

Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial

Diseño de la parte de potencia
de una
subestación 132/15 kV

Autor/es

Marcos Cantín Jorge

Director/es y/o ponente

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2015

RESÚMEN

El presente proyecto se basa en el diseño de una subestación eléctrica transformadora en el término municipal de Ayerbe, como consecuencia de la construcción de un nuevo polígono en las proximidades.

La idea principal del proyecto es la construcción inminente de esta subestación para poder abastecer la demanda, para ello se equipará de dos niveles de tensión, uno de 132 kV, que unirá la subestación con la red de transporte por medio de dos líneas próximas, que además cerrarán en ese punto el anillo de 132kV en torno a esa zona y otro nivel de 15kV, que alimentará directamente a los clientes del polígono.

El proyecto se centra en el diseño de la construcción de la parte de potencia eléctrica y no en la parte de obra civil de la que únicamente se mencionarán las nociones básicas.

La empresa distribuidora que encarga el proyecto es Endesa, la cual será la propietaria de toda la subestación. El departamento de Subestaciones Aragón de Endesa distribución eléctrica, marcará los fundamentos y las pautas para la selección de equipos según las especificaciones técnicas y ajustes de elementos de seguridad propios de la empresa, siempre dentro de la normativa vigente.

La subestación incorporará un transformador de 20 MVA y un transformador de servicios auxiliares. Además se seleccionará toda la aparamenta necesaria tanto de 132 kV como de 15 kV.

La memoria del proyecto irá acompañada de un anexo con los cálculos realizados para fundamentar numéricamente la selección de los equipos y se comprobará el correcto funcionamiento de los mismos.

También se adjuntarán en los anexos los planos generales de la subestación con los detalles de los elementos utilizados, así como el sistema unifilar definido.

Se realizará un estudio del sistema de protección instalado en la subestación, analizando cada una de protecciones para las diferentes posiciones con sus correspondientes criterios de ajuste.

Por último se muestra un presupuesto del coste aproximado de la subestación relativo a la Potencia eléctrica.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	4
1.1 Planteamiento	4
1.2 Alcance	4
1.3 Objetivos	4
1.4 Normativa	5
2. Descripción Instalación	6
2.1 Emplazamiento	6
2.2 Descripción general	6
2.3 Configuración	7
2.4 Datos básicos diseño	7
3. Descripción aparamenta	8
3.1 Celdas híbridas PASS	8
3.1.1 Interruptores automáticos	8
3.1.2 Seccionadores	9
3.1.3 Transformadores de intensidad	10
3.2 Transformadores de tensión	11
3.3 Autoválvulas	12
4. Parque 132 Kv	13
4.1 Características nominales	13
4.2 Distancias mínimas	16
4.3 Embarrado y Conductores	17
5. Parque 15 Kv	18
5.1 Características nominales	18
5.2 Batería condensadores	22
5.3 Conductores	22
6. Transformación	24
6.1 Descripción	24
6.2 Características técnicas	24
7. Edificio	26
7.1 Telecontrol y comunicaciones	26
7.2 Sistemas de mando medida y control	26
7.3 Sistemas auxiliares	27
7.4 Rectificadores y baterías	27
7.5 Sistemas antiincendios e intrusismo	28
7.6 Cerramientos y señalización	28
8. Funciones de protección	29
9. Red de Tierras	31
10. Presupuesto	32
11. Conclusiones	34
12. Bibliografía	35

13.Anexos

13.1 Cálculos

13.2 Planos

13.3 Sistema de protección

13.4 Catálogos

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Como consecuencia del crecimiento industrial en el término municipal de Ayerbe (Huesca), la necesidad de una subestación AT/MT en las proximidades del polígono industrial cada vez es más evidente, para así poder abastecer la demanda energética de varios clientes de la zona de Ayerbe.

Endesa, es compañía eléctrica distribuidora de la zona, responsable de la construcción de la subestación, la cual, además de alimentar las necesidades del polígono, se incorporará al mallado de 132kV.

1.2 Alcance

El presente “Diseño de la parte de potencia de una subestación de 132/15 kV”

Describe las características de la subestación, los equipos eléctricos que la constituyen, así como su adecuado dimensionamiento para su correcta implantación en los terrenos reservados para ello, para así poder dotar de suministro eléctrico a los clientes del Polígono.

Todo ello conforme a la Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico, Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre.

1.3 Objeto y objetivos

La construcción de una subestación abarca muchos conceptos orientados a diferentes campos de la ingeniería, así como la potencia eléctrica, control, telecomunicaciones, obras civiles, estructuras metálicas, montaje electromecánico, protecciones, diseño y selección de elementos,...

En este proyecto, a partir de una demanda local energética se diseñará un sistema unifilar óptimo para la subestación requerida, a partir de este mapa conceptual se analizarán y seleccionarán cada uno de los elementos para su posterior implementación y montaje dentro de la subestación.

El sistema eléctrico de la subestación estará formado por dos niveles de tensión 132/15 Kv para la alimentación directa a los clientes de la zona.

Se seleccionarán cada uno de los elementos de las líneas correspondientes a cada nivel de tensión así como elementos de aparamenta, transformador y batería de condensadores.

El Proyecto además va acompañado de documentación con planos de los diseños de la planta general del parque y edificio, además de los perfiles de los elementos de las líneas, todos ellos realizados con Auto CAD.

A partir de los datos del fabricante se harán los cálculos pertinentes para poder dimensionar cada uno de los elementos: intensidades de cortocircuito, secciones del cableado y red de tierras.

Se realizará un estudio de las diferentes funciones de protección y se describirán cada una de ellas junto con una serie de criterios de ajuste a aplicar en cada una de las posiciones de la subestación.

También se elaborará un presupuesto simple de cada uno de los elementos seleccionados, para tener una valoración del coste de esta parte para la construcción de la subestación.

- Análisis de la instalación y su correspondiente descripción en función de las exigencias pertinentes.
- Diseño del unifilar con cada uno de los elementos.
- Determinación de Intensidades, distancias límite y secciones del cableado para la selección de equipos y su correcta instalación en cada uno de los parques.
- Diseño y acotación de los perfiles de los elementos (celdas híbridas, Transformador de potencia, transformadores de tensión y batería de condensadores).
- Distribución en planta del edificio de celdas (MT y CC), junto con los servicios auxiliares.
- Cálculo de las redes a tierra de los elementos y plano del mallado subterráneo.
- Selección y descripción de las funciones de protección.
- Elaboración de un presupuesto de los equipos seleccionados.

1.4 Normativa

La construcción de la instalación que abarca el proyecto queda sujeta a un conjunto de normas de obligado cumplimiento:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RD 337/2014).
- Instrucciones Técnicas Complementarias
 - ITC-RAT-04: tensiones nominales.
 - ITC-RAT-09: protecciones.

- ITC-RAT-12: aislamiento.
- ITC-RAT-13: instalación de puesta a tierra.
- ITC-RAT-15: instalaciones eléctricas exterior
- Normas Técnicas Particulares de Endesa Distribución Eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002 del 2 de agosto del 2002), instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.(2008).
- Normativa UNE.
- Normativa CEI.
- Normativa Europea EN.

2. DESCRIPCION INSTALACIÓN

2.1 Emplazamiento

El emplazamiento para la subestación Ayerbe se sitúa en una zona colindante a la carretera A-132, reservada para la planificación de la construcción de infraestructuras eléctricas, dentro de la parcela del mismo polígono, en el término municipal de Ayerbe (Huesca).

En el plano adjunto puede verse la situación concreta de la instalación.

La instalación se aloja en una superficie de 4400 m², de los cuales 90m² corresponden al edificio de control de la subestación y el resto a parque de intemperie, el cual quedará vallado en su totalidad.

2.2 Descripción general

La instalación proyectada consta de un parque de intemperie de 132 kV con configuración de simple barra, equipado con dos posiciones de AT de línea aérea con aparamenta híbrida tipo PASS y una posición de transformador AT/MT con aparamenta híbrida tipo PASS.

El edificio albergará las cabinas de MT de simple barra aisladas en SF6 y los cuadros de protección, control y servicios auxiliares.

2.3 Configuración detallada

La instalación proyectada está constituida por:

- Un parque de 132 kV simple barra de intemperie con aparamenta híbrida tipo PASS
 - 2xPosiciones de línea.
 - Posición LA RALLA
 - Posición SASO PLANO
 - 1xPosiciones de transformador.
 - 1xPosición de medida de tensión de barras.
- Un parque de 15 kV formado por celdas blindadas aisladas en SF6 con configuración de simple barra y relés de protección incorporados.
 - 3xPosiciones de línea convencional.
 - 1xPosiciones de transformador.
 - 1xPosición de batería de condensadores.
 - 1xPosición de transformador de servicios auxiliares.
- Un transformador 132/15 kV de 20 MVA.
- Una batería de condensadores de 4 MVar.
- Un transformador de servicios auxiliares 15/0,38 kV de 160 kVA

2.4 Datos básicos de diseño

Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RD 337/2014) la aparamenta correspondiente a los dos niveles de tensión debe cumplir con los siguientes valores mínimos:

Característica	132 Kv	15 Kv
Tensión Nominal (kV)	132	15
Tensión más elevada para el material (kV)	145	24
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV)	650	125
Tensión soportada 1 min 50 Hz (kV)	275	50
Intesidad de Cortocircuito, 1segundo (kA)	40	25

3. DESCRIPCIÓN DE LA APARAMENTA:

3.1 Celdas híbridas PASS:

Los módulos PASS son bastidores prediseñados cuya introducción ha mejorado notablemente el diseño de subestaciones basado en módulos. La subestación está dividida en módulos, en los cuales los ingenieros de diseño pueden someter a pruebas precisas tanto la estructura como el diseño mismo.

En concreto el PASS M0 es un bastidor modular de conmutación, muy flexible. Está equipado con un interruptor automático, un seccionador de barras con puesta a tierra, un seccionador de línea con puesta a tierra y transformadores de corriente adecuados para la mayoría de los diseños estándar de subestaciones de alta tensión. En la posición de transformador no se coloca el seccionador de línea.

Este sistema ofrece una serie de ventajas:

- Diseño compacto gracias a la tecnología GIS
- Montaje completo y pruebas en fábrica
- Fácil transporte al lugar de instalación y dentro del mismo
- Rapidez de instalación (ya probados en fábrica)
- Poco mantenimiento, ya que todos los contactos de alta tensión están encapsulados en gas SF6
- Pocas interrupciones de mantenimiento por su alta fiabilidad
- Bajo coste de vida útil debido al bajo coste del equipo
- Pocas pérdidas de energía, menos costes por redundancia
- Fácil sustitución en caso de fallo
- Respetuoso con el medio ambiente gracias a sus menores dimensiones.

En el apartado de *Anexo - Planos* se dispone del perfil del módulo híbrido con todos sus elementos bien diferenciados.

Dentro del módulo se pueden diferenciar los siguientes elementos:

3.1.1 Interruptor automático:

También llamado disyuntor, es el destinado a interrumpir la continuidad del circuito eléctrico ya que materializa la orden de desconexión y conexión ordenada por el mando de protección ya sea por la necesidad de aislar una parte del

sistema o porque una parte del mismo ha fallado. La apertura de los contactos del interruptor es activada por un circuito de control a 125 Vcc que, una vez recibida la señal del relé, alimenta el mecanismo encargado de abrir los contactos.

Hay varios tipos de interruptores automáticos, en este caso se utilizará aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF6) y accionamiento por resorte.

El uso de este tipo de interruptores tiene sus ventajas:

- Gran capacidad de evacuación del calor producido por el arco.
- Disociación perfectamente reversible sin pérdida de gas.
- Para intensidades próximas al valor cero, y gracias a sus características extraordinarias de conductividad térmica, es posible el enfriamiento del arco radialmente.
- El SF6 es el mejor gas agente extintor y aislante conocido.
- El desgaste de los contactos es muy pequeño lo que conlleva una larga vida media del interruptor.

La principal desventaja del uso del SF6 es su alto grado de efecto invernadero, lo que hace que no se pueda lanzar a la atmósfera, obligando a una corrección rápida de fugas y costosos equipos de corrección y eliminación del gas.

En los capítulos siguientes *Parque 132kV –características nominales* y *Parque 15kV – características nominales* se pueden ver las características de los interruptores automáticos utilizados.

3.1.2 Seccionadores:

Son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica, para efectuar maniobras de operación o bien de mantenimiento.

La misión de estos aparatos es la de aislar tramos de circuitos de una forma visible o efectiva. Los circuitos que debe interrumpir deben hallarse libres de corriente, o dicho de otra forma, el seccionador debe maniobrar en vacío. No obstante, aunque no tiene poder de corte ni de cierre, una vez cerrado debe ser capaz de soportar corrientes nominales, sobreintensidades y corrientes de cortocircuito durante un tiempo especificado, al igual que un conductor eléctrico.

Así, este aparato va a asegurar que los tramos de circuito aislados se hallen libres de tensión para que se puedan tocar sin peligro por parte de los operarios.

En nuestro caso se dispondrán de los seccionadores en el interior de los módulos híbridos los cuales no permiten hacer un corte visible en las mismas condiciones que un seccionador convencional, algunos PASS disponen de mirillas para poder ver la posición del seccionador.

3.1.3 Transformadores de Intensidad:

Transformadores de medida equipados en el módulo híbrido que permiten transformar los valores de intensidad de las líneas a valores medibles y normalizados para poder utilizarlos en el sistema de protecciones de la subestación.

Cuando la intensidad del devanado primario es la nominal, en el secundario se generan 5A (normalmente).

Estos transformadores se conectan en serie con la línea y en el secundario los aparatos se conectan siempre en serie, ya que los transformadores de intensidad deben trabajar con condiciones de cortocircuito.

Estos transformadores se construyen tanto para medida como para protección con núcleos de chapa magnética de gran permeabilidad, aunque cuando van destinados para uso de medida la chapa será de rápida saturación lo que dará lugar a una buena precisión y para protecciones saturación débil o lenta.

La clase de precisión indica el valor máximo del error de intensidad permitido con una carga entre 25% y el 100% de la nominal y un factor de potencia 0,8 inductivo.

Para funciones de medida existen varios tipos según su función, 0,1 sería para uso de laboratorio 0,2 y 0,5 para contadores y otros aparatos de medida, 1 para aparatos de cuadro y 3 para aparatos de poca precisión.

Para protección existe la clase 5 y 10.

En los capítulos siguientes *Parque 132kV –características nominales* y *Parque 15kV – características nominales* se pueden ver las características de los transformadores de intensidad utilizados.

3.2 transformadores de tensión:

Cuando el primario está a tensión nominal, en el secundario del TT se generan $110/\sqrt{3}$ V, a diferencia de los T.I, están conectados en paralelo en los puntos en los que se quiere medir la diferencia de tensión.

Dado que la impedancia de las bobinas voltimétricas es muy elevada, se puede considerar que el transformador trabaja con una intensidad de secundario cercana a cero.

La máxima tensión a la que puede verse sometido un transformador de tensión es la tensión compuesta de la red, sin presentar problemas de precisión, mientras que el T.I puede someterse a una corriente de más de veinte veces su tensión nominal.

Las clases de precisión para los de medida son iguales que en el T.I, para las funciones e protección serán 3 y 6.

Hay dos tipos de transformadores de tensión:

Transformadores de tensión electromagnéticos o inductivos:

Este tipo de trafa es más parecido a los de potencia que a los de intensidad, en el caso de necesitar varios devanados secundarios, éstos se obinan en un único núcleo magnético al no existir las limitaciones del T.I.

Pueden aparecer fenómenos de ferorresonancias en función de las características de la red y del transformado.

Aquí se utilizarán este tipo tanto para el sistema de MT como en medida de barras.

Transformadores de tensión capacitivos:

Este tipo de trafa está constituido por un divisor capacitivo, compuesto por dos condensadores en serie con el fin de obtener el borne de tensión intermedia al cual se conecta un transformador bobinado en paralelo con la parte del divisor puesta a tierra cuya tensión nominal varía de 6kV a 20kV. en serie se conecta una inductancia con núcleo de hierro que entra en resonancia a la frecuencia nominal con la capacidad del divisor.

Los T.T capacitivos los utilizaremos para la medida a la llegada de las líneas de A.T.

En los capítulos siguientes *Parque 132kV –características nominales* y *Parque 15kV – características nominales* se pueden ver las características de los transformadores de tensión utilizados.

3.3 Autoválvulas:

El pararrayos tiene una función principal, que es la de proteger la instalación eléctrica (transformador, interruptor, conductores de línea, etc.) contra sobretensiones de origen externo o interno, a la vez que absorbe parte de su energía.

Estos equipos son aislantes hasta un determinado valor de tensión, llamado de ruptura o de cebado, y una vez superado éste pasan a tener resistencia prácticamente nula. Al hacer esto provocan un cortocircuito eliminando la sobretensión y haciendo actuar al resto de protecciones que abren la parte del subsistema en el que se encuentran.

Normalmente no hace falta reponer las autoválvulas.

Sólo se equipará con autoválvulas el lado de AT ya que en MT no tendremos inicialmente derivaciones a intemperie en la salida de las líneas de 15kV, ya que Endesa colocará un CT para cada línea subterránea de MT. Si en un futuro se colocara una torre para distribuir por intemperie una nueva línea de 15kV, habría que colocar unas autoválvulas en la torre de MT y a la entrada de las bornas del transformador de potencia para protegerlo.

En los capítulos siguientes *Parque 132kV –características nominales* se pueden ver las características de los autoválvulas utilizados y en *Anexo 1- Cálculos – selección de autoválvulas* el fundamento de su selección.

En *Anexo 2 – Planos* se encuentran todos los perfiles de cada uno de los elementos descritos.

En el *Anexo 4 – Catálogos* se puede ver todas las características técnicas con sus detalles de todos los elementos utilizados.

4. PARQUE 132 KV

El parque de 132 kV está compuesto por elementos localizados en el parque exterior.

Los elementos principales que constituyen este sistema son los pararrayos autoválvulas, los transformadores de tensión y las celdas híbridas tipo PASS.

La selección de los equipos se realiza conforme a las características propias de la instalación, para la correcta operación tanto en condiciones normales como en situaciones de funcionamiento anormalmente extremas.

La disposición espacial de la aparamenta se realizará de acuerdo a la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento, así como las futuras ampliaciones previstas.

La composición del parque de intemperie corresponde a dos posiciones de línea, una posición de transformador y simple barra. La medida en barras se realiza mediante un transformador de tensión conectado directamente a las mismas.

Valores de tensiones e intensidades fijados para el Parque:

- Tensión nominal de aislamiento:145 kV
- Tensión de servicio:132 kV
- Intensidad nominal del embarrado:2.500 A
- Corriente de cortocircuito simétrica admisible:40 kA

4.1 Características nominales de la aparamenta:

A continuación se muestran los elementos de aparamenta seleccionados con su modelo, empresa proveedora y las características nominales en cada una de las posiciones tanto de línea como del transformador, en los anexos y en los planos se dispone de todo tipo de información extra de cada elemento.

Tenemos dos posiciones de línea en 132Kv, ambas con la misma aparamenta:

➤ Posición de **LÍNEA** (x2):

▪ 3 x Pararrayos autoválvulas:

Modelo: UltraSiL Polymer-Housed VariSTAR U3

Proveedor: Cooper Power Systems, Cooperindustries.

Características principales:

- Tensión nominal:.....120kV
- Intensidad nominal de descarga.....10kA

▪ 3 x Transformador de tensión trifásico capacitivo:

Modelo: DDB-145

Proveedor: Artech

Características principales:

- Tensión de aislamiento:145kV
- Relación de transformación: $\frac{132.000}{\sqrt{3}} / \frac{110}{\sqrt{3}} - \frac{110}{3}$
- 1^{er} secundario.....75VA 0,5P
- 2^o secundario.....10VA 6P

▪ 1x Celda híbrida tipo PASS:

Modelo: PASS M0 SBB (line)

Proveedor: ABB

Características principales:

- Esquema:.....Barra simple
- Tensión nominal red:.....132kV
- Tensión más elevada para el material:.....145kV
- Tensión soportada de corta duración(valor eficaz):.....275kV
- Tensión soportada impulso tipo rayo:.....650kV
- Corriente de servicio salida línea:2000A
- Corriente admisible de corta duración.....40kA
- Valor de cresta100kA

Características de los interruptores automáticos:

- Tensión más elevada material:.....145 kV
- Fluido para aislamiento y corte:.....SF6
- Corriente serv continuo:.....2.000 A
- Corriente de corta duración adm.(1seg):.....40 kA
- Valor cresta :.....100 kA
- Secuencia de operación..... O-0,3s-CO-1 min-CO

Características transformadores de intensidad:

- Tensión más elevada para el material.....145kV
- Tipo:.....toroidal
- Relación de transformación.....2000-1000/5 A
- Secundario 1.....20VA 0,2P
- Secundario 2.....30VA 5P
- Secundario 3.....30VA 5P
- Secundario 4.....30VA 5P

➤ Posición de **TRANSFORMADOR** (x1):

- 3 x Pararrayos autoválvulas:

Modelo: UltraSiL Polymer-Housed VariSTAR U3

Proveedor: Cooper Power Systems, Cooperindustries.

Características principales:

- Tensión nominal:.....120kV
- Intensidad nominal de descarga.....10kA

- 1x Celda híbrida tipo PASS

Modelo: PASS M0 SBB (Trafo)

Proveedor: ABB

Características principales:

- Esquema:.....Barra simple
- Tensión nominal red:.....132kV
- Tensión más elevada para el material:.....145kV
- Tensión soportada de corta duración(valor eficaz):.....275kV
- Tensión soportada impulso tipo rayo:.....650kV
- Corriente de servicio salida línea:2000A
- Corriente admisible de corta duración.....40kA
- Valor de cresta100kA

Características de los interruptores automáticos:

- Tensión más elevada material:.....145 kV
- Fluido para aislamiento y corte:.....SF6
- Corriente servicio continuo:.....2.000 A
- Corriente de corta duración adm.(1seg):.....40 kA
- Valor cresta :.....100 kA
- Secuencia de operación..... O-0,3s-CO-1 min-CO

Características transformadores de intensidad:

- Tensión más elevada para el material:.....145kV
- Tipo:.....toroidal
- Relación de transformación:.....400-800/5 A
- Secundario 1.....20VA 0,2P
- Secundario 2.....30VA 5P
- Secundario 3.....30VA 5P
- Secundario 4.....30V 5P

➤ Posición **MEDIDA DE BARRAS** (x1):

- 1x Transformador de tensión inductivo:

Modelo: VEOT 145

Proveedor: TRENCH

Características principales:

- Nivel de aislamiento:.....145kV
- Relación de transformación..... $\frac{132.000}{\sqrt{3}} / \frac{110}{\sqrt{3}} - \frac{110}{\sqrt{3}} - \frac{110}{3}$
- Secundario 1.....25VA 0,2 P
- Secundario 2.....25VA 0,5P
- Secundario 3.....10V 6 P

4.2 Distancias aplicadas:

Las distancias adoptadas en el diseño de la instalación son las siguientes:

Alturas de los diferentes elementos en tensión:

- Nivel de conexiones entre aparatos → 4,50 m
- Nivel embarrado principal → 7,00 m
- Nivel de pórtico de línea → 14,00 m

Para la separación entre fases se ha optado por una distancia de:

- Separación entre fases embarrado principal → 2,50 m
- Separación entre fases conexiones entre aparatos → 2,50 m
- Separación entre fases en salida de línea → 2,50 m

Las distancias de separación entre fases y las alturas de los diferentes elementos en tensión adoptadas, permiten mantener unas distancias entre conductores y elementos puestos a tierra, superiores a las mínimas reglamentarias aplicables, cuantificadas en la sección de *Anexo 1 - cálculos de distancias*.

4.3 Embarrado y conductores:

Para la selección del embarrado se ha tenido en cuenta futuras ampliaciones por lo que se ha aumentado la sección del cableado a Tipo Al 120/100 mm, es un tubo conductor por fase apoyado en aisladores, con estas características básicas:

- Sección.....3.456 mm²
- Diámetro exterior.....120 mm
- Espesor pared.....10 mm
- Peso.....9,3 kg/m
- Intensidad máxima.....3000A

Las conexiones entre aparatos de las posiciones y de éstos con los embarrados y bajantes de los pórticos de línea, se realizarán para todas las posiciones con un cable por fase de aluminio-acero tipo LA-380 (GULL).

Endesa instala como mínimo este tipo de cables con esta sección para asegurar un correcto funcionamiento de todos los equipos, pudiendo utilizar otros de mayor sección en el caso de que se necesiten.

- Conductor.....LA-380
- Sección.....380,99 mm²
- Diámetro.....25,38 mm
- Composición.....54+7
- Resistencia.....0,0857 Ohm/km
- Peso.....1.275 kg/km
- Intensidad máxima admisible (RAT).....713 A

El catálogo con una extensión de los tipos de cableado y todos los datos correspondientes se encuentra en *Anexo 4 - catálogos*.

Los cálculos del cableado se encuentran en *Anexos 1 - Cálculo conductores AT*

5. PARQUE 15 kV

El parque de media tensión tendrá a la intemperie únicamente las salidas del transformador, el resto del cableado será subterráneo y la aparamenta irá en celdas de tipo blindado y encapsulado trifásico con aislamiento de gas hexafluoruro de azufre (SF₆), la configuración eléctrica es de simple barra.

El conjunto de celdas para maniobra está formado por tres posiciones de línea, una posición de transformador, una celda de protección para el transformador de servicios auxiliares y una posición de batería de condensadores.

Se emplearán tres transformadores de tensión para cada juego de barras, como se puede observar en el esquema unifilar.

Valores de tensiones e intensidades fijadas para el Parque:

- Tensión nominal de aislamiento:24kV
- Tensión de servicio:.....15kV
- Intensidad nominal del embarrado:.....1.600A
- Corriente de cortocircuito simétrica admisible:.....25kA

5.1 Características nominales:

Las celdas que se van a disponer son:

Modelo: CBGS0 24kV.

Proveedor: Mesa, Schneider Electric.

A continuación se describen las características fundamentales de la aparamenta instalada en las distintas posiciones:

➤ Posición de **LÍNEA**(x3):

- 3x Detectores de presencia de tensión capacitivos

- 3x Transformadores de Intensidad Toroidales

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Relación de transformación.....300-600/5-5 A
- 1er secundario.....10VA 0,2P
- 2º secundario.....7.5VA 5P

- 1x Interruptor Automático

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Intensidad nominal.....630 A
- Poder de corte.....25 kA
- Secuencia de operación..... O-0,3s-CO-1m-CO

- 1 x Seccionador de 3 posiciones para barras

- Nivel de aislamiento24 kV
- Intensidad nominal (mínima)630 A
- Intensidad de corta duración.....25 kA
- Mando de las cuchillas.....Eléctrico
- Mando de las cuchillas de P.A.T.....Manual

➤ Posición de **TRANSFORMADOR(X1)**.

-3x Detectores de presencia de tensión capacitivos

-3x Transformadores de Tensión Inductivos

- Nivel de aislamiento.....24kV
- Relación de transformación $\frac{16.500}{\sqrt{3}} / \frac{110}{\sqrt{3}} - \frac{110}{\sqrt{3}} - \frac{110}{3}$
- 1er secundario.....15VA 0,2P
- 2º secundario.....15VA 0,5P
- 3er secundario.....10VA 6P

-3x Transformadores de Intensidad

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Relación de transformación.....1.000-2.000/5-5-5 A
- 1er secundario.....10VA 0,2P
- 2º secundario.....10VA 5P
- 3er secundario.....10VA 5P

-1x Interruptor Automático

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Intensidad nominal.....1.600 A
- Poder de corte.....25 kA
- Secuencia de operación..... O-0,3s-CO-1m-CO

-1x Seccionador de 3 posiciones para barras

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Intensidad nominal.....1.600 A
- Intensidad de corta duración.....25 kA
- Mando de las cuchillas.....Eléctrico
- Mando de las cuchillas de P.A.T.....Manual

➤ Posición de protección **TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES**(x1).

La posición de servicios auxiliares se instalará en una celda blindada de SF₆ formada por un seccionador de barras, un detector de presencia de tensión capacitivo y un conjunto ruptofusible para protección del transformador de servicios auxiliares.

Las características fundamentales de dicho equipo serán las siguientes:

-1x Seccionador de 3 posiciones para barras

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Intensidad nominal.....630 A
- Intensidad de corta duración.....25 kA
- Mando de las cuchillas.....Eléctrico
- Mando de las cuchillas de P.A.T.....Manual

-1x Interruptor – Seccionador

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Intensidad nominal.....200 A

-3x Fusibles

- Intensidad nominal.....25 A

-3x Transformador de Tensión Inductivos de medida de barras

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Relación de transformación $\frac{16.500}{\sqrt{3}} / \frac{110}{\sqrt{3}} - \frac{110}{\sqrt{3}} - \frac{110}{3}$

- 1er secundario.....15VA 0,2P
- 2º secundario.....15VA 0,5P
- 3er secundario.....10VA 6P

➤ Posición de ***BATERÍA DE CONDENSADORES***(x1).

-3x Detectores de presencia de tensión capacitivos

-1x Seccionadores de 3 posiciones

- Nivel de aislamiento.....24kV
- Intensidad nominal.....630A
- Intensidad de corta duración.....25kA
- Mando de las cuchillas.....Eléctrico
- Mando de las cuchillas de P.A.T.....Manual

-1x Interruptor automático

- Nivel de aislamiento.....24kV
- Intensidad nominal.....630A
- Poder de corte.....25 kA
- Secuencia de operación..... O-0,3s-CO-1m-CO

-3x Transformador de Intensidad

- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Relación de transformación.....300/5A
- 1er secundario.....12,5VA 5P

➤ Posición de ***ALOJAMIENTO DE TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES***(x1)

El transformador de distribución quedará alojado en el interior de un cajón y sus características eléctricas principales serán:

- Potencia nominal.....160 kVA
- Nivel de aislamiento.....24 kV
- Relación de transformación.....9.500-16.500/400V

5.2 Batería de condensadores:

La batería de condensadores está formada por cabinas compactas de envolvente metálica, preparadas para trabajar en intemperie (IP 55), y en cuyo interior se sitúan los condensadores totalizando una potencia de 4 MVar.

Los seccionadores de las celdas de batería quedarán enclavados mediante cerraduras cuya llave sólo será accesible una vez abierto el interruptor situado en la batería de condensadores.

La composición de cada conjunto consta de los siguientes elementos:

- 12 x Botes de Condensadores
 - Potencia nominal.....12 x 333 kVAr (4 MVar)
 - Tensión nominal.....15 kV
 - Configuración.....Doble estrella
- 1 x Transformador de Intensidad de desequilibrio
 - Nivel de aislamiento.....24kV
 - Relación de transformación.....5/5A
 - Secundario.....10VA 1P
- 1 x Seccionador de P.A.T.
 - Nivel de aislamiento.....24kV
 - Intensidad de corta duración.....16kA
 - Mando de las cuchillas.....Manual

5.3 Conductores:

Las conexiones en el lado de media tensión se realizarán con cables aislados subterráneos, según los elementos a conectar utilizaremos un tipo de cable u otro:

- La conexión entre la celda CBGS0 y el transformador de potencia se realizará mediante cable aislado DHZ1 H-16 Cu, el cual será subterráneo hasta los últimos metros, donde se hará la conexión con el transformador.

El cable empleado será unipolar, con aislamiento de etileno propileno (EPR) con capa semiconductor extruida y una pantalla formando una corona de hilos de cobre, la cubierta será de poliolefina, que le proporciona gran resistencia mecánica.

Su tensión nominal será de 12/20kV y su sección conductora

2x (3x1x630) mm² Cu, es decir, se utilizarán dos ternas por cada fase.

Los terminales de conexión se adecuarán a los tipos de bornas de los transformadores.

Características generales:

- Conductor.....DHZ1 H-16Cu
 - Sección.....630 mm²
 - Diámetro.....50,6 mm
 - Resistencia.....0,093 Ohm/km
 - Peso.....7.235 kg/km
 - Intensidad máxima admisible (40°C).....1040A
- La conexión entre la celda y las baterías de condensadores será de 12/20kV y su sección conductora 3x1x240 mm² Al, otro tipo de cable diferente, en este caso con un DHZ1 H-16 Al con conductor de aluminio semirrígido, aislamiento de etileno propileno (EPR), una pantalla formada por una corona de hilos de cobre y la cubierta será de poliolefina termoplástica.

Características generales:

- Conductor..... DHZ1 H-16Al
 - Sección.....240 mm²
 - Diámetro.....38,8 mm
 - Resistencia.....0,108 Ohm/km
 - Peso.....1750 kg/km
 - Intensidad máxima admisible (25°C).....335A
- Por último, para la conexión del transformador de servicios auxiliares se utilizará el cable de tensión 12/20kV con su sección conductora 3x1x95mm² Al.

Características generales:

- Conductor..... DHZ1 H-16Al
- Sección.....95 mm²
- Diámetro.....31,2 mm
- Peso.....1095 kg/km
- Intensidad máxima admisible (25°C).....215A

Para más información mirar *Anexo 1 - Cálculo conductores AT y MT* y *Anexo 4 - catálogos*.

6. TRANSFORMACIÓN

6.1 Descripción:

La posición de transformador está formada por un transformador trifásico de potencia de 20MVA (25 MVA con refrigeración forzada), la relación de transformación es 132/15 .

La máquina deberá cumplir la instrucción técnica complementaria ITC – MIE – RAT – 07.

El dieléctrico utilizado será aceite. La conexión del neutro en el lado de alta tensión será rígida a tierra mientras que la explotación del devanado de media tensión se realizará con el neutro aislado.

La conexión del transformador se realizará mediante terminales en el lado de MT, mientras que los terminales del lado de AT serán tipo borna, manteniendo las distancias mínimas de seguridad anteriormente mencionadas.

6.2 Características técnicas:

Las características principales del transformador de potencia son las siguientes:

Tipo.....	En baño de aceite mineral
Potencia nominal.....	20 MVA
Tensión primaria.....	132.000 $\pm 10 \times 1\%$ V

Regulación lado AT

Tipo.....	En carga
Margen de regulación.....	$\pm 10 \times 1\%$ U_n
Número de posiciones.....	21

Tensión secundaria.....	16.450 V
-------------------------	----------

Regulación lado MT

Tipo.....	Manual
Margen de regulación.....	$\pm 5 \pm 10\%$ U_n

Servicio.....	Continuo
Instalación.....	Intemperie
Grupo de conexión.....	YNyn0
Frecuencia.....	50 Hz
Tensión máxima de servicio.....	145kV
Reactancia de dispersión.....	10%

Refrigeración tipo ONAN por circulación natural de aceite a través de radiadores equipados en los laterales del transformador y tipo ONAF, forzada mediante unos ventiladores pegados a los radiadores que se activan cuando el transformador alcanza una temperatura límite.

El transformador constará además de una serie de elementos auxiliares que harán que su funcionamiento sea más óptimo y controlado:

- Transformadores de intensidad en bornas de Alta y Media tensión utilizados para la regulación de tensión y control térmico del transformador.
- Elementos para el transporte del transformador.
- Un equipo de preservación del aceite.
- Sistema de refrigeración ONAN Y ONAF.
- Instrumentos de medida de temperatura del aceite y de los arrollamientos.
- Armario de control principal que incorporará un autómata para la regulación de tensión.
- Aceite normalizado conforme a la UNE 60926 sin aditivos y de baja corrosión.
- Pasatapas, de porcelana y con indicador de nivel de aceite.
- Válvulas para el llenado y vaciado del aceite.
- Relé Buchholz, el cual se equipará en el transformador para la detección de fallos internos al mismo. Va equipado con dos flotadores, el primero es de alarma y se encuentra en la parte superior del dispositivo, en el caso de acumulación de gases se hundiría el flotador y se activaría la alarma.
El segundo es de disparo activada por la emisión incontrolada de gases que arrastrarían el flotador.

En los *Anexos 1 - cálculos eléctricos* tenemos las intensidades nominales y de cortocircuito en alta y media tensión y también en *Anexos 4- catálogo* tenemos información adicional del transformador

7. EDIFICIO:

El edificio de protecciones y control de la instalación dispondrá de una sola dependencia donde se realizarán todas las actividades que se van a desarrollar.

Albergará las celdas de media tensión, los cuadros de control y protección de todas las posiciones, equipos de telemando, baterías y cuadros de servicios auxiliares.

La superficie será de 90m².

7.1 Telecontrol y comunicaciones:

Consistirá en servicios de telefonía, canales de comunicación para la protección de la subestación y circuitos de telegestión.

El edificio irá dotado de fibra óptica para una rápida transmisión de datos y telefonía.

Para la realización de comunicaciones remotas se dispondrá de un armario de comunicaciones instalado en la parte de control del edificio.

Este armario ira realimentado con una batería de 48V.

7.2Sistemas de mando, medida y control:

Para la instalación proyectada, se plantea un sistema integrado de mando, medida, protección y control, constituido a base de UCP (unidades de control de posición) cuyas funciones de protección se completan con relés independientes, comunicados todos ellos con una UCS (unidad de control de subestación) equipada con una consola de operación local.

La captación de señales de tensión e intensidad se realiza a través de las UCP, al igual que la señalización de aparamenta y alarmas asociadas.

Las UCP y el resto de protecciones asociadas al nivel de 132 kV, se instalan en los cuadros de control correspondientes. Las UCP y resto de protecciones asociadas al nivel de 15 kV se instalan en el cajón de control de las propias cabinas de 15 kV.

Los armarios son de apertura frontal a través de dos puertas superpuestas, la primera de metacrilato transparente y la segunda formada por un bastidor metálico móvil para alojar racks de 19". Esta última soporta los relés de protección y los equipos de mando integrado en los que aparece el sinóptico de cada posición alarmas y medidas de la misma. Así mismo aloja los interruptores magnetotérmicos correspondientes a cada posición.

El resto de equipos (relés auxiliares, bornas, etc...) irán montados en la placa de fondo de armario sobre perfiles normalizados.

El cableado de los armarios de protección y control se realiza mediante hilo flexible de cobre, no propagador de llama, de secciones 1,5 mm² y 2,5

mm². Los cables discurren por el interior de canaletas, con aperturas laterales para salidas de cable y tapas extraíbles.

Cada punta de cable tendrá el terminal correspondiente, debidamente rotulado.

Las interconexiones de los diferentes armarios con la aparamenta se realizan mediante bornas seccionables, instaladas en el fondo del armario correspondiente, debidamente rotuladas, a través cables multiconductores apantallados, de 0,6/1kV de aislamiento, no propagadores de llama y libres de halógenos.

7.3 Sistemas auxiliares:

Para atender los servicios auxiliares de la subestación se utilizará un transformador de 160kVA con relación de tensión 15000/380 V, la alimentación del transformador se realizará a partir de una de las cabinas de 15kV y se instalará correctamente dentro de un armario bien señalizado.

La distribución de corriente alterna dentro de la instalación proyectada, estará prevista al menos para los siguientes consumos:

- Rectificadores (cargadores de baterías)
- Alumbrado general (interior y exterior)
- Ventilación
- Celdas

7.4 Rectificadores y baterías:

Con el fin de suministrar alimentación segura a los dispositivos de maniobra, protección, control, telemando y comunicaciones se instalarán equipos para las tensiones de corriente continua de 125 Vcc y 48 Vcc.

Para el nivel de 125 Vcc se instalarán dos equipos independientes, BATERÍA 1 y BATERÍA 2. Cada uno de ellos constará de baterías de NiCd y sus correspondientes equipos rectificadores con alimentación de corriente alterna independiente.

La distribución de corriente continua de 125 Vcc tendrá prevista la alimentación al menos a los siguientes consumos:

- BATERIA 1
 - Alimentación circuitos de mando y protección
 - Alimentación circuitos de señalización
 - Alimentación circuitos de enclavamientos
 - Alimentación UCS y concentrador de comunicaciones

- BATERIA 2
 - Alimentación circuitos de mando y protección
 - Alimentación motor interruptores

Para el nivel de 48 Vcc se instalará un equipo de baterías de NiCd y sus correspondientes equipos rectificadores con alimentación de corriente alterna independiente.

La distribución de corriente continua de 48 Vcc tendrá prevista la alimentación al menos a los siguientes consumos:

- Alimentación SDH
- Alimentación Multiplexor
- Alimentación RTU

7.5 Sistema antiincendios e intrusismo:

En el edificio se dispondrá de un equipo de detección y extinción de incendios así como de intrusismo.

El sistema contra incendios constará de varios detectores de humos instalados por el techo del edificio que activarán en su caso una alarma.

Además de una serie de extintores repartidos por la zona del edificio correctamente.

El sistema anti intrusismo dispondrá de varios sensores a la entrada que activarán una alarma.

7.6 Cerramientos y señalización:

Para el acceso a la subestación (Parque) habrá dos puertas una de 10 metros y otra de 1 metro para el acceso de personal. El vallado de la subestación se realizará mediante postes metálicos galvanizados de perfil circular con una malla metálica de 2m de altura y sujetos a un murete de hormigón para su correcto anclaje.

Las funciones del vallado son las siguientes:

- Mantener a personas ajenas a la subestación lejos de los puntos de tensión.
- Proteger los elementos de la subestación de daños intencionados.
- Evitar robos

Todos estos elementos se pueden observar claramente en *Anexos 2 - Planos – Planta edificio*.

8. FUNCIONES DE PROTECCIÓN:

El sistema de protecciones en una subestación es muy importante, cada posición incorpora diferentes funciones de protección dependiendo de la geometría del sistema instalado y para diferentes tipos de faltas.

Cada protección lleva una enumeración propia para distinguirla más rápidamente de las demás.

En líneas de 132 kV:

- Protección de distancia (21L)
- Protección diferencial longitudinal (87L)
- Protección máxima intensidad direccional de neutro (67N)
- Reenganchador (79)
- Comprobación de sincronismo (25)

En el transformador 132/15 kV:

- Lado AT:
 - Protección máxima intensidad de fases (50-51F)
 - Protección máxima intensidad de neutro(50N-51N)
 - Protección diferencial (87T)
- Lado MT:
 - Protección máxima intensidad de fases (50-51)
 - Protección diferencial (87T)

En líneas 15kV:

- Protección homopolar para neutro aislado (67NH)
- Protección máxima intensidad de fases (50-51F)
- Reenganchador (79)

En batería de condensadores:

- Protección máxima intensidad de fases (50-51F)
- Protección máxima/mínima tensión (59)

Se han expuesto las diferentes funciones de protección con que se equiparán los sistemas electrónicos de protección en cada una de las posiciones tanto de AT como de MT.

En el *Anexo 3 – sistemas de protección* se describen cada una de las funciones y sus correspondientes criterios de ajuste para un adecuado funcionamiento en la subestación para así asegurar la protección de los equipos.

9. RED DE TIERRAS:

El diseño de la red de tierras se ha hecho de acuerdo con las especificaciones establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-MIE-RAT 13.

Los objetivos de la red de tierras son los siguientes:

- Garantizar la seguridad del personal de maniobras y los equipos en el caso de potenciales peligrosos.
- Proporcionar una derivación a tierra a las intensidades generadas por descargas atmosféricas o defectos eléctricos.
- Posibilitar a los elementos de protección el despeje a tierra.

Para el diseño de la red de tierras hemos utilizado los siguientes datos:

-Resistividad del terreno.....	100 Ω m
-Tiempo de falta.....	0,5 s
-Intensidad de falta a tierra.....	4936,28 A
-Resistencia de puesta a tierra.....	0,802 Ω
-Sección de conductor.....	95 mm

La geometría del mallado queda definida por:

-Dimensiones de la malla.....	70x50
-Área conformada.....	3500 m ²
-Profundidad del mallado.....	0,8 m
-Longitud máxima de cableado.....	1480 m

A partir de todos los datos considerados y con el método de cálculo definido por la normativa, hemos llegado a la conclusión de que el mallado diseñado mantiene las tensiones de paso y contacto por debajo de las admisibles.

Como podemos comprobar en los resultados:

$$U'_p = 362,45V < V_p^{adm} = 34618,8 V$$

$$U'_c = 570,40 V < V_c^{adm} = 1018,47$$

En *Anexos 1 Cálculos - Red de tierras* está todo el cálculo desarrollado con todas las ecuaciones utilizadas y en *Anexo 2 –Planos – Red de tierras* se puede ver el diseño en planta del mallado.

10. PRESUPUESTO:

Se va a estimar un presupuesto de todo lo incluido en el proyecto, es decir todo lo relacionado con el equipamiento de cada nivel de tensión, transformador, condensadores y edificio de cabinas y control. No se incluirá lo relacionado con la obra civil del proyecto.

Los precios incluyen la mano de obra y el gasto de instalación y montaje de casa uno de los elementos:

Equipamiento 132 kV

<i>Unidades</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
2	Módulo híbrido posición línea	250.096,94 €	500.193,88 €
1	Módulo híbrido posición transformador	179.456,86 €	179.456,86 €
1	Transformador de tensión inductivo	4.139,20 €	4.139,20 €
6	Transformador de tensión capacitivo	4.900,00 €	29.400,00 €
3	Autoválvulas	1.150,00 €	3.450,00 €
Total			716.639,94 €

Equipamiento 15 kV

<i>Unidades</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Precio total</i>
3	Celda posición línea	29.913,27 €	89.739,81 €
1	Celda posición SSAA	19.955,57 €	19.955,57 €
1	Celda posición batería condensadores	28.122,67 €	28.122,67 €
1	Celda posición transformador	38.891,79 €	38.891,79 €
1	Celda posición de barras	13.632,66 €	13.632,66 €
Total			190.342,50 €

Transformación y compensación

<i>Unidades</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>precio total</i>
1	Transformador de potencia 132/15 kV 20MVA	268.958,26 €	268.958,26 €
1	Transformador de SSAA 15/0,4 kV 160 KVA	3.105,00 €	3.105,00 €
1	Batería de condensadores 4MVAr	28.821,54 €	28.821,54 €
Total			300.884,80 €

Control y telecontrol

<i>Unidades</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>precio total</i>
1	Control y protecciones	76.546,40 €	76.546,40 €
1	Sistema de Telecontrol	48.944,88 €	48.944,88 €
2	Batería y rectificador 125 Vcc	7.557,45 €	15.114,90 €
1	Batería y rectificador 48 Vcc	5.654,77 €	5.654,77 €
Total:			146.260,95 €

Otros gastos

<i>Unidades</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>precio total</i>
1	Seguridad y salud	4.560,30 €	4.560,30 €
Total			4.560,30 €

El presupuesto general quedará entonces:

Total presupuesto	
<i>Concepto</i>	<i>Precio</i>
Equipamiento 132kV	716.639,94 €
Equipamiento 15Kv	190.342,50 €
Transformación y compensación	300.884,80 €
Control y telecontrol	146.260,95 €
Otros gastos	4.560,30 €
Total presupuesto	1.358.688,49 €

Asciende el siguiente presupuesto a la cantidad de : UN MILLÓN TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS Y CUARENTA Y NUEVE CENTIMOS.

11. CONCLUSIONES

Como conclusión general se ha de decir que el proyecto ha sido realizado con éxito cumpliendo cada uno de los objetivos propuestos en su inicio.

He ganado en todos los sentidos con la realización del proyecto, tanto a nivel académico, en lo relativo a la realización de proyectos y en sistemas eléctricos, como también en el ámbito profesional, teniendo en cuenta que el proyecto lo he realizado mientras hacía unas prácticas en Endesa.

Cabe destacar la complejidad que conlleva la realización de un proyecto de este tipo, es verdad que la cantidad de normativas y regulaciones hacen que el trabajo lo tengas muy guiado y delimitado, pero a la vez esto hace que resulte difícil el dimensionar toda una subestación cumpliendo toda la normativa ciñéndote a la consecución de seguridad, eficiencia y desembolso económico.

A lo largo del proyecto han surgido varios problemas, el primero fue elegir exactamente qué era lo que quería hacer, ya que una subestación no se hace si no surge una demanda de energía o la necesidad de transformación de la misma.

El crecimiento del polígono en Ayerbe es una necesidad potencialmente real que originaría la obligación de dicha construcción, por eso finalmente me decanté por este proyecto.

Mientras realizaba el proyecto me surgieron problemas especialmente relativos al cálculo de tierras ya que el mallado tuve que modificarlo varias veces, y en el análisis y comprensión de las funciones de protección, ya que bajo mi punto de vista es la parte más compleja en el diseño de la subestación.

La realización paralela de las prácticas en el departamento de subestaciones de Endesa de Aragón me ha facilitado una mayor rapidez de adquisición de los conceptos y fundamentos en los que se basa el proyecto, por eso, la ejecución simultánea de prácticas y proyecto es muy idónea para una correcta especialización en un campo determinado de la ingeniería, en este caso, subestaciones de transformación eléctrica.

12. BIBLIOGRAFÍA

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RD 337/2014).

Instrucciones Técnicas Complementarias

Normas Técnicas Particulares de Endesa Distribución Eléctrica.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002 del 2 de agosto del 2002), instrucciones Técnicas Complementarias.

Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.(2008).

IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding - IEEE Std 80-2000

José Raúl Martín, “Diseño de subestaciones eléctricas”, McGraw – Hill, 2004.

Jose María Yusta Loyo, Rodolfo Dufo López y José Luis Bernal Agustín ‘Tecnología eléctrica’

Ignacio J. Ramírez, Eduardo Garcia, Juan A. Martinez, Juan A. Fuentes, Luis A. Fernandez, Pedro J. Zorzano, “Problemas resueltos de sistemas de energía eléctrica” , Thomson Editores Spain, 2007.

Páginas web a destacar:

<http://www.minetur.gob.es/energia/electricidad/Paginas/Index.aspx>

<http://aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/IndustriaInnovacion/AreasTematicas/SeguridadIndustrial/Electricidad?channelSelected=96472135fc5fa210VgnVCM100000450a15acRCRD>

<http://www.generalcable.es>

<http://www.ABB.es>

<http://www.artech.com>

<http://www.schindler.com>

Anexo 1

CÁLCULOS

ÍNDICE:

1. Cálculo de distancias mínimas	2
2. Selección de autoválvulas	5
2.1 Conceptos a considerar	5
2.2 Método de cálculo	7
2.3 Cálculo autoválvulas	9
3. Corrientes de cortocircuito	10
4. Cálculo de Red de tierras	12
4.1 Red de tierras inferiores	12
4.1.1 Método de cálculo	12
4.1.2 Tensiones máximas aplicables	12
4.1.3 Resistencia de puesta a tierra	14
4.1.4 Cableado de la red de tierras	14
4.1.5 Validación del sistema	18
4.2 Red de tierras superiores	20
5. Cálculos intensidad Nominales	22
5.1 Transformador de potencia	22
5.2 Batería de condensadores	22
5.3 Transformador servicios auxiliares	23
6. Cálculos de conductores	24
6.1 Cálculos en Alta tensión	24
6.2 Cálculos en Media tensión	26
6.2.1 Interconexión celda – transformador de potencia	26
6.2.2 Interconexión celda – batería de condensadores	26
6.2.3 Interconexión celda – transformador de servicios auxiliares	27
6.3 Tabla resumen	28
7. Cálculo potencia batería de condensadores	29

1. Cálculo de distancias mínimas

Según las instrucciones técnicas complementarias recogidas en el MIE RAT 04 del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación (RD 3275/1982) estas son las tensiones a las que deben estar preparadas los materiales al nivel de tensión nominal correspondiente:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (Un) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (Us) Kv	TENSIÓN ELEVADA MATERIAL kV	MÁS DEL (Um)
3	3,6	3,6	
6	7,2	7,2	
10	12	12	
15	17,5	17,5	
20	24	24	
25	30	36	
30	36	36	
45	52	52	
66	72,5	72,5	
110	123	123	
132	145	145	
220	245	245	
400	420	420	

Tabla 1-Fuente: BOE-A-2014-6084-MIE RAT 04

Como se puede ver en la tabla, para el parque de 132kV corresponde una tensión más elevada para el material de 145kV y para el parque de 15kV una Um de 17,5kV

A los aparatos en alta tensión, según el MIE RAT 12, les corresponde según la tensión nominal soportada, unos niveles de aislamiento.

Grupo A $\rightarrow 1\text{kV} < U_n < 52\text{kV}$

Grupo B $\rightarrow 52\text{kV} \leq U_n < 300\text{kV}$

Grupo C $\rightarrow U_n \geq 300\text{kV}$

El proceso de selección de la aparamenta en el parque de 132kV debe atenerse a los materiales de un nivel de aislamiento del Grupo B mientras que el parque de 15 kV al Grupo A.

Además el material debe soportar una cierta tensión nominal durante un corto periodo de tiempo y una tensión a los impulsos de rayo, los datos se recogen en la instrucción técnica complementaria MIE RAT 12

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
52	95	250	480
72,5	140	325	630
123	185 230	450 550	900 1100
145	185 230 275	450 550 650	900 1100 1300
170	230 275 325	550 650 750	1100 1300 1500
245	325 360 395 460	750 850 950 1050	1500 1700 1900 2100

Tabla 2-Fuente: BOE-A-2014-6084-MIE RAT 12

Una vez definido el nivel de aislamiento, se determinan las distancias mínimas correspondientes en este caso al Parque de 132 con un nivel de aislamiento perteneciente al grupo B, todo ello está indicado en la instrucción técnica complementaria MIE RAT 12.

- **Distancia mínima entre fases en el aire y fase y tierra en el aire:**
Según la tabla 5 de la ITC MIE RAT 12:

Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV cresta)	Distancia mínima (cm)
650	130

- **Distancia a elementos en tensión:**

Según la apartado 3 de la ITC MIE RAT 15:

- **Pasillos de servicio**

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima (H); a partir de la distancia 'd' podemos saber:

$$H = 250 + d = 250 + 130 = \underline{380 \text{ cm}}$$

- **Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación**

De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm. de altura mínima:

$$B = d + 3 = \underline{133 \text{ cm}}$$

De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm. de altura mínima:

$$C = d + 10 = \underline{140 \text{ cm}}$$

De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo:

$$E = d + 30 = \underline{160 \text{ cm}}$$

- **Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación**

De elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura mayor o igual a 220 cm.

$$G = d + 150 = \underline{280 \text{ cm}}$$

Todas las distancias del parque de 132kV calculadas y establecidas en este apartado corresponden a las distancias mínimas reglamentarias a aplicar en el diseño del parque el cual se recoge en el *Documento de Planos*.

2. Selección de autoválvulas

2.1 Conceptos a considerar

El concepto principal a tener en cuenta de una autoválvula es su margen de protección, para que la instalación pueda evacuar correctamente las sobretensiones se debe tener un $MP \geq 33\%$.

$$MP = \left(\frac{N_A}{N_p} - 1 \right) \cdot 100 \geq 33\%$$

Sabiendo que:

N_A , es el nivel de aislamiento, la tensión soportada por el equipamiento a los impulsos tipo rayo.

N_p , es el nivel de protección del pararrayos, es la tensión residual del pararrayos para un impulso de corriente correspondiente a la intensidad nominal de descarga, que será 10kA.

Las características fundamentales a considerar de los pararrayos son las siguientes:

- Intensidad nominal de descarga: en este caso y para un nivel de tensión de la red correspondiente a 245kV se asigna según la CEI 99-5 (recomendación de selección de pararrayos) una intensidad de 10kA.
- Tensión nominal: para la selección de los pararrayos primero debemos conocer a que tensión nominal va a estar expuesto cada uno y proteger el sistema en función del sistema de descarga a tierras.

En las redes con descarga directa de los defectos a tierra, la tensión de funcionamiento continuo del pararrayos, debe ser igual o superior a la tensión máxima fase-tierra multiplicada por 1,05. Este factor tiene en cuenta, en las redes normales, el aumento del valor de cresta de la tensión debida a armónicos.

$$U_c = \frac{V_{max}}{\sqrt{3}} * 1,05 V$$

En las redes con neutro aislado o puesto a tierra por medio de una bobina de compensación, sin eliminación automática de los defectos a tierra, cuando no se conoce la duración de dicho defecto, el valor de la tensión del funcionamiento continuo del pararrayos debe ser igual a la máxima tensión fase-tierra.

$$U_c = V_{max}$$

- Capacidad de soportar tensiones temporales: estas sobretensiones temporales pueden ser generadas por un defecto a tierra o por una pérdida de carga.

En el caso de defectos a tierra, las redes con el neutro aislado pueden llegar a sobretensiones del 140% de su tensión nominal como consecuencia de la tensión de triángulo abierto generada y una duración de 10 segundos. En las pérdidas de carga repentinas la sobretensión es un 150% la nominal en tensiones superiores a 70kV.

El efecto de las sobretensiones es incrementar la corriente que circula por el pararrayos y en consecuencia aumenta la energía consumida por el mismo, produciéndose una elevación en su temperatura que puede, según los valores, afectar a la estabilidad térmica del pararrayos.

Los tiempos que los pararrayos pueden soportar diferentes valores de sobretensiones se indican en las curvas correspondientes a cada tipo de pararrayos. Estos tiempos se han determinado sobre pararrayos que previamente han absorbido una importante energía, en términos generales la correspondiente a dos impulsos de larga duración más un determinado tiempo trabajando a la tensión máxima de funcionamiento continuo.

2.2 Método de cálculo

Determinar la máxima tensión de operación del sistema (U_c):

Según la ecuación 4.2

$$U_c = \frac{U_{max}}{\sqrt{3}} * 1,05$$

Según nos indica el fabricante los pararrayos pueden soportar sobretensiones de 0,8 veces su valor nominal (U_c) durante tiempo indefinido. Dicha tensión (U_1) será:

$$U_1 = U_c * 0,8$$

Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1,4 de la tensión simple máxima y admitiendo un tiempo de despeje de la puesta a tierra de

2 segundos, lo que supone una disminución del 8% de la tensión, tendremos:

$$U_2 = \frac{U_1 * 1,4}{1,08}$$

Es decir, eligiendo un pararrayos de U_2 kV podría soportar una sobretensión de un 40% durante 2 segundos.

Elección del pararrayos:

Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas (U_1 y U_2).

Nivel de aislamiento:

Verificar la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección del pararrayos. Este nivel corresponde a la tensión de impulso tipo rayo en kV de cresta.

Margen de protección:

Comprobar que se cumple el MP explicado anteriormente mediante la ecuación expuesta.

Para el cálculo de las autoválvulas adecuadas utilizaremos la siguiente tabla

proporcionada por el fabricante UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR U3:

Arrester Rating Ur (kV, rms)	Arrester COV Uc (kV, rms)	Steep Current Residual Voltage (kV Crest)	Lightning Impulse Residual Voltage (kV Crest) 8/20 μ s Current Wave						"Switching Impulse Residual Voltage (kV Crest) 30/60 Current Wave"				Temporary Over Voltage w/Prior Duty (kV)	
			1.5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA	125 A	250 A	500 A	1000 A	1 Second	10 Seconds
3	2.55	8.2	6.5	6.9	7.2	7.8	8.4	9.4	5.7	5.9	6.1	6.3	3.5	3.3
6	5.1	16.3	13	13.7	14.3	15.6	16.8	18.8	11.4	11.7	12.1	12.6	6.9	6.6
9	7.65	24.5	19.5	20.6	21.5	23.3	25.2	28.2	17.1	17.6	18.1	18.8	10.4	9.9
10	8.4	26.9	21.4	22.6	23.6	25.6	27.7	30.9	18.8	19.3	19.9	20.7	11.4	10.8
12	10.2	32.6	26	27.4	28.6	31.1	33.6	37.5	22.8	23.4	24.1	25.1	13.9	13.1
15	12.7	40.6	32.4	34.1	35.6	38.7	41.9	46.7	28.4	29.1	30	31.2	17.2	16.4
18	15.3	48.9	39	41.1	42.9	46.6	50.4	56.3	34.2	35.1	36.2	37.6	20.8	19.7
21	17	54.4	43.3	45.6	47.7	51.7	56	62.5	38	39	40.2	41.8	23.1	21.9
24	19.5	62.4	49.7	52.3	54.7	59.3	64.2	71.7	43.6	44.7	46.1	47.9	26.5	25.1
27	22	70.3	56	59	61.7	66.9	72.5	80.9	49.1	50.4	52	54	29.9	28.4
30	24.4	78	62.1	65.5	68.4	74.2	80.4	89.7	54.5	55.9	57.7	59.9	33.1	31.5
33	27.5	87.9	70	73.8	77.1	83.6	90.6	102	61.4	63	65	67.5	37.3	35.4
36	29	92.7	73.8	77.8	81.3	88.2	95.5	107	64.8	66.4	68.6	71.2	39.4	37.4
39	31.5	101	80.2	84.5	88.3	95.8	104	116	70.3	72.2	74.5	77.3	42.8	40.6
42	34	109	86.6	91.2	95.3	104	112	125	75.9	77.9	80.4	83.5	46.2	43.8
45	36.5	117	92.9	97.9	103	111	121	135	81.5	83.6	86.3	89.6	49.6	47
48	39	125	99.3	105	110	119	129	144	87.1	89.3	92.2	95.7	53	50.3
54	42	135	107	113	118	128	139	155	93.8	96.2	99.3	104	57	54.1
60	48	154	123	129	135	146	159	177	108	110	114	118	65.2	61.9
66	53	170	135	143	149	162	175	195	119	122	126	131	72	68.3
72	57	183	146	153	160	174	188	210	128	131	135	140	77.4	73.5
78	62	199	158	167	174	189	205	228	139	142	147	153	84.2	79.9
84	68	218	174	183	191	207	224	250	152	156	161	167	92.3	87.7
90	72	231	184	194	202	219	238	265	161	165	171	177	97.8	92.8
96	76	243	194	204	214	232	251	280	170	174	180	187	103.2	98
	77	247	196	207	216	235	254	284	172	177	182	189	104.6	99.3
108	84	269	214	226	236	256	277	309	188	193	199	207	114.1	108.3
120	98	314	250	263	275	298	323	361	219	225	232	241	133.1	126.3
132	106	339	270	285	298	323	349	390	237	243	251	261	143.9	136.6
138	111	355	283	298	312	338	366	408	248	255	263	273	150.7	143.1
144	115	368	293	309	323	350	379	423	257	264	272	283	156.2	148.2
150	120	384	306	322	337	365	396	442	268	275	284	295	163	154.7
162	130	416	331	349	365	396	429	478	291	298	308	319	176.5	167.6
168	131	419	334	352	368	399	432	482	293	300	310	322	177.9	168.9
172	140	448	357	376	393	426	461	515	313	321	331	344	190.1	180.5
180	144	461	367	387	404	438	475	530	322	330	341	354	195.6	185.6
192	152	486	387	408	427	463	501	559	340	348	360	373	206.4	195.9
198	160	512	408	430	449	487	527	589	358	367	378	393	217.3	206.2
204	165	528	420	443	463	502	544	607	369	378	390	405	224.1	212.7
216	174	556	443	467	488	529	573	640	389	399	412	427	236.3	224.3
228	180	576	459	483	505	548	593	662	402	413	426	442	244.4	232
240	190	608	484	510	533	578	626	699	424	435	449	467	258	244.9

2.3 Cálculo autoválvulas 132 kV :

Primero debemos determinar la máxima tensión de operación del sistema, sabiendo cual es la conexión del neutro a tierra, utilizaremos una fórmula u otra, en este caso, según la normativa de Endesa el neutro es rígido a tierra por lo que usaremos la siguiente:

$$U_c = \frac{U_{max}}{\sqrt{3}} * 1,05 = \frac{145}{\sqrt{3}} * 1.05 = 88kV$$

El pararrayos podrá soportar indefinidamente tensiones de un valor de:

$$U_1 = \frac{U_c}{0,8} = \frac{88}{0,8} = 104,77kV$$

El pararrayos estará preparado pues para soportar tensiones ininterrumpidamente de ese valor de tensión sin ningún tipo de problema.

Ahora calculamos la tensión U2 correspondiente a 1,4 veces la tensión simple durante 2 segundos:

$$U_2 = \frac{U_c * 1,4}{1,08} = \frac{88 * 1,4}{1,08} = 114,07kV$$

El pararrayos podrá aguantar esta sobretensión durante 2 segundos.

La tensión nominal del pararrayos quedará por encima de los valores de U1 y U2 calculados, por lo que el siguiente valor comercial disponible por encima de estos valores es 120kV.

El nivel de aislamiento para 132kV es de 650kV.

El nivel de protección lo obtenemos de la tabla anterior, que se corresponde con la tensión residual de 120kV a 10kA, que será 298kV.

Con todo esto podemos calcular el MP y observamos resultados:

$$MP = \left(\frac{N_A}{N_p} - 1 \right) \cdot 100 = \left(\frac{650}{298} - 1 \right) \cdot 100 = 118,12 \% \geq 33$$

3. Corrientes de Cortocircuito

En este documento del proyecto, desde un punto de vista técnico, se justifican las razones de selección de los elementos que integran cada uno de los parques de la subestación.

