

7.5 TEORIA Y CLASIFICACIÓN DE CUCHILLAS

PRÓLOGO

Anticipando la situación de seguridad, se hace énfasis en los diferentes tipos de bloqueos, ya sean mecánicos o eléctricos en las cuchillas seccionadoras y de puesta a tierra. También se muestran los diferentes tipos y marcas utilizadas en la Comisión Federal de Electricidad.

El mantenimiento y pruebas de cuchillas debe ser realizado por personal especializado y capacitado dando la prioridad a la seguridad del personal y de las instalaciones.

¿Qué es una Cuchilla?

La cuchilla o seccionador es un dispositivo que se utiliza como su nombre lo dice, para seccionar eléctricamente una instalación o circuito eléctrico de la red ya sea de un interruptor, transformador, generador, línea eléctrica, ramal o parcializar un tramo completo de línea.

Existen varios tipos y formas de seccionadores, así mismo son aplicables para cualquier voltaje.

Por ser un dispositivo de ruptura lenta, puesto que depende de la manipulación directa de un operario o a través de su mecanismo de accionamiento eléctrico, por sus características debe ser utilizado siempre sin carga o en vacío. Es decir, el proceso de desconexión debe ser después de abrir el interruptor, por lo que no debe haber flujo de corriente eléctrica antes de abrir este equipo. (Existen cuchillas que se pueden abrir con carga y su uso es muy particular).

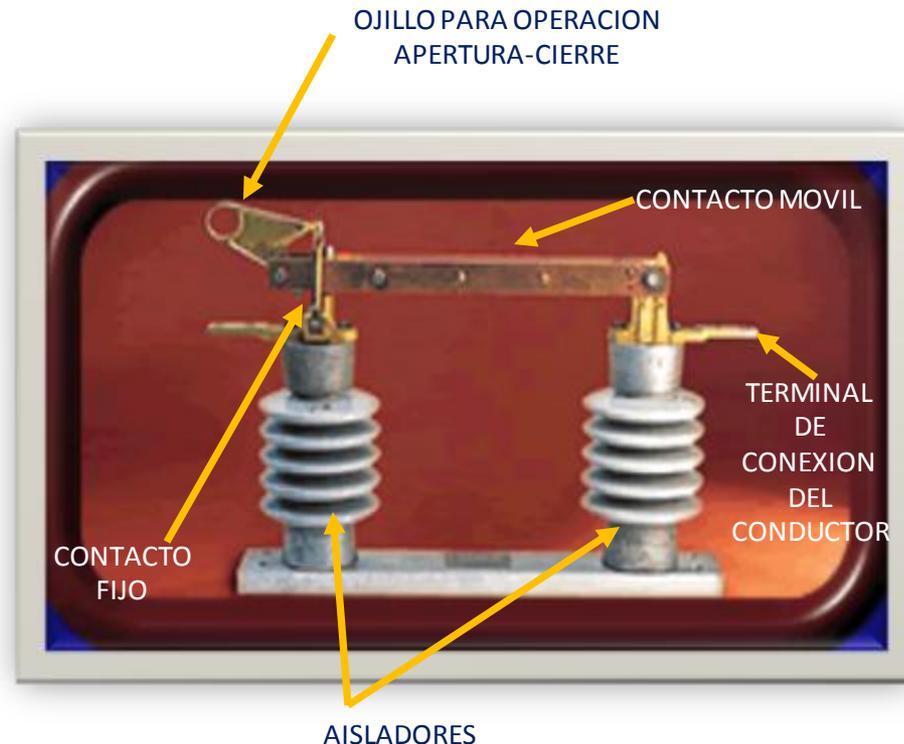
Tipos de cuchillas

Distribución

APERTURA VERTICAL SOLIDA 14.4 kV

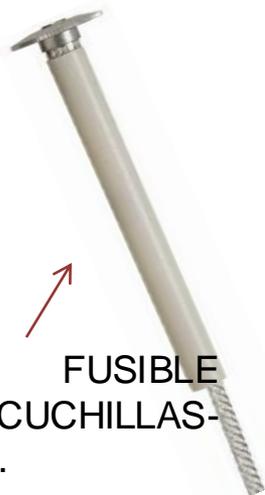
Este tipo de cuchilla es empleada en sistema de distribución para voltajes de 13 a 35 kV, ya que estos voltajes son aplicados en México, son operables en forma manual polo por polo.

Se pueden montar en forma horizontal y vertical, son llamadas solidas ya que su navaja es solida y no hueca.



Cuchilla fusible 14 kV

Este tipo de cuchilla se emplea con más frecuencia en sistemas de distribución. Su operación es automática al sobrepasar el valor de corriente del fusible; en este caso, es del tipo de listón el cual va alojado en el portafusible o “canilla”.



LISTÓN PARA CUCHILLAS-FUSIBLE. FUSIBLE

PORTAFUSIBLE O “CANILLA”.

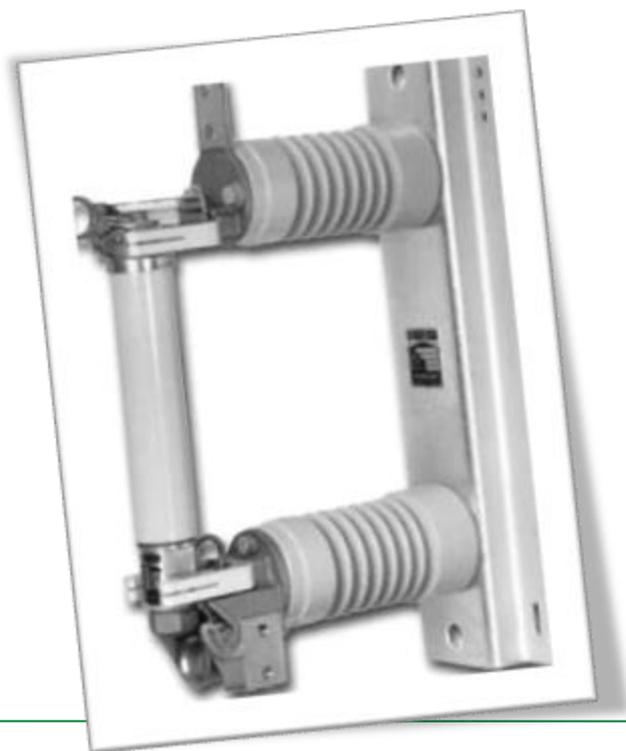


Este a su vez puede ser reemplazado y en cuanto a su operación, es en forma monopolar y manual con el equipo pértiga y el valor del fusible dependerá de la corriente que se necesite que proteja.

