

Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica

TEMA 3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



Ramón Lecuna Tolosa

DPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Clasificación de los CTs.

Atendiendo a la alimentación:

- CT alimentado en punta. Dispone de una línea de alimentación, se encuentra ubicado al final de la red, de ahí su nombre.
- CT alimentado en anillo o bucle. Dispone de al menos una línea de entrada y otra de salida otro CT, además de la derivación hacia el transformador.

Atendiendo a la propiedad:

- CT de distribución pública. Es propiedad de la empresa suministradora de energía eléctrica.
- CT de abonado o cliente. Propiedad del cliente, existen dos variantes:
 - Que la medida de la energía consumida se realice en BT. Generalmente son centros de poca potencia, normalmente ubicados sobre apoyos.
 - Que la medida de la energía consumida se realice en MT. En estos casos una parte del CT será propiedad de la empresa suministradora mientras que el resto será del cliente.

Clasificación de los CTs.

Atendiendo al emplazamiento:

- CT de intemperie o aéreo. Se montan sobre apoyos, normalmente están constituidos por un transformador de potencia no superior a 160 KVA.
- CT de interior. Se colocan dentro de recintos cerrados. Pueden ser subterráneos o de superficie.

Los CT de interior atendiendo a la obra civil pueden ser:

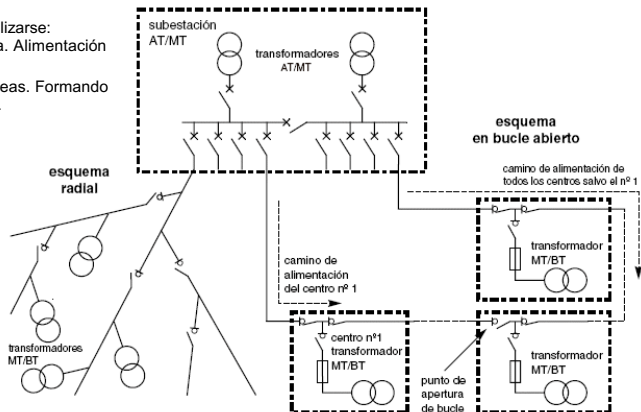
- CT convencional. Ubicados generalmente en el interior de recintos de la construcción destinados a tal efecto.
- CT prefabricado. Se ubican en casetas prefabricadas.
- CT compactos. Se trata de CTs prefabricados con la diferencia, de que los anteriores permiten la instalación de distintos circuitos y estos se fabrican para un determinado tipo de circuito. Se distinguen en dos tipos:
 - CT compacto de superficie.
 - CT compacto semienterrado.

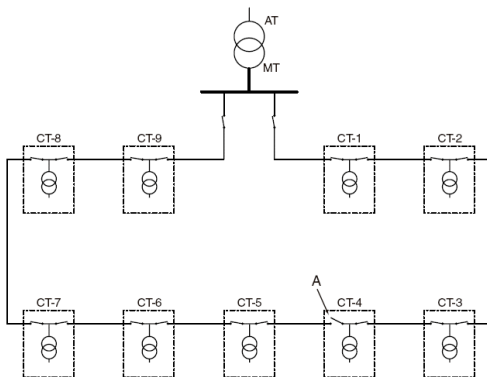
Por último mencionar los CT de maniobra. No contiene transformadores, solamente celdas que realizan maniobras en las líneas de MT.

Alimentación de los CTs.

La alimentación del CT puede realizarse:

- A través de una sola línea. Alimentación en punta.
- A través de dos o más líneas. Formando parte de un bucle o anillo.





El interruptor A del CT4 está abierto, por tanto:

- CT1, CT2, CT3, CT4 están alimentados por la línea de la derecha.
- CT5, CT6, CT7, CT8, CT9 están alimentados por la rama de la izquierda.

COMPOSICION DE LOS CTs.

Transformador de potencia.

Reduce la tensión de MT (trifásica de 12 KV para Electra de Viesgo) a BT (trifásica más neutro de 400V, realmente 420V). Los transformadores MT/BT se denominan transformadores de distribución. Las potencias recomendadas por UNESA son 50, 100, 160, 250, 400, 630, 1000 kVA, para instalar una potencia mayor se recomienda colocar varios transformadores en paralelo. No obstante en los catálogos de los fabricantes se pueden suelen figurar también 800, 1250, 1600, 2000, 2500 kVA. Las más habituales en los CTs son 250, 400 y 630 kVA. En instalación sobre apoyo no suele ser superior a 160 kVA.

Los grupos de conexión utilizados son:

- Yzn 11 (primario MT en estrella y secundario BT en zig-zg, con borne neutro accesible) para trafos de pequeña potencia, hasta 160 KVA.
- Dyn 11 (primario AT en triángulo y secundario BT , con borne de neutro accesible, desfasaje entre tensiones primaria y secundaria de 330°) para el resto de potencias, de 160 a 1000 KVA.

Tensión de cortocircuito. Es la tensión que aplicada a uno cualquiera de los dos arrollamientos estando los bornes del otro arrollamiento cerrados en cortocircuito, hace circular por dichos arrollamientos su correspondiente intensidad nominal, normalmente se hace con el secundario cortocircuitado. Se expresa en % de la tensión nominal del arrollamiento alimentado, el % es igual sea cual sea el arrollamiento que esté en cortocircuito.

COMPONICION DE LOS CTs.

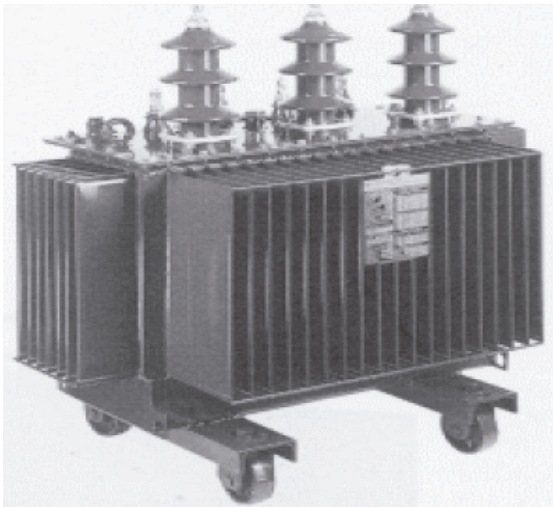
TIPOS DE TRANSFORMADORES

- **Transformadores en baño de aceite mineral (ONAN).** Son los más utilizados por las compañías distribuidoras. El posible vertido del líquido refrigerante ocasionan contaminación en la capa freática, en caso de incendio los gases producidos son opacos dificultando la evacuación. No se usan en inmuebles de gran altura, locales de pública concurrencia y depuradoras de agua. Respecto a la evacuación del calor, podemos encontrar:
 - Transformador con depósito de expansión (llamados también trafos respirantes). Evacuan el calor mediante aletas. Las dilataciones y contracciones del aceite son absorbidas por un depósito de expansión, existe contacto entre el aire y el aceite provocando la absorción de humedad (la humedad perjudica la rigidez dieléctrica del aceite), suelen llevar un depósito de silicagel que actúa como desecador del aire que se toma del exterior. La norma UNE 21428 prohíbe la utilización de estos trafos en potencias inferiores a 1250 KVA).
 - Transformador de llenado integral. Son los más utilizados en distribución. No disponen de depósito de expansión, las dilataciones del aceite son absorbidas por la deformación elástica de las aletas, en estos trafos no existe contacto aceite-aire, minimizando la absorción de humedad y la acidificación del aceite (la acidificación también perjudica la rigidez dieléctrica del aceite) por contacto con el oxígeno del aire.
-

Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



Cortesía de Schneider Electric

Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

COMPOSICION DE LOS CTs.