Endesa, la Compañía distribuidora, marca en barras de 132kV una potencia de cortocircuito de 1943MVA proveniente de la suma de la potencia de cortocircuito de las líneas entrantes.

A partir de este dato vamos a calcular la $I_{cc_{MT}}$, es decir la máxima corriente de cortocircuito en barras de media tensión.

$$S_{cc_{AT}} = 1943 \text{ MVA}$$

Calculamos la intensidad de cortocircuito en barras de 132kV a partir de la potencia de cortocircuito:

$$I_{cc_{AT}} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}V_{AT}} = 8.500 \text{ A}$$

Calculamos impedancias de Red y del transformador y las bajamos con la relación de transformación a MT, los datos del transformador que utilizaremos son la $S_n = 20 \text{ MVA}$ y la tensión de cortocircuito $U_{cc} (\%) = 10\%$, de la placa del transformador.

$$Z_{red} = \frac{U_{AT}^2}{S_{cc}} = 8,96\Omega \quad R_{red} \approx 0 \quad X_{red} = 8,96\Omega$$

$$(X_{red})_{MT} = X_{red} \left(\frac{U_{MT}}{U_{AT}} \right)^2 = 0,1157\Omega$$

$$Z_T = u_{cc} \frac{U_{MT}^2}{S_N} = 1,125\Omega \quad X_{red} = 1,125\Omega$$

Sumamos todas las impedancias:

$$Z_{cc} = X_{red} + X_T = 1,2407\Omega$$

Con estos datos ya se puede calcular la $I_{cc_{MT}}$:

$$I_{cc_{MT}} = \frac{U_N}{\sqrt{3}Z_{cc}} = 6.976,74 \text{ A} \approx 7000 \text{ A}$$

Como dato auxiliar a la intensidad de cortocircuito, calculamos el valor de cresta de la intensidad que puede aparecer tanto en AT como en MT:

$$I_{pAT} = K\sqrt{2}I_{ccAT} = 24\text{kA}$$

Siendo,

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3\frac{R}{X}} \approx 2$$

$$R \approx 0\Omega \quad X = 8,96\Omega$$

$$I_{ccAT} = 8500\text{A}$$

$$I_{pMT} = K\sqrt{2}I_{ccMT} = 15,4 \text{ kA}$$

Siendo,

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-3\frac{R}{X}} \approx 1,55$$

$$R = 0,2481\Omega \quad X = 1,2156\Omega$$

$$I_{ccAT} = 7000\text{A}$$

Una vez calculadas las I_{cc} establecemos un poder de corte que sea suficientemente elevado como para que el diseño sea seguro y fiable. Esta corriente viene establecida por la Norma UNE 60865, en este caso, para el diseño de los parques de alta y media, con un tiempo de despeje de falta de 1segundo, son 40kA en AT y 25kA en MT, queda resumido todo en la siguiente tabla:

Nivel de tensión	Corriente cortocircuito trifásica	Corriente de cresta	Poder de corte de interruptores
132 kV	8.500 A	24 kA	40 kA
15 kV	7000 A	15,4 kA	25kA

4. Cálculos de red a tierras:

4.1 Red de tierras inferiores:

4.1.1 Método de cálculo:

El diseño de la puesta a tierra está sometido al cumplimiento de la instrucción MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y normas de Endesa. En virtud del mismo, las puestas a tierra de protección y de servicio se interconectan, desarrollándose por tanto el cálculo de la instalación de tierra general.

4.1.2 Tensiones máximas aplicables:

Para poder comenzar con el cálculo de tierras primero tenemos que calcular los valores máximos admisibles de las tensiones de paso y de contacto a las que puedan quedar sometidas las personas que circulen o permanezcan en puntos accesibles del interior o exterior de la instalación eléctrica.

Para definir el tiempo de duración de la falta aplicable, se tendrá en cuenta el funcionamiento correcto de las protecciones y los dispositivos de maniobra, según las normas de Endesa se va a considerar un tiempo de falta $t_F=0,5s$ para poder conocer a través de la siguiente tabla las tensiones de paso y contacto admisibles:

Duración de la corriente de falta, $t_F(s)$	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}(V)$
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

La tensión de contacto admisible en este caso es 204 V, para el cálculo de los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin considerar resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o el calzado, se define por:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} = 2040 \text{ V}$$

La resistividad del terreno homogéneo es de 100 Ωm , mientras que la **resistividad superficial** será de 3000 Ωm , formada por una capa de hormigón con h_s (espesor mínimo) de 10 cm, según normas de Endesa.

Para calcular ρ_s , lo haremos mediante el coeficiente reductor, calculándolo a través de la siguiente fórmula:

$$C = 1 - 0,106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2h_s + 0,106} \right) = 0,665$$

Calculamos pues la ρ_s aparente, a partir del coeficiente de reducción:

$$\rho_{s,aparente} = C \cdot \rho_s = 1995 \Omega\text{m}$$

Conocidas las tensiones de contacto y paso aplicadas admisibles y la resistividad superficial aparente del terreno se pueden calcular mediante las siguientes ecuaciones, los valores máximos admisibles de las tensiones de contacto y paso en la instalación, teniendo en cuenta que la resistencia del calzado es, $R_{a1} = 2000 \Omega$:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \rho_{s,aparente}}{1000} \right] = 1018,47 \text{ V}$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6 \rho_{s,aparente}}{1000} \right] = 34618,8$$

4.1.3 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la malla de la subestación:

El cálculo de la **resistencia de puesta a tierra** se hace de acuerdo con la normativa impuesta por la IEEE-80-2000 a través de la siguiente ecuación:

$$R_t = \rho \cdot \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20/A}} \right) \right] = 0,802 \, \Omega$$

Siendo:

ρ : resistividad media del terreno donde se ubica la subestación = 100 Ω m

A: Superficie cubierta por la red de tierras = 3500m²

H: profundidad de la malla de tierra = 0,8m

L: longitud máxima de cable enterrado utilizado= 1480m

4.1.4 Cableado de la red de tierras

Para calcular la intensidad de defecto a tierra debemos considerar la forma de conexión del neutro a tierra, según las Normas Técnicas Particulares de Endesa Distribución Eléctrica el neutro en el lado de Alta tensión será rígido a tierra mientras que en el lado de Media tensión será aislado.

Como sistema de red a tierras solo hay uno, debemos elegir la intensidad de defecto más desfavorable de ambos niveles, que en su caso será neutro rígido a Tierra.

La intensidad de cortocircuito que nos proporciona Endesa, teniendo en cuenta que llegan dos líneas aéreas es:

Conocida la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{cc_{AT}} = I_E = 8.500 \, A$$

Según la norma IEEE-80-2000 en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de distribución y de transmisión que llegan a la subestación podemos

aplicar un coeficiente r de reducción.

El proceso del cálculo consiste en derivar una representación equivalente de los cables de guarda, neutros, etc. Esto es, conectarlos a la malla en la subestación y luego resolver el equivalente para determinar qué fracción de la corriente total de falta fluye entre la malla y la tierra circundante, y qué fracción fluye a través de los cables de guarda o neutros, hacia las tierras de los pie de torres que entran y sacan líneas de la subestación.

A partir de la siguiente tabla, sabiendo el número de líneas y de neutros podemos saber el valor de r :

Número de líneas de transmisión	Número de neutros de distribución	Zeq (ohms) Rtg =15, Rdg =25	Zeq (ohms) Rtg =100, Rdg =200
1	1	0,91 + J0,485	3,27 + J0,652
1	2	0,54 + J0,33	2,18 + J0,412
1	4	0,295 + J 0,20	1,32 + J0,244
1	8	0,15 + J 0,11	0,732 + J0,133
1	12	0,10 + J 0,076	0,507 + J0,091
1	16	0,079 + J 0,057	0,387 + J0,069
2	1	0,685 + J 0,302	2,18 + J0,442
2	2	0,455 + J 0,241	1,63 + J0,324
2	4	0,27 + J 0,165	1,09 + J0,208
2	8	0,15 + J 0,10	0,685 + J0,122
2	12	0,10 + J 0,07	0,47 + J0,087
2	16	0,08 + J 0,055	0,366 + J0,067
4	1	0,45 + J 0,16	1,30 + J0,273
4	2	0,34 + J 0,15	1,09 + J0,22
4	4	0,23 + J 0,12	0,817 + J0,16
4	8	0,134 + J 0,083	0,546 + J0,103
4	12	0,095 + J 0,061	0,41 + J0,077
4	16	0,073 + J 0,05	0,329 + J0,06
8	1	0,27 + J 0,08	0,72 + J0,152
8	2	0,23+ J 0,08	0,65 + J0,134
8	4	0,17 + J 0,076	0,543 + J0,11
8	8	0,114 + J 0,061	0,408 + J0,079
8	12	0,085 + J 0,049	0,327 + J0,064
8	16	0,067 + J0,041	0,273 + J0,052

Según esta tabla como nuestra instalación tendrá dos líneas de 132 kV y un transformador, el factor de corrección será 0,685.

Con este factor de reducción la I_E queda en:

$$I_E = 8,5 \cdot 0,685 = 5,82 \text{ kA}$$

La impedancia de puesta a tierra total, $Z_{EB,total}$, es el paralelo de la resistencia de la malla de tierra de la subestación, $R_t = 0,802 \, \Omega$, ya calculada en el apartado anterior, y de las impedancias de las dos líneas aéreas que llegan a la subestación, $Z_p = 8,96 \, \Omega$, calculada en *Anexo Cálculos - Cálculo de intensidades de cortocircuito*:

$$Z_{EB,total} = \frac{1}{\frac{1}{R_t} + \frac{1}{Z_p}} = 0,68 \, \Omega$$

Por otra parte el módulo de la elevación del potencial de la malla de la subestación se calculará como:

$$U_E = I_E \cdot Z_{EB,total} = 3958,9 \text{ V}$$

Por lo tanto, el módulo de la intensidad de la intensidad que circula por la malla de tierra se puede calcular como:

$$I_G = \frac{U_E}{R_t} = 4936,28 \text{ A}$$

Para el estudio del **electrodo de puesta a tierra** no es necesario un estudio preciso y detallado de la resistividad del suelo ya que la intensidad de cortocircuito a tierra de la instalación no alcanza los 16kA, bastando con un examen visual del terreno.

Así pues la red de tierras inferiores queda definida por un mallado rectangular de dimensiones 70 x 50 m y un área total abarcada de 3500 m², la longitud total de cable utilizado en la red de tierras es de 1480 m.

El electrodo se encuentra enterrado a una profundidad aproximada de 0,8m.

Todas estas características de diseño de la malla aseguran la protección del personal relacionado con la subestación y una correcta unión a tierra.

En la parte de *Anexos: Planos – Red de tierras* se puede observar claramente el mallado instalado en la subestación con sus correspondientes cotas.

El mallado está construido con cobre duro desnudo con una sección de:

$$S = 95 \text{ mm}^2$$

Sección normalmente utilizada por Endesa en este tipo de subestaciones.

Ahora calcularemos la sección mínima requerida por criterios de calentamiento máximo, que se calcula según la fórmula:

$$A_{mm^2} = I \cdot \sqrt{\frac{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}{TCAP \cdot \ln\left(1 + \frac{T_m - T_a}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Siendo en este caso y para este conductor:

α_0 (coef. térmico de la resistividad del conductor a 0°C)....	0,00413°C ⁻¹
$K_0=1/\alpha_0$	262°C
α_r (coef. térmico de la resistividad del conductor a 20°C)...	0,00381°C ⁻¹
T_a (temperatura ambiente).....	25°C
T_f (temperatura de fusión del conductor)	1.084°C
ρ_r (resistividad de conductor)	1,777 μΩ·cm
TCAP(factor de capacidad térmica del conductor).....	3,422 J/cm ³ /°C
T_c (tiempo de duración de la falta (<i>según MIE-RAT 13 ap. 3.4.e</i>)	1s
T_m (temperatura máxima de calentamiento)	210 °C
$I=I_G$ (V.eficaz de la máx. intensidad hacia la red de tierras)	4,936kA

Con las condiciones de cortocircuito expresadas anteriormente, la sección mínima que se requiere por limitación térmica del conductor es de:

$$S_{\min}=31,12 \text{ mm}^2$$

El reglamento establece unas densidades máximas de corriente para conductores de cobre y acero de 160 y 60 A/mm² respectivamente, con secciones mínimas de 50 y 100 mm².

Por lo tanto verificamos que la sección del cableado de tierras elegida es válida.

4.1.5 Validación del sistema de puesta a tierra:

Una vez conocidas las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, la corriente de falta a tierra y el diseño del mallado subterráneo en la subestación, podemos calcular las tensiones de paso y contacto propias de la subestación diseñada y así comprobar si el sistema instalado es correcto o no.

Para el cálculo se va a seguir el procedimiento establecido por IEEE 80-2000:

Máxima tensión de paso:

$$U'_p = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_G}{L_s}$$

Máxima tensión de contacto:

$$U'_c = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_G}{L_m}$$

Siendo:

ρ : (resistividad del terreno).....	100Ωm
I_G : (corriente de falta).....	4,936kA
A : (área de la malla enterrada).....	3500m ²
L_p : (longitud del perímetro de la malla).....	240m

L_x : (longitud máxima de la malla en el eje x).....	70m
L_y : (longitud máxima de la malla en el eje y).....	50m
L_c : (longitud total de los conductores de la malla).....	1480m
D_m : (máxima distancia entre puntos de unión de la malla).....	86m
D : (distancia media entre conductores de la malla).....	5m
h : (profundidad del mallado).....	0,8m
d : (diámetro del conductor).....	0,0011m

n : (número equivalente de conductores de la malla paralelos en una dirección):

$$n = n_I \cdot n_{II} \cdot n_{III} \cdot n_{IV}$$

$$n_I = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} \quad n_{II} = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} \quad n_{III} = \left[\frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{\frac{0.7 \cdot A}{L_x \cdot L_y}}$$

$$n_{IV} = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}$$

Calculando tenemos:

n	13
n_I	12,3
n_{II}	1,0057
n_{III}	1,045
n_{IV}	1

K_i : (factor de irregularidad de la malla).....	2,568
--	-------

$$K_i = 0.644 + 0.148 \cdot n$$

K_s : (factor de espaciamiento para tensión de paso).....	0,3174
---	--------

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0.5^{n-2}) \right]$$

K_m : (factor de espaciamiento para tensión de malla).....	0,666
--	-------

$$K_m = \frac{1}{2 \cdot \pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right]$$

Siendo,

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,341$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} \text{ (para mallados sin electrodos verticales o picas) } = 0,605$$

Como no hay electrodos verticales las longitudes efectivas quedarán así:

$$L_m = L_c$$

$$L_s = 0.75 \cdot L_c + 0.85 \cdot L_R = 1110\text{m}$$

Ahora ya podemos calcular cada una de las tensiones de paso y contacto:

$$U'_p = 362,45\text{V} < V_p^{adm} = 34618,8 \text{ V}$$

$$U'_c = 570,40 \text{ V} < V_c^{adm} = 1018,47$$

Como vemos los valores calculados son menores que los valores límite admisibles por lo que podemos dar por correcta nuestra red de tierras.

4.2 Red de tierras superiores:

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de puntas Franklin situadas sobre los pórticos. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por el sistema de tierras superiores.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la siguiente expresión:

$$r = 8 \cdot L^{0,65} = 18,31 \text{ m}$$

Siendo:

$$L = 1,1 \cdot U \cdot \frac{N}{Z} = 3,575 \text{ m}$$

En donde:

U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 650 kV

N = número de líneas conectadas a la subestación = 2

Z = Impedancia característica de las líneas = 400 Ω

El radio crítico con centro en las puntas Franklin es de 18,31 m.

Según estos cálculos, será necesaria instalar 4 puntas Franklin a lo largo de la subestación, 3 de ellas se situarán sobre los pórticos de llegada de las líneas de 132Kv y para la otra será necesaria la construcción de un soporte que se ubicará en las cercanías del transformador.

5. Intensidades Nominales:

5.1 Transformador de potencia:

La intensidad máxima que podrá circular por cada uno de los parques viene impuesta por la intensidad nominal de la posición de transformación en las condiciones más desfavorables de funcionamiento.

En este caso, siendo la potencia de transformación de 25MVA (con refrigeración forzada), la corriente máxima que circulará el circuito será:

$$I_{n,AT} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{AT}} = 109,346 \text{ A}$$

Con una sobrecarga del 50% de intensidad (siempre se trabaja con este margen de seguridad) tendríamos en el peor de los casos:

$$I_{n,máxAT}(50\%) = 164,02 \text{ A}$$

En el lado de media tensión del transformador tendremos:

$$I_{n,MT} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{MT}} = 962,25 \text{ A}$$

Con una sobrecarga del 50% de intensidad (siempre se trabaja con este margen de seguridad) tendríamos en el peor de los casos:

$$I_{n,máxMT}(50\%) = 1443,4 \text{ A}$$

Todos los elementos en las líneas de AT y MT están preparados para mantener un servicio con estas intensidades nominales.

5.2 Batería de condensadores:

La intensidad que circula en la posición de la batería de condensadores :

$$\text{Con, } I_{nBat} = \frac{Q_{Bat}}{\sqrt{3}U_n \sin \varphi''} = 154 \text{ A}$$

$\sin \varphi'' = 1$
 $Q_{Bat} = 4\text{MVar}$
 $U_n = 15 \text{ kV}$

5.3 Transformador de servicios auxiliares

La intensidad que circula por la posición del transformador de SSAA:

$$\text{Con,} \quad I_{nTrfAux} = \frac{S_{Naux}}{\sqrt{3}U_N} = 6,16 \text{ A}$$

$S_{Naux} = 160 \text{ kVA}$
 $U_N = 15$

6. Cálculo de conductores:

Aquí justificaremos la validez de los conductores empleados en ambos niveles de tensión según los criterios de intensidad máxima de conducción e intensidad de cortocircuito.

6.1 Cálculo en Alta tensión:

La **intensidad máxima admisible** para el embarrado de 132kV de cable tipo AL 100/120 mm es de 300A, equivalente a una potencia nominal en el embarrado de:

$$S = \sqrt{3} U_n I_{adm} = 68,6 \text{MVA}$$

Como vemos la potencia límite que pueden soportar las barras es muy superior a la carga máxima a transportar.

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre aparatos dentro del parque intemperie es un conductor LA-380 (GULL) por fase, por lo que según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente, la intensidad que puede transportar es de:

$$I_{\max} = D \cdot S \cdot k = 713 \text{ A}$$

Donde,

D = es la densidad de corriente reglamentaria admisible según la sección del cable en A/mm².

S = sección del cable en mm²

K = es un coeficiente que depende de la composición del cable.

En nuestro caso tenemos que:

D=1,988 A/mm² (obtenida interpolando linealmente)

S = 380,99 mm²

K = 0,941 (correspondiente a la composición 54+7)

La **máxima corriente de cortocircuito admisible** por el cable durante 1 segundo, se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{93 \cdot 380,99}{\sqrt{1}} = 35.430 \text{ A}$$

Siendo:

K = coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio.

S = sección del conductor en mm²

T = duración del cortocircuito en segundos

Tanto el poder de corte de la instalación (40 kA), como la corriente máxima de cortocircuito admisible por el conductor superan a la máxima esperada en la instalación.

Debemos también tener en cuenta el Efecto Corona, ya que puede tener efectos adversos sobre los embarrados diseñados. Para comprobar si se va a producir dicho efecto sobre los embarrados, es necesario determinar previamente la tensión crítica disruptiva U_c , la cual, para los conductores cilíndricos se calcula mediante la fórmula de Peek:

$$U_c = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot r \cdot \ln \frac{D}{r} \quad [?]$$

Siendo,

m_c (coeficiente de rugosidad del conductor) = 0,86 (para cables)

m_t (coeficiente meteorológico) = 1 (tiempo seco) ó 0,8 (tiempo húmedo)

r (radio del conductor en cm) = 1,27 cm (conductor LA-380)

D (distancia media geométrica entre fases) = 314,98cm

δ (factor de corrección de la densidad del aire con h=600 msnm y T=11°C)

Con altitud, h=600msnm, le corresponden según las equivalencias de presión atmosférica H= 707mmHg= 70,7cmHg)

$$\delta = \frac{3,92 H}{273 + \phi} = 0,976$$

Sustituyendo en la expresión tenemos:

$$U_{c \text{ seco}}(m_t=1) = 211,5 \text{ kV}$$

$$U_{c \text{ húmedo}}(m_t=0,8) = 169,2 \text{ kV}$$

Superior a la tensión más elevada para el material $U_m = 145 \text{ kV}$ correspondiente al nivel de tensión nominal de 132 kV.

Esto asegurará que, en ambas situaciones estudiadas (tiempo seco y tiempo húmedo):

- Las pérdidas por efecto corona en los conductores sean reducidas.
- El nivel de interferencias electromagnéticas producidas por los efluvios se mantenga en unos niveles reducidos.

6.2 Cálculo en Media tensión:

6.2.1 *Interconexión celda – transformador de potencia:*

La interconexión entre la celda de 15 kV y el transformador de potencia de 20 MVA se realiza a través de dos ternas de cable 12/20 kV 1×630 mm² Cu.

La intensidad nominal máxima en la línea con una sobrecarga del transformador del 50% es de:

$$I_{n,m\acute{a}xMT(50\%)} = 1443,4 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para los conductores, considerados discurriendo al aire en una galería de cables y a una separación entre ternas de más de dos veces su diámetro, a una temperatura de 40°C, es de:

$$2 \times (3 \times 1 \times 630 \text{ Cu}) \quad I_{ADM} = 2080 \text{ A}$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por las ternas superior a la corriente máxima de la instalación, el conductor es válido según este criterio.

Según la siguiente expresión calculamos la intensidad máxima admisible por el cable durante un periodo de 1 segundo y para un cable de cobre (k=142) de S=630mm²:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = 89,46 \text{ kA}$$

Este valor es considerablemente superior a la intensidad de cortocircuito calculada 7000A y a los 25kA de valor límite impuesto para el diseño del sistema de 15kV, según puede verse en el apartado de *Cálculos de corriente de cortocircuito*.

6.2.2 *Interconexión celda – Batería de condensadores:*

La interconexión entre la celda de 15 kV y las baterías de condensadores se realiza a través de una terna de cable 12/20 kV 1×240 mm² Al.

Tal y como se calcula en la parte *Cálculo potencia batería de condensadores*, tenemos una intensidad nominal de:

$$I_{nBat} = 154 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para los conductores, considerados al aire dentro de canales y a una separación entre ternas de más de dos veces su diámetro, a una temperatura máxima dentro del canal de 40°C, es de:

$$3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 \text{ Al} \quad I_{ADM} = 425 \text{ A}$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por las terna superior a la corriente máxima del circuito, el conductor es válido según este criterio.

Con la misma fórmula que en el caso anterior calculamos la intensidad máxima que puede circular por los cables durante 1 segundo con un conductor de aluminio y una sección de 1×240 mm²:

$$I_{cc} = 22,3 \text{ kA}$$

Vemos que supera el valor de corriente de cortocircuito de 7000A, según puede observarse en el apartado correspondiente al *cálculo de las corrientes de cortocircuito*.

6.2.3 Interconexión celda – Transformador servicios Auxiliares:

La interconexión entre la celda de 15 kV y el transformador de servicios auxiliares de 160 kVA se realiza a través de una terna de cable 12/20 kV 1×95 mm² Al.

La intensidad nominal máxima que puede circular por los bornes del lado de 15kV en la conexión con el transformador es de:

$$I_{NTrfAux} = 6,16 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para los conductores, considerados al aire dentro de canales y a una separación entre ternas de más de dos veces su diámetro, a una temperatura máxima dentro del canal de 40°C, es de:

$$3 \times 1 \times 95 \text{ mm}^2 \text{ Al} \quad I_{ADM} = 275 \text{ A}$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por la terna superior a la corriente máxima del circuito, el conductor es válido según este criterio.

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene según la expresión enunciada en apartados anteriores.

Para un conductor de aluminio, y una sección de $1 \times 95 \text{ mm}^2$, la intensidad máxima que puede circular por los cables durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 8,84 \text{ kA}$$

El conductor y el transformador se encuentran protegidos por un fusible de Alto Poder de Ruptura, de 10 A de intensidad nominal.

Según las curvas de los fabricantes, para que el fusible actúe en un tiempo inferior a 1 segundo, la corriente debe ser superior a 45 A.

Por lo tanto, dado que el fusible actúa con una intensidad muy inferior a la admisible por el conductor, éste se encuentra protegido en cualquier situación.

6.3 Tabla resumen:

Nivel de tensión	Línea	Tipo de cable
132kV	Embarrado	AL 100/120 mm
	Línea La Ralla	LA-380 (GULL)
	Línea Saso Plano	LA-380 (GULL)
15kV	Línea transformador	12/20 kV 1'630 mm ² Cu
	Línea SSAA	12/20 kV 1'95 mm ² Al
	Línea Bat.condensadores	12/20 kV 1'240 mm ² Al

La sección del cableado de líneas de 15kV no viene definido en el proyecto porque Endesa delega esa tarea al departamento de distribución eléctrica, quien se encarga según el CT (dependiendo del consumo) correspondiente de seleccionar ese cable, siempre teniendo en cuenta las limitaciones que vienen impuesta ya en este proyecto.

7. Cálculo potencia batería de condensadores

La energía reactiva tiene su origen en las cargas inductivas de la instalación, cuanto más próximo es el factor de potencia a la unidad, menor es la energía reactiva suministrada, con este fin, utilizaremos la batería de condensadores paralela al receptor, necesaria para aumentar el factor de potencia ($\cos\phi$).

El cálculo de la potencia suministrada por los condensadores es aproximada, se pretende alcanzar un valor de $\cos\phi'$ próximo a 0,85.

Para ello se transmite una potencia $\frac{1}{6} S_N$, siendo $S_N = 25\text{MVA}$ (refrigeración forzada):

$$Q_c = \frac{1}{6} S_N \approx 4'16 \text{ MVAr}$$

Suponiendo un $\cos\phi = 0,78$ a la salida del transformador y un $\cos\phi' = 0,85$ objetivo.

Calculamos la potencia reactiva necesaria aproximada mediante la siguiente fórmula:

$$Q_c = P(\tan\phi - \tan\phi')$$

Con $P = S \cos\phi$, y los valores de los factores de potencia supuestos tenemos:

$$P = 19,9 \text{ MW}$$

$$\tan\phi = 0,7812$$

$$\tan\phi' = 0,62$$

Por lo tanto la potencia aproximada requerida será:

$$Q_c = 3,18 \text{ MVAr}$$

Como se puede comprobar es ligeramente inferior al valor predefinido por la compañía Endesa, con estos resultados se podría prescindir perfectamente de alguna batería de condensador.

Según estos valores de potencia utilizados (4MVAr) vamos a calcular la capacidad de los condensadores dispuestos en triángulo:

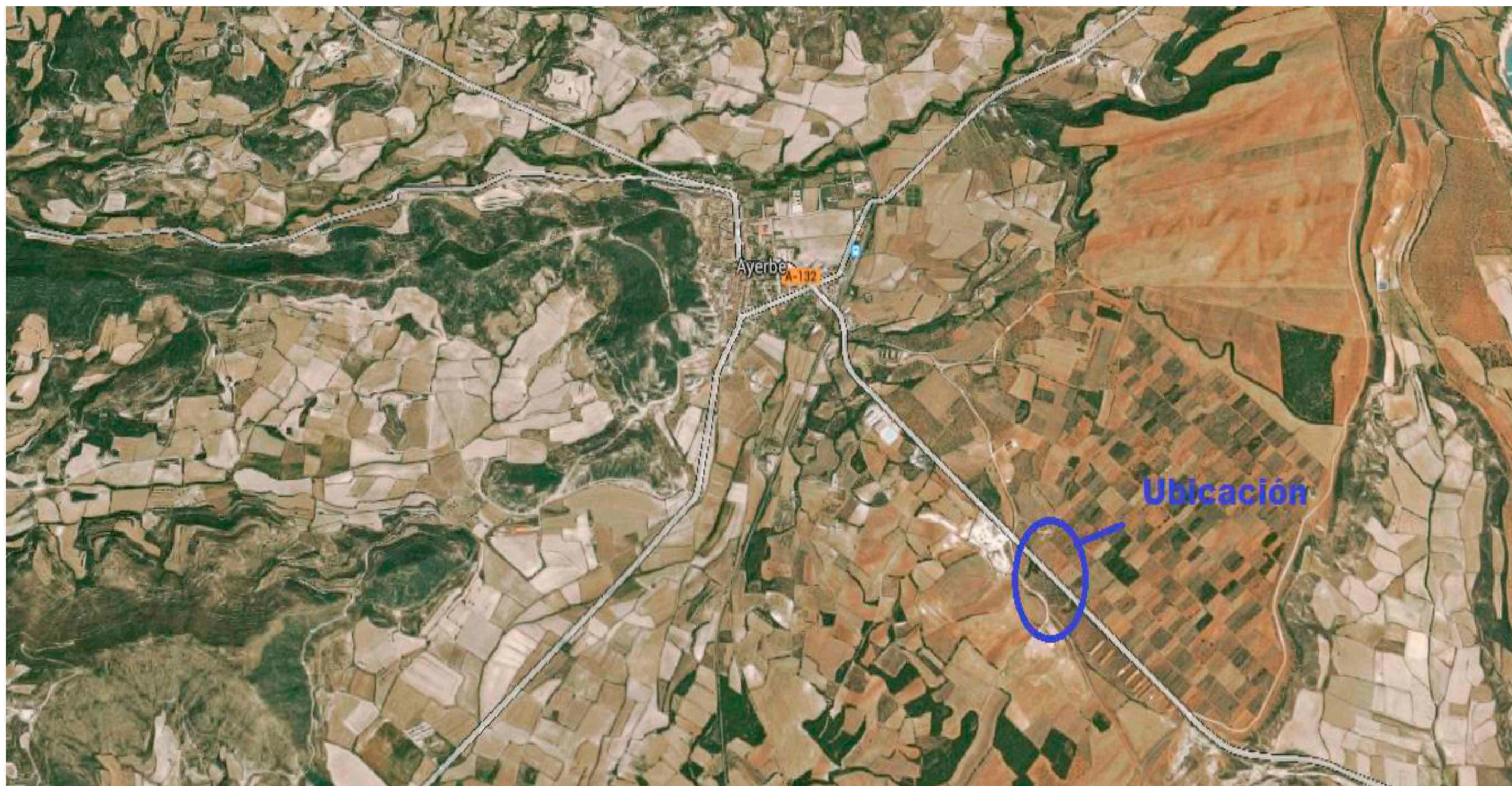
$$C = \frac{Q_c}{3U^2\omega} = 18,86\mu\text{F}$$

Anexo 2

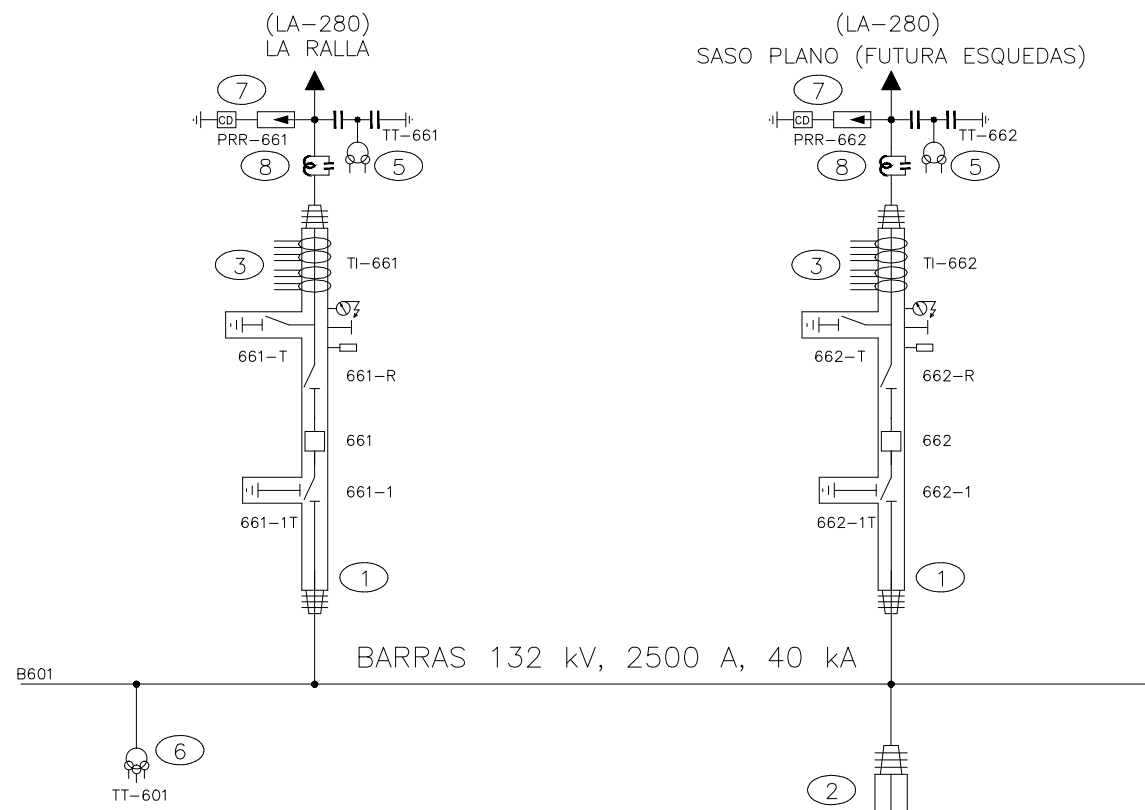
PLANOS

ÍNDICE:

Emplazamiento	0
Esquema Unifilar	1
Planta general	2
Corte A-A	3
Corte B-B	4
Corte C-C	5
Mallado de tierras	6
Planta edificio	7
Conexión de batería condensadores	8
Conexión transformación de potencia	9
Aislador neutro	10
Soporte aisladores y pararrayos	11
Celda híbrida trafo	12
Celda híbrida línea	13
Soporte aislador de apoyo de barras	14
Aislador soporte	15
Transformador de tensión inductivo	16
Transformador de tensión capacitivo	17
Pararrayos línea	18



FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA:	EMPLAZAMIENTO		
			0 PLANO:



LEYENDA LADO 132 kV

- CELDAS HÍBRIDA ABB PASS M0 SB 145KV, 2500A, 40kA
- ① CELDA HÍBRIDA LÍNEA 145 kV, 2500 A, 40 kA
- ② CELDA HÍBRIDA TRAF0 145 kV, 2500 A, 40 kA
- ③ 3x TI 1000-2000/5-5-5-5 A 10 VA cl 0,2s; 20 VA cl 0,5; 30VA cl 5P30; 30VA cl 5P30
- ④ 3x TI 400-800/5-5-5-5 A 10 VA cl 0,2s; 20 VA cl 0,5; 20VA cl 5P30; 20VA cl 5P30
- ⑤ 3x T.T. 132.000:√3/110:√3-110:√3; 75 VA cl 0,5-3P;10 VA 6P
- ⑥ 1x T.T. 132.000:√3/110:√3-110:√3-110:3; 25 VA cl 0,2; 25 VA 0,5-3P;10 VA 6P
- ⑦ 3 x PARARRAYOS SIEMENS 3EQ1-120-2PS31
- ⑧ 3 x BOBINA DE BLOQUEO: 800A

LEYENDA LADO 15 kV

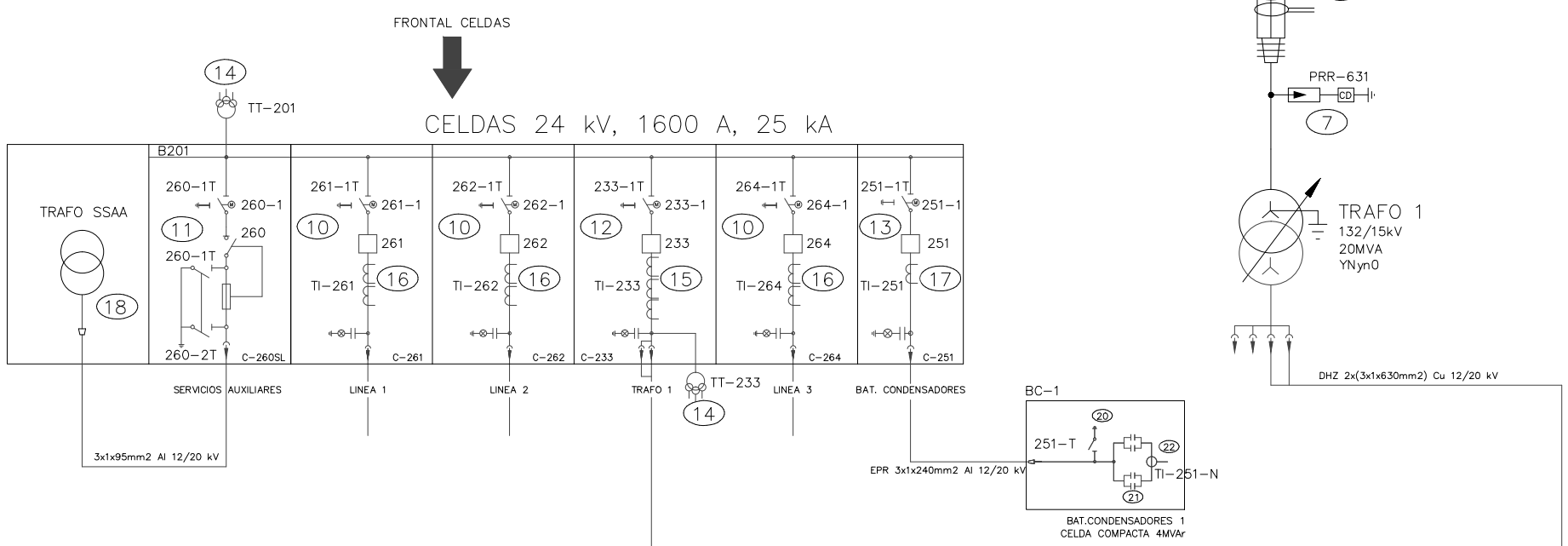
- CELDAS 24kV 1600A 25kA
- ⑩ CELDA DE LÍNEA 24kV 630A 25kA
- ⑪ CELDA S.S.A.A. 24kV 200A 25kA
- ⑫ CELDA DE TRANSFORMADOR 24kV 1600A 25kA
- ⑬ CELDA PARA BATERÍA DE CONDENSADORES 24kV 630A 25kA
- ⑭ 3xTT 16.500:√3/110:√3-110:√3-110:3; 15 VA cl 0,2 , 15 VA cl 0,5-3P, 10 VA cl 6P
- ⑮ 3xTI 1000-2000/5-5-5 A , 10VA cl 0,2s , 10VA 5P20 , 10VA 5P20
- ⑯ 3xTI 300-600/5-5 A , 10VA cl 0,2s , 7,5VA 5P30
- ⑰ 3xTI 300/5 A , 12,5 VA 5P30

LEYENDA SERVICIOS AUXILIARES

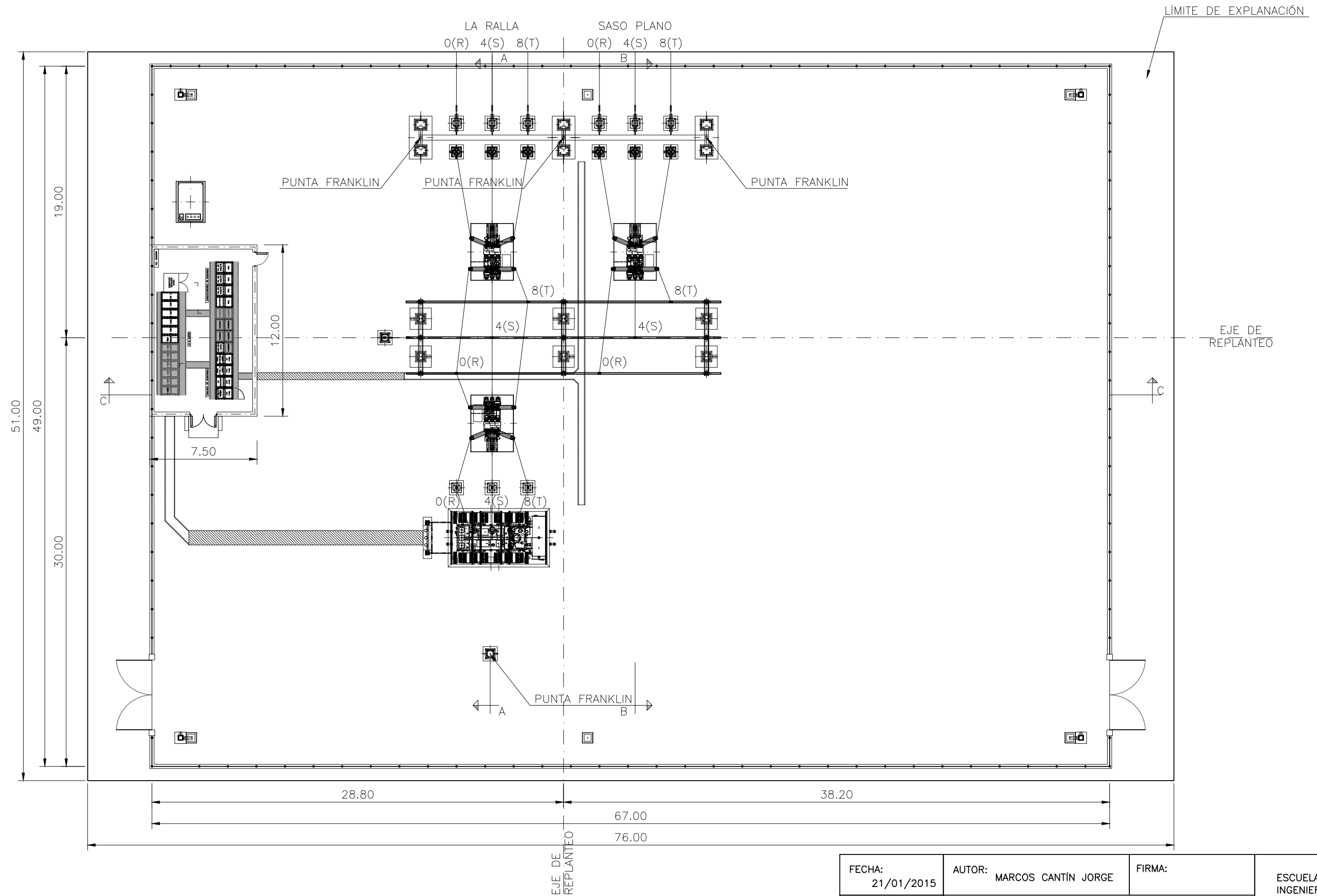
- ⑱ TRAF0 SSAA: 160kVA; 9.500-16.500/400V B2

LEYENDA BATERÍA CONDENSADORES

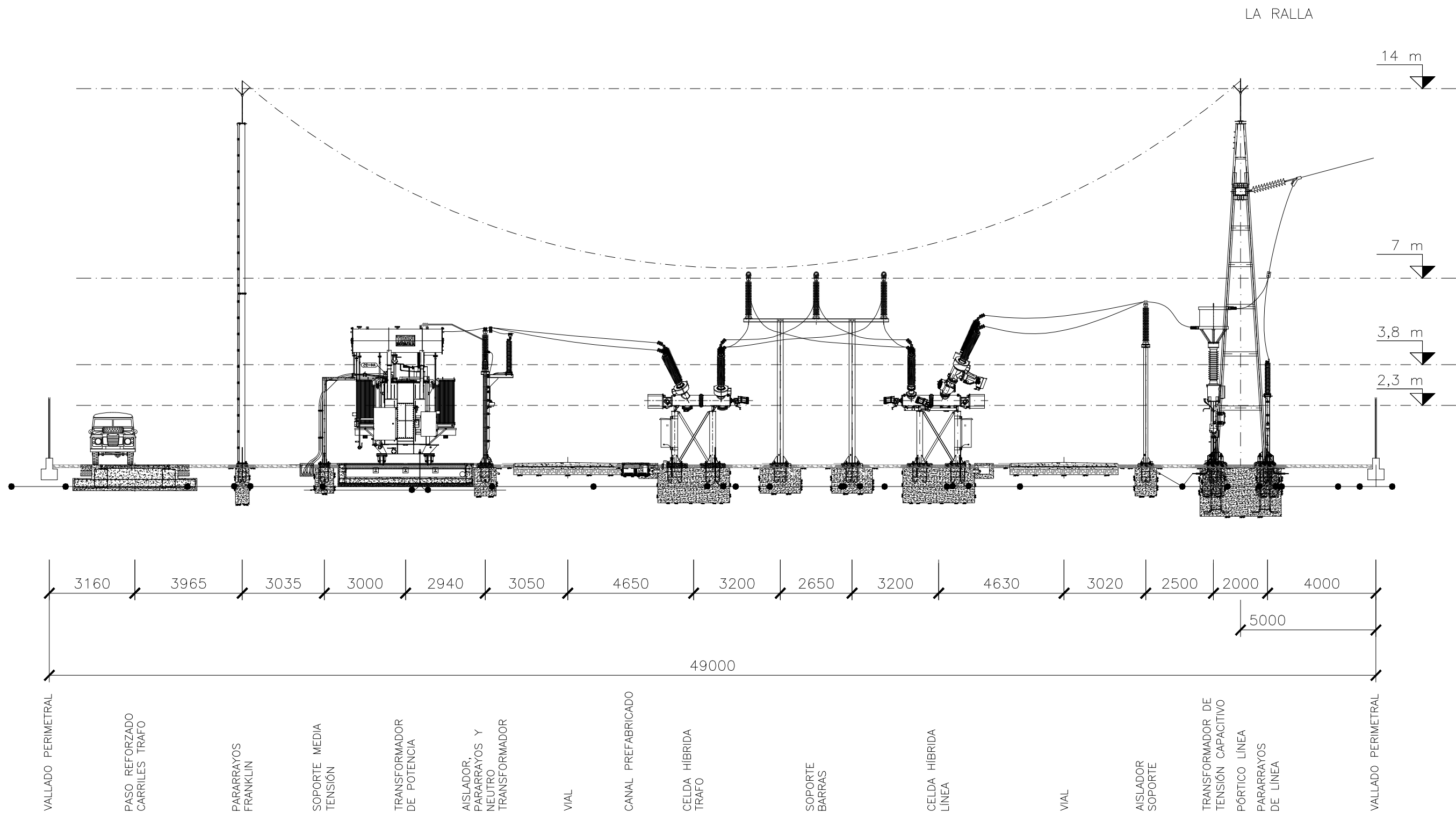
- CELDAS BATERIA COMPACTA 4MVar 15kV
- ⑳ SECCIONADOR PAT 24 KV; 16 KA
- ㉑ BATERIA DE CONDENSADORES 4 MVar (12 Botes de 333 KVar)
- ㉒ 1xTI TOROIDAL 5/5 A 10 VA cl 1



FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: -	ESQUEMA UNIFILAR		PLANO: 1

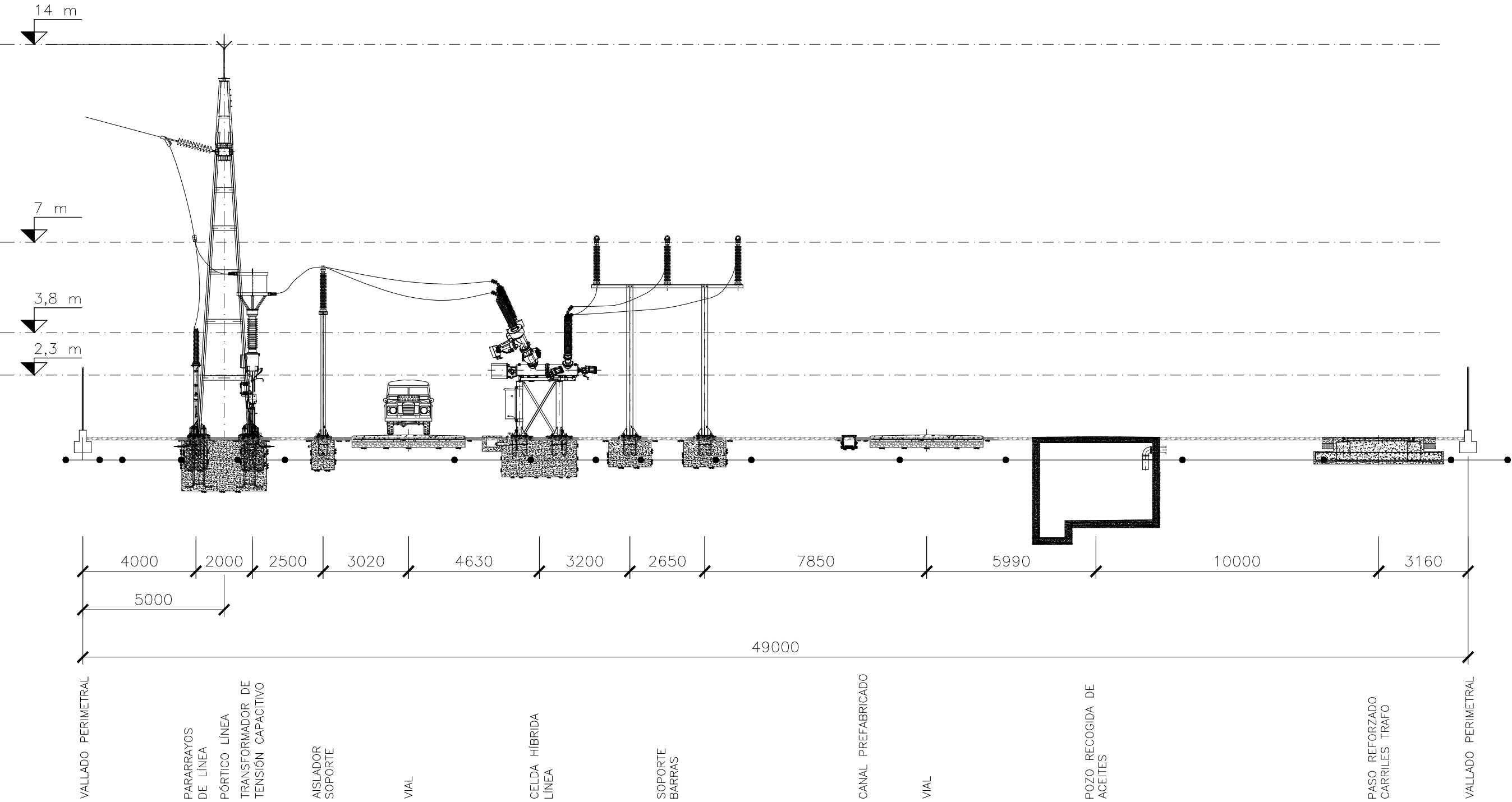


FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:250	PLANTA GENERAL		



FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:150	CORTE A-A		

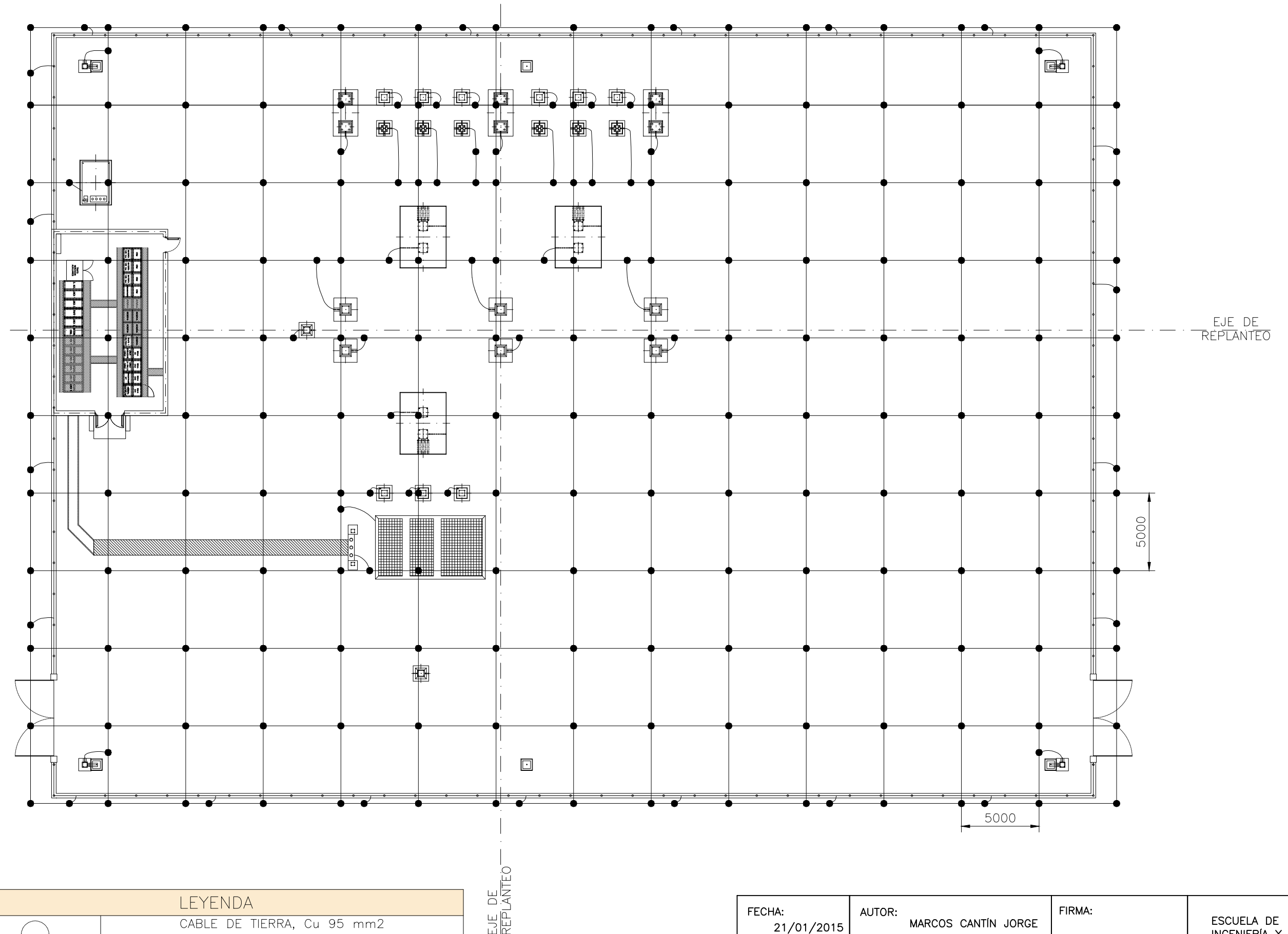
SASO PLANO



FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:150	CORTE B-B		

Technical drawing showing the layout of a power line structure. The drawing includes a cross-section of a building on the left and a plan view of the power line structure on the right. The plan view shows a series of vertical supports (PÓRTICO LÍNEA) and hybrid cells (CELDA HÍBRIDA TRAFÓ) connected by horizontal lines. Dimensions are provided for various sections: 5300, 6800, 4200, 2500, 5000, 5000, 5000, 5000, and 28200. A total dimension of 67000 is indicated for the main section. Vertical dimensions on the left indicate heights: 14 m, 7 m, 3,8 m, and 2,3 m. Labels include VALLADO PERIMETRAL, EDIFICIO, VIAL, TRAFÓ DE TENSIÓN INDUCTIVO, PÓRTICO LÍNEA, CELDA HÍBRIDA TRAFÓ, and VALLADO PERIMETRAL.

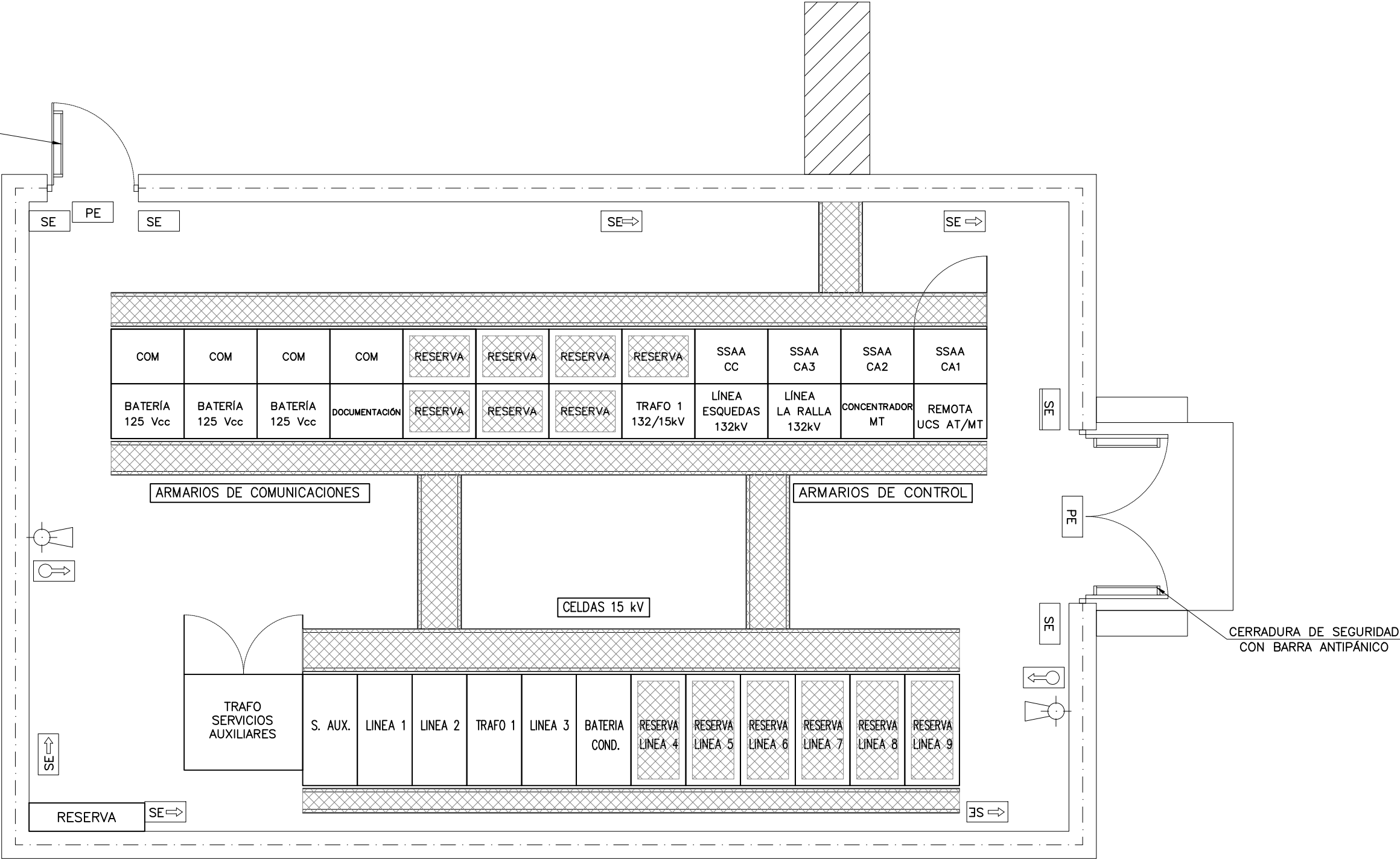
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTIN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:150	CORTE C—C		



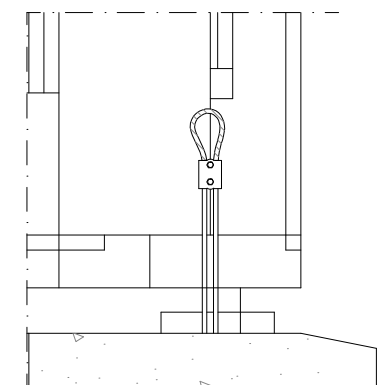
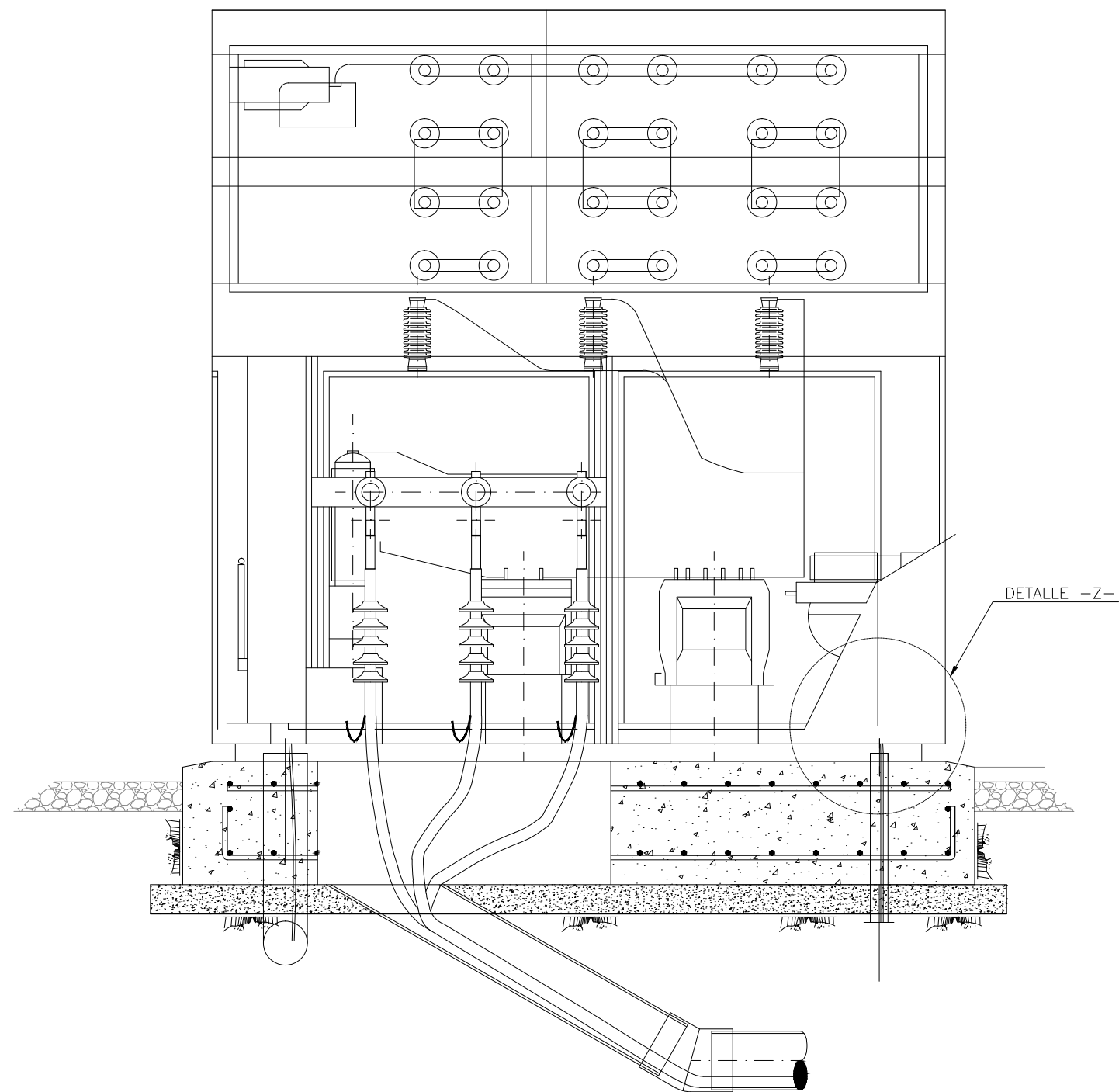
LEYENDA	
	CABLE DE TIERRA, Cu 95 mm2
	PUENTE CONEXIÓN A PUESTA A TIERRA DEL VALLADO EXTERIOR, Cu 95 mm2
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA

FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:250	MALLADO DE TIERRAS		

CERRADURA DE SEGURIDAD
CON BARRA ANTIPÁNICO

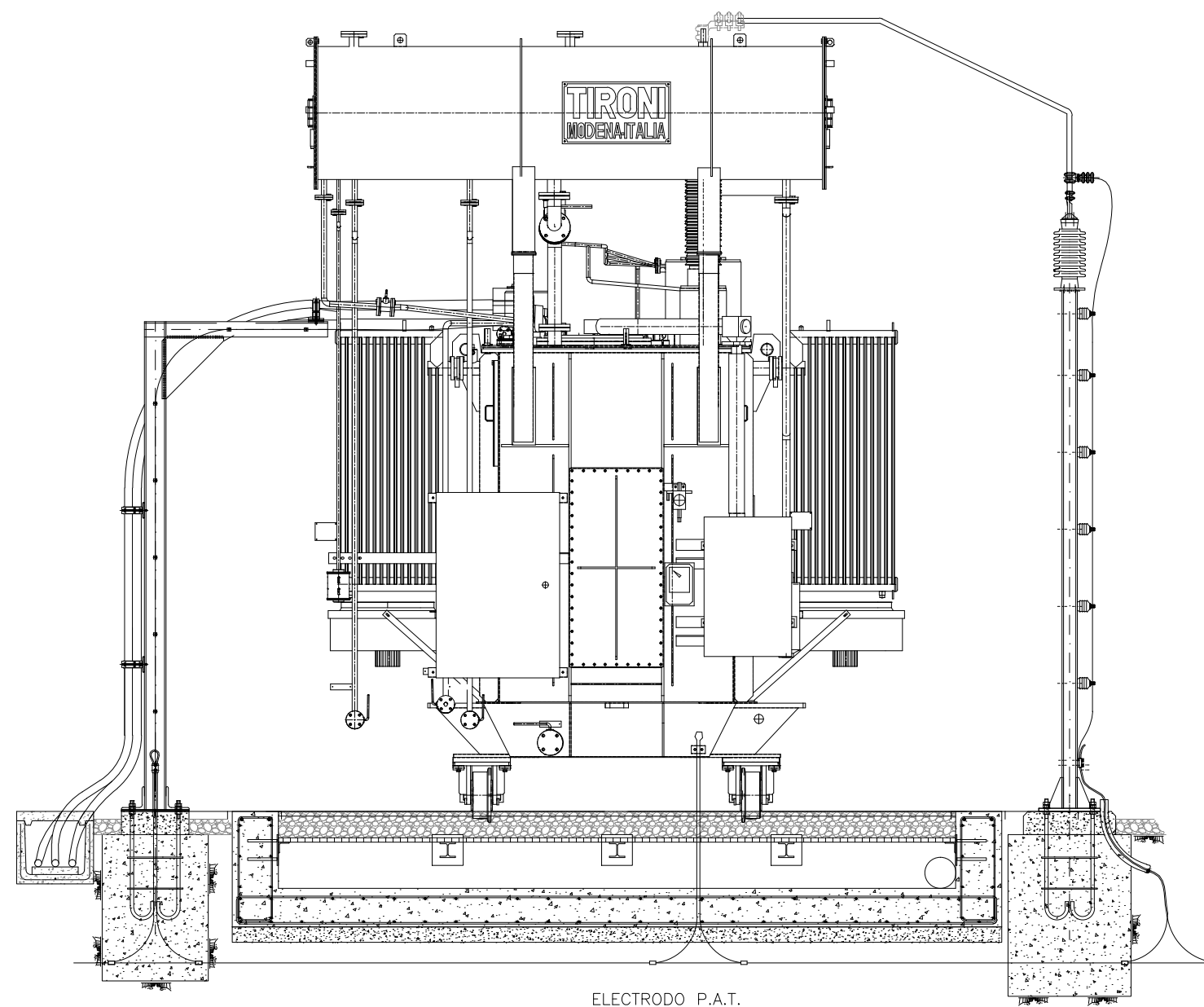


FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:50	PLANTA EDIFICIO		
			PLANO: 7

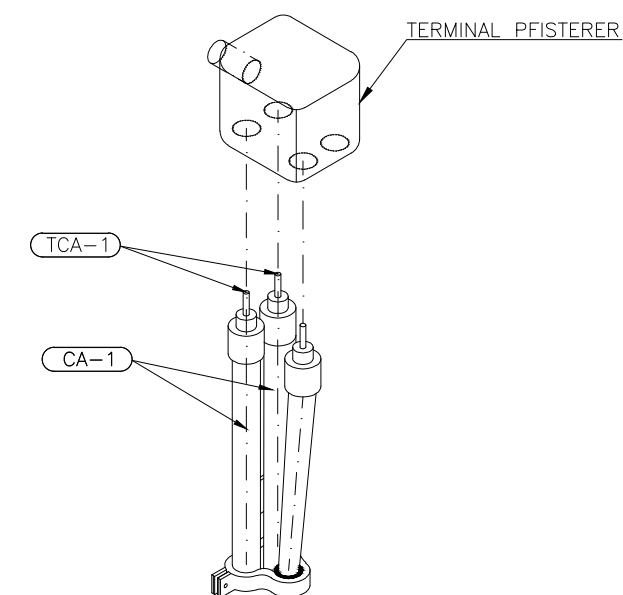


DETALLE -Z-

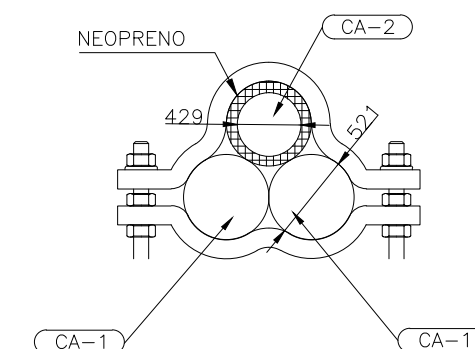
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTIN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:20	CONEXIÓN DE BATERÍA CONDENSADORES		



DETALLE CONEXION CABLES CON PFISTERER

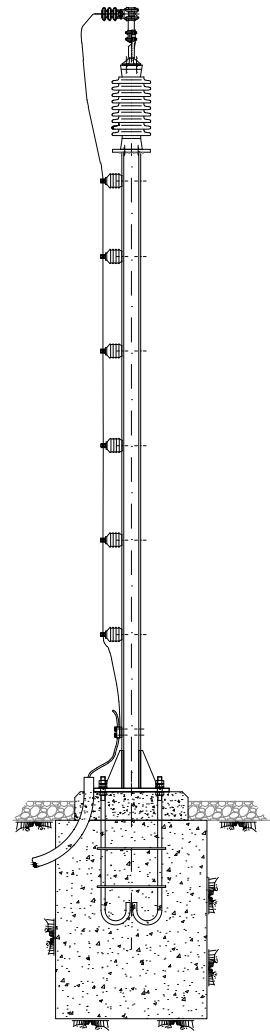


DETALLE DEL SOPORTE D-6 CON LOS CABLES.

