

# Estaciones y subestaciones transformadoras de ENERGÍA ELÉCTRICA



**RISK AND CLAIM ADVISOR**  
**ESTACIONES Y SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS  
DE ENERGIA ELECTRICA**

## **PRESENTACION**

A través de ésta presentación podremos conocer, estudiar y analizar la constitución y funcionamiento de las estaciones y subestaciones transformadoras de energía eléctrica. Veremos los distintos tipos de subestaciones transformadoras según su función y su emplazamiento. Conoceremos cómo las estaciones transformadoras van modificando la electricidad durante el proceso de distribución de la energía acorde a las necesidades técnicas.

En lo que se refiere a los elementos que conforman las estaciones y subestaciones transformadoras de energía, aprenderemos a cerca de los aparatos de maniobra y corte, los tipos de seccionadores y de disyuntores, los aparatos y equipos de protección y medida. También nos familiarizaremos con los tipos de transformadores de energía, el funcionamiento de los relés de protección, los transformadores de potencia, la transmisión de información en los sistemas eléctricos, y mucha más información relacionada a las estaciones y subestaciones transformadoras de energía.

### 1 Energía. Estaciones transformadoras y Subestaciones

Una Subestación, es aquella instalación compuesta por los adecuados elementos de mando, corte, medida, regulación, transformación y protección; y cuya misión es la de reducir los valores de muy alta tensión a valores aptos para la distribución eléctrica.

¿Qué es una estación transformadora?: al igual que la subestación, la estación transformadora es una instalación formada por elementos de mando, corte, medida, regulación, transformación y protección; y cuya misión es la de reducir los valores de alta tensión procedentes de las subestaciones transformadoras en valores de media tensión.

Transformación	Fase en la que se realiza	Instalación en la que se realiza
Alta - Muy Alta Tensión	Producción	Estación Elevadora
Muy Alta - Alta Tensión	Transporte	Sub Estación Transformadora
Alta - Media Tensión	Distribución	Estación Transformadora
Media - Baja Tensión	Distribución	Centro de Transformación

En la siguiente tabla se muestran los valores de Alta y Media Tensión movilizados:

Tipo	Valor kV	Uso
Media Tensión (MT)	3	Producción y Distribución de Energía
	6	
	10	
	15	
	20	
Alta Tensión (AT)	30	Transporte y Distribución de Energía
	45	
	66	
	132	

Muy Alta Tensión (MAT)	230	Transporte de Energía
	400	

## 2 Energía. Subestaciones transformadoras según su función

Atendiendo a la función que desempeñan dentro de la red de transporte de energía eléctrica se distinguen los siguientes tipos de subestaciones transformadoras:

- De interconexión: en este caso no existe transformación de la energía eléctrica, ya que su única labor es la de disponer del equipamiento necesario para realizar la interconexión de varias líneas correctamente. Esto ocurre cuando el trazado de varias líneas confluyen en un mismo lugar; disponiendo de este tipo de subestaciones ese vitara que puedan existir problemas en dichas líneas debidos a la proximidad de ambas entre sí.

- De transformación pura: básicamente su labor es la descrita anteriormente: "es aquella instalación compuesta por los adecuados elementos de mando, corte, medida, regulación, transformación y protección y cuya misión es la de reducir los valores de muy alta tensión a valores aptos para la distribución". Su disposición más normal es la de recibir dos líneas en muy alta tensión y derivar en una en alta tensión.

- Interconexión con transformación: misma función que las de interconexión simple, con la función añadida de la transformación de la corriente eléctrica. Su uso es muy extendido.

- De central: este tipo de subestaciones se disponen al pie de las centrales generadoras. Su uso viene dado por la imposibilidad de construir estaciones elevadoras en la proximidad de algunas centrales. De esta manera se realiza la elevación de la tensión en la misma central sin la necesidad de disponer de una segunda estación elevadora, se podría decir que las subestaciones transformadoras de central son en realidad estaciones elevadoras con distinto nombre ya que realizan la misma función.



Subestación transformadora contigua a una Central de Generación

## 3 Energía. Subestaciones transformadoras según su emplazamiento

Generalmente, el emplazamiento de una subestación transformadora depende de varios factores: de la situación del terreno, de las condiciones meteorológicas, del grado de seguridad y vida útil que se le quiera dar a la instalación o más básicamente del aspecto económico de la construcción. Dependiendo de donde se sitúe la instalación se distinguen varios tipos de subestaciones transformadoras:

**De intemperie:** se construyen en el exterior, son las más usuales y no requieren edificación envolvente complementaria. Tienen por inconveniente el tener que estar perfectamente protegidas contra condiciones ambientales adversas, contaminación, humedad, ambiente salino, etc., no siendo aptas para lugares en que estos factores llegan a niveles altos de ocurrencia.

**De interior:** presentan una principal ventaja frente a las de intemperie y es la de obtener una mayor protección frente a los factores antes mencionados (humedad, contaminación, inclemencias atmosféricas, ambiente salino...). Evidentemente necesitan la construcción de un edificio suficiente para albergar la totalidad de elementos que la componen. A pesar de ser interiores, los transformadores se siguen situando a la intemperie.



