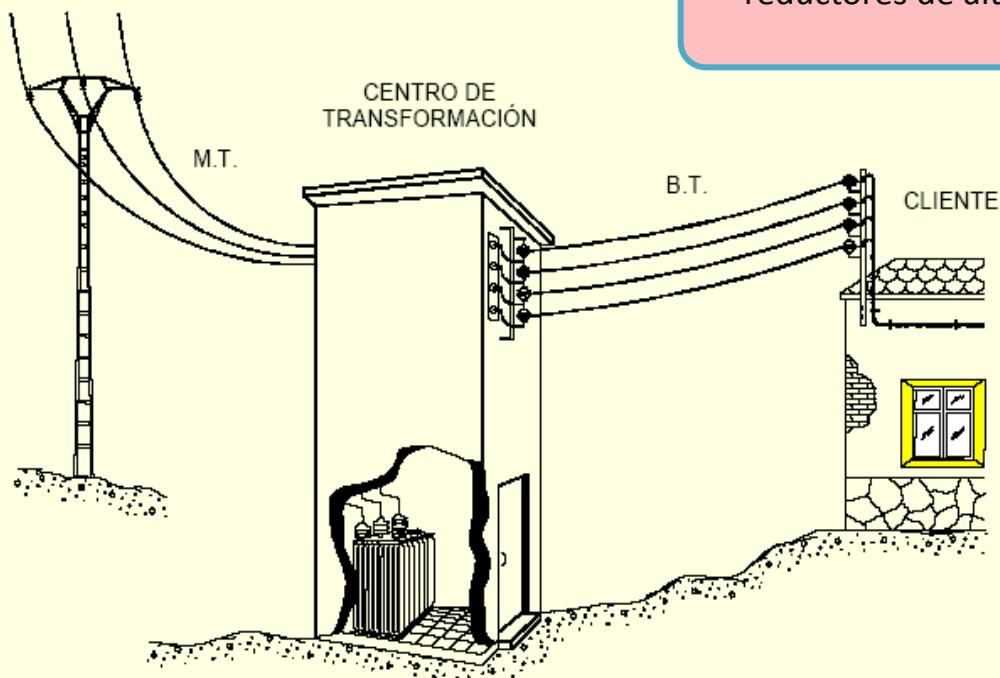


CENTRES DE TRANSFORMACIÓ

Centros de Transformación



Un CT es una instalación provista de uno o varios transformadores reductores de alta a baja tensión con la aparamenta y obra complementaria precisas

Clasificación CT

Alimentación

Propiedad

Emplazamiento

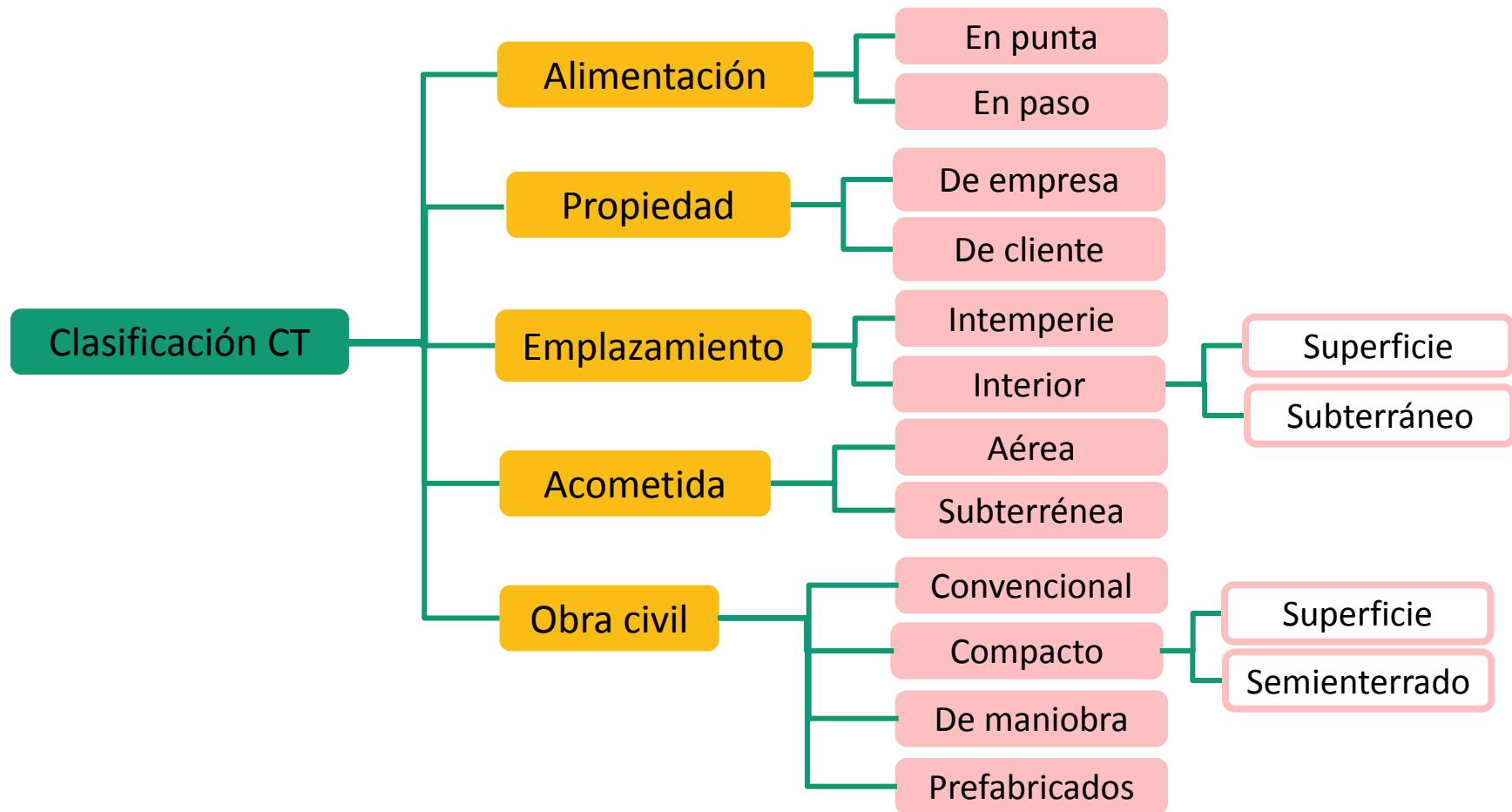
Acometida

Obra civil

EVOLUCIÓN C.T.

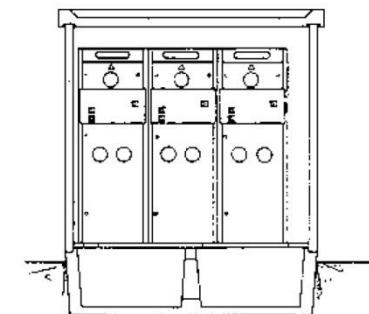
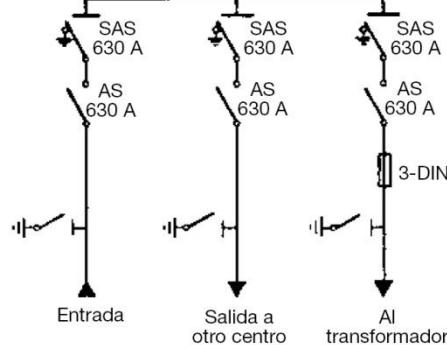
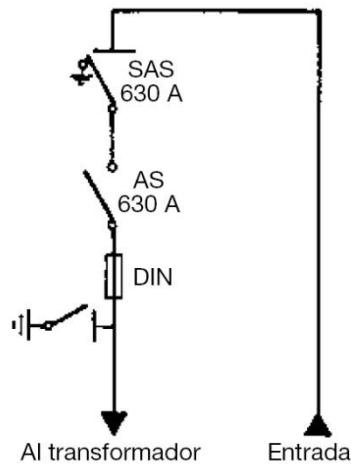
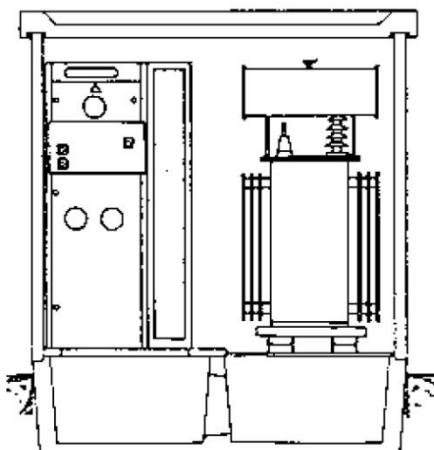


Una posible clasificación de los tipos de CT podría ser la siguiente



Aquí tenéis los tipos de CT según su alimentación . Junto al tipo de CT está el esquema unifilar. Cada rama es una de las celdas. Fijaos en la combinación seccionador - interruptor

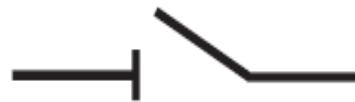
Según su alimentación



CT alimentado en punta.

CT alimentado en paso.

Símbolos según EN-61082



Seccionador



Interruptor automático
(disyuntor)



Interruptor



Interruptor-seccionador



Interruptor-seccinador
con apertura automática



Fusible



Fusible
con percutor



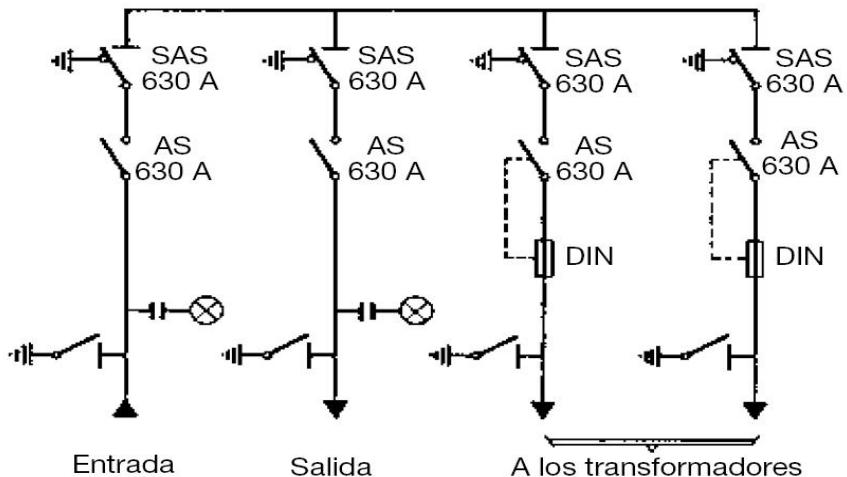
Contactor



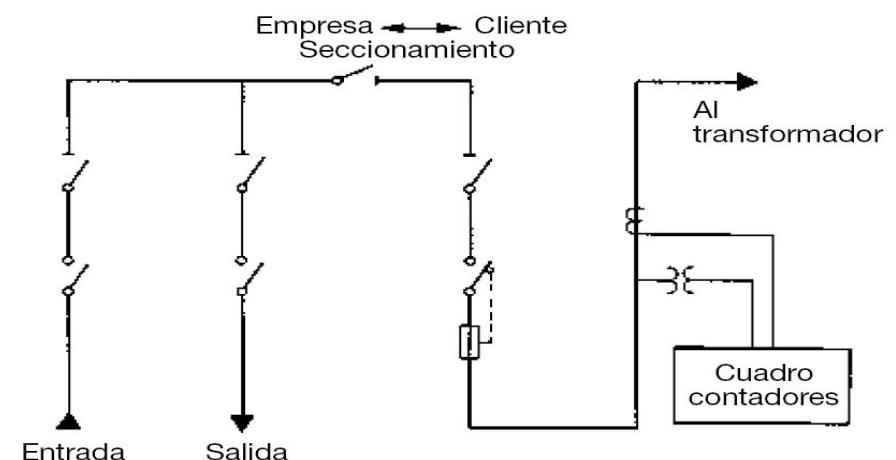
Ruptor

Esquemas unifilares según su propiedad, el CT cliente constaría de celda de entrada, celda de salida, una celda de seccionamiento, celda de protección (la que lleva fusible) y celda de medida(con transformadores de medida)

Según su propiedad

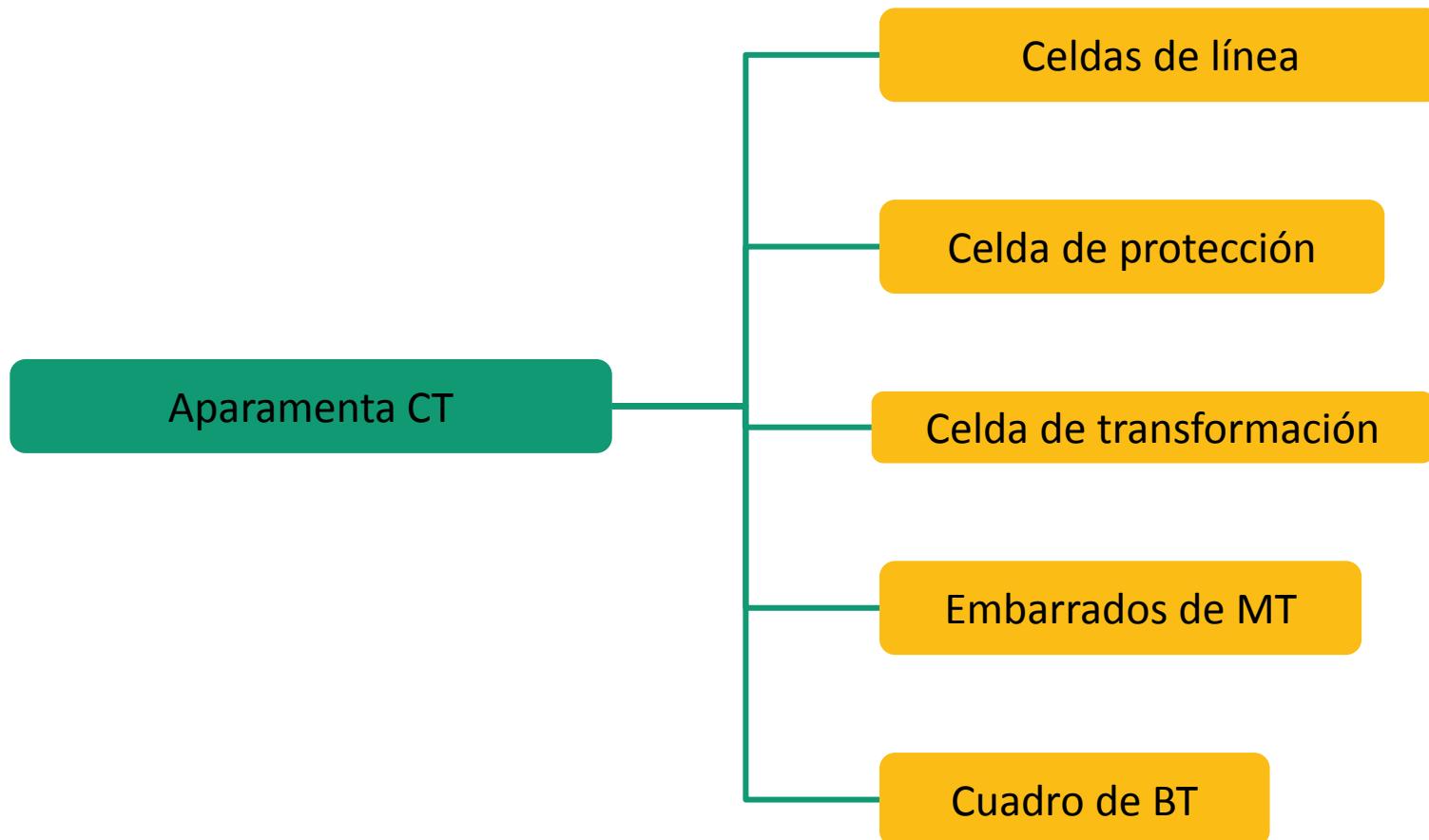


Esquema CT de empresa.



Esquema CT de cliente.

