

TRANSFORMADORES DE MEDIDA

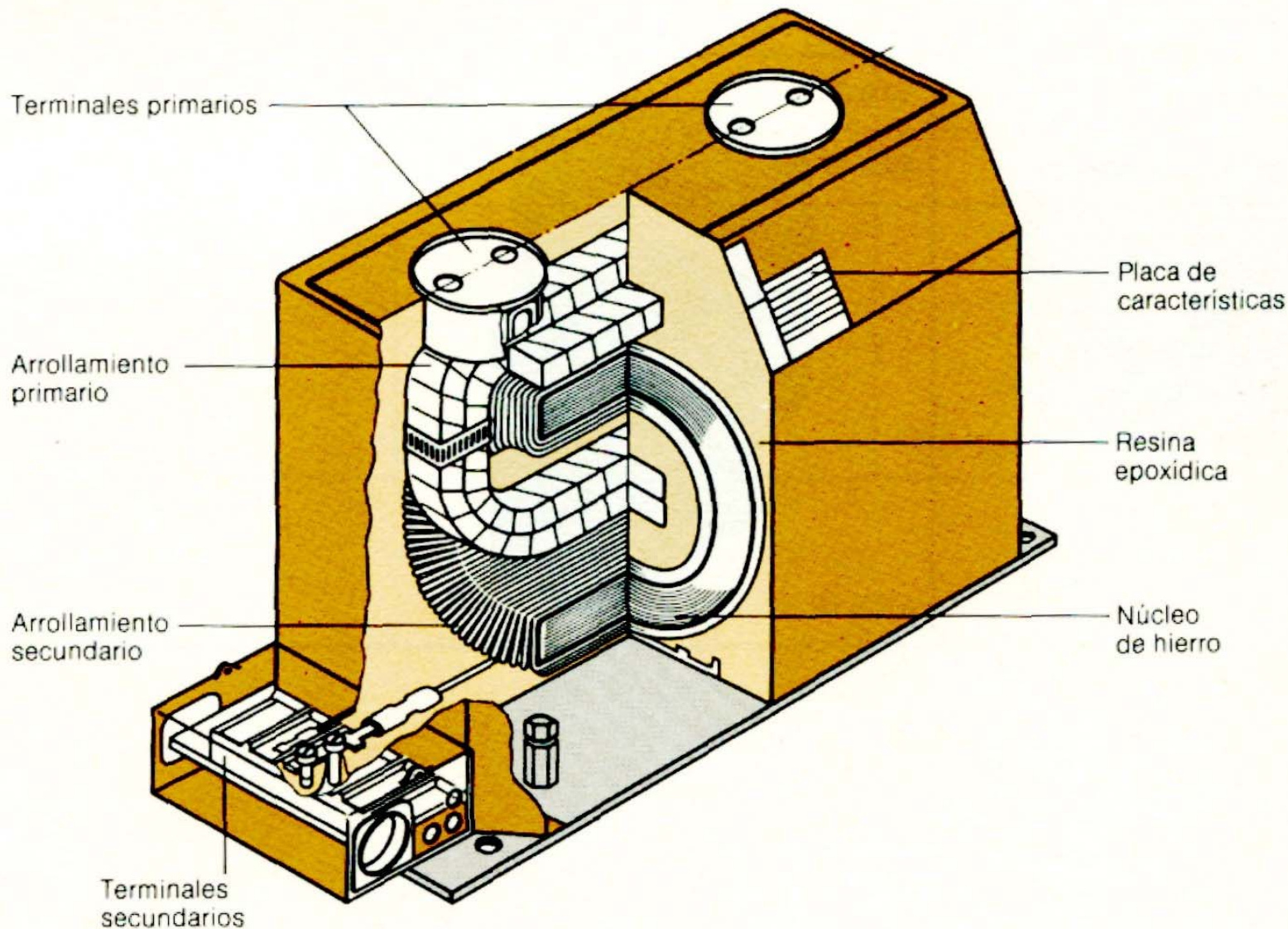
- **CONCEPTOS GENERALES**

- Los transformadores de medida son equipos eléctricos que transforman magnitudes eléctricas primarias (intensidades y tensiones) en otras secundarias del mismo tipo, apropiadas para los aparatos conectados (instrumentos de medida, contadores, relés de protección, registradores, etc.)
- **Arrollamiento Primario** es al que se le aplica la intensidad o tensión a medir
- **Arrollamiento Secundario** es al que se conectan los instrumentos de medida, contadores, etc..
- **Clase** es la designación breve aplicable a valores límite, dentro de los cuales deben quedar los errores de medida, cuando ésta se efectúa bajo las condiciones previstas (p. Ej, clase 0,5; 1)
- **Carga nominal**, es la relativa a transformadores de intensidad o tensión, a la que se refieren las determinaciones sobre límites de error para un factor de potencia = 0,8.
- **Potencia nominal**. En los trafos de intensidad es el producto resultante de multiplicar la carga nominal por el cuadrado de la intensidad nominal por el secundario, y en los de tensión, el producto resultante de multiplicar la carga nominal por el cuadrado de la tensión nominal en el secundario. La potencia nominal se indica en VA en la placa de característica.
- **Relación de transformación nominal K_n** . En el caso de los trafos de intensidad es I_{1n}/I_{2n} , y en los de tensión U_{1n}/U_{2n} . Ejemplo 100/5 A; 6000/100 V

TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

- Son transformadores de baja potencia, cuyos primarios están intercalados en la línea, mientras que los arrollamientos secundarios quedan prácticamente en cortocircuito a través de los equipos de medida, contadores, relés, etc. conectados. Estos transformadores separan los circuitos de medida y protección de la tensión del primaria.
- Los correspondientes a MT, normalmente cuentan con varios arrollamientos secundarios con núcleos totalmente separados magnéticamente con las mismas o diferentes curvas de características. Pueden, por ejemplo, disponer de dos núcleos de medida de diferente precisión o ser ejecutados también con núcleos de medida y protección con distintos factores nominales de sobreintensidad.
- Las **intensidades secundarias normalizadas** son 1 y 5 A.
- La **intensidad nominal térmica** permanente es 1,2 veces la nominal.
- La **intensidad nominal térmica de breve duración I_{th}** , es el valor de la intensidad máxima soportada en el primario de 1 segundo de duración, estando el secundario cortocircuito. (valor eficaz en kA)
- La **intensidad dinámica nominal I_{dyn}** , es el valor de la amplitud de la primera onda de la intensidad, cuyos efectos mecánicos pueden ser soportados por un transformador de intensidad con el arrollamiento secundario en cortocircuito, sin sufrir daños. (valor de pico en kA)
- Referente a la **Clase**, los devanados para fines de medida (se identifican con la letra M), la clase indica el límite del error porcentual de la intensidad para la intensidad nominal; los devanados para fines de protección (se identifican con la letra P) el límite porcentual de error total para la intensidad límite nominal de error en el primario.

