
ANEJO Nº 31: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES	1
2	NORMAS Y REFERENCIAS	1
2.1	LEGISLACIÓN APLICABLE	1
2.2	PROGRAMAS INFORMÁTICOS	2
3	DESCRIPCION GENERAL DE LA INSTALACIÓN	2
4	ALCANCE DE LA INSTALACIÓN	3
4.1	PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS ADOPTADAS	3
4.2	CANALIZACIONES FIJAS	4
4.3	INSTALACIÓN DE ENLACE	5
4.4	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	5
4.5	DISPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS	6
4.6	CUADRO DE SERVICIOS AUXILIARES	8
4.7	CUADRO DE CONTROL	10
4.8	CUADRO OBRA DE TOMA	10
4.9	LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN Y CANALIZACIONES	13
4.10	LUMINARIAS	16
4.11	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	17
4.12	VARIADORES	18
4.13	MAQUINAS ROTATIVAS	18
4.14	EQUIPOS DE CORRECIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	20
4.15	TOMAS DE CORRIENTE	20
4.16	CAUDALÍMETROS	21
4.17	TRANSDUCTORES DE PRESIÓN	22
4.18	PUESTA A TIERRA	22
5	CONTROL DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	23
5.1	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN	23
5.2	RELACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS PARA EL CONTROL DE LA INSTALACIÓN	26
5.3	BUS DE CAMPO	32
5.4	SCADA	33
6	VIDEOVIGILANCIA	34
7	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	35
7.1	HIPÓTESIS DE PARTIDA PARA LOS CÁLCULOS	35
7.2	DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES	36
7.3	CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	52
7.4	CORTOCIRCUITOS	73

7.5	EMBARRADO CUADRO GENERAL.....	79
7.6	VENTILACIÓN DEL CUADRO GENERAL.....	79
7.7	DIMENSIONADO DE LAS BATERIAS DE CONDENSADORES	80
8	POTENCIA INSTALADA Y POTENCIA DEMANDADA	81
9	CÁLCULOS LUMÍNICOS	82
10	PARARRAYOS	83
11	CUADROS ELÉCTRICOS	84
11.1	COMPONENTES DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN	84
11.2	MONTAJE.....	134
12	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	135
13	ARRANCADORES DE BOMBAS	137
13.1	ENVOLVENTE DE LOS ARRANCADORES.....	137
13.2	ENTRADA DE LOS ARRANCADORES.....	137
13.3	SALIDA DE LOS ARRANCADORES.....	137
13.4	CONDICIONES AMBIENTALES	137
13.5	PROTECCIONES.....	138
13.5.1	PROTECCIONES PARA EL MOTOR	138
13.5.2	PROTECCIONES PARA EL ARRANCADOR.....	138
13.6	ENTRADAS Y SALIDAS DE CONTROL	138
13.7	COMUNICACIÓN.....	138
13.8	VISUALIZACIÓN.....	139
13.9	CONTROL.....	139
13.10	BY PASS.....	139
14	VARIADORES	140
14.1	ENVOLVENTE	140
14.2	ACCESIBILIDAD	140
14.3	ENTRADA.....	140
14.4	SALIDA	141
14.5	CONDICIONES AMBIENTALES	141
14.6	PROTECCIONES.....	141
14.7	ENTRADAS Y SALIDAS DE CONTROL	142
14.8	COMUNICACIÓN.....	143
14.9	VISUALIZACIÓN.....	143
14.10	CONTROL.....	143
15	CONDUCCIONES ELÉCTRICAS	144
15.1	CRITERIO DE DISEÑO.....	144
15.2	CANALIZACIONES.....	145
15.3	TUBOS PVC PARA CONDUCCIONES ELÉCTRICAS	146
15.4	BANDEJAS PARA CABLES.....	146
15.5	CAJAS DE DERIVACIÓN.....	146

15.6	INSTALACIONES DE TUBOS	147
15.7	INSTALACIÓN DEL CABLE	148
15.8	EMPALMES Y TERMINALES DE CABLES.....	148
15.9	MATERIALES	149
15.10	ACCESORIOS	149
15.11	CABLES DE ETHERNET	150
16	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS PREFABRICADAS	151
17	INSTALACIONES DE ALUMBRADO	152
17.1	ALUMBRADO EXTERIOR.....	154
17.2	ALUMBRADO INTERIOR	154
18	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	155
18.1	INSTALACIONES DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN	157
18.2	CONTROLES SECUENCIALES, ENCLAVAMIENTOS Y PROTECCIONES.....	157
18.3	MÁQUINAS MOTORIZADAS	163
18.4	GESTIÓN DE DATOS	163
19	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI)	198
20	SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	200
21	VENTILACIÓN	201
21.1	CÁLCULO DE CAUDAL DE VENTILACIÓN	201
21.1.1	SALA DE BOMBAS	201
21.1.2	SALA DE CUADROS ELÉCTRICOS.	202
21.2	CÁLCULO DE REJILLAS EN LA SALA DE BOMBAS	203
22	MEDICIONES	203
22.1	MAGNETOTÉRMICOS	203
22.2	DIFERENCIALES.....	203
22.3	LIMITADORES DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.....	204
22.4	CABLES.....	204
22.5	CANALIZACIONES	205
23	CUADRO DE RESULTADOS	206
	APÉNDICE 1.....	213

1 ANTECEDENTES

Con el fin de proceder a la modernización del Canal de Villadangos se redacta el presente que tiene como fin el justificar y dimensionar todos los componentes integrantes de las instalaciones eléctricas, siendo esta necesaria para bombear el agua procedente del Canal de Villadangos y distribuirla por las parcelas.

La actuación para dotar de riego a las parcelas se sectoriza en dos partes de superficie similar cada una de ellas, las cuales cuentan con una balsa y estación de bombeo. Las estaciones de bombeo tienen características similares, por lo que la instalación eléctrica es la misma en cada una de ellas.

En cada una de las estaciones de bombeo se instalarán siete (7) bombas, dos (2) de 250 kW y cinco (5) de 500 Kw. El presente proyecto comprende desde los Bornes de Baja Tensión de los Transformadores hasta los diferentes receptores de Baja Tensión de la instalación.

Existirán un Centro de Transformación con dos transformadores en cada uno de los dos sectores de riego de la zona regable, un Transformador de potencia nominal de 100 KVA con tensiones 690 V // 400 V para la alimentación de los equipos auxiliares y otro Transformador de potencia nominal 3700 KVA con tensiones nominales 15000 V // 690 V para la alimentación de las bombas.

2 NORMAS Y REFERENCIAS

2.1 LEGISLACIÓN APLICABLE

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes.
- UNE-EN 60947-2: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.

- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrentensidades.
- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito.

2.2 PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Para la realización del presente anejo se utilizaron los siguientes programas:

- Excel: para los cálculos numéricos
- Word: para el cuerpo del anejo
- DiaLux: para la realización de los cálculos luminotécnicos
- Autocad: para la realización de planos de planta, emplazamiento y de la zona de bombas
- Cypelec REBT: para comprobación de los cálculos eléctricos

3 DESCRIPCION GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación eléctrica a proyectar es una estación de bombeo de agua embalsada, ubicada en una nave situada a unos 430 metros de la balsa de acumulación, la cual es abastecida por el canal de Villadangos. El agua sale de la balsa, por medio de tuberías enterradas hasta el colector de aspiración y de este a las bombas. En la tubería de salida de la balsa se ha previsto la instalación de válvulas de corte, rejas de desbaste, una cinta de recogida, filtros de cadenas y compuertas de bypass para los filtros.

La estación tiene siete bombas, dos de ellas de 250 kW y cinco de 500 kW. Las dos bombas de 250 kW y dos de 500 kW funcionarán mediante variadores electrónicos de frecuencia, mientras que las tres bombas restantes de 500 kW funcionarán mediante arrancador. Para cada una de estas bombas se ha previsto la instalación de un caudalímetro electromagnético con objeto de conocer su rendimiento, y efectuar las tareas de mantenimiento preventivo, y llegado el caso, correctivo. La estación tiene previsto una sala de cuadros eléctricos, en la que se instalarán cuatro tipos de cuadros:

Un cuadro general que se alimentará del transformador trifásico de 15000V/690V con capacidad de 3700 kVA, el cual tiene una tensión nominal de funcionamiento de 400V del que se alimentan las bombas.

Un cuadro para los servicios auxiliares, como son el alumbrado tanto interior como el exterior, válvulas, compuertas, tomas de corriente y pequeños receptores monofásicos o trifásicos de la instalación. Este cuadro se alimenta de un transformador trifásico 690V/400V de 100 kVA.

Un cuadro de control en el que se alberga el autómatas para el control automático de la instalación, así como diversos enclavamientos eléctricos para el funcionamiento manual.

Un cuadro de compensación energía reactiva, en el cual se albergarán los condensadores y reactancias especificados en el apartado correspondiente.

4 ALCANCE DE LA INSTALACIÓN

4.1 PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS ADOPTADAS

En el interior de la estación de bombeo, en la zona donde están las bombas, se puede distinguir una zona clasificable según la ITC-BT 30, INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES, como local húmedo, definido como aquel local cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aún cuando no aparezcan gotas ni el techo o paredes estén impregnados de agua. En estos locales o emplazamientos se cumplirán las condiciones siguientes:

- Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IPX1).
- Los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV, según UNE 21123-2 que son cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV y según esta norma “adecuados para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas, protegidas o no. Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados”. Al ser su aplicación admitida en instalación exterior, caso más desfavorable, queda justificado la utilización en locales húmedos.
- Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberán presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1 o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen el grado de protección equivalente. Sus cubiertas y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

- Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de gotas de agua, IPX1 y no serán de clase 0.

4.2 CANALIZACIONES FIJAS

Todas las canalizaciones por donde discurrirán los conductores serán fijas, y estarán constituidas por bandeja de rejilla de acero galvanizado en caliente y por tanto fabricada en un material resistente a la corrosión, que evita la acumulación y condensación de agua, asegurando su evacuación. Se admitirán canalizaciones fijas con tubo de PVC, en aquellos trazados en los que no sea necesario soportar un número elevado de cables. Se prevé la instalación de dos canalizaciones fijas con bandeja de rejilla metálica, una para cables de fuerza y otra para cables de control, separadas para que no interfieran las señales de fuerza a las de mando.

Las canalizaciones fijas para las bombas se realizarán en zona específica para ello realizada en el suelo de la nave de las bombas tapada con tramex para poder pasar por encima sin peligro.

En aquellos lugares por donde discurra la bandeja y se prevea la posible caída de objetos sobre la misma se cubrirá ésta con una tapa metálica, preparada a tal efecto con objeto de proteger contra daño mecánico los cables que contiene. Se considerará la tapa de protección en las bandejas que van a lo largo de la atarjea de alimentación a las bombas.

Las canalizaciones que llevan las mangueras de caudalímetros y las válvulas, serán empotradas en el hormigón según se indica en los planos correspondientes y se ha diseñado un pie metálico con objeto de proteger los cableados desde el suelo hasta el propio receptor.

Las bandejas portacables son elementos de soporte y conducción de los cables, por tanto, no requieren condiciones de estanqueidad, que sí se aplicarán, por ejemplo, a las cajas, en cuyo interior se realizarán todas las conexiones, empalmes y derivaciones, a los extremos de los conductores, mediante prensaestopas, etc.

La utilización de bandejas metálicas en los locales húmedos y mojados ó intemperie está autorizada siempre y cuando:

Estén conectadas a la red de tierra, lo que proporciona una seguridad equivalente o superior a la exigida por el Reglamento.

Estén convenientemente protegidas o fabricadas en un material resistente a la corrosión.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limiten al local donde se efectúa la instalación.

El sistema de instalación elegido según la tabla 52-B2 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 para las bandejas es el 32, para los tubos en montaje superficial es el 5 y para los enterrados el 70. Para dimensionar los conductores en cuanto a la intensidad máxima admisible, según tabla 1 de la ITC-BT19, el sistema de instalación para las bandejas será el F y para los tubos, será el B2 y D.

4.3 INSTALACIÓN DE ENLACE

Se entiende por instalación de enlace, aquella parte de la instalación que conecta los bornes secundarios del transformador hasta el cuadro general de baja tensión.

Está previsto la ejecución de una atarjea o canal revisable para comunicar el centro de transformación con la nave de bombeo, en cuyo interior se sitúan los cuadros de distribución de energía. Esta atarjea deberá ser amplia para alojar la canalización eléctrica prefabricada y manejar los conductores de mando con facilidad disponiendo una ligera inclinación hacia los pozos de recogida de agua o estará provista de tubos de drenaje. En el interior de la atarjea se situará, al lado de la canalización prefabricada, una bandeja de rejilla galvanizadas en caliente sobre la que se pondrán los conductores de las señales de mando de 200 mm de ancho y 100 mm de ala. La canalización eléctrica prefabricada irá separada del suelo con el fin de que la esta esté separada del agua en caso de inundaciones, encapsulada en resina y con un grado de protección IP-66 para el caso del transformador de 3700kVA.

Se instalará también cable unipolar RZ1-K 0'6/1kV 5(1x70) mm² para el transformador de 100kVA.

4.4 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

El cuadro eléctrico de este proyecto se ha diseñado basándose en los siguientes criterios:

- Se consideran las diversas condiciones de servicio en la construcción del cuadro.
- Será instalado en el interior de un local adecuado, una sala de cuadros.
- La corriente nominal de cortocircuito prevista para el cuadro, será la calculada en el apartado cálculos.
- Los cuadros serán dimensionados según las características mecánicas y eléctricas.

La tensión nominal compuesta del cuadro general es 690 V, ya que tiene diversas ventajas con respecto a los 400 V usuales para instalaciones comunes, algunas de estas ventajas son:

- Disminución de la corriente absorbida por los motores de las bombas.
- Derivada de la anterior, menor sección en los cableados de alimentación a las bombas.

- Menor corriente de cortocircuito en la instalación, con la consiguiente reducción del embarrado del cuadro general.

4.5 DISPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El cuadro estará formado por seis módulos ensamblables modulares, uno de dimensiones 1200x2000x600 mm (ancho x alto x profundo) de chapa, tres de 1000x2000x600 mm (ancho x alto x profundo), cuatro de 600x2000x600 mm (ancho x alto x profundo), pudiéndose ampliar en caso de que sea necesario.

La puerta de cada módulo dispondrá de una cerradura. El cuadro ensamblado tendrá unas dimensiones aproximadas de 6600x2000x600 mm (ancho x alto x profundo). Dispondrán de zócalo de 200 mm de altura para elevarlo del suelo y poder hacer las entradas al mismo con libertad. Para hacer las entradas al cuadro se utilizarán prensaestopas de tamaño adecuado al tipo de cable.

El embarrado estará situado en el interior de unos módulos superpuestos sobre los anteriores de 200 mm de altura. El embarrado constará de tres pletinas de cobre de 100X10 mm por fase, fijada al bastidor de montaje del módulo superpuesto mediante soportes de barras. El embarrado estará protegido contra contactos directos mediante unas placas de policarbonato.

En cada módulo se instalará una resistencia calefactora de 150 W junto con un termostato para que cuando baje la temperatura se active esta y evite condensaciones en el interior del módulo. En los módulos 1, 3, 5 Y 6 se instalará un ventilador de techo de 500 m³/h cada uno, alimentado a una tensión de 230 V. Además, para la refrigeración de la sala se dispondrá de equipos de climatización instalados en la misma.

En el sexto módulo se dispondrá el interruptor general, un interruptor automático de bastidor abierto, en ejecución fija de III polos, 3000 A de intensidad nominal regulable electrónicamente entre 0,4 y 1 veces la intensidad nominal, 100 kA de poder de corte en cortocircuito a 690 V, con conexiones principales accesibles frontalmente según DIN 43 673. Dispondrá de una cerradura de enclavamiento tipo Ronis contra bloqueo no autorizado, para efectuar las maniobras de mantenimiento con seguridad, unos contactos de señalización de la posición del interruptor. El mando del interruptor será accesible desde el exterior del armario.

En el primer y segundo módulo se instalarán las protecciones para los cuatro variadores, un descargador de sobretensiones modelo DEHNguard DG 440 FM o similar, un descargador de sobretensiones combinado tipo DEHnblocDBM 1 CI 440 FM o similar y las protecciones y maniobras

para los condensadores de compensación del transformador. Estas tendrán las siguientes características:

- Dos interruptores automáticos de caja moldeada destinados a proteger a los variadores que alimentan a las bombas de 500 kW, de III polos, 400 A de intensidad nominal regulable electrónicamente entre 0,4 y 1 veces la intensidad nominal, 12 kA de poder de corte en cortocircuito a 690 V. Las conexiones de los interruptores estarán protegidas contra contactos directos mediante unos cubrebornes apropiados con separadores de fases. La alimentación a los interruptores automáticos desde el embarrado se efectuará mediante pletina de cobre de 20x10 mm de sección. Dispondrán además de bobina de disparo de tipo “a emisión de corriente” de 230 V. Para proteger estas salidas contra contactos indirectos se instalarán dos transformadores toroidales de 140 mm de \varnothing asociados a dos relés diferenciales de medida de fugas de corriente en verdadero valor eficaz, regulables tanto en corriente de defecto como en tiempo de intervención, que en caso de presentarse una fuga a tierra actuarán sobre las bobinas de disparo del interruptor automático correspondiente separando la parte afectada de la instalación.
- Dos interruptores automáticos de caja moldeada destinado a proteger a los variadores que alimentan a las bombas de 250 kW, de III polos, 400 A de intensidad nominal regulable electrónicamente entre 0,4 y 1 veces la intensidad nominal, 15 kA de poder de corte en cortocircuito a 690 V. Las conexiones del interruptor estarán protegidas contra contactos directos mediante unos cubrebornes apropiados con separadores de fases. La alimentación al interruptor automático desde el embarrado se efectuará mediante pletina de cobre de 15x10 mm de sección. Dispondrá además de bobina de disparo de tipo “a emisión” de 230 V. Para proteger esta salida contra contactos indirectos se instalará un transformador toroidal de 210 mm de \varnothing asociado a un relé diferencial de medida de fugas de corriente en verdadero valor eficaz, regulable tanto en corriente de defecto como en tiempo de intervención, que en caso de presentarse una fuga a tierra actuará sobre la bobina de disparo del interruptor automático separando la parte afectada de la instalación.
- Tres descargadores combinados tipo DEHNblocDBM 1 CI 440 FM con fusible incorporado o silmilar. El cableado de alimentación al descargador se efectuará mediante conductor de cobre unipolar tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 50 mm² de sección, con los terminales adecuados.

- Una base portafusibles de 400 A tripolar con fusibles de cuchilla (tipo NH, según DIN 43620) de 100A para el descargador y el descargador de sobretensiones tipo DEHNguard DG 440 FM o similar.
- Siete bases cortacircuitos fusible tripolar, seccionable en carga, de 160 A de intensidad nominal, con 2 fusibles de cuchilla (tipo NH, según DIN 43620) de 63 A de intensidad nominal tipo gG/GI para los condensadores de 60 KVAR, un fusible de cuchilla (tipo NH, según DIN 43620) de 150 A de intensidad nominal tipo gG/GI para los condensadores de 120 KVAR. El cableado de alimentación a las bases cortacircuitos se efectuará mediante conductor de cobre unipolar tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 25 y 35 mm² de sección, con los terminales adecuados según potencia. Estas bases alimentarán los condensadores para la compensación fija de energía reactiva de la instalación.
- Siete contactores de alimentación a los condensadores de 60 a 120 kVAR a 790 V AC-6b, con bloque de contactos auxiliares NA de acción adelantada incorporando resistencias de carga de los condensadores, cerrándose un instante después los contactos principales, tensión de alimentación de 230 V. Las conexiones de los contactores estarán protegidas contra contactos directos mediante unos cubrebornes apropiados. El cableado de alimentación a los condensadores se efectuará mediante conductor de cobre unipolar tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 25 y 35 mm² de sección, con los terminales adecuados según potencia.

En el tercer módulo se instalarán, los arrancadores electrónicos para las tres bombas de 500 kW, las protecciones para el arrancador, el módulo de comunicaciones ethernet del arrancador, las dos bases portafusibles seccionables en carga de 160 A para los condensadores y los contactores para los condensadores. Estos componentes tendrán las siguientes características:

- Interruptor automático de caja moldeada destinado a proteger al arrancador que alimenta a la bomba de 500 kW, de III polos 630 A de intensidad nominal regulable electrónicamente entre 0,4 y 1 veces la intensidad nominal, 15 kA de poder de corte en cortocircuito a 690 V. Las conexiones del interruptor estarán protegidas contra contactos directos mediante unos cubrebornes apropiados con separadores de fases. La alimentación al interruptor automático desde el embarrado se efectuará mediante pletina de cobre de 20X10 mm de sección aislada con funda termorretráctil. Dispondrá además de bobina de disparo de tipo “a emisión” de 230 V. Para proteger esta salida contra contactos indirectos se instalará un transformador toroidal de 180 mm de \varnothing asociado a un relé diferencial de medida de fugas de corriente en verdadero valor

eficaz, regulable tanto en corriente de defecto como en tiempo de intervención, que en caso de presentarse una fuga a tierra actuará sobre la bobina de disparo del interruptor automático separando la parte afectada de la instalación.

- Arrancador electrónico de 500 kW a 690 V, de la casa Power Electronics o calidad similar.
- Tres bases cortacircuitos fusible tripolar, seccionables en carga, de 160 A de intensidad nominal, con fusibles de cuchilla (tipo NH, según DIN 43620) de 63 A de intensidad nominal tipo gG/gL. El cableado de alimentación a las bases cortacircuitos se efectuará mediante conductor de cobre unipolar tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 35 mm² de sección, con los terminales adecuados.
- Tres contactores de alimentación a los condensadores de 60 kVAr a 690 V AC-6b, con bloque de contactos auxiliares NA de acción adelantada incorporando resistencias de carga de los condensadores, cerrándose un instante después los contactos principales, tensión de alimentación de 230 V. Las conexiones de los contactores estarán protegidas contra contactos directos mediante unos cubrebornos apropiados. El cableado de alimentación a los condensadores se efectuará mediante conductor de cobre unipolar tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 25 mm² de sección, con los terminales adecuados.

El cuarto y quinto módulo se utilizarán para realizar las subidas a los embarrados de distribución de los módulos uno, dos, tres, cuatro, cinco y nueve respectivamente mediante embarrado de tres pletinas de cobre de 100X10 mm por fase, fijada al bastidor de montaje mediante soportes de barras. Este embarrado estará protegido contra contactos directos mediante unas placas de policarbonato.

En el sexto módulo se instalará también una base portafusibles de 160 A tripolar para el descargador y el descargador de sobretensiones tipo DEHNguard DG 440 FM o similar. Estos componentes tendrán las mismas características que los del primer módulo.

4.6 CUADRO DE SERVICIOS AUXILIARES

El cuadro estará formado por tres armarios de chapa, de dimensiones aproximadas 2000x800x400 (ancho x alto x profundidad) mm. Constará de tres puertas donde se colocarán los elementos de interconexión hombre-máquina como son:

- Selectores de maniobras (manual-0-automático) con llave, para seleccionar el tipo de maniobras de las válvulas de los colectores de aspiración e impulsión, las resistencias de caldeo y el alumbrado exterior.
- Pulsadores para cuando esté el selector en posición de manual poder ordenar el comienzo y el fin de la maniobra.
- Pilotos de señalización mediante led para indicar que las maniobras están en funcionamiento (verde), o por el contrario presenta alguna anomalía (rojo), o indicar el estado de las válvulas (azul).

Este cuadro es el encargado de alimentar al resto de receptores presentes en la instalación cuya tensión de alimentación sea de 400/230 V según el esquema unifilar adjunto en el documento en los planos. Este cuadro se alimenta a través del transformador de 100 kVA de relación de transformación 690V/400V, a la entrada este cuadro dispondrá de la siguiente protección:

- Interruptor automático modular destinado a proteger el cuadro de servicios auxiliares de IV polos 160 A de intensidad nominal, 50 kA de poder de corte en cortocircuito a 400 V. La alimentación al interruptor automático desde el transformador se realizará con cable de cobre del tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 5x(1x70) mm² de sección. Dispondrá además de contactos de señalización.

4.7 CUADRO DE CONTROL

El cuadro estará formado por un armario de chapa, de dimensiones aproximadas 1600x2000x400 (ancho x alto x profundidad) mm, dispondrá de un zócalo de 200 mm de altura para elevarlo del suelo y poder facilitar las entradas de los cables al mismo con libertad. El cual constará de dos puertas donde se colocarán los elementos de interconexión hombre-máquina como son:

- Selectores de maniobras (manual-0-automático) con llave, para seleccionar el tipo de maniobras de los variadores y arrancadores.
- Pulsadores para cuando esté el selector en posición de manual poder ordenar el comienzo y el fin de la maniobra.
- Pilotos de señalización para indicar si la bomba está en funcionamiento (verde), o por el contrario presenta alguna anomalía (rojo).
- Visualizadores de la presión en el colector de aspiración e impulsión.
- Potenciómetros para fijar la frecuencia de salida de los variadores cuando están funcionando en manual.

- Seta de emergencia.

Este cuadro es el encargado de controlar la instalación de forma que pueda funcionar de tres modos distintos:

- Automático, controlada por el autómatas.
- Manual, controlada por un operador.

Este cuadro se alimenta a través de una salida del cuadro de servicios auxiliares, estando protegida por un interruptor automático de II 16 A de intensidad nominal, disponiendo de un contacto auxiliar de señalización, un interruptor diferencial de II 25 A 30 mA de clase A, contra corrientes de defecto continuas y continuas pulsantes, también dispondrá de un contacto de señalización, que en paralelo con el anterior se llevará a una entrada digital del autómatas. Se incorporará para su protección un descargador de sobretensiones tipo DEHNrail M2P 255 FM con un contacto de señalización para indicar su estado o similar.

Este cuadro albergará para el control de la instalación de forma automática dos autómatas con el mismo software, para en caso de fallo de una de ellas tener en la otra estación la misma programación y poder seguir con el funcionamiento normal de la instalación.

El software altamente disponible se carga tanto en la estación maestra como en la estación de reserva.

Cada una de estas estaciones está formada por:

- Una CPU S7-1515
- 5 Tarjetas de 32 entradas digitales cada una
- 2 Tarjeta de 32 salidas digitales
- 2 Tarjetas de 8 entradas analógicas cada una
- 1 Tarjeta de 8 salidas analógicas
- 1 Tarjeta de comunicación profibus

Para evitar que en caso de ausencia de la tensión de alimentación se produzcan reinicios de la instalación, toda la alimentación del control se realizará de mediante dos fuentes de alimentación ininterrumpida y un módulo de redundancia con comunicación profinet.

Cada fuente está respaldada con 2 baterías de litio de 12Vcc y 120Wh de potencia total. A la salida del SAI se conectarán dos interruptores de hasta 6 A de intensidad nominal alimentando cada uno de ellos:

- Fuente 1 de alimentación de circuitos de mando
- Fuente 2 de alimentación de circuitos de mando

Todas las salidas de 24 Vcc estarán protegidas con un fusible electrónico de 8 salidas de 24 Vcc, con posibilidad de realizar un reset del dispositivo de forma remota en caso de anomalía.

En el cuadro se dispondrá también de una toma de corriente para alimentar la programadora y cualquier otro receptor informático. Estas tomas de corriente serán de un color (amarillo) que las distinga de las de otros usos, para evitar como es muy común en las instalaciones que se conecte un receptor portátil, como puede ser un taladro pudiendo interferir en el funcionamiento normal del autómatas.

Estas fuentes alimentarán el circuito de mando del cuadro, por tanto, todo el aparellaje previsto para este cuadro deberá funcionar a 24 Vcc.

Tanto las bombas de 250 kW como las de 500 kW disponen de siete PT-100, tres para controlar la temperatura en los devanados del estator, dos para controlar la temperatura de los cojinetes del motor y las otras dos para controlar la temperatura de los cojinetes de la bomba.

Para cada una de las bombas de 250 kW y 500 kW se prevé la instalación una tarjeta de lectura de PT100 conectada vía PROFINET con la CPU maestra. Existirá una tarjeta por bomba. Estos convertidores se conectarán a las PT-100 en técnica de conexión de 3 hilos, con objeto de minimizar la influencia de las resistencias de línea.

Se ha previsto la instalación de un sistema de detección de vibraciones para cada bomba, estos detectores serán cableados de forma independiente para cada bomba a un relé de diagnóstico de vibraciones, comunicando vía PROFINET con la CPU maestra, implementando las señales en el Scada de la instalación de bombeo.

Para proteger a las tarjetas de entradas y salidas digitales se utilizarán relés de interface antes de cada entrada y después de cada salida. Para evitar falsas entradas, los relés de interface de las entradas dispondrán de un filtro antiparasitario, mediante una resistencia en serie con un condensador, de tal forma que si se inducen tensiones en el conductor de alimentación del relé éste no se excite, dando una falsa señal. Para interconexión las señales que vienen del contador con el autómatas se utilizarán optoacopladores en vez de relés, también con filtro antiparasitario, ya que éstos son más rápidos en el cambio de estado que los relés y se evitarán así los rebotes del contacto.

Para proteger las tarjetas de entradas analógicas, se utilizarán descargadores de sobretensiones del tipo Blitzductor BCT-ME 24 o similar.

Este cuadro también albergará un modem GSM/GPRS para envío de SMS.

Este cuadro se situará unido al de servicios auxiliares en la sala de cuadros, separándolos mediante un separador adecuado, de tal forma que se puedan interconexión elementos de uno con el otro.

4.8 CUADRO OBRA DE TOMA

Cuadro de acero inoxidable de dimensiones 1800x1600x400 (ancho x alto x profundidad) mm, dispondrá de un zócalo de 100 mm de altura para elevarlo del suelo y poder facilitar las entradas de los cables al mismo con libertad. El cual constará de dos puertas (interior y exterior), la interior donde se colocarán los elementos de interconexión hombre-máquina como son:

- Selectores de maniobras (manual-0-automático), para seleccionar el tipo de maniobras de cada una de las válvulas, tanto las de salida de la balsa como las de bypass del filtro, la maniobra de la futura reja de desbaste, la cinta de recogida y los dos filtros de cadenas.
- Pulsadores para cuando esté el selector en posición de manual poder ordenar el comienzo y el fin de la maniobra.
- Pilotos de señalización para indicar si el receptor está en funcionamiento (verde) para los filtros, rejas y cinta, o señalización de abierta cuando se trata de una válvula. Por el contrario, si se presenta alguna anomalía (rojo). La señalización de válvula cerrada se representará mediante piloto azul.
- Seta de emergencia.

Este cuadro se alimenta a través de una salida del cuadro de servicios auxiliares, estando protegida por un interruptor-seccionador de IV 40 A de intensidad nominal, disponiendo de un contacto auxiliar de señalización al autómatas.

Estará provisto de fuente de alimentación-cargador de baterías con baterías de litio.

Cada una de las dos rejas deberá de estar provista de un relé de sobreintensidad conectados por comunicación IO-Link al autómatas del filtro.

La comunicación de este cuadro con el autómatas central de la estación se realizará mediante el tendido de una línea de fibra óptica armada multimodo de 8 fibras, dentro de un anillo MRP de comunicaciones.

4.9 LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN Y CANALIZACIONES

Los conductores y cables que se empleen en la instalación serán de cobre y serán siempre aislados.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 4,5 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior para

alumbrado y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-523 y su anexo Nacional.

En cuanto a los conductores de protección se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la tabla siguiente:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación	Secciones mínimas de los conductores de protección
$S < 16$	$S (*)$
$16 < S < 35$	16
$S > 35$	$S/2$
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.	

Se preverá una línea de alimentación a cada receptor con cable multiconductor, dependiendo del tipo de receptor las líneas podrán ir:

- Sobre bandeja, tipo de instalación 32, según UNE-HD 60364-5-52:2014.
- En tubos en montaje superficial, tipo de instalación 5, según UNE-HD 60364-5-52:2014.
- En tubos o en conductos de sección no circular enterrados, tipo de instalación 70, según UNE-HD 60364-5-52:2014.

Se utilizará el tipo de instalación 32 para alimentar los receptores del interior de la instalación, a excepción de las cajas de tomas de corriente y las luminarias industriales que se utilizará el tipo de instalación 5. Sobre estas bandejas se dispondrán los siguientes conductores:

- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 3G1,5 mm² de sección para alimentar la estación meteorológica, el alumbrado y emergencia de la sala de cuadros y de la sala de control.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 3G2,5 mm² de sección para alimentar la ventilación sala armerios y salas de bombas 1, 2 y 3, alimentación reserva 1 y 2, termo y alumbrado y emergencias nave 1, 2 y 3.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 3G4 mm² de sección para alimentar la climatización de la sala de control.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 3G6 mm² de sección para alimentar las compuertas, alumbrado exterior, subcuadro del filtro, iluminación de toma de fondos y reserva balsa.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 5G4 mm² de sección para alimentar la climatización de la sala de cuadros.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 5G6 mm² de sección para alimentar la iluminación de la zona de compuertas y las tomas de corriente.
- Conductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 3x1x2,5 mm² de sección para alimentar los caudalímetros, las resistencias de las válvulas y los motores.
- Conductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 3x1x6 mm² de sección para alimentar la puerta automática y el compresor de oxigenación.
- Conductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 4x1x2,5 mm² de sección para alimentar las válvulas de las bombas situadas en los colectores.
- Conductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 4x1x4 mm² de sección para alimentar las válvulas de 1600 y 1800 DN.
- Conductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 5x1x6 mm² de sección para alimentar el puente grúa.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 5[2(1x70)] mm² de sección para alimentar el motor de la bomba de 250 kW.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 4[2(1x70)] + TTx70 mm² de sección para alimentar el motor de la otra bomba de 250 kW.
- Multiconductor de cobre tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 4[2(1x120)] + TTx120 mm² de sección para alimentar los motores de las bombas de 500 kW.

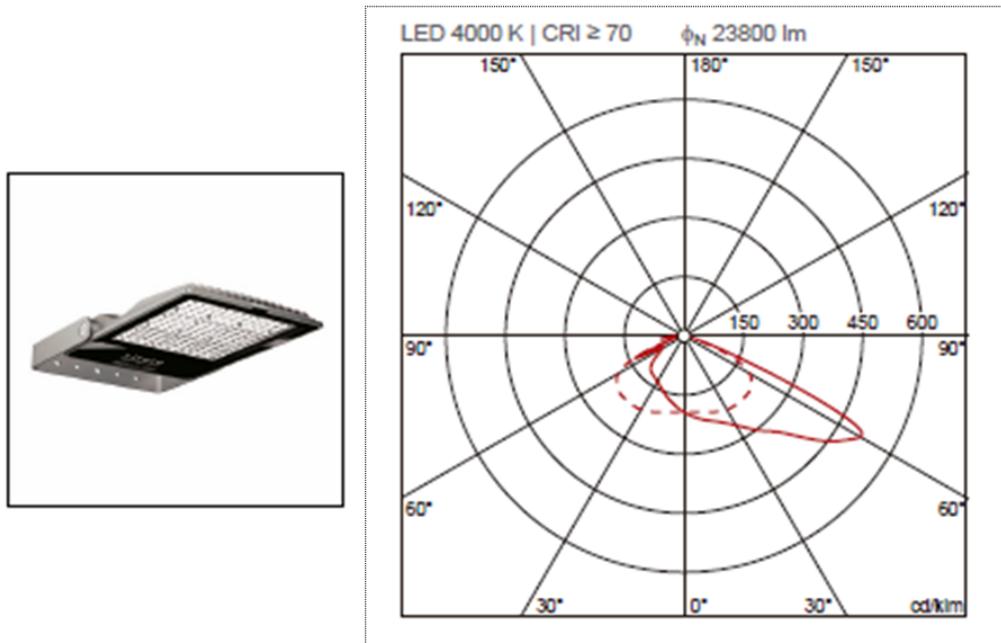
En todos los conductores mencionados anteriormente se instalará terminal de conexión adecuado a la sección del conductor, no se permitirán conexiones sin terminal.

4.10 LUMINARIAS

Se prevé la instalación de luminarias tipo LED para todas las dependencias, dependiendo su tipo de la zona a iluminar.

En el **exterior de la nave** se prevé la instalación de 16 proyectores de 50W, 5000 lm a lo largo de todo el perímetro exterior.

En la **zona de las bombas** se prevé la instalación de 22 LED de 150W, 21500 lm.



Para la **zona de servicios (sala de cuadros, dependencias auxiliares)** se prevé la instalación de 11 pantallas paneles LED 60x60 de 36W, 4000 lm.

En el baño de la zona de servicios se instalará un punto de iluminación downlight de 23W, 2300 lm

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC

N° de artículo

P 36.0 W

ΦLámpara 4000 lm

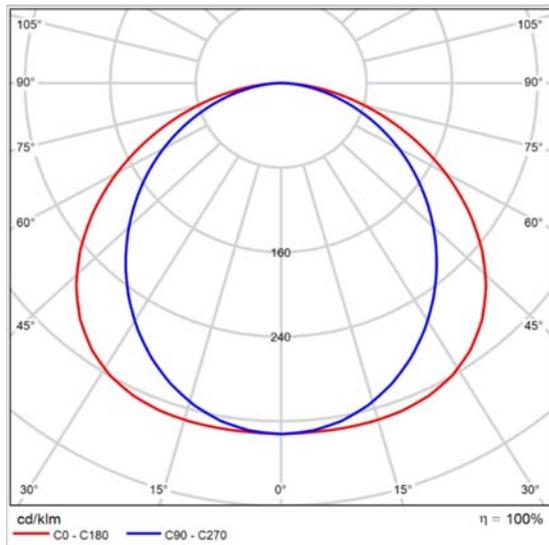


Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.9	19.3	18.2	19.5	19.7	16.3	17.6	16.6	17.9	18.1
	3H	19.5	20.8	19.9	21.0	21.3	17.7	18.9	18.0	19.2	19.5
	4H	20.2	21.4	20.5	21.7	21.9	18.3	19.4	18.6	19.7	20.0
	6H	20.7	21.8	21.0	22.1	22.4	18.7	19.8	19.0	20.1	20.4
	8H	20.8	21.9	21.2	22.2	22.5	18.8	19.9	19.2	20.2	20.5
4H	12H	20.9	22.0	21.3	22.3	22.6	18.9	19.9	19.3	20.2	20.6
	2H	18.4	19.6	18.7	19.9	20.1	17.1	18.3	17.5	18.6	18.9
	3H	20.2	21.2	20.6	21.6	21.9	18.7	19.7	19.1	20.1	20.4
	4H	21.0	21.9	21.4	22.3	22.7	19.4	20.3	19.8	20.7	21.0
	6H	21.7	22.5	22.1	22.9	23.3	19.9	20.7	20.4	21.1	21.5
8H	8H	21.9	22.6	22.3	23.0	23.5	20.1	20.9	20.6	21.3	21.7
	12H	22.1	22.7	22.5	23.2	23.6	20.2	20.9	20.7	21.3	21.8
	4H	21.3	22.0	21.7	22.4	22.8	19.8	20.6	20.2	20.9	21.4
	6H	22.0	22.6	22.5	23.1	23.5	20.5	21.1	20.9	21.5	22.0
	8H	22.3	22.9	22.8	23.3	23.8	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2
12H	12H	22.6	23.1	23.1	23.5	24.0	20.9	21.4	21.4	21.9	22.4
	4H	21.3	21.9	21.7	22.3	22.8	19.9	20.5	20.3	20.9	21.4
	6H	22.1	22.6	22.6	23.1	23.5	20.6	21.1	21.1	21.6	22.0
	8H	22.4	22.9	22.9	23.4	23.9	20.9	21.3	21.4	21.8	22.3
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.8				
Tabla estándar		BK06					BK06				
Sumando de corrección		5.2					3.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3400lm Flujo luminoso total											

4.11 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Según R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. En el artículo 8 Iluminación establece, que la iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud. Y en aquellos lugares en que la ausencia de iluminación puede provocar riesgos para la salud de los trabajadores se dispondrá de un alumbrado de evacuación. En esta instalación no se considera que por ausencia del alumbrado se puedan provocar riesgos para la salud de los trabajadores, ya que por ser una instalación que en condiciones normales funcionará de forma automática, no contará con la presencia de personas en su interior.

