



Centros de transformación de Abonado y Compañía



PROYECTO DE CENTRO DE
TRANSFORMACION DE
ABONADO Y COMPAÑIA



Centros de transformación de Abonado y Compañía



Quisiera yo dar mis mas sentidos agradecimientos a todas los amigos que han hecho que mi estancia en Cartagena halla sido inolvidable; a mi familia que me ha estado persiguiendo hasta el día de hoy para que entregase este proyecto ha mucha más gente que no recuerdo



Centros de transformación de Abonado y Compañía



Índice de Materias



1.MEMORIA

- 1.1.OBJETO DEL PROYECTO
- 1.2.REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES
- 1.3.SITUACION Y EMPLAZAMIENTO
- 1.4.TITULAR INICIAL Y FINAL DE LA INSTALACION
- 1.5.CARACTERISTICAS GENERALES DEL C.T.
- 1.6.PROGRAMACION DE NECESIDADES Y POTENCIA EN KVA
- 1.7.DESCRIPCION DE LA INSTALACION
 - 1.7.1.LOCAL
 - 1.7.1.1.CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES
 - 1.7.1.2.CIMENTACION
 - 1.7.1.3.SOLERA Y PAVIMENTO
 - 1.7.1.4.CERRAMIENTOS EXTERIORES
 - 1.7.1.5.TABIQUERIA INTERIOR
 - 1.7.1.6.CUBIERTAS
 - 1.7.1.7.FORJADOS Y CUBIERTAS
 - 1.7.1.8.ENLUCIDOS Y PINTURAS
 - 1.7.1.9.VARIOS
 - 1.7.2.INSTALACION ELECTRICA
 - 1.7.2.1.CARACTERISTICAS DE LA RED
 - 1.7.2.2.CARACTERISTICAS APARAMENTA DE A.T.
 - 1.7.2.2.1.CELDA DE ENTRADA
 - 1.7.2.2.2.CELDA DE SALIDA
 - 1.7.2.2.3.CELDA DE PROTECCION
 - 1.7.2.2.4.CELDA DE MEDIDA
 - 1.7.2.2.5.CELDA DEL TRANSFORMADOR
 - 1.7.2.3.CARACTERISTICAS MATERIAL VARIO DE A.T.
 - 1.7.2.3.1.EMBARRADO GENERAL
 - 1.7.2.3.2.PIEZAS DE CONEXIÓN
 - 1.7.2.3.3.AISLADORES DE APOYO
 - 1.7.2.3.4.AISLADORES DE PASO
 - 1.7.3.MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA
 - 1.7.4.PUESTA A TIERRA
 - 1.7.4.1.TIERRA DE PROTECCION
 - 1.7.4.2.TIERRA DE SERVICIO
 - 1.7.4.3.TIERRAS INTERIORES
 - 1.7.5.INSTALACIONES SECUNDARIAS
 - 1.7.5.1.ALUMBRADO
 - 1.7.5.2.BATERIAS DE CONDENSADORES
 - 1.7.5.3.PROTECCION CONTRA INCENDIOS
 - 1.7.5.4.VENTILACION
 - 1.7.5.5.MEDIDAS DE SEGURIDAD
- 1.8.CONCLUSION

2.CALCULOS JUSTIFICATIVOS

- 2.1.INTENSIDAD DE ALTA TENSION
- 2.2.INTENSIDAD DE BAJA TENSION
- 2.3.CORTOCIRCUITOS
 - 2.3.1.OBSERVACIONES
 - 2.3.2.CALCULO DE LA CORRIENTES DE C.C.
 - 2.3.3.CORTOCIRCUITOS EN EL LADO DE A.T.
 - 2.3.4.CORTOCIRCUITOS EN EL LADO DE B.T.
- 2.4.CALCULO DEL DIMENCSIONADO DEL EMBARRADO



Centros de transformación de Abonado y Compañía

- 2.4.1.COMPROBACION POR DENSIDAD DE CORRIENTE
- 2.4.2.COMPROB. POR SOLICITACION ELECTRODINAMICA
- 2.4.3.CORTOCIRCUITO POR SOLICITACION TERMICA
- 2.5.SELECCIONES DE FUSIBLES DE A.T. Y B.T.
- 2.6.DIMENSIONADO DE LA VENTILACION DEL C.T.
- 2.7.DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS
- 2.8.CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA
 - 2.8.1.INVESTIGACION DE LAS CARACTERIS. DEL SUELO
 - 2.8.2.DETERMINACION DE CORRIENTES Y TIEMPOS MAX.
 - 2.8.3.DISEÑO PRELIMINAR DE LA PUESTA A TIERRA
 - 2.8.4.CALCULO DE LA RESISTENCIA DE LA T. DE TIERRA
 - 2.8.5.CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO INTERIOR
 - 2.8.6.CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EXTERIOR
 - 2.8.7.CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS
 - 2.8.9CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO DE LA T.T.
- 2.9.CALCULOS ELECTRICOS DE LA LSMT
 - 2.9.1.DENSIDAD MAXIMA DE CORRIENTE
 - 2.9.2.REACTANCIA
 - 2.9.3.CAIDA DE TENSION
 - 2.9.4.PERDIDAS DE POTENCIA
 - 2.9.5.OTRAS CARACTERIASTICAS ELECTRICAS