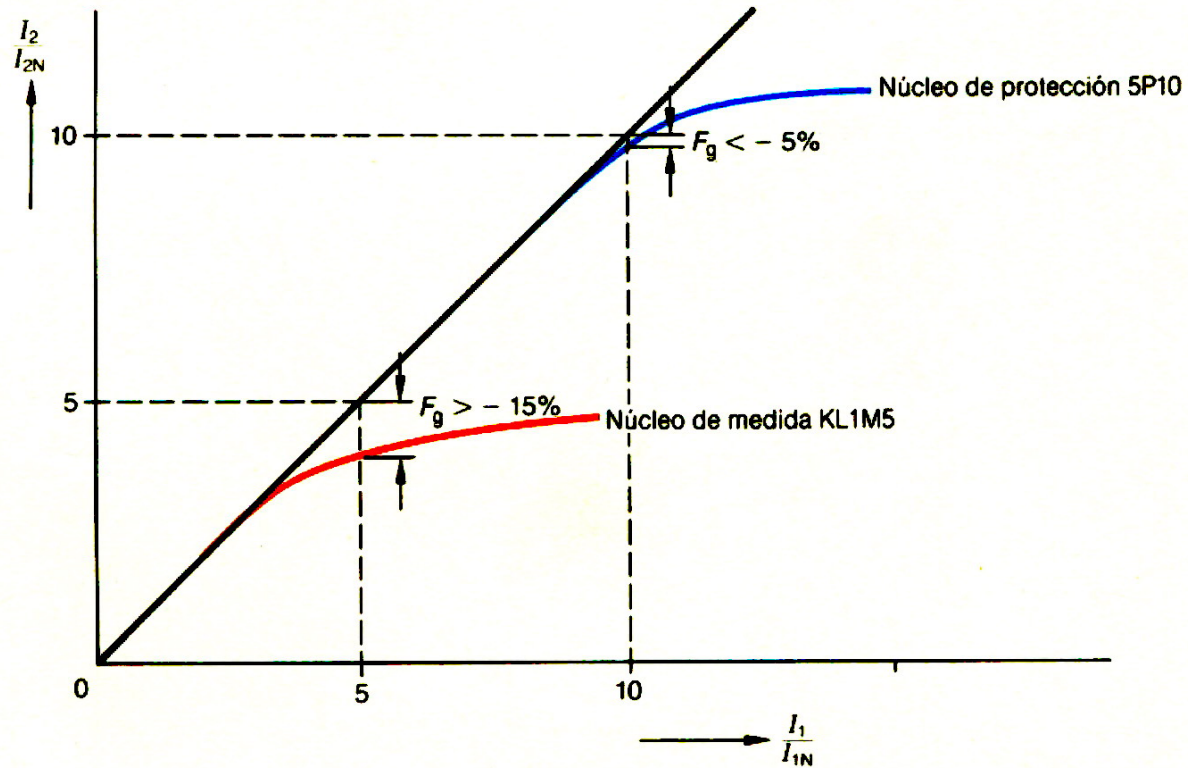
TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD



TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

- **Factor de sobreintensidad nominal**, es un numero establecido por el que debe multiplicarse la intensidad nominal del primario para obtener la intensidad nominal limite de error.
- El **error de intensidad F_i** de un trafo de intensidad:
 - **$F_i = 100 \cdot (I_2 \cdot K_n - I_1) / I_1$ en %** F_i = Error de intensidad en %; I_1 = Intens primaria en A; I_2 =Intens sec. en A; K_n Relación de transformación nominal.
- El **error de desfasaje (δ_i)** es la diferencia de fases entre la intensidad del secundario y la del primario, los sentidos de partida se establecen tal que en caso de ausencia de errores en el trafo resulte una diferencia de 0° . El error de desfasaje (δ_i) se indica en minutos y se considera positivo cuando la magnitud secundaria anteceda a la primaria.
- **Error total.** Es el error del equipo para una intensidad nominal limite de error y para la carga nominal de -15%.
- Error en caso de sobreintensidad. Los núcleos de medida y los núcleos de protección se comportan de distintas manera en caso de sobreintensidad. Para la conexión de equipos de medida, se desea protegerlos contra sobrecargas. En cambio para la conexión de relés de protección, los trafos deben presentar solo errores de transformación limitados, incluso en casos de sobreintensidades. Para la intensidad nominal limite de error en el primario y para la carga nominal, el error total será -5% (5P) y -10%(10P).

TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD



I_1 Intensidad en el primario
 I_2 Intensidad en el secundario

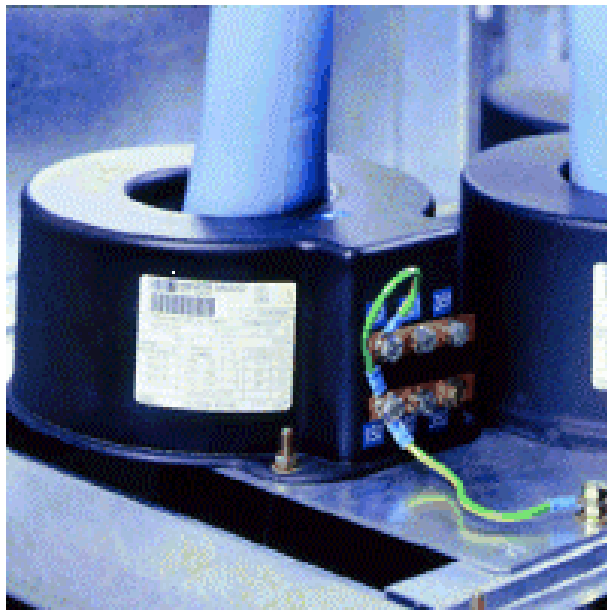
I_{1N} Intensidad nominal en el primario
 I_{2N} Intensidad nominal en el secundario

Figura 1.6/1

Comportamiento frente a sobrecargas de los transformadores de intensidad para la carga nominal

TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

- TIPO TOROIDAL



- TIPO INTERIOR



TRANSFORMADORES DE TENSION

- Son transformadores de pequeña potencia que trabajan prácticamente en vacío., Aíslan la tensión nominal del primario de los circuitos conectados de medida y protección y transforman la tensión a medir en tensiones secundarias aptas para su medida, manteniendo la fidelidad de sus valores absolutos y desfasajes.
- Cada transformador de tensión tiene un arrollamiento primario y uno secundario. Para ciertas aplicaciones pueden tener mas de un secundario, pero siempre con un solo núcleo de hierro.
- Aunque teóricamente podrían ser autotransformadores, para instalaciones de media y alta tensión son utilizados transformadores para lograr aislacion galvánica entre los equipos de potencia y los de mando, control y medición.
- La **tensión nominal** (primaria o secundaria) es el valor indicado en la placa de características del transformador (valor eficaz).
- Los valores de tensión nominal primarias utilizadas normalmente son 6, 15, 20,30,60 kV y los valores secundarios 100 y 110 V, siendo 100V el mas utilizado.
- En transformadores unipolares también son utilizados relaciones sobre $\sqrt{3}$. Ej $30/\sqrt{3}/0.1/\sqrt{3}$
- **Factor de tensión nominal**, es un múltiplo de la tensión nominal, al que pueden someterse, considerando su calentamiento, durante un tiempo limitado (1.5 para redes aterradas y 1.9 para redes aisladas)
- **Relación de transformación nominal K_n** , es la relación existente entre la tensión nominal del primario y la del secundario. Se da en forma de fracción no simplificada, por ejemplo 6000/100 V.
- La **intensidad limite térmica en el secundario** (valor eficaz en A) es soportada por el arrollamiento secundario, de forma permanente para la tensión nominal en el primario, sin que se sobrepase la temperatura admisible en ninguna de las partes del transformador.