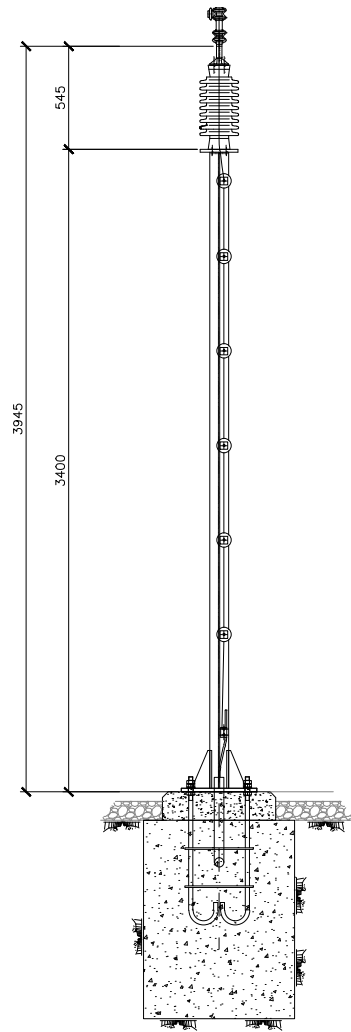


EL CA-2 IRA RODEADO CON EL NEOPRENO SUFICIENTE PARA GARANTIZAR UNA CORRECTA SUJECIÓN.

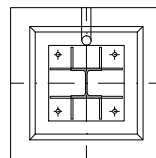
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	CONEXIÓN DE TRNSFORMDOR DE POTENCIA		
			PLANO: 9



ALZADO



PERFIL

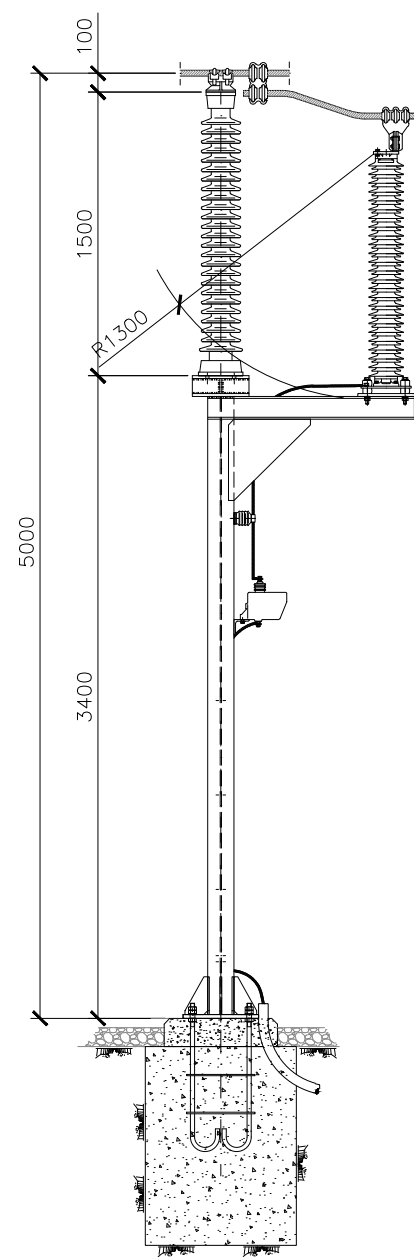
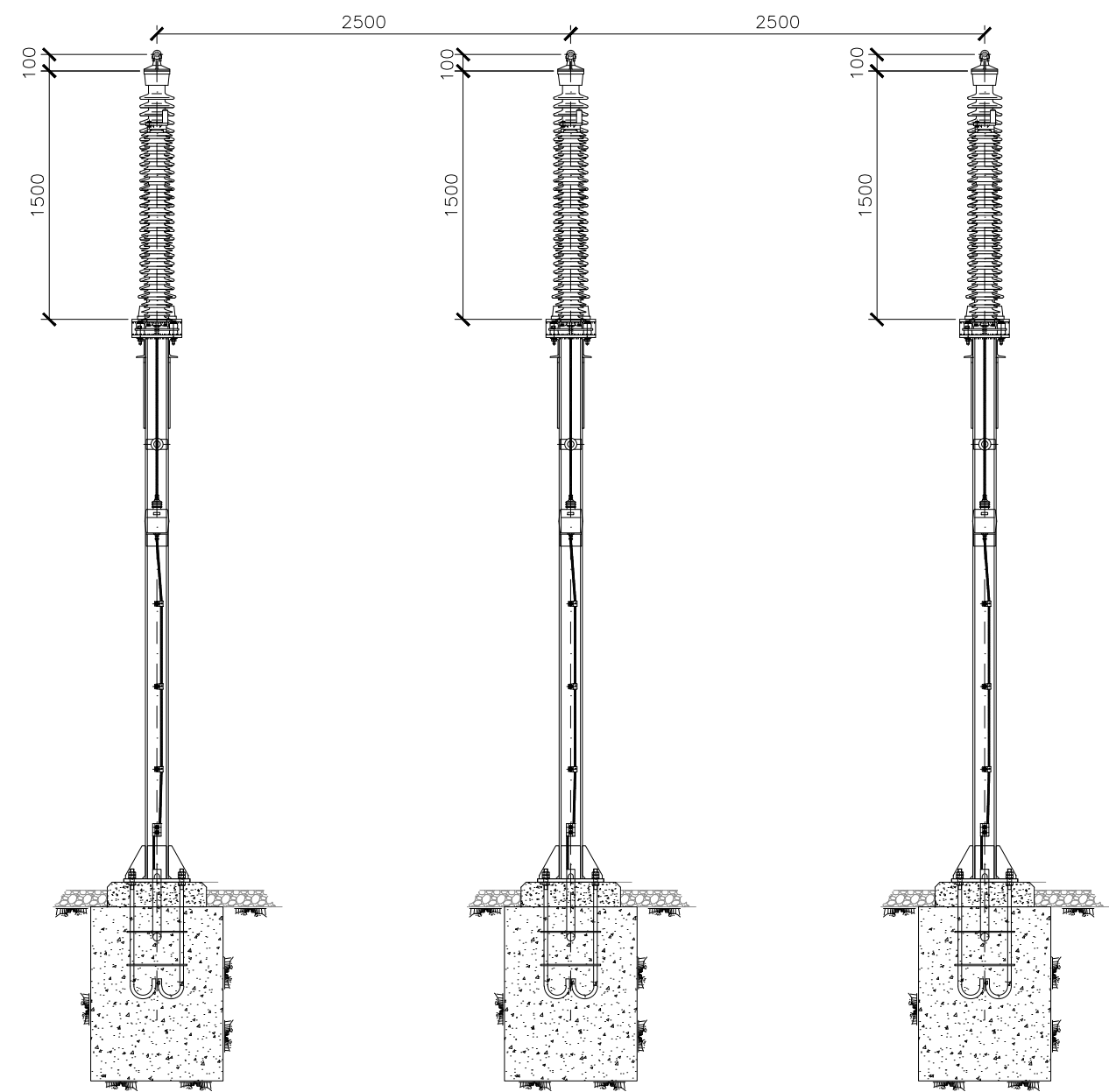


PLANTA CIMENTACIÓN

FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTIN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	AISLADOR NEUTRO		

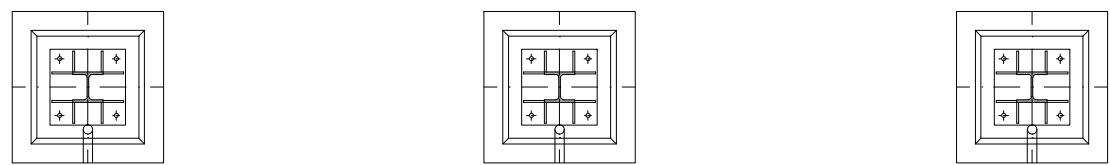
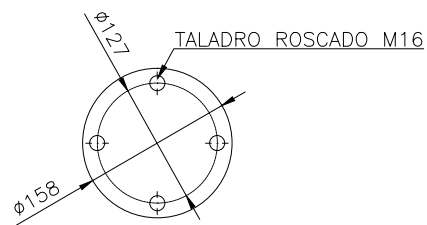
ALZADO

PERFIL



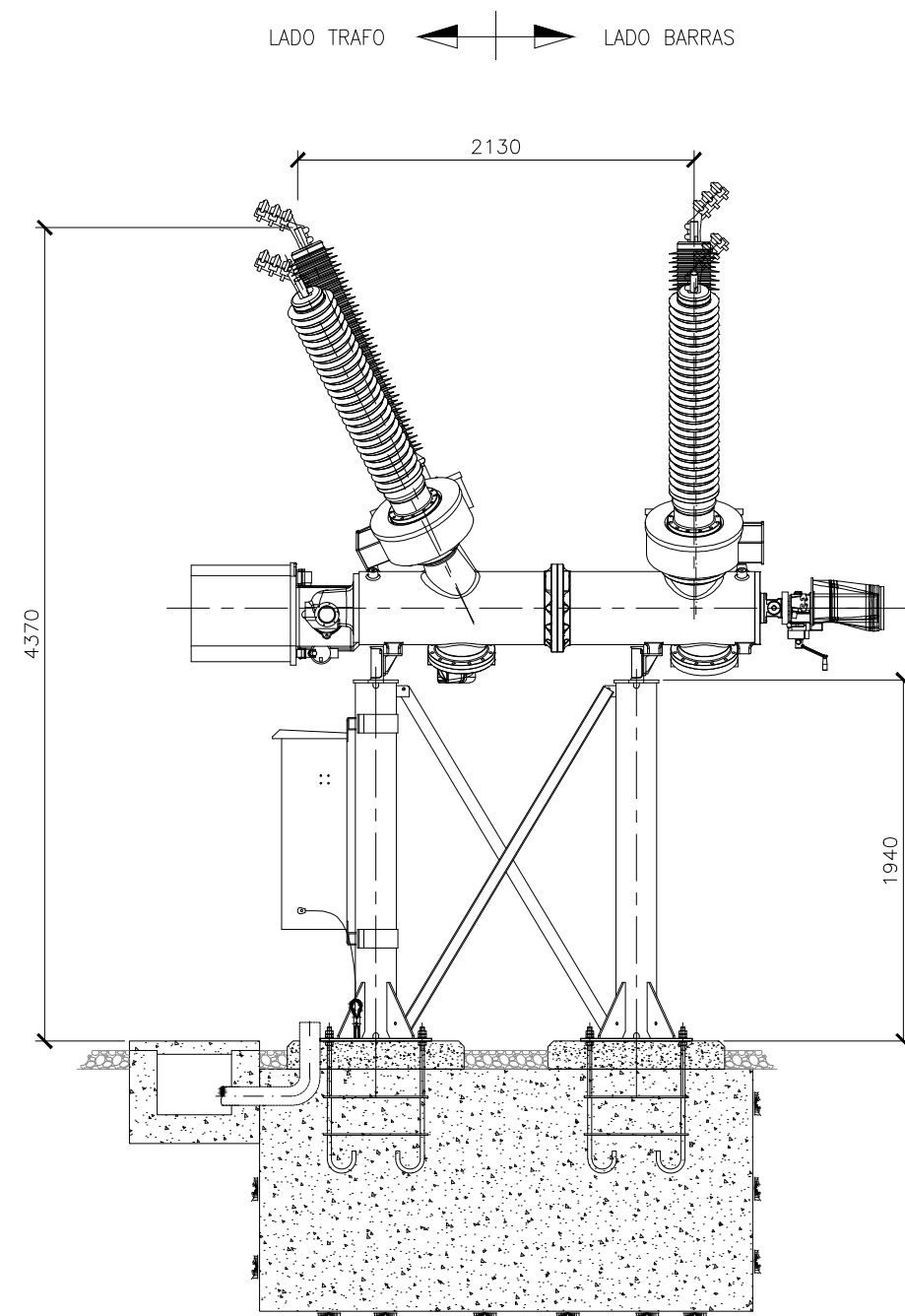
DETALLE CABEZA DE AISLADOR

ESCALA 1/5

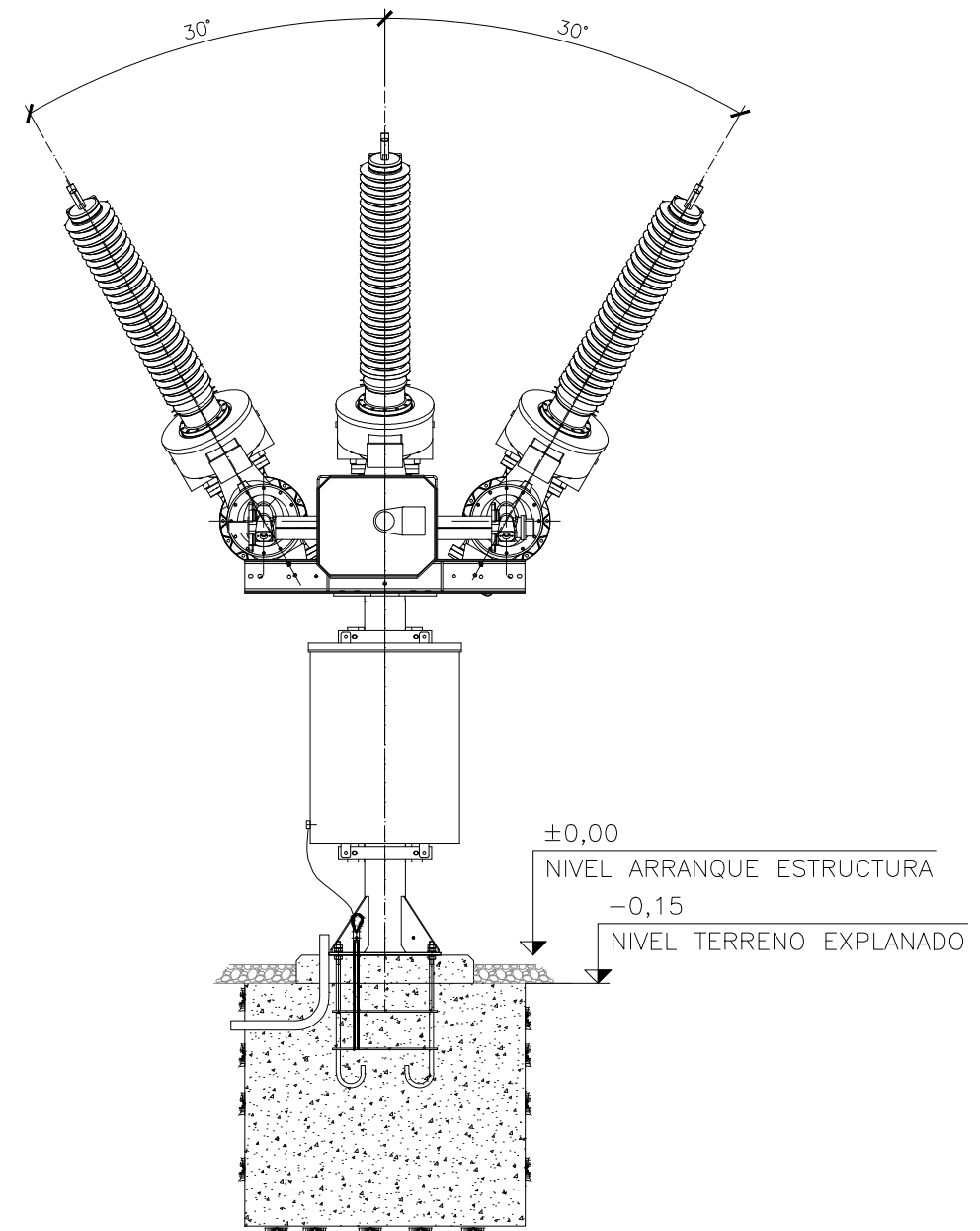


PLANTA CIMENTACIONES
Y TUBOS PASANTES

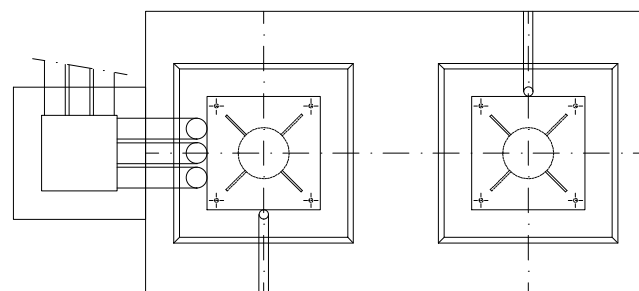
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	SOPORTE AISLADORES Y AUTOVÁLVULAS		



VISTA PERFIL



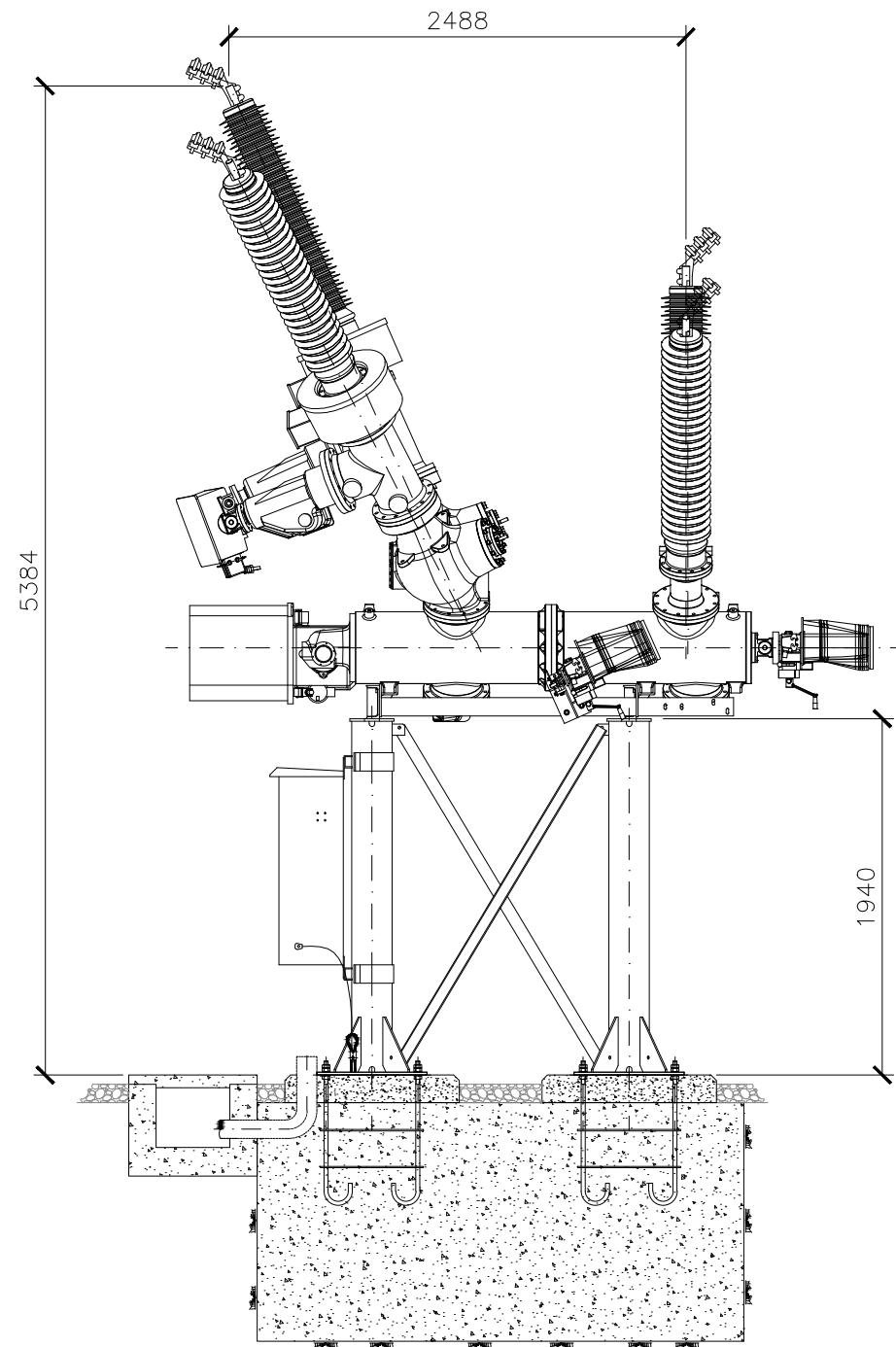
VISTA FRONTAL



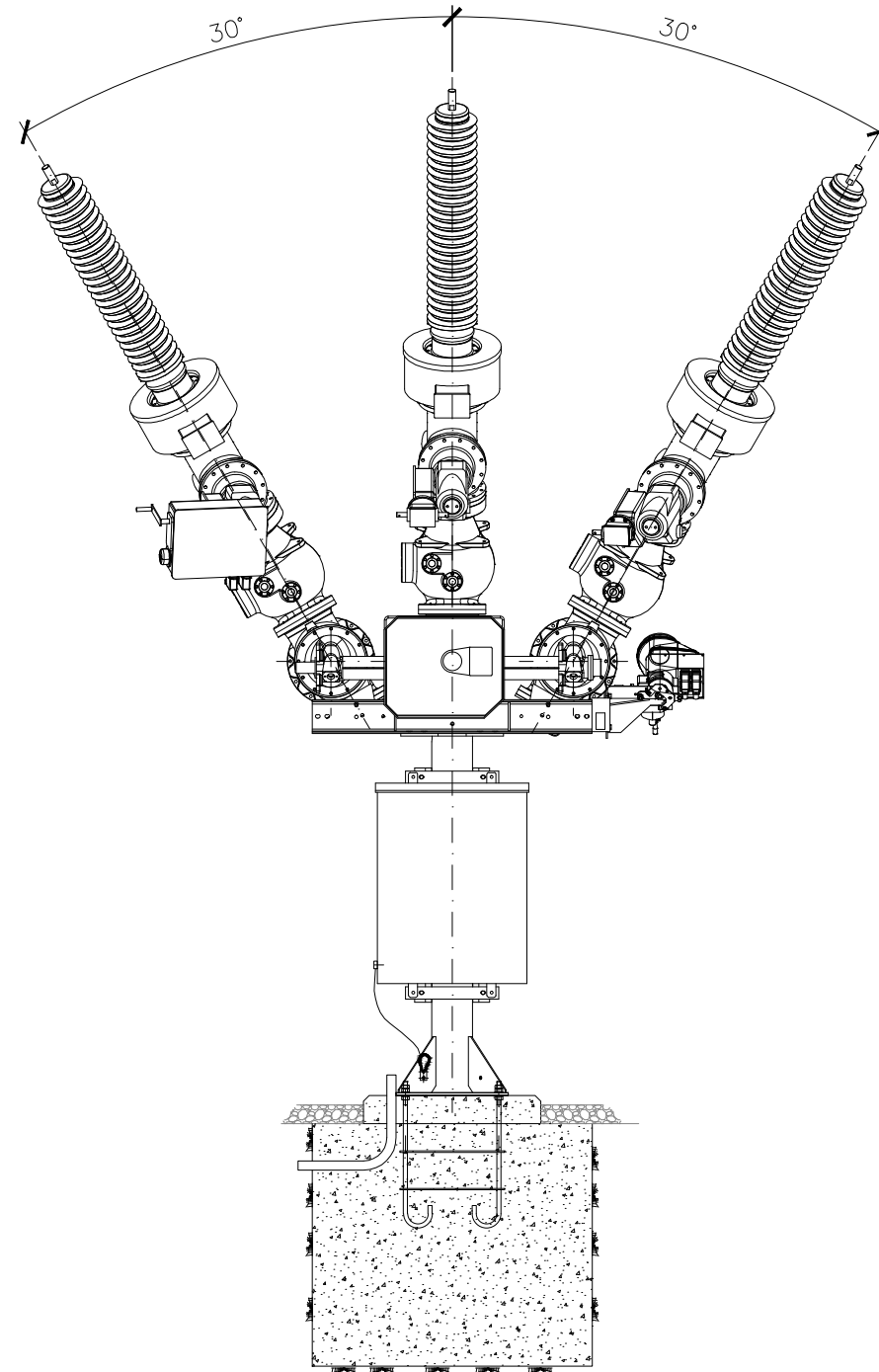
PLANTA CIMENTACIONES
Y PASOS DE TUBO

FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	CELDA HÍBRIDA TRAF0		

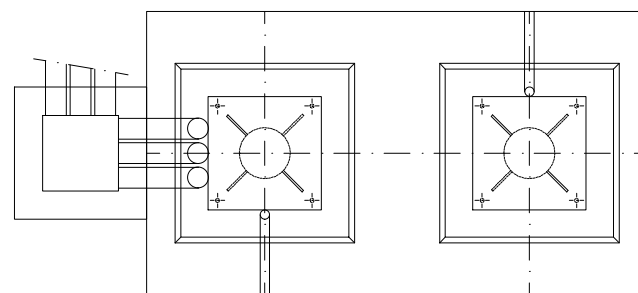
LADO LÍNEA   LADO BARRAS



VISTA PERFIL

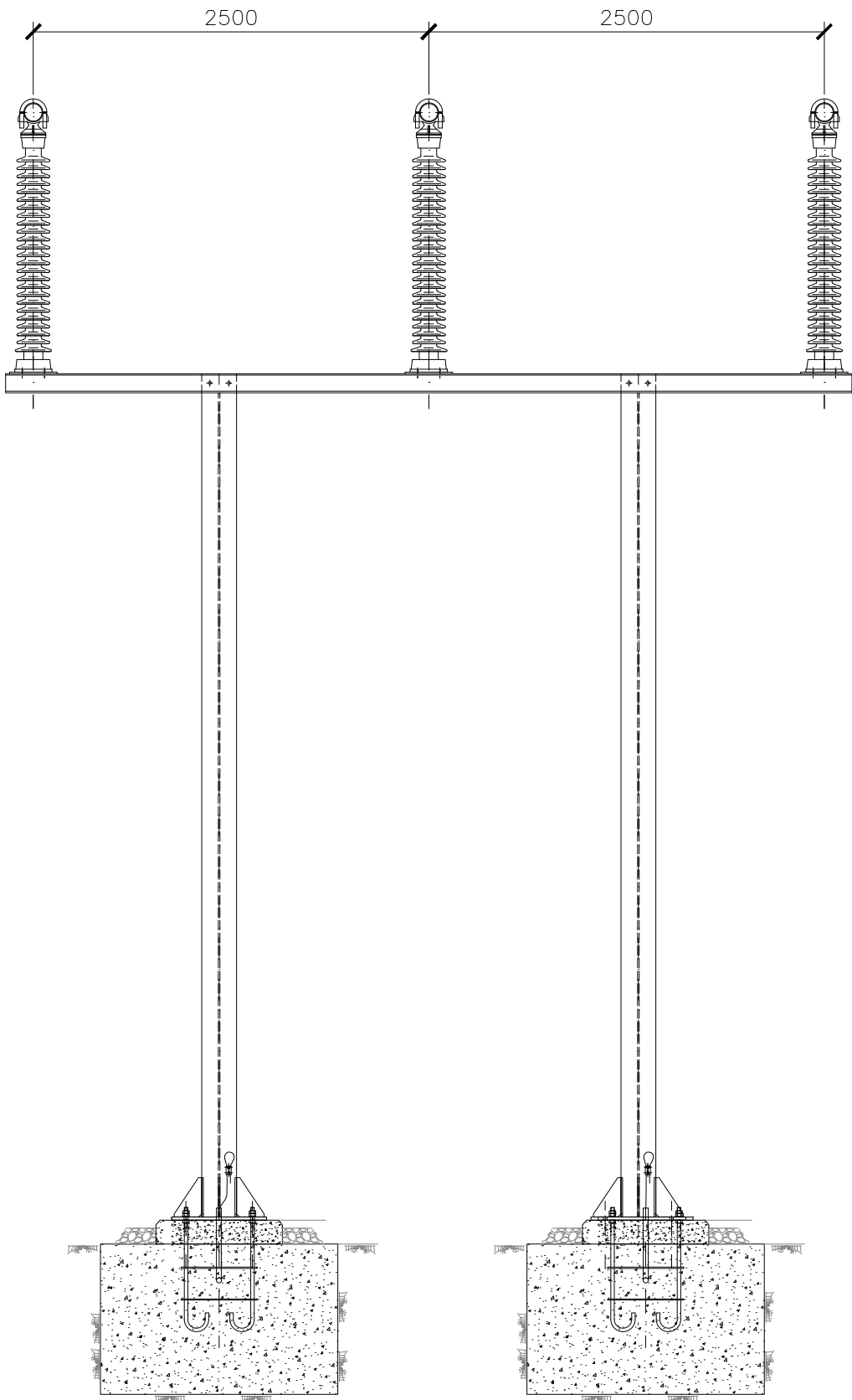


VISTA FRONTAL

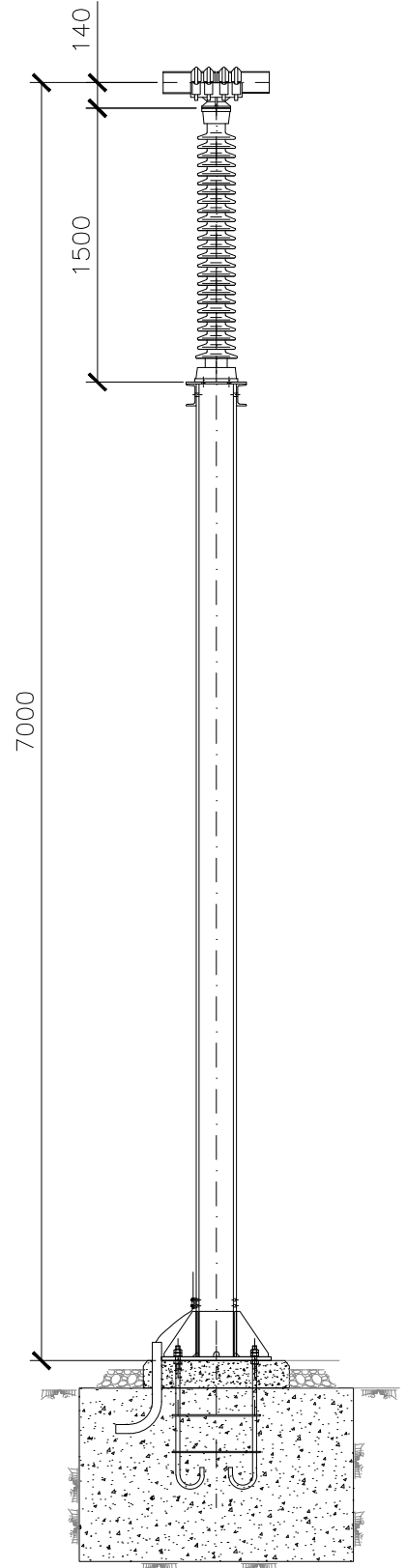
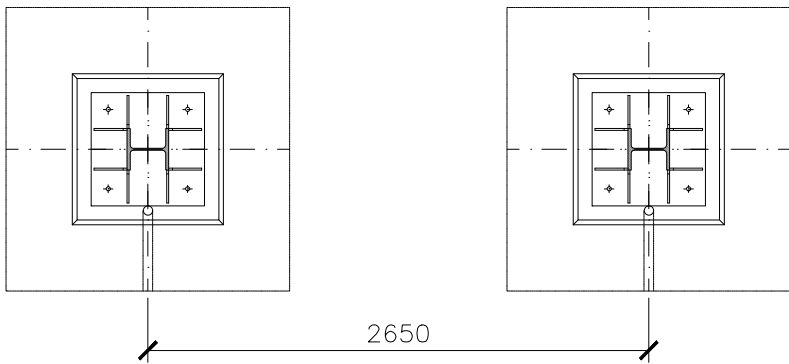


PLANTA CIMENTACIONES
Y PASOS DE TUBO

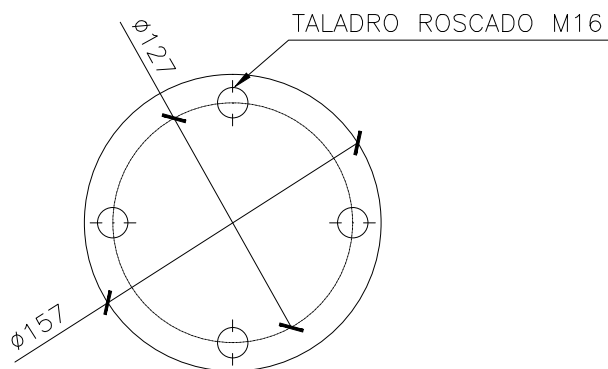
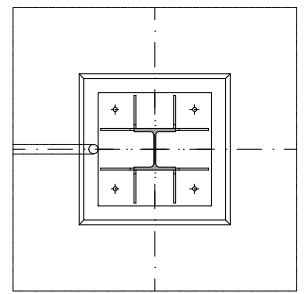
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	CELDA HÍBRIDA LÍNEA		



VISTA PERFIL SOPORTE DE BARRAS



VISTA FRONTAL SOPORTE DE BARRAS



DETALLE CABEZA DE AISLADOR

ESCALA 1/5

FECHA:
21/01/2015

AUTOR:
MARCOS CANTIN JORGE

FIRMA:

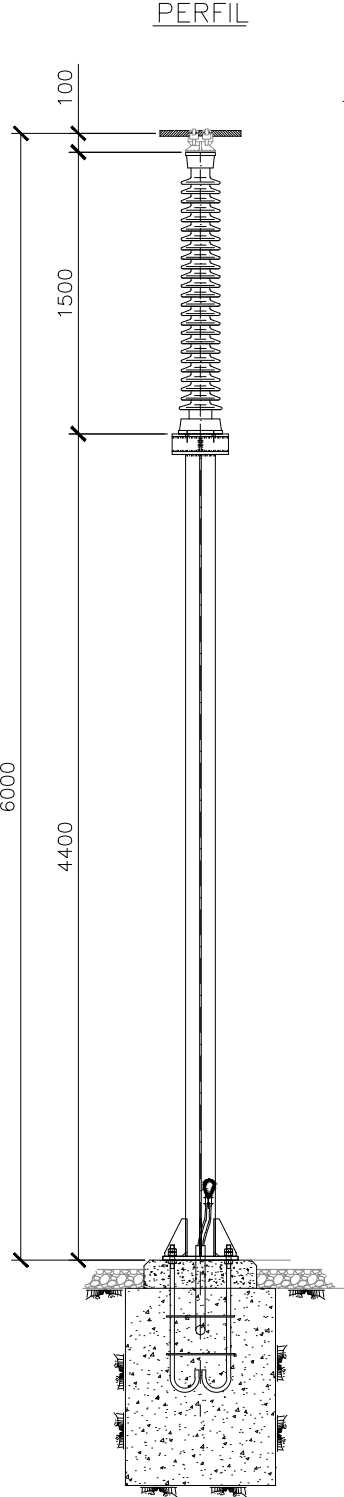
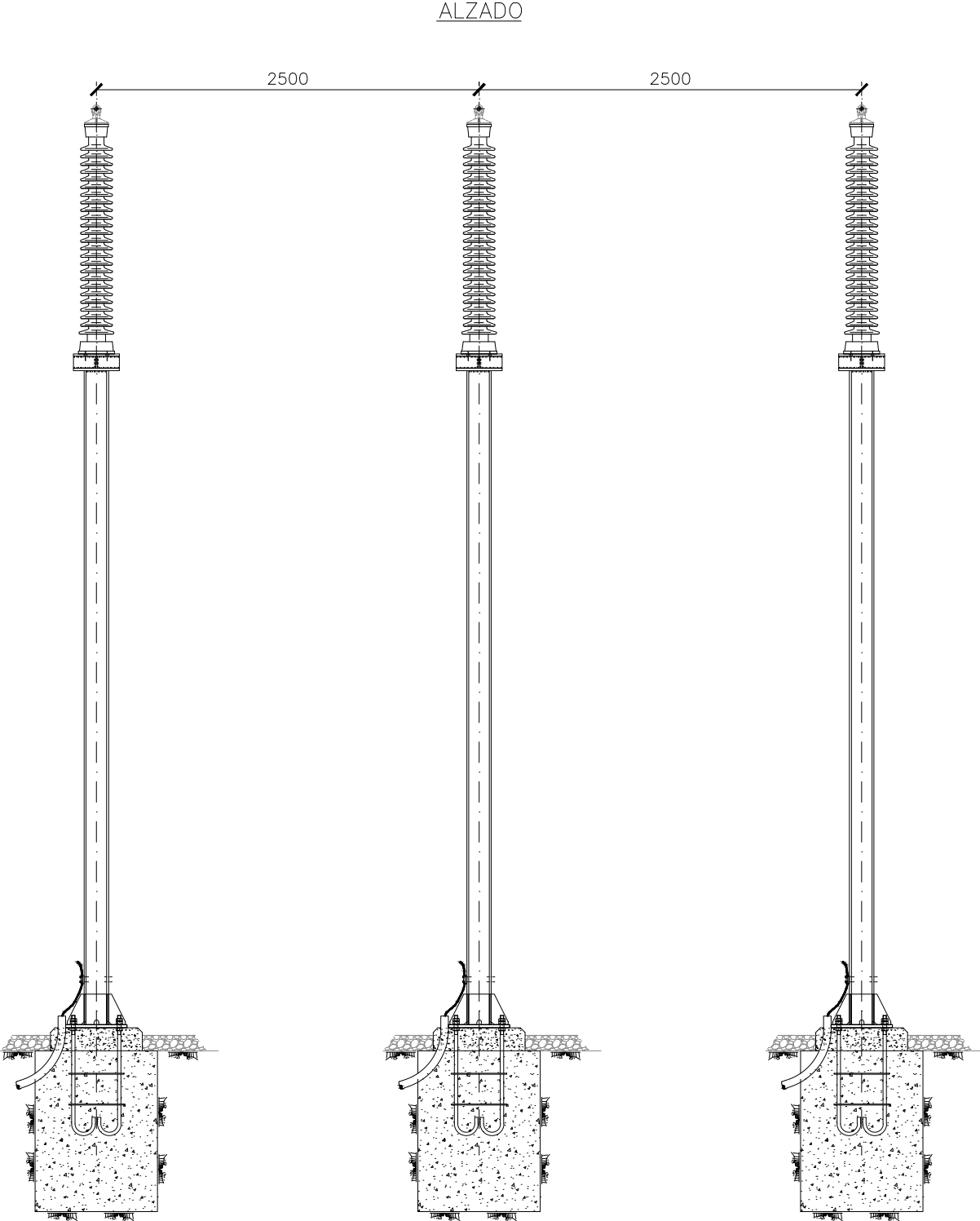
ESCALA:

1:40

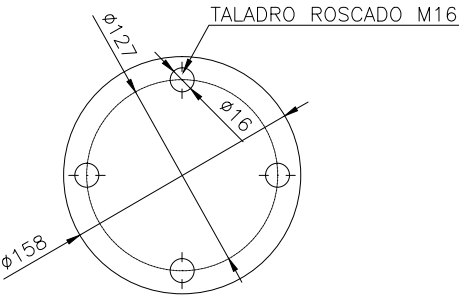
SOPORTE APOYO DE BARRAS

ESCUELA DE
INGENIERIA Y
ARQUITECTURA
DE ZARAGOZA

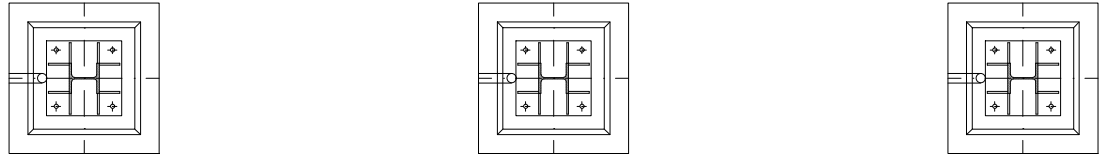
PLANO: 14



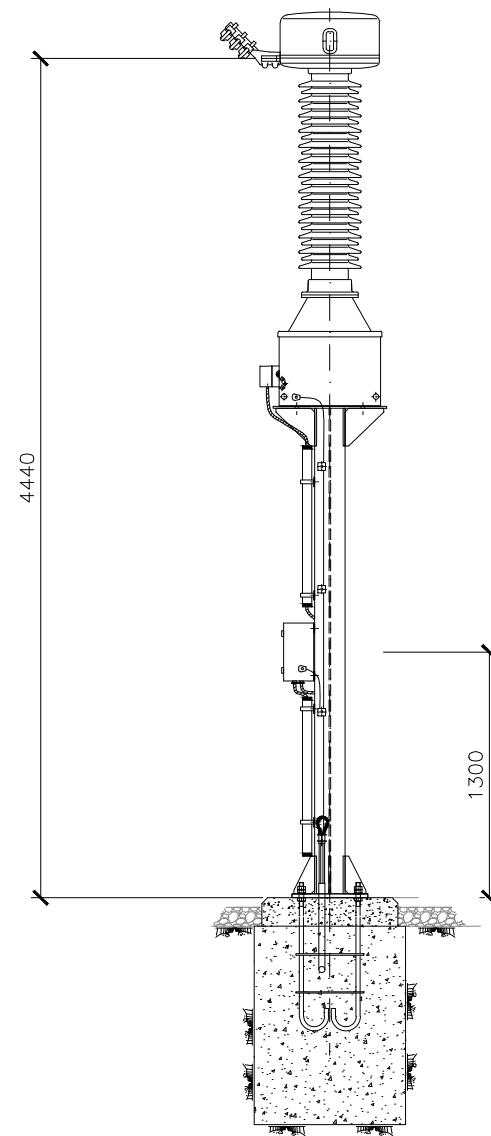
DETALLE CABEZA DE AISLADOR
ESCALA 1/5



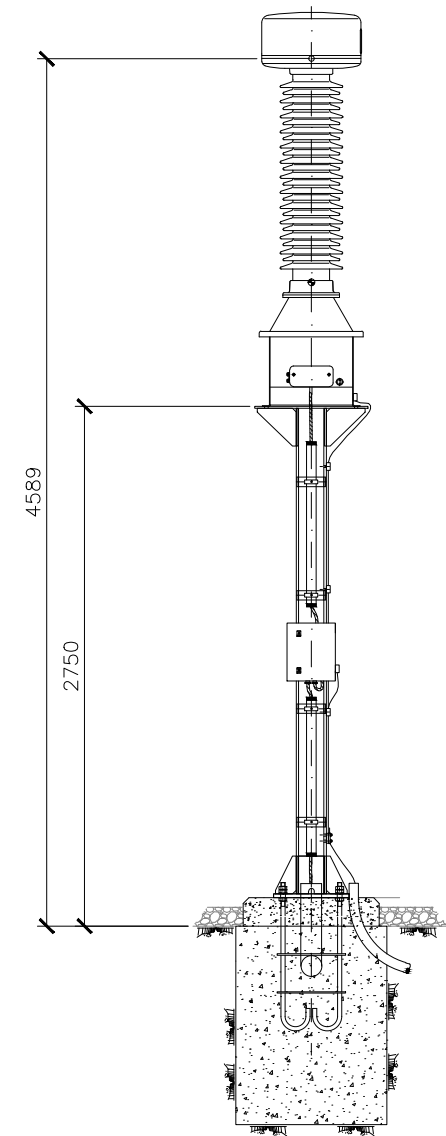
PLANTA CIMENTACIONES
Y PASOS DE TUBOS



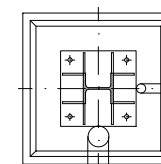
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	AISLADOR SOPORTE		
			PLANO: 15



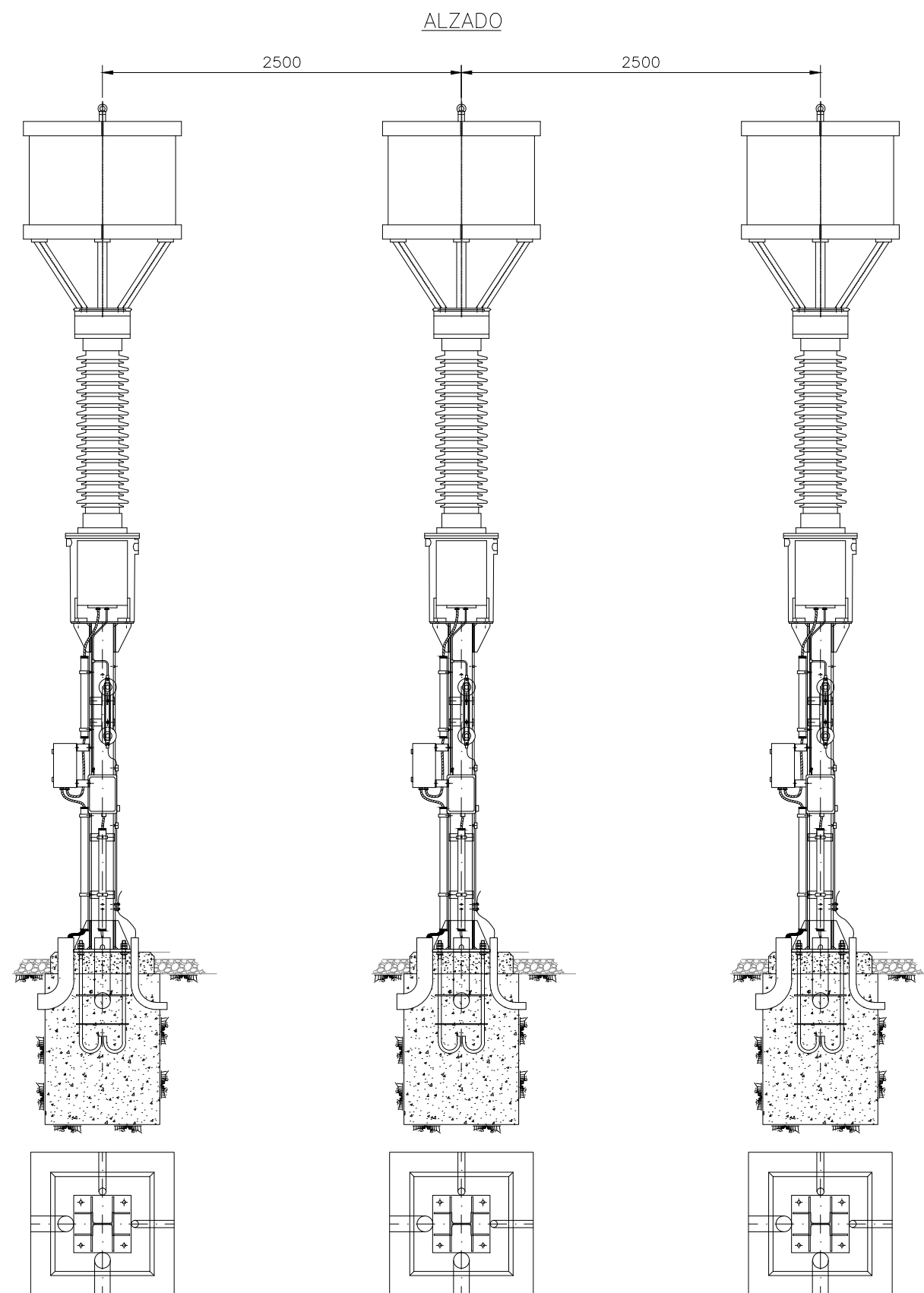
VISTA FRONTAL TRANSFORMADOR DE
TENSIÓN DE BARRAS



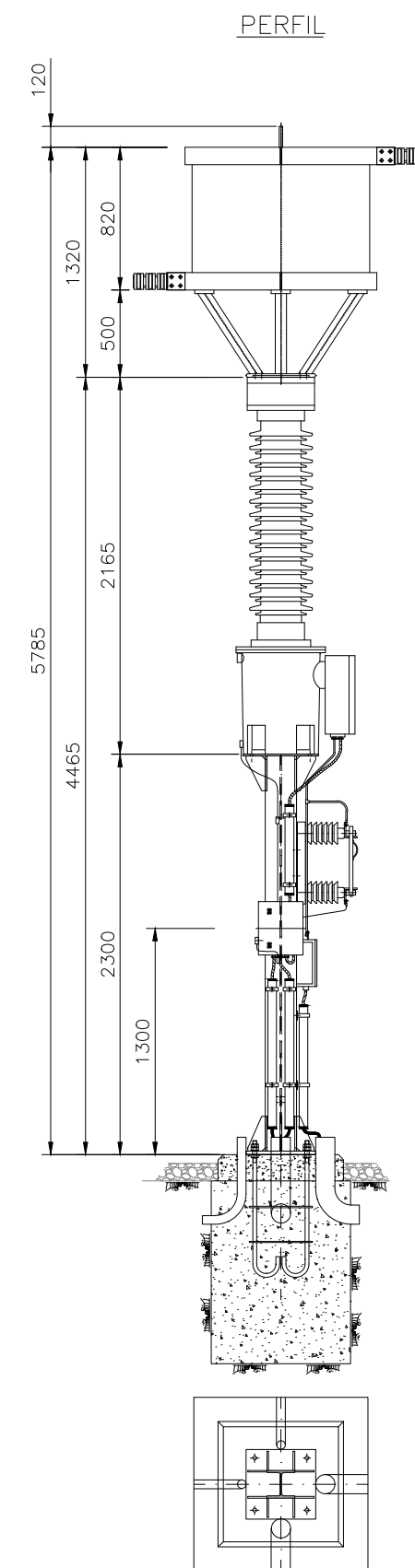
VISTA LATERAL



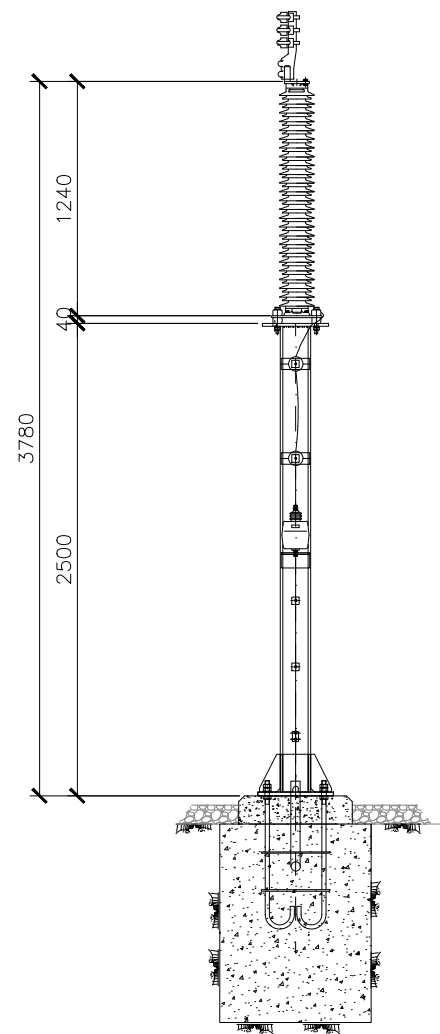
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO		



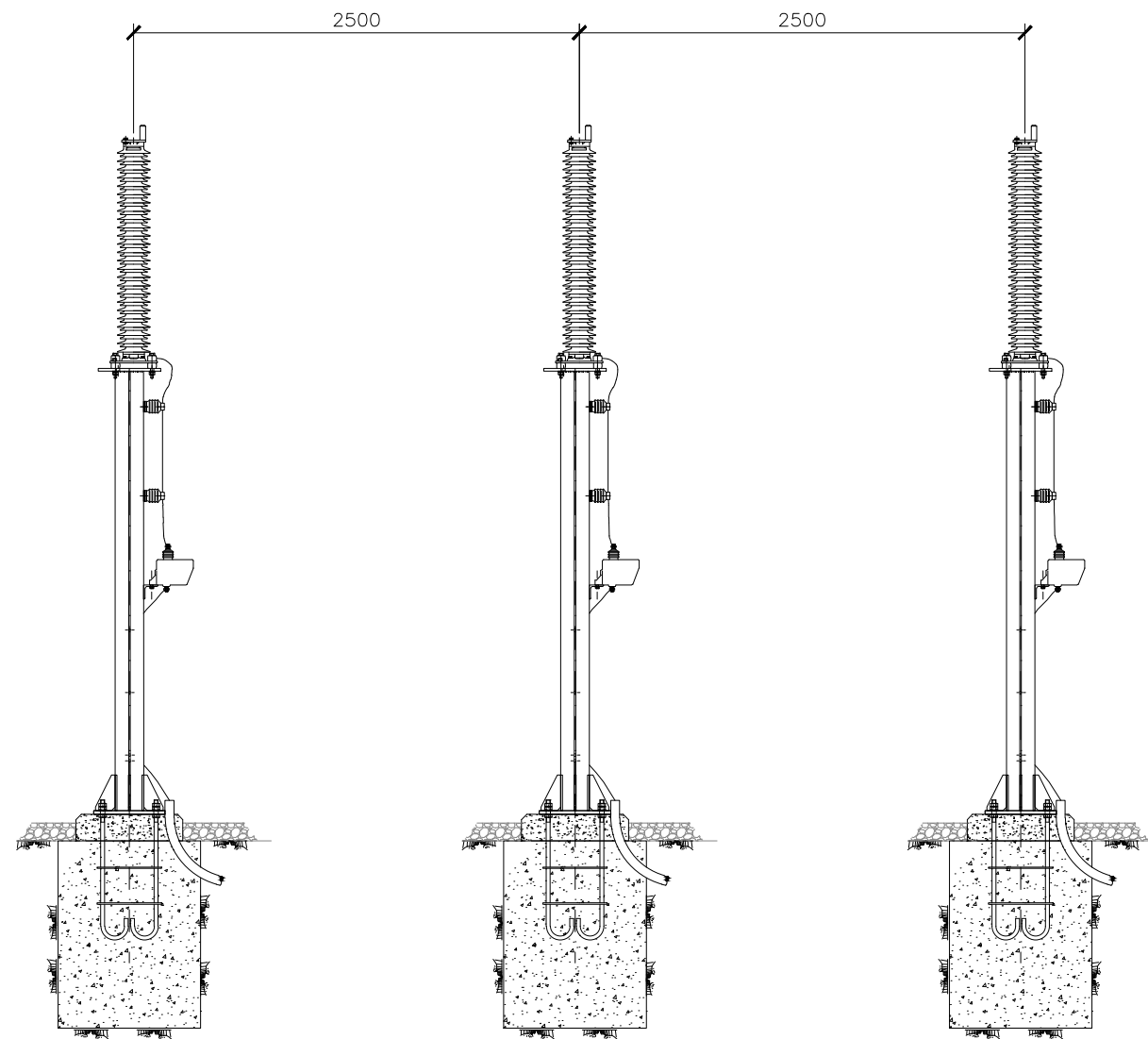
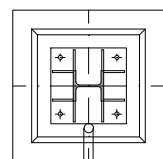
PLANTAS CIMENTACIONES
Y PASOS DE TUBO



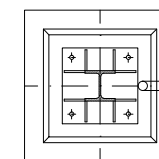
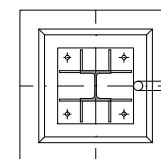
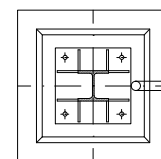
FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN CAPACITIVO		



VISTA LATERAL PARARRAYOS



VISTA FRONTAL PARARRAYOS



PLANTA CIMENTACIONES Y
PASOS DE TUBO

FECHA: 21/01/2015	AUTOR: MARCOS CANTÍN JORGE	FIRMA:	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:40	AUTOVÁLVULAS LÍNEA		

Anexo 3

SISTEMAS DE PROTECCIÓN

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Tipos de sistemas de protección	2
2.1.Sistemas de protección directos	2
2.1.1. Fusibles	2
2.1.2. Relés directos	3
2.2.Sistemas de protección indirectos	3
2.2.1. Sistemas electromagnéticos	3
2.2.2. Sistemas de bobina móvil	4
2.2.3. Sistemas de electrónica analógica convencional	4
2.2.4. Sistemas electrónicos digitalizados	4
3. Funciones de protección	5
3.1.Sobretensión	5
3.2.Máxima intensidad de fases	6
3.3.Máxima intensidad de neutro	8
3.4.Homopolar direccional para neutro aislado	9
3.5.Distance	12
3.6.Diferencial longitudinal	15
3.7.Diferencial transformador	17
3.8.Reenganchador.	19

1. Introducción

Los sistemas de protección son un reflejo del avance de las tecnologías electrónicas y eléctricas de nuestro tiempo, los adelantos en el sector eléctrico y la evolución en las tecnologías utilizadas en los equipos, ha permitido la mejora de estos sistemas y un control más sistemático y sencillo de los mismos.

Se puede definir como “protección” al conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de los incidentes en instalaciones eléctricas.

Un sistema de protección no te avisa de posibles anomalías futuras en la red, si no que trata de evitar en el menor tiempo posible que el incidente haga daño a las instalaciones y surjan averías; todo esto mediante una adecuada selección de equipos y desconectando la menor parte del sistema eléctrico posible.

Estos sistemas surgen como consecuencia de la necesidad del transporte de energía eléctrica alterna a través de sistemas de Alta Tensión, lo cual se tornó en una necesidad para el mantenimiento, cuidado y seguridad de la Red.

A lo largo de los años los sistemas de protección han ido mejorándose y adaptando a las necesidades, actualmente se disponen de equipos electrónicos que han sustituido casi en su totalidad a los relés, a continuación se enumeran los diferentes tipos de sistemas de protección.

2. Tipos de sistemas de protección

2.1. Sistemas de protección directos

Sistemas en los que el elemento de medida coincide con el elemento de corte, en estos casos la magnitud que hay que controlar normalmente es la intensidad y se aplica la protección sin ningún tipo de transformación.



2.1.1. Fusibles:

Es el método de protección más antiguo de todos, se basa en un filamento conductor por el que pasa la intensidad, el cual, está

dimensionado para fundir en el caso que haya una sobreintensidad, interrumpiendo el circuito.

El tiempo de fusión depende del grado de sobreintensidad. No protegen contra cortocircuitos.

2.1.2. Relés directos:

Estos relés consisten en una bobina en serie con la entrada del interruptor automático y por tanto, recorrida por la intensidad primaria. A diferencia del fusible, protegen contra cortocircuitos y se puede ajustar el valor de actuación dentro de un rango. Si la intensidad que recorre el circuito supera el valor de ajuste, la fuerza del campo electromagnético resultante libera un mecanismo que provoca el disparo del interruptor automático y elimina la sobreintensidad.

También existen relés con un mecanismo de relojería que permite la temporización ajustable del interruptor, permitiendo disponer de protecciones temporizadas además de instantáneas.

Este tipo de protección no se usa actualmente en equipos de protección de AT.



2.2. Sistemas de protección indirectos:

En estos sistemas la magnitud a medir es previamente transformada a valores normalizados antes de entrar en contacto con el relé, mediante transformadores de tensión o de intensidad.

2.2.1. Sistemas electromagnéticos:

La información que le llega al relé viene en forma de intensidad o de tensión, ésta es transformada por el relé en una fuerza capaz de cerrar unos contactos que establecen continuidad en el circuito de dispar. Se pueden clasificar según su construcción:

- Émbolo o armadura reticulada
- Relé de disco de inducción



- Copa o cilindro de inducción
- Sistemas mixtos

2.2.2. Sistemas de bobina móvil:

Estos equipos poseen tanto elementos electromagnéticos como electrónicos, decir aunque tenga elementos puramente electrónicos la medida se sigue haciendo electromagnéticamente por medio de un dispositivo que mide por integración los valores medios de la magnitud de entrada.

