaja aislado de tierra o por una aplicación de voltaje de c.d. en una prueba anterior. Por lo tanto, es necesario que antes de efectuar las mediciones se descargen los aislamientos mediante una conexión a tierra.

Básicamente existen cuatro formas de medir la resistencia de aislamiento:

1.-Mediante un ohmetro (megger) de indicación directa.

2.-Mediante un voltmetro,un ampermetro y una fuente de potencial de corriente directa.

3.-Mediante un voltmetro y una fuente de potencial de corriente directa.

En este trabajo solamente se trata el primer método , que constituye el más práctico, para medir la resistencia de aislamiento.

Normalmente,todos los meggers con voltajes hasta de 1000 volts y mayores,están equipados con terminal de guarda ;el propósito de ésta terminal es el de contar con un medio para efectuar mediciones en mallas de tres terminales ,en tal forma que puede determinarse directamente el valor de una de las dos trayectorias posibles.

En la figura 23. se ve el instrumento de prueba y sus partes principales.

III.1.3.-METODO DE TIEMPO CORTO A LECTURA UNICA.

Consiste en conectar su aparato en el aislamiento a probar,operarlo durante un tiempo corto y leer la lectura final.

Este método se aplica en pruebas de rutina rápida,para fines de normalización,se recomienda aplicar el voltaje de prueba durante 60 segundos,con el objeto de poder efectuar comparaciones bajo la misma base,con los datos de prueba existentes y futuros,éste método tiene su principal aplicación en equipos pequeños y en aquellos que no tienen una característica notable de absorción como los interruptores,bushings,apartarrayos,etc.

En las figuras 24. y 25. se ve la forma de conectar el

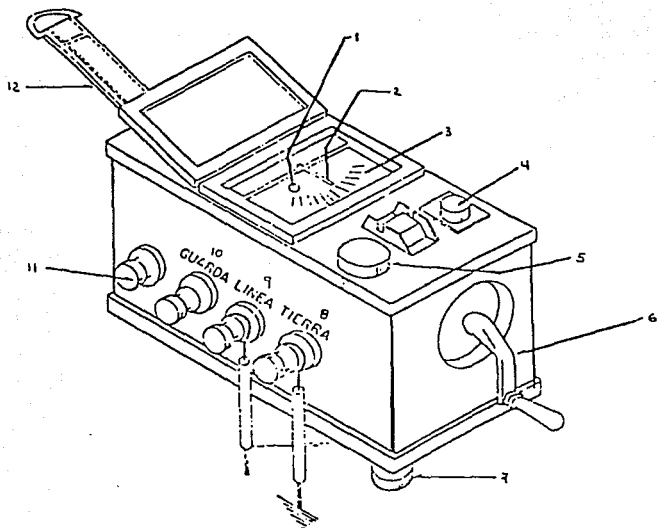


FIGURA 23.-Megger y sus partes principales.

1.-Nivel 2.-Aguja 3.-Escala 4.-Switch de cambio de voltaje 5.-
 Switch de descarga 6.-Manivela y/o motor según sea, manual o
 motorizado 7.-Tornillos para nivelación 8.-Entrada para tierra
 9.-Entrada para línea 10.-Entrada para guarda 11.-Ajuste de la
 aguja a infinito 12.-Correa

aparato de prueba y las pruebas del interruptor, en posición abierto y cerrado.

En interruptores de gran volúmen de aceite en que se registran valores menores de 10000 megohms se debe efectuar una revisión del aceite, y una inspección interna del interruptor.

En los interruptores neumáticos, en los que igualmente se tiene un valor inferior a los 10000 megohms, se efectúa una limpieza del aislamiento y secado del mismo, como también revisar las cámaras de arqueo.

En los interruptores de pequeño volúmen de aceite y en los de SF₆ las mediciones son bastantes altas y una medición baja, indica una falla en la porcelana.

NOMENCLATURA

C Ensamblamiento del contacto fijo 1

1

C Ensamblamiento del contacto fijo 2

2

$$C = C + C + C$$

1 2 3

b₁ porcelana de la boquilla 1

b₂ porcelana de la boquilla 2

Se sigue la siguiente convención

para el registro de los valores.

Visto el interruptor desde su

mecanismo de operación, se tiene que

los polos 1, 2 y 3 de izquierda a

derecha tendremos c₁, b₁, c₂, b₂ y c₃

del tanque 1, lo mismo será para los

tanques 2 y 3.

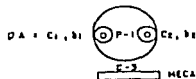
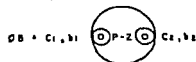
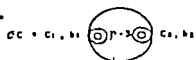
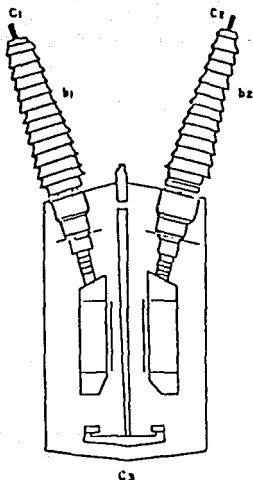


FIGURA 24.-Resistencia de aislamiento a interruptores en aceite

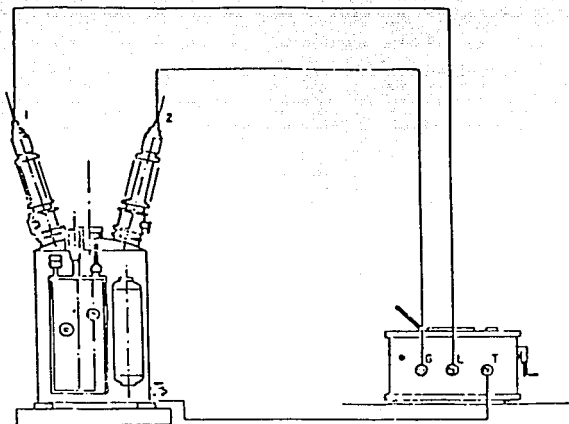


FIGURA 25.-Conexión del aparato de prueba al interruptor de gran voltaje de aceite.

III.2.-PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA.

La prueba de factor de potencia es actualmente la principal herramienta para juzgar, con mayor criterio las condiciones de los aislamientos de los diferentes equipos eléctricos, siendo particularmente recomendada para la detección de degradación, envejecimiento y contaminación de los mismos pudiéndose afirmar que por estas características, es más reveladora que la prueba de resistencia de aislamiento.

El método a seguir es aplicar el potencial de prueba con el equipo probador de factor de potencia a cada uno de los bushings del interruptor, incluyendo no solamente el elemento de éste, sino también el aceite y los aislamientos auxiliares dentro del tanque, que también son incluidos al crearse un campo eléctrico, al aplicar el potencial de prueba.

Las pérdidas en los aislamientos del interruptor, no son las mismas con el interruptor abierto que cerrado, porque el efecto del campo eléctrico en el aislamiento auxiliar, no es el mismo para ambas condiciones de prueba.

La comparación de las pérdidas obtenidas, en la prueba con interruptor cerrado y la suma de las pérdidas del mismo con interruptor abierto, se utiliza para analizar las condiciones del aislamiento.

III.2.1.-FACTOR DE POTENCIA.

Definición.-El factor de potencia en un aislamiento, es el seno del ángulo que existe entre el voltaje aplicado y la corriente de carga, obteniendo los valores directos de éstos factores, através

de la medición de los volt-amperes y las pérdidas en watts del dieléctrico bajo prueba, a un voltaje dado medidos con un equipo especial para ésta prueba.

III.2.2.-FACTORES QUE AFECTAN LAS PRUEBAS DE FACTOR DE POTENCIA.

1.-Humedad. Es recomendable abstenerse de efectuar la prueba, cuando las condiciones de humedad relativa en el ambiente, sean mayores del 70 % ya que altera los valores obtenidos. Por lo cual es conveniente, antes de efectuar la prueba, hacer una medición previa de humedad relativa del ambiente, valiéndose para ello de un Higrómetro y cuyo valor obtenido se registra en el reporte de prueba correspondiente.

2.-La condición de la superficie de aislamiento. Es sumamente recomendable, al efectuar pruebas a los equipos en donde se tenga porcelana, que éstos deben de limpiarse perfectamente antes de efectuar cualquier medición. La limpieza debe hacerse utilizando de preferencia un solvente eléctrico, que elimina de la superficie de porcelana, cualquier residuo de depósitos químicos contaminantes, sales, grasas, etc.