Constitución básica de un centro de transformación



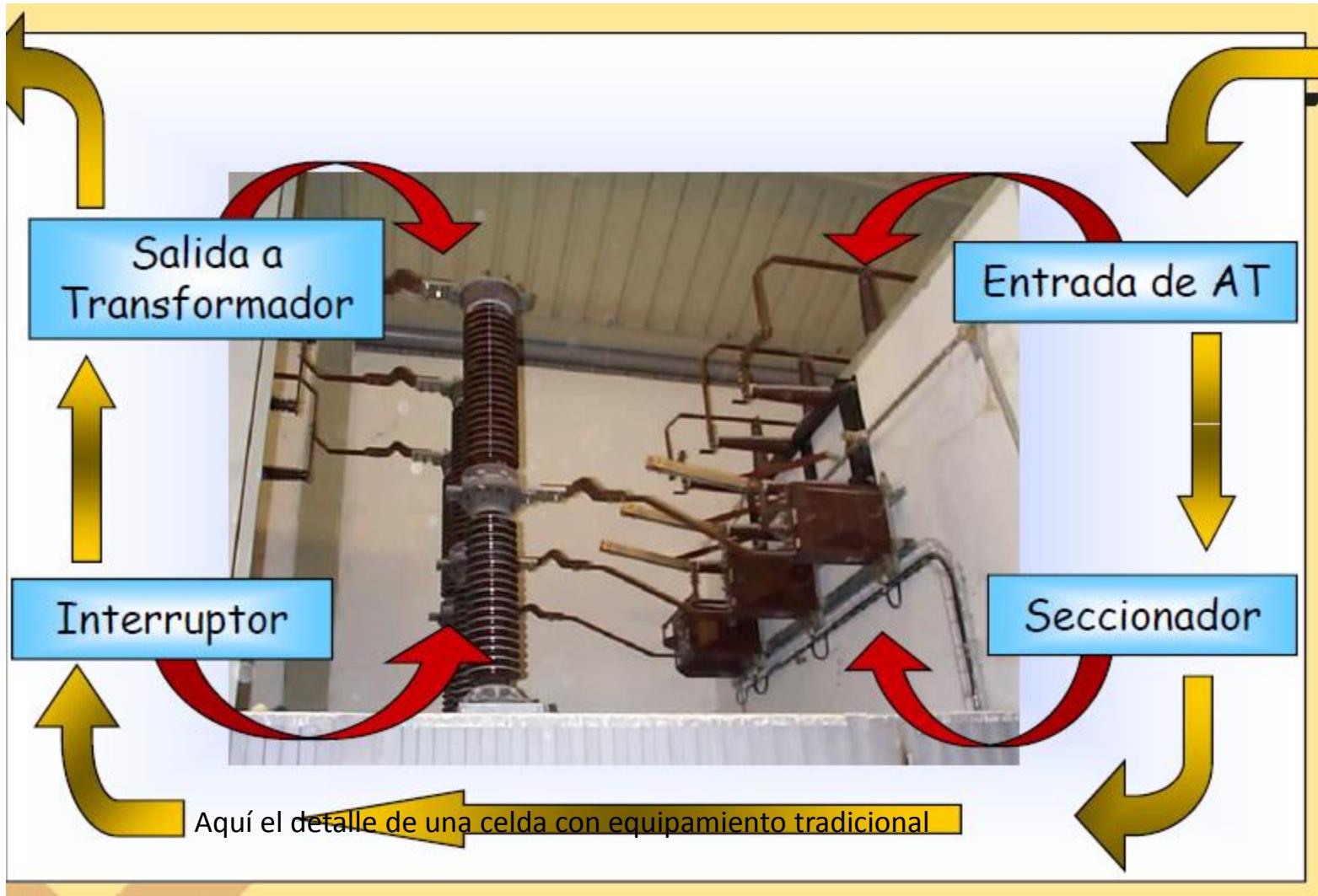
CELDAS BLINDADAS

Su diseño asegura maniobras correctas.



TRADICIONALES

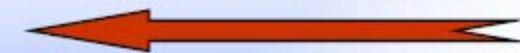




SALIDA BAJA TENSIÓN



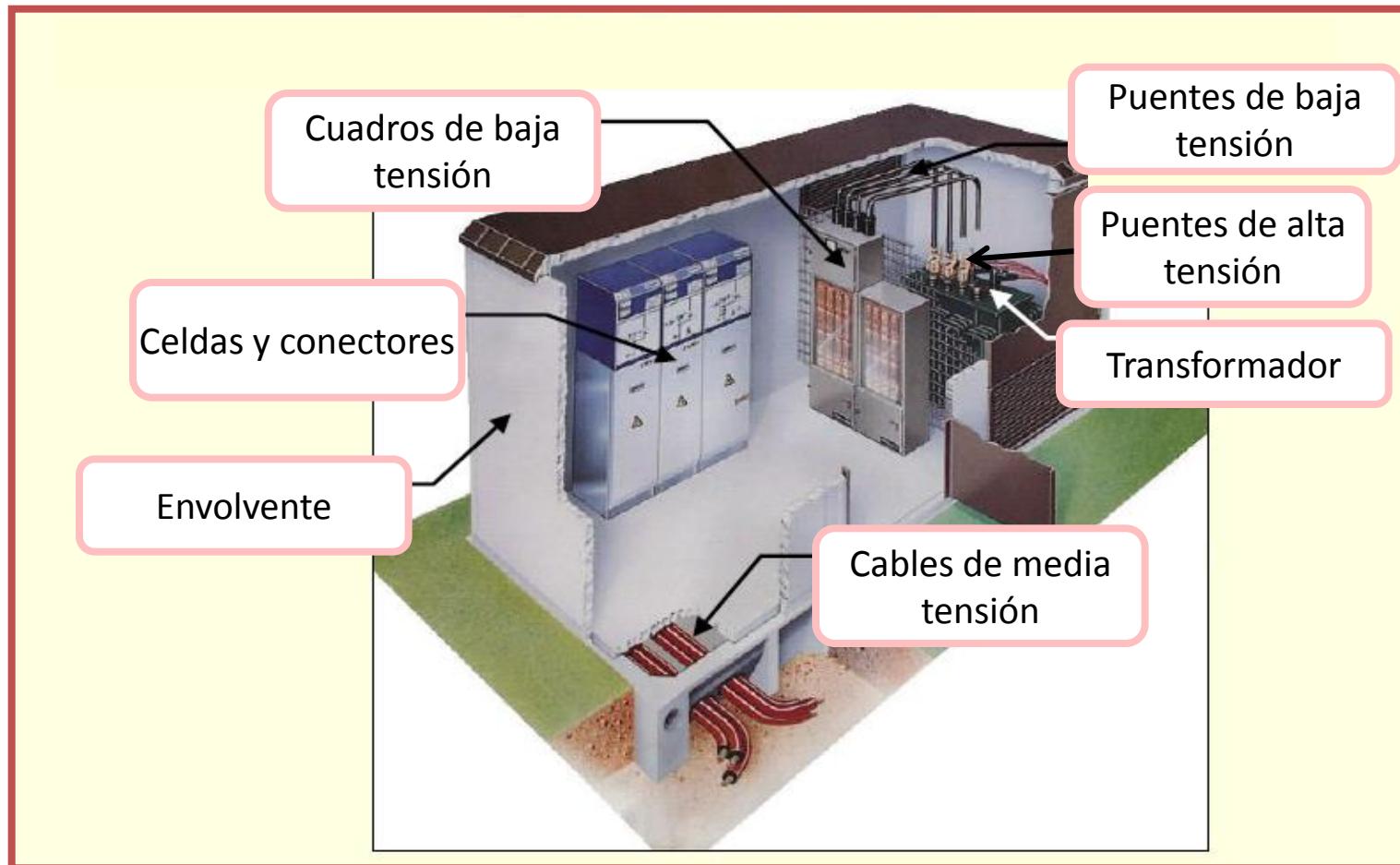
ENTRADA ALTA TENSIÓN





Aquí podéis apreciar el embarrado de un CT con equipamiento tradicional. Varillas de cobre montadas sobre aisladores

Centro de transformación prefabricado con celdas modulares



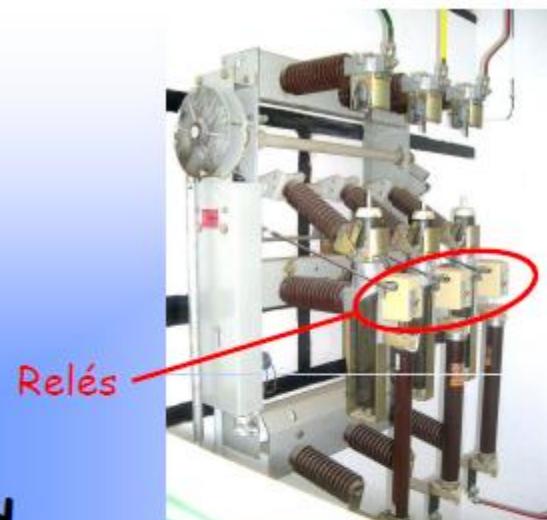
Interruptores y disyuntores

▶ Tipos

- Gran Volumen de aceite
- Pequeño volumen de aceite
- Aire comprimido
- Hexafluoruro de azufre
- Vacío Soplado magnético
- Autosoplado

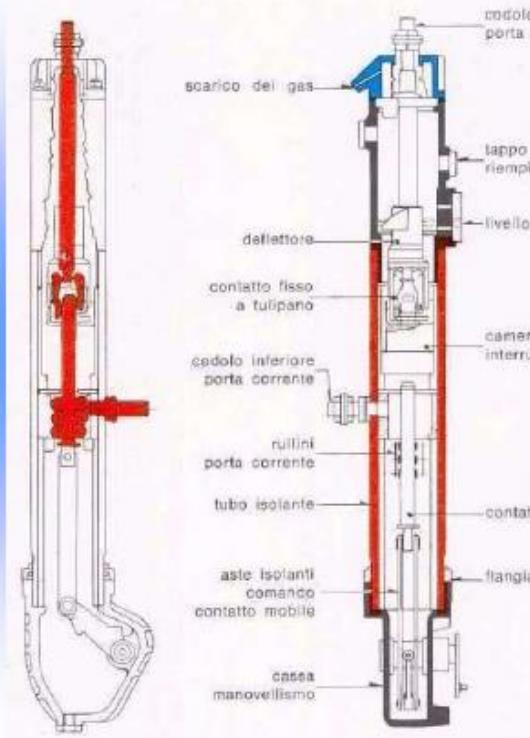
▶ Condiciones de seguridad

- Rótulos de posición “**Abierto**” “**Cerrado**” en mecanismo maniobra
- Prohibidos interruptores con movimiento de cierre no mecánicos
- Previstos para un ciclo de “abrir/cerrar/abrir” desde “cerrado”
- El mecanismo de maniobra será de “disparo libre” con apertura “local”



Fallos mecánicos

**Los desgastes pueden
ocasionar el cierre
del circuito en posición
de Interruptor Abierto**



Interruptores y disyuntores

Un disyuntor es un interruptor automático

seccionadores

Condiciones de seguridad

- ▶ Corte visible o señalada posición abierto
- ▶ No maniobren intempestivamente (Tracción varillaje, vibración, etc)
- ▶ Aquellos dotados con cuchillas de P.T. estarán enclavados
- ▶ Puesta a tierra de protección obligatoria
- ▶ Instalados para apreciación del "corte visible" o sistema de señalización seguro
- ▶ Se pueden eliminar cuando se utilicen "Interruptores extraíbles"
- ▶ No necesario el interruptor de A.T. cuando en B.T. Disponga de otro, enclavado con el seccionador que elimine la carga.



protecciones

► Sobreintensidades

- (Interruptores y fusibles)
 - De expulsión
 - Limitadores



► Sobretensiones

- (Pararrayos autoválvulas, Explosores con excepciones)



► Sobrecalentamientos de Transformadores

- Relés de sobreintensidad
- Dispositivos especiales (Relés Buchholz, termostatos)



protecciones

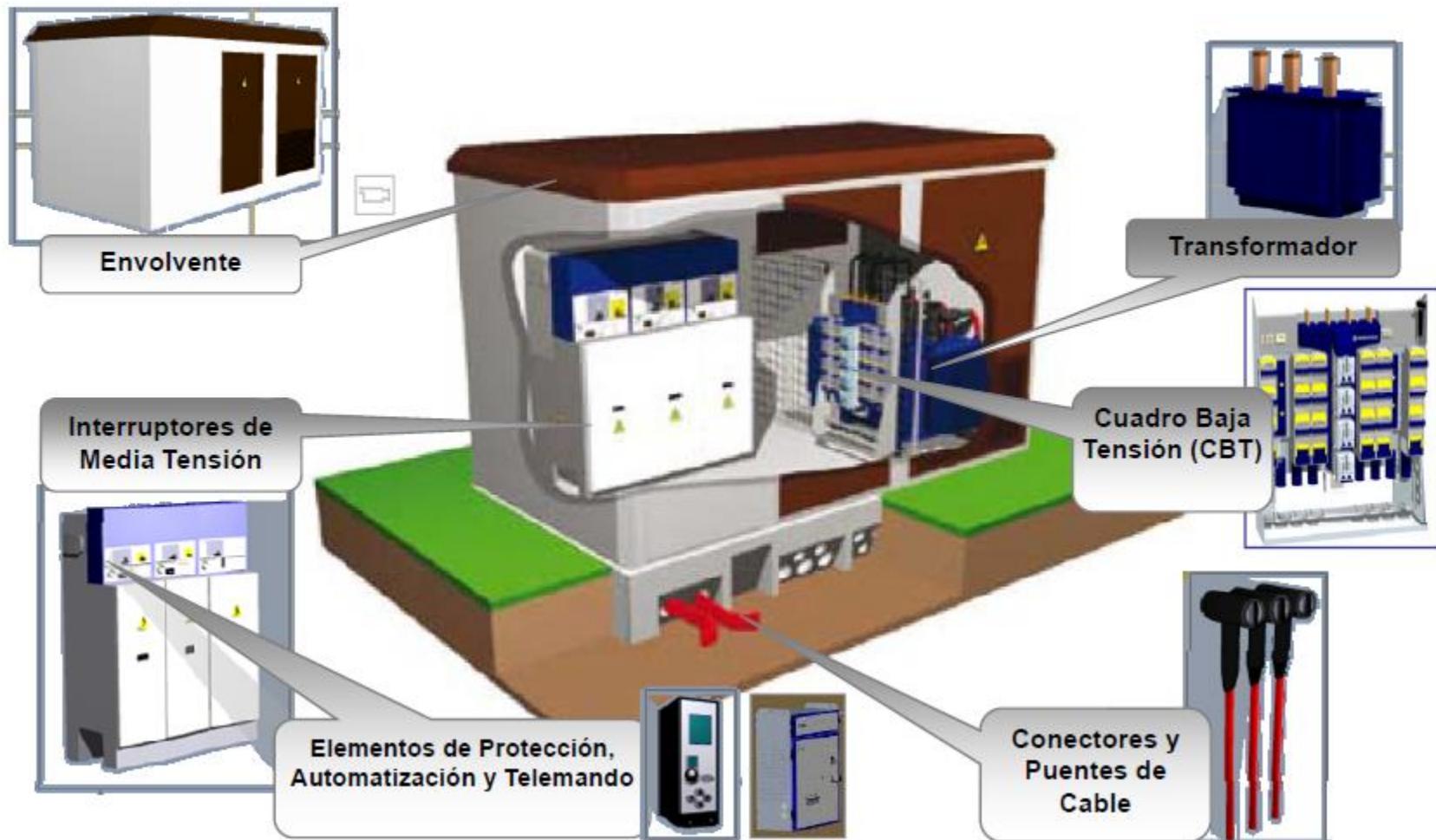
- ▶ **Salidas de línea**
 - Contra sobrecargas y cortocircuitos

- ▶ **Baterías de condensadores**
 - Fusibles y resistencias de descarga (50 V en 1 minuto)

- ▶ **Reactancias y resistencias de neutros artificiales**
 - No se dotarán de dispositivo de protección



Centros de Transformación – Elementos



3. Centro de transformación prefabricado con celdas modulares

3.1 Funciones y componentes de las celdas modulares

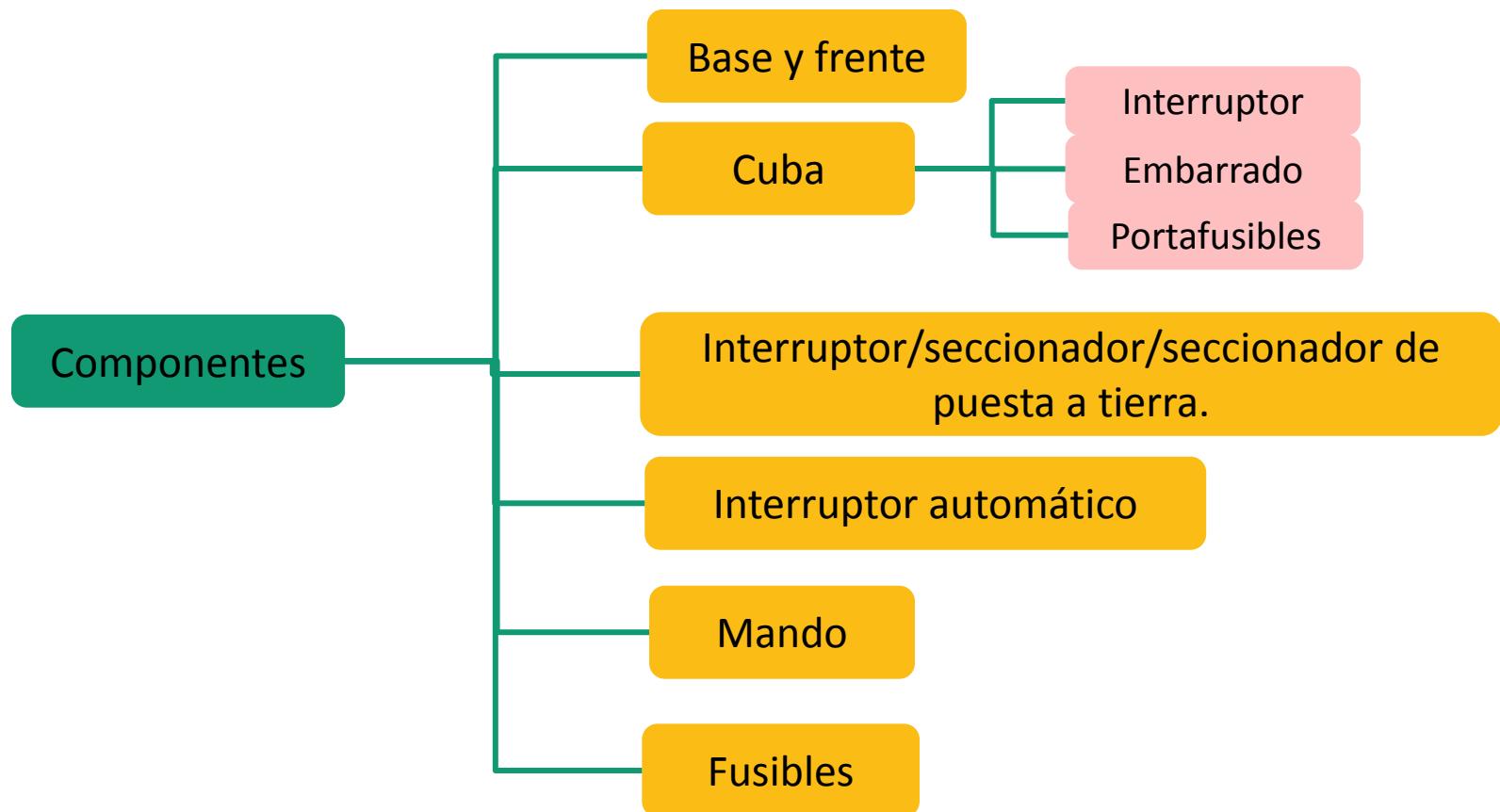
Las celdas modulares forman un sistema de equipos de reducidas dimensiones para MT.