Se dispondrá, aunque no se esté obligado a ello, un alumbrado de evacuación; es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia de 1 lux.

Se instalarán 12 puntos de alumbrado de 150 lm y una hora de autonomía, de los cuales, 7 puntos irán en la zona de servicios, situados en cada una de las puertas de salida, 1 en la puerta general de acceso y 2 en cada uno de los alzados longitudinales de la nave.

Se instalará en el medio de la zona de bombas 3 puntos de alumbrado de evacuación de 2700 Lm cada uno con equipo de 1 hora de autonomía, según se indica en el plano correspondiente.

4.12 VARIADORES

Se prevé la instalación de cuatro bombas con caudal variable, dos de 250kW y dos de 500 kW, variando las revoluciones del motor, por lo que se hace necesario la instalación de cuatro variadores de frecuencia, dos de 250 kW y dos de 500 kW respectivamente. Los motores que mueven estas bombas deberán estar preparados para trabajar con variador a una frecuencia mínima de 5 Hz y máxima de 50 Hz. Los variadores serán de la casa Power Electronics, o similar.

Estos variadores se instalarán en la sala de cuadros eléctricos, sobre un zócalo para elevarlos y conseguir así que el display de configuración sea más accesible.

Se comunicarán con los PLC's mediante el bus de comunicaciones Ethernet.

4.13 MAQUINAS ROTATIVAS

Las especificaciones de este anejo llegan hasta la alimentación-instalación de los motores, y sus maniobras.

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20.460 y las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados, por tanto, cumplirán todo lo indicado en el apartado Prescripciones Específicas Adoptadas según riesgo de las distintas dependencias.

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

Para el caso de un sólo motor:

- Los conductores de conexión que alimentan a un sólo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

Para el caso de varios motores:

- Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a

plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460-4-45. Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque, y puede proteger a más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- Los motores a proteger estén instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kilovatios.
- Los motores a proteger estén instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arranque, es obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

Los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectúa por intermedio de un cable movable, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los cables en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los cables o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán una longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo

impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos a ésta después de que la hayan soportado los conductores de alimentación.

La compensación del factor de potencia se hará de la forma siguiente:

- Por cada receptor que funcione simultáneamente y se conecte por medio de un sólo interruptor. En este caso el interruptor debe cortar la alimentación simultáneamente al receptor o grupo de receptores y al condensador.

Las características de los condensadores y su instalación deberán ser conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 60831-1 y UNE-EN 60831-2.

4.14 EQUIPOS DE CORRECCIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Se instalarán varios condensadores junto con reactancia de filtrado de armónicos para compensación del transformador.

Para la compensación del transformador en función del factor de carga de la instalación se instalarán un total de **siete baterías de condensadores** (2 de 60 KVAR y 5 de 120 KVAR a 790 V) con la siguiente configuración:

- El control de entrada de las baterías de condensadores se realizará por el fabricante de los mismos según la demanda de energía reactiva instantánea de la instalación, entrando primero los de 60 KVAR y después los de 120 KVAR.

El conjunto de condensadores y reactancias se alojará en un cuadro de protección dentro de la misma sala donde se alojarán el resto de los cuadros.

Los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades.

Acompañado de cada condensador se instalará una reactancia para impedir la resonancia entre la impedancia inductiva que resulta de la línea y del transformador de alimentación y los condensadores para compensación del factor de potencia y evitar la sobrecarga de armónicos en la línea y en los propios condensadores. Estas reactancias se especifican por el llamado factor de sobretensión p%, que da la relación entre la tensión de la reactancia y la del condensador y fija la frecuencia de resonancia del conjunto. El factor de sobretensión elegido es $p = 7\%$, con una frecuencia de resonancia de 189 Hz para redes de 50 Hz. Este es el valor más frecuente para redes con cargas trifásicas equilibradas, como es esta instalación, donde se requiere evitar la resonancia para los

armónicos 5º, 7º y superiores. Las reactancias para los condensadores serán de la potencia adecuada al condensador.

4.15 TOMAS DE CORRIENTE

Se prevé la instalación de tomas de corriente en el interior de la nave de la estación de bombeo. En la zona de bombas se instalarán tres centrales de tomas de corriente con las siguientes características:

- La caja será cerrada, con una ventana transparente para cubrir el aparellaje y proporcionar un grado de protección IP 44 mínimo.
- En el interior de la central se dispondrá el aparellaje, accesible desde el exterior, compuesto por un interruptor automático de IV polos 32 A, 6 kA, curva C y de un interruptor automático de IV polos 16 A, 6 kA, curva C.

En el exterior de la central se dispondrán las siguientes tomas de corriente:

- 1 Toma de 16 A IV+PE con un grado de protección mínimo IP-44
- 1 Toma de 32 A III+PE con un grado de protección mínimo IP-44
- 1 Toma de 16 A II+PE con un grado de protección mínimo IP-44

En la sala de cuadros se instalarán, en montaje superficial, dos tomas de corriente de 16 A II+PE con un grado de protección mínimo IP-44.

En sala de contro se instalarán, en montaje superficial, dos tomas de corriente de 16 A II+PE con un grado de protección mínimo IP-44.

En la sala de cuadros, en la mesa del scada, se instalarán en montaje superficial bajo canal prefabricada cinco tomas de corriente.

4.16 CAUDALÍMETROS

Para conocer el caudal bombeado total, parcial e instantáneo se instalará un caudalímetro electromagnético en la salida de cada bomba y otro en el colector de impulsión general, sirviendo también para calcular el rendimiento de las bombas y de la instalación.

Los caudalímetros envían el caudal instantáneo al autómata por una salida analógica de 4-20mA y los pulsos del totalizador de volumen por una salida digital.

De forma redundante, enviarán tanto caudal como volumen totalizado por PROFIBUS al autómata.

4.17 TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

Se utilizarán transductores de presión, para conocer la presión tanto en el colector de impulsión como en el de aspiración.

En el colector de aspiración se instalarán dos transductores de presión con rango 0 a 2,5 bar y salidas 4-20 mA, uno de ellos cableado directamente al PLC y el otro cableado al multiplicador de señal para enviar una señal al plc y otra al visualizador del cuadro.

En el colector de impulsión se instalarán dos transductores de presión con rango 0 a 10 bar y salidas 4-20 mA, uno de ellos cableado directamente al PLC y el otro cableado al multiplicador de señal para enviar una señal al plc y otra al visualizador del cuadro.

4.18 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.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

El electrodo de puesta a tierra se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior a 20 Ω .

Se establecerá una **red de tierra perimetral en la instalación**, con conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección unido mediante soldaduras aluminotérmicas a picas de Cu de 2 m de longitud y \varnothing 18 mm y a las partes metálicas de la estructura, de tal forma que se consiga una resistencia de puesta a tierra igual o inferior a 20 Ω , consiguiendo unos valores de tensión de contacto inferiores a los indicados anteriormente.

5 CONTROL DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN

La instalación a automatizar, como ya se ha comentado, tiene 4 bombas con variador de frecuencias, dos de 250 kW y dos de 500 kW, y tres bombas fijas de 500 kW.

La instalación en conjunto podrá funcionar en modo automático seleccionable mediante un conmutador de llave de dos posiciones (automático - 0), presente en el cuadro de control:

- Automático, gobernada por un autómatas, será el modo de funcionamiento normal.
- 0, la instalación solamente funcionará en manual.

Cada bomba debe de poder funcionar de dos modos, seleccionables mediante un conmutador de llave presente en el cuadro de control:

- Automático: la instalación la gobierna un autómata, este será el encargado de dar la orden de marcha a los variadores y a los arrancadores mediante una entrada digital de éstos. Por defecto la consigna de frecuencia de funcionamiento de los variadores se la pasará de dos modos diferentes, a través de Ethernet, y a través de una salida analógica del autómata que será una entrada analógica del variador.
- Manual: la instalación se gobierna a voluntad del usuario, éste podrá arrancar una bomba fija o variable indistintamente, siempre y cuando las protecciones lo permitan. En los variadores se dará la orden de marcha a través de una entrada digital y mediante otra entrada se le indicará que debe de funcionar a una frecuencia seleccionable mediante un potenciómetro presente en el cuadro de control.

Se habilitarán tanto en los variadores como en los arrancadores dos salidas a relé, una para indicar mediante una lámpara cuando el variador o arrancador está funcionando y la otra para indicar cuando está en fallo.

En los arrancadores se hará la función de by-pass internamente en el propio arrancador.

La instalación va a disponer de un Scada, comunicado en red Ethernet con el autómata, en el que se visualizarán las siguientes variables de los arrancadores y variadores:

- Potencia Consumida
- Nº de Horas trabajadas en Total
- Estado
- Tensión
- Régimen (Solo en los Variadores)

Además del arranque y regulación de las bombas, habrá que automatizar o controlar también otros elementos de la instalación que dependen de las bombas como las válvulas de los colectores de aspiración e impulsión, las válvulas de impulsión de cada bomba, el centro de transformación, el cuadro general, el cuadro de servicios auxiliares, la obra de toma y el contador.

Las válvulas de los colectores de impulsión y by-pass, éstas dispondrán cada una de ellas en el cuadro de servicios auxiliares un selector de tres posiciones (manual-0-automático) con llave y un selector de dos posiciones para seleccionar en manual la maniobra de apertura o cierre de las válvulas:

- en automático, la posición de las válvulas la controlará el autómata, de tal forma que siempre estén abiertas.
- en 0, las válvulas permanecerán en la última posición, independientemente de la posición que tome el selector de control de la instalación (automático-0).
- en manual, mediante el selector de apertura cierre, se podrá abrir o cerrar la válvula.

Las válvulas de impulsión de cada bomba:

- en automático, la posición de las válvulas la controlará el autómatas, de tal forma que se abran al arrancar la bomba correspondiente a la válvula y se cierren durante la parada de la bomba si es un variador o antes de parar la bomba en los arrancadores, para evitar golpes de ariete.
- en 0, las válvulas permanecerán en la última posición, independientemente de la posición que tome el selector de control de la instalación (automático-0).
- en manual, mediante el selector de apertura cierre, se podrá abrir o cerrar la válvula.

Las válvulas de aspiración de cada bomba, estas válvulas deberán permanecer abiertas e impedir el funcionamiento de la bomba en el caso de estar cerradas, por lo que solamente será necesario señalar el estado de las mismas.

Se dispondrán entradas digitales para monitorizar el estado tanto de las válvulas de impulsión como el de las de aspiración. (abierto / cerrado), para aquellas que sean motorizadas también se dispondrá una entrada digital para la señalización de fallo.

Se dispondrán entradas digitales para monitorizar el estado de las protecciones del centro de transformación, como son el estado de los interruptores automáticos, relés de protección, relé de neutro, sobretensión, así como del estado de la fuente de alimentación.

Del cuadro general se conocerá la posición del interruptor automático general, y a través del mismo se obtendrán datos de la instalación como potencia consumida, factor de potencia de la instalación, tensión, intensidad. En caso de que el factor de potencia de la instalación sea reducido y esté funcionando alguna bomba fija puede ser que el condensador fijo para compensar el factor de potencia esté estropeado, por lo que en caso de que se produzca esta circunstancia se indicará mediante una alarma en el scada. Los interruptores automáticos dispondrán de contactos de señalización de su posición, estos estarán cableados a un contacto del arrancador, este indicará un fallo externo en caso de estar el interruptor abierto.

Del cuadro de servicios auxiliares se conocerá el estado de aquellas protecciones importantes para el normal funcionamiento de la instalación, según se indicó en la descripción del mismo.

Del cuadro de control se dispondrá información de la fuente de alimentación que carga las baterías, así como del estado de cada interruptor automático de alimentación a las fuentes respectivas.

De la obra de toma podremos controlar las válvulas de salida de la balsa, las rejillas de desbaste y su cinta de recogida, los filtros con sus bombas de limpieza, y las válvulas de limpieza de los filtros.

Contador, el contador dispondrá de seis salidas, indicando cada una de ellas el tipo de discriminación horaria (periodos), un pulso por cada kW/h consumidos y un pulso por cada kVAr/h

consumido. Se implementará un contador de pulsos en el automático de tal forma que se pueda obtener en cualquier momento la energía consumida por la instalación.

5.2 RELACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS PARA EL CONTROL DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se muestra el listado de todas las variables, entradas y salidas del automático:

	Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA
	1	Señales OCR	5			
CPCT	2	Analizador de redes	2			
	3	Estado celda Línea General	1			
	4	Estado celda Interruptor General	1			
	5	Estado celda Medida General	1			
	6	Estado celda Interruptor General XVII	1			
	7	Estado celda Interruptor General XX	1			
	8	Estado celda línea XVII	1			
	9	Estado celda Medida XVII	1			
	10	Estado celda Trafo 1	1			
	11	Estado celda Trafo 2	1			
	12	Alarma Tª	1			
	13	Disparo Tª	1			
	14	Defecto en sondas	1			
	15	Disparo fuga a tierra trafo 1	1			
	16	Disparo fuga a tierra trafo 2	1			
	17	Selector ventilador en auto	1			
	18	Confirmación marcha ventilador	1	1		
	19	Fallo ventilador	1			
	20	Tª sala trafo			1	
	21	Tª sala cuadros			1	
	22	Disparo celda trafo 1		1		
	23	Disparo celda trafo 2		1		
	24	Fallo/reset fusible electrónico	1	1		
	25	Fallo/reset fuente de alimentación	1	1		
		TOTAL ET200 CPCT		26	5	2
	RESERVA		6	11	2	0
	TOTAL + RESERVA		32	16	4	0

	Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA
	Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA
CG	1	Estado int general	1			
	2	Descargador fino Izqda	1			
	3	Descargador fino Dcha	1			
	4	Int Aut bomba 1	1			
	5	Int Aut bomba 2	1			
	6	Int Aut bomba 3	1			
	7	Int Aut bomba 4	1			
	8	Int Aut bomba 5	1			
	9	Int Aut bomba 6	1			
	13	Compensación reactiva trafo, 1	1	1		
	14	Compensación reactiva trafo, 2	1	1		
	15	Compensación reactiva trafo, 3	1	1		
	13	Compensación reactiva trafo, 4	1	1		
	14	Compensación reactiva trafo, 5	1	1		
	15	Compensación reactiva trafo, 6	1	1		
	16	Compensación reactiva trafo, 7	1	1		
	17	Compensación reactiva trafo, 8	1	1		
	18	Fallo/reset fusible electrónico	1	1		
	19	Fallo/reset fuente de alimentación	1	1		
CSA	1	Int general	1			
	2	Descargador basto	1			
	3	Analizador de redes	2			
	4	Diferencial válvulas generales	1			
	5	Diferencial válvulas hasta B2	1			
	6	Diferencial válvulas hasta B4	1			
	7	Diferencial válvulas hasta B6	1			
	8	Diferencial válvulas hasta By-pass	1			
	9	Alimentación Obra de toma	1			
	10	Alimentación CPCT	1			
	11	MQ A/A	2	2		
	12	Alimentación cuadro Scada	2			
	13	Alimentación mando cuadro protección de bombas	2			
	14	Alimentación resistencias de caldeo	3	1		
	15	Alimentación caudalímetros	1	1	1	

		Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA
		16	Climatización cuadro protección de bombas	1			
		17	Climatización cuadro de reactiva	2			
		18	Mando CSA	1			
	VAL. ASP. GEN.	19	Selector en automático	1			
		20	Abierta	1	1		
		21	Cerrada	1	1		
		22	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		23	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. IMP. GEN.	24	Selector en automatico	1			
		25	Abierta	1	1		
		26	Cerrada	1	1		
		27	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		28	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. IMP. B1	29	Selector en automatico	1			
		30	Abierta	1	1		
		31	Cerrada	1			
		32	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		33	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. IMP. B2	34	Selector en automatico	1			
		35	Abierta	1	1		
		36	Cerrada	1			
		37	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		38	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. IMP. B3	39	Selector en automatico	1			
		40	Abierta	1	1		
		41	Cerrada	1			
		42	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		43	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. IMP. B4	44	Selector en automatico	1			
		45	Abierta	1	1		
		46	Cerrada	1			
		47	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		48	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. IMP. B5	49	Selector en automático	1			
		50	Abierta	1	1		
		51	Cerrada	1			
		52	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			

		Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA	
	VAL. IMP. B6	53	Confirmación apertura-cierre	1				
		54	Selector en automático	1				
		55	Abierta	1	1			
		56	Cerrada	1	1			
		57	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2				
		58	Confirmación apertura-cierre	1				
	VAL. B-P. IMP.	59	Selector en automático	1				
		60	Abierta	1	1			
		61	Cerrada	1	1			
		62	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2				
		63	Confirmación apertura-cierre	1				
	VAL. B-P. ASP.	64	Selector en automático	1				
		65	Abierta	1	1			
		66	Cerrada	1	1			
		67	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2				
		68	Confirmación apertura-cierre	1				
			69	Estado descargadores finos	3			
	CC		1	Estado protecciones generales	1			
			2	Estado descargador fino	1			
3			Presencia de tensión fuente 1/reset	1	1			
4			Presencia de tensión fuente 2/reset	1	1			
5			Módulo de redundancia	1				
6			Fallo/reset fusible electrónico	1	1			
7			Seta de emergencia	1				
B1 VAR		8	Selector en auto	1				
		9	Velocidad actual/consigna			1	1	
		10	Confirmación de marcha/Marcha	1	1			
		11	Fallo	1				
		12	Estado válvula de aspiración	1				
B2 VAR		13	Selector en auto	1				
		14	Velocidad actual/consigna			1	1	
		15	Confirmación de marcha/Marcha	1	1			
		16	Fallo	1				
		17	Estado válvula de aspiración	1				
B3 VAR		18	Selector en auto	1				
		19	Velocidad actual/consigna			1	1	
		20	Confirmación de marcha/Marcha	1	1			

		Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA	
		21	Fallo	1				
		22	Estado válvula de aspiración	1				
	B4 VAR	23	Selector en auto	1				
		24	Velocidad actual/consigna			1	1	
		25	Confirmación de marcha/Marcha	1	1			
		26	Fallo	1				
		27	Estado válvula de aspiración	1				
	B5 ARR	28	Selector en auto	1				
		29	Confirmación de marcha/Marcha	1	1			
		30	Fallo	1				
		31	Estado válvula de aspiración	1				
	B6 ARR	32	Selector en auto	1				
		33	Confirmación de marcha/Marcha	1	1			
		34	Fallo	1				
		35	Estado válvula de aspiración	1				
			36	Caudalímetro general	1		1	
			37	Transductor impulsión	1		2	
			38	Transductor aspiración	1		2	
		TOTAL 1500		172	43	10	4	
		RESERVA		20	21	6	4	
		TOTAL + RESERVA		192	64	16	8	

		Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA
CUADRO OBRA DE TOMA	VAL. ASP. F 1	1	Selector en automático	1			
		2	Abierta	1	1		
		3	Cerrada	1	1		
		4	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		5	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. IMP. F 1	6	Selector en automático	1			
		7	Abierta	1	1		
		8	Cerrada	1	1		
		9	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		10	Confirmación apertura-cierre	1			
	VAL. ASP. F 2	11	Selector en automático	1			
		12	Abierta	1	1		
		13	Cerrada	1	1		
		14	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			

		Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA
	VAL. IMP. F 2	15	Confirmación apertura-cierre	1			
		16	Selector en automático	1			
		17	Abierta	1	1		
		18	Cerrada	1	1		
		19	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		20	Confirmación apertura-cierre	1			
	COMP- BY-PASS 1	21	Selector en automático	1			
		22	Abierta	1	1		
		23	Cerrada	1	1		
		24	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		25	Confirmación apertura-cierre	1			
	COMP- BY-PASS 2	26	Selector en automático	1			
		27	Abierta	1	1		
		28	Cerrada	1	1		
		29	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	2			
		30	Confirmación apertura-cierre	1			
	REJA 1	31	Selector en automático	1			
		32	Marcha		1		
		33	Fallo	1			
		34	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	1			
		35	Confirmación de marcha	1			
		36	Inversión de giro	1	1		
	REJA 2	37	Selector en automático	1			
		38	Marcha		1		
		39	Fallo	1			
		40	Fallo (por limitador de par o sobreintensidad)	1			
		41	Confirmación de marcha	1			
		42	Inversión de giro	1	1		
	CINTA	43	Selector en automatico	1			
		44	Marcha		1		
		45	Fallo	1			
		46	Confirmación de marcha	1			
	FILTRO 1	47	Selector en automático	1			
		48	Marcha		1		
		49	Fallo filtro	1			
		50	Fallo bomba	1			
		51	Confirmación de marcha	1			

		Nº	SEÑAL	ED	SD	EA	SA
	FILTRO 2	52	Selector en automático	1			
		53	Marcha		1		
		54	Fallo filtro	1			
		55	Fallo bomba	1			
		56	Confirmación de marcha	1			
	FILTRO 3	57	Selector en automático	1			
		58	Marcha		1		
		59	Fallo filtro	1			
		60	Fallo bomba	1			
		61	Confirmación de marcha	1			
		62	Fallo/reset fusible electrónico	1	1		
		63	Fallo/reset fuente de alimentación	1	1		
		64	Estado protecciones alimentación fte	1			
		65	Estado protecciones mando	1			
		66	Sonda de nivel en balsa			1	
		67	Sonda de nivel aguas arriba rejas			1	
		68	Sonda nivel aguas arriba filtros			1	
		69	Sonda nivel aguas abajo filtros			1	
	70	Temperatura exterior			1		
			TOTAL ET200 COBRA DE TOMA		65	22	5
		RESERVA		15	10	3	0
		TOTAL + RESERVA		80	32	8	

5.3 BUS DE CAMPO

Se dispondrá de tres redes ethernet.

- La primera discurrirá por las canalizaciones de control. En dicha red tenemos los autómatas, los variadores (mediante pasarela), los arrancadores (mediante pasarela), los medidores de vibraciones, los analizadores de redes, un switch gestionable, el equipo de envío de sms, el OCR, así como todas las estaciones de periferia descentralizada disponibles. Se realizará un anillo MRP para redundancia de comunicación entre la CPU principal de la instalación, la estación de periferia de lectura de temperaturas, el analizador de redes del cuadro de servicios auxiliares, los dispositivos de medición de vibraciones, el switch del cuadro general, el switch del

cuadro de protección del transformador, la estación de periferia del cuadro de protección del centro de transformación, el cuadro de la obra de toma hasta retornar al switch principal de la estación de bombeo, el cual será el maestro del anillo. El resto de elementos citados estarán en dicho anillo, pero sin ser gestores.

- La segunda para la comunicación entre el scada y el autómata.
- La tercera comprende las cámaras de videovigilancia y el videograbador.

El cable de red a utilizar será un FTP categoría 6. Para la interconexión de dispositivos se utilizarán latiguillos de conexión con conectores RJ45 termosellados, o cable con conector crimpado manualmente en función de la longitud del cable necesaria.

5.4 SCADA

Se dispondrá de un Scada para la supervisión de la instalación tipo WinCC, WinCC es un sistema HMI eficiente para la entrada bajo Windows 10 64bits. El control sobre el proceso en sí lo tiene el autómata programable. Es decir, por un lado, hay una comunicación entre WinCC y el operador, y por otro lado entre WinCC y el autómata programable.

Con WinCC se visualiza el proceso y se programa la interfaz gráfica de usuario para el operador.

- WinCC permitirá que el operador observe el proceso, para lo cual el proceso será visualizado gráficamente en la pantalla. En cuanto cambie un estado en el proceso se actualizará la visualización.
- WinCC permitirá que el operador maneje el proceso; así, desde la interfaz gráfica de usuario él podrá predeterminar un valor de consigna, abrir una válvula, etc.
- Cuando se presente algún estado crítico en el proceso se activará automáticamente una alarma; si se rebasa un valor límite predeterminado, por ejemplo, aparecerá un aviso en la pantalla.
- Los avisos y los valores de proceso se podrán imprimir y archivar en formato electrónico. El usuario documentará así la evolución del proceso y podrá acceder posteriormente a los datos de producción del pasado.

Se instalará un Scada modelo WinCC V7.5 con 8192 tags con las siguientes pantallas:

- Pantalla de la planta general
- Pantalla del centro de transformación
- Pantalla para cada bomba visualizando:
 - Caudal

- Nº de horas de funcionamiento parciales y totales
- Intensidad, tensión, potencia, frecuencia
- Vibraciones
- Temperaturas
- Pantallas de alarmas

El scada se instalará en dos ordenadores de las siguientes características mínimas:

CARACTERISTICAS PC SOBREMESA

- Cooler master n200 matx sin fuente
- Unyka fuente atx300w 85% eficiencia
- Cooler master kit ref.liquida nepton120x
- Placa b. Asus prime b250m-a s1151 4xddr4
- Procesador intel i7-10700 s1151 4.5ghz
- Memoria ddr4 16gb 2400 kingston
- Hd ssd kingston 1 tB a400
- Hd 1000gb seagate 3.5" s-ata st1000dm010
- Regradora dvd negra lg gh24nsc0 s-ata
- Tarjeta graf. Gt710 4 gb pci-e ddr5
- Monitor TFT de 27" panorámico
- 3 tarjetas de red
- Software Windows 10
 - Microsoft office
 - WinCC RT Advanced V7.5 8192 PT

6 VIDEOVIGILANCIA

Con el fin de poder observar de forma remota el estado de la instalación se ha proyectado la instalación de un sistema de videovigilancia.

Se proyecta la instalación de un total de siete cámaras digitales en la estación de bombeo. En la zona de bombas se instalará una cámara motorizada y una fija con un grado de protección adecuado según lo descrito en las mediciones. Para el exterior de la estación se ha proyectado la instalación de

tres cámaras fijas. Para el interior de la sala de cuadros una cámara motorizada. Para la obra de toma, una cámara motorizada con un grado de protección adecuado según lo descrito en las mediciones

Todas las cámaras instaladas en la estación serán conectadas a una red Ethernet en la cual también estará conectado un videograbador situado en el puesto de videovigilancia y se podrá visualizar de forma remota la instalación.

El acceso a la visualización de las cámaras de videovigilancia podrá realizarse de dos modos:

Puesto de videovigilancia de la estación de bombeo

- Desde este puesto se podrán visualizar en tiempo real y revisar las grabaciones de las cámaras instaladas en la estación, así como modificar la posición de visualización de las cámaras motorizadas.

Acceso directo en el Scada

- Desde un acceso directo instalado en el Scada de la instalación, se deberá poder acceder a la visualización en tiempo real de cualquiera de las cámaras instaladas. También se deberá poder modificar la posición de visualización de las cámaras moto.

7 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

7.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA PARA LOS CÁLCULOS

Tema	Dato
Tensión Nominal del Cuadro General	690V
Tensión Nominal del Cuadro de Servicios Auxiliares	400 V
Caída de Tensión Admisible para Alumbrado	4 %
Caída de Tensión Admisible para Otros Usos	6,5 %
Iluminancia Alumbrado Exterior	15 lux
Iluminancia Alumbrado Normal Zona Bombas	150 lux
Iluminancia Alumbrado Excepcional Zona Bombas	190 lux
Iluminancia Sala de Cuadros	500 lux
Iluminancia Oficinas	500 lux
Régimen de Neutro	TT
Cos ϕ supuesto en Bombas con Variador	1
Cos ϕ supuesto en Bombas con Arrancador	1
Cos ϕ supuesto en Alumbrado	1
Cos ϕ supuesto en Resto de Dispositivos	0,9

7.2 DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES

La determinación de la sección del cable se realiza en base a dos consideraciones, utilizando siempre la que resulte más desfavorable:

- a. Por densidad de corriente.
- b. Por caída de tensión máxima admisible.

Para calcular la caída de tensión, en % se han considerado las siguientes fórmulas:

$$\Delta V(\%) = \frac{L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V^2} \quad (\text{Para líneas trifásicas})$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V^2} \quad (\text{Para líneas monofásicas})$$

Donde:

- ΔV (%) = Caída de tensión entre fases, en %.
- L = Longitud de la línea en m.
- P = Potencia en W.
- θ = Conductividad del conductor.
- S = Sección del conductor.
- V = Tensión entre fases para circuitos trifásicos y entre fase y neutro para monofásicos.

Para calcular la caída de tensión, en voltios se han considerado las siguientes fórmulas:

$$\Delta V = \frac{L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V} \quad (\text{para líneas trifásicas})$$

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V} \quad (\text{para líneas monofásicas})$$

Donde:

- ΔV = Caída de tensión entre fases, en %.
- L = Longitud de la línea en m.
- P = Potencia en W.
- θ = Conductividad del conductor.
- S = Sección del conductor.

V = Tensión entre fases para circuitos trifásicos y entre fase y neutro para monofásicos.

La intensidad de un receptor trifásico viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

P = Potencia del receptor, en W.

V = Tensión entre fases, en V.

I = Intensidad, en A.

La intensidad de un receptor monofásico viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

P = Potencia del receptor, en W.

V = Tensión de alimentación, en V.

I = Intensidad en A.

A continuación, se muestran una tabla en la que se indica el nombre de la línea, la potencia del receptor que alimenta, la sección de la línea, la caída de tensión y la intensidad máxima admisible por el conductor junto con la intensidad máxima calculada según el reglamento y derivado del cociente de ambos el factor de sobredimensionamiento que es superior a la unidad. En esta tabla se indica la caída de tensión total, desde bornes del secundario del transformador hasta el receptor final.

TRANSFORMADOR 3700 KVA (BOMBAS)

Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Caída de tensión:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 3%: para circuitos de alumbrado
 - 5%: para el resto de circuitos

Caída de tensión acumulada:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 4.5%: para circuitos de alumbrado

- 6,5%: para el resto de circuitos

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Línea de conexión

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Canalización prefabricada	3F+N	3000.00	0.98	20.00	Canalización 4000A	3000.00	2668.17	0.11	-

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Canalización prefabricada	Instalación subterránea (cables en galerías) Temperatura: 40.00 °C	1.00	-	-	0.96

Canalización prefabricada

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Bomba 1 250 KW	3F+N	250.00	0.85	28.00	RZ1-K (AS) 5[2(1x70)]	443.86	307.62	0.28	0.39
Bomba 2 250 KW	3F+N	250.00	0.85	31.50	RZ1-K (AS) 4[2(1x70)] + TTx70	443.86	307.62	0.32	0.42
Bomba 3 500 KW	3F+N	500.00	0.85	35.00	RZ1-K (AS) 4[2(1x120)] + TTx120	634.32	615.25	0.44	0.55
Bomba 4 500 KW	3F+N	500.00	0.85	38.50	RZ1-K (AS) 4[2(1x120)] + TTx120	634.32	615.25	0.49	0.59
Bomba 5 500 KW	3F+N	500.00	0.85	42.00	RZ1-K (AS) 4[2(1x120)] + TTx120	634.32	615.25	0.53	0.64
Bomba 6 500 KW	3F+N	500.00	0.85	45.50	RZ1-K (AS) 4[2(1x120)] + TTx120	634.32	615.25	0.58	0.68
Bomba 7 500 KW	3F+N	500.00	0.85	49.00	RZ1-K (AS) 4[2(1x120)] + TTx120	634.32	615.25	0.62	0.73

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Bomba 1 250 KW	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 100 x 70 mm	0.91	-	-	0.91
Bomba 2 250 KW	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 100 x 50 mm	0.91	-	-	0.91
Bomba 3 500 KW	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 150 x 60 mm	0.91	-	-	0.91
Bomba 4 500 KW	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 150 x 60 mm	0.91	-	-	0.91
Bomba 5 500 KW	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 150 x 60 mm	0.91	-	-	0.91
Bomba 6 500 KW	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 150 x 60 mm	0.91	-	-	0.91
Bomba 7 500 KW	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 150 x 60 mm	0.91	-	-	0.91

Cálculo de los dispositivos de protección

Sobrecarga

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Con:

- I_B Intensidad de diseño del circuito
- I_n Intensidad asignada del dispositivo de protección
- I_z Intensidad permanente admisible del cable
- I_2 Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} > I_{CCm\acute{a}x}$$

$$I_{cs} > I_{CCm\acute{a}x}$$

Con:

$I_{CCm\acute{a}x}$	Máxima intensidad de cortocircuito prevista
I_{cu}	Poder de corte último
I_{cs}	Poder de corte de servicio

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$t_{cc} < t_{cable}$$

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una determinada intensidad de cortocircuito incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la máxima temperatura permisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite puede, como aproximación, calcularse desde la fórmula:

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{cc}} \right)^2$$

Con:

I_{cc}	Intensidad de cortocircuito
t_{cc}	Tiempo de duración del cortocircuito
S_{cable}	Sección del cable
k	Factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material del conductor, y las oportunas temperaturas iniciales y finales. Para aislamientos de conductor de uso corriente, los valores de k para conductores de línea se muestran en la tabla 43A
t_{cable}	Tiempo que tarda el conductor en alcanzar su temperatura límite admisible

Para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección < 0.10 s donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de intensidad k^2S^2 debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar (I^2t) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Con:

I^2t	Energía específica pasante del dispositivo de protección
S	Tiempo de duración del cortocircuito

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Línea de conexión

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Canalización prefabricada	3F+N	3000.00	2668.17	-	4000.00	-	-

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CCmáx CCmín (s)	T _p CCmáx CCmín (s)
Canalización prefabricada	3F+N	-	-	-	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00

Canalización prefabricada

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Bomba 1 250 KW	3F+N	250.00	307.62	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	443.86	580.00	643.60
Bomba 2 250 KW	3F+N	250.00	307.62	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	443.86	580.00	643.60
Bomba 3 500 KW	3F+N	500.00	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	634.32	913.50	919.77
Bomba 4 500 KW	3F+N	500.00	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	634.32	913.50	919.77
Bomba 5 500 KW	3F+N	500.00	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	634.32	913.50	919.77

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Bomba 6 500 KW	3F+N	500.00	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	634.32	913.50	919.77
Bomba 7 500 KW	3F+N	500.00	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	634.32	913.50	919.77

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Bomba 1 250 KW	3F+N	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	15.00	15.00	11.92 4.54	2.82 19.45	<0.10 <0.10
Bomba 2 250 KW	3F+N	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	15.00	15.00	11.92 4.45	2.82 20.28	<0.10 <0.10
Bomba 3 500 KW	3F+N	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.00	15.00	11.92 4.63	8.29 54.85	<0.10 <0.10
Bomba 4 500 KW	3F+N	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.00	15.00	11.92 4.57	8.29 56.46	<0.10 <0.10
Bomba 5 500 KW	3F+N	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.00	15.00	11.92 4.50	8.29 58.10	<0.10 <0.10
Bomba 6 500 KW	3F+N	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.00	15.00	11.92 4.44	8.29 59.77	<0.10 <0.10
Bomba 7 500 KW	3F+N	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.00	15.00	11.92 4.38	8.29 61.47	<0.10 <0.10

Cálculo de los embarrados

A continuación, se relacionan los embarrados de la instalación eléctrica proyectada:

Esquemas	Polaridad	I _B (A)	Número de barras por fase	Dimensiones de la barra (cm)			I _z (A)	Número de soportes por barra	Altura del soporte (cm)	Resistencia mecánica del soporte (daN)
				Espesor	Anchura	Longitud				
Canalización prefabricada	3F+N	2668.17	1	1.5	15.0	25.0	3858.86	2	12.0	1000.00

CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

Resistencia de la puesta a tierra de las masas

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 15.00 Ω .

Resistencia de la puesta a tierra del neutro

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 10.00 Ω .

Protección contra contactos indirectos

Esquema de conexión a tierra TT

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando, en caso de defecto y debido al valor y duración de la tensión de contacto, puede producirse un efecto peligroso sobre las personas o animales domésticos.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexión a tierra TT y las características de los dispositivos de protección.

La intensidad de defecto se puede calcular mediante la expresión:

$$I_d = \frac{U_0}{R_A + R_B}$$

Con:

I_d	Corriente de defecto
U_0	Tensión entre fase y neutro
R_A	Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas
R_B	Resistencia de la toma de tierra del neutro, sea del transformador o de la línea de alimentación

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Bomba 1 250 KW	3F+N	307.62	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	15.93	0.30
Bomba 2 250 KW	3F+N	307.62	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	15.93	0.30
Bomba 3 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.93	0.30
Bomba 4 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.93	0.30
Bomba 5 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.93	0.30

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Bomba 6 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.93	0.30
Bomba 7 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	15.93	0.30

Con:

$I_{\Delta N}$ Corriente diferencial-residual asignada al DDR.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad. Los diferenciales de los variadores serán todos Clase B.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{\text{nodisparo}}$ (A)	I_f (A)
Bomba 1 250 KW	3F+N	307.62	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	0.000	0.000
Bomba 2 250 KW	3F+N	307.62	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 400 A; Im: 2000 A; Icu: 15.00 kA	0.000	0.000
Bomba 3 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	0.000	0.000
Bomba 4 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	0.000	0.000
Bomba 5 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	0.000	0.000
Bomba 6 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	0.000	0.000
Bomba 7 500 KW	3F+N	615.25	Magnetotérmico, Industrial (IEC 60947-2); In: 630 A; Im: 3150 A; Icu: 15.00 kA	0.000	0.000

TRANSFORMADOR AUXILIAR 100 KVA

Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Caída de tensión:

- Circuitos interiores de la instalación:
- 3%: para circuitos de alumbrado.
- 5%: para el resto de circuitos.

Caída de tensión acumulada:

- Circuitos interiores de la instalación:
- 4.5%: para circuitos de alumbrado.

- 6.5%: para el resto de circuitos.