TIPOS DE TRANSFORMADORES

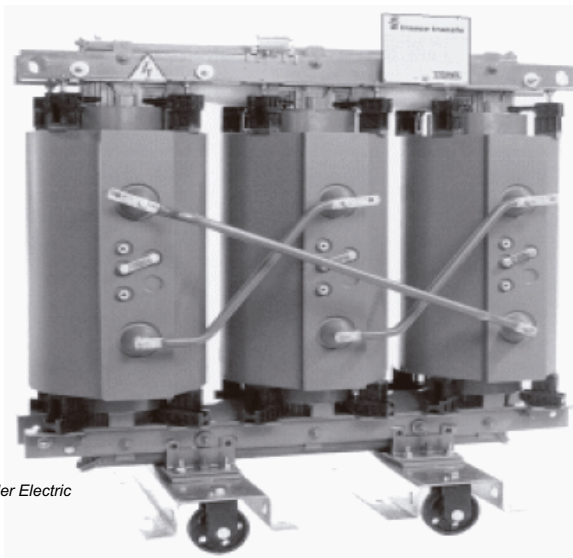
- **Transformadores de aislamiento sólido a base de resinas.** Denominados transformadores secos. Encapsulados dentro de resina epoxy. Es el más utilizado en los centros de abonado. El fluido refrigerante utilizado es el aire. Su utilización sólo precisa controlar la temperatura de sus arrollamientos. Presentan las ventajas siguientes:
- **Transformadores en baño de silicona líquida (KNAN).** Mucho menos usados que los dos anteriores.

La utilización de transformadores en baño líquido tipo Piraleno o Askarel está prohibida.

Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

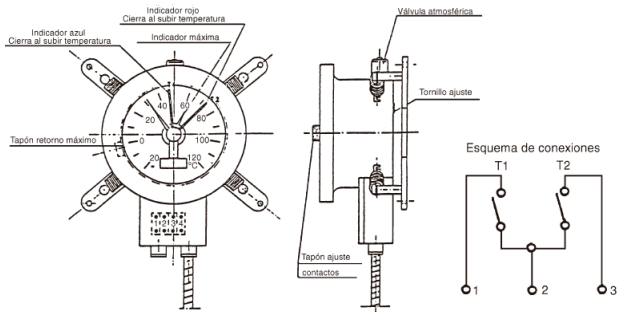
TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



Cortesía de Schneider Electric

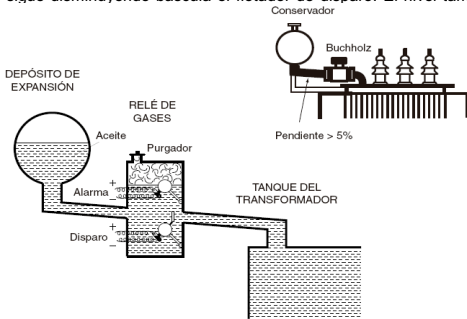
PROTECCION DE LOS TRANSFORMADORES.

Protección contra sobretemperaturas. La temperatura en el transformador depende del régimen de carga y de la ventilación. En los transformadores de baño de aceite, la protección se realiza mediante un termómetro con contactos eléctricos ajustables, o un termostato que vigilan la temperatura del aceite en la capa superior del mismo (la más caliente) y actúan al sobrepasar el valor ajustado. Suelen tener dos escalones de actuación, ambos regulables. Uno para dar una señal de alarma (aguja azul) y otro para provocar la apertura del interruptor de alimentación (aguja roja). El disparo se suele ajustar como máximo a 100 °C (para aislamiento de clase A que suele ser el utilizado por los trafos en baño de aceite), la alarma 5 ó 10 °C menos.



PROTECCION DE LOS TRANSFORMADORES.

Puede haber puntos concretos en cualquier parte del transformador cuya temperatura sea mayor a la medida por el termómetro, debido a incidencias de funcionamiento, por ejemplo un cortocircuito entre espiras, un mal contacto en el conmutador de tensiones, etc. Esto no puede ser causado por el termómetro o termostato. La forma de detección de este tipo de averías es la siguiente: Aún a temperaturas admisibles de funcionamiento se producen gases en el aceite debido a su envejecimiento normal, los cuales quedan disueltos en la masa del mismo. Ahora bien, esta formación de gases se incrementa con el aumento de la temperatura sobre todo, si por defecto de aislamiento se producen chispas o arco eléctrico. Esta formación anormal de gases puede ser detectada por un aparato (relé de gases). En los transformadores con depósito este aparato queda intercalado en el tubo de conducción entre el depósito y la cuba del transformador. Es el denominado relé Buchholz. Cuando se generan gases desciende el nivel del aceite, basculando el flotador de alarma, si el nivel sigue disminuyendo bascula el flotador de disparo. El nivel también puede descender debido a fugas.



PROTECCION DE LOS TRANSFORMADORES.



Cortesía de Schneider Electric

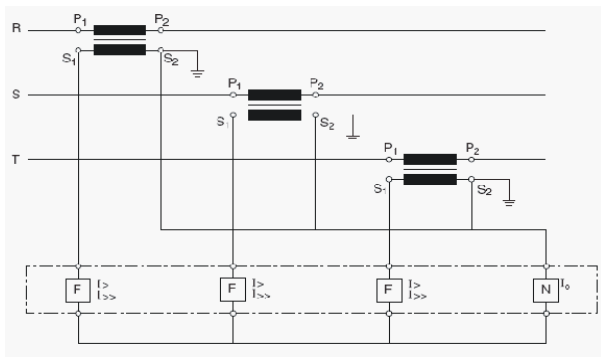
Tanto el relé Buchholz como el DGP tienen dos niveles de actuación:

- Nivel de alarma para la formación lenta de gases (avería pequeña).
- Nivel de disparo (apertura del interruptor de alimentación) para la formación brusca de gases (avería importante).

Los gases formados pueden recogerse (a través del purgador) para su posterior análisis, tanto en el relé Buchholz como en el DGP.

PROTECCION DE LOS TRANSFORMADORES.

Protección contra sobrecargas. En los CT de compañía. La protección contra sobrecargas la efectúa la propia protección contra sobre temperatura del transformador. La protección contra cortocircuito la realizan los fusibles de MT.



PROTECCION DE LOS TRANSFORMADORES.