Nombre	Función
Celda de remonte	Protege el remolque de cables hacia el embarrado.
Celda de línea	Permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de MT.
Celda de protección con fusibles	Su función es proteger el transformador.

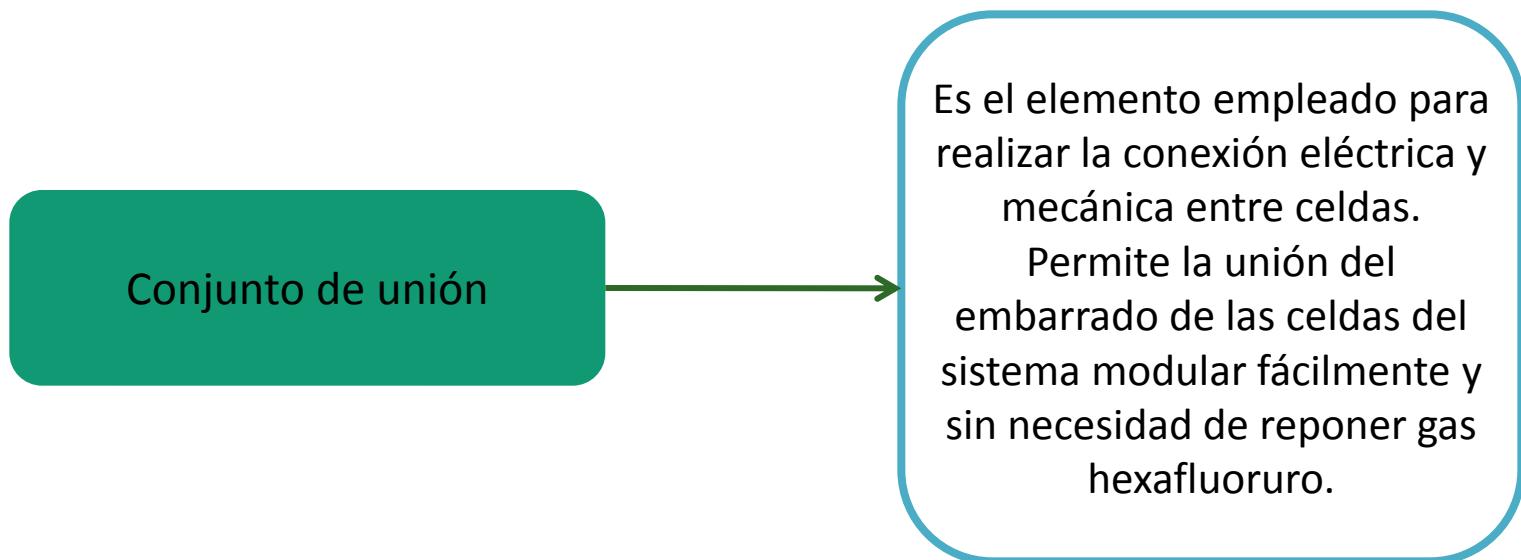
Funciones y componentes de las celdas modulares. Aquí tendrías algunos ejemplos de equipamiento celdas modulares prefabricadas. Pero es conveniente consultar los catálogos por que cada fabricante comercializa sus propios modelos

Nombre	Función
Celda de interruptor automático	Está dotada con un sistema autónomo de protección que permite la realización de protecciones generales o del transformador.
Celda de interruptor pasante	Dispone de un interruptor en el embarrado de la celda, con objeto de permitir la interrupción en carga del embarrado principal del CT.
Celda de medida	De reducidas dimensiones, permite incluir en un bloque homogéneo con las otras funciones del sistema los transformadores de medida de tensión e intensidad.

Partes de una celda modular

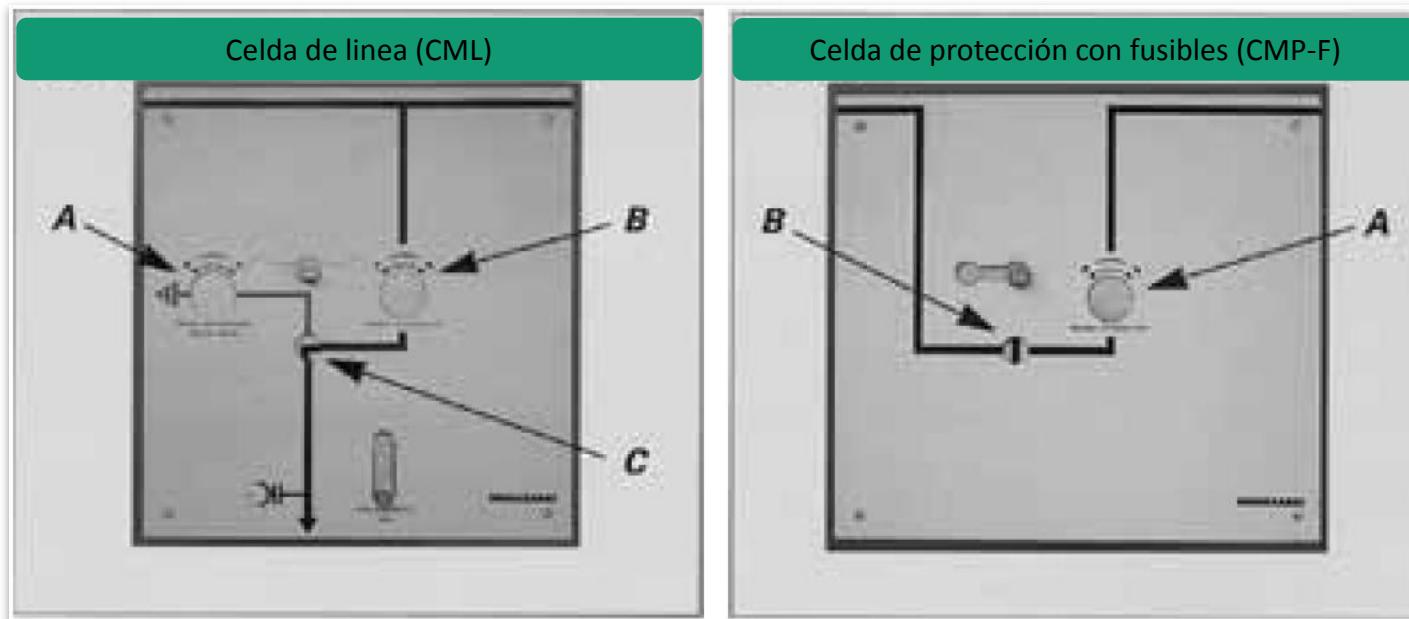


Conecciones entre celdas



3. Centro de transformación prefabricado con celdas modulares

3.3 Operaciones de maniobra en celdas

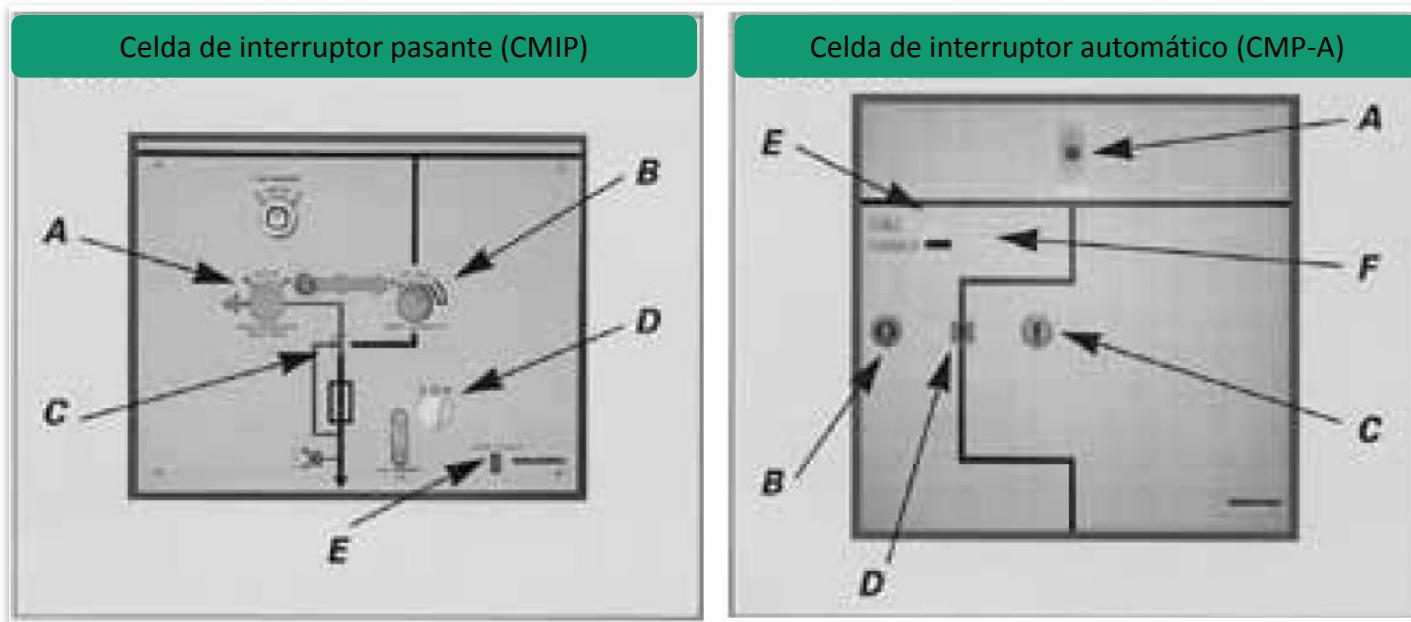


- A** Cierre/Apertura del seccionador de puesta a tierra.
- B** Cierre/Apertura del interruptor (mandos B o BM).
- C** Señalización de posición del interruptor.

- A** Apertura/Cierre del interruptor.
- B** Señalización de posición del interruptor.

3. Centro de transformación prefabricado con celdas modulares

3.3 Operaciones de maniobra en celdas



- A** Cierre/Apertura del seccionador de puesta a tierra.
- B** Cierre del interruptor/Carga de muelles (mando BR).
- C** Señalización de posición del interruptor.
- D** Liberación de muelles → Apertura del interruptor.
- E** Señalización de la fusión de fusibles.

- A** Carga de resortes.
- B** Apertura del interruptor automático.
- C** Cierre del interruptor automático.
- D** Señalización de posición del interruptor automático.
- E** Indicación de tensado de resortes.
- F** Contador de maniobras (opcional).

3. Centro de transformación prefabricado con celdas modulares

3.4 Funciones de protección

La utilización de fusibles en las celdas de protección responde a dos aspectos

Fusibles asociados

Si se funde un fusible no se abre el interruptor de la celda, por lo que las otras dos fases siguen alimentando al transformador



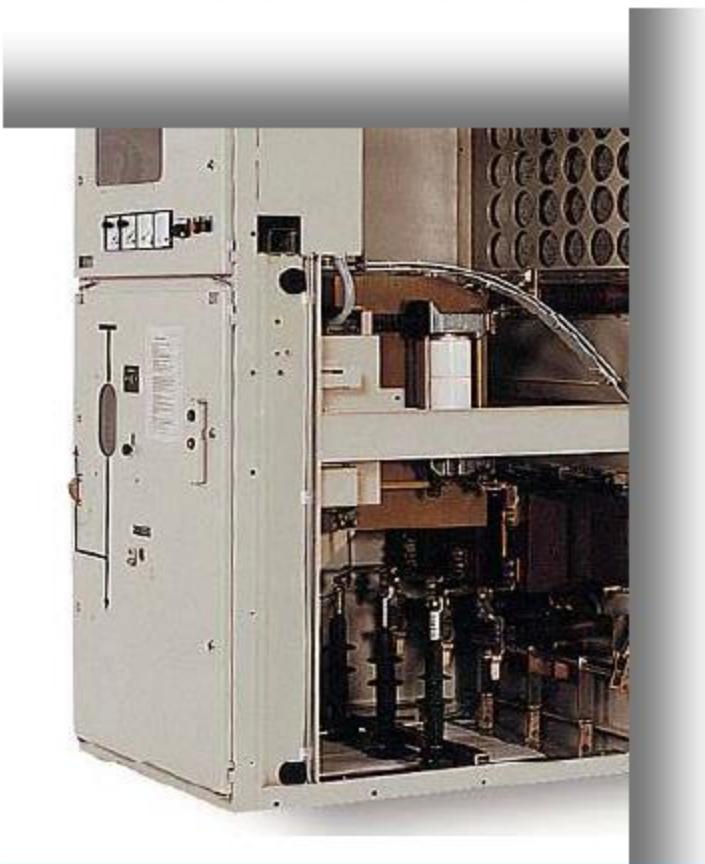
Fusibles combinados

Cuando cualquiera de los fusibles se funde, el interruptor corta totalmente la alimentación del transformador



Tecnologías de Fabricación

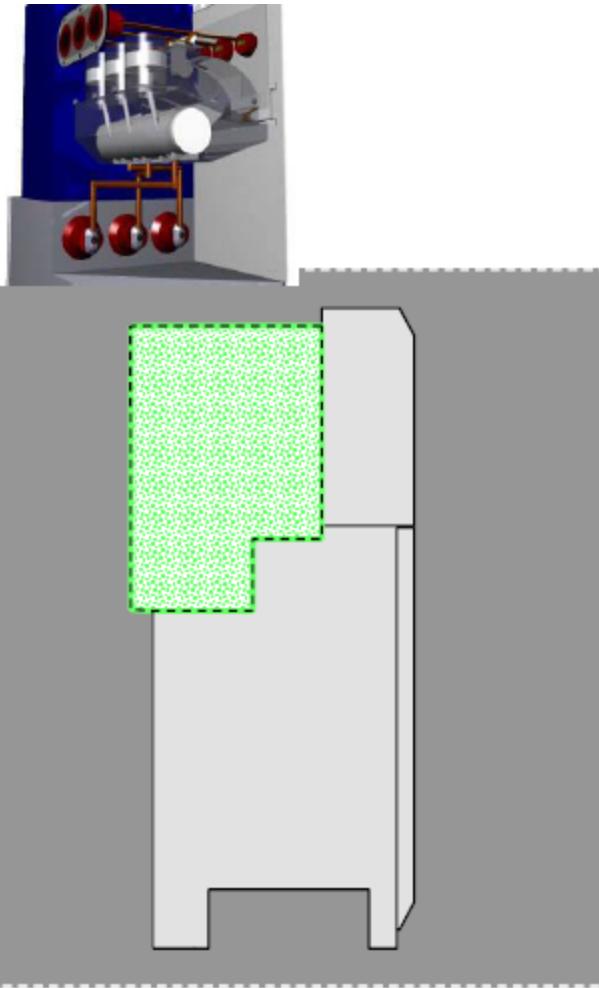
Aire - Gas (AIS)



Aislamiento Integral



Aparatamiento de Media Tensión



Ventajas del Aislamiento Integral

- Modularidad
- Ensayado a inmersión
- Ensayado frente a Arco interno
- Seguridad de operación
- Accesibilidad frontal
- Apto para todo ambiente
- Cambio de elementos bajo tensión (mecanismos de maniobra)

