



INTERRUPTORES DE POTENCIA



TEC MINA

INTERRUPTORES DE POTENCIA

Mto ELÉCTRICO

INTERRUPTORES DE POTENCIA

- ¿Qué es un interruptor de potencia trifásica?
- ¿Para qué sirve un interruptor de potencia trifásica?
- ¿Como opera un interruptor de potencia?
- Partes de un interruptor de potencia.
- Fallos en los interruptores de potencia.
- Prueba a los interruptores de potencia.

INTERRUPTORES DE POTENCIA



El interruptor de potencia es un dispositivo electromecánico cuya función principal es la de conectar y desconectar circuitos eléctricos bajo condiciones normales o de falla. Adicionalmente se debe considerar que los interruptores deben tener también la capacidad de efectuar recierres, cuando sea una función requerida por el sistema.

Características

Se requiere que cualquier interruptor de potencia, sin tomar en cuenta su aplicación particular, efectúe cuatro operaciones fundamentales:

1-Cerrado, debe ser un conductor ideal.

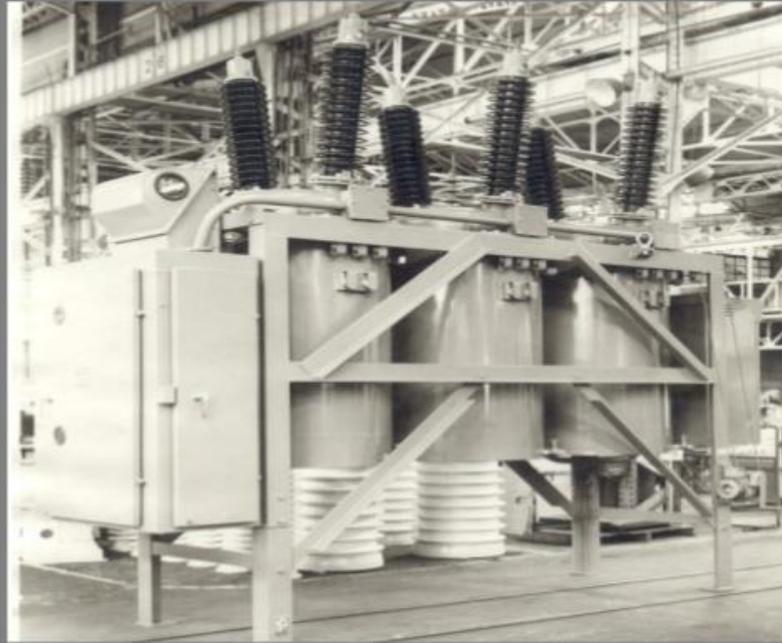
2-Abierto, debe ser un aislador ideal.

3-Cerrado, debe ser capaz de interrumpir la corriente a que fue diseñado, rápidamente y en cualquier instante, sin producir sobre voltajes peligrosos.

4-Abierto, debe ser capaz de cerrar rápidamente y en cualquier instante, bajo corrientes de falla, sin soldarse los contactos por las altas temperaturas

the cu
to use

Interruptor de Potencia de Gran Volumen de Aceite de 69kvs



Partes de un interruptor de potencia

Generalmente un interruptor de potencia contiene los siguientes elementos:

- ❖ Contacto fijo
- ❖ Contacto móvil
- ❖ Cámara de extinción
- ❖ Medio de extinguir el arco
- ❖ Mecanismo de apertura y cierre
- ❖ Sistema de control (unidad de disparo)
- ❖ Carcasa
- ❖ Boquillas (entrada y salida de líneas)
- ❖ Envoltente aislantes
- ❖ Accesorios(capacitores y resistores?)