TRANSFORMADORES DE TENSION

- **Carga de breve duración**, es el máximo valor admisible de la suma de todas las fuerzas, que actúan simultáneamente sobre un terminal del primario de un transformador de tensión (mecánicas, valor nominal en N). Se compone de la carga de servicio y de las fuerzas electrodinámicas, fuerzas de conexión y desconexión.
- **Error de tensión F_u** , para una tensión dada en los terminales del primario U_1 , es la diferencia porcentual entre la tensión en los terminales secundarios U_2 , multiplicada por la relación de transformación nominal K_n , y la tensión en el primario.
 - **$F_u = 100 \cdot (U_2 \cdot K_n - U_1) / U_1$ en %** F_u Error de tensión en %; U_2 Tensión en el secundario en V
 U_1 Tensión en el primario en V K_n Relac de transform nom
- **Error de desfasaje (δu)** es el desfasaje entre U_2 y U_1 dado en minutos de ángulo. Se considera positivo si la magnitud es en el secundario antecede al primario.
- **Limite de error** de acuerdo con su precisión, los transformadores de tensión están divididos en clases y que definen los limites de error aplicables.
- Potencia nominal de un transformador de tensión es la potencia aparente en VA para la tensión nominal en el secundario y la carga nominal.

TRANSFORMADORES DE TENSION

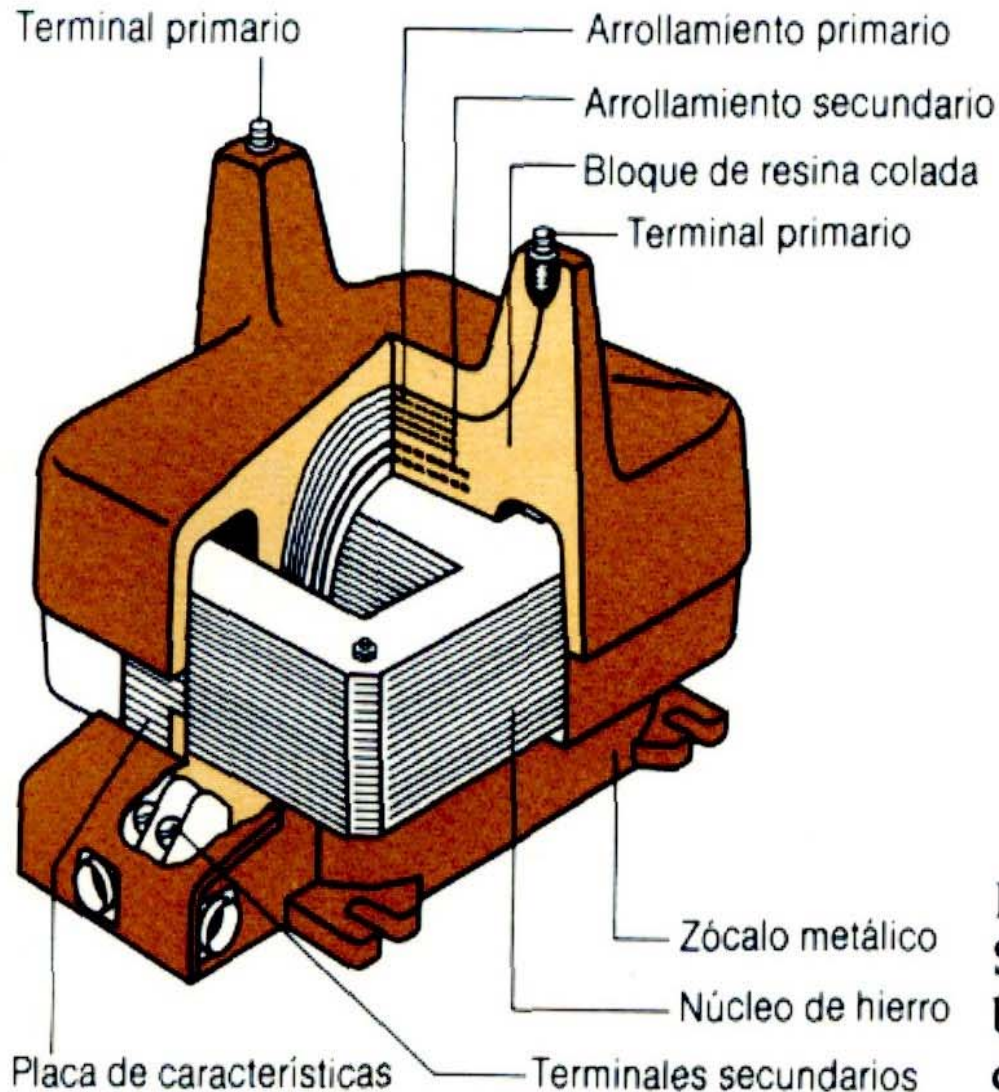


Figura 1.6/26
Sección de un transformador de tensión bipolar aislado para tensiones de servicio de más de 1 kV

TRANSFORMADORES DE TENSION

- 1 FASE - TIERRA



FASE- FASE



CELDA

- Se denomina celda al conjunto de equipos eléctricos de MT o AT conectados entre si que cumplen una función. (Salida, Entrada, Protección de Transformador, Medida, etc..).
- Se pueden clasificar según el tipo constructivo en :
 - A) Mampostería
 - B) Prefabricadas o Modulares
- **Mampostería:** Los equipos son instalados (montaje) en obra. Primero es necesario realizar una obra civil, y luego se realiza el montaje de los equipos
- **Prefabricadas o Modulares:** La celda es suministrada montada en fabrica, las interconexiones entre equipos y cableados no son realizados en obra. El montaje en las Estaciones y SSEE consisten en la interconexión entre celdas

CELDA

	OBRA CIVIL	TIEMPO MONTAJE INSTALACION	CONFIABILIDAD INSTALACION	MANTENIMIENTO	COSTO INICIAL INSTALACION
MAMPOSTERIA	Mayor	Alto	Menor	Mayor	Menor
PREFABRICADA	Menor	Bajo	Mayor	Menor	Mayor

CELDA PREFABRICADA

- Según el tipo de construcción se pueden clasificar en:
 - METALENCLOSED Los equipos se encuentran ubicados dentro de un mismo compartimento metálico.
 - METALCLAD La celda esta constituida por 4 compartimentos, donde están ubicados los diferentes equipos. Se pueden dividir 1 de barra, 1 de interruptor, 1 de salida y medida y uno de BT. Pueden ser de uso interior o exterior.

