



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SAN ANDRÉS TUXTLA**



**CARRERA:
ELECTROMECAÁNICA**

**ALUMNO:
JODAI MORALES MONTAN**

**MATRICULA:
201U0408**

GRUPO:802“A”

**ASIGNATURA:
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS**

**PROFESOR:
JUAN LUIS BAIZABAL CHAPARROS**

SAN ANDRES TUXTLA, VER. A 16 DE FEBRERO DEL 2024

INTRODUCCION

Las subestaciones eléctricas sirven para la producción, conversión, transformación, regulación y distribución de la energía. Gracias a esta infraestructura se distribuye la electricidad, llegando a diferentes zonas geográficas.

La electricidad que llega a los hogares debe tener la potencia adecuada para que podamos hacer un uso seguro de los aparatos eléctricos. Esto es posible gracias a los diferentes tipos de subestaciones eléctricas, que nivelan la potencia y transforman y distribuyen la energía eléctrica.

La energía se crea en centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleares, eólicas, entre otros. Luego de eso, la electricidad continua hasta las ciudades por una red de alta tensión. Una vez que está cerca de la ciudad se emplean las subestaciones eléctricas de distribución para disminuir el nivel de tensión.

1.1 DEFINICION, CLASIFICACION Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Una subestación eléctrica puede definirse como el conjunto de aparatos, máquinas, elementos primarios, secundarios, y circuitos los cuales tienen como función poder maniobrar los parámetros de la potencia eléctrica, es decir el voltaje, frecuencia, la corriente, etc. Y de permitir el suministro de esta al sistema eléctrico existente.



Se clasifican de la siguiente manera:

- Subestaciones en las plantas generadoras.

Este tipo de subestaciones son las que se encuentran ubicadas en una central generadora de energía eléctrica para modificar los parámetros de la potencia suministrados directamente de los generadores, permitiendo con esto la transmisión en alta tensión a través de la línea de potencia. Los generadores se encuentran en el rango de 5 a 25 KV, y la transmisión que depende de la capacidad de generación y la distancia se puede efectuar a: 69, 85, 115, 138, 230 o 400 KV.

- Subestaciones de paso.

Este tipo de subestaciones son las que sirven de enlace entre las que se encuentran ubicadas en las plantas generadoras y las subestaciones receptoras, así como entre diferentes líneas, dentro de sus funciones se encuentra la de mantener el voltaje de transmisión, el cual varía debido a los efectos que se presentan en las líneas de transmisión.

- Subestaciones receptoras.

Estas subestaciones son alimentadas directamente por las líneas de transmisión, se encuentran ubicadas relativamente cerca de los centros de consumo, reducen la tensión a valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o las redes de distribución; teniendo como tensión de salida valores de 115, 69 KV.

- Subestaciones de distribución.

También llamadas subestaciones receptoras secundarias, estas subestaciones por lo general son alimentadas de las redes de subtransmisión en ellas se realiza la reducción de la tensión, para alimentar a las redes de distribución a tensiones comprendidas entre los 34.5 y 6.9 KV.

Otra clasificación que puede realizarse de las subestaciones eléctricas es de acuerdo con su tipo de instalación:

- Tipo intemperie.

Estas subestaciones se construyen en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño, aparatos, máquinas y accesorios capaces de soportar el funcionamiento bajo condiciones adversas del clima.

- Tipo interior.

En este tipo de subestaciones todos los aparatos, máquinas y accesorios que se usan están diseñados para operar en interiores, estas se usaban en los países europeos y actualmente son poco usuales.

- Tipo blindado.

En estas subestaciones todos los aparatos, máquinas y accesorios se encuentran muy protegidos y el espacio necesario para su instalación es muy reducido en comparación a las construcciones de subestaciones convencionales, por lo general se usan tensiones de distribución y utilización.

Elementos constitutivos de una subestación.

Las subestaciones eléctricas cuentan con un gran número de componentes cada uno de los cuales tiene una función específica que desempeñar dentro del sistema dentro de los principales elementos tenemos los siguientes:

- Transformador de potencia.

Es la parte más importante de la subestación ya que es el elemento que realiza la función de transferir la energía eléctrica de un circuito a otro que son por lo general de diferente nivel de tensión.

- Cuchillas desconectores.

Son dispositivos por medio de los cuales puede interrumpirse la continuidad de un circuito; no se operan con carga y existen diferentes tipos.

- Interruptores.

Son elementos cuya función es desconectar los circuitos bajo condiciones de corriente nominal, vacío o cortocircuito; es decir, bajo condiciones normales o anormales de operación.

- Transformador de corriente.

son los dispositivos que tienen la función de transformar o cambiar un valor de corriente a otro en un circuito, que permita la alimentación a instrumentos como equipo de medición y equipo de control, el valor obtenido se encuentra normalizado a 5 amperes.

- Transformador de potencial.

La función de estos dispositivos es de reducir un valor de voltaje alto a un valor utilizado por los instrumentos de medición o protección generalmente 127. Los valores a reducir pueden ser relativos altos, por ejemplo 400 KV.

- Cuchillas des conectadoras para sistemas de medición.

Son dispositivos por medio de los cuales puede interrumpirse la continuidad de un circuito de medición.

- Cuchillas des conectadoras de los transformadores.

Son dispositivos por medio de los cuales puede desconectarse a los transformadores del sistema, no se operan con carga.

- Barras de conexión.

Son los dispositivos que se utilizan como puntos de unión entre los diferentes equipos que se encuentren a un mismo nivel de tensión, pueden ser de tipo barra, tubo o conductores.

- Aisladores de soporte.

Se emplean como elementos de montaje y sujeción de barras y conductores, este es a base de montaje en alfiler de acero, con rosca recubierta de plomo o sujeción a base de tornillo de acuerdo con la tensión de operación.

- Conexión a tierra.

Esta se realiza en todos los equipos y estructuras como protección de los mismos contra descargas eléctricas.

- Apartarrayos.

Es un dispositivo cuya función es limitar la sobretensión limitada al equipo para dar protección al aislamiento.

- Trampas de onda y equipo de comunicación.

Por medio de estos dispositivos se tiene comunicación entre las diferentes subestaciones empleando para ello las líneas de transmisión.

- Controles.

Dentro de estos se encuentran incluidos todos los equipos de control que se tienen en la subestación para la operación de los diferentes dispositivos de esta misma.

1.2 CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE ENFRIAMIENTO EN TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

El Transformador es un dispositivo que convierte energía eléctrica de un cierto nivel de voltaje, en energía eléctrica de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Está constituido por dos o más bobinas de alambre, aisladas entre si eléctricamente por lo general y arrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético. El arrollamiento que recibe la energía eléctrica se denomina arrollamiento de entrada, con independencia si se trata la mayor (alta tensión) o menor tensión (baja tensión). El arrollamiento del que se toma la energía eléctrica a la tensión transformada se denomina arrollamiento de salida. En concordancia con ello, los lados del transformador se denominan lado de entrada y lado de salida. El arrollamiento de entrada y el de salida envuelven la misma

columna del núcleo de hierro. El núcleo se construye de hierro porque tiene una gran permeabilidad, o sea, conduce muy bien el flujo magnético.

Los transformadores se pueden clasificar por:

- La forma de su núcleo.
 - Tipo columnas.
 - Tipo acorazado.
 - Tipo envolvente.
 - Tipo radial

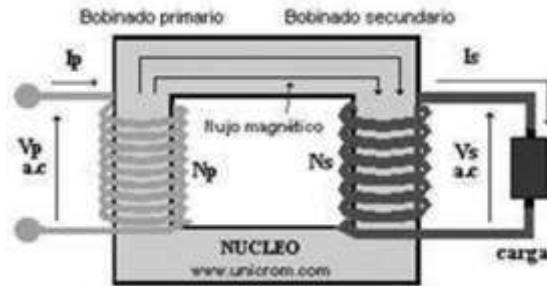
- Por el número de fases .
 - Monofásico.
 - Trifásico.