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Línea de conexión

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
	3F+N	30.13	1.00	60.00	RZ1-K (AS) 5(1x70)	160.32	43.49	0.31	-

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 150 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Válvula bomba 1	3F	0.50	1.00	28.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.07	0.38
Válvula bomba 2	3F	0.50	1.00	32.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.08	0.39
Válvula bomba 3	3F	0.50	1.00	36.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.09	0.40
Válvula bomba 4	3F	0.50	1.00	40.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.10	0.41
Válvula bomba 5	3F	0.50	1.00	44.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.11	0.42
Válvula bomba 6	3F	0.50	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.11	0.42
Válvula bomba 7	3F	0.50	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.12	0.43
Válvula DN 400-1	3F	0.50	1.00	32.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.08	0.39
Válvula DN 400-2	3F	0.50	1.00	36.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.09	0.40
Válvula DN 600-1	3F	0.50	1.00	40.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.10	0.41
Válvula DN 600-2	3F	0.50	1.00	44.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.11	0.42
Válvula DN 600-3	3F	0.50	1.00	48.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.12	0.43
Válvula DN 600-4	3F	0.50	1.00	52.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.13	0.44

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Válvula DN 600-5	3F	0.50	1.00	56.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	29.12	0.72	0.14	0.45
Caudalímetro B1	F+N	0.50	1.00	30.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.45	0.75
Caudalímetro B2	F+N	0.50	1.00	34.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.51	0.81
Caudalímetro B3	F+N	0.50	1.00	38.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.56	0.87
Caudalímetro B4	F+N	0.50	1.00	42.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.62	0.93
Caudalímetro B5	F+N	0.50	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.68	0.99
Caudalímetro B6	F+N	0.50	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.74	1.05
Caudalímetro B7	F+N	0.50	1.00	54.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.80	1.11
Caudalímetro DN 1600	F+N	0.50	1.00	70.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	1.04	1.35
Resistencia motor B1	F+N	0.10	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.07	0.38
Resistencia válvula B1	F+N	0.10	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.07	0.38
Resistencia motor B2	F+N	0.10	1.00	29.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.09	0.39
Resistencia válvula B2	F+N	0.10	1.00	29.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.09	0.39
Resistencia motor B3	F+N	0.10	1.00	34.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.10	0.41
Resistencia válvula B3	F+N	0.10	1.00	34.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.10	0.41
Resistencia motor B4	F+N	0.10	1.00	38.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.11	0.42
Resistencia válvula B4	F+N	0.10	1.00	38.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.11	0.42
Resistencia motor B5	F+N	0.10	1.00	42.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.12	0.43
Resistencia válvula B5	F+N	0.10	1.00	42.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.12	0.43
Resistencia motor B6	F+N	0.10	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.14	0.44
Resistencia válvula B6	F+N	0.10	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.14	0.44
Resistencia motor B7	F+N	0.10	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.15	0.46
Resistencia válvula B7	F+N	0.10	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.15	0.46
Resistencia válvula impulsión DN 1600	F+N	0.10	1.00	60.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.18	0.49
Resistencia válvula aspiración DN 1600	F+N	0.10	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	0.43	0.22	0.53
Válvula DN1600	3F	0.50	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 4(1x4)	39.20	0.72	0.12	0.42
Válvula DN1800	3F	0.50	1.00	90.00	RZ1-K (AS) 4(1x4)	39.20	0.72	0.14	0.45
Puente grúa	3F+N	8.00	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 5(1x6)	49.14	11.55	0.83	1.14

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Tomas corriente	3F+N	15.00	1.00	100.00	RZ1-K (AS) 5G6	49.14	21.65	3.20	3.51
Climatización 1 sala cuadros	3F+N	3.50	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G4	38.22	5.05	0.16	0.47
Climatización 2 sala cuadros	3F+N	3.50	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G4	38.22	5.05	0.16	0.47
Climatización sala control	F+N	2.50	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 3G4	44.59	10.83	0.70	1.01
Tomas sala control	F+N	2.50	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	10.83	1.51	1.82
Alimentación módulos control 1	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.07	0.38
Alimentación módulos control 2	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.07	0.38
Alimentación módulos control 3	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.07	0.38
Alimentación módulos control 4	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.07	0.38
Alimentación módulos control 5	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.07	0.38
Alimentación módulos control 6	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.07	0.38
Alimentación módulos control 7	F+N	0.50	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	2.17	0.07	0.38
SAI control	F+N	2.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	32.76	8.66	0.60	0.91
Ventilación sala armarios	F+N	1.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	32.76	4.33	0.30	0.61
Ventilación sala bombas 1	F+N	1.50	1.00	35.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	32.76	6.50	1.57	1.88
Ventilación sala bombas 2	F+N	1.50	1.00	55.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	32.76	6.50	2.47	2.78
Ventilación sala bombas 3	F+N	1.50	1.00	70.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	32.76	6.50	3.14	3.45
Estación metereológica	F+N	0.30	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3G1.5	23.66	1.30	0.37	0.68
Reserva 1	F+N	2.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	32.76	8.66	1.20	1.51
Reserva 2	F+N	2.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	32.76	8.66	1.20	1.51
Termo	F+N	2.20	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	32.76	9.53	1.33	1.63
Puerta automática 1	F+N	0.40	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3(1x6)	50.88	1.73	0.35	0.66
Alumbrado y emergencias nave 1	F+N	1.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	22.75	4.33	2.24	2.55
Alumbrado y emergencias nave 2	F+N	1.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3G10	51.87	4.33	0.56	0.87
Alumbrado y emergencias nave 3	F+N	1.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	22.75	4.33	2.24	2.55
Alumbrado y emergencias sala cuadros	F+N	0.70	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G1.5	23.66	3.03	0.70	1.00
Alumbrado y emergencias sala control	F+N	0.70	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G1.5	23.66	3.03	0.70	1.00
Alumbrado exterior 1	3F+N	2.00	1.00	200.00	RZ1-K (AS) 5G6	42.24	2.89	0.78	1.09

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado exterior 2	3F+N	2.00	1.00	200.00	RZ1-K (AS) 5G6	42.24	2.89	0.78	1.09
Alumbrado exterior nave	3F+N	2.00	1.00	100.00	RZ1-K (AS) 5G6	42.24	2.89	0.39	0.70
Subcuadro filtro	3F+N	5.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G6	42.24	7.22	0.15	0.82
Iluminación toma fondos	F+N	1.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 3G6	50.88	4.33	0.18	0.85
Reserva balsa	3F+N	5.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G6	42.24	7.22	0.15	0.82
Compresor oxigenación	F+N	1.40	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3(1x6)	50.88	6.06	0.41	2.99
Iluminación zona compuertas	F+N	1.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 3G6	50.88	4.33	0.18	2.75
Compuertas	3F+N	7.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) 5G6	42.24	10.10	0.14	2.72

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Válvula bomba 1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula bomba 2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula bomba 3	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula bomba 4	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula bomba 5	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula bomba 6	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula bomba 7	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula DN 400-1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula DN 400-2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula DN 600-1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Válvula DN 600-2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula DN 600-3	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula DN 600-4	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula DN 600-5	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro B1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro B2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro B3	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro B4	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro B5	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro B6	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro B7	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Caudalímetro DN 1600	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia motor B1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula B1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia motor B2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula B2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia motor B3	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula B3	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia motor B4	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Resistencia válvula B4	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia motor B5	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula B5	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia motor B6	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula B6	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia motor B7	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula B7	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula impulsión DN 1600	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Resistencia válvula aspiración DN 1600	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 52 x 13 mm	0.91	-	-	1.00
Válvula DN1600	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 60 x 30 mm	1.00	-	-	0.98
Válvula DN1800	F: Cables unipolares en contacto, al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 60 x 30 mm	1.00	-	-	0.98
Puente grúa	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Tomas corriente	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 40 mm	0.91	-	-	1.00
Climatización 1 sala cuadros	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 25 x 75 mm	0.91	-	-	1.00
Climatización 2 sala cuadros	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 25 x 75 mm	0.91	-	-	1.00
Climatización sala control	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Tomas sala control	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alimentación módulos control 1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Alimentación módulos control 2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alimentación módulos control 3	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alimentación módulos control 4	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alimentación módulos control 5	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alimentación módulos control 6	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alimentación módulos control 7	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
SAI control	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Ventilación sala armarios	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Ventilación sala bombas 1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Ventilación sala bombas 2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Ventilación sala bombas 3	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Estación meteorológica	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Reserva 1	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Reserva 2	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Termo	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Puerta automática 1	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Alumbrado y emergencias nave 1	A2: Cable multipolar, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 32 mm	0.91	-	-	1.00
Alumbrado y emergencias nave 2	A2: Cable multipolar, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 32 mm	0.91	-	-	1.00

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Alumbrado y emergencias nave 3	A2: Cable multipolar, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 32 mm	0.91	-	-	1.00
Alumbrado y emergencias sala cuadros	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alumbrado y emergencias sala control	E: Cable multipolar al aire libre Temperatura: 40.00 °C Canal protector 40 x 30 mm	0.91	-	-	1.00
Alumbrado exterior 1	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Alumbrado exterior 2	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Alumbrado exterior nave	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C	0.96	1.00	1.00	1.00
Subcuadro filtro	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Iluminación toma fondos	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Reserva balsa	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Compresor oxigenación	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Iluminación zona compuertas	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Compuertas	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

7.3 CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Sobrecarga

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Con:

I_B	Intensidad de diseño del circuito
I_n	Intensidad asignada del dispositivo de protección
I_z	Intensidad permanente admisible del cable
I_2	Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} > ICC_{m\acute{a}x}$$

$$I_{cs} > ICC_{m\acute{a}x}$$

Con:

$ICC_{m\acute{a}x}$	Máxima intensidad de cortocircuito prevista
I_{cu}	Poder de corte último
I_{cs}	Poder de corte de servicio

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$t_{cc} < t_{cable}$$

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una determinada intensidad de cortocircuito incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la máxima temperatura permisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite puede, como aproximación, calcularse desde la fórmula:

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{cc}} \right)^2$$

Con:

I_{cc}	Intensidad de cortocircuito
t_{cc}	Tiempo de duración del cortocircuito
S_{cable}	Sección del cable
k	Factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material del conductor, y las oportunas temperaturas iniciales y finales. Para aislamientos de conductor de uso corriente, los valores de k para conductores de línea se muestran en la tabla 43A

t_{cable} Tiempo que tarda el conductor en alcanzar su temperatura límite admisible

Para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección < 0.10 s donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de intensidad k^2S^2 debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar (I^2t) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Con:

I^2t Energía específica pasante del dispositivo de protección
S Tiempo de duración del cortocircuito

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Línea de conexión

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	$1.45 \times I_z$ (A)
	3F+N	30.13	43.49	-	160.32	-	-

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} CCmáx CCmín (s)	T_p CCmáx CCmín (s)
	3F+N	-	-	-	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	$1.45 \times I_z$ (A)
Válvula bomba 1	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula bomba 2	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula bomba 3	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula bomba 4	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Válvula bomba 5	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula bomba 6	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula bomba 7	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula DN 400-1	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula DN 400-2	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula DN 600-1	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula DN 600-2	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula DN 600-3	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula DN 600-4	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Válvula DN 600-5	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	29.12	14.50	42.22
Caudalímetro B1	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Caudalímetro B2	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Caudalímetro B3	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Caudalímetro B4	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Caudalímetro B5	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Caudalímetro B6	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Caudalímetro B7	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Caudalímetro DN 1600	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Resistencia motor B1	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula B1	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia motor B2	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula B2	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia motor B3	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula B3	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia motor B4	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula B4	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia motor B5	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula B5	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia motor B6	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula B6	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia motor B7	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula B7	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula impulsión DN 1600	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Resistencia válvula aspiración DN 1600	F+N	0.10	0.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Válvula DN1600	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	39.20	23.20	56.84
Válvula DN1800	3F	0.50	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	39.20	23.20	56.84

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Puente grúa	3F+N	8.00	11.55	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 10 kA; Curva: C	49.14	36.25	71.25
Tomas corriente	3F+N	15.00	21.65	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 10 kA; Curva: C	49.14	36.25	71.25
Climatización 1 sala cuadros	3F+N	3.50	5.05	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	38.22	14.50	55.42
Climatización 2 sala cuadros	3F+N	3.50	5.05	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	38.22	14.50	55.42
Climatización sala control	F+N	2.50	10.83	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 6 kA; Curva: C	44.59	23.20	64.66
Tomas sala control	F+N	2.50	10.83	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	23.20	47.50
Alimentación módulos control 1	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Alimentación módulos control 2	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Alimentación módulos control 3	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Alimentación módulos control 4	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Alimentación módulos control 5	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Alimentación módulos control 6	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Alimentación módulos control 7	F+N	0.50	2.17	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
SAI control	F+N	2.00	8.66	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Ventilación sala armarios	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Ventilación sala bombas 1	F+N	1.50	6.50	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Ventilación sala bombas 2	F+N	1.50	6.50	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Ventilación sala bombas 3	F+N	1.50	6.50	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Estación metereológica	F+N	0.30	1.30	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	23.66	14.50	34.31
Reserva 1	F+N	2.00	8.66	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	29.00	47.50
Reserva 2	F+N	2.00	8.66	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	29.00	47.50
Termo	F+N	2.20	9.53	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	32.76	14.50	47.50
Puerta automática 1	F+N	0.40	1.73	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	50.88	14.50	73.78
Alumbrado y emergencias nave 1	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	22.75	14.50	32.99
Alumbrado y emergencias nave 2	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	51.87	14.50	75.21
Alumbrado y emergencias nave 3	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	22.75	14.50	32.99
Alumbrado y emergencias sala cuadros	F+N	0.70	3.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	23.66	14.50	34.31
Alumbrado y emergencias sala control	F+N	0.70	3.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	23.66	14.50	34.31
Alumbrado exterior 1	3F+N	2.00	2.89	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	42.24	14.50	61.25
Alumbrado exterior 2	3F+N	2.00	2.89	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	42.24	14.50	61.25
Alumbrado exterior nave	3F+N	2.00	2.89	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	42.24	14.50	61.25
Subcuadro filtro	3F+N	5.00	7.22	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	42.24	36.25	61.25
Iluminación toma fondos	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	50.88	14.50	73.78
Reserva balsa	3F+N	5.00	7.22	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	42.24	36.25	61.25
Compresor oxigenación	F+N	1.40	6.06	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	50.88	14.50	73.78
Iluminación zona compuertas	F+N	1.00	4.33	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	50.88	14.50	73.78

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Compuertas	3F+N	7.00	10.10	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	42.24	29.00	61.25

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Válvula bomba 1	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.45	0.00 0.62	<0.10 <0.10
Válvula bomba 2	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.40	0.00 0.79	<0.10 <0.10
Válvula bomba 3	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.36	0.00 0.99	<0.10 <0.10
Válvula bomba 4	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.33	0.00 1.20	<0.10 <0.10
Válvula bomba 5	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.30	0.00 1.44	<0.10 <0.10
Válvula bomba 6	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.29	0.00 1.56	<0.10 <0.10
Válvula bomba 7	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.26	0.00 1.83	<0.10 <0.10
Válvula DN 400-1	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.40	0.00 0.79	<0.10 <0.10
Válvula DN 400-2	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.36	0.00 0.99	<0.10 <0.10
Válvula DN 600-1	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.33	0.00 1.20	<0.10 <0.10
Válvula DN 600-2	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.30	0.00 1.44	<0.10 <0.10
Válvula DN 600-3	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.27	0.00 1.70	<0.10 <0.10

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Válvula DN 600-4	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.25	0.00 1.97	<0.10 <0.10
Válvula DN 600-5	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.24	0.00 2.27	<0.10 <0.10
Caudalímetro B1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.47	0.01 0.58	<0.10 <0.10
Caudalímetro B2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.42	0.01 0.72	<0.10 <0.10
Caudalímetro B3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.38	0.01 0.88	<0.10 <0.10
Caudalímetro B4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.35	0.01 1.06	<0.10 <0.10
Caudalímetro B5	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.32	0.01 1.25	<0.10 <0.10
Caudalímetro B6	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.30	0.01 1.46	<0.10 <0.10
Caudalímetro B7	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.28	0.01 1.68	<0.10 <0.10
Caudalímetro DN 1600	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.22	0.01 2.74	<0.10 <0.10
Resistencia motor B1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.55	0.01 0.42	<0.10 <0.10
Resistencia válvula B1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.55	0.01 0.42	<0.10 <0.10
Resistencia motor B2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.48	0.01 0.55	<0.10 <0.10
Resistencia válvula B2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.48	0.01 0.55	<0.10 <0.10
Resistencia motor B3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.42	0.01 0.72	<0.10 <0.10
Resistencia válvula B3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.42	0.01 0.72	<0.10 <0.10
Resistencia motor B4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.38	0.01 0.88	<0.10 <0.10

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Resistencia válvula B4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.38	0.01 0.88	<0.10 <0.10
Resistencia motor B5	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.35	0.01 1.06	<0.10 <0.10
Resistencia válvula B5	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.35	0.01 1.06	<0.10 <0.10
Resistencia motor B6	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.32	0.01 1.25	<0.10 <0.10
Resistencia válvula B6	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.32	0.01 1.25	<0.10 <0.10
Resistencia motor B7	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.30	0.01 1.46	<0.10 <0.10
Resistencia válvula B7	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.30	0.01 1.46	<0.10 <0.10
Resistencia válvula impulsión DN 1600	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.25	0.01 2.05	<0.10 <0.10
Resistencia válvula aspiración DN 1600	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.20	0.01 3.12	<0.10 <0.10
Válvula DN1600	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.28	0.00 4.15	<0.10 <0.10
Válvula DN1800	3F	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.24	0.00 5.87	<0.10 <0.10
Puente grúa	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.58	0.01 2.20	<0.10 <0.10
Tomas corriente	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.31	0.01 7.48	<0.10 <0.10
Climatización 1 sala cuadros	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 1.03	0.00 0.31	<0.10 <0.10
Climatización 2 sala cuadros	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 1.03	0.00 0.31	<0.10 <0.10
Climatización sala control	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.17	0.01 0.24	<0.10 <0.10

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Tomas sala control	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.66	0.01 0.29	<0.10 <0.10
Alimentación módulos control 1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.71	0.01 0.04	<0.10 <0.10
Alimentación módulos control 2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.71	0.01 0.04	<0.10 <0.10
Alimentación módulos control 3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.71	0.01 0.04	<0.10 <0.10
Alimentación módulos control 4	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.71	0.01 0.04	<0.10 <0.10
Alimentación módulos control 5	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.71	0.01 0.04	<0.10 <0.10
Alimentación módulos control 6	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.71	0.01 0.04	<0.10 <0.10
Alimentación módulos control 7	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.71	0.01 0.04	<0.10 <0.10
SAI control	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.13	0.01 0.10	<0.10 <0.10
Ventilación sala armarios	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 1.13	0.01 0.10	<0.10 <0.10
Ventilación sala bombas 1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.41	0.01 0.76	<0.10 <0.10
Ventilación sala bombas 2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.27	0.01 1.74	<0.10 <0.10
Ventilación sala bombas 3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.22	0.01 2.74	<0.10 <0.10
Estación metereológica	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.35	0.00 0.37	<0.10 <0.10
Reserva 1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.66	0.01 0.29	<0.10 <0.10
Reserva 2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.66	0.01 0.29	<0.10 <0.10
Termo	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.66	0.01 0.29	<0.10 <0.10

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Puerta automática 1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.45	0.03 3.71	<0.10 <0.10
Alumbrado y emergencias nave 1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.20	0.01 3.12	<0.10 <0.10
Alumbrado y emergencias nave 2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.67	0.09 4.57	<0.10 <0.10
Alumbrado y emergencias nave 3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.20	0.01 3.12	<0.10 <0.10
Alumbrado y emergencias sala cuadros	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.43	0.00 0.25	<0.10 <0.10
Alumbrado y emergencias sala control	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.82 0.43	0.00 0.25	<0.10 <0.10
Alumbrado exterior 1	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.16	0.01 28.1 9	<0.10 <0.10
Alumbrado exterior 2	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.16	0.01 28.1 9	<0.10 <0.10
Alumbrado exterior nave	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C	10.0 0	-	8.23 0.31	0.01 7.48	<0.10 <0.10
Subcuadro filtro	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	1.26 0.38	0.47 5.12	<0.10 <0.10
Iluminación toma fondos	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	0.92 0.44	0.88 3.86	<0.10 <0.10
Reserva balsa	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	1.26 0.38	0.47 5.12	<0.10 <0.10
Compresor oxigenación	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	0.24 0.12	12.4 7 50.8 1	<0.10 <0.10
Iluminación zona compuertas	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	0.24 0.12	12.4 7 47.6 6	<0.10 <0.10
Compuertas	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	6.00	-	0.29 0.11	8.48 55.7 7	<0.10 <0.10

CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

Resistencia de la puesta a tierra de las masas

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 15.00 Ω.

Resistencia de la puesta a tierra del neutro

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 10.00 Ω.

11.3.- Protección contra contactos indirectos

Esquema de conexión a tierra TT

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando, en caso de defecto y debido al valor y duración de la tensión de contacto, puede producirse un efecto peligroso sobre las personas o animales domésticos.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexión a tierra TT y las características de los dispositivos de protección.

La intensidad de defecto se puede calcular mediante la expresión:

$$I_d = \frac{U_0}{R_A + R_B}$$

Con:

I_d	Corriente de defecto
U_0	Tensión entre fase y neutro
R_A	Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas
R_B	Resistencia de la toma de tierra del neutro, sea del transformador o de la línea de alimentación

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Válvula bomba 1	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; I_n : 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.14	0.30

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Válvula bomba 2	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.12	0.30
Válvula bomba 3	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.11	0.30
Válvula bomba 4	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.10	0.30
Válvula bomba 5	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.08	0.30
Válvula bomba 6	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.08	0.30
Válvula bomba 7	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.06	0.30
Válvula DN 400-1	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.12	0.30
Válvula DN 400-2	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.11	0.30
Válvula DN 600-1	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.10	0.30
Válvula DN 600-2	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.08	0.30
Válvula DN 600-3	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.07	0.30
Válvula DN 600-4	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.06	0.30
Válvula DN 600-5	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.04	0.30
Caudalímetro B1	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.13	0.30
Caudalímetro B2	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.12	0.30
Caudalímetro B3	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.10	0.30
Caudalímetro B4	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.09	0.30
Caudalímetro B5	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.08	0.30
Caudalímetro B6	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.06	0.30
Caudalímetro B7	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.05	0.30
Caudalímetro DN 1600	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.00	0.30
Resistencia motor B1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.15	0.30
Resistencia válvula B1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.15	0.30
Resistencia motor B2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.13	0.30
Resistencia válvula B2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.13	0.30

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Resistencia motor B3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.12	0.30
Resistencia válvula B3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.12	0.30
Resistencia motor B4	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.10	0.30
Resistencia válvula B4	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.10	0.30
Resistencia motor B5	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.09	0.30
Resistencia válvula B5	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.09	0.30
Resistencia motor B6	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.08	0.30
Resistencia válvula B6	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.08	0.30
Resistencia motor B7	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.06	0.30
Resistencia válvula B7	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.06	0.30
Resistencia válvula impulsión DN 1600	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.03	0.30
Resistencia válvula aspiración DN 1600	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	8.98	0.30
Válvula DN1600	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.07	0.30
Válvula DN1800	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.04	0.30
Puente grúa	3F+N	11.55	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.16	0.30
Tomas corriente	3F+N	21.65	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.09	0.30
Climatización 1 sala cuadros	3F+N	5.05	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC	9.20	0.30
Climatización 2 sala cuadros	3F+N	5.05	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC	9.20	0.30
Climatización sala control	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.20	0.30
Tomas sala control	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.16	0.30
Alimentación módulos control 1	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.21	0.30
Alimentación módulos control 2	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.21	0.30
Alimentación módulos control 3	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.21	0.30
Alimentación módulos control 4	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.21	0.30
Alimentación módulos control 5	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.21	0.30

Esquemas	Polaridad	I _B (A)	Protecciones	I _d (A)	I _{ΔN} (A)
Alimentación módulos control 6	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.21	0.30
Alimentación módulos control 7	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.21	0.30
SAI control	F+N	8.66	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.20	0.30
Ventilación sala armarios	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.20	0.30
Ventilación sala bombas 1	F+N	6.50	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.11	0.30
Ventilación sala bombas 2	F+N	6.50	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.05	0.30
Ventilación sala bombas 3	F+N	6.50	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.00	0.30
Estación meteorológica	F+N	1.30	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.09	0.03
Reserva 1	F+N	8.66	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.16	0.03
Reserva 2	F+N	8.66	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.16	0.03
Termo	F+N	9.53	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.16	0.03
Puerta automática 1	F+N	1.73	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.13	0.03
Alumbrado y emergencias nave 1	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	8.98	0.03
Alumbrado y emergencias nave 2	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.17	0.03
Alumbrado y emergencias nave 3	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	8.98	0.03
Alumbrado y emergencias sala cuadros	F+N	3.03	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.12	0.03
Alumbrado y emergencias sala control	F+N	3.03	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.12	0.03
Alumbrado exterior 1	3F+N	2.89	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	8.96	0.03
Alumbrado exterior 2	3F+N	2.89	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	8.96	0.03
Alumbrado exterior nave	3F+N	2.89	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.09	0.03
Subcuadro filtro	3F+N	7.22	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.13	0.30
Iluminación toma fondos	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.13	0.30
Reserva balsa	3F+N	7.22	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	9.13	0.30
Compresor oxigenación	F+N	6.06	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	8.84	0.03

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Iluminación zona compuertas	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	8.85	0.30
Compuertas	3F+N	10.10	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	8.86	0.30

Con:

$I_{\Delta N}$ Corriente diferencial-residual asignada al DDR.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{\text{nodisparo}}$ (A)	I_f (A)
Válvula bomba 1	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.009 2
Válvula bomba 2	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.009 2
Válvula bomba 3	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.009 2
Válvula bomba 4	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.008 0
Válvula bomba 5	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.008 0
Válvula bomba 6	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.009 2
Válvula bomba 7	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.009 2
Válvula DN 400-1	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.010 3
Válvula DN 400-2	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.010 3
Válvula DN 600-1	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.010 3

Esquemas	Polaridad	I _B (A)	Protecciones	I _{nodispar} o (A)	I _f (A)
Válvula DN 600-2	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0088
Válvula DN 600-3	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0088
Válvula DN 600-4	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0103
Válvula DN 600-5	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0103
Caudalímetro B1	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Caudalímetro B2	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Caudalímetro B3	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Caudalímetro B4	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Caudalímetro B5	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Caudalímetro B6	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Caudalímetro B7	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Caudalímetro DN 1600	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0174
Resistencia motor B1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula B1	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia motor B2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula B2	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia motor B3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{\text{nodispar}}\text{o}$ (A)	I_f (A)
Resistencia válvula B3	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia motor B4	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula B4	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia motor B5	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula B5	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia motor B6	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula B6	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia motor B7	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula B7	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula impulsión DN 1600	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Resistencia válvula aspiración DN 1600	F+N	0.43	Diferencial, Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0317
Válvula DN1600	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0158
Válvula DN1800	3F	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0158
Puente grúa	3F+N	11.55	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0048
Tomas corriente	3F+N	21.65	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0024
Climatización 1 sala cuadros	3F+N	5.05	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC	0.150	0.0004
Climatización 2 sala cuadros	3F+N	5.05	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC	0.150	0.0004

Esquemas	Polaridad	I _B (A)	Protecciones	I _{nodispar} o (A)	I _f (A)
Climatización sala control	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0004
Tomas sala control	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0010
Alimentación módulos control 1	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
Alimentación módulos control 2	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
Alimentación módulos control 3	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
Alimentación módulos control 4	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
Alimentación módulos control 5	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
Alimentación módulos control 6	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
Alimentación módulos control 7	F+N	2.17	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
SAI control	F+N	8.66	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0022
Ventilación sala armarios	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0041
Ventilación sala bombas 1	F+N	6.50	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0041
Ventilación sala bombas 2	F+N	6.50	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0041
Ventilación sala bombas 3	F+N	6.50	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0041
Estación metereológica	F+N	1.30	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0006
Reserva 1	F+N	8.66	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0005
Reserva 2	F+N	8.66	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0005

Esquemas	Polaridad	I _B (A)	Protecciones	I _{nodispar} o (A)	I _f (A)
Termo	F+N	9.53	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0005
Puerta automática 1	F+N	1.73	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0036
Alumbrado y emergencias nave 1	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0063
Alumbrado y emergencias nave 2	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0063
Alumbrado y emergencias nave 3	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0063
Alumbrado y emergencias sala cuadros	F+N	3.03	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0063
Alumbrado y emergencias sala control	F+N	3.03	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0063
Alumbrado exterior 1	3F+N	2.89	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0120
Alumbrado exterior 2	3F+N	2.89	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0120
Alumbrado exterior nave	3F+N	2.89	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0120
Subcuadro filtro	3F+N	7.22	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0004
Iluminación toma fondos	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0004
Reserva balsa	3F+N	7.22	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0004
Compresor oxigenación	F+N	6.06	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0012
Iluminación zona compuertas	F+N	4.33	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0004
Compuertas	3F+N	10.10	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A	0.150	0.0002

7.4 CORTOCIRCUITOS

A continuación, se presenta el método de cálculo de la corriente de cortocircuito, consiste en el método de las impedancias.

Hipótesis De Partida

Para estos cálculos de corrientes de cortocircuito se necesitan hipótesis que justifiquen la validez de las expresiones empleadas. Normalmente, estas hipótesis, simplificadoras y que introducen aproximaciones justificadas, hacen más comprensibles los fenómenos físicos y, por tanto, el cálculo de las corrientes de cortocircuito, manteniendo una precisión aceptable y por exceso. Las hipótesis empleadas en son:

- La red considerada es radial y su tensión nominal está comprendida entre la BT y la AT (sin rebasar los 230 kV, límite impuesto por la norma CEI 909).
- La corriente de cortocircuito, al producirse un cortocircuito trifásico, se supone establecida simultáneamente en las tres fases
- Durante el cortocircuito, el número de fases afectadas no se modifica: un defecto trifásico sigue siendo trifásico y un defecto fase-tierra sigue siendo fase-tierra.
- Durante todo el tiempo del cortocircuito, tanto las tensiones que han provocado la circulación de corriente como la impedancia de cortocircuito no varían de forma significativa.
- Los reguladores o conmutadores de tomas de los transformadores se suponen situados en posición intermedia.
- No se tienen en cuenta las resistencias de arco.
- Se desprecian todas las capacidades de las líneas.
- Se desprecian las corrientes de carga.
- Se tienen en cuenta todas las impedancias homopolares.

Cortocircuito Trifásico

Es el defecto que corresponde a la unión de las tres fases. La intensidad de cortocircuito I_{cc3} es:

$$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

Dónde: U = tensión compuesta entre fases.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito se reduce entonces al cálculo de la impedancia Z_{cc} , impedancia equivalente a todas las impedancias (de la fuente y las líneas) recorridas por I_{cc} desde el generador hasta el punto de defecto. Es, de hecho, la impedancia «directa» por fase:

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}$$

Dónde:

$\sum R$ = suma de todas las resistencias en serie.

$\sum X$ = suma de todas las reactancias en serie.

Se considera normalmente que el defecto trifásico es el que provoca las corrientes más elevadas. En efecto, la corriente de defecto, en el esquema equivalente a un sistema polifásico, sólo está limitada por la impedancia de una fase bajo la tensión simple de la red. El cálculo de I_{cc3} es pues indispensable para elegir los materiales (intensidades y esfuerzos electrodinámicos máximos a soportar).

Cortocircuito Bifásico

Corresponde a un defecto entre dos fases, alimentado por una tensión compuesta U . La intensidad I_{cc2} que circulará es inferior a la provocada por un defecto trifásico:

$$I_{cc2} = \frac{U}{2 \cdot Z_{cc}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{cc3} = 0,86 \cdot I_{cc3}$$

Determinación De Las Impedancias De Cortocircuito

El principio de este método está basado en determinar las corrientes de cortocircuito a partir de la impedancia que representa el «circuito» recorrido por la corriente del defecto. Esta impedancia se calcula una vez se han totalizado separadamente las diferentes resistencias y reactancias del circuito del defecto, incluida la fuente de alimentación, hasta el punto considerado.

Impedancia de la red aguas arriba. En la mayor parte de los cálculos no se va más allá del punto de suministro de energía. El conocimiento de la red aguas arriba se limita generalmente a las indicaciones facilitadas por el distribuidor, es decir, únicamente a la potencia de cortocircuito S_{cc} (en kVA) en el punto de conexión a la red.

Impedancia equivalente de la red aguas arriba

$$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Donde:

U = tensión compuesta de la red en vacío, en kV.

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red, en kVA.

La resistencia y reactancia del circuito aguas arriba se deducen a partir de la relación R_a/Z_a , en alta tensión, según la siguiente tabla.

R_a/Z_a en 6 kV	$\approx 0,30$
R_a/Z_a en 20 kV	$\approx 0,20$
R_a/Z_a en 45 kV	$\approx 0,15$
R_a/Z_a en 150 kV	$\approx 0,10$

Impedancia interna del transformador

Esta impedancia se calcula a partir de la tensión de cortocircuito U_{cc} expresada en %.

$$Z_r = \frac{U_{cc} \cdot U^2}{S_n}$$

Donde:

U = tensión compuesta en vacío del transformador, en V.

S_n = potencia aparente del transformador, en VA.

U_{cc} = tensión, en V, que debemos aplicar al primario del transformador para que el secundario sea recorrido por la intensidad nominal, estando los bornes del secundario en cortocircuito. En general $R_T \lll X_T$, del orden de 0,2 X_T y la impedancia de los transformadores puede asimilarse a la reactancia X_T . Esta resistencia se puede calcular a partir de las pérdidas en el cobre de los transformadores dado por el fabricante en su protocolo de pruebas. Cuando se conectan n transformadores en paralelo, los valores de impedancia interna y de resistencia o de reactancia deben dividirse por n .

Impedancia de las conexiones

La impedancia de las conexiones Z_L depende de sus componentes, resistencia y reactancia unitarias, y de su longitud.

La resistencia unitaria R_L de las líneas áreas, cables y juegos de barras se calcula con la ecuación:

$$R_L = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

P = resistividad del conductor, teniendo en cuenta que el valor a adoptar depende del valor de la corriente de cortocircuito a calcular, máxima $\rho = 1,25\rho_{20}$. Siendo $\rho_{20} = 0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

L = longitud de los conductores, en m.

S = sección de los conductores, en mm^2 .

La reactancia unitaria de las líneas aéreas, cables y juegos de barras, se calcula mediante:

$$X_L = L \cdot \omega = \left[15,7 + 144,44 \text{Log} \left(\frac{d}{r} \right) \right]$$

Expresada en $\text{m}\Omega/\text{km}$ para un sistema de cables monofásicos o trifásicos en triángulo, con dimensiones en mm.

Donde: r = radio de los conductores, en mm.

d = distancia media entre los conductores, en mm.

Como valores característicos se puede considerar $X = 0,3 \Omega/\text{km}$.

Impedancia de las máquinas rotativas, Motores asíncronos

Un motor asíncrono, separado bruscamente de la red, mantiene en sus bornes una tensión que se amortigua en pocas centésimas de segundo. Cuando en sus bornes se produce un cortocircuito, el motor genera una intensidad que se amortigua mucho más rápidamente, con una constante de tiempo de aproximadamente:

- 2/100 segundos para los motores a jaula simple de hasta 100 kW
- 3/100 segundos para los motores de doble jaula y además, de más de 100 kW
- de 3 a 10/100 segundos para los grandes motores MT (1 000 kW) de rotor bobinado

El motor asíncrono es, pues, ante un cortocircuito, un generador al que podemos atribuir una impedancia (sólo subtransitoria) del 20% al 25%. Se considerará que en caso de cortocircuito sólo aportan corriente los motores con arrancador.

Relaciones Entre Las Impedancias De Los Diferentes Niveles De Tensión De Una Instalación

Impedancias en función de la tensión

La potencia de cortocircuito S_{cc} en un punto determinado de la red, viene definida por:

$$S_{cc} = U \cdot I \cdot \sqrt{3} = \frac{U^2}{Z_{cc}}$$

Esta expresión de la potencia de cortocircuito implica, por definición, que S_{cc} es invariable, en un punto determinado de la red, cualquiera que sea la tensión.

Y la expresión:

$$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

Implica que todas las impedancias deben de calcularse refiriéndolas a la tensión del punto del defecto, lo que puede comportar cierta complicación y ser fuente de errores para cálculos en redes con dos valores de tensión. Así, la impedancia de una línea AT ha de multiplicarse por el cuadrado de la inversa de la relación de transformación, para el cálculo de un defecto, lado BT del transformador:

$$Z_B = Z_{AT} \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2$$

Un método simple permite evitar estas dificultades: el denominado «de las impedancias relativas» propuesto por H. Rich.

Cálculo de las impedancias relativas

Se trata de un método de cálculo que permite establecer una relación entre las impedancias de los diferentes niveles de tensión de una instalación eléctrica. Este método se apoya sobre la convención siguiente: las impedancias (en ohmios) se dividen por el cuadrado de la tensión compuesta (en voltios) a la que es llevada la red en el punto donde están conectadas; se obtienen valores de impedancias relativas.

Para las líneas y los cables, las resistencias y las reactancias relativas son:

$$R_R = \frac{R}{U^2} \quad X_R = \frac{X}{U^2}$$

Expresando R en ohmios y U en voltios.

Para los transformadores, la impedancia se expresa a partir de sus tensiones de cortocircuito U_{cc} y de sus potencias nominales S_n :

$$Z = \frac{U^2}{S_n} \cdot \frac{U_{cc}}{100}$$

Para el conjunto, una vez compuestas todas las impedancias relativas, la potencia de cortocircuito se establece con:

$$S_{cc} = \frac{1}{\sum Z_R}$$

de donde se deduce la intensidad de defecto I_{cc} en el punto considerado, en el que la tensión de vacío es U

$$I_{cc} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \sum Z_R}$$

Cálculo De Las Corrientes De Cortocircuito

Datos de Partida	
Uat (kV)	15
Scc (MVA)	350
Strafo (kVA)	3000
Nº Trafos //	1
UBT (V)	400
Ucc(%)	6
Seccion BT (mm2)	1800
Resistividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	0,0175
Distancia (m)	20

Cálculos	
Red de AT	
Impedancia red AT (Zat)	0,00143
Resistencia red AT (Rat)	0,0001954
Reactancia red AT (Xat)	0,001181
Red de AT en BT	
Resistencia red AT en BT (Rat/bt)	0,0000121
Reactancia red AT en BT (Xat/bt)	0,0000481
Transformador	
Impedancia (Zt)	0,008953
Resistencia (Rt)	0,0002033
Reactancia (Xt)	0,008954
Puente BT	
Resistencia (Rp)	0,0000918
Reactancia (Xp)	0,0001369
Zcc	0,0904
K	1,8176
Icc3 (kA)	32
Icc3choque (kA)	63

7.5 EMBARRADO CUADRO GENERAL

Según las tablas de selección de soporte de embarrado del fabricante seleccionado, la distancia máxima entre soportes para la intensidad de cortocircuito anteriormente calculada y teniendo en cuenta la separación entre ejes de fase es de 500 mm.