Subestación transformadora de interior. En la imagen se puede apreciar que a pesar de ser una instalación interior, el transformador se sitúa en el exterior

- **Ventajas:** Mayor protección (contaminación, humedad, ambiente salino), requieren distancias y espacios menores.
- **Inconvenientes:** Mayores costos (compromiso con el precio del suelo en zona urbana). Con problemas de alarma de incendios (saltan las protecciones por ionización del aire)

**Blindadas:** son aquellas que usan el hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>, como elemento aislante (no inflamable) en todos sus elementos (interruptores, transformadores...). Este aislante consigue reducir la distancia necesaria entre elementos, logrando así disponer de la instalación en un menor espacio. Por el contrario son evidentemente más caras, debido a que los elementos que usan el hexafluoruro de azufre son más costosos que los que usan, por ejemplo, aceite, con un mantenimiento más reducido.

Adicionalmente, permiten un tamaño de transformadores proporcional a la potencia. Por ejemplo, para un equipo de 220kV, se requieren las siguientes distancias de separación:

Intemperie: 4 m.      Interior: 2 m      Blindadas: 0,15 m

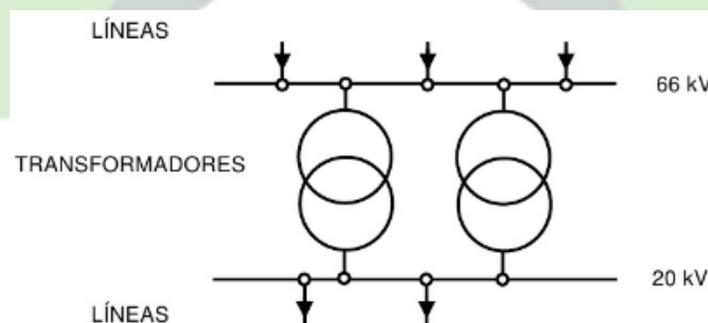
Rurales: prácticamente en desuso. Se sitúan dentro de edificaciones pequeñas (300 m<sup>2</sup>), y se usan cuando es necesaria su utilización en las proximidades de pequeños núcleos urbanos siempre que, por diversas circunstancias, no sea posible situarla en intemperie. Además, suelen ser de menor calidad de servicio; No permiten demasiadas maniobras; Suelen ser de tensión de reparto/distribución (66/20 kV)

#### 4 Energía. Visión global de las estaciones y subestaciones

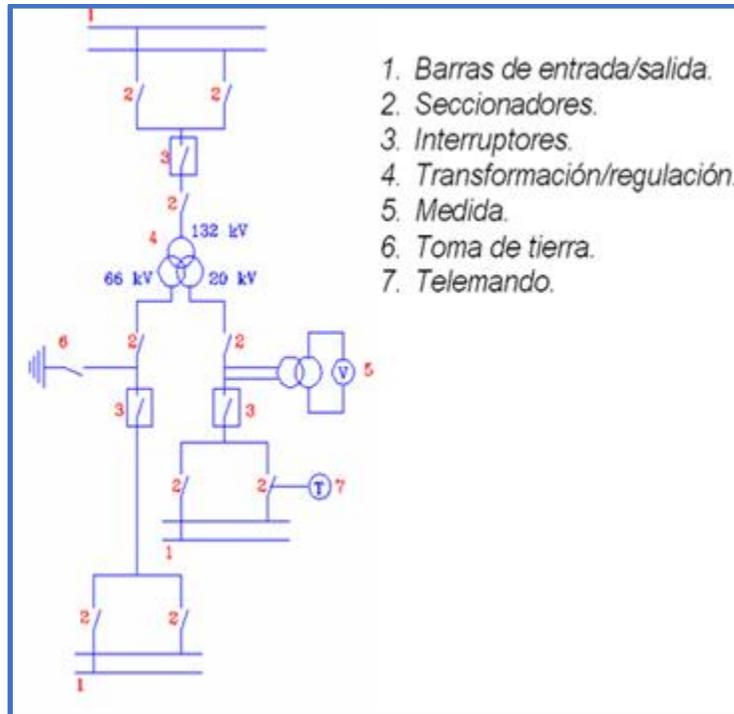
Muy básicamente se podría decir que las subestaciones y estaciones transformadoras se componen de seis partes que serían: Mando, Regulación, Corte, Protección, Transformación y Medida. En realidad las labores de mando, corte y protección pueden aparecer combinadas, ya que el equipo utilizado en estos tipos de instalaciones lo permite. Esencialmente, los equipos de una subestación son:

- Líneas
- Entrada-Salida. Barras o embarrado (barrado) – barras de reparto de intensidad
- Transformador de potencia
- Sistemas de maniobra y corte
- Equipos de transformación
- Relés de protección (De línea, de transformador, de batería de condensadores)
- Elementos de medida (Transformadores y Equipos de medida)
- Pararrayos
- Celdas
- Servicios auxiliares
- Instalaciones de mando y control
- Baterías (Alimentación de protecciones)
- Mando (Cuadros de mando directo y telemando)
- Obra civil

Normalmente, la totalidad del equipamiento de una Subestación de transformación cuenta con un ESQUEMA o DIAGRAMA UNIFILAR, donde se identifican los equipos y tipos de protección. Por ejemplo:



ó más completo:

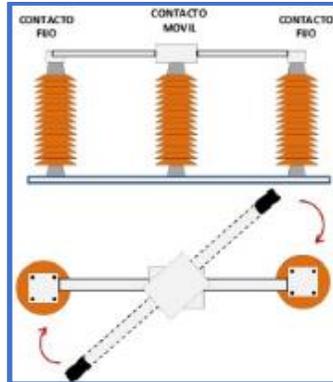


Esquema unifilar de una subestación  
Transformadora 132 / 66-20 kV

### 5 Energía. Aparatos de maniobra y corte

Su función es la de permitir un servicio continuo y aislar eléctricamente partes del sistema que, por diferentes motivos, deban quedar libres de tensión. En las estaciones y subestaciones transformadoras se encuentran los siguientes aparatos que realizan funciones de corte y maniobra.