2.2.3. Sistemas de electrónica analógica convencional:

Primeros sistemas puramente electrónicos los cuales han permitido un desarrollo mucho mayor en cuanto a la variedad de tipos de protecciones y en cuanto a mejoras en sus características de funcionamiento, precisión, rapidez, fiabilidad y duración, así como la modularidad, algo que nos permite reducir el volumen de ocupación y simplificar el diseño de las mismas llegando a existir módulos prefabricados con diferentes funciones de protección, fácilmente sustituibles.

2.2.4. Sistemas electrónicos digitalizados:

Con la aparición de los microprocesadores en el mundo de la electrónica, los diseños de las protecciones se empezaron a fundamentar en los mismos, además el desarrollo de las comunicaciones por fibra óptica ha permitido la rápida transmisión de información.

Sus ventajas son la fiabilidad, precisión, facilidad de ajuste, unificación de protecciones en una sola unidad, transmisión, instantánea de los valores de falta, incorporación de cualquier tipo de automatismo, reducción de cableado y relés auxiliares, etc....

Actualmente con la innumerable cantidad de ventajas que aportan, sólo se adquieren este tipo de productos para las protecciones de AT.



3. Funciones de protección:

3.1.Sobretensión (59):

3.1.1. Función

La función de protección contra sobretensiones es muy importante para proteger la instalación frente a grandes subidas de tensión. En los sistemas de transporte y distribución se usan las autoválvulas, estos equipos son aislantes hasta un determinado nivel de tensión, llamado de ruptura o cebado, una vez superado pasa a tener resistencia casi nula creando un cortocircuito a tierra.

Por lo tanto la mejor protección para evitar que las sobretensiones dañen los equipos del sistema es provocar una máxima intensidad a través del cebado de las autoválvulas.

3.1.2. Descripción

La protección se ajusta a un determinado valor de tensión y una vez que lo supera, el relé cierra el contacto de salida.

La actuación puede ser instantánea, con una temporización fija o con una curva de actuación, en este caso se dispondrá de relés de tiempo fijo.

La batería de condensadores se equipará además de con una función de sobretensión con una de subtensión.

3.1.3. Criterios de ajuste

El principal objetivo de esta protección es evitar que las sobretensiones lleguen a dañar las instalaciones y equipos eléctricos, una sobretensión puede ser pequeña, provocada por un fallo en el regulador del transformador o de una central generadora cercana, o tipo rayo.

Es aconsejable ajustar la subtensión en el mismo porcentaje para evitar bajadas fuertes de voltaje, que también pueden provocar daños.

Para el ajuste seguiremos el criterio del cliente, la ley obliga a la empresa distribuidora de energía eléctrica a marcar la tensión nominal y no desviarse más de un 10% de ella en el punto de entrega, por lo tanto ajustaremos hasta como máximo un 10%, lo más conveniente sería dejarla hasta un 5 o 7%.

La Protección habrá que ajustarla sabiendo que la Red de MT tras la subestación será con clientes en BT por lo que habrá que disponer de unos Centros de Transformación (MT/BT) y las características de ajuste serán diferentes al no alimentar directamente a 15kV, aunque el criterio es el mismo.

Los condensadores son muy sensibles a sobre y subtensiones por lo que es muy conveniente ajustarlos de manera más rigurosa, y desconectarlos incluso a tensiones que no llegan a ser peligrosas para los clientes.

El ajuste dependerá de los datos que nos indique el fabricante, aunque no superará el valor del 5% con un tiempo de actuación de 1 segundo.

3.2. Máxima intensidad de fases (50/51F)

3.2.1. Función

Esta es la primera función de protección que apareció y aunque es muy simple, se sigue utilizando en según qué partes del sistema eléctrico por su sencillez y economía.

Del devanado de protección de los transformadores de intensidad obtenemos el valor de la intensidad del primario transformada según la relación de transformación correspondiente. La actuación de la protección dependerá del valor de esta intensidad provocando la apertura del interruptor automático y activación de las alarmas.

Actualmente el uso de esta protección queda limitada a la protección de sistemas radiales y equipos que necesiten mayor protección como los condensadores o el transformador.

3.2.2. Descripción

Como vemos la protección se divide en dos funciones: Instantánea de fases (50F) temporizada de fases (51F), la 50F es

la más simple de todas, el relé actuará con $t=0$ en el momento que la intensidad eficaz del secundario supere el valor de ajuste, la temporizada de fases en cambio en el momento de superar este valor de ajuste el relé empezará a contar un tiempo determinado hasta que terminará actuando si este tiempo ha acabado y la intensidad sigue siendo superior.

El tiempo es ajustable de diferentes maneras aunque en este caso lo haremos por *curva definida*, en este caso, el tiempo de retardo de la actuación depende del valor de la intensidad que lee la protección, existen muchos tipos de curvas, actualmente se usan las curvas ANSI que siguen la siguiente fórmula:

$$t_d = \frac{0,14 \cdot k}{\left(\frac{I_f}{I_a}\right)^\alpha - 1}$$

Donde,

t_d , tiempo de actuación de protección.

I_f , intensidad de falta leída

I_a , intensidad ajustada

k , índice de la curva

α , tipo de curva

Las curvas ANSI se definen por el valor del índice α , existen tres familias de curvas:

- a. Extremadamente inversa ($\alpha = 2$)
- b. Muy inversa ($\alpha = 1$)
- c. Normal inversa ($\alpha = 0,02$)

3.2.3. Criterios de ajuste

Para esta función de protección debemos ajustar tres parámetros:

- a. Familia de curva(α):

Para instalaciones eléctricas en las que los arranques no influyen y las sobrecargas no son situaciones transitorias, por eso es el utilizado en distribución eléctrica, con $\alpha = 0,02$.

- b. Intensidad de ajuste(I_a):

Como no tiene actuación instantánea, se acerca a un valor cercano al valor nominal de la instalación, para los interruptores de cabecera de la instalación la ajustaremos al 120 % de la nominal del cable o de la línea de salida.

Para el caso del transformador se ajusta para un valor que garantice la selectividad con las líneas de salida y esté entre el 120% y el 150% de la nominal , eso sí nunca debemos ajustar el transformador por debajo de una línea dependiente de él).

c. Índice de curva(k):

Con este valor garantizamos la selectividad del sistema de protección, es decir, una protección no actuará en el caso de que entre ella y la falta haya otro interruptor automático más cercano a la falta.

3.3.Máxima intensidad de neutro(50/51N)

3.3.1. Función

Esta función solo se utiliza en los sistemas que tienen el neutro puesto a tierra en cualquiera de sus variantes, tanto rígido, reactancia como resistencia; es una protección de apoyo ya que es redundante con otras protecciones y sólo sirve para defectos monofásicos a tierra.

3.3.2. Descripción

Cuando se produce una falta monofásica a tierra la intensidad de falta que atraviesa la fase afectada retorna su camino por tierra hacia el neutro del transformador y así regresar al sistema, esta intensidad de desequilibrio es detectada por los transformadores de intensidad en su estrella secundaria o neutro de los TI.

El incorporar esta protección de apoyo a la protección 51F aporta ventajas fundamentales:

- El ajuste no dependerá del valor nominal térmico de los conductores ya que la intensidad de neutro es cercana a cero, por lo que su ajuste será próximo a este valor.
- Es una protección muy efectiva como apoyo a otras protecciones cuya funcionalidad es la misma.

3.3.3. Criterios de ajuste

La protección de neutro consta de los mismos parámetros y características de ajuste que la de fases (50/51F), también tiene

la variante instantánea (50N) y la temporal (51N).

El criterio de ajuste depende mucho del sistema que proteja y de la protección principal a la que está asociada.

Esta protección solo la utilizaremos como apoyo en el lado de AT en el transformador, la cual ajustaremos por debajo de la protección principal en esta posición y sin superar el 15% de la intensidad nominal. El lado de MT es con neutro aislado por lo que utilizaremos la 67NH, que analizamos a continuación.

3.4.Homopolar direccional para neutro aislado(67NH)

3.4.1. Función

Los sistemas de MT según la normativa interna de Endesa deben ser con neutro aislado, en este sistema la falta monofásica no genera una intensidad importante, es decir los desequilibrios son muy pequeños, por lo que se requiere un nuevo sistema de protección diferente a los anteriores.

Este sistema para detectar faltas con esta disposición se ha ido desarrollando durante mucho tiempo hasta principios de los años 90 se usaba el llamado “barrido de tierras” mediante comprobación de líneas, lo cual tenía muchos inconvenientes.

Hasta la aparición de esta protección que ha permitido abrir únicamente la línea de la falta.

3.4.2. Descripción

3.4.2.1. Tensión en triángulo abierto

Para poder entender el fundamento de esta protección debemos saber que es la tensión de triángulo abierto, a partir del diagrama fasorial en el que se representa cada una de las fases distanciadas por 120 °. En condiciones normales la tensión de triángulo abierto es nula.

Suponiendo una falta a tierra de resistencia nula en la fase R, la tensión de la fase R desaparece en los TT, ya que la tierra se movería al punto de la falta, entonces tanto en la fase S como en la T aparecerían tensiones compuestas ($\sqrt{3}U_F$), sumando estas dos tensiones tendríamos una tensión de triángulo abierto 3 veces mayor que la simple (en este caso de la fase R) 180°C

respecto a la fase R. Mediante este sistema podemos diferenciar si hay falta en la línea de estudio o fuera de ella.

3.4.2.2. Homopolar en líneas sin falta

La intensidad homopolar es la suma de las intensidades de las tres fases, al estar el neutro aislado de tierra no existe desequilibrio en las fases a no ser que se modifique la capacitancia de las fases que es lo único que está referenciado a tierra.

Las intensidades capacitivas van siempre adelantadas 90° respecto a la tensión y separadas entre ellas 120° , luego, su suma es 0. La intensidad homopolar en un sistema sin falta es nula.

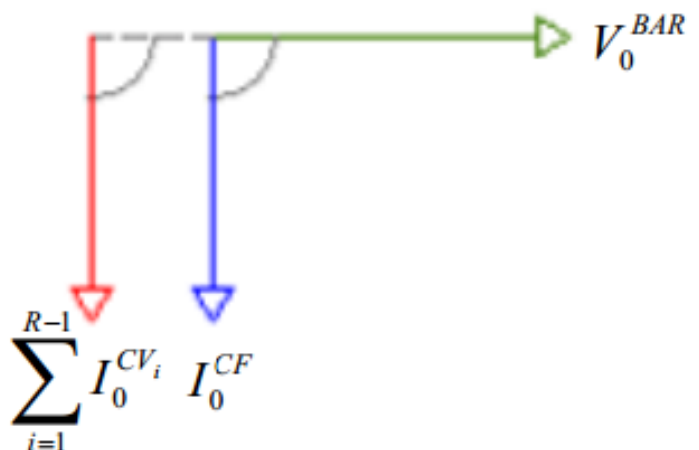
En el caso de haber una falta en otra línea en la fase R tendríamos dos intensidades compuestas en las fases S y T, cuya suma estaría desfasada -90° respecto a la tensión de triángulo abierto.

3.4.2.3. Homopolar en líneas con falta

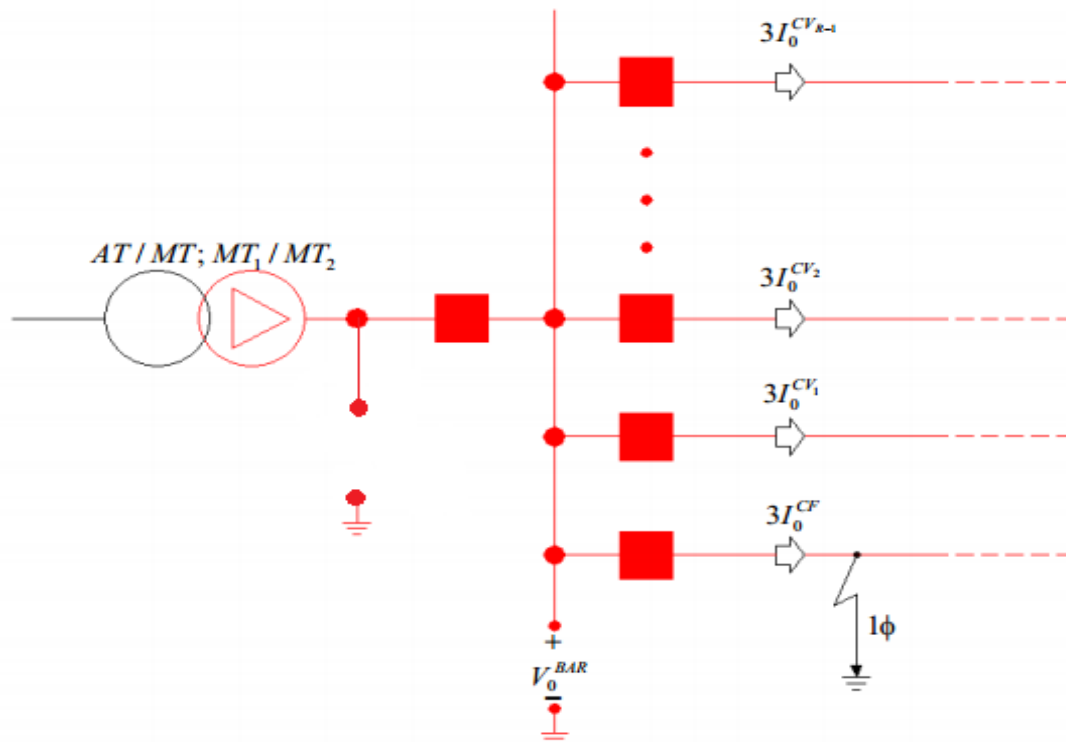
Ahora supongamos que la falta se encuentra en la misma línea de estudio en la fase R, tendremos tierra en el lugar de la falta y la intensidad del resto de líneas retornará por ella hacia la línea en falta.

En el siguiente gráfico se observa que el sumatorio de las intensidades de desequilibrio que drenan a tierra desde las líneas sin falta en dirección hacia fuera y la intensidad de la línea de falta son iguales, ya que la intensidad que recorre la línea de falta será la suma de todas las intensidades de desequilibrio de todas las líneas menos la suya propia.

Se representa en azul la intensidad de la línea en falta, en rojo la suma de todas las intensidades de el resto de líneas y en verde



la tensión de triángulo abierto desfasada 90° respecto a la intensidad homopolar de la línea en falta.



3.4.3. Criterios de ajuste

El criterio de ajuste en esta protección depende mucho del tipo de la línea de salida, ya que si es una línea aérea tendrá menos capacidad que una línea subterránea por lo que su intensidad homopolar residual será más apreciable.

En este caso solo tenemos líneas subterráneas por lo que la intensidad residual será prácticamente nula y se seguirán estos ajustes:

- Intensidad de ajuste (I_A):* se ajustará entre el 5% y el 10% del máximo desequilibrio capacitivo.
- Tipo de curva:* al no tener selectividad, se ajustará con tiempo fijo.
- Ajuste de tiempo:* este tipo de falta no supone un problema para las instalaciones. aún así su tiempo de actuación se fijará en un 1 segundo por normativa.

3.5.Distance (21)

3.5.1. Función

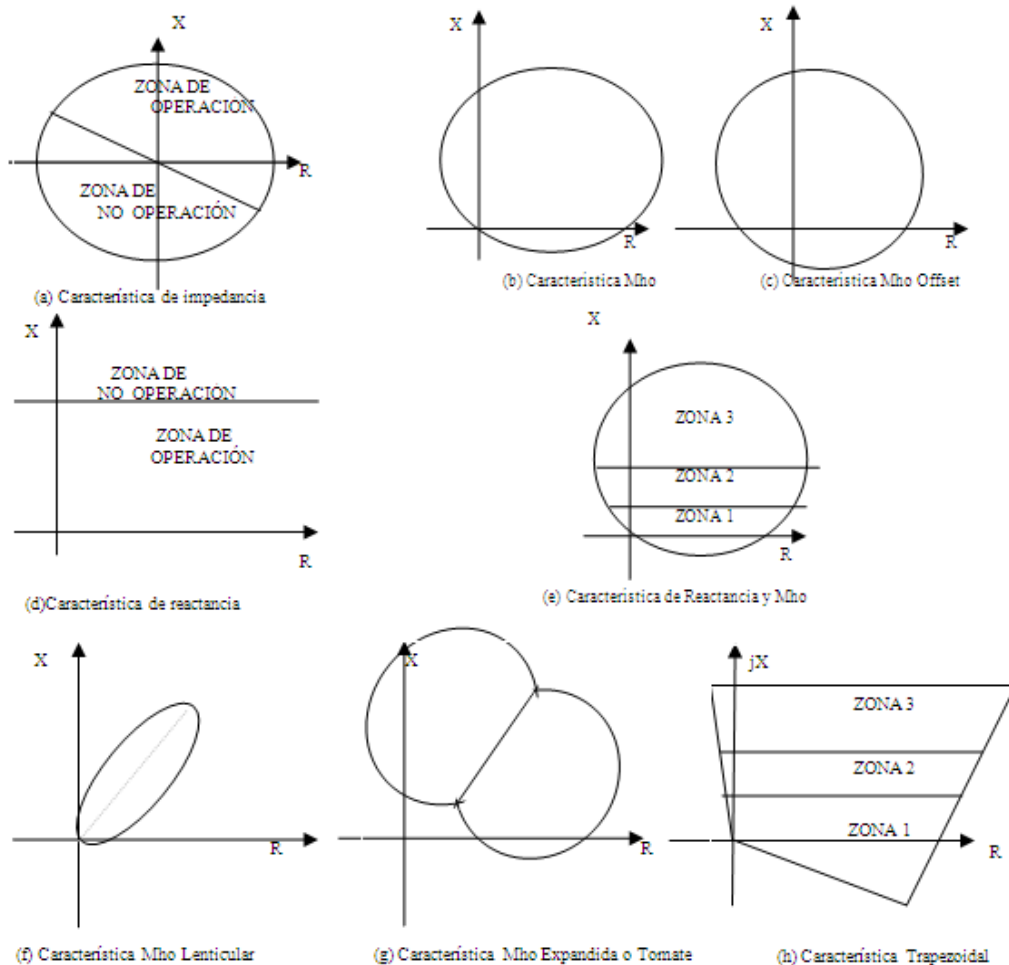
La función de distancia ha sido la protección primaria más utilizada en las líneas de transporte debido a su gran versatilidad y su simplicidad hasta la aparición de la diferencial longitudinal (87L).

La detección de las faltas se realiza a través de unas unidades que responden a la relación entre tensiones e intensidades, es decir, las impedancias.

Los valores de operación se expresan en términos de impedancia mediante sus componentes: resistencia, reactancia, admitancia y se representan en un diagrama R-X.

Existen diferentes geometrías dentro de estos diagramas, cada una está asociada a la característica de la unidad de distancia.

La más utilizada es la trapezoidal, una protección de

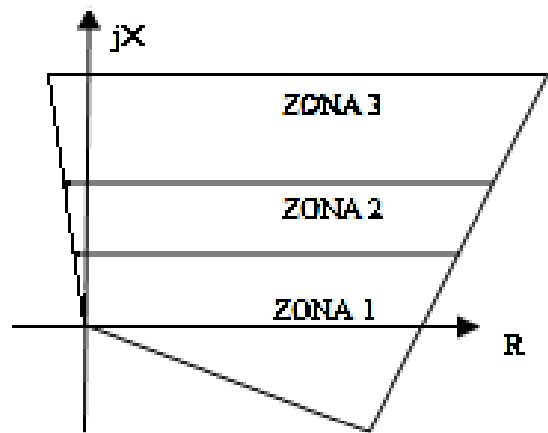


admitancia (mho) que hasta la aparición de los microprocesadores no fue posible desarrollarla, ya que los relés electromagnéticos eran mucho más limitados.

3.5.2. Descripción

Las protecciones de distancia son independientes del valor de las corrientes de cortocircuito no requieren cambios en los ajustes a no ser que cambien las condiciones del sistema.

Cada protección de extremo de línea integra tres zonas de alcance perfectamente definidas, llamadas escalones, la primera zona cubre el 80%-90% de línea, la segunda zona el 150% entrando en la línea contigua y la tercera casi la totalidad de línea contigua. La protección de distancia actuará como protección primaria en la primera zona y la segunda y tercera se considerarían como apoyo y apoyo remoto.



Característica Trapezoidal

Las ecuaciones que regulan la relación entre tensión e intensidad en el punto de ubicación de las protecciones son diferentes dependiendo del tipo de falta y así hacer una correcta medida de la impedancia.

En los sistemas trifásicos se pueden dar cuatro tipos de faltas:

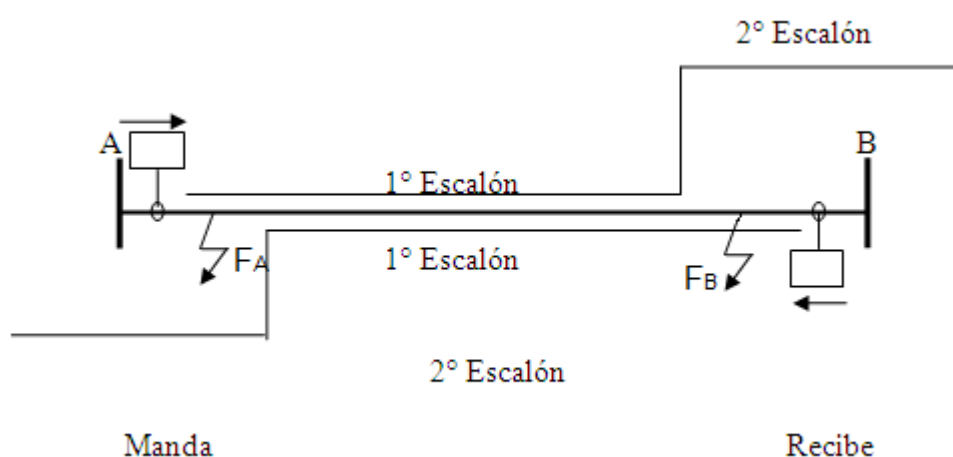
- Falta trifásica.
- Falta bifásica.
- Falta monofásica a tierra.
- Falta bifásica a tierra simultáneamente.

Independientemente del tipo de falta, la tensión y la intensidad utilizadas para aplicar a una determinada unidad de distancia deben ser tales, que midan la componente directa de la impedancia a la falta.

3.5.3. Criterios de ajuste

Estas protecciones las utilizaremos como apoyo en las líneas de 132kV.

El objetivo es la selectividad de los escalones permitiendo que actúen unos con preferencia a otros, por lo que el primer escalón actuará de manera instantánea, el segundo en 0,4-0,5 segundos y el tercero entre 0,8- 1 segundos, las protecciones más actuales pueden llegar a tener hasta cinco escalones.



En la foto se pueden observar los dos primeros escalones de la función de protección, las protecciones de ambos extremos deben ajustarse de tal manera que dependiendo de la falta actúen en una zona u otra.

En el caso de F_A las protecciones de A y B deberán actuar, A en el 1º escalón de manera instantánea al estar dentro del 80%-90% de la línea, y B en el 2º escalón con un tiempo de 0,4-0,5 segundos de retardo.

Lo mismo pasaría con la falta F_B pero de manera inversa, A estaría en el 2º escalón y B en el 1º escalón.

La razón por la cual la primera zona no cubre más del 80-90% de la longitud de la línea A-B es que con el ajuste 100% debido a los errores normales den las medidas de la impedancia y sobrealcance transitorio durante los cortocircuitos, se podrían detectar faltas más allá de la línea, produciendo disparos instantáneos no deseados y no se cumplirían las condiciones de selectividad.

3.6.Diferencial longitudinal (87L)

3.6.1. Función

La protección longitudinal encuentra su máxima aplicación en las redes de distribución malladas. Como protección de apoyo se utilizará la protección de distancia.

El fundamento de esta protección sencillo, el problema reside en comunicar cada una de las protecciones con el menor tiempo de retardo para evitar una errónea suma de intensidades.

La comunicación se lleva a través de fibra óptica, sólo se utiliza en sistemas de AT debido a su elevado coste, en líneas subterráneas la fibra acompañará el tendido y en las aéreas dentro del hilo de tierra.

Estos sistemas de protección son totalmente selectivos, es decir, la operación únicamente depende de la comparación de las intensidades de cada uno de los extremos de la zona protegida.

3.6.2. Descripción

Este sistema está formado por dos relés de protección, uno en cada extremo de la línea y comunicados entre sí mediante fibra óptica.

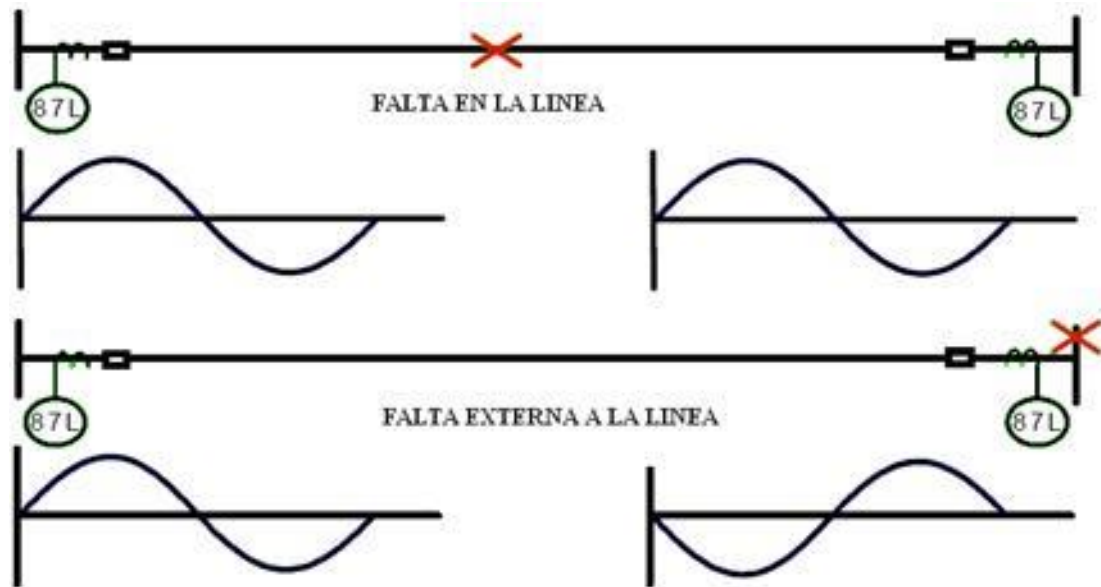
En condiciones normales sin falta, la intensidad que circula por los TI de cada extremo tendrá la misma magnitud y sentido contrario. Por lo tanto, al informarse mutuamente de sus respectivas corrientes y hacer el sumatorio vectorial fase por fase, el valor diferencial que obtendrán será nulo o casi nulo si tenemos en cuenta los errores de medida y comunicación y la intensidad capacitiva a tierra.

En el caso de falta externa a la línea, circulará una intensidad muy elevada en ambos extremos, por lo que la suma vectorial será casi cero ya que la intensidad atraviesa la línea cruzando ambos extremos.

Si la falta es en la misma línea recorrerán altas intensidades por ambos extremos pero el valor de cada una dependerá de la potencia de cortocircuito por cada lado del sistema, lo que indica que la suma vectorial de las intensidades no estará cerca

del cero, si no que será elevada ya que ambas intensidades tienen el mismo sentido hacia dentro de la línea.

En esta situación cada una de las protecciones dará la orden de cierre del interruptor y mandará aviso a su homóloga para que actúe igual, por lo que nos aseguramos que aunque una de ellas falle en la medida recibirá el aviso de la otra.



3.6.3. Criterios de ajuste

Ahora se fijarán unos criterios de ajuste a aplicar en esta protección:

- Conviene que los TI sean de la misma relación y de la misma clase. Para evitar errores de medida que influyan en la intensidad diferencial.
- Si el relé lleva la opción de frenado de corriente circulante, debe ajustarse al 50%, así garantizamos que no nos influyan los errores de medida y saturación.
- Intensidad de actuación: deberá ajustarse a un valor del orden de 1 A secundario, siempre y cuando este valor supere en mucho la intensidad capacitiva de la línea.

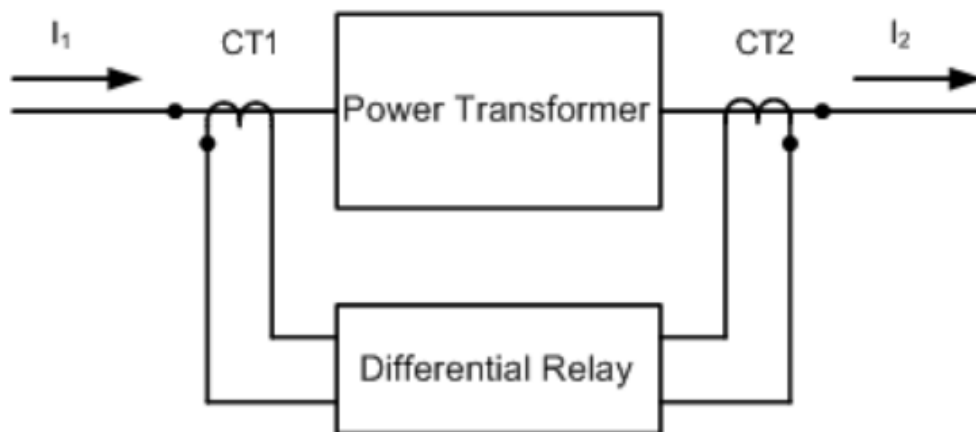
3.7.Diferencial transformador (87T)

3.7.1. Función

Es la protección secundaria que junto con la de "Buchholz" nos indican expresamente que la falta esta dentro del transformador de potencia. Si ambas dan alarma, lo más probable será que tengamos que cambiar el Trafo.

Como ya sabemos, toda la potencia que entra en un transformador de potencia, es igual a la que sale independientemente del número de devanados que haya, teniendo en cuenta las pérdidas de potencia internas (pérdidas en el cobre y en el hierro").

Por lo tanto la protección deberá ser capaz de sumar las intensidades de todos los devanados y detectar la falta en el Trafo en el caso de que la diferencial no sea nula y así, abrir los devanados.



La protección diferencial no solo se ciñe al transformador, si no que cubre también la zona comprendida entre los TI's. Por lo tanto quedan protegidos todos los equipos que están entre ellos como el regulador de tensión, autoválvulas,...

3.7.2. Descripción

En nuestro caso tenemos dos devanados en el transformador, por lo que habrá que hacer la suma vectorial de las intensidades.

Como a la protección entran corrientes primarias y secundarias, éstas tenemos que convertirlas para que sean iguales en

condiciones normales de funcionamiento del transformador, por eso hay que tener en cuenta que los devanados son de diferentes tensiones y que los TI's tienen diferente relación de transformación. Se ajustará para que a potencia nominal tengamos 5 A.

En este caso tenemos las siguientes características:

Potencia del transformador: 20 MVA

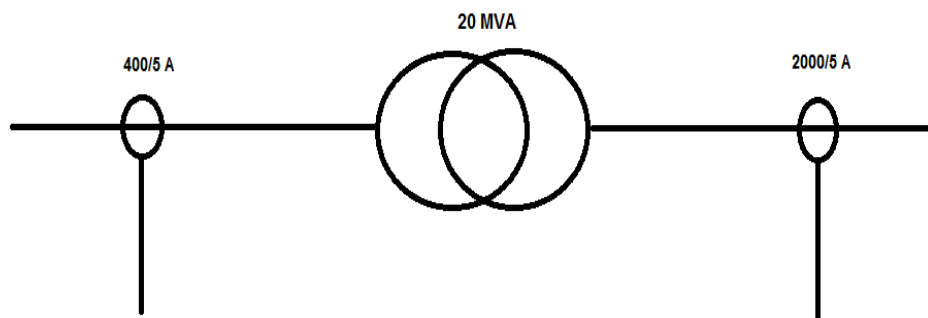
Tensiones: 132/15 kV

Relación TI primario: 400/5 A

Relación TI secundario: 2000/5 A

En el devanado de AT o primario del transformador de potencia, la intensidad que recorre el devanado primario del TI es de $I_{np} = 109,346$ A, entonces tendremos en el secundario tendremos $I'_{np} = 1,37$ A, para tener 5 A en condiciones nominales debemos multiplicar por 3,66.

En el caso del devanado secundario o de MT del Trafo de potencia será, $I_{ns} = 962,25$ A y $I'_{ns} = 2,4$ A, por lo que el multiplicador en este devanado será de 2,08.



3.7.3. Criterios de ajuste

Debemos tener en cuenta una serie de conceptos para ajustar correctamente esta protección:

- a) Intensidad de primario
- b) Intensidad de secundario
- c) Grupo de conexión
- d) Filtrado 2º armónico
- e) Filtrado 5º armónico

- f) Grado de sensibilidad
- g) Tiempo de actuación

3.8.Reenganchador (79)

3.8.1. Función

El reenganchador podría no considerarse una protección ya que su función está más relacionada con la de un automatismo.

Su función es la de emitir la orden de volver a cerrar los interruptores tras actuar las protecciones, haciendo que la instalación retome su actividad en caso de que no perdure la falta.

Actualmente el reenganchador es una función que se incorpora a la mayoría de los relés digitales como automatismo de reconexión.

3.8.2. Descripción

El reenganchador será activado por la función de protección a la que está asociado, el cual tras un tiempo y si el interruptor está abierto, mandará la orden de cierre.

Según el programa de reenganche estará preparado para realizar varios reenganches, pero si tras ellos la protección sigue actuando, entonces se producirá un bloqueo durante un tiempo de seguridad del orden de 30 – 60 segundos, después el sistema volverá a su estado normal.

La coordinación protección-reenganchador-interruptor debe ser perfecta para un correcto funcionamiento.

3.8.3. Criterios de ajuste

Actualmente se sigue manteniendo reenganche en líneas aéreas en un porcentaje superior al 50% de su recorrido para minimizar el hueco de tensión. No se reengancha nunca en cables subterráneos, transformadores de potencia, condensadores, líneas dedicadas a clientes,...

Los ajustes los ajustes más comunes:

- a) *Número de reenganches por ciclo*: numero de cierres en el mismo ciclo de disparo-cierre-disparo-ect.

- b) *Tiempo 1º reenganche*: suele estar entre 1 segundo y 3 segundos.
- c) *Tiempo 2º,3º,Xº reenganche*: entre 3 y 30 segundos.
- d) *Tiempo de bloqueo*: tiempo de inactividad del reenganchador, entre 30 segundos y varios minutos.
- e) *Tiempo de espera*: tiempo utilizado por el reenganchador para saber si el ciclo ha terminado o no. Si la protección no vuelve a actuar después de un reenganche durante este tiempo de espera, el reenganchador entenderá que ha dado por finalizado el ciclo y se iniciará el contador para el primer reenganche.

Anexo 4

CATÁLOGO



Celdas de distribución primaria
221



CBGS-0

Celdas blindadas con aislamiento en SF6
24/36kV - 1250/1600/2000A - 25/31,5kA

En línea con las necesidades de nuestros clientes

En un sector, tan exigente como es el energético, es necesaria la máxima colaboración entre todos los que formamos parte de él, sumando esfuerzos que estén claramente orientados hacia la consecución de un servicio óptimo para los clientes y usuarios finales.

Un principio para el que en MESA tenemos establecidas políticas de colaboración permanentes con las principales compañías eléctricas, con los fabricantes de aerogeneradores más relevantes, con las principales empresas instaladoras, ingenierías y usuarios finales de forma que las necesidades y requerimientos de nuestros clientes puedan ser desarrollados e implementados en nuestros productos.

Integrada dentro del grupo Schneider Electric, MESA fue fundada en 1947. Actualmente, cuenta con unas instalaciones de más de 20.000 m², con las últimas tecnologías en materia de eficiencia energética, en las que se incluyen un centro de I+D+i y un laboratorio de potencia para ensayos propios.

Cuenta con certificaciones y homologaciones emitidas por organismos y laboratorios oficiales, tanto locales como internacionales, entre los que se encuentran aseguramiento de la calidad ISO-9001, gestión medioambiental ISO-14001 y sistemas de gestión de salud y seguridad laboral OHSAS-18001.

Sólo así es posible aportar soluciones innovadoras en media y alta tensión en más de 100 países.



Índice

Presentación general

Presentación	4
Descripción básica	5
Unidades funcionales	7

Unidades funcionales

Protección de transformador	8
Protección de línea	9
Acoplamiento-Remonte	10
Celda de unión / seccionador	11
Interruptor-seccionador	12
Servicios auxiliares	13

Supervisión y control

Transformadores de Intensidad	14
Transformadores de Tensión	15

Aparamenta

Seccionador de 3 posiciones	16
Interruptor-seccionador	17
Interruptor-seccionador con fusibles	18
Interruptor Automático	20
Interruptor Automático. Mecanismos operativos	21
Embarrado general	24

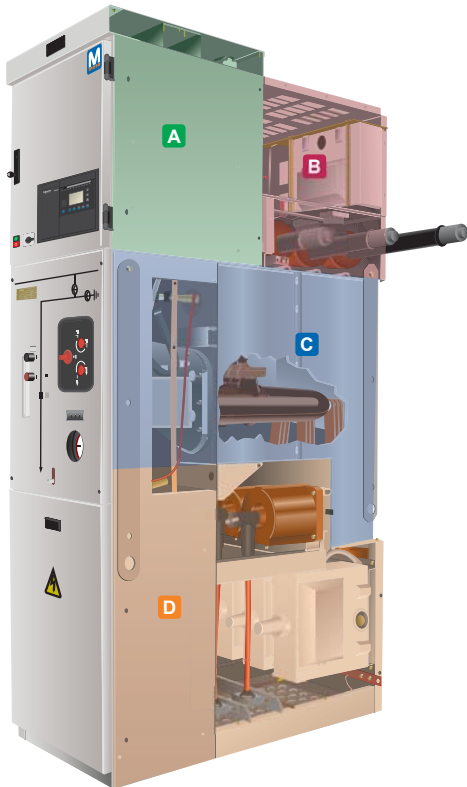
Instalación

Cables de potencia	25
Esquema orientativo de subestación de 2000A	28
Obra civil	29

CBGS-0

Presentación general

Presentación



- A. Cajón Baja Tensión
- B. Embarrado
- C. Cuba SF6
- D. Cables de potencia

Cada conjunto CBGS-0 está constituido por varias unidades funcionales (celdas) ensambladas entre sí.

Cada unidad funcional por su parte, contiene todos los elementos necesarios para cumplir su función.

La interconexión entre las diferentes celdas (unidades funcionales) se realiza por medio del embarrado con aislamiento sólido apantallado, el cual se encuentra fuera de la cuba de SF6.

La calidad de la puesta a tierra de todos los compartimientos metálicos de la celda, queda asegurada mediante la conexión de la barra de tierra de cada compartimiento, al embarrado general colector de tierras de la celda.

Las bandejas para el paso de los cables de interconexión en Baja Tensión están situadas en la parte superior de la celda, sobre el compartimiento de Baja Tensión.

La celda

Cada celda está compuesta exteriormente por un conjunto de paneles (RAL 9002), chapas y bastidor metálico, todos ellos puestos a tierra.

Se compone de cuatro compartimientos independientes.

El compartimiento (cajón) de Baja Tensión, separado de la zona de Media Tensión, está situado en la parte superior delantera de la celda y contiene opcionalmente los relés tipo Sepam (otros modelos consultar) y el resto de los elementos auxiliares de protección y control en Baja Tensión.

El embarrado principal, que utiliza aislamiento sólido y apantallado puesto a tierra, está situado en la parte superior trasera de la celda, fuera del compartimiento de SF6.

En este compartimiento, también pueden ir instalados opcionalmente, transformadores de medida:

- Transformadores de Tensión enchufables (opcional).
- Transformadores toroidales de intensidad (opcional).

Esta posibilidad evita la necesidad de celdas específicas de medida.

El compartimiento (cuba de SF6) conteniendo la aparamenta de corte y/o maniobra, esta situado en la parte central de la celda y a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas.

Este es el único compartimiento (sellado de por vida) de la celda, que utiliza gas SF6 como medio de aislamiento y en su interior se encuentran uno o varios de los siguientes elementos:

- Seccionador de tres posiciones.
- Embarrado interior y conexiones.
- Interruptor Automático.
- Interruptor-seccionador.
- Interruptor-seccionador asociado con fusibles.

El compartimiento de conexión de cables de entrada/salida en Media Tensión, está situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona frontal y contiene:

- Pasatapas para conexión de los terminales de los cables de Media Tensión.
- Bridas para sujeción individual de cada cable de potencia.
- Transformadores toroidales de intensidad sobre los pasatapas (opción).
- Transformadores de Tensión enchufables mediante cables de Media Tensión (opción).
- Facilidades para la realización de la prueba de aislamiento de cables Media Tensión, sencilla y segura.



AENOR



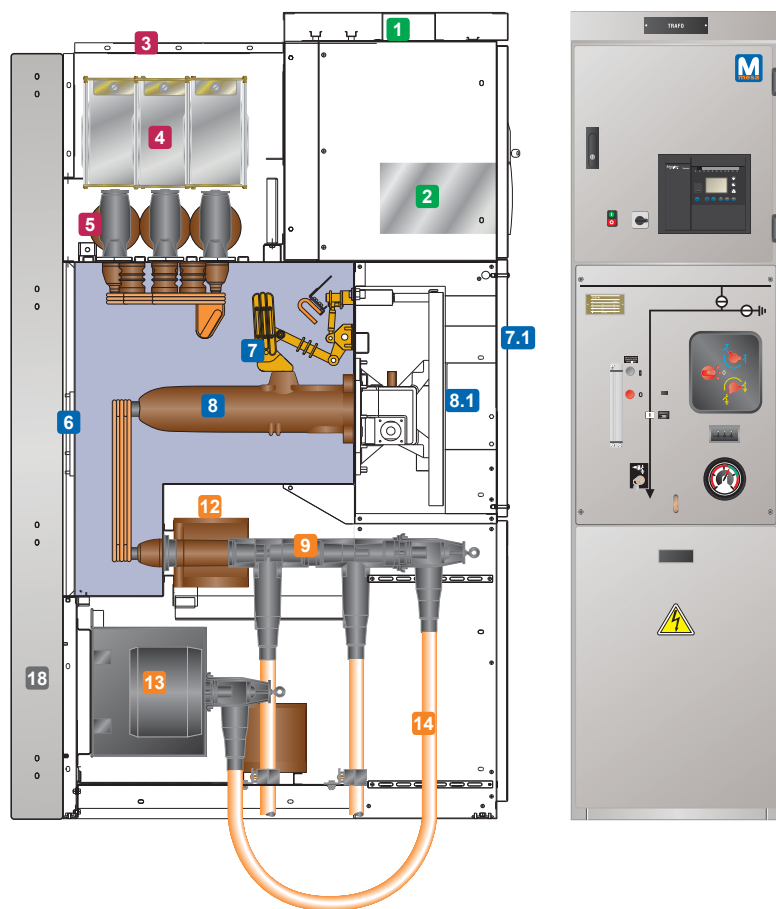
Gestión
Ambiental

CGM-97/037

Medio ambiente

Las celdas CBGS-0 han sido concebidas en el cuidado del medio ambiente: los materiales utilizados están identificados, siendo fácilmente separables y reciclables. Además, el SF6 puede ser recuperado y, después de tratamiento adecuado, ser reutilizado.

El sistema de gestión medioambiental adoptado por MESA está certificado conforme a los requerimientos establecidos en la norma ISO 14001 "RoHS Compliant".



Cajón de Baja Tensión:

1. Bandeja para cables de Baja Tensión.
2. Relés de protección y control (opcional).

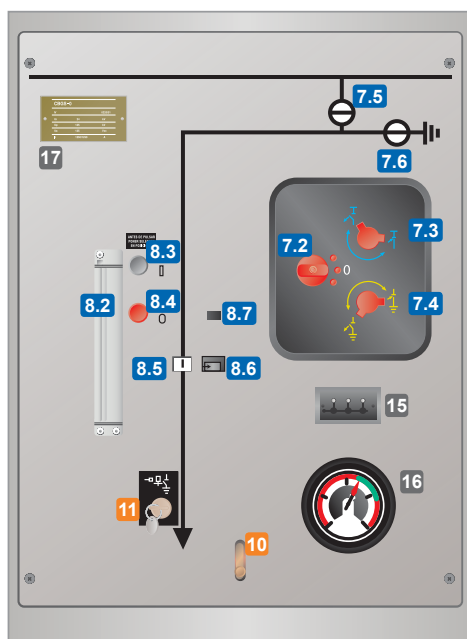
Embarrado general enchufable, con aislamiento sólido unipolar y pantalla exterior puesta a tierra:

3. Cerramiento del compartimiento de barras generales.
4. Transformadores de Tensión (opcional) enchufables en las barras generales.
5. Transformadores toroidales de Intensidad (opcionales) en las barras generales.

Cuba metálica (2,5 mm Inox.) llena de SF6, sellada de por vida:

6. Clapeta de expulsión de gases.
7. Seccionador de tres posiciones:
 - 7.1. Mando del seccionador.
 - 7.2. Selector del mando del seccionador.
- Puntos de accionamientos por palanca:
 - 7.3. Seccionador: abierto-cerrado.
 - 7.4. Seccionador de tierra: abierto-cerrado.
- Indicadores del seccionador de 3 posiciones:
 - 7.5. Indicador seccionador: abierto-cerrado.
 - 7.6. Indicador del seccionador de tierra: abierto-cerrado.
8. Interruptor Automático:
 - 8.1. Mando del Interruptor Automático.
 - 8.2. Puntos de accionamiento por palanca de carga manual de muelles.
- Pulsadores de cierre y apertura:
 - 8.3. Pulsador de cierre.
 - 8.4. Pulsador de apertura.
- Indicadores mecánicos:
 - 8.5. Posición: abierto-cerrado.
 - 8.6. Carga de muelles.
 - 8.7. Contador de maniobras.

Detalle del panel frontal de mecanismos y sinóptico



Compartimiento cables de potencia:

9. Conectores de cables de potencia.
10. Pestillo de apertura-cierre de la puerta del compartimiento de cables de potencia.
11. Cerradura de bloqueo puesta a tierra cables (opcional).
12. Transformadores de Intensidad (opcionales).
13. Transformadores de Tensión (opcionales).
14. Cables de conexión en Media Tensión para los transformadores de tensión (opcionales).
15. Indicadores capacitivos de presencia de tensión en cada fase.
16. Manómetro indicador de la presión de SF6 en el interior de la cuba.
17. Placa de características.
18. Canal de evacuación de gases (opcional).

Normas

IEC 62271-1

Cláusulas comunes a las normas aplicables a la aparata de Alta Tensión.

IEC 62271-100

Interruptores automáticos de corriente alterna para AT.

IEC 62271-200

Aparata bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV.

IEC 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna para Alta Tensión.

IEC 62271-103

Interruptores de Alta Tensión - Parte 1: interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores a 52kV.

IEC 62271-105

Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

IEC 60044-1

Transformadores de Intensidad.

IEC 60044-2

Transformadores de Tensión.

ANSI

Solución CBGS-0 de acuerdo a normativa ANSI (a consultar).



Tensión nominal (kV)		24 ⁽⁴⁾	36 ⁽⁴⁾
Nivel de aislamiento (kV)	A frecuencia industrial, 50 Hz (KV eficaces)	50	70
	A onda de choque tipo rayo (kV cresta)	125	170
Intensidad nominal (A)	Embarrado	...2000	
	Derivaciones	630	
		1250	
		1600	
		2000	
Intensidad nominal de corte (kA)		25/31,5	
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta)		63/80	
Intensidad nominal de corta duración (kA/s)		Max 25/3-31,5/3	
Resistencia frente a arcos internos IAC AFL-AFLR (kA/1s)		25/31,5	
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)		0,30	
Grado de protección	Compartimentos de AT	IP65	
	Compartimento de BT	IP3X-IP41	

La aparata bajo envolvente metálica puede presentar diferentes posibilidades de acceso en las distintas caras de la envolvente de acuerdo a la clasificación de resistencia a arcos internos. A efectos de identificación de las diferentes caras, se utilizará el siguiente código (con arreglo a la norma IEC 62271-200).

A: acceso restringido a personal autorizado

F: acceso a cara frontal

L: acceso a cara lateral

R: acceso a cara posterior

Condiciones de funcionamiento

Condiciones normales de funcionamiento ⁽¹⁾, con arreglo a la IEC 62271-1 para aparata en interiores:

- **Temperatura ambiente:**
 - Inferior o igual a 40 °C.
 - Inferior o igual a 35 °C de media a lo largo de 24 horas.
 - Superior o igual a -5 °C.
- **Vibraciones:** ausencia de vibraciones por causas externas a la propia celda ⁽²⁾.
- **Altitud:**
 - Inferior a 1000 m sobre el nivel del mar ⁽³⁾.
- **Atmósfera:**
 - Sin polvo, humo, gas y vapor corrosivo o inflamable, sal, etc. (aire industrial limpio).
- **Humedad:**
 - Humedad relativa media en un período de 24 horas: 95%.
 - Humedad relativa media en un período de 1 mes: 90%.
 - Presión del vapor media en un período de 24 horas: 2,2 kPa.
 - Presión del vapor media en un período de 1 mes: 1,8 kPa.

Condiciones específicas de funcionamiento (consúltenos)

CBGS-0 ha sido desarrollado para cumplir las siguientes condiciones específicas:

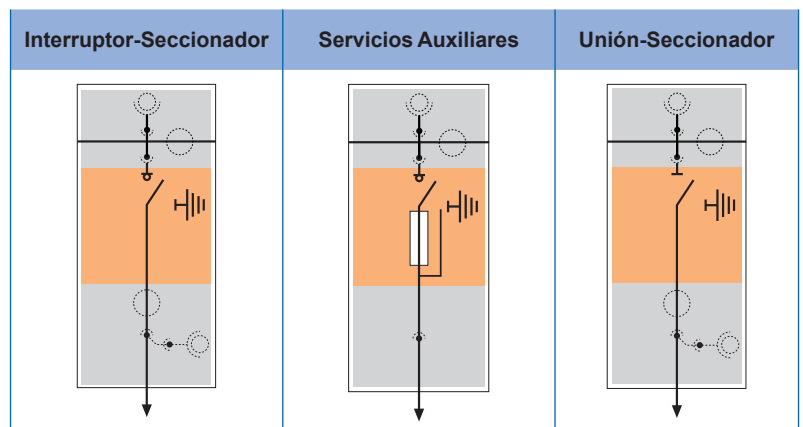
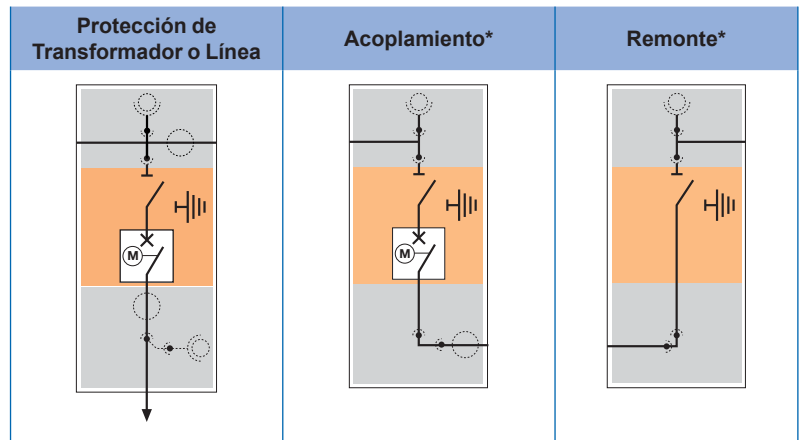
- Temperaturas extremas de funcionamiento.
- Atmósferas corrosivas.
- Altitud superior a 1000 m.s.n.m.

⁽¹⁾ Para otras condiciones, por favor consultar a MESA.

⁽²⁾ Para celdas con ensayo sísmico, por favor consultar a MESA.

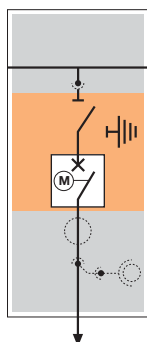
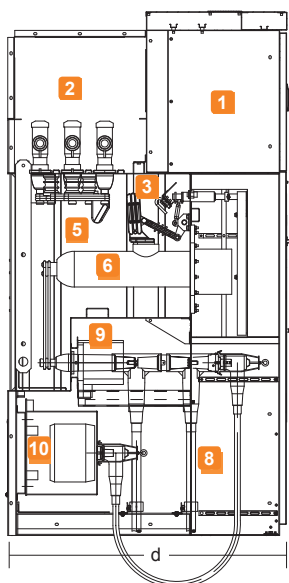
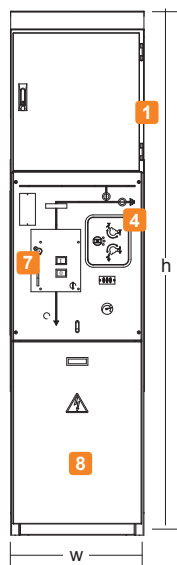
⁽³⁾ Para altitudes superiores, por favor consultar a MESA.

⁽⁴⁾ Hasta 27kV / 38kV (ANSI / IEEE).



* Dos opciones: conexión por barra o conexión por cable.





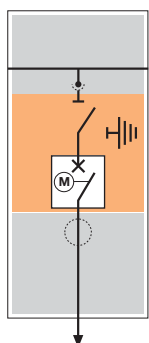
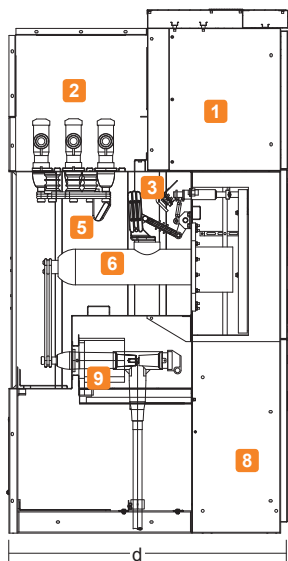
1. Cajón de Baja Tensión.
2. Sistema general de barras colectoras (Pág. 24).
3. Seccionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesto a tierra) (Pág. 16).
4. Mando del seccionador (Pág. 16).
5. Cuba metálica llena de SF6.
6. Interruptor Automático (Pág. 20).
7. Mando del Interruptor Automático (Pág. 21).
8. Compartimento de cables de potencia (Pág. 25).
9. Transformadores de Intensidad (opcional) (Pág. 14).
10. Transformadores de Tensión (opcional) (Pág. 15).

			IX-S			
Tensión nominal	kV		12	17,5	24	36
Nivel de aislamiento nominal	kV rms - 1 min		28	38	50	70
	kV impulso 1,2/50 μ s		75	95	125	170
Intensidad nominal (barras)	A	1250	■	■	■	■
		1600	□	□	□	□
		2000	□	□	□	□
Intensidad nominal (derivaciones)	A	630	■	■	■	■
		1250	□	□	□	□
		1600	□	□	□	□ ⁽³⁾
		2000	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾
Capacidad de interrupción	kA		25/31,5			
Corr. corta duración admisible	kA rms 3 s		25/31,5			
(w) Ancho	mm		600			
(h) Altura ⁽¹⁾	mm		2350			
(d) Profundidad ⁽²⁾	mm		1250			
Peso aproximado	Kg		650			
Peso aproximado 2000A	Kg		1250			

⁽¹⁾ 2500 mm con Transformadores de Tensión para barras de 2000A.

⁽²⁾ 1400 mm para la opción con protección de arco interno.

⁽³⁾ 1200 mm de ancho.



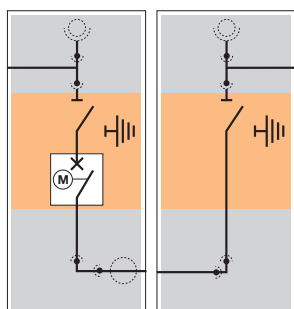
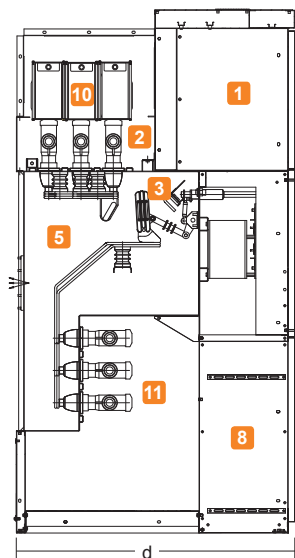
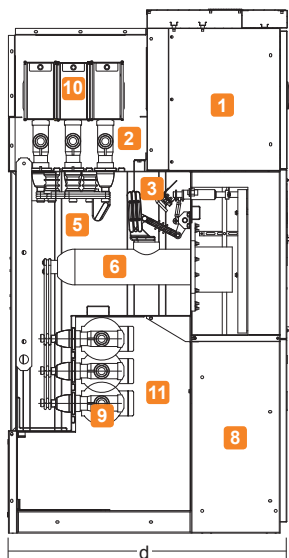
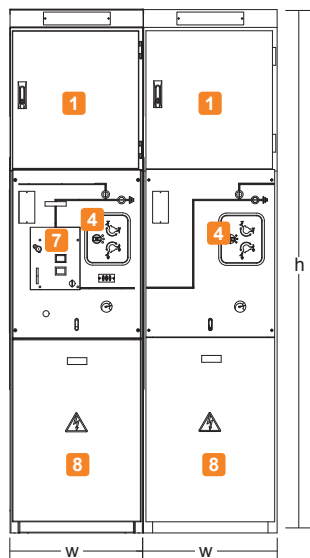
1. Cajón de Baja Tensión.
2. Sistema general de barras colectoras (Pág. 24).
3. Seccionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesto a tierra) (Pág. 16).
4. Mando del seccionador (Pág. 16).
5. Cuba metálica llena de SF6.
6. Interruptor Automático (Pág. 20).
7. Mando del Interruptor Automático (Pág. 21).
8. Compartimento de cables de potencia (Pág. 25).
9. Transformadores de Intensidad (opcional) (Pág. 14).

			IX-S			
Tensión nominal	kV		12	17,5	24	36
Nivel de aislamiento nominal	kV rms - 1 min		28	38	50	70
		kV impulso 1,2/50 μ s	75	95	125	170
Intensidad nominal (barras)	A	1250	■	■	■	■
		1600	□	□	□	□
		2000	□	□	□	□
Intensidad nominal (derivaciones)	A	630	■	■	■	■
		1250	□	□	□	□
		1600	□	□	□	□ ⁽³⁾
		2000	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾
Capacidad de interrupción	kA		25/31,5			
Corr. corta duración admisible	kA rms 3 s		25/31,5			
(w) Ancho	mm		600			
(h) Altura ⁽¹⁾	mm		2350			
(d) Profundidad ⁽²⁾	mm		1250			
Peso aproximado	Kg		650			

⁽¹⁾ 2500 mm con Transformadores de Tensión para barras de 2000A.

⁽²⁾ 1400 mm para la opción con protección de arco interno.

⁽³⁾ 1200 mm de ancho.



1. Cajón de Baja Tensión.
2. Sistema general de barras colectoras (Pág. 24).
3. Seccionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesto a tierra) (Pág. 16).
4. Mando del seccionador (Pág. 16).
5. Cuba metálica llena de SF6.
6. Interruptor Automático (Pág. 20).
7. Mando del Interruptor Automático (Pág. 21).
8. Compartimento de embarrado de potencia (Pág. 24).
9. Transformadores de Intensidad (opcional) (Pág. 14).
10. Transformadores de Tensión (opcional) (Pág. 15).
11. Sistema de barras colectoras inferior (Pág. 24).

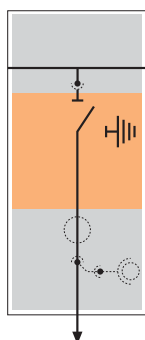
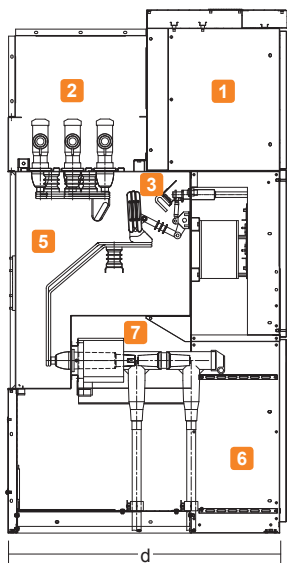
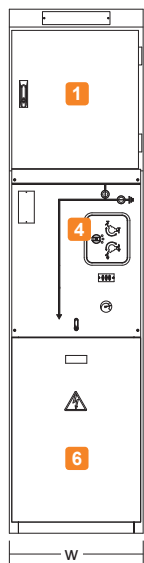
		BR			
Tensión nominal	kV	12	17,5	24	36
Nivel de aislamiento nominal	kV rms - 1 min	28	38	50	70
	kV impulso 1,2/50 μ s	75	95	125	170
Intensidad nominal (barras)	A	1250	■	■	■
		1600	□	□	□
		2000	□	□	□
Intensidad nominal (derivaciones)	A	630	■	■	■
		1250	□	□	□
		1600	□	□	□ ⁽³⁾
		2000	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾
Capacidad de interrupción	kA	25/31,5			
Corr. corta duración admisible	kA rms 3 s	25/31,5			
(w) Ancho	mm	600			
(h) Altura ⁽¹⁾	mm	2350			
(d) Profundidad ⁽²⁾	mm	1250			
Peso aproximado	Kg	650			
Peso aproximado 2000A	Kg	450			

⁽¹⁾ 2500 mm con Transformadores de Tensión para barras de 2000A.

⁽²⁾ 1400 mm para la opción con protección de arco interno.

⁽³⁾ 1200 mm de ancho.

Función acoplamiento remonte mediante cable de potencia (opcional)



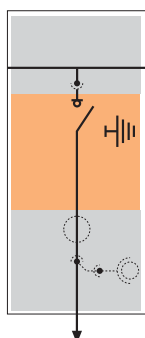
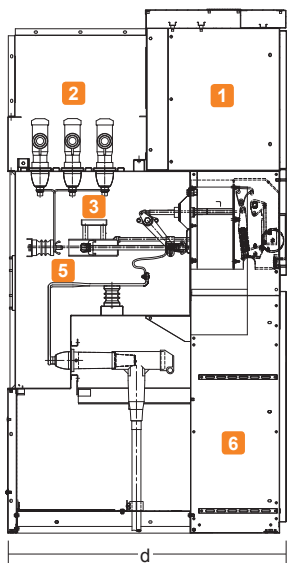
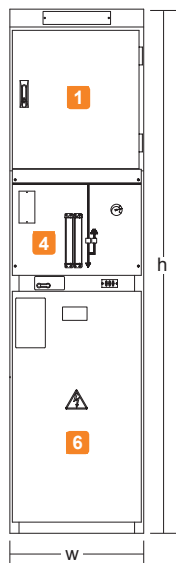
1. Cajón de Baja Tensión.
2. Sistema general de barras colectoras (Pág. 24).
3. Seccionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesto a tierra) (Pág. 16).
4. Mando del seccionador (Pág. 16).
5. Cuba metálica llena de SF6.
6. Compartimento de cables de potencia (Pág. 25).
7. Transformadores de Intensidad (opcional) (Pág. 14).

		BR			
Tensión nominal	kV	12	17,5	24	36
Nivel de aislamiento nominal	kV rms - 1 min	28	38	50	70
	kV impulso 1,2/50 μ s	75	95	125	170
Intensidad nominal (barras)	A	1250	■	■	■
		1600	□	□	□
		2000	□	□	□
Intensidad nominal (derivaciones)	A	630	■	■	■
		1250	□	□	□
		1600	□	□	□ ⁽³⁾
		2000	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾	□ ⁽³⁾
Corr. corta duración admisible	kA rms 3 s	25/31,5			
(w) Ancho	mm	600			
(h) Altura ⁽¹⁾	mm	2350			
(d) Profundidad ⁽²⁾	mm	1250			
Peso aproximado	Kg	450			
Peso aproximado 2000A	Kg	800			

⁽¹⁾ 2500 mm con Transformadores de Tensión para barras de 2000A.

⁽²⁾ 1400 mm para la opción con protección de arco interno.

⁽³⁾ 1200 mm de ancho.