CELDA METALCLAD

- Clasificación según el uso:
 - Celda de Transformador
 - Celda de E/S Entrada y Salida
 - Celda Servicios Auxiliares
 - Celda Seccionador de barras
 - Celda Salida de barras
 - Celda de Medida

CELDA METALCLAD

- Normalmente están compuestas por 4 compartimentos:
- **Compartimento de Maniobra**
- **Compartimento de Barras**
- **Compartimento de Cable y TI**
- **Compartimento de Baja Tensión**

CELDA METALCLAD

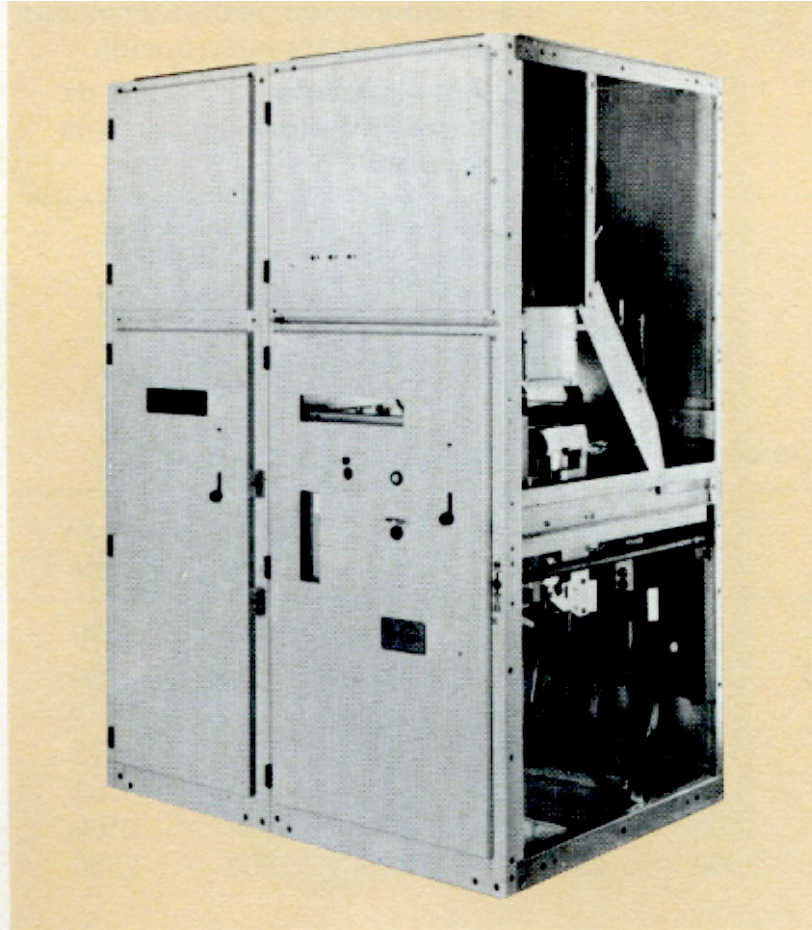


Figura 1.7/12
Cuadro de interruptor de potencia 8BJ20 de hasta
24 kV, barras colectoras simples

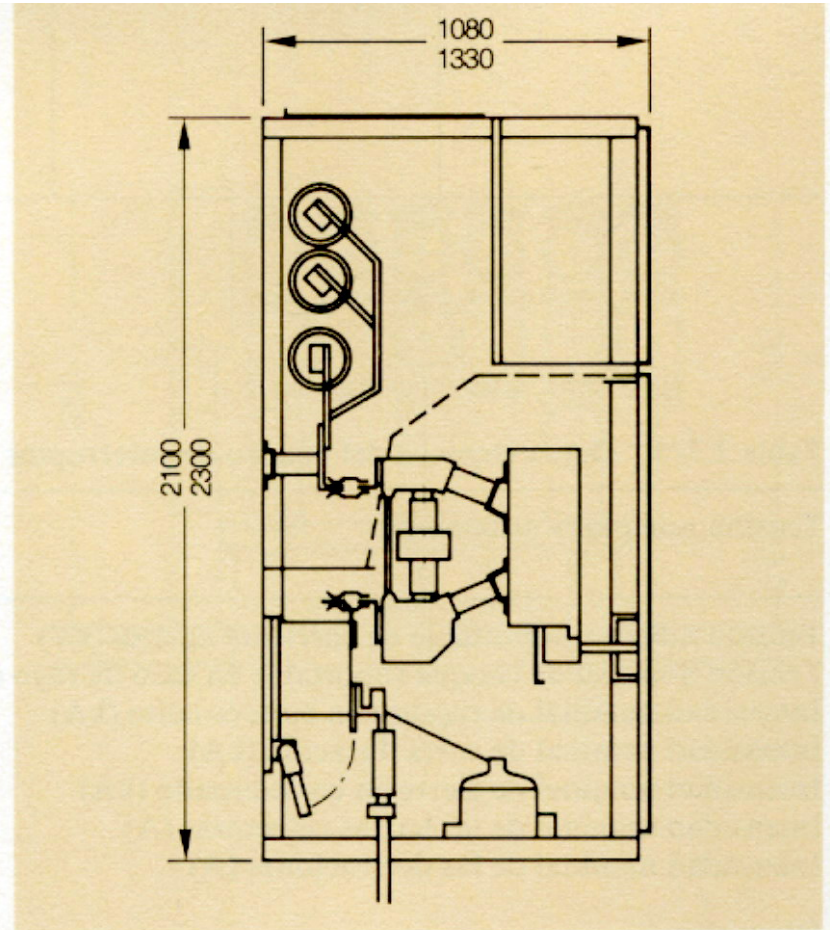


Figura 1.7/13
Constitución básica de un cuadro de interruptor de
potencia 8BJ20 con barras colectoras simples

CELDA METALCLAD

- **Compartimento de Maniobra**

- Generalmente esta constituido por un interruptor, que permite la maniobra.
- Este equipo normalmente es enchufable o extraible, de esta forma no es necesario que la celda cuente con seccionadores de barra o línea.
- El interruptor extraible o enchufable, cuenta con 3 posiciones: Enchufado - Prueba o Test - Desenchufado o extraído
- Estos compartimentos tienen un mecanismo que impide que las partes con tensión sean accesibles cuando se retira el interruptor o carro

CELDA METALCLAD

- **Compartimento de Barras**
 - Se encuentran las barras generales, montadas sobre aisladores adecuados para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos durante cortocircuitos o fallas internas.

