Anejo 05.- Cálculos Eléctricos

1. Objeto 3

2. Normativa 3

3. Antecedentes 3

4. Actuaciones. 3

5. Descripción instalación media tensión. 4

5.1 Centro seccionamiento y transformación 4
5.2 Aparamenta 4
5.3 Tierras 8
5.4 Edificio 8
5.5 Instalaciones secundarias 10

6. Descripción instalación baja tensión. 11

6.1 CGBT 11
6.2 Puesta a tierra 12

7. Cálculos en media tensión 12

7.1 Intensidades 12
7.2 Intensidad de cortocircuito 13
7.3 Embarrado 15
7.4 Ventilación del centro 15
7.5 Cálculo de instalaciones de puesta a tierra tierra 15

7.5.1 Cálculo tierra protección 16
7.5.2 Cálculo tierra servicio 17
7.5.3 Cálculo tensiones en el exterior 18
7.5.4 Cálculo tensiones en el interior 18
7.5.5 Cálculo de las tensiones aplicadas 19
7.5.6 Tensiones transferibles al exterior 20

8. Cálculos baja tensión nave afino. 21

8.1 Fórmulas 21

8.1.1 Fórmula Conductividad Eléctrica 21
8.1.2 Fórmulas Sobrecargas 21
8.1.3 Fórmulas compensación energía reactiva 22
8.1.4 Fórmulas Cortocircuito 22
8.1.5 Fórmulas Embarrados 23

8.2 DEMANDA DE POTENCIAS 24
8.3 Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL 24

8.4 Cálculo de embarrado cuadro general de mando y protección 25
8.5 Cálculo de la Línea: LINEA A..... 26
8.5.1 Cálculo de la Línea: AL-01-A(1) 26
8.5.2 Cálculo de la Línea: CT-01-A 26
8.5.3 Cálculo de la Línea: CR-01-A..... 27
8.5.4 Cálculo de la Línea: CT-02-A 27
8.5.5 Cálculo de la Línea: MD-01-A 28
8.6 Cálculo de la Línea: LINEA B..... 28
8.6.1 Cálculo de la Línea: AL-01-B(1) 29
8.6.2 Cálculo de la Línea: CT-01-B 29
8.6.3 Cálculo de la Línea: CR-01-B..... 29
8.6.4 Cálculo de la Línea: CT-02-B 30
8.6.5 Cálculo de la Línea: MD-01-B 30
8.7 Cálculo de la Línea: LINEA C 31
8.7.1 Cálculo de la Línea: CT-03..... 31
8.7.2 Cálculo de la Línea: CT-04..... 32
8.7.3 Cálculo de la Línea: CT-05..... 32
8.7.4 Cálculo de la Línea: CT-06..... 33
8.7.5 Cálculo de la Línea: CT-07..... 33
8.7.6 Cálculo de la Línea: RD-01 33
8.7.7 Cálculo de la Línea: CT-08..... 34
8.8 Cálculo de la Línea: BAT. CONDENSADORES 34
8.9 Cálculo de la Línea: AUXILIARES 35
8.9.1 Cálculo de la Línea: Alunbrado interior 35
8.9.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Exterior..... 36
8.9.3 Cálculo de la Línea: Elumbrado Emerg 36
8.9.4 Cálculo de la Línea: Fuerza Monofasica..... 36
8.9.5 Cálculo de la Línea: Fuerza trifasica..... 37
8.10 Resumen de los cálculos efectuados. 38

1. Objeto

El objeto del presente anejo es justificar el dimensionamiento de la instalación eléctrica proyectada, tanto en media tensión como en baja tensión.

2. Normativa

Para el diseño de la instalación eléctrica se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias (R.D 3275/82 y Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación).
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (D. 3151/1968).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (R.D 842/2002) .
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa Distribución (resolución de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucia.).
- R.D 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.

3. Antecedentes.

Actualmente la planta se alimenta a través de una línea eléctrica aérea de media tensión. Dicha línea termina en un poste de fin de línea (de amarre) y se transforma en subterránea hasta llegar a un centro de transformación existente de 630 KVA.

El poste de fin de línea consta de seccionadores unipolares y pararrayos autoválvulas.

4. Actuaciones.

Se pretende dar servicio a las nuevas instalaciones proyectadas. Para ello se proyecta un nuevo centro de seccionamiento y transformación.

Dicho centro quedará ubicado junto al poste de fin de línea y seccionará dicha línea existente de media tensión. Desde dicho centro se dará servicio al centro de transformación existente y se dispondrá en su interior un nuevo transformador de 630 KVA.

El nuevo transformador dará servicio a un nuevo cuadro de baja tensión (ubicado en la nueva nave de afino) para alimentar las instalaciones proyectadas.

5. Descripción instalación media tensión.

La acometida al nuevo centro de seccionamiento y transformación será subterránea mediante una red existente de media tensión a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

5.1 Centro seccionamiento y transformación

El nuevo centro constará de una celda de remonte, una celda de seccionamiento o protección general, una celda de medida y dos celdas de protección, una para el nuevo transformador y otra para la línea subterránea existente que alimenta el centro de transformación existente.