3.PLANOS

- 4.1.LOCALIZACION GEOGRAFICA
- 4.2.EMPLAZAMIENTO GENERAL
- 4.3.GENERAL DEL CENTRO DE ENERGIA
- 4.4.ESQUEMA UNIFILAR DE ENERGIA
- 4.5.EQUIPAMIENTOS
- 4.6.RED GENERAL DE PUESTA A TIERRA
- 4.7.PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

4.PRESUPUESTO

- 3.1.PRESUPUESTO PARCIAL CON P.U.
- 3.2.PRESUPUESTO TOTAL



Centros de transformación de Abonado y Compañía



Memoria General



1.MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto surge tras la necesidad de realizar la interconexión de diversos tipos de centros de transformación, centro de transformación de abonado y de compañía.

Para evitar repeticiones innecesarias se han tomado dos centros de transformación tipo, uno de compañía y otro de abonado.

Estos proyectos tiene por objeto definir las características técnicas y de seguridad de un centro de transformación MT/BT, destinado al suministro de energía eléctrica a los locales comerciales del y justificar y valorar los materiales empleados en su construcción.

1.2.REGLAMENTACION Y NORMATIVA OFICIAL

En la redacción del presente proyecto presente proyecto se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones reglamentarias:

- ***Reglamento de L.A.A.T. Aprobado por Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre, B.O.E. de 27-12-68.***
- ***Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.***
- ***Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión aprobado por Decreto de 28/11/68.***
- ***Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. B.O.E. 25-10-84.***
- ***Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.***
- ***Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.***
- ***Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de Septiembre de 2002.***
- ***Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de Marzo de 2000.***
- ***Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.***
- ***Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.***
- ***Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000).***
- ***Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al***



· **UNE-EN 60801-2**

Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

- **Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:**

· **CEI 60076-X**

Transformadores de potencia.

· **UNE-EN 60076-X**

· **UNE 20101-X-X**

Transformadores de potencia.

- **Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (secos):**

· **UNE 20178**

Transformadores de potencia tipo seco.

· **RU 5207A**

Transformadores trifásicos secos, de tipo encapsulado, para distribución en Baja Tensión.

· **UNE 21538-X**

Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión de 100 kVA a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.3.SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones objeto del presente proyecto quedarán situadas, de acuerdo con el plano de emplazamiento que se adjunta, en el locales técnicos denominados CT ABONADO Y CT COMPAÑÍA habilitado a tal fin en la planta baja del Parque Empresarial

Cualquier dato relativo a este apartado queda perfectamente explicitado en el **Plano de Situación y Emplazamiento** que se adjunta como documento integrante del proyecto



1.4.TITULAR INICIAL Y FINAL DEL C.T.

A la hora de definir el propietario inicial y final de la instalación tendremos que distinguir entre los dos casos tratados en este proyecto. En el caso del Centro de Transformación de abonado el Titular inicial y final es el mismo.

El titular inicial y final de la instalación será:

Nombre..... Parque Empresarial
Domicilio Social..... PZA. Condado de castilla, 7
Localidad..... 00000 MADRID
C.I.F..... A-012345678

En el caso de un Centro de transformación De compañía, el propietario final será la empresa suministradora.

El titular final de la instalación será:

Nombre..... IBERDROLA DISTRIBUCION
ELECTRICA S.A.U.
Domicilio Social..... Av. de los PINOS S/N
Localidad..... MURCIA
C.I.F..... A-95075578

1.5.CARACTERISTICAS GENERALES DEL C.T.

Deberemos distinguir entre los dos centros de transformación expuestos en este proyecto:

El Centro de Transformación, tipo abonado o cliente, tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en MT.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

CM: Celdas modulares de aislamiento y corte, extensibles "in situ" a derecha e izquierda.