CELDA METALCLAD

- **Compartimento de Cable - TI**
 - Se encuentran los transformadores de corriente
 - Divisores capacitivos para la detección de presencia de tensión
 - Seccionador de Puesta a Tierra de cable de entrada
 - Soportes y bornes de acceso de cables de potencia
 - Aisladores Pasamuros para conexión de equipos a barras grales

CELDA METALCLAD

- **Compartimento de Baja Tensión**
 - En el mismo se albergan los relés de protección, instrumentos de medida, cajas de pruebas de los relés, dispositivos de señalización de presencia de tensión a partir de divisores capacitivos, borneras de señalización, alarmas, accionamiento, y demás equipos auxiliares.
 - La señalización:
 - Estado (abierto - cerrado) de los equipos (interruptor, seccionadores)
 - Alarmas
 - Indicación de presencia o ausencia de tensión para las 3 fases, mediante divisores capacitivos y un indicador luminoso (neón)

CELDA METALCLAD

- **Enclavamientos o interbloqueos**
 - Los equipos montados sobre el carro extraíble deben introducirse o extraerse si sus contactos principales están abiertos.
 - Deben existir mecanismos que impiden que los puntos con tensión son accesibles cuando se retire el carro metálico
 - El seccionador de PAT solo puede cerrarse si el disyuntor se encuentra extraído.

CELDA METALCLAD

- **Liberación de Sobrepresión interna**
 - Las celdas deben tener protección contra arcos internos en forma frontal y lateral.
 - Normalmente tienen un alivio de presión mediante “Flaps”, a efectos de liberar los gases y ondas de presión generadas en una eventual falla de Arco Interno.
 - Los diseños evitan el escape de los gases calientes en las zonas de acceso al tablero y de circulación de personal.

CELDA METALCLAD

- **Especificaciones**

- Tipo de Celda
- Clase (kV)
- Tensión (kV)
- Tensión del ensayo de impulso 1.2/50 μ s (kVcr) a tierra y entre polos y distancia de aislacion
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial 1min (kV), a tierra y entre polos y distancia de aislacion
- Corriente de corta duración nominal 1 seg (kA)
- Corriente de pico nominal (kAcr)
- Corriente de corta duración nominal 1seg (kA) en secc de PAT
- Corriente de pico nominal (kAcr) y capacidad de cierre en CC, en seccionadores de PAT
- Resistencia al Arco Interno 1s (kA) según IEC 298 y su apéndice AA, con techo a xx m
- Corriente nominal de barras (A)
- Corriente nominal de disyuntor
- Sistema de puesta a tierra del neutro (asilado, a tierra directo, a tierra a través de resistencia)
- Tensión de suministro de dispositivos de cierre y apertura, dispositivos auxiliares (Vdc o Vac)
- Tensión de suministro para iluminación y resistencias de calefacción (normalmente 230Vac)

CELDA METALENCLOSED

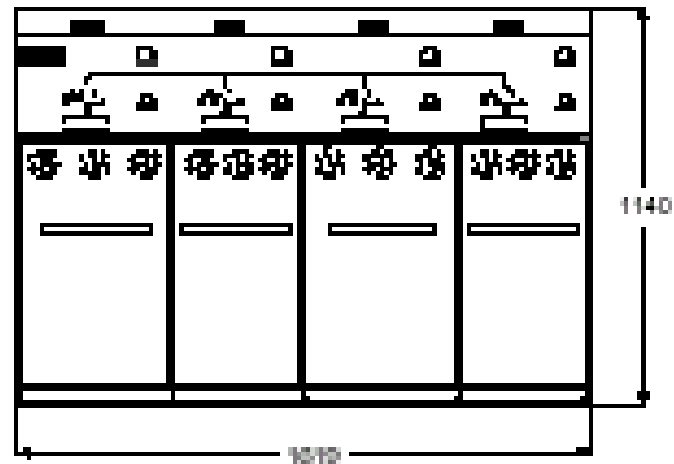
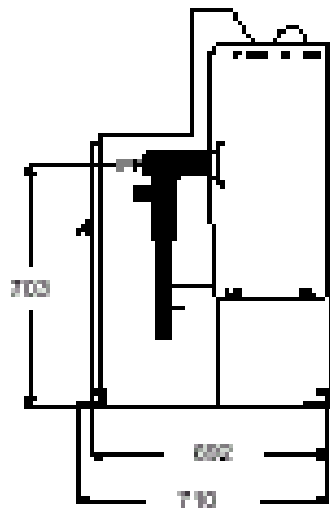
- **Las Celdas Metalenclosed o también llamadas Tableros de Media Tensión (TMT)**, son celdas con envolvente metálica de tipo interior, atmósfera en aire o SF6, medio de corte en aire, vacío o SF6. Son utilizados normalmente en construcciones de mampostería o en Puestos Compactos de Transformación (PUCT) y puestos de conexión.
- Se pueden clasificar en 2 tipos
 - Aquellos cuya envolvente metálica es la formada por el adosamiento de celdas prefabricadas, con atmósfera en aire, o SF6, con corte en aire, SF6 o vacío.
 - Aquellas cuya envolvente metálica es única, con atmósfera en SF6, corte en SF6 o vacío. Son de dimensiones mas reducidas que las anteriores.