La acometida de baja tensión subterránea que alimentará las nuevas instalaciones quedará protegida a la salida del centro mediante un interruptor automático y relé diferencial contra corrientes de defecto, sobrecargas y cortocircuitos. Dicha aparamenta de baja tensión irá instalada en un cuadro de baja tensión en el interior del centro.

El centro de seccionamiento y transformación será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 60298.

El edificio que albergará la aparamenta y el trasnformador será de construcción prefabricada de hormigón.

5.2 Aparamenta

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS

-Tensión asignada: 24 kV.

-Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:

a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.

a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.

-Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.

-Intensidad asignada en interrup. automat. 400 A.

-Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.

-Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.

-Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta,

es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

-Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.

-Elemento de corte y extinción SF6 (hexafloruro de zufre).

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298 , y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

A continuación se especifican las características técnicas de cada celda según su función.

CELDA DE REMONTE.

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre), tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA.
- Mando de actuación manual.
- 3 captadores de intensidad para la alimentación del relé de protección contra sobrecargas, cortacicuitos y defectos a tierra.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Preparada para salida lateral inferior por barrón a derechas.
- Unidad de control del relé, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo. funciones serán la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y homopolar
- Enclavamiento por cerradura impidiendo maniobrar en carga el seccionador de la celda e impidiendo acceder a la celda de transformador sin abrir el circuito.

CELDA DE MEDIDA.

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 30/5A, 10VA CL.0.2S, Ith=5KA, gama extendida 150 % y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22.000:V3/110:V3, 25VA, CL0.2, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.

- Seccionador en SF6.

- Mando manual.

- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre), tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.

- Mando de actuación manual.

- 3 captadores de intensidad para la alimentación del relé de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierra.

- Embarrado de puesta a tierra.

- Seccionador de puesta a tierra.

- Unidad de control, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo. Sus funciones serán la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierra.

- Enclavamiento por cerradura impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda no se ha cerrado previamente.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.

- Seccionador en SF6.

- Mando manual.

- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre), tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.

- Mando de actuación manual.

- 3 captadores de intensidad para la alimentación del relé de protección contra sobrecargas y cortacircuitos.

- Embarrado de puesta a tierra.

- Seccionador de puesta a tierra.

- Unidad de control, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo. Sus funciones serán la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Enclavamiento por cerradura impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda no se ha cerrado previamente.

TRANSFORMADOR

Será una máquina trifásica reductora de tensión siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural en baño de aceite mineral.

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

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 630 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:

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

  Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm2 Al para las fases y de 2x240 mm2 Al para el neutro.

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN:

- Relé para detección de gas, presión y temperatura del transformador, con sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

CUADRO Y EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y los equipos de Baja Tensión instalados en el centro en los que su envolvente esté conectada a la instalación de tierra de protección, serán capaces de soportar por su propia naturaleza, o mediante aislamiento suplementario, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

5.3 Tierras

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. Nunca se conectarán a tierra las rejillas y puertas metálicas del centro accesibles desde el exterior. Dichas puertas y rejillas estarán separadas al menos 10 cm de las armaduras de los muros.

Así mismo se conectará a la tierra de protección la envolvente del cuadro de BT que se encuentra en el interior de centro.

La tierra de protección del centro se unirá a la tierra de protección del poste de fin de línea.

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

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 anteriormente e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

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

La separación entre las tierras de protección y servicio se indica en al apartado de cálculos.

TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

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 anteriormente e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

5.4 Edificio

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón formada por los elementos siguientes:

- Base.
- Paredes.
- Suelos.

- Techos.
- Puertas y persianas.

La envolvente formada por la base (suelos), paredes y techos será impermeable y equipotencial.

Dichos elementos se describen a continuación:

BASE.

Será una cubeta prefabricada de hormigón armado con mallazo electrosoldado de varilla de acero y vibrado por medio de aguja.

Esta base se colocará en un foso del terreno, cuyas dimensiones se indican en plano adjunto, y en cuyo fondo, a fin de obtener un lecho elástico, se colocará una capa nivelada de arena lavada de 15 cm. de espesor.

En la base irán dispuestos orificios para la entrada y salida de cables, tanto de B.T. como de A.T., y, en la zona inmediata inferior de la posición del transformador, se colocará una cuba de recogida de aceite, si el transformador lo requiere.

Si el edificio prefabricado consta de más de una base, éstas se atornillarán entre sí.

DEPÓSITO RECOGIDA ACEITE.

Con la finalidad de permitir la evacuación y la no extensión del líquidoinflamable, se dispondrá de una cubeta provista de cortafuegos de grava, según se indica en la MIE RAT-014 apartado 4.1, que retenga el aceite y que soporte temperaturas superiores a 400ºC.

Este depósito de recogida de aceite tendrá una capacidad de 650 litros por cada transformador.

PAREDES.

Serán placas de hormigón armado con mallazo electrosoldado de acero, todo el conjunto vibrado en mesa. La dosificación del hormigón será la adecuada para conseguir, con el menor peso y espesor posible, gran resistencia mecánica y una perfecta impermeabilización.

Unos cajetines de acero situados en los bordes permitirán el acoplamiento de las paredes entre sí mediante tornillos. Estos cajetines, una vez efectuada la unión y ofreciendo una estética suficiente, permitirán desmontar y montar el centro cuantas veces se desee.