- Por el número de devanados.
 - Dos devanados.
 - Tres devanados.

- Por el medio refrigerante.
 - Aire.
 - Aceite.
 - Líquido inerte.

- Por el tipo de enfriamiento.
 - Enfriamiento O A.
 - Enfriamiento O W.
 - Enfriamiento O W /A.
 - Enfriamiento O A /A F.
 - Enfriamiento O A /F A/F A.
 - Enfriamiento F O A.
 - Enfriamiento O A/ F A/F O A.

- Enfriamiento F O W.
- Enfriamiento A/A.



➤ POR SU NÚMERO DE FASES

- Transformadores monofásicos

Los transformadores monofásicos, tanto de columnas como acorazados, se usan en distribución de energía eléctrica, por ejemplo, para reducir, en líneas de MT de 13,2 kV a BT, 220V. Se los suele encontrar, de pequeña potencia en soportes de líneas eléctricas rurales. También se los encuentra, en potencias altas, para constituir bancos trifásicos, con tres de ellos, en sistemas de distribución. Ejemplos: 10 kVA; 13200/220 V.

- Transformadores Trifásicos

El trifásico de columnas es el más usado. Se lo encuentra desde pequeñas potencias (10 kVA) hasta muy grandes (150 MVA). Como elevadores de tensión en las centrales, reductores en las subestaciones, de distribución en ciudades, barrios, fábricas, etc.

- Transformadores Hexa fásicos

El Hexa fásico (6 fases en el secundario) se diferencia, constructivamente, del trifásico, en que tiene una derivación a la mitad de los devanados secundarios, y luego por supuesto, en la conexión entre ellos. Se lo usa para la rectificación industrial y en tracción eléctrica: subterráneos, tranvías, etc. Ejemplo: 13200/580 V.

➤ POR LA FORMA DEL NÚCLEO

- Transformador monofásico de columnas

El transformador a columnas posee sus dos bobinados repartidos entre dos columnas del circuito magnético. En la figura se trata de un transformador monofásico donde el circuito magnético se cierra por las culatas superior e inferior.

TIPOS DE ENFRIAMIENTO EN TRANSFORMADORES

Para prevenir el rápido deterioro de los materiales aislantes dentro de un transformador, se deben proveer los medios de enfriamiento adecuados, tanto para el núcleo como para los devanados.

Los transformadores con potencias inferiores a 50 KVA se pueden enfriar por medio del flujo de aire circundante a los mismos. La caja metálica que los contiene se puede habilitar con rejillas de ventilación, de manera que las corrientes de aire puedan circular por convección sobre los devanados y alrededor del núcleo. Los transformadores un poco mayores se pueden construir de la misma manera, pero se puede usar la circulación forzada de aire limpio llamados tipo seco y se usan por lo general en el interior de edificios, retirados de las atmósferas hostiles.

Los transformadores del tipo distribución, menores de 200 KVA, están usualmente inmersos en aceite mineral y encerrados en tanques de acero. El aceite transporta el calor del transformador hacia el tanque, donde es disipado por radiación y convección hacia el aire exterior del transformador. Debido a que el aceite es mejor aislante que el aire, se usa invariablemente en los transformadores de alta tensión.

En el caso de los transformadores enfriados por aceite, según Harper, los tanques se construyen de lámina o placa de acero común. Estos tanques pueden ser lisos, con paredes onduladas o con tubos radiadores, según sea la capacidad de disipación deseada.

Por lo tanto, los tipos de enfriamiento para transformadores se clasifican en:

- Tipo OA.

Sumergido en aceite con enfriamiento propio. Por lo general en transformadores de más de 50 kva se usan tubos radiadores o tanques corrugados para disminuir las pérdidas; En capacidades mayores de 3000kva se usan radiadores del tipo

desmontable. Este tipo de transformador con voltajes de 46kv o menores puede tener como medio de enfriamiento líquido inerte aislante en vez de aceite.

El transformador OA es el tipo básico y sirve como norma para capacidad y precio de otros.

- Tipo OA/FA.

Sumergido en aceite con enfriamiento propio, por medio de aire forzado. Este básicamente un transformador OA con adición de ventiladores para aumentar la capacidad de disipación de calor.

- Tipo OA/FA/FOA.

Sumergido en aceite con enfriamiento propio a base de aire y aceites forzados. Este transformador es básicamente un OA, con adición de ventiladores y bombas para la circulación de aceite

- Tipo FOA.

Sumergido en aceite, enfriado con aceite forzado y con enfriador de aire forzado. Este tipo de transformadores se usa únicamente donde se desea que operen al mismo tiempo las bombas de aceite y los ventiladores; tales condiciones absorben cualquier carga a pico a plena capacidad.

- Tipo OW.

Sumergido en aceite y enfriado con agua. En este tipo de transformadores el agua de enfriamiento es conducida por serpentines, los cuales están en contacto con el aceite aislarte del transformador. El aceite circula alrededor de los serpentines por convección natural.

- Tipo AA.

Tipo seco, con enfriamiento propio, no contiene aceite ni otros líquidos para enfriamiento; son usados en voltajes nominales menores de 15 Kv en pequeñas capacidades.

- Tipo AFA.

Tipo seco, enfriado por aire forzado. Estos transformadores tienen una capacidad simple basada en la circulación de aire forzado por ventiladores o sopladores



1.3 INTERRUPTORES DE POTENCIA.

Los interruptores en caso de apertura deben asegurar el aislamiento eléctrico del circuito. Existen distintas formas de clasificar a los interruptores, una de ellas, según Harper, es por medio de extinción, pudiendo ser: interruptores en aceite (que ya no

se utilizan), interruptores neumáticos, interruptores en vacío e interruptores en hexafluoruro de azufre.

También se clasifican los interruptores como de construcción de "Tanque muerto" o de "Tanque vivo". De tanque muerto significa que el tanque del interruptor y todos sus accesorios se mantienen al potencial de tierra y que la fuente externa y conexiones a la carga se hacen por medio de boquillas convencionales. De tanque vivo significa que las partes metálicas y de porcelana que contienen el mecanismo de interrupción se encuentran montadas sobre columnas de porcelana aislante y están, por lo tanto, al potencial de línea. En la siguiente tabla se clasifican por medio de su interrupción y su disponibilidad.

➤ Características comparativas de los Interruptores:

Los interruptores se pueden clasificar de acuerdo con sus características constructivas. Las principales características constructivas de los interruptores consisten en la forma en que se extingue el arco y a la habilidad mostrada para establecer la rigidez dieléctrica entre los contactos para soportar en buena forma (sin reencendido del arco) las tensiones de reignición.

Las ventajas y desventajas de los principales tipos de interruptores se indican a continuación:

1.3.1 INTERRUPTORES DE GRAN VOLUMEN DE ACEITE.

Los interruptores de aceite se pueden clasificar en 2 grupos:

1. Interruptores de gran volumen de aceite.
2. Interruptores de pequeño volumen de aceite.

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).

Las partes fundamentales en los interruptores son:

- Tanque o recipientes, 1.
- Boquillas y contactos fijos, 2-5.
- Conectores (elementos de conexión al circuito), 3.
- Vástago y contactos móviles, 4-6.
- Aceite de refrigeración, 7.

Cuando opera el interruptor debido a una falla, los contactos móviles se desplazan hacia abajo, separándose de los contactos fijos.

Al alejarse los contactos móviles de los fijos, se va creando una cierta distancia entre ellos, y en función de esta distancia está la longitud del arco eléctrico.

El arco da lugar a la formación de gases, de tal manera que se crea una burbuja de gas alrededor de los contactos, que desplaza una determinada cantidad de aceite. En la siguiente figura, se aprecia el proceso de interrupción.

Conforme aumenta la separación entre los contactos, el arco crece y la burbuja se hace mayor, de tal manera que, al quedar los contactos en su separación

total, la presión ejercida por el aceite es considerable, por lo que en la parte superior del recipiente se instala un tubo de fuga de gases.