CELDA METALENCLOSED

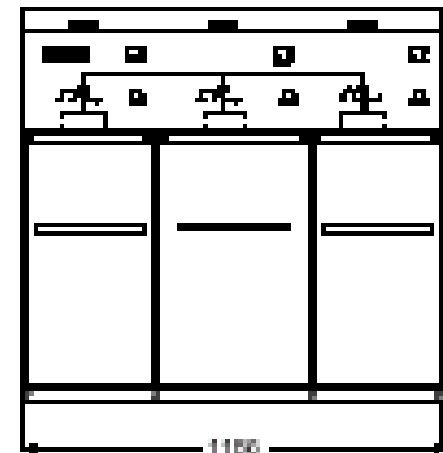


CELDA METALENCLOSADA

ATMOSFERA SF6



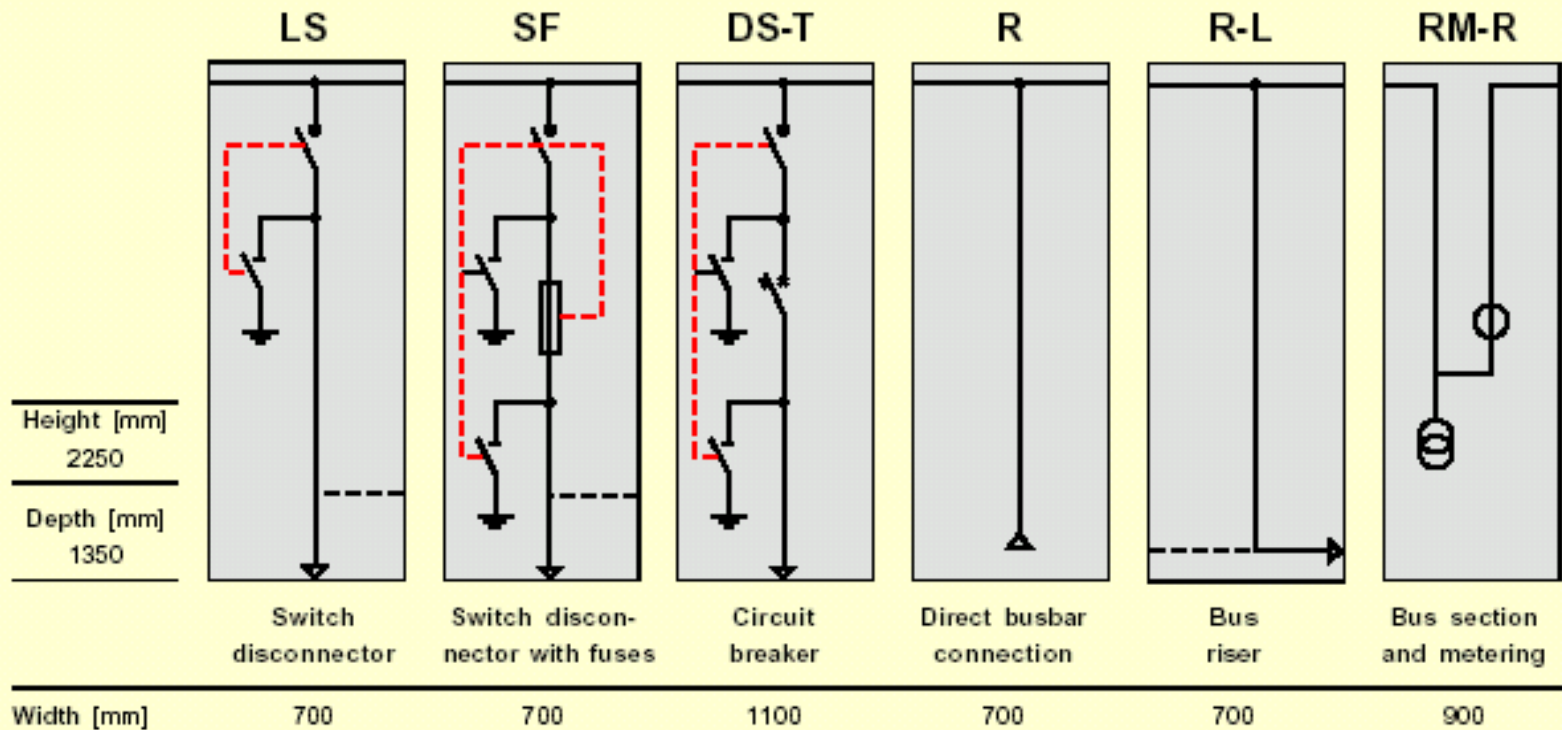
RMS 4 funciones



RMS 3 funciones

CELDA METALENCLOSED

Basic cubicles



CELDA METALENCLOSED



CELDA METALENCLOSED



CELDA METALENCLOSED



CELDA METALENCLOSED

- Por seguridad de operación, deben resistir sin daño o deformación permanente las consecuencias de las sobretensiones de origen interno de maniobra y las corrientes de cortocircuito dentro de los límites previstos.
- Los seccionadores de aislamiento y PAT deben tener corte visible o efectivo con una señalización tipo segura, tal que la indicación mecánica de posición, sea solidaria al eje del elemento de corte

CELDA METALENCLOSED

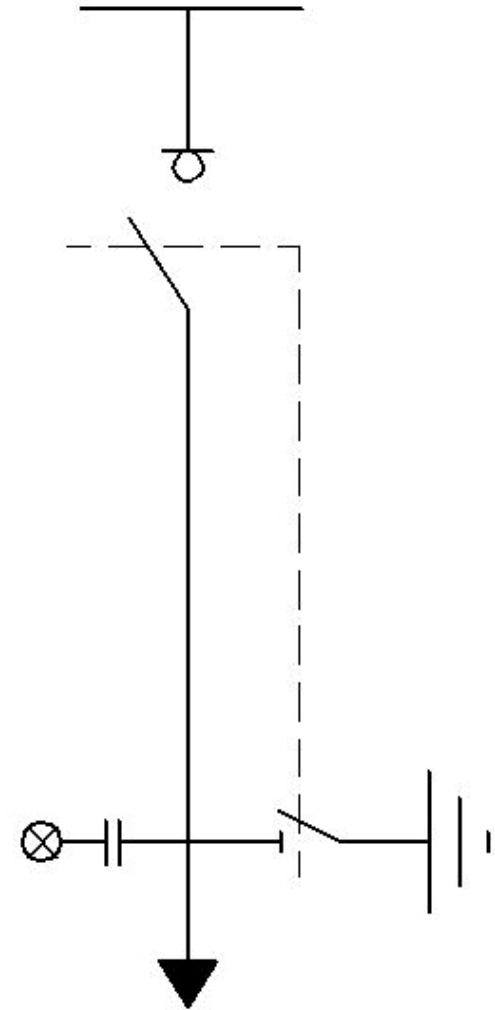
- Las celdas o tableros están constituidos por unidades funcionales.**
- Las unidades funcionales mas comunes son:**
 - a) Entrada o salida de cable de seccionamiento (CES)**
 - b) Protección de Transformador (CPT)**
 - c) Corte con Disyuntor (CES-D)**
 - d) Medida de Tensión (CMT)**
 - e) Acoplamiento de barras (CAB)**
 - f) Corte para cliente con disyuntor (CCCC-B)**
 - g) Medida del Cliente CMC**

CELDA METALENCLOSED

CES

Esta unidad funcional esta destinada para la entrada o salida de cables de alimentación al TMT y estará constituida por:

- seccionador - interruptor con corte en vacío o SF6.
- seccionador de puesta a tierra de corte efectivo.
- 3 aisladores capacitivos para la señalización de presencia de tensión y pilotos de señalización en el panel frontal.
- alojamiento para el terminal de cables.
- barras de interconexión.
- bornera en el compartimento de BT, a la cual llegarán las señales del estado del seccionador - interruptor, del seccionador de puesta a tierra y las ordenes de apertura y cierre de la motorización.