Basicamente existen dos tipos de probadores de factor de potencia que son:

1.-MEU de 2500 volts.

2.-M2H de 10000 volts.

Para efectos de éste trabajo se analiza unicamente el MEU de 2500 volts, en la figura 26. se muestra el aparato de prueba y sus componentes.

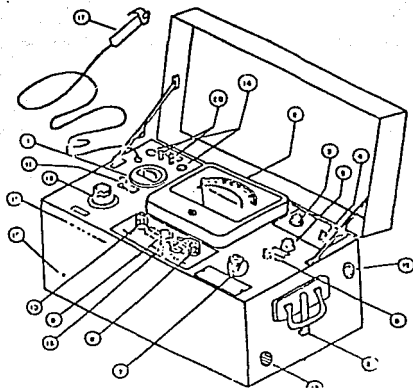


FIGURA 26.-MEU-2500. y sus partes principales:1.-Vólmetro 2.- Indicador de mA y mW 3.-Perilla para ajuste de medición 4.- L.V.Switch.(Ground,Guard y Ust) 5.-Perilla de polaridad 6.- Rev.Switch para comprobación de lecturas(directa-fuera-inversa) 7.-Ajuste de miliwatts (mW y ADJ) 8.-Perilla para rangos de mW (mili-watts) 9.-Perilla para rangos de mA (mili-voltamperes) 10.-Perilla para rangos de medida (hig,med, y low) 11.-Switch de encendido (on-off) 12.-Perilla para rangos de voltaje 13.-Switch selector (mA,chechar y mW) 14.-Focos piloto verde y rojo 15.- Entrada para cables de prueba de alta tensión 16.-Entrada para cables de prueba,guarda o bajo voltaje 17.-Switch de seguridad 18.-Entrada para conectar switch de seguridad 19.-Clavija para alimentación de C.A. 20.-Fusibles de protección 21.-Punto para conexión a tierra del aparato.

III.2.3.-SECUENCIA DE LA PRUEBA.

A.-Mueva el switch selector de la posición intermedia a mva seleccionando el rango más adecuado para leer el segundo tercio de la escala, anotando el valor marcado.

B.-El valor obtenido se verifica, cambiando al extremo contrario, el switch de inversión (rev. switch) si se observa alguna diferencia en las lecturas, se debe promediar las dos lecturas, el promedio es el valor de la prueba efectuada, debe registrarse también el valor del multiplicador de mva con el que se realizó la prueba.

C.-Debe registrarse también el valor del multiplicador de mva con el que se realizó la prueba.

D.-Cambie el switch selector mva a la posición mw, la perilla de ajuste de mw se gira hasta obtener el mínimo valor sin importar el sentido de giro de esta perilla.

E.-El multiplicador mw se reduce sucesivamente (sin cambiar el rango inicial) hasta que se obtenga la mínima lectura, los mw se leen en el medidor en la proximidad de la mitad de la escala.

F.-Obtenida esta mínima lectura, se verifica su polaridad con la perilla (polarity) que al girar lentamente en el sentido de las manecillas del reloj, se debe fijar hacia donde se deflexiona la aguja indicadora de los mw, si esta se mueve a la izquierda la lectura se considera positiva si se mueve a la derecha se considera negativa.

G.-Registre el valor obtenido con su signo, cambie el switch reversible a su posición contrario, ajustando de nuevo a la mínima

lectura verificando la polaridad. Si las dos lecturas obtenidas son positivas, sumelos y dividalos entre dos y este valor es el que se registre, en caso contrario si hay una lectura positiva y otra lectura negativa, se restan y se dividen, el valor obtenido entre dos y esa es la lectura que se registre en su reporte de prueba.

III.2.4.-CALCULO Y ANALISIS DEL FACTOR DE POTENCIA.

El factor de potencia se calcula por la fórmula siguiente:

$$\%F.P. = \frac{MW}{MVA} \times 100$$

A.-Con el interruptor abierto, si el factor de potencia es mayor es mayor que el 2%, en cualquier boquilla, se debe de retirar para una investigación minuciosa.

B.-Con el interruptor cerrado se realiza la comparación de las pérdidas y la diferencia nos debe reportar el estado de los aislamientos internos, concluyendo lo siguiente para poder clasificarlos:

B.1.-Diferencias de 0 a +9 mw y de 0 a -9 mw se consideran normales.

B.2.-Diferencias de +9 a +15 mw y de -9 a -15 mw se debe checar las barras elevadoras, aceite del tanque, aislamiento del tanque y el aislamiento de los contactos auxiliares, generalmente estos valores indican altas pérdidas y se debe reparar antes de poner en servicio.

B.3.-Para diferencias mayores de +15 mw y de -15 mw se debe de

investigar lo antes posible, que es señal de daños en los aislamientos y se reacondicionará cada una de las partes mencionadas.

Estos límites son aplicables a la mayoría de los interruptores, algunos tipos tienen valores muy pequeños o muy grandes ya que elementos aislantes de madera, porcelana y otros materiales hacen, que las diferencias de pérdidas entre el interruptor abierto y cerrado, sea muy grande y viceversa.

Para efecto de prueba, se considera básico comparar los resultados obtenidos, con los valores del fabricante, o con otros valores obtenidos de equipos similares.

A continuación se presenta las siguientes figuras 27. y 28. con dos diferentes tipos de interruptores, conectados al aparato MEU-2500 y las tablas en cada uno de los casos.

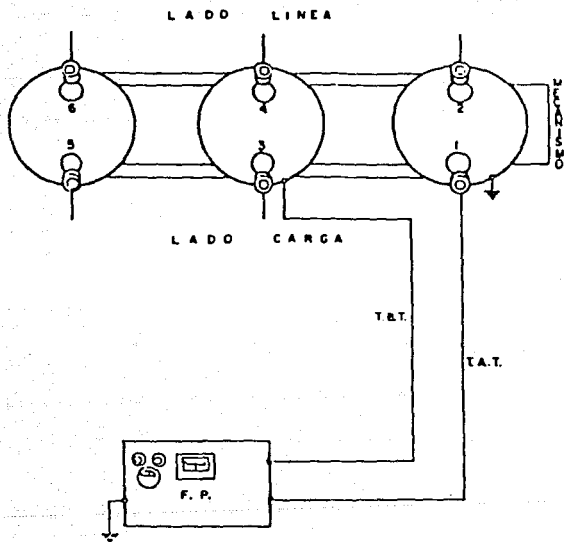


FIGURA 27.—Interruptor de gran volúmen de aceite conectado al MEU-2500.

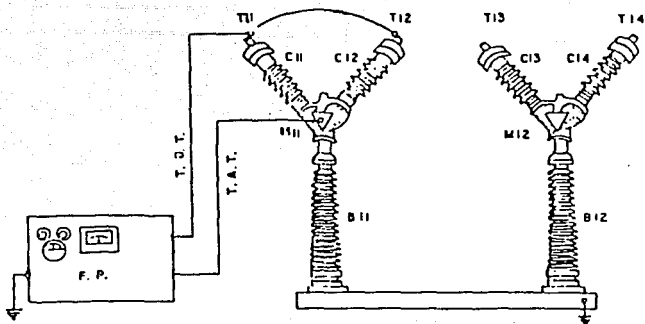


FIGURA 26.--Interruptor de pequeño volumen de aceite conectado al Meu-2500

III.3.-PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS.

En un circuito eléctrico, la resistencia es la que determina la proporción en que la energía es convertida en calor y tiene un valor tal que, multiplicado por la corriente elevada al cuadrado da el coeficiente de conversión de la energía: $W=RI$

Si la resistencia en un circuito eléctrico, es la razón de aplicar una diferencia de potencial, entre sus extremos y circular una corriente por el mismo, midiéndolo con un: volmetro, ampermetro y con una fuente de corriente de directa.

Bajo ese principio trabaja el aparato de prueba conocido como DUCTER, al efectuar esta prueba, sirve para medir la resistencia entre los contactos principales del interruptor.

En la figura 29. se ve el aparato de prueba llamado DUCTER o MICROOHMETRO.

A continuación se muestra en la tabla, la resistencia máxima permisible por terminal para el flujo de corriente:

RANGO	RESISTENCIA MAXIMA PERMISIBLE.
100 MICRO-OHMS A 1 MILI-OHMS	0.18 OHMS.
10 MILI-OHMS. 100 MILI-OHMS. A 1 OHM.	1.4 OHMS.
10 OHMS.	14.0 OHMS.