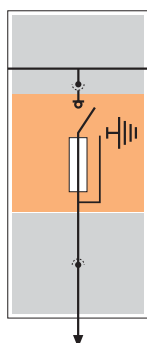
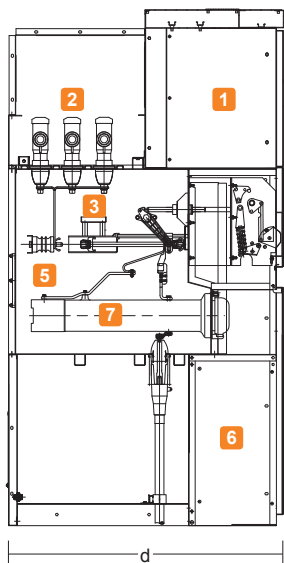
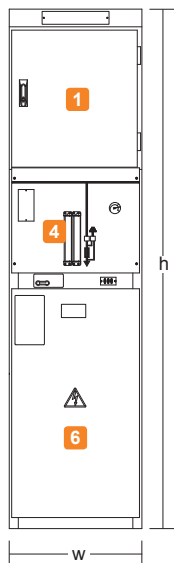
1. Cajón de Baja Tensión.
2. Sistema general de barras colectoras (Pág. 24).
3. Interruptor-Sectionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesto a tierra) (Pág. 17).
4. Mando del interruptor- seccionador (Pág. 17).
5. Cuba metálica llena de SF6.
6. Compartimento de cables de potencia (Pág. 25).

			BM-S			
Tensión nominal	kV		12	17,5	24	36
Nivel de aislamiento nominal	kV rms - 1 min		28	38	50	70
	kV impulso 1,2/50 μ s		75	95	125	170
Intensidad nominal (barras)	A	1250	■	■	■	■
		1600	□	□	□	□
		2000	□	□	□	□
Intensidad nominal (derivaciones)	A	630	■	■	■	■
Capacidad de interrupción	kA		630			
Corr. corta duración admisible ⁽³⁾	kA r ms 1 s		25			
(w) Ancho	mm		600			
(h) Altura ⁽¹⁾	mm		2350			
(d) Profundidad ⁽²⁾	mm		1250			
Peso aproximado	kg		450			

⁽¹⁾ 2500 mm con Transformadores de Tensión para barras de 2000A.

⁽²⁾ 1400 mm para la opción con protección de arco interno.

⁽³⁾ Intensidad de pico 50kA.



1. Cajón de Baja Tensión.
2. Sistema general de barras colectoras (Pág. 24).
3. Interruptor-Sectionador de tres posiciones (Cerrado-Abierto-Puesto a tierra) (Pág. 17).
4. Mando del interruptor-seccionador (Pág. 17).
5. Cuba metálica llena de SF6.
6. Compartimento de cables de potencia (Pág. 25).
7. Portafusibles (Pág. 18).

		AS-S			
Tensión nominal	kV	12	17,5	24	36
Nivel de aislamiento nominal	kV rms - 1 min	28	38	50	70
	kV impulso 1,2/50 μ s	75	95	125	170
Intensidad nominal (barras)	A	1250	■	■	■
		1600	□	□	□
		2000	□	□	□
Intensidad nominal (derivaciones)	A	Limitado por fusible (ver Pág. 19)			
Capacidad de interrupción	kA	Limitado por fusible			
Corr. corta duración admisible	kA rms 3 s	Limitado por fusible			
(w) Ancho	mm	600			
(h) Altura ⁽¹⁾	mm	2350			
(d) Profundidad ⁽²⁾	mm	1250			
Peso aproximado	kg	550			

⁽¹⁾ 2500 mm con Transformadores de Tensión para barras de 2000A.

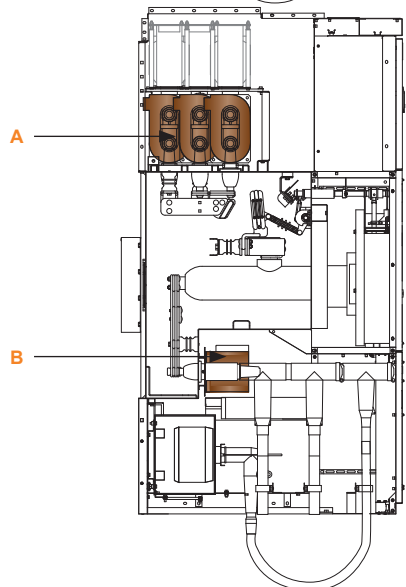
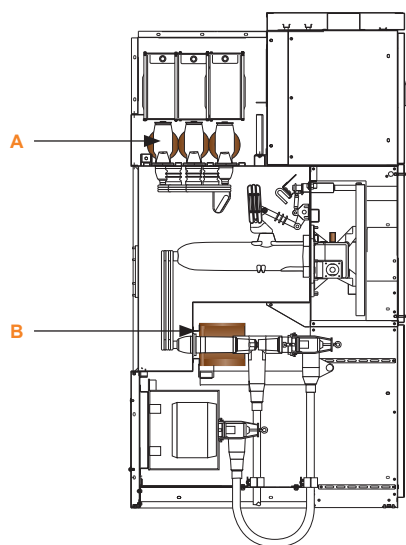
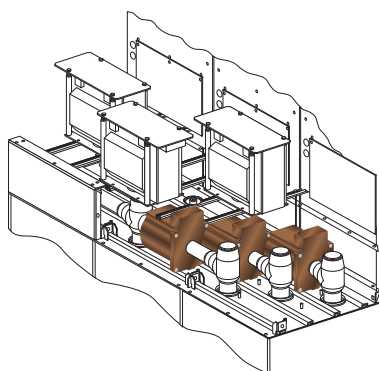
⁽²⁾ 1400 mm para la opción con protección de arco interno.



Transformador de Intensidad toroidal



Transformador de Intensidad toroidal de Baja Potencia



CBGS-0 dispone de diversas opciones para Transformadores de Intensidad que varían en función del tipo de cubículo, de la aplicación y de las necesidades del cliente.

Tipo toroidal (aguas arriba y aguas abajo)

- Fuera de la atmósfera de SF6.
- Libre de estrés dieléctrico.
- Conforme a IEC 60044-1 ⁽¹⁾.

Tabla de características			
Intensidades térmicas	Permanente (valor máximo)	1,2 x In	
Intensidades nominales (A)	Primario	25A a 2000	
	Secundario	1 y 5	
Posibilidad de conmutación en el secundario (A)	Desde	25-50	
	Hasta	1000-2000	
Datos del núcleo dependientes de la In. primario		N. medida	N. protección
(máximo 3 núcleos)	Potencia (VA)	2,5 a 25	0,5 a 30
	Clase	0,2 a 1	5 ó 10
	Factor de sobreintensidad	FS5	P10 a P30
Dimensiones Tipo A (mm)	Diámetro interior	Min: 60 - Min: 205	
	Altura útil máxima	Min: 130 - Max: 225	
Dimensiones Tipo B (mm)	Altura	435	
	Anchura	420	
	Profundidad	190	
Temperatura ambiente de funcionamiento (°C)		-5 / +40	
Clase de aislamiento		E	

Tipo toroidal de baja potencia

Razones para desarrollar estas aplicaciones:

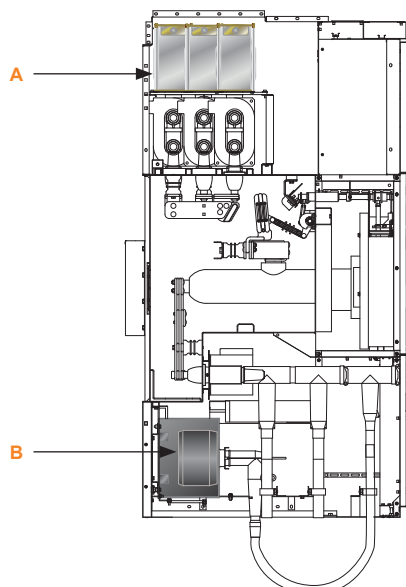
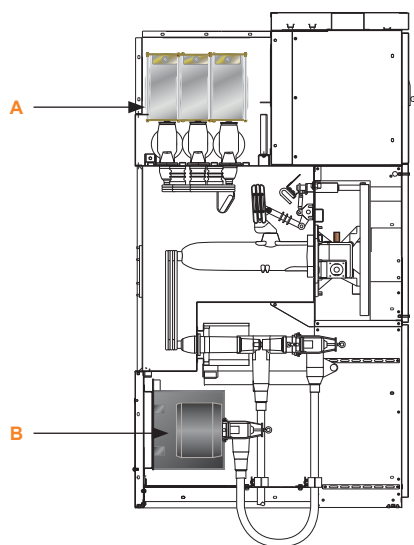
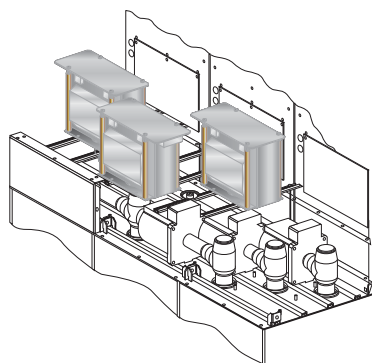
- Evitar el uso de potencias de precisión elevadas (innecesarias para relés electrónicos de estado real).
- Tener potencias de precisión y precisiones de clases combinadas (medición+protección).
- Los relés electrónicos suelen disponer de 1 entrada de transformador de intensidad tanto para la medición como para la protección.
 - Primario no conectado → Sin esfuerzo térmico
 - Baja Tensión → Sin rigidez dieléctrica
 - Conforme a IEC 60044-1 ⁽¹⁾.

Tensión nominal	Tensión nominal N.C. (Baja Tensión)
Posibles relaciones	2 x intensidad primaria ⁽²⁾
	1 x intensidad secundaria ⁽²⁾
Potencias de precisión (VA)	0,5
Precisiones	Cl 1/5P20 (combinadas)
	Cl 0,5/5P20 (combinadas para varios casos)
Relaciones (A)	100
	150
	600
	200-400
	250-500
	300-600
	400-800
	500-1000

Todos los transformadores serán de conexión "aguas arriba" por encima del cable. La conexión "aguas abajo" será opcional para un segundo juego.

⁽¹⁾ Otras normas: ANSI, AS, BS, NBR... (a consultar).

⁽²⁾ Número de núcleos en función de las necesidades del cliente.



Estos transformadores suministran energía a:

- Dispositivos de medición y supervisión;
- Relés o dispositivos de protección;

Características generales

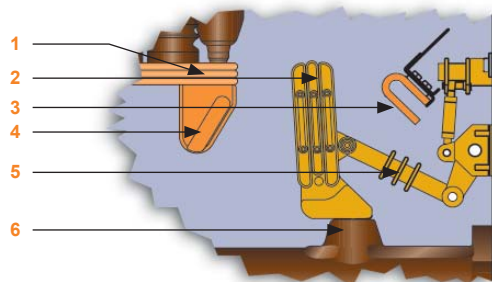
- Principio inductivo
- Arquitectura:
 - Conectables directamente a barras (tipo A)
 - Conexión a través de cable (tipo B)
- Pueden tocarse con seguridad gracias a la envolvente metálica blindada conectada a tierra.
- Encapsulados en resina
- Con arreglo a las normas IEC 60044-2 ⁽¹⁾.

	A	B
Tensión normal (U_n)	> 3,6 hasta 36/38kV	
Tensión alterna normal en el arrollamiento primario	$1,2 \times U_n$	
Factor normal de tensión ($U_n/8h$)	1,9	
Tensión en el secundario	100/ $\sqrt{3}$ V	
	110/ $\sqrt{3}$ V	
	120/ $\sqrt{3}$ V	
	100/3 V	
	110/3 V	
	120/3 V	
Límite de intensidad térmica (arrollamiento de medida)	8A	
Intensidad de larga duración normal (8h)	5A	
Potencia disponible en función de la clase de precisión	Clase 0,2	20, 25 y 30 VA
	Clase 0,5	30, 50 y 60 VA
	Clase 1	50, 60 y 100 VA

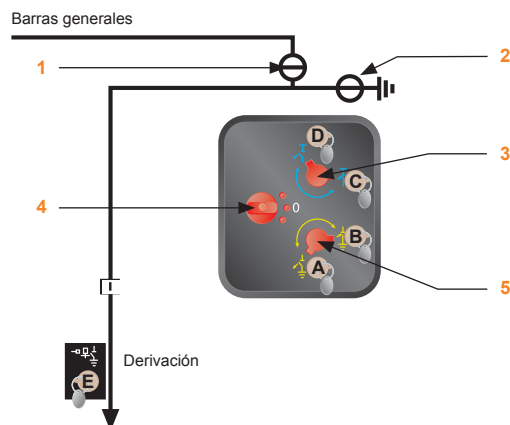
Posibilidades de montaje y tipos

- Conectables a través de cable de Media Tensión
- Conectable directamente sobre el embarrado.

⁽¹⁾ Otras normas: ANSI, AS, BS, NBR... (a consultar).



1. Barras interiores superiores
2. Dedos de contacto móviles
3. Contacto fijo "seccionador a tierra"
4. Contacto fijo "seccionador cerrado"
5. Biela de aislamiento
6. Soporte

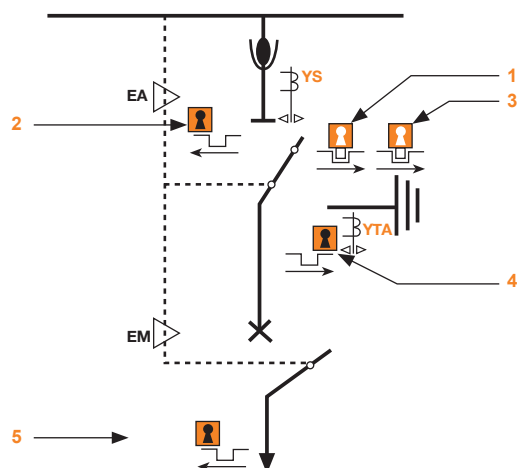


Indicadores de posición

1. Seccionador: abierto-cerrado
2. Seccionador de tierra: abierto-cerrado

Puntos de accionamiento por palanca

3. Punto de accionamiento: seccionador
4. Selector de función: Accionamiento seccionador / Neutro / Seccionador de tierra
5. Punto accionamiento seccionador de tierra



Características

El seccionador se sitúa en el interior del compartimento de la barra colectora y dispone de las siguientes 3 posiciones:

- Cerrado
- Abierto (aislado)
- Listo para conectar a tierra (conexión a tierra realizada siempre a través del Interruptor Automático).

Este dispositivo cumple con los requisitos de la norma IEC 62271-102 para seccionadores y seccionadores de puesta a tierra.

La capacidad de cierre en condiciones de cortocircuito, tanto del seccionador como del seccionador de tierra, se realiza a través del Interruptor Automático.

Intensidades nominales:

- 630A
- 1250A
- 1600A
- 2000A

Diseño compacto y dimensiones reducidas.

Punto de rotación/transmisión único para el seccionador y el seccionador de puesta a tierra.

Dispone de dos accesos diferentes ligados a las diferentes operaciones:

- 1. Abrir-cerrar a barras.
- 2. Abrir-cerrar a tierra.

Funcionamiento y enclavamientos

La operación estándar del seccionador se realiza de forma manual mediante palanca de accionamiento. Opcionalmente, está disponible el accionamiento eléctrico de seccionador.

Selección de función (maniobra admisible) mediante selector.

El diseño tipo bandera del selector, solamente permite que la palanca de accionamiento sea introducida en el punto de accionamiento correspondiente a la función seleccionada.

La palanca de accionamiento no puede ser extraída hasta que la maniobra del seccionador no haya sido totalmente finalizada.

El Interruptor Automático no puede ser cerrado, hasta después de haber puesto el selector de función en la posición neutra, que asegura el final de la maniobra.

El seccionador de 3 posiciones únicamente puede ser accionado cuando el interruptor automático se encuentra en posición abierto.

Existen otros enclavamientos especiales por cerradura y electroimán que pueden ser incluidos opcionalmente.

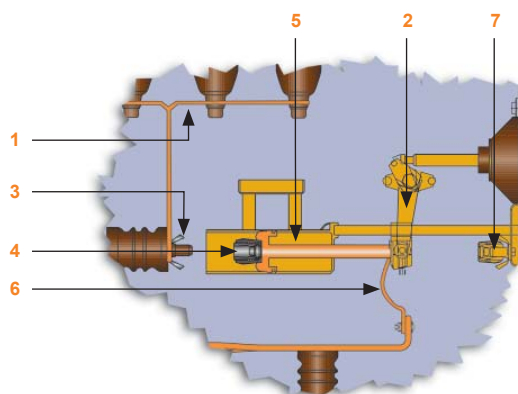
Cerraduras de bloqueo por función. Llave libre con...

1. Seccionador: abierto (A)
2. Seccionador: cerrado (B)
3. Seccionador de tierra: abierto (C)
4. Seccionador de tierra: cerrado (D)
5. Tierra de cables (E)

Electroimanes de bloqueo

YS Seccionador

YTA Seccionador de tierra



1. Barras interiores superiores
2. Transmisión
3. Contacto fijo "interruptor cerrado"
4. Contacto móvil
5. Cámara del interruptor
6. Trenza de conexión
7. Contacto fijo "puesta a tierra cerrada"

Características

La arquitectura de los interruptores-seccionadores utilizados en las celdas CBGS-0 es de tipo 3 posiciones, abierto/cerrado/puesto a tierra, que por diseño elimina la posibilidad de realizar falsas maniobras.

La técnica de corte empleada es el soplado autoneumático. Este soplado de gas SF₆ hacia la zona de separación de los contactos, se produce solamente como consecuencia, del movimiento horizontal a muy alta velocidad del contacto móvil del interruptor dentro de la cuba de gas SF₆, sin que exista aportación adicional de SF₆.

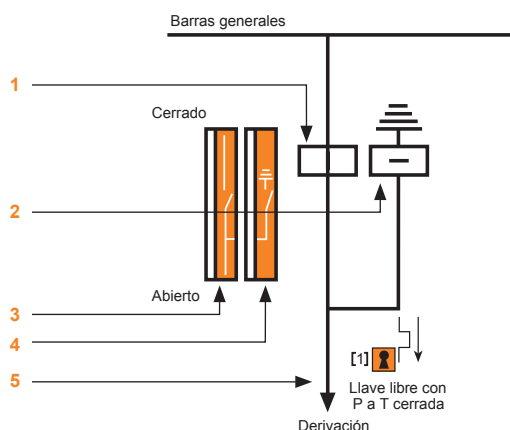
Cumple con los requerimientos de las norma IEC 62271-102 e IEC 62271-103 para los interruptores-seccionadores y seccionadores:

- **Función interruptor:**

Clase:	E3/M0
Capacidad de corte:	630A
Intensidad nominal de corta duración:	25kA/1s*
- **Función seccionador de puesta a tierra:**

Intensidad nominal de corta duración:	25kA/1s*
---------------------------------------	----------

Este tipo de interruptores-seccionadores, son motorizables opcionalmente (maniobras de abrir-cerrar).



Indicadores de posición

1. Seccionador
2. Seccionador de puesta a tierra

Puntos para accionamiento por palanca

3. Accionamiento seccionador
4. Accionamiento seccionador de puesta a tierra
5. Enclavamiento por cerradura

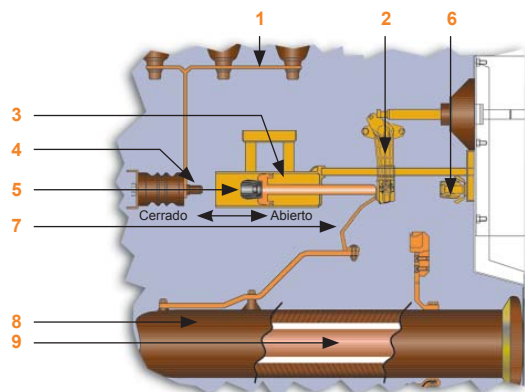
Funcionamiento y enclavamientos

Todas las maniobras de apertura y cierre (tripolar en todos los casos), pueden ser realizadas mediante palanca, siendo siempre (a excepción de en la apertura del seccionador de puesta a tierra) la velocidad de actuación independiente del operario.

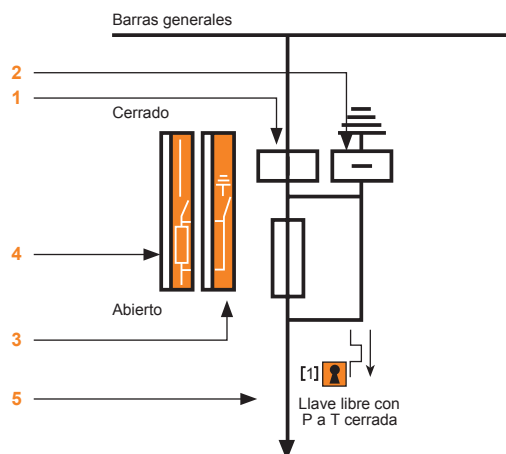
En las operaciones de apertura y cierre del interruptor-seccionador tanto a barras como a tierra, la palanca no puede ser extraída hasta la finalización de la maniobra.

El acceso a los compartimentos de cables está enclavado con la puesta a tierra del interruptor-seccionador, de manera que la tapa de este compartimiento no puede ser abierta hasta que la puesta a tierra no esté cerrada. En esta situación, además, la llave de la cerradura de enclavamiento queda liberada.

* Capacidad de cierre en cortocircuito: 50kA



1. Barras interiores superiores
2. Transmisión
3. Cámara del interruptor
4. Contacto fijo "interruptor cerrado"
5. Contacto móvil
6. Contacto fijo "puesta a tierra cerrada"
7. Trenza de conexión
8. Portafusible
9. Fusible



Indicadores de posición

1. Seccionador
2. Seccionador de puesta a tierra

Puntos para accionamiento por palanca

3. Seccionador de puesta a tierra
4. Seccionador
5. Enclavamiento por cerradura

Características y alojamiento de los fusibles

En las celdas CBGS-0, los 3 portafusibles individuales están situados dentro de la cuba de SF₆, en posición horizontal, todos a la misma altura.

Los fusibles a instalar deben cumplir con la norma IEC 62271-105. Se recomiendan los fusibles tipo CF (según normativa DIN) fabricados por MESA, debido a sus bajas pérdidas por disipación de calor.

Dado que el portafusibles, está diseñado para fusibles de 36kV, en 24kV incorpora un adaptador para fusibles de 24kV.

Para más detalles sobre el fusible a utilizar en función de la tensión de red y de la potencia del transformador a proteger, rogamos consulten la tabla de selección en la página 20.

Las celdas CBGS-0 con interruptor-seccionador y fusibles están destinadas a conectar y maniobrar Transformadores de servicios auxiliares.

Sustitución de los fusibles

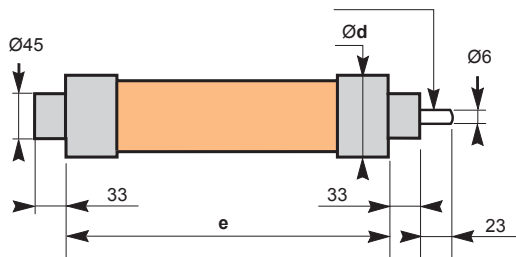
Todas las operaciones de apertura y cierre (siempre tripolares) pueden llevarse a cabo por medio de una empuñadura, si bien la velocidad siempre será independiente de la acción del operario (excepto para la apertura del seccionador de puesta a tierra).

En el caso de las operaciones de apertura y cierre del interruptor-seccionador tanto a barras como a tierra, la empuñadura de maniobra no se puede retirar hasta que haya finalizado la operación.

La posición del seccionador de puesta a tierra siempre queda enclavada con el acceso al compartimento del fusible, de tal manera que no es posible abrir la cubierta de dicho compartimento hasta que la posición de puesta a tierra esté cerrada. Asimismo, la cerradura de llave de enclavamiento opcional queda liberada en esta posición.

Como medida de precaución adicional, ambos lados del fusible están conectados a tierra.





Dimensiones de los fusibles

La clasificación de los fusibles destinados a proteger el transformador depende, entre otras cosas, de los siguientes factores.

- Tensión de servicio.
- Potencia del transformador.
- Disipación térmica del fusible.
- Tecnología del fusible (fabricante).

Se recomienda utilizar el siguiente tipo de fusible:

- Fusarc CF: conforme a las normas sobre dimensiones DIN 43.625, equipado con un percutor térmico.

Gama	Intensidad nominal (Amp)	Longitud e (mm)	Diámetro Ød (mm)	Peso (Kg)
CF-24/...	6,3-10-16-20-25	442	50,5	1,6
CF-24/...	31,5-40	442	55	2,2
CF-24/...	50-63-80	442	76	4,1
CF-24/...	100	442	86	5,3
CF-36/...	6,3-10-16-20	537	50,5	1,9
CF-36/...	25	537	55	3,1
CF-36/...	31,5-40	537	76	5,4
CF-36/...	50-63	537	86	6,5

Selección de fusibles Fusarc CF para protección de transformadores

Con arreglo a IEC 60076-5:2000:

- U_{cc} (S y 630kVA) = 4%
- U_{cc} (S > 630kVA y 1250 = 5%

Sobrecarga admisible $\leq 20\%$ y temperatura ambiente $< 40^\circ\text{C}$.

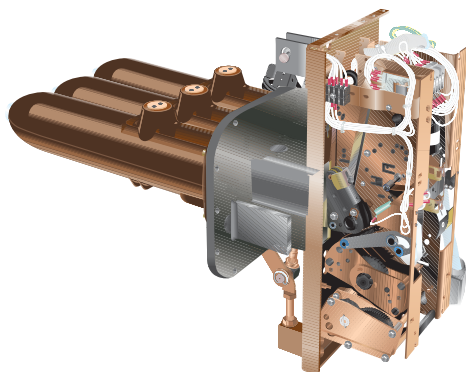
U_n (kV)	S (kVA)															
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1650
6	CF-12/6,3	CF-12/16	CF-12/25	CF-12/25	CF-12/31,5	CF-12/40	CF-12/40	CF-12/50	CF-12/63	CF-12/80 ⁽²⁾	CF-12/100 ⁽¹⁾					
6,6	CF-12/6,3	CF-12/16	CF-12/20	CF-12/25	CF-12/31,5	CF-12/31,5	CF-12/40	CF-12/50	CF-12/50	CF-12/80	CF-12/100 ⁽²⁾					
10	CF-12/6,3	CF-12/10	CF-12/16	CF-12/20	CF-12/25	CF-12/25	CF-12/31,5	CF-12/40	CF-12/40	CF-12/50	CF-12/63	CF-12/80	CF-12/100 ⁽¹⁾	CF-12/100 ⁽¹⁾		
11	CF-12/4	CF-12/10	CF-12/16	CF-12/20	CF-12/20	CF-12/25	CF-12/31,5	CF-24/31,5	CF-12/40	CF-12/50	CF-12/63	CF-12/80	CF-12/80 ⁽¹⁾	CF-12/100 ⁽²⁾		
13,2	CF-24/4	CF-24/6,3	CF-24/10	CF-24/16	CF-24/20	CF-24/25	CF-24/25	CF-24/31,5	CF-24/31,5	CF-24/40	CF-24/50	CF-24/63	CF-24/63 ⁽¹⁾	CF-24/80 ⁽¹⁾		
13,8	CF-24/4	CF-24/6,3	CF-24/10	CF-24/16	CF-24/20	CF-24/20	CF-24/25	CF-24/31,5	CF-24/31,5	CF-24/40	CF-24/50	CF-24/63	CF-24/63 ⁽¹⁾	CF-24/80 ⁽²⁾	CF-24/100 ⁽¹⁾	
15	CF-24/4	CF-24/6,3	CF-24/10	CF-24/16	CF-24/16	CF-24/20	CF-24/25	CF-24/25	CF-24/31,5	CF-24/40	CF-24/40	CF-24/50	CF-24/63 ⁽²⁾	CF-24/80	CF-24/100 ⁽²⁾	
20		CF-24/6,3	CF-24/6,3	CF-24/10	CF-24/10	CF-24/16	CF-24/20	CF-24/25	CF-24/25	CF-24/31,5	CF-24/31,5	CF-24/40	CF-24/50	CF-24/63	CF-24/63 ⁽¹⁾	CF-24/80 ⁽¹⁾
22		CF-24/4	CF-24/6,3	CF-24/10	CF-24/10	CF-24/16	CF-24/20	CF-24/20	CF-24/25	CF-24/31,5	CF-24/31,5	CF-24/40	CF-24/40	CF-24/50 ⁽²⁾	CF-24/63 ⁽¹⁾	
25		CF-36/4	CF-36/6,3	CF-36/6,3	CF-36/10	CF-36/10	CF-36/16	CF-36/20	CF-36/25	CF-36/25	CF-36/31,5	CF-36/40	CF-36/40	CF-36/50 ⁽¹⁾	CF-36/63 ⁽¹⁾	
30		CF-36/4	CF-36/6,3	CF-36/6,3	CF-36/6,3	CF-36/10	CF-36/16	CF-36/16	CF-36/20	CF-36/25	CF-36/25	CF-36/31,5	CF-36/31,5	CF-36/40	CF-36/50 ⁽¹⁾	
33		CF-36/4	CF-36/4	CF-36/6,3	CF-36/6,3	CF-36/10	CF-36/10	CF-36/16	CF-36/20	CF-36/25	CF-36/25	CF-36/31,5	CF-36/31,5	CF-36/40	CF-36/50 ⁽¹⁾	

⁽¹⁾ Ninguna sobrecarga admisible.

⁽²⁾ Sobrecargas admisibles $< 10\%$.

Tabla de valores de acuerdo a la normativa IEC. Otras tensiones: ANSI, NBR...(a consultar)

SF1-P



Interruptor Automático

Interruptor Automático de corte en SF6

El Interruptor Automático se encuentra en el interior del compartimento intermedio de SF6 en una configuración fija.

Los interruptores automáticos de la gama SF otorgan a las celdas valores nominales de tensión de hasta 36kV /38kV.

Estos interruptores funcionan de acuerdo con el principio de «soplado» en SF6, que se utiliza como medio de interrupción y aislamiento.

Cada uno de los 3 polos dispone de una envolvente aislante independiente que forma un sistema de presión de relleno que cumple los requisitos de la norma IEC 62271-100.

Cada polo forma asimismo una unidad estanca a gases llena de SF6 a bajas presiones relativas comprendidas entre 0,25 y 0,38 MPa (2,5 a 3,8 bares), de acuerdo con los requisitos de nivel de rendimiento.

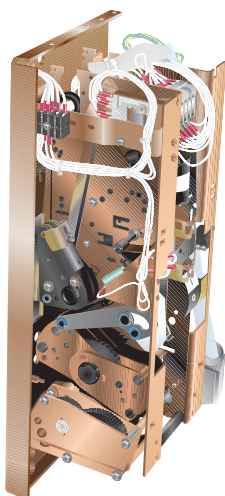
No es necesario efectuar ninguna operación de llenado durante la vida útil del equipo.

Cada Interruptor Automático de SF6 viene equipado con un presostato destinado a controlar de forma permanente la presión del gas en el interior.

En el caso poco probable de que la presión descienda por debajo del umbral de trabajo establecido, se activarán automáticamente 2 alarmas.

Tipo de interruptor		SF1-P	SF1-G
Tensión nominal	kV	24 / 27	36 / 38
Nivel de aislamiento	kV rms 50 Hz - 1 min	50	70
	kV impulso 1,2/50 μ s	125	170
Intensidad nominal (Ir)	A	1250	-
		2500	-
Capacidad de interrupción (Isc)	kA rms	25	31,5
Capacidad de cierre	kA pico	63	80
Corta duración admisible	kA rms 3 s	25	31,5
Secuencia de funcionamiento nominal	O-3 min-CO-3 min-CO	■	■
	O-0,3 s-CO-3 min-CO	■	■
	O-0,3 s-CO-15 s-CO	■	-
Tiempo de funcionamiento aproximado para suministro de interrupciones a U _n	Apertura	50	40-60
	Interrupción	65	50-70
	Cierre	70	50-70
Clasificación de resistencia eléctrica		E2	E2
Clasificación de resistencia mecánica		M2	M2

RI



En función del Interruptor Automático utilizado en la aparamenta y de los requisitos del cliente, hay dos mecanismos operativos disponibles.

Interruptor Automático	Tipo de Interruptor Automático	Tensión nominal (kV)	Intensidad nominal (A)	Intensidad en cortocircuito (kA)	Mecanismo operativo
SF1-P	SF6	24 / 27	1250/1200	25	RI
SF1-G	SF6	36 / 38	2500	31,5	GMH

Mecanismo operativo

La velocidad de apertura y cierre de los contactos del Interruptor Automático utilizado para las aparamentas CBGS-0 es independiente de la acción del operario. Este mecanismo eléctrico, que está siempre motorizado para efectuar funciones de control remoto, permite ciclos rápidos de reenganche.

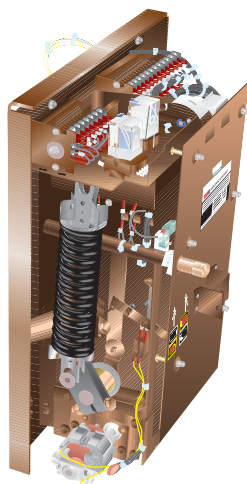
Todos los mecanismos de operación de la aparamenta instalada en las celdas CBGS-0 están dispuestos en el exterior del tanque de SF6.

Asimismo, el mantenimiento de este tipo de mecanismos operativos es bastante reducido debido a que utilizan componentes autoengrasados.

El mecanismo operativo incluye:

- Un sistema de muelle que almacena la energía necesaria para abrir y cerrar el Interruptor Automático.
- Un sistema manual de carga del muelle.
- Un dispositivo de carga de motor eléctrico que recarga automáticamente los muelles en menos de 5 segundos después de que se hayan cerrado los contactos principales.
- Un pulsador mecánico de apertura con tapa para enclavamiento (opcional).
- Un pulsador mecánico de cierre con tapa (opcional).
- Un sistema eléctrico de cierre que incluye:
 - Una bobina de cierre para control remoto y un relé antibombeo.
- Un sistema eléctrico de apertura que incluye:
 - Una bobina de disparo simple o doble (opcional).
- Contador de operaciones.
- Un contacto de indicación de carga del muelle.
- Un contacto de indicación de carga finalizada.
- Un indicador mecánico de posición del interruptor: abierto-cerrado.
- Un indicador mecánico de estado del muelle: cargado-descargado.
- Un enclavamiento por llave para el bloqueo del interruptor automático en posición abierto (opcional).

GMH



Contactos auxiliares

El mecanismo operativo viene equipado con un bloque de al menos 14 contactos auxiliares. El número de contactos disponibles depende de la composición del mecanismo operativo y de las opciones elegidas. En cualquier caso, hay disponibles al menos 3 contactos de NA/NC en el bloque de terminales de Baja Tensión de salida de la aparamenta destinados a las señales externas.

Características de los contactos

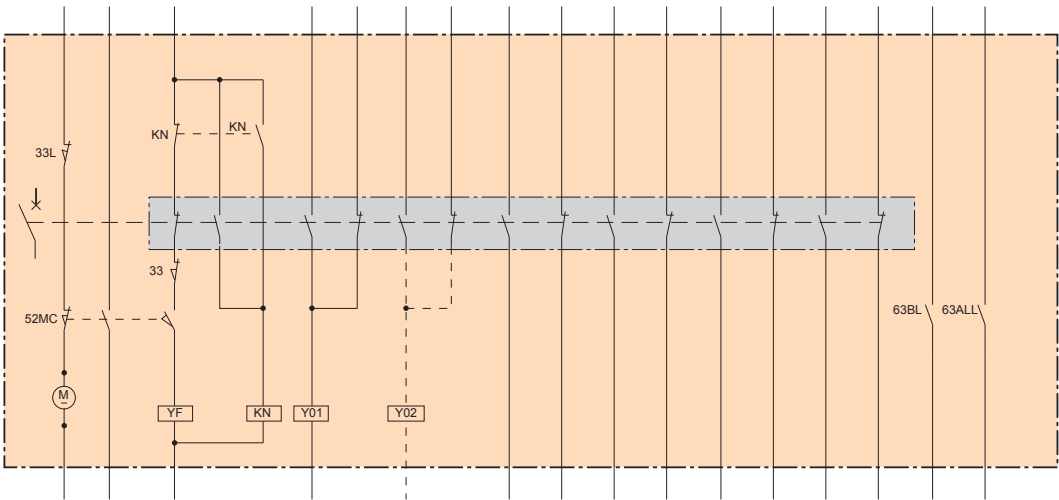
Intensidad nominal		10A
Capacidad de interrupción	AC	220 V ($\cos \varphi \geq 0,3$)
	DC	110 or 220 V ($L/R \leq 0,01$ s)
		1,5A

Mecanismo operativo RI

Los interruptores automáticos SF1-P de SF6 se accionan mediante mecanismos operativos RI que garantizan una tasa de apertura y cierre del dispositivo de conmutación independiente del operario. Este mecanismo consigue ciclos de cierre remotos y rápidos.

Tipo de auxiliar			Motor de carga del muelle	Bobina de cierre	Bobina de apertura Derivación		Contacto disponible	
Tensión de alimentación	AC (V)	50 Hz	48-110-127-220		Simple	Doble	NC	NA
		60 Hz	120-240					
	DC (V)		24-48-60-110-125-220					
	Consumo	AC (VA)	360	160	160	320		
	DC (W)		360	50	50	100		
Posibles combinaciones de auxiliares y cantidades			■	■	■		5	4
		o	■	■		■	5	3
		o	■	■			5	5

Diagrama auxiliar del mecanismo operativo RI



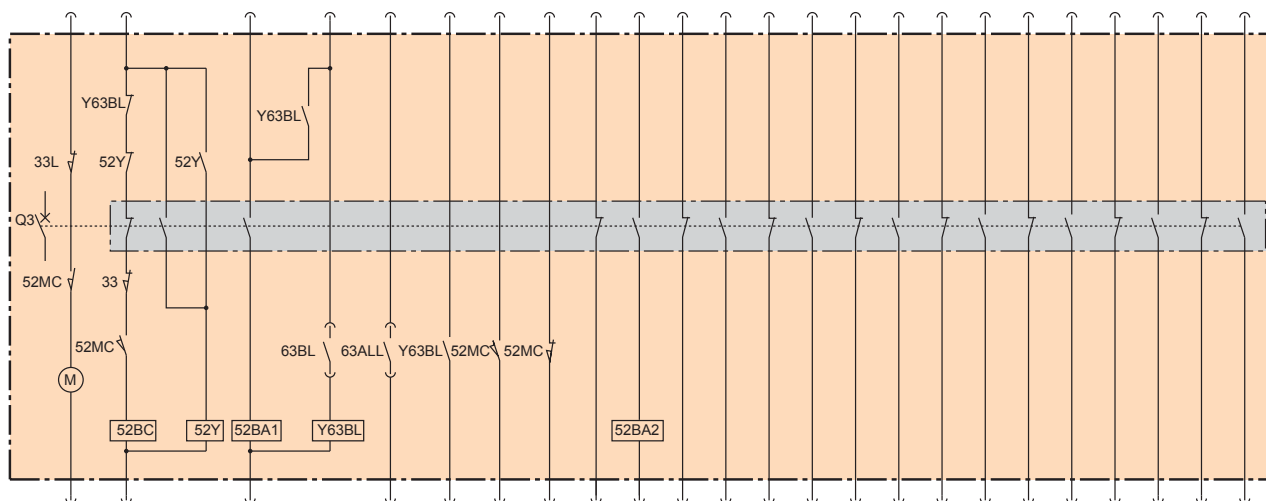
- M** Motor de carga del resorte.
- YF** Bobina de cierre.
- KN** Relé antibombeo.
- Y01** Bobina de disparo.
- Y02** Segunda bobina de disparo (opcional).
- 33** Contacto de interruptor para disponibilidad de cierre mecánico.
- 33L** Contacto de interruptor para bloqueo del motor de carga de resorte durante la operación manual de carga.
- 52MC** Contactos de final de carga.
- 63BL** Contacto de presostato para apertura.
- 63ALL** Alarma de baja presión.

Mecanismo operativo GMH

Los interruptores automáticos SF1-G se accionan mediante mecanismos operativos GMH que garantizan una tasa de apertura del dispositivo de conmutación independiente del operario. Este mecanismo consigue ciclos de cierre remotos y rápidos.

Tipo de auxiliar			Motor de carga del muelle	Bobina de cierre	Bobina de apertura Derivación		Contacto disponible	
					Simple	Doble	NC	NA
Tensión de alimentación	AC (V)	50 Hz	48-110-127-220					
		60 Hz	120-240					
	DC (V)		24-48-60-110-125-220					
Consumo	AC (VA)		700	120	120	240		
	DC (W)		570	70	70	140		
Posibles combinaciones de auxiliares y cantidades			■	■	■		5	4
		o	■	■		■	5	3
		o	■	■			5	5

Diagrama auxiliar del mecanismo operativo GMH



- M** Motor de carga del muelle.
- 52BC** Bobina de cierre.
- 52Y** Relé antibombeo.
- 52BA1** Bobina de disparo.
- 52BA2** Segunda bobina de disparo.
- 63BL** Contacto de presostato para apertura.
- 63ALL** Alarma de baja presión.
- Y63BL** Relé auxiliar de presostato para disparo y bloqueo.
- 33** Contacto de interruptor para disponibilidad de cierre mecánico.
- 33L** Contacto de interruptor para bloqueo del motor de carga de muelle durante la operación manual de carga.
- 52MC** Final de carga.

Características del embarrado

El embarrado general de las celdas CBGS-0 ha sido diseñado de manera que confiere a este tipo de celdas el mayor grado de seguridad y fiabilidad, al mismo tiempo que una gran simplicidad de instalación.

La posibilidad de un fallo en barras, es prácticamente despreciable, pero en todo caso, al tratarse de una configuración unipolar, el fallo en una de las barras no afectaría al resto.

El conjunto se compone de tres o seis barras conductoras cilíndricas de cobre independientes aisladas con silicona. La conexión entre las celdas, se realizará mediante un tramo de barras y conectores en "T" y/o "L".

El campo eléctrico es controlado mediante insertos semiconductores en aislamiento de goma-silicona, tanto en el interior como en el exterior. La pantalla exterior está puesta a tierra a través de la envolvente de la celda.

Aunque todo el conjunto es insensible a las condiciones ambientales, está protegido contra impactos mediante una cubierta metálica exterior.

Ampliación de celdas

La ampliación de un conjunto de celdas CBGS-0 puede ser realizada de forma extraordinariamente simple y rápida, requiriendo la interrupción del servicio durante un periodo muy corto de tiempo.

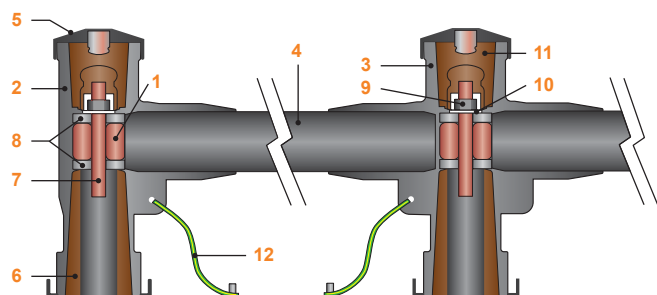
Sustitución de celdas

En el caso de ser necesario dejar una celda fuera de servicio por avería, existe un kit opcional específico, que permite la realización de un by-pass entre las celdas adyacentes sin necesidad de retirar la celda averiada, para así dar continuidad de servicio a la barra. Con ello queda minimizado el alcance de la interrupción de servicio.

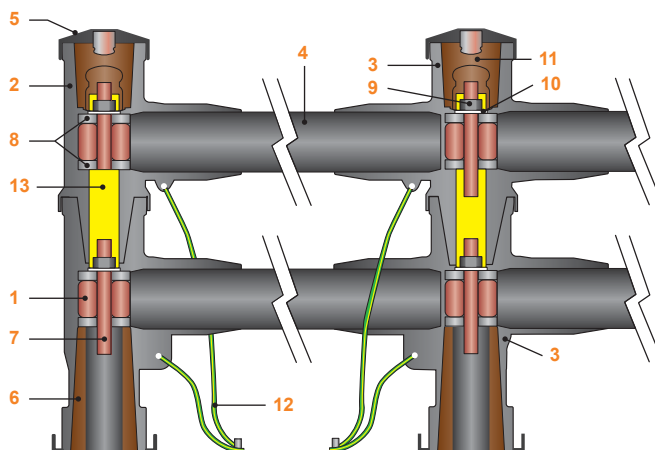
Detalle del embarrado general apantallado

1250-1600A

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1. Suplemento conexión de barra | 8. Brida de conexión |
| 2. Conector final "L" | 9. Tuerca |
| 3. Conector intermedio "T" | 10. Arandela |
| 4. Barra | 11. Tapón aislante |
| 5. Tapa de cierre | 12. Cable puesta a tierra |
| 6. Pasatapas | 13. Conexión intermedia |
| 7. Espárrago roscado | |

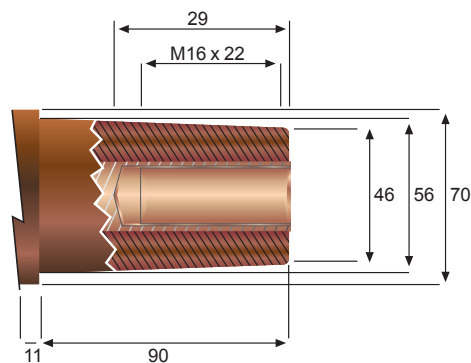


2000A



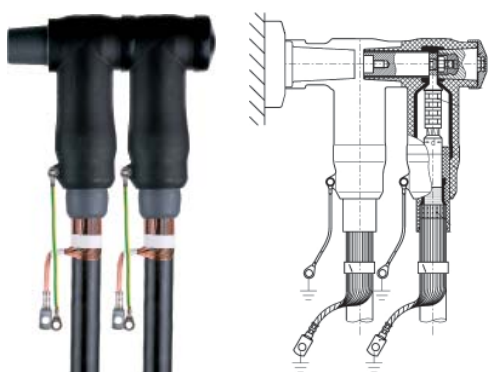
CBGS-0 Instalación

Detalle de un pasatapas normalizado tipo C según norma EN 50181 para conexión de los conectores de potencia



Cotas en mm

Conectores Reducidos



*Mismas opciones de configuración que conectores normales

Cables de potencia

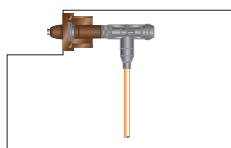
Conectores enchufables para cables de entrada/salida

Las celdas CBGS-0 emplean conectores enchufables, en "T", roscados (M16), apantallados y con la pantalla conectada a tierra (Safe to touch).

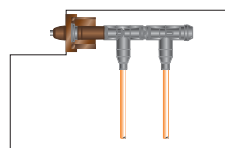
Estos conectores, para pasatapas tipo C, son fabricados de acuerdo a las normas DIN 47636, EN 50181 interfaz "C", por diversos fabricantes, entre otros:

Prysmian, NKT, Südkabel, Tyco Electronics Raychem, Euromold...

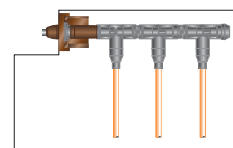
1 cable por fase



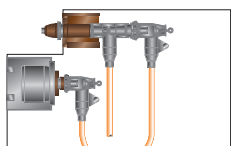
2 cables por fase



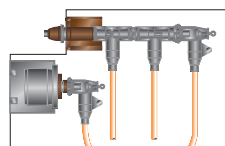
3 cables por fase



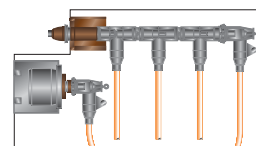
1 cable por fase + TT



2 cables por fase + TT



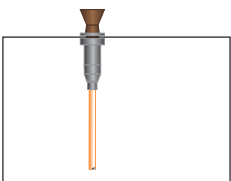
3 cables por fase + TT (hasta 24kV 1600A o 36kV 1250A)



Conectores de salida para celda de Servicios Auxiliares

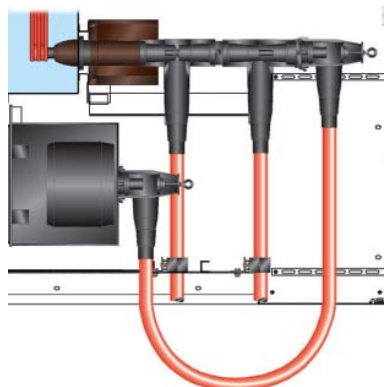
Los conectores necesarios en el caso de las celdas CBGS-0 24/36kV con interruptor-seccionador con fusibles, son del tipo enchufable no atornillado, rectos y apantallados, para pasatapas tipo B según la norma EN 50181.

1 cable por fase (S. Aux)



Conexión directa de cables a pasatapas superiores

Los pasatapas superiores para conexión del embarrado, son también de tipo C normalizado según EN 50181, por lo que eventualmente permiten la conexión directa a los mismos de cables de Media Tensión con los conectores adecuados.



Cada fabricante de conectores deberá indicar la sección máxima y características de los cables que se podrán emplear en cada tipo de conector. Ver ejemplos para 24kV y 36kV.

Posibilidades de instalación de los conectores

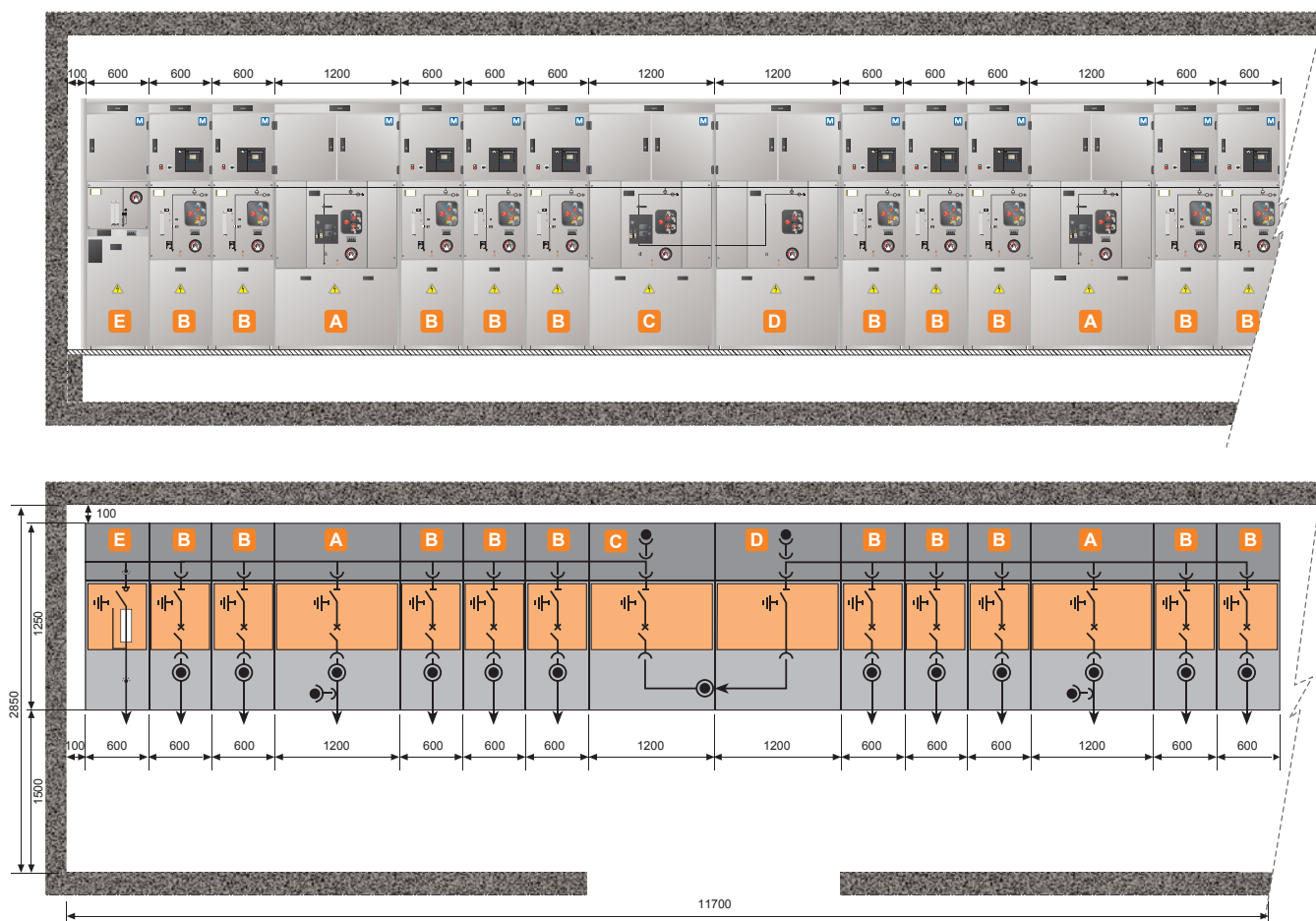
Número de cables por panel y fase	Marca	Sección transversal del alma ⁽¹⁾ mm ²	Aislamiento	Enchufes en T del cable atornillados	Inserciones del acoplamiento atornilladas
Conectores para cono exterior ≤ 24kV					
1	Euromold	hasta 300	EPDM	1x(K)400 TB/G	-
		185 a 630	EPDM	1x(K)440 TB/D	-
		hasta 300	EPDM	-	-
		hasta 300	EPDM	1x430 TB-630A	-
		hasta 240	Silicona	1xAGT 20, con rev. metálico	-
		hasta 240	Silicona	1xAGTL 20, sin rev. metálico	-
1	Südkabel	25 a 240	Silicona	1xSET 24/12	-
		300 a 500	Silicona	1xSEHDT 23/13	-
1	NKT cables	hasta 300	Silicona	1xCB 12/24 630	-
		400 a 630	Silicona	1xCB 36/630 (1250) 24kV	-
1	Tyco Electronics Raychem	hasta 300	Silicona	1xRSTI-L56xx	-
		400 a 360	Silicona	1xRSTI-xxLxx	-
2	Euromold	hasta 300	EPDM	2x(K)400 TB/G	1x(K)400 CP
		185 a 630	EPDM	2x(K)440 TB/G	1x(K)440 CP
		hasta 300	EPDM	1x(K)400 TB/G	1x(K)400 CP-LB
2	Prysmian	0 a 400	EPDM	PMA3-400/24	FMPCs-400
2	Südkabel	25 a 240	Silicona	2xSET 24/12	1xKU 23.2
		300 a 500	Silicona	2xSEHDT 23/13	1xKU 33
2	NKT cables	hasta 300	Silicona	2xCB 12/24630	1xCP 630C
		hasta 300	Silicona	1xCB 12/24630+ 1xCC 12/24 630	-
		400 a 630	Silicona	2xCB 36/630 (1250) 24kV	1xCP 630 C
		400 a 630	Silicona	1xCB 36/630 (1250) 24kV+ 1xCC 36/630 (1250) 24kV	-
2	Tyco Electronics Raychem	hasta 300	EPDM	1xRSTI-L56xx+	1xRSTI-CC-L56xx
		400 a 630	EPDM	1xRSTI-xxLxx+	1xRSTI-CCxL56xx

⁽¹⁾ Sólo a modo de referencia. Para obtener referencias reales, es preciso proporcionar al fabricante de los conectores las características completas de los cables.

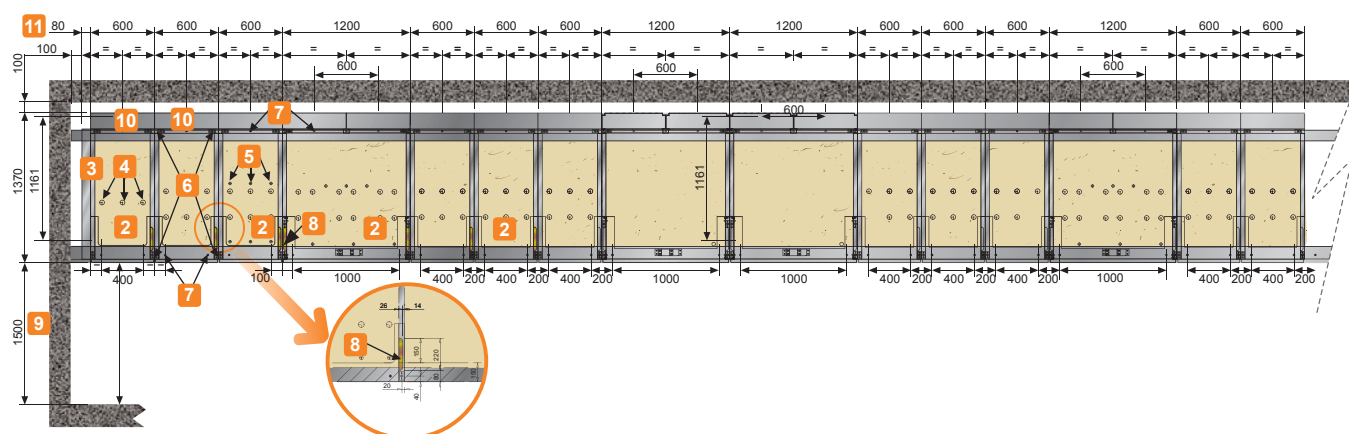
Cada fabricante de conectores deberá indicar la sección máxima y características de los cables que se podrán emplear en cada tipo de conector. Ver ejemplos para 24kV y 36kV.

Número de cables por panel y fase	Marca	Sección transversal del alma ⁽¹⁾ mm ²	Aislamiento	Enchufes en T del cable atornillados	Inserciones del acoplamiento atornilladas
Conectores para cono exterior ≤ 36kV					
1	Euromold	hasta 185	EPDM	1xM400 TB/G	-
		240 a 630	EPDM	1xM440 TB/G	-
1	Südkabel	hasta 500	Silicona	1xSEHDT 33	-
1	NKT cables	hasta 300	Silicona	1xCB 36/630	-
		400 a 630	Silicona	1xCB36/630(1250)	-
1	Tyco Electronics Raychem	hasta 300	Silicona	1xRSTI-66xx	-
		400 a 630	Silicona	1xRSTI-xxLxx	-
2	Euromold	hasta 185	EPDM	2xM400 TB/G	1xM400 CP
		240 a 630	EPDM	2xM440 TB/G	1xM440 CP
2	Prysmian	0 a 400	EPDM	PMA5-400/36	FMPCs-400
2	Südkabel	hasta 500	Silicona	2xSEHDT 33	1xKU 33
2	NKT cables	hasta 300	Silicona	2xCB 36/630	1xCP 630C
		hasta 300	Silicona	1xCB 36/630+ 1xCC 36/630	-
		400 a 630	Silicona	2xCB 36/630 (1250)	1xCP 630C
		400 a 630	Silicona	1xCB36/630 (1250)+ 1xCC 36/630 (1250)	-
		400 a 630	Silicona	1xCB36/630 (1250)+ 1xCC 36/630 (1250)	-
2	Tyco Electronics Raychem	hasta 300	Silicona	1xRSTI-66xx+	1xRSTI-CC-66xx
		400 a 630	Silicona	1xRSTI-xxLxx+	1xRSTI-CC-xLxx

⁽¹⁾ Sólo a modo de referencia. Para obtener referencias reales, es preciso proporcionar al fabricante de los conectores las características completas de los cables.



A. Transformador B. Línea C. Acoplamiento D. Remonte E. Servicios Auxiliares



Vista en planta

1. Zanja continua.
2. Celda.
3. Panel de cierre lateral izquierdo.
4. Posición de los cables de potencia.
5. Posición de los cables de TT.
6. Puntos de nivelación de celda.
7. Puntos de anclaje.
8. Canaleta para cables de control, 220x26mm abierto hacia la derecha.
9. Pasillo anterior mínimo de maniobra (1500 mm).
10. Zona de alivio en caso de sobrepresión de SF6 (100 mm).
11. Distancia lateral a la pared (100 mm).
12. Bastidor (perfil) de sujeción y anclaje anterior.
13. Zona de salida de cables de Media Tensión.
14. Terrazo.
15. Tornillo Allen M12x75 DIN912 para nivelación de la celda.
16. Arandela.
17. Base de la celda.
18. Taco de expansión.

La utilización de celdas CBGS-0, permite optimizar al máximo el espacio disponible ya que ocupan en planta, entre un 50% (24kV) y un 70% (36kV) menos que las soluciones tradicionales con aislamiento en aire.

Disposición en planta del edificio

- (1) Distancias mínimas de operación.
- (2) Distancia necesaria para la extracción de una celda del conjunto, sin mover el resto de celdas.
- (3) Las dimensiones del foso, dependen de las características (radio de curvatura mínimo) de los cables utilizados.

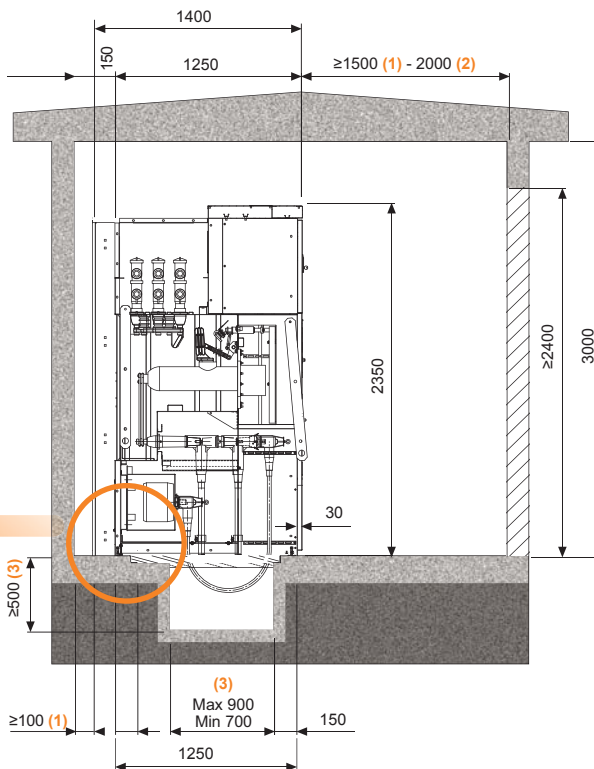
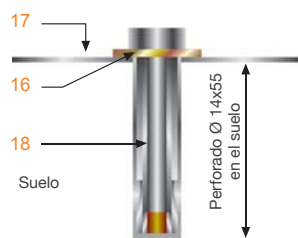
Peso por celda desde 450 hasta 650 Kg.

Todas las cifras indicadas son valores mínimos.

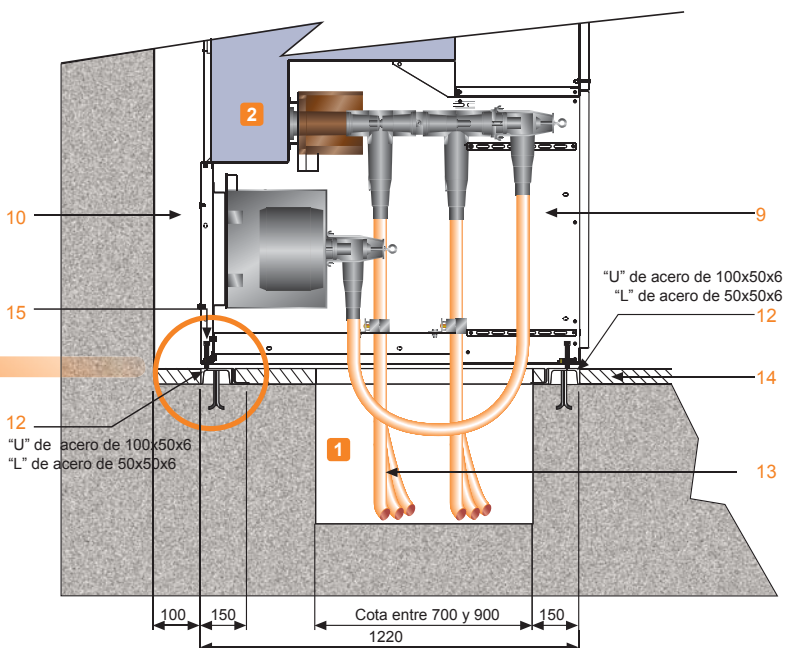
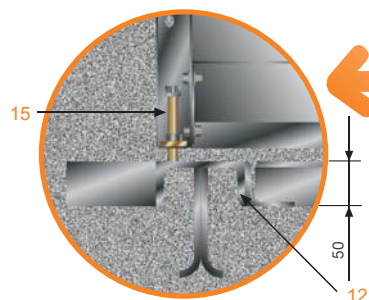
Cotas en mm.

Para mas detalles sobre la instalación, ver manual de instalación y mantenimiento.

Detalle anclaje celda



Detalle de nivelación de celda



Seguridad y confianza...



Fiabilidad



Innovación y Tecnología



30 años de tranquilidad



Máxima continuidad
de servicio



Eficiencia técnica
y económica





24h Emergency Service
(+34) 902 090 722



Manufacturas Eléctricas, S.A.U.
Pol. Ind. Trobika. Martintxone Bidea, 4
48100 Mungia (Bizkaia). España / Spain
T: (+34) 94 615 91 00 • F: (+34) 94 615 91 25
mesa@schneider-electric.com
www.mesa.es

221
12-2011

Conjunto de alta tensión

Roberto Cameroni

La liberalización de los mercados de la electricidad ha establecido rápidamente un nuevo marco de operación para las compañías eléctricas. Los clientes demandan más fiabilidad y disponibilidad de las instalaciones de transmisión y una gestión mejor de sistemas.