Inter



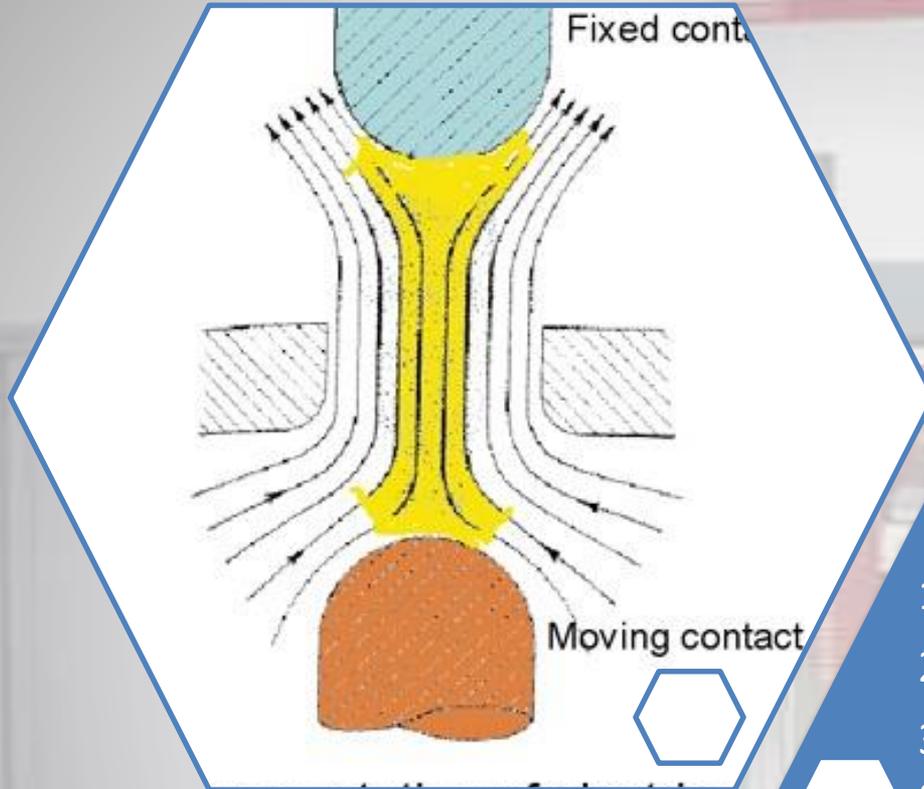
Suministro Eléctrico



Universi
de Conc

¿Como funciona?

¿?



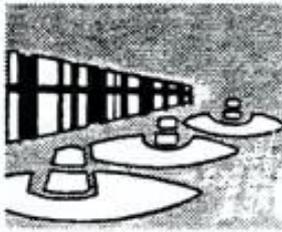
- 1-Recibir orden de apertura
- 2-Activación del mecanismo
- 3- Apertura (contacto móvil desplazado)
- 4-Producción del arco
- 5-extinción del arco.

Áreas de aplicación para los interruptores

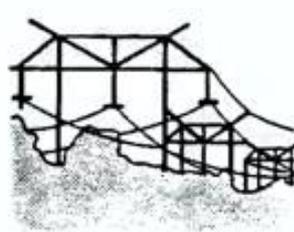
Dependiendo de su aplicación en la red, la vida útil

¿Por qué probar interruptores?

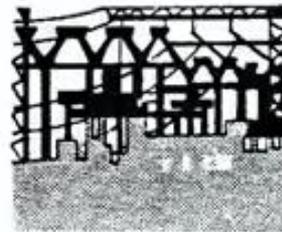
Generación



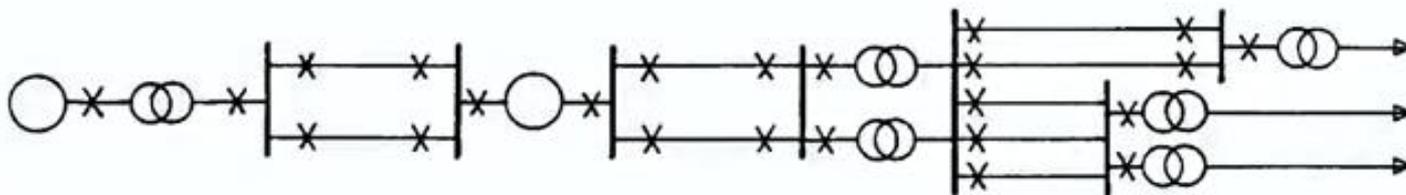
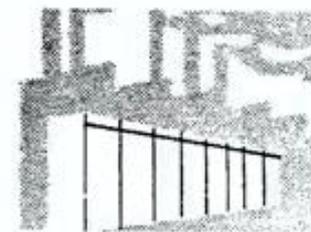
Transmisión



Distribución



Consumo



Clasificación



Los interruptores de potencia se clasifican de la manera siguiente:

- Por el nivel de voltaje.
- Tipo de ubicación
- Por la Ubicación de las Cámaras.
- Por El Tipo de Mecanismo.
- Por Su Medio de Extinción.

Por el nivel de voltaje.

- a) Interruptores de baja tensión, son los diseñados para usarse en tensiones de hasta 1000 volts.
- b) Interruptores de alta tensión, son los diseñados para usarse en tensiones superiores a 1000 volts.

Tipo de ubicación



Los interruptores de alta tensión pueden ser usados en instalaciones ***tipo interior y tipo exterior o intemperie.***

Los interruptores tipo interior son aquellos diseñados para usarse sólo en el interior de edificios o en envolventes resistentes a la intemperie.

Por la Ubicación de las Cámaras.

- *Tanque muerto*
- *Tanque vivo*

Los interruptores de tanque muerto están definidos por las normas ANSI como un dispositivo de desconexión en el cual la envolvente o tanque está sólidamente aterrizada y aloja las cámaras interruptivas y el medio aislante.

El interruptor de tanque vivo está definido como un dispositivo de desconexión, en el cual las cámaras interruptivas se encuentran soportadas en columnas aislantes y éstas quedan aislando la parte energizada del potencial a tierra.