- Seccionadores: se usan para cortar tramos del circuito de forma visible. Para poder realizar la maniobra necesitan estar libres de carga, es decir, en el momento de la apertura no debe circular corriente alguna a través de él.
- Interruptores: estos dispositivos son capaces de soportar grandes corrientes de cortocircuito durante un periodo determinado de tiempo, esto les permite realizar la maniobra con carga. Deben accionarse de forma manual y su apertura no es visible.
- Interruptor-seccionador: realizan la misma función del interruptor con la peculiaridad de que su apertura se aprecia visualmente.
- Interruptores automáticos o disyuntores: al igual que los interruptores, realizan la labor de maniobra en condiciones de carga. En realidad estos son los usados habitualmente y no los interruptores manuales, ya que estos actúan automáticamente en caso de anomalía eléctrica. Para este accionamiento automático se ayudan de unos aparatos llamados relés de protección. Deben incorporar un sistema de extinción del arco eléctrico para su correcto funcionamiento.



Seccionador de Columnas giratorias. Este seccionador tiene tres apoyos, de los cuales uno es el que realiza el movimiento, manteniendo fijos los otros dos. El dispositivo de accionamiento está ubicado en el aislador central. El campo de accionamiento es en subestaciones a la intemperie de hasta 110 kV



El Interruptor de potencia es un dispositivo electromecánico cuya función es la de conectar y desconectar circuitos eléctricos bajo condiciones normales o de falla.

En un interruptor, al iniciarse la interrupción de la corriente se forma un arco entre los contactos que se separan.