Los interruptores de grandes capacidades con gran volumen de aceite originan fuertes presiones internas que en algunas ocasiones pueden explosiones. Para disminuir estos riesgos se idearon dispositivos donde se forman las burbujas de gas, reduciendo las presiones a un volumen menor. Estos dispositivos reciben el nombre de "cámaras de extracción" y dentro de estas cámaras se extingue el arco.

El procedimiento de extinción es el siguiente:

1. Al ocurrir una falla se separan los contactos que se encuentran dentro de la cámara de extinción.

2. Los gases que se producen tienden a escapar, pero como se hallan dentro de la cámara que contiene aceite, originan una violenta circulación de aceite que extingue el arco.

3. Cuando el contacto móvil sale de la cámara, el arco residual se acaba de extinguir, entrando nuevamente aceite frío a la cámara.

4. Cuando los arcos se han extinguido, se cierran los elementos de admisión de la cámara.

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.

➤ Interruptores de gran volumen de aceite

Ventajas:

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

Desventajas:

- 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.

➤ Interruptores de pequeño volumen de aceite.

Los interruptores de reducido volumen de aceite reciben este nombre debido a que su cantidad de aceite es pequeña en comparación con los de gran volumen. (Su contenido varía entre 1.5 y 2.5% del que contiene los de gran volumen.)

Se constituyen para diferentes capacidades y voltajes de operación y su construcción es básicamente una cámara de extinción modificada que permite mayor flexibilidad de operación.

El funcionamiento de este interruptor es el siguiente:

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

➤ Interruptores de pequeño volumen de aceite

Ventajas:

- Comparativamente usan una menor cantidad de aceite.
- Menor tamaño y peso en comparación a los de gran volumen.
- Menor costo.
- Pueden emplearse tanto en forma manual como automática.
- Fácil acceso a los contactos.

Desventajas:

- Peligro de incendio y explosión, aunque en menor grado comparados a los de gran volumen.
- No pueden usarse con reconexión automática.
- Requieren una mantención frecuente y reemplazos periódicos de aceite.
- Sufren de mayor daño los contactos principales.

1.3.2 INTERRUPTORES EN AIRE

Debido al peligro de explosión e incendio que representan los interruptores en aceite, se fabrican los interruptores neumáticos, en los cuales la extinción del arco se efectúa por medio de un chorro de aire a presión.

El aire a presión se obtiene por un sistema de aire comprimido que incluye una o varias impresoras, un tanque principal, un tanque de reserva y un sistema de distribución en caso de que sean varios interruptores.

El proceso general es el siguiente:

3. Cuando ocurre una falla la detecta el dispositivo de control, de tal manera que una válvula de solenoide acciona a la válvula principal, ésta se abre, permitiendo el acceso de aire a los aisladores huecos.
4. El aire a presión que entra en los aisladores huecos presiona por medio de un embolo a los contactos.
5. Los contactos accionan a los contactos que operan simultáneamente abriendo el circuito.
6. Como los aisladores huecos (imagen 3) se encuentran conectados directamente a las cámaras de extinción, al bajar los contactos para accionar a los contactos el aire a presión que se encuentra en los aisladores entra violentamente a la cámara de extinción extinguiéndose el arco.



Imagen 4

➤ Interruptores Neumáticos

Se usan principalmente en alta tensión y poseen las siguientes características:

Ventajas:

- No hay riesgos de incendio o explosión.
- Operación muy rápida.
- Pueden emplearse en sistemas con reconexión automática.
- Alta capacidad de ruptura.
- La interrupción de corrientes altamente capacitivas no presenta mayores dificultades.
- Menor daño a los contactos.
- Fácil acceso a los contactos.
- Comparativamente menor peso.

Desventajas:

- Poseen una compleja instalación debido a la red de aire comprimido, que incluye motor, compresor, cañerías, etc.
- Construcción más compleja.
- Mayor costo.

1.3.3 INTERRUPTORES DE VACÍO

Los mejores conductores de electricidad, según Harper, son aquellos materiales que ofrecen la mayoría de los electrones libres y, por el contrario, los mejores aisladores o dieléctricos ofrecen el mínimo número de electrones libres. Debido a que el vacío constituye una ausencia de cualquier sustancia y, por lo tanto, una ausencia de electrones, en teoría, representa el mejor dieléctrico.

Basado en esta teoría, puede haber grandes ventajas que se pueden realizar, si operan mecánicamente los contactos eléctricos cuando abren en una cámara de vacío.

La mayoría de los fabricantes han sido capaces de construir tales dispositivos para su uso en alta tensión. Dentro de las ventajas que se tienen, se pueden mencionar los siguientes: son más rápidos para extinguir el arco eléctrico, producen

menor ruido durante la operación, el tiempo de vida de los contactos es mayor y elimina o reduce sensiblemente el riesgo de explosiones potenciales por presencia de gases o líquidos.

El mantenimiento de estos interruptores es reducido y se pueden usar en casi cualquier lugar, debido a que no son afectados por la temperatura ambiente u otras condiciones atmosféricas. En la siguiente figura se muestran las partes principales de tal interruptor.

La alta rigidez dieléctrica que presenta el vacío (es el aislante perfecto) ofrece una excelente alternativa para apagar en forma efectiva el arco. En efecto, cuando un circuito en corriente alterna se desenergiza separando un juego de contactos ubicados en una cámara en vacío, la corriente se corta al primer cruce por cero o antes, con la ventaja de que la rigidez dieléctrica entre los contactos aumenta en razón de miles de veces mayor a la de un interruptor convencional (1 KV por μs para 100 A en comparación con 50 V/ μs para el aire). Esto hace que el arco no vuelva a reencenderse. Estas propiedades hacen que el interruptor en vacío sea más eficiente, liviano y económico.

La presencia del arco en los primeros instantes después de producirse la apertura de los contactos se debe principalmente a:

- Emisión termoiónica.
- Emisión por efecto de campo eléctrico.

En otras palabras, los iones aportados al arco provienen de los contactos principales del interruptor. Conviene destacar que en ciertas aplicaciones se hace conveniente mantener el arco entre los contactos hasta el instante en que la corriente cruce por cero. De esta forma se evitan sobre-tensiones en el sistema, producto de elevados valores de di/dt . La estabilidad del arco depende del material en que estén hechos los contactos y de los parámetros del sistema de potencia (voltaje, corriente, inductancia y capacitancia). En general la separación de los contactos fluctúa entre los 5 y los 10 mm.

Ventajas

- Tiempo de operación muy rápida, en general la corriente se anula a la primera pasada por cero.
- Rigidez dieléctrica entre los contactos se restablece rápidamente impidiendo la reignición del arco.
- Son menos pesados y más baratos.

- Prácticamente no requieren mantención y tiene una vida útil mucho mayor a los interruptores convencionales.
- Especial para uso en sistemas de baja y media tensión.

Desventajas:

- Dificultad para mantener la condición de vacío.
- Generan sobre-tensiones producto del elevado di/dt .
- Tienen capacidad de interrupción limitada.

Es importante destacar la importancia que tiene el material con que se fabrican los contactos de los interruptores en vacío. La estabilidad del arco al momento de separarse los contactos depende principalmente de la composición química del material con que fueron fabricados. Si el arco es inestable, significa que se apaga rápidamente antes del cruce natural por cero de la corriente, generando elevados di/dt con las consiguientes sobre tensiones. Para evitar esta situación, se buscan materiales que presenten baja presión de vapor en presencia de arco. Estos materiales no son fáciles de encontrar, pues tienen propiedades no del todo apropiadas para uso en interruptores en vacío. Por ejemplo, materiales con buena conductividad térmica y eléctrica, tienen bajos puntos de fusión y ebullición, y alta presión de vapor a altas temperaturas. Sin embargo, metales que presentan baja presión de vapor a altas temperaturas son malos conductores eléctricos. Para combinar ambas características se han investigado aleaciones entre metales y materiales no metálicos como Cobre-Bismuto, Cobre-Plomo, Cobre-Tantalio, Plata- Bismuto, o Plata-Telurio.