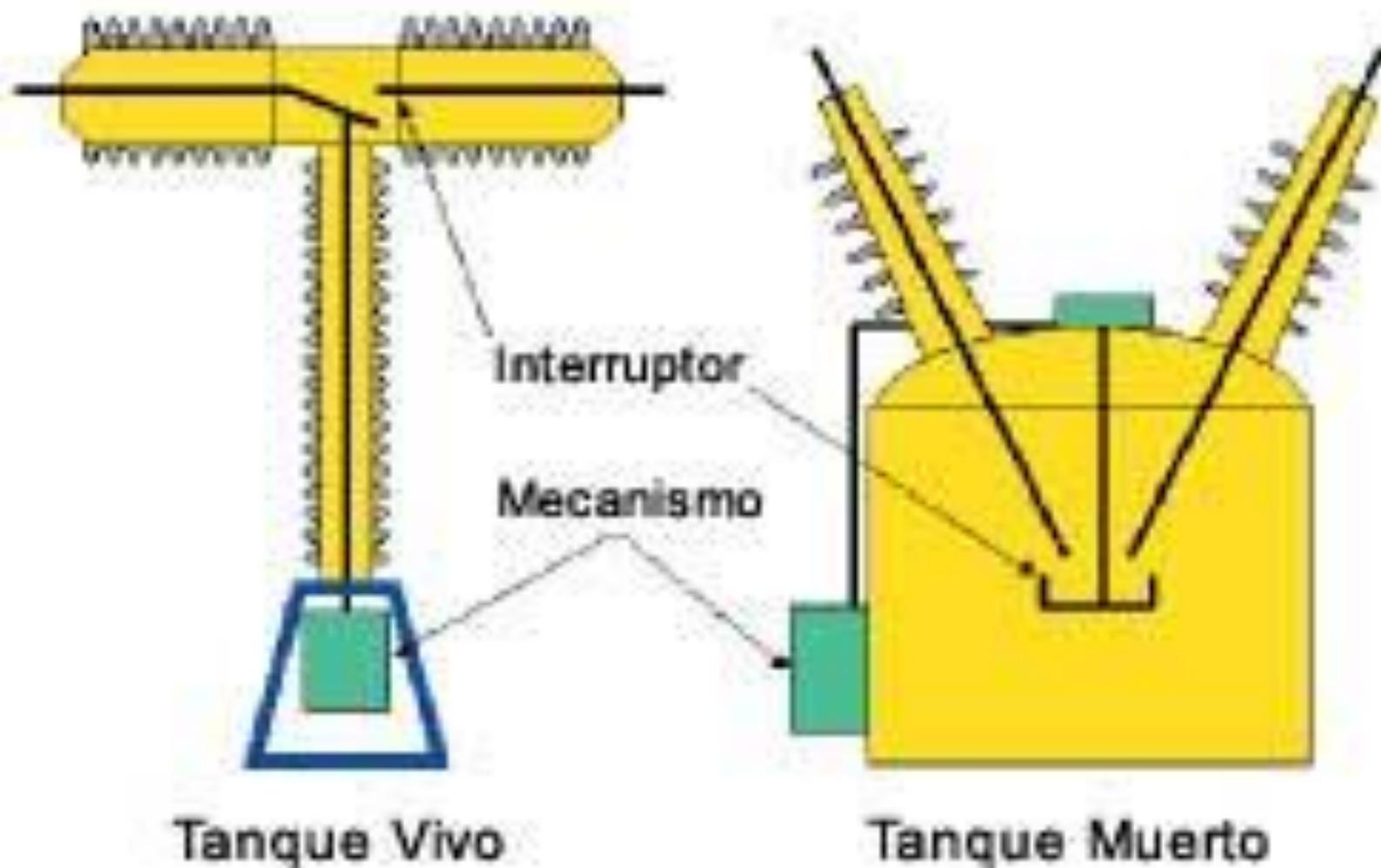


Figura 1

Ventajas del interruptores de tanque muerto

- a) Se pueden instalar transformadores de corriente tipo boquilla, tanto en el lado de línea, como en el lado de la carga del interruptor.
- b) Su construcción ofrece una capacidad de soporte sísmico mayor.
- c) Se embarcan ya ensamblados y ajustados desde la fábrica.
- d) Tienen una mejor estética.



TEC MINA

INTERRUPTORES DE POTENCIA

Mto ELÉCTRICO

Ventajas del interruptores de tanque muerto

- a) Costo menor, ya que no incluye los transformadores de corriente.
- b) Utilizan menor cantidad de fluido para interrupción.
- c) Requiere de menor espacio para su instalación.



TEC MINA

INTERRUPTORES DE POTENCIA

Mto ELÉCTRICO

Por El Tipo de Mecanismo

Mecanismo de Operación

Operación conjunta



Operación de polo independiente
(IPO)



Por Su Medio de Extinción.

- Interruptores de aceite
- Interruptores de soplo de aire
- Interruptores de Gas (SF6)
- Interruptores de vacío

Interruptores de aceite



Los interruptores de aceite se pueden clasificar en 2 grupos:

- Interruptores de gran volumen de aceite.
- Interruptores de pequeño volumen de aceite.