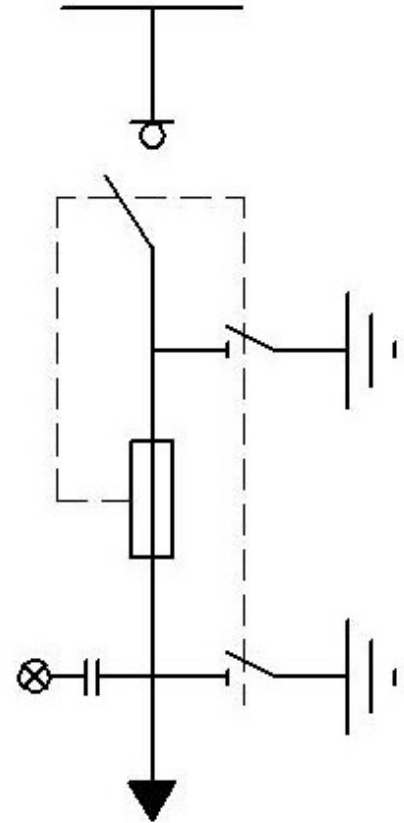


CELDA METALENCLOSED

CPT

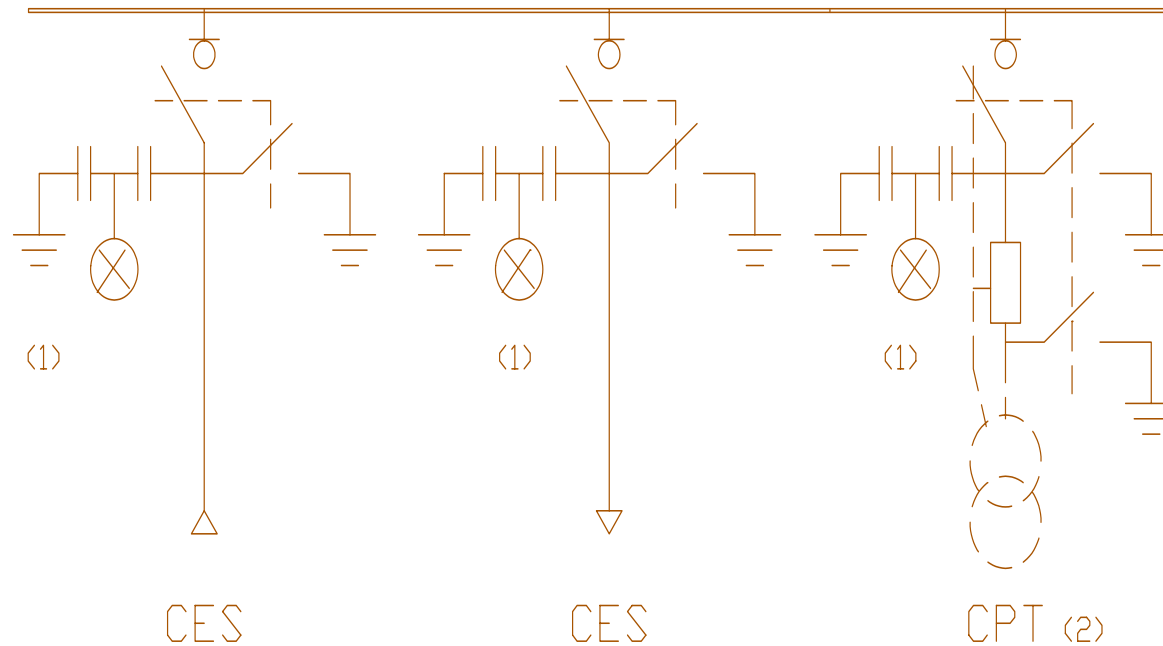
Esta unidad funcional estará destinada para la protección y maniobra de transformadores MT/BT (transformadores de distribución o para transformadores de servicios auxiliares de estación) y está formada por:

- combinación seccionador-interruptor-fusible o seccionador-interruptor con fusible; con corte en vacío o SF6.
- las celdas tendrán seccionador de puesta a tierra aguas arriba y aguas abajo del fusible, de corte efectivo o visible. El seccionador de PAT aguas abajo será de 1kA de corriente simétrica de corta duración.
- 3 aisladores capacitivos para la señalización de presencia de tensión y pilotos de señalización en el panel frontal.
- alojamiento para el terminal de cable.
- barras de interconexión.
- bornera para recepción de la señal de disparo de la protección térmica del transformador (230 VAC, 50 Hz)
- bornera en el compartimento de BT, a la cual llegarán las señales del estado del seccionador - interruptor, del seccionador de puesta a tierra aguas arriba del fusible y el estado del fusible MT.



CELDA METALENCLOSED

SSEE TIPO



(1) Indicador de tension.

(2) Sin el transformador.