Cuchilla fusible ácido bórico

Este tipo de cuchilla se emplea en subestaciones de distribución o transmisión ya que al operar con corriente de cortocircuito no abre en forma física pero si eléctricamente, lo cual ocurre dentro del portafusible (al operar el elemento fusible).

Se emplea el boro, ya que este tiene un alto grado de fusión.



Tipos de Cuchillas

TRANSMISIÓN

Podremos considerar para sistemas de transmisión, voltaje de 115, 138, 230 y 400 kV, para estos parámetros de voltaje es necesario mayor distancia de aislamiento respecto a tierra y entre fases, por lo que su composición es mayor que para las utilizadas en sistemas de distribución.

También se utilizan cuchillas de varios tipos y marcas, algunas se seleccionan de acuerdo al espacio y configuración de la subestación donde se instalarán.

Tipos de Cuchillas

TRANSMISIÓN

APERTURA VERTICAL MONTAJE HORIZONTAL 115 kV

Para este tipo de cuchilla su apertura es con un movimiento del contacto móvil hacia arriba y cierra con el movimiento al contrario. Este movimiento se realiza con mando a motor o manualmente utilizando su respectiva manivela



TRANSMISIÓN

Cuchillas apertura vertical, montaje horizontal 115 kV



TRANSMISIÓN

Cuchilla doble apertura lateral 230 kV

A este de tipo de cuchilla también se le conoce por cuchilla tipo “DAL”, por la abreviación doble apertura lateral.

Su operación tanto para abrir como para cerrar es en forma horizontal con el giro que le proporciona el aislador soporte del centro al tubo que tiene los dos contactos móviles. Una vez que está cerrada hace contacto en los 2 extremos, donde se encuentran los contactos fijos.



TRANSMISIÓN

Cuchilla tipo pantógrafo 230 kV

Este tipo de cuchilla opera de forma vertical y es plegable. Para estar cerrada necesita estar completamente desplegada hacia la parte superior y al estar abierta deberá estar completamente contraída hacia la parte inferior.

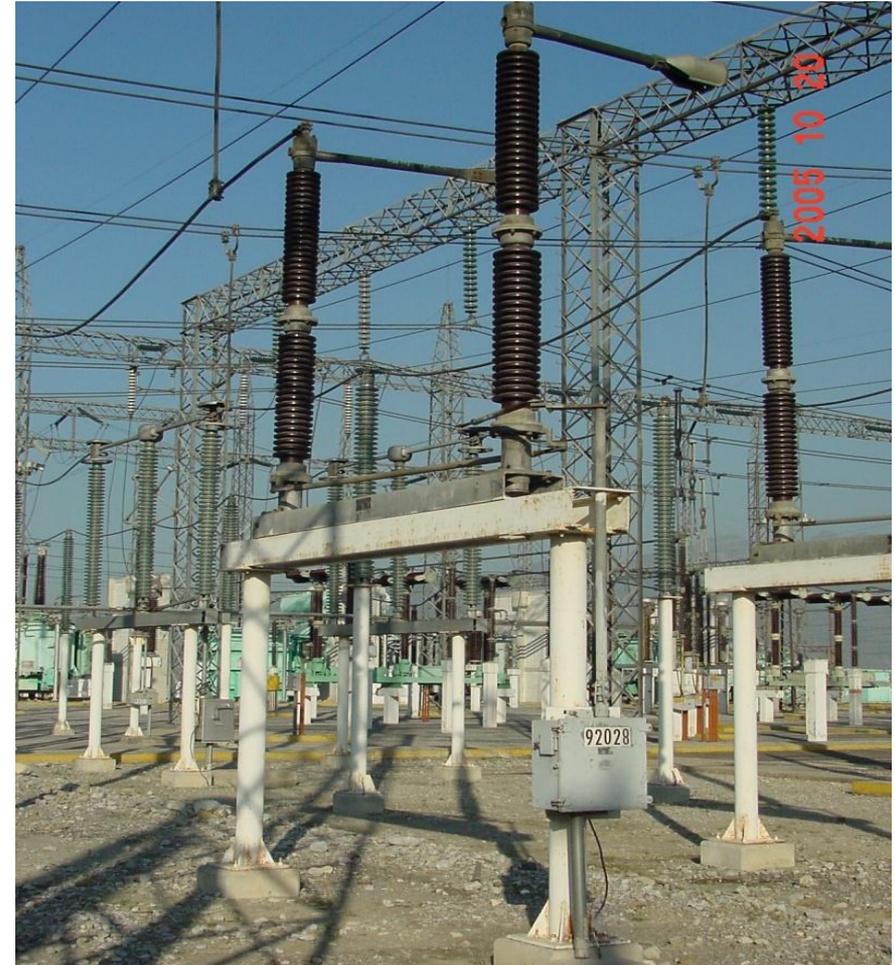
Cuenta con dos contactos móviles y uno fijo, este último se le conoce como trapecio. Una de sus ventajas es su ahorro de espacio, pueden operar en forma monopolar y también tripolar, con un mecanismo por polo o uno para las 3 fases, operan para voltajes de 69 a 400 kV.