Fusibles. Bien en el lado de MT (celda de protección del trafo), o bien en el lado de BT. En la siguiente tabla se recogen los calibres de los fusibles recomendados para la protección de los trafos.

Interruptores automáticos (disyuntores). Bien en el lado de MT (celda de protección del trafo), o bien en el lado de BT. Pueden ser directos (recorridos por la corriente a vigilar actuando directamente sobre el mecanismo de disparo), o indirectos o secundarios (un trafo de intensidad, llamado trafo de protección, actúa sobre un relé que da la orden de disparo del disyuntor).

Relés directos. El empleo de relés directos en el lado de AT está en franco retroceso. La protección por relés directos se hace por el lado de BT. Cuando el relé directo tenga disparo independiente, hay que asegurarse que la corriente de conexión no hace disparar el relé.

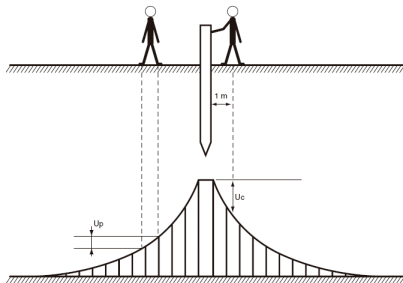
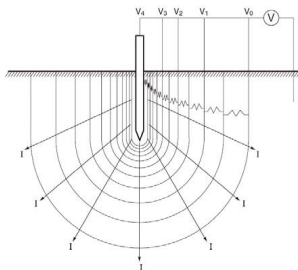
Los relés con tiempo dependiente pueden utilizarse para disparar un interruptor, mientras que los de tiempo independiente solamente lo podrán hacer sobre un disyuntor, ya que en este caso debe poder cortar corrientes de cortocircuito. Características del disyuntor de BT.

Instalación de puesta a tierra.

La tierra es, en general, un mal conductor eléctrico. Sin embargo la sección de paso puede ser tan grande que a pesar de que su resistividad sea elevada la resistencia llega a ser despreciable.

La corriente pasa al terreno repartiéndose por todos los puntos de la superficie del electrodo en contacto con la tierra, en todas las direcciones. La corriente va pasando sucesivamente de una capa a la siguiente, cada vez la superficie de paso es mayor y por tanto la resistencia de cada capa va disminuyendo, hasta llegar a ser despreciable.

Si se multiplica cada resistencia de cada capa por el valor de la corriente, se tendrá una caída de tensión que cada vez será menor, hasta hacerse despreciable.



Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

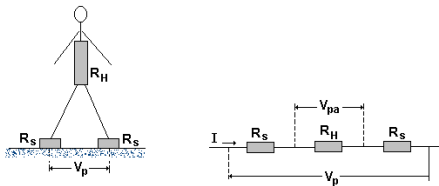
INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

En los sistemas de MT la tensión suele hacerse prácticamente cero a una distancia del electrodo de unos 20 a 30 m.

La diferencia de tensión entre dos puntos del terreno será máxima cuando ambos puntos estén en un mismo "radio" con origen en el electrodo.

Tensión de paso. Es la que puede quedar aplicada entre los pies de una persona que esté pisando el terreno. Se expresa para una tensión de 1 m. En la MIE-RAT 13 se indica el valor máximo admisible en función del tiempo de aplicación (tiempo que transcurre entre que aparece el defecto y es interrumpido), este tiempo es habitualmente dado por la compañía suministradora, suelen ser valores del orden de 1 segundo.

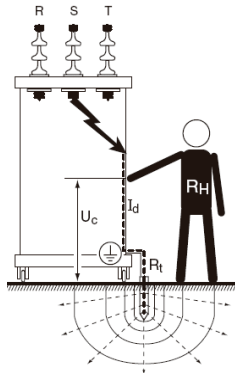
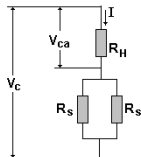
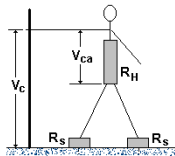
TENSIÓN DE PASO



INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Tensión de contacto. Es la que puede quedar aplicada entre los pies y la mano. La peligrosidad de ésta es superior a la de la tensión de paso. Por ello, según la MIE-RAT 13, los valores máximos admitidos son diez veces inferiores que las de paso.

TENSIÓN DE CONTACTO



Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Sistemas de puesta a tierra.

Según la MIE-RAT 13, en principio, hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra, cada una con su red de puesta a tierra separada (cada una con su electrodo). No obstante si se cumplen ciertas condiciones, pueden reunirse en un solo sistema y electrodo común, constituyendo la instalación de tierra general.

Puesta a tierra de protección. Se conectan a ella las partes metálicas interiores del CT que normalmente están sin tensión.

- Las carcasas de los transformadores.
- Los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra.
- Las envolventes y armazones de las celdas.
- Los armarios y con elementos de BT.
- Las pantallas y/o blindajes de los cables de MT.
- En los seccionadores de puesta a tierra, el punto de cierre en cortocircuito de las tres fases y desconexión a tierra.

En general, todos aquellos elementos que contengan y/ o soporten partes en tensión, las cuales, por un fallo o contorno de su aislamiento puedan transmitirle tensión.

Se exceptúa de conectar a esta toma de tierra los elementos metálicos del CT accesibles desde el exterior, y que no contienen ni soportan partes en tensión (puertas y sus marcos, rejillas de entrada y salida de aire, etc).

Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

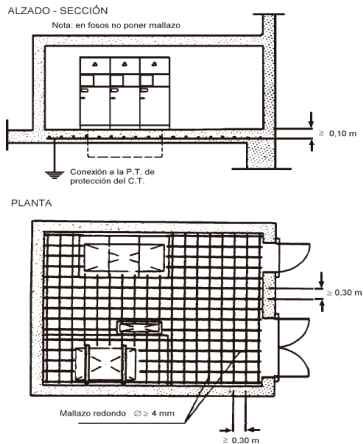
INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Puesta a tierra de servicio. Se conecta a esta tierra:

- El punto neutro del secundario del transformador de potencia.
- En los transformadores de intensidad y de tensión, uno de los bornes de cada uno de los secundarios.
- En instalaciones MT-MT la tierra de servicio y de herrajes, se interconectan, en MT-BT, está expresamente prohibido en instalaciones de distribución pública en BT.

INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Mallado interior. En el suelo del CT, se instalará un mallado electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 30 x 30 cm, embebido en el suelo a una profundidad de 10 cm. Se conectará, como mínimo, en dos puntos, preferentemente opuestos, al electrodo de puesta a tierra de protección. También se conectarán a este mallado todas las partes metálicas interiores que deben conectarse a la puesta a tierra de protección (las puertas y rejillas que den al exterior no se conectarán). Debido a este mallado se obtiene una equipotencialidad entre todas las partes metálicas susceptibles de adquirir tensión, por tanto, no pueden aparecer tensiones de paso ni de contacto en el interior del CT.



TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

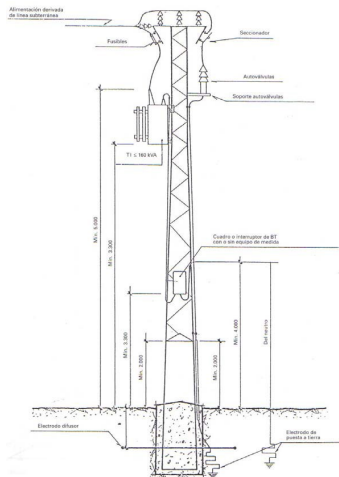
CT de intemperie.

Ubicado sobre uno o dos apoyos. Constituido por un transformador en cuba de aceite y normalmente de potencia no superior a 160 KVA, protegido con fusibles y seccionadores. Se utiliza para zonas rurales.

Puede ser de distribución o de abonado. En caso de ser de abonado la medida de energía se realiza en BT, directamente o con transformadores de intensidad.

Apoyo. Pueden ser de hormigón o metálicos de celosía. La parte inferior más baja del trafo estará a una altura no inferior a 3 m. Se preverán las medidas que dificulten el escalar por el poste y llevará una placa con indicaciones de peligro.

Transformador. Se utilizarán transformadores con cuba de aceite mineral, con potencias de 50, 100 ó 160 KVA y con tipo de conexión Yz11.



TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Protecciones

Pararrayos o Autoválvulas. Protegen contra sobretensiones tanto debidas a la red como atmosféricas. Limitan la amplitud de las sobretensiones. Los más utilizados actualmente son los de óxidos metálicos (óxido de zinc OZn). Se conectan entre la fase y tierra, está conectada permanentemente a la red. Cuando una onda de sobretensión se propaga por la red con valor superior a su tensión de limitación, la resistencia de la autoválvula se reduce permitiendo la fuga a tierra, cuando la tensión vuelve a su valor normal, la autoválvula se convierte automáticamente en aislante, por tanto no genera interrupciones de servicio. Para su instalación se tendrá en cuenta:

Seccionador con fusible incorporado del tipo de expulsión, conocidos como XS o CUT-OUT. Consta de un cartucho fusible, llamado eslabón, dentro de un tubo portafusible montado sobre un seccionador. No pueden abrir en carga, aunque algunos si pueden cerrar en carga e incluso cerrar en cortocircuito. Para poder abrir en carga se le debería acoplar un loadbuster (interruptor portátil).

Cuadro de BT. De los bornes del secundario del trafo saldrán las conexiones al cuadro de BT. Estará compuesto por fusibles de APR (Alto Poder de Ruptura) seccionables en carga (montados sobre bases BUC). De este cuadro partirán las líneas de BT que alimentarán a los abonados.

TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

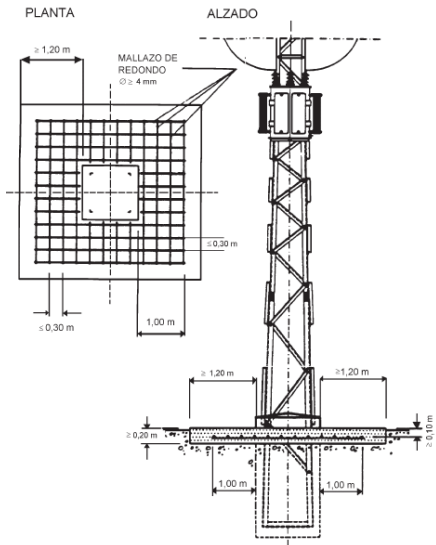
Protecciones

Instalación de puesta a tierra. Hay que distinguir entre la pat de protección (a ésta se conectan las autoválvulas y la cuba del trafo, así como el apoyo), y la pat de servicio (a ésta se conecta la salida del neutro de cuadro de BT, esta conexión se hace normalmente en el primer apoyo de la línea de BT con cable de 50 mm^2 aislado 0,6/1KV).

Se colocará una losa de hormigón de espesor no inferior a 20 cm que cubra, como mínimo, hasta 1,20 m de las aristas exteriores de la cimentación del apoyo. Dentro de la losa y hasta 1 m de las aristas exteriores de la cimentación del apoyo, se dispondrá un mallazo electrosoldado con redondo de diámetro inferior a 4 mm formando una retícula no superior a $0,3 \times 0,3$ m. Este mallazo se conectará a la tierra de protección al menos en dos puntos, preferentemente opuestos, y quedará recubierto por un espesor de hormigón no inferior a 10 cm. Se conectarán a este mallazo el poste, la caja del trafo, los soportes, etc. Con esto se consigue que quien se acerque al apoyo esté situado sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso.

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

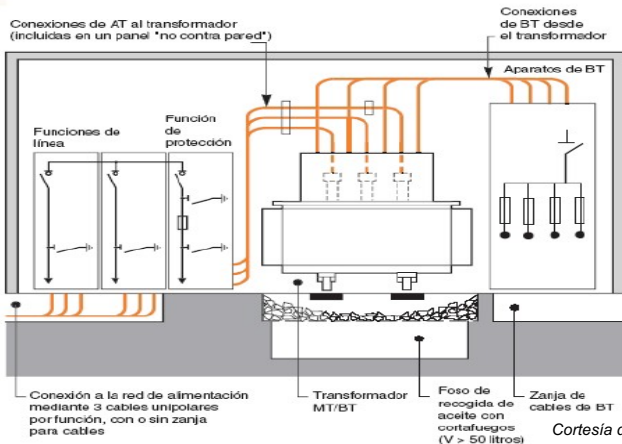
TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CT de interior.

Los hay subterráneos, semienterrados o en superficie. Pueden estar en el interior de un edificio o de forma prefabricado en el exterior.

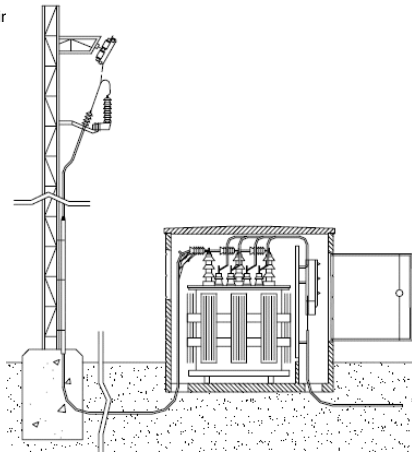


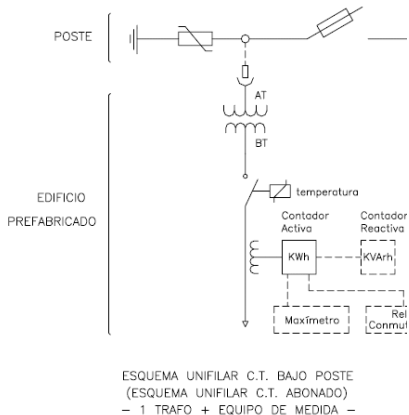
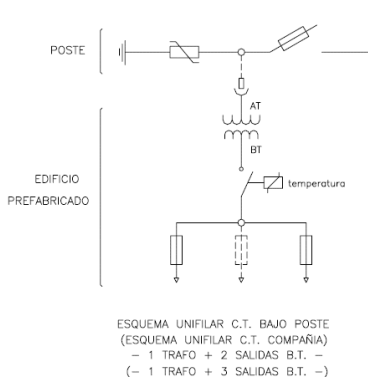
TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CT compacto bajo poste. También conocidos como CT de interior y los de exterior y los de interior.