Entre los paneles que conforman las paredes se colocarán dobles juntas de espuma de neopreno, para evitar la infiltración de humedad.

La terminación exterior de las paredes será de canto rodado visto, a fin de conseguir una superficie rugosa de una gran duración y de agradable estética.

SUELOS.

Serán elementos planos, de hormigón armado y vibrado en mesa, de la composición adecuada para conseguir una gran resistencia mecánica. Colocados sobre la base, constituirán el piso del edificio prefabricado: sobre ellos se colocarán las cabinas de media tensión, cuadros de baja tensión y demás elementos del centro. En ellos existirán unos orificios que permiten el acceso a las celdas y cuadros eléctricos.

En la parte central, se dispondrán trampillas, de poco peso, que permitirán el acceso a la parte inferior de la base a fin de facilitar la confección de botellas, conexión de cables, etc.

TECHOS.

Compuestos por elementos de unas características similares a las de las paredes, presentará una pendiente mínima del 2%, para evitar la acumulación de aguas.

Dobles juntas de neopreno que se sellarán posteriormente con resinas epoxy garantizarán la estanqueidad de la cubierta.

REJILLAS DE VENTILACIÓN.

Las rejillas de ventilación del edificio modular estarán construidas en chapa de acero galvanizado. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejillas será IP-33 y un IK-09. Estas rejillas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

No estarán en contacto con el sistema equipotencial o red de tierrade protección.

PUERTAS.

Serán de chapa de acero galvanizado de 2 mm., pintadas posteriormente por electroforesis con pintura epoxy que polimeriza en horno.

Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Todas las puertas tendrán grado de protección IP 23, IK 10 e irán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema equipotencial y separadas al menos 10 cm de las armaduras de los muros.

5.5 Instalaciones secundarias

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 señalizará los accesos al centro de transformación.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

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

VENTILACIÓN.

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

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

SEÑALIZACIÓN.

En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Las celdas prefabricadas de MT y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.

En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.

En todo CT y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

SEGURIDAD

El centro se dotará de banqueta aislante.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.

- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.

- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

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

6. Descripción instalación baja tensión.

6.1 CGBT

Las nuevas instalaciones electromecánicas y de alumbrado serán alimentadas desde el CGBT (cuadro general de baja tensión) ubicado en la nueva nave de afino.

La acometida al CGBT se realizará desde el nuevo centro de transformación mediante cables unipolares de cobre del tipo RZ1-K 0.6/1KV enterrado bajo tubo de polietileno DN 125 de doble pared (exterior corrugada e interior lisa).

Desde el CGBT partirán circuitos de alimentación hacia cada receptor. Todos los circuitos quedarán protegidos frente a sobrecargas, cortocircuitos, sobretensiones y contra defectos a tierra.

Los circuitos se realizarán mediante cables unipolares de cobre del tipo RV-K 0.6/1KV instalados bajo bandeja.

Toda la aparamenta de mando y protección quedará instalada en cuadros o cajas con protección IP54.

En el esquema unifilar del documento Planos se indican los distintos circuitos y protecciones proyectadas.

6.2 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Se proyecta la puesta a tierra de las zapatas de hormigón de la nave de afino mediante un anillo de cobre desnudo de 50 mm^2. En las proximidades del CGBT, según aparece en planos, se dispondrán cuatro picas de acero cobreado enterradas 0.5m de diámetro 14 mm y longitud 2m. conectadas mediante grapas al anillo. Los pilares prefabricados también irán conectados a este anillo mediante cable de cobre de 50 mm^2 aislado del tipo RV-K 0.6/1KV.

Así mismo, todas las envolventes metálicas de los receptores quedarán conectadas a tierra mediante el correspondiente conductor de protección de cobre aislado RV-K 0.6/1 KV, de secciones según esquema unifilar. En el caso de que los receptores queden implantados sobre estructuras metálicas, se conectarán dichas estructuras al borne de tierra de los receptores mediante un conductor de equipotencialidad suplementaria de cobre aislado RV-K 0.6/1 KV de igual sección que el conductor de protección del receptor.

La envolvente del CGBT y de los subcuadros, también se pondrán a tierra mediante conductor de cobre aislado del mismo tipo que el anterior.

En la puesta a tierra del documento Planos se detallan los elementos proyectados.

7. Cálculos en media tensión

En este apartado se justifican y muestran los cálculos y fórmulas utilizadas para el dimensionamiento de las instalaciones del centro de seccionamiento y transformación.

7.1 Intensidades

<u>INTENSIDAD ALTA TENSION</u>

En un sistema trifásico, la intensidad primaria Ip viene determinada por la expresión:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

Ip = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador	Ip

(kVA)	(A)
630 (transformador existente)	18.19
630 (transformador nuevo)	18.19

siendo la intensidad total primaria de 36.37 Amperios.

INTENSIDAD BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria Is viene determinada por la expresión:

$$Is = \frac{S - Wfe - Wcu}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Wfe= Pérdidas en el hierro.