TRANSMISIÓN

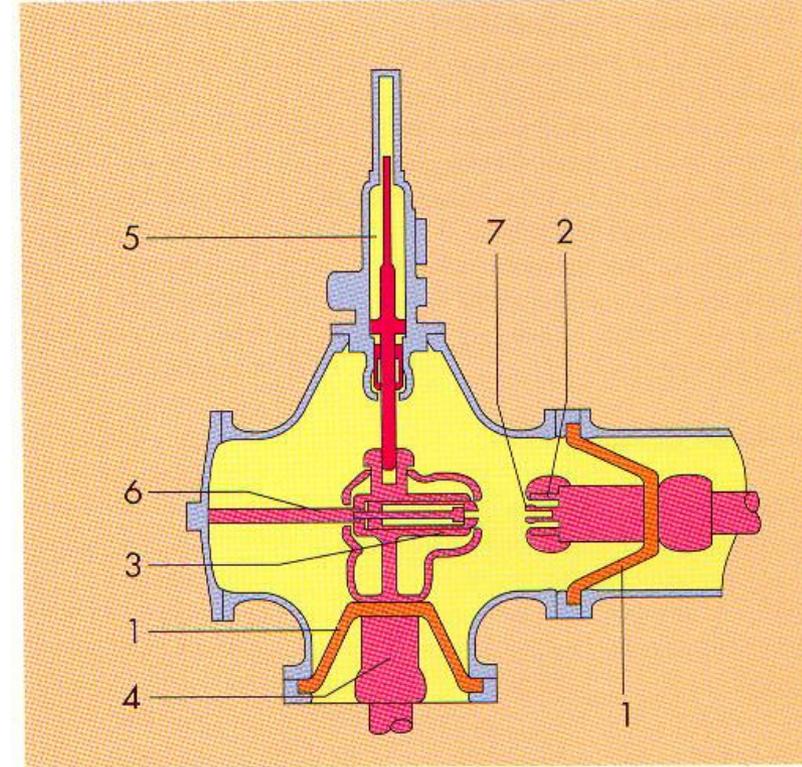
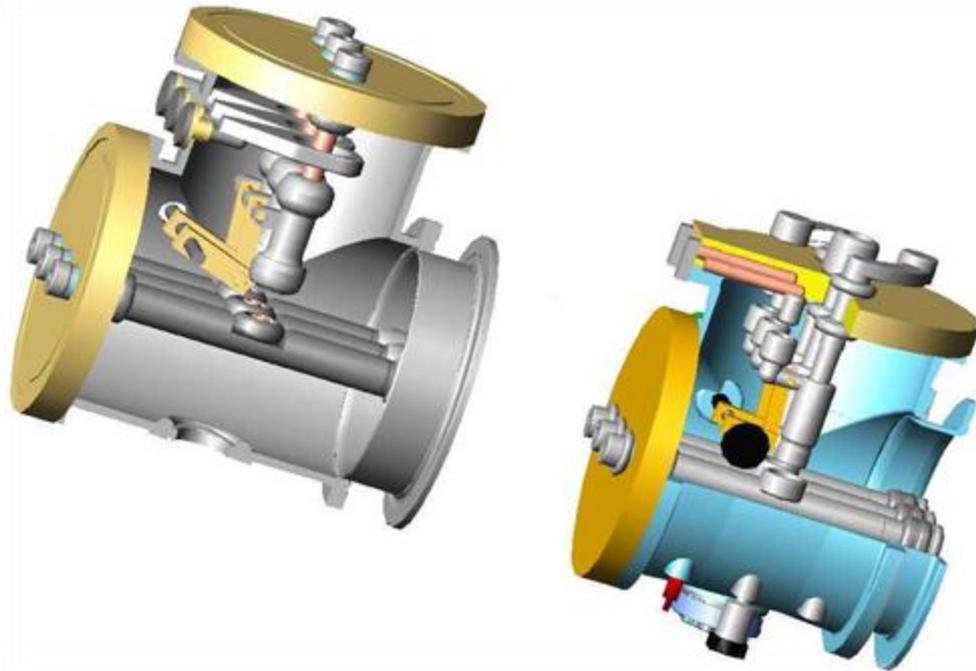
CUCHILLA TIPO APERTURA HORIZONTAL 230 kV

Esta cuchilla tiene su operación horizontal con doble navaja, con un contacto al centro, una vez que esté abierta hay que considerar la distancia hacia la otra fase o hacia la estructura que soporta las traveses, los 2 soporte aislador giran para que este tipo de cuchilla opere, son generalmente utilizadas en voltajes de 69 a 230 kV.



TRANSMISIÓN

Cuchilla en SF6 tipo lineal



Disconnecter

- 1 - support insulator
- 2 - fixed contact
- 3 - moving contact
- 4 - coupling contact
- 5 - moving earthing contact
- 6 - drive insulator
- 7 - arcing contact

Sección completa de una bahía en SF6



Actualmente alrededor del mundo se están construyendo subestaciones con alta tecnología, llamadas S.E.'s encapsuladas en SF₆ (gis).

Aquí también se incluyen las cuchillas aisladas en SF₆, su medio de aislamiento son soportes aisladores a base de resina y entre contactos es SF₆. La distancia que guardan los contactos una vez ya abiertas son aproximadamente de 15 cm.

C.F.E. cuenta con alrededor de 45 subestaciones de este tipo.

Mecanismos y control

MECANISMO DE OPERACIÓN TIPO MANERAL

Este tipo de mecanismo se empleaba en cuchillas hasta 115 kV.

Actualmente por especificación para cuchillas de 115 kV, se están incluyendo con el mando de control eléctrico, los voltajes del motor puede variar ya sea de VCA en 2 fases o trifásico o VCD, el voltaje de control es de VCD.