El esquema consta de un entronque aéreo subterráneo donde se ubica el seccionador cut-out (cortacircuitos fusibles de expulsión) y las utoválvulas. La acometida al centro se realiza con cable de aislamiento seco, directamente al transformador, no existen celdas. La protección en BT se suele realizar por medio de un interruptor de corte en carga equipado con bobina de disparo asociada al termómetro instalado en el transformador de potencia.

Pueden ser de distribución o de abonado, por lo que en caso de necesitar equipo de medida, ésta se realiza en BT, directamente o con transformadores de intensidad.



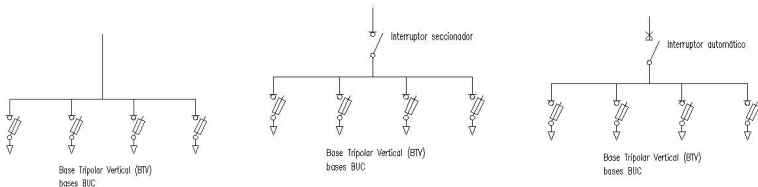


Caseta prefabricada. Normalmente de hormigón, su tamaño será adecuado al número de celdas y al de trafos. En el mercado se encuentran dos gamas de edificios prefabricados.

- Gama compacta. Los edificios se construyen enteros en fábrica. Para su instalación sólo es necesario posarlo.
- Gama modular. Se construyen las distintas piezas en fábrica y se ensamblan en el lugar de colocación.

TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Cuadros modulares de BT. De los bornes del secundario del trafo salen las conexiones al cuadro de BT. En el se realiza el reparto de las líneas de Baja Tensión que salen del Centro de Transformación (normalmente diseñados para 4 líneas). Está compuesto por cuatro BTV (Bases Tripolares Verticales) de bases BUC (seccionables en carga), en las cuales se alojan fusibles de APR (Alto Poder de Ruptura). Algunas compañías colocan un interruptor tetrapolar en la cabecera del cuadro, en algunos casos podrá ser automático, el relé que gobierna este automático puede ser de imagen térmica (protege al trafo controlando la temperatura de sus bobinados).



CELDAS DE PROTECCIÓN

Se diferencian dos tipos básicos:

- Los conjuntos modulares. Cada función está contenida en una celda independiente, uniéndose estas celdas entre sí a través de embarrados.
- Los conjuntos compactos. Todas las funciones, entrada, salida, protección, están contenidas en una sola envolvente rellena de gas SF₆ y que no es ampliable. Se conocen como RMU (del inglés Ring Main Unit) o bien celdas monobloc.

Aunque cada fabricante puede tener disposiciones propias, en general las celdas suelen estar compuestas por cinco compartimentos.

- Compartimento de aparamenta. Limitado por la envolvente del cárter del interruptor-seccionador. El cárter está lleno de SF₆ sellado de por vida (estimada en 30 años).
- Compartimento de embarrado. El juego de barras está formado por tres tubos de cobre aislados para la tensión nominal. Existen también celdas que se conectan entre sí, mediante conectores enchufables en los laterales de las celdas.
- Compartimento de conexión. En las celdas de seccionador-interruptor, los cables de conexión se conectan a los bornes inferiores del cárter. En las que llevan fusibles se conectan a los bornes inferiores de los portafusibles.
- Compartimento de mandos. Contendrá los mandos manuales o motorizados del interruptor-seccionador y del seccionador de tierra, o del disyuntor, indicador mecánico, lámparas de presencia de tensión y enclavamientos mecánicos.
- Compartimento de control. En el caso de motorización del mando, este compartimento está equipado con el regletero de bornes del motor y los fusibles de protección de BT. En el caso de protección indirecta contendrá el relé o relés de protección y sus elementos asociados.

Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CELDAS DE PROTECCIÓN

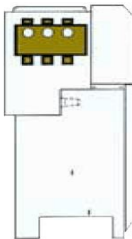
Celda de línea.

Se coloca una en cada entrada/salida de línea subterránea, con el fin de poder maniobrar dicha línea, incorpora un seccionador pat se enclava con el interruptor y la puerta de la celda:

- Es imposible cerrar el seccionador pat con el interruptor cerrado.
- Es imposible abrir la puerta de la celda con el seccionador pat abierto.

Interruptor – seccionador - seccionador de puesta a tierra. Tiene tres posiciones, conectado, seccionado y puesto a tierra. La maniobra se realiza mediante palanca y sobre dos ejes distintos, uno para el interruptor, que conmuta entre conectado y seccionado, y otro para el seccionador de puesta a tierra, que conmuta entre seccionado y puesto a tierra. No se puede cerrar el seccionador de puesta a tierra si antes no se a abierto el interruptor, y viceversa, no se puede cerrar el interruptor si antes no se ha abierto el seccionador de puesta a tierra. Mando para un interruptor de tres posiciones.

Cortesía de Schneider Electric

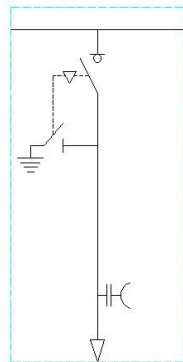


CELDAS DE PROTECCIÓN

Celda de línea.

Provista de un interruptor-seccionador con puesta a tierra, de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra).

Permiten comunicar el embarrado de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar y unir a tierra.



Transporte, Distribución y Logística Energética

Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

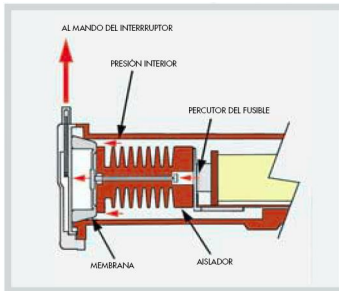
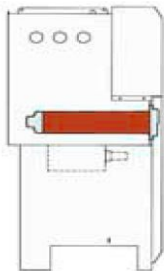
TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CELDAS DE PROTECCIÓN

Celda de protección con fusibles.

Para la protección de cada transformador de potencia, se instala una celda de protección con ruptofusible y bobina de disparo que se asocia al termómetro de disparo del transformador.

Fusibles. Los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los carros portafusibles, cuando estos son conbinados además activan mecánicamente la apertura del interruptor de la celda.



CELDAS DE PROTECCIÓN

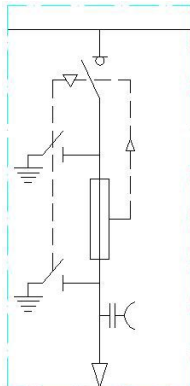
Celda de protección con fusibles.

Provista de un interruptor-seccionador con puesta a tierra, de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles) y protección con fusibles permitiendo la asociación o combinación con el interruptor.