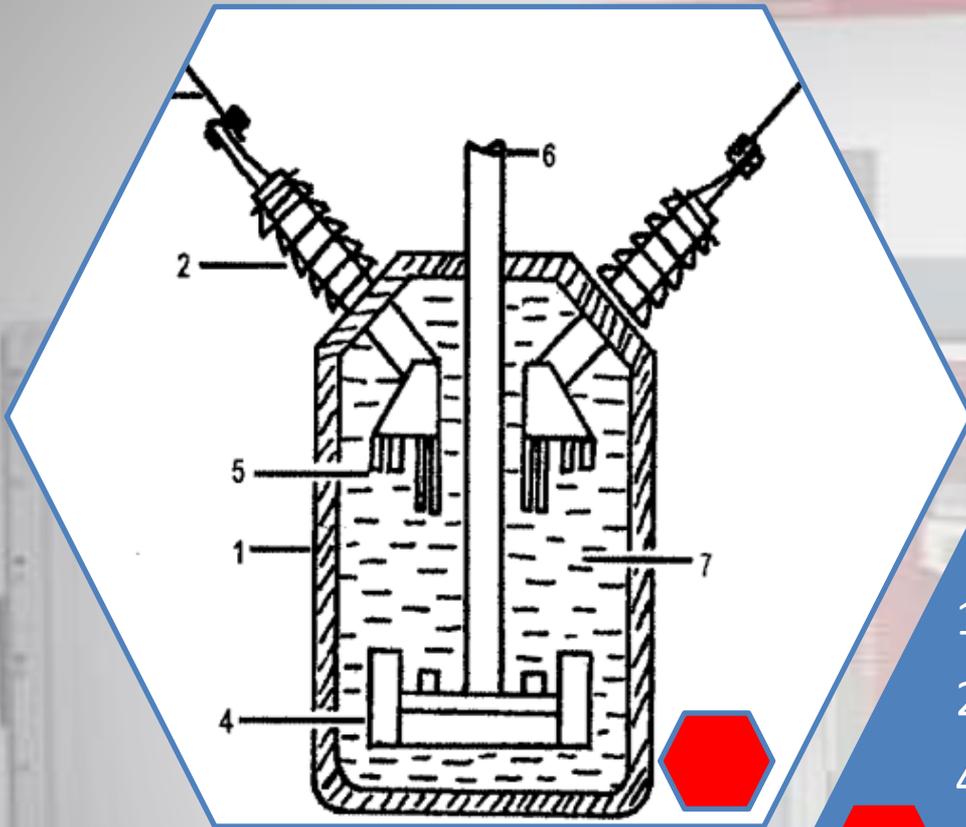
Interrupidores de gran volúmenes de aceite (GVA)

Estos interruptores reciben ese nombre debido a la gran cantidad de aceite que contienen.

Generalmente se constituyen de tanques cilíndricos y pueden ser monofásicos.

Los trifásicos son para operar a voltajes relativamente pequeños y sus contactos se encuentran contenidos en un recipiente común, separados entre sí por separadores (aislante).

Por razones de seguridad, en tensiones elevadas se emplean interruptores monofásicos (uno por base de circuitos trifásicos).



1-Tanque o recipientes.

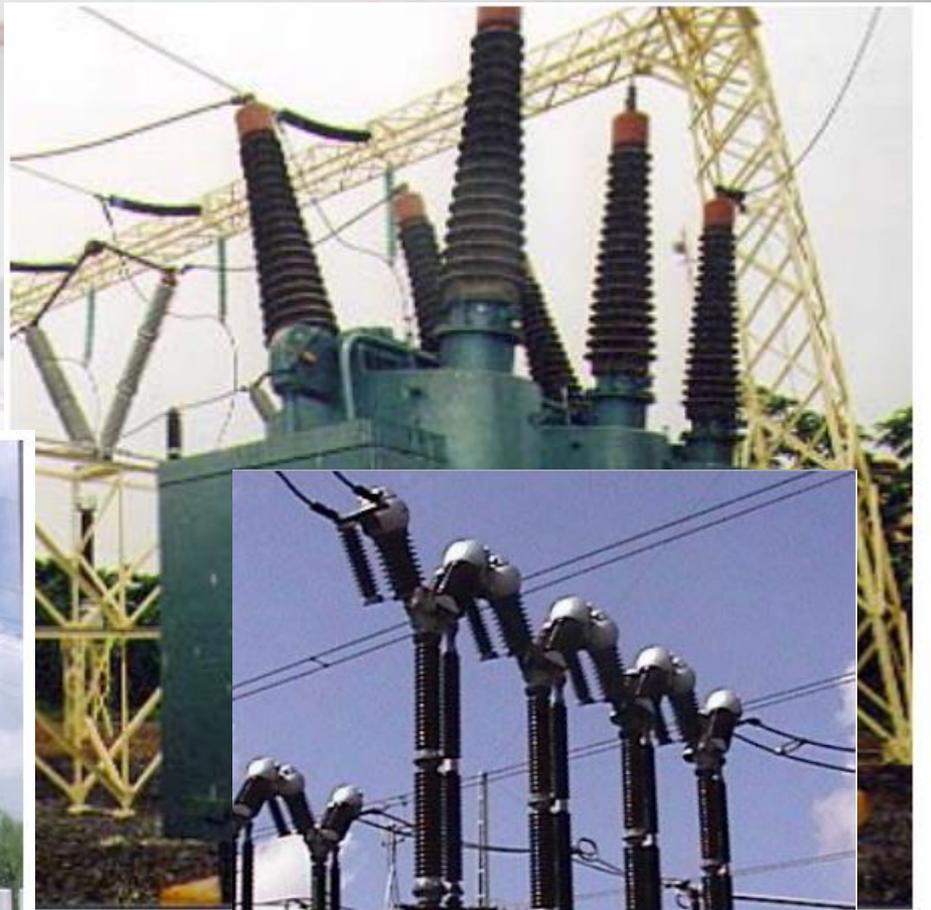
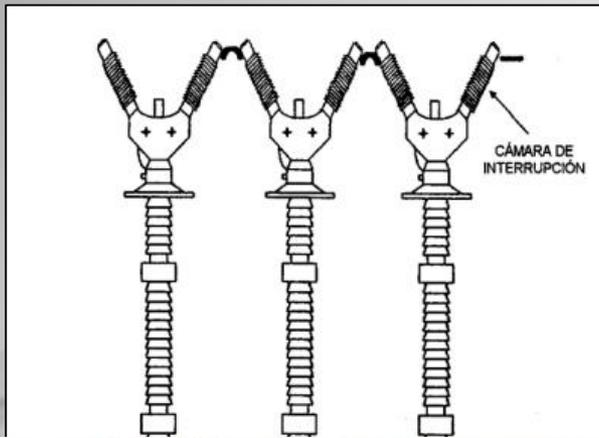
2-Boquillas