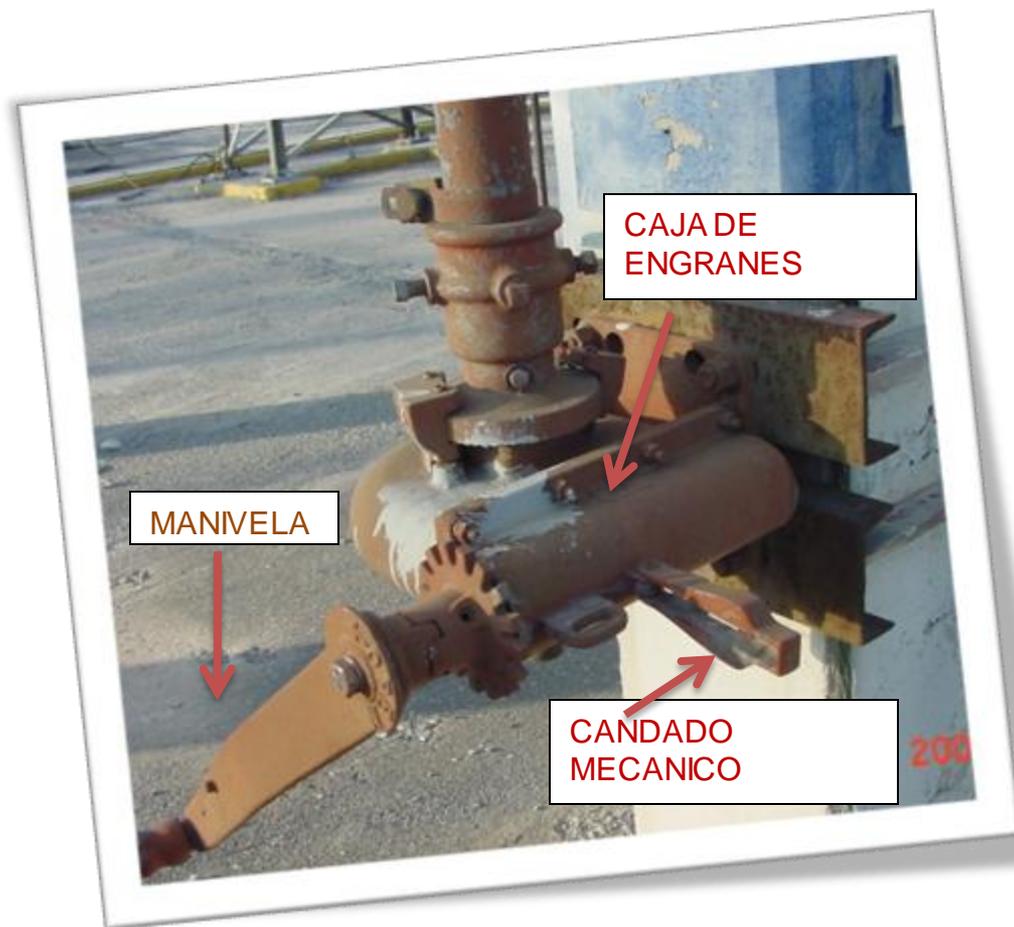
Mecanismos y control

Para cuchillas de 13-23-y 34.5 Kv todavía se emplea este tipo de mecanismo siempre y cuando sean de operación en grupo. Esto quiere decir que las 3 fases se operan con un solo mecanismo.

La operación de este tipo es realizado por el operador en forma manual levantando el tubo y lo gira hacia donde se desee el cambio de estado; posteriormente, se suelta y debe embonar en un sistema de bloqueo mecánico para que se pueda asegurar de no ser operada hasta que se tenga la instrucción nuevamente por el Área Operativa.

Mecanismos y control

MECANISMO DE OPERACIÓN A TRAVES DE CAJA DE ENGRANES



Este tipo de mecanismo es de forma manual y para operación en grupo. Son utilizados en cuchillas seccionadoras y de puesta a tierra en voltajes de 115 kV.

Solo es necesario girar la manivela y por el acoplamiento de engranes la potencia mecánica aumenta, por lo que el peso de la tubería y las propias navajas se reduce por esta potencia generada en la caja de transmisión.

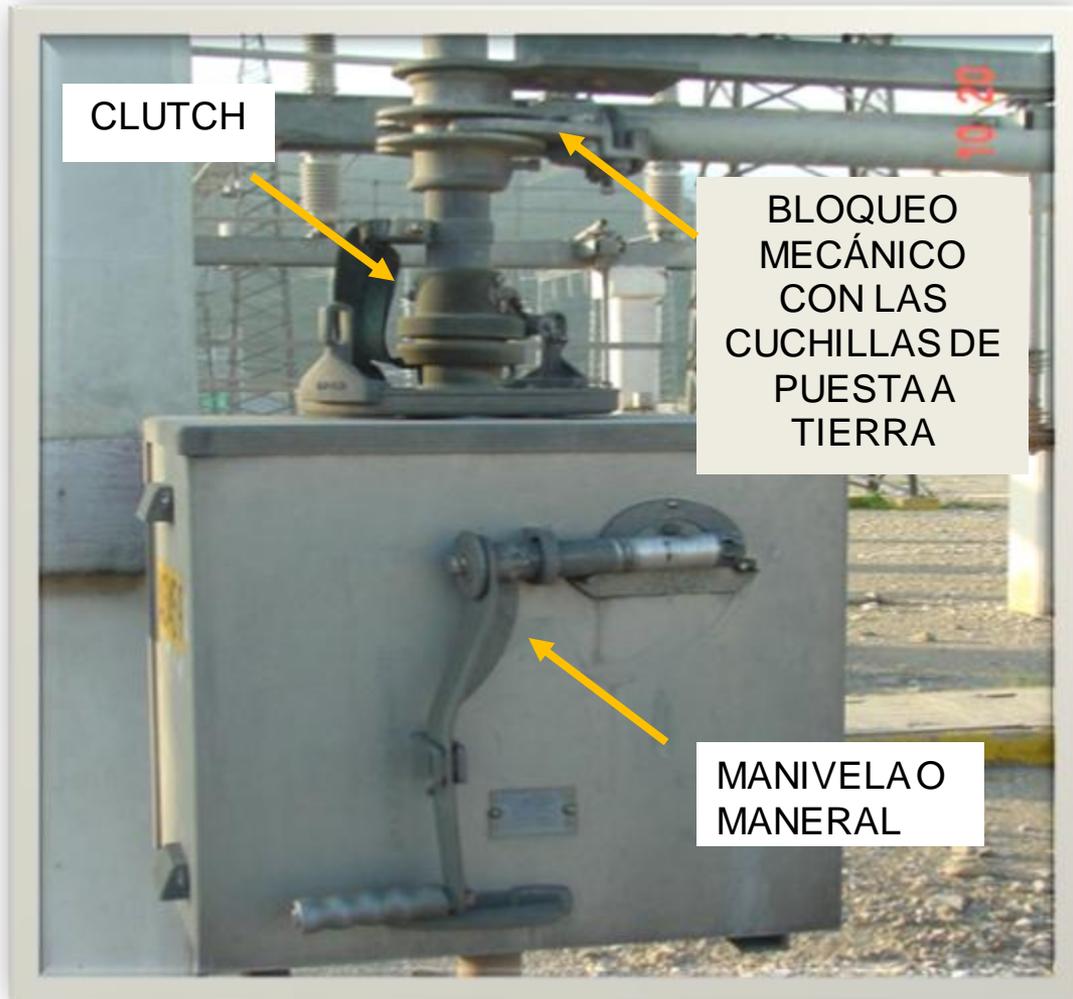
Actualmente, también este tipo de mecanismos ya se están cambiando por el tipo de mando eléctrico.

Tanto este tipo de mando y del tipo maneral se empleaba para cuchillas de 115 y 230 kV.

Para el proceso de distribución se continua empleando por su bajo costo y ya que el peso del mecanismo-herrajes y navajas no es tan representativo en cuanto a su peso.

Cada mando de cuchilla sea motorizado o manual debe contar con aterrizamiento ya que éste es la seguridad del personal que la opera.

Mecanismo eléctrico monopolar 400 kv



Este tipo de mecanismo se emplea generalmente en cuchillas de 230 y 400 kV (es uno por fase).

Estas son de marca IUSA Tipo TTT-7

El voltaje utilizado para el motor es principalmente de VCA trifásica, pero también es utilizado en cantidad menor de 125 y 250 VCD. Cuenta con un bloqueo eléctrico total de las tres fases al instalar una manivela en cualquiera de los tres mecanismos; además, cuentan con un bloqueo para evitar operar las cuchillas de puesta a tierra.

En el caso de aplicación lado línea, para operarlas en forma local eléctrica cuenta con un permisivo de que el interruptor aledaño esté en posición abierta; el mando eléctrico se encuentra solo en un gabinete por lo que se considera mando maestro para las 3 fases.