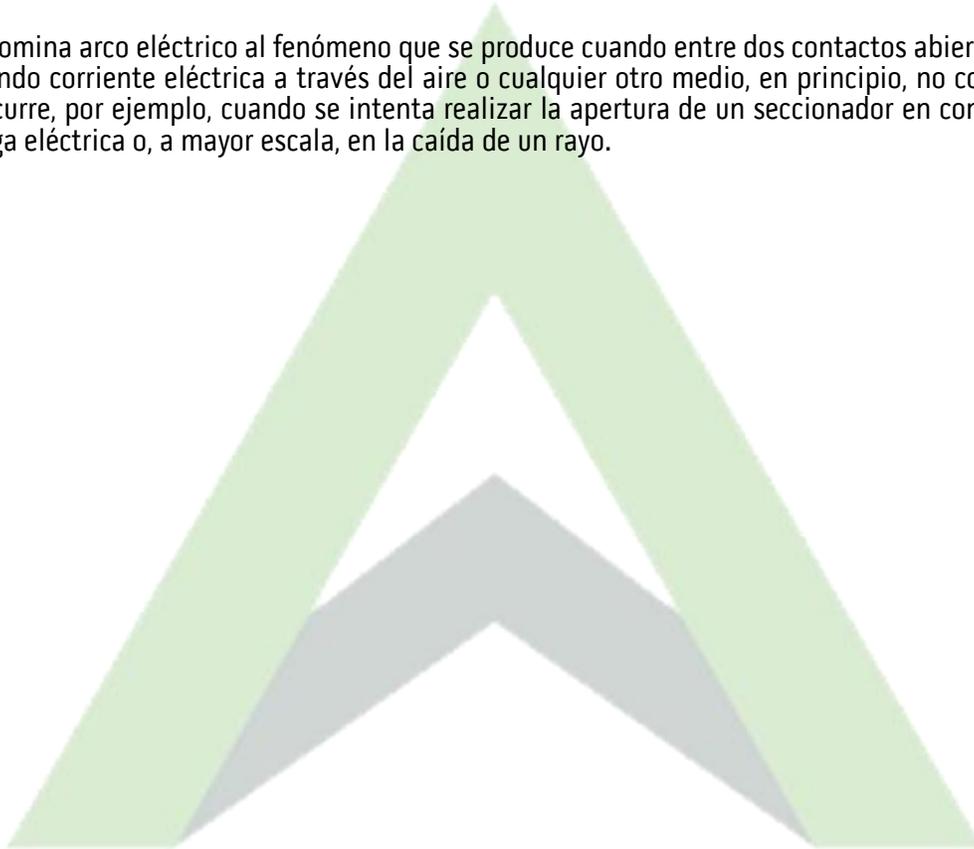


Interruptor – Seccionador

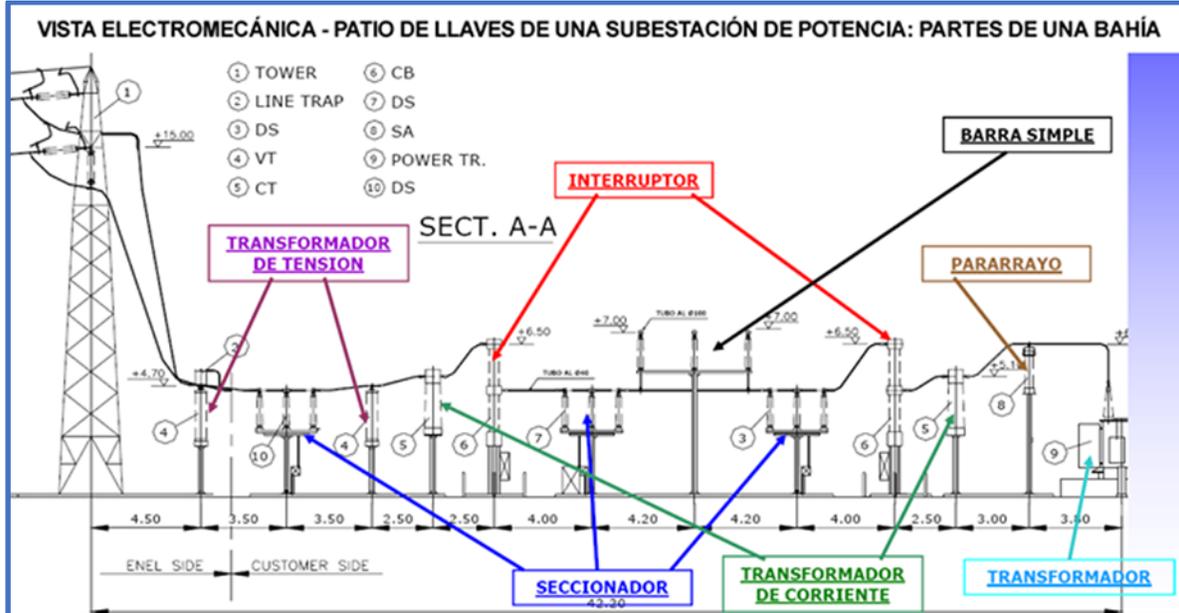


Disyuntor o Corta-circuitos trifásicos que se sientan en una subestación eléctrica

Se denomina arco eléctrico al fenómeno que se produce cuando entre dos contactos abiertos sigue circulando corriente eléctrica a través del aire o cualquier otro medio, en principio, no conductor. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se intenta realizar la apertura de un seccionador en condiciones de carga eléctrica o, a mayor escala, en la caída de un rayo.



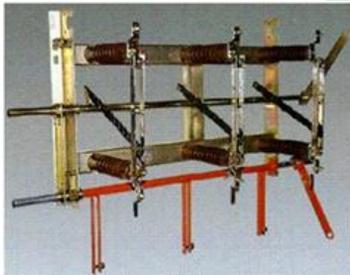
**INSTALACIONES BASICAS DE UNA SUBESTACION**



FUENTE: BATECH – sectorelectricidad.com

**6 Estaciones. Tipos de seccionadores**

Atendiendo a su forma constructiva y a la forma de realizar la maniobra de apertura, se distinguen cinco tipos de seccionadores empleados en alta y muy alta tensión.



- Seccionador de cuchillas giratorias: como su propio nombre indica, la forma constructiva de estos seccionadores permite realizar la apertura mediante un movimiento giratorio de sus partes móviles. Su constitución permite el uso de este elemento tanto en interior como en intemperie.

- Seccionador de cuchillas deslizantes: el movimiento de sus cuchillas se produce en dirección longitudinal (de abajo a arriba). Son los más utilizados debido a que requieren un menor espacio físico que los anteriores, por el contrario, presentan una capacidad de corte menor que los seccionadores de cuchillas giratorias.





Seccionadores de columnas giratorias.

- Seccionadores de columnas giratorias: su funcionamiento es parecido al de los seccionadores de cuchillas giratorias, la diferencia entre ambos radica en si la pieza aislante realiza el movimiento de manera solidaria a la cuchilla o no. En los seccionadores de columnas giratorias, la columna aislante que soporta la cuchilla realiza el mismo movimiento que ésta. Están pensados para funcionar en intemperie a tensiones superiores a 30 kV

¿Por qué no se usan seccionadores unipolares en alta tensión?: por el desequilibrio entre fases que podría generar, la conexión o desconexión parcial de la totalidad de las líneas. Este hecho es más grave cuanto más alto es el valor nominal de la tensión.



Seccionador de pantógrafo.

## 7 Estaciones. Tipos de disyuntores

Como bien se ha dicho anteriormente, los disyuntores son elementos de corte en carga que actúan de manera automática cuando ocurre alguna anomalía. Al producirse la maniobra en carga, entre los extremos del aparato puede producirse un arco eléctrico, estos elementos incorporan varios sistemas para extinguir ese arco y evitar de esta manera las consecuencias que ello pudiera tener. Dependiendo del sistema o material utilizado para producir la extinción del arco eléctrico se distinguen varios tipos de disyuntores:

- Interruptor de ruptura al aire: este tipo de disyuntor, tiene su mecanismo interior al aire, usando la propia atmósfera del retorno y su elevada velocidad de desconexión para extinguir el arco. Evidentemente este no es el sistema de extinción más eficaz y es por eso que su uso se limita a la media tensión, resultando inviable su uso en instalaciones de mayor tensión.

- Interruptor con auto-formación de gases extintores: incorporan una serie de placas, cuya evaporación producida por la alta temperatura del arco eléctrico produce gases cuyas características los permiten extinguir arcos eléctricos con cierta efectividad. Su uso está limitado a maniobras de escasa potencia.

- Interruptor con soplado auto-neumático: incorpora un cilindro que lanza una gran cantidad de aire comprimido sobre la zona en la que se produce el arco. Esta expulsión de aire se realiza gracias al empuje de un pistón, movido por los propios contactos del interruptor en la maniobra de apertura. Están preparados para trabajar hasta tensiones de 24 kV.