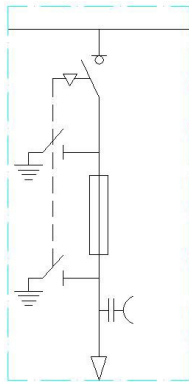
Fusibles asociados. La fusión del fusible no provoca la apertura del interruptor, es muy útil en aquellos casos donde interesa seguir trabajando aunque falte una fase (p.e. donde hay muchos abonados monofásicos)

Fusibles combinados. La fusión del fusible provoca la apertura del interruptor. Normalmente cada trazo lleva su celda de protección

Fusibles combinados



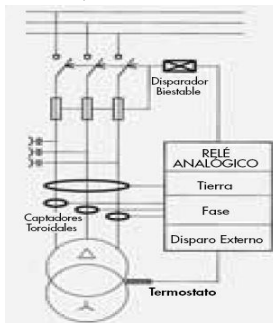
Fusibles asociados



CELIDAS DE PROTECCIÓN

Este tipo de celdas pueden incluir un sistema autónomo de protección, protege contra sobrecorrientes, contra fugas a tierra u homopolar, contra sobrecalentamientos del trafo (disparo externo por termostato). Compuesto de:

- Tres toroidales (uno en cada fase) cuya misión es alimentar al relé y darle indicación de la corriente que circula, si se requiere protección contra fugas a tierra es necesario un cuarto toroide que abrace las tres fases.
- Disparador biestable. Dispositivo electromecánico que con un pequeño impulso de tensión desencadena la apertura del interruptor.
- Relé analógico. Donde se taran las protecciones e sobrecorriente y fugas a tierra.



Cortesía de Schneider Electric

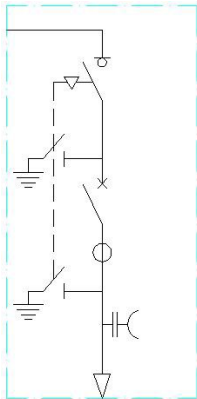
CELDAS DE PROTECCIÓN

Celda de protección con interruptor automático.

Provista de un interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y preparado a tierra, antes y después del disyuntor), trafos y los correspondientes relés. Pueden tener protección directa e indirecta.

En la protección directa la corriente recorre el relé que da la orden de apertura al interruptor, mediante una transmisión mecánica llamada timonería.

En la protección indirecta los relés se conectan a los secundarios de los trafos de intensidad de protección (se distinguen de los de medida en que éstos tienen un mayor factor de saturación). En este caso el funcionamiento del relé y la orden de apertura es de tipo eléctrico.



CELDAS DE PROTECCIÓN

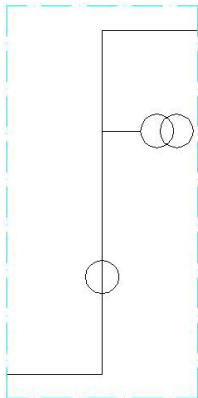
Celda de medida.

Se utiliza para alojar los trafos de medida de tensión e intensidad para realizar la medida de energía en alta tensión.

Elementos de medida En los CTs de uso privado la energía se mide en el lado de AT. Dicha medida no puede realizarse a los niveles de tensión y de corriente de la AT, con lo cual habrá que disponer de trafos de tensión e intensidad que se conecten en sus primarios a AT y en sus secundarios a los elementos de medida.

Transformadores de medida. Los circuitos secundarios de los trafos de medida, tensión o intensidad, se ponen por uno de sus extremos a tierra, lo que supone que la puesta a tierra del otro tiene el mismo efecto de un cortocircuito.

Los distintos sistemas empleados para la medida en AT, así como sus elementos básicos dependen de las normas de la compañía suministradora.



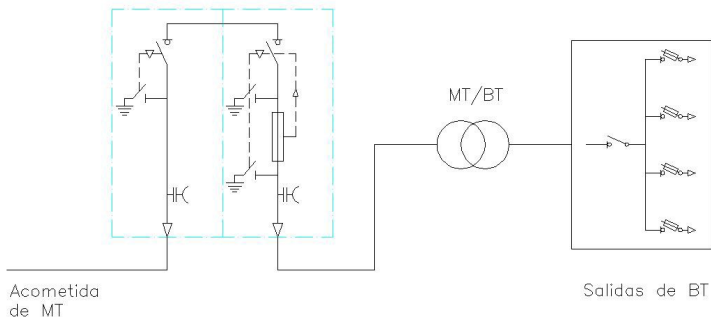
Cortesía de Schneider Electric

COMPOSICION DE LOS CENTROS

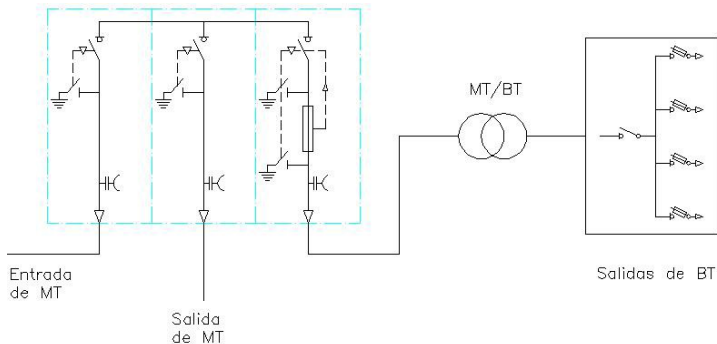
Esquemas eléctricos.

El esquema básico de un centro de transformación se compone de tantas celdas de línea como líneas acometan al mismo, y tantas celdas de protección como transformadores se instalen.

CT de interior. Distribución pública. Fin de línea con un trafo.



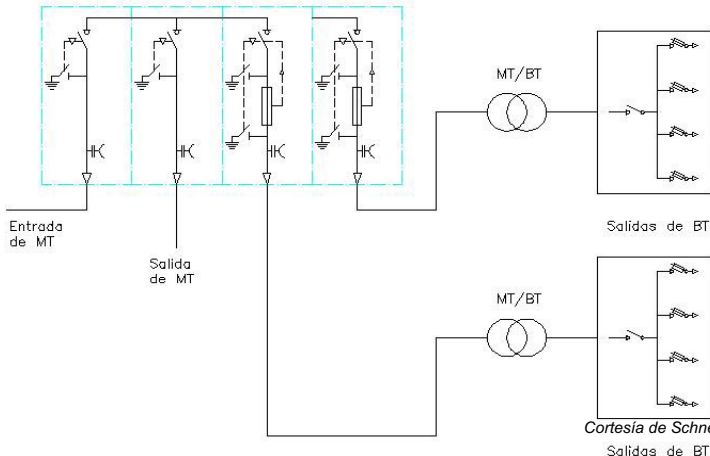
CT de interior. Distribución pública. Anillo con un trafo.



Cortesía de Schneider Electric

COMPOSICION DE LOS CENTROS

CT de interior. Distribución pública. Anillo con dos trafos.