7.6 VENTILACIÓN DEL CUADRO GENERAL

Para efectuar estos cálculos se tendrá en cuenta la potencia disipada por:

- los arrancadores estáticos y variadores de frecuencia disipan 3 W por amperio, en el caso que nos ocupa tenemos 2 variadores de 630 A y 3 arrancadores de 630 A y 2 variadores de 400 A, disiparán una potencia total de 3950 W.
- el interruptor general, éste disipa a intensidad nominal 520 W
- el interruptor secundario de hasta 63 A disipa 40 W
- los interruptores secundarios de hasta 250 A disipan 60 W cada uno
- los interruptores secundarios de hasta 400 A disipan 100 W cada uno
- los interruptores secundarios de hasta 630 A disipan 160 W cada uno

Se considera despreciable la potencia disipada por el embarrado y las conexiones.

Para dimensionar el caudal de aire a extraer por los ventiladores se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{P_{total\ disipada} \cdot 3}{(T_r - T_a)}$$

Donde:

Q = caudal de aire a extraer en m³/h.

P_{total disipada} = potencia total disipada en W.

T_r = temperatura máxima admisible dentro del armario en °C.

T_a = temperatura ambiente en °C.

La temperatura máxima admisible dentro del armario vendrá limitada por el componente más sensible, en este caso es el arrancador, cuya temperatura máxima de funcionamiento es de 45 °C, limitaremos esta temperatura 5 °C por debajo para que nunca se llegue a la máxima, teniendo como máxima temperatura 40 °C.

La temperatura ambiental de la sala de cuadros se fijará en 20 °C mediante el equipo de climatización dispuesto para tal efecto.

La potencia total a disipar es de 7.150 W, con lo que se obtiene que el caudal necesario es de 860 m³/h. Se dispondrán 4 **ventiladores de techo** de 250 m³/h cada uno montados en los módulos general, servicios auxiliares y la 1 bomba sin variador (estos llevan incorporados otras ventilaciones específicas), con lo que se conseguirá un caudal mayor del necesario (1000 m³/h) y distribuido.

7.7 DIMENSIONADO DE LAS BATERIAS DE CONDENSADORES

Es habitual, que los transformadores de acometida se compensen mediante un condensador fijo conectado siempre en paralelo con la salida del transformador. El consumo de energía reactiva de los transformadores se debe a dos conceptos:

- Un término fijo, debido a la reactancia magnetizante (corriente magnetizante), que supone aproximadamente de un 1,8 a un 2 % de la potencia aparente del transformador en kVA.

$$Q_M = \left(\frac{i\%}{100} \cdot S_r \right)$$

- Un término variable que depende de la carga y de la reactancia de dispersión, Xcc, o si se quiere de la tensión de cortocircuito del transformador, Ucc.

$$Q_x = K_L^2 \cdot \left(\frac{U_K\%}{100} \cdot S_r \right)$$

Donde KL2 representa el porcentaje de carga del transformador, y Uk % es la tensión de cortocircuito porcentual.

La potencia reactiva total consumida por el transformador sería la suma de QM y Qx.

Se ha calculado la potencia reactiva a compensar en función de 10 posibles estados de la carga del transformador.

Sr Trafo kVA	Io %	Uk %	Kl %carga Referencia	Qc A compensar	kVAr Conectados
3700	0,55	7,00	0,00	16,6	60
3700		7,00	0,10	19,62	60
3700		7,00	0,20	26,40	120
3700		7,00	0,30	37,60	120
3700		7,00	0,40	53,40	240
3700		7,00	0,50	73,6	240
3700		7,00	0,60	98,20	360

Sr Trafo kVA	Io %	Uk %	KI %carga Referencia	Qc A compensar	kVAr Conectados
3700		7,00	0,70	127,40	480
3700		7,00	0,80	161,00	480
3700		7,00	0,90	199,00	600
3700		7,00	1,00	241,60	720

8 POTENCIA INSTALADA Y POTENCIA DEMANDADA

TRANSFORMADOR 3000 KVA

La potencia total demandada por la instalación será:

Potencia total demandada: **3000.00 kW**

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Canalización prefabricada

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Otros	3000.00	3000.00

TRANSFORMADOR 100 KVA

La potencia total demandada por la instalación será:

Potencia total demandada: **100.00 kW**

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Otros	97.30	97.30

9 CÁLCULOS LUMÍNICOS

Se ha llevado a cabo con el programa DIALux, adjuntándose los resultados en el apéndice 1.

Resumen del total de luminarias en el interior de la nave				
Estancia	Tipo	Potencia unitaria (Wattios)	Número	Potencia total (Wattios)
Nave de bombas	PROYECTOR HIGHBAY LED HE NR C3 150 W 21500 lm 4000K	150	22	3300
Exterior	PROYECTOR SLIM C3 50 W 5000 lm 4000K	50	16	800
Cuarto de cuadros eléctricos	Panel LED empotrable Philips RC125B W60L60 36 W 4000 lm 4000 K	36	6	216
Dependencias auxiliares- Anexo	Panel LED empotrable Philips RC125B W60L60 36 W 4000 lm 4000 K	36	5	180
Dependencias auxiliares- Baño	Downlight SPK C2 23 W 2300 lm 4000 K	23	1	23
			TOTAL	4519

10 PARARRAYOS

Según el CTE en su documento DB SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo, será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando N_e (frecuencia esperada de impactos) $> N_a$ (riesgo admisible), los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98.

Como la estación de bombeo no se encuentra incluida en ninguna de las categorías anteriores que requieren siempre de pararrayos vamos a comprobar si cumple la condición $N_e > N_a$ para la instalación de este.

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ [nº impactos / año]}$$

- N_g (Densidad de impactos sobre el terreno): León 2
- A_e (Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2): Superficie delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada punto del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto considerado.

Para un edificio rectangular es $\rightarrow A_e: L \cdot l + 6H (L + l) + \pi \cdot 9 \cdot H^2$

- C_1 : Coeficiente relacionado con el entorno.

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

C_2 : Coeficiente en función del tipo de construcción.

C_3 : Coeficiente en función del contenido del edificio.

C_4 : Coeficiente en función del uso del edificio.

C_5 : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

En nuestro caso:

$$N_g : 2$$

$$A_e : 45 \cdot 24 + 6 \cdot 9 \cdot (45 + 24) + \pi \cdot 9 \cdot 92 = 7096,22$$

$$C_1 : 1 \text{ (Estructura Aislada)}$$

$$\bullet N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 8500,22 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,01419$$

C_2 : 0,5 (Estructura metálica con cubierta metálica)

C_3 : 1 (Otros contenidos)

C_4 : 0,5 (Edificio no ocupado normalmente)

C_5 : 1 (Resto de edificios)

$$\bullet \quad N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3} = N_a = \frac{5,5}{0,5 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 0,022$$

$0,014 < 0,022$ Como N_e es menor que N_a NO es necesaria la instalación de un pararrayos.

11 CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros eléctricos de baja tensión cumplirán las especificaciones del vigente "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión" del Ministerio de Industria y Energía, en lo sucesivo REBT.

Los armarios o cajas de los cuadros eléctricos de baja tensión y los aparatos que contengan cumplirán las normas que en cada apartado específico se indicarán.

Según su emplazamiento en la instalación, los cuadros pueden ser de interior o de exterior.

Según su construcción y funciones, los cuadros pueden ser de tipo armario o multiarmario, del tipo caja o multicaja, y del tipo centro de control de motores.

Los cuadros tipo armario, irán ubicados en recintos específicos para cuadros eléctricos, tales como salas eléctricas o salas de control, y serán utilizados como cuadros de distribución, armarios de autómatas, armarios de reles, armarios de servicios auxiliares y armarios de alumbrado.

Los cuadros de tipo caja, se utilizarán únicamente como pequeños cuadros periféricos, tanto de interior como al exterior, como alojamiento de equipos que necesariamente deban situarse próximos a los procesos.

Los cuadros tipo centro de control de motores, irán ubicados únicamente en salas eléctricas y se utilizarán para el control y protección de máquinas.

11.1 COMPONENTES DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

Envolvente Metálica

La envolvente es la parte del cuadro eléctrico que constituye el cierre del mismo y tiene como fin impedir a las personas entrar en contacto accidental con las partes en tensión y proteger el equipo interior contra la acción de agentes exteriores.

Las envolventes serán de chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo, puerta 2 mm. El grado de protección de las envolventes de cuadros para interior corresponderá al IP 55 según la norma EN 60529 y NEMA 12. Dispondrán de marcado CE.

Todas las partes metálicas de la envolvente se protegerán contra la corrosión mediante un tratamiento de pintura en 3 fases aplicado tanto interior como exteriormente. Esta protección proporcionará la resistencia a:

- Aceites minerales.
- Lubricantes.
- Emulsiones.
- Disolventes (durante corto tiempo, por ej. Para la limpieza).
- Ácidos débiles y bases.

El tratamiento de recubrimiento en 3 fases para armarios consistirá en los siguientes pasos, mostrados a continuación, además cumplirán los datos técnicos:

Proceso de recubrimiento	Características técnicas	Datos técnicos	
Desengrase Fosfatado de hierro Lavado	Para la pasivación, como protección temporal contra la corrosión y mejorando la adherencia de la pintura		
Imprimación por inmersión anódica	Capa uniforme en todas las superficies, cantos y cavidades. La imprimación permitirá el posterior pintado y estará libre de metales pesados, cromo y silicona.	Espesor de la capa	Aprox. 20 µm
		Cavidad de Erichsen DIN EN ISO 20 482	≥ 4 mm
		Dureza de Buchholz DIN EN ISO 2815	≥ 80
		Corte reticular DIN EN ISO 2409	Gt 0
Secado al horno			
Texturizado estructurado	El texturizado se caracterizará por su elevada resistencia mecánica, buena protección a la corrosión, buena resistencia a productos químicos, a cambios de temperatura y a la intemperie, así como no ser contaminante. El texturizado permitirá el posterior pintado y estará libre de metales pesados, cromo y silicona.	Espesor de la capa exterior	60 µm ... 110 µm
		Cavidad de Erichsen DIN EN ISO 20 482	≥ 4 mm
		Dureza de Buchholz DIN EN ISO 2815	≥ 80
		Corte reticular DIN EN ISO 2409	Gt 0
Secado al horno		Espesor total exterior	80 µm ... 135 µm

Todos los cuadros deberán disponer de tornillos de cáncamo, situados en su parte superior, que permitan un izado correcto y seguro.

Los cuadros se instalarán según las mediciones y serán de entre los siguientes modelos, con las siguientes características:

Tipo 0	
1. Ancho	400 mm
2. Alto	2000 mm
3. Profundidad	600 mm
4. Peso	55.7 kg
Tipo 1	
5. Ancho	600 mm
6. Alto	2000 mm
7. Profundidad	600 mm
8. Peso	104 kg
Tipo 2	
9. Ancho	800 mm
10. Alto	2000 mm
11. Profundidad	600 mm
12. Peso	130.5 kg
Tipo 3	
13. Ancho	1000 mm
14. Alto	2000 mm
15. Profundidad	600 mm
16. Peso	161.2 kg
Tipo 4	
17. Ancho	1200 mm
18. Alto	2000 mm
19. Profundidad	600 mm
20. Peso	194.6 kg
Tipo 5	
21. Ancho	600 mm
22. Alto	2000 mm
23. Profundidad	400 mm
24. Peso	99 kg
Tipo 6	
25. Ancho	800 mm
26. Alto	2000 mm
27. Profundidad	400 mm
28. Peso	124 kg
Tipo 7	
29. Ancho	1200 mm
30. Alto	2000 mm
31. Profundidad	400 mm
32. Peso	184.5 kg

Tipo 8	
33. Ancho	600 mm
34. Alto	2200 mm
35. Profundidad	600 mm
36. Peso	113.1 kg
Tipo 9	
37. Ancho	800 mm
38. Alto	2200 mm
39. Profundidad	600 mm
40. Peso	139.3 kg
Tipo 10	
41. Ancho	1200 mm
42. Alto	2200 mm
43. Profundidad	600 mm
44. Peso	208 kg

Según el esquema eléctrico que se deba realizar, y por tanto los aparatos que deban contener, los cuadros de baja tensión podrán estar formados por la combinación de varios elementos modulares.

En la zona de entrada de conductores, tanto si son cables aislados como si son pletinas desnudas, el material de la envolvente será de chapa galvanizada.

En todos los cuadros la entrada será necesariamente a través de prensaestopas de poliamida o si se tratase de cables de diámetro mayor al soportado por los de poliamida metálicos de latón niquelado, por la parte inferior del cuadro.

La envolvente (formada por puertas, techos, panel lateral y frontal) llevará una toma de tierra con una grapa terminal para cables de 6 a 12 mm de diámetro.

Los cuadros serán completamente montados en fábrica-taller, lo cual incluirá el montaje y cableado completo, de tal manera que en obra solamente sea necesario la instalación de los cuadros y las conexiones de los cables de entrada y salida.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel bastidor en aquellos en que no se especifique en las mediciones, éste se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas con tapa desmontable desde el interior del cuadro.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las paredes adyacentes de otros elementos una distancia mínima del 30% de la dimensión del aparato en la dirección considerada, esta distancia cumplirá, además, con las recomendaciones de los fabricantes de aparatos, y será adecuado para que el cuadro cumpla las condiciones exigidas por esta especificación.

La temperatura máxima permisible en cualquier punto del cuadro o de sus componentes será de 45°C. No obstante, se adoptarán las medidas necesarias de ventilación o refrigeración que limite la temperatura a los valores especificados por los fabricantes de los citados equipos instalando los equipos especificados en las mediciones.

Los ventiladores de techo dispondrán las siguientes características:

Tensión de servicio	230 V 50/60 Hz
Caudal de aire	500 m3/h
Intensidad máxima	0,2 A
Potencia	42 W
Campo de temperatura	- 10°C hasta + 60°C
Nivel de ruido	53 dB
Color	RAL 7035 estructurado

Los ventiladores con filtro para el montaje lateral, incluye esteras filtrantes y el caudal de aire es de 105 m3/h.

Para prevenir problemas de condensación, todos los cubículos de los cuadros eléctricos, irán dotados de un dispositivo de calefacción eléctrica controlada por termostatos individuales, según se indica en las mediciones.

Los aparatos indicadores, lámparas, amperímetro, etc., dispositivos de mando, interruptores, pulsadores, etc., y sinópticos se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

El tipo de cableado de los cuadros será el NEMA tipo C que consiste en llevar los cables de salida hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de cables del exterior.

Accesibilidad.

Todos los equipos del cuadro deberán ser accesibles para ensayos y mantenimiento desde la parte frontal y/o la parte posterior sin interferir con cualquier equipo adyacente.

Los interruptores automáticos deberán ser accesibles desde el frente del cuadro abriendo la puerta de la celda correspondiente.

Las salidas de todos los cables se harán por la parte inferior del cuadro.

Todos los equipos auxiliares deberán ser montados en posición fácilmente accesible. El ajuste de los relés deberá ser posible sin desconectar la alimentación a otros equipos. Todos los elementos auxiliares se podrán desmontar sin necesidad de quitar tensión a partes que afecten a otros cubículos o celdas. Incluso las bases si se trata de material enchufable.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel o bastidor de chapa perforada o ranurada que a su vez se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Zocalos.

Todos los cuadros dispondrán de zócalos de chapa de acero con una altura de 200 mm pintados en RAL 9005. Todas las piezas de zócalo estarán unidas tanto frontal como longitudinalmente mediante piezas fabricadas para tal efecto, evitando en el transporte o instalación su deterioro.

Los zócalos serán suministrados en el cuadro, pero separadamente, de manera que puedan ser instalados antes que el mismo cuadro.

Posibilidades de ampliación.

Los cuadros podrán ser ampliables por ambos extremos, para tal fin se utilizarán armarios ensamblables. La ampliación podrá hacerse sin modificar la columna adyacente.

Intercambiabilidad.

Todos los interruptores automáticos, transformadores, relés, etc. que tengan las mismas características, deberán ser intercambiables entre sí.

Transporte.

Los cuadros serán montados en fábrica-taller, formando, si por sus dimensiones es posible, un solo conjunto.

Si por limitación de las dimensiones de transporte fuese necesario dividir un cuadro en secciones, el número de éstas será tal que se consiga un montaje mínimo de obra. Todos los elementos para la interconexión de secciones y para su montaje en obra serán suministrados por el fabricante.

Cada sección de cuadro a transportar incluirá sus propios cáncamos de elevación.

Rótulos.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente y parte posterior de cada celda, así como en el interruptor correspondiente. Se utilizará el mismo modelo en todos los cuadros eléctricos de la instalación.

Las etiquetas de identificación, serán de ABS laminado del tipo GRAFLUX, de color blanco con las letras de 6 mm de altura grabadas en negro. Su fijación se realizará mediante pegado resistente.

Los componentes de control como relés auxiliares, aparatos de medida, fusibles, etc., se identificarán según los diagramas de cableado. Se asegurará la fijación firme de estas identificaciones. Igualmente, se identificarán con el número correspondiente los elementos de campo como motores, electroválvulas, etc.

Envolvente Plástica

En los cuadros tipo caja situados al exterior o en zonas húmedas, serán de material plástico libre de halógenos. El grado de protección de los cuadros tipo caja situados al exterior o en zonas húmedas será IP-67.

En los cuadros tipo caja la puerta podrá llevar una ventana de material aislante y transparente de policarbonato, que irá centrada y permitirá la inspección visual de los aparatos que contiene el cuadro.

Cumplirá las siguientes normas, conforme a las directivas 73/23 CEE; 93/68 CEE y norma EN 60439-1 y 60439-3 en la parte que afecta teniendo las siguientes características:

Resistencia al impacto	IK08
Grado de autoextinguibilidad	HB (UL94)
Resistencia al hilo incandescente	650°C
Presión de bola	70°C

Accesibilidad.

Todos los equipos del cuadro deberán ser accesibles para ensayos y mantenimiento desde la parte frontal y/o la parte posterior sin interferir con cualquier equipo adyacente.

Los interruptores automáticos deberán ser accesibles desde el frente del cuadro abriendo la puerta de la celda correspondiente.

Las salidas de todos los cables se harán por la parte inferior del cuadro.

Todos los equipos auxiliares deberán ser montados en posición fácilmente accesible. El ajuste de los relés deberá ser posible sin desconectar la alimentación a otros equipos. Todos los elementos auxiliares se podrán desmontar sin necesidad de quitar tensión a partes que afecten a otros cubículos o celdas. Incluso las bases si se trata de material enchufable.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel o bastidor de chapa perforada o ranurada que a su vez se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Intercambiabilidad.

Todos los interruptores automáticos, transformadores, relés, etc. que tengan las mismas características, deberán ser intercambiables entre sí.

Transporte.

Los cuadros serán montados en fábrica-taller, formando, si por sus dimensiones es posible, un solo conjunto.

Equipo Eléctrico

En los apartados que siguen se exponen las especificaciones de los distintos elementos que puedan formar parte de un cuadro eléctrico, agrupados por funciones.

Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos cumplirán con lo especificado en la norma IEC 60947-2. Deberán ser de ruptura al aire y se utilizarán para la protección de circuitos debiendo cumplimentar las características técnicas mínimas siguientes en función del tipo de interruptor.

INTERRUPTORES DE BASTIDOR ABIERTO.

Se utilizarán interruptores de bastidor abierto en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Los apagachispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad. Además, cumplirán con las siguientes características:

Intensidad asignada I_n para 40°C y 50/60 Hz	Según mediciones
Número de polos	Según mediciones
Tensión asignada de servicio U_e para 50/60 Hz	400 V AC
Tensión asignada de aislamiento U_i	1000 V AC
Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}	
45. Vías de corriente principales	12 kV
46. Circuitos auxiliares	4 kV

47. Circuitos de mando	2,5 kV
Función de seccionamiento según DIN EN 60947-2	Sí
Categoría de empleo	B
Temperatura ambiente permisible	
48. En servicio	-25°C a +55 °C
49. En almacén	-40°C a +70 °C
Tensión de servicio asignada del rotor U_{er}	2000 V
Potencia de pérdidas para I_n	
50. Para carga trifásica simétrica e interruptor automático fijo hasta 1000 A	100 W
51. Para carga trifásica simétrica e interruptor automático fijo de 1600 A	150 W
52. Para carga trifásica simétrica e interruptor automático fijo de 2000 A	180 W
53. Para carga trifásica simétrica e interruptor automático fijo de 2500 A	270 W
54. Para carga trifásica simétrica e interruptor automático fijo de 3000 A	410 W
55. Para carga trifásica simétrica e interruptor automático fijo de 4000 A	520 W
56. Para carga trifásica simétrica e interruptor automático fijo de 5000 A	630 W
Tiempos de maniobra	
57. Tiempo de conexión	35 ms
58. Tiempo de apertura	38 ms
59. Tiempo de apertura a través de disparo por cortocircuito sin retardo	50 ms
Duración de servicio	
60. Mecánica (sin mantenimiento)	10000 ciclos de maniobra
61. Mecánica (con mantenimiento)	20000 ciclos de maniobra
62. Eléctrica (sin mantenimiento)	10000 ciclos de maniobra
63. Eléctrica (con mantenimiento)	20000 ciclos de maniobra
Frecuencias de maniobra	60 maniobras/h
Pausa mínima	
64. Entre desconexión vía disparador por sobreintensidad y la conexión siguiente del interruptor automático (sólo con rearme mecánico automático del bloqueo mecánico contra rearme)	80 ms
Grado de protección completamente instalado en puerta de armario con junta de marco de puerta	IP 41
Sección mínima de los conductores principales	
65. Barras de cu desnudas	1X60X10
66. Barras de cu pintadas	1X60X10
Peso	
67. 3 polos interruptor fijo hasta 1000 A	43 kg
68. 3 polos interruptor fijo de 1600 A	43 kg

69.	3 polos interruptor fijo de 2000 A	56 kg
70.	3 polos interruptor fijo de 2500 A	59 kg
71.	3 polos interruptor fijo de 3000 A	64 kg
72.	3 polos interruptor fijo de 4000 A	82 kg
73.	3 polos interruptor fijo de 5000 A	82 kg
Accionamiento manual y activación mecánica.		
74.	Fuerza máxima necesaria para mover la palanca de activación	≤ 230 N
75.	Cantidad necesaria de carreras para la palanca.	9
Señalizaciones del disparador por sobreintensidad		
76.	Precisión de medida del disparador por sobreintensidad	Funciones de protección según EN 60947; indicación de intensidad ≤ 5 %; funciones de medidas de magnitudes básicas ≤ 1 %; magnitudes básicas magnitudes secundarias ≤ 4%
Protección contra sobrecargas		
77.	Función conectable/desconectable	Sí
78.	Margen de ajuste IR = In x	0,4 ... 1
79.	Protección contra sobrecargas conmutable (dependiente de I2t ó I4t)	Sí
80.	Margen de ajuste I _{sd} = In x	2 ... 30 s
81.	Margen de ajuste del tiempo de retardo tsd	80 ... 4000 ms
82.	Protección contra cortocircuito con retardo breve conmutable (función dependiente de I2t)	Sí
83.	Margen de ajuste del tiempo de retardo tsd para I2t	100 ... 400 ms
84.	Función ZSS	Sí
Protección contra cortocircuitos sin retardo		
85.	Función conectable/desconectable	Sí
86.	Margen de ajuste li = In x	1,5 x In ... 0,8 x I _{cs}
LCD gráfico		
Sí		
Comunicación		
Sí		
87.	Capacidad de comunicación en redes profibus DP	NO
Función de medida		
Sí		
88.	Tensiones, potencias, energías, cos φ, frecuencia con valores máximos y mínimos respectivos	Sí
89.	Análisis de armónicos	Sí
90.	Diagrama de intensidades y tensiones	Sí
Indicaciones mediante Leds		
Sí		
91.	Disparador por sobreintensidad activo	Sí
92.	Alarma	Sí

93. Fallo interno del disparador	Sí
94. Disparo L	Sí
95. Disparo S	Sí
96. Disparo I	Sí
97. Disparo N	Sí
98. Disparo a través de funciones de protección ampliadas	Sí
99. Comunicación	Sí
Alarmas vía comunicaciones	Sí
100. Alarma por sobrecarga	Sí
101. Desconexión de la carga, conexión de la carga	Sí
102. Prealarma de sobrecarga 200 ms	Sí
103. Alarma de temperatura	Sí
104. Asimetría de fases	Sí
105. Disparo por cortocircuito sin retardo	Sí
106. Disparo por cortocircuito con retardo breve	Sí
107. Disparo por sobrecarga	Sí
108. Disparo por sobreintensidad por el neutro	Sí
109. Relé auxiliar	Sí
110. Función de fallo del disparador	Sí

INTERRUPTORES DE CAJA MOLDEADA.

Se utilizarán interruptores de caja moldeada en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Los apagachispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad. Además cumplirán con las siguientes características:

Intensidad asignada I_n para 40°C y 50/60 Hz	Según mediciones
Numero de polos	Según mediciones
Tensión asignada de servicio U_n para 50/60 Hz según IEC	400 V AC
Tensión asignada de aislamiento U_i según IEC 60947-2	
111. Vías principales de corriente	800 V AC
112. Circuitos auxiliares	690 V AC

Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}	
113. Vías de corriente principales	8 kV
114. Circuitos auxiliares	4 kV
Categoría de servicio según IEC 60947-2	A
Temperatura ambiente permisible	
115. En servicio	-25°C a +70 °C
116. En almacén	-40°C a +80 °C
Poder asignado de corte en cortocircuito según IEC 60947-2 a 690 V AC	
117. Interruptores de 160 A	12 kA
118. Interruptores de 250 A	12 kA
119. Interruptores de 400 A	15 kA
120. Interruptores de 630 A	20 kA
Vida útil	
121. Mecánica	20000 ciclos de maniobra
122. Eléctrica	10000 ciclos de maniobra
Frecuencia de maniobra	120 maniobras/h
Consumo de potencia con la intensidad asignada máxima para protección de distribuciones	
123. Interruptores de 160 A	40 W
124. Interruptores de 250 A	60 W
125. Interruptores de 400 A	90 W
126. Interruptores de 630 A	160 W
Disparadores por sobreintensidad	
127. Función	LSI
128. Protección de distribución	Sí
129. Protección de generador	Sí
130. Margen de ajuste $IR = I_n \times$	0,4 ... 1
131. Margen de ajuste $I_{sd} = I_n \times$	1,5 ... 10
132. Margen de ajuste del tiempo de retardo t_{sd}	0 ... 0,5 s
133. Protección contra cortocircuito sin retardo $I_i = I_n \times$	11
134. Memoria térmica	Sí
135. Disparador electrónico	Sí

INTERRUPTORES MODULARES.

Se utilizarán interruptores de modulares en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Serán accesoriables, las

bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Los apagachispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad. Además, cumplirán con las siguientes características:

Intensidad asignada In para 40°C y 50/60 Hz	Según mediciones
Curvas características	C, D
Numero de polos	Según mediciones
Tensión asignada	230/400V AC
Tensión de servicio U_e	230/400 V AC
Poder asignado de corte en cortocircuito según IEC 60947-2 a 400 V AC 2, 3 y 4 polos	
136. Interruptores de 0,3 a 6 A	30 kA
137. Interruptores de 8 a 32 A	15 kA
138. Interruptores de 40 a 63 A	10 kA
Coordinación de aislamiento	
139. Tensión de aislamiento asignada	250/440 V AC
140. Grado de ensuciamiento con categoría de sobretensión III	2
Protección contra contactos según DIN VDE 106 parte 100	Si
Propiedades de interruptor principal según EN 60204	Si
Precintable en las posiciones finales de la maneta	Si
Profundidad del aparato según DIN 43880	70 mm
Grado de protección	
141. Según DIN 40050	IP 20
142. Según DIN 40050 para montaje en armarios	IP 40
Inflamabilidad según DIN VDE 0304 parte 3	Nivel IIb
Fijación	Sobre perfil normalizado (EN 50022) de 35 mm
Bornes	Bornes combinados en ambos lados, para conexión simultánea de barras colectoras y conductores
Secciones de conexión de conductores	
143. Rígido	35 mm ²
144. Flexible	35 mm ²
Conexión a red	Indistinta arriba o abajo

Endurancia	Promedio de 20000 maniobras con carga asignada
Temperatura ambiente permisible	
145. En servicio	-25°C a +45 °C
146. En almacén	-40°C a +75 °C

Bases portafusibles y fusibles.

Se utilizarán bases portafusibles seccionables en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las bornas serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Además, cumplirán con las siguientes características:

Intensidad asignada ininterrumpida I_u	Según mediciones
Intensidad térmica convencional I_{th}	Según mediciones
Numero de polos	Según mediciones
Tensión asignada de empleo U_e para 50/60 Hz	690 V AC
Tensión asignada de aislamiento U_i	
147. Para intensidad nominal 160 A	690 V AC
148. Para intensidad nominal de 250 A	690 V AC
149. Para intensidad nominal de 400 A	690 V AC
Intensidad asignada de cortocircuito limitada con fusibles	50 kA a 500 V
Poder asignado de cierre y de corte	
150. Con 690 V AC, con cartuchos fusibles base 160 A Ic	800 A
151. Con 690 V AC, con cartuchos fusibles base 250 A Ic	1000 A
152. Con 690 V AC, con cartuchos fusibles base 400 A Ic	1600 A
153. Intensidad asignada de empleo le con AC-21B -22B base 160 A	160 A
154. Intensidad asignada de empleo le con AC-21B -22B base 250 A	250 A
155. Intensidad asignada de empleo le con AC-21B -22B base 400 A	400 A
156. Intensidad asignada de empleo le con AC-23B base 160 A	100 A
157. Intensidad asignada de empleo le con AC-23B base 250 A	160 A
158. Intensidad asignada de empleo le con AC-23B base 400 A	315 A
Poder de corte con carga capacitiva	
159. Con 525 V AC, potencia de la carga capacitiva base 160 A	100 kVAr
160. Con 525 V AC, potencia de la carga capacitiva base 250 A	125 kVAr

161. Con 525 V AC, potencia de la carga capacitiva base 400 A	200 kVAr
162. Intensidad asignada In base 160 A	110 A
163. Intensidad asignada In base 250 A	137 A
164. Intensidad asignada In base 400 A	220 A
Temperatura ambiente admisible	
165. En servicio	-25°C a +55 °C
166. En almacén	-50°C a +80 °C
Vida útil mecánica	1600 ciclos de maniobra
Grado de protección con marco de material aislante estando la maneta cerrada por el lado de mando	IP 30
Consumo de potencia con la intensidad asignada máxima	
167. Portafusible de 160 A	7,8 W
168. Portafusible de 250 A	7,5 W
169. Portafusible de 400 A	15 W
Conexión de los conductores principales	
170. Terminal de cable base 160 A	2,5-120 mm ²
171. Terminal de cable base 250 A	6-150 mm ²
172. Terminal de cable base 400 A	6-240 mm ²
173. Tornillos de conexión para terminal de cable base 160 A	M8
174. Tornillos de conexión para terminal de cable base 250 A	M10
175. Tornillos de conexión para terminal de cable base 400 A	M10

Se utilizarán fusibles, en aquellas posiciones en que venga especificado en las mediciones, serán del tipo NH, cumplirán con las siguientes normas:

- DIN 57 636/VDE 0636 partes 1, 10, 21, 22, 201.
- IEC 60269-2.
- DIN 43 620 parte 1.

Preferentemente se utilizarán los siguientes tamaños por orden de prioridad 00, 1 y 2 con objeto de conseguir una uniformidad. Dispondrán de patillas de extracción aisladas, con doble indicador de fusión, contactos a cuchillas y serán de clase gL-gG, se utilizarán para dos tipos de tensiones, 690 V y 400 V.

Los fusibles tendrán unas pérdidas de potencia menores o iguales a las siguientes:

Fusibles NH tipo gL-gG 690 V ~	NH tipo gL-gG 400 V ~
--------------------------------	-----------------------

TAMAÑO	INTENSIDAD NOMINAL (A)	POTENCIA DISIPADA (W)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	POTENCIA DISIPADA (W)
00	40	4.0	----	----
	50	4.9	----	----
	63	5.6	----	----
	80	6.2	----	----
	100	7.0	125	8.4
	125	8.2	160	10.0
1	35	4.3	35	3.5
	40	4.9	50	4.7
	50	5.6	63	5.0
	63	6.3	80	5.4
	80	7.2	100	7.0
	100	8.5	125	8.8
	125	10.8	160	11.0
	160	14	200	13.5
	200	16	224	15.0
	----	----	250	17.0
2	32	4.0	----	----
	35	4.3	----	----
	40	4.9	----	----
	50	5.6	----	----
	63	6.3	----	----
	80	7.5	80	5.4
	100	8.8	100	7.0
	125	11.5	125	8.8
	160	14	160	11.0
	200	17	200	13.5
	224	19	224	15.0
	250	21	250	17.0
	300	23	315	19.5
	315	25.2	355	23.0
----	----	400	25.0	

Contadores y disyuntores.

Los contactores cumplirán con lo especificado en la Norma IEC 60947, EN 60 947. La construcción de los contactores y disyuntores deberá ser a base de bloques de material aislante de

gran dureza; serán resistentes a los efectos climáticos y estarán protegidos contra contactos directos conforme a DIN VDE 0106 parte 100; serán ampliables mediante bloques de contactos auxiliares. Los contactos serán de cobre electrolítico montados según el sistema de doble cierre, con superficie y presión al cierre de modo que se evite toda posibilidad de deslizamiento. Las cámaras de extinción estarán recubiertas con cerámica.

Las bornas, de contactos auxiliares, bobina, etc., irán descubiertas para simplificar su conexión. Mientras que las bornas principales irán cubiertas mediante un cubrebornas de material adecuado aislante.

Los contactores hasta 12 A tendrán las siguientes características:

Intensidad asignada I_n para 40°C y 50/60 Hz	Según mediciones
Numero de polos	Según mediciones
Vida útil mecánica	
176. Aparatos básicos	30 millones ciclos maniobra
177. Aparato con bloque de contactos auxiliares montado	10 millones ciclos maniobra
Tensión asignada de aislamiento U_i	690 V AC
Separación segura entre bobina y contactos principales según DIN VDE 0106 parte 101 y A1	400 V AC
Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}	6 kV
Maniobra positiva	Si
Temperatura ambiente permisible	
178. En servicio	-25°C a +60 °C
179. En almacén	-55°C a +80 °C
Grado de protección según IEC 60947-1 y DIN 40050	IP 20 sistema de accionamiento IP 40
Protección contra cortocircuito de contactores sin Relé de sobc.	
180. Circuito principal (con int. Magnetotérmico curva C)	Si, 10 A
181. Circuito auxiliar (con int. Magnetotérmico curva C)	Si, 6 A
Circuito de mando, zona trabajo bobinas AC 50 Hz	0.8 a 1.1 x U_s
Circuito de mando, consumo de las bobinas	
182. Potencia de conexión AC 50 Hz	27 VA
183. Potencia de retención AC 50 Hz	4.4 VA
Circuito de mando, tiempos de maniobra, tiempo de corte total = retardo apertura + duración arco	
184. Accionamiento AC 0.8 a 1.1 U_s retardo de cierre	8 a 35 ms
185. Accionamiento AC 0.8 a 1.1 U_s retardo de apertura	4 a 30 ms
186. Duración arco voltaico	10 a 15 ms

Circuito principal, capacidad de carga en corriente alterna categoría de empleo AC-2 y AC-3, Intensidad asignada de empleo I_n 40 °C	Según las mediciones
Circuito principal, frecuencia de maniobras	
187. En vacío	10000 maniobras/hora
188. Servicio asignado según AC-3	750 maniobras/hora
Secciones de conexión del circuito principal y auxiliar	
189. Tipo	Conexión por tornillo
190. Tornillo de conexión	Pozidriv tam. 2

Los contactores de 12 A a 25 A tendrán las siguientes características:

Intensidad asignada I_n para 40°C y 50/60 Hz	Según mediciones
Numero de polos	Según mediciones
Vida útil mecánica	
191. Aparatos básicos	10 millones ciclos maniobra
192. Aparato con bloque de contactos auxiliares montado	10 millones ciclos maniobra
Tensión asignada de aislamiento U_i	690 V AC
Separación segura entre bobina y contactos principales según DIN VDE 0106 parte 101 y A1	400 V AC
Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}	6 kV
Maniobra positiva	Si
Temperatura ambiente permisible	
193. En servicio	-25°C a +60 °C
194. En almacén	-55°C a +80 °C
Grado de protección según IEC 60947-1 y DIN 40050	IP 20 sistema de accionamiento IP 20
Protección contra cortocircuito de contactores sin Relé de sobc.	
195. Circuito principal (con int. Magnetotérmico curva C)	Si, 25 A
196. Circuito auxiliar (con int. Magnetotérmico curva C)	Si, 10 A
Circuito de mando, zona trabajo bobinas $U_s=230Vac$ 50 Hz	0.8 a 1.1 x U_s
Circuito de mando, consumo de las bobinas	
197. Potencia de conexión AC 50 Hz	61 VA
198. Potencia de retención AC 50 Hz	7.8 VA
Circuito de mando, tiempos de maniobra, tiempo de corte total = retardo apertura + duración arco	
199. Accionamiento AC 0.8 a 1.1 U_s retardo de cierre	8 a 44 ms
200. Accionamiento AC 0.8 a 1.1 U_s retardo de apertura	4 a 20 ms
201. Duración arco voltaico	10 ms

Circuito principal, capacidad de carga en corriente alterna categoría de empleo AC-2 y AC-3, Intensidad asignada de empleo I_b 40 °C	Según las mediciones
Circuito principal, frecuencia de maniobras	
202. En vacío	5000 maniobras/hora
203. Servicio asignado según AC-3	1000 maniobras/hora
Secciones de conexión del circuito principal y auxiliar	
204. Tipo	Conexión por tornillo
205. Tornillo de conexión	Pozidriv tam. 2

Los contactores para condensadores tendrán las siguientes características:

Cantidad de polo	3
Tipo de fijación	fijación por tornillo y abroche a perfil DIN de 35 mm según DIN EN 50022
montaje en serie	Sí
Potencia reactiva / en AC-6b	
a 230 V / a 50/60 Hz / valor asignado	
mínima	3,5 kvar
máxima	30 kvar
a 400 V / a 50/60 Hz / valor asignado	
mínima	5 kvar
máxima	50 kvar
a 500 V / a 50/60 Hz / valor asignado	
mínima	7,5 kvar
máxima	60 kvar
a 690 V / a 50/60 Hz / valor asignado	
mínima	10 kvar
máxima	84 kvar
Número de referencia del material / según DIN EN 61346-2	Q
Número de referencia del material / según DIN 40719 y ampliado con la norma IEC 204-2 / según IEC 750	K
Clase de protección IP	IP20
Anchura	70 mm
Altura	167 mm
Profundidad	183 mm
Temperatura ambiente	
durante la operación	-25...60°C
Circuito de corriente de control:	
Tipo de tensión	AC
Tensión de mando	
a 50 Hz / en AC / valor nominal / mínima	230 V

a 50 Hz / en AC / valor nominal / máxima	230 V
Frecuencia de tensión de alimentación / para circuito auxiliar y circuito de mando / valor nominal	
mínima	50 Hz
máxima	50 Hz
Circuito de corriente principal:	
Número de contactos de apertura / para contactos principales	0
Número de contactos de cierre / para contactos principales	3
Corriente de servicio / en AC-1 / a 400 V / valor nominal	72 A
Circuito de corriente secundario:	
Números característicos y letras identificadoras para elementos de conmutación	1
Número de contactos de cierre / para contactos auxiliares	1
Número de contactos de apertura / para contactos auxiliares	0
Tipos de conexiones:	
Ejecución de la conexión eléctrica / para circuito principal	conexión por tornillo
Ejecución de la conexión eléctrica / para circuito auxiliar y circuito de mando	conexión por tornillo

Los disyuntores estarán constituidos por tres relés bimetálicos regulables destinados a la protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos. Dispondrán de rearme manual e irán equipados con pastillas de contactos auxiliares para enclavamientos y automatismos. Los contactos auxiliares serán del tipo recambiable. Cumplirán con las normas:

- IEC 60947-1, EN 60947-1 (VDE 0660 parte 100).
- IEC 60947-2, EN 60947-2 (VDE 0660 parte 101).
- IEC 60947-4-1, EN 60947-4-1 (VDE 0660 parte 102).