Wcu= Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

Is = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Is (A)
630 (transformador existente)	898.07
630 (transformador nuevo)	898.07

7.2 Intensidad de cortocircuito

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$Iccp = \frac{Scc}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

Scc = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

Iccp = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$Iccs = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{Ucc}{100} * Us}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Ucc = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

Us = Tensión secundaria en carga en voltios.

Iccs= Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

Scc = 500 MVA.

U = 20 kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

Iccp = 14.43 kA.

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
630 (transformador existente)	4	22.73

630 (transformador nuevo)	4	22.73

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

7.3 Embarrado

El fabricante de las celdas deberá aportar los certificados de los ensayos de solicitación por densidad de corriente, solicitación electrodinámica y solicitación térmica. De esta forma queda justificado experimentalmente la resistencia del embarrado.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule un corriente igual a la corriente nominal máxima.

La comprobación por solicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase. El ensayo garantizará una resistencia electrodinámica de 40kA.

La comprobación por solicitación térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo. El ensayo garantizará una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

7.4 Ventilación del centro

Las rejillas de ventilación del edificio están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño de la rejillas del centro cumplirá los ensayos de calentamiento según la norma RU 1303 A, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación deben ir provistas de una tela metálica mosquitero.

7.5 Cálculo de instalaciones de puesta a tierra tierra

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.)), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 1s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

K = 78.5 y n = ,18.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

Rn = 40 Ω y Xn = 0 Ω. con

$$|Zn| = \sqrt{Rn^2 + Xn^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$Id(\text{máx}) = \frac{Usmax}{\sqrt{3} * Zn}$$

donde Usmax=20000 V

con lo que el valor obtenido es Id=288.68 A, valor que la Compañía redondea a 300 A.

7.5.1 Cálculo tierra protección

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 80-35/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

Kr = 0.074 Ω/(Ω*m).

Kp = 0.0159 V/(Ω*m*A).

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular 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 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.5 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 23 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp 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.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (Rt), intensidad y tensión de defecto correspondientes (Id, Ud), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

Rt = Kr *σ .

- Intensidad de defecto, Id:

$$\text{Id} = \frac{\text{Usmax V}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(Rn + Rt)^2 + Xn^2}}$$

donde Usmax=20000

- Tensión de defecto, Ud:

Ud = Id * Rt .

Siendo:

σ = 200 Ω.m.

Kr = 0.074 Ω./(Ω. m).

se obtienen los siguientes resultados:

Rt = 14.8 Ω.

Id = 210.71 A.

Ud = 3118.5 V.

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 4000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

7.5.2 Cálculo tierra 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 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

Kr = 0.073 Ω/(Ω*m).

Kp = 0.012 V/(Ω*m*A).

- Descripción:

Estará constituida por 6 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 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp 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 x 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 un apdo.

$$Rt = Kr * \sigma = 0.073 * 200 = 14.6\ \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37 Ω.

7.5.3 Cálculo tensiones en el exterior

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas 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.

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:

$$Up = Kp * \sigma * Id = 0.0159 * 200 * 210.71 = 670.1\ V.$$

7.5.4 Cálculo tensiones en el interior

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.

El edifico prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad de éstos.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

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:

$$Up\ acceso = Ud = Rt * Id = 14.8 * 210.71 = 3118.5\ V.$$

7.5.5 Cálculo de las tensiones aplicadas

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$Uca = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

Uca = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

K = 78.5.

n = ,18.

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

obtenemos el siguiente resultado:

Uca = 78.5 V

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:

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

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

Siendo:

Up = Tensiones de paso en Voltios.

K = 78.5.

n = ,18.

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

σ = Resistividad del terreno.

σ h = Resistividad del hormigón = 3.000 Ω.m

obtenemos los siguientes resultados:

Up(exterior) = 1727 V

Up(acceso) = 8321 V

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

- en el exterior:

Up = 670.1 V. < Up(exterior) = 1727 V.

- en el acceso al C.T.:

Ud = 3118.5 V. < Up(acceso) = 8321 V.

7.5.6 Tensiones transferibles al exterior

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 Dmín, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$Dmín = \frac{\sigma * Id}{2.000 * \pi}$$

con:

σ = 200 Ω.m.

Id = 210.71 A.

obtenemos el valor de dicha distancia:

Dmín = 6.71 m.

8. Cálculos baja tensión nave afino.

8.1 Fórmulas

Emplearemos las siguientes:
Sistema Trifásico

I = Pc / 1,732 x U x Cosφ x R = amp (A)

e = (L x Pc / k x U x n x S x R) + (L x Pc x Xu x Senφ / 1000 x U x n x R x Cosφ) = voltios (V)

Sistema Monofásico:

I = Pc / U x Cosφ x R = amp (A)

e = (2 x L x Pc / k x U x n x S x R) + (2 x L x Pc x Xu x Senφ / 1000 x U x n x R x Cosφ) = voltios (V)

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.
R = Rendimiento. (Para líneas motor).
n = Nº de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

8.1.1 Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$
$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$
$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\ (I/I_{max})^2]$

Siendo,
K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.
ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018
Al = 0.029

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392
Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor (ºC).
T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC
Cables al aire = 40ºC

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC
PVC = 70ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).
I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

8.1.2 Fórmulas Sobrecargas

$Ib \leq In \leq Iz$
$I2 \leq 1{,}45\ Iz$

Donde:
Ib: intensidad utilizada en el circuito.
Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.
I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

8.1.3 Fórmulas compensación energía reactiva

$\cos Ø = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}$.
$tgØ = Q/P$.
$Qc = Px(tgØ1-tgØ2)$.
$C = Qcx1000/U^2x\omega$; (Monofásico - Trifásico conexión estrella).
$C = Qcx1000/3xU^2x\omega$; (Trifásico conexión triángulo).
Siendo:
P = Potencia activa instalación (kW).
Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
Ø1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
Ø2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
U = Tensión compuesta (V).
$\omega = 2xPixf$; f = 50 Hz.
C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(µF).