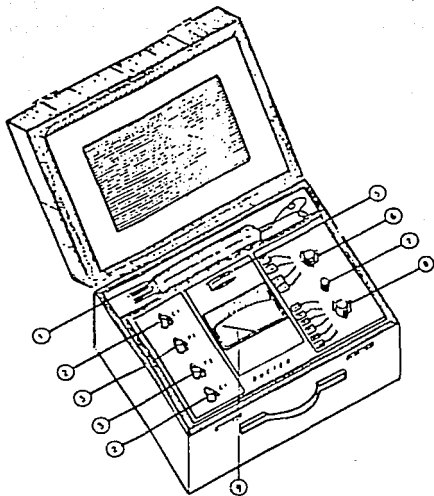


FIGURA 29.-Ducter y sus partes principales:1.-Banderillas de prueba duplex 2.-Terminales de corriente (c1 y c2) 3.-Terminales de potencial (p1 y p2) 4.-Carátula de medición 5.-Vólmetro de batería 6.-Perilla de función(fuera, indicador de cero, prueba) 7.- Perilla de ajuste de cero 8.-Perilla de rangos(100 microohms,1 miliohms,10 miliohms,1 ohms y 10 ohms).

III.3.1.-FACTORES QUE AFECTAN LA PRUEBA.

Las terminales de potencial forman parte del circuito de medición y estos tienen una resistencia de 0.02 ohms por terminal, estas terminales no deben ser substituidas porque su resistencia no sería la misma, en caso de hacerlo se puede incrementar la resistencia hasta un máximo de 0.15 ohms, para que la lectura no se vea afectada en más de 0.2 %.

Si se usan terminales mayores con una resistencia mayor a 0.15 ohms por par de terminales, es necesario utilizar los factores de corrección indicadas en la tablas III.3.A y III.3.B las cuales nos indican las modificaciones en por ciento de error.

RANGO	ERROR POR LA RESISTENCIA DE LAS TERMINALES DE POTENCIAL.				
	0.2 % RESISTENCIA	0.4 % POR PAR	0.6 % DE	0.8 % TERMINALES	1.0 % DE POTENCIAL.
100 MICROOHM	0.15	0.26	0.37	0.48	0.59
1 A 10 MILIOHMS	1.4	2.24	3.34	4.44	5.54
100 MILIOHM	11.0	22.0	33.0	44.0	55.0
1 A 10 OHMS	110.0	220.0	330.0	440.0	550.0

TABLA III.3.A.-% De error de medición de resistencia.

RANGO	FACTOR MULTIPLICADOR.
100 MICROOHMS	(54.96+RP)(escala leida) 55
1 A 10 MILIOHMS	(549.96+RP)(escala leida) 550
100 MILIOHMS	(5499.96+RP)(escala leida) *
1 A 10 OHMS	(54999.96+RP)(escala leida) *

RP = resistencia en ohms por par de terminales de potencial.

* = error despreciable.

TABLA III.3.B.-Factor de corrección en medición de resistencia.

III.3.2.-SECUENCIA DE LA PRUEBA.

1.-A menos de que el valor aproximado de la resistencia bajo prueba se conozca, comenzar con la perilla selectora de rango en la posición de 10 ohms, si la lectura es menor de 10 ohms, ajustar la misma perilla(6), para un rango menor.

2.-Colocar la perilla de función (6) en posición test y colocar las terminales de prueba a la resistencia que se va a medir, forzando con las manos las terminales hacia abajo para obtener un buen contacto, tomar las lecturas y anotarlas.

3.-Cuando se haga la prueba con las terminales de corriente conectadas, asegurarse que la perilla de función se regrese inmediatamente a ajuste de cero, entre las lecturas que se tomen para así reducir la de energía en la batería.

La perilla de función del instrumento debe ser colocada en off.

una vez que se termine la prueba.

Las banderillas de cada juego duplex deben empujarse hacia abajo para que hagan un buen contacto con la resistencia que se va a medir.

La corriente pasa de una banderilla de corriente a la otra y las banderillas de potencial, deben hacer contacto en la trayectoria de esta corriente.

En la figura 30. se muestra la forma de medición de una resistencia quedando ésta entre las banderillas de potencial P1 y P2, que está marcando la distancia X.

La resistencia de estas terminales es despreciable, sin embargo éste alineamiento de las banderillas es necesario, para no afectar la lectura del aparato.

III.3.3.-CALCULO Y ANALISIS DE RESULTADOS.

La interpretación de los resultados, en la prueba de resistencia de contactos, en equipos nuevos que van a entrar en servicio, es de acuerdo a los datos que proporciona el fabricante del equipo, o bien cuando no se tienen a la mano, es a través de la experiencia adquirida en diferentes equipos nuevos.

En ocasiones el fabricante proporciona datos para determinar el valor de la resistencia óhmica de contactos en sus equipos, en base a una caída de voltaje y a una corriente de prueba especificada, tal como se muestra en la tabla III.3.C.

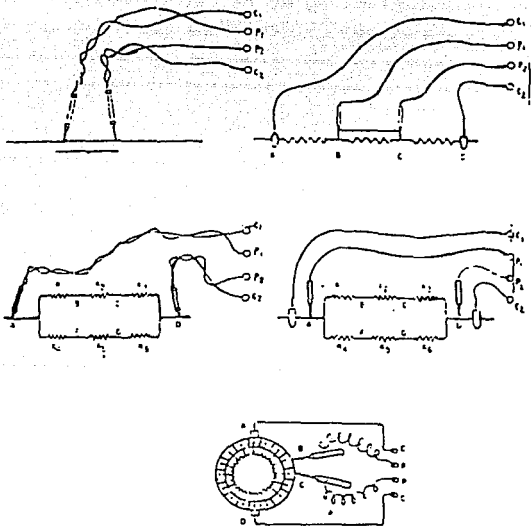


FIGURA 30.—Uso de las terminales de prueba del DUCTER.

CAIDA DE VOLTAJE (en milivolts.)

CAMARA	NUMERO DE POLOS.		
	1	2	3
1	2.9	3.5	3
2	3	3.1	3.2

TABLA III.3.C.

Con esto tenemos que los valores de referencia de resistencia óhmica de contacto es en este caso de 29 a 35 microohms por cámara, de acuerdo a la ley de ohm, como se demuestra a continuación:

$$E = 2.9 \text{ a } 3.5 \text{ milivolts.}$$

$$I = 100 \text{ amperes.}$$

$$R = \frac{E}{I} \quad R_1 = \frac{0.0029}{100} = 0.000029 = 29 \text{ microohms}$$

$$R_2 = \frac{0.0035}{100} = 0.000035 = 35 \text{ microohms}$$

III.4.-PRUEBA DE TIEMPOS DE OPERACION.

Esta prueba determina los tiempos de operación de los interruptores de potencia, en sus diferentes formas de maniobra, así como la verificación del sincronismo de sus fases en la apertura o cierre.

Con esto se comprueba si el interruptor está operando dentro de los valores garantizados por el fabricante y por las normas correspondientes, dependiendo del tipo de interruptor.

Esta prueba, es aplicable a todos los interruptores de potencia en todos sus tipos y cámaras de extinción.

Para medir los tiempos de operación, se utilizan diferentes aparatos, para efectos de este trabajo se muestra el TR-1A de la mca. Doble que es el más completo y nos sirve para interruptores cuyo bastón de mando o de operación tiene un movimiento vertical, en la figura 31. con el cuál se pueden observar las siguientes características, cuando se efectúan las pruebas de cierre y de apertura.

III.4.1.-OPERACION DE CIERRE.

A.-Tiempo de operación.

B.-Velocidad.

C.-Sobrecarrera.

D.-Operación de amortiguadores.

E.-Presión o penetración de contactos.

F.-Condición del desplazamiento del bastón durante la operación.