Aparcamiento de Media Tensión



Modularidad



ORMALINK



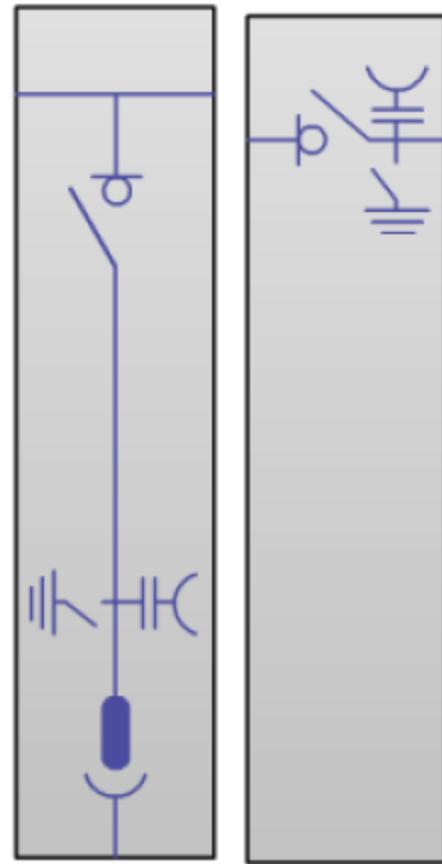
- Mantenimiento del aislamiento integral
- Fácil montaje
- Sin manipulación de gas
- Control del Campo Eléctrico

Aparatamiento de Media Tensión

Modularidad

❖ Seccionador y Seccionador de PaT

- Maniobra **Manual**
 - Palancas Independientes
- Motorización** opcional



Modularidad

❖ Interruptor – Seccionador Combinado con Fusibles

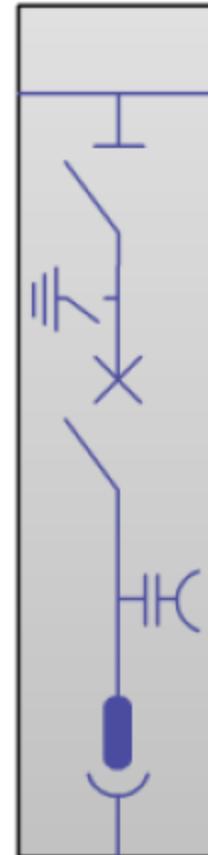
- 3 Posiciones**
 - Conexión
 - Seccionamiento
 - PaT
- Maniobra Manual**
 - Mando con Retención (BR) con Bobina de Disparo
 - Palancas Independientes
- Motorización** opcional
- Doble PaT** antes y después del fusible
- Acceso Frontal** a Fusibles Horizontales



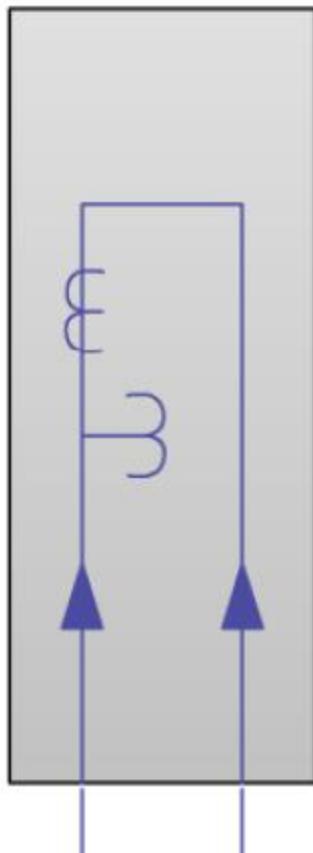
Modularidad

❖ Interruptor Automático

- Tecnología de Corte en **Vacio**
- Endurancia eléctrica** extendida (E2) con ciclo de reenganche rápido y exento de mantenimiento, de acuerdo a la norma IEC 62271-100
- Maniobra **Manual**
 - Mediante botonera
- Maniobra **Motorizada**
 - Tiempo carga de muelles < 15 s
 - Contactos Auxiliares
- Bobinas** de cierre, apertura y mínima tensión



Modularidad



❖ Medida



- Transformadores de tensión e intensidad
- Diferentes configuraciones

Modularidad

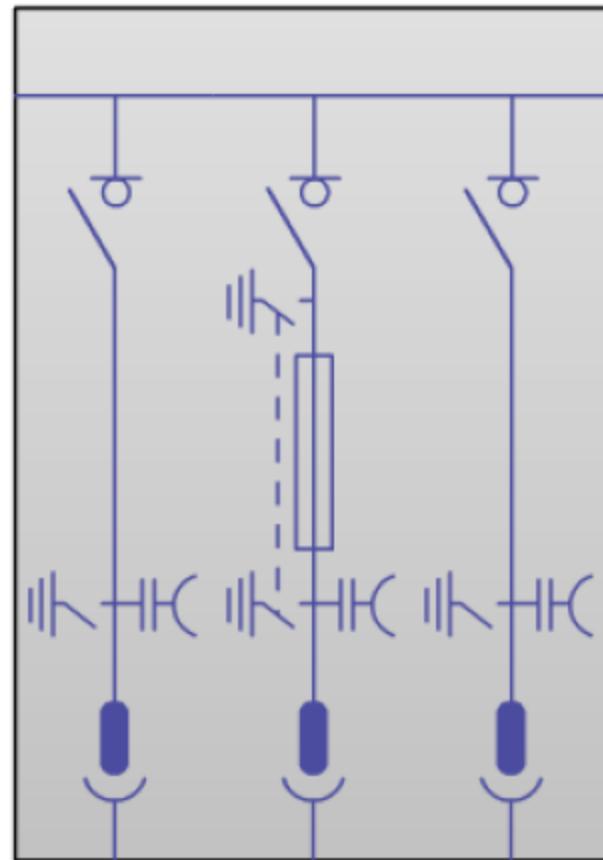
❖ Remonte de Barras / Cables

- Acometida lateral
- Protección mecánica



Modularidad

- ❖ Compacto 2LP - Ring Main Unit
 - ❑ Equipo integrado para MT de reducidas dimensiones
 - ❑ Varias funciones en una misma cuba
 - ❑ Extensible o No Extensible



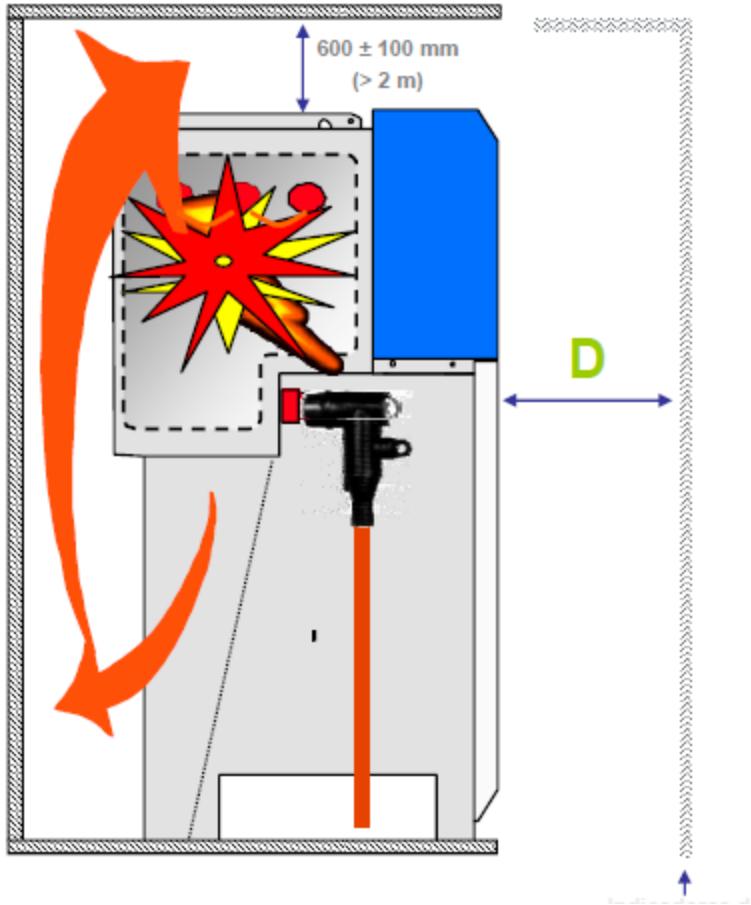
Arco Interno

Objetivo:

-  Protección del Operador
-  Protección de Terceras Personas
-  Protección de los Bienes



PROTECCIÓN DE PERSONAL



Arco Interno

ACCESIBILIDAD TIPO A: Personal Autorizado

- * Algodones 150 gr/m²
- * Distancia del equipo 300 mm*

ACCESIBILIDAD TIPO B: No Restringida – Pùblico en General

- * Algodones 40 gr/m²
- * Distancia del Equipo 100 mm*

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- 1) Puertas y Cubiertas no se abren
- 2) No se produce fragmentación de la envolvente
- 3) No se generan perforaciones en las caras accesibles
- 4) Los indicadores no se queman por gases
- 5) No se desconecta el punto de Puesta a Tierra

Seguridad y Facilidad de Operación

- Clase **IAC AFL** según la norma **IEC 62271-200**
- Grado de protección del conjunto **IP3X**
- Detección Presencia / Ausencia de Tensión (s/ opciones)
- Enclavamientos**



Elementos de Seguridad

- Indicador de Presencia de Tensión
 - IEC 61958
 - Señal capacitiva del pasatapas



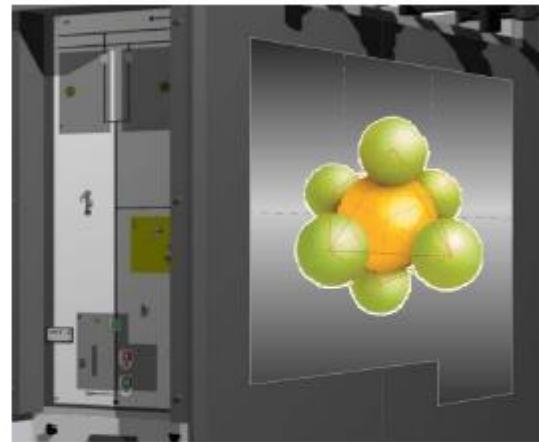
Elementos de Seguridad

- **Alarma sonora de Prevención de PaT**
 - Advierte maniobra de PaT con tensión
 - Previene ceros de tensión



Aislamiento

- Sistema **sellado** de por vida (30 años)



Todo Ambiente

- Apto para **todo** Ambiente

❖ Ensayos

- Ensayos de **Rutina** a todas las unidades
 - Ensayo de Estanqueidad
 - Frecuencia Industrial
 - Medida de la Resistencia del Circuito Principal
 - Endurancia Mecánica
 - Medida de las Descargas Parciales (Opcional)



Protección

- **Fusibles asociados o combinados**
- **Fusibles y relé** (sobrecargas y fugas a tierra)
- **Interruptor automático y relé** (sobrecargas, fugas a tierra y cortocircuitos)

Protección

Protección con Fusibles

Los fusibles pueden estar **asociados** o **combinados** (la fusión de un fusible abre el interruptor de la celda).

Efectos limitadores de daños térmicos y dinámicos originados por el cortocircuito

Hay que reponer los 3 fusibles

No protege contra sobrecargas ni fugas a tierra



Protección

Protección con Fusibles y Relé

Efectos limitadores de daños térmicos y dinámicos originados por el cortocircuito

Protección contra sobrecargas y fugas a tierra

Hay que reponer los 3 fusibles

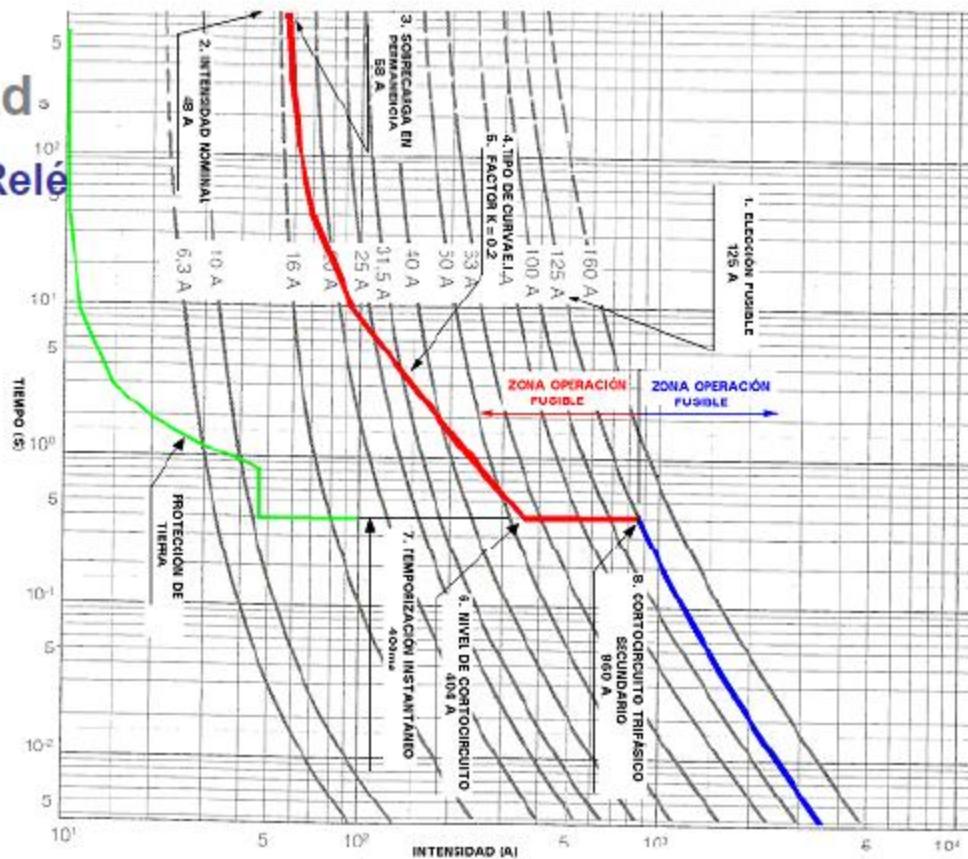
Protección completa



Protección - Selectividad

Protección con Fusibles y Relé

- Protección de tierra con relé
- Protección de fase con relé
- Protección de fase con fusible



Ejemplo de Curva de Protección con Fusibles y Relé o Relé y Relé

Protección

Protección con Interruptor Automático

- Protecciones contra sobrecargas o fugas a tierra y cortocircuitos

Mayor tiempo de apertura en caso de cortocircuito

No es necesaria la reposición

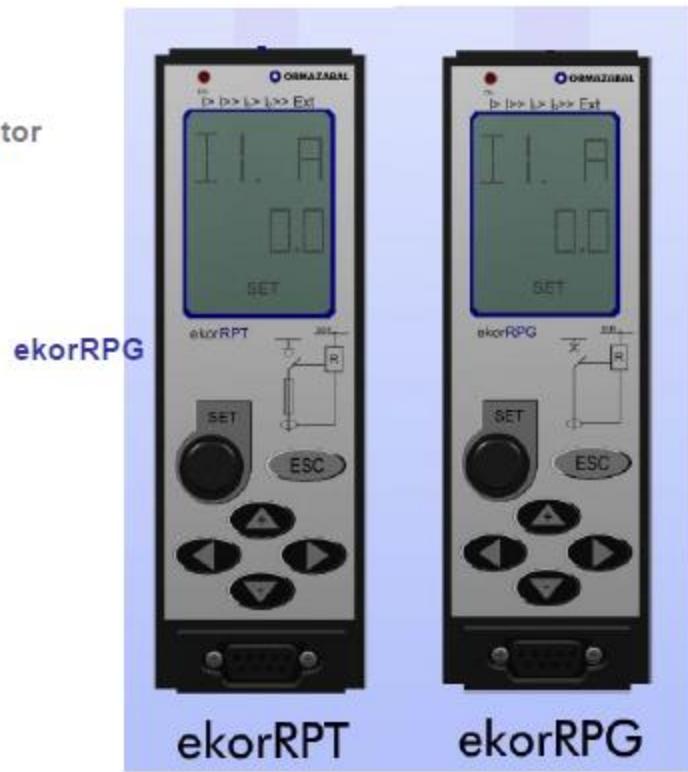
Protección de transformadores de mayor potencia

Protección de líneas



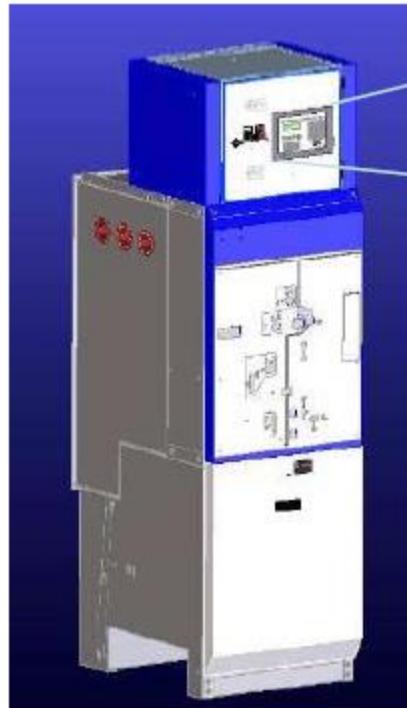
ekorRP: Relés de Protección

Unidad de Protección, Medida y Control, asociada a celdas de interruptor combinado con fusibles e interruptor automático, para protección del transformador y de las líneas



Celda de Interruptor Automático con Protección Multifuncional

ekorRPS



Funciones de Protección y Control:

- Sobreintensidad ($3 \times 50/51 + 50N/51N + 50Ns/51Ns$)
- Máxima / Mínima Tensión (27 / 59)
- Máxima / Mínima Frecuencia (81 M/m)
- Imagen Térmica (49)
- Desequilibrio de Fases
- Reenganche
- Oscilografía
- etc.