El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación al nuevo Centro se alimentará mediante una línea de MT subterránea con las siguientes características:

CONDUCTORES:

- Tipo..... PIRELLI DHZ1 12/20 KV
- Conductores..... UNIPOLAR-ALUMINIO
- Aislamiento..... POLIETILENO RETICULADO
- Pantalla..... ALAMBRE Cu Y CONTRAESPIRAS
- Tensión Servicio..... 12-20 KV
- Sección Nominal..... 240 mm²
- Armadura..... SIN
- Cubierta..... TERMOPLASTICO POLIFELINA

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

CM: Celdas modulares de aislamiento y corte, extensibles "in situ" a derecha e izquierda.

El Centro dispondrá de cuatro celdas de línea, dos CML-M, de entrada de SUMINISTRO ACTUAL en 3 x 240 mm² y de suministro futuro desde subestación en 3 x 400 mm², dos CML de salida para el anillo de la urbanización donde quedan integrados los centros en proyecto en 3 x 240 mm² y dos de protección CMP-F para ambos trafos de 630 KVA.

1.6.PROGRAMAS DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA

De acuerdo con los datos que obran en nuestro poder tenemos que satisfacer el siguiente programa de necesidades:

POTENCIAS EN BT INSTALADAS	
S/Proyecto BT de Suministro a SERVICIO ABONADO del centro empresarial.	800 KW
POTENCIA EN TRANSFORMADORES	2 x 400 KVA
POTENCIAS EN BT INSTALADAS	
S/Previsiones de carga para la zona asignada al Centro de Transformación de compañía de 2 x 630 KVA	1.200 KW



POTENCIA EN TRANSFORMADORES	2 x 630 KVA
-----------------------------	-------------

1.7.DESCRIPCION DE LA INSTALACION

Este apartado lo comparten por igual el tanto el centro de compañía como el centro de abonado.

1.7.1.LOCAL

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes.

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.

- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.

- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.

- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se proveerá un foso de dimensiones adecuadas cuyo trazado figura en los planos correspondientes.

Las dimensiones del foso en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm., y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF₆ (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, el foso irá recubierto por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles



recibidos en el piso.

- Acceso a transformador: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

- Ventilación: se dispondrán rejillas de ventilación a fin de refrigerar el transformador por convección natural. Las superficie de ventilación por transformador está indicada en el capítulo de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta únicamente de una envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

1.7.1.1. Características de los materiales

La arena, grava y gravilla utilizadas para fabricar el hormigón responden a las normas generales de la construcción y están lavadas.

La arena utilizada para enlucir morteros está perfectamente limpia y es de una granulometría capaz de asegurar su perfecta adherencia.

Se preverán en los lugares apropiados orificios para el paso del interior al exterior del local de los cables destinados a las tomas de tierra proyectadas.

El suelo del centro de transformación se recubrirá de una solera de 10 cm de hormigón con un mallazo electrosoldado de redondos de 4 mm en retícula de 0.3x0.3, conectada a la p.a.t. de herrajes.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kohm respecto de la tierra de la



envolvente.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

1.7.1.2.Cimentación

La cimentación para el anclaje del centro no entra dentro del alcance de este proyecto ya que el centro se construye sobre el forjado existente en el edificio.

1.7.1.3.Solera y pavimento

El suelo del centro de transformación se recubrirá de una solera de 10 cm de hormigón con un mallazo electrosoldado de redondos de 4 mm en retícula de 0.3x0.3, conectada a la p.a.t. de herrajes.

Se dispondrán, en las celdas para los transformadores, de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT.

1.7.1.4.Cerramientos exteriores

Descritos en el apartado exterior.

1.7.1.5.Tabiquería interior

Descrita en el apartado exterior.

1.7.1.6.Cubiertas

La cubierta del centro de transformación forma parte del forjado de la planta superior del edificio.

1.7.1.7.Forjados y cubiertas

Este apartado ya ha sido descrito.

1.7.1.8.Enlucidos y pinturas

El acabado de las superficies interiores será enlucido a b.v. con el mortero descrito anteriormente. Las puertas y rejillas de ventilación irán debidamente pintadas del color que apruebe la d.f. y será una pintura tal que cumpla con la norma para este tipo de dependencias.

1.7.1.9.Varios

Las temperaturas de funcionamiento, hasta una humedad del 100% son:

Mínima transitoria: -15 °C

Máxima transitoria: +50 °C

Máxima media diaria: +35 °C

Características detalladas:



Nº de transformadores:	2 trafo
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso
Tensión nominal:	24 kV
Dimensiones exteriores:	
Según planos.	
Dimensiones interiores:	
Según planos.	
Dimensiones de la excavación:	
No aplica	

1.7.2.INSTALACION ELECTRICA

La descripción de la instalación eléctrica se realizará por separado, teniendo en cuenta los dos casos, CT ABONADO y CT COMPAÑÍA.