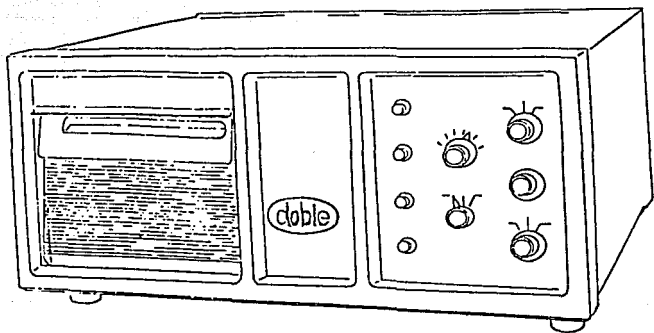


FIGURA 31.-Analizador de graficas TR-1A mca.Doble.

III.4.2.-OPERACION DE APERTURA.

A.-Tiempo de operación.

B.-Velocidad.

C.-Velocidad de contacto en zona de arqueo.

D.-Duración del arco.

E.-Operación de amortiguadores.

F.-Condición del desplazamiento del bastón durante la operación.

En las figuras 32.,33.,34.,35.,36. y 37. se observan los componentes del analizador y su conexión al interruptor.

III.4.3.-SECUENCIA DE LA PRUEBA.

1.-El selector de alimentación se coloca en la posición de preparado,durante 20 minutos antes de iniciar las pruebas,ya que el haz de luz del galvanómetro aparece después de ese tiempo.

2.-Al transcurrir los 20 minutos,con el selector de ajuste cero del galvanómetro de carrera,se ajusta girandola como se observa en la tabla III.4.1.(éste ajuste se hace unicamente cuando está el interruptor cerrado.)

3.-El cable que contiene las puntas de disparo (2 color rojo)y cierre (2 color negro) se conectan de la siguiente forma:

A.-Una punta de disparo y una de cierre se conectan al positivo del gabinete de control del interruptor (las dos juntas).

B.-Una punta de disparo a un borne de la bobina de disparo.

C.-Una punta de cierre a un borne de la bobina de cierre.

La conexión de los cables en los tanques del interruptor se hace de la siguiente forma,como se observa en la figura 37.

Las pruebas tienen la siguiente secuencia:

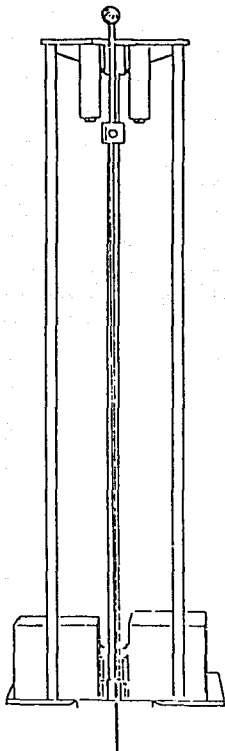


FIGURA 32.- Transmisor de movimiento (violín) vista frontal.

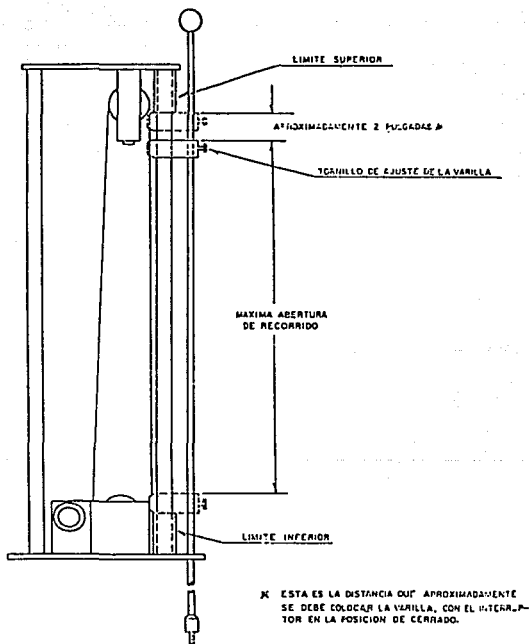


FIGURA 33.-Transmisor de movimiento (violín)vista lateral.

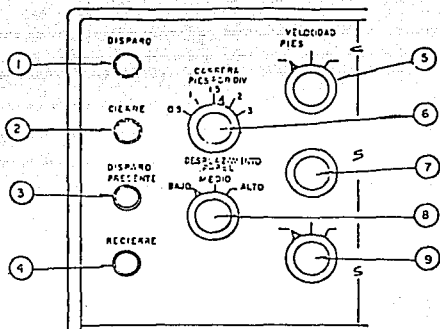


FIGURA 34.-Tablero del TR-1A y sus elementos.

- 1.-Perilla de disparo.
- 2.-Perilla de cierre.
- 3.-Perilla de disparo presente presente.
- 4.-Perilla de recierre.
- 5.-Perilla seleccionadora de velocidad.
- 6.-Perilla seleccionadora de recorrido.
- 7.-Perilla de ajuste del galvanometro.
- 8.-Perilla de velocidad de ciclo 3 posiciones

bajo
media
alto
- 9.-Perilla de alimentación 3 posiciones

fuera
preparado
encendido

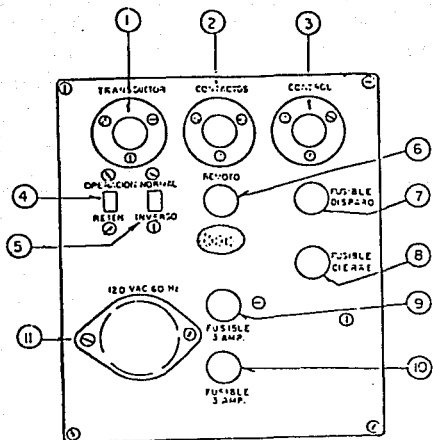
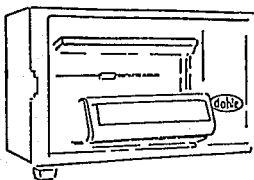


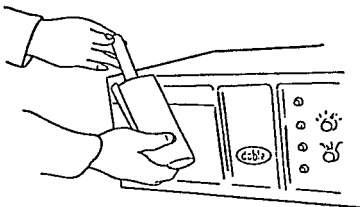
FIGURA 35 .-Parte posterior del TR-1A

- 1.-Conector para cable del transmisor de movimiento (violín).
- 2.-Conector para el cable de las fases del interruptor.
- 3.-Conector para el cable de las puntas de cierre y disparo.
- 4.-Switch 2 posiciones
operate—operación
check—reten
- 5.-Switch 2 posiciones
normal—normal
inverted—inverso
- 6.-Conexión para un accesorio del aparato.
- 7.-Fusible 1.5 amp.de disparo.
- 8.-Fusible 1.5 amp. de cierre.
- 9.-Fusible 3 amp.
- 10.-Fusible 1.5 amp.
- 11.-Conector p/cable de alimentación 110-120 V.C.A.

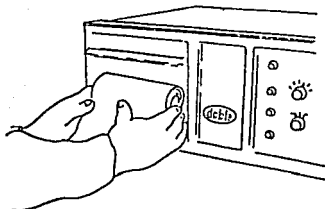


primer y segundo paso
abrir las tapas del
panel y sacar rodillo

tercer paso.-Colocar el rodillo
al papel sin que le den los
rayos del sol.



cuarto y quinto paso
Colocar el papel dentro
del aparato.



sexto y septimo paso.-Sacar un
pequeño tramo de papel y efectuar
la prueba.

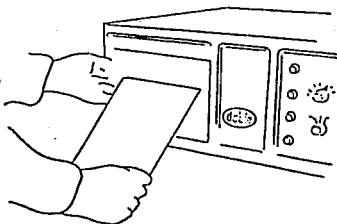


FIGURA 36.-Colocación del papel.

III.4.3A.-Disparo.

III.4.3B.-Cierre.

III.4.3C.-Disparo presente.

III.4.3D.-Recierre.

III.4.3A.-DISPARO.

El interruptor debe estar en posición de cerrado y el galvanómetro ajustarlo al primer renglón de izquierda a derecha. Seleccionar los valores de las perillas de acuerdo con la tablas Nos.1 y 2, para pasar al selector de alimentación de "preparado" a posición "dentro" y oprimir el botón de disparo.

III.4.3B.-CIERRE.

En ésta prueba de cierre no se hace ningun ajuste del galvanómetro de carrera, las posiciones de las perillas seleccionadoras se mantienen en la misma posición y se presiona el botón de cierre para que el aparato realice la operación de prueba.

III.4.3C.-DISPARO PRESENTE.