Telecontrol de Centros de Transformación

- **Calidad de Servicio**
- **Flexibilidad en la operación**
- **Órdenes o mandos de interruptores** (*abrir/cerrar*)
- **Estado de interruptores** (*abierto/cerrado*)
- **Presencia tensión en las líneas/barras**
- **Indicadores de paso de falta**
- **Indicadores de alarmas**
- **Medidas**

Telecontrol de Centros de Transformación

Evolución



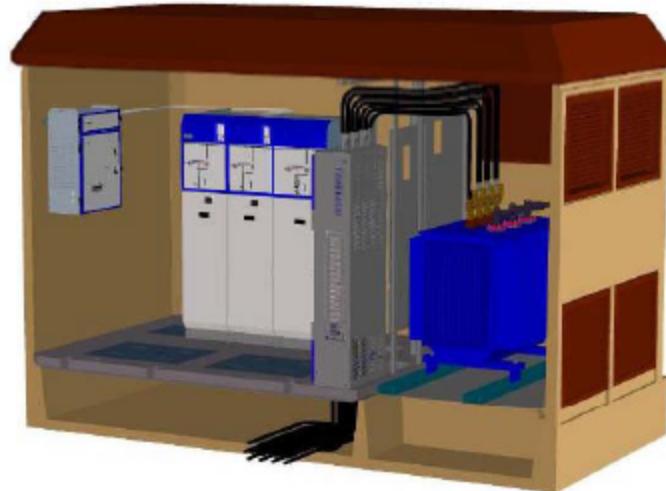
Control Integrado en la Aparamenta

Telecontrol de Centros de Transformación

Telecontrol por Control Integrado

Ventajas

- Simplifica cajones de control
- Reduce número de componentes
- Elimina errores de cableado
- Modularidad; simplifica las ampliaciones
- Reduce manipulación de interconexiones en campo
- Se ajusta, comprueba (y precinta) en fabrica según especificaciones de Cliente

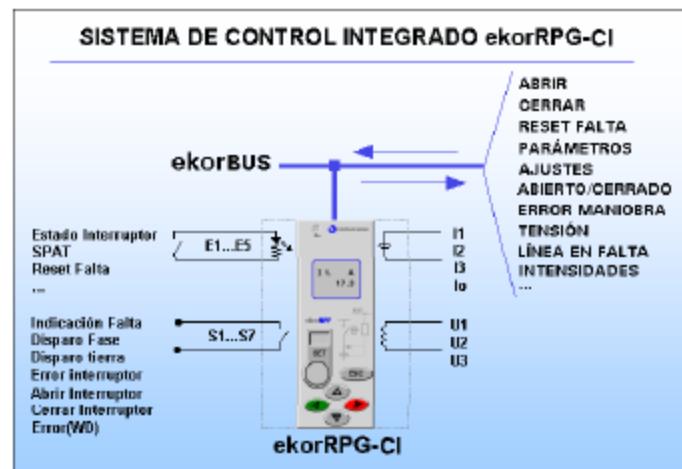


Telecontrol de Centros de Transformación

Telecontrol por Control Integrado

Comunicaciones

- RS232 configuración local.
 - RS485 telecontrol con par trenzado.
 - RS485 telecontrol fibra óptica.
 - Protocolo según ZONA.
 - Mensajes SMS.



Transferencia Automática de Líneas

Aplicación destinada a proporcionar una alimentación ininterrumpida y segura, a través de la transferencia entre dos líneas de alimentación que permite la reducción al mínimo de los cortes de suministro a la salida

- Cambio de alimentador
- Línea - Línea o Línea - Grupo
- Con interruptores automáticos o interruptores en carga
- Con acople o sin acople
- Posibilidad de telemundo
- Vuelta por tensión, hora, sin preferente



Máquina estática destinada a transferir la potencia eléctrica desde una red de MT a otra de BT

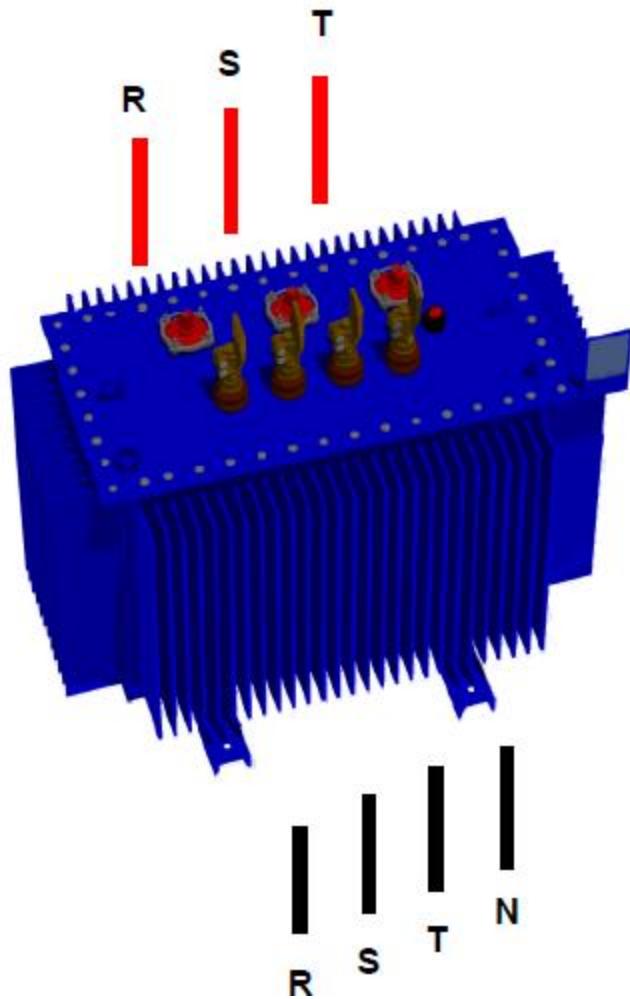
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN



❖ Transformador



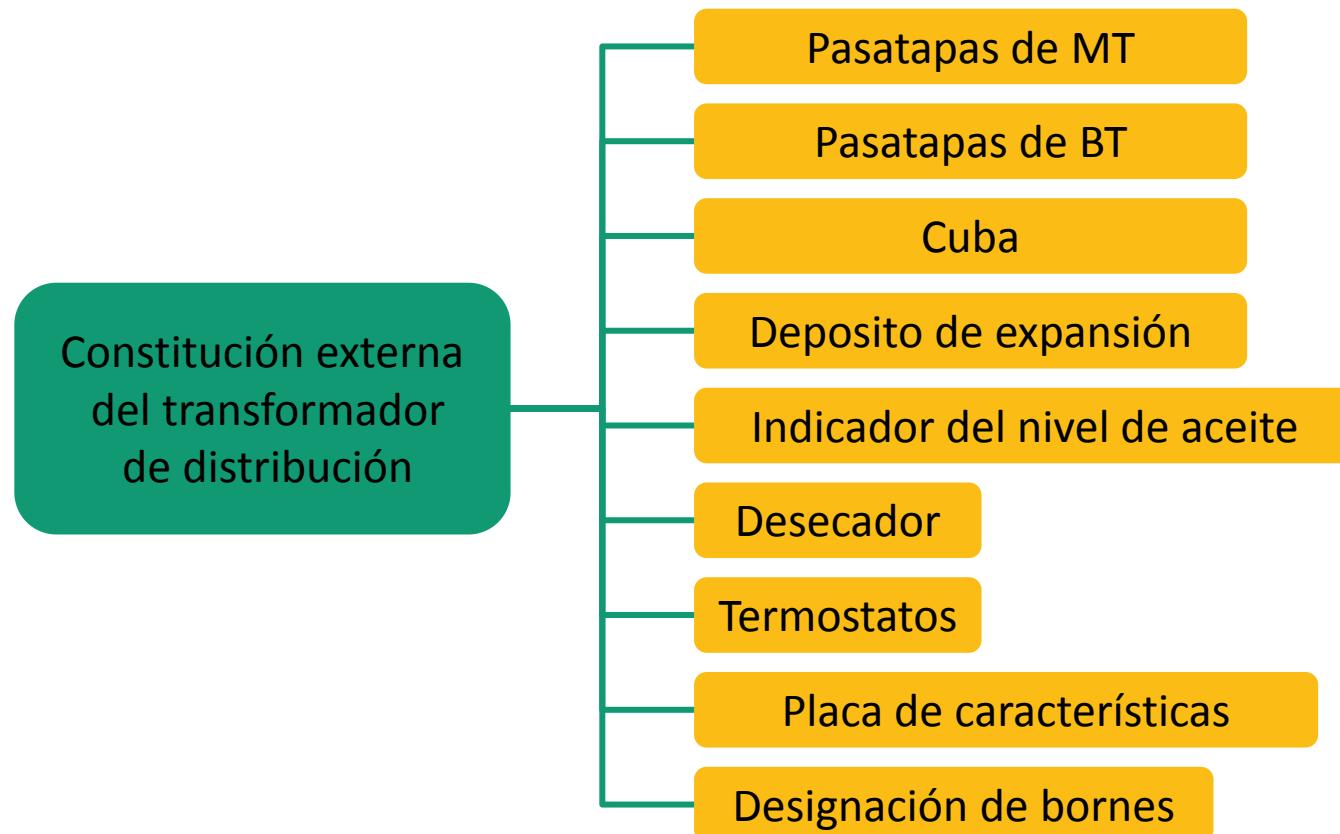
MT



BT

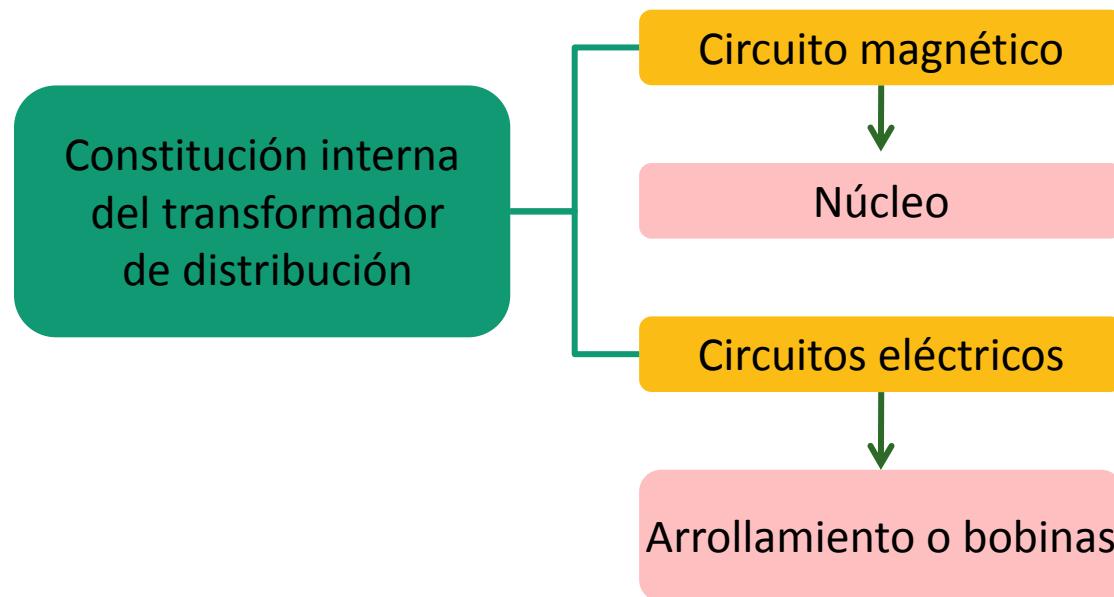
3. Centro de transformación prefabricado con celdas modulares

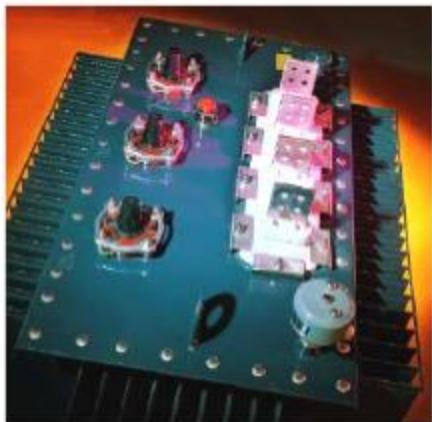
3.5 Transformador de distribución



3. Centro de transformación prefabricado con celdas modulares

3.5 Transformador de distribución





Normativa Aplicable

- **Dieléctrico Líquido**
UNE-EN 60076
UNE 21428-1-1
Normas Particulares Compañía Eléctrica
- **Aislamiento Seco**
UNE 20178
UNE 21538-1
Normas Particulares Compañía Eléctrica



Transformador con Líquido Dieléctrico Natural Biodegradable

Dieléctrico vegetal biodegradable

Mínimo riesgo de incendio
(clase K)

> 350 °C

Menor envejecimiento





ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Depósito de aceite

La mirilla visualiza el nivel. Admite aumento volumen aceite



Termostatos

Protege contra la elevación de temperatura peligrosa del refrigerante



Válvula de alivio

Libera la sobrepresión interna evitando explosiones





ELEMENTOS DE SEGURIDAD

RELE BUCHHOLZ

Protege contra:

- Defectos internos de aislamiento
- Cortocircuitos entre fases
- Cortocircuitos entre espiras
- Defectos a masa

• Color de Gases según defectos



- BLANCOS: Destrucción de papel y cartón
- AMARILLOS: Piezas de madera
- NEGROS/GRISES: Descomposición aceite

ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Desecadores de Silicagel para transformadores

Fórmula química $\text{SiO}_2 \text{ nH}_2\text{O}$

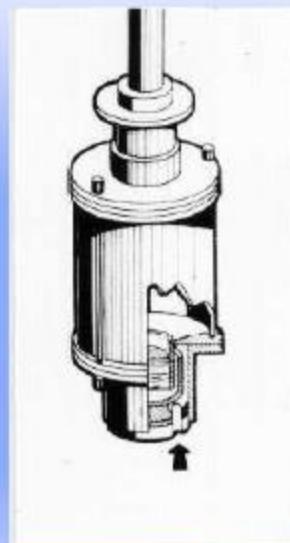
Capacidad de absorción de humedad (hasta 40% peso)

No tóxico e inodoro

Insoluble en agua ni en cualquier otro solvente

Químicamente estable, sólo reacciona con el ácido fluorhídrico y el álcali.

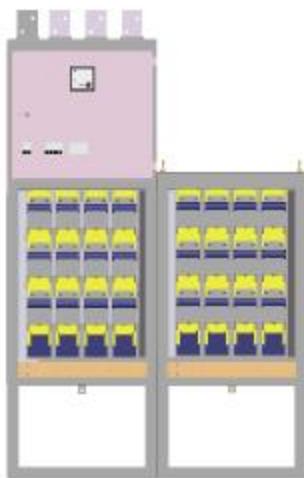
Se puede regenerar, una vez saturado si se somete a una temperatura de entre 120-180 °C



Cuadro de Baja Tensión

Elemento encargado de la **recepción, protección** y posterior **distribución** de la salida en BT del transformador, en un determinado número de salidas

CBT UNESA



Cuadro de Baja Tensión

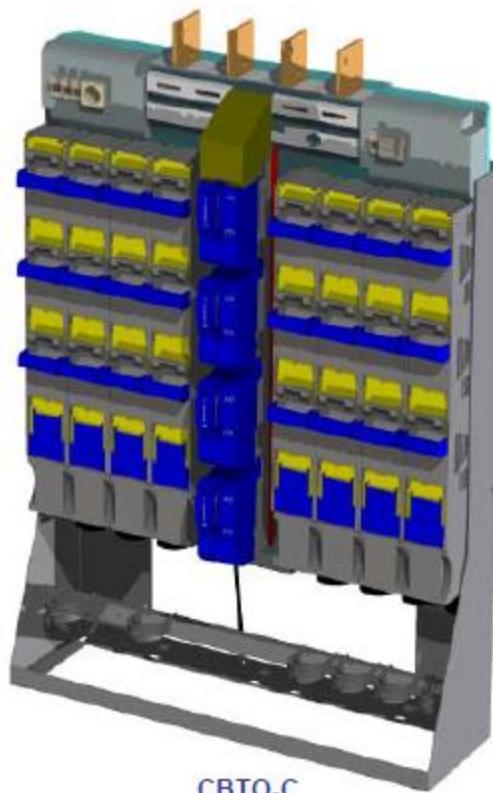
CBTO



Cuadro de Baja Tensión Optimizado

❖ Cuadro de Baja Tensión

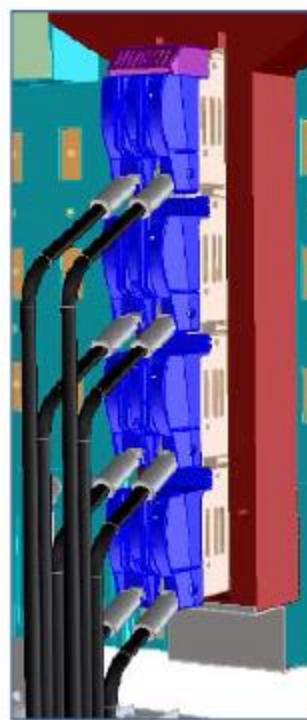
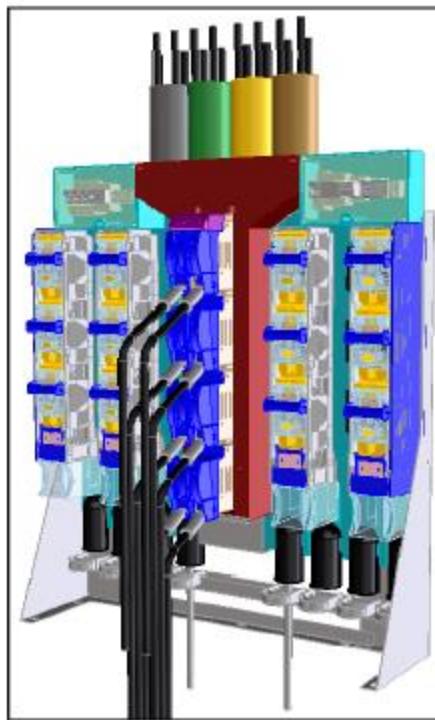
- Convencional (hasta 8 salidas)
- Compactos (hasta 5 ó 6 salidas)
- Tensión asignada: 440 V
- Intensidad asignada: 1000 A / 1600 A
- Grado de protección IP 2X, IK 08
- Tensión soportada a frecuencia industrial:
 - 2,5 kV entre partes activas
 - 10 kV entre partes activas y masa
- Tensión soportada a impulso tipo rayo: 20 kV
- Intensidad de cortocircuito: 25 kA, 1 s