4-contactos fijos.

3-Conectores (elementos de conexión al circuito).

6-Vástago y contactos móviles,

7-Aceite de refrigeración.



TEC MINA

INTERRUPTORES DE POTENCIA

Mto ELÉCTRICO

El funcionamiento de este interruptor es el siguiente:

- Al ocurrir una falla se desconecta el contacto móvil 3 originándose un arco eléctrico.
- A medida que sale el contacto móvil, se va creando una circulación de aceite entre las diferentes cámaras que constituyen el cuerpo.
- Al alcanzar el contacto móvil su máxima carrera al aceite que circula, violentamente extingue el arco por completo.
- Los gases que se producen escapan por la parte superior del interruptor.

Ventajas de los interruptores de gran volumen de aceite.

- Construcción sencilla.
- Alta capacidad de ruptura.
- Pueden usarse en operación manual y automática.
- Pueden conectarse transformadores de corriente en los bushings de entrada.

Desventajas de los interruptores de gran volumen de aceite.

- Posibilidad de incendio o explosión.
- Necesidad de inspección periódica de la calidad y cantidad de aceite en el estanque.
- Ocupan una gran cantidad de aceite mineral de alto costo.
- No pueden usarse en interiores.
- No pueden emplearse en conexión automática.
- Los contactos son grandes y pesados y requieren de frecuentes cambios.
- Son grandes y pesados



l de
nte

Ejemplos de interruptores de baño de aceite

El elemento de desconexión en los interruptores de gran volumen de aceite lo constituyen los contactos móviles. Estos contactos se pueden accionar en general de 3 maneras distintas:

- Mecánicamente, por medio de sistemas volante-bielas o engrane-bielas.
- Magnéticamente, por medio de un electroimán conocido como bobina de disparo que acciona el trinquete de retención de los contactos móviles al ser energizado; se puede energizar manualmente (por medio de botón) o automáticamente (por medio de relevador).
- La [acción](#) de conexión o desconexión se puede efectuar substituyendo el volante o los engranes con un [motor](#) eléctrico que puede operarse a control remoto.

- Inspección visual.
- Inspección termográfica.
- Ultrasonido.
- Detección de emisiones ultravioleta.
- Análisis del aceite.
- Análisis de gases disueltos en el aceite.
- Medición de conductancia.
- Resistencia de aislamiento.
- Rigidez dieléctrica del aislamiento.
- Factor de potencia.
- Descargas parciales.
- Relación de transformación.
- Resistencia de devanado.
- Resistencia de contacto.
- Tiempos de operación de interruptores y simultaneidad de contactos.
- Medición de resistencia de puesta a tierra.

Pruebas a interruptores GVA: pruebas predictivas

se realizan con el equipo energizado tal como pueden ser:

- Prueba de termografía
- Inspección visual (fugas, tornillería, pintura, oxidación)
- Prueba del aceite:
 - la cromatografía de los gases.
 - pruebas físico-químico.

Prueba de termografía

La inspección termográfica en sistemas eléctricos tiene como objetivo detectar componentes defectuosos basándose en la elevación de la temperatura como consecuencia de un aumento anormal de su resistencia óhmica.

Las causas que originan estos defectos, entre otras, pueden mencionarse:

- Conexiones flojas.
- Conexiones afectadas por corrosión.
- Suciedad en conexiones y/o en contactos.
- Degradación de los materiales aislantes.

Las cámaras termográficas

Las cámaras termográficas son una herramienta única que sirve para determinar cuándo y dónde se necesita mantenimiento, puesto que las instalaciones eléctricas y mecánicas suelen calentarse antes de fallar. Al descubrir estos puntos calientes con una cámara termográfica, se puede llevar a cabo una medida preventiva. De este modo, es posible evitar costosas averías o, aún peor, incendios.

Una cámara termográfica es un fiable instrumento a distancia capaz de analizar y visualizar la distribución de temperatura de superficies completas de equipamiento eléctrico y maquinaria con rapidez y precisión.

La termografía de infrarrojos es el arte de transformar una imagen de infrarrojos en una imagen radiométrica que permita leer los valores de temperatura.