El interruptor debe estar en posición de abierto, para no desperdiciar papel, la perilla de alimentación se regresa a "preparado" y sin mover los ajustes del aparato se dispara el interruptor localmente, a continuación se regresa la perilla de alimentación "dentro" y se oprime el botón de disparo presente.

III.4.3D.-RECIERRE.

Al efectuar la prueba el interruptor debe estar en posición de cerrado, la perilla de alimentación se regresa a "preparado" y sin

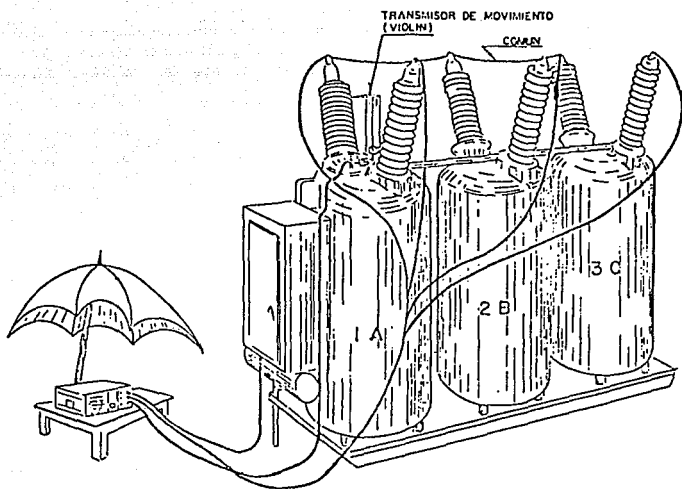


FIGURA 37.-Conexión del TR1A a un interruptor de gran volúmen de aceite.

mover los ajustes del aparato, se cierra el interruptor localmente una vez hecho se regresa la perilla de alimentación, a la posición "dentro" y se oprime el botón de recierre.

Como una prueba especial para observar con más amplitud, la penetración de contactos y la sobrecarrera del interruptor, es necesario hacer los ajustes siguientes:

A.-Colocar el haz de luz del galvanómetro de carrera en el segundo renglón de izquierda a derecha.

B.-La perilla de carrera en .5

C.-La perilla de velocidad en 5.

D.-La perilla de desplazamiento de papel en "medio".

E.-Se hace un disparo local (no por medio del aparato).

F.-Sin mover los ajustes, oprimir el botón de cierre en el aparato.

NOTA 1: Únicamente se ajusta el galvanómetro de carrera al inicio de las pruebas es decir cuando se efectúa la prueba de disparo, en las demás pruebas no se ajustan el galvanómetro de carrera, manteniéndose en la posición que haya quedado.

NOTA 2: Al terminar las pruebas, pasar el selector de alimentación a posición "fuera".

A continuación se muestran las tablas de ajuste del aparato, según sea el tipo del interruptor.

carrera del interruptor		SELECTOR DE CARRERA	DESPLAZAMIENTO
óptima	máxima	PULG./DIV.	DE PAPEL
4	6	0.5	Med.
8	12	1	Med.
12	18	1.5	Med.
16	24	2	Med.

TABLA III.4.1.-

velocidad			SELECTOR DE VELOCIDAD	pies/seg.
	óptima	máxima		
10	pies/s.	12.5		2.5
20	"	25		5
30	"	50		10

TABLA III.4.2.-

Para seleccionar la perilla de velocidad se hace de acuerdo a la tabla anterior.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

III.5.-PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE.

DEFINICION.La rigidez dieléctrica es una de las características principales del aceite aislante, se define como el máximo gradiente de potencial que puede soportar el aceite aislante, sin que se produzca la descarga disruptiva.

III.5.1.-FACTORES QUE INFLUYEN EN EL VALOR DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA EN UN ACEITE AISLANTE SON:

- A.-Efecto del material, forma, tamaño y distancia de separación de los electrodos.
- B.-Efecto de contenido de humedad.
- C.-Efecto del contenido de gases.
- D.-Influencia de la temperatura.
- E.-Efecto del ritmo de la elevación de tensión.

III.5.2.-TENSION DE RUPTURA DIELECTRICA.

Esta prueba es una medición de la habilidad que tiene el aceite aislante para soportar esfuerzos eléctricos sin que suceda una falla, siendo la tensión a la cual ocurre un arqueo entre dos electrodos bajo condiciones de prueba.

Este valor es una función de los agentes contaminantes, tales como el agua, suciedad o partículas conductoras de las cuales, una o más pueden estar presentes cuando la tensión de ruptura dieléctrica sea baja en el aceite aislante, un alto valor de ruptura dieléctrica no indican necesariamente que el aceite no está contaminado o degradado.

En la figura 38. se muestra el probador de aceite marca Hipotronics de operación automática cuyas partes se anotan.

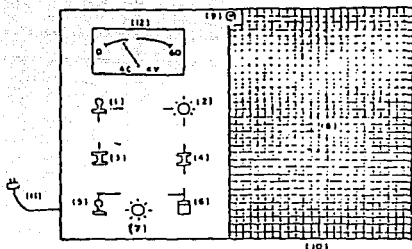


FIGURA 36.-Tablero de control y sus partes:

- 1.-Switch para seleccionar la velocidad de aplicación del voltaje de prueba; posición: A=3kv/seg.; B=500 v/seg.
- 2.-Foco indicador de formación de arco.
- 3.-Botón para subir el voltaje de prueba.
- 4.- Botón para regresar a cero el voltaje de prueba.
- 5.-Switch de puesta en servicio.
- 6.-Fusible de 15 amp.
- 7.-Foco indicador de presencia de voltaje de alimentación.
- 8.-Espacio donde se coloca la probeta.
- 9.-Microswitch de protección.
- 10.-tapa de protección.
- 11.-Cable de alimentación.
- 12.-Vólmetro.

III.5.3.-TIPOS DE PRUEBA.

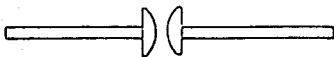
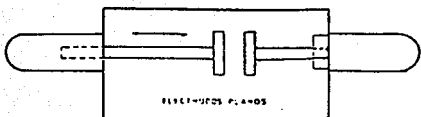
Existen dos tipos de electrodos para la prueba de rigidez dieléctrica que son:1.-Planos y 2.-Semiesféricos.

1.-Los electrodos planos se utilizan frecuentemente para evaluar aceites nuevos no procesados y aceite en servicio, con una separación de 0.1" (2.54mm) entre electrodos como se observa en la figura 39.

2.-Los electrodos semiesféricos debido a su mayor uniformidad de campo eléctrico, son sensibles a pequeñas cantidades de contaminantes, por tal motivo tienen gran aplicación para evaluar a los aceites deshidratados y desgasificados, en la figura 40. se observa los electrodos.

III.5.4.-SECUENCIA DE LA PRUEBA.

- 1.-Seleccionar la copa o probeta dependiendo del tipo de prueba.
- 2.-Lavar y limpiar de impurezas los electrodos y la probeta.
- 3.-Ajustar los electrodos de la probeta a la separación adecuada.
- 4.-Verificar la temperatura de prueba, debe estar entre 20 y 30 C.
- 5.-Llenar la probeta con el aceite por probar y colocarla en su lugar de prueba.
- 6.-Dejar que el aceite repose tres minutos.
- 7.-Antes de conectar el aparato a la fuente de c.a.
- 8.-Conectar el aparato a tierra y luego a la fuente de c.a.
- 9.-Cerrar la tapa donde se encuentra la probeta.
- 10.-El switch 5 se coloca en la posición "on".
- 11.-El switch 1 se coloca en la posición según la copa que se está usando.



ELECTRODOS SEMIESFÉRICOS

FIGURA 39.-Electrodos de prueba.

12.-Se oprime el botón 3 y observar el desplazamiento de la aguja que se detiene, en el momento que se establezca el arco.

13.-Se oprime el botón 4 para regresar la aguja a cero.

NOTA: Cuando se utiliza los electrodos planos se repite 5 veces con aceite nuevo cada vez y se saca un promedio.

Cuando se utiliza los electrodos semiesféricos, la prueba se repite 6 veces con el mismo aceite con intervalos de un minuto y se saca un promedio.

III.5.5.-INTERPRETACION DE RESULTADOS.

De acuerdo con las normas ASTM-D877 (electrodos planos), el arco de ruptura del aceite no debe aparecer a una tensión menor de 30kv para aceite nuevo.