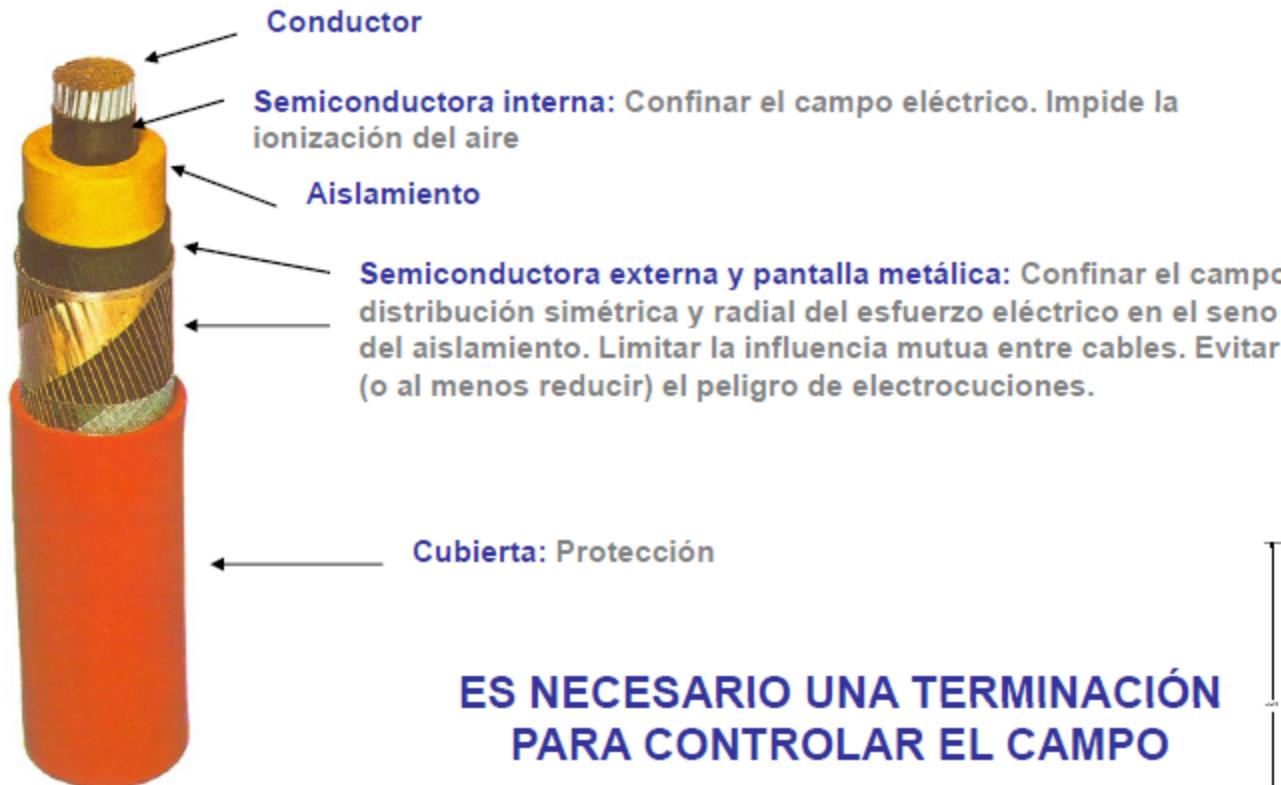
❖ Cuadro de Baja Tensión

Acometida Auxiliar desde Grupo Electrógeno

Calidad de Servicio

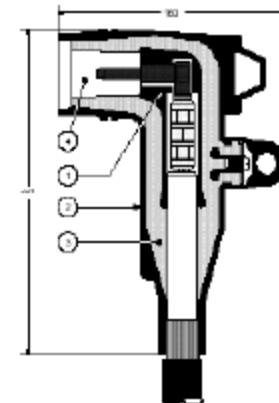


Cables y Conectores

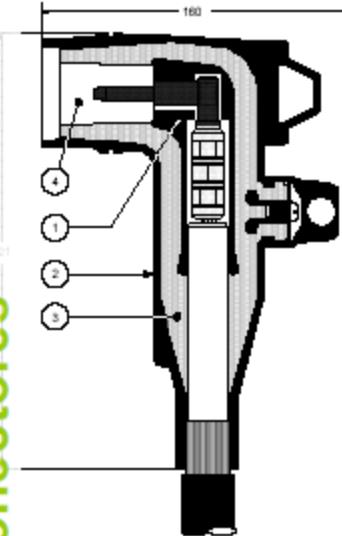


Cable de Campo Radial

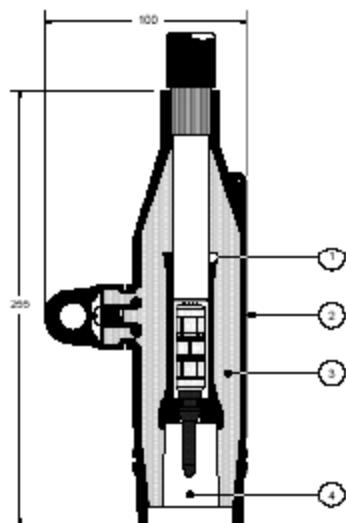
ES NECESARIO UNA TERMINACIÓN PARA CONTROLAR EL CAMPO



Cables y Conectores



Tipo A: Serie 200 K158LR
152 SR

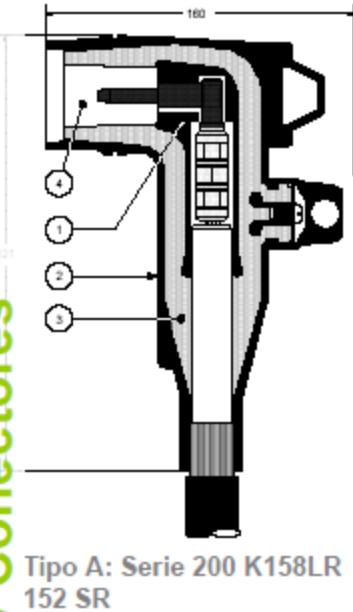


Conector Apantallado

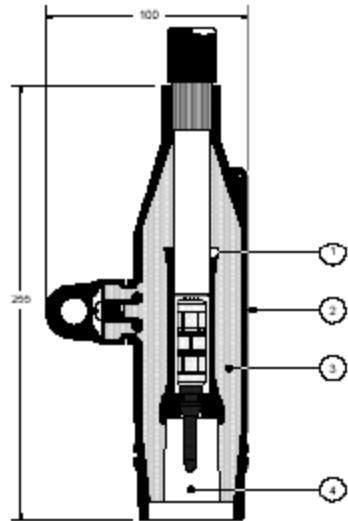
- **Enchufables:** no tienen acceso a la clavija.
Necesitan de un elemento de fijación
- **Cables hasta 95 mm²** (ejecución especial para 120 y 150 mm²)
- **K = 24 kV**
- **Dependen de la sección y de la naturaleza del cable**

- 1) Semiconductora interna
- 2) Semiconductora externa
- 3) Aislamiento
- 4) Interface tipo A

Cables y Conectores



Tipo A: Serie 200 K158LR
152 SR



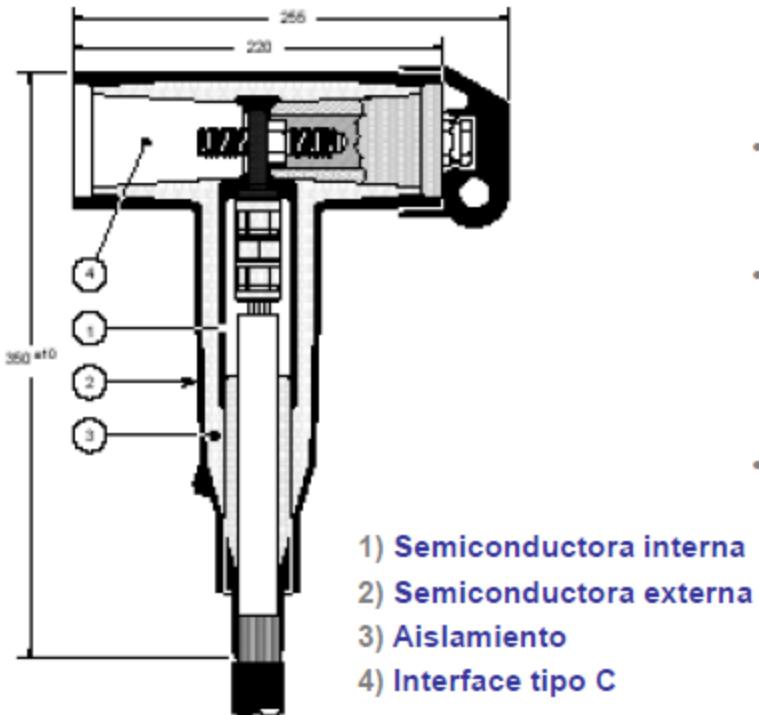
Conector Apantallado

- **Enchufables:** no tienen acceso a la clavija.
Necesitan de un elemento de fijación
- **Cables hasta 95 mm² (ejecución especial para 120 y 150 mm²)**
- **K = 24 kV**
- **Dependen de la sección y de la naturaleza del cable**

- 1) Semiconductora interna
- 2) Semiconductora externa
- 3) Aislamiento
- 4) Interface tipo A

Cables y Conectores

❖ Cables y Conectores



Tipo C: Serie 400 KM400/440TB

Conector Apantallado

- **Atornillable:** tienen acceso a la clavija quitando la borna aislante y el capuchón. No necesitan elemento de fijación
- **Cables hasta 630 mm²**
 $K = 24 \text{ kV}$; $M = 36 \text{ kV}$
- **2 tipos**
 - **KM400TB:En T (Hasta 300 mm²)**
 - **KM440TB: En T (Hasta 630 mm²)**
- **Depende de la sección y de la naturaleza del cable**