Los disyuntores de hasta 12 A tendrán las siguientes características:

Intensidad asignada I_n para 40°C y 50/60 Hz	Según mediciones
Número de polos	3
Tensión asignada de aislamiento U_i	690 V AC
Tensión asignada de empleo U_e	690 V AC 50 Hz
Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}	6 kV
Categoría de empleo	
206. IEC 60947-2 (interruptores automáticos)	A
207. IEC 60947-4-1 (arrancadores de motor)	AC-3
Clase de disparo según IEC 60947-4-1	10
Pérdidas de potencia en función de la intensidad asignada	
208. $I_n < 1,25$ A	5 W
209. $1,6 < I_n < 1,6$ A	6 W

210. $12 > I_n > 8 \text{ A}$	7 W
Temperatura ambiente permisible a temperatura interna armario	
211. En servicio	-20°C a +70 °C
212. En almacén	-50°C a +80 °C
Grado de protección según DIN EN 60529	
IP 20	
Protección contra contactos directos según DIN VDE 0106 p. 100	
A prueba de contactos con los dedos	
Capacidad como seccionador e interruptor ppal. y de emergencia	
213. Según IEC 60947-2	Si
214. Según IEC 60204-1	Si
Vida útil mecánica	
100000 ciclos de maniobra	
Vida útil eléctrica	
100000 ciclos de maniobra	
Frecuencia máx. de maniobras por hora	
15	
Secciones de conexión del circuito principal	
215. Tipo	Conexión por tornillo
216. Tornillo de conexión	Pozidriv tam. 2

Para protección de motores con consumo de corriente inferior a 12 A, solamente será exigible la instalación de disyuntores, regulables, con detección en las tres fases.

Para protección de motores con consumo de corriente superior a 12 A, e inferior a 70 A, será exigible la instalación de un relé electrónico para protección contra sobrecargas, con curva de disparo variable, protección contra fallos de fase y asimetría y en su caso de protección térmica por sondas si los motores van dotados de la misma.

Para protección de motores con consumo de corriente superior a 70 A, serán exigibles relés de protección integral, electrónicos, con disparo por sobrecargas con curva de disparo variable, protección por fallo de fase, protección por defectos a tierra, protección contra bloqueo, protección contra inversión de fases y protección térmica por sondas.

Relés e interruptores diferenciales.

Los relés diferenciales medirán el verdadero valor eficaz (TRMS) de la corriente de fuga realizando un muestreo de ésta, de tal forma que la protección diferencial sea Tipo A cumpliendo la norma IEC 61008-1.

Los relés diferenciales soportarán puntas importantes de sobretensiones (ondas de sobrecarga y ondas de sobretensiones) con objeto de mantener la continuidad del suministro eléctrico, según IEC 61008.

Con objeto de cumplir con las normas IEC 479-1/UNE 20-572-92 los relés diferenciales deberán tener en cuenta la frecuencia de la corriente de defecto ya que según se detalla en la norma para corrientes de fuga de alta frecuencia es más peligrosa la frecuencia que la corriente.

El relé diferencial tendrá en cuenta el valor de la corriente de defecto a tierra y no dará la orden de disparo hasta que la corriente no esté próxima al 100 % del valor de la sensibilidad ($I_{\Delta n}$) ajustada con objeto de tener menos cortes de suministro cuando la corriente de defecto es menor que la $I_{\Delta n}$.

Con objeto de evitar disparos intempestivos y aumentar la continuidad de suministro de la instalación conforme a la norma IEC 61008-1 el relé diferencial dará la posibilidad de incorporar un retardo en la apertura del circuito que protege (con dos tipos de curvas, una instantánea y otra selectiva) el cual dependerá de la corriente de fuga. Siendo el retardo inversamente proporcional a la corriente de defecto.

Con objeto de disponer de la corriente de fuga en todo momento como ayuda para diagnóstico de averías el relé diferencial mostrará las fugas en verdadero valor eficaz de las corrientes de fuga instantánea y de la de disparo a través de un display gráfico.

Teniendo en cuenta todas las disposiciones anteriores los relés diferenciales dispondrán de las siguientes características:

Clase de protección	A superinmunizada
Medida	Verdadero valor eficaz (TRMS)
Sensibilidad	0,03 ... 3 A 0.03 ... 30 A (mediante programación)
Retardo	Tiempo definido: 0.02 ... 10 s Curva inversa: instantánea o selectiva
Transformador diferencial	Externo, Serie WG
Test y reset	Mediante pulsadores incorporados y posibilidad de test remoto
Elemento de corte asociado	Contactador o magnetotérmico+bobina de disparo
Indicación por LED	Tensión de alimentación Disparo por fuga Desconexión transformador diferencial Prealarma
Visualización por display	Corriente de disparo Programación de parámetros Corriente de fugas instantánea Desconexión transformador externo

Señalización remota	Prealarma Visualizadores de parámetros mediante comunicaciones RS-485 (RGU-10 C)
Control de elemento de corte	Mediante un relé conmutado NA/NC
Alimentación auxiliar	230 V CA ($\pm 20\%$)
Contactos de salida	250 V CA 6 A
Temperatura de funcionamiento	- 10 °C a + 50 °C
Fijación	Carril DIN
Grado de protección	Bornes IP 20
Normas	IEC 61008-1, IEC 755, IEC 255-5

Se utilizará siempre un transformador diferencial, de diámetro según mediciones, asociado al relé diferencial completamente cableado. El transformador diferencial dispondrá dos bobinados sobre el mismo núcleo, bobinado de test y bobinado de trabajo permitiendo así el chequeo del conjunto transformador+relé. El transformador diferencial se caracterizará por su linealidad y su sensibilidad.

Se instalarán interruptores diferenciales en aquellos armarios en que así venga especificado en las mediciones, de las características especificadas en cuanto a intensidad asignada, corriente de defecto, clase de protección y número de polos. Dispondrán de las siguientes características:

Intensidad asignada I_n para 40°C y 50/60 Hz	Según mediciones
Número de polos	Según mediciones
Vida útil mecánica	> 10000 maniobras
Tensión asignada de aislamiento U_n	125 - 230 V AC 230 - 400 V AC
Sensibilidades $I_{\Delta n}$	Según mediciones
Material carcasa	Aislante libre de CFC y siliconas
Conexión a red	Indistinta arriba o abajo
Grado de protección	IP 20 según DIN VDE 0407-1
Protección contra contactos	Seguro contra contacto de dedos y dorso de la mano
Tensión de servicio mínima para funcionamiento del dispositivo de prueba	
217. Para interruptores diferenciales rango 16 a 80 A	100 V
218. Para interruptores diferenciales de 125 A	195 V
Temperatura ambiente permisible a temperatura interna armario	
219. En servicio	-5°C a +45 °C
220. En almacén	-40°C a +75 °C
Grado de protección según DIN EN 60529	IP 20

Protección contra contactos directos según DIN VDE 0106 p. 100	A prueba de contactos con los dedos
Inflamabilidad	Nivel IIb, según DIN VDE 0304
Frecuencia máx. de maniobras por hora	15
Secciones de conexión del circuito principal	
221. Tipo	Bornes de tornillo
222. Tornillo de conexión	Pozidriv tam. 2

Descargadores de sobretensiones.

Según se establece en las mediciones, se instalarán protecciones contra sobretensiones, distinguiendo dos categorías de elementos de protección:

- Descargadores de corrientes de rayo, diseñados para hacer frente a perturbaciones con forma de onda de corriente de rayo 10/350 (IEC 1024).
- Descargadores de sobretensiones, diseñados para hacer frente a perturbaciones con forma de onda 8/20 μ s.

El dimensionado de los descargadores para la protección del cuadro general será el siguiente:

- Se instalará un descargador combinado, que integre las protecciones basta y media, lo cual permitirá, por un lado, aportar protección contra sobretensiones, frecuentes, pero de baja energía, ocasionadas por procesos de conmutación o descargas atmosféricas en el entorno, y por otro lado, cuando se trate de dominar una corriente de choque de mayor energía, se comportará como una vía de chispas de alto rendimiento. El dispositivo a utilizar para proporcionar estas protecciones será un descargador combinado para redes de 690 V en ejecución unipolar. Está formado por un descargador encapsulado, coordinado energéticamente con descargadores de clase II y III sin necesidad de bobinas de desacople energético adicionales y con indicación óptica de la tensión de servicio. Cuyas características se definen a continuación:

Spd según EN 61643-11	Tipo 1
Spd según IEC 61643-1	Clase I
Descargador de la clase de exigencias según DIN VDE 0675-6	B
Máxima tensión de servicio U_c	440 V/50 Hz
Corriente de choque tipo rayo (10/350) I_{imp}	35 kA
Nivel de protección U_p	$\leq 2,5$ kV
Tiempo de respuesta t_A	100 ns
Fusibles previos para conexión en derivación	hasta 500 A gL-gG
Fusibles previos para conexión pasante	hasta 125 A gL-gG
Capacidad de derivación máxima de corriente con fusible en derivación	50 kA
Temperatura ambiente permisible	
223. Conexión en derivación	-40°C a +80 °C

224. Conexión pasante	-40°C a +60 °C
Grado de protección	IP 20
Material envolvente	Termoplástico según UL 94 V-0

Se instalarán tres descargadores en derivación del tipo anterior, (uno por fase) según se muestra en el esquema, en los bornes de salida del interruptor general, intercalando entre ambos una base tripolar seccionable de fusibles tipo NH de tamaño 2, de 315 A de intensidad nominal tipo gL-gG. Se cuidará en la fase de montaje que el cableado tanto de entrada a los descargadores como el de puesta a tierra de los mismos no supere una longitud entre ambos de 1 m. El cableado de los mismos se realizará mediante conductor de cobre de 50 mm² de sección tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.

- Con objeto de reducir el nivel de protección (U_p) dejado por el descargador anterior hasta un nivel de protección ≤ 2 kV y efectuar una coordinación energética se instalará otro descargador de sobretensiones que dispondrá de una alta capacidad de derivación mediante un varistor de óxido de zinc. Cuyas características se describen a continuación:

Spd según EN 61643-11	Tipo 2
Spd según IEC 61643-1	Clase II
Máxima tensión de servicio ac U_c	440 V
Máxima tensión de servicio d U_c	585 V
Corriente nominal de descarga (8/20) I_n	20 kA
Corriente máxima de descarga (8/20) I_{max}	40 kA
Nivel de protección U_p	≤ 2 kV
Nivel de protección 5 kA U_p	$\leq 1,7$ kV
Tiempo de respuesta t_A	≤ 25 ns
Fusibles previos máximos	125 A gL-gG
Resistencia a cortocircuitos con fusibles previos máximos	25 kA _{eff}
Temperatura ambiente permisible	-40°C a +80 °C
Sección de conexión mín	1,5 mm ²
Sección de conexión máx	25 mm ² hilo fino/35 mm ² varios hilos
Grado de protección	IP 20
Material envolvente	Termoplástico según UL 94 V-0
Contacto de señalización	Si, conmutado
Homologaciones	KEMA, VDE, UL

Se instalarán dos conjuntos de tres descargadores del modelo anterior, (uno por fase) a ambos lados del embarrado, según se muestra en el esquema, intercalando entre ambos una base tripolar seccionable de fusibles tipo NH de tamaño 0, de 100 A de intensidad nominal tipo gL-gG. Se cuidará en la fase de montaje que el cableado tanto de entrada a los descargadores como el de puesta a tierra de los mismos tenga un recorrido lo más corto posible. El cableado de los mismos se realizará mediante conductor de cobre de 50 mm² de sección tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.

El Dimensionado de los descargadores para la protección del cuadro de servicios auxiliares. Este cuadro se alimentará, en épocas de riego, a través de un transformador reductor de 690 V a 400 V, no siendo necesaria la instalación de descargadores, puesto que el nivel de tensión residual dejado por el descargador del cuadro general es pequeño y al pasar por el transformador se reduce aún más, sin embargo se instalarán unos descargadores de protección fina para proteger aquellos receptores que por su constitución son muy vulnerables a las sobretensiones, como son los equipos electrónicos, arrancadores, variadores, caudalímetros.

En aquellas épocas en que no se riegue, este cuadro se alimentará a través de un transformador monofásico de servicios auxiliares. Esta alimentación sí que es necesaria protegerla frente a sobretensiones, de igual forma que se protegió la alimentación del cuadro general, según se indica a continuación:

- Se instalará un descargador combinado, que integre las protecciones basta y media, lo cual permite, por un lado, aportar protección contra sobretensiones, frecuentes, pero de baja energía, ocasionadas por procesos de conmutación o descargas atmosféricas en el entorno, y por otro lado, cuando se trate de dominar una corriente de choque de mayor energía, se comportará como una vía de chispas de alto rendimiento. El dispositivo a utilizar para proporcionar estas protecciones es un descargador combinado para protección de consumidores de BT. Está formado por un descargador encapsulado, coordinado energéticamente con descargadores de clase II y III sin necesidad de bobinas de desacoplo energético adicionales y con indicación óptica de la tensión de servicio. Cuyas características se definen a continuación:

Spd según EN 61643-11	Tipo 1
Spd según IEC 61643-1	Clase I
Tensión nominal AC U _c	230 V
Máxima tensión de servicio U _c	255 V
Corriente de choque tipo rayo (10/350) (L-N-PE)	50 kA
Corriente de choque tipo rayo (10/350) I _{imp} (L-N)	25 kA
Corriente nominal de descarga (8/20) I _n	25 kA/50 kA
Nivel de protección (L-N) U _p	≤ 1.5 kV

Nivel de protección (N-PE) U_p	≤ 1.5 kV
Capacidad de apagado de la corriente consecutiva (L-N) AC I_r	50 kA _{eff}
Cap. de apagado de la corriente consecutiva (N-PE) AC I_r	100 kA _{eff}
Tiempo de respuesta t_A	≤ 100 ns
Fusibles previos máximo (L) hasta $I_k=50$ kA _{eff}	315 A gL-gG
Fusibles previos máximo (L) con $I_k>50$ kA _{eff}	200 A gL-gG
Fusibles previos máximo (L-L')	125 A gL-gG
Tensión TOV-S (L-N) U_T	440 V/5 ms
Tensión TOV-S (N-PE) U_T	1200 V/200 ms
Indicación de servicio	Verde/rojo
Temperatura ambiente permisible	
225. Conexión en derivación	-40°C a +80 °C
226. Conexión pasante	-40°C a +60 °C
Grado de protección	IP 20
Material envolvente	Termoplástico según UL 94 V-0
Contacto de señalización	Si, conmutado
Homologaciones	KEMA, VDE

Se instalará un descargador en derivación del tipo anterior, según se muestra en el esquema, en los bornes de salida del interruptor general, intercalando entre ambos una base unipolar seccionable de fusibles tipo ZR de 100 A de intensidad nominal. Se cuidará en la fase de montaje que el cableado tanto de entrada a los descargadores como el de puesta a tierra de los mismos no supere una longitud entre ambos de 1 m.

Con objeto de reducir el nivel de protección (U_p) dejado por el descargador anterior se instalarán otros descargadores de sobretensiones con funciones para protección de la alimentación de equipos electrónicos industriales. Protección bipolar compuesto por elemento de base y módulo de protección enchufable con dispositivo de vigilancia y separación, indicación óptica de su estado operativo y señalización a distancia mediante contactos normalmente cerrados. Cuyas características se describen a continuación:

Spd según EN 61643-11	Tipo 3
Spd según IEC 61643-1	Clase III
Descargador de la clase de exigencias según DIN VDE 0675-6	C
Tensión nominal U_N	230 V
Máxima tensión de servicio U_c	255 V

Intensidad nominal ac I_L	25 A
Corriente nominal de descarga (8/20) (L-N) I_n	3 kA
Corriente nominal de descarga (8/20) (L+N-PE) I_n	5 kA
Choque combinado (L-N) U_{oc}	6 kV
Choque combinado (L+N-PE) U_{oc}	10 kV
Nivel de protección (L-N) U_p	≤ 1250 V
Nivel de protección (L+N-PE) U_p	≤ 1500 V
Tiempo de respuesta (L-N) t_A	≤ 25 ns
Tiempo de respuesta (L+N-PE) t_A	≤ 100 ns
Fusibles previos máximos	25 A gL-gG
Resistencia a cortocircuitos con fusibles previos máximos	6 kA _{eff}
Tensión TOV-S (L-N) U_T	335 V/5 s
Tensión TOV-S (L-N-PE) (I) U_T	400 V/5 s
Tensión TOV-S (L-N-PE) (II) U_T	1200 V+ U_o /200 ms
Temperatura ambiente permisible	
227. Conexión en serie	-40°C a +80 °C
Grado de protección	IP 20
Material envolvente	Termoplástico según UL 94 V-0
Contacto de señalización	Si, conmutado

Se instalarán cuatro descargadores del modelo anterior, según se muestra en el esquema, en serie precedidos por un interruptor automático de como máximo 16 A. Se instalarán en los circuitos de alimentación del mando de los arrancadores y variadores, en el circuito de alimentación de los caudalímetros, en el circuito de alimentación del transformador separador de circuitos, en el circuito de alimentación del SAI de equipos informáticos.

Dimensionado de los descargadores para la protección del cuadro de control. Este cuadro se alimentará a través de una salida prevista a tal efecto en el cuadro de servicios auxiliares, al igual que ocurrió en éste, se dimensionarán unos descargadores para la protección de los equipos electrónicos presentes en el mismo, según se observa en el esquema. Aparte de estos descargadores se instalarán otros para la protección de las entradas analógicas al autómatas, según se indica a continuación:

- Con objeto de reducir las sobretensiones que se pueden inducir, en caso de sobretensión atmosférica, en el cableado de las señales analógicas se dimensionan unos descargadores de sobretensiones para protección basta y fina de dos hilos de señal independientes con potencial de referencia común e interface asimétrico. El cual dispone de las siguientes características:

Clase de descargador	Tipo 2 P1
Tensión nominal U_N	24 V
Máxima tensión de servicio U_c	26.8 V DC
Máxima tensión de servicio U_c	18.9 V AC
Intensidad nominal ac I_L	1 A
Corriente nominal de descarga (8/20) total I_n	10 kA
Corriente nominal de descarga (8/20) por hilo I_n	10 kA
Nivel de protección hilo-hilo con I_n C2 U_p	≤ 100 V
Nivel de protección hilo-PG con I_n C2 U_p	≤ 80 V
Nivel de protección hilo-hilo con 1 kV/μs C3 U_p	≤ 70 V
Nivel de protección hilo-PG con 1 kV/μs C3 U_p	≤ 35 V
Impedancia de serie por hilo	1.8 Ω
Frecuencia límite hilo-PG	5.6 MHz
Capacidad hilo-hilo C	0.7 nF
Capacidad hilo-PG C	1.3 nF
Temperatura ambiente permisible	
228. Conexión en serie	-40°C a +80 °C
Grado de protección	IP 20
Material envolvente	Poliamida PA 6.6 amarillo
Normas de verificación	IEC 61643-21

Se instalarán descargadores del modelo anterior, uno por cada entrada analógica.

- Con objeto de reducir las sobretensiones que se pueden inducir, en caso de sobretensión atmosférica, en el bus de comunicaciones se dimensionan unos descargadores de sobretensiones para protección basta y fina de dos hilos de señal independientes con potencial de referencia común e interface asimétrico. El cual dispone de las siguientes características:

Clase de descargador	Tipo 2 P1
Tensión nominal U_N	5 V
Máxima tensión de servicio U_c	6.0 V DC
Máxima tensión de servicio U_c	4.2 V AC
Intensidad nominal ac I_L	1 A
Corriente nominal de descarga (8/20) total I_n	10 kA
Corriente nominal de descarga (8/20) por hilo I_n	10 kA
Nivel de protección hilo-hilo con I_n C2 U_p	≤ 50 V
Nivel de protección hilo-PG con I_n C2 U_p	≤ 45 V
Nivel de protección hilo-hilo con 1 kV/μs C3 U_p	≤ 16 V

Nivel de protección hilo-PG con 1 kV/μs C3 U _p	≤ 8 V
Impedancia de serie por hilo	1 Ω
Frecuencia límite hilo-PG	1.6 MHz
Capacidad hilo-hilo C	≤ 3 nF
Capacidad hilo-PG C	≤ 5 nF
Temperatura ambiente permisible	
229. Conexión en serie	-40°C a +80 °C
Grado de protección	IP 20
Material envolvente	Poliamida PA 6.6 amarillo
Normas de verificación	IEC 61643-21

Se instalarán descargadores del modelo anterior, uno por cada salida del bus de datos del cuadro de control.

En este cuadro, de servicios auxiliares y el cuadro situado en la instalación de toma, que requiera de comunicación vía radio, llevará un descargador de sobretensiones entre la antena y el módem. Las características del descargador son las siguientes:

Max. Tensión continua en corriente continua	180 V
Corriente nominal	10 A
Capacidad de transmisión máx.	150 W
Intensidad rayo impulso (10/350 μs)	5 kA
Corriente de descarga nominal (8/20 μs)	20 kA
Nivel de protección en tensión para la corriente de descarga nominal	≤ 750 V
Rango de frecuencias	d.c. - 300 MHz
Pérdida de inserción	<0,1 dB
Pérdida de retorno ≥ 20,8 dB	≥ 20,8 dB
Impedancia	50
Rango de temperatura de operación	40°C...+85°C
Grado de protección	IP 20
Tipo de conexión entrada / salida	Conector UHF/UHF
Puesta a tierra	casquillo mm Ø19.3
Reemplazables por el tubo de descarga de gas	si
Normas de prueba	IEC 61643-21

Transformadores de aislamiento.

Para la alimentación del circuito de mando, en aquellos casos en que así se especifique en las mediciones se usarán transformadores de aislamiento, de la potencia y tensiones especificados en las mediciones.

Se podrán convertir a voluntad en clase I o clase II. Señalizará su funcionamiento mediante diodos de tipo Led. Dispondrá de una caja de protección de material ignífugo. Ninguna parte de contacto de riesgo será accesible al usuario. Además, dispondrán de las siguientes características:

Frecuencia	50-60 Hz
Aislantes	Clase B 130 °C
Bobinado	Clase HC 200 °C
Protección	Clase I y II seleccionable
Tensión de prueba	4.6 kV (1 min. 50 Hz) entre primario y secundario 3.2 kV (1 min. 50 Hz) entre primario y masa 2.5 kV (1 min. 50 Hz) entre secundario y masa
Montaje	Mediante tornillos
Envolvente	Caja en polímero técnico de última generación, ignífuga V-0 según UL94
Grado de protección	IP-20
Selección de tensiones	Mediante puentes metálicos
Normas	IEC/EN/UNE-EN 61558

Aparatos de medida.

ANALIZADOR DE REDES.

En todos los armarios eléctricos cuya potencia de entrada sea superior a 100 kVA, se instalará en cada entrada un analizador de redes para montaje en cuadro, si así se especifica en las mediciones.

El analizador dispondrá al menos de tres displays alfanuméricos o un display gráfico donde podrán visualizarse los siguientes parámetros eléctricos:

- Tensión simple de cada fase.
- Corriente de cada fase.
- Potencia activa de cada fase.
- Potencia inductiva de cada fase.
- Potencia capacitiva de cada fase.
- Factor de potencia de cada fase.
- Tensión simple trifásica.
- Corriente trifásica.
- Potencia activa trifásica.

- Potencia inductiva trifásica.
- Potencia capacitiva trifásica.
- Factor de potencia trifásico.
- Frecuencia.
- Potencia aparente trifásica.
- Tensiones compuestas.

TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD.

Los transformadores de intensidad deberán estar contruidos según lo especificado en la Norma UNE 21088 y dimensionados de forma que puedan soportar 1,2 veces la intensidad secundaria normal y durante quince minutos (15 min.), 1,5 veces dicha intensidad.

Se pueden emplear dos tipos de transformadores de intensidad de diferente clase de precisión; unos aplicados para alimentar las bobinas amperimétricas de los contadores de medida y otros para la alimentación de los aparatos de medida o protección. Se indicará la clase de los transformadores a utilizar para su aceptación.

El núcleo magnético será de chapa de grano orientado, de gran permeabilidad a las pequeñas inducciones.

El montaje en los cuadros, siempre que sea posible, se realizará sobre los propios juegos de barras por lo que deberán estar previstos para tal efecto.

Relés.

Para las distintas maniobras se utilizarán relés debidamente identificados, según se especifica en las mediciones, serán de los siguientes tipos.

RELÉ ENCHUFABLE DE 4 CONTACTOS CONMUTADOS.

Se utilizarán relés enchufables industriales con dorado duro para que así las señales bajas (a partir de 1V / 1mA) se conmuten también sin problemas. Estos relés dispondrán de cuatro contactos conmutados (4 x 5 A), equipados con un LED de estado junto a la indicación mecánica de la posición de conmutación y al pulsador de prueba manual, así como un diodo de protección adicional para los relés DC. Los zócalos serán de conexión por tornillo con conexiones lógicas, presentando la conexión de bobina y contactos en disposición opuesta respondiendo de esta forma al concepto de armario de distribución moderno con separación de clara identificación del lado de mando y de carga.

Sus características técnicas serán las siguientes:

Zócalo	
230. Tensión nominal UN	300 V AC/DC
231. Corriente nominal IN	12 A
232. Altura	86 mm
233. Profundidad	78,5 mm
234. Anchura	27 mm
Excitación Bobinas DC	
235. Tensión nominal de entrada UN	24 V DC
236. Corriente típica de entrada para UN	38 mA
237. Tiempo típico de cierre para UN	13 ms
238. Tiempo típico de apertura para UN	5 ms
239. Resistencia de Bobina de DC para 20 °C	630 Ω \pm 15 %
Excitación Bobinas AC (50 Hz / 60 Hz)	
240. Tensión nominal de entrada UN	230 V AC
241. Corriente típica de entrada para UN (50 Hz / 60 Hz)	5 mA / 4 mA
242. Tiempo típico de cierre para UN (en función de posición de fase)	4 - 10 ms
243. Tiempo típico de apertura para UN (en función de posición de fase)	3 - 12 ms
244. Resistencia de Bobina de DC para 20 °C	18790 Ω \pm 15 %
Contactos	
245. Tipo de Contacto	Contacto simple, 4 contactos conmutados
246. Material del Contacto	AgNi + 3 μ Au
247. Tensión máxima de activación	250 V AC / 125 V DC
248. Tensión mínima de activación	1 V
249. Corriente constante limite	5 A
250. Corriente máxima de cierre	12 A (15 ms)
251. Corriente mínima de conexión	1 mA
252. Potencia máxima de Ruptura (Carga Resistiva): 250 V AC	1250 VA
253. Potencia mínima de Ruptura	1 mW
Datos Generales	
254. Tensión de Prueba Bobina / Contacto	2 kV, 50 Hz, 1 min.
255. Tensión de Prueba Contacto / Contacto	2 kV, 50 Hz, 1 min.
256. Margen de Temperatura Ambiente	- 55 °C hasta + 70 °C
257. Tipo de Funcionamiento Nominal	Régimen Permanente

258. Vida mecánica	5 x 10 ⁷ Operaciones
259. Normas	IEC 60 664 / IEC 60 664 A / DIN VDE 0110
260. Grado de Suciedad	2
261. Categoría de Sobretensiones	II
262. Posición para el montaje	Discrecional / Alineable sin separación

RELÉS DE ACOPLAMIENTO (BORNAS RELÉ).

Se utilizarán Bornas Relé con un contacto conmutado y filtro integrado contra corrientes o tensiones parásitas sobre el lado de mando (bobina), según se especifica en las mediciones. Sus características técnicas serán las siguientes:

Espesor de borne	6,2 mm
Datos de Entrada	
263. Tensión nominal de entrada UN	24 V DC
264. Indicación de Estado	LED
265. Circuito de Protección	Diodo de libre circulación, diodo de protección contra inversión de polaridad, resistencia-condensador
Datos de Conexión	
266. Sección de conductor rígido min.	0,14 mm ²
267. Sección de conductor rígido max.	2,5 mm ²
268. Sección de conductor flexible min.	0,14 mm ²
269. Sección de conductor flexible max.	2,5 mm ²
270. Tipo de conexión	Conexión por Tornillo
271. Longitud a desaislar	8 mm
272. Rosca de Tornillo	M 3
Datos Generales	
273. Temperatura de Servicio	- 25 °C a + 55 °C
274. Tipo de Servicio	Duración de Conexión 100%
275. Clase de combustibilidad según UL 94	V 0
276. Posición de Montaje	Discrecional
277. Indicaciones de Montaje	Alineables sin separación

OPTOACOPADORES ENCHUFABLES.

Se usarán en combinación con los relés de acoplamiento. Sus características técnicas serán las siguientes:

Espesor de borne	6,2 mm
Datos de Entrada	
278. Tensión nominal de entrada UN	24 V DC
279. Margen Admisible (referido a UN)	0,8 - 1,2
280. Nivel de Conexión	
Señal 1 ("H")	$\geq 0,8$ V
Señal 0 ("L")	$\leq 0,4$ V
281. Corriente típica de entrada para UN	9 mA
282. Tiempo típico de cierre para UN	20 μ s
283. Tiempo típico de apertura para UN	300 μ s
284. Frecuencia de transmisión flímite	300 Hz
Datos de Salida	
285. Tensión máxima de activación	33 V DC
286. Tensión mínima de activación	3 V DC
287. Corriente constante limite	3 A
288. Corriente máxima de cierre	15 A (10 ms)
289. Conexión de Salida	2 conductores sin masa
290. Circuito de Salida	Protec. c. inversión de polaridad, protec. contra sobretensiones
Caída de Tensión para corriente constante limite	≤ 150 mV
Datos Generales	
291. Tensión de Prueba: E/S	2,5 kV, 50 Hz, 1 min.
292. Margen de Temperatura Ambiente	- 20 °C a + 60 °C
293. Tipo de Funcionamiento Nominal	Régimen permanente
294. Normas	IEC 60 664 / IEC 60 664 A / DIN VDE 0110
295. Grado de Suciedad	2
296. Categoría de Sobretensiones	III
297. Posición de Montaje	Discrecional
298. Indicaciones de Montaje	Alineable sin separación

Convertidores de temperatura.

Se usarán para convertir señales de temperatura de termorresistencias con curvas de características lineales en señales analógicas normalizadas. La evaluación de las señales medidas y la linealización de las curvas características de los sensores la efectuará un microprocesador; convirtiendo la señal separada galvanicamente en señales analógicas normalizadas. El

comportamiento del transmisor de temperatura se ajustará mediante software de configuración del fabricante.

Las termorresistencias se cablearán mediante técnica de conexión a tres hilos.

Dispondrán de las características siguientes:

Dimensiones	
299. Anchura	17,5 mm
300. Altura	114,5 mm
301. Profundidad	99 mm
Entrada	
302. Entrada	Termorresistencias en técnica de conexión de 2, 3 o 4 hilos. Sensores de Termopares (B, E, J, K, N, R, S, T, L, U, C, W, HK) Señales lineales – 20 mV a + 2400 mV
303. Corriente de Alimentación (termorresistencias)	250 μ A
304. Protección de Entrada	Protección c. transitorios, protección c. sobretensiones 30 V DC
305. Tipo de Conexión	Conexión por tornillo enchufable
Salida	
306. Señal de Salida	4...20 mA
307. Señal máx. de salida	24 mA
308. Resolución D/A	\pm 12 bits
309. Carga	\leq 500 Ω
310. Ripple	< 20 mVpp
311. Comportamiento a la rotura del cable	Desde 0 mA hasta 24 mA
312. Sobrepasar / no alcanzar el alcance de medición	Desde 0 mA hasta 24 mA
313. Protección de Salida	Protección contra transitorios
314. Salida de Conexión	Salida por transistor PNP, para cargas hasta 100 mA conmuta la tensión de alimentación (no resistente al cortocircuito); programación libre mediante software
315. Señal de Salida	0...10 V
316. Señal máx. de salida	\pm 12 V
317. Resolución D/A	\pm 12 bits
318. Carga	\leq 10 k Ω
319. Ripple	< 20 mVpp
320. Comportamiento a la rotura del cable	Desde - 12 V hasta + 12 V

321. Sobrepasar / no alcanzar el alcance de medición	Desde - 12 V hasta + 12 V
322. Protección de Salida	Protección contra transitorios
323. Salida de Conexión	Salida por transistor PNP, para cargas hasta 100 mA conmuta la tensión de alimentación (no resistente al cortocircuito); bloqueada en caso de configuración conforme a un pedido, por lo demás, programación libre mediante MCR/PI-CONF-WIN
Datos Generales	
324. Tensión de Alimentación	18...30 V DC
325. Absorción de corriente (sin carga)	≤ 60 mA, típ. 40 mA
326. Error de Transmisión	≤ 0,1 % del valor final + 6 mV o 12 μA a la salida
327. Error de Punto Frío	≤ 3 K típ. 1,5 K
328. Coeficiente de Temperatura	≤ 0,01 % / K, típ. 0,005 % / K
329. Tensión de Prueba	
Entrada / Salida	1 kV, 50 Hz, 1 min
Entrada / Tensión de Alimentación	1 kV, 50 Hz, 1 min
330. Margen de Temperatura Ambiente	- 20 °C a + 65 °C
331. Compatibilidad Electromagnética	Conforme CE
332. Homologaciones UL	UL / CUL Recognized UL 508

Relés de vigilancia de temperatura.

Se utilizarán relés de vigilancia de temperatura para medir las temperaturas en los devanados de los motores. Disponiendo éstos de PT-100 y cableándolas al relé en técnica de conexión a tres hilos.

Sus principales características técnicas son:

Cantidad de sondas	3 sondas
Rango de medidas	- 50 a + 500 °C
Datos Generales	
333. Tipo de sonda	PT100, PT1000, KTY83, KTY84, NTC
334. Ancho	45 mm
335. Zona de trabajo	0,85 - 1,1 x U _s
336. Potencia asignada	< 4 W / 7 VA
Circuito Auxiliar	
337. Contactos	1 conmutado + 1 conmutado + 1 NA
338. Intensidades asignadas de empleo I _e	

AC 15 para 230 V AC, 50 Hz	3 A
DC 13 para 24 V	1 A
DC 13 para 240 V	0,1 A
339. Fusible DIAZED	
Clase de servicio gL / gG	4 A
340. Vida útil eléctrica con AC 15 con 3 A	100000
341. Vida útil mecánica	
Ciclos de maniobra mecánicos	30 x 10 ⁶
Relé de vigilancia	
342. Precisión de media a una temp. ambiente de 20 °C	< ± 2 K ± 1 dígito
343. Fluctuaciones debido a la temperatura ambiente (en % del rango de medida)	0,05 °C por °K de desviación de T20
344. Ciclo de medida	500 ms
345. Ajustes de la histéresis	
Para temperatura 1	1 a 99 Kelvin
Para temperatura 2	1 a 99 Kelvin
Circuito de sensores	
346. Intensidad típ. de la sonda	
PT100	Típ. 1 mA
PT1000 / KTY83 / KTY84 / NTC	Típ. 0,2 mA
347. Detección de rotura de hilo	Si
348. Detección de cortocircuito	Si
349. Conexión a 3 hilos	Si
Caja	
350. Efectos ambientales	
Temperatura ambiente admisible	- 25 °C a + 60 °C
Posición de uso admisible	Cualquiera
351. Grado de protección conforme a EN 60 529	Bornes IP20; Tapa IP40
352. Tensión asignada de aislamiento Ui	300 V AC
353. Grado de suciedad	3
354. Secciones de conexión	
355. Conexión por tornillo	M 3,5
Unifilar	1x(0,5 a 4) mm ² /2x(0,5 a 2,5) mm ²
Flexible con manguito	1x(0,5 a 2,5) mm ² /2x(0,5 a 1,5) mm ²
Par de apriete	0,8 a 1,2 Nm

Termostatos.

Con objeto de controlar el punto de rocío en la estación y evitar condensaciones de agua en el interior de los equipos se dispondrá de un termostato con amplio margen de regulación cableado de tal forma que una vez baje la temperatura por debajo de dicho punto de la señal pertinente de alimentación de las resistencias de caldeo en aquellos receptores sensibles.

Dicho termostato será de tipo industrial, estanco, con caja de material plástico, sensor en acero inoxidable y con mando de ajuste bajo la tapa transparente con un rango de regulación de 2 a 50 °C y un diferencial de 1,5 ° accionando un contacto conmutado con un poder de ruptura de 16 A a 220 V CA.

Relés de vigilancia de magnitudes eléctricas.