- Interruptor de aceite: sus contactos se sumergen en una cuba de aceite aislante que tiene la propiedad de enfriar los contactos del interruptor. Conllevan el riesgo de inflamabilidad del aceite y requieren un gran mantenimiento, haciéndolos poco aconsejables para grandes potencias y secciones.

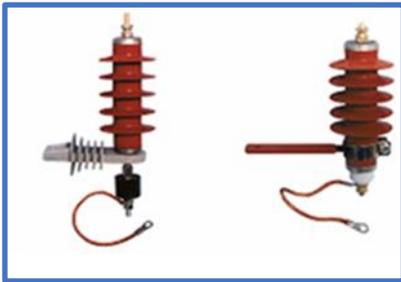
- Interruptor de hexafluoruro de azufre: su funcionamiento es igual al de los interruptores con soplado autoneumático, solo que estos en vez de expulsar aire expulsan a gran presión un gas llamado hexafluoruro de azufre (SF6), cuyas propiedades eléctricas son muy superiores a las de cualquier aislante conocido. Actualmente son los más utilizados, siendo los únicos aptos para el uso en muy alta tensión.

- Interruptores en vacío: los contactos del aparato van inmersos en una cámara de vacío donde, al no existir ningún elemento, no se produce continuidad del arco. Son muy simples y suelen utilizarse en tensiones hasta 50 kV.

### 8 Estaciones. Aparatos y equipos de protección y medida

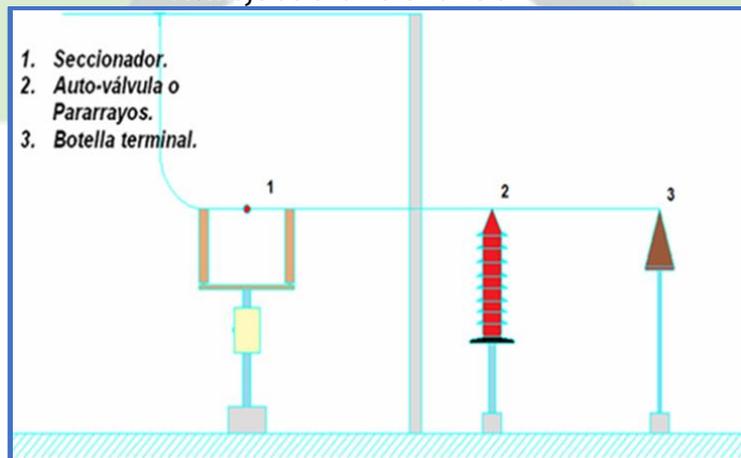
Aparatos y equipos de protección y medida

Los aparatos de protección y medida son aquellos que tienen por misión tomar los valores oportunos de la instalación, registrarlos y compararlos con otros valores de referencia y actuar sobre los equipos de protección en caso de que esto fuera necesario. El equipamiento de protección de las subestaciones y estaciones transformadoras, está compuesta por, además de los ya mencionados disyuntores, por los siguientes elementos:



Pararrayos o auto-válvulas: son los encargados de absorber las sobretensiones que pudieran producirse por actividad eléctrica atmosférica como puede ser la caída de un rayo. De esta manera evitan que sean los aisladores los elementos que reciban estas sobretensiones, ya que esto ocasionaría grandes desperfectos en el aislamiento. Deben estar conectadas por un extremo a la línea que se quiere proteger y por el otro a la red de tierra. Para su dimensionamiento se deberá tener en cuenta que, para que una auto-válvula comience a actuar, entre sus extremos debe superarse una tensión de referencia.

Montaje de una Auto válvula



- Transformadores de medida y protección: su misión es la de reducir los valores nominales de tensión e intensidad para que puedan ser utilizados por pequeños aparatos de medida (voltímetros y amperímetros) y pequeños aparatos de protección (relés). Estos elementos cumplen una segunda función, que es la de evitar que en los elementos que vayan a ser manipulados por personas aparezcan valores elevados de tensión e intensidad.



- Relés de protección: son los dispositivos encargados de actuar sobre los equipos de protección en consecuencia a los valores tomados de los elementos de medida.

## 9 Estaciones. Transformadores de medida y características

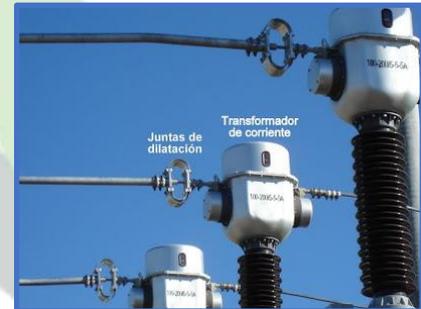
### Tipos de transformadores de medida y características



Dependiendo del uso se distinguen dos tipos de transformadores de medida y protección.