1.3.4 INTERRUPTORES DE HEXAFLORURO DE AZUFRE

El SF₆ se usa como material aislante y también para apagar el arco. El SF₆ es un gas muy pesado (5 veces la densidad del aire), altamente estable, inerte, inodoro e inflamable. En presencia del SF₆ la tensión del arco se mantiene en un valor bajo, razón por la cual la energía disipada no alcanza valores muy elevados. La rigidez dieléctrica del gas es 2.5 veces superior a la del aire (a presión atmosférica). La rigidez dieléctrica depende de la forma del campo eléctrico entre los contactos, el que a su vez depende de la forma y composición de los electrodos. Si logra establecerse un campo magnético no uniforme entre los contactos, la rigidez dieléctrica del SF₆ puede alcanzar valores cercanos a 5 veces la rigidez del aire. Son unidades selladas, trifásicas y pueden operar durante largos años sin mantención, debido a que prácticamente no se descompone, y no es abrasivo.

Otra importante ventaja de este gas, es su alta rigidez dieléctrica que hace que sea un excelente aislante. De esta forma se logra una significativa reducción en las superficies ocupadas por subestaciones y switchgear. La reducción en espacio alcanzada con el uso de unidades de SF 6 es cercana al 50% comparado a subestaciones tradicionales. Esta ventaja muchas veces compensa desde el punto de vista económico, claramente se debe mencionar que hay un mayor costo inicial, en su implementación. La presión a que se mantiene el SF 6 en interruptores, es del orden de 14 atmósferas, mientras que en switchgear alcanza las 4 atmósferas. El continuo aumento en los niveles de cortocircuito en los sistemas de potencia ha forzado a encontrar formas más eficientes de interrumpir corrientes de fallas que minimicen los tiempos de corte y reduzcan la energía disipada durante el arco. Es por estas razones que se han estado desarrollando con bastante éxito interruptores en vacío y en hexafluoruro de azufre (SF 6).

1.3.5 ESPECIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE INTERRUPTORES DE POTENCIA.

Existe una gran diversidad y al igual que en los transformadores se deben especificar generalidades, función del interruptor en la subestación, si la subestación es de tipo interior o intemperie, si es de accionamiento manual o automático.

Entre los datos técnicos que se deben proporcionar se pueden mencionar como funcionamiento los siguientes:

- Tensión normal de operación.
- Corriente nominal.
- Corriente de ruptura en KA.
- Capacidad de ruptura en MVA.
- Capacidad de ruptura para S SRG, de duración de falla.

1.4 CUCHILLAS Y FUSIBLES. DEFINICION, CLASIFICACION, ESPECIFICACION Y OPERACIÓN.

DEFINICIÓN Y OPERACIÓN DE CUCHILLAS CONECTORAS.

Una cuchilla es un elemento que sirve para desconectar físicamente un circuito eléctrico. Por lo general se operan sin carga, pero con algunos aditamentos se puede operar con carga, hasta ciertos límites.

Las cuchillas o seccionadores es otro tipo de interruptores, ya que interrumpen y restablecen la continuidad en un circuito eléctrico. Su operación se efectúa sin carga (corriente), pero algunos aditamentos se pueden operar con carga, hasta ciertos límites.

Por su operación se clasifican en:

- con carga (con tensión nominal)
- sin carga (con tensión nominal)

Por su tipo de accionamiento:

- Manual
- Automático

Por su forma de desconexión:

- Con tres aisladores, dos fijos y un giratorio al centro (horizontal) llamado también de doble arco.
- Con dos aisladores (accionados con pértiga), operación vertical.
- Con dos aisladores, uno fijo y otro giratorio en el plano horizontal.
- Pantógrafo o separador de tijera.
- Cuchilla tipo "AV"
- Cuchilla de tres aisladores, el del centro movible por cremallera.
- Cuchilla desconectadora con cuerno de arqueo.
- Cuchilla tripolar de doble aislador giratorio.



ESPECIFICACIONES DE CUCHILLAS Y FUSIBLES

Criterios de selección.

Según Harper, los criterios generales para la selección de las cuchillas son:

Garantizar un aislamiento dieléctrico a tierra y sobre todo en la apertura. Por lo general, se requiere entre puntos de apertura de la cuchilla un 15 o 20% de exceso en el nivel de aislamiento con relación al nivel de aislamiento a tierra.

Conducir en forma continua la corriente nominal sin que exista una elevación de temperatura en las diferentes partes de la cuchilla y en particular en los contactos. Debe soportar por un tiempo especificado (generalmente 1 segundo) los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuito.

Las maniobras de cierre y apertura se deben realizar sin posibilidad de que se presenten falsos contactos o posiciones falsas aún en condiciones atmosféricas desfavorables.

Los cortacircuitos deberán ser del tipo abierto (de expulsión), de caída automática (dropout) equipados con elementos que permitan operar bajo carga por medio de pértiga con dispositivo de apertura con carga (load buster).

➤ AISLADORES

El aislador del corta circuito deberá ser de porcelana densa, homogénea procesada en húmedo libre de defectos que alteren sus características eléctricas y mecánicas. Aislador de porcelana con Alta resistencia mecánica y deberá ser construido en una sola pieza de porcelana libre de impurezas. Se aceptarán aisladores fabricados en otros materiales de iguales o superiores características. Los soportes y los insertos de montaje deben estar permanentemente anclados a cavidades en el aislador con cemento inorgánico, que no se deteriora con el tiempo ni absorbe humedad. El cemento no se encogerá, así los soportes y el inserto no se soltarán. Tampoco se hinchará, eliminando así tensión sobre las cavidades. De hecho, el cemento retiene una ligera elasticidad para absorber parte del choque de las fuerzas interruptoras. Todas las áreas expuestas del cemento deben ser cubiertas con una pintura que reduce el ingreso de agua. El aislador debe estar contramarcado con el nivel BIL apropiado. La parte activa deberá fijarse al corta circuito por medio de cemento, abrazaderas metálicas o tornillos pasadores de muy alta resistencia a la corrosión (bronce o acero inoxidable), en forma tal que proporcionen un ensamble seguro entre las diferentes partes. El aislador no deberá sufrir deterioro por efecto de la humedad, lluvia, viento y arena, contaminación, o por la concentración de esfuerzos mecánicos en las abrazaderas o tornillos del corta circuito en su apertura manual. Las dimensiones, así como pruebas y características mecánicas y eléctricas del aislador deberán cumplir con la norma NTC 1285 (ANSI C29.1 y 29.9).

➤ CONTACTOS

Los contactos deberán ser de cobre o bronce (con un mínimo de 80% de cobre) recubierto en plata o cualquier otro metal de iguales o superiores características conductoras y anticorrosivas. Los contactos deberán mantener y garantizar una muy buena presión mecánica y un área constante de contacto invariable con el uso para que siempre se logre buena transferencia de corriente, evite que los portafusibles se quemen o que se abra el corta circuito por vibración.

➤ TUBO PORTAFUSIBLE

Deberá ser preferiblemente de fibra de vidrio reforzada con resinas epóxicas, poliéster o fenólicas; el interior del tubo debe estar recubierto con sustancias que ayuden a la extinción del arco. Deberán estar provistos de ojos para el enganche, la apertura, cierre y retiro del mismo, con casquete (tapa sólida renovable) en su extremo superior el cual debe permitir la expulsión de los gases producto de la fusión del fusible. El ojo de enganche debe tener un diámetro interior no menor a 3,5 cm, para permitir la inserción del gancho de la pértiga. Las tapas renovables deberán cumplir con las dimensiones y presiones indicadas en el numeral 2.4.2 de

la norma NTC 2133. Acabado especial resistente a los rayos UV que asegurarán una larga vida. El porta fusible deberá ser del tipo de caída automática, girando sobre su eje inferior, con el mínimo desplazamiento lateral, para alcanzar la posición de abierto por debajo de la posición horizontal y se podrá remover del cuerpo principal por intermedio de pértiga. Además, deberá permitir la intercambiabilidad del fusible y cumplir con las dimensiones indicadas en el numeral correspondiente de la norma NTC 2133 (ANSI C37.42). Todo el mecanismo para el movimiento del porta fusible debe ser de material muy resistente a la corrosión (bronce) y diseñado con un mecanismo repulsor (resorte y gatillo de acero inoxidable) de tal forma que proporcione la mayor rapidez de 10 desconexión, garantizando su funcionamiento normal en condiciones de vientos fuertes y vibraciones del poste. Además, el diseño mecánico debe garantizar que en caso de apertura no se salga de su base. No se aceptarán cortacircuitos que requieran de herramientas para la intercambiabilidad de fusibles o la conexión de conductores.