FLIR i3 / i5 / i7



FLIR T-Series



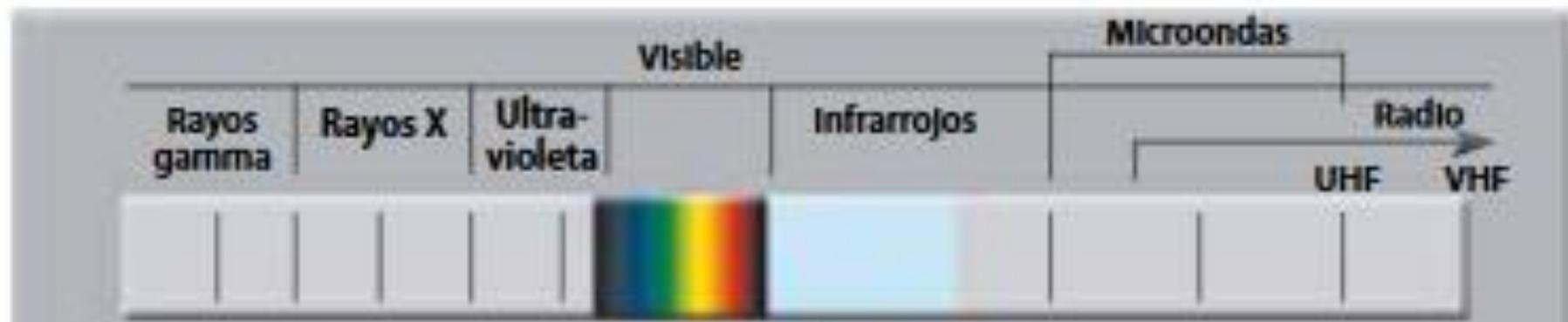
FLIR P-Series



FLIR T640 / T620



FLIR E-Series



La cámara termográfica

La energía de infrarrojos (A) que irradia un objeto se enfoca con el sistema óptico (B) sobre un detector de infrarrojos (C). El detector envía los datos al sensor electrónico (D) para procesar la imagen. Y el sensor traduce los datos en una imagen (E), compatible con el visor y visualizable en un monitor de vídeo estándar o una pantalla LCD.





TEC MINA

INTERRUPTORES DE POTENCIA

Mto ELÉCTRICO

Elección del proveedor de cámaras termográficas adecuado

- **Equipamiento**

Cada usuario tiene necesidades distintas. Por eso, es muy importante que el fabricante pueda ofrecer una gama completa de cámaras termográficas, desde modelos básicos económicos a modelos avanzados de gama alta, para que pueda elegir el que se ajusta mejor a sus necesidades.

- **Software**

Independientemente del uso que dé a las cámaras termográficas, necesitará software para analizar las termografías y crear informes de sus conclusiones para los clientes o la dirección. Elija una cámara termográfica que se pueda combinar con el software adecuado para su aplicación.

- **Accesorios**

Cuando empiece a usar una cámara termográfica y descubra todas las ventajas que tiene que ofrecer, es posible que cambien sus necesidades. Asegúrese de que su sistema puede adaptarse a sus necesidades. El fabricante debe poder ofrecer distintos tipos de lentes, pantallas, etc.

Elección del proveedor de cámaras termográficas adecuado

- **Mantenimiento**

Aunque la mayor parte de las cámaras termográficas que se usan para inspecciones de mantenimiento predictivo no necesitan mantenimiento, es recomendable que se asegure de disponer de un centro de mantenimiento cercano en caso de que algo le ocurra a la cámara. Las cámaras termográficas también se deben volver a calibrar cada cierto tiempo. En ambos casos, en lugar de tener que enviar la cámara al otro extremo del mundo, es preferible contar con un centro de reparación en su zona para volver a disponer de la cámara en el menor tiempo posible.

- **Formación**

El mundo de la termografía no se limita únicamente a saber cómo se maneja la cámara. Seleccione un proveedor que le pueda ofrecer una buena formación y asistencia para aplicaciones cuando se necesite.

Encontrar la mejor solución

Existen básicamente seis requisitos esenciales que se deben evaluar al investigar una combinación apropiada de la cámara termográfica, el software y la formación:

1. Resolución de la cámara / calidad de la imagen
2. Sensibilidad térmica
3. Precisión
4. Funciones de la cámara
5. Software
6. Demandas de formación

Emisividad y reflexión-intervalo y-corrección de niveles manual-Cámara digital-

Iluminación LED-Imagen en imagen Puntero láser-Lentes intercambiables

Realización de inspecciones térmicas



1. Definir la tarea
2. Realizar una inspección inicial
3. Iniciar la inspección
4. Análisis y creación de informes

Inspección visuales



Dentro de los diferentes métodos de control mediante técnicas no destructivas nos encontramos con el más básico y no por ello menos importante, la Inspección Visual.

La inspección visual es un Mantenimiento Preventivo (Nivel I) que se caracteriza por la alta frecuencia y corta duración, utilizando los sentidos humanos, sin provocar indisponibilidad del equipo objeto de la inspección.

Objetivo de la Inspección visuales

El objetivo de la inspección visual es recabar información mediante la aplicación de un cuestionario sobre el estado físico, parámetros propios del equipo, lecturas de los medidores, ruidos, condiciones de externas y cualquier otro parámetro que de indicios de deterioro de las funciones del equipo.