Se utilizarán para detectar con antelación defectos en la red de alimentación y responder a los mismos antes de que causen defectos considerablemente mayores, no requerirán tensión de alimentación separada, actuarán con rebase por exceso o por defecto, vigilarán tensiones trifásicas, dispondrán de las siguientes características:

Dimensiones	
356. Anchura	45 mm
Entrada, tensión de alimentación de mando	3 X AC 400 V
Contactos	2 contactos conmutados
Protecciones	
357. Corte de fase	Si
358. Secuencia de fases	Si
359. Desequilibrio de fases	20 % fijo
360. Subtensión simétrica	20 % fijo
361. Histéresis	5 %
362. Retardo	0,2 a 10 s

En aquellas unidades en que así se especifique se instalarán los relés de vigilancia de sobresubintensidad con objeto de conocer cuando un motor funciona forzado, tendrán las siguientes características:

Alimentación	
Tensiones nominales de alimentación Un	a /c 24...240 V
Entradas y circuito de medida	
Rangos de medida	0,15...15 A

Sub-gama de medida	0,15...1,5 A
	0.5...5 A
	1.5...15 A
Resistencias de entradas	0.05 W
	0.015 W
	0.005 W
Temporización	
Temporización Tt sobre o bajo carga	0,3...30 s
Ajuste del tiempo de inhibición en la puesta bajo tensión. Ti	1...20 s
Condiciones de funcionamiento	
Temperatura de funcionamiento	- 20...+ 50 °C
Temperatura de Imacenamiento	- 40...+ 70 °C
Humedad relativa (no condensante)	max. 95 %
Grado de contaminación Cat III/3	IEC60664-1/60255-5
Grado de protección	
- Termina :	IP 20
- Caja :	IP 30

Multiplicador de señales.

Se utilizarán para duplicar y separar galvanicamente señales analógicas. La entrada, las dos salidas y la alimentación del módulo deberán estar separadas galvanicamente entre sí (separación de 4 vías). Incorporará señalización de tensión de alimentación aplicada mediante LED.

Cada una de las dos salidas presentará una salida de corriente y una salida de tensión que podrán ser usadas en paralelo, podrán configurarse mediante microinterruptores tipo DIP-SWITCH.

Sus principales características técnicas serán:

Dimensiones	
363. Anchura	17,5 mm
364. Altura	114,5 mm
365. Profundidad	99 mm
Entrada	
366. Margen de Señal de entrada	0...24 mA / 0...12 V de elección libre en pasos de 0,1 (mA / V)
367. Campo de Medida	Min. 8 mA / 4 V
368. Señal máx. de entrada I ó U	50 mA ó 30 V
369. Resistencia de entrada	50 Ω para I / 200 kΩ para U

Salida	
370. Señal de Salida por canal	0...20 mA, 4...20 mA, 0...10 V, 2...10 V, 0...5 V, 1...5 V, 0...10 mA
371. Señal máx. de salida por canal	35 mA ó 15 V
372. Carga por canal	600 Ω para I / 10 kΩ para U
Datos Generales	
373. Tensión de alimentación	20...30 V DC
374. Absorción de corriente (sin carga)	< 25 mA
375. Error de transmisión	< 0,2 % del valor final; típ. 0,1 % del valor final
376. Coeficiente de temperatura	<0,015 %/K, típ. 0,0075 %/K
377. Frecuencia limite (3 dB)	30 Hz
378. Respuesta gradual (10 - 90 %)	12 ms
379. Tensión de prueba	1,5 kV AC, 50 Hz, 1 min.
380. Circuito de protección	Protección contra transitorios
381. Margen de temperatura ambiente	- 25 °C a + 55 °C
382. Índice de protección	IP20
383. Tipo de conexión	Borne enchufable de tornillo
384. Posición para el montaje / Montaje	Discrecional
385. Compatibilidad electromagnética	Conforme CE
386. Homologaciones UL	UL / CUL Recognized UL 508 UL / CUL Listed UL 1604 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D

Indicadores digitales.

Se usarán indicadores digitales que aceptarán como señal de entrada voltios o miliamperios para medir variables del proceso, además de ser totalmente programables permitirán elegir el tipo de entrada (± 10 V DC ó ± 20 mA DC) y suministrarán la excitación para alimentar el transmisor a 24 V DC. También permitirán programar la escala para obtener la lectura en las unidades deseadas.

Sus principales características técnicas serán:

Señal de Entrada	
387. Configuración	Diferencial asimétrica
388. Entrada	
Voltaje	
▪Entrada	± 10 V DC
▪Resolución	0,5 Mv
▪Impedancia de entrada	1 MΩ

▪Excitación	20 V DC \pm 5 V a 25 mA (a 230 V)
Corriente	
▪Entrada	\pm 20 mA DC
▪Resolución	10 μ A
▪Impedancia de entrada	12,1 Ω
▪Excitación	20 V DC \pm 5 V a 25 mA (a 230 V)
Alimentación	
389. Voltajes DC	24 V (21 a 32 V) DC
390. Consumo	3 W
Precisión	
391. Error Máx.	\pm 0,1 % de la lectura + 3 dígitos
392. Coeficiente de Temperatura	100 ppm / °C
393. Tiempo de calentamiento	5 minutos
394. Tiempo de respuesta a escalón	250 ms
Fusibles (DIN 41661) (Recomendados)	F 0,5 A / 250 V
Conversión A/D	
395. Técnica	Sigma - Delta
396. Resolución	\pm 15 bits
397. Cadencia de conversión	25 / s
Display	
398. Rango	- 1999 / 9999, 20 mm LED rojo
399. Punto decimal	Programable
400. LEDs	2 para indicación estado salidas
401. Cadencia Display	250 ms
402. Indicación sobre-escala	OvE
Ambiente	
403. Temperatura de trabajo	- 10 °C a + 60 °C (0 a 50 °C s/UL)
404. Humedad relativa	< 95 % a 40 °C
405. Altitud máxima	2000 m
Mecánicas	
406. Dimensiones	1/8 DIN 96x48x60 mm
407. Peso	250 g
408. Material caja	UL 94 V 0 Poli carbonato
409. Estanqueidad frontal	IP65

Elementos de dialogo hombre-maquina.

Con objeto de selección, indicación y orden de maniobras se utilizarán selectores de 2 y 3 posiciones, pulsadores y pilotos de diversos colores, según se especifica en las mediciones. Las características más importantes comunes a todos ellos serán:

Entorno	
410. Tratamiento de protección	TH
411. Temperatura ambiente de funcionamiento	- 25 a + 70 °C
412. Led	
413. Protección contra choques eléctricos (según IEC 60536)	Clase I
414. Grado de protección (según IEC 60529)	IP66 (salvo pulsador doble IP40) IP69K para selectores
415. Resistencia a la limpieza a alta presión	70 bar a 0,1 m a 55 °C
416. Protección contra los choques mecánicos (según EN50102)	Cabezas no luminosas IK03 Cabezas Luminosas IK05 Cabezas para selectores IK06
417. Conformidad con las normas	IEC 947-1, IEC-EN 60947-5-1, IEC 947-5-4, EN 60947-1, JIS C 4520, UL 508, CSA C22-2 nº 14
418. Certificaciones de productos	UL Listed, CSA: 419. Contacto simple estándar, conex. mediante tornillos de estribo: A600; Q600 420. Contacto doble, conexión mediante tornillos de estribo: A600; Q600 421. Bloques luminosos con conexión mediante tornillos de estribo 422. Manipuladores XD4 PA../ZD4 PA..: A600; R300
423. Marcado de las bornas	Según EN 50005 y EN 50013
Características de las funciones con elementos de contacto o combinadas	
424. Características Mecánicas	
Funcionamiento de los contactos "NC" o "NA"	De acción independiente
Positividad (según IEC-EN 60947-5-1 anexo K)	Todas las funciones asociadas a un contacto "NC" son de apertura positiva
425. Recorrido de accionamiento (al cambio eléctrico)	
Pulsador	426. Cambio de estado "NC": 1,5 mm 427. Cambio de estado "NA": 2,6 mm 428. Recorrido Total: 4,3 mm
429. Fuerza de accionamiento	
Pulsador	430. Cambio de estado "NC": 3,5 N 431. Cambio de estado "NA": 3,8 N
Contacto suplementario solo (al cambio de estado)	432. Contacto simple "NC": 2 N 433. Contacto simple "NA": 2,3 N 434. Contacto doble "NC": 3,4 N 435. Contacto doble "NA": 5 N

	436. Contacto doble "NC" + "NA": 4,6 N
Pulsador "de seta" con enclavamiento "NC" + "NA"	437. Pulsar- Tirar Estándar: 45 N 438. Pulsar – Tirar "contra fraudes": 50 N 439. Girar para desenclavar (con y sin llave) estándar: 40 N 440. Girar para desenclavar (con y sin llave) "contra fraudes": 44 N
441. Par de accionamiento (al cambio de estado eléctrico)	
Con selector	Contacto "NA": 0,14 Nm
Contacto suplementario solo	Contacto "NA": 0,05 Nm
442. Durabilidad mecánica (en millones de ciclos de maniobras)	
Pulsador	443. Por impulsos: 5 444. Doble: 1 445. Pulsar – Pulsar: 0,5
Selector	446. No luminoso: 3 447. Luminoso: 1
Pulsador basculante	0,5
Pulsador "de seta"	0,3
Manipulador	1
Bloque estándar solo	5
Bloque cargas débiles solo	0,5
Resistencia a las vibraciones (según IEC 68-2-6)	Todas las funciones (frecuencia 2 a 500 Hz): 5 gn
Resistencia a los choques (según IEC 68-2-27)	448. Todas las funciones excepto la de pulsador "de seta": 30 gn 449. Pulsador "de seta": 10 gn
Características Eléctricas	
450. Capacidad de conexión (según IEC 947-1)	451. Borna con tornillos de estr.; cabeza de tor. ranurado cruciforme (Pozidriv tipo 1) apto para destornillador plano de 4 y 5,5 mm 452. Mín.: 1 × 0,22 mm ² sin terminal (1 × 0,34 mm ² para combinación) 453. Máx.: 2 × 1,5 mm ² con terminal 454. Par de apriete: 0,8 Nm (máx. 1,2)
455. Material de contacto	
Aleación de Plata (Ag / Ni)	456. Bloque estándar simple y doble con conexión mediante tornillos de estribo 457. Bloque con conexión mediante conector 458. Bloque estándar para circuito impreso
Dorado (Ag / Ni / Cu)	459. Bloque cargas débiles con conexión mediante tornillos de estribo 460. Bloque cargas débiles con conexión a circuito impreso
461. Protección contra cortocircuitos (según IEC 947-5-1)	462. Bloque estándar con conexión mediante tornillos de estribo: 10 A (cartucho fusible gG según IEC 269-1) 463. Bloque con conexión mediante conector: 4 A (cartucho fusible gG según IEC 269-1) 464. Bloque estándar con conexión a circuito impreso: 4 A (cartucho fusible gG según IEC 269-1)

465. Corriente térmica convencional (lth) (según IEC 947-5-1)	466. Bloque estándar con conexión mediante tornillos de estribo: 10 A 467. Bloque con conexión mediante conector: 10 A 468. A Bloque estándar con conexión a circuito impreso: 6 A
469. Tensión asignada de aislamiento (según IEC 947-1)	470. Bloque estándar (simple o doble) con conex. mediante tornillos de estribo: $U_i = 600$ V grado de contaminación 3 471. Bloque con conexión mediante conector: $U_i = 250$ V grado de contaminación 3 472. Bloque estándar con conexión a circuito impreso: $U_i = 250$ V grado de contaminación 3
473. Tensión asignada de resistencia a los choques (según IEC 947-1)	474. Bloque estándar (simple o doble) con conex. mediante tornillos de estribo: $U_{imp} = 6$ kV 475. Bloque con conexión mediante conector: $U_{imp} = 4$ kV 476. Bloque estándar con conexión a circuito impreso: $U_{imp} = 4$ kV
477. Características asignadas de empleo (según IEC 60947-5-1)	
Corriente Alterna (categoría de empleo AC-15)	478. Bloque estándar (simple o doble) con conexión mediante tornillos de estribo: A600: $U_e = 600$ V y $I_e = 1,2$ A o $U_e = 240$ V y $I_e = 3$ A o $U_e = 120$ V y $I_e = 6$ A 479. Bloque con conexión mediante conector: A300: $U_e = 120$ V y $I_e = 6$ A o $U_e = 240$ V y $I_e = 3$ A 480. Bloque estándar con conexión a circuito impreso: B300: $U_e = 120$ V y $I_e = 3$ A o $U_e = 240$ V y $I_e = 1,5$ A
Corriente Continua (categoría de empleo DC-13)	481. Bloque estándar (simple o doble) con conexión mediante tornillos de estribo: Q600: $U_e = 600$ V y $I_e = 0,1$ A o $U_e = 250$ V y $I_e = 0,27$ A o $U_e = 125$ V y $I_e = 0,55$ A 482. Manipuladores (XD4 PA../ZD4 PA.): R300: $U_e = 125$ V y $I_e = 0,22$ A o $U_e = 250$ V y $I_e = 0,1$ A 483. Bloque con conexión mediante conector: R300: $U_e = 125$ V y $I_e = 0,22$ A o $U_e = 250$ V y $I_e = 0,1$ A 484. Bloque estándar con conexión a circuito impreso: R300: $U_e = 125$ V y $I_e = 0,22$ A o $U_e = 250$ V y $I_e = 0,1$ A
485. Características de los bloques de contacto específicas para cargas débiles	486. $P_{m\acute{a}x.}$: 12 VA 487. $I_{m\acute{a}x.}$: 0,1 A 488. $U_{m\acute{a}x.}$: 24 V
489. Durabilidad eléctrica (según IEC-EN 60947-5-1 Anexo C Frecuencia 3.600 ciclos de maniobras/ hora. Factor de marcha: 0,5)	
Corriente alterna para 1 millón de ciclos de maniobra AC-15	Bloque estándar simple con conex. mediante tornillos de estribo: 490. 24V 4A 491. 120V 3A 492. 230V 2A Bloque estándar doble con conexión mediante tornillos de estribo y conector: 493. 24V 3A 494. 120V 1,5A

	495. 230V 1A
Corriente continua para 1 millón de ciclos de maniobra DC-13	Bloque estándar simple con conex. mediante tornillos de estribo: 496. 24V 0,5A 497. 110V 0,2A Bloque estándar doble con conexión mediante tornillos de estribo y conector: 498. 24V 0,4A 499. 110V 0,15A
500. Fiabilidad eléctrica (Tasa de fallos según IEC 947-5-4)	
En ambiente limpio	Bloque estándar: 501. bajo 17 V y 5 mA, $\lambda < 10^{-8}$ 502. bajo 5 V y 1 mA, $\lambda < 10^{-6}$ Bloque cargas débiles: 503. bajo 5 V y 1 mA, $\lambda < 10^{-7}$
En ambiente polvoriento	Bloque cargas débiles únicamente: 504. bajo 5 V y 1 mA, $\lambda < 10^{-7}$
Características de las funciones luminosas (pilotos)	
505. Características mecánicas	
Resistencia a las vibraciones (según IEC 68-2-6)	A frec. entre 12 y 500 Hz: 5 gn
Resistencia a los choques (según IEC 68-2-27)	30 gn
506. Características eléctricas	
Capacidad de conexión (según IEC 947-1)	Borna con tornillos de estribo 507. Mín.: $1 \times 0,22 \text{ mm}^2$ sin terminal ($1 \times 0,34 \text{ mm}^2$ para combinación) 508. Máx.: $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ con terminal
Tensión asignada de aislamiento (según IEC 947-1)	509. Bloque piloto de alimentación directa (lámpara BA 9s): $U_i = 250 \text{ V}$ grado de contaminación 3 510. Bloque piloto con LED integrado: $U_i = 250 \text{ V}$ grado de contaminación 3 511. Bloque piloto de transformador: $U_i = 600 \text{ V}$ grado de contaminación 3
Tensión asignada de resistencia a los choques (según IEC 947-1)	512. Bloque piloto de alimentación directa (lámpara BA 9s): $U_{imp} = 4 \text{ kV}$ 513. Bloque piloto con LED integrado: $U_{imp} = 4 \text{ kV}$ 514. Bloque piloto de transformador: $U_{imp} = 6 \text{ kV}$
Características específicas de las funciones luminosas simples con LED integrado	
515. Límites de tensión	Para tensión nominal (U_e) de: 516. 12 V: 10 a 30 V en cc; 10,8 a 13,2 en ca 517. 24 V: 19,2 a 30 V en cc; 21,6 a 26,4 V en ca 518. 120 V: 102 a 132 V 519. 230 V: 195 a 264 V
520. Consumo	521. Bloque de alimentación ca 12 V: 16 a 22 mA (rojo y naranja); 13,7 a 18 mA (resto) 522. Bloque de alimentación ca 24 V: 18 mA

	523. Bloque de alimentación ca 120 V: 14 mA 524. Bloque de alimentación ca 240 V: 14 mA
525. Duración de vida	100000 horas
526. Resistencia a las ondas de choque	1 kV
527. Resistencia a los transitorios rápidos	2 kV
528. Resistencia a los campos electromagnéticos	10 V/m
529. Resistencia a las descargas electrostáticas	8/6 kV
530. Emisión electromagnética	Clase B
Características Específicas	
531. Base de fijación	
Par de apriete del tornillo de fijación	0,8 Nm (1,2 máx.)
532. Contadores horarios y elementos sonoros	
Limites de tensión	± 10% aplicado a los limites de tensión correspondientes
Consumo	5 a 15 Ma

Sistemas de barras.

Las barras serán de cobre electrolítico de un 99,9 % de pureza, de dimensiones normalizadas.

El calibre será el adecuado a las intensidades nominales y de cortocircuito, sin calentarse más de veinticinco grados centígrados (25°C) sobre una temperatura ambiente de cuarenta grados centígrados (40° C) en el interior del cuadro.

La sujeción de las barras se hará mediante portabarras compuestos por materiales metálicos y aislantes para mil voltios (1000 V), estando calculado el conjunto para resistir esfuerzos dinámicos de cortocircuito correspondientes a los valores calculados.

En aquellas unidades donde se especifique en las mediciones se utilizará pletina flexible de cobre electrolítico de un 99,9 % de pureza, aislada y de las dimensiones especificadas. El aislamiento será libre de halógenos y dispondrá de las siguientes características:

Temperatura de trabajo	-50°C a +280 °C
Baja emisión de humo durante el fuego	
Alta resistencia al ozono y a la luz ultravioleta	
Autoextinguible según UL 94 V0	
Alargamiento	400 %
Resistencia al rasgado	20 kN/m
Espesor	2 mm ± 0.2 mm
Rigidez dieléctrica	20 kV/mm

Tensión de trabajo	1000 V AC
--------------------	-----------

Toda la tornillería a emplear, tanto en empalmes como en derivaciones, será de latón, con doble tuerca y arandela del mismo material.

Se protegerá el embarrado contra los contactos directos en aquellas unidades donde así se especifique en las mediciones mediante policarbonato transparente, de tal forma que quede totalmente inaccesible cumpliendo un IP-20 en aquellos puntos en que sea susceptible de acceder, el policarbonato dispondrá de las siguientes características:

Tensión de trabajo	1000 V AC
Densidad según ISO 1183	1.20 g/cm ³
Grosor	4 mm
Transmisión de la luz según DIN 5036	88 %
Dureza Rockwell según ISO 2039-2	M70
Coefficiente de expansión lineal	0.70x10 ⁻⁴ K ⁻¹
Conductividad térmica según DIN 52612	0.21 W/m, K
Resistencia según IEC 93	10 ¹⁵ Ω
Rigidez dieléctrica según IEC 243	30 kV/mm ²

Bornas de conexión.

Todos los cuadros irán provistos de bornas de conexión debidamente identificadas, situadas en la parte inferior del mismo, dispuestas en una o varias filas, según necesidades del mismo. En función de las secciones de conexión se distinguirán dos tipos de bornas.

Bornas de carril.

Se utilizará este tipo de bornas para el interconexión de mangueras hasta una sección de 10 mm², inclusive. Dispondrán de las siguientes características:

Espesor Borne	10,2 mm
Conexión rígida según IEC 60 947-7-1 / EN 50 019	0,5 mm ² / 16 mm ²
Conexión flexible según IEC 60 947-7-1 / EN 50 019	0,5 mm ² / 16 mm ²
I según IEC 60 947-7-1 / EN 50 019	57 A
U según IEC 60 947-7-1 / EN 50 019	1000 V
Datos Técnicos según IEC / DIN VDE	

533. Corriente de Carga Máxima	76 A
534. Sección	10 mm ²
535. Tensión Transitoria dimensionamiento	8 kV
536. Grado de suciedad	3
537. Categoría de Sobretensiones	III
538. Grupo material aislante	I
Capacidad de Conexión	
539. Flexible con Puntera sin manguito de plástico	0,5 – 10 mm ²
540. Flexible con Puntera con manguito de plástico	0,5 – 10 mm ²
Conexión Multiconductor (dos conductores de igual sección)	
541. Rígido	0,5 – 4 mm ²
542. Flexible	0,5 – 4 mm ²
Calibre macho (IEC 60 947-1)	A 6
Rosca de tornillo	M 4
Par de apriete	1,5 - 1,8 Nm
Aislamiento	PA
Clase de Combustibilidad según UL 94	V0
Datos de Homologación (UL/CUL y CSA) Tensión nom. / Corriente nom.	543. UL/CUL: 600 V/30 A 544. CSA: 600 V / 40 A

Bornas de potencia.

Se utilizará este tipo de bornas para el interconexionado de mangueras de sección superior a 10 mm². Estarán constituidas por un soporte de fijación a carril normalizado de material aislante y una pletina de cu estañado con dos taladros uno a cada extremo para conexionado por terminal. Dispondrán de las siguientes características:

Espesor Borne	26	32	40
Brida según IEC 60 947-7-1	6 - 25 mm ²	25 - 50 mm ²	25-95 mm ²
I según IEC 60 947-7-1	101 A	150 A	232 A
U según IEC 60 947-7-1	1000 V	1000 V	1000 V
Datos Técnicos según IEC / DIN VDE			
545. Corriente de Carga Máxima	101 A	150 A	232 A
546. Sección	25 mm ²	50 mm ²	95 mm ²
547. Tensión Transitoria dimensionamiento	8 kV	8 kV	8 kV
548. Grado de suciedad	3	3	3
549. Categoría de Sobretensiones	III	III	III

550. Grupo material aislante	II	II	II
Capacidad de Conexión			
551. Flexible con Puntera sin manguito de plástico	4 - 25 mm ²	25 - 50 mm ²	35 - 95 mm ²
552. Flexible con Puntera con manguito de plástico	4 - 25 mm ²	4 - 50 mm ²	35 - 95 mm ²
553. Juego de Tornillos / Espárragos conexión	M 8	M 10	M 12
554. Diámetro Ojete	8,4 mm	10,5 mm	13 mm
555. Barreta conductora	15x3 mm	20x3 mm	30x5 mm
556. Terminales DIN 46.235	16 - 25 mm ²	16 - 50 mm ²	25 - 95 mm ²
557. Flexible con Puntera sin manguito de plástico	2,5 mm ²	6 mm ²	10 mm ²
558. Flexible con Puntera con manguito de plástico	25 mm ²	50 mm ²	95 mm ²
Conexión Multiconductor (dos conductores de igual sección)			
559. Rígido	2,5 - 10 mm ²	10 - 16 mm ²	25 - 35 mm ²
560. Flexible	4 - 10 mm ²	10 - 16 mm ²	25 - 35 mm ²
561. Flexible con puntera sin manguito de plástico	2,5 - 10 mm ²	10 - 16 mm ²	16 - 35 mm ²
Calibre macho (IEC 60 947-1)	B 8	B 10	
KH: rosca de tornillo	M 5	M 6	M 8
Par de apriete	4 - 4,5 Nm	6 - 8 Nm	15 - 20 Nm
Grado de protección	IP-20	IP-20	IP-20
Juego de Tornillos AS: Par de Apriete	15 - 20 Nm	25 - 30 Nm	25 - 30 Nm
Aislamiento	PA - F	PA - F	PA - F
Clase de Combustibilidad según UL 94	HB	HB	HB
Datos de Homologación (UL/CUL y CSA) Tensión nom. / Corriente nom.	562. UL/CUL: 600 V/85 A 563. CSA: 600V/100 A	564. UL/CUL: 600 V/150 A 565. CSA: 600V/125 A	566. UL/CUL: 600V/230A 567. CSA: 600V/200A

Estas bornas anteriormente descritas incorporarán unas tapas de protección contra contactos directos.

Puesta a tierra.

Se montará en parte visible, y a todo lo largo del cuadro si éste consta de varios módulos, una pletina de cobre de treinta por cinco milímetros cuadrados (30 x 5 mm²) de sección mínima, unida a la red de tierra, y a la que se llevarán conexiones de todas las carcassas, chasis y cualquier otra pieza metálica del equipo del cuadro que normalmente no debe estar en tensión.

Prensaestopas.

En todas las salidas de conductores fuera de los cuadros se emplearán para la protección del conductor y mantener la estanqueidad del armario prensaestopas, éstos serán de dos tipos.

PRENSAESTOPAS AISLANTES.

Se utilizarán prensaestopas aislantes de poliamida de rosca métrica en diferentes medidas hasta M63, además estos serán libres de halógenos. Serán de calibre adecuado al diámetro del cable.

Sus principales características técnicas serán:

Resistencia al fuego según UL 94	V0
Grado de Protección	IP 68 (hasta 10 bar)
Temperatura de Trabajo	- 40 °C a + 100 °C
Anillo de Cierre	NBR

PRENSAESTOPAS METÁLICOS.

Se utilizarán prensaestopas de latón Niquelado de rosca métrica en diferentes medidas para aquellos conductores cuyo tamaño no sea válido un prensaestopa de material aislante, según se especifica en las mediciones.

Sus principales características técnicas serán:

Grado de Protección	IP 68
Temperatura de Trabajo	- 40 °C a + 100 °C
Clasificaciones EEx	
568. EEx e	II
569. EEx d	IIB
Certificaciones	CENELEC Standards: EN50014, EN50018, EN50019

11.2 MONTAJE

Los cuadros eléctricos de baja tensión deberán ser suministrados completamente montados y conexiónados. En caso de que esté constituido por varios módulos que tengan que ser separados para el transporte, podrá ser fácilmente armado en su emplazamiento, tanto la parte de envoltorio como las conexiones de enlace.

Según las condiciones ambientales, atendiendo especialmente a los valores de humedad relativa, celeridad de variación de la temperatura y contenido en el aire del polvo, humo, vapores, etc., se cuidará la calidad hermética de la envolvente, o, si fuera ventilada, se graduará y se comprobará el funcionamiento de las resistencias de caldeo.

Cuando los cuadros se instalan en lugares sometidos a vibraciones, se colocarán dispositivos amortiguadores en los puntos de anclaje.

12 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Se compensará la energía reactiva de la instalación mediante el empleo de condensadores y reactancias para filtros de armónicos, con la potencia y tensión según se especifica en las mediciones.

Los condensadores utilizados serán del tipo seco y de tecnología prismáticos, presentando un gran nivel de calidad y una gran longevidad.

El condensador estará constituido por capacidades básicas realizándose a base de polipropileno metalizado con zinc y encapsulando todo el conjunto en resina de poliuretano termoendurecible (Vermiculita, material dieléctrico e inerte no inflamable) a continuación será introducido en una envolvente metálica.

Además de estar fabricados de acuerdo a las especificaciones anteriores dispondrán de las siguientes características:

Sobrecarga	1.3 Veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión	570. 10 % 8 h sobre 24 h 571. 15 % hasta 15 min sobre 24 h 572. 20 % hasta 5 min sobre 24 h 573. 30 % hasta 1 min sobre 24 h
Nivel de aislamiento	3/15 kV
Tolerancia de potencia	- 5 ... + 15 %
Resistencia de descarga	75 V/3 min
Frecuencia	50 ... 60 Hz
Pérdidas	
574. Dieléctricas	< 0.2 W/kVA
575. Totales	< 0.5 W/kVA
Protecciones	576. Regeneración dieléctrica 577. Fusible interno 578. Sistema de sobrepresión 579. Vermiculita

Envolvente	Acero tratado y pintado color RAL 3005
Bornes	
580. Potencia	M10
581. Tierra	M6
Grado de protección	IP-42
Temperatura Clase C	
582. Media diaria	40 °C
583. Media anual	30 °C
584. Máxima	50 °C
585. Mínima	-40 °C
Humedad relativa	80 %
Altitud	2000 m
Normas de verificación	CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

Las reactancias para los filtros de rechazo a instalar en serie con los condensadores serán de la potencia especificada en las mediciones y además cumplirá las siguientes características:

Tensión	790 V
Frecuencia	50 Hz
Potencia	Según mediciones
Factor de sobretensión	7%
Frecuencia de resonancia	189 Hz
Sobrecarga	
586. Permanente	1.17 I _n
587. Transitoria	2 I _n
Tolerancia	3 %
Tensión de aislamiento	4 kV
Linealidad (5 % de L)	1.8 I _n
Temperatura ambiente máxima	45 °C
Altitud	1000 m
Conexiones	Mediante pletina de aluminio
Termostato de protección	Si, disparo a 90 °C
Material núcleo	Chapa de grano orientado
Material conductor	Banda de aluminio
Aislamiento	Por impregnación de barniz al vacío

Grado protección	IP 00
Categoría de temperatura	Clase F (155 °C)
Normas de verificación	IEC 289, IEC 076

13 ARRANCADORES DE BOMBAS

Se instalarán arrancadores en potencia y número según se recoge en el documento mediciones (3 arrancadores para las bombas de 500 KW). Cumplirán las siguientes características.

13.1 ENVOLVENTE DE LOS ARRANCADORES

La construcción del equipo será con chapa de acero galvanizado o electrozincado de 2mm de espesor. Pintura Epoxy Microtexturizada, que soportará 1000 horas en cámara de niebla salina sin que aparezca corrosión. Conforme ISO 9227. Todos los elementos del chasis irán soldados con soldadura TIG o MIG según proceda, por mano de obra altamente cualificada. Dotado de anclajes para pared y argollas para elevación y transporte modulares.

13.2 ENTRADA DE LOS ARRANCADORES

Los arrancadores se alimentarán con tensión trifásica de 690Vac, (-20% a +10%). La frecuencia de alimentación debe estar comprendida en el rango de 47 a 62Hz. Separadamente requerirá una alimentación de control estándar de 230Vac \pm 10%.

13.3 SALIDA DE LOS ARRANCADORES

Los arrancadores proporcionarán una tensión de salida entre el 0 y el 100% de la tensión de alimentación. La frecuencia de salida de los mismos estará comprendida en el rango de 47 a 62Hz y su rendimiento a plena carga será mayor del 99%.

13.4 CONDICIONES AMBIENTALES

Los arrancadores podrán trabajar a temperaturas que oscilen entre los 10°C y los +50°C y ser almacenados a temperaturas desde 0°C a +70°C.

La altitud de trabajo está en 1000m, considerando un factor de pérdida por altitud para altitudes mayores a 1000m, de 1% cada 100m hasta un máximo de 3000m.

El grado de protección del equipo será IP20. Mientras que la protección de su display será IP54. Serán capaces de soportar una humedad relativa del 95%, sin condensación.

13.5 PROTECCIONES

Los arrancadores incorporarán una completa gama de protecciones específicamente diseñadas para proteger tanto al motor como al propio equipo.

13.5.1 PROTECCIONES PARA EL MOTOR

El motor controlado por el arrancador estará protegido contra ausencia de fases, secuencia de fases a la entrada, alta tensión de entrada, baja tensión de entrada, límite de corriente en el arranque, rotor bloqueado, sobrecarga motor (modelo térmico), subcarga, desequilibrio de fases, sobretensión motor (PTC, estado normal $150\Omega - 2k7$), número máximo de arranques y corriente Shearpin.

13.5.2 PROTECCIONES PARA EL ARRANCADOR

De igual modo, el diseño de estos equipos permitirá estar protegidos gracias entre otros a fallo de tiristor, sobretensión del equipo.

13.6 ENTRADAS Y SALIDAS DE CONTROL

Para un perfecto control del equipo, incorporará un amplio número de entradas y salidas tanto analógicas como digitales, con una gran variedad de funciones siendo libremente programables en función de las exigencias de la instalación.

Dispondrá de 5 entradas digitales configurables más 1 entrada para PTC. Además, tendrá 2 entradas analógicas configurables en tensión y corriente con los rangos desde 0 – 10Vdc, 4 – 20mA.

Salidas digitales y analógicas

Dispondrá de 3 relés conmutados configurables multifunción cuyas características son 230 V AC, 10 A, no inductivos. Además de 1 salida analógica de corriente con rango 4 – 20mA.

13.7 COMUNICACIÓN

A nivel de comunicaciones el arrancador dispondrá de un puerto RS-232 y un puerto RS-485. El protocolo soportado será, Modbus-RTU; para convertir de Modbus a Modbus-TCP se interconexionará al puerto RS-485 una pasarela incluyendo los conectores.

13.8 VISUALIZACIÓN

Dispondrá de un display alfanumérico LCD de dos líneas y monitorizará datos tales como la Intensidad entre las fases, la Tensión de línea, el Estado de los reles, el Estado de las entradas digitales y de la PTC, el Valor de las entradas analógicas, el Valor de la salida analógica, el Estado de sobrecarga, la Frecuencia de alimentación al motor, el Factor de potencia del motor, el Par en el eje, la potencia desarrollada y por supuesto el Histórico de fallos (5 últimos fallos).

13.9 CONTROL

Será posible controlar el equipo de diferentes modos. Existirá un control desde el propio teclado, llamado LOCAL, un control a través de entradas y salidas digitales y analógicas o control REMOTO y finalmente vía la red de comunicaciones.

En el panel de control estará integrado un display Alfanumérico de 2 líneas y 3 Leds de Estado:

- LED 1 Naranja: Encendido, alimentación en la tarjeta de control
- LED 2 Verde: Intermite, motor acelerando ó decelerando
- LED 3 Rojo: Encendido, fallo en el equipo

Será posible controlar motor e instalación de forma muy versátil en tanto que los ajustes sean completamente flexibles. Será posible ajustar, entre otros, el Intensificador de par, el Par inicial y el Tiempo de par inicial, el Tiempo de aceleración, el Límite de corriente con valores que oscilan entre 1 y 5 la corriente nominal (en adelante I_n), la Sobrecarga con un rango de 0.8 a 1.2 I_n , la Curva de sobrecarga entre 0 y 10, el Tiempo de deceleración y el Paro por inercia, el Freno Corriente Continua (FCC), la Velocidad lenta (1/7 de la frecuencia fundamental), un Doble ajuste de motor, el Número de arranques permitidos, el Control de par y por supuesto el Paro con control del Golpe de Ariete.

13.10 BY PASS

Los arrancadores deberán llevar integrado un by-pass, de tal forma que será automáticamente activado tras la rampa de aceleración, puentando los tiristores internos sin tener que interrumpir el funcionamiento del arrancador y por lo tanto de la bomba.

La lectura de corriente en el equipo permanecerá inalterada y las protecciones internas estarán completamente activas con lo que la protección del motor está garantizada en todo momento. Por otro lado, la disipación de calor en funcionamiento es muy reducida.

14 VARIADORES

Estos equipos forman parte de las instalaciones receptoras y están diseñados para el control de motores trifásicos de corriente alterna. El número de ellos será según mediciones, en este caso 2 para los dos motores de 250 KW y 2 para dos de los motores de 500 KW.

Deben cumplir las características técnicas

14.1 ENVOLVENTE

La construcción del equipo será con chapa de acero galvanizado o electrozincado de 2 mm de espesor. Pintura Epoxy Microtexturizada, que soporta 1000 horas en cámara de niebla salina sin que aparezca corrosión. Conforme ISO 9227.

Todos los elementos del chasis irán soldados con soldadura TIG o MIG según proceda, por mano de obra altamente cualificada. Dotado de anclajes para pared y argollas para elevación y transporte modulares. Bisagras ocultas integradas en las puertas. Dos puntos de cierre por puerta. No permitiéndose el descuadre de la puerta más de 2mm.

14.2 ACCESIBILIDAD

Todos los componentes del equipo serán accesibles para ensayos y mantenimiento desde la parte frontal sin interferir con cualquier equipo adyacente.

Las entradas de todos los cables se harán por la parte inferior del equipo. Todos los equipos auxiliares y tarjetas opcionales deberán ser montados en posición fácilmente accesible.

14.3 ENTRADA

Los variadores de frecuencia se alimentarán a la tensión trifásica de 690V ac (-20% a +10%). La frecuencia de alimentación estará comprendida en el rango de 48 a 62 Hz. Serán equipos que demandarán una energía con un factor de potencia fundamental mayor o igual a 0.98.

Serán equipos capaces de hacer frente a una pérdida de suministro mayor de 2 segundos, siempre en función de la carga.

Estarán dotados de filtros a la entrada, filtro EMC para segundo entorno límites 3 y 4 según EN 61800-3, permitiendo una longitud de cable de salida de 300 m. Dispondrán también de un filtro de armónicos, a saber, bobinas de choque de 3% de impedancia.

14.4 SALIDA

Los variadores de frecuencia proporcionarán una tensión de salida entre el 0 y el 100% de la tensión de alimentación. La frecuencia de salida de los mismos estará comprendida en el rango de 0 a $\pm 250\%$.

Serán equipos con una intensidad de sobrecarga del 150% durante 60 s a 50 °C y su eficiencia a plena carga superior al 97%. La potencia del motor a conectar, oscilará entre el 50 y el 150% de la nominal del equipo y las tensiones de los mismos estarán entre 5 y 690 V AC.

El método de control empleado por los variadores será opcional de entre los tres siguientes un control vectorial sin encoder, control vectorial en lazo cerrado o bien como control escalar V/Hz.

La frecuencia de modulación o frecuencia de corte se podrá ajustar entre 4 y 8 kHz sin pérdidas.

A la salida estará dotado también de un FILTRO dV/dt oscilando entre 500 y 800 V/ μs , en función de la potencia del equipo.

Su robusta construcción posibilitará la conexión de motores a longitudes de 300 m.

14.5 CONDICIONES AMBIENTALES

Los variadores podrán trabajar a temperaturas que oscilen entre -30 °C y +50 °C. La altitud de trabajo estará en 1000 m, considerando un factor de pérdidas por altitud para altitudes mayores a 1000m.

El grado de protección que dispondrá dicho equipo será de IP54. Serán capaces de soportar una humedad relativa del 95%, sin condensación.

14.6 PROTECCIONES

Los variadores incorporarán una completa gama de protecciones específicamente diseñadas para proteger tanto al motor como al propio equipo.

PROTECCIONES PARA EL MOTOR

Así el motor controlado por el variador estará protegido contra rotor bloqueado, sobrecarga motor según el modelo térmico que incorpora su software, desequilibrio de tensión y corriente de fases, sobretensión motor (PTC, estado normal 85R – 2k Ω), límite de velocidad y límite de par.

PROTECCIONES PARA EL VARIADOR

De igual modo, el diseño de estos equipos les permitirá estar protegidos gracias a su límite de corriente de salida, sobrecorriente, posible sobrecarga en los IGBT's, pérdida de fase a la entrada, baja tensión de entrada y alta tensión de entrada, límite de voltaje en el Bus, baja tensión del Bus, alta frecuencia de alimentación, baja frecuencia de alimentación, temperatura IGBT, temperatura en el radiador, fallo de la fuente de alimentación, modelo térmico del equipo, Fallo Software y Hardware, fallo a tierra y pérdida de la señal de las entradas analógicas (pérdida de referencia).