CELDA METALENCLOSED

PUESTO DE MEDIDA Y CORTE CLIENTE

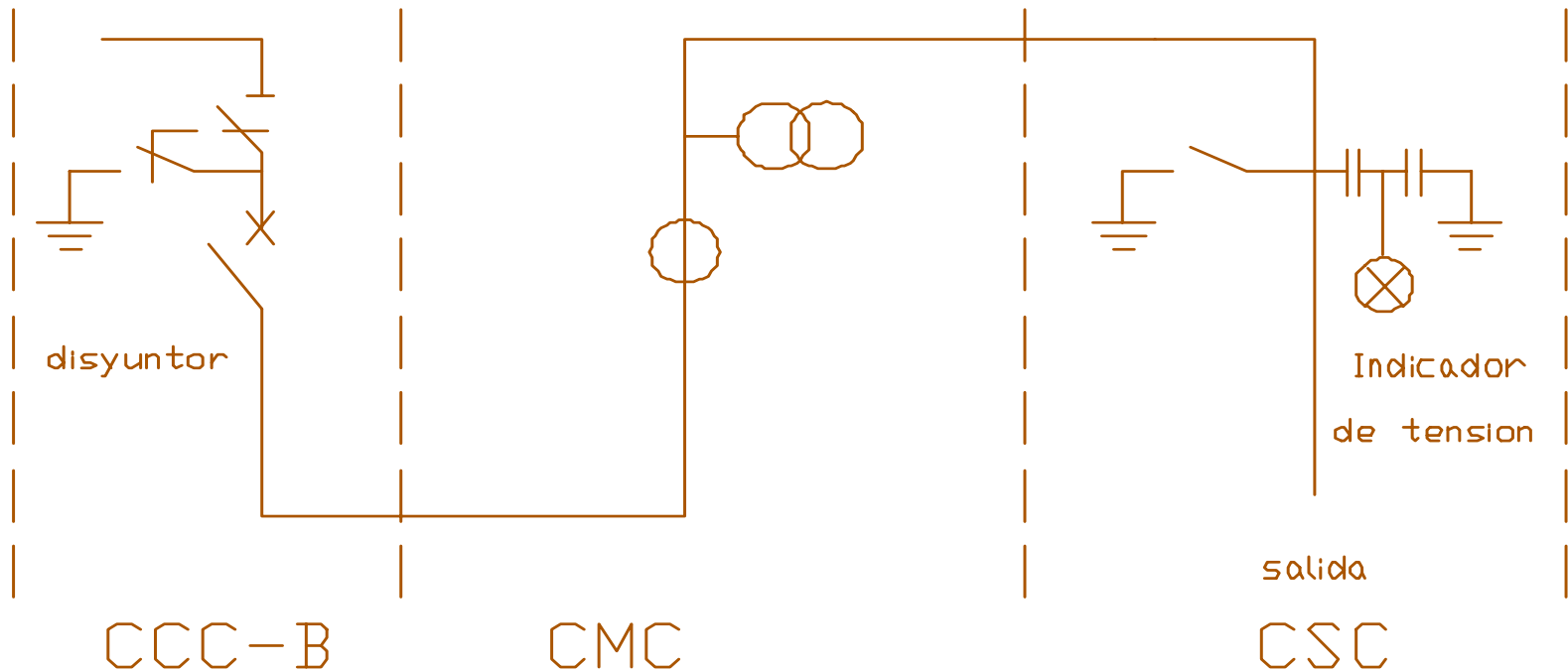


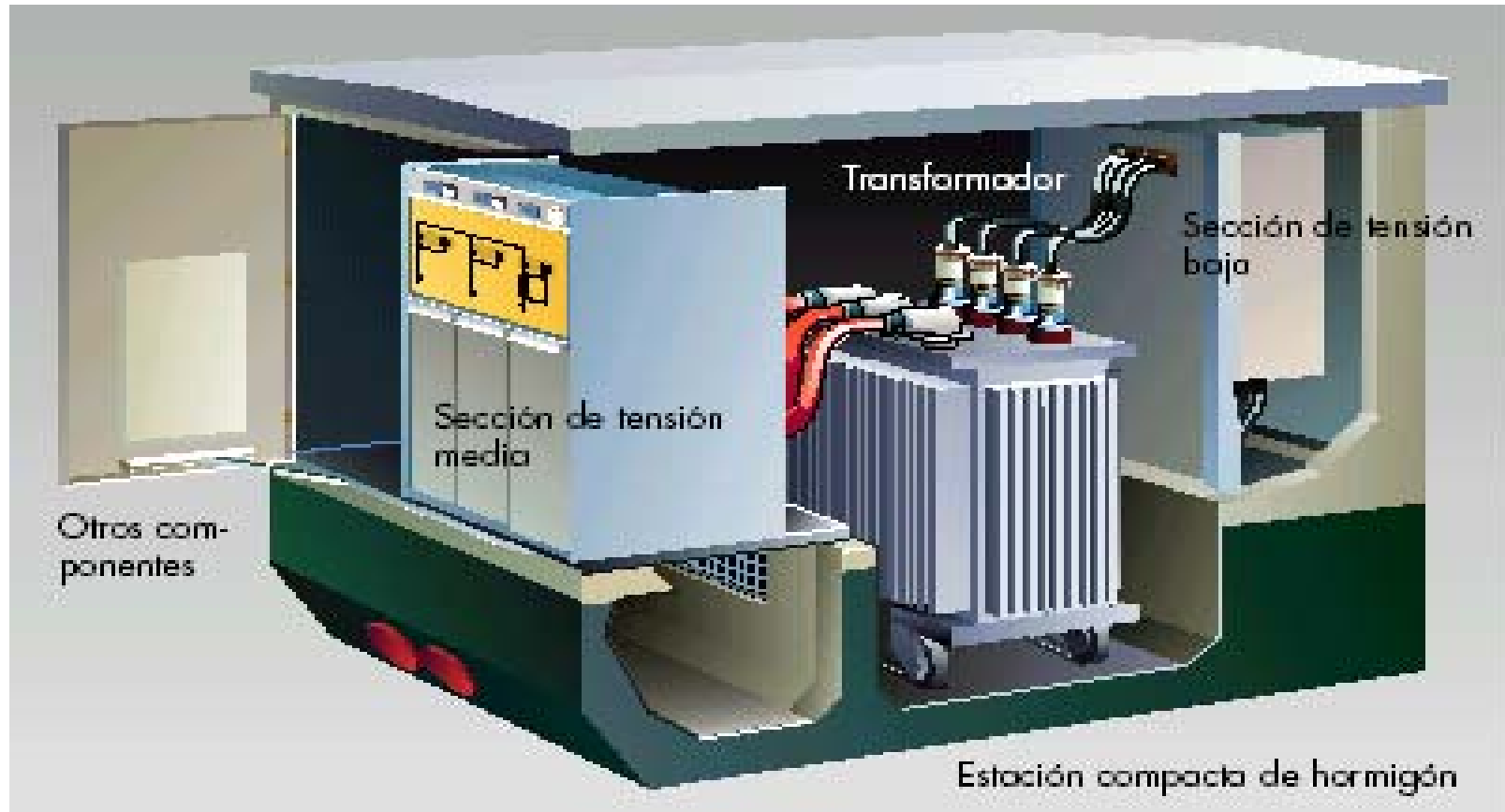
Fig. 3.- Esquema unifilar mostrando las unidades funcionales CCC-B, CMC y CSC.

CELDA METALENCLOSED

- **Especificaciones**

- Tipo de Celda
- Clase (kV)
- Tensión (kV)
- Tensión del ensayo de impulso 1.2/50 μ s (kVcr) a tierra y entre polos y distancia de aislacion
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial 1min (kV), a tierra y entre polos y distancia de aislacion
- Corriente de corta duración nominal 1 seg (kA)
- Corriente de pico nominal (kAcr)
- Corriente de corta duración nominal 1seg (kA) en secc de PAT
- Corriente de pico nominal (kAcr) y capacidad de cierre en CC, en seccionadores de PAT
- Resistencia al Arco Interno 1s (kA) según IEC 298 y su apéndice AA, con techo a xx m
- Corriente nominal de barras (A)
- Corriente nominal de disyuntor
- Sistema de puesta a tierra del neutro (asilado, a tierra directo, a tierra a través de resistencia)
- Tensión de suministro de dispositivos de cierre y apertura, dispositivos auxiliares (Vdc o Vac)
- Tensión de suministro para iluminación y resistencias de calefacción (normalmente 230Vac)

SSEE PREFABRICADA



TABLERO MIMICO

- Los tableros mímicos centralizan las medidas de las diferentes magnitudes eléctricas, el mando de los diferentes equipos, señalización de posiciones de los diferentes equipos, centralizador de las alarmas. Pueden incluir las protecciones,

- Las diferentes medidas pueden resumirse en:
 - Amperímetros
 - Amperímetros maximetros
 - Voltímetros
 - Watímetro
 - Varmetro
 - Cosenofímetro
 - Frecuencímetro
 - Medidor de energía activa y reactiva
 - Medidor universal

TABLERO MIMICO

- **Señalización:** de posición de seccionadores y disyuntores

- **Mando:** de disyuntores (apertura y cierre)

- **Panel de Alarmas:** Centraliza las diferentes alarmas que se presentan en la instalación. Por ejemplo :
 - Protecciones del Transformador (Buchholtz, sobretemperatura, nivel aceite)
 - Actuación de protecciones (Sobrecorriente, diferencial, sobretension)
 - Falta de servicios auxiliares de continua
 - Falta de servicios auxiliares de alterna

TABLERO CENTRALIZACION

- Centralización de todos los cableados de las diferentes celdas.
- Permiten la interconexión con los traductores y relés auxiliares del sistema SCADA.