La creciente demanda de electricidad y el número, cada vez mayor, de plantas de generación que están conectadas a la red hace cada día más urgente satisfacer las necesidades mencionadas. Las compañías eléctricas han de ser capaces de garantizar el suministro de energía de alta calidad y de reducir el número y duración de las interrupciones del servicio eléctrico.

Ante este telón de fondo, ABB ha desarrollado una nueva serie de dispositivos de conmutación: una combinación de interruptor automático y uno o más seccionadores y equipos de control. Esta combinación sirve para instalaciones de interior o a la intemperie.

Un grupo de trabajo de la Comisión Electrotécnica Internacional está preparando una nueva norma (la futura norma CEI 62271-205) para clasificar las combinaciones de aparatos de conmutación como 'conjuntos' de dispositivos de alta tensión. El objetivo es tener lista una norma internacional (IS) para 2007. El grupo de trabajo Cigre (B3-02/3, también trabaja para ofrecer asesoramiento básico sobre el uso de dispositivos de alta tensión en el diseño de una subestación existente.



Los conjuntos se pueden basar en la tecnología tradicional de aparatación aislada por aire (AIS, Air Insulated Switchgear), en la tecnología avanzada de aparatación aislada gas SF₆ (GIS, Gas Insulated Switchgear) o en un sistema híbrido de ambas tecnologías, que aprovecha las ventajas de las dos técnicas AIS y GIS. Las ventajas más importantes de los módulos híbridos son las siguientes:

- Diseño compacto gracias a la tecnología GIS
- Montaje completo y pruebas en fábrica
- Fácil transporte al lugar de instalación y dentro del mismo
- Rapidez de instalación (ya probados en fábrica)
- Poco mantenimiento, ya que todos los contactos de alta tensión están encapsulados en gas SF₆
- Pocas interrupciones de mantenimiento por su alta fiabilidad
- Bajo coste de vida útil debido al bajo coste del equipo
- Pocas pérdidas de energía, menos costes por redundancia
- Fácil sustitución en caso de fallo
- Respetuoso con el medio ambiente gracias a sus menores dimensiones

Módulos híbridos PASS de ABB

En los años noventa, ABB desarrolló la aparatación híbrida llamado PASS (Plug And Switch System) para tensiones de entre 72,5 y 170 kilovoltios y corrientes de ruptura de 31,5 a 40 kA. PASS es un módulo multifuncional que integra y combina varias funciones. Para conseguir más fiabilidad es posible, por ejemplo, combinar el seccionador/interruptor de puesta a tierra con una cámara de ruptura. La cámara garantiza la conexión a tierra de una línea en condiciones de probable cortocircuito. Los transformadores exteriores montados sobre terminales de SF₆ se encargarán de medir la corriente.

Diseño modular de subestaciones

Los módulos PASS son bastidores pre-diseñados cuya introducción ha mejorado notablemente el diseño de subestaciones basado en módulos. La subestación está dividida en módulos, en los cuales los ingenieros de diseño pueden someter a pruebas precisas tanto la estructura como el diseño mismo. Desde el principio de un proyecto es

posible determinar el precio y la factibilidad técnica de una estación. Las alternativas de diseño se generan y evalúan rápidamente y es posible estimar el valor de una inversión potencial sin necesidad de un estudio detallado del diseño. Los resultados se obtienen en unos pocos días, incluso en pocas horas, frente a los varios meses que suelen exigir los sistemas convencionales.

A continuación presentamos y discutimos brevemente los módulos PASS M0 y M00 de ABB.

El bastidor modular PASS M0

PASS M0 es un bastidor modular de conmutación, muy flexible. El interruptor automático está equipado con un seccionador/interruptor de tierra y transformadores de corriente adecuados para la mayoría de los diseños estándar de subestaciones de alta tensión. Se dispone de las siguientes configuraciones: PASS M0 SBB para sistemas con una sola barra colectora; PASS M0 SBB con combinación adicional de seccionador/interruptor de tierra de final de línea **1**; PASS M0 con transformadores de tensión GIS ya montados en fábrica **2**; PASS M0 DBB para sistemas de doble barra colectora **3**; PASS M0 IOS para sistemas de barras colectoras de entrada y salida; PASS M0 DCB para subestaciones modelo H **4**.

PASS M0 DCB aporta una solución muy compacta para la subestación modelo H. Para todos los módulos mencionados se ha reducido mucho el tiempo necesario para el desempaqueado, la construcción, la carga de SF₆ y la puesta en servicio.

Otros perfeccionamientos tecnológicos importantes son la sencillez de diseño (la única parte móvil es el rotor del motor) y el almacenamiento de la energía necesaria para el ciclo O-0,3'-CO con una batería de condensadores electrolíticos. El control digital del recorrido permite interrumpir corrientes de frecuencias más bajas, por ejemplo las corrientes de 16 2/3 hertzios usuales en las aplicaciones ferroviarias, sin necesidad de modificar la cámara de ruptura.

El innovador accionamiento electrónico CB, Motordrive **5**, es preciso y exacto muestra una gran repetibilidad de los tiempos de apertura y cierre. Por tanto tiene más capacidad de interrupción de la corriente que los accionamientos convencionales.

El nuevo diseño de PASS M00

PASS M00 es el módulo 'plug and switch', de enchufe y conmutación inmediata, desarrollado por ABB para el rango de 72,5 a 100 kV y corriente de ruptura de hasta 31,5 kA. Entre las funciones estándar del módulo PASS M00 se cuentan la medición de corriente, la desconexión, la interrupción de corriente y la conexión a tierra.

El número de funciones se puede aumentar de acuerdo con las necesidades de la subestación. Una característica singular de PASS M00 es su seccionador de 5 posiciones, cuyos contactos móviles están integrados en la propia cámara **6**. El giro preciso de los contactos móviles permite desconectar la línea, desconectar la barra colectora y conectar a tierra la línea y la barra colectora a través del cierre del interruptor automático, todo

ello con un único accionamiento. PASS M00 conserva la modularidad de PASS M0. La versión de doble barra colectora, por ejemplo, se obtiene añadiendo un módulo que contiene adicionalmente otro interruptor de desconexión **7**.

El trabajo in situ consiste en instalar la estructura de soporte **8** y montar en la estructura los componentes activos **9**.

Diseño modular de subestación

Los módulos PASS son bastidores pre-proyectados cuya introducción ha mejorado mucho el sistema de diseño de subestaciones a partir de módulos. La subestación se divide en módulos o bastidores en los cuales los ingenieros de diseño pueden probar la estructura y el diseño con gran precisión.

El precio y la viabilidad técnica de una subestación se pueden determinar al principio de un proyecto. Se pueden generar y evaluar rápidamente alternativas y estimar el valor de una posible inversión sin necesidad de un estudio exhaustivo del diseño. Los resultados se obtienen en cuestión de días o incluso de horas, frente a los varios meses que con frecuencia se requieren para los sistemas convencionales.

Análisis del coste de vida útil (LCC)

La mejor forma de comparar el coste del sistema híbrido modular con el equipo AIS tradicional es analizar el coste de la vida útil (LCC, Life Cycle Cost). LCC no sólo se centra en el monto de la inversión, sino también en los costes fijos y variables que se producen durante toda la vida de la subestación. Los costes de inversión (CI) comprenden el equipo primario, el sistema de control y protec-

1 PASS M0 SBB



2 Fig.2 PASS M0 SBB con VT



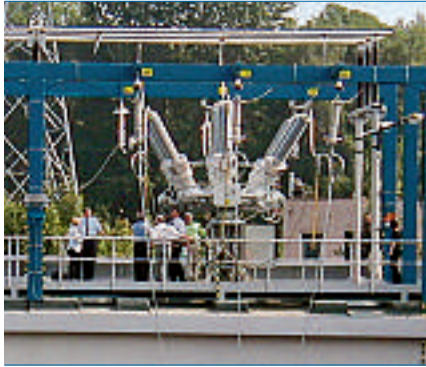
3 PASS M0 DBB



Fiabilidad de las redes

ción, la obra civil, la operación, la adquisición de terrenos, etc. Los costes fijos (CF) comprenden el mantenimiento del lugar de instalación, de los edificios

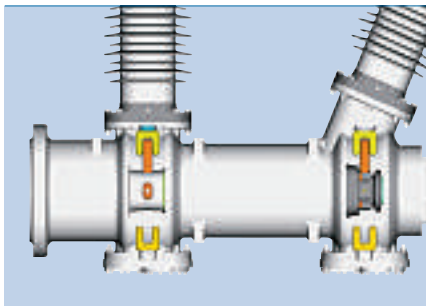
4 PASS M0 DCB



5 PASS M0 con Motordrive



6 Contactos móviles DS integrados en el interruptor automático



7 PASS M00 DBB



y de los equipos, así como de los repuestos, mano de obra y cualquier interrupción prevista del suministro de energía para hacer el mantenimiento.

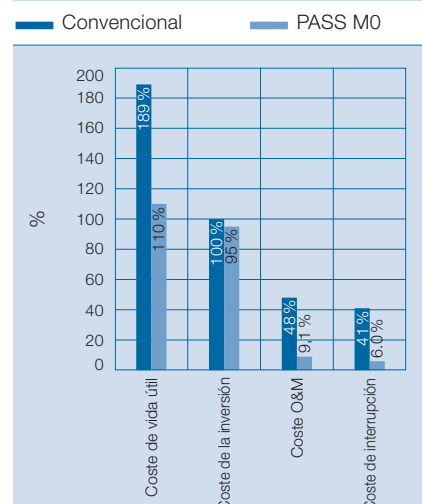
8 Instalación de la estructura de soporte



9 Componentes activos en la estructura



10 Comparación del coste de vida útil de una subestación con doble barra colectora de 123 kV con 10 alimentadores



Los costes variables (CV) proceden de sucesos imprevistos como son las averías, el tiempo de sustitución y las penalizaciones por falta de suministro de energía/potencia a los usuarios.

Las tres categorías se suman para calcular el coste de vida útil de la subestación de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$LCC = CI + \left[(CF + CV) \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \right]$$

donde 'i' es el tipo de interés y 'n' es la vida útil prevista de la subestación.

La fiabilidad de la subestación se puede calcular con un software apropiado. La figura 10 muestra los porcentajes de las tres categorías de costes y el coste LCC total calculado para el caso de una subestación con doble barra colectora de 123 kV y 10 alimentadores, utilizando un equipo AIS convencional y módulos PASS M0.

Los módulos compactos PASS M0 y PASS M00 permiten reducir el área ocupada en un 50–70% respecto del correspondiente bastidor AIS, siempre dependiendo del diseño de la subestación.

Conclusión

Entre las ventajas fundamentales del sistema modular PASS está la flexibilidad para adaptarse a la mayoría de los diseños usuales de subestaciones.

El uso de aparataje híbrida ha permitido desarrollar subestaciones nuevas, más sencillas y con diseño muy compacto, que se instalan rápidamente y se sustituyen con facilidad en caso de fallo, con menos costes de mantenimiento y de vida útil, y que son más fiables que las configuraciones AIS equiparables.

Roberto Cameroni

ABB T&D S.P.A.

Via Pavia, Lodi

Italia

roberto.cameroni@it.abb.com



High voltage products

PASS M0 with rotating chamber

72.5 kV – 145-170 kV

PASS M0 with rotating chamber

Innovation

The PASS M0 with rotating chamber belongs to the second generation of integrated hybrid switchgear PASS modules. PASS M0 with rotating chamber is the optimal result of the integration process, characterizing all ABB multifunctional modules in the PASS family and represents the latest evolution of the hybrid switchgear compact module. PASS M0 rotating chamber comes from ten years' experience gained in design and production of the previous multifunctional hybrid modules for high voltage applications, capitalizing on over forty years' experience in GIS technology. This new PASS M0 rotating chamber is the optimal result available in compact modules created by ABB's experience in the first pioneering focus Factory to introduce the hybrid switchgear technology. It combines innovative features with components and technologies of tested and consolidated reliability.

Functional specifications

The PASS M0 rotating chamber embraces the philosophy of the PASS M00 compact module, achieving the performances of the PASS M0 up to 170 kV. It combines all the typical functions of a complete AIS bay for electrical substations, with voltage ratings up to 170 kV in a unit with an even smaller volume than the standard PASS M0, already comparable to that of a conventional circuit breaker of equal class.

This new product is a very significant achievement in the field of compact modules, embracing the operating philosophy of the PASS series whose main features are underlined below:

- the operating and breaking functions are integrated in a SF₆-insulated single-phase enclosure
- the disconnecting functions are obtained on both sides of the breaker by using a rotating breaking chamber
- all disconnecting functions of a bay are combined in a single module and are driven by a newly-designed single control actuator device
- the PASS M0 rotating chamber is smaller than the old PASS M0, making fully assembled transport and installation even easier
- the high level of integration reduces the number of internal components, ensuring a significant degree of reliability
- available in both the single and double busbar configurations
- fast earthing line switch is obtained by closing the circuit-breaker using the breaking power of the internal chamber (see picture on page 6). This increases reliability and safety.



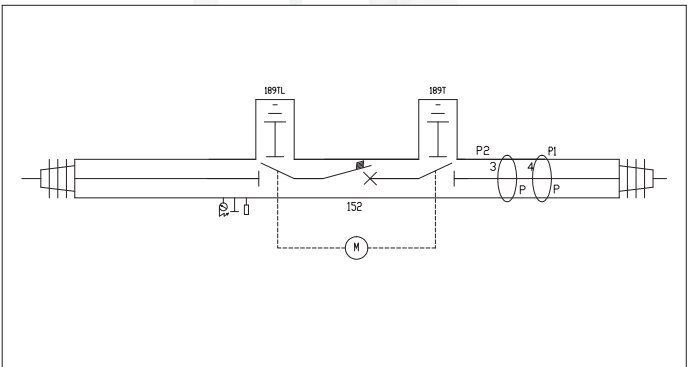
Single-line diagram

The single-line diagram shows how the PASS M0 rotating chamber encompasses the philosophy of its smaller brother PASS M00: a single synchronous shaft drives the combined earthing switch / disconnector switch on both the bus bar and line side switch with a single control device.

SBB: single busbar



Fig. 1: PASS M0 rotating chamber SBB



DBB: double busbar

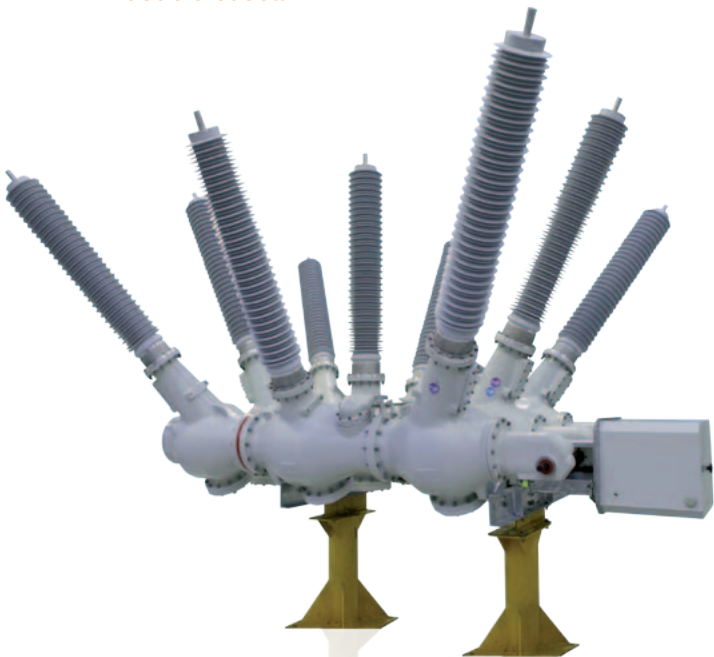
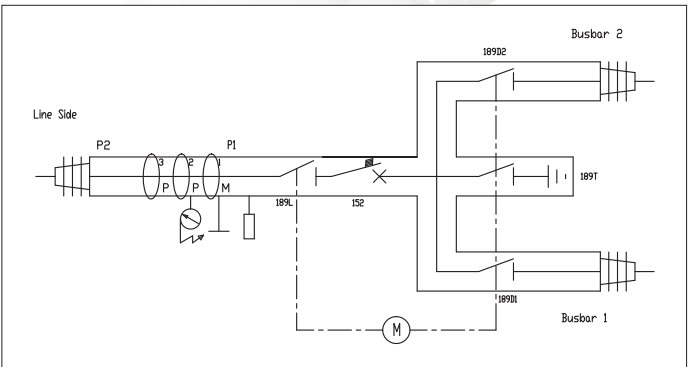


Fig. 2: PASS M0 rotating chamber DBB



Symbols	Name
	Circuit-breaker
	Combined disconnector / earthing switch
	Density control device
	Gas connection
	Rupture disk

PASS M0 with rotating chamber

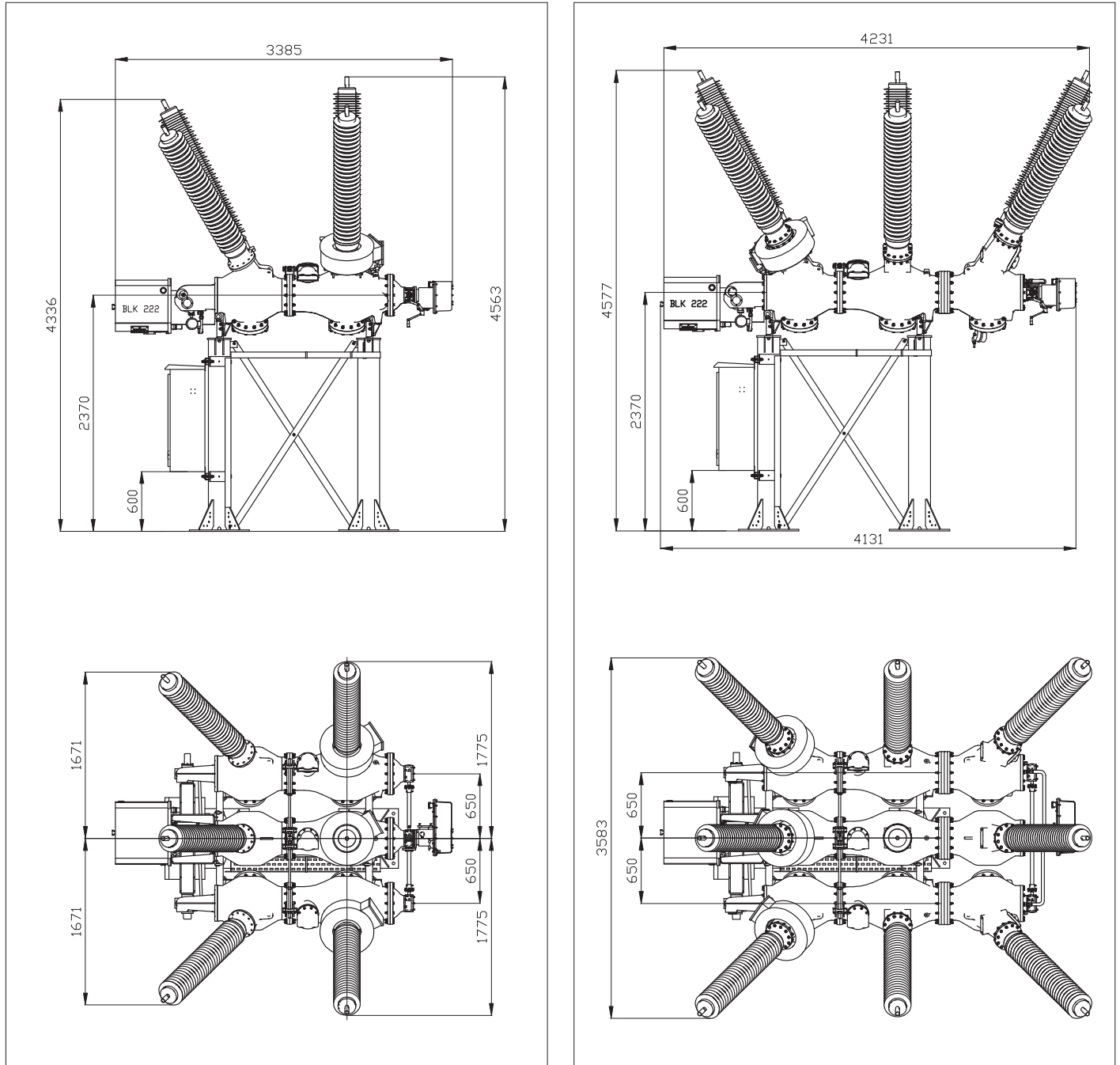


Fig. 3: PASS M0 Rotating chamber SBB and DBB service position

Versatile operations

The PASS M0 rotating chamber offers a series of modules for HV substations featuring a single busbar, plus another series with a double busbar. Similar to PASS M0, it can be supplied with a cable termination of the GIS type. The new PASS M0 can be used as a symmetric multifunctional module for substation layouts, such as the “incoming and outgoing” one with a single HV component. In the standard PASS M0 configuration, it is possible to achieve electrical symmetry between the components by looking at the single line diagram: in the new PASS physical and mechanical symmetry of the new rotating chamber is reached, offering the customer a more versatile solution. The PASS M0 rotating chamber can be used for various applications thanks to its reduced dimensions and overall weight compared to the standard PASS M0. Disconnection on the line side is obtained without using an additional disconnecter because the disconnections are already included on both sides in the standard PASS M0 rotating chamber. In addition, it is possible to obtain a fast earthing switch solution without adding a dedicated fast earthing switch control and its rela-

tive drive, but only using the breaking power of the existing internal chamber.

As can be seen in all the possible configurations, disconnection on both sides is obtained by means of a single shaft driven by a single drive mechanism.

As mentioned previously, with the introduction of the newly-designed rotating breaking chamber, the new PASS M0 is smaller and lighter than the standard PASS M0.

This application is undoubtedly the ideal way to solve the problem of upgrading many substations currently operating with high voltage in industrial sites with limited available space or requiring plug and play solutions.

The PASS M0 rotating chamber, taking into account its compactness and lightness, can also be used as an HV bay on a mobile truck, available in emergencies or if work has to be carried out on HV bays already installed. It is ideal for rapid commissioning times and when ready solutions are required to reduce the cost of lost production caused by outage of the electrical network.

PASS M0 with rotating chamber

Working on the principle of “rotating chamber”

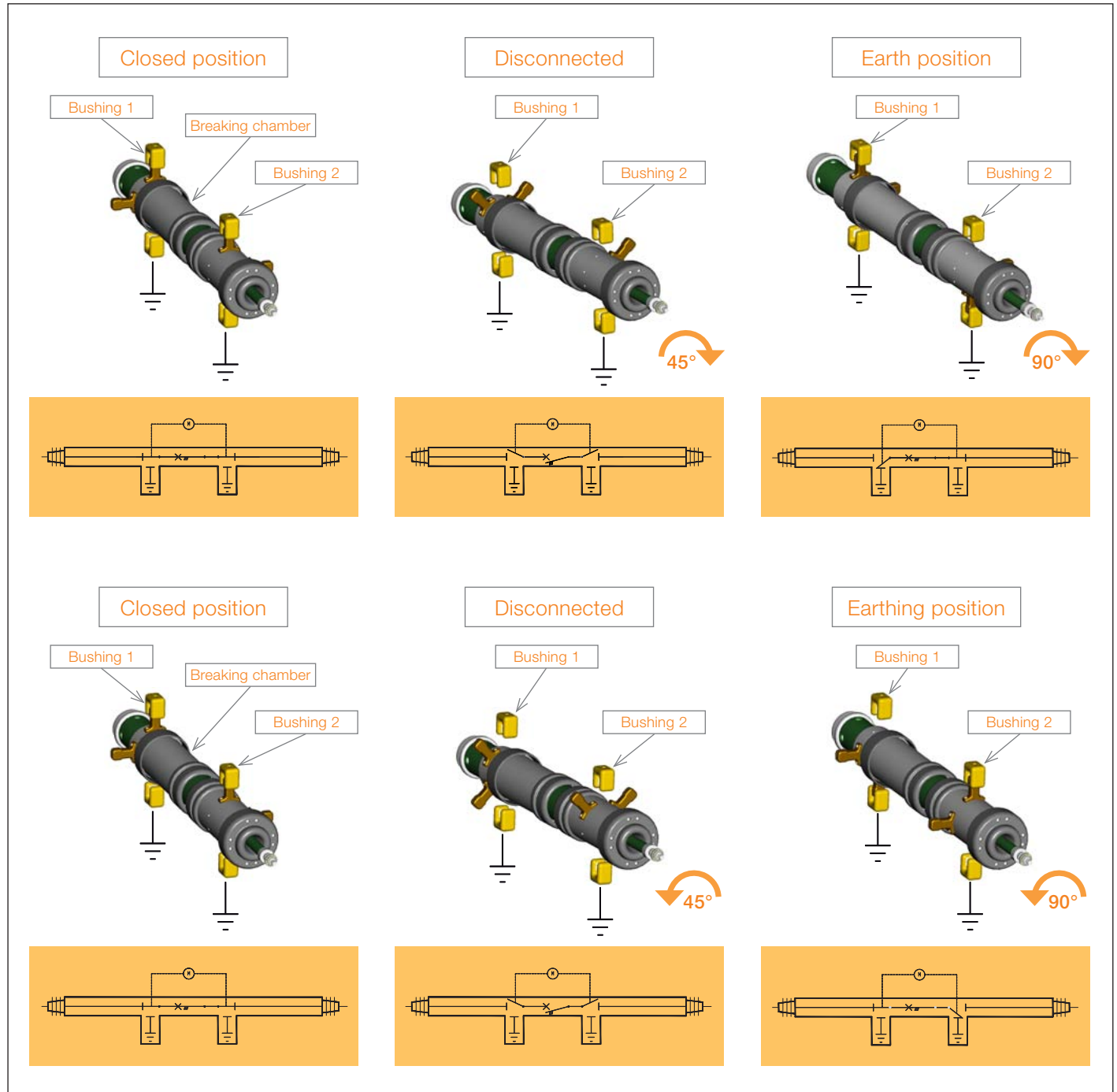


Fig. 4: Fast line earthing switch obtained using just the breaking power of the existing internal chamber by means of a simple sequence of operations:

- Circuit-breaker opening and consequently switch disconnector opening
- Closing the line disconnector, closing the busbar disconnector on earth position
- Circuit-breaker closing.

Environmental Impact

The PASS M0 rotating chamber is environmentally friendly. It has been designed in compliance with the philosophy of the PASS project, which combines functional and reliable systems with the use of highly recyclable, non-energy consuming materials with a low impact on the environment.

Where materials with other characteristics have to be used, the greatest care is taken to obtain good performances while limiting the impact on the environment compared to that of similar conventional components. Typical examples are composite insulators. Since these are much smaller and lighter, and provide higher performances than porcelain insulators, they also lead to a drastic reduction in the use of materials, such as foundation materials and supporting structures, in HV electrical substations.

The integration of several functions also achieves an equally evident, drastic and overall reduction in the environmental impact. This is due to complete elimination of traditional materials in a typical conventional bay (such as steel for supports, concrete for foundations, copper for conductors and aluminum used to connect the components together, etc.). Compared to the previous one the New PASS rotating chamber is smaller: this allows a reduction in the quantity of SF₆ gas inside the switchgear and consequently reduces the environmental impact.

Since the module is extremely small, it can also be used to build installations where the live parts and extremities of the system are further away from each other.

This minimizes the effect of the electromagnetic fields beyond the actual installation itself.

Life Cycle Cost

The CEI 56-13 Standards derived from the IEC300-3 Standard, act as guidelines for calculating the Life Cycle Cost (LCC) of a product (an example is shown in the figure).

Since 1999, ABB has been using a calculation method that allows cost evaluation of the entire life cycle of an installation using mathematical methods (initial cost of the investment, fixed charges for management and preventive maintenance, variable costs due to corrective maintenance after faults). As a result, innovative products can be planned to reduce the overall life cycle cost of the installation.

The PASS M0 rotating chamber is therefore the ultimate answer in technological terms to this approach. It is mainly recommended to Managers who have to compare performances and relative costs throughout the entire life cycle of the product.

This means that the mere technical aspects of the product are no longer considered as a technological end in themselves, but become part of the operating context of a process, strongly linked to total profitability.

The PASS M0 rotating chamber is a very challenging product because the reduction in the number of components used, the consequent reduction of enclosures and the decreased probability of gas leakages can guarantee a higher level of reliability and a lower exposure to faults. Moreover, it requires less servicing throughout the life of the installation, and maintenance work can be carried out much faster. When these features are put in relationship with the load capacity of the installation, the PASS M0 rotating chamber will certainly be able to achieve interesting financial savings.

PASS M0 with rotating chamber

Main components of the PASS M0 with rotating chamber

Circuit-breaker

The PASS M0 rotating chamber uses a self-blast type circuit-breaker. The energy to operate on CB is provided by a three-pole spring mechanism BLK 222 already used for conventional circuit-breakers or by three BLK 82 mechanism that allow single pole operations. All this ensures highly reliable operation, as testified by the thousands of controls of the same type installed in ABB's circuit-breakers throughout the world.

Combined disconnecter

The PASS M0 rotating chamber extends the disconnecting concept using the same single drive as the PASS M0 series and allows the user to double disconnect the circuit-breaker on both sides by means of a single synchronous operation.

The technology is the same as that used for larger GIS bays. It therefore represents an absolute innovation, but one achieved through on-going experience. New PASS M0 takes advantage of the same concept for systems with double busbars, where the disconnecting function covers the two busbars and the incoming feeder/transformer.

The synchronous disconnector also ensures that the feeder is earthed through the circuit-breaker for SBB configuration. It should be noted that all the manoeuvres described above take place in SF₆ atmosphere. This provides further guarantees as to reliability and fade-free withstanding properties regardless of external conditions. The position of the main contactor disconnector can be seen through the window at the bottom of the tank or by means of a red/green flag on the drive mechanism.



Fig. 5: BLK 222 Circuit-breaker spring drive



Fig. 6: New disconnector drive mechanism

Current transformers

Here again, the current transformer makes use of PASS technology of the cast resin insulated “ring” type. Several cores can be installed, to suit the end customers’ specifications. The transformer is generally fitted to the front bushing, but can also be installed on the rear one or on both to comply with specific requirements.

Composite bushings

The success of the PASS M0 series has also been due to use of composite insulator bushings which, compared to the porcelain ones, provide unrivalled performances, particularly in strongly polluting environments. Just think of the hydrophobic characteristic of silicone, the material used to make the sheds, characteristic that is continuously regenerated as polluting substances settle.

It is also worthwhile remembering that these insulators are safer (explosion proof) and less fragile, essential features to avoid problems caused by transport.

SF₆ insulation system

New PASS M0 rotating chamber technology includes use of a small quantity of SF₆ to obtain the insulating and breaking parameters required to operate the module.

Each pole features a rupture disk with a particularly precise activation threshold. This prevents over-pressures of the pulsing type from reaching values that could jeopardise the installation and surrounding environment, thus guaranteeing great safety during operation. Along with the gas monitoring system, the product is fitted with a pressure gauge-densimeter to measure and monitor the density of the gas in the tank.



Fig. 7: Inspection windows



Fig. 8: Current transformer

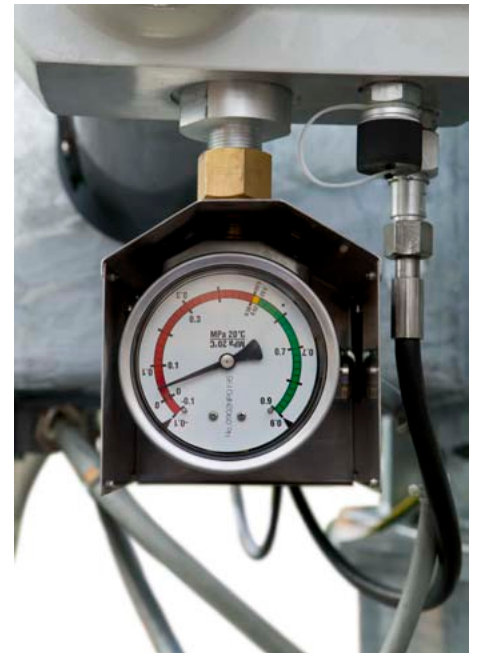


Fig.9: Pressure gauge densimeter

PASS M0 with rotating chamber

Quality Certification

The new PASS M0S is completely assembled and tested in the factory in compliance with the following international Standards:

- IEC Standards regarding the components involved.
- ISO 9001 (Quality), ISO 14001 (Environment) and ISO 18001 (OHS Health and Safety) standards.
- CENELEC EN 50052.



Technical specifications

Rated insulation level

Rated insulation level				
Rated voltage	kV	72.5	145	170
Rated frequency	Hz		50 / 60	
Rated power frequency withstand voltage (1 min)				
common value	kV	140	275	325
across the isolating distance	kV	160	315	375
across open CB	kV		325	
Rated lightning impulse withstand voltage (1 sec)				
common value	kV	325	650	750
across the isolating distance	kV	375	750	860
across open CB	kV		750	

Current ratings

Rated direct current	A	3150
Rated short-time withstand current	kA	40
Rated short-circuit duration	s	3
Rated peak withstand current	kA	104

Contact us

ABB S.p.A.
Power Products Division
Unità Operativa Adda-HV

Via dei Ceramisti, snc
I-26900 Lodi
Tel: +39 0371 452.1
Fax: +39 0371 452.222

www.abb.it

The data and illustrations are not binding.
We reserve the right to make changes in the course of
technical development of the product.

Copyright 2010 ABB.
All rights reserved.

2GJA708366 – Rev. A, en – Brochure – 2010.11 (PASS MO RC) (mt)

IMEFY S.L.



LOS YEBENES (TOLEDO)
ESPAÑA

TRANSFORMADOR TRIFASICO-TRAFO III-20/25 MVA-132/16,45-9,5kV-50Hz

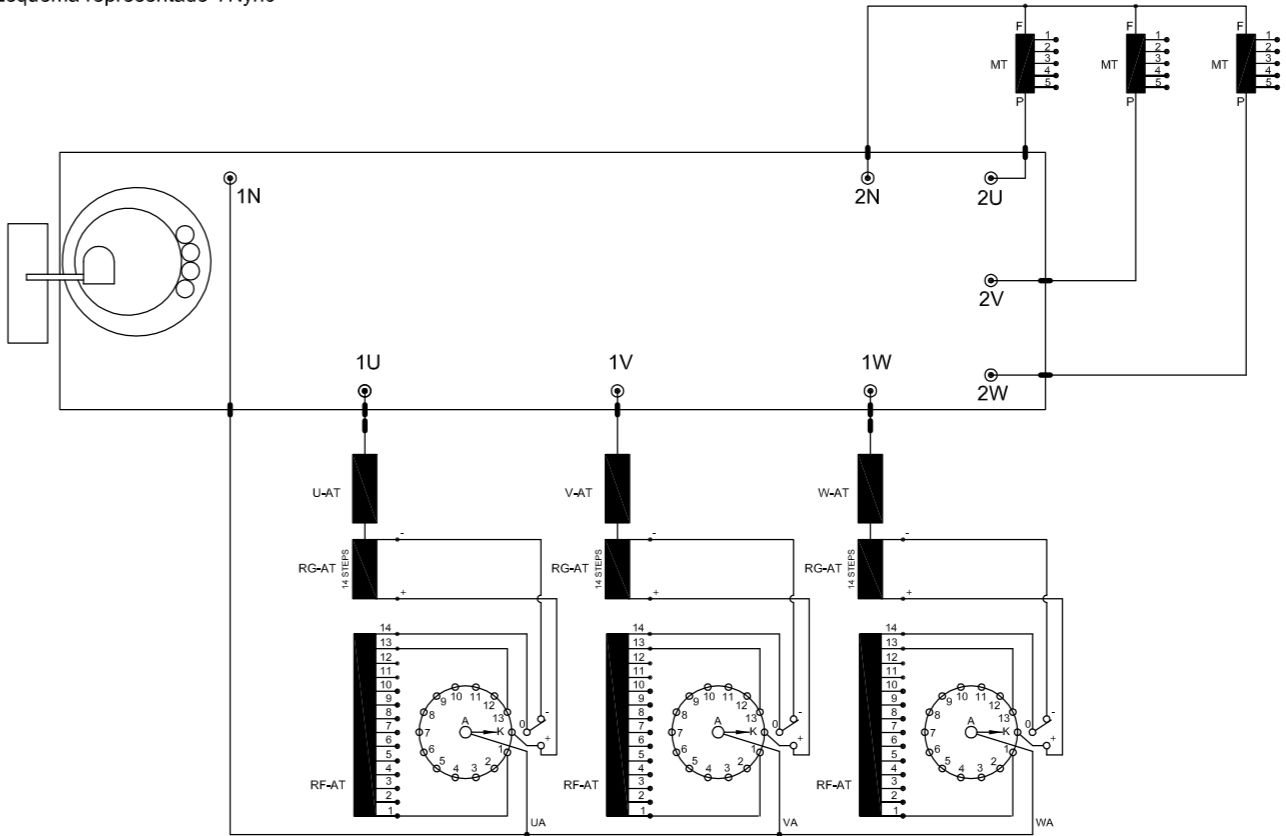
ESQUEMA

Nº FABRICACIÓN:
NORMA DE REFERENCIA 1:
NORMA DE REFERENCIA 2:
POTENCIA NOMINAL EN MODO ONAN:
POTENCIA NOMINAL EN MODO ONAF:
GRUPO DE CONEXIÓN:
CALENTAMIENTOS BOBINADOS (*) / ACEITE:
TENSION DE CC. 25 MVA 149160 / 16450-9500 V:
TENSION DE CC. 25 MVA 132000 / 16450-9500 V:
TENSION DE CC. 25 MVA 114840 / 16450-9500 V:
AÑO DE FABRICACION:
CLASE DE REFRIGERACION:
MATERIAL AT / BT:
NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA:
TIPO DE ACEITE

UNE-EN 60076	
GE SNE022	
20	MVA
25	MVA
YNyn0-d1-11	
65 (78) / 60	K
	%
	%
	%
ONAN/ONAF	
Cu / Cu	
77	dB
I.E.C. 60296 / CLASE II	

NIVELES DE AISLAMIENTO			
	LÍNEA AT	NEUTRO AT	LÍNEA y N BT
IMPULSO TIPO RAYO	650 kV	325 kV	125 kV
FRECUENCIA INDUSTRIAL	275 kV (**)	140 kV	50 kV
MASAS (kg)			
PARTE ACTIVA			20900
CUBA			8400
RADIADORES			4400
BORNAS Y ACCESORIOS			1300
ACEITE			14000
DESENCUBADO			23700
TRANSPORTE CON GAS INERTE			28900
TOTAL			49000

Nota: Esquema representado YNyn0



CONEXIÓN DE ALTA TENSION

LÍNEA EN 1U-1V-1W NEUTRO EN 1N

TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)		REGULADOR	
	20000 kVA	25000 kVA	POSICIÓN	CONEXIÓN
149160	77,41	96,77	1	1
147840	78,10	97,63	2	2
146520	78,81	98,51	3	3
145200	79,52	99,41	4	4
143880	80,25	100,32	5	5
142560	81,00	101,25	6	6
141240	81,75	102,20	7	7
139920	82,53	103,16	8	8
138600	83,31	104,14	9	9
137280	84,11	105,14	10	10
135960	84,93	106,16	11	11
134640	85,76	107,20	12	12
133320	86,61	108,26	13	13
132000	87,47	109,35	14	K (NOMINAL)
130680	88,36	110,45	15	1
129360	89,26	111,58	16	2
128040	90,18	112,73	17	3
126720	91,12	113,90	18	4
125400	92,08	115,10	19	5
124080	93,06	116,33	20	6
122760	94,06	117,58	21	7
121440	95,08	118,86	22	8
120120	96,13	120,16	23	9
118800	97,20	121,50	24	10
117480	98,29	122,86	25	11
116160	99,41	124,26	26	12
114840	100,55	125,69	27	13

CONEXIÓN DE BAJA TENSION

LÍNEA EN 2U-2V-2W NEUTRO EN 2N

POSICIÓN	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	
		20000 kVA	25000 kVA
1	18095	638,13	797,67
2	17272,5	668,52	835,65
3	16450	701,95	877,43
4	15627,5	738,89	923,61
5	14805	779,94	974,92
1	10450	1104,98	1381,22
2	9975	1157,59	1446,99
3	9500	1215,47	1519,34
4	9025	1279,45	1599,31
5	8550	1350,53	1688,16

BORNAS DE BAJA TENSION (BT- n BT)

FABRICANTE	TIPO
PFISTERER	827 146 336
COMEM	24 kV-1250 A/P4 UNE EN 50180

MEDIDAS en 10 kV de:	CAPACIDAD (nF)	Tg. DELTA
AT contra BT		
AT contra MASA		
BT contra MASA		

MARCA DEL ACEITE

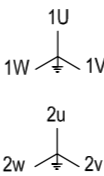
NYNAS NYTRO TAURUS ☐ REPSOL TENSION ☐

- TODAS LAS TENSIONES SE ENTIENDEN EN VACIO
- EL TRANSFORMADOR PUEDE SER SOBREEXCITADO EN UN 10%
- COMPROBAR LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE CADA SEIS MESES
- TRANSFORMADOR PREVISTO PARA SOPORTAR EL VACIO ABSOLUTO
(*) CALENTAMIENTO DEL PUNTO MÁS CALIENTE DE LOS BOBINADOS
(**) ENSAYO DE TENSION APLICADA LIMITADO POR NIVEL DE AISLAMIENTO DEL NEUTRO A 140 kV

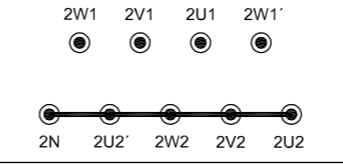
GRUPO DE CONEXIÓN

YNyn0

SÍMBOLO ACOPLAMIENTO

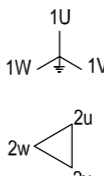


CONEXIÓN BAJO TAPA

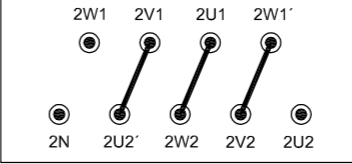


YNd1

SÍMBOLO ACOPLAMIENTO

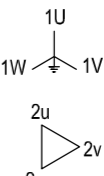


CONEXIÓN BAJO TAPA

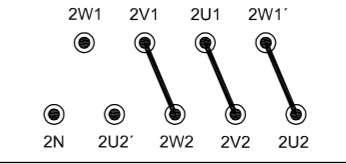


YNd11

SÍMBOLO ACOPLAMIENTO



CONEXIÓN BAJO TAPA



Material: acero inoxidable 1.2mm. de espesor.
Fondo blanco metal, texto y línea en negro.

\placa	Fecha	Nombre	Tolerancias generales según	
Dibujado:	08/08/25	J.C.H.	UNE-EN 22768 (ISO 2768)-mK	
Revisado:	08/08/25	A.R.B.	Dimensiones en mm.	
Escala	1:1			
PLACA DE CARACTERISTICAS				Sustituye a: IM-PL-22638PPC01/D
				Sustituido por:
				Nº: IM-PL-22638PPC01/E



LISTA DE ACCESORIOS 20/25 MVA

ACCESORIO	TIPO	FABRICANTE	OBSERVACIONES
1. BORNAS A.T.	GOB 650 - 1250	ABB	3 Unidades. Ref. LF 123 193
2. BORNA NEUTRO A.T.	GOB 325 - 800	ABB	1 Unidad. Ref. LF 123 179
3. BORNAS M.T.	36 kV 2200 A	PFISTERER	3 Unidades. Ref. 827 146 336
4. BORNA NEUTRO M.T.	24 kV – 1250 A / P4	COMEM	1 Unidad. UNE EN 50180
5. CONEXIÓN TOMA DE TIERRA - CIRCUITO MAGNÉTICO	Caja conexiones auxiliar Tipo SM2-S12 terminales	CEDASPE	1 Unidad.
6. TERMÓMETRO	Tipo 34 (34.4.06.19x8)	AKM	1 Unidad con 4 contactos IP 54. Rosca 1"
7. VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN	(Calibrado 0,5 Kg/cm ²)	QUALITROL	1 Contacto aux. conmutado. Protección contacto IP55. 1 Unidad.
8. RELÉ BUCHHOLZ	09-26 (Velocidad de flujo 2,5 m/s)	ELEKTROMOTOREN EBG	Según EN 50216-2. 2 Contacto abiertos.
9. DISPOSITIVO DE RECOGIDA DE GASES	RG	COMEM	1 Unidad.
10. VÁLVULAS INDEPENDIZADO DEL BUCHHOLZ	DN 80-D/10	CEDASPE	2 Unidades.
11. RADIADORES	RR520/P-CSB	RAHEMO/WARM	12 Unidades galvanizados. 2200 x 16 elementos
12. VÁLVULAS INDEPENDIZADO RADIADORES	TW 80 - B	CEDASPE	24 Unidades.
13. RUEDAS	B300 DIN 42561	MINFOR	4 Unidades. Con pestaña.
14. Sonda PT-100	PT-100	WEC/JUMO	1 Unidad.



LISTA DE ACCESORIOS 20/25 MVA

ACCESORIO	TIPO	FABRICANTE	OBSERVACIONES
15. NIVEL MAGNÉTICO	LA22	COMEN	Según UNE EN 50216-5 2 Contactos conmut. (min+max) 2 Unidades.
16. CONMUTADOR DE TOMAS EN CARGA A.T.	V III 200 Y 76kV 14271G	MR	1 Unidad.
- MANDO A MOTOR	ED-S100	MR	1 Unidad.
- RELÉ PROTECCIÓN	RS2001	MR	1 Unidad.
- VÁLVULA INDEPENDIZADO RS2001	DN25/10	CEDASPE	2 Unidades.
17. CONMUTADOR EN VACÍO	KL 205 – 1200 A	CAPT	1 Unidad.
18. VÁLVULAS TIPO BOLA	19M.050.14.12 (DN50) 19M.025.14.12 (DN25) 19M.015.14.12 (DN15)	PROINVAL	2 Unidades DN50 9 Unidad DN25 1 Unidad DN15
19. DESECADOR SILICAGEL	V3 V7	HERLYP	1 Unidad. 1 Unidad.
20. VENTILADORES	VRE 663/6	UGATX	4 Unidades
21. CUADRO DE CONEXIONES	S/GE SNE022 4ª Edición	KAYEL	1 Unidad.
22. TERMOSTATO	TRP 25 R1" L150	AMCO	1 Unidad. IP 54. Rosca 1"

Inductive Voltage Transformers

Types VEOT and VEOS



TRENCH

Inductive Voltage Transformers

Introduction

Trench is a recognized world leader in the design and manufacture of high voltage equipment for application on electric utility and high energy industrial systems. As part of Trench's product scope, the Company produces a diversified range of Instrument Transformers which are installed on 69-800 kV electrical systems. Instrument Transformers include: Voltage (Potential) Transformers (both inductive and capacitive type), Current Transformers and Combined Instrument Transformers (voltage and current transformer in one unit).

Voltage Transformers must convert transmission class voltages to standardized low and easily measurable values, which will be used for metering, protection and control of the high voltage system. As such, the need for accurate and reliable voltage transformation is essential.

This brochure will detail the features and characteristics of types VEOT and VEOS inductive type Voltage Transformers. Please refer to Trench brochure E210 for additional general information concerning high voltage Instrument Transformers.



*Fig. 1
Type VEOT 72.5(left) and
VEOT 245(right)
oil/paper Insulated
Voltage Transformers*

Features



- Meet all IEC and ANSI metering and protection classes (other standards on request)
- Standard thermal burden ratings of 2000 - 2500 VA (higher on request)
- Quality Assurance in accordance with ISO 9001

- highly refined and processed oil/paper insulation system
- low weight and minimum oil volume
- use of high quality mineral oil, PCB free, biological decomposition
- excellent seismic performance as a consequence of optimized designs of flanges, porcelain and their interconnection
- excellent control of internal and external insulation stresses through the use of a proprietary finely graded bushing system
- essentially unaffected by stray external magnetic fields
- hermetically sealed stainless steel metallic bellows for units rated 123 kV and above
- welded housings sealed without screws
- stable accuracy over a long period of time
- perfect transient performance
- suitable for line discharging
- exclusive use of corrosion-resistant materials
- explosion resistant by
 - insulating system with high reliability
 - fine graded bushing
 - weak point in the aluminium head and tank castings and the metallic bellows serving as pressure release device
- successful field experience since the manufacture of the first voltage transformer in 1926
- maintenance free during a long life time of more than 30 years
- composite insulator available on request

Construction

Trench types VEOT and VEOS Inductive Voltage Transformers are designed and constructed with the well proven, highly reliable, oil/paper insulation system. Each porcelain housed, hermetically sealed Voltage Transformer is equipped with stainless steel expansion bellows, calibrated to the internal oil volume and extremes in ambient operating temperatures.

For voltage classes up to 300 kV, the type VEOT is offered. For applications above 300 kV, Trench offers the type VEOS design. The VEOS is designed with a primary winding which is located in the mid-point of the structure. This feature serves to reduce the dielectric stresses and ensures optimized voltage distribution within the transformer. Please refer to figure Fig. 3 for the internal schematic diagram and mechanical details for both the VEOT and VEOS units.

Standard Equipment

- aluminum flat pad primary terminal/ground terminal
- lifting lugs
- bellows position indicator
- oil filling port
- oil drain valve
- secondary terminal box with removable gland plate

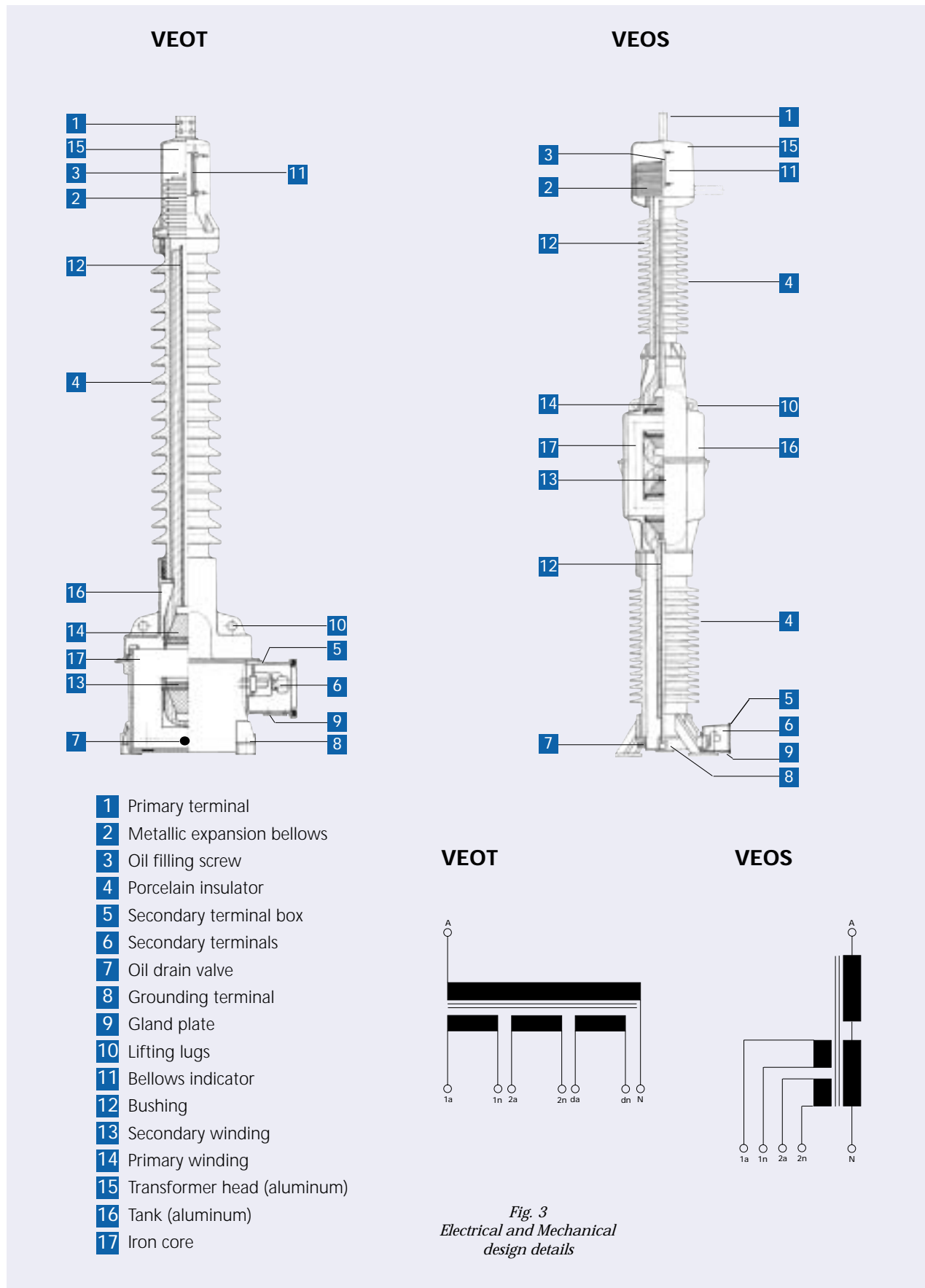
Optional Equipment

- stud type primary terminal
- primary or ground cable connector
- Anti-corona rings
- Capacitance tap for measurement of tan delta of bushing or high voltage winding
- Gas Detection System (contact Trench for additional details)
- Secondary fuses or circuit breakers
- Terminal box heater
- Composite insulator



*Fig. 2
Inductive
Voltage Transformers
VEOT*

Sectional view

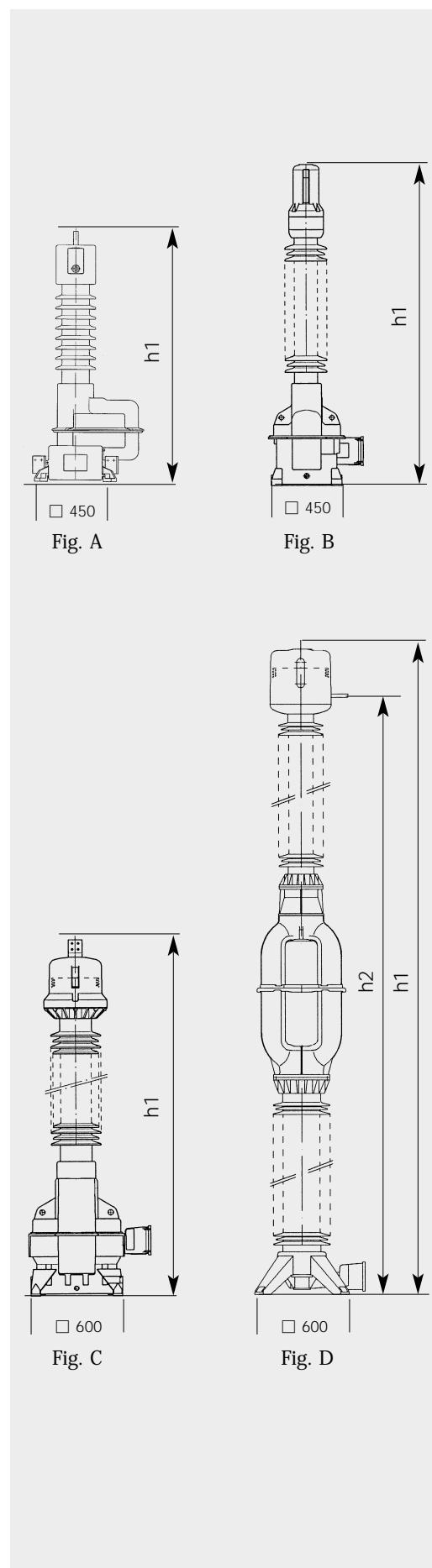


Oil/Paper-insulated Inductive Voltage Transformers

Electrical and Mechanical Data (1)

Type	Max. continuous operating voltage phase to phase	test voltage 50/60Hz 1 min. dry/wet	Impulse withstand 1.2/50 μ s	Switching impulse test voltage	min. sparking distance	Standard creepage distance
	kV _{eff}	kV _{eff}	kV _{peak}	kV _{peak}	mm	mm
VEOT 72.5 HT	72.5	140	325	–	630	1815
VEOT 72.5	72.5	140	325	–	700	1815
VEOT 123	123	230	550	–	1200	3815
VEOT 145	145	275	650	–	1200	3815
VEOT 170	170	325	750	–	1400	4495
VEOT 245	245	395	950	–	2200	6300
VEOT 245	245	460	1050	–	2200	6300
VEOT 300	300	460	1050	850	2200	6300
VEOS 362	362	570	1300	950	2650	9050
VEOS 420	420	630	1425	1050	3200	11025
VEOS 420	420	680	1550	1050	3200	11025
VEOS 550	550	680	1550	1175	3800	13750
Notes: (1) Other ratings available on request						

Fig Weight of oil	Net weight (approx) kg	Dimension		
		h1	h2	
		mm	mm	kg
A	210	1515	–	40
B	290	2060	–	40
B	310	2560	–	43
B	320	2560	–	45
B	330	2760	–	47
C	670	3650	–	115
C	670	3650	–	115
C	670	3650	–	115
D	1020	5100	4765	220
D	1200	5650	5315	240
D	1200	5650	5315	240
D	1450	6300	5960	265





*The Trench Group is your
partner of choice for electrical
power transmission and
distribution solutions today;
and for the development of
your new technology solutions
of tomorrow.*

Trench Facilities

Trench® Austria GmbH
Paschinger Strasse 49
Postfach 13
A-4060 Linz-Leonding
Austria
Phone: 43-732-6793-0
Fax: 43-732-671341

Trench® Brasil Ltda
Via Expressa de Contagem, 2685
Contagem, Minas Gerais
CEP 32370-485
Brazil
Phone: 55-31-3391-5959
Fax: 55-31-3391-1828

Trench® China
MWB (Shanghai) Co., Ltd.
No. 3658, Jiancheng Road
Minhang, Shanghai
Peoples Republic of China
200245
Phone: 86-21-54720088
Fax: 86-21-54723118

Trench® High Voltage
Products Ltd., Shenyang
No. 2 Zhengliang Er. Road
Jing Shen Xi San Street
Dao Yi Economic Development Zone
Shenyang 110136 P.R. China
Phone: 86-24-89722688
Fax: 86-24-89737200

Trench® Limited
Bushing Division
432 Monarch Avenue
Ajax, Ontario
Canada L1S 2G7
Phone: 905-426-2665
Fax: 905-426-2671

Trench® Limited
Coil Product Division
71 Maybrook Drive
Scarborough, Ontario
Canada M1V 4B6
Phone: 416-298-8108
Fax: 416-298-2209

Trench® Limited
Instrument Transformer Division
390 Midwest Road
Scarborough, Ontario
Canada M1P 3B5
Phone: 416-751-8570
Fax: 416-751-6952

Trench® Limited
Power Line Carrier Division
815 Middlefield Road, Unit 6A
Scarborough, Ontario
Canada M1V 2P9
Phone: 416-291-8544
Fax: 416-291-5581

Trench® France S.A.
16, Rue du Général Cassagnou
B.P. 70 F-68 302
St. Louis, Cedex
France
Phone: 33-3 89-70-2323
Fax: 33-3 89-67-2663

Trench® Germany GmbH
Nürnberg Strasse 199
D-96050 Bamberg
Germany
Phone: 49-951-1803-0
Fax: 49-951-1803-224

Trench® Switzerland AG
Lehenmattstrasse 353
CH-4028
Basel
Switzerland
Phone: 41-61-315-51-11
Fax: 41-61-315-59-00

Trench® (UK) Limited
South Drive
Hebburn
Tyne & Wear
NE 31 1 UW
Phone: 44-191-483-4711
Fax: 44-191-430-0633

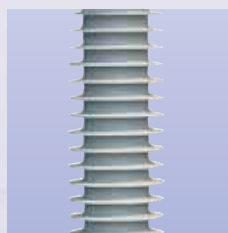
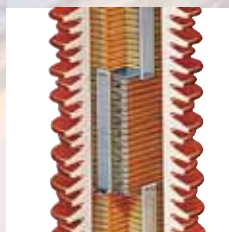
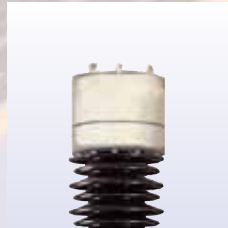
www.trenchgroup.com

E 211.21

Subject to change without notice (05.2006)
Printed in Canada.



ARTECHE



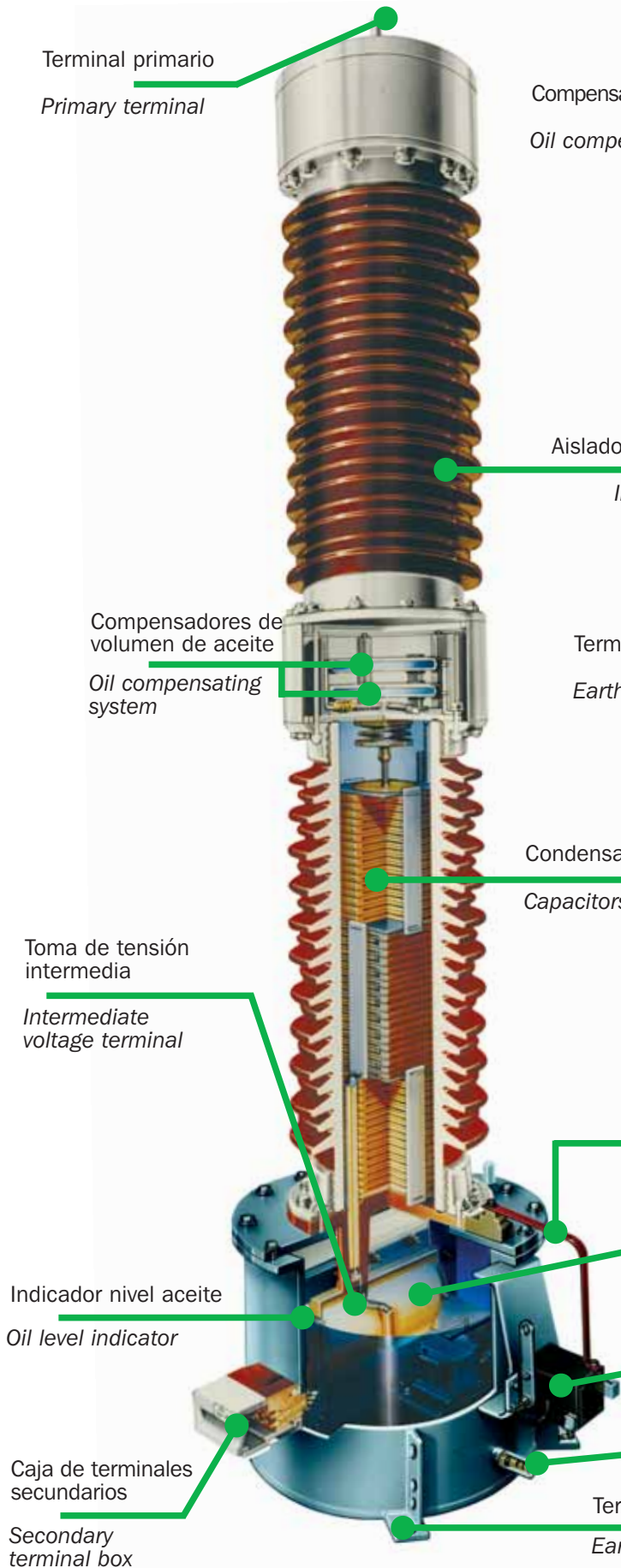
**Transformadores de Tensión Capacitivos y Condensadores de Acoplamiento
Hasta 765 kV**

**Capacitive Voltage Transformers and Coupling Capacitors
Up to 765 kV**

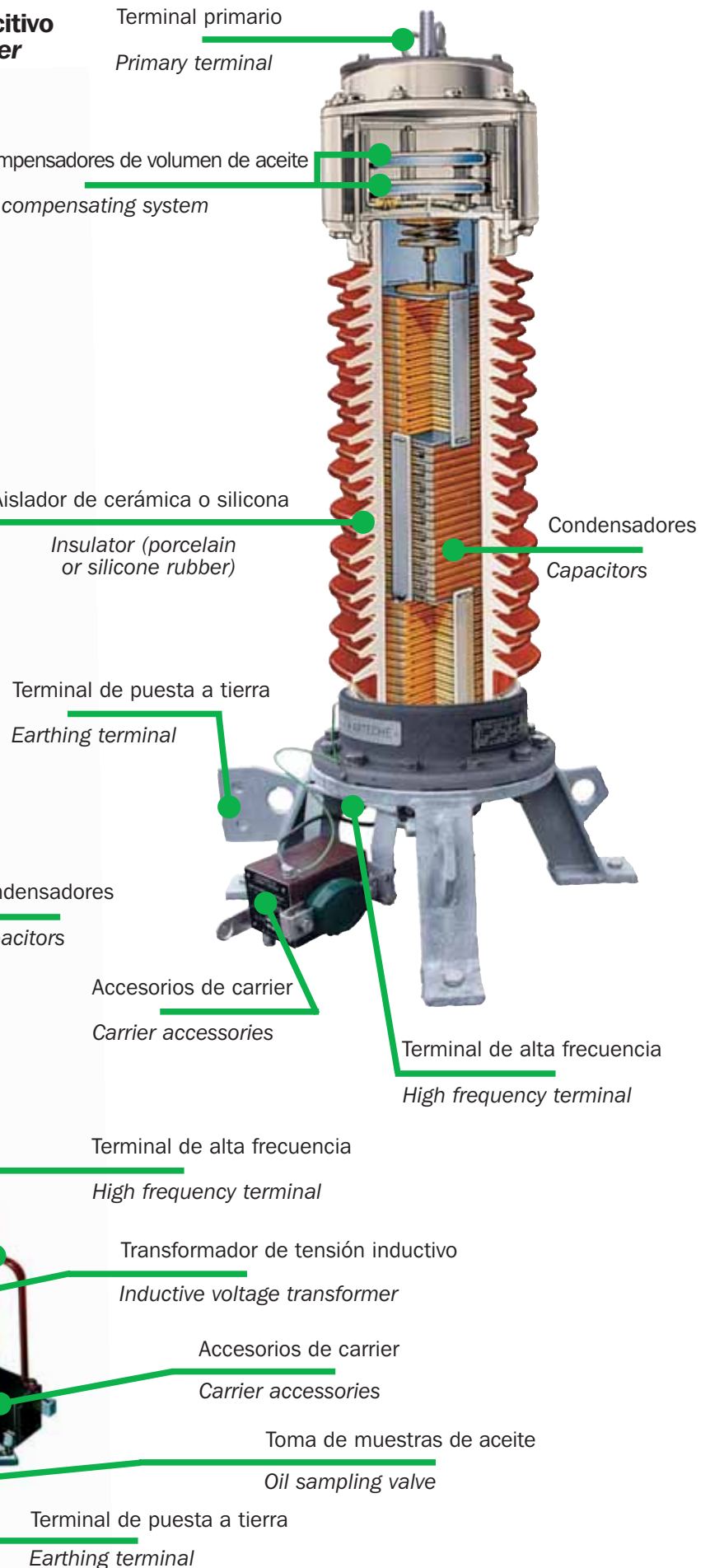


ARTECHE

Transformador de Tensión Capacitivo Capacitive Voltage Transformer



Condensador de Acoplamiento Coupling Capacitor





ARTECHE

Los Transformadores de Tensión Capacitivos separan del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, protecciones, etc... y reducen las tensiones a valores manejables y proporcionales a las primarias originales, con la posibilidad de transmitir señales de alta frecuencia a través de las líneas de alta tensión.