Al igual que todos los mandos eléctricos, cuentan con sus microswitchs para fin de carrera e indicación ya con contactos “a” y “b”. En caso de que no se cuente con el voltaje de control, se podrán operar en forma manual a través del maneral, pero se tendrán que hacer una por una.

Desacoplar o desenchlotchar el mando eléctrico del mecanismo

ATERORIZAMIENTO DEL MANDO DE LA CUCHILLA



Mecanismo con bloqueo eléctrico en la parte inferior

Este mecanismo marca ALSTOM o AEG en caso de años anteriores, para el bloqueo eléctrico es necesario retirar el tapón que se encuentra en la parte inferior, éste suelta un microswitch que impide llegue señal de voltaje al mando eléctrico.

Entonces se podrá realizar la operación con el maneral proporcionado por el fabricante siguiendo el sentido del giro que viene indicado adyacente al tapón de bloqueo. Los voltajes del mando motor son de VCA en 2 fases y el voltaje de control es de 125 o 250 VCD.





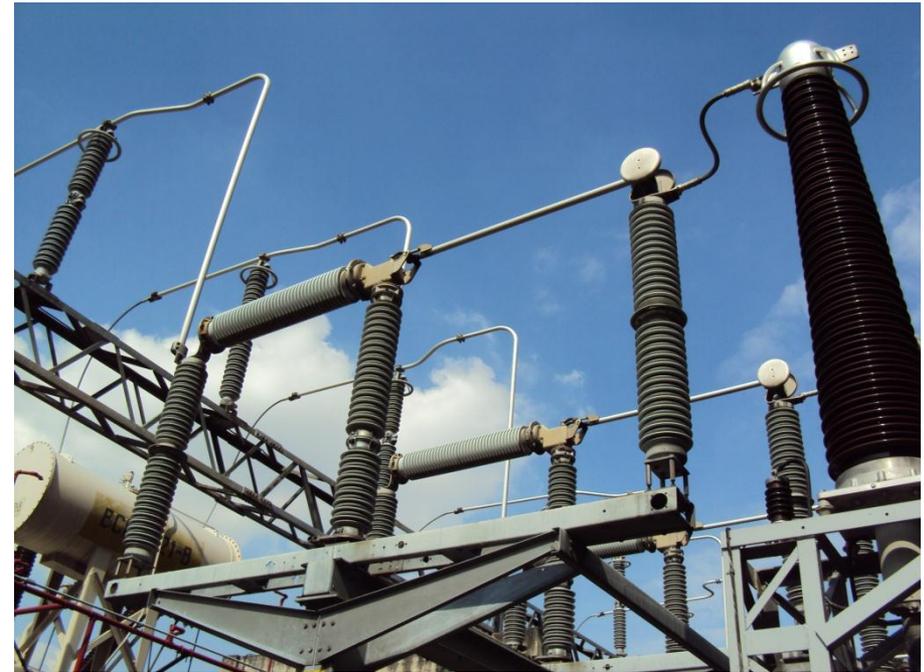
Este tipo de mecanismo ofrece espacios muy reducidos para revisión o mantenimiento, esto para ahorro de material y espacio para transporte por lo que es más económico.

Cuchillas Desconectadoras Con Carga

Cuchilla de apertura con carga, de operación en grupo

Este tipo de cuchilla se emplea para poder abrir circuitos con alta corriente de carga o por maniobra.

Cuentan con compartimientos que actúan como cámaras de extinción del arqueo presentado por las altas corrientes y siempre hay que operarlas con el equipo de seguridad adecuada.



Cuchilla de apertura con carga, de operación en grupo

Las cuchillas de operación con carga nominal (interruptor cuchilla) serie 2000 marca s&c como las de la fotografía anterior, emplean cámaras interruptivas por fase en gas SF₆ (Hexafluoruro de Azufre) para extinción del arco eléctrico por soplo del gas.

Este equipo está diseñado para cerrar o abrir el circuito en 6 ciclos manteniendo el aislamiento eléctrico según el rango una vez abierto.

Las cámaras están llenas del gas a la presión nominal efectuada en la fábrica y permanente selladas. Por lo tanto no es posible rellenarse a nivel campo para evitar la contaminación del medio interruptivo con procedimientos equivocados.

Cuchilla operación en grupo con booster

Este tipo se emplea para poder abrir con alta corriente de carga o por maniobra.

Los booster's actúan como cámaras de extinción del arqueo presentado por estas corrientes y siempre hay que operarlas con el equipo de seguridad adecuada.



Cuchillas De Puesta a Tierra

Cuchillas de puesta a tierra en la misma cuchilla seccionadora.

Las cuchillas de puesta a tierra, como su nombre lo dice, se utilizan para referir al voltaje cero o sea a tierra, ya sea una línea, transformador, generador o alguna otra situación especial.