Para la norma ASTM-D1816 (electrodos semiesféricos), el arco de ruptura del aceite no debe aparecer a una tensión menor de 20kv.

III.6.-PRUEBA DE VOLTAJE MINIMO.

El voltaje de las pruebas de voltaje mínimo es comprobar la tensión de operación de las bobinas de disparo de los interruptores.

Esto es con el objeto de preveer que cuando exista una falla en una subestación, no teniendo alimentación de c.a. las baterías o fuente de c.d. tengan capacidad para operar las bobinas de disparo de interruptores, aunque el voltaje por su utilización haya bajado considerablemente.

Generalmente en las especificaciones de los interruptores se solicita que las bobinas de operación deben hasta el 70% del voltaje nominal (para 125 v.c.d) es de 85 v.c.d. para lo cual se realiza la prueba.

III.6.1.-METODO DE PRUEBA.

Se realiza la prueba alimentando con una fuente variable de c.d. llamada variac a las bobinas de disparo, se va elevando la tensión desde cero volts lentamente hasta que el interruptor opere.

Al valor del último paso, cuando opera se considera el voltaje mínimo de operación y debe ser al 70% del voltaje nominal, la misma prueba se realiza para la bobina de cierre.

CAPITULO IV

REVISION A INTERRUPTORES

IV.-REVISION A INTERRUPTORES.

Antes de explicar lo que son las revisiones a interruptores de potencia, se tiene que definir que es mantenimiento y para que es: Mantenimiento es la serie de actividades que se deben desarrollar y poner en practica para garantizar, en los equipos e instalaciones, un tiempo máximo de servicio, a un costo mínimo de operación y máxima eficiencia, reduciendo al mínimo su depreciación tecnológica.

Para que los equipos instalados en las S.E.'s, bajo los liniamientos de seguridad al personal y al mismo equipo, se encuentren en operación o servicio, el tiempo y bajo las condiciones requeridas, por lo menos de acuerdo a lo garantizado por su fabricante y si es posible un tiempo mayor.

Antes de proceder, se debe tener los datos generales del interruptor en el que se hará ya sea la revisión parcial ó total, en seguida se enlistan los datos generales y antecedentes del interruptor:

- 1.-Subestación.
- 2.-Servicio.
- 3.-Voltaje.
- 4.-Capacidad interrutiva.
- 5.-Marca del interruptor.
- 6.-Tipo del interruptor.
- 7.-Tipo del mecanismo.
- 8.-No. de serie.
- 9.-Fecha de instalación.

10.-Reporte escrito y pruebas de su última revisión parcial o total.

NOTA: Contar con los instructivos y diagramas correspondientes, que el interruptor esté completamente libre y aislado del sistema, coloque sus tierras de protección.

IV.I.-REVISION PARCIAL.

La revisión parcial afecta exclusivamente al mecanismo de control y operación.

IV.I.A.SOLENOIDE.

- 1.-Limpieza y/o lubricación del núcleo del solenoide (chechar ajustes en su caso).
- 2.-Limpieza y/o lubricación de los relevadores auxiliares de cierre y disparo.
- 3.-Limpieza y/o lubricación de la bobina de disparo.
- 4.-Verificar ajustes del mecanismo de campana.
- 5.-Verificar ajustes de los resortes aceleradores.
- 6.-Verificar disparo manual.
- 7.-Verificar mecanismo de antibombeo.
- 8.-Verificar switch supervisor de trinquete.
- 9.-Verificar circuitos y protección de alimentaciones de C.A y C.D.
- 10.-Verificar apriete y limpieza de terminales en tablillas de conexiones.
- 11.-Verificar apriete y limpieza de contactos auxiliares.
- 12.-Verificar circuitos de control, señalización y alarma hasta el tablero del operador.

IV.I.B.-RESORTES.

- 1.-Limpieza, lubricación y verificación de ajustes del mecanismo.
- 2.-Limpieza, lubricación y verificación de ajustes de los relevadores de cierre, disparo y sus auxiliares.
- 3.-Verificar operación ajustes de los resortes aceleradores.
- 4.-Verificar ajustes del mecanismo de campana (en caso de existir o del de mando a contactos móviles.
- 5.-Verificar niveles y estado de amortiguadores (en caso de existir).
- 6.-Verificar operación de antibombeo y asincronismo de fases (si se tiene mecanismo por fase).
- 7.-Verificar disparo manual.
- 8.-Verificar switch supervisor de trinquete.
- 9.-Verificar circuitos y protección del motor de carga de resortes.
- 10.-Verificar circuitos y protección de alimentaciones de C.A. y C.D.
- 11.-Verificar apriete y limpieza de terminales en tablillas de conexión.
- 12.-Verificar apriete y limpieza de contactos auxiliares.
- 13.-Verificar circuitos de control, señalización y alarma hasta el tablero del operador.

IV.I.C.-NEUMATICO.

A BAJA PRESION (menor a 10kg/cm o 140 PSI)

- 1.-Limpieza y lubricación y verificación de ajustes del mecanismo.

- 2.-Limpieza y lubricación y verificación de ajustes de los relevadores de cierre,disparo y sus auxiliares.
- 3.-Verificar ajustes de los resortes aceleradores.
- 4.-Verificar ajustes del mecanismo de campana.
- 5.-Limpieza,ajuste y lubricación de válvulas de control.
- 6.-Revisión,ajuste y lubricación del grupo motor-compresor.
- 7.-Revisión y ajuste de manostatos y presostatos.
- 8.-Revisión del tanque de almacenamiento de aire y válvula de sobrepresión.
- 9.-Verificar operación del antibombeo.
- 10.-Verificar switch supervisor de trinquete.
- 11.-Verificar circuito y protección del motor del compresor.
- 12.-Verificar circuitos y protección de alimentaciones de C.A.y C.D.
- 13.-Verificar aprietes y limpieza de terminales en tablillas de conexión
- 14.-Verificar apriete y limpieza de contactos auxiliares.
- 15.-Verificar circuitos de control,señalización y alarma hasta el tablero del operador.

**A ALTA PRESION (mayor a 10 kg/ca2 o 140 psi)
(con estación compresora individual)**

En el sistema de compresión (alta presión)

- 1.-Revisión y ajuste de presostatos para arranque y paro del motor.
- 2.-Revisión y ajuste de presostatos,válvulas y/o electroválvulas de control de condensados.

3.-Revisión,detección y eliminación de fugas en los circuitos y elementos neumáticos de monitoreo y control.

4.-Revisar y normalizar nivel de aceite del compresor.

5.-Revisión de tanques de almacenamiento.

6.-Revisión y ajuste de válvulas de sobrepresión.

7.-Revisión,ajuste y lubricación del grupo motor-compresor (según recomendaciones del fabricante).

8.-Revisión y ajustes de relevadores de control.

9.-Verificar circuitos y protección eléctricos del motor.

10.-Verificar circuitos y protecciones de C.A. y C.D.

En el sistema de operación (baja presión),o cuando el interruptor se encuentra conectado a una red neumática general:

1.-Revisión,ajuste y lubricación de la válvula de realimentación.

2.-Limpieza,ajuste y lubricación de las válvulas,electroválvulas, manómetros,relevadores principales y/o auxiliares,así como presostatos de los controles de cierre y disparo con sus respectivos bloqueos.

3.-Revisión de tanques de almacenamiento.

4.-Revisión y ajuste de las válvulas de sobrepresión.

5.-Verificar operación del antibombeo.

6.-Verificar operación de la marcha asíncrona de fases.

7.-Verificar circuitos y protecciones de alimentaciones de C.A. y C.D.

8.-Verificar apriete y limpieza de terminales en tablillas de conexiones.

9.-Verificar apriete y limpieza de contactos auxiliares.

10.-Verificar circuitos de control,señalización y alarma hasta el tablero del operador.

IV.I.D.-OLEONEUMATICO.

(Con mando hidráulico)

- 1.-Verificar presión de precarga de los acumuladores.
- 2.Detectar y eliminar fugas externas y/o internas.
- 3.-Normalizar niveles,de preferencia cambie la totalidad de aceite,evite el relleno.
- 4.-Revisar y ajustar los manómetros,las válvulas,electroválvulas, relevadores principales y/o auxiliares,así como presostatos de los controles de cierre,disparo y elevación de presión,como también sus respectivos bloqueos.
- 5.-Revisión y ajuste de las válvulas de sobrepresión.
- 6.-Verificar operación del antibombeo.
- 7.-Verificar operación de la marcha asincrónica de fases.
- 8.-Verificar circuitos y protecciones de alimentaciones de C.A. y C.D.
- 9.-Verificar apriete y limpieza de terminales en tablillas de conexiones.
- 10.-Verificar apriete y limpieza de contactos auxiliares.
- 11.-Verificar circuitos de control,señalización y alarma hasta el tablero del operador.