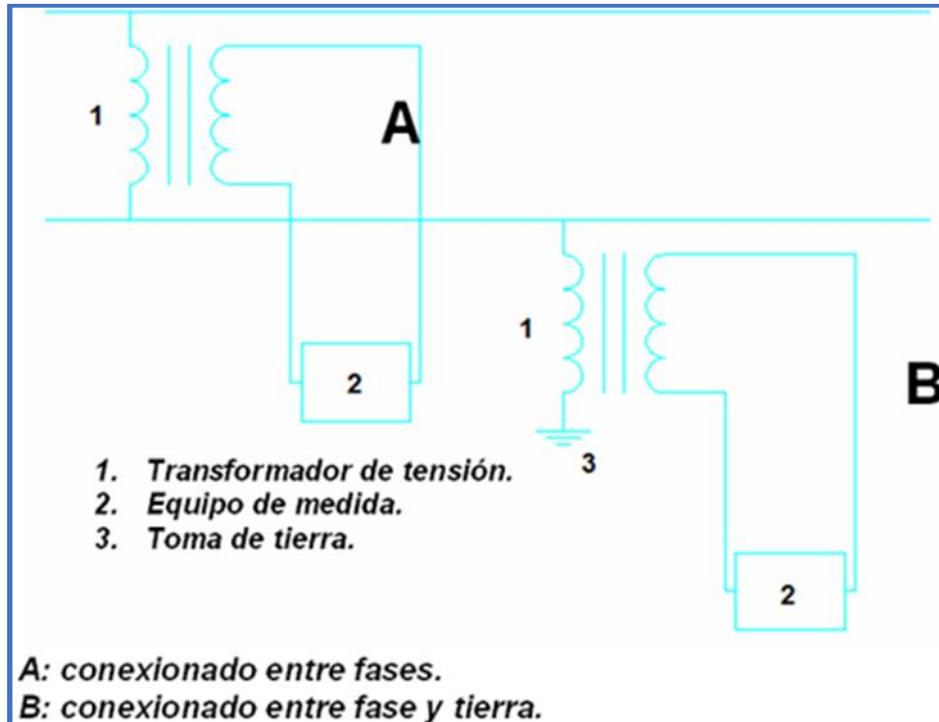
**Transformadores de tensión:** su relación de transformación viene dada por los valores de tensión en bornes del arrollamiento con relación a la tensión aparecida entre los extremos del bobinado secundario. Son empleados para el acoplamiento de voltímetros siendo su tensión primaria la propia de línea. Dependiendo de las necesidades surgidas en cada momento, pueden disponer de varios arrollamientos secundarios.

**Transformadores de intensidad:** en estos transformadores, la intensidad primaria y la secundaria guardan una proporción, siendo ésta igual a la relación de transformación característica del propio transformador. Se utilizan cuando es necesario conocer la intensidad de línea. En este caso se intercala entre una de las fases el bobinado primario de tal manera que éste que conectado en serie a la fase y al secundario se conecta el aparato de medida de la misma manera que en los transformadores de tensión. Constructivamente son diferentes a los de tensión.



Conexiones del bobinado primario en los transformadores de tensión:

- Bobinado primario conectado entre fases: en este tipo de conexión, los bornes del bobinado primario se conectan directamente a las fases de la línea. Este conexionado es el utilizado cuando lo que se quiere es medir la tensión de línea o tensión entre fases.
- Bobinado primario conectado a tierra: en ocasiones es necesario medir las tensiones que aparecen entre fases y tierra por razones de seguridad. Dicha medida se consigue conectando uno de los bornes del bobinado primario a la fase y el otro borne a tierra.



### **10 Estaciones. Funcionamiento de los relés de protección**

Funcionamiento de los relés de protección

Los relés son pequeños mecanismos que funcionan a baja tensión y cuya función es actuar sobre una serie de contactos cuando entre sus extremos aparece una tensión determinada.

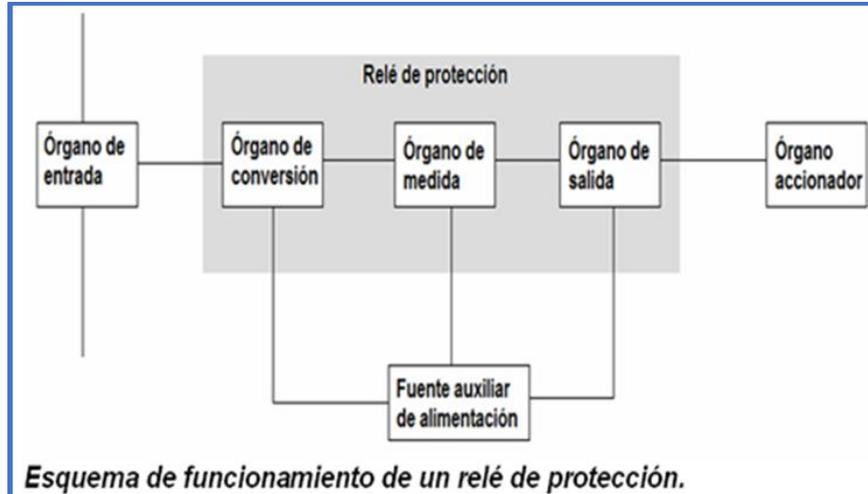
En las estaciones y subestaciones transformadoras, se utilizan para actuar sobre elementos de un mayor calibre (interruptores), siempre que desde el equipo de medida llegue esa orden, la cual se produce cuando en el aparato de medida aparece un valor distinto a una serie de valores de referencia.

Esquema de funcionamiento

El relé de protección se compone de seis partes bien diferenciadas y cada una con una función distinta dentro del mecanismo:

- Órgano de entrada: son los propios transformadores de tensión e intensidad. Aunque no forman parte del relé de protección, el funcionamiento de éste no sería posible sin ellos.
- Órgano de conversión: esta parte aparece siempre y cuando sea necesario adaptar las señales procedentes del órgano de entrada para su utilización en el relé.
- Órgano de medida: registra los datos procedentes de los órganos anteriores y decide si actuar en consecuencia sobre la protección o no.
- Órgano de salida: su misión es amplificar la señal procedente de los órganos anteriores para que ésta sea capaz de hacer funcionar una serie de contactos de mando (contactores).
- Órgano accionador: no forma parte del relé ya que se trata de la bobina interna del disyuntor, que es la encargada de mover los contactos del aparato cuando entre sus extremos aparece una tensión suficiente

Fuente auxiliar de alimentación: se encarga de alimentar al relé de manera permanente.