1.7.2.A. CT ABONADO

1.7.2.1.A.Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

A título informativo, la línea subterránea de media tensión de interconexión de centros tanto de abonado como de compañía, esta compuesta por un anillo de las siguientes características:

CONDUCTORES:

Tipo.....	PIRELLI DHZ1 12/20 KV
Conductores.....	UNIPOLAR-ALUMINIO
Aislamiento.....	POLIETILENO RETICULADO
Pantalla.....	ALAMBRE Cu Y

CONTRAESPIRAS

Tensión Servicio.....	12-20 KV
Sección Nominal.....	240 mm2
Armadura.....	SIN
Cubierta.....	TERMOPLASTICO POLIFELINA

BOTELLAS TERMINALES M.T. 20 KV:

Serán del tipo 3M o similar, QTII-J6 para exterior y cable unipolar



de aislamiento seco, de las siguientes características:

Tensión de servicio.....	24 KV
Tensión ensayo 50 Hz.....	150 KV efec.
Tensión onda choque.....	125 KV cresta
Carga rotura flexión.....	600 Kg

1.7.2.2.A. Características de la aparata de alta tensión

Características generales de los tipos de aparata empleados en la instalación.

***CELDA DE LINEA**

La celda CML de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento:	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	

400 A

- Características físicas:

· Ancho:	370 mm
· Fondo:	850 mm
· Alto:	1800 mm
· Peso:	140 kg

- Otras características constructivas :

- Mando interruptor: manual tipo B

*** CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO**



La celda CMP-V de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
· Intensidad asignada:	400 A
· Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
· Capacidad de cierre (cresta):	400 A
· Capacidad de corte en cortocircuito:	16 kA

- Características físicas:

· Ancho:	480 mm
· Fondo:	850 mm
· Alto:	1800 mm
· Peso:	220 kg

- Otras características constructivas:

· Mando interruptor automático:	manual RAV
· Relé de protección:	RPGM

* CELDAS DE PROTECCIÓN TRAF0 1, TRAF0 2

La celda CMP-V de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.



- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Nivel de aislamiento
Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta):
125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 400 A
- Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA

- Características físicas:

- Ancho: 480 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1800 mm
- Peso: 220 kg

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor automático: manual RAV
- Relé de protección: RPGM

* CELDA DE MEDIDA

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CMM de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:



· Tensión asignada:	24 kV
- Características físicas:	
· Ancho:	800 mm
· Fondo:	1025 mm
· Alto:	1800 mm
· Peso:	180 kg
- Otras características constructivas:	
· Transformadores de medida:	3 TT y 3 TI
De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:	
* Transformadores de tensión	
Relación de transformación:	22000/V3-110/V3 V
Sobre tensión admisible en permanencia:	1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas
Medida	
Potencia:	50 VA
Clase de precisión:	0,5
* Transformadores de intensidad	
Relación de transformación:	50 - 100/5 A
Intensidad térmica:	200 In
Sobreint. admisible en permanencia:	Fs <= 5
Medida	
Potencia:	15 VA
Clase de precisión:	0,5 s
Transformador 1: Transformador seco 24 kV	
Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).	
- Otras características constructivas:	
· Regulación en el primario:	+ 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
· Tensión de cortocircuito (Ecc):	6%



- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Central electrónica de alarmas

Transformador 2: **Transformador seco 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 6%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Central electrónica de alarmas

Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Interruptor en carga + Fusibles**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 800 A .
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V



- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV
entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:

a tierra y entre fases: 20 kV

- Dimensiones: Altura: 580 mm
 Anchura: 300 mm
 Fondo: 1820 mm

Cuadros BT - B2 Transformador 2: **Interruptor en carga + Fusibles**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 800 A.
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V

- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV
entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:

a tierra y entre fases: 20 kV

- Dimensiones: Altura: 580 mm
 Anchura: 300 mm
 Fondo: 1820 mm



1.7.2.3.A. Características del material de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo atornillable y modelo K-400-TB.

Puentes MT Transformador 2: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo atornillable y modelo K-400-TB.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 3xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la



conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 3xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de Transformador 2: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1.7.2.B. CT ABONADO

1.7.2.1.B.Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

A título informativo, la línea subterránea de media tensión de interconexión de centros tanto de abonado como de compañía, esta compuesta por un anillo de las siguientes características:

CONDUCTORES:

Tipo..... PIRELLI DHZ1 12/20 KV

Conductores..... UNIPOLAR-ALUMINIO

Aislamiento..... POLIETILENO RETICULADO

Pantalla..... ALAMBRE Cu Y

CONTRAESPIRAS



Tensión Servicio..... 12-20 KV
Sección Nominal..... 240 mm²
Armadura..... SIN
Cubierta..... TERMOPLASTICO POLIFELINA