➤ CONECTORES TERMINALES

Los conectores superior e inferior del corta circuito deberán ser del tipo ojo de presión fabricados en bronce estañado (con un mínimo de 80% de cobre), estar localizados sobre el eje central del corta circuito y adecuado para recibir conductores de cobre, aluminio y ASCR con calibres de 6 a 4/0 AWG para cortacircuitos con corrientes nominales de 100 A y 200 A. (1) El Canal de una pieza debe estar construido en pesado acero galvanizado (que también se utiliza para insertos, colgadores, pernos y tuercas estructurales) (2) Debe incluir un resorte firme que aplica una presión constante entre 25 a 50 libras al tubo fusible, minimizando la posibilidad de arco. (3) La fuerza que puede aplicarse para la apertura del tubo debe estar entre 30 a 40 libras, para ser aplicadas perpendicularmente al eje del tubo fusible. (4) El contacto superior debe estar diseñado en plata – plata que proporcionan una trayectoria dual para la corriente y permite una acción limpiadora durante la apertura y cierre • Contactos Inferiores De Plata-Plata; proporcionan una trayectoria dual para la corriente, independientemente del eje del muñón. Los resortes de respaldo de acero inoxidable previenen el arqueado cuando el tubo se eleva en la bisagra durante la recuperación.

➤ FUCIBLES

Función De Los Fusibles De Alta Tensión

La función del fusible o corta circuito de alta tensión es interrumpir el suministro a una instalación o parte de ella por la fusión de una de sus partes constitutivas, (Siendo esta la lámina del fusible) cuando la corriente que circula por éste excede

un valor prestablecido, en un tiempo dado, diseñados para las diferentes potencias de alta tensiones. Cumpliendo así con su función principal que es la de proteger los generadores, transformadores, redes y demás componentes de un sistema eléctrico. Un fusible seleccionado en forma adecuada debe abrir el circuito por destrucción del elemento fusible, eliminando el arco establecido durante la destrucción y luego mantener las condiciones del circuito abierto con tensión nominal aplicada en sus terminales, es decir que no haya arco a lo largo del elemento fusible. A pesar de que el fusible es simple en apariencia su función es compleja. Para que actúe en forma adecuada debe:

- Censar las condiciones tratando de proteger.
- Interrumpir la corriente rápidamente.
- Coordinar con otros dispositivos de protección.

Condiciones Que Deben Cumplir Los Fusibles de AT

- Enfriar el metal vaporizado.
- Absorber el vapor metálico condensado.
- Extinguir el arco que pueda mantenerse en el vapor metálico conductor.

La presencia de este polvo es la que confiere al fusible su alto poder de ruptura en el caso de cortocircuitos bruscos.

- Alta rigidez mecánicas.
- Brindar una buena estabilidad eléctrica para un el funcionamiento del sistema en buen estado.
- Ser resistentes a los cambios atmosféricos.
- Condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales, y Subestaciones y Centros de transformación.

➤ Criterio Para Selección De Los Fusibles

El criterio de selección se apoya básicamente en la UNE 21-122 "Guía de aplicación para la elección de fusibles de alta tensión destinados a utilizarse en circuitos con transformadores", si bien se han tomado en consideración otros aspectos como la utilización de una gama reducida de calibres para los centros propiedad de Iberdrola

con objeto de optimizar el stock, la coordinación con relés o fusibles de derivación aguas arriba o la utilización de un calibre mínimo de 12K para fusibles de expulsión

debido a la fusión intempestiva de los calibres bajos por descargas atmosféricas, entre otros.

Para la selección de un fusible se debe tener presente los siguientes conocimientos:

1. Tensión y nivel de aislamiento.
2. Tipo de sistema.
3. Máximo nivel de cortocircuito.
4. Corriente de carga.

➤ Selección De La Corriente Nominal

La corriente nominal del fusible debe ser mayor que la máxima corriente de carga. Debe permitirse un porcentaje de sobrecarga de acuerdo a las condiciones del equipo protegido. En el caso de transformadores de potencia, los fusibles deben ser seleccionados de tal forma que su característica tiempo-corriente este por arriba de la curva de energización (inrush) y por debajo de su límite térmico. Algunos fabricantes confeccionan tablas para la asistencia en la apropiada selección del fusible para diferentes valores nominales y disposiciones.

➤ Selección De La Tensión Nominal

La tensión nominal del fusible se determina a partir de las siguientes características:

- tensión máxima de fase o de línea.
- tipo de puesta a tierra.
- número de fases (tres o una).

Las características del sistema determinan la tensión vista por el fusible en el momento en que interrumpe la falla. Tal tensión debe ser igual o menor que la tensión nominal del fusible. Por lo tanto, debe aplicarse los siguientes criterios:

En sistemas aislados, la tensión nominal debe ser igual o mayor que la tensión máxima de línea.

En sistemas trifásicos puestos a tierra, para cargas monofásicas, la tensión nominal debe ser igual o mayor que la máxima tensión de fase y para cargas trifásicas la tensión nominal es seleccionada en base a la tensión de línea.

➤ Selección De La Capacidad De Cortocircuito De Los Fusibles.

La capacidad de cortocircuito del fusible debe ser igual o mayor que la corriente de falla trifásica calculada en el punto de instalación del fusible.

➤ Láminas De Fusibles De Alta Tensión

Láminas Fusibles Tipo Universal

Las láminas fusibles son dispositivos de protección contra sobre corrientes; se denominan Tipo Universal ya que su intercambiabilidad tanto mecánica como eléctrica, está normalizada para todos los fabricantes. FEDELCA produce Láminas fusibles bajo las normas IEEE - ANSI y CADAPE, en los tipos H.K. y T. desde 1 amp. Hasta 200 amp., en 15 y 34.5 KV. Las láminas fusibles FEDELCA, mantienen inalterables durante el servicio, sus características de tiempo-corriente de acuerdo con las curvas normalizadas. Su temperatura de trabajo es baja; para atender el objetivo de estabilidad de propiedades, se utiliza en el elemento fusible, metales o aleaciones que no están sujetas a oxidaciones progresivas y con temperaturas de trabajos inferiores a 100°C con punto de fusión en 230°C.



1.5 APARTARRAYOS

1.5.1 DEFINICIÓN Y OPERACIÓN DE APARTARRAYOS

El apartarrayos es un dispositivo (imagen 4) que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico. El apartarrayos se encuentra conectado permanentemente en el sistema y opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra. Su principio de operación

se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos electrodos cuya separación está determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar. Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos, basados en el principio general de operación. Los más empleados son los conocidos como apartarrayos tipo auto valvular y apartarrayos de resistencia variable.

La función del apartarrayos no es eliminar las ondas de sobre tensión presentadas durante las descargas atmosféricas, si no limitar su magnitud a los valores que no sean perjudiciales para las maquinas del sistema. Los apartarrayos protegen también a las instalaciones contra descargas directas, para lo cual tiene un cierto radio de protección. Para dar mayor seguridad a las instalaciones, contra descargas directas se instalan unas varillas conocidas como bayonetas e hilos de guarda semejantes a los que se colocan en las líneas de transmisión.

se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos electrodos cuya separación está determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar. Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos, basados en el principio general de operación. Los más empleados son los conocidos como apartarrayos tipo auto valvular y apartarrayos de resistencia variable.