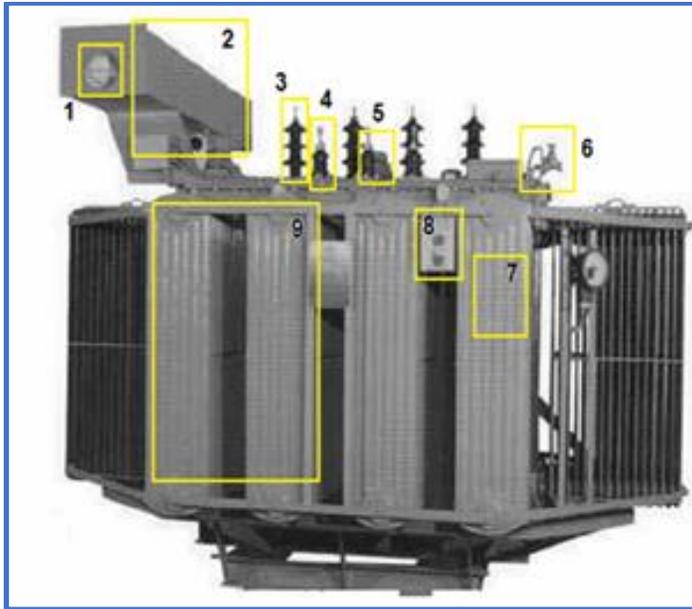
#### Modos de desconexión

- Desconexión mecánica: el movimiento de los contactos del interruptor se realiza con la ayuda de elementos mecánicos como levas, resortes...
- Desconexión eléctrica: el relé realiza la acción sobre un contacto auxiliar (contactor) que, a su vez, alimenta el circuito de la bobina del disyuntor. Este contacto auxiliar suele ser normalmente abierto y cuando recibe tensión se cierra alimentando la bobina interna del disyuntor provocando su disparo.

#### Modos de reconexión

- Relés de reenganche automático: cuando desaparece la anomalía eléctrica, se rearmen por sí mismos sin necesidad de acciones manuales o ayuda de terceros dispositivos.
- Relés de bloqueo: no se rearmen automáticamente una vez ha desaparecido la anomalía eléctrica. Llevan asociados un sistema de señalización que se activa cuando actúa el dispositivo. Este sistema de señalización (acústico o visual), tiene la misión de avisar a que el relé se encuentra en posición de activación y que es necesario rearmarlo manualmente.

### 11 Estaciones. Transformador de Potencia sumergido en aceite



Indicador de nivel  
Depósito de expansión  
Pasa tapas de entrada  
Pasa tapas de salida  
Mando conmutador  
Grifo de llenado  
Radiadores  
Placa  
Cuba

El transformador con cuba de aceite y depósito de expansión es el más utilizado en las estaciones y subestaciones transformadoras. Para hacerlo más funcional, en el propio transformador se incorporan una serie de elementos de control, protección, etc., que lo hacen más práctico y seguro.

**Pasa-tapas de entrada:** conectan el bobinado primario del transformador con la red eléctrica de entrada a la estación o subestación transformadora.

**Pasa-tapas de salida:** conectan el bobinado secundario del transformador con la red eléctrica de salida a la estación o subestación transformadora.

**Cuba:** es un depósito que contiene el líquido refrigerante (aceite), y en el cual se sumergen los bobinados y el núcleo metálico del transformador.

**Depósito de expansión:** sirve de cámara de expansión del aceite, ante las variaciones de volumen que sufre éste debido a la temperatura.

**Indicador del nivel de aceite:** permite observar desde el exterior el nivel de aceite del transformador.

**Relé Buchholz:** este relé de protección reacciona cuando ocurre una anomalía interna en el transformador, mandándole una señal de apertura a los dispositivos de protección.

**Desecador:** su misión es secar el aire que entra en el transformador como consecuencia de la disminución del nivel de aceite.

**Termostato:** mide la temperatura interna del transformador y emite alarmas en caso de que esta no sea la normal.

**Regulador de tensión:** permite adaptar la tensión del transformador para adaptarla a las necesidades del consumo. Esta acción solo es posible si el bobinado secundario está preparado para ello.

**Placa de características:** en ella se recogen las características más importantes del transformador, para que se pueda disponer de ellas en caso de que fuera necesaria conocerlas.

Grifo de llenado: permite introducir líquido refrigerante en la cuba del transformador.

Radiadores de refrigeración: su misión es disipar el calor que se pueda producir en las carcasas del transformador y evitar así que el aceite se caliente en exceso.

### **12 Estaciones. Barras de Entrada - Salida**

Barras de entrada/salida. Baterías de condensadores. Telemando

Barras de entrada/salida: hacen exactamente la misma función que los embarrados que podemos encontrar por ejemplo en las centralizaciones de contadores de los edificios. Reciben las líneas de transporte y reparten su intensidad por toda la estación, también se disponen de este tipo de barras a la salida en caso de que fuera necesario hacer el reparto en varias derivaciones a partir de ese punto.