14.7 ENTRADAS Y SALIDAS DE CONTROL

Para un perfecto control del equipo, este estará dotado de un amplio número de entradas y salidas tanto analógicas como digitales, con una gran variedad de funciones que serán libremente programables en función de las exigencias de la instalación.

ENTRADAS DIGITALES

Dispondrán de 6 entradas digitales configurables y activas a nivel alto (24Vdc) más 1 entrada para PTC:

- "1" lógico = la resistencia de la PTC < de 1K5 (temperatura ambiente)
- "0" lógico = la resistencia de la PTC > de 4K7 (temperatura elevada)

Además, tendrá 1 entrada digital de programación (control mediante jumper, provocará un fallo al ser desconectado (evitando situaciones peligrosas en la programación). Otras características: Fuente de alimentación aislada.

ENTRADAS ANALÓGICAS

Dispondrán de 2 entradas analógicas configurables y diferenciales cuyos rangos de trabajo serán:

Señal de corriente: 0 – 20 mA, 4 – 20 mA

Señal de tensión: 0 – 10V DC, ±10 V DC, diferencial

Estas entradas estarán aisladas ópticamente.

SALIDAS DIGITALES

Dispondrá de 3 relés conmutados configurables multifunción cuyas características son 250 V AC, 8A ó 30 V DC, 8A.

SALIDAS ANALÓGICAS

Dispondrá de 2 salidas analógicas aisladas configurables por el usuario en tensión o corriente: 0 – 20 mA, 4 – 20 mA, 0 – 10 V DC y ± 10 V DC.

EXTRAS

Dotados con una alimentación de 10Vdc, para la referencia de velocidad mediante potenciómetro (26mA máximo) más una alimentación de propósito general de 24Vdc para el usuario, regulada y protegida frente a cortocircuitos. En aquellas unidades en que se especifique en las mediciones se instalará una tarjeta de ampliación disponiendo 4 entradas digitales optoaisladas y configurables, 1 entrada analógica configurable, 5 salidas digitales y una salida analógica configurable.

14.8 COMUNICACIÓN

A nivel de comunicaciones el variador dispondrá de serie de un puerto USB, un puerto RS232 y un puerto RS485. Opcionalmente se permitirá la conexión vía Fibra óptica y Ethernet. Los protocolos soportados serán, de modo estándar Modbus-RTU y Modbus-TCP incorporando para ello una pasarela.

14.9 VISUALIZACIÓN

Gracias al display será posible monitorizar datos tales como la Intensidad media y de las tres fases del motor, la Tensión media y de las tres fases de motor, la Tensión media y de las tres fases de alimentación, la Velocidad, el Par, la Potencia y el Coseno phi del motor. Además de Estado de los relés, el Estado de las entradas digitales / PTC, el Estado de la salida de los comparadores, el Valor de las entradas analógicas y sensores, el Valor de las salidas analógicas, el Estado de sobrecarga motor y equipo, la Temperatura del IGBT, la Frecuencia de alimentación al motor y el Histórico de fallos (6 últimos fallos).

14.10 CONTROL

Será posible controlar el equipo de diferentes modos. Existirá un control desde el propio teclado, llamado LOCAL, un control a través de entradas y salidas digitales y analógicas o control REMOTO y finalmente vía la red de comunicaciones.

El panel de control integrado será extraíble, a una distancia de 3 metros, con conexión RJ45, un display Alfanumérico de 4 líneas de 16 caracteres cada una y 3 Leds de Estado:

- LED ON: Alimentación en la tarjeta de control
- LED RUN: Encendido, el motor recibe alimentación del variador
- LED FAULT: Intermitente indica que el equipo está en fallo

El teclado será de membrana con 6 teclas de configuración, control marcha y paro/reset del equipo. Este está dotado de memoria independiente para permitir la salvaguarda de parámetros y la escritura y programación de equipos adicionales.

En aquellas unidades donde se especifique en las mediciones se instalará un Display Gráfico con pantalla TFT táctil de 3,5" y también memoria independiente.

El variador tendrá Reloj Horario y Calendario Perpetuo.

15 CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

Las conducciones eléctricas se clasifican, según la tensión nominal de servicio, en:

Conducciones eléctricas de alta tensión (AT), cuando la tensión nominal es superior a mil voltios (1.000 V) en corriente alterna (CA) o a mil quinientos voltios (1.500 V) en corriente continua (CC)

Conducciones eléctricas de baja tensión (BT), cuando la tensión nominal es igual o inferior a mil voltios (1.000 V) en corriente alterna (CA) o a mil quinientos (1.500 V) en corriente continua (CC).

15.1 CRITERIO DE DISEÑO

Todos los cables de baja tensión, serán de cobre, a no ser que se especifique en las mediciones lo contrario. Los valores de las intensidades admisibles para todos los cables de fuerza, operando bajo tensiones de 800 voltios o menos, serán como máximo los especificados en la Norma UNE 21029:

- Alimentación a motores: 125% del valor nominal
- Alimentación a C.C.M.: Igual al 125% de la potencia 125% del valor correspondiente.
- Alimentación a paneles de alumbrado: 125% de la carga conectada con corrección de 1,8 para lámparas de descarga.

Cuando se instalen dos o más cables en paralelo, debido a las exigencias de la carga o a la caída de tensión, los cables no se dimensionarán para el nivel total de cortocircuito, excepto para faltas propias.

Las secciones mínimas para los cables de baja tensión serán las siguientes:

- Alumbrado interior: 1,5 mm²

- Control: 1,5 mm²
- Alumbrado exterior: 2,5 mm²
- Tomas de corriente y motores: 2,5 mm²

No se podrán combinar cables a diferentes tensiones dentro de un mismo multiconductor excepto para control de motores, enclavamientos eléctricos, etc.

Los factores de corrección para el dimensionamiento de los cables estarán de acuerdo con las normas UNE aplicables y con las recomendaciones del fabricante.

Los terminales de los cables serán del tipo de presión sin soldadura. Los conductores de reserva de los cables se conectarán a terminales de reserva.

Los cables de alumbrado y enchufes desde sus paneles de alumbrado y enchufes respectivos a cajas de distribución principales tendrán una fase más neutro y tierra o protección. Los cables desde las cajas de distribución principales a las luminarias o enchufes y/o cajas de derivación, tendrán una fase, neutro y conductor de protección.

Las alimentaciones desde servicios auxiliares serán de tres fases más neutro.

En cualquier caso el aislamiento del cable será de 0,6/1 kV.

15.2 CANALIZACIONES

El tendido de cables se hará a lo largo de tuberías de acero, PVC, o de acero galvanizado en caliente.

El tendido de cables de fuerza, cables de control y cables de instrumentación, se realizará por canalizaciones independientes.

Las tuberías de PVC irán en instalaciones interiores o edificios o en zonas de alta humedad, serán de montaje en superficie y utilizarán sistemas robustos de sujeción de material plástico con tornillería galvanizada.

Se utilizarán bandejas en el interior de edificios o galerías de servicios, cuando el número de cables a tender requiera más de dos tubos. Las bandejas de cables que se instalen al exterior, serán siempre de acero galvanizado en caliente o de acero inoxidable, con cubierta de protección donde se prevea que los cables pueden sufrir daño mecánico, según se especifica en las mediciones.

15.3 TUBOS PVC PARA CONDUCCIONES ELÉCTRICAS

Todos los tubos para las instalaciones eléctricas serán de PVC reforzados, sus dimensiones serán las indicadas en las mediciones. Se considerarán incluidos los soportes, codos, curvas. Serán de sección circular con tolerancia del 2% en el diámetro.

Los tubos presentarán sus superficies, especialmente las interiores completamente lisas, sin puntas ni salientes que puedan dañar a los conductores o a sus cubiertas aislantes. Cumplirán la norma UNE-EN 50086-2-1.

15.4 BANDEJAS PARA CABLES

Se utilizarán para proteger y canalizar los cables eléctricos. Sus dimensiones serán las indicadas en las hojas de mediciones y se considerarán incluidos, soportes, codos, curvas, tapas, tornillería, etc.

Estarán construidas en varilla de acero galvanizadas en caliente, y cumplirán la normativa vigente relativa a resistencia al fuego, a los agentes atmosféricos y de aislamiento.

La distancia máxima entre soportes será tal que la flecha de las bandejas, una vez cargadas, no supere el 1% de la longitud del vano.

15.5 CAJAS DE DERIVACIÓN

Serán estancas, protección IP-65, estarán construidas de materiales anticorrosivos, y estarán apropiadamente dimensionadas para permitir una fácil y cómoda realización de los empalmes de cables.

Constarán de dos cuerpos, y la unión entre ambos, una vez realizado el empalme del cable será tal, que forme un conjunto hermético que impida el paso del polvo y de la humedad.

Serán apropiadas para la tensión de régimen señalada en el anejo y cumplirán todas las normas vigentes en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se evitará, tanto en la instalación como en la construcción de las cajas, el contacto de metales de potencial electrolítico distinto, para prevenir corrosiones en presencia de humedad.

En ningún caso se permitirá la presencia de tornillos o agujeros pasantes hacia el interior de las cajas.

15.6 INSTALACIONES DE TUBOS

En las instalaciones con tubos el trazado de tubos se dispondrá de forma que los cables se tiendan fácilmente. No se permitirá más de un codo de 90° en cada tramo de tubería salvo en acometidas a máquinas en canalización empotrada.

Los codos de los tubos, tendrán un radio de curvatura no inferior a diez veces el diámetro exterior del mismo y deberán hacerse con una máquina curvadora adecuada que no deforme la sección circular del tubo.

En instalaciones con tuberías, el trazado de tubos se dispondrá en tramos rectos, dejando un espacio libre entre las bocas de dos tramos sucesivos que permita al cable curvarse para formar el codo. En estos codos, si fuera necesario podrá proporcionarse una protección suplementaria al cable mediante encintado o cualquier otro tipo de recubrimiento con materiales no metálicos.

A la entrada de cajas de derivación, armarios, cajas de bornas, aparatos, etc., se dejará también un tramo libre unos 20 cm o como mínimo el doble del radio de curvatura mínimo que permita el fabricante del cable, para disponer una cota en el cable. Las entradas de cables en los distintos receptores o cajas de derivación, será siempre directamente a través de prensaestopas y a ser posible por la parte inferior.

Los finales de tubos se escariarán para evitar que puedan dañar los cables. En los finales de tubos metálicos se dotarán de coquillas con borde redondeado para protección de los cables.

El tamaño de los tubos se determinará teniendo en cuenta que tres o más cables no ocupen más de 25% de la sección del tubo, 2 cables más del 20% y 1 cable más de 30%.

Los cables se pasarán por las conducciones con gran cuidado para evitar dañarlos. Cuando sea preciso, se utilizará talco u otro producto previamente aprobado para facilitar el movimiento del cable. En los puntos donde el cable entra en una conducción se curvará con un radio amplio.

Durante su instalación los cables se manejarán cuidadosamente para evitar que puedan ser dañados. La tensión a que se someten durante el tendido, no excederá los límites permitidos por el fabricante del cable. Se preferirán mallas de tracción para los cables grandes.

Los extremos de los cables que salgan de zanja se enrollarán y dotarán de una caja o cubierta de protección hasta que se vayan a conectar al equipo de forma permanente.

Una vez instalados los cables y terminados los ensayos en los mismos, se sellarán con pasta adecuada todas las bocas de los tubos y conductos que queden sobre el nivel del suelo. Cuando los cables pasen a través de fundaciones de edificios se dispondrán conductos y aberturas en las fundaciones para permitir su entrada. Estas entradas se sellarán posteriormente con pasta adecuada.

El paso de los cables bajo carreteras se hará bajo tubos PVC de 160 mm de diámetro y 2 mm de espesor embebidos en hormigón.

15.7 INSTALACIÓN DEL CABLE

El recorrido de los cables se elegirá de manera que las estructuras existentes presten protección física a los cables.

En el caso de que haya cables de diferente tensión en el mismo canal, se agruparán por clases de tensión.

Se preverá en los canales espacio suficiente de reserva para la adición de un 50% de cables.

No habrá más de dos capas de cables de fuerza o alumbrado en el mismo canal. Los cables se dispondrán de manera que se reduzcan al mínimo los cruces.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, como ocurre en la alimentación a motores de baja tensión, será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo. Cuando el equipo, cajas de derivación, etc., esté equipado con terminales de tierra, el conductor de tierra se conectará a los mismos. De no estar previsto este terminal, el Contratista tendrá que realizar una conexión adecuada. Los tornillos de sujeción de la tapa no se consideran como adecuados para este fin.

Los cables se conectarán a los equipos por medio de accesorios terminales adecuados.

En las acometidas con los cables de baja tensión se realizará una coca, si su diámetro se lo permite. Esta coca se fijará con brida de plástico apta para montaje intemperie.

Cada cable se identificará mediante banda plástico con el número del cable estampado. Estas se pondrán en los cables siempre que éstos entren o salgan de bandejas o escalerillas y en las acometidas a receptores, cuadros eléctricos o a las cajas de derivación cuando éstas existan.

En tendidos largos se preverá que los cables puedan expansionarse sin que les afecte las dilataciones de los soportes del cable producidas por cambios de temperatura.

15.8 EMPALMES Y TERMINALES DE CABLES

Como norma general, no se permitirá ningún tipo de empalme en los cables. Todos los empalmes y terminaciones de cables se harán cuidadosamente, siguiendo las instrucciones del fabricante para cada tipo de cable.

Cuando los cables aislados estén dotados de pantallas de cinta metálica la terminación de las mismas se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cable. Estas pantallas se terminarán en forma de "Cono equipotencial" y con la cinta metálica conectada a tierra.

Las terminaciones de cables y conductores en los equipos se harán con terminales de pala en conectores con arandelas planas, arandelas, tuercas y tornillos de material resistente a la corrosión. Estos terminales estarán fabricados a partir de tubo de cobre electrolítico, poseerán además un agujero de inspección para asegurar la correcta introducción del conductor. También estarán estañados para evitar su oxidación. Estos terminales serán válidos para conductores rígidos y flexibles.

Los conductores de hilos múltiples se conectarán por medio de terminales del tipo de anillo o punteras de conexión.

Los terminales se aislarán mediante tubos termorretráctiles de pared gruesa, no admitiéndose las cintas aislantes de PVC convencionales.

15.9 MATERIALES

El material conductor para todos los conductores empleados será el cobre y los conductores serán de las características definidas en las mediciones. A no ser que se especifique lo contrario.

El aislamiento estará constituido por una capa de mezcla aislante de etileno-propileno. La máxima temperatura admisible será de 90°C y la máxima temperatura en cortocircuito será de 250 °C. A no ser que se especifiquen otros.

La cubierta estará constituida por una capa de poliolefina termoplástica libre de halógenos. No propagador de la llama, no propagador del incendio, libre de halógenos y reducida emisión de humos, cumplirán con las normas UNE 21123-4, UNE-EN 50265-1, UNE-EN 50266-1, UNE-EN 50267-1-2, UNE-EN 50268-1-2. De buena resistencia a la humedad y a la intemperie. A no ser que se especifiquen otros.

15.10 ACCESORIOS

Los terminales de los cables de baja tensión serán preferentemente cerrados y su tamaño adecuado al conductor de modo que en ninguna sección transversal sea ésta menos que la de aquél.

En los conductores de aluminio la fijación del terminal será por punzonado profundo. En los conductores de cobre la fijación será por tornillos, debiendo estar estañado previamente el extremo del conductor.

15.11 CABLES DE ETHERNET

Para la comunicación del PLC con el Scada y el resto de dispositivos (pasarelas de comunicación equipos de vibraciones, CCTV, analizador de redes) se implementará una red de comunicación con bus ethernet. Las características técnicas del conductor de red Ethernet son:

Nombre del cable	2YY (ST) CY 2x2x0,75/1,5-100 LI GN
Estándar para cableado estructurado	Cat5e
Grado de atenuación por longitud	
a 10 MHz	63 dB/km
a 100 MHz	213 dB/km
Datos eléctricos	
Impedancia característica a 1 MHz ... 100 MHz	100 Ω
Tolerancia simétrica relativa	15 %
Grado de atenuación paradiáfónica por longitud a 1 MHz ... 100 MHz	500 dB/km
Impedancia de transferencia superficial a 10 MHz	20 m Ω /m
Resistencia de bucle por longitud	120 Ω /km
Coefficiente de resistencia de aislamiento	0,5 M Ω m
Longitud de línea	
con RJ45 Plug, máxima	85 m
con Outlet RJ45, máxima	75 m
Datos mecánicos	
Diámetro exterior	
del conductor interior	0,75 mm
del aislamiento de hilos	1,5 mm
de la cubierta interior del cable	3,9 mm
de la cubierta del cable	6,5 mm
tolerancia simétrica del diámetro exterior	0,2 mm
Temperatura ambiente	

durante el funcionamiento	-10 ... +70 °C
durante el transporte	-25 ... +75 °C
durante el almacenamiento	-25 ... +75 °C
durante el montaje	-10 ... +60 °C
Radio de curvatura	
con curvatura única	32,5 mm
con curvatura múltiple	49 mm
Número de ciclos de curvatura	3000000
Esfuerzo de tracción máximo	150 N
Peso por longitud	68 kg/km
Comportamiento en fuego	no propagación de llama según UL 1685 (CSA FT 4)
Resistencia a la radiación UV	resistente
Resistencia química a aceites minerales	resistente con reservas
Propiedad del producto	
libre de halógenos	No
libre de silicona	Sí
Versión con conexión eléctrica FastConnect	Sí

16 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS PREFABRICADAS

Las canalizaciones eléctricas prefabricadas, serán en cobre íntegramente, cumplirán todo lo relativo a la norma UNE-EN-60439-2. Dispondrán de un grado de protección de IP-66, acompañándose certificado del mismo antes de su instalación. Serán de la intensidad especificada en las mediciones. Se dispondrán soportes de las mismas cada 0,75 m de canalización, de tal forma que quede sólidamente unida a las estructuras de obra civil. Los soportes serán de acero galvanizado en caliente. El número de conductores según lo indicado en mediciones.

17 INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Alumbrado interior es el que se realiza en el interior de locales, bien sean de edificación o industriales. Alumbrado exterior, es el que se realiza en el exterior de locales, bien sean de edificación o industriales.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La tensión asignada de los cables utilizados para alimentación interior de las mismas será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V. Además, los cables serán de características adecuadas a la utilización prevista, siendo capaces de soportar la temperatura a la que puedan estar sometidas. Cuando la luminaria tiene la conexión a la red en su interior, es necesario que el cableado externo que penetra en ella tenga el adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

Queda prohibido el uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (como por ejemplo neón) en el interior de las viviendas. En el interior de locales comerciales y en el interior de edificios, se permitirá su instalación cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras, tal como se define en la ITC-BT-24.

Los portalámparas deberán ser de alguno de los tipos, formas y dimensiones especificados en la norma UNE-EN 60.061 -2. Cuando se empleen portalámparas con contacto central, debe conectarse a éste el conductor de fase o polar, y el neutro al contacto correspondiente a la parte exterior.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios

de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquellos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga. Todos los condensadores que formen parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga para corregir el factor de potencia de los balastos, deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión en bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 s desde la desconexión del receptor.

Para instalaciones que alimenten tubos luminosos de descarga con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 kV y 10 kV, se aplicará lo dispuesto en la UNE-EN 50.107. No obstante, se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualquiera que sean las tensiones de funcionamiento de éstas, siempre que constituyan un conjunto o unidad con los transformadores de alimentación y demás elementos, no presenten al exterior más que conductores de conexión en baja tensión y dispongan de barreras o envolventes con sistemas de enclavamiento adecuados, que impidan alcanzar partes interiores del conjunto sin que sea cortada automáticamente la tensión de alimentación al mismo.

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la instrucción ITC-BT-24. La instalación irá provista de un interruptor de corte omnipolar, situado en la parte de baja tensión. Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortacircuito en la parte de instalación comprendida entre las lámparas y su dispositivo de alimentación.

Ya que se emplearán luminarias tanto para el alumbrado interior como para el exterior se usarán lámparas de funcionamiento distinto, lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión, de halogenuros metálicos y mediante lámparas fluorescentes, dependiendo del tipo de zona a iluminar.

17.1 ALUMBRADO EXTERIOR

Alumbrado Fachada

Para el alumbrado exterior se instalarán en el perímetro exterior de la nave, se colocarán 16 proyectores anclados a la pared de 50 W de potencia en LED.

Las características de la luminaria a emplear son las siguientes:

- Grado de protección IP-55, IK 10, Clase I.
- Carcasa en aleación de aluminio L-2521, inyectada a alta presión. Posteriormente recibe un tratamiento de fosfatación microcristalina y un acabado de pintura poliéster de color negro texturado. Incorpora junta de estanqueidad en perfil esponjoso de EPDM, de resistencia térmica 110º.
- Prensaestopas y tapón M20 en poliamida.
- Bandeja en chapa de acero galvanizado que incorpora el equipo eléctrico.
- Tapa del compartimento de equipos en chapa de aluminio anodizado.
- Reflector en aluminio anodizado y sellado.
- Cierre mediante cubeta de policarbonato inyectado y estabilizado a los rayos UV, con prismas en su superficie transparente y pintado de color negro en el resto. Dispone de bisagras y patillas con alojamiento para 2 tornillos imperdibles que le sirven de unión a la carcasa.

El encendido de estas luminarias se controlará mediante un reloj astronómico situado en el cuadro de servicios auxiliares, variando las horas de encendido en función de las épocas del año. Se dispondrá de regulador preprogramado en el driver según propiedad.

17.2 ALUMBRADO INTERIOR

Para el alumbrado interior se distinguirán dos zonas:

Zona De Bombas

En la zona de bombas se instalarán 22 proyectores colgados de 150 W de potencia en LED. Los proyectores se instalarán de tres en tres repartidos a lo largo de toda la longitud de la nave, según se indica en el documento planos.

Las características de los proyectores vienen definidas en los cálculos lumínicos

Zona De Oficina Y Sala De Cuadros

Para el alumbrado de la oficina y de la sala de cuadros eléctricos se han previsto 11 luminarias LED de 60x60 cm empotradas en el falso techo, 6 en la sala de cuadros y cinco en la sala de servicios auxiliares, según planos correspondientes

Las características de las luminarias vienen definidas en los cálculos lumínicos

Alumbrado De Emergencia

El alumbrado de emergencia, estará constituido por aparatos autónomos automáticos, utilizándose el suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá funcionar como mínimo 60 minutos, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación de 1 lux.

Entrará en funcionamiento automáticamente ante un fallo de tensión de la red general de alumbrado de la correspondiente zona.

Se colocarán en pasillos, galerías, salas de máquinas etc. se dispondrá un punto de alumbrado de emergencia a distancias comprendidas entre 20 y 25 metros, con protección mínima IP 65 y 165 lúmenes de flujo luminoso.

En despachos, pasillos, aseos, salas eléctricas y en general en locales secos, se utilizarán aparatos con protección mínima IP 42 y de 150 lúmenes de flujo luminoso.

En aquellas luminarias en que se especifique la instalación de kit de conversión, éstos estarán constituidos por un módulo cargador-convertidor y unas baterías. Serán de clase II, funcionarán a una tensión de red de 230 V AC. Serán válidos tanto para reactancias electrónicas como para las convencionales. Dispondrán de un led de señalización verde. Estarán protegidos mediante un dispositivo electrónico automático. Dispondrán de bornas de conexión rápida.

Se instalarán 12 puntos de alumbrado de 150 lm y una hora de autonomía, de los cuales, 7 puntos irán en la zona de servicios, situados en cada una de las puertas de salida, 1 en la puerta general de acceso y 2 en cada uno de los alzados longitudinales de la nave.

Se instalará en el medio de la zona de bombas 3 puntos de alumbrado de evacuación de 2700 Lm cada uno con equipo de 1 horas de autonomía, según se indica en el plano correspondiente.

18 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra es aquella que comprende toda la ligazón metálica directa, sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos enterrados en el terreno, con objeto de conseguir

que en el conjunto de las instalaciones, edificios y zonas próximas no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de las descargas de origen atmosférico.

Los criterios de proyecto y construcción de las instalaciones de puesta a tierra estarán subordinados a la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, modificado por Orden Ministerial de 27 de noviembre de 1987 y a la Instrucción Complementaria MI BT 18 del Reglamento Eléctrico para Baja Tensión, ambos del Ministerio de Industria y Energía.

Los conductores de las líneas de tierra serán de cobre, de la sección especificada en las mediciones, por ser resistente a la corrosión por los agentes del terreno en que esté enterrado.

Se tendrá en cuenta que el cobre en presencia de otros metales enterrados como el plomo, zinc, hierro o acero, que son anódicos respecto del cobre, pueden dar lugar a la formación de una pila galvánica con el consiguiente riesgo de corrosión en las estructuras, tuberías, etc., situadas en su entorno.

En los equipos eléctricos alojados en edificios se podrá sustituir el cable por pletina de cobre de sección equivalente.

Se utilizarán picas de acero recubierto de cobre; deberán cumplir las siguientes normas:

UNE 21056: "Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre".

Recomendación UNESA 6501 B, "Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre".

En las instalaciones de puesta a tierra realizadas con cable de cobre y picas de acero-cobre, todas las conexiones de cables entre sí, se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. Las conexiones entre cables y picas, o cables y armaduras, se realizarán mediante grapas de presión atornilladas.

De los tres sistemas de toma de tierra, radial, de barra y malla, se utilizará el radial en todas las instalaciones.

La red estará formada por cables de cobre de la sección especificada en las mediciones, enterrados en zanjas de treinta a cuarenta y cinco centímetros (30 a 45 cm) de profundidad, formando una retícula rectangular de lados mayores a los de la nave.

En las derivaciones de cables longitudinales y transversales se hincarán picas que se conectarán a ambos cables y se efectuará la soldadura aluminotérmica a los pilares de la estructura metálica.

Si el tipo de suelo, tamaño del conductor y dimensiones del terreno lo permitiesen, se podrán emplear sistemas mecanizados para hacer las zanjas y, simultáneamente, tender los cables de la red.

La red de tierra se ejecutará después de que se haya terminado el movimiento de tierras, excavación, relleno y compactación, en el terreno de la instalación, pero antes del acabado superficial del mismo.

El valor obtenido de resistencia de la red de tierra será inferior a los 10 Ω , en caso de no obtener ese valor se recurrirá al uso de productos químicos de reconocido prestigio.

18.1 INSTALACIONES DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

El objetivo básico de todo el dispositivo de control e instrumentación será el conseguir la máxima eficacia en el mantenimiento y operatividad de las instalaciones.

Otros objetivos serán:

- Conseguir un alto grado de seguridad tanto de instalaciones como del personal de explotación.
- Optimizar costos, tanto de personal como de energía, reparaciones, etc.
- Facilitar al personal de explotación las tareas de vigilancia y operación.
- Reducir daños por avería.
- Recepción inmediata de situaciones críticas.
- Obtención de información de los parámetros más importantes de funcionamiento de la instalación.

18.2 CONTROLES SECUENCIALES, ENCLAVAMIENTOS Y PROTECCIONES.

Todos los controles secuenciales, enclavamientos, protecciones y señalizaciones de circuitos o de equipos, salvo algunas unidades de carácter secundario o auxiliar, que no afectan al proceso, serán gobernadas mediante autómatas programables.

Para ello, todas las instalaciones, equipos o unidades operativas estarán equipadas con los elementos suficientes de determinación de estado, tales como transductores de presión, reles de vigilancia de temperatura, transductores de nivel, caudalímetros, contactos auxiliares, etc. Asimismo, todas las unidades operativas irán equipadas con dispositivos de potencia para accionamiento tales como motores eléctricos. Las salidas y entradas de autómata se asociarán con reles auxiliares intermedios que habrán de contar con potencia suficiente para actuar sobre los contactores o electroválvulas que pilotan los anteriores accionamientos.

Se justificará la elección de cada uno de los elementos de potencia de accionamiento (motores eléctricos, etc.) y en su selección se tendrá en cuenta, que un fallo de energía o del fluido de accionamiento no afecte o trastorne al proceso.

Se justificará, y en su caso se dispondrá la instalación de un mando de socorro para accionamiento de válvulas y compuertas, parada de bombas, etc. El mando de las distintas unidades operativas, a menos que se justifique lo contrario, habrá de ser local, manual a distancia desde el centro de control, o automático en función de la programación específica que se fije.

En aquellas secuencias automáticas que implican regulación, bombas y que afectan a más de una unidad trabajando en paralelo, se controlará el proceso, en función de más de un parámetro, caudal-presión. Se establecerán escalones de caudal libremente configurables, dentro de cada escalón de caudal se seleccionarán las unidades operativas y la consigna de presión a mantener.

En estos grupos de unidades trabajando en paralelo, se podrá seleccionar independientemente cada unidad para funcionamiento en automático. También se incluirá una secuencia de rotación de unidades en funcionamiento automático, de manera que la primera en entrar sea la que menos horas de funcionamiento disponga de tal forma que el desgaste sea equitativo en todas las unidades continuo de cada unidad.

Se incorporará un algoritmo de selección de unidades de tal forma que si una de ellas entra en fallo o no está disponible automáticamente entre a funcionar la siguiente que menos horas de funcionamiento tenga.

Se contemplará la incorporación de los suficientes dispositivos de seguridad para protección de máquinas, en bombas se prevendrá el disparo de las mismas por baja presión en aspiración y en impulsión.

Las principales funciones que implementará el programa de lógica local serán:

- Vigilancia del estado de las protecciones de alta tensión de los transformadores. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia del estado de las protecciones de neutro de cada transformador, con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía y orden de parada de las bombas en caso de que estén funcionando.
- Vigilancia de la temperatura de los transformadores, incluso registro, si hay alguna anomalía. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía. En caso de que la temperatura rebase el valor umbral, se dará orden de parada de las bombas, para evitar que el transformador se siga calentando, en caso de que el calentamiento venga provocado por sobrecarga.

- Control del estado de las protecciones de baja tensión de los transformadores (rearme/disparo), incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia y control del estado de las protecciones de alimentación a los variadores de frecuencia (funcionamiento/avería), incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia y control del estado de las protecciones de alimentación a los arrancadores (funcionamiento/avería), incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía. En caso de que una protección se active, si está funcionando un arrancador, se dará la orden de arranque del siguiente, para evitar la caída de presión de la red.
- Vigilancia y control de los variadores de frecuencia, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia y control de los arrancadores, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia y medida en continuo de la temperatura de los cojinetes de las bombas y de los motores, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de sobrettemperatura y orden de parada de la bomba correspondiente.
- Vigilancia de la temperatura de los devanados de los motores, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de sobrettemperatura.
- Vigilancia y control de las válvulas motorizadas, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía. Una de las condiciones para que comiencen a arrancar las bombas en automático es que las válvulas del colector de aspiración e impulsión estén abiertas.
- Vigilancia del estado de las válvulas de impulsión de cada bomba, incluso registro. Para que se pueda parar una bomba, una de las condiciones indispensables es que su válvula de impulsión este cerrada o transcurrido un tiempo sin que llegue a cerrar, pare.
- Vigilancia del estado de las válvulas de aspiración de cada bomba, incluso registro. Para que se pueda arrancar una bomba, una de las condiciones indispensables es que su válvula de aspiración este abierta.
- Vigilancia de la posición de cada selector de funcionamiento de cada bomba, si el selector de funcionamiento de cada bomba esta en la posición de 0, ésta no se podrá arrancar. Si está en automático se considerará que la bomba está disponible y por lo tanto se podrá dar la orden de arranque si fuese necesario.

- Doble medida en continuo del nivel en el colector de aspiración, incluso registro. Se fijarán 1 valor mínimo de altura de agua en el colector de aspiración, configurable. Para niveles por debajo de ese valor, no se permitirá el funcionamiento y se dará una alarma con envío de mensaje a teléfono móvil.
- Doble Medida en continuo de la presión en el colector de impulsión, incluso registro. Ya que el control de la estación va a ser por presión y caudal, se fijarán cuarenta escalones de caudal libremente configurables correspondiéndose con los mismos en presión, también configurables, de tal forma que para un determinado caudal entre el margen del escalón inferior y el escalón superior se corresponda con un determinado nivel de presión.
- Medida de la diferencia de niveles en el filtro o reja de desbaste, cuando la diferencia alcance un determinado valor parametrizable se dará orden de funcionamiento del mismo.
- Vigilancia del estado de los transductores de presión, incluso registro. Se fijará un valor máximo de diferencia entre ambos, en caso de que este valor se supere, se dará una alarma, con envío de mensaje a teléfono móvil y se dará orden de parada progresiva de la estación de bombeo.
- Vigilancia del estado de los medidores de nivel, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia del estado del presostato de seguridad, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de actuación y orden de parada de la estación de bombeo, de forma progresiva para evitar el golpe de ariete.
- Medida del caudal instantáneo y volumen (totalizador) del caudalímetro general.
- Medida del caudal instantáneo y volumen (totalizador) de cada caudalímetro.
- Vigilancia del estado del caudalímetro, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia del estado de las protecciones del filtro o reja de desbaste, incluso registro. Con envío de mensaje a teléfono móvil en caso de anomalía.
- Vigilancia del estado de los descargadores del cuadro general, incluso registro.
- Vigilancia del estado del descargador del cuadro de servicios auxiliares, incluso registro.
- Vigilancia del estado de los descargadores del cuadro de control, incluso registro.
- Vigilancia del estado de la alimentación al SAI que alimenta el Scada.
- Vigilancia del estado del SAI que alimenta el cuadro de control.
- Vigilancia del estado de las protecciones que alimentan a los caudalímetros.

- Vigilancia del estado de las protecciones que alimentan a los arrancadores.
- Vigilancia y registro del estado de los contactos del contador de energía eléctrica. El contador de energía dispondrá de seis contactos para indicar mediante la posición de cada uno de ellos, los tipos de periodos (4), además se le configurará para que de un pulso por cada kW/h, kVAr/h consumido por la instalación con objeto de conocer la energía consumida por ésta. Mediante estos contactos se conocerá en todo momento en que periodo de zona horaria se está y se permitirá el funcionamiento de la estación sólo en aquellos periodos que se fijen, pudiendo configurarlos libremente.
- Vigilancia del selector de orden de funcionamiento en automático de la estación.
- Vigilancia del selector de orden de funcionamiento en automático de cada bomba.
- Vigilancia del bus de comunicaciones de la red (Mosbus-TCP), en caso de que se detecte una anomalía en el mismo, se pasará la consigna de frecuencia de funcionamiento a los variadores a través de las salidas analógicas del autómatas, como no se conocerá el caudal, se fijará una consigna de presión fija, para todas las bombas, configurable. Además se enviará un mensaje a teléfono móvil.
- Orden de arranque y parada de las bombas fijas y variables, con regulación del régimen de las variables. En caso de que haya una demanda de caudal, con la consiguiente disminución de la presión y se den las condiciones de arranque de la estación (periodo horario permitido, ausencia de anomalías) se dará orden de arranque de la bomba 1 a la vez que se da la orden de apertura de su válvula de impulsión (bomba con variador), si se dan las condiciones de arranque de la misma, comunes para todas, como son:
 - a) Bomba operativa indicación de operatividad mediante el selector de funcionamiento presente en el cuadro de control en la posición de automático.
 - b) Ausencia de fallo por sobret temperatura, en los cojinetes y devanados.
 - c) Ausencia de fallo en el accionamiento de la misma, variador o arrancador y de las protecciones.
 - d) Nivel de agua en el colector de aspiración suficiente.
 - e) Compuerta del colector de aspiración abierta.
 - f) Válvula de impulsión abierta.

Esta bomba tratará de igualar la presión del colector de impulsión a la de consigna, dependiendo del caudal aportado, si se fuese al 100% de caudal aportado fijado en el primer escalón de funcionamiento durante un intervalo de tiempo parametrizable se daría la orden de arranque a la bomba 2 (bomba con variador) con la posterior orden de parada de la bomba 1. Esta bomba estará regulando la velocidad hasta conseguir igualar la presión real a la de consigna, siempre en función de

la fijada por el caudal aportado, indicado por en el escalón. Si en este punto se igualan las presiones se estabilizará el régimen de funcionamiento de esta bomba en ese punto. Por el contrario, si esta bomba se va al 100 % de caudal aportado y permanece en ese caudal durante un tiempo parametrizable se entenderá que hay más demanda de caudal que el aportado por la misma con lo que se dará la orden de arranque de la bomba 1 que funcionará a un régimen fijo. En este punto de funcionamiento, la bomba 2 funcionará de forma variable tratando de igualar la presión real a la de consigna, siempre en función del caudal aportado. Si se igualan las presiones se mantendrá el régimen de funcionamiento de la bomba 1. Por el contrario si las bombas aportan un caudal superior al 100 % del fijado se entenderá que hay más demanda de caudal que el aportado por las bombas con lo que se dará la orden de arranque de una bomba fija (la que menos horas de funcionamiento tenga) a la vez que se da la orden de parada de la bomba 1, la secuencia de parada de una bomba será, primero orden de cierre de su válvula de impulsión y a continuación cuando esté cerrada parada de la bomba si por cualquier anomalía no cerrase la válvula de impulsión en un determinado tiempo se pararía la bomba también se indicaría la orden de parada instantánea si fallase la válvula, en este punto de funcionamiento se tiene una bomba fija y la variable de mayor potencia, ésta última tratará de igualar las presiones, si se igualan las presiones se mantendrá el régimen de esta bomba. Por el contrario si ambas bombas aportan un caudal superior al 100 % del fijado en el escalón y permanecen en esta situación durante un tiempo parametrizable se entenderá que hay más demanda de caudal que el aportado por las bombas con lo que se dará la orden de arranque de la bomba 1, en este punto estarán funcionando las dos primeras bombas variables y la bomba fija que menos horas de funcionamiento tenga, en este punto tratarán como en los casos anteriores de igualar las presiones, si se igualan se mantendrá el régimen de funcionamiento de las bombas en ese punto. Por el contrario, si estas bombas se van al 100 % de caudal fijado y permanecen en ese estado durante un tiempo parametrizable se entenderá que hay más demanda de caudal que el aportado por las bombas con lo que se dará la orden de arranque de la siguiente bomba que menos horas de funcionamiento tenga, con el fin de que haya una alternancia en el funcionamiento de las mismas y su desgaste sea progresivo. En este punto tendríamos cuatro bombas funcionando, dos fijas y dos variables con la misma consigna de frecuencia tratando de igualar la presión real a la de consigna, teniendo en cuenta el valor de consigna dependiendo del escalón de caudal en el que se encuentre, si hay más demanda de caudal se daría la orden de arranque a la siguiente bomba y así sucesivamente. Si se llega a un caudal fijado superior libremente configurable se interpretará como que hay una rotura en algún punto de la tubería, con lo que se dará la orden de parada progresivamente de las bombas. Si en cualquiera de todos los puntos descritos anteriormente se produce un aumento de presión por encima del de consigna durante un

tiempo configurable se reducirá el número de funcionamiento de las bombas en orden inverso al descrito de puesta en funcionamiento, hasta llegar si es preciso a la parada de todas las bombas. Si una de las bombas presentes en un estado no está disponible se dará paso al estado siguiente con objeto de conseguir un funcionamiento de la instalación sin interrupciones, aunque tengan que estar arrancando y parando bombas porque su caudal aportado sea muy superior al demandado. Esta situación de funcionamiento se considerará como de emergencia y se estará en esta situación el mínimo tiempo posible hasta que se subsane la avería.