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Futuro: Redes Inteligentes

SUPERVISIÓN DE CONSUMO

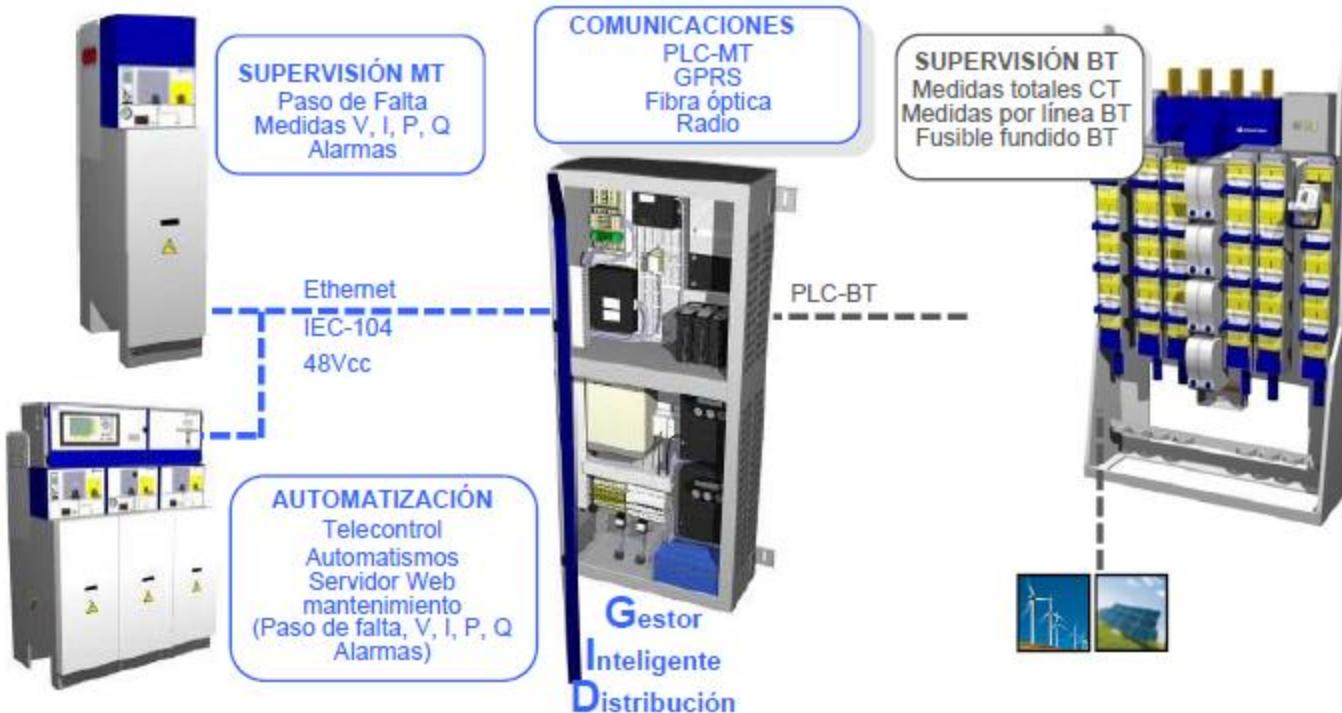


Gestor
Inteligente
Distribución



Redes Inteligentes

SUPERVISIÓN DE CONSUMO



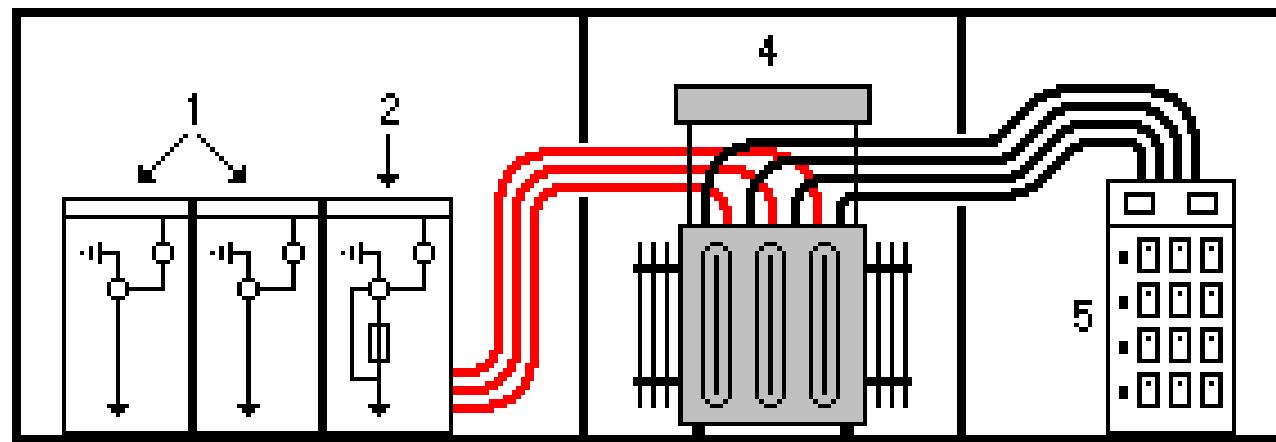


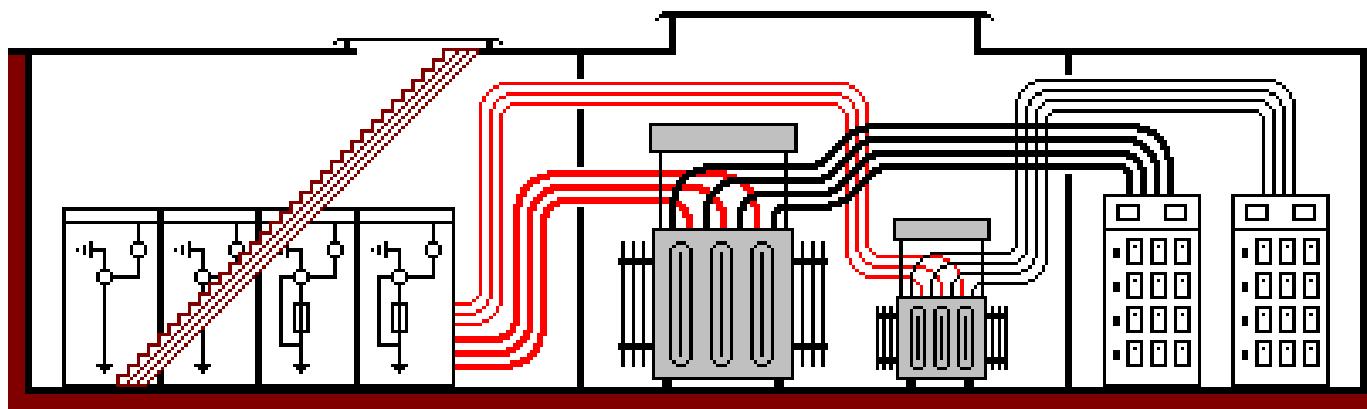


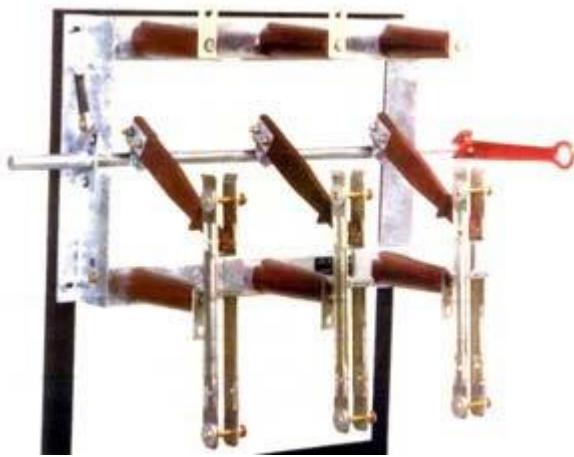
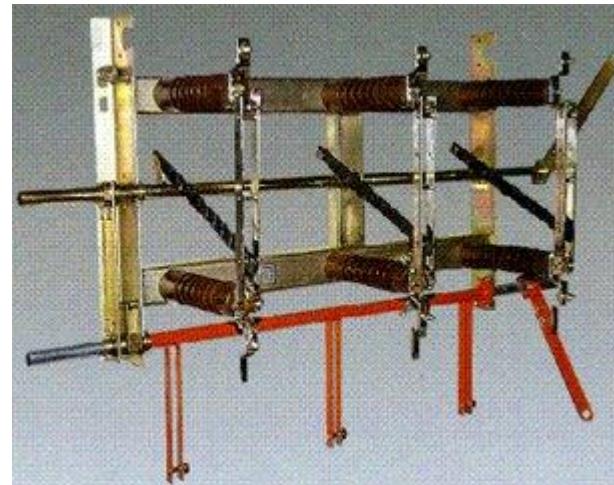
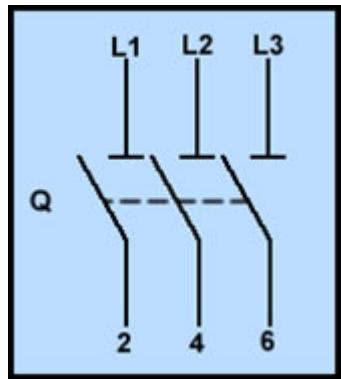


Centro de transformación convencional.



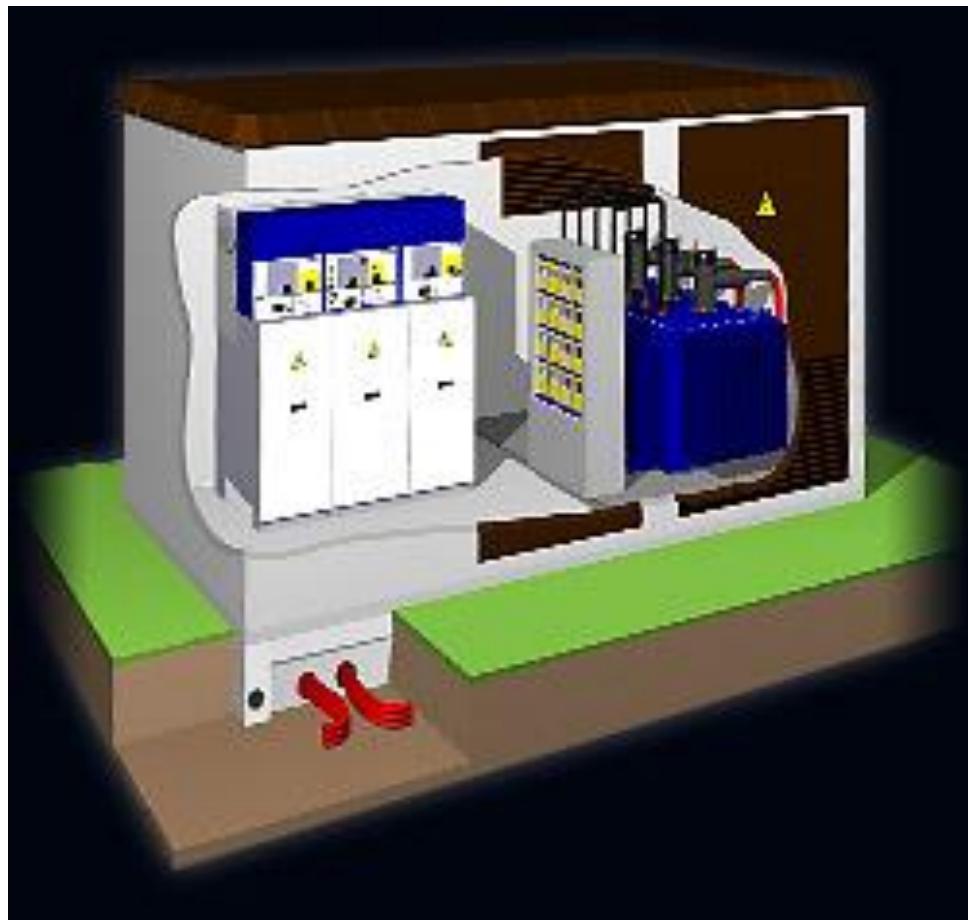






- INTERRUPTOR







- **CENTROS DE SECCIONAMIENTO:**
- Son instalaciones interiores de maniobra de la red MT, ubicadas en puntos estratégicos de la misma
- Mismos requisitos para obra civil y aparamenta que para CT interior
- Pueden estar dotados de telemandos, integrables en los sistemas de control de Endesa, incluyendo en algunos casos protecciones coordinadas con las de cabecera de línea, o automatismos programables

- Instalación interior de la que parte una alimentación para un cliente MT
- Tienen dos partes contiguas, pero que deben quedar perfectamente separadas:
 - * Recinto de Seccionamiento (de Endesa)
 - * Recinto de Protección y Medida (del Cliente)
- El último elemento de la red de Endesa es la “celda de entrega”, ubicada en el Recinto de Seccionamiento
- El Recinto de Seccionamiento debe ser accesible para Endesa de igual modo que un CT



Trafos celda de medida



FIGURA 1.7. Transformador de corriente

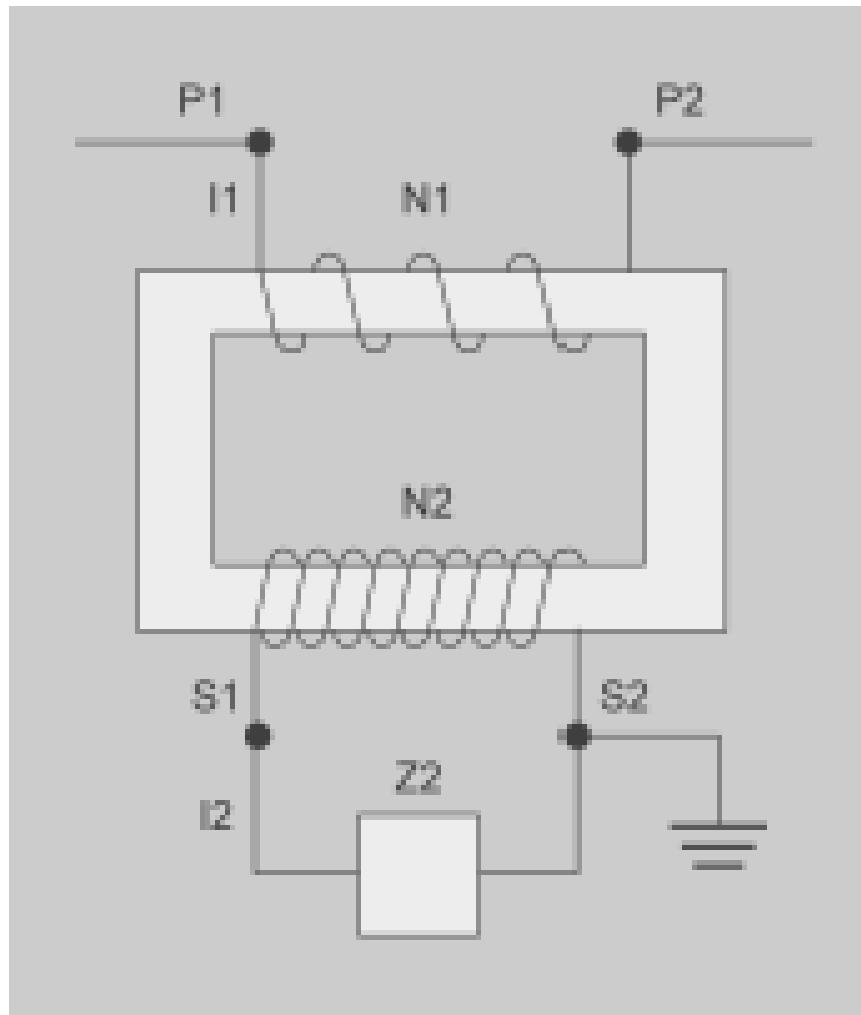


FIGURA 1.8. Transformador de tensió (dues connexions diferents)

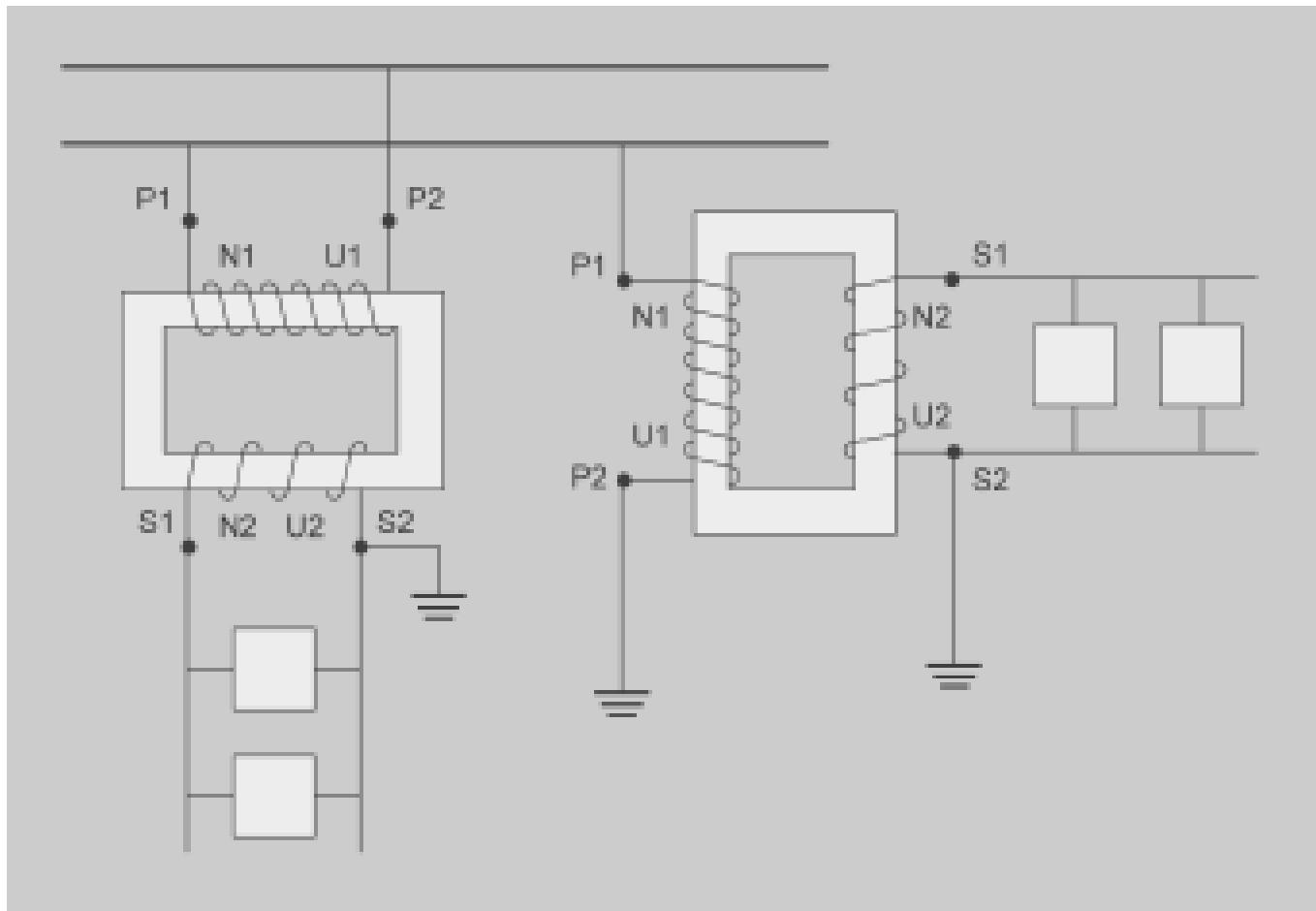


FIGURA 1.17. Esquema unifilar de CT de distribució amb un (esquerre) i dos transformadors (dreta)