BOTELLAS TERMINALES M.T. 20 KV:

Serán del tipo 3M o similar, QTII-J6 para exterior y cable unipolar de aislamiento seco, de las siguientes características:

Tensión de servicio..... 24 KV
Tensión ensayo 50 Hz..... 150 KV efec.
Tensión onda choque..... 125 KV cresta
Carga rotura flexión..... 600 Kg

1.7.2.2.B. Características de la aparamenta de alta tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

***CELDA DE LINEA**

La celda CML de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV
Intensidad asignada: 400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 4
Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 4
Nivel de aislamiento: 5
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 5
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 12
Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
Capacidad de corte
Corriente principalmente activa:



- Características físicas:

- Ancho: 370 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1800 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas :

- Mando interruptor: manual tipo B

* CELDAS DE PROTECCIÓN TRAFOS 1 y 2

La celda CMP-F de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases:
 - Impulso tipo rayo
 - a tierra y entre fases (cresta):
- Capacidad de cierre (cresta): 400 A
- Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA

- Características físicas:

- Ancho: 480 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1800 mm



- Peso: 220 kg
- Otras características constructivas:
- Mando interruptor automático: manual RAV
- Relé de protección: RPGM

Transformadores 1y 2: Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:



- Zona de acometida

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

Incorpora además un transformador de intensidad en la pletina de acometida de la fase R.

-Unidad funcional de control

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control y un amperímetro de carril con una aguja de máxima. La conexión del control a Cuadro de Baja Tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1000 A
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases:
entre fases:



Impulso tipo rayo:
a tierra y entre fases:

- Características constructivas:

- Anchura: 540 mm
- Altura: 1325 mm
- Fondo: 290 mm

- Otras características:

- Intensidad asignada en las salidas: 8 x 400 A

- Otras características:

- Intensidad asignada en las salidas: 400 A

Cuadros BT - B2 Transformador 2: Cuadros Baja Tensión

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

Incorpora además un transformador de intensidad en la pletina de



acometida de la fase R.

-Unidad funcional de control

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control y un amperímetro de carril con una aguja de máxima. La conexión del control a Cuadro de Baja Tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1000 A
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases:

entre fases:

2

Impulso tipo rayo:

a tierra y entre fases:

2

- Características constructivas:

- Anchura: 540 mm
- Altura: 1325 mm



· Fondo: 290 mm

- Otras características:

· Intensidad asignada en las salidas: 4 x 400 A

- Otras características:

· Intensidad asignada en las salidas: 400 A

1.7.2.3.B. del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformadores 1 y 2: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformadores 1 y 2: Puentes transformador-cuadro



Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1.7.3.MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA

En el caso de un **Centro de Transformación de Abonado**, el conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Por otro lado, el **Centro de Transformación de Compañía** al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

1.7.4.PUESTA A TIERRA

La puesta de tierra del CT Abonado y del CT Compañía es idéntica.

1.7.4.1. Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación



que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

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

1.7.4.2. Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

1.7.4.3. Tierras interiores.

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

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

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

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

1.7.5.INSTALACIONES SECUNDARIAS

Las instalaciones secundarias del CT Abonado y del CT Compañía son idénticas.

1.7.5.1. Alumbrado.

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

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



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

1.7.5.2. Baterías de Condensadores.

No se instalarán baterías de condensadores.

1.7.5.3. Protección contra Incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

1.7.5.4. Ventilación.

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

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

Los cálculos de sección de la superficie mínima de la rejilla se encuentran en el apartado 2.6. de este proyecto.

1.7.5.5. Medidas de Seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.



4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.8.CONCLUSION

Con lo anteriormente expuesta, se tiene la suficiente información como para entender los distintos componentes que engloban los Cts tanto de abonado como de compañía,



Cálculos Justificativos



2.CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1.INTENSIDAD DE ALTA TENSION

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]
U_p tensión primaria [kV]
I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

$$\cdot I_{\text{tot}} = 23,1 \text{ A}$$

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA

$$\cdot I_p = 18,2 \text{ A}$$

Para el transformador 2, la potencia es de de 630 kVA

$$\cdot I_p = 18,2 \text{ A}$$

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:



$$\cdot I_{\text{tot}} = 36,4 \text{ A}$$

2.2.INTENSIDAD DE BAJA TENSION

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]
U_s tensión en el secundario [kV]
I_s intensidad en el secundario [A]

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 549,9 \text{ A.}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 549,9 \text{ A.}$$

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 866 \text{ A.}$$



2.3.CORTOCIRCUITO

2.3.1.OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

2.3.2.CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
 U_p tensión de servicio [kV]
 I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]
 E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]
 U_s tensión en el secundario [V]
 I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3.CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSION



Aplicando la fórmula expuesta anteriormente y para valores de:

$$S_{cc} = 350 \text{ MVA}$$

$$U = 20 \text{ KV}$$

Tendremos una **Intensidad Primaria Máxima para un cortocircuito en el lado de A.T.** de:

$$I_{ccp} = 10,11 \text{ KA}$$

2.3.4.CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSION

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío



será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 21,7 \text{ kA}$$

2.4.CALCULO DEL DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 9901B026-AKLE-02 realizado por los laboratorios LBEIN en Vizcaya (España).

Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\cdot I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo GPS-98/01432 en el laboratorio de CESI en Italia.

Comprobación por sollicitación térmica



La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo GPS-98/01432 en el laboratorio de CESI en Italia.

2.5.PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se realizará por separado, teniendo en cuenta los dos casos, CT ABONADO y CT COMPAÑÍA.

2.5.A. CENTRO DE TRANSFORMACION ABONADO

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador 1

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPG, que provee de las protecciones indicadas en la memoria.

Transformador 2

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos,



gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPG, que provee de las protecciones indicadas en la memoria.

2.5.B. CENTRO DE TRANSFORMACION COMPAÑIA

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.



La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

2.6.DIMENSIONADO DE LA VENTILACION DEL C.T.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu} pérdidas en el cobre del transformador [W]

W_{fe} pérdidas en el hierro del transformador [W]

K coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]



h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]	
DT	aumento de temperatura del aire [°C]	
Sr	superficie mínima de las rejillas de entrada [mm ²]	
Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas W _{cu} + W _{fe} (kW)	Sr mínima (m ²)
-----	-----	-----
400	6,24	4,50
Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas W _{cu} + W _{fe} (kW)	Sr mínima (m ²)
-----	-----	-----
630	9,82	4,50

2.7.DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS

Para el centro de transformación de abonado al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

En cambio, para el centro de transformación de compañía, si que se usan transformadores con aceite como refrigerante por lo que se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.8.CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.8.1.INVESTIGACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150



Ohm·m.

2.8.2.DETERMINACION DE LAS CORRIENTES MAXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MAXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACION DEL DEFECTO

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

(2.9.2.a)

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]
 R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 $I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_d \max$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_d \max \text{ cal.} = 461,88 \text{ A}$$



Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_d \text{ max} = 400 \text{ A}$$

2.8.3.DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACION DE TIERRA

*** TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/86 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0217 \frac{\Omega}{(\Omega \cdot \text{m})}$$

$$K_p = 0.00285 \frac{\text{V}}{(\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A})}$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 6 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 9 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 63 m., dimensión que



tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/86 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0217 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.00285 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 6 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 9 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 63 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por



un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

2.8.4.CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$ La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

(2.9.4.a)

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]



R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]
 R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$\cdot I_d = 230,94 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$\cdot R_t = 43,3 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:



- $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 8/22
- Geometría del sistema: Picas alineadas
- Distancia entre picas: 3 metros
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,194$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0253$
- De la tensión de contacto $K_c = 0$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_i = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$



donde:

K_r coeficiente del electrodo
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 29,1 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$\cdot I'_d = 300,98 \text{ A}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 8758,64 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_c tensión de paso en el acceso [V]

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al Centro de Transformación paralelas a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideraremos.



2.8.5.CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO INTERIOR DE LA INSTALCION

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.00285 \cdot 500 \cdot 418.06 = 595.7 \text{ V.}$$

2.8.6.CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EXTERIOR DE LA INSTALACION

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la



tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 10.9 * 418.06 = 4536 \text{ V.}$$

2.8.7.CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.7 s.

\square = Resistividad del terreno.

$\square h$ = Resistividad del hormigón = 3.000 \square .m.

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 4114.3 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 11828.6 \text{ V.}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 595.7 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 4114.3 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 4536 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 11828.6 \text{ V.}$$



2.8.8.INVESTIGACION DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAILES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJE DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACION Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACION O REDUCCION

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 500 \text{ } \Omega \cdot \text{m.}$$
$$I_d = 418.06 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 33.27 \text{ m.}$$

2.8.9.CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL, ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán éstas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio que asegure la no-peligrosidad de estas tensiones.