Estos cuestionarios también permiten llevar el historial del equipo.

Prueba del aceite: *la cromatografía de los gases*

El análisis por **cromatografía** de los gases disueltos en el aceite aislante es una técnica relativamente moderna que permite detectar fallas y verificar el estado interno de los transformadores e interruptores, sobre todo en los de alta y muy alta tensión.

El equipo utilizado para realizar esta prueba es el cromatógrafo de gases el cual por medio de calentamiento extrae los gases a la muestra de aceite, los separa y cuantifica en partes por millón

Gases de interés:

Hidrógeno (H₂)

Metano (CH₄)

Etano (C₂H₆)

Etileno (C₂H₄)

Acetileno (C₂H₂)

Monóxido de Carbono (CO)

Dióxido de Carbono (CO₂)

Nitrógeno (N₂)

Oxígeno (O₂)

| Productos de la degradación | Diagnóstico posible |
|--|---|
| Presencia del acetileno. | Falla eléctrica |
| C_2H_2 acompañado solamente de CH_4 y de H_2 . | Arco eléctrico de duración limitada en el aceite. |
| C_2H_2 , CH_4 e H_2 , acompañados de CO y CO_2 | Este arco eléctrico compromete el aislamiento sólido. |
| C_2H_2 , CH_4 e H_2 , sin CO ni CO_2 pero acompañados de C_2H_6 , C_3H_8 , C_2H_4 y C_3H_6 | Descargas parciales fuertes o arcos eléctricos en el aceite. |
| C_2H_2 , CH_4 e H_2 , sin CO_2 acompañados de C_2H_6 , C_3H_8 , C_2H_4 y C_3H_6 y, además, se observa CO . | Las descargas parciales se producen en un aislamiento sólido. (Si las descargas parciales son realmente de gran magnitud, los hidrocarburos no saturados, predominan sobre los saturados) En el caso de pequeñas descargas parciales, estas son más erosionantes para el aislamiento sólido cuanto más grande es la relación CO/CO_2 . |
| $C_2H_4 + CH_4 + H_2 +$ Hidrocarburos saturados (C_2H_6 , C_3H_8 , C_3H_6). | Puntos Calientes en el aceite. <500°C predomina el CH_4 . >500°C predomina el C_2H_4 (a veces pequeñas cantidades de C_2H_2) |
| $C_2H_4 + CH_4 + H_2 +$ Hidrocarburos saturados (C_2H_6 , C_3H_8 , C_3H_6), + $CO + CO_2$. | >130°C predomina el CO_2 . |
| Dióxido de carbono CO_2 ; $CO_2 +$ CH_4 ; $CO_2 + CO$ | Envejecimiento térmico normal del papel. |
| Predominio del $H_2 +$ Hidrocarburos saturados (C_2H_6 , C_3H_8 y C_3H_6); $CO + CO_2$ ($CO/CO_2 > 0,1$) | Pequeñas descargas parciales que erosionan por largo tiempo el aislamiento sólido (Papel impregnado) |
| H_2 | Pequeñas descargas parciales (Gasificación del aceite). |
| $H_2 + CH_4$ | Primera manifestación de una falla eléctrica más grave. |
| $N_2 + O_2$ | Introducción de aire (Si la proporción de O_2 , N_2 es similar a la del aire) |

Tabla 2. Concentraciones límites seguras en ppm de gases disueltos en aceite.

