

5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑÍA

5.1 Introducción

A continuación vamos a especificar las condiciones técnicas y de ejecución de un Centro de Transformación de Compañía de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión. Lo desarrollaremos en dos apartados. En primer lugar describiendo las principales características generales del centro, para pasar en un segundo lugar a una explicación teórica de los cálculos justificativos necesarios del centro. Con este capítulo se pretende hacer un estudio válido para todos los Centros de Compañía de que consta la red.

Para una más fácil comprensión de todo lo que se describe a continuación podemos ayudarnos del Plano 5. “Centro de Transformación de compañía (dos transformadores) y del Plano 6. “Centro de Transformación de compañía (un transformador).

5.2 Descripción

5.2.1 Datos generales del Centro de Transformación

Propiedad del centro:	Compañía
Tipo de centro:	Transformación
Compañía:	Unión Eléctrica Fenosa S.A.
Tensión de aislamiento:	24 kV
Tensión servicio:	15 kV
Acometida:	Bucle
Número de transformadores MT/BT:	2
In celdas acometida:	400 A
Tipo de celdas:	SM6
Tipo de neutro MT:	Aislado

Resistividad del terreno:	100 $\Omega \cdot m$
Tiempo duración defecto (seg.)	0,2
Tensión BT en vacío:	420 V
Aislamiento transformadores MT:	Aceite
Accesorios protección transformadores MT:	Termómetro 2C
Celdas protección a transformador	Ruptofusible
Local:	Edificio prefabricado de hormigón
Potencia transformador 1:	400 kVA
Potencia transformador 2:	630 kVA
Pérdidas ($W_{Fe}+W_{Cu}$) transformador 1:	5,528 kVA
Pérdidas ($W_{Fe}+W_{Cu}$) transformador 2:	7,798 kVA
Intensidad general primaria:	39 A
Salidas cuadro B.T. en transformador 1:	4
Salidas cuadro B.T. en transformador 2:	4

En los Centros de Compañía la tensión del secundario es 420 V en vacío. Con el transformador en carga y debido a la caída producida en el interior del transformador, la tensión obtenida es de 400 V (tensión en carga).

En los proyectos de compañía y debido a las recomendaciones UNESA, la tensión en vacío será siempre 420 V.

Nota: En la memoria del proyecto se hace referencia a la tensión en vacío y otras veces a la tensión en carga.

5.2.2 Obra Civil

5.2.2.1 Local

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad. La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-6T2L con una puerta peatonal de Merlin Gerin o similar, de dimensiones 6 440 mm x 2 500 mm y altura útil 2 535 mm, cuyas características se describen en el siguiente apartado de esta memoria.

En el Plano 5 figura una perspectiva con el aspecto global del prefabricado de hormigón.

El acceso al centro estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica Suministradora. El Centro dispondrá de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Compañía Eléctrica.

5.2.2.2 Características del local

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón compacto modelo EHC de Merlin Gerin o similar.

a-) Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC son:

- COMPACIDAD

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen
- reducción del tiempo de instalación
- posibilidad de posteriores traslados

- FACILIDAD DE INSTALACIÓN

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

- MATERIAL

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Pa a los veintiocho días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

- EQUIPOTENCIALIDAD

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en

el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10 000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- IMPERMEABILIDAD

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

- GRADOS DE PROTECCIÓN

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

b-) Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

- ENVOLVENTE

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

- SUELOS

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

- CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad de 760 litros, estando así diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

- PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

5.2.3 Instalación Eléctrica

5.2.3.1 Introducción

El circuito unifilar del centro de transformación aparece reflejado en el Plano 5. Los principales elementos de que están compuestos son:

- Celdas de entrada y salida de la red de Media Tensión (IM).
- Celdas de protección de los transformadores con ruptofusible (QM).
- Transformadores.
- Cuadros de Baja Tensión con los fusibles de protección para las líneas (CBT-4S).

5.2.3.2 Características de la Red de Alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación es de 400 MVA, según datos proporcionados por la Compañía Suministradora.

5.2.3.3 Características de la aparamenta de Alta Tensión

a-) Características generales celdas SM6:

Las celdas de la serie SM6 son modulares, de aislamiento en aire y corte en SF6 (hexafluoruro de azufre). Aislamiento 24 y 36 kV.

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles: 200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
 - durante un segundo 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible
40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.
- Puesta a tierra: El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20 099, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

b-) Celdas de entrada y salida (IM):

Dos celdas de línea modelo SM6, tipo SIM16, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1 600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, 24 kV, 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable.
- Embarrado de puesta a tierra.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

c-) Celda de protección del transformador 1 (QM):

Celda de protección con interruptor y fusibles combinados modelo SM6, tipo SQM16 200 A, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1 600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar $I_n = 400$ A.
- Interruptor-seccionador en SF6, 400 A, 24 kV, equipado con bobina de disparo a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura y baja disipación térmica tipo MESA CF, de 24kV, y calibre 40 A.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.
- Embarrado de puesta a tierra.

d-) Celda de protección del transformador 2 (QM):

Celda de protección con interruptor y fusibles combinados modelo SM6, tipo SQM16 200 A, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1 600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar $I_n = 400$ A.