Centros de transformación de Abonado y Compañía



Planos



Centros de transformación de Abonado y Compañía



Presupuesto

**4.PRESUPUESTO****4.1.A.PRESUPUESTO CT ABONADO CON PRECIOS UNITARIOS**

CAPITULO I.- OBRA CIVIL			
Nº	Denominación	Parciales	Totales
1	Adecuación de local en planta baja consistente en incorporación de juegos de carriles para soporte de transformadores, rejillas pivotantes de protección de trafos, puertas de acceso para transformadores, puerta de acceso para peatones, atarjeas para canalizaciones de cables de MT y BT, todo de acuerdo con especificaciones expresadas en Plano núm. 3 de proyecto.....	6.287.-	6.287.-
TOTAL CAPITULO I.....			6.287.-

CAPITULO II. APARAMENTA AT.			
Nº	Denominación	Pts. Parciales	Totales
1	Entrada/Salida, CML, 2 ud. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 Kv e In=400 A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando motorizado tipo BM. Se incluyen el montaje y conexión.....	1.000.-	2.000.-
2	Protección general, Protección CMP-V Protección fusibles: 1 Ud. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 kV e In=400 A (200 A en la salida inferior) y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando manual tipo BR. Incorpora un relé de protección RPTA. Se incluyen el montaje y conexión.....	3.000	3.000-
3	Medida CGM-CMM Medida 1 Ud. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 kV y 800 mm de ancho por 1025 mm de fondo por 1800 mm de alto. Se incluyen en la celda, para la medición de la energía eléctrica consumida, y con las características detalladas en la Memoria, 2 transformadores de tensión y 2 transformadores de intensidad. Se incluyen el montaje y conexión.....	2.500.-	2.500.-



Centros de transformación de Abonado y Compañía



4	<p>Protección trafos CMP-V Protección homopolar</p> <p>2 Ud. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 kV e In=400 A (200 A en la salida inferior) y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando manual tipo BR. Incorpora un relé de protección RPTA. Se incluyen el montaje y conexión.....</p> <p>- Interconexiones de Alta Tensión:</p>	1.500.-	3.000.-
5	<p>Puentes A.T. trafo:</p> <p>2 Ud. Cables AT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material s/memoria empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable y modelo K-158-LR.....</p>	800.-	1.600.-
6	<p>Cuadros B.T. 400V - trafo 1-2 Cuadros UNESA</p> <p>Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Interruptor manual de corte en carga de 1250 A. · Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 4 Salidas · Tensión nominal: 440 V · Aislamiento: 10 kV · Dimensiones: Alto: 1820 mm Ancho: 580 mm Fondo: 300 mm 	1.000.-	2.000.-
7	<p>Puentes B.T. 400V - trafo 1 - 2 - 3</p> <p>2 Ud. Juego de puentes de cables de Baja Tensión, de sección y material 240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase+2xneutro de 3,0 m de longitud.....</p>	300.-	600.-
8	<p>Sistemas de puesta a tierra</p> <p>- Instalaciones de tierras exteriores:</p> <p>Tierra prot. Edificio</p> <p>1 uds. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de</p>		



Centros de transformación de Abonado y Compañía



	<p>cobre desnudo.</p> <p>El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Geometría: Picas alineadas · Profundidad: 0,5 m · Número de picas: seis · Longitud de picas: 2 metros · Distancia entre picas: 3 metros..... 	780.-	780.-
	<p>Tierra de servicio o neutro del transformador:</p> <p>1 Ud. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las de las tierras de protección.....</p>	540.-	540.-
9	<p>- Instalaciones de tierras interiores:</p> <p>1 Ud. Instalación interior de tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo grapado en la pared, y conectado a las celdas y demás aparata de este edificio, así como a una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.....</p>	420.-	420.-
	<p>1 Ud. Instalación interior de tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado en la pared, y conectado al neutro de Baja Tensión, así como a una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.....</p>	420.-	420.-
10	<p>- Defensas de transformadores</p> <p>Defensa trafo 1 y trafo 2:</p> <p>2 Ud. Rejilla metálica para defensa de transformador, con una cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.....</p>	240.-	480.-
11	<p>-Equipos de iluminación</p> <p>Ilum. Centro Transformación:</p> <p>1 Ud. Equipo de iluminación compuesto de:</p>		



Centros de transformación de Abonado y Compañía



	Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de A.T.....	120.-	120..
12	-Equipos de operación, maniobra y seguridad Maniobra Transformación: 1 Ud. de operación para permitir la realización de las maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la ejecución de las maniobras y operaciones de mantenimiento, compuesto por: ·Banquillo aislante ·Par de guantes de amianto ·Extintor de eficacia 89B ·Una palanca de accionamiento ·Armario de primeros auxilios.....	150.-	150.-
	TOTAL CAPITULO II.....		17.610.-

CAPITULO III.- EQUIPO DE POTENCIA			
Nº	Denominación	Pts. Parciales	Pts. Totales
1	Transformador: 2 Ud. Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en el apartado 1.1.1., con neutro accesible en el secundario, de potencia 800 KVA y refrigeración de silicona, de tensión primaria 22 kV y tensión secundaria 420 V, grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito de 6% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.....	5.000.-	10.000.-
	TOTAL CAPITULO III.....		10.000.-