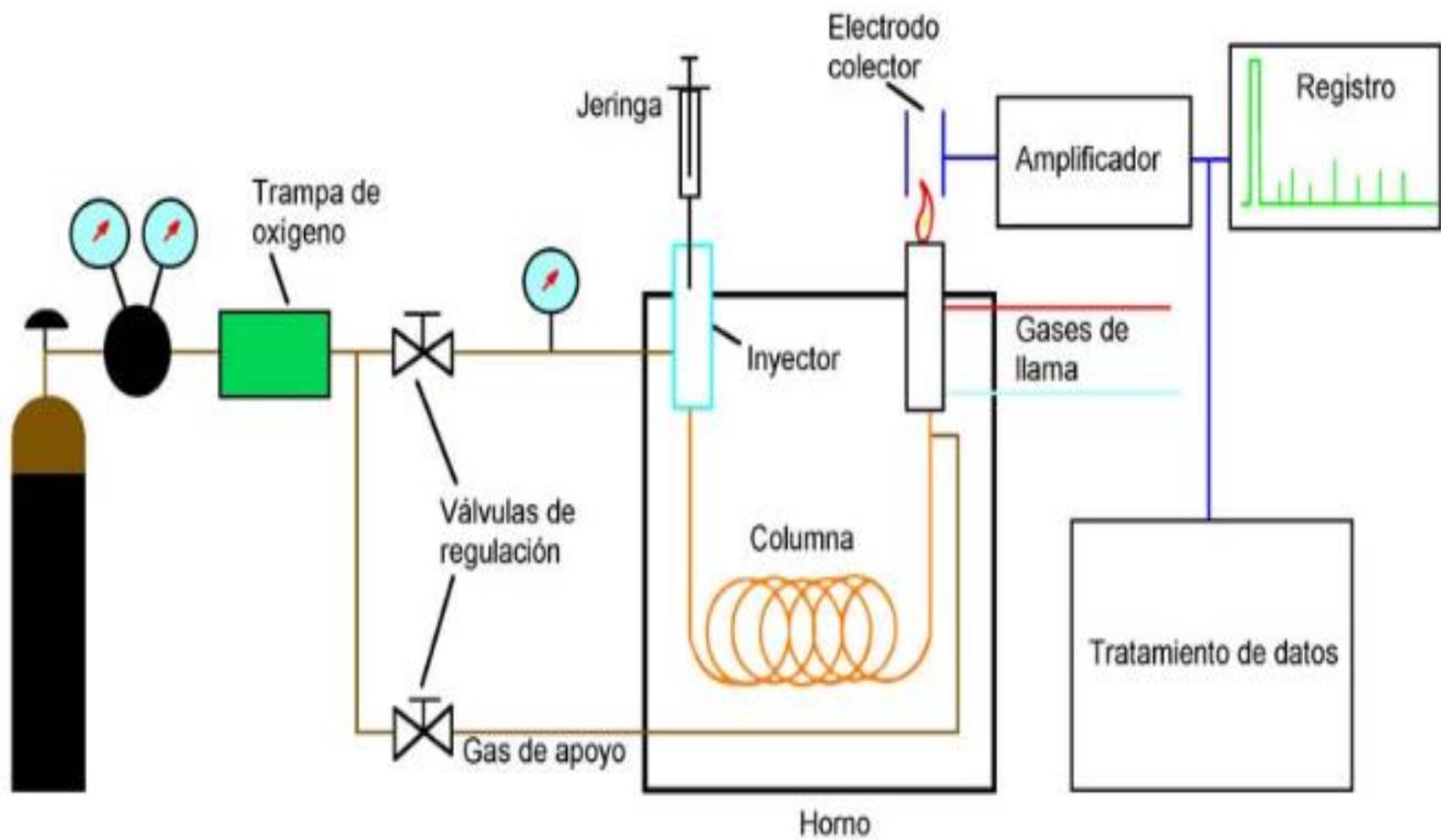
| Gases | Fórmula | ppm límite | ppm límite en el Transport X (precaución/peligro) |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------|--|
| Hidrógeno | H ₂ | 20 x N + 50 | 100/700 |
| Metano | CH ₄ | 20 x N + 50 | 120/400 |
| Etano | C ₂ H ₆ | 20 x N + 50 | 65/100 |
| Etileno | C ₂ H ₄ | 20 x N + 50 | 50/100 |
| Acetileno | C ₂ H ₂ | 5 x N + 10 | 2/5 |
| Monóxido de carbono | CO | 25 x N + 500 | 350/570 |
| Anhídrido carbónico | CO ₂ | 100 x N + 1500 | 2500/4000 |
| Total de Gases Combustibles | TGC | 110 x N + 710 | 700/1900 |

N: Número de años en servicio.

Límites de Concentraciones de Gases

KELMAN

| Gas | Abrev. | Precaución | Advertencia |
|---------------------|-------------------------------|------------|-------------|
| Hidrógeno | H ₂ | 100 | 700 |
| Dióxido de Carbono | CO ₂ | 2500 | 4000 |
| Monóxido de Carbono | CO | 350 | 570 |
| Etileno | C ₂ H ₄ | 50 | 100 |
| Etano | C ₂ H ₆ | 65 | 100 |
| Metano | CH ₄ | 120 | 400 |
| Acetileno | C ₂ H ₂ | 2 | 5 |
| TGCD | | 700 | 1900 |



Prueba del aceite: *Pruebas físico-químicos*

La evaluación del estado del aceite aislante en servicio se efectúa atendiendo a los siguientes índices de control:

- Apariencia visual
- Color.
- Tensión Interfacial (mN/m).
- Factor de Potencia (%)
- Rigidez Dieléctrica (kV).
- Contenido de Humedad (mg/kg).
- Número de Neutralización (mg KOH/g).

Pruebas Preventivas

Se realizan con el equipo desenergizado:

- Medición de resistencia de aislamiento:
 - Medición de resistencia de fase a tierra.
 - Medición de resistencia de fase a fase.
- Prueba de resistencia de contactos
- Prueba de simultaneidad de contactos
- Prueba de factor de potencia de aislamiento

Pruebas de Tiempos y Sincronización

Corriente de Bobina

- Prueba en línea o fuera de línea
- Herramienta muy importante en el análisis del desempeño del interruptor
- Utilizada para detectar problemas en las bobinas de cierre y disparo
- También puede revelar problemas en la fuente de alimentación
- La comparación con mediciones anteriores es el mejor método de análisis

Hexafluoruro de azufre (SF₆)

- SF₆
 - Alta capacidad dieléctrica
 - Cinco veces más pesado que el aire
 - Gas de efecto invernadero (20,000 más que el CO₂)
 - Altamente corrosivo después de una falla
- Tanque muerto
- Tanque vivo
- G/S
- Híbridos
- 1960-1980
 - Doble presión
- 1980-Presente
 - Presión simple