IV.II.-REVISION TOTAL.

Revisión total (tome en cuenta las recomendaciones del fabricante; aparte de las correspondientes a la revisión parcial desarrolle las siguientes).

COMO MEDIO DE EXTINCION.

IV.II.A.-GRAN VOLUMEN DE ACEITE.

- 1.-Retire el aceite de los tanques o remueva los tanques, en su caso.
- 2.-Verificar ajustes de transmisión, bastones, carreras de crucetas, topes y amortiguadores.
- 3.-Revisar cámaras de extinción de arco y estado de contactos fijos, intermedios y móviles.
- 4.-Verificar centrado y sobrecarrera de contactos móviles, efectuar prueba de lampareo, revise la presión y/o área de contacto.
- 5.-Verificar plomeo de cámaras y en su caso de ser necesario, cabeceo de aisladores.
- 6.-Revise y mida resistencias y equipotenciales en caso de existir.
- 7.-Reponga tanques o aceite, previamente filtrado y probado o de ser necesario cambiarlo.

IV.II.B.- REDUCIDO VOLUMEN DE ACEITE.

NOTA: Si el interruptor cuenta con capacitores equipotenciales, mantenga las tres fases aterrizadas durante toda la revisión, si no son desmontados.

- 1.-Retire el aceite dieléctrico.
- 2.-Revise el dispositivo de alivio de gases en la tapa superior.
- 3.-Revise contactos fijos.
- 4.-Revise cámara interruptiva.
- 5.-Revise contacto móvil,y en caso de existir contactos guía.
- 6.-Revise ducto y válvulas de circulación de aceite y limpie la unidad.
- 7.-Llene la cámara con aceite nuevo.
- 8.-Cheque presión y sección de contacto.

IV.II.C.-NEUMATICO.

NOTA:Recuerde que trabajar con aire comprimido,cualquiera que sea el valor de la presión,representa un riesgo.

BAJA PRESION.

- 1.-Checar ajustes de la transmisión.
- 2.-Revisar cámaras de extinción de arco y bobinas magnéticas.
- 3.-Revisar contactos móviles y fijos.
- 4.-Verificar penetración,sección y/o presión de contacto.

ALTA PRESION.

- 1.-El desalojo de presión debe ser lento para prevenir daños al equipo.por lo menos durante los primeros dos tercios de la presión de operación.
- 2.-Antes de proceder a desarmar,cerciorese de contar con los empaques necesarios de repuesto,ya que en caso de desensamble debe ser cambiado,principalmente los de tipo dinámico.
- 3.-El desarmado debe hacerse en un lugar libre de polvo y con un

material de limpieza que no se desprenda pelusas, utilizando los lubricantes adecuados, según las recomendaciones propias de cada fabricante, es recomendable aplicar películas de grasa mollicote en las zonas de empaque.

4.-En caso de contar con capacitores equipotenciales, mantenga las tres fases aterrizadas durante toda la revisión, si no son desmontados.

5.-Revisar las válvulas principales, auxiliares y de retardo (recuerde que algunas de ellas utilizan diafragmas que pueden dañarse por manejo inadecuado).

6.-Revisar cámaras interruptivas.

7.-Revisar contactos fijos, semifijos y móviles.

8.-Limpiar ductos de soplo y alivio de aire.

9.-Revise el estado de los amortiguadores en caso de existir.

10.-Después de efectuar la revisión y armado, presurise el equipo (recuerde que la elevación de presión debe ser lenta por lo menos durante los primeros dos tercios de la presión nominal) y obsérvelo en ambas posiciones (cerrado y abierto), para detectar y eliminar fugas en su caso, durante 30 minutos en cada posición, la presión de operación una vez recuperada debe mantenerse sin abatimiento.

IV.II.D.-HEXAFLUORURO DE AZUFRE (SF₆).

NOTAS:

A.-Utilice su ropa y equipo de seguridad, recuerde que el SF₆ sometido a altas temperaturas de arqueo se descompone formando

gases tóxicos y polvos dañinos para la piel.

B.-Mantenga las tres fases del interruptor aterrizadas durante toda la revisión, en caso de no desmontar los capacitores equipotenciales (si existen en el equipo).

C.-Utilice el equipo recomendado por el fabricante, para la descarga y carga del gas, evitando al máximo el desperdicio.

PRESION SENCILLA.

- 1.-Revisar el sistema de alivio de sobrepresiones.
- 2.-Revisar cámaras interruptivas.
- 3.-Revisar y limpiar ductos, boquillas de soplado.
- 4.-Revisar estado de los amortiguadores en caso de existir.
- 5.-Revisar contactos móviles y fijos.
- 6.-Después de efectuar la revisión y el armado, llene y presurise con SF₆, para detectar y eliminar fugas en su caso.

DOBLE PRESION.

- 1.-Revisar el sistema de compresión a cámaras interruptivas (alta presión).
- 2.-Revisar los dispositivos de alivio de sobrepresión de las cámaras de alta presión a las de aislamiento.
- 3.-Revisar cámaras interruptivas.
- 4.-Revisar contactos móviles y fijos.
- 5.-Revisar el estado de los amortiguadores en caso de existir.
- 6.-Probar capacitores y/o resistencias equipotenciales en caso de existir.
- 7.-Revisar y probar sistema de soplado.

Δ.-Después de efectuar la revisión y el armado efectúe vacío, llene y presurise con SF₆ y observe el interruptor en ambas posiciones, cerrado y abierto, para detectar y eliminar fugas, en caso de existir entre las cámaras de extinción de arco y la de aislamiento, o de ésta al exterior.

CAPITULO V

ANALISIS TECNICO-ECONOMICO

V.-ANALISIS-TECNICO.

Cuando se tiene que comprar o escoger un interruptor de potencia se tiene que hacer diferentes tipos de análisis tomando en cuenta las diferentes situaciones como el dinero disponible, el terreno donde se instala, el tipo de mecanismo, por extinción del arco etc. En este capítulo se ve las diferentes ventajas y desventajas, de los interruptores por medio de su mecanismo y de extinción porque se pueden comprar combinando, los diferentes tipos de mecanismo con la forma de extinción del arco eléctrico, este análisis se hace en base a la clasificación del capítulo 2.

V.1.-POR MEDIO DE EXTINCION DEL ARCO ELECTRICO.

V.1.A.-GRAN VOLUMEN DE ACEITE.

Ventajas.- Son: un rápido enfriamiento del arco es decir se producen fuertes corrientes de aceite que pasan por donde se produce el arco, contribuyendo al rápido enfriamiento de éstos, por ello la extinción se efectúa rápidamente.

Distancia de reposo razonablemente mínima. Se recomienda en voltajes de 85 kv o menos.

Capacidad interruptiva elevada comparativamente en función del voltaje. Distancia de seguridad son reducidas, el personal puede estar cerca de ellos, inclusive llegar a tocar el tanque

Desventajas.- Tiene una operación lenta cuando sus contactos móvil y fijo se empiezan a separar, su desplazamiento es en el aceite y parte de su mecanismo está en el mismo, el riesgo que se tiene al incendio en el caso de una falla al extinguirse el arco, porque puede inflamarse y provocar grandes incendios, si se

agrega la mezcla de gases y de aire puede resultar explosiva y en caso de incendiarse el interruptor llega a explotar.

Su mantenimiento es frecuente, la polución del aceite por el carbón producido por el arco eléctrico aunque no afecta a sus cualidades desde el punto de vista de extinción del arco, si se reduce sus propiedades dieléctricas, ensucia los contactos y los diferentes materiales que están sumergidos en el aceite y obliga por lo tanto a periódicas visitas de inspección y limpieza de los contactos.

Dimensiones exageradas en el equipo cuando los voltajes son mayores a 85kv se necesitan tanques gigantescos y por consiguiente un mayor volúmen de aceite.

V.1.B.-PEQUENO VOLUMEN DE ACEITE.