8.1.4 Fórmulas Cortocircuito

* $IpccI = Ct\ U / \sqrt{3}\ Zt$

Siendo,
IpccI: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
Ct: Coeficiente de tensión.
U: Tensión trifásica en V.
Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

* $IpccF = Ct\ U_F / 2\ Zt$

Siendo,
IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
Ct: Coeficiente de tensión.
U_F: Tensión monofásica en V.
Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$$

Siendo,

Rt: $R_1 + R_2 + ... + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
Xt: $X_1 + X_2 + ... + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$ (mohm)
$X = Xu \cdot L / n$ (mohm)
R: Resistencia de la línea en mohm.
X: Reactancia de la línea en mohm.
L: Longitud de la línea en m.
C_R: Coeficiente de resistividad.
K: Conductividad del metal.
S: Sección de la línea en mm².
Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
n: nº de conductores por fase.

* $tmcicc = Cc \cdot S^2 / IpccF^2$

Siendo,
tmcicc: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una Ipcc.
Cc= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
S: Sección de la línea en mm².
IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

* $tficc = cte.\ fusible / IpccF^2$

Siendo,
tficc: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

* $Lmax = 0{,}8\ U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1{,}5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (Xu / n \cdot 1000)^2}$

Siendo,
Lmax: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
U_F: Tensión de fase (V)
K: Conductividad
S: Sección del conductor (mm²)
Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
n: nº de conductores por fase
Ct= 0,8: Es el coeficiente de tensión.
C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.
I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

8.1.5 Fórmulas Embarrados

<u>Cálculo electrodinámico</u>

$$\sigma max = Ipcc^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot Wy \cdot n)$$

Siendo,
σmax: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)
Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)
L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)
n: nº de pletinas por fase
Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm^3)
σadm: Tensión admisible material (kg/cm^2)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$Icccs = Kc \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc})$$

Siendo,
Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)
Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)
S: Sección total de las pletinas (mm^2)
tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)
Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

8.2 DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

AL-01-A(1)	10000 W
CT-01-A	11500 W
CR-01-A	22000 W
CT-02-A	9000 W
MD-01-A	39250 W
AL-01-B(1)	10000 W
CT-01-B	11500 W
CR-01-B	22000 W
CT-02-B	9000 W
MD-01-B	39250 W
CT-03	9000 W
CT-04	2000 W
CT-05	9000 W
CT-06	7000 W
CT-07	3000 W
RD-01	10000 W
CT-08	14000 W
BAT. CONDENSADORES	100 W
Alunbrado interior	3200 W
Alumbrado Exterior	2250 W
Elumbrado Emerg	400 W
Fuerza Monofasica	3510 W
Fuerza trifasica	21000 W
TOTAL....	267960 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 5450
- Potencia Instalada Fuerza (W): 262510
- Potencia Máxima Admisible (W): 295049.66

8.3 Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 50 m; Cos φ: 0.84; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 267960 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
  22000x1.25+250320=277820 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=277820/1,732x400x0.84=477.39 A.
Se eligen conductores Unipolares 2(4x95+TTx50)mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 536 A. según ITC-BT-07
Diámetro exterior tubo: 2(125) mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 76.56
e(parcial)=50x277820/45.47x400x2x95=4.02 V.=1 %
e(total)=1% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 507 A.

8.4 Cálculo de embarrado cuadro general de mando y protección

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 300
- Ancho (mm): 60
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm^3,cm^4) : 3, 9, 0.25, 0.063
- I. admisible del embarrado (A): 750

a) Cálculo electrodinámico

$\sigma max = Ipcc^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot Wy \cdot n) =16.7^2 \cdot 25^2 /(60 \cdot 10 \cdot 0.25 \cdot 1) = 1161.529 <= 1200$ kg/cm² Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

Ical = 477.39 A
Iadm = 750 A

c) Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

Ipcc = 16.7 kA
$Icccs = Kc \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc}) = 164 \cdot 300 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 69.58$ kA

8.5 Cálculo de la Línea: LINEA A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 91750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  22000x1.25+69750=97250 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=97250/1,732x400x0.8=175.47 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x70mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 199 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 78.87
e(parcial)=(0.3x97250/45.14x400x70)+(0.3x97250x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=0.03 V.=0.01 %
e(total)=1.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 187 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

8.5.1 Cálculo de la Línea: AL-01-A(1)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  10000x1.25=12500 W.

I=12500/1,732x400x0.8x1=22.55 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 66.46
e(parcial)=(45x12500/47x400x4x1)+(45x12500x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=7.59 V.=1.9 %
e(total)=2.91% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

8.5.2 Cálculo de la Línea: CT-01-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 11500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  11500x1.25=14375 W.