Vista de montaje de una cuchilla DAL

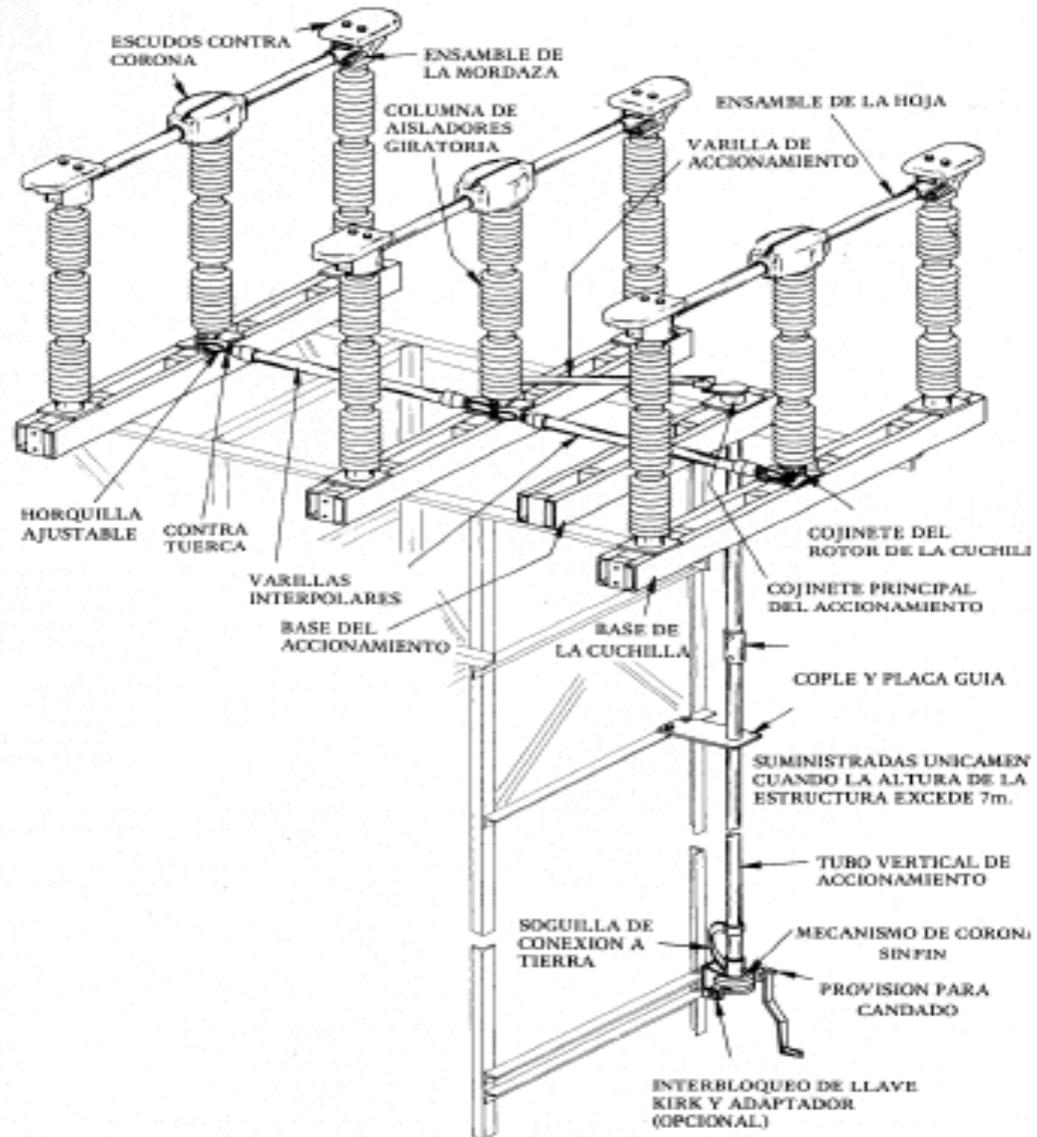


Fig. 7 Instalación Típica de una cuchilla TTT - 7 de operación en grupo

ESPECIFICACIONES DE CUCHILLAS DESCONECTADORA TRIPOLAR 115 KV EN AIRE DE ACCIONAMIENTO AUTOMATICO, DE APERTURA VERTICAL.

CARACTERISTICAS GENERALES:

- TENSION NOMINAL DEL SISTEMA: 115 Kv
- TENSION NOMINAL DE DISEÑO: 123 Kv
- NBAI CERRADA A TIERRA Y ENTRE POLOS (CRESTA): 550 kV
- NBAI ABIERTA A TRAVES DE LA CUCHILLA (CRESTA): 650 Kv
- TENSION DE AGUANTE A 60 Hz, kV (EFICAZ):

CERRADA A TIERRA Y ENTRE POLOS:

SECO 1 min. : 230 kV

HUMEDO 1 min. : 230 Kv

ABIERTA EN AIRE A TRAVES DE LA

CUCHILLA:

SECO 1 min. : 265 kV

HUMEDO 1 min. : 265 Kv

- CORRIENTE DE CORTA DURACION (3 SEG): 31.5 KA
- CORRIENTE NOMINAL: 600 Amp.
- TENSION DE CONTROL: 125 VCD
- TENSION DE FUERZA: 220 VCA
- POSICION DE MONTAJE: HORIZONTAL
- ALTURA DE OPERACION: 1000 msnm
- DISTANCIA DE FUGA: 25 mm Kv, f – f (45 mm Kv, f-t)
- AISLADOR SOPORTE: PORCELANA COLOR GRIS

ESPECIFICACION CFE: V4200 – 50.

7.6 TIPOS Y CRITERIOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO A CUCHILLAS SECCIONADORAS.

Se aplican los mismos tipos de mantenimiento que para el resto de equipo eléctrico como es el mantenimiento preventivo y correctivo.

Pruebas eléctricas aplicables a cuchillas:

- Resistencia de aislamiento: Para determinar calidad del aislamiento de cuchillas se realiza la prueba de resistencia de aislamiento, pudiendo complementar esta prueba con la prueba de factor de potencia. Estas pruebas se realizan con alto voltaje
- Resistencia de contactos: Para determinar la calidad de contacto eléctrico se realiza la prueba de resistencia de contactos. Esta prueba se realiza haciendo circular corriente por el circuito principal y midiendo la caída de potencial.

MANTENIMIENTO A CUCHILLAS SECCIONADORAS.

Mantenimiento Menor a cuchillas.

- Se deben realizar inspecciones y verificaciones de ajustes periódicos en el circuito principal así como del mecanismo, gabinete y circuitos auxiliares, según las recomendaciones del fabricante.
- Se debe realizar limpieza o lavado de aislamiento para conservar la calidad del aislamiento.

Mantenimiento Mayor a cuchillas.

- Mantenimiento a mecanismo incluyendo gabinete, verificando ajustes, pernos, lubricación de puntos de rotación, .
- Mantenimiento a contactos principales, verificando o corrigiendo presión y desgaste de puntos de contacto.
- Aplicación de pintura a partes vivas y gabinetes con la finalidad de proteger contra condiciones ambientales adversas.

CRITERIOS DE MANTENIMIENTO.

Como en todo equipo eléctrico primario, al instalar cuchillas se deben realizar pruebas y verificaciones de puesta en servicio. Una buena puesta en servicio garantizará condiciones operativas confiables así como una larga vida útil del equipo.

Se deben atender las instrucciones y recomendaciones del fabricante para las actividades a realizar para conservación óptima de la cuchilla.

Normalmente cuando sale de servicio un equipo (transformador, línea, capacitor, reactor) se aprovecha para aplicar mantenimiento al equipo asociado.

Recomendaciones del fabricante para mantenimiento de cuchillas Marca ENERGOMEX tipo SER-14.

10

MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la cuchilla tipo SRE-14 es muy simple; un servicio regular prolongará la vida del equipo y asegurará la confiabilidad de su operación.