Ventajas.-Que se tienen en éste tipo de interruptores son: una mayor distribución de esfuerzos eléctricos, es decir para tensiones altas se tiene que el reparto de la tensión se distribuye y se tienen diferentes puntos (contactos) que abren por lo tanto, el voltaje queda distribuido uniformemente.

Mayor velocidad en la extinción del arco es decir, por el tipo de cámara que se utiliza la presión del aceite es mayor y circula con mayor fuerza.

Es recomendable en voltajes de 85kv y/o en interruptores de tipo blindado. Sus dimensiones son pequeñas en comparación con los de gran volúmen de aceite, la carbonización del aceite es limitada por lo tanto tiene mantenimiento relativamente menor en sus partes que están sumergidas en aceite.

Desventajas.-Que presenta son: la distancia de seguridad es elevada es decir no se puede estar cerca de éstos interruptores el personal operativo si no se toman las debidas precauciones en cuyo caso se puede sufrir algún accidente. Los riesgos de falla en elementos extra, amortiguadores, capacitores, resistencias.

El mantenimiento es complicado en sus elementos extra por consiguiente y en algunos casos por su construcción.

Capacidad interruptiva limitada en función del voltaje.

V.2.-NEUMÁTICO.

VENTAJAS.-Básicamente se tienen las mismas ventajas que en un pequeño volúmen de aceite, es decir al tener una cámara de extinción múltiple, los esfuerzos eléctricos tienen una distribución uniforme. Mayor velocidad cuando se extingue el arco eléctrico y la presión del aire a través de la cámara es muy elevada. Recomendable en voltajes mayores de 85kv, dimensiones pequeñas en capacidades interruptivas convencionales, su tamaño a comparación con el de gran volúmen es menor.

El mantenimiento es mínimo, al no tener aceite no hay carbonización en sus partes.

Desventajas.-Serán por lo tanto: que las distancias sean elevadas para el personal operativo, se tiene una distancia mínima entre el equipo y el personal, el riesgo de falla en elementos extra tales como resistencias, amortiguadores. Por lo tanto su mantenimiento es complicado, pues se utilizan empaques dinámicos y estáticos para evitar fugas de aire, control metuculoso en la calidad del aire utilizado, es decir el aire debe estar

completamente seco.

V.3.-HEXAFLUORURO DE AZUFRE.(SF6)

Ventajas.-Del gas son:alta confiabilidad dieléctrica,se tiene una alta rigidez dieléctrica y una rápida recuperación del poder aislante,una alta velocidad de extinción del arco eléctrico debido a la presión al que está sujeto el gas de SF6 y a sus propiedades químicas.

El mantenimiento en sus partes vivas es casi nulo,el tamaño del interruptor es relativamente compacto,se recomienda para cualquier voltaje y capacidad interruptiva,se tiene una alta seguridad de operación,en su mantenimiento se tiene una fácil sustitución de sus partes,por lo regular son modulares.

Desventajas.-Que se tienen son:un alto costo del gas,por lo tanto se dificulta su adquisición del SF6,el mantenimiento riesgoso para el personal operativo ya que al descomponerse el gas en fluoruros y ácidos si no se toman las debidas precauciones el personal puede sufrir quemaduras,etc.

V.-TIPOS DE MECANISMO.

V.A.-SOLENOIDE.

VentajasQue se tienen en este tipo de mecanismo son :tiene un accionamiento directo en la operación del interruptor,se tiene un mantenimiento reducido por lo tanto.

Desventajas.-Total dependencia de corriente directa en su accionamiento al no tenerla el funcionamiento del interruptor es nulo en caso de falla,el ciclo de operación en este tipo de mecanismo es lenta,no funciona con recierre.

V.B.-RESORTES.

Ventajas.-En éste tipo de mecanismo son:una mayor velocidad en su accionamiento,es útil para cualquier capacidad interruptiva.

Desventajas.-Su mantenimiento tiende a que ser meticulouso por la gran cantidad de piezas en movimiento,el ciclo de operación también es lento.

V.C.-NEUMATICO.

VENTAJAS.-Las ventajas que se llegan a tener son varias como : operaciones disponibles por energía acumulada,es confiable en el disparo libre,tiene alta capacidad en su accionamiento.

Desventajas.-Alta dependencia del sistema de compresión,un mantenimiento meticulouso a sus componentes,una cantidad excesiva de empaques,cualquier fuga de presión de aire se vuelve crítica.

V.D.- OLEONEMATICO.

Ventajas.- Una alta velocidad en su mecanismo,útil para grandes capacidades interruptivas,disparo libre confiable,un mínimo de partes en movimiento en comparación al de resortes.

Desventajas.-Su mantenimiento es costoso respecto a empaques, porque en cada revisión se tienen que cambiar los empaques dinámicos,su aceite es caro,cualquier fuga de aceite en el circuito de alta presión se vuelve crítica en su funcionamiento.

Hasta éste momento se han analizado las diferentes formas de extinción del arco eléctrico como los diferentes tipos de mecanismo que hay así como sus ventajas y desventajas porque al adquirir un interruptor nos encontraremos con las siguientes combinaciones posibles:

TIPO DE MECANISMO. MEDIO DE EXTINCION DE ARCO ELECTRICO.

SOLENOIDE. GRAN VOLUMEN DE ACEITE.
NEUMATICO.

RESORTES. ACEITE. GRAN VOLUMEN DE ACEITE.
PEQUENO VOLUMEN DE ACEITE.

HEXAFLUORURO DE AZUFRE.(SF6)

ACEITE. GRAN VOLUMEN DE ACEITE.
PEQUENO VOLUMEN DE ACEITE.

NEUMATICO. SF6. PRESION SENCILLA.
DOBLE PRESION.

NEUMATICO.

OLEONEUMATICO. PEQUENO VOLUMEN DE ACEITE.
SF6.
AIRE ALTA PRESION.

CONCLUSIONES.

En la actualidad es muy importante dar un mantenimiento preventivo a uno de tipo correctivo para evitar que el equipo de las subestaciones quede fuera de servicio, por lo tanto siempre se tendrá que escoger el tipo de equipo que presente las mejores condiciones de adquisición, calidad y se tengan a la mano las refacciones disponibles a la mayor brevedad posible, ya una vez instalado se debe tener a la mano el instructivo de montaje y los planos correspondientes así como el instructivo de mantenimiento de el equipo a instalar para poder determinar los períodos donde se debe dar el mantenimiento preventivo.

También es importante conocer los tipos de prueba que se le hacen al equipo en cuestión antes de entrar en operación y sus valores correspondientes ya sea que el fabricante los proporcione o en su defecto por la experiencia del personal para así poder determinar el estado en que se encuentre el equipo eléctrico y llevar un record del comportamiento durante el tiempo que este instalado.

El equipo de prueba debe ser conocido perfectamente por el personal que se dedique a desarrollar las pruebas de campo para evitar mediciones equivocadas que puedan provocar ya sea desgracias personales y económicas.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.-ESTACIONES TRANSFORMADORES Y DE DISTRIBUCION.
ZOPPETTI JUDEZ.
EDITORIAL GUSTAVO GILI S.A.
- 2.-ESTACIONES DE TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION
PROTECCION DE SISTEMAS ELECTRICOS.
ENCICLOPEDIA CEAC DE ELECTRICIDAD.
- 3.-INSTRUCCIONES PARA INTERRUPTORES EN ACEITE
TIPO GC ---I.E.M.
- 4.-INTERRUPTOR DE SOPLO DE ACEITE
TIPO FK-439 115--161 KV.
GENERAL ELECTRIC.
- 5.-INTERRUPTOR DE POTENCIA 3AS2 INSTRUCCIONES
PARA EL MONTAJE Y SERVICIO.
SIEMENS.
- 6.-INTERRUPTOR TIPO FS-DERLIKON
INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE.
A.B.B.
- 7.-PROCEDIMIENTO TECNICO PARA EL MANTENIMIENTO
DE EQUIPO ELECTRICO.
GERENCIA DE GENERACION Y TRANSMISION. C.F.E.

8.-FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS
DE MEDIANA Y ALTA TENSION.
GILBERTO ENRIQUEZ HARPER.
EDITORIAL LIMUSA.

9.-INTERRUPTORES NEUMATICOS TIPO PPT9-12MH
MERLIN GERIN.

10.-MANDO DE RESORTES.
ISODEL SPRECHER.