I=14375/1,732x400x0.8x1=25.94 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 75
e(parcial)=(20x14375/45.7x400x4x1)+(20x14375x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=3.99 V.=1 %
e(total)=2.01% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 30 A.
Contactor Tripolar In: 30 A.
Relé térmico, Reg: 24÷30 A.

8.5.3 Cálculo de la Línea: CR-01-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  22000x1.25=27500 W.

I=27500/1,732x400x0.8x1=49.62 | 28.65 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 82.7
e(parcial)=(20x27500/44.59x400x4x1)+(20x27500x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=7.81 V.=1.95 %
e(total)=2.96% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.
Contactores Tripolares In: 30 A.
Relé térmico, Reg: 24÷30 A.

8.5.4 Cálculo de la Línea: CT-02-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  9000x1.25=11250 W.

I=11250/1,732x400x0.8x1=20.3 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 61.44
e(parcial)=(15x11250/47.79x400x4x1)+(15x11250x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=2.24 V.=0.56 %
e(total)=1.57% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

8.5.5 Cálculo de la Línea: MD-01-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 39250 W.
- Potencia de cálculo: 39250 W.

I=39250/1,732x400x0.8=70.82 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 87.06
e(parcial)=(25x39250/43.99x400x16)+(25x39250x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=3.67 V.=0.92 %
e(total)=1.93% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 72 A.

8.6 Cálculo de la Línea: LINEA B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 91750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  22000x1.25+69750=97250 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=97250/1,732x400x0.8=175.47 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x70mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 199 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 78.87
e(parcial)=(0.3x97250/45.14x400x70)+(0.3x97250x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=0.03 V.=0.01 %
e(total)=1.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 187 A.

Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

8.6.1 Cálculo de la Línea: AL-01-B(1)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  10000x1.25=12500 W.

I=12500/1,732x400x0.8x1=22.55 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 66.46
e(parcial)=(50x12500/47x400x4x1)+(50x12500x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=8.43 V.=2.11 %
e(total)=3.12% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

8.6.2 Cálculo de la Línea: CT-01-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 11500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  11500x1.25=14375 W.

I=14375/1,732x400x0.8x1=25.94 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 75
e(parcial)=(30x14375/45.7x400x4x1)+(30x14375x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=5.98 V.=1.49 %
e(total)=2.51% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 30 A.
Contactor Tripolar In: 30 A.
Relé térmico, Reg: 24÷30 A.

8.6.3 Cálculo de la Línea: CR-01-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  22000x1.25=27500 W.

I=27500/1,732x400x0.8x1=49.62 | 28.65 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 82.7
e(parcial)=(30x27500/44.59x400x4x1)+(30x27500x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=11.72 V.=2.93 %
e(total)=3.94% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.
Contactores Tripolares In: 30 A.
Relé térmico, Reg: 24÷30 A.

8.6.4 Cálculo de la Línea: CT-02-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  9000x1.25=11250 W.

I=11250/1,732x400x0.8x1=20.3 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 61.44
e(parcial)=(25x11250/47.79x400x4x1)+(25x11250x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=3.73 V.=0.93 %
e(total)=1.94% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

8.6.5 Cálculo de la Línea: MD-01-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 39250 W.
- Potencia de cálculo: 39250 W.

I=39250/1,732x400x0.8=70.82 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 87.06
e(parcial)=(30x39250/43.99x400x16)+(30x39250x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=4.4 V.=1.1 %
e(total)=2.11% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 72 A.

8.7 Cálculo de la Línea: LINEA C

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 54000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  14000x1.25+40000=57500 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=57500/1,732x400x0.8=103.75 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x35mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 127 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 73.37
e(parcial)=(0.3x57500/45.94x400x35)+(0.3x57500x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=0.03 V.=0.01 %
e(total)=1.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 115 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

8.7.1 Cálculo de la Línea: CT-03

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  9000x1.25=11250 W.

I=11250/1,732x400x0.8x1=20.3 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 61.44
e(parcial)=(45x11250/47.79x400x4x1)+(45x11250x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=6.72 V.=1.68 %

e(total)=2.69% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

8.7.2 Cálculo de la Línea: CT-04

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  2000x1.25=2500 W.

I=2500/1,732x400x0.8x1=4.51 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 41.92
e(parcial)=(50x2500/51.16x400x2.5x1)+(50x2500x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=2.47 V.=0.62 %
e(total)=1.63% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A.
Contactor Tripolar In: 10 A.
Relé térmico, Reg: 4.8÷6 A.

8.7.3 Cálculo de la Línea: CT-05

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  9000x1.25=11250 W.

I=11250/1,732x400x0.8x1=20.3 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 61.44
e(parcial)=(25x11250/47.79x400x4x1)+(25x11250x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=3.73 V.=0.93 %
e(total)=1.95% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

8.7.4 Cálculo de la Línea: CT-06

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  7000x1.25=8750 W.