La primera revisión se efectúa después de transcurrir el primer año de servicio; después se realizará un servicio anual. Recomendamos hacer lo siguiente:

A. Cuchilla

1. Realice una limpieza general; la capacidad de aislamiento del equipo disminuye con la acumulación de suciedad.
2. Revisión de los dedos y placas de contacto, los cuales sufren desgaste debido al trabajo mecánico que realizan; si se necesita, ajuste la presión de los dedos de contacto.
3. De ser necesario, remplace los dedos y/o placas de contacto.
4. Las terminales dedos y placas de contacto se cubren con grasa para contactos, protegiéndolas así contra atmósferas contaminadas que aceleran los procesos de corrosión.
5. Revise las conexiones de la cuchilla con la línea.

Recomendaciones del fabricante para mantenimiento de cuchillas Marca ENERGOMEX tipo SER-14.

B. Mecanismo de Operación Eléctrica.

El mantenimiento del mando eléctrico DF-2 es muy simple. Durante cada revisión anual es necesario realizar lo siguiente:

1. Engrasar todos los baleros del mecanismo.
2. Engrasar el sinfín y la palanca que viaja sobre el sinfín y produce el giro del tubo de accionamiento.
3. Revisar el funcionamiento de las resistencias calefactoras.
4. Revisar el funcionamiento de los switches limitadores de la carrera del mecanismo.
5. Asegurarse de que la puerta del mando cierre herméticamente y que no se hayan deteriorado los empaques.

El punto más importante en el mantenimiento del mecanismo de operación de la cuchilla es la revisión del funcionamiento del tubo de accionamiento que conecta el mando con el polo principal. Esto se lleva a cabo:

Afrojando los tornillos que unen los discos giratorios en la base del tubo de accionamiento.

Si el tubo gira al liberarse los tornillos.  El tubo de accionamiento está trabajando forzado.

Esto quiere decir que el tubo y el mando no están alineados apropiadamente, y que ambos se están forzando durante las operaciones.

Si el tubo mantiene su posición al liberarse los tornillos.  El tubo y el mando están trabajando sin esfuerzos adicionales.



ENERGOMEX S.A. DE C.V.
FABRICA DE EQUIPO ELECTRICO

7.7 TEORIA DE PRUEBAS TOTALES A CUCHILLAS.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

Esta prueba tiene como finalidad determinar las condiciones del aislamiento, para detectar pequeñas imperfecciones o fisuras en el mismo; así como detectar su degradación por envejecimiento.

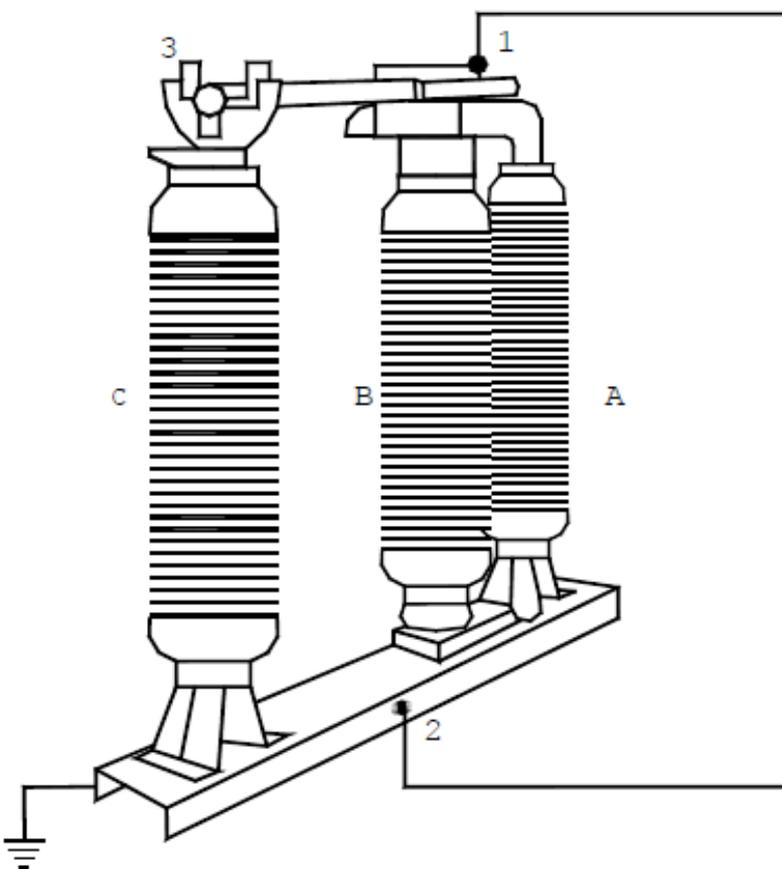
La prueba se lleva a cabo durante los trabajos de puesta en servicio y rutina en pruebas de campo.

PREPARACIÓN DE LAS CUCHILLAS PARA LA PRUEBA.

- a) Para realizar esta prueba se deben tomar en cuenta las Recomendaciones generales para realizar pruebas eléctricas al equipo primario.
- b) Limpiar perfectamente la superficie del aislamiento con el fin de evitar obtener valores erróneos, por suciedad o contaminación.
- c) Se debe aterrizar la base de la cuchilla

CONEXIONES PARA REALIZAR LA PRUEBA.

La prueba de resistencia de aislamiento se realiza para las cuchillas en posición abierta y cerrada.

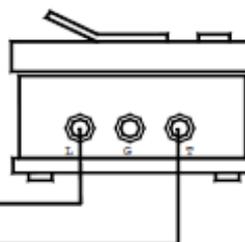


EJEMPLO: PRUEBA 1

PRUEBA	CONEXIONES DE PRUEBA			CUCHILLA	MIDE
	L	G	T		
1	1		2	CERRADA	RA+RB+RC
2	1		2	ABIERTA	RB+RA
3	3		2	ABIERTA	RC

NOTA: SI EN LA PRUEBA 1 EL RESULTADO ES BAJO
PROBAR EN FORMA IDEPENDIENTE CADA AISLADOR PARA
DETERMINAR CUAL DE ELLOS ES EL DE BAJO VALOR

MEGOHMETRO



INTERPRETACION DE RESULTADOS.

De acuerdo a la experiencia acumulada en CFE, el valor de resistencia de aislamiento para cuchillas desconectoras debe ser como referencia 40,000 mega-ohms como mínimo.

Cuando no se disponga de valores de referencia, se recomienda complementar el análisis, con las pruebas de factor de potencia para dictaminar el estado de su aislamiento.

RESISTENCIA DE CONTACTOS.