La función del apartarrayos no es eliminar las ondas de sobre tensión presentadas durante las descargas atmosféricas, si no limitar su magnitud a los valores que no sean perjudiciales para las maquinas del sistema. Los apartarrayos protegen también a las instalaciones contra descargas directas, para lo cual tiene un cierto radio de protección. Para dar mayor seguridad a las instalaciones, contra descargas directas se instalan unas varillas conocidas como bayonetas e hilos de guarda semejantes a los que se colocan en las líneas de transmisión.



Imagen 7

➤ NIVEL BÁSICO AL IMPULSO MANIOBRA

Para tensiones de impulso del tipo de maniobra el comportamiento de un aislante auto regenerativo y especialmente de espacios en aire, es muy diferente al que se acaba de analizar para los impulsos del tipo atmosférico. Los tiempos de frente y de cola de los impulsos de maniobra son mucho mayores que lo de los atmosféricos, lo que implica que para tiempos cercanos a T_{cr} , la tensión varía mucho más lentamente, esto es, valores de tensión cercanos al de cresta se mantienen sobre el aislamiento tiempo suficiente como para dar lugar a la formación de la descarga disruptiva completa, si es que se ha excedido el límite de la tensión crítica correspondiente a la forma de onda utilizada. En consecuencia, aun para tensiones de cresta que son levemente superior a la tensión crítica, la ruptura dieléctrica se produce casi siempre sobre la cresta de la onda o sobre su frente, pero en la mayoría de los casos prácticos próxima a la cresta. Por otra parte, se puede comprobar que la tensión de cresta crítica U_c varía con la forma de onda de impulso aplicada, en particular en función del tiempo a la cresta T_{cr} . Se ve entonces que el comportamiento de un aislamiento a solicitaciones del tipo de los impulsos de maniobra, se podrá caracterizar a los fines prácticos por medio de una curva “tensión disruptiva crítica – tiempo a la cresta” (U_c vs. T_{cr}),. Una característica $U_c - T_{cr}$ es una simplificación ya que no se ha tenido en cuenta el carácter aleatorio implícito en el proceso de la ruptura dieléctrica. Una particularidad de los aislamientos auto regenerativos frente a los impulsos del tipo de maniobra es que su característica tensión-tiempo suele presentar un mínimo.

➤ NIVEL BÁSICO AL IMPULSO DE DESCARGAS

El comportamiento de un aislador sometido a impulsos de voltajes similares a los producidos por rayos depende principalmente de su longitud y en grado menor de

la geometría del aislador, el valor al que se flamea un aislador sometido a impulsos de voltaje depende tanto de la magnitud de los impulsos como del tiempo que estén aplicados. Si se somete un aislador a una serie de impulsos de voltaje de forma de onda normalizada ($1.5 \times 40 \mu\text{s}$) y de diversos valores de cresta y se traza la gráfica determinada por el valor de cresta de cada onda y el tiempo que tarda en producirse el flameo del aislador se obtiene la curva mostrada en la figura 3.5, que se llama curva voltaje – tiempo del aislador.

➤ DISTANCIA DE NO FLAMEO

El voltaje de flameo al impulso crítico V_c de un aislador se define como el valor de cresta de la onda que causa flameo del aislador en la cola de la onda el 50% de las veces que se aplica una onda normalizada de dicha magnitud; el nivel de aislamiento al impulso V_i (BIL) de un aislador es el valor de cresta de la onda de mayor magnitud que soporta el aislador sin flamearse.

➤ Distancia de flameo en seco

La distancia de flameo en seco, de un aislador es la distancia más corta medida a través del medio circundante entre las partes conductoras. En caso de existir partes metálicas conductoras intermedias, la distancia de fuga en seco es la suma de las distancias parciales medidas según se indica en la definición de distancia de fuga. Las pruebas más comúnmente realizadas a aisladores pueden agruparse en tres categorías: pruebas prototipo, pruebas de flameo y pruebas de rutina. Las pruebas prototipo por lo general se hacen para probar la calidad del producto de los fabricantes, las pruebas de flameo normalmente se hacen para hacer correcciones al diseño y las pruebas de rutina se hacen a todos los aisladores cuyos prototipos han sido aceptados.

➤ Prueba de flameo en seco por un minuto

Esta prueba consiste en aplicar a un aislador limpio montado en la forma normal una tensión a la frecuencia nominal del sistema (60Hz en nuestro país), la tensión se aumenta en forma gradual hasta los valores que especifica la norma y se mantiene durante un minuto hasta que el flameo ocurra. El aislador se hace flamear por lo menos otras cuatro veces incrementando en cada caso la tensión de flameo hasta que llegue al valor de prueba aproximadamente en 10 segundos y la media de las 5 aplicaciones consecutivas no debe ser menor que el valor que se establezca en la norma. 75 3.9.4.

➤ Prueba de flameo en húmedo y prueba de lluvia por un minuto

En estas pruebas el aislador montado normalmente se moja con agua inyectada en forma de rocío con características tales que tenga una resistencia entre 900 y 1100 OHMS/mm con una temperatura del orden de 10 °C de la temperatura ambiente en la vecindad del aislador durante la prueba. El agua se aplica con un ángulo de 45° teniendo un volumen equivalente a una precipitación media del orden de 3.00 mm/min. El aislador con una tensión aplicada del 50% de la prueba de un minuto se le rocía con el agua durante 2 minutos y entonces se eleva la tensión al valor de la prueba durante un minuto, en un tiempo de 10 segundos

aproximadamente y se mantiene en ese valor durante un minuto. A partir de este valor se aumenta la tensión hasta que ocurre el flameo, el procedimiento se repite tomando un tiempo entre pruebas de unos 10 segundos hasta que el aislador flamee por lo menos otras cuatro veces, la tensión de flameo no debe ser menor que las que se especifiquen en las normas según sea el tipo de aislador.

➤ COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Comprende la selección de la soportabilidad o resistencia eléctrica de un equipo y su aplicación en relación con las tensiones que pueden aparecer en el sistema en el cual el equipo será utilizado, teniendo en cuenta las características de los dispositivos de protección disponibles, de tal manera que se reduzca a niveles económicos y operacionalmente aceptables la probabilidad de que los esfuerzos de tensión resultantes impuestos en el equipo causen daño al aislamiento o afecten la continuidad del servicio.

1.5.2 NATURALEZA DE LAS SOBRETENSIONES Y SUS EFECTOS EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

Las sobretensiones que se presentan en las instalaciones de un sistema pueden ser de dos tipos:

➤ sobretensiones de tipo atmosférico:

Las tormentas eléctricas son acontecimientos muy habituales y peligrosos. Se estima que en nuestro planeta se producen simultáneamente unas 2000 tormentas y que cerca de 100 rayos descargan sobre la tierra cada segundo. En total, esto representa unas 4000 tormentas diarias y 9 millones de descargas atmosféricas cada día. Al impactar, el rayo provoca un impulso de corriente que llega a alcanzar decenas de miles de amperios. Esta descarga genera una

sobretensión en el sistema eléctrico que puede causar incendios, destrucción de maquinaria e incluso muertes de personas.

➤ sobretensiones por fallas en el sistema:

Las sobretensiones pueden llegar a ocasionar la avería permanente de los circuitos eléctricos, haciendo que queden inservibles. Pueden llegar incluso a provocar incendios.

➤ SOBRETENSIONES DE CONMUTACIÓN

Estas sobretensiones son generadas en la línea eléctrica, fundamentalmente debido a estos dos motivos: $\frac{3}{4}$ Conmutaciones de maquinaria de gran potencia: Los motores eléctricos son cargas muy inductivas cuya conexión y desconexión provoca sobretensiones. Existen asimismo otros procesos capaces de producirlas, como por

ejemplo el encendido y apagado del arco de soldadura. $\frac{3}{4}$ Maniobras y/o defectos en el suministro eléctrico: En caso de cortocircuito en algún punto de la red, las protecciones de la compañía eléctrica responden abriendo el circuito y con subsiguientes intentos de reenganche por si fuera una falta transitoria, lo que genera las sobretensiones típicas de conexión de cargas inductivas. Mecanismos de propagación El mecanismo de propagación predominante de las sobretensiones de conmutación es por conducción, ya que se originan en las mismas redes de suministro eléctrico. Es en las descargas eléctricas atmosféricas donde se puede manifestar toda la gama de formas de propagación.