I=8750/1,732x400x0.8x1=15.79 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 63.56
e(parcial)=(50x8750/47.45x400x2.5x1)+(50x8750x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=9.3 V.=2.33 %
e(total)=3.34% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

8.7.5 Cálculo de la Línea: CT-07

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  3000x1.25=3750 W.

I=3750/1,732x400x0.8x1=6.77 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 44.33
e(parcial)=(55x3750/50.72x400x2.5x1)+(55x3750x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=4.11 V.=1.03 %
e(total)=2.04% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A.
Contactor Tripolar In: 10 A.
Relé térmico, Reg: 6÷7.5 A.

8.7.6 Cálculo de la Línea: RD-01

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  10000x1.25=12500 W.

I=12500/1,732x400x0.8x1=22.55 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 66.46
e(parcial)=(25x12500/47x400x4x1)+(25x12500x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=4.21 V.=1.05 %
e(total)=2.07% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

8.7.7 Cálculo de la Línea: CT-08

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1; R: 1
- Potencia a instalar: 14000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
  14000x1.25=17500 W.

I=17500/1,732x400x0.8x1=31.57 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 71.16
e(parcial)=(40x17500/46.28x400x6x1)+(40x17500x0.1x0.6/1000x400x1x1x0.8)=6.43 V.=1.61 %
e(total)=2.62% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 32 A.
Contactor Tripolar In: 32 A.
Relé térmico, Reg: 25.6÷32 A.

8.8 Cálculo de la Línea: BAT. CONDENSADORES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

I=100/1,732x400x0.8=0.18 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 40
e(parcial)=(10x100/51.52x400x2.5)+(10x100x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=0.02 V.=0 %
e(total)=1.01% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

8.9 Cálculo de la Línea: AUXILIARES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 30360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
  34720 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=34720/1,732x400x0.8=62.64 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 81 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 69.91
e(parcial)=(0.3x34720/46.47x400x16)+(0.3x34720x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=0.04 V.=0.01 %
e(total)=1.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

8.9.1 Cálculo de la Línea: Alunbrado interior

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
  3200x1.8=5760 W.

I=5760/230x1=25.04 A.
Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 47.42

e(parcial)=(2x70x5760/50.16x230x10)+(2x70x5760x0.1x0/1000x230x1x1)=6.99 V.=3.04 %
e(total)=4.05% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 30 A.
Contactor:
Contactor Bipolar In: 30 A.

8.9.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Exterior

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 2250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
  2250x1.8=4050 W.

I=4050/230x1=17.61 A.
Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 43.67
e(parcial)=(2x80x4050/50.84x230x10)+(2x80x4050x0.1x0/1000x230x1x1)=5.54 V.=2.41 %
e(total)=3.42% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.
Contactor:
Contactor Bipolar In: 25 A.

8.9.3 Cálculo de la Línea: Elumbrado Emerg

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: 400 W.

I=400/230x0.8=2.17 A.
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 40.34
e(parcial)=(2x70x400/51.45x230x2.5)+(2x70x400x0.1x0.6/1000x230x1x0.8)=1.91 V.=0.83 %
e(total)=1.85% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

8.9.4 Cálculo de la Línea: Fuerza Monofasica

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 3510 W.
- Potencia de cálculo: 3510 W.

I=3510/230x0.8=19.08 A.
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 65.91
e(parcial)=(2x1x3510/47.08x230x2.5)+(2x1x3510x0.1x0.6/1000x230x1x0.8)=0.26 V.=0.11 %
e(total)=1.13% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

8.9.5 Cálculo de la Línea: Fuerza trifasica

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0.1;
- Potencia a instalar: 21000 W.
- Potencia de cálculo: 21000 W.

I=21000/1,732x400x0.8=37.89 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19
Dimensiones canal: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (ºC): 84.86
e(parcial)=(1x21000/44.29x400x6)+(1x21000x0.1x0.6/1000x400x1x0.8)=0.2 V.=0.05 %
e(total)=1.06% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 300

- Ancho (mm): 60
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm^3,cm^4) : 3, 9, 0.25, 0.063
- I. admisible del embarrado (A): 750

a) Cálculo electrodinámico

$\sigma max = Ipcc^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot Wy \cdot n) = 16.7^2 \cdot 25^2 /(60 \cdot 10 \cdot 0.25 \cdot 1) = 1161.529 <= 1200$ kg/cm² Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

Ical = 477.39 A
Iadm = 750 A

c) Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

Ipcc = 16.7 kA
$Icccs = Kc \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc}) = 164 \cdot 300 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 69.58$ kA