18.3 MÁQUINAS MOTORIZADAS

En el correspondiente panel del cuadro de control, cada motor dispondrá de un selector de maniobra con las posiciones (MANUAL-0-AUTOMATICO).

En la posición “MANUAL”, permitiremos que el motor pueda ser gobernado mediante pulsadores locales, que estarán dispuestos en el correspondiente cubículo del cuadro eléctrico o excepcionalmente, en algunos equipos que requieran ser gobernados localmente, tales como compuertas, en los que estarán instalados a pie de equipo. Esta posición de trabajo, estará concebida básicamente para operaciones de prueba de maquinas o de mantenimiento y subsidiariamente para funcionamiento en situaciones de emergencia.

En la posición “0”, el equipo se mantendrá fuera de servicio.

En la posición “AUTOMATICO”, el equipo será gobernado a través del correspondiente PLC, bien a voluntad del operador desde el panel de operador, o automáticamente en función de la programación implementada en el PLC.

Se dispondrá de un pulsador de parada de emergencia en la puerta del cuadro de control que parará toda la instalación cuando se acciona, tanto si los selectores se encuentran en la posición MANUAL como AUTOMATICO.

18.4 GESTIÓN DE DATOS

En la pantalla del Scada, se reflejará la información digital relevante que se genere en campo o por los propios autómatas, tal como altos o bajos niveles extraordinarios, límites de parámetros, rendimientos, eficiencias, energía consumida etc. Esta información se realizará mediante iconos simples o con abreviaturas.

Todos los valores analógicos captados por la instrumentación de campo o elaborado por los autómatas, se reflejarán de forma analógica y digital en unidades técnicas en las distintas pantallas del Scada.

Todas las alarmas y estados, serán mediante contactos libres de tensión, salvo cuando estas señales sean generadas internamente en el equipo informático.

Se incluirá la instrumentación necesaria que permita obtener la información suficiente para una eficaz supervisión y control de la planta.

En todo caso, las señales procedentes de los instrumentos podrán ser utilizados simultáneamente para procesos de control.

Todas las señales analógicas serán transmitidas vía autómata programable, y por lo tanto, las señales serán compatibles con el mismo.

Dispositivo	Protocolo Transmisión
Variadores	MODBUS-TCP
Arrancadores	MODBUS-TCP
Analizador Redes (Int General)	MODBUS-TCP
Tª Cojinetes (Bombas y Motores)	PROFINET
Transductores de Presión	Lazo 4-20 mA
Sondas Nivel Hidrostático	Lazo 4-20 mA
Caudalímetros	Lazo 4-20 mA PROFIBUS

En todos los casos, las señales que proporcionen los transmisores, serán una función lineal del parámetro medido.

La precisión en todos los instrumentos de medida, será como mínimo el 1%. Se podrá como variante proponer aparatos de precisiones menores previa justificación de suficiencia.

Deberán poder detectarse averías o anomalías de funcionamiento de sensores y transmisores con envío de señal a través de autómatas para alarma.

Los sensores y equipos deberán estar contruidos con materiales protegidos contra la erosión y la deformación.

Todos los equipos electrónicos de sensores y transmisores deberán estar dotados de protección eléctrica contra sobretensiones. La tensión de alimentación será de 24 V CC.

Todos los sensores y equipos asociados deberán poder trabajar entre 25°C y +40°C.

La protección de sensores, en contacto con fangos, reactivos, etc., o en ambientes corrosivos, será como mínimo IP-67.

La protección de transmisores será como mínimo IP-55. En instalaciones al exterior se protegerán mediante un tejadillo construido con chapa de acero inoxidable o chapa de acero galvanizada en caliente, si fuese necesario.

TRANSDUCTORES DE PRESIÓN-NIVEL

Con objeto de conocer la carga de agua en los colectores, tanto en aspiración como en impulsión se instalarán transductores de nivel, dos en cada colector, uno de ellos incorporará un display en el que indicará en todo momento la presión. Las características del transductor de presión con indicador son:

Sensor cerámico										
Rango de medición	bar	-1...2,5	-1 ... 4	-1 ... 6	-1 ... 10	-1 ... 16				
Límite de sobrecarga	bar	10	10	20	20	40				
Presión de rotura	bar	12	12	25	25	50				
Sensor de película delgada										
Rango de medición	bar	25	40	60	100	160	250	400	600	
Límite de sobrecarga	bar	50	80	120	200	320	500	800	1200	
Presión de rotura	bar	250	400	550	800	1000	1200	1700	2400	
Material										
-Piezas en contacto con el medio		Acero inoxidable, con sensor cerámico adicional cerámico AL2O3, NBR								
-Caja		Zinc Z 410; plateado								
-Teclado		Poliéster								
Energía auxiliar Us	DC V	V 15 < UB ≤ 30 (nominal 24 DC V clase de protección 3)								
Señal de salida y carga máxima admisible Ra		{0/4 ... 20 mA; programable y libremente configurable} RA ≤ (UB – 8 V) / 0,02 A con RA en Ohm y UB en Volt (máx. 500 Ohm)								
Contactos de salida		Ajustables individualmente mediante teclado								

-Número		1 ó 2 (PNP)
-Función		NO / NC; función de ventana y histéresis ajustable
-Rating del contacto	DC V	Tensión de alimentación UB - 1,5 V (UB en Volt)
-Corriente		1,4 A (con dos salidas cableadas 0,7 A por contacto)
-Tiempo de respuesta	ms	≤ 1,0
-Precisión	% span	≤ 1,0
Display		
-Diseño		LED de 7-Segmentos, 4 dígitos de 9 mm
-Rango		- 999 ... 9999
-Precisión	% span	≤ 1,0 ± 1 Dígito
Consumo de corriente	mA	≤ 100
Precisión	% span	≤ 1,0 (ajuste del punto límite)
	% span	≤ 0,5 (BFSL)
Histéresis	% span	≤ 0,1 (≤ 0,3 con campo de medición ≤ 16 bar)
Reproducibilidad	% span	≤ 0,1
Estabilidad al año	% span	≤ 0,2 (≤ 0,3 con campo de medición ≤ 16 bar) (con condiciones de referencia)
Temperatura permisible		
-Medio	°C	30 ... +100 (-20 ... +85 con campo de medición ≤ 16 bar)
-Ambiente	°C	-20 ... +85
-Almacenamiento	°C	-40 ... +100
Rango de temperatura compensado	°C	0 ... +80
Coeficientes de temperatura en rango de temperatura compensado		
-TK medio del punto cero	% span	≤ 0,3 / 10 K
-TK medio del span	% span	≤ 0,3 / 10 K
CE indicativo		89/336/EWG emisión perturbaciones y resistencia a interferencias ver EN 61 326 97/23/EG Directiva para aparatos de presión, Anexo 1
Protección del cableado		Protegido contra inversión de polaridad, sobrecarga y cortocircuito.
Clase de protección		Según IEC 60 529 / EN 60 529

Tensión	Nm	35
Carga		Típica 100 millones (10 millones con campo de medición ≤ 16 bar)
Peso	Kg	Aprox. 0,28

Las características del transductor de presión sin indicador son:

Rango de medición	bar	0.1	0.16	0.25	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10
Límite de sobrecarga	bar	1	1.5	2	2	4	5	10	10	17	35	35
Presión de rotura	bar	2	2	2.4	2.4	4.8	6	12	12	20.5	42	42
Rango de medición	bar	16	25	40	100	160	250	400	600	1000		
Límite de sobrecarga	bar	80	50	80	200	320	500	800	1200	1500		
Presión de rotura	bar	96	96	400	800	1000	1200	1700	2400	3000		
Material												
-Piezas en contacto con el medio		Acero inoxidable										
-Carcasa		Acero inoxidable										
-liquido interno de transmisión		Acite sintético										
Energía auxiliar UB	DC V	10 < UB \leq 30 (14...30 con señal salida 0...10 V)										
Señal de salida y Carga máxima admisible Ra		<p>4 ... 20 mA , 2 wire RA\leq (UB – 10 V) / 0,02 A (con RA en Ohm y UB en Voltios)</p> <p>0 ... 20 mA , 3 wire RA\leq (UB – 3 V) / 0,02 A (con RA en Ohm y UB en Voltios)</p> <p>{0... 5V , 3 wire} RA>5 KOhm</p> <p>{0... 10V , 3 wire} RA>10 KOhm (otras salidas a petición)</p>										
Posibilidad de ajuste cero/spam	%	+10 mediante potenciómetros dentro del equipo										
Tiempo de respuesta (10...90%)	ms	≤ 1 (≤ 10 ms con temperatura < 30°C para rangos de hasta 25 bar o con membrana flotante)										
Precisión	% span	≤ 0.5 {0.25} (ajuste del punto limite)										
	% span	$\leq 0,25$ {0.125} (BFSL)										
Histéresis	% span	$\leq 0,1$										
Repetitividad	% span	$\leq 0,05$										
Estabilidad al año	% span	$\leq 0,2$ (con condiciones de referencia)										
Temperatura permisible												

-Medio	°C	-30 ... +100 °C
-Almacenamiento	°C	-40 ... +100 °C
Rango de temperatura compensado	°C	0 ... +80 °C
Coefficientes de temperatura en rango de temperatura compensado		
-CT medio del punto cero	% span	≤ 0,2 / 10 K (0.4 para rangos de medición < 250 mbar)
-CT medio del span	% span	≤ 0,2 / 10 K
CE indicativo		89/336/EWG emisión perturbaciones y resistencia a interferencias 97/23/EG Directiva para aparatos de presión (módulo H)
Resistencia a choques	g	1000 conforme a IEC 60068-2-27 (impacto mecánico)
Resistencia a vibraciones	g	20 conforme a IEC 60068-2-6 (vibración por resonancia)
Protección del cableado		Protegido contra inversión de polaridad, sobrecarga y cortocircuito.
Clase de protección		Según IEC 60 529 / EN 60 529
Peso	Kg	Aprox. 0,2
	Kg	Aprox. 0,3 con opción precisión 0.25 % del span debido a la carcasa más alta

Para dar la orden de funcionamiento a los filtros o a las rejillas de desbaste es preciso conocer la pérdida de carga que provoca la suciedad, la forma de conocerla es restando el nivel que alcanza el agua antes y después del filtro o rejillas de desbaste. La información del nivel alcanzado por el agua nos lo aportan las sondas de nivel, las características de las sondas de nivel son las siguientes:

Rango de medición	0 ... 0,25 bar hasta 0 ... 10 bar relativo
Precisión	0,5% del span
Señal de salida	4...20 mA
Conexión a proceso	G 1/2 (membrana interna)
Conexión eléctrica	Salida de cable PUR

El modelo de alta prestaciones tendrá las siguientes características:

Rango de medición	0 ... 0,1 bar hasta 0 ... 25 bar relativo
	0,25% del span

Precisión	0,5% del span con rangos de < 0,25 bar
Señal de salida	4...20 mA, 0...10 V
Conexión a proceso	G 1/2 (membrana interna)
Conexión eléctrica	Salida de cable PUR, FEP
Protección contra sobretensiones (Protección contra rayos)	

EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO

Como ya se ha indicado, todas las señales analógicas y digitales del proceso, a excepción de algunos mandos locales de operación discrecional, se procesarán a través de autómatas programables.

Cada autómata tendrá una capacidad mínima de entrada y salida tanto analógicas como digitales superiores a la estimada como necesaria y una capacidad de programación superior al 200% de la estimada.

Cada autómata, contará con un dispositivo de suministro autónomo de energía, libre de parásitos, que les permita operar al menos durante diez minutos.

Tanto las redes técnicas de información, como las de energía, conectadas a equipos informáticos y electrónicas de la instalación, han de ir protegidos con limitadores de sobretensiones, dimensionados de acuerdo con la sensibilidad frente a sobretensiones de los aparatos a proteger.

Autómatas Programables

Tal y como se describe en las mediciones se dispondrá de un equipo de control redundante, basado en dos CPU's del tipo modular.

Cada autómata se configurará en el entorno de un procesador del tipo de palabra rápida para tareas binarias y analógicas.

El tratamiento de los programas será de forma cíclica con tiempo de tratamiento igual o inferior a un microsegundo por instrucción.

La memoria de programas se constituirá mediante unidades RAM y memorias borrables EPROM. La programación podrá realizarse mediante ordenador.

Dispondrá de los dispositivos necesarios para cumplimentar diversas funciones internas automáticas tales como:

- Vigilancia de la tensión interna.
- Vigilancia del sistema operativo.
- Vigilancia del tiempo de ciclo.
- Vigilancia del tiempo de tiempos de borrado de memoria.

- Vigilancia de las comunicaciones.
- Vigilancia de entradas/salidas.

La construcción de los autómatas, será del tipo modular y todos sus elementos serán normalizados, con facilidad de ampliación, y han de ser compatibles con todos los elementos del sistema.

Fuentes de alimentación para cpu

Cada equipo estará dotado con las fuentes de alimentación necesarias para alimentar tanto los circuitos internos y los autómatas, como los circuitos externos. Las fuentes de alimentación para corriente continua, tendrán alimentación monofásica.

A continuación, se describen las características que deben de cumplir las fuentes de alimentación de los PLC:

Corriente de alimentación	5 A
Entrada	Monofásica AC
Tensión Nominal $U_{S\ nom}$	120/230 V AC ajustable mediante conmutador
Margen de Tensión	85 a 132 V / 170 a 264 V AC
Resistencia a sobretensiones	$2,3 \times U_{e\ nom}$, 1,3 ms
Puenteo de fallos de red con $I_{S\ nom}$	>20 ms con $U_e = 93/187$ V
Frecuencia de red nominal; margen	50 / 60 Hz; 47 a 63 Hz
Intensidad nominal $I_{e\ nom}$	2,1/1,3 A
Limitación de intensidad de conexión (+25 °C)	<45 A, <3 ms
I^2t	<1,2 A ² s
Fusible de entrada incorporado	F 4 A / 250 V
Automático (IEC 898) recomendado en la línea de alimentación	6 A o superior, característica C
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvanicamente
Tensión nominal $U_{S\ nom}$	24 V DC
Tolerancia Total	± 3%
Regulación est. de variaciones de red	Aprox. 0,1 %
Regulación est. de variaciones de carga	Aprox. 0,2 %

Rizado residual (frec. conmutación aprox. 50 kHz)	<150 mV _{pp} (típ. 40 mV _{pp})
Picos de conmutación (ancho de banda 20 MHz)	<240 mV _{pp} (típ. 90 mV _{pp})
Margen de ajuste	---
Indicador	LED Verde para 24 V OK.
Comportamiento en conexión/desconexión	Sin rebase transitorio en el valor de U _s (arranque suave)
Retardo de arranque/subida de tensión	<2 s (típ. 60 ms)
Intensidad nominal I _{S nom}	5 A
Margen de intensidad	
Hasta + 45 °C	0 a 5 A
Hasta + 60 °C	0 a 5 A
U/I dinámico en caso de	
Arranque contra cortocircuito	Típ. 20 A durante 75 ms
Cortocircuito durante el funcionamiento	Típ. 20 A durante 75 ms
Rendimiento	
Rendimiento a U _{S nom} , I _{S nom}	Aprox. 87 %
Disipación a U _{S nom} , I _{S nom}	Aprox. 18 W
Regulación	
Regulación din. de Δ red (U _{e nom} ± 15%)	± 0,3 % de U _a
Regulación din. de Δ de carga (I _S : 50/100/50 %)	± 2,5 % de U _a
Tiempo de respuesta	
Escalón de carga de 50 a 100 %	Típ. 0,1 ms
Escalón de carga de 100 a 50 %	Típ. 0,1 ms
Protección y vigilancia	
Protección de sobretensión en salida	Lazo de regulación adicional, corte a aprox. 30 V, re arranque automático
Limitación de intensidad	5,5 a 6,5 A
Protección contra cortocircuito	Corte electrónico, re arranque automático
Valor eficaz de la corriente de cortocircuito permanente	<9 A
Seguridad	

Aislamiento galvánico primario/secundario	Sí, tensión de salida U_s tipo SELV conforme a EN 60 950 y EN 50 178
Clase de protección (IEC 536; VDE 0106, parte 1)	Clase I
Corriente de fuga	<3,5 mA (típ. 0,3 mA)
Ensayo de tipo TÜV	Sí
Marcado CE	Sí
Homologación UL/CUL (CSA)	Sí, UL/CSA-Listed (UL 508, CSA 22.2) File E143289
Homologación FM	Sí Class I Div. 2 Group A, B, C, D T4
Grado de protección (EN 60 529; VDE 0470, parte 1)	IP 20
Compatibilidad electromagnética	
Emisión de perturbaciones	EN 50 081-1, EN 55 022 clase B
Limitación de armónicos en red	EN 61 000-3-2
Inmunidad a perturbaciones	EN 61 000-4-2, -3, -4, -5, -6, -11
Datos de servicio	
Margen de temperatura ambiente	0 a + 60 °C con convección natural
Clase de humedad	Clase climática 3K3 según EN 60 721
Datos mecánicos	
Conexiones	
Entrada de red L, N, PE (Entrada DC: L+1, M1, PE)	un borne de tornillo por conductor rígido/flexible de 0,5 a 2,5 mm ²
Salida L+	3 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²
Salida M	3 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²
Dimensiones	80 mm x125 mm x120 mm
Peso Aprox.	0,74 kg
Instalación	Sobre bastidor mecánico

Cpu y procesadores de comunicaciones

A continuación, se describen las características que deben de cumplir las CPU integrantes en la redundancia software:

Tensiones de alimentación	
---------------------------	--

Valor nominal	
24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8V
Protección externa para líneas de alimentación (recomendación)	Mín.2 A
Consumo	
Consumo (valor nominal)	850mA
Consumo (en marcha en vacío), típ.	100mA
Intensidad de cierre, típ.	2,5A
I^2t	1A ² ·s
Consumo/pérdidas	
Pérdidas, típ.	4W
Memoria	
Memoria de trabajo	
integrada	384 Kibyte; para datos y programa
Ampliable	No
Tamaño de la memoria no volátil para bloques de datos remanentes	128 Kibyte
Memoria de carga	
Enchufable (MMC)	Sí
Enchufable (MMC) máx.	8 Mbyte
Respaldo	
existente	Sí
sin pila	Sí; Datos y programa
CPU/bloques	
DB	
Cantidad, máx.	2 047; Banda de números: 1 a 2047
Tamaño, máx.	64 Kibyte
FB	
Cantidad, máx.	2 048; Banda de números: 0 a 2047
Tamaño, máx.	64 Kibyte

FC	
Cantidad, máx.	2 048; Banda de números: 0 a 2047
Tamaño, máx.	64 Kibyte
OB	
Tamaño, máx.	64 Kibyte
Profundidad de anidamiento	
por cada prioridad	16
adicional, dentro de un error de OB	4
CPU/tiempos de ejecución	
para operaciones de bits, mín.	0,05 μ s
para operaciones de palabras, mín.	0,09 μ s
para aritmética en coma fija, mín.	0,12 μ s
para aritmética en coma flotante, mín.	0.45 μ s
Temporizadores/contadores y su remanencia	
S7 Contadores	
Cantidad	256
Remanencia	
Configurable	Sí
Rango de contaje	
Configurable	Sí
Límite inferior	0
Límite superior	999
IEC Contadores	
existente	Sí
Clase	SFB
S7 Temporizadores	
Cantidad	256
Remanencia	
Configurable	Sí
Predeterminado	Sin remanencia
Rango de tiempo	
Límite inferior	10 ms

Límite superior	9 990 s
IEC Temporizadores	
existente	Sí
Clase	SFB
Área de datos y su remanencia	
Marcas	
Cantidad, máx.	2 048 byte
Remanencia disponible	2048 MB a 0 MB Sí;
Nº de marcas de ciclos	8; 1 byte de marcas
Bloques de datos	
Cantidad, máx.	2 047; Banda de números: 1 a 2047
Tamaño, máx.	64 Kibyte
Remanencia configurable	Sí a través de la propiedad volátil del DB.
Remanencia predeterminada	Sí
Datos locales	
Por cada prioridad, máx.	1 024 byte
Áreas de direcciones	
Área de direcciones de periféria.	
Total	8 192 byte
Salidas	8 192 byte
De ellas , descentralizadas	
Entradas	8 192 byte
Salidas	8 192 byte
Imagen del proceso	
Entradas	2 048 byte
Salidas	2 048 byte
Entradas, configurables	2 048 byte
Salidas, configurables	2 048 byte
Entradas, predeterminado	256 byte
Salidas, predeterminado	256 byte
Imágenes de subprocesso	

Nº máx. de imágenes de subproceso	1
Canales digitales	
Entradas	65 536
Salidas	65 536
Entradas, centralizadas	1 024
Salidas, centralizadas	1 024
Canales analógicos	
Entradas	4 096
Salidas	4 096
Entradas, centralizadas	256
Salidas, centralizadas	256
Configuración del hardware	
Aparatos centrales, máx.	1
Aparatos ampliación, máx.	3
Bastidores, máx.	4
Módulos por bastidor máx.	8
Nº de maestros DP	
integrada	2
CP Vía	4
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware	Sí
sincronizable y respaldado	Sí
Comportamiento tras CON RED	El reloj continua funcionando tras el corte de alimentación
Comportamiento del reloj tras agotamiento de la batería.	El reloj continua funcionando tras el corte de alimentación
Desviación máx. diaria.	10 s
Sincronización de la hora	
soportada	Sí
maestro MPI	Sí
esclavo MPI	Sí

maestro DP	Sí; para esclavo DP, sólo hora de esclavo
esclavo DP	Sí
maestro autómeta	Sí
esclavo autómeta	Sí
Ethernet vía NTP	Sí
Diagnóstico de Búfer	
existente	Sí
Nº máx de entradas.	100
Configurable	No
De ellos contra caída de red	100
Funciones de comunicación	
PG/OP Comunicación	Sí
PMD_ABM308_001_000] Merkmalstext [Fehlender	No
Enrutado	Sí
Comunicación de datos globales	
soportada	Sí
Tamaño de paquetes máx. GD	22 byte
S7 Comunicación básica	
soportada	Sí
S7 Comunicación	
soportada	Sí
S5 Comunicación compatible	
soportada	cargables FC y CP de través a Sí;
Nº de conexiones	
Total	32
Usable para PG comunicación	31
Usable para OP comunicación	31
Usable para comunicación básica S7	30
Usable para enrutado	8
CPU/programación	
programación de Lenguaje	

STEP 7	Sí; a partir de HW de actualización con SP1 V5.2
KOP	Sí
FUP	Sí
AWL	Sí
SCL	Sí
CFC	Sí
GRAPH	Sí
HiGraph®	Sí
Juego de operaciones	Ver lista de operaciones
Niveles de paréntesis	8
Contraseña por usuario/Protección de programas	Sí
(SFC) sistema de Funciones	Ver lista de operaciones
(SFB) sistema de función de Bloques	Ver lista de operaciones
Dimensiones y peso	
Dimensiones y peso	
Ancho	40 mm
Alto	125 mm
Profundidad	130 mm
Peso	
Peso, aprox.	460 g

PROCESADOR DE COMUNICACIONES

Para la comunicación entre las CPU's y conocimiento entre ellas de cual debe ser la maestra y cual la maestra de reserva es necesario la instalación de un procesador de comunicaciones, éste tendrá las siguientes características:

Velocidad de Transmisión	10/100 Mbit/s, autosensing
Interfaces	
Conexión para comunicaciones, eléctrica .Función Autonegotiation/Autocrossover	2 conectores RJ45 (10/100 Mbit/s; TP)
Conexión a la tensión de alimentación	1 regleta de bornes enchufable de 2 polos

Tensión de alimentación	+24 V DC (margen admisible: +20,4 V ... +28,8 V)
Consumo	
De bus posterior	máx. 200 mA
De 24 V	típ. 160 mA
Disipación	5,8 W
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura de servicio	0°C a + 60 °C
Humedad relativa máxima	95 % a + 25 °C
Datos mecánicos	
Formato del modulo	Modulo compacto
Dimensiones (An x Al x P)	40 mm x 125 mm x 120 mm
Peso Aprox.	200 g
Prestaciones de comunicación Automata	
Suma de todas las conexiones TCP/UDP posibles simultáneamente	16
Número de datos útiles TCP	8 kbytes
Número de datos útiles UDP	2 kbytes
Comunicación S7	
Número de conexiones	máx. 4
Comunicación PG/OP	
Número de conexiones OP posibles (servicios acíclicos)	máx. 4
Modo multiprotocolo	
Suma de todas las conexiones posibles simultáneamente	máx. 12
Multicast	8
Comunicación Profinet	
Tamaño de las áreas de datos IO	
Área de entradas IO	512 byte
Área de salidas IO	512 byte
Tamaño de las áreas IO por submódulo	
Entradas	máx. 240 byte

Salidas	máx. 240 byte
Número de submódulos	máx. 32

Fuentes de alimentación para la redundancia

FUENTES DE ALIMENTACION

Para alimentar las tarjetas de entradas y salidas se usarán dos fuentes en redundancia de las siguientes características:

Corriente de alimentación	5 A
Entrada	Monofásica AC
Tensión Nominal $U_{S\ nom}$	120/230 V AC ajustable mediante conmutador
Margen de Tensión	85 a 132 V / 170 a 264 V AC
Puenteo de fallos de red con $I_{S\ nom}$	>20 ms con $U_e = 93/187 V$
Frecuencia de red nominal; margen	50 / 60 Hz; 47 a 63 Hz
Intensidad nominal $I_{e\ nom}$	2,1/1,15 A
Limitación de intensidad de conexión (+25 °C)	<32 A
I^2t	<1,7 A ² s
Automático (IEC 898) recomendado en la línea de alimentación	6 A o superior, característica C
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvanicamente
Tensión nominal $U_{S\ nom}$	24 V DC
Tolerancia Total	± 3%
Regulación est. de variaciones de red	Aprox. 0,1 %
Regulación est. de variaciones de carga	Aprox. 0,2 %
Rizado residual (frec. conmutación aprox. 50 kHz)	<50 mV _{pp} (típ. 40 mV _{pp})
Picos de conmutación (ancho de banda 20 MHz)	<200 mV _{pp} (típ. 90 mV _{pp})
Margen de ajuste	24-28.8 V DC
Indicador	LED Verde para 24 V OK.
Conexión en paralelo para incrementar la salida	Si
Rendimiento	
Rendimiento a $U_{S\ nom}$, $I_{S\ nom}$	Aprox. 87 %

Protección y vigilancia	
Protección contra cortocircuito	Corte electrónico, rearmado automático
Valor eficaz de la corriente de cortocircuito permanente	<9 A
Compatibilidad electromagnética	
Emisión de perturbaciones	EN 55 022 clase B
Limitación de armónicos en red	EN 61 000-3-2
Inmunidad a perturbaciones	EN 61 000-6-2
Datos de servicio	
Margen de temperatura ambiente	0 a + 60 °C
Datos mecánicos	
Dimensiones	70 mm x125 mm x125 mm
Peso Aprox.	1,2 kg

MODULO DE REDUNDANCIA

Para el funcionamiento de las fuentes en redundancia se instalará un módulo específico para redundancia de fuentes, de las siguientes características:

Corriente de alimentación	5 A
Entrada	
Tensión Nominal U_{in}	24 V DC
Margen de Tensión	24 V DC a 28,8 V DC
Voltaje de salida	$U_{in} - 0,5$ V DC aprox.
Corriente de entrada	20 A
Señalización	
Indicador de operación	LED Verde para 24 V OK.
Contactos de señalización	1 contacto conmutado
General	
Separación de potencial	Sí, según EN 60950
Clase	I según IEC 536
Grado de protección	IP-20
Rango de temperaturas	0 °C a 60 °C convección natural

Datos mecánicos	
Dimensiones	70 mm x125 mm x125 mm
Peso Aprox.	1 kg

Módulo de diagnóstico

Asociado a las fuentes de alimentación de 24 V se instalará un módulo de diagnóstico, este sirve para repartir la corriente de carga en varios circuitos o derivaciones y para monitorizar la intensidad que circula por los mismos. Esto permite detectar defectos en las derivaciones causados por sobrecarga o cortocircuito y cortarlas de forma selectiva para que sigan funcionando las no afectadas. Esto acelera el diagnóstico de fallos y minimiza los tiempos de parada.

Sus características técnicas serán las siguientes:

Tipo	Módulo 4x10 A
Entrada	Corriente continua
Tensión nominal $U_{e\ nom}$	24 V DC
Rango de tensión	22 a 30 V
Resistencia a sobretensiones	35 V; 100 ms
Salida	Corriente continua
Tensión nominal $U_{s\ nom}$	$U_e - 0,5\ V$
Tolerancia total/ondulación residual	De acuerdo a la tensión de entrada
Numero de canales de salida	4
Intensidad nominal $I_{s\ nom}$ hasta + 60 °C	10 A por canal
Rango de ajuste	2 a 10 A por canal
Conexión en paralelo de varios canales	No permitido
Rendimiento	
Rendimiento con $U_S\ nom$, $I_S\ nom$	Aprox. 97%
Disipación con $U_S\ nom$, $I_S\ nom$	Aprox. 30 W
Característica de corte por canal	
Sobreintensidad	$I_s = 1,0...1,3$ x ajuste, corte tras aprox. 5 s
Limitación de intensidad	$I_s = 1,35$ x ajuste, corte tras aprox. 50...100 ms
Corte instantáneo	$I_s > \text{ajuste}$ y $U_e < 20$
Rearme	Por pulsador en el modulo

Protección y vigilancia	
Protección de línea	Electrónica; adicionalmente con fusible plano F2K accesible posible por canal
Indicadores de estado	LED bicolor por canal; verde para salida operativa, rojo para salida cortada
Contacto de señalización	Para señalización agrupada (contacto NA)
Seguridad	
Clase de protección	Clase III
Grado de protección (EN 60529)	IP 20
Ensayo por TÜV	Sí
Marcado CE	Sí
Homologación UL/cUL (CSA)	Sí, cULus-Listed (UL 508, CSA 22.2 No. 14-M91), File E197259 cURus-Recognized (UL 60950, CSA 22.2 No. 60950), File E151273
Compatibilidad electromagnética	
Emisión de perturbaciones	EN 55022 clase B
Inmunidad a perturbaciones	EN 61000-6-2
Datos de servicio	
Rango de temperatura ambiente	0 a + 60 °C con convección natural
Clase de humedad	Clase climática 3K3 según EN 60721, sin condensación
Datos mecánicos	
Conexiones	
Entrada + 24 V	2 bornes de tornillo para 0,33 a 10 mm ²
Entrada 0 V	2 bornes de tornillo para 0,22 a 4 mm ²
Salida 1 a 4	1 borne de tornillo por canal para 0,22 a 4 mm ²
Contacto de señalización	2 bornes de tornillo para 0,22 a 4 mm ²
Dimensiones (An x Al x P)	72 mm x 90 mm x 90 mm
Peso	0,4 kg
Montaje	Sobre perfil normalizado DIN EN 50022-35x15/7,5 por abroche

Tarjetas De Interface

Tarjeta de entradas digitales

Las tarjetas de entradas digitales tendrán las siguientes características:

Número de entradas	32
Alarmas	---
Diagnóstico	---
Tensión nominal de carga +/L1	24 V DC
Rango permitido	24 V DC
Tensión de entrada	
Valor nominal	24 V DC
Para señal "1"	13 a 30 V
Para señal "0"	- 30 a + 5 V
frecuencia	---
Aislamiento galvánico (al bus posterior)	
En grupos de	16
Intensidad de entrada	
Con señal "1", típ.	7,0 mA
Retardo de entrada	
Parametrizable	---
Con valor nominal de la tensión de entrada	1,2 a 4,8 ms
Número de entradas atacables simultáneamente	
A 40 °C	32
A 60 °C	16
A 70 °C	---
Conexión detectores BERO a 2 hilos	posible
Intensidad de reposo admisible, máx.	1,5 mA
Longitud de cables	
Sin pantalla	600 m
Apantallados	1000 m
Consumo	

Del bus posterior, máx.	15 mA
De L+, máx.	---
Disipación, típ.	6,5 W
Aislamiento ensayado con	500 V DC
Dimensiones (An x Al x P)	40 mm x 125 mm x 120 mm
Conector frontal requerido	40 pines
Peso aprox.	260 g

Tarjeta de salidas digitales

Al módulo de interface anterior se conectarán las tarjetas de entradas y salidas del tipo y en número descrito en las mediciones, las tarjetas de salidas digitales tendrán las siguientes características:

Número de salidas	32
Alarmas	---
Diagnóstico	---
Tensión nominal de carga +/L1	24 V DC
Rango permitido	20,4 a 28,8 V
Tensión de alimentación	
Con señal "1"	L+ - 0,8 V
Aislamiento galvánico con bus posterior	Optoacoplador
En grupos de	8
Intensidad de salida	
Con señal "1"	
Valor nominal a 40 °C	---
Valor nominal a 60 °C	0,5 A
Intensidad mínima	5 mA
Con señal "0"	0,5 mA
Intensidad total de las salidas (por grupo)	
Hasta 40 °C	4 A
Hasta 60 °C (montaje horizontal)	3 A
Con carga de lámparas máxima	5 W

Frecuencia de conmutación de las salidas	
Con carga óhmica máx.	100 Hz
Con carga inductiva máx.	0,5 Hz
Con carga de lámparas máx.	100 Hz
Mecánica máx.	---
Poder de corte de los contactos	
Con carga óhmica máx.	---
Con carga inductiva máx.	---
Con carga de lámparas máx.	---
Vida útil de los contactos según VDE 0660, parte 200	
AC 15	---
DC 13	---
Tensión inductiva de corte limitada a	L+ - 48 V
Prot. contra cortocircuitos	Electrónica
Longitud de cables	
Sin pantalla	600 m
Apantallados	1000 m
Consumo	
Del bus posterior, máx.	110 mA
De L+/L1, máx. (sin carga)	200 mA
Tensión de alimentación L+/ consumo de los relés	---
Disipación, típ.	5 W
Aislamiento ensayado con	500 V DC
Dimensiones (An x Al x P)	40 mm x 125 mm x 120 mm
Conector frontal requerido	40 pines
Peso aprox.	210 g

Tarjeta de entradas analógicas

Las tarjetas de entradas analógicas tendrán las siguientes características:

Número de entradas	8
--------------------	---

Para medida de resistencia	4
Alarmas	
De límite	Parametrizable
De diagnóstico	Parametrizable, canales 0 y 2
Diagnóstico	LED rojo para señalar fallo agrupado; información de diagnóstico legible
Tensión nominal de carga +/-L1	24 V DC
Protección de inversión de polaridad	Sí
Márgenes de entrada / resistencia	
Tensión	+/- 80 mV /10 M Ω , +/- 250 mV/10 M Ω , +/- 500 mV/10 M Ω , +/- 1 V/10 M Ω , +/- 2,5 V/100 k Ω , +/- 5 V/100 k Ω , 1 a 5 V/100 k Ω , +/- 10 V/100 k Ω
Intensidad	+/- 10 mA/25 Ω , +/- 3,2 mA/25 Ω , +/- 20 mA/25 Ω , 0 a 20 mA/25 Ω , 4 a 20 mA/25 Ω
Resistencia	150 Ω /10 M Ω , 300 Ω /10 M Ω , 600 Ω /10 M Ω
Termopares	Tipo E, N, J, K/10 M Ω
Termorresistencias	Pt 100 estándar/10 M Ω Ni 100 estándar
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión máx.	20 V
Corriente de entrada admisible para entrada de intensidad máx.	40 mA
Conexión de sensores	
Para medida de intensidad	
Como transmisor a 2 hilos	Sí
Como transmisor a 4 hilos	Sí
Para medida de resistencia	
A 2 conductores	Sí
A 3 conductores	Sí
A 4 conductores	Sí
Aislamiento galvánico (al bus posterior)	Sí
Linealización de la característica	
Para termopares	Tipo N, E, J, K

Para termorresistencias	Pt 100 (aplicaciones estándar) Ni 100 (aplicaciones estándar)
Compensación de temperatura	Parametrizable
Interna	Posible
Externa con caja de compensación	Posible
Externa con Pt 100	---
Tiempo de conversión/resolución (por canal)	
Tiempo de integración	2,5/162 /3/20/100 ms
Resolución (S=signo)	
Unipolar	9/12/12/14 bits
Bipolar	9+S/12+S/12+S/14+S bits
Supresión de tensiones perturbadoras para frecuencia parásita	400/60/50/10 Hz
Límite de error practico (en todo el margen de temperatura, referido al margen de entrada), máx.	± 1%
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C, referido al margen de entrada), máx.	± 0,6%
Long. de cable (apantallado), máx.	200 m (50 m con 80 mV)
Consumo	
Del bus posterior, máx.	50 mA
De L+, máx.	200 mA
Disipación, típ.	1,3 W
Aislamiento ensayado con	600 V DC
Dimensiones (An x Al x P)	40 mm x 125 mm x 120 mm
Conector frontal requerido	20 pines
Peso aprox.	250 g

Tarjeta de salidas analógicas

Las tarjetas de salidas analógicas tendrán las siguientes características:

Numero de salidas	4
Alarmas	

De diagnóstico	Sí
Diagnóstico	LED rojo para señalar fallo agrupado; información de diagnóstico legible
Tensión nominal de carga	24 V DC
Márgenes de salida	
Salidas de tensión	0 a 10 V; ± 10 V; 1 a 5 V
Salidas de intensidad	4 a 20 mA; ± 20 mA; 0 a 20 mA
Resistencia de Carga	
En salidas de tensión, mín.	1 k Ω
En salidas de intensidad, máx.	500 Ω
Con carga capacitiva, máx.	1 μ F
Con carga inductiva, máx.	10 mH
Salida de tensión	
Protección de cortocircuito	Sí
Corriente de cortocircuito, máx.	25 mA
Salida de intensidad	
Tensión en vacío, máx.	18 V
Aislamiento galvánico al bus posterior	Sí
Resolución	11 bits + signo (con +/- 10 V; +/- 20mA) 12 bits (con 0 a 10 V; 0 a 20 mA) 4 a 20 mA., 1 a 5 V
Tiempo de conversión por canal, máx.	0,8 ms
Tiempo de estabilización	
Con carga óhmica	0,2 ms
Con carga capacitiva	3,3 ms
Con carga inductiva	0,5 