➤ SOBRETENSIONES CONDUCIDAS

El rayo puede impactar directamente en las líneas aéreas. La sobretensión se propaga y llega al usuario, derivándose a tierra a través de sus equipos y produciéndoles averías. Un error bastante frecuente es pensar que las descargas incidentes en las líneas eléctricas de distribución (Media Tensión) no llegan a las de Baja Tensión debido al aislamiento galvánico proporcionado por el transformador existente. Esto es falso debido a que dicho aislamiento es efectivo a frecuencias nominales de la red, 50 Hz, mientras que para las formas de onda asimiladas al rayo el transformador permanece casi transparente, provocando poca atenuación.

➤ SOBRETENSIONES INDUCIDAS

El campo electromagnético que provocan las descargas eléctricas induce corrientes transitorias en los objetos próximos, transmitiéndolas al interior de las instalaciones y dañando a los equipos.

➤ SOBRETENSIONES CAPACITIVAS

Siempre existe un acoplamiento capacitivo, también llamado capacidad parásita, entre cualquier pareja de conductores. Las sobretensiones capacitivas son más importantes cuanto mayor sea la rapidez de la forma de onda de tensión implicada

➤ AUMENTOS DEL POTENCIAL EN LAS TOMAS DE TIERRA

Este mecanismo es un caso particular de las sobretensiones conducidas antes mencionadas pero dada su elevada incidencia se van a resaltar dentro de un apartado propio. Cuando un rayo se dispersa en tierra, la corriente de descarga puede elevar el potencial de tierra varios miles de voltios alrededor del punto de impacto en el terreno como consecuencia de la corriente que se dispersa. Cualquier objeto sobre el terreno afectado adquirirá la tensión asociada durante ese instante, lo que puede originar una diferencia de tensión peligrosa respecto a otros puntos de la instalación. Hay que prestar especial atención a los elementos metálicos enterrados, como cañerías y tomas de tierra.

➤ DISTANCIA DE AISLAMIENTO

Esta denominación reagrupa dos nociones, una de distancia en el gas (aire, SF₆, etc.) y la otra de la «línea de fuga» de los aislantes sólidos

- La distancia en el gas es el camino más corto entre dos partes conductoras.
- La línea de fuga es igualmente el camino más corto entre dos conductores, pero siguiendo la superficie exterior de un aislante sólido.

Estas dos distancias están directamente ligadas al afán de protección contra las sobretensiones, pero sus tensiones soportadas no son idénticas.

CONCLUSION

Las subestaciones eléctricas son muy importantes en nuestra vida cotidiana ya que es la encargada de suministrar energía eléctrica a las industrias o a los hogares.

Así mismo, existen diferentes tipos de subestaciones eléctricas, cada una con una función específica. Por ejemplo, las subestaciones de transformación sólo realizan la función de transformar la energía eléctrica de alta a baja tensión, mientras que las subestaciones de conmutación son utilizadas para conectar y desconectar diferentes líneas y sistemas de distribución de energía.

En una subestación eléctrica se pueden encontrar diversos equipos y dispositivos, entre los que se incluyen transformadores, interruptores, dispositivos de protección y control, y otros equipos auxiliares. Estos dispositivos son esenciales para garantizar el correcto funcionamiento de la subestación y para proteger el equipo y las líneas de transmisión de fallos y sobrecargas.

Para que una subestación tenga un rendimiento óptimo, es necesario darle mantenimiento adecuado para su correcta operación. Existen los mantenimientos preventivos y correctivos, para los cuales hay que saber el daño que podría tener la subestación o repararla antes de que está falle. Hay que tomar las medidas necesarias para entrar a la subestación y después hay que tener conocimiento previo de lo que se va a realizar para así evitar algún tipo de accidente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://1library.co/document/yewwxk4y-definicion-clasificacio-n-y-elementos-constitutivos-de-una-subestacio-n.html>

<https://idoc.pub/documents/13-interruptores-de-potencia-dvlrd16eyp4z>

<https://subelectricas2191.blogspot.com/2019/02/11-definicion-clasificacion-y-elementos.html>

<https://subelectricas2191.blogspot.com/2019/02/12-clasificacion-y-tipos-de.html>

<https://es.scribd.com/document/497675059/1-5-apartarrayos>



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
SAN ANDRÉS TUXTLA

2AN ANDRES TUXTLA
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA



INGENIERÍA
ELECTROMECÁNICA

TEMAS:

1.4. CUCHILLAS Y FUSIBLES. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN,
ESPECIFICACIÓN Y OPERACIÓN

1.5. APARTARRAYOS.

1.5.1. DEFINICIÓN Y OPERACIÓN DE APARTARRAYOS

1.5.2. NATURALEZA DE LAS SOBRETENSIONES

ALUMNOS:

JODAI MORALES MONTAN-201U0408

MATERIA: SUBESTACIONES ELECTRICAS

GRUPO 802"A"

PROFESOR: ING. JUAN LUIS BAIZABAL CHAPARROS

SAN ANDRES TUXTLA VER, 22 DE FEBRERO DEL 2024

1.4. CUCHILLAS Y FUSIBLES. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN, ESPECIFICACIÓN Y OPERACIÓN

DEFINICIÓN

Una cuchilla es un elemento que sirve para desconectar físicamente un circuito eléctrico. Por lo general se operan sin carga, pero con algunos aditamentos se puede operar con carga, hasta ciertos límites.

Las cuchillas o seccionadores es otro tipo de interruptores, ya que interrumpen y restablecen la continuidad en un circuito eléctrico. Su operación se efectúa sin carga (corriente), pero algunos aditamentos se pueden operar con carga, hasta ciertos límites.



CLASIFICACIÓN

1. Transformador.
2. Interruptor de potencia.
3. Restaurador.
4. Cuchillas fusibles.
5. Cuchillas desconectoras y cuchillas de prueba.
6. Apartarrayos.
7. Tableros duplex de control.
8. Condensadores.
9. Transformadores de instrumento.

ESPECIFICACIÓN

Atributo	Valor
Corriente Nominal	1.4kA
Tamaño de Fusible	NH3
Tensión Nominal	690V ac
Estándar del Fusible	CE, CSA, IEC 60269, UL
Categoría de Aplicación	aR
Anchura de la Lengüeta	32mm
Longitud Total	150mm
Tipo de cuchillas	De cuchillas
Longitud del Cuerpo	87mm
Anchura del Cuerpo	71mm
Altura del Cuerpo	68mm
Dimensiones de fusibles	87 x 71 x 68mm
Serie	Eaton Bussman

OPERACIÓN

- ❖ Garantizar un aislamiento dieléctrico a tierra y sobre todo en la apertura.
- ❖ AISLADORES: El aislador del corta circuito deberá ser de porcelana densa, homogénea procesada en húmedo libre de defectos que alteren sus características eléctricas y mecánicas
- ❖ CONTACTOS: Los contactos deberán ser de cobre o bronce (con un mínimo de 80% de cobre) recubierto en plata o cualquier otro metal de iguales o superiores características conductoras y anticorrosivas.
- ❖ TUBO PORTAFUSIBLE: Deberá ser preferiblemente de fibra de vidrio reforzada con resinas epóxicas, poliéster o fenólicas; el interior del tubo debe estar recubierto con sustancias que ayuden a la extinción del arco
- ❖ FUCIBLES: La función del fusible o corta circuito de alta tensión es interrumpir el suministro a una instalación o parte de ella por la fusión de una de sus partes constitutivas, (Siendo esta la lámina del fusible) cuando la corriente que circula por éste excede



1.5. APARTARRAYOS.

1.5.1. DEFINICIÓN Y OPERACIÓN DE APARTARRAYOS

DEFINICIÓN

Un apartarrayos es un dispositivo protector para limitar el voltaje en el equipo mediante la descarga o la derivación de la corriente de sobrevoltaje. Evita que el flujo continuo siga corriente a tierra y es capaz de repetir estas funciones según lo especificado por la norma ANSI C62.11. Un disipador no absorbe los rayos ni los detiene. Desvía el rayo, limita el voltaje y protege el equipo instalado en paralelo.