8.10 Resumen de los cálculos efectuados.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	277820	50	2(4x95+TTx50)Cu	477.39	536	1	1	2(125)
LINEA A	97250	0.3	4x70Cu	175.47	199	0.01	1.01	
AL-01-A(1)	12500	45	3x4+TTx4Cu	22.55	31	1.9	2.91	75x60
CT-01-A	14375	20	3x4+TTx4Cu	25.94	31	1	2.01	75x60
CR-01-A	27500	20	3x4+TTx4Cu	49.62 | 28.65	31	1.95	2.96	75x60
CT-02-A	11250	15	3x4+TTx4Cu	20.3	31	0.56	1.57	75x60
MD-01-A	39250	25	4x16+TTx16Cu	70.82	73	0.92	1.93	75x60
LINEA B	97250	0.3	4x70Cu	175.47	199	0.01	1.01	
AL-01-B(1)	12500	50	3x4+TTx4Cu	22.55	31	2.11	3.12	75x60
CT-01-B	14375	30	3x4+TTx4Cu	25.94	31	1.49	2.51	75x60
CR-01-B	27500	30	3x4+TTx4Cu	49.62 | 28.65	31	2.93	3.94	75x60
CT-02-B	11250	25	3x4+TTx4Cu	20.3	31	0.93	1.94	75x60
MD-01-B	39250	30	4x16+TTx16Cu	70.82	73	1.1	2.11	75x60
LINEA C	57500	0.3	4x35Cu	103.75	127	0.01	1.01	
CT-03	11250	45	3x4+TTx4Cu	20.3	31	1.68	2.69	75x60
CT-04	2500	50	3x2.5+TTx2.5Cu	4.51	23	0.62	1.63	75x60
CT-05	11250	25	3x4+TTx4Cu	20.3	31	0.93	1.95	75x60
CT-06	8750	50	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	23	2.33	3.34	75x60
CT-07	3750	55	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	23	1.03	2.04	75x60
RD-01	12500	25	3x4+TTx4Cu	22.55	31	1.05	2.07	75x60
CT-08	17500	40	3x6+TTx6Cu	31.57	40	1.61	2.62	75x60
BAT. CONDENSADORES	100	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.18	23	0	1.01	75x60
AUXILIARES	34720	0.3	4x16Cu	62.64	81	0.01	1.01	
Alunbrado interior	5760	70	2x10+TTx10Cu	25.04	65	3.04	4.05	25
Alumbrado Exterior	4050	80	2x10+TTx10Cu	17.61	65	2.41	3.42	25
Elumbrado Emerg	400	70	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	26.5	0.83	1.85	75x60
Fuerza Monofasica	3510	1	2x2.5+TTx2.5Cu	19.08	26.5	0.11	1.13	75x60
Fuerza trifasica	21000	1	4x6+TTx6Cu	37.89	40	0.05	1.06	75x60

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	50	2(4x95+TTx50)Cu	22.73	25	8348.16	10.59			630;B,C
LINEA A	0.3	4x70Cu	16.77	22	8286.77	1.46			250
AL-01-A(1)	45	3x4+TTx4Cu	16.64	22	369.24	2.4			25;B,C
CT-01-A	20	3x4+TTx4Cu	16.64	22	797.53	0.51			30;B,C,D
CR-01-A	20	3x4+TTx4Cu	16.64	22	797.53	0.51			50;B,C

CT-02-A	15	3x4+TTx4Cu	16.64	22	1037.83	0.3	25;B,C,D
MD-01-A	25	4x16+TTx16Cu	16.64	22	2166.22	1.12	100;B,C,D
LINEA B	0.3	4x70Cu	16.77	22	8286.77	1.46	250
AL-01-B(1)	50	3x4+TTx4Cu	16.64	22	333.41	2.94	25;B,C
CT-01-B	30	3x4+TTx4Cu	16.64	22	544.86	1.1	30;B,C
CR-01-B	30	3x4+TTx4Cu	16.64	22	544.86	1.1	50;B,C
CT-02-B	25	3x4+TTx4Cu	16.64	22	647.45	0.78	25;B,C,D
MD-01-B	30	4x16+TTx16Cu	16.64	22	1874.11	1.49	100;B,C
LINEA C	0.3	4x35Cu	16.77	22	8238.6	0.37	160
CT-03	45	3x4+TTx4Cu	16.55	22	369.11	2.4	25;B,C
CT-04	50	3x2.5+TTx2.5Cu	16.55	22	210.7	2.88	16;B,C
CT-05	25	3x4+TTx4Cu	16.55	22	647.03	0.78	25;B,C,D
CT-06	50	3x2.5+TTx2.5Cu	16.55	22	210.7	2.88	16;B,C
CT-07	55	3x2.5+TTx2.5Cu	16.55	22	191.87	3.47	16;B,C
RD-01	25	3x4+TTx4Cu	16.55	22	647.03	0.78	25;B,C,D
CT-08	40	3x6+TTx6Cu	16.55	22	608.55	1.99	32;B,C
BAT. CONDENSADORES	10	4x2.5+TTx2.5Cu	16.77	22	980.33	0.13	16;B,C,D
AUXILIARES	0.3	4x16Cu	16.77	22	8125.35	0.08	63
Alunbrado interior	70	2x10+TTx10Cu	16.32	22	579.69	6.09	30;B,C
Alumbrado Exterior	80	2x10+TTx10Cu	16.32	22	510.75	7.84	20;B,C,D
Elumbrado Emerg	70	2x2.5+TTx2.5Cu	16.32	22	151.25	5.59	16;B
Fuerza Monofasica	1	2x2.5+TTx2.5Cu	16.32	22	4972.1	0.01	20;B,C,D
Fuerza trifasica	1	4x6+TTx6Cu	16.32	22	6500.18	0.02	38;B,C,D