Los Condensadores de Acoplamiento sirven como acoplamiento de señales de comunicación de alta frecuencia y corresponden a la parte capacitiva de un transformador de tensión capacitivo.

Las Bobinas de Bloqueo sirven para dirigir las señales de comunicación de alta frecuencia por las líneas deseadas bloqueando las demás líneas para evitar pérdidas de señal.

ARTECHE suministra los equipos descritos, así como los accesorios necesarios para su ensamblaje.

Capacitive Voltage Transformers separate the measuring instruments, meters, relays, protections, from the high-voltage circuit and reduce voltages to manageable levels that are proportional to the original primary values, with the possibility of transmitting high-frequency signals through the high-voltage lines.

Coupling Capacitors are used for coupling high-frequency communication signals and are equivalent to the capacitive part of the capacitive voltage transformer.

Line Traps are used to direct high-frequency communication signals on designated lines by blocking other lines to avoid signal loss.

ARTECHE supplies the aforementioned equipment as well as the accessories necessary for their assembly.

Aplicaciones

Los Transformadores de Tensión Capacitivos están diseñados para su uso en sistemas de alta tensión hasta 765 kV, para:

- Medida de Tensión.
- Medida de potencia.
- Relés de protección.
- Equipos de sincronización.
- Transmisión de señales de alta frecuencia a través de las líneas (Señales de Onda Portadora).
- Reducción de los picos de tensión.

Applications

Capacitive Voltage Transformers are designed for use in high-voltage systems of up to 765 KV for:

- *Voltage measurement.*
- *Power measurement.*
- *Protection relays.*
- *Synchronisation equipment.*
- *Transmission of high-frequency signals through the high voltage lines (Power Line Carrier).*
- *Reduction of voltage peaks.*





ARTECHE

Ventajas

Alta estabilidad de la capacidad y por lo tanto de **la precisión**.

Posibilidad de ajustar la precisión en la subestación.

Fiable sistema de **supresión de ferroresonancia** que no afecta a la respuesta transitoria ni a la precisión.

Excelente resistencia mecánica a esfuerzos sísmicos.

Dispositivos de liberación de presión en caso de fallo interno, lo que garantiza el **máximo nivel de seguridad**.

Alta robustez mecánica y reducido tamaño debido a un diseño compacto, que facilita el transporte, almacenaje y montaje.

Herméticamente construido con el mínimo volumen de aceite en su interior.

Cumple **todo tipo de requerimientos a nivel mundial**: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF y otras.

Compensador metálico que regula eficazmente los cambios en el volumen de aceite debidos fundamentalmente a la variación de temperatura.

Libres de mantenimiento durante su amplio periodo de funcionamiento.

Diseño **amigable** con el **Medio Ambiente** debido a la utilización de aceites aislantes de alta calidad y libres de PCB. Los materiales empleados son reciclables y resistentes a la intemperie.

Disponibilidad de **laboratorio propio homologado oficialmente**.

Responde perfectamente a condiciones especiales, como temperaturas de -55°C , altitudes superiores a 1.000 m.s.n.m., ambientes salinos o contaminados, seísmos, etc.

Opciones:

- Posibilidad de **aislador de silicona**.
- Accesorios para carrier.
- Palanca de puesta a tierra de la parte inductiva.
- Amplia variedad de terminales primarios y secundarios.
- Secundarios precintables.
- Posibilidad de instalar en la cabeza bobinas de bloqueo.
- Diferentes prensaestopas y accesorios disponibles.
- Amplia gama de capacidades.
- Dispositivos de protección de secundarios dentro del bloque de bornas.

Features

Highly stable capacitance and accuracy.

Possibility of adjusting the accuracy at site.

Reliable **ferroresonance suppression** system that does not affect transient response nor accuracy.

Excellent mechanical resistance to seismic pressure.

Pressure-relief device activated in the event of an internal fault, thus **guaranteeing maximum safety**.

Significant mechanical durability and reduced size thanks to its compact design, facilitates transport, storage and assembly.

Hermetically sealed and minimum oil volume.

Manufactured following **any requirement**: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF and others.

Stainless steel bellows for oil volume compensation.

Maintenance free during its long service life.

Environmentally friendly design, using high quality PCB-free insulating oil and recyclable materials.

Availability of **officially certified in-house laboratory**.

Suitable for special conditions, such as -55°C temperatures, altitudes of over 1,000 masl, salty or polluted atmospheres, earthquakes, etc.

Options:

- **Silicone rubber insulators.**
- Carrier accessories.
- Inductive part earthing switch.
- Wide variety of primary and secondary terminals.
- Sealable secondary terminals.
- Possibility of installing line traps on the unit head.
- Different cable glands and other accessories on request.
- Wide range of capacitances.
- Secondary terminal protection devices fitted inside the terminal box.



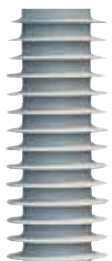
Compensador metálico con dispositivo de liberación de sobrepresión para lograr una máxima seguridad
Metallic bellows with pressure relief device for maximum safety



Terminal de alta frecuencia con posibilidad de accesorios de carrier
High frequency terminal with optional carrier accessories



Amplia variedad de terminales primarios
Wide variety of primary terminals



Posibilidad de diferentes tipos de aisladores (silicona, porcelana gris, porcelana color, ...)
Different possible insulators (silicone rubber, brown or sky blue porcelain, ...)



ARTECHE



Posibilidad de ajustar la precisión en la subestación y opción de dispositivos de protección de secundarios dentro del bloque de bornes

Possibility of adjusting the accuracy at site and option of adding secondary protection devices inside the terminal box



Palanca de puesta a tierra del Transformador de Tensión Inductivo para seguridad durante la manipulación en servicio

Inductive Voltage Transformer fitted with an earthing switch for safety during handling whilst in operation



Indicador del nivel de aceite
Oil level indicator

Diseño y Fabricación

El transformador de tensión capacitivo está formado por condensadores en serie, montados sobre una cuba donde va alojada la unidad electromagnética (transformador inductivo, reactancia serie y elementos auxiliares). Los condensadores forman un divisor de tensión (2, 3) entre el terminal de alta tensión (1) y el terminal de alta frecuencia (4).

Los condensadores, impregnados en aceite dieléctrico de alta calidad, están alojados en uno o más aisladores, formando cada uno de ellos una unidad independiente y **herméticamente sellada**. Los condensadores presentan una capacidad muy estable en el tiempo.

El borne de alta frecuencia para la señal de onda portadora sale lateralmente a través de la pieza de resina que separa la unidad capacitiva de la inductiva.

Una cuba de acero galvanizado aloja la parte inductiva, impregnada en aceite mineral. Esta cuba está herméticamente protegida del ambiente.

Los bornes secundarios están ubicados en una amplia caja que facilita la labor de conexión y permite la colocación de elementos de protección tales que fusibles y disyuntores en su interior.

Los aparatos se ensayan como rutina a descargas parciales, medida de capacidad y tangente de delta, aislamiento y precisión y están diseñados para soportar todos los ensayos de tipo que exigen las normas.

Design & Manufacture

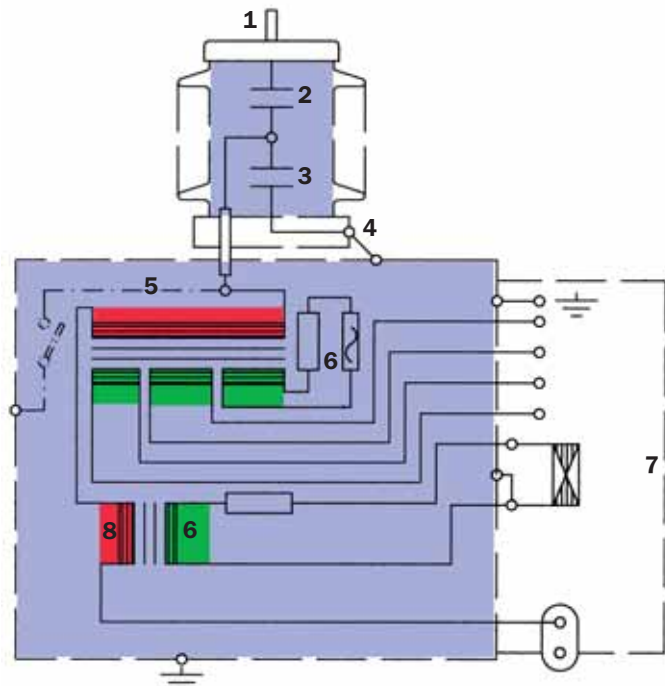
The capacitive voltage transformer is comprised of series capacitors mounted on a tank that houses the electromagnetic unit (inductive transformer, series reactor and auxiliary equipment). The capacitors form a voltage divider (2, 3) between the high-voltage terminal (1) and the high frequency terminal (4).

The capacitors, impregnated with top quality dielectric oil, are fitted into one or more insulators, each of which forms an **hermetically sealed** independent unit. The capacitors have an extremely stable capacitance.

The high-frequency terminal for the power line carrier signals comes out of one side through the resin piece that separates the capacitive unit from the inductive unit.

A galvanised steel tank houses the inductive part, impregnated in mineral oil. This tank is air and watertight. The secondary terminals are located in a spacious box, thus facilitating the connection work and allowing protective devices such as fuses and miniature circuit breakers to be fitted inside.

Routine tests are carried out on the equipment for partial discharges, capacitance and tangent delta measurements, insulation and accuracy, and the equipment is designed to withstand all the tests that are required by the different standards.



- 1.- Terminal primario.
- 2, 3.- Condensadores.
- 4.- Terminal de alta frecuencia.
- 5.- Transformador de tensión inductivo.
- 6.- Circuito de supresión de ferroresonancia.
- 7.- Caja de bornes secundarios.
- 8.- Reactancia de compensación.

- 1.- Primary terminal.
- 2, 3.- Capacitors.
- 4.- High frequency terminal.
- 5.- Inductive voltage transformer.
- 6.- Ferroresonance suppression circuit.
- 7.- Secondary terminal box.
- 8.- Compensating reactor.



Montaje Bobinas de Bloqueo

Los transformadores de tensión capacitivos y los condensadores de acoplamiento ARTECHE están preparados para soportar la mayoría de las bobinas de bloqueo apoyadas en la parte superior del transformador.

Las **ventajas** de este tipo de montaje son:

- **Reducción del espacio** necesario en la subestación.
- **Facilidad y rapidez de instalación** y conexión eléctrica gracias al **soporte tipo pedestal** suministrado por ARTECHE que **incluye todos los elementos necesarios** para el montaje.
- **Ahorro de estructuras** soporte, **aisladores** poste y **tiempo de instalación**.

Para requerimientos específicos, ARTECHE puede realizar un estudio particular de la conveniencia de este tipo de montaje, teniendo en cuenta para el cálculo todos los esfuerzos mecánicos de esa instalación en particular.

Line Trap Assembly

ARTECHE capacitive voltage transformers and coupling capacitors are designed to support most of the line traps placed on top of the transformer.

The **advantages** of this type of assembly are:

- **Reduction in substation space** required.
- **Simplicity and speed of installation** and electric connection thanks to the **pedestal-type support** supplied by ARTECHE, which comes, equipped **with all the necessary assembly parts**.
- **Savings in support structures**, post insulators and **installation time**.

If specific requirements exist, ARTECHE can undertake an individual study to assess the convenience of an assembly of this kind. In this case, additional particular mechanical requirements would be included in the calculation.

Bobina de Bloqueo de ARTECHE montada en pedestal sobre Condensador de Acoplamiento

ARTECHE line trap mounted on top of a coupling capacitor (pedestal mounting)

Calidad

El Grupo ARTECHE se encuentra inmerso en la filosofía de la **Calidad Total**. Una decisión que implica importantes inversiones y esfuerzos en gestión, producción y formación. El sistema asegura los máximos niveles de excelencia en productos, servicios y respeto medioambiental.

Gestión:

- Certificado del Sistema de Calidad conforme a las normas **ISO 9001:2000** e **ISO 14001:2004**.
- Acuerdos de Calidad Concertada con Compañías Eléctricas.

Control:

- Laboratorios físico-químicos y eléctricos para ensayos de aprobación bajo cualquier Norma Internacional.
- Protocolos de **ensayos de tipo** emitidos por **KEMA, CESI, LABEIN, LAPEM, RENARDIÈRES...**
- Niveles de homologación: A solicitud del cliente.

Quality

The ARTECHE Group is fully committed to the philosophy of **Total Quality**. A decision that has involved significant investment and emphasis placed on management, production and training. The system ensures the highest level of excellence in products, services and respecting the environment.

Management:

- **ISO 9001:2000** and **ISO 14001:2004** quality system certificate.
- Officially approved quality agreements with utilities.

Control:

- Physics, chemical and electrical laboratories for approval testing in accordance with any International Standard.
- **Type test reports** issued by **KEMA, CESI, LABEIN, LAPEM, RENARDIÈRES, etc.**
- Approved testing levels: to specific customer requirements.

Gama

Los Transformadores de Tensión Capacitivos y los Condensadores de Acoplamiento de ARTECHE se denominan mediante el uso de diferentes letras (DDB o DFK para transformadores; DDN o DFN para condensadores) seguidas de 2 ó 3 cifras que coinciden con la tensión máxima de la red para la que han sido diseñados.

Las tablas muestran las gamas de ambos tipos de equipos fabricados por ARTECHE. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricarlos de acuerdo con **cualquier norma nacional o internacional**.

Range

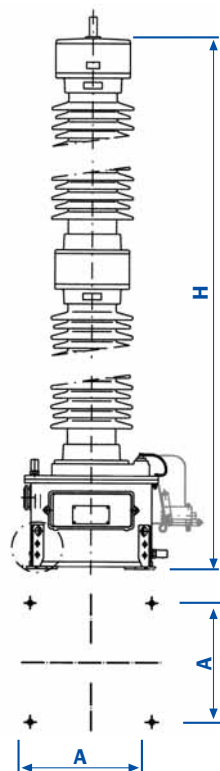
ARTECHE Capacitive Voltage Transformers and Coupling Capacitors are identified by the initials DDB or DFK for transformers, and DDN or DFN for capacitors, followed by 2 or 3 digits representing the maximum network voltage they have been designed to withstand.

The tables included overleaf illustrate the ranges of both types of ARTECHE equipment. The characteristics shown are for guidance only. ARTECHE can manufacture its goods to suit **any national or international regulation**.

Transformadores de Tensión Capacitivos de 420 kV instalados en Finlandia con rango de temperatura -50° a +40° C
420 kV Capacitive Voltage Transformers installed in Finland for temperature ranges of between -50° and +40°C



Transformadores de Tensión Capacitivos • Capacitive Voltage Transformers



Modelo Model	Tensión máxima de servicio Highest system voltage (kV)	Tensiones de ensayo Test voltages			Capacidad estándar Standard capacitance (pF)	Alta capacidad High capacitance (pF)	Linea de fuga estándar Standard creepage distance (mm)	Dimensiones Dimensions		Peso Weight (Kg)
		Frecuencia Industrial Power frequency (kV)	Impulso Lightning Impulse (BIL) (kVp)	Maniobra Switching Impulse (SIWL) (kVp)				A (mm)	H (mm)	
DDB-72	72,5	140	325	-	14600	40000	1825	450	1510	245
DDB-100	100	185	450	-	9000	26500	2500	450	1600	255
DDB-123	123	230	550	-	8800	24000	3075	450	1830	300
DDB-145	145	275	650	-	6000	17700	3625	450	1920	310
DDB-170	170	325	750	-	5000	15200	4250	450	2065	330
DFK-245	245	460	1050	-	3600	12400	6125	450	2885	450
DFK-300	300	460	1050	850	4000	10000	7500	450	3205	480
DFK-362	362	510	1175	950	3400	8600	9050	450	3675	520
DFK-420	420	630	1425	1050	2600	7000	10500	450	4595	670
DFK-525	525	680	1550	1175	-	6800	13125	450	5560	1065
DFK-765	765	880	1950	1425	-	5200	15300	450	7010	1270

Clases y potencias de precisión estándar • Standard accuracy classes and burdens:

Según Normas CEI

75 VA Clase 0,2 / 3P
180 VA Clase 0,5 / 3P
350 VA Clase 1 / 3P

Potencias de precisión elevadas como 500 VA Clase 0,5, o incluso superiores, son posibles bajo pedido. Clase 0,1 de alta precisión disponible bajo pedido.

Según Normas IEEE

0.3 WXY
0.6 WXYZ
1.2 WXYZ, ZZ

Potencias de precisión superiores como 0.3 WXYZ o ZZ son posibles bajo pedido.

According to IEC Standards:

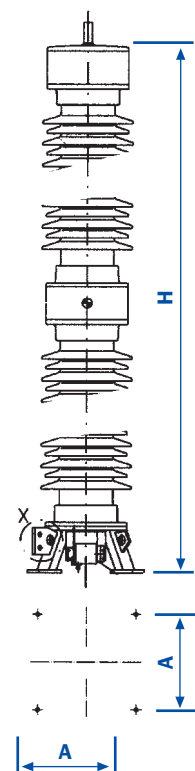
75 VA Class 0,2 / 3P
180 VA Class 0,5 / 3P
350 VA Class 1 / 3P

High accuracy burdens such as 500 VA Class 0,5, or even higher, can be made to order. High accuracy Class 0,1 can be made to order.

According to IEEE Standards:

0.3 WXY
0.6 WXYZ
1.2 WXYZ, ZZ

Higher accuracy burdens such as 0.3 WXYZ or ZZ can be made to order.



Condensadores de Acoplamiento • Coupling Capacitors

Modelo Model	Tensión máxima de servicio Highest system voltage (kV)	Tensiones de ensayo Test voltages			Capacidad estándar Standard capacitance (pF)	Alta capacidad High capacitance (pF)	Linea de fuga estándar Standard creepage distance (mm)	Dimensiones Dimensions		Peso Weight (Kg)
		Frecuencia Industrial Power frequency (kV)	Impulso Lightning Impulse (BIL) (kVp)	Maniobra Switching Impulse (SIWL) (kVp)				A (mm)	H (mm)	
DDN-72	72,5	140	325	-	14600	40000	1825	350	1235	115
DDN-100	100	185	450	-	9000	26500	2500	350	1325	120
DDN-123	123	230	550	-	8800	24000	3075	350	1585	145
DDN-145	145	275	650	-	6000	17700	3625	350	1675	150
DDN-170	170	325	750	-	5000	15200	4250	350	1805	170
DFN-245	245	460	1050	-	3600	12400	6125	350	2625	255
DFN-300	300	460	1050	850	4000	10000	7500	350	2945	305
DFN-362	362	510	1175	950	3400	8600	9050	450	3415	345
DFN-420	420	630	1425	1050	2600	7000	10500	450	4335	495
DFN-525	525	680	1550	1175	-	6800	13125	450	5300	890
DFN-765	765	880	1950	1425	-	5200	15300	450	6760	1095

Pesos y medidas aproximadas.
Weights and dimensions are approximate.

Para valores distintos o necesidades especiales, consultar.
For special requirements or different values please consult.



www.arteche.com

SEDE CENTRAL • HEAD OFFICE

Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia, ESPAÑA • SPAIN.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 00 18 • info@arteche.es

ARGENTINA

AIT • Dr. Pedro Chutro 1264- Barrio Villa Paez • 5003 Córdoba.
T: (+54) 351 489 1007 • F: (+54) 351 489 0953 • comercial@ait-sa.com.ar

BRASIL • BRAZIL

ARTECHE EDC • Rua Juscelino K. de Oliveira, 11400 - CIC.
Curitiba-PR. CEP: 81450-900
T: (+55) (41) 2106 1899 • F: (+55) (41) 2106 1888 • comercial@arteche.com.br

CHINA

ARTECHE DYH • Taiping Industrial Park, Pulandian Dalian. Postcode: 116200
T: +86 411 83160020 • F: +86 411 83147790 • artechedyh@arteche.com.cn

ESPAÑA • SPAIN

EAHSA • Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 00 18 • info@arteche.es

MÉXICO • MEXICO

TyT • Km. 73,540 Ant. Carretera México-Querétaro.
42850 Tepejí del Río de Ocampo, Estado de Hidalgo.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5900 Ext.7147
comercial@arteche.com.mx

INELAP • Calle 2, nº7. Fraccionamiento Alce Blanco.
53370 Naucalpan, Estado de México.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5937 • ventas@inelap.com.mx

AMyT • Industria Mecánica 2173, Frac. Desarrollo Zapopan Norte.
45132 Zapopan, Estado de Jalisco.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5900 Ext.7002
amyt@artechemyt.com.mx

TAILANDIA • THAILAND

ARTECHE ASIA & PACIFIC • Vongvanij Bldg. B., 15th Floor,
100/29 Rama IX rd, Huaykwang. 10320 Bangkok.
T: (+66) 2 645 1005-6 • F: (+66) 2 645 1007 • arteche@arteche.in.th

USA

ARTECHE USA • 18503 Pines Blvd. Suite 313 • Pembroke Pines, FL 33029
T: (1) 954 438 9499 • F: (1) 954 438 9959 • comercial@artecheusa.com

ARTECHE POWER QUALITY • 16964 West Victor Road • New Berlin WI 53151
T: (1) 262 754 3883 • F: (1) 262 754 3993 • comercial@artechepq.com

VENEZUELA

CACEI • Zona Industrial II, parcela B-14, calle B-1
Apd. 921-30001 Barquisimeto, Estado de Lara.
T: (+58) 251 4413111 • F: (+58) 251 2691522 / (+58) 251 269122
cacei@arteche.com.ve

Su servicio más próximo • Your nearest service:

B1

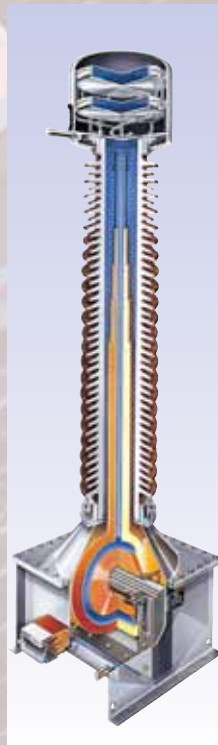
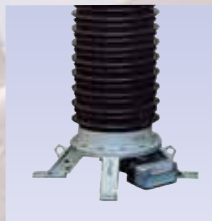
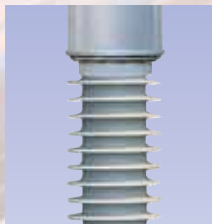
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Documento sometido a posibles cambios. Subject to change without notices.

© Mungia 2008. EAHSA ARTECHE



ARTECHE



Transformadores de Tensión Inductivos

Aislamiento Papel-Aceite. Hasta 525 kV

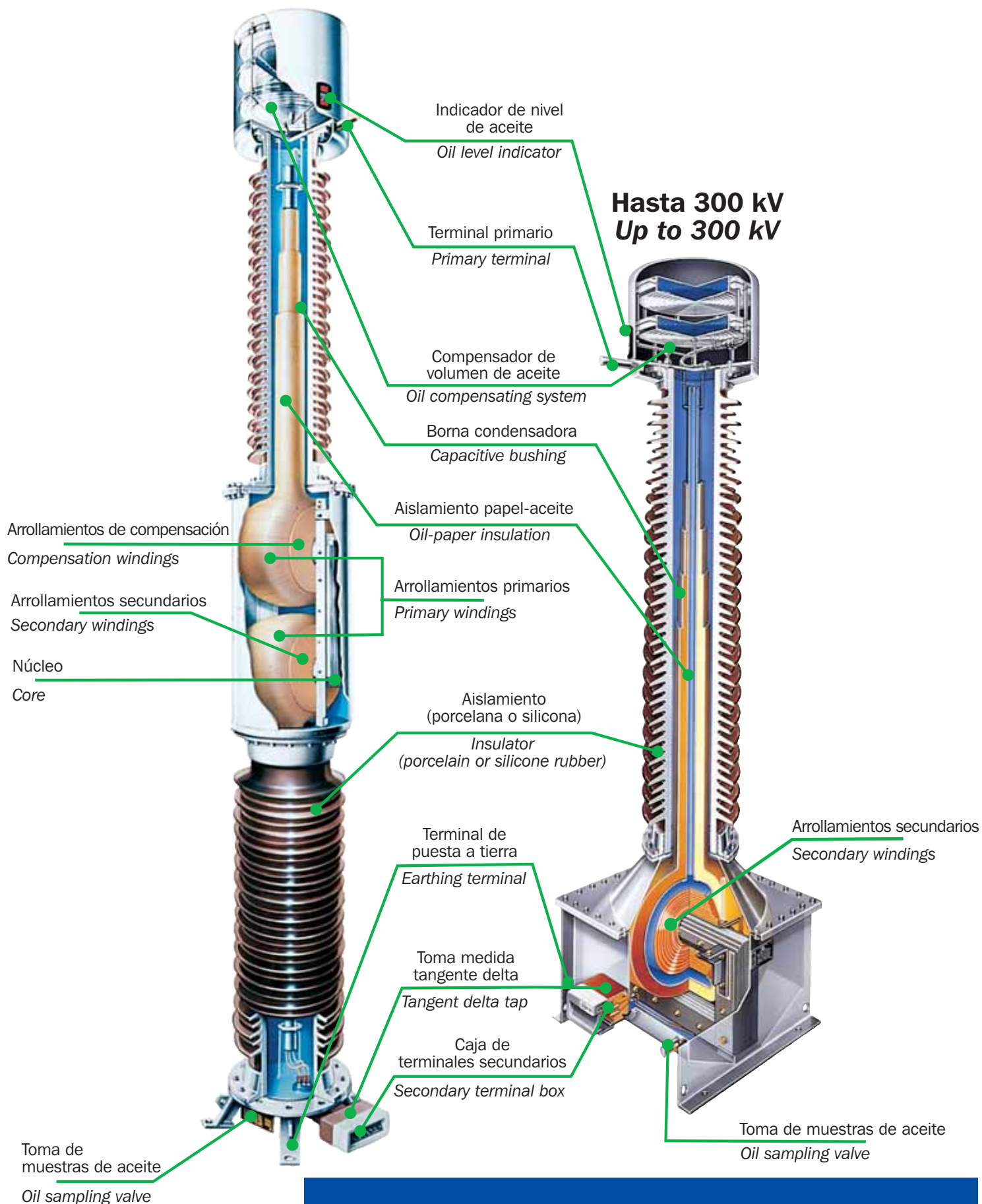
Inductive Voltage Transformers

Oil-Paper Insulated. Up to 525 kV



ARTECHE

A partir de 362 kV
From 362 kV





ARTECHE

Los Transformadores de Tensión Inductivos están diseñados para reducir las tensiones a valores manejables y proporcionales a las primarias originales, separando del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, etc...

Inductive Voltage Transformers are designed to produce a scaled-down replica of the voltage in the power line and isolate the measuring instruments, meters, relays, etc... from the high voltage power circuit.



Transformadores de Tensión
Inductivos de 245 kV.
Red Eléctrica de España (España).

*245 kV Inductive
Voltage Transformers
Red Eléctrica Española (Spain)*



Tranformadores de Tensión
Inductivos de 123 kV.
MVM (Hungría).

*123 kV Inductive
Voltage Transformers.
MVM (Hungary).*



Aplicaciones

Ideal para instalación en **puntos de medida** por su muy alta clase de precisión.

Apto para **descarga de líneas** de alta tensión y **bancos de condensadores**.

Excelente respuesta frecuencial, ideal para monitorización de la **calidad de onda** y medida de **armónicos**.

Applications

Suitable for use in **metering points** due to their very high accuracy.

Suitable for the **discharge** of high voltage **lines** and **capacitor banks**.

Excellent frequency response, suitable for accurate **power quality** monitoring and **harmonics** measurement.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN APPLICATION EXAMPLES

1. Alimentación de servicios auxiliares (hasta 100 kVA)



1. Auxiliary services power supply (up to 100 kVA)

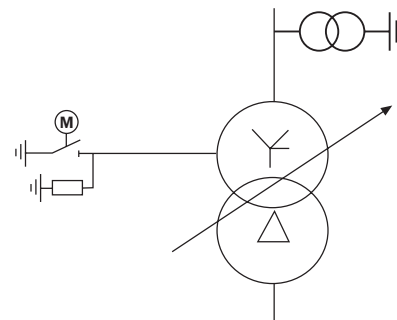
2. Medida para facturación



Transformadores de Tensión Inductivos
de 72,5 kV en Parque eólico.
Iberdrola (España).

72,5 kV Inductive Voltage
Transformers in wind farm
Iberdrola (Spain).

2. Revenue metering



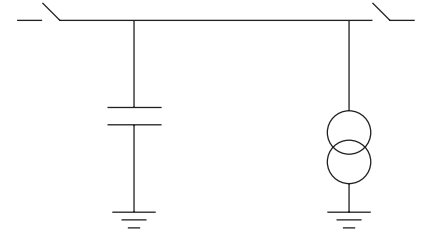
3. Descarga de líneas y bancos de condensadores



Transformadores de Tensión Inductivos de 420 kV. Rede Eléctrica Nacional (Portugal).

420 kV Inductive Voltage Transformers. Rede Eléctrica Nacional (Portugal).

3. Discharge of high voltage lines and capacitor banks



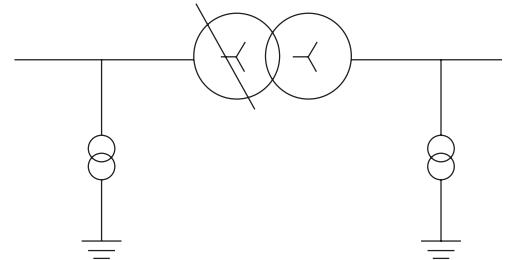
4. Protección de líneas y subestaciones de Alta Tensión.



Transformadores de Intensidad y Tensión Inductivos de 420 kV. Vattenfall Transmission (Alemania).

420 kV Current and Inductive Voltage Transformers. Vattenfall Transmission (Germany).

4. High voltage line and substation protection.





ARTECHE



ARTECHE asegura una rápida respuesta en todo el mundo con un equipo de expertos cualificados.

ARTECHE assures a quick response all over the world with a qualified group of experts.



Posibilidad de diferentes tipos de aisladores (silicona, porcelana gris, porcelana color,...).

Different possible insulators (silicone rubber, brown or sky blue porcelain,...).



Enchufe rápido para una segura toma de muestras de aceite.

Safe oil sampling through quick connector.

Ventajas

Precisión exacta e invariable a lo largo de la vida del aparato, ofreciendo la máxima fiabilidad.

Muy alta precisión (hasta 0,1%).

Diseño de arrollamientos antirresonante.

Herméticamente construido con el mínimo volumen de aceite en su interior.

Libres de mantenimiento durante su amplio periodo de funcionamiento.

Cumple **todo tipo de requerimientos** a nivel mundial: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF y otras.

Alta **robustez mecánica** y reducido tamaño debido a un **diseño compacto**.

Diseño seguro en caso de fallo interno gracias a:

- Partes activas dentro de cubas metálicas separadas de los aisladores.
- Dispositivos de liberación de sobrepresión.
- Conexiones eléctricas resistentes al cortocircuito.

Diseño **amigable** con el **Medio Ambiente** debido a la utilización de aceites aislantes de alta calidad y libres de PCB. Los materiales empleados son reciclables y resistentes a la intemperie.

Responde perfectamente a condiciones especiales como temperaturas de -55°C, altitudes superiores a 1.000 m.s.n.m., ambientes salinos o contaminados, seísmos, etc.

Disponibilidad de **Laboratorio propio homologado oficialmente**.

Features

Steady accuracy during the transformer's entire service life, offering maximum reliability.

Very high accuracy (up to 0.1%).

Windings anti-resonant design.

Hermetically sealed with minimum oil volume.

Maintenance free during its long service life.

Manufactured following **any requirement**: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF and others.

Compact design that provides reduced dimensions and **high mechanical withstand** performance.

Safety design, in case of an internal fault:

- Active parts inside metallic tanks apart from the insulator.
- Pressure-relief device.
- Reinforced electrical connections.

Environmentally friendly design, using high quality PCB-free insulating oil and recyclable materials.

Suitable for special conditions, such as -55°C temperatures, altitudes of over 1,000 masl, salty or polluted atmospheres, earthquakes, etc.

Routine tests performed by **in-house official laboratory**.



ARTECHE

Opciones:

- **Compensador metálico** que regula eficazmente los cambios en el volumen de aceite debidos fundamentalmente a la variación de temperatura; además, permite el **transporte y almacenamiento horizontal o vertical**.
- Diseños especiales de **transformadores de alta potencia** para alimentar **servicios auxiliares** directamente de la línea de alta tensión, ahorrando la acometida de líneas de media tensión (hasta 100 kVA).
- Amplia variedad de terminales primarios y secundarios.
- Posibilidad de **aisladores de silicona**.
- Secundarios precintables.
- Dispositivos de protección de secundarios dentro del bloque de bornas.

Options:

- **Stainless steel bellows**, which allow oil volume changes caused by temperature variations and ensure hermetic sealing; furthermore, it makes **horizontal or vertical transport and storage possible**.
- **High power voltage transformers** (up to 100 kVA) are optionally available for the **energy supply of auxiliary services** of the substation. These transformers are directly connected to the high voltage power line, not requiring the laying of medium voltage lines.
- Wide selection of primary and secondary terminals available.
- **Silicone rubber insulators**.
- Sealable secondary terminals.
- Secondary terminal protection devices fitted inside the terminal box.



Diseñados para ofrecer una respuesta óptima en condiciones climáticas extremas.

Arriba: Salten Kraftsamband (Noruega).
Abajo: Fingrid (Finlandia)

*Designed to withstand extreme climatic conditions.
Top: Salten Kraftsamband (Norway).
Bottom: Fingrid (Finland).*



Opción de transporte horizontal que garantiza la calidad en destino.

Optional horizontal transport to guarantee the quality at site.

Transformadores de Tensión
Inductivos de 123 kV.
Electronet Services (Nueva Zelanda).

123 kV Inductive
Voltage Transformers.
Electronet Services (New Zealand).



Transformadores de Intensidad y
Tensión Inductivos de 420 kV.
Red Eléctrica de España (España).

420 kV Current and Inductive
Voltage Transformers.
Red Eléctrica Española (Spain).





ARTECHE

Diseño y Fabricación

El transformador de tensión puede tener varios circuitos secundarios para medida y/o protección. Todos los arrollamientos secundarios y el primario están bobinados sobre el mismo núcleo, por lo que se transmite toda la potencia.

El núcleo y los arrollamientos van colocados dentro de una cuba metálica. Los arrollamientos son de **diseño antirresonante** lo que proporciona al aparato un correcto comportamiento tanto a frecuencia industrial como ante fenómenos transitorios de alta frecuencia.

El conjunto está **herméticamente sellado** con un compensador que absorbe las variaciones de volumen de aceite. Va provisto de un dispositivo de toma de muestras de aceite para su análisis periódico.

Los aparatos se ensayan como rutina, a descargas parciales, tangente delta, aislamiento y precisión y están diseñados para soportar todos los ensayos tipo que indican las normas.

Design & Manufacture

A voltage transformer may have several secondary circuits for measuring, metering and protection. All the windings, primary and secondaries, are assembled on a common core sized to support the entire power of the transformer.

The core and secondary windings are located inside a metallic tank. The windings are **anti-resonant designed** ensuring a correct behaviour at industrial frequency as well as during transient phenomena at high frequency.

The transformer is **hermetically sealed**, and is provided with compensators at the top of the transformer, for oil volume variation compensation. The transformer works at a constant pressure. A sampling valve is provided for periodic checking of the oil (oil gas content, etc).

Each unit is submitted to all routine tests prescribed by the applicable standards specifications. The transformers have been designed to withstand all the type tests as specified and required by the standards.



Conexión de "paso de corriente" en Transformadores de Tensión Inductivos de 245 kV.

*"Current through" connection
in 245 kV
Inductive Voltage Transformers*



Amplia variedad de terminales primarios.

Wide selection of primary terminals available.



Indicador de nivel de aceite.

Oil level indicator.

Los más de 1.700 profesionales del Grupo ARTECHE trabajan bajo un enfoque de gestión claramente orientado hacia el Cliente.

The over 1,700 professionals that make up the ARTECHE Group work according to a clearly customer-focused approach.



Calidad

El Grupo ARTECHE se encuentra inmerso en la filosofía de la **Calidad Total**. Una decisión que implica importantes inversiones y esfuerzos en gestión, producción y formación para asegurar los máximos niveles de excelencia en productos, servicios y respeto medioambiental.

Gestión:

- Certificado del Sistema de Calidad conforme a la norma **ISO 9001:2000** e **ISO 14000:2004**.
- Acuerdos de Calidad Concertada con Compañías Eléctricas.

Control:

- Laboratorios físico-químicos y eléctricos para ensayos de aprobación bajo cualquier Norma Internacional.
- Protocolos de **ensayos tipo** emitidos por **KEMA, CESI, LABEIN, LAPEM, RENARDIÈRES...**
- Niveles de homologación: a solicitud del Cliente.

Quality

ARTECHE Group is fully committed to the **Total Quality**, and therefore significant investments and emphasis are placed on management, production and training. The system ensures the highest level of excellence in products, services and environmental respect.

Management:

- **ISO 9001:2000** and **ISO 14000:2004** quality system certificates.
- Quality agreements with utilities.

Control:

- Physicochemical and electrical laboratories for final testing (according to international standards) of finished products.
- **Type test** reports issued by **KEMA, CESI, LABEIN, LAPEM, RENARDIÈRES...**
- Final testing according to specific Customer requirements.



Sistema de control de la calidad del aceite.

Oil quality control system.



Los laboratorios físico-químicos realizan 130 tests o ensayos para certificar la idoneidad de la materia prima.

More than 130 tests are performed in our physicochemical laboratories to guarantee the quality of the materials.



Todos los centros productivos de ARTECHE cuentan con laboratorios propios homologados oficialmente.

ARTECHE's manufacturing plants are equipped with officially approved testing laboratories.

Test de rutina a Transformador de tensión de 245 kV.

Routine test of a 245 kV Voltage Transformer.





ARTECHE

Gama

Range

Los Transformadores de Tensión Inductivos de ARTECHE se denominan mediante el uso de diferentes letras (UT o UZ para transformadores monofásicos; VT o VZ para transformadores bifásicos) seguidas de 2 ó 3 cifras que coinciden con la tensión máxima de la red para la que han sido diseñados.

Las tablas muestran las gamas de ambos tipos de equipos fabricados por ARTECHE. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricarlos de acuerdo con **cualquier norma nacional o internacional**.

ARTECHE Inductive Voltage Transformers are identified by the initials (UT or UZ for single-phase transformers; VT or VZ for two-phase transformers), followed by 2 or 3 digits representing the maximum network voltage they have been designed to withstand.

The tables included overleaf illustrate the ranges of both types of ARTECHE equipment. The characteristics shown are for guidance only. ARTECHE can manufacture its goods to suit **any national or international regulation**.



Transformadores de Intensidad y de Tensión Inductivos de 123 kV. ESB (Irlanda).

123 kV Current and Inductive Voltage Transformers. ESB (Ireland).



Transformadores de Tensión Inductivos de 36 kV. Transpower (Nueva Zelanda).

36 kV Inductive Voltage Transformers. Transpower (New Zealand).



Instalación de Transformadores de Tensión Inductivos de 525 kV para Siemens-Alemania en China.

525 kV Inductive Voltage Transformers installation by Siemens-Germany in China.

Fig. 1

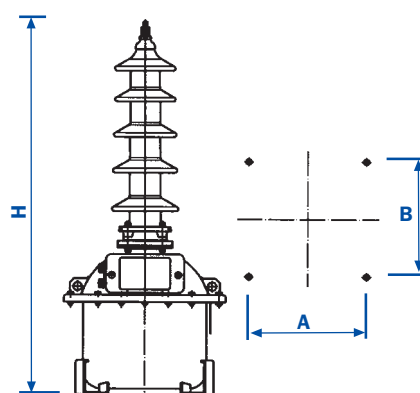


Fig. 2

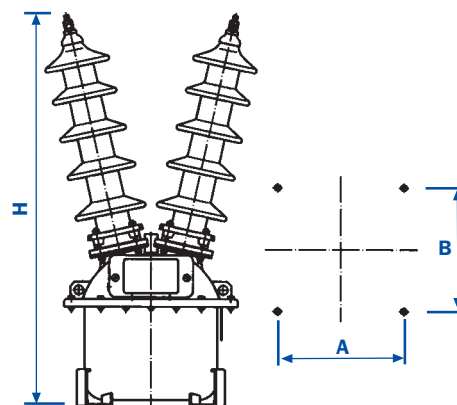


Fig. 3

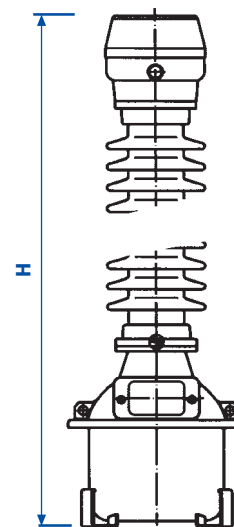
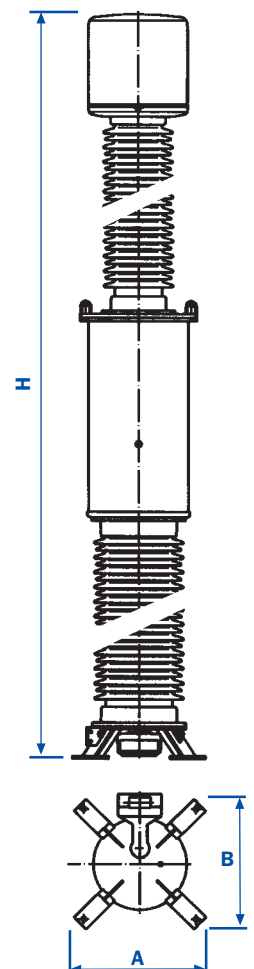


Fig. 4



Transformadores de Tensión Inductivos • Inductive Voltage Transformers

Modelo <i>Model</i>	Tensión máxima de servicio <i>Highest system voltage</i> (kV)	Tensiones de ensayo <i>Test voltages</i>			Potencia térmica <i>Thermal Burden</i> (VA)	Linea de fuga estándar <i>Standard creepage distance</i> (mm)	Dimensiones <i>Dimensions</i>			Peso <i>Weight</i> (Kg)
		Frecuencia Industrial <i>Power frequency</i> (kV)	Impulso <i>Lightning Impulse (BIL)</i> (kVp)	Maniobra <i>Switching Impulse (SIWL)</i> (kVp)			Fig	A x B (mm)	H (mm)	
UZK-17	17,5	38	95	-	1500	790	Fig. 1	300x300	970	85
VZK-17	17,5	38	95	-	1500	790	Fig. 2	300x300	950	100
UZK-24	24	50	125	-	1500	790	Fig. 1	300x300	970	85
VZK-24	24	50	125	-	1500	790	Fig. 2	300x300	950	100
UZK-36	36	70	170	-	1500	790	Fig. 1	300x300	970	85
VZK-36	36	70	170	-	1500	790	Fig. 2	300x300	950	100
UTB-52	52	95	250	-	1500	1300	Fig. 3	300x300	1335	95
UTD-52	52	95	250	-	2000	1300	Fig. 3	330x300	1395	150
UTB-72	72,5	140	325	-	1500	1825	Fig. 3	300x300	1335	108
UTD-72	72,5	140	325	-	2000	1825	Fig. 3	330x300	1395	150
UTE-72	72,5	140	325	-	2500	1825	Fig. 3	400x430	1645	285
UTD-100	100	185	450	-	2000	2500	Fig. 3	330x300	1690	165
UTD-123	123	230	550	-	3000	3075	Fig. 3	350x475	2120	292
UTE-123	123	230	550	-	3500	3075	Fig. 3	350x475	2120	355
UTE-145	145	275	650	-	3500	3625	Fig. 3	350x475	2105	335
UTE-170	170	325	750	-	3500	4250	Fig. 3	350x475	2235	350
UTF-245	245	460	1050	-	3500	6125	Fig. 3	450x590	3210	650
UTG-245	245	460	1050	-	3500	6125	Fig. 3	500x640	3260	800
UTG-300	300	460	1050	850	3500	7500	Fig. 3	500x640	3660	910
UTF-420	420	630	1425	1050	3500	10500	Fig. 4	600x600	5210	1315
UTF-525	525	680	1550	1175	3500	13125	Fig. 4	600x600	6070	1700

* Para alimentación de servicios auxiliares • *Auxiliary services power supply*

UTE-72	72,5	140	325	-	10.000*	1825	Fig. 3	400x430	1645	285
UTE-145	145	275	650	-	7.500*	3625	Fig. 3	350x475	2105	335
UTE-170	170	325	750	-	7.500*	4250	Fig. 3	350x475	2235	350
UTP-245	245	395	900	-	100.000	6125	Fig. 3	1219x1676	3940	4330

* Diseños especiales hasta 100.000 VA (consultar) • *Special desings up to 100.000 VA*

Clases y potencias de precisión estándar • *Standard accuracy classes and burdens:*

Según Normas CEI

100 VA Clase 0,2 / 3P

250 VA Clase 0,5 / 3P

Potencias de precisión elevadas como 600 VA Clase 0,5, o incluso superiores, son posibles bajo pedido.

Clase 0,1% de alta precisión disponible bajo pedido.

Según Normas IEEE

0.3 WXYZ

1.2 WXYZ, ZZ

Potencias de precisión superiores como 0.3 WXYZ, ZZ son posibles bajo pedido.

Clase 0,15% de alta precisión disponible bajo pedido.

According to IEC Standards:

100 VA Class 0,2 / 3P

250 VA Class 0,5 / 3P

High accuracy burdens such as 600 VA Class 0,5, or even higher, can be made to order.

High accuracy Class 0,1% can be made to order.

According to IEEE Standards:

0.3 WXYZ

1.2 WXYZ, ZZ

Higher accuracy burdens such as 0.3 WXYZ, ZZ can be made to order.

High accuracy Class 0,15% can be made to order.



www.artech.com

SEDE CENTRAL • HEAD OFFICE

Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia. ESPAÑA • SPAIN.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 00 18 • info@artech.es

ARGENTINA

AIT • Dr. Pedro Chutro 1264- Barrio Villa Paez • 5003 Córdoba.
T: (+54) 351 489 1007 • F: (+54) 351 489 0953 • comercial@ait-sa.com.ar

BRASIL • BRAZIL

ARTECHE EDC • Rua Juscelino K. de Oliveira, 11400 - CIC.
Curitiba-PR. CEP: 81450-900
T: (+55) (41) 2106 1899 • F: (+55) (41) 2106 1888 • comercial@artech.com.br

CHINA

ARTECHE DYH • Taiping Industrial Park, Pulandian Dalian. Postcode: 116200
T: (+86) 411 83160020 • F: (+86) 411 83147790 • artchedyh@artech.com.cn

ESPAÑA • SPAIN

EAHSA • Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 09 58 • info@artech.es

ARTECHE CENTRO DE TECNOLOGÍA • Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 00 18 • info@artech.es

MÉXICO • MEXICO

TyT • Km. 73,540 Ant. Carretera México-Querétaro.
42850 Tepejil del Río de Ocampo, Estado de Hidalgo.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5900 Ext.7147
comercial@artech.com.mx

INELAP • Calle 2, nº7. Fraccionamiento Alce Blanco.
53370 Naucalpan, Estado de México.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5937 • ventas@inelap.com.mx

AMyT • Industria Mecánica 2173, Frac. Desarrollo Zapopan Norte.
45132 Zapopan, Estado de Jalisco.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5900 Ext.7002
amyt@artechemyt.com.mx

TAILANDIA • THAILAND

ARTECHE ASIA & PACIFIC • Vongvanij Bldg. B., 15th Floor,
100/29 Rama IX rd, Huaykwang. 10320 Bangkok.
T: (+66) 2 645 1005-6 • F: (+66) 2 645 1007 • artech@artech.in.th

USA

ARTECHE USA • 18503 Pines Blvd. Suite 313 • Pembroke Pines, FL 33029
T: (1) 954 438 9499 • F: (1) 954 438 9959 • info@artechusa.com

ARTECHE POWER QUALITY • 16964 West Victor Road • New Berlin WI 53151
T: (1) 262 754 3883 • F: (1) 262 754 3993 • info@artechpq.com

VENEZUELA

CACEI • Zona Industrial II, parcela B-14, calle B-1
Apd. 921-30001 Barquisimeto, Estado de Lara.
T: (+58) 251 4413111 • F: (+58) 251 2691522 / (+58) 251 269122
cacei@artech.com.ve

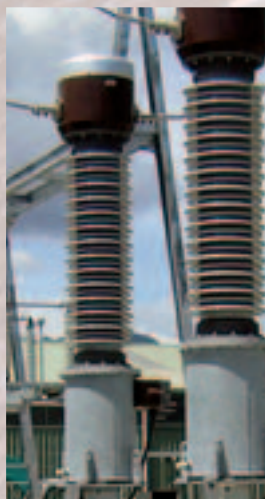
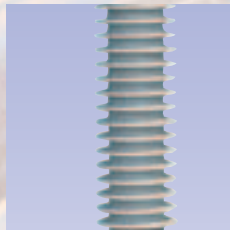
Su servicio más próximo • Your nearest service:

B1

ISO 9001:2000
ISO 14000:2004

Documento sometido a posibles cambios. Subject to change without notices.

© Mungia 2008. EAHSA ARTECHE



Transformadores de Intensidad
Aislamiento Papel-Aceite. Hasta 765 kV
Current Transformers
Oil-Paper Insulated. Up to 765 kV



Modelo CA CA Model

Indicador de nivel de aceite

Oil level indicator

Compensador de volumen de aceite

Oil compensating system

Terminal primario

Primary terminal

Arrollamiento primario

Primary winding

Núcleos y arrollamientos secundarios

Cores and secondary windings

Conductores secundarios

Secondary conductors

Aislador (porcelana o silicona)

Insulator (porcelain or silicone rubber)

Conexión de tierra reforzada

Reinforced earth connection

Borna condensadora

Capacitive bushing

Terminal de puesta a tierra

Earthing terminal

Caja de terminales secundarios

Secondary terminal box

Toma medida tangente delta

Tangent delta tap

Toma de muestras de aceite

Oil sampling valve

Núcleos y arrollamientos secundarios

Cores and secondary windings

Terminal de puesta a tierra

Earthing terminal

Modelo CH CH Model

Indicador de nivel de aceite

Oil level indicator

Terminal primario

Primary terminal

Aislador (porcelana o silicona)

Insulator (porcelain or silicone rubber)

Borna condensadora

Capacitive bushing

Caja de terminales secundarios

Secondary terminal box

Núcleos y arrollamientos secundarios

Cores and secondary windings

Terminal de puesta a tierra

Earthing terminal

Conductor primario

Primary conductor

Toma de muestras de aceite

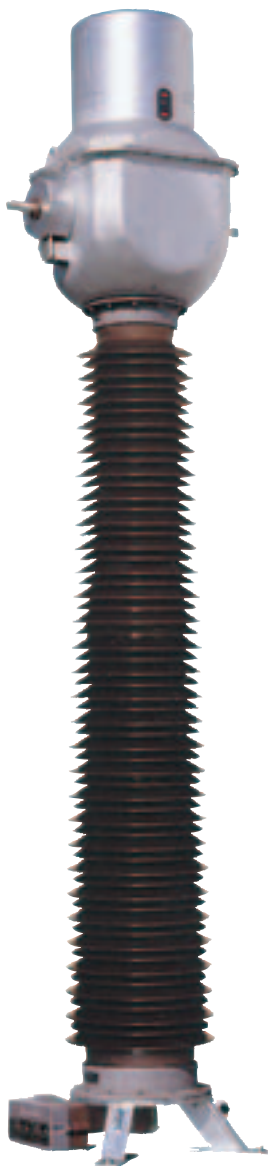
Oil sampling valve



ARTECHE

Los Transformadores de Intensidad están diseñados para reducir las intensidades a valores manejables y proporcionales a las primarias originales. Separa del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, etc.

Current Transformers are designed to provide a scaled down replica of the current in the power line and isolate the measuring instruments, meters, relays, etc.... from the high voltage power circuit.



Transformadores de Intensidad de 525 kV. China.

525 kV Current Transformers. China.



Transformadores de Intensidad de 362 kV de medida y protección. Louisville Gas & Electric (USA).

362 kV Current Transformers for measuring and protection. Louisville Gas & Electric (USA).





Aplicaciones

Ideal para instalación en **puntos de medida** por su muy alta precisión.

Excelente respuesta frecuencial, ideal para monitorización de la **calidad de onda** y medida de **armónicos**.

Applications

Suitable for use in **metering points** due to their very high accuracy.

Excellent frequency response, suitable for accurate **power quality** monitoring and **harmonics** measurement.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN APPLICATION EXAMPLES

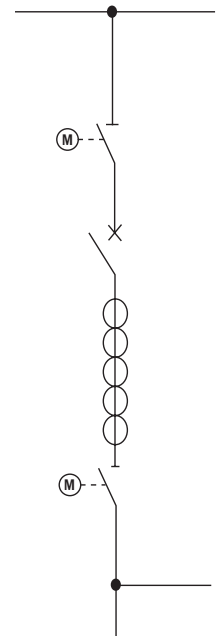
1. Protección de líneas y subestaciones de Alta Tensión



Transformadores de Intensidad de 420 kV.
MVM (Hungria).

420 kV Current Transformers.
MVM (Hungary).

1. High voltage line and substation protection



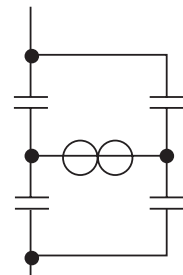
2. Protección de bancos de condensadores



Transformadores de Intensidad de 123 kV
protegiendo banco de condensadores en
interconexión de corriente continua (H.V.D.C.).
Diseñada por Siemens Alemania para
Sate Power South Co. (China).

123 kV Current Transformers for capacitor bank
unbalance protection in a direct current
interconnection (H.V.D.C.). Designed by Siemens
Germany for State Power South Co. (China).

2. Capacitor bank protection



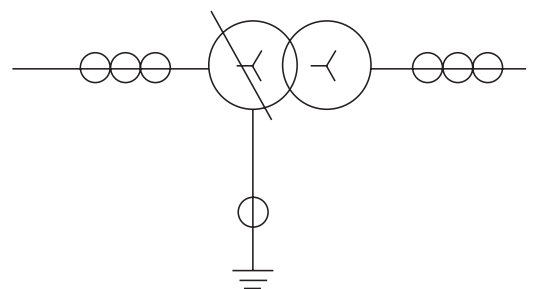
3. Protección de transformadores de potencia

3. Power transformer protection



Transformadores de Intensidad de 245 kV para protección de transformadores de potencia con diseño especial antisísmico. Transpower (Nueva Zelanda).

245 kV Current Transformers for power transformer protection with special seismic performance design. Transpower (New Zealand).



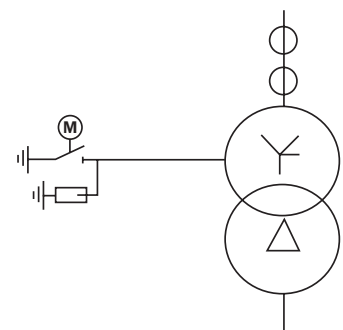
4. Medida para facturación

4. Revenue metering



Transformadores de Intensidad de 420 kV. Rede Eléctrica Nacional (Portugal).

420 kV Current Transformers. Rede Eléctrica Nacional (Portugal).





ARTECHE

Ventajas

Variedad de diseños (invertido, horquilla) para una mejor adaptación a las necesidades del cliente.

Herméticamente construido con el mínimo volumen de aceite en su interior.

Cumple **todo tipo de requerimientos** a nivel mundial: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF y otras.

Libres de mantenimiento durante su amplio periodo de funcionamiento.

Muy altas clases de precisión para medida (0,1%).

Tipo Invertido:

- Gran capacidad para corrientes nominales y de cortocircuito muy altas.
- **Seguridad reforzada**, resistente al arco interno.

Tipo Horquilla:

- Excelente respuesta a sísmicos.
- Dimensiones reducidas, manejable.

Compensador metálico que regula eficazmente los cambios en el volumen de aceite debidos fundamentalmente a la variación de temperatura; además, permite el **transporte y almacenamiento horizontal o vertical**.

Amplia gama de corrientes primarias.

Todo tipo de núcleos de medida y protección: multiratio, lineales...

Disponibilidad de **Laboratorio propio homologado oficialmente**.

Diseño **amigable** con el **Medio Ambiente** debido a la utilización de aceites aislantes de alta calidad y libres de PCB. Los materiales empleados son reciclables y resistentes a la intemperie.

Features

Inverted (live-tank) or hairpin design, adapted to customer's needs.

Hermetically sealed and minimum oil volume.

Manufactured following **any requirement**: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF and others.

Maintenance free during its long service life.

Very high accuracy classes for measuring (0.1%).

Live-tank Design:

- Suitable for very high short time and continuous thermal currents.
- **Reinforced safety design**, resistant to an internal arc.

Hairpin Design:

- Excellent seismic performance.
- Small dimensions, easy to handle.

Stainless steel bellows, which allow oil volume changes caused by temperature variations and ensure hermetic sealing; furthermore, it makes **horizontal or vertical transport and storage possible**.

Wide range of primary currents.

All types of measuring and protection cores: multi-ratio, for transient performance,...

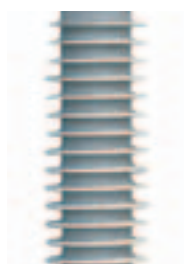
Routine tests performed by **in-house official laboratory**.

Environmentally friendly design, using high quality PCB-free insulating oil and recyclable materials.



Compensador metálico.

Metallic bellows.



Posibilidad de diferentes tipos de aisladores (silicona, porcelana gris, porcelana color,...).

Different possible insulators (silicone rubber, brown or sky blue porcelain,...).



ARTECHE asegura una rápida respuesta en todo el mundo con un equipo de expertos cualificados.

ARTECHE assures a quick response all over the world with a qualified group of experts.



ARTECHE



Enchufe rápido para una segura toma de muestras de aceite.

Safe oil sampling through quick connector.



Diseñados para ofrecer una respuesta óptima en condiciones climáticas extremas (-55° C).
Manitoba Hydro (Canadá).

*Designed to withstand extreme climatic conditions (-55° C)
Manitoba Hydro (Canada).*



Opción de transporte horizontal que garantiza la calidad en destino.

Optional horizontal transport to guarantee the quality at site.

Opciones:

- Protección de los secundarios en el bloque de bornes.
- Posibilidad de **aisladores de silicona**.
- Posibilidad de toma de medida de tangente delta y de toma de tensión capacitiva.
- Amplia variedad de terminales primarios y secundarios posibles.
- Kit de extracción de muestras de aceite.
- Diferentes prensaestopas y accesorios disponibles.

Options:

- *Protection system against open-circuit secondary overvoltages inside the terminal box.*
- **Silicone rubber insulators.**
- *Tangent delta tap and capacitive voltage tap.*
- *Wide selection of primary and secondary terminals available.*
- *Oil sampling kit.*
- *Different cable glands and other accessories on request.*



Transformadores de Intensidad y Tensión Inductivos de 420 kV.
Red Eléctrica Española (España).

*420 kV Current and Inductive Voltage Transformers.
Red Eléctrica Española (Spain).*



ARTECHE

Diseño y Fabricación

El transformador de intensidad consta de uno o varios núcleos con sus arrollamientos secundarios dentro de una caja metálica que hace de pantalla de baja tensión, y sobre la que se coloca el **aislamiento de papel aceite**, pantalla de alta tensión y arrollamiento primario (pasante o bobinado con reconexiones según caso).

Las partes activas se sitúan en la parte superior para el caso del modelo CA, sus conductores secundarios descienden a través de una borna condensadora aislada con papel aceite y formada por pantallas distribuidoras del campo. Para el caso del modelo CH, las partes activas se encuentran en la parte inferior de transformador.

En ambos casos, los conjuntos están diseñados de forma que garantizan una **absoluta estanqueidad**.

El conjunto está herméticamente sellado con un compensador metálico o de goma que absorbe las variaciones de volumen de aceite. Va provisto de un dispositivo de **toma de muestras de aceite** para su análisis periódico.

Los aparatos se ensayan como rutina, a descargas parciales, tangente delta, aislamiento y precisión y están diseñados para soportar todos los ensayos tipo que indican las normas.

Los más de 1.700 profesionales del Grupo ARTECHE trabajan bajo un enfoque de gestión claramente orientado hacia el Cliente.

The more than 1,700 professionals that make up the ARTECHE Group work according to a clearly customer-focused approach.

Design & Manufacture

The current transformer may comprise several cores with secondary windings located inside a metal box which provides the low voltage shield. This box is taped with many layers of **oil impregnated paper** forming the **insulation**. A high voltage shield is placed around the core and winding assembly followed by the primary winding.

The active parts are placed at the upper part in CA models, their secondary leads being taken to the terminal box via a metal tube fitted with a graded insulation capacitor type bushing. In CH models, the active parts are placed at the bottom of the transformer.

In both cases, the set is designed to guarantee **absolute hermeticity**.

The transformer is hermetically sealed, and is provided with stainless steel or rubber compensators at the top of the transformer, for oil volume variation compensation. The transformer works at constant pressure. A **sampling valve** is provided for periodic checking of the oil (oil gas content, etc).

Each unit is routine tested following the applicable standard specifications. The current transformers have been designed to withstand all the type tests as specified and required by the standards.



Cabeza de aluminio fabricada mediante embutición. Garantiza absoluta estanqueidad.

Head made from press-formed aluminium sheet that guarantees total hermeticity.



Amplia variedad de terminales primarios.