Los apartarrayos tienen muchas aplicaciones, desde la protección de un hogar hasta una subestación de servicios públicos. Se instalan en disyuntores dentro de una casa residencial, dentro de transformadores montados en plataformas, transformadores montados en postes, en postes



OPERACIÓN

Un apartarrayos debe ser capaz de soportar el voltaje continuo de frecuencia de potencia para el cual está diseñado para funcionar. Debe descargar cualquier energía transitoria del sistema en forma de corriente, a la vez que debe evitar que el voltaje en todo el equipo se vuelva excesivo. Debe operar en el mismo entorno que el equipo protegido. La capacidad de sobrevoltaje temporal (TOV) muestra el sobrevoltaje permitido y la duración que un disipador puede soportar sin daños.

- Los disipadores pueden funcionar debido a una variedad de razones:
- La condición de TOV duró demasiado tiempo
- El disipador tiene un tamaño insuficiente
- Los picos de rayos experimentados fueron mayores que la capacidad de servicio
- Degradación del espacio en los disipadores de carburo de silicona
- Deterioro de la cubierta de polímero a base de aceite debido a la fuga del aditivo de aceite de silicona
- Vida silvestre
- Envejecimiento del disco

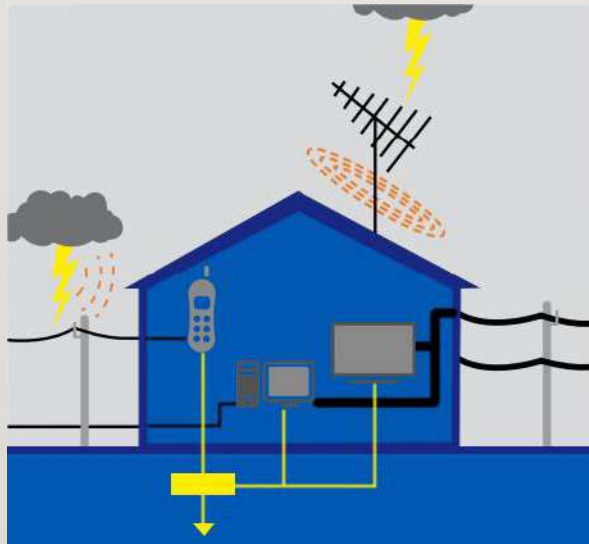


1.5.2. NATURALEZA DE LAS SOBRETENSIONES

Por descargas atmosféricas: El impacto de un rayo provoca un impulso de corriente que alcanza decenas de miles de amperios.

Sobretensiones de conmutación: Se generan en las líneas eléctricas debido a dos motivos: por la conexión y desconexión de dispositivos electrónicos de gran potencia y por maniobras o defectos en el suministro eléctrico.

Las sobretensiones transitorias no sólo se producen en las líneas de distribución eléctrica, también son habituales en cualquier línea formada por conductores metálicos, como las de telefonía, comunicación, medición y datos. Las más comunes son debidas a conmutaciones de maquinaria, pero las más destructivas se deben a descargas atmosféricas



CONCLUSION

Las subestaciones eléctricas son muy importantes en nuestra vida cotidiana ya que es la encargada de suministrar energía eléctrica a las industrias o a los hogares.

Así mismo, existen diferentes tipos de subestaciones eléctricas, cada una con una función específica. Por ejemplo, las subestaciones de transformación sólo realizan la función de transformar la energía eléctrica de alta a baja tensión, mientras que las subestaciones de conmutación son utilizadas para conectar y desconectar diferentes líneas y sistemas de distribución de energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ❖ <https://www.monografias.com/trabajos90/equipo-primario-subestacion-electrica/equipo-primario-subestacion-electrica>
- ❖ <https://www.eaton.com/cr/es-mx/products/medium-voltage-power-distribution-control-systems/lightning-arresters/surge-arresters--fundamentals-of-surge-arresters.html#:~:text=Un%20apartarrayos%20es%20un%20dispositivo,por%20la%20norma%20ANSI%20C62.>
- ❖ <https://www.eaton.com/cr/es-mx/products/medium-voltage-power-distribution-control-systems/lightning-arresters/surge-arresters--fundamentals-of-surge-arresters.html#:~:text=Un%20apartarrayos%20es%20un%20dispositivo,por%20la%20norma%20ANSI%20C62.>

EXAMEN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

UNIDAD I

Se ha registrado el correo del encuestado (201u0408@alumno.itssat.edu.mx) al enviar este formulario.

Nombre completo comenzando por tus apellidos: *

Morales Montan jodai

Número de control: *

201U0408

Fecha: *

DD MM AAAA

28 / 02 / 2024

Grupo: *

802 A



Lea cuidadosamente y seleccione la respuesta correcta.

Es el componente de los sistemas eléctricos de potencia donde se modifican los parámetros de tensión y corriente:

* 2 puntos

- El restaurador
- El apartarrayos
- Subestación Eléctrica

Es un equipo capaz de conectar y desconectar circuitos de potencia, cuya función es la de separar visiblemente una porción de un circuito que se encuentra desenergizada del resto del sistema:

* 2 puntos

- El restaurador
- Una cuchilla
- El transformador

Es un dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobre tensiones de origen atmosférica:

* 2 puntos

- Una cuchilla
- El restaurador
- El apartarrayos

Es una máquina estática que trabaja en base al principio de inducción electromagnética, * 2 puntos
aislada eléctricamente y eslabonada magnéticamente:

- El transformador
- Subestación Eléctrica
- Interruptores de potencia

Es un dispositivo electromecánico habilitado para sensibilizar e interrumpir con * 2 puntos
determinado tiempo, sobre corrientes en un circuito debida a la eventualidad de una
falla, así como efectuar recierres automáticamente reenergizando el circuito:

- El apartarrayos
- El restaurador
- Interruptores de potencia

Las subestaciones Eléctricas: Elevadoras, reductoras, de enlace y de switcheo están * 2 puntos
clasificadas por su:

- Servicio
- Tamaño
- Función

Las subestaciones: Rectificadoras, intemperie, interior, blindadas y SF6, están clasificadas por su:

* 2 puntos

- Servicio
- Tamaño
- Construcción

El transformador de potencia, interruptor de potencia, restaurador, cuchillas fusibles, apartarrayos entre otros son elementos:

* 2 puntos

- De una subestación reductora
- Principales
- De mayor seguridad

El núcleo del circuito magnético, devanados, bobinas, relé de protección buchholz, aislamiento, tanque o recipiente, boquillas, válvula de carga de aceite, son algunas partes que constituyen al:

* 2 puntos

- Transformador
- Equipo de protección
- Apartarrayos

Se le conoce así a la instalación de dispositivos eléctricos de una subestación, cuya función principal es conectar y desconectar los diferentes circuitos eléctricos:

* 2 puntos

- Interruptores de potencia
- De switcheo
- Hexafluoruro de azufre

Lee cuidadosamente y selecciona V si la respuesta es verdadera y F si la respuesta es falsa.

Los elementos que constituyen una subestación pueden clasificarse en: Intemperie, Interior, blindadas y hexafluoruro de azufre.

* 2 puntos

- V
- F

El tanque y la tapa del transformador están fabricados de acero al silicio. *

2 puntos

- V
- F

Las cuchillas operan con línea muerta *

2 puntos

- V
- F

Cables de potencia, cables de control, alumbrado, estructura , y herrajes son algunos elementos primarios del transformador

* 2 puntos

V

F

Las subestaciones eléctricas tipo interior rectifican o convierten corriente alterna en corriente continua y viceversa

* 2 puntos

V

F

Este formulario se creó en INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA.

Google Formularios