- Interruptor-seccionador en SF6, 400 A, 24 kV, equipado con bobina de disparo a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura y baja disipación térmica tipo MESA CF, de 24kV, y calibre 63 A.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.
- Embarrado de puesta a tierra.

e-) Transformador 1:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en carga de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, marca Merlin Gerin Cevelsa o similar, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNESA 5201D y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- | | |
|--|------------------------|
| - Potencia nominal: | 400 kVA |
| - Tensión nominal primaria: | 15 000 V |
| - Regulación en el primario: | +/-2,5 % + 5 % + 7,5 % |
| - Tensión nominal secundaria en vacío: | 420 V |
| - Tensión de cortocircuito: | 4 % |
| - Grupo de conexión: | Dyn11 |
| - Nivel de aislamiento: | |

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 μ s 125 kV

Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min 50 kV

- Protección térmica por termómetro de esfera

f-) Conexión en el lado de alta tensión:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en aluminio con sus correspondientes elementos de conexión de acuerdo con la normativa de Unión Eléctrica Fenosa. Conexión por bornes enchufables 24kV.

g-) Conexión en el lado de baja tensión:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3 x 240mm² aluminio para las fases y de 1 x 240 mm² aluminio para el neutro.

h-) Transformador 2:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en carga de 400V entre fases y 230V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, marca Merlin Gerin Cevelsa o similar, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNESA 5201D y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal:	630 kVA
- Tensión nominal primaria:	15 000 V
- Regulación en el primario:	+/-2,5 % + 5 % + 7,5 %
- Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V
- Tensión de cortocircuito:	4 %
- Grupo de conexión:	Dyn11
- Nivel de aislamiento:	

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 µs 125 kV

Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min

50 kV

- Protección térmica por termómetro de esfera.

i-) Conexión en el lado de alta tensión:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión de acuerdo con la normativa de Unión Eléctrica Fenosa. Conexión por bornes enchufables 24kV.

j-) Conexión en el lado de baja tensión:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3 x 240 mm² Al para las fases y de 1 x 240 mm² Al para el neutro.

5.2.3.4 Características material vario de Alta Tensión

a-) embarrado general celdas SM6

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

b-) piezas de conexión celdas SM6

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 N· m.

5.2.3.5 Características de la apartamenta de Baja Tensión (CBT-4S)

Las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación irán protegidas con Cuadros Modulares de Distribución en Baja Tensión de Merlin Gerin o similar y características según se definen en la Recomendación UNESA 6302B.

Dichos cuadros deberán estar homologados por la Compañía Eléctrica Suministradora. Sus elementos principales se describen a continuación:

- Unidad funcional de embarrado:

Constituida por dos tipos de barras: barras verticales de llegada, que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los conductores procedentes del transformador y el embarrado horizontal; y barras horizontales o repartidoras que tendrán como misión el paso de la energía

procedente de las barras verticales para ser distribuida en las diferentes salidas. La intensidad nominal de cada una de las salidas será de 400 A.

- Unidad funcional de seccionamiento:

Constituida por cuatro conexiones de pletinas deslizantes que podrán ser maniobradas fácil e independientemente con una sola herramienta aislada.

- Unidad funcional de protección:

Constituida por un sistema de protección formado por bases tripolares verticales con cortacircuitos fusibles.

- Unidad funcional de control:

Estará situada en la parte superior del módulo de acometida y los aparatos que contenga así como su disposición deberán ser los homologados por la Compañía Eléctrica.

5.2.4 Puesta a Tierra

5.2.4.1 Tierra de Protección

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

5.2.4.2 Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado 2.7 "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del documento de cálculos.

5.2.4.3 Tierras interiores

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado 5.2.4.1 e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado 2.7 del documento de cálculos, es decir, el neutro del transformador, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectándose al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

5.2.5 Instalaciones Secundarias

5.2.5.1 Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

5.2.5.2 Protección contra Incendios

Al disponer la Compañía Eléctrica suministradora de personal de mantenimiento equipado en sus vehículos con el material adecuado de extinción de incendios, no es preciso, en este caso,

instalar extintores en este centro de transformación.

5.2.5.3 Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Potencia del transformador (kVA)	Superficie mínima de la reja (m ²)
400	0.47
630	0.66

5.2.5.4 Medidas de Seguridad

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE 20 099, y que serán los siguientes (Referencia [8]):

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en el apartado 5.2.3.