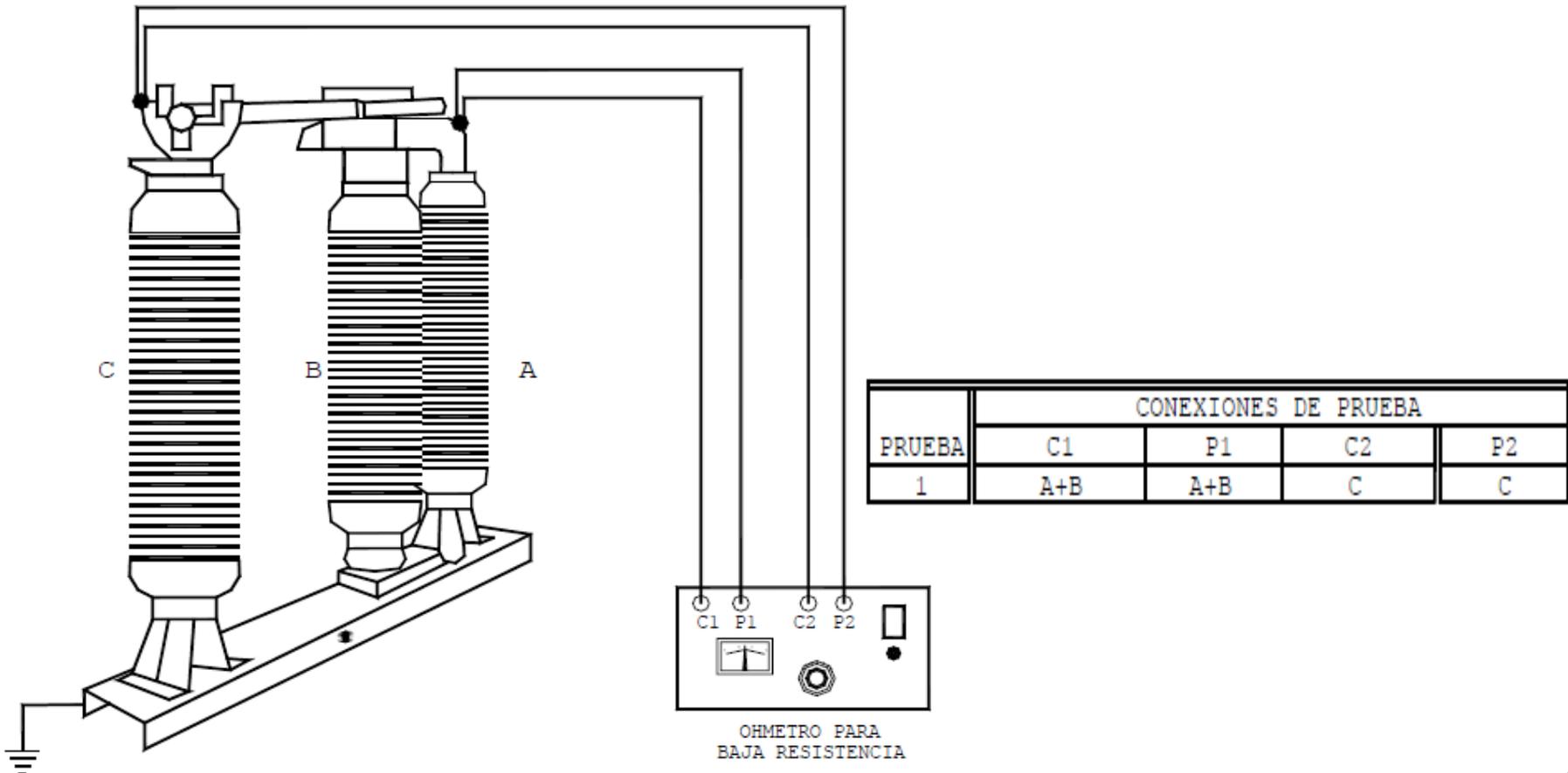
El objeto de realizar esta prueba es verificar que se tenga un bajo valor de resistencia eléctrica entre los contactos respectivos de la cuchilla.

PREPARACIÓN DE LAS CUCHILLAS PARA LA PRUEBA.

- a) Para realizar esta prueba se deben tomar en cuenta las recomendaciones generales para realizar pruebas eléctricas al equipo primario.
- b) Librar completamente la cuchilla para realizar esta prueba, desconectándola de la línea.
- c) Limpiar perfectamente las terminales de conexión de la cuchilla para asegurar una buena conducción, y poder obtener el valor real de la resistencia de contactos en el equipo de prueba.

CONEXIONES PARA REALIZAR LA PRUEBA.

Las pruebas de resistencia de contactos para cuchillas desconectadoras se deben hacer de la manera indicada en la figura.



INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Los valores de resistencia de contactos obtenidos deben compararse con los especificados por el fabricante de la cuchilla, sin embargo como referencia, un valor de resistencia de contactos de 100 micro-ohms se considera aceptable para la confiabilidad en la operación de la cuchilla. Si resultaran valores superiores, se recomienda ajustar el mecanismo, así como limpiar y ajustar el área de contacto.

Cuando los valores obtenidos son superiores a los especificados podemos encontrar la(s) parte(s) en donde no existen un buen contacto recorriendo el circuito de prueba, es decir podemos probar un extremo de la cuchilla, un contacto o un dedo.

RESUMEN

Este tipo de Equipo Eléctrico Primario en cuestión (cuchillas) existe y se fabrican en una gran variedad de tipos y marcas; desde una configuración sencilla y operación fácil, hasta unas que son complejas en su mecanismo y mando control, pasando por una calidad baja hasta una calidad alta de materiales, lo cual se refleja en el costo.

Las cuchillas deben ser capaces de soportar las corrientes de falla que pasen por ellas, al igual que por necesidad de maniobras; así como romper paralelos donde se presentan diferencias de potencial altos. Requieren de un mantenimiento preventivo constante en cuanto a su estructura primaria y también a su gabinete de control. Es necesario tener siempre localizable el diagrama de control y refacciones de las mismas.

Al igual que el demás equipo primario está en constante evolución en cuanto al ahorro de material, espacio, costo; no deben de disminuir las características de diseño en cuanto al aguante de esfuerzos de corriente y voltaje.

7.8 PRACTICAS DE CAMPO (PRUEBAS ELÉCTRICAS)

- Planeación y programación de actividades.
- Reconocimiento del equipo a trabajar así como los adyacentes.
- Medidas de seguridad aplicables.
- Maniobras, libranza y licencia sobre el equipo.
- Verificación de ausencia de potencia en el equipo y aterrizamiento.
- Preparación de equipo de prueba
 - Medidor de resistencia de aislamiento.
 - Medidor de resistencia de contactos.
- Realización de pruebas.
- Análisis de resultados.
- Retiro de tierras.
- Maniobras, normalización y retiro de licencia.
- Reporte de Actividades.