FUENTE: Subestación Salt (Girona) 132 kV, España

### Disposición de las Barras de entrada - salida de una Subestación

Baterías de condensadores: se utilizan para corregir el factor de potencia de la señal eléctrica, con el fin de aproximarlo lo más posible a 1. El factor de potencia es un pequeño desfase que se introduce en la señal eléctrica, y que produce que la potencia útil sea inferior a la potencia real. Este factor aumenta a medida que se conectan receptores inductivos como motores. Cuanto más próximo es este valor a 1, menor es la diferencia entre la potencia real y la potencia útil.



Telemando: se trata de dispositivos accionados por diversos sistemas (infrarrojos, señales de alta frecuencia...), que permiten ejecutar una maniobra en el equipamiento a distancia. Su uso permite evitar accidentes en las personas debidos a choques eléctricos.

### **13 Estaciones. Transmisión de información en los sistemas eléctricos**

Con el fin de minimizar el tiempo invertido en la subsanación de averías, hace años que las estaciones y subestaciones transformadoras cuentan con sistemas de comunicación muy eficaces. Estos sistemas se ponen en funcionamiento cuando alguno de los equipos de protección de la estación o subestación transformadora actúa. Su misión es la de comunicar al servicio técnico que en esos momentos ocurre alguna anomalía en una de las instalaciones, indicándole, en la mayoría de las ocasiones con mucha precisión, en que parte de la subestación o estación transformadora se encuentra la avería.

Dependiendo del método empleado para transmitir la información, se diferencian cuatro tipos de sistemas de transmisión:

- Comunicación por hilo telefónico: la transmisión se realiza mediante pares telefónicos. El inconveniente del empleo de este sistema es que, al necesitar la contratación de una compañía telefónica que nos preste el servicio, esta podría poner restricciones a la hora de disponer de la infraestructura necesaria o de la señal de ruido que se pueda introducir en la red telefónica.
- Comunicación por micro-ondas: este sistema utiliza ondas de radio a muy alta frecuencia (VHF). El uso de estas ondas presenta dos grandes inconvenientes:
- Debe existir suficiente espacio en el espectro radiofónico para que pueda ser usado por esta señal. En ocasiones es necesario construir estaciones repetidoras para salvar largas distancias, alturas el terreno...
- Comunicación por ondas portadoras: este sistema también llamado de corrientes portadoras, utiliza las propias líneas de distribución eléctrica para transmitir la información. Para su correcto funcionamiento se deben incluir en el sistema una serie de aparatos:
  - Transmisor/receptor: tiene la doble misión de crear la señal y lanzarla hacia la red, y de recibirla y reproducirla.
  - Divisor de frecuencias: separa la señal de ondas portadoras de la propia señal eléctrica.
- Comunicaciones a través de fibra óptica: este es un sistema que se está consolidando debido a las múltiples ventajas que presenta como son principalmente el volumen de datos que es capaz de transportar y la elevada velocidad a la que puede llegar a hacerlo. Se recomienda que el cable de fibra óptica realice el mismo camino que la red de alta tensión, para que ello se cumpla, existe la posibilidad de que el cable de fibra óptica cumpla las labores de cable de guarda (cable que protege a las líneas de descargas eléctricas atmosféricas) y cable de datos, o en el caso de existir ya cable de guarda, tendremos la opción de adosar el cable de fibra óptica a él.

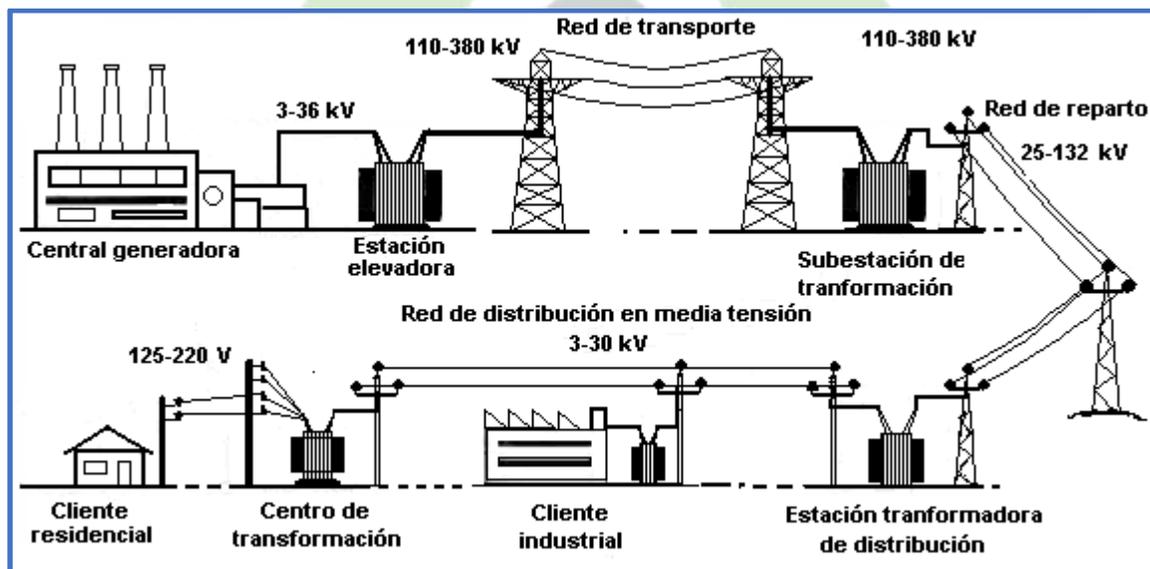


Diagrama esquematizado del Sistema de suministro eléctrico