**4.1.B. PRESUPUESTO CT COMPAÑIA CON PRECIOS UNITARIOS**

CAPITULO I.- OBRA CIVIL			
Nº	Denominación	Parciales	Totales
1	Adecuación de local en planta baja consistente en incorporación de juegos de carriles para soporte de transformadores, rejillas pivotantes de protección de trafos, puertas de acceso para transformadores, puerta de acceso para peatones, atarjeas para canalizaciones de cables de MT y BT, todo de acuerdo con especificaciones expresadas en Plano núm. 3 de proyecto.....	7.967-	7.967.-
TOTAL CAPITULO I.....			7.967.-

CAPITULO II. APARAMENTA AT.			
Nº	Denominación	Parciales	Totales
1	Entrada/Salida, CML, 2 ud. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 Kv e In=400 A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando motorizado tipo BM. Se incluyen el montaje y conexión.....	1.000.-	2.000.-
2	Protección trafos CMP-V Protección homopolar 1 Ud. Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 kV e In=400 A (200 A en la salida inferior) y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando manual tipo BR. Incorpora un relé de protección RPTA. Se incluyen el montaje y conexión..... - Interconexiones de Alta Tensión:	1.500.-	1.500
3	Puentes A.T. trafa: 1 Ud. Cables AT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material s/memoria empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable y modelo K-158-LR.....	800.-	800.-
4	Cuadros B.T. 400V - trafa 1 Cuadros UNESA Cuadro de BT UNESA, con 8 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria.		



Centros de transformación de Abonado y Compañía



5	Puentes B.T. 400V - trafo 1	1.000.-	1.000.-
	<p>Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.....</p>	300.-	300.-
6	<p>Sistemas de puesta a tierra</p> <p>- Instalaciones de tierras exteriores:</p> <p>Tierra prot. Edificio</p> <p>1 uds. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.</p> <p>El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Geometría: Picas alineadas · Profundidad: 0,5 m · Número de picas: dos · Longitud de picas: 2 metros · Distancia entre picas: 3 metros..... <p>Tierra de servicio o neutro del transformador:</p> <p>1 Ud. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las de las tierras de protección.....</p> <p>- Instalaciones de tierras interiores:</p> <p>1 Ud. Instalación interior de tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo grapado en la pared, y conectado a las celdas y demás aparamenta de este edificio, así como a una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.....</p> <p>1 Ud. Instalación interior de tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado en la pared, y conectado al neutro de Baja Tensión, así como a una</p>	780.-	780.-
		540.-	540.-
		420.-	420.-



Centros de transformación de Abonado y Compañía



	caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.....	420.-	420.-
7	- Defensas de transformadores Defensa trafo 1: 3 Ud. Rejilla metálica para defensa de transformador, con una cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.....	240.-	240.-
	-Equipos de iluminación Ilum. Centro Transformación: 1 Ud. Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de A.T.....	120.-	120.-
8	-Equipos de operación, maniobra y seguridad Maniobra Transformación: 1 Ud. de operación para permitir la realización de las maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la ejecución de las maniobras y operaciones de mantenimiento, compuesto por: ·Banquillo aislante ·Par de guantes de amianto ·Extintor de eficacia 89B ·Una palanca de accionamiento ·Armario de primeros auxilios.....	150.-	150.-
	TOTAL CAPITULO II.....		8.270.-

CAPITULO III.- EQUIPO DE POTENCIA			
Nº	Denominación	. Parciales	Totales
2	Transformador: Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.		



Centros de transformación de Abonado y Compañía



	Se incluye también una protección con Termómetro	4.000.-	8.000.-
	TOTAL CAPITULO III.....		4.000.-

4.2.A. PRESUPUESTO TOTAL CT ABONADO

TOTAL CAPITULO I.....	870.-
TOTAL CAPITULO II.....	18.410.-
TOTAL CAPITULO III.....	5.000.-
TOTAL GENERAL.....	24.280.-

4.2.B. PRESUPUESTO TOTAL CT COMPAÑIA

TOTAL CAPITULO I.....	7.967.-
TOTAL CAPITULO II.....	8.270.-
TOTAL CAPITULO III.....	6.000.-
TOTAL GENERAL.....	22.237.-

4.3. PRESUPUESTO TOTAL

TOTAL CAPITULO I.....	870.-
TOTAL CAPITULO II.....	18.410.-
TOTAL CAPITULO III.....	5.000.-
TOTAL GENERAL.....	24.280.-



Centros de transformación de Abonado y Compañía