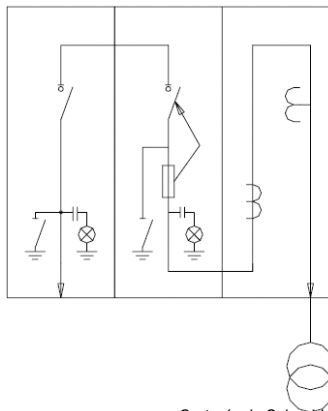
Cortesía de Schneider Electric

Salidas de BT

COMPOSICION DE LOS CENTROS

CT de interior. Abonado. En punta. Medida en AT.

Para media en AT con potencia inferior a 1000 kVA, algunas compañías (otras no) permiten utilizar una celda de ruptofusible para protección del transformador.

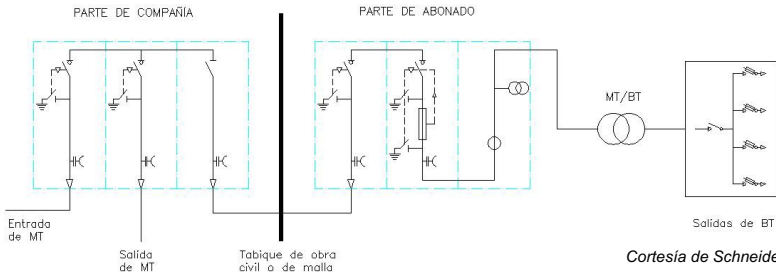


Cortesía de Schneider Electric

COMPOSICION DE LOS CENTROS

En la parte de compañía lleva una celda de medida en la cual se ubican los trafos de medida, de tensión e intensidad, de acuerdo con las normas de la compañía suministradora. En el sentido de circulación de la corriente de fuente a consumidor, se colocan primero los trafos de intensidad y después los de tensión. Antes de la celda de medida se colocará la celda del interruptor general automático.

Si la medida se realiza en BT, la celda de medida no será necesaria, ya que el equipo de medida se alimentará a través del secundario del transformador de potencia.



Cortesía de Schneider Electric

Transporte, Distribución y Logística Energética

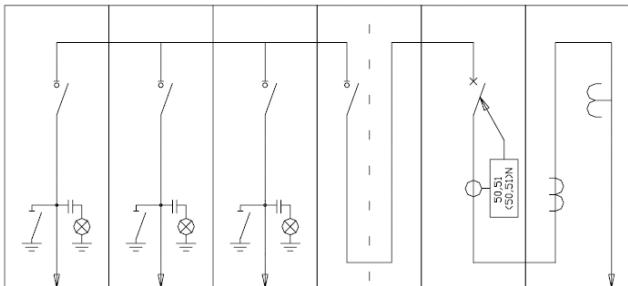
Bloque II. Transporte, Distribución y Logística de Energía Eléctrica.

TEMA 3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

COMPOSICION DE LOS CENTROS

CT de interior. Abonado. Anillo con un trafo de potencia superior a 1000 kVA. Medida en AT.

Al ser la potencia del trafo superior a 1000 kVA se utiliza u la celda de disyuntor para proteger al trafo.



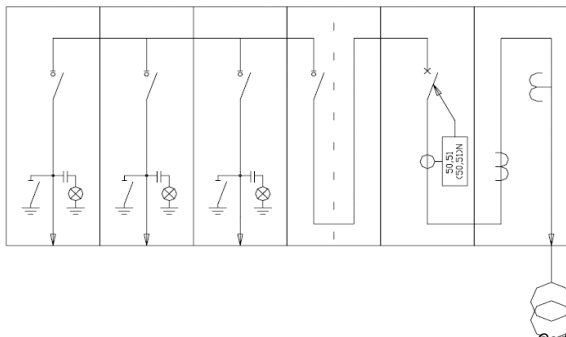
Cortesía de Schneider Electric



COMPOSICION DE LOS CENTROS

CT de interior. Abonado. Anillo con un trafo de potencia superior a 1000 kVA. Medida en AT.

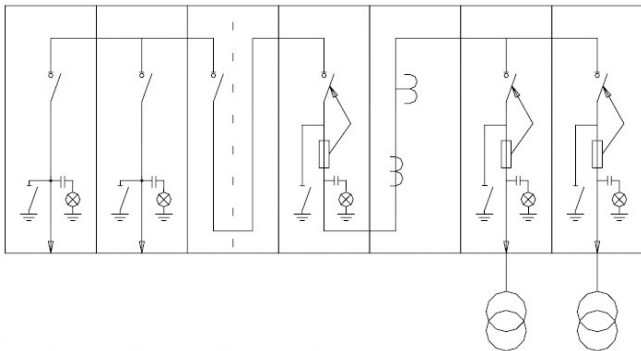
Al ser la potencia del trafo superior a 1000 kVA se utiliza u la celda de disyuntor para proteger al trafo.



Cortesía de Schneider Electric

COMPOSICION DE LOS CENTROS

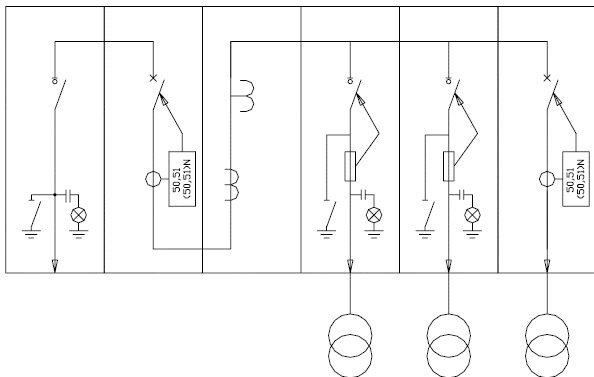
CT de interior. Abonado. Anillo. Dos transformadores de 400 kVA. Medida en AT



Cortesía de Schneider Electric

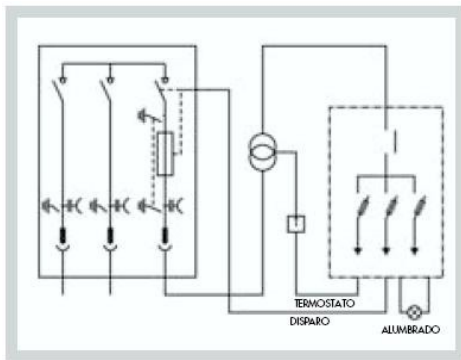
COMPOSICION DE LOS CENTROS

CT de interior. Abonado. En punta. Dos transformadores de 400 kVA y uno de 1200 kVA. Medida en AT



Cortesía de Schneider Electric

Centro compacto.



Cortesía de Schneider Electric

ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

- 1 En todos los accesos a los CT interiores deberá haber de forma visible un rótulo o indicación de la existencia de alta tensión (RAT 14). Esa misma indicación también deberá existir en los apoyos de los CT de interperie.
- 2 Cartel con las instrucciones de primeros auxilios.
- 3 Guantes aislantes para AT, de 30KV.
- 4 Guantes aislantes para BT, de 2,5KV.
- 5 Cartel con las cinco reglas de oro.
- 6 Armario de primeros auxilios.
- 7 Pértiga de salvamento.
- 8 Banqueta o alfombra aislante.

PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Según el RAT 14 se establecen las siguientes medidas:

- a) Para trafos de aceite con más de 50 litros, usar un pozo colector para la recogida del aceite en caso de fuga, con unas dimensiones adecuadas a la cantidad de líquido y que disponga de un dispositivo apagallamas, normalmente una base de guijarros por los que se cuele el aceite a la vez que se enfría y se va extinguiendo la llama.
- b) Tanto para trafos de aceite y secos, un extintor portátil de eficacia 89B en el exterior de la zona de trafa y a una distancia menor o igual a 15 m. En ciertos casos se exigen sistemas fijos automáticos.

VENTILACION

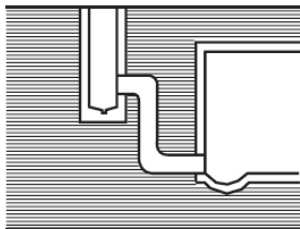
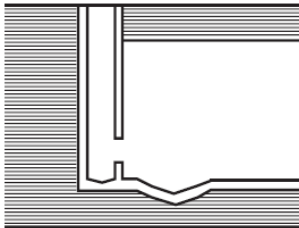
De eliminarse el calor que produce el transformador. El sistema de ventilación permite que el aire fresco entre a través de una rejilla a nivel de suelo y salga por una rejilla colocada en la parte alta de la pared opuesta. Puede ser:

- Ventilación natural. Circulación natural de aire.
- Ventilación forzada. Circulación de aire movido por un ventilador, que puede ser accionado por un termostato. En caso de incendio la ventilación forzada deberá desconectarse.

La superficie de salida de aire debe ser mayor que la superficie de entrada, ya que con el aumento de la temperatura el volumen de aire aumenta (se admite una relación de 0,92).

Las ventanas de entrada y salida estarán a una altura mínima sobre el suelo de 0,3 y 2,3 m respectivamente, con una separación vertical mínima de 1,3 m.

En los CT semienterrados y subterráneos se dispondrá una entrada de aire fresco exterior, por medio de un patinillo adyacente a la zona donde se sitúa el transformador, con rejilla horizontal, sistema de recogida de aguas. La salida de aire caliente se realiza en la parte superior de la fachada en el caso de ser semienterrado o mediante rejillas en la parte superior y con recogida de agua conectada al saneamiento. En la figura se ve la toma de aire mediante patinillo y mediante pozo.



En el caso de que la entrada de aire sea horizontal conviene que esté en el suelo debajo del transformador. Cuando haya más de un transformador conviene realizar con rejillas independientes para cada transformador.

Los transformadores de distribución MT/BT en baño de aceite, suelen ser de circulación natural del aceite por convección y bobinados con aislamientos clase A. Los calentamientos admisibles son:

- Arrollamientos con aislamientos de clase A y circulación natural del aceite: 65 °C.
- Aceite en su capa superior, en trafos con depósito o de llenado integral: 60 °C.

Los transformadores MT/BT secos son casi siempre de arrollamientos con aislamientos clase F, cuyo calentamiento máximo admisible es de 100 °C.

ENCLAVAMIENTOS

Son medidas de protección frente a secuencias de maniobras incorrectas. Los enclavamientos funcionales responden a la norma UNE-EN 60298 y la CEI 60298.

Celdas con interruptor/seccionador con seccionador de puesta a tierra.

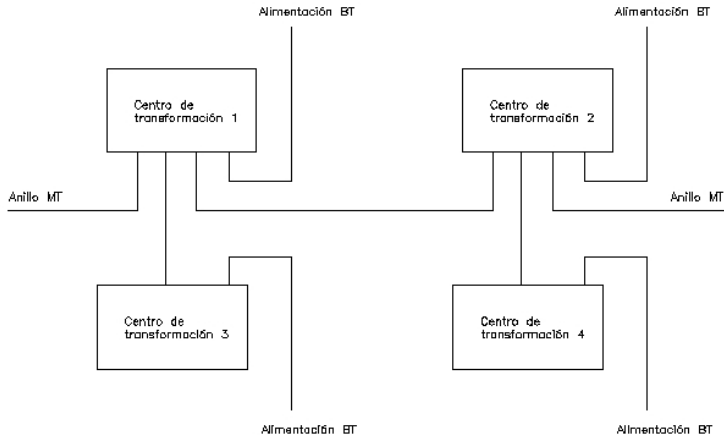
- 1 El cierre del interruptor/seccionador sólo es posible si el seccionador de pat está abierto y el panel de acceso cerrado.
- 2 El cierre del seccionador de pat sólo es posible si el interruptor/seccionador esta abierto.
- 3 La apertura del panel de acceso al compartimento de conexión de cables sólo es posible si el seccionador de pat está cerrado.
- 4 El interruptor está enclavado en posición de abierto cuando el panel de acceso se ha retirado, en esta posición el seccionador de pat se puede abrir para realizar el ensayo de aislamiento del cable.

ENCLAVAMIENTOS

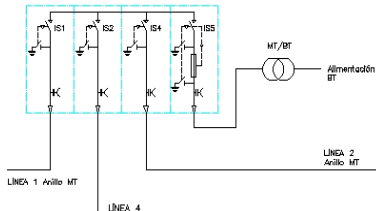
Son medidas de protección frente a secuencias de maniobras incorrectas. Los enclavamientos funcionales responden a la norma UNE-EN 60298 y la CEI 60298.

Celdas con interruptor automático.

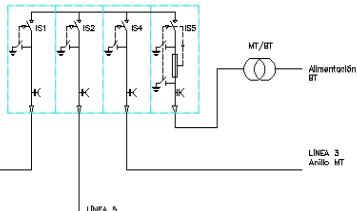
- 1 El cierre del seccionador, o seccionadores, sólo es posible si el interruptor automático está abierto y el panel de acceso cerrado.
- 2 La apertura del panel de acceso al compartimento de conexión y aparamenta sólo es posible si:
 - o El interruptor automático está abierto y enclavado.
 - o El seccionador, o seccionadores, esta abierto.
- 3 Enclavamiento entre el seccionador de p.a.t. de la celda de acometida y la celda de protección, de forma que se impida el acceso a la celda de protección mientras el seccionador no esté puesto a tierra.
- 4 Enclavamiento entre celdas de acometida de dos centros de transformación interconectados. De tal manera que no se pueda poner a tierra la línea en tensión, sino sólo después de que estén las líneas interrumpidas por ambos lados, descargando la energía que haya podido quedar en la línea por efecto capacitivo.



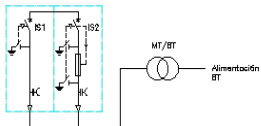
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1



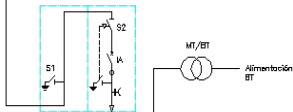
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4



Cortesía de Schneider Electric