Wide selection of primary terminals available.



Indicador de presión y nivel de aceite.

Oil level indicator.



ARTECHE



Sistema de control de la calidad del aceite.

Oil quality control system.



Los laboratorios físico-químicos realizan 130 tests o ensayos para certificar la idoneidad de la materia prima.

More than 130 tests are performed in our physicochemical laboratories to guarantee the quality of the materials.



Todos los centros productivos de ARTECHE cuentan con laboratorios propios homologados oficialmente.

ARTECHE's manufacturing plants are equipped with officially approved testing laboratories.

Calidad

El Grupo ARTECHE se encuentra inmerso en la filosofía de la **Calidad Total**. Una decisión que implica importantes inversiones y esfuerzos en gestión, producción y formación para asegurar los máximos niveles de excelencia en productos, servicios y respeto medioambiental.

Gestión:

- Certificado del Sistema de Calidad conforme a la norma **ISO 9001:2000** e **ISO 14000:2004**.
- Acuerdos de Calidad Concertada con Compañías Eléctricas.

Control:

- Laboratorios físico-químicos y eléctricos para ensayos de aprobación bajo cualquier Norma Internacional.
- Protocolos de **ensayos tipo** emitidos por **KEMA, CESI, LABEIN, LAPEM, RENARDIÈRES...**
- Niveles de homologación: a solicitud del Cliente.

Quality

ARTECHE Group is fully committed to the **Total Quality**, and therefore significant investments and emphasis are placed on management, production and training. The system ensures the highest level of excellence in products, services and environmental respect.

Management:

- **ISO 9001:2000** and **ISO 14000:2004** quality system certificates.
- Quality agreements with utilities.

Control:

- Physicochemical and electrical laboratories for final testing (according to international standards) of finished products.
- **Type test** reports issued by **KEMA, CESI, LABEIN, LAPEM, RENARDIÈRES...**
- Final testing according to specific Customer requirements.

Test de rutina a Transformador de Intensidad de 765 kV.

Routine test of a 765 kV Current Transformer.





ARTECHE

Gama

Los transformadores de medida de intensidad con aislamiento papel-aceite ARTECHE se denominan mediante las letras CA (tipo invertido) o CH (tipo horquilla), seguidas de 2 ó 3 cifras que coinciden con la tensión máxima de servicio para la que han sido diseñados.

La tabla muestra la gama actual de intensidad fabricada por ARTECHE. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricar estos transformadores de acuerdo con **cualquier norma nacional o internacional**.

Relaciones de transformación: todo tipo de combinaciones posibles en un mismo aparato.

Arrollamientos secundarios para:

- Protección: todo tipo de clases de protección posibles, núcleos lineales, de baja inducción, etc.
- Medida: clases de precisión para cualquier necesidad de medida y facturación (incluyendo clase 0,1 / 0.15 de muy alta precisión y gama extendida en corriente).

Número de arrollamientos secundarios: según necesidades, hasta 10 secundarios o mas son posibles en un solo aparato.

Range

ARTECHE current transformers oil-paper insulated are named with the letters CA (live-tank design) or CH (hairpin desing), followed 2 or 3 figures which indicate the highest system voltage.

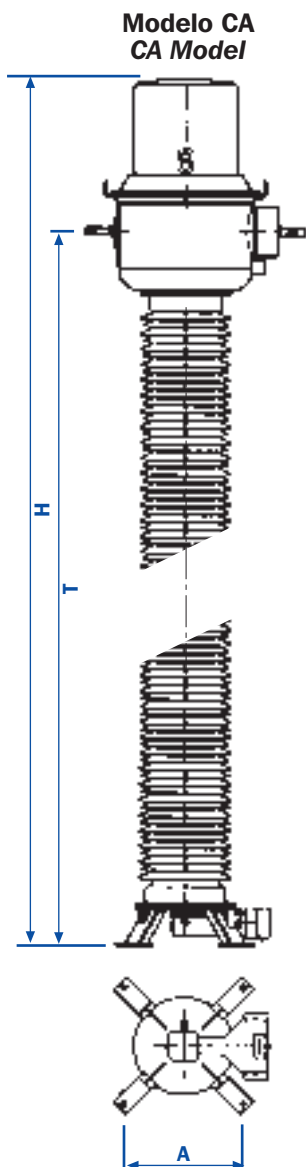
The table shows the present range of the ARTECHE current transformers and the given performances are indicative only. ARTECHE manufactures these units also to comply with **any national or international standard**. For further specific applications please refer to ARTECHE.

Transformation ratios: all kinds of combinations can be fit into a single unit.

Secondary windings for:

- Protection: all kinds of relaying classes, linear cores, low induction cores...
- Measuring: accuracy classes available for any need (including very high accuracy class 0,1/0.15 and extended accuracy classes).

Number of secondary windings: as per customer's needs; up to 10 secondary windings or more can be fit in one single unit.



Modelo CA

CA Model

Modelo Model	Tensión máxima de servicio Highest system voltage (kV)	Tensiones de Ensayo Test Voltages			Línea de Fuga Estándar Standard Creepage Distance (mm)	Dimensiones Dimensions			Peso Weight (kg.)
		Frecuencia Industrial Power Frequency (kV)	Impulso Lightning Impulse (BIL) (kVp)	Maniobra Switching Impulse (SWIL) (kVp)		A (mm)	T (mm)	H (mm)	
CA-36	36	70	170		900	350	1.185	1.625	250
CA-52	52	90	250		1.300	350	1.185	1.625	260
CA-72	72,5	140	325		1.825	350	1.335	1.775	280
CA-100	100	185	450		2.500	350	1.335	1.775	290
CA-123	123	230	550		3.075	350	1.665	2.095	300
CA-145	145	275	650		3.625	350	1.665	2.095	310
CA-170	170	325	750		4.250	350	1.895	2.335	330
CA-245	245	460	1.050		6.125	450	2.755	3.055	560
CA-300	300	460	1.050	850	7.500	450	3.170	3.580	650
CA-362	362	510	1.175	950	9.050	600	3.875	4.355	870
CA-420	420	630	1.425	1.050	10.500	600	3.875	4.355	920
CA-525	525	680	1.550	1.175	13.125	600	4.530	5.365	1.200
CA-765	765	830	1.950	1.425	15.300	600	5.770	6.590	2.050

Pesos y medidas aproximadas.
Para necesidades especiales, consultar.

Weights and dimensions are approximate.
For special requeriments, please consult.



Transformadores de Intensidad de 420 kV en entrada de bancos de condensadores. Tennet (Holanda).

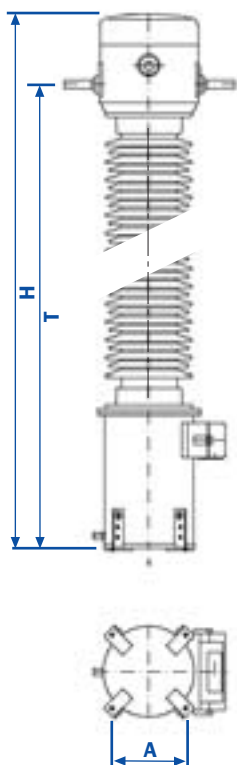
420 kV Current Transformers in capacitor bank feeder bay. Tennet (Holland).

Intensidades primarias: desde 1A hasta 4800A.
Intensidades de cortocircuito: hasta 120 kA.

Primary currents: from 1 A up to 4800 A.
Short circuit currents: up to 120 kA.



Modelo CH CH Model



Modelo CH

CH Model

Modelo Model	Tensión máxima de servicio Highest system voltage (kV)	Tensiones de Ensayo Test Voltages		Línea de Fuga Estándar Standard Creepage Distance (mm)	Dimensiones Dimensions			Peso Weight (kg.)
		Frecuencia Industrial Power Frequency (kV)	Impulso Lightning Impulse (BIL) (kVp)		A (mm)	T (mm)	H (mm)	
CH-36	36	70	170	900	330	1.450	1.765	330
CH-52	52	90	250	1.300	330	1.450	1.765	330
CH-72	72,5	140	325	1.825	330	1.690	2.005	370
CH-100	100	185	450	2.500	330	1.690	2.005	380
CH-123	123	230	550	3.075	330	2.090	2.405	410
CH-145	145	275	650	3.625	330	2.250	2.565	430

Pesos y medidas aproximadas.
Para necesidades especiales, consultar.

Weights and dimensions are approximate.
For special requeriments, please consult.

Intensidades primarias: desde 1 A hasta 2000 A.
Intensidades de cortocircuito: hasta 48 kA.

Primary currents: from 1 A up to 2000 A.
Short circuit currents: up to 48 kA.



Transformadores de Intensidad de 123 kV.
Eesti Energia (Estonia).

123 kV Current Transformers.
Eesti Energia (Estonia).



www.arteche.com

SEDE CENTRAL • HEAD OFFICE

Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia. ESPAÑA • SPAIN.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 00 18 • info@arteche.es

ARGENTINA

AIT • Dr. Pedro Chutro 1264- Barrio Villa Paez • 5003 Córdoba.
T: (+54) 351 489 1007 • F: (+54) 351 489 0953 • comercial@ait-sa.com.ar

BRASIL • BRAZIL

ARTECHE EDC • Rua Juscelino K. de Oliveira, 11400 - CIC.
Curitiba-PR. CEP: 81450-900
T: (+55) (41) 2106 1899 • F: (+55) (41) 2106 1888 • comercial@arteche.com.br

CHINA

ARTECHE DYH • Taiping Industrial Park, Pulandian Dalian. Postcode: 116200
T: (+86) 411 83160020 • F: (+86) 411 83147790 • artechedyh@arteche.com.cn

ESPAÑA • SPAIN

EAHSA • Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 09 58 • info@arteche.es

ARTECHE CENTRO DE TECNOLOGÍA • Derio Bidea 28, 48100 Mungia, Bizkaia.
T: (+34) 94 601 12 00 • F: (+34) 94 674 00 18 • info@arteche.es

MÉXICO • MEXICO

TyT • Km. 73,540 Ant. Carretera México-Querétaro.
42850 Tepeji del Río de Ocampo, Estado de Hidalgo.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5900 Ext.7147
comercial@arteche.com.mx

INELAP • Calle 2, nº7. Fraccionamiento Alce Blanco.
53370 Naucalpan, Estado de México.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5937 • ventas@inelap.com.mx

AMyT • Industria Mecánica 2173, Frac. Desarrollo Zapopan Norte.
45132 Zapopan, Estado de Jalisco.
T: (+52) 55 3098 5900 • F: (+52) 55 3098 5900 Ext.7002
amyt@artechemyt.com.mx

TAILANDIA • THAILAND

ARTECHE ASIA & PACIFIC • Vongvanij Bldg. B., 15th Floor,
100/29 Rama IX rd, Huaykwang. 10320 Bangkok.
T: (+66) 2 645 1005-6 • F: (+66) 2 645 1007 • arteche@arteche.in.th

USA

ARTECHE USA • 18503 Pines Blvd. Suite 313 • Pembroke Pines, FL 33029
T: (1) 954 438 9499 • F: (1) 954 438 9959 • info@artecheusa.com

ARTECHE POWER QUALITY • 16964 West Victor Road • New Berlin WI 53151
T: (1) 262 754 3883 • F: (1) 262 754 3993 • info@artechepq.com

VENEZUELA

CACEI • Zona Industrial II, parcela B-14, calle B-1
Apd. 921-30001 Barquisimeto, Estado de Lara.
T: (+58) 251 4413111 • F: (+58) 251 2691522 / (+58) 251 269122
cacei@arteche.com.ve

Su servicio más próximo • Your nearest service:



A2

ISO 9001:2000 • ISO 14000:2004

Documento sometido a posibles cambios. Subject to change without notices.

© Mungia 2008. EAHSA ARTECHE

UltraSIL™ polymer-housed VariSTAR™ type U3 surge arrester for systems through 275 kV IEC 10 kA; line discharge Class 3



General

Eaton's Cooper Power Systems has set a new standard of excellence for polymer-housed station-class surge arresters. Enhancements in arrester design allow Eaton's Cooper Power Systems to offer increased cantilever strength and improved energy handling capability. The UltraSIL™ polymer-housed VariSTAR™ Type U3 station-class arresters incorporate the industry recognized superior silicone rubber housing with a unique high creep alternating shed profile designed to withstand the most extreme environments. The "standard" silicone rubber housing is designed with a minimum specific creepage distance of 31 mm/kV LL, which meets category IV (Very Heavy) pollution level according to the IEC standard. This housing is applied over a gapless MOV internal design.

Eaton's Cooper Power Systems Type U3 arresters meet or exceed the requirements of IEC 60099-4 Rev 2009.

Construction

The unique construction of UltraSIL polymer-housed Class 3 arresters begins with world class Metal Oxide Varistor (MOV) disks produced at our manufacturing facility in Olean, NY. By manufacturing our own disks we maintain a strict quality control over the entire production process, from initial raw material inspection to final physical and electrical testing of each disk. In addition, by controlling the manufacturing process of both disks and arresters, we achieve the optimal combination. Eaton's Cooper Power Systems produces MOV disks of unsurpassed quality through continuous improvements in disk formulation and manufacturing technology. The end result is a long history of in-service use with outstanding durability and protective capability.

Arrester production begins by stacking glass-collared MOV disks in series with aluminum end electrodes. Our proprietary process wraps the assembly with a high-strength woven fiberglass-reinforced epoxy composite. When cured, the arrester module is capable of withstanding high electrical and cantilever load conditions.

The UltraSIL silicone rubber housing utilizes an interference fit and is bonded onto the internal module to form a solid, void-free, high-dielectric strength insulation system. Once the housing is in place, each arrester must pass a strict series of electrical tests to insure the highest level of in-service performance.

The silicone rubber housing results in lighter weight than similarly rated porcelain housed arresters. The silicone rubber housing is also less sensitive to physical damage than porcelain. Also, when compared to other polymeric housing materials, silicone rubber generates significantly lower external power losses under contaminated conditions.

**Cooper
Power Systems**
by **EATON**

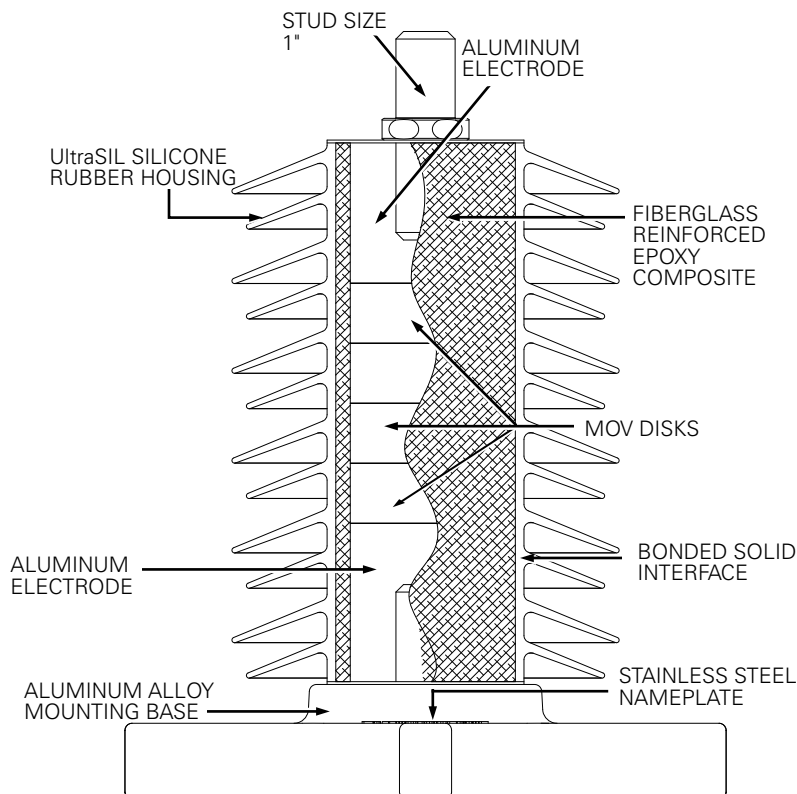


Figure 1. Cutaway illustration of a 10 kV UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Class 3 Arrester.

Table 1. U3 Class 3 Ratings and Characteristics

Arrester Characteristic	Rating		
Arrester Voltage Ratings, U_r	3-240 kV		
Rated Discharge Energy	Single Impulse	Double Impulse*	
kJ/kV of U_c	6.2	9	
kJ/kV of U_r	5.1	7.5	
System Frequency (Hz)	50/60		
Nominal Discharge Current (kA)	10		
High Current Withstand, Short Duration Withstand 4/10 μ s (kA)	100		
Short-Circuit/Pressure Relief Rating (kA rms sym.)	63		
Cantilever Strength (Nm)	Ultimate	SLL**	SSL***
	2300	920	1150
Ambient Temperature ($^{\circ}$ C)	-40 to +40		
Standard Pollution Level (Creep)	Very Heavy (31 mm/kV)		

* Double impulse rating assumes a two shot energy discharge within one minute.

** Specified Long Term Load

*** Specified Short Term Load

Features

The UltraSIL silicone rubber housing was chosen for its superior insulation performance when compared to other polymeric housing materials. Long term environmental testing has verified the superiority of UltraSIL silicone rubber when compared to other polymeric insulating materials.

Independent laboratory tests have verified the superior water repellent behavior of silicone rubber, which is responsible for the lower external power losses, higher resistance to UV degradation and surface tracking, superior performance in contaminated environments, and other important insulating properties. Also, UltraSIL silicone rubber has been proven not to support biological growth and is non-flammable.

The basic silicone rubber housed arrester can be customized with a variety of terminal and mounting options which allow users to select the features that meet their application needs. The "standard" silicone rubber housing is designed with a minimum specific creepage distance of 31 mm/kV L-L, but if additional creepage is required, please contact your Eaton's Cooper Power Systems representative for customized options.

Operation

The operation of the VariSTAR arrester is typical of gapless metal oxide arresters. During steady state conditions, line-to-earth voltage is continuously across the arrester terminals. When overvoltages occur, the VariSTAR arrester immediately limits the overvoltage to the required protective level by conducting only the necessary level of surge current to earth. Upon passage of the overvoltage condition, the arrester returns to its initial condition, once again conducting only minimal leakage current.

UltraSIL polymer-housed VariSTAR Class 3 arresters are ideal for the protection of critical substation apparatus in areas of moderate lightning incidence and for protection against switching surges generated on transmission systems.

Pressure relief tests have been conducted in accordance with IEC 60099-4 to demonstrate the UltraSIL polymer-housed VariSTAR Class 3 arrester's ability to withstand fault currents for specific durations.

Design testing

The housing material, internal components and hardware work as a system to withstand years of exposure to environmental extremes. To assure a superior level of performance, the components and the assembled arrester unit have been subjected to a testing program that accurately simulates years of exposure to field conditions. Tests include:

IEC 600994 Testing - Full Certification to performance requirements by an independent laboratory has been completed. A certified test report is available upon request.

Additional design verification of the UltraSIL polymer-housed VariSTAR Class 3 arrester includes testing for:

- Ultraviolet Withstand
- High Voltage Dielectric Integrity
- Wet Arc Tracking Resistance
- Thermal Shock
- Coefficients of Expansion and Materials Compatibility
- Cantilever Strength
- Terminal Torque

For detailed reports please contact your Eaton's Cooper Power Systems sales representative.

Routine tests

A complete automated production test program ensures a quality product. Each metal oxide varistor receives a series of electrical tests. Quality is further demonstrated by tests performed to destruction on samples from every batch of varistors.

Routine tests on the varistor disks performed in accordance with IEC 60099-4:

- 100% Physical Inspection
- 100% Discharge Voltage Test
- 100% Vref at 11 mA
- 100% Watts Loss Measured at 1.05 x MCOV
- 100% Transmission Line Discharge Energy Test
- Batch High-Current, Short-Duration Test
- Batch Thermal Stability Test
- Batch Aging Test

Routine tests on each fully assembled UltraSIL polymer-housed VariSTAR Class 3 arrester, per IEC 60099-4.

- 100% Physical Inspection
- 100% Vref Test
- 100% Watts Loss Test
- 100% Partial Discharge Inception Voltage Test

General application recommendations

The rating of an arrester is the maximum power-frequency line-to-earth voltage at which the arrester is designed to pass the IEC operating duty test. Table 2 provides a general guide for the selection of the proper arrester for a given system voltage. Eaton's Cooper Power Systems application engineers are available to make specific system application recommendations.

Selection of arrester rating

In arrester rating selection it is preferable to determine the lowest arrester rating that will ensure satisfactory operation. This is the optimum solution because the arrester selected will not only provide the greatest margin of insulation protection but also be the most economical choice.

Increasing arrester ratings above the minimum increases the likelihood of the arrester surviving varying system conditions but compromises the protection of equipment insulation. Table 2 lists VariSTAR U3 arrester ratings commonly used on various three-phase systems.

Rating selection should begin with consideration of the maximum system operating voltage. The maximum power frequency voltage expected under normal system conditions (expressed line-to-earth) should not exceed the selected arrester's continuous operating voltage (Uc).

The temporary overvoltage (TOV) capability of the VariSTAR U3 arrester is shown in Figure 2. The curves indicate the arrester's ability to withstand abnormal system power frequency (sinusoidal) overvoltages for various durations. The values shown assume that the arrester has been energized at COV (Uc) prior to an overvoltage event, that the arrester is in an ambient temperature of 60 °C, and that after the overvoltage durations shown, demonstrate that the arrester will thermally recover when once again energized at COV (Uc).

The voltage withstand capability for application on ungrounded systems after IEC high current duty is 1.076 per unit of COV (Uc) for 24 hours. For ungrounded systems utilizing high impedance or resonant grounding and other systems where the line-to-earth

Table 2. Arrester Ratings Commonly Used on Three-Phase Systems

System Voltages L-L (kV)		Arrester Ratings (kV)	
Nominal	Maximum	Grounded Circuits	High-Impedance/Ungrounded Circuits
3.3	3.7	3	6
6.6	7.3	6	9
10.0	11.5	9	12-15
11.0	12.0	9-10	
16.4	18.0	15.0	18-21
22.0	24.0	18-21	24-27
33.0	36.3	27-30	36-39
47.0	52.0	39-48	54-60
66.0	72.0	54-60	66-84
91.0	100	78-84	90-96
110	123	96-108	120-135
132	145	108-120	132-144
155	170	132-144	162-172
220	245	180-198	204-240
275	300	216-240	–

voltages exceed this stated TOV capability, arresters having a COV (Uc) equal to line-to line voltage may be required.

For non-sinusoidal transient voltages caused by system switching operations a transient network analyzer (TNA) study is recommended; Eaton's Cooper Power Systems engineers are available to make these studies.

Figure 2 also illustrates the arrester's TOV capabilities with and without prior switching surge duties of up to a maximum capability of 6.2 kJ/ kV of COV (Uc)-single impulse and 9 kJ/kV of COV (Uc)-double impulse.

To assure proper application the following information is normally required:

1. Maximum system operating voltage.
2. System grounding conditions.
 - a. For four-wire circuits, grounding conditions depend upon whether the system is multi-grounded, whether it has neutral impedance, and whether common primary and secondary neutrals are used.
 - b. For three-wire circuits, grounding conditions depend upon whether the system is solidly grounded at the source, grounded through the neutral impedance at the source grounded through transformers, or ungrounded.

Where unusual conditions exist (high ground resistance, high capacitive load, unusual switching surge duty, etc.), the following supplementary information is required:

- Type of unusual condition
- BIL of equipment and separation distance to protected equipment
- Type of construction (phase spacing, length of line, conductor size, etc.)
- Grounding and phase-sequence components of source impedances
- Phase-sequence components of load impedances
- Available fault current
- Potential for loss of neutral earthing during system events

Performance and protective characteristics

Table 4, "Protective Characteristics of the UltraSIL Polymer-Housed Varistar U3 Surge Arrester" displays the Arrester Rating (Ur), Continuous Operating Voltage (Uc) and the guaranteed protective characteristics.

The Steep Current Impulse protective level is the maximum residual voltage for a 10 kA impulse current that crests in one microsecond. Lightning Impulse Residual Voltages represent the maximum protective levels exhibited by the arrester when discharging lightning currents of the standard 8/20 microsecond waveshape. The maximum Switching Impulse Residual Voltages are based on a switching surge current having a time to crest of 30 microseconds. For all ratings the switching surge energy absorption capability is 6.2 kJ/kV of Uc-single impulse and 9 kJ/kV of Uc-double impulse.

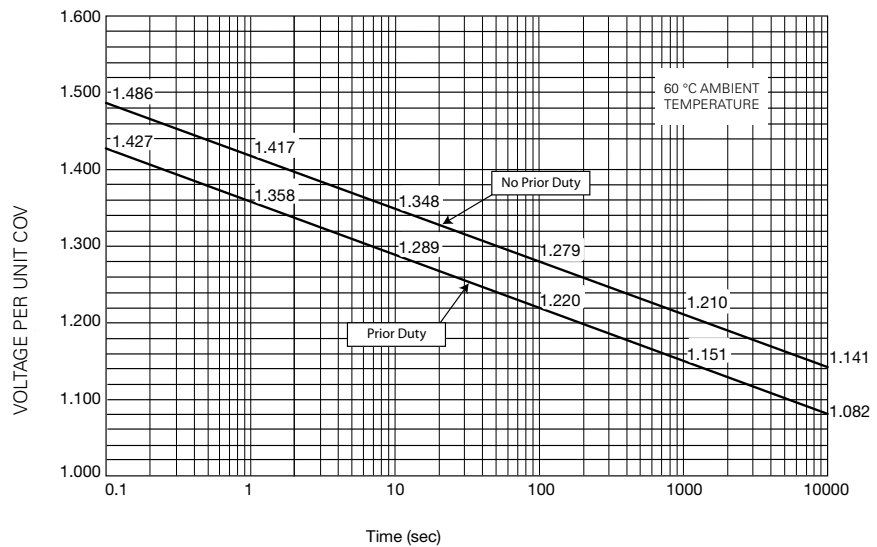


Figure 2. Temporary Overvoltage Capability of VariSTAR U3 Surge Arresters.

Note: The 24-Hour TOV with prior duty is 1.076 per unit of U_c .
The TOV curve in Figure 2 applies to standard electrical build arresters. Consult manufacturer for further information regarding alternate electrical builds.
See Table 4 for Temporary Over Voltage w/Prior Duty (kV) for 1 and 10 second values.

Table 3. Insulation Withstand Voltages

Housing Designation	Housing Leakage Distance - Creep (mm)	Strike (mm)	Insulation Withstand Voltages		WET 50/60 Hz 60 Sec (kV, rms)	DRY 50/60 Hz 60 Sec (kV, rms)
			BIL 1.2/50 Impulse (kV, Pk)	Switching Surge Impulse (kV, crest)		
08	780	200	119	N/A	62	77
10	975	240	137		71	90
12	1170	280	158		83	104
14	1365	319	178		94	118
16	1560	360	201		104	140
18	1755	398	218		122	146
22	2145	477	258		147	166
24	2340	516	279		160	188
26	2535	556	298		172	201
28	2730	594	319		184	215
30	2925	634	340		197	230
32	3120	672	361		208	246
40	3900	875	476		269	312
44	4290	954	516		294	332
46	4485	993	537		307	354
48	4680	1032	558		320	376
50	4875	1072	577		332	389
52	5070	1112	596		344	402
54	5265	1150	617		356	416
56	5460	1188	638		368	430
58	5655	1228	659		381	445
60	5850	1268	680		394	460
64	6240	1123	631		370	432
72	7020	1359	758		439	505
76	7410	1437	798		463	532
78	7605	1468	809		474	541
80	7800	1506	830		486	555
82	7995	1544	851		498	569
84	8190	1584	872		511	584
86	8385	1622	893	905	522	600
88	8580	1662	914	927	535	615
90	8775	1686	931	929	545	630
92	8970	1730	955	957	557	648
94	9165	1762	973	971	567	662
96	9360	1795	992	984	578	678
A4	10140	2024	1107	1105	646	742
A6	10335	2062	1128	1130	658	756
A8	10335	2062	1128	1130	658	756
B0	10725	2138	1170	1180	682	784
B2	10920	2168	1190	1189	693	801
B4	11115	2208	1211	1211	706	816
B6	11310	2248	1232	1233	719	831
B8	11505	2288	1253	1255	732	846
C0	11700	2320	1271	1269	742	860

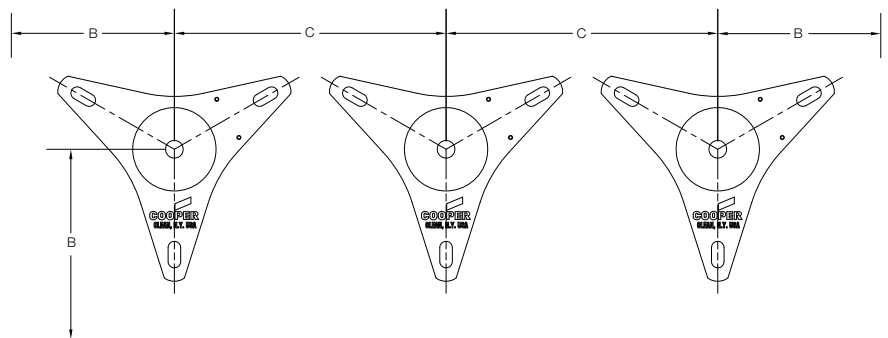
Note: Strike and insulation withstand values for housing codes (60+) include a grading ring.

Table 4. Protective Characteristics of the UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR U3 Surge Arrester

Arrester Rating Ur (kV, rms)	Arrester COV Uc (kV, rms)	Steep Current Residual Voltage (kV Crest)	Lightning Impulse Residual Voltage (kV Crest) 8/20 μ s Current Wave						"Switching Impulse Residual Voltage (kV Crest) 30/60 Current Wave"				Temporary Over Voltage w/Prior Duty (kV)	
			1.5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA	125 A	250 A	500 A	1000 A	1 Second	10 Seconds
3	2.55	8.2	6.5	6.9	7.2	7.8	8.4	9.4	5.7	5.9	6.1	6.3	3.5	3.3
6	5.1	16.3	13	13.7	14.3	15.6	16.8	18.8	11.4	11.7	12.1	12.6	6.9	6.6
9	7.65	24.5	19.5	20.6	21.5	23.3	25.2	28.2	17.1	17.6	18.1	18.8	10.4	9.9
10	8.4	26.9	21.4	22.6	23.6	25.6	27.7	30.9	18.8	19.3	19.9	20.7	11.4	10.8
12	10.2	32.6	26	27.4	28.6	31.1	33.6	37.5	22.8	23.4	24.1	25.1	13.9	13.1
15	12.7	40.6	32.4	34.1	35.6	38.7	41.9	46.7	28.4	29.1	30	31.2	17.2	16.4
18	15.3	48.9	39	41.1	42.9	46.6	50.4	56.3	34.2	35.1	36.2	37.6	20.8	19.7
21	17	54.4	43.3	45.6	47.7	51.7	56	62.5	38	39	40.2	41.8	23.1	21.9
24	19.5	62.4	49.7	52.3	54.7	59.3	64.2	71.7	43.6	44.7	46.1	47.9	26.5	25.1
27	22	70.3	56	59	61.7	66.9	72.5	80.9	49.1	50.4	52	54	29.9	28.4
30	24.4	78	62.1	65.5	68.4	74.2	80.4	89.7	54.5	55.9	57.7	59.9	33.1	31.5
33	27.5	87.9	70	73.8	77.1	83.6	90.6	102	61.4	63	65	67.5	37.3	35.4
36	29	92.7	73.8	77.8	81.3	88.2	95.5	107	64.8	66.4	68.6	71.2	39.4	37.4
39	31.5	101	80.2	84.5	88.3	95.8	104	116	70.3	72.2	74.5	77.3	42.8	40.6
42	34	109	86.6	91.2	95.3	104	112	125	75.9	77.9	80.4	83.5	46.2	43.8
45	36.5	117	92.9	97.9	103	111	121	135	81.5	83.6	86.3	89.6	49.6	47
48	39	125	99.3	105	110	119	129	144	87.1	89.3	92.2	95.7	53	50.3
54	42	135	107	113	118	128	139	155	93.8	96.2	99.3	104	57	54.1
60	48	154	123	129	135	146	159	177	108	110	114	118	65.2	61.9
66	53	170	135	143	149	162	175	195	119	122	126	131	72	68.3
72	57	183	146	153	160	174	188	210	128	131	135	140	77.4	73.5
78	62	199	158	167	174	189	205	228	139	142	147	153	84.2	79.9
84	68	218	174	183	191	207	224	250	152	156	161	167	92.3	87.7
90	72	231	184	194	202	219	238	265	161	165	171	177	97.8	92.8
96	76	243	194	204	214	232	251	280	170	174	180	187	103.2	98
	77	247	196	207	216	235	254	284	172	177	182	189	104.6	99.3
108	84	269	214	226	236	256	277	309	188	193	199	207	114.1	108.3
120	98	314	250	263	275	298	323	361	219	225	232	241	133.1	126.3
132	106	339	270	285	298	323	349	390	237	243	251	261	143.9	136.6
138	111	355	283	298	312	338	366	408	248	255	263	273	150.7	143.1
144	115	368	293	309	323	350	379	423	257	264	272	283	156.2	148.2
150	120	384	306	322	337	365	396	442	268	275	284	295	163	154.7
162	130	416	331	349	365	396	429	478	291	298	308	319	176.5	167.6
168	131	419	334	352	368	399	432	482	293	300	310	322	177.9	168.9
172	140	448	357	376	393	426	461	515	313	321	331	344	190.1	180.5
180	144	461	367	387	404	438	475	530	322	330	341	354	195.6	185.6
192	152	486	387	408	427	463	501	559	340	348	360	373	206.4	195.9
198	160	512	408	430	449	487	527	589	358	367	378	393	217.3	206.2
204	165	528	420	443	463	502	544	607	369	378	390	405	224.1	212.7
216	174	556	443	467	488	529	573	640	389	399	412	427	236.3	224.3
228	180	576	459	483	505	548	593	662	402	413	426	442	244.4	232
240	190	608	484	510	533	578	626	699	424	435	449	467	258	244.9

Dimensions and mounting

Figure 3 illustrates an in-line mounting arrangement; the applicable values of "B" and "C" may be found in Table 5. Line and Earth terminal details are shown on pages 10-11, options 14 and 15. Figure 4 shows an outline drawing of the standard U3 UltraSIL polymer-housed VariSTAR Class 3 arrester. The values for dimensions "A" and "D" for all ratings are listed in Table 5.

**Figure 3. Three-phase in-line mounting.**

Note: Refer to Table 5 for Dimensions B and C.

Table 5. Catalog Numbers, Dimensional Information, and Weights for VariSTAR U3 Surge Arresters¹

Arrester Rating Ur (kV, rms)	Arrester COV Uc (kV, rms)	Standard Arrester Catalog Number	Dim. A (mm)	Dim. D (mm)	Dimension B Minimum Phase-to-Earth Clearance* (mm)	Dimension C Minimum Phase-to-Phase Clearance* (mm)	Housing Leakage Distance (mm)	Arrester Mass (kg)
			Reference Figure 4	Reference Figure 3				
3	2.55	U3AA003002A0845AAA	208	139	140	254	780	5
6	5.1	U3AA006005A1045AAA	247		143	258	975	
9	7.65	U3AA009007A1045AAA			147	261		
10	8.4	U3AA010008A1045AAA			287	158	272	1170
12	10.2	U3AA012010A1245AAA	287		176	290		
15	12.7	U3AA015012A1245AAA	326		198	312	1365	7
18	15.3	U3AA018015A1445AAA	326		218	332		
21	17	U3AA021017A1445AAA	366				239	
24	19.5	U3AA024019A1645AAA	366		260	374		1755
27	22	U3AA027022A1645AAA	405		287	401		
30	24.4	U3AA030024A1845AAA			300	415		
33	27.5	U3AA033027A1845AAA			322	436	2145	9
36	29	U3AA036029A1845AAA	344		458			
39	31.5	U3AA039031A2245AAA	366		480	2340		
42	34	U3AA042034A2245AAA	388		502			
45	36.5	U3AA045036A2445AAA	414		528	2730	11	
48	39	U3AA048039A2645AAA	602		510			625
54	42	U3AA054042A2645AAA	642		546			660
60	48	U3AA060048A2845AAA	681		589	704	3900	14
66	53	U3AA066053A3045AAA	841		642	756	4290	15
72	57	U3AA072057A3245AAA	920		677	791	4485	
78	62	U3AA078062A4045AAA	959		712	826	4680	16
84	68	U3AA084068A4445AAA	998		721	835	4875	
90	72	U3AA090072A4645AAA	1038		782	896	5070	17
96	76	U3AA096076A4845AAA	1078		905	1019	5460	19
96	77	U3AA096077A5045AAA	1156		1191	1521	5850	22
108	84	U3AA108084A5245AAA	1236		1234	1565	6240	23
120	98	U3AA120098A5645AAA	1314		1269	1600		
132	106	U3AA132106A6045AAA	1314		1313	1643	7605	26
138	111	U3AA138111A6445AAA	1593		1401	1731	7800	27
144	115	U3AA144115A6445AAA	1632		1410	1740	7995	
150	120	U3AA150120A7845AAA	1671		1488	1819	8190	28
162	130	U3AA162130A8045AAA	1711		1523	1854	8385	29
168	131	U3AA168131A8245AAA	1750		1594	1924	8580	30
172	140	U3AA172140A8445AAA	1790		1664	1994	8970	31
180	144	U3AA180144A8645AAA	1868		1707	2038	9165	
192	152	U3AA192152A8845AAA	1908		1786	2116	10335	34
198	160	U3AA198160A9245AAA	2146		1839	2169	10725	35
204	165	U3AA204165A9445AAA	2224		1926	2257	10920	36
216	174	U3AA216174AA645AAA	2263					
228	180	U3AA228180AB045AAA						
240	190	U3AA240190AB245AAA						

Notes:

1. Refer to Figure 3 for illustrations of dimensions B and C and Figure 8 for dimensions A and D.

* Phase-to-Phase clearances are expressed as minimum arrester center-to-center distances. Phase-to-Earth clearances are expressed as minimum arrester centerline-to-ground distances.

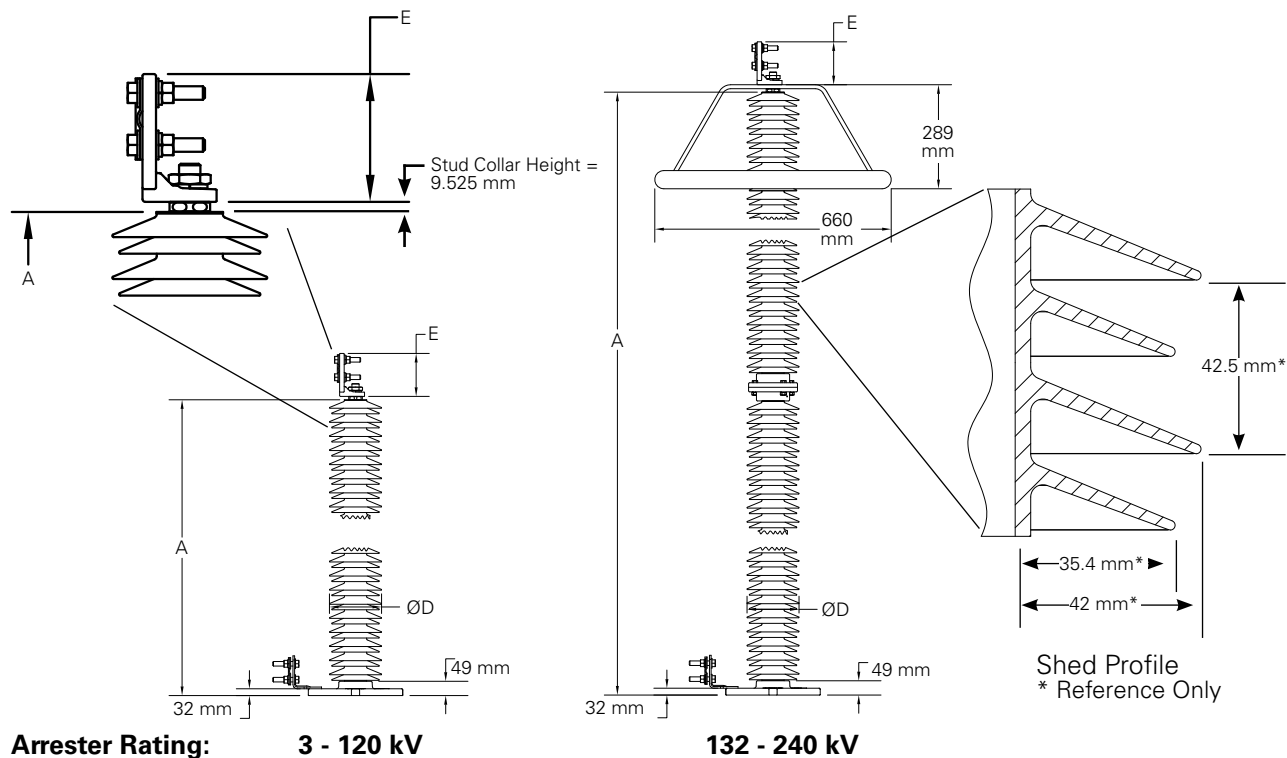


Figure 4. Outline Drawing of Standard UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Type U3 Surge Arresters.

Notes:
Refer to Table 5 for dimensions A. Arresters shown with standard line and earth terminals.
Outlines in Figure 4 and data from Table 5 represent standard arrester catalog numbers. Outline dimensions will vary when optional housing codes are selected. Consult factory for more information.
Refer to Table 6 for dimensions E.

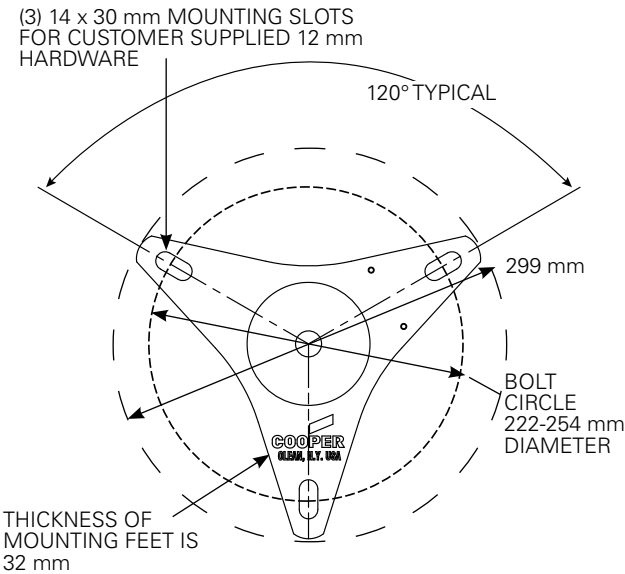


Figure 5. Base mounting.

Terminal option dimensions

Table 6. Terminal Options Dimensions "E"

Catalog Number Digit 14	Description of Line Terminal Option	Dimension (mm)
1	Eyebolt Connector	81
4	NEMA Four-Hole Pad	120
D, H	Cylindrical Stem Connector	156

Note: Refer to Figure 4 for illustration of dimension E.

Isolation bases and surge counters

Table 7. Bases and Counters

Catalog Number	Description of Counters
AM22A1	Counter without Leakage Current Meter
AM22A2	Counter with Leakage Current Meter (0-30 mA)
AM22A3	Counter with Leakage Current Meter (0-50 mA)
AM22A12	AM22A2 with Auxiliary Contact
Description of Bases	
AM23A1	For U2, U3, and U4 arresters rated 120 kV (single section) or below

Table 8. UltraQUIK™ Catalog Numbering System for UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Class 3 Arresters

1 U	2 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Catalog Number Digits:

1 = "U" (UltraSIL Housed Arrester)

2 = "3" (IEC Class 3 Arrester)

3 = "A" Standard Electrical Build*

* Consult manufacturer for further information regarding alternate electrical builds.

4 = "A" Standard Cantilever Strength Design

5 through 10 = Arrester Rating, U_r (COV, U_c)

003002 = 3 kV (2.55 kV)	042034 = 42 kV (34.0 kV)	132106 = 132 kV (106 kV)
006005 = 6 kV (5.10 kV)	045036 = 45 kV (36.5 kV)	138111 = 138 kV (111 kV)
009007 = 9 kV (7.65 kV)	048039 = 48 kV (39.0 kV)	144115 = 144 kV (115 kV)
010008 = 10 kV (8.4 kV)	054042 = 54 kV (42.0 kV)	150120 = 150 kV (120 kV)
012010 = 12 kV (10.2 kV)	060048 = 60 kV (48.0 kV)	162130 = 162 kV (130 kV)
015012 = 15 kV (12.7 kV)	066053 = 66 kV (53.0 kV)	168131 = 168 kV (131 kV)
018015 = 18 kV (15.3 kV)	072057 = 72 kV (57.0 kV)	172140 = 172 kV (140 kV)
021017 = 21 kV (17.0 kV)	078062 = 78 kV (62.0 kV)	180144 = 180 kV (144 kV)
024019 = 24 kV (19.5 kV)	084068 = 84 kV (68.0 kV)	192152 = 192 kV (152 kV)
027022 = 27 kV (22.0 kV)	090070 = 90 kV (70.0 kV)	198160 = 198 kV (160 kV)
030024 = 30 kV (24.4 kV)	096076 = 96 kV (76.0 kV)	204165 = 204 kV (165 kV)
033027 = 33 kV (27.0 kV)	096077 = 96 kV (77.0 kV)	216174 = 215 kV (174 kV)
036029 = 36 kV (29.0 kV)	108084 = 108 kV (84.0 kV)	228182 = 228 kV (182 kV)
039031 = 39 kV (31.5 kV)	120098 = 120 kV (98.0 kV)	240190 = 240 kV (190 kV)

11 = "A" High Creep UltraSIL Polymer Housing

Table 8. UltraQUIK™ Catalog Numbering System for UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Class 3 Arresters (continued)

1 U	2 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---------------	---------------	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

12 and 13 = Housing Code (Select from Table below): O = Standard Housing (31 mm/kV)

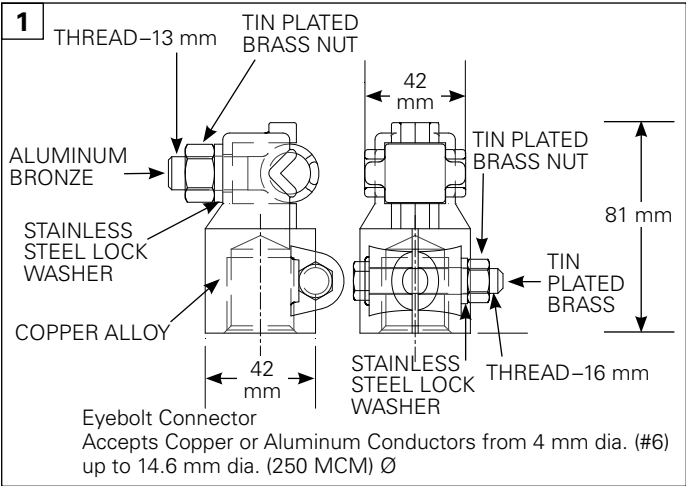
Leakage Length (mm) U _r Arrester Rating (kV rms)	08	10	12	14	16	18	22	24	26	28	30	32	40	44	46	48	50	52	56	60*	64*	78*	80*	82*	84*	86*	88*	92*	94*	A6*	B0*	B2*
	780	975	1171	1365	1560	1755	2145	2340	2535	2730	2925	3120	3900	4290	4485	4680	4875	5070	5460	5850	6240	7605	7800	7995	8190	8385	8580	8970	9165	10335	10725	10920
3	○																															
6		○																														
9		○																														
10		○																														
12			○																													
15			○																													
18				○																												
21				○																												
24					○																											
27					○																											
30						○																										
33						○																										
36						○																										
39							○																									
42							○																									
45								○																								
48									○																							
54									○																							
60										○																						
66											○																					
72												○																				
78													○																			
84														○																		
90															○																	
96																○	○															
108																		○														
120																			○													
132																				○												
138																					○											
144																						○										
150																							○									
162																								○								
168																									○							
172																										○						
180																											○					
192																												○				
198																													○			
204																														○		
216																															○	
228																																○
240																																○

* Arresters equipped with these housing codes ship with a grading ring.

Table 8. Ultraquik Catalog Numbering System for UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Class 3 Arresters (continued)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U	3																

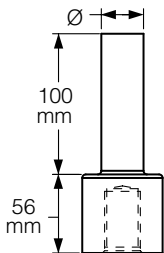
14 = Line Terminal Options



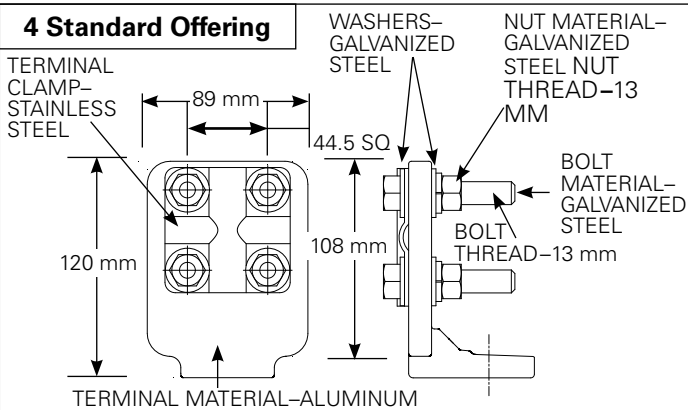
D or H

D =
100 mm X
30 mm Ø
Aluminum Cylindrical Stem
Connector

H =
Same as D but with 26 mm Ø



4 Standard Offering



(Top illustration shows terminal clamp, bottom illustration shows terminal clamp removed)

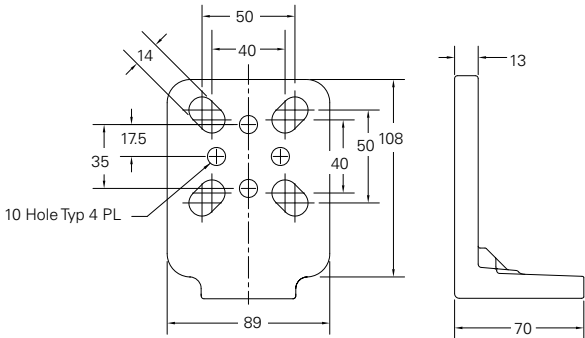


Table 8. UltraQUIK Catalog Numbering System for UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Class 3 Arresters (continued)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U	3																

15 = Earth Terminal Options

2

64 mm

TERMINAL-STAINLESS STEEL

BOLT-13 mm STAINLESS STEEL

NUT-13 mm STAINLESS STEEL

LOCK WASHER-13 mm STAINLESS STEEL

WIRE CLAMPS-STAINLESS STEEL

Clamp Style Connector
Accepts Copper or Aluminum Stranded Conductors up to 13 mm Ø

5 Standard Offering

91 mm

ALL NUTS, BOLTS AND WASHERS-GALVANIZED STEEL

TERMINAL CLAMP-STAINLESS STEEL

TERMINAL GALVANIZED STEEL

NEMA Four-hole Pad
Accepts Copper or Aluminum Conductors up to 20 mm Ø

9

51 mm

64 mm

EYEBOLT BODY-TIN PLATED BRASS

EYEBOLT-16 mm TIN PLATED ALUMINUM BRONZE

WASHERS-16 mm STAINLESS STEEL

NUT MATERIAL-STAINLESS STEEL

MOUNTING BOLT-16 mm STAINLESS STEEL

Eyebolt Connector
Accepts Copper or Aluminum Conductors up to 14 mm Ø

16 = Mounting Arrangement

A Standard Offering

Mounting Base Located at Bottom

C

Mounting Base Located on Top
(Inverted Suspension Mount)

Table 8. UltraQUIK Catalog Numbering System for UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Class 3 Arresters (continued)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U	3																

17 = Nameplate Information, See Figures 6 and 7

Nameplate information is per IEC 60099-4 and is available in the following languages.

Specify:

A = English B = Spanish C = Portuguese

18 = Packaging

Arresters with housing codes 60 or less are shipped complete, ready for installation. Arresters with housing codes greater than 60 are shipped unassembled, requiring assembly during installation.

- A = Export packing, cardboard
- 2 = Export packing, wood crating

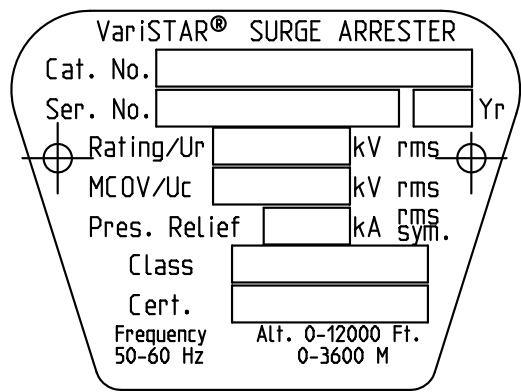


Figure 6. Arrester base nameplate (English version).

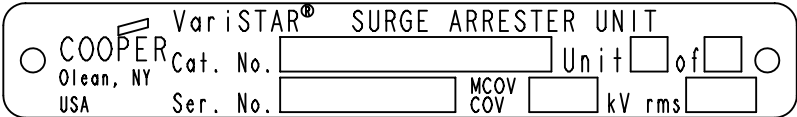


Figure 7. Detail of unit nameplate on arrester base.

Nameplate information

A stainless steel nameplate is attached to the base of every UltraSIL polymer-housed Type U3 arrester. The arrester catalog number, serial number, year of manufacture, Ur, Uc, and pressure relief rating are among the details provided on the nameplate. See Figure 6 for an example of a base nameplate. For multi-unit arresters an additional nameplate is provided on the base as shown in Figure 7.

Additional information

IS235-97-1	UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Type U3/U4 Surge Arrester Installation and Maintenance Instructions
CP1219	20 kA Class 3 Certified Test Report IEC 60099-4 2009
I235-99	UltraSIL Polymer-Housed VariSTAR Type U4 Surge Arrester for Systems through 275 kV IEC 20-kA; Line Discharge Class 3
CP1302	20 kA Class 4 Certified Test Report IEC 60099-4 2009

Eaton
1000 Eaton Boulevard
Cleveland, OH 44122
United States
Eaton.com

Eaton's Cooper Power Systems Business
2300 Badger Drive
Waukesha, WI 53188
United States
Cooperpower.com

© 2014 Eaton
All Rights Reserved
Printed in USA
Publication No. I235-98

VULPREN DHZ1 H-16 AI

TENSIÓN: 12/20 kV



NORMAS

IEC 60502-2 - Norma constructiva

UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:

Aluminio, semirrígido clase 2

AISLAMIENTO:

Etileno Propileno (EPR)

PANTALLA:

Corona de hilos de cobre

CUBIERTA EXTERIOR:

Poliolefina termoplástica libre de halógenos

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cables para distribución de energía para instalaciones de media tensión al aire, entubados, enterrados.

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro. Mayor facilidad de deslizamiento.

Proceso de reticulación: Las tres capas extruidas (semiconductores y aislamiento) se extruyen simultáneamente en cabezal triple. El tubo se mantiene bajo presión controlada de gas inerte (N₂), para prevenir la formación de vacuolas. El perfil de temperaturas del tubo se controla cuidadosamente para asegurar el correcto grado de reticulación en el núcleo del cable.

Cable cero halógenos.



VULPREN DHZ1 H-16 Al

TENSIÓN: 12/20 kV



									
	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A	Ohm/km	μF/km
1340113	35	18,9	26,4	775	400	130	115	0,149	0,165
1340114	50	19,9	27,4	840	415	155	135	0,142	0,179
1340115	70	21,6	29,5	970	445	195	165	0,133	0,202
1340116	95	23,2	31,2	1095	470	275	215	--	--
1340117	120	24,9	33,5	1240	505	275	225	0,122	0,248
1340118	150	26,1	34,7	1365	520	360	275	--	--
1340119	185	27,5	36,1	1500	545	360	285	0,113	0,283
1340120	240	30,2	38,8	1750	585	425	335	0,108	0,319
1340121	300	32,3	40,9	1965	615	490	375	0,104	0,347
1340122	400	35,0	43,6	2315	655	570	430	0,1	0,383
1340123	500	38,7	47,3	2740	710	670	495	0,097	0,432
1340124	630	42,7	51,3	3315	770	790	560	0,094	0,485

VULPREN DHZ1 H-16 Cu

TENSIÓN: 12/20 kV



NORMAS

IEC 60502-2 - Norma constructiva

UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:

Cobre, semirrígido clase 2

AISLAMIENTO:

Etileno Propileno (EPR)

PANTALLA:

Corona de hilos de cobre

CUBIERTA EXTERIOR:

Poliolefina termoplástica libre de halógenos

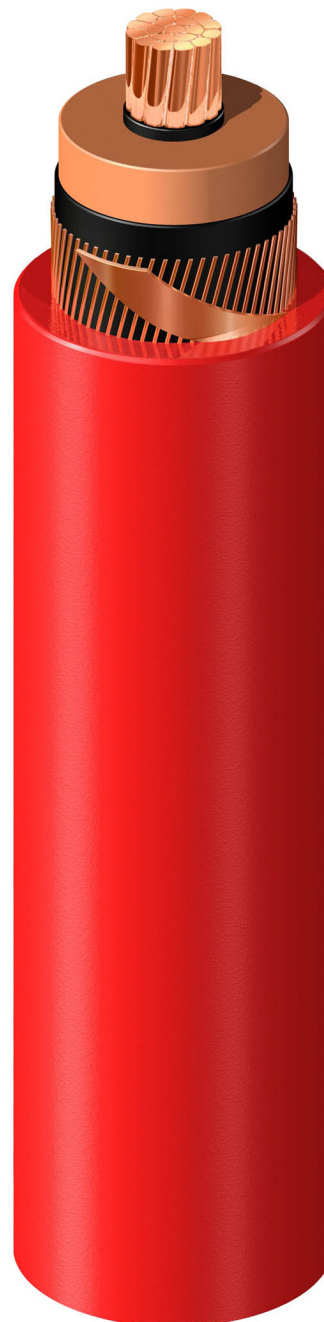
APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cables para distribución de energía para instalaciones de media tensión al aire, entubados, enterrados.

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarró. Mayor facilidad de deslizamiento.

Proceso de reticulación: Las tres capas extruidas (semiconductores y aislamiento) se extruyen simultáneamente en cabezal triple. El tubo se mantiene bajo presión controlada de gas inerte (N₂), para prevenir la formación de vacuolas. El perfil de temperaturas del tubo se controla cuidadosamente para asegurar el correcto grado de reticulación en el núcleo del cable.

Cable cero halógenos.



VULPREN DHZ1 H-16 Cu

TENSIÓN: 12/20 kV



									
	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A	Ohm/km	μF/km
1341113	35	18,8	25,0	930	375	170	145	0,145	0,165
1341114	50	20,0	26,2	1075	395	205	175	0,137	0,179
1341115	70	21,4	27,6	1300	415	255	215	0,129	0,202
1341116	95	23,1	29,5	1590	445	310	255	0,122	0,223
1341117	120	24,8	31,1	1860	470	355	290	0,117	0,248
1341118	150	26,1	32,7	2130	490	405	325	0,113	0,264
1341119	185	27,7	34,5	2520	520	465	370	0,11	0,283
1341120	240	29,9	36,7	3120	550	550	425	0,105	0,319
1341121	300	32,3	39,2	3755	590	630	480	0,101	0,347
1341122	400	35,0	42,2	4620	635	740	540	0,098	0,383
1341123	500	38,9	46,3	5745	695	870	620	0,095	0,432
1341124	630	42,8	50,6	7235	760	1040	700	0,093	0,485

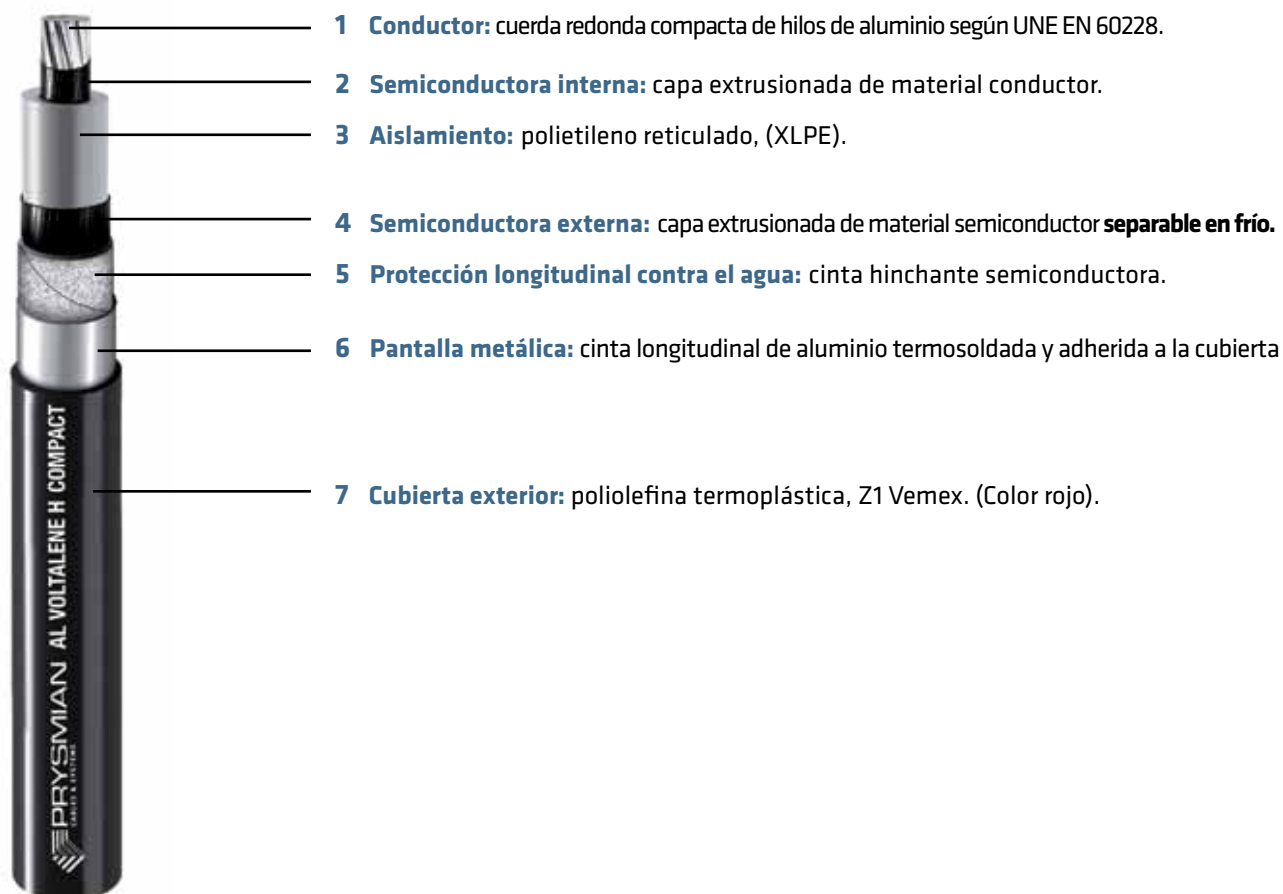
CABLE AL VOLTALENE H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV

ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR ENDESA (NUEVO DISEÑO)

Tipo: AL RH5Z1
Tensión: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma de diseño: IEC 60502-2, G3 DND003 (en lo aplicable)

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

Composición:



NOTA: Ver herramientas y accesorios específicos para conexionado de pantalla (páginas 196 -199).

DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE H COMPACT (NORMALIZADO POR ENDESA, NUEVO DISEÑO) AL RH5Z1

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al) (mm²)	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
12/20 kV								
1x95 (1)	20090757	21,3	4,3	29,4	2,0	860	441	588
1x150 (1)	20090758	24,1	4,3	32,1	2,0	1070	482	642
1x240 (1)	20090759	28,2	4,3	36,0	2,0	1430	540	720
1x400 (1)	20090760	33,6	4,3	41,5	2,0	2020	623	830
18/30 kV								
1x95	20090761	25,7	6,4	33,6	2,0	1060	504	672
1x150 (1)	20090762	28,5	6,4	36,4	2,0	1300	546	728
1x240 (1)	20090763	32,6	6,4	40,5	2,0	1690	608	810
1x400 (1)	20090764	38,0	6,4	46,0	2,0	2320	690	920

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa
*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al) (mm²)	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95 (1)	190	205	255	8930	2240	2690
1x150 (2)	245	260	335	14100	2540	2990
1x240 (2)	320	345	455	22560	2990	3440
1x400 (2)	415	445	610	37600	3440	3890

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV
(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV
*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W
**Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

1 x sección conductor (Al) (mm²)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1x150 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1x240 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1x400 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV
(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV
NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.