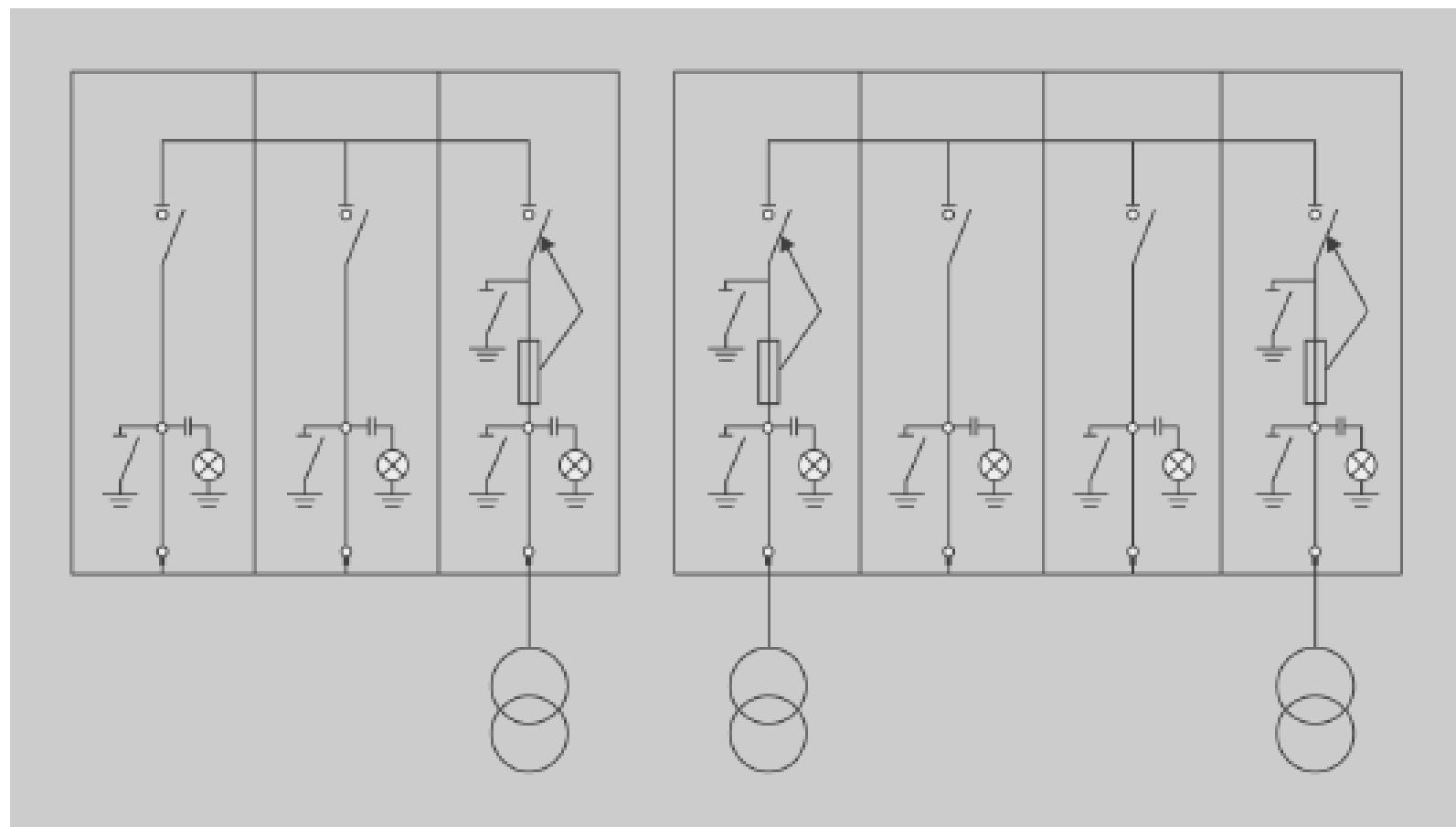


FIGURA 1.18. Esquema unifilar de CT d'abonat

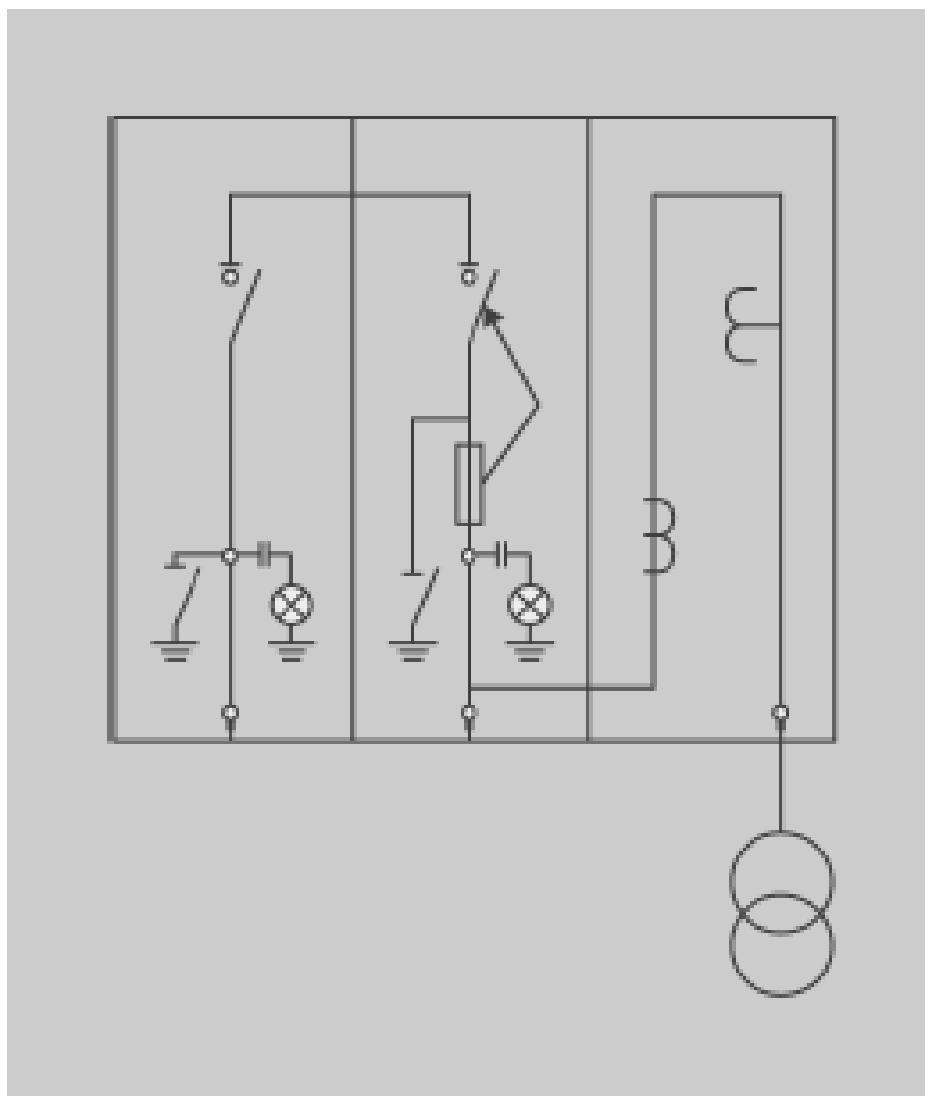


FIGURA 1.19. Esquema unifilar de CT d'abonat amb mesura en BT

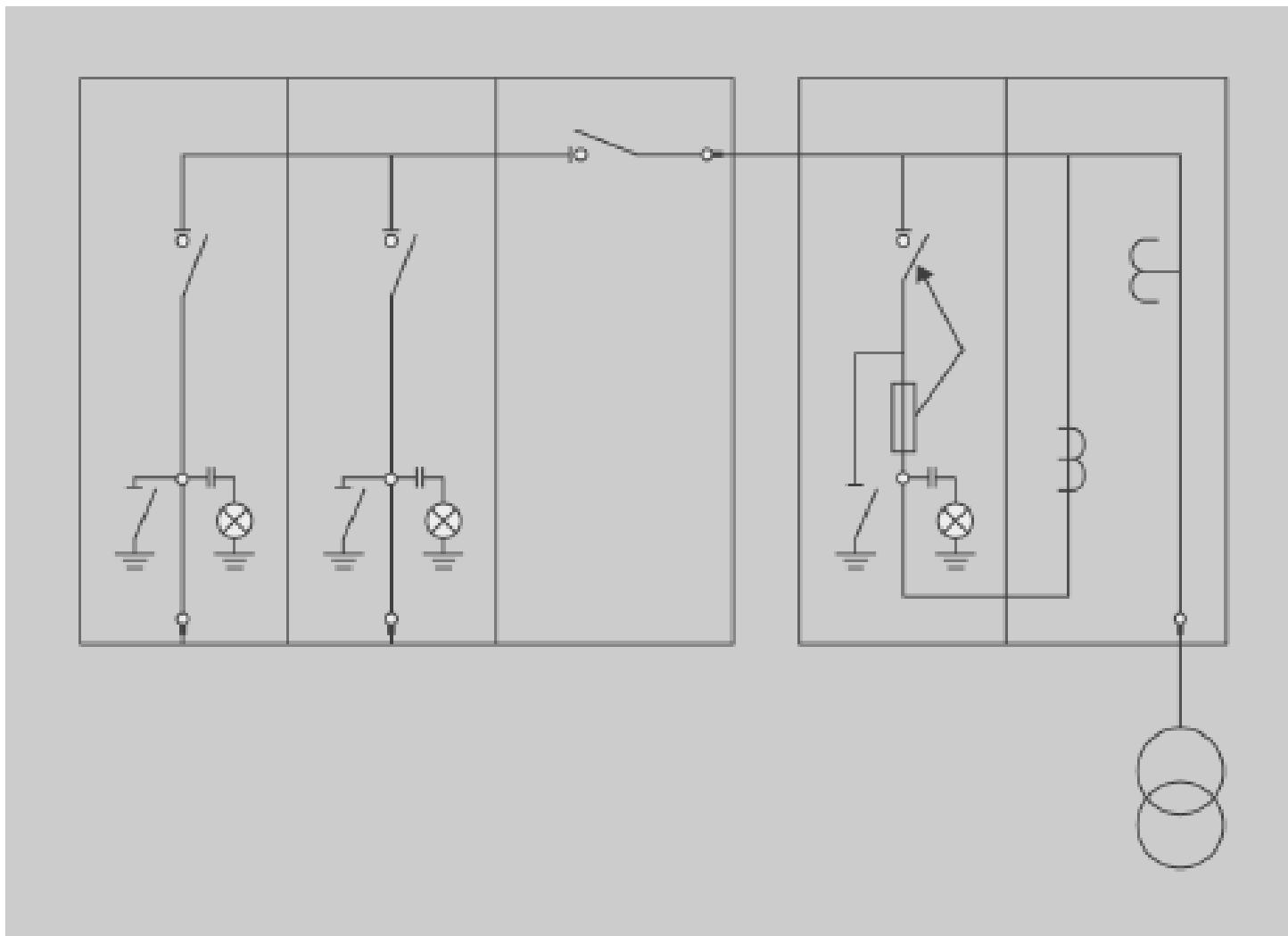


FIGURA 1.20. Esquema unifilar de CT d'abonat amb dos transformadors

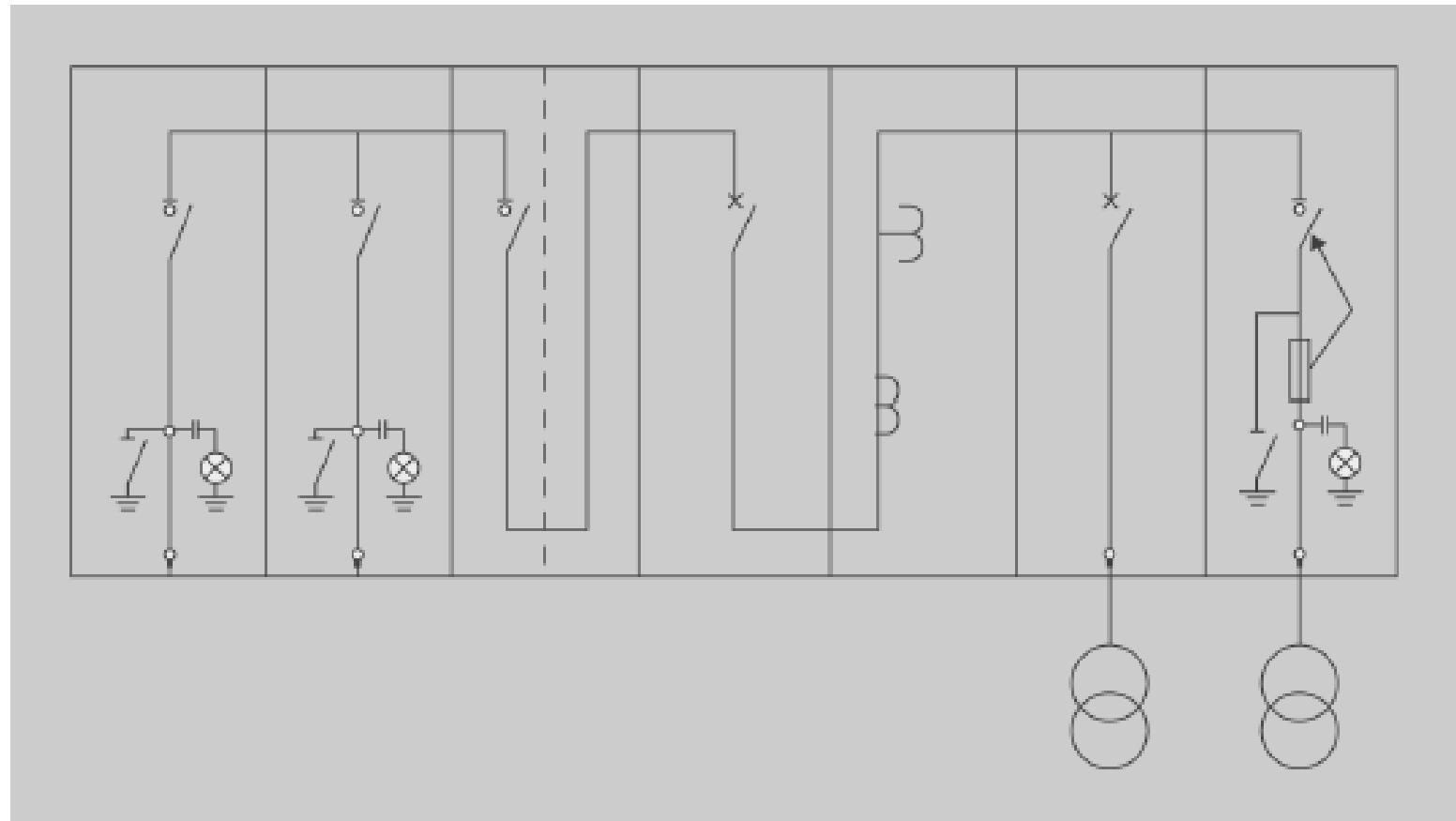
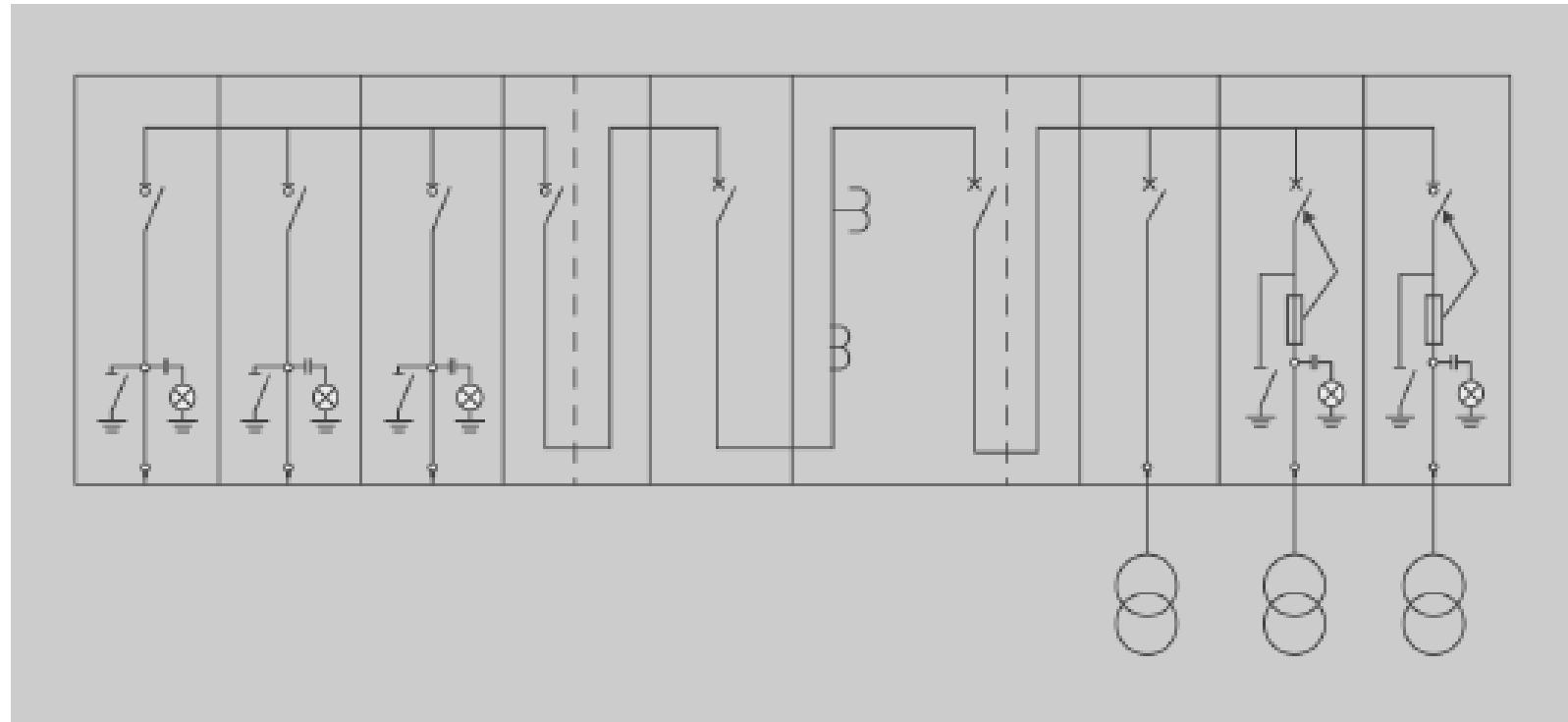


FIGURA 1.21. Esquema unifilar de CT d'abonat amb mesura en AT



CT prefabricado Trabajos previos

- *Preparación del terreno para el CT.*
- *Excavación para el CT. Realizando la excavación y nivelación de este, situando un lecho de arena de río compactada que nos facilite el drenaje y el acceso de las líneas eléctricas por la parte inferior.*
- *Excavación de las canalizaciones eléctricas. Se realizarán sendas zanjas para los conductores de media tensión y para los de baja, de modo que la entrada al centro resulte cómoda y no se fuercen los radios de curvatura de los conductores.*
- *Instalación de los electrodos de puesta a tierra. Tanto los de servicio como los de protección, en caso de que ambos se instalen por separado.*
- *Acceso de grúa y camiones. Acondicionamiento de las inmediaciones al terreno para el acceso del camión de transporte al lugar de instalación.*



CT prefabricado . Trabajos posteriores

- *Coneectar las instalaciones de puesta a tierra de protección y servicio a los terminales del centro de transformación.*
- *Coneectar las instalaciones de puesta a tierra de protección y servicio a los terminales del centro de transformación.*
- *Realizar los puentes con el cableado o las barras, tanto para el circuito de alta tensión como para el de baja tensión.*
- *Rellenar la excavación circundante al centro, que permita su consolidación definitiva.*
- *Construir una acera perimetral, en el caso de que sea necesaria.*

Puesta en servicio CT

Una vez instalado el centro de transformación se procedería a la realización de pruebas de funcionamiento y protección para posteriormente poner en servicio el centro. Entre las operaciones previas a la puesta en funcionamiento podemos destacar:

- *Revisión de las normas de explotación.*
- *Comprobar los circuitos y tomas de tierra.*
- *Limpiar todas las instalaciones, aisladores, soportes, etc.*
- *Revisar normas y manuales de cada aparato.*
- *Comprobar el buen funcionamiento de dispositivos de mando y enclavamientos.*
- *Limpieza y revisión de todos los contactos, presión de cierre, etc.*
- *Comprobar las conexiones de embarrados y cableado, bien realizadas y con apriete suficiente.*
- *Asegurar el aislamiento de la instalación y verificar que las condiciones de explotación son acordes a reglamento.*
- *Observar los niveles de aceite del transformador (si procede).*

También se deberán realizar las siguientes pruebas.

- **Medida de resistencia del terreno.**
- **Medida de la tensión de paso y de contacto.**
- **Medida del tarado de relés y del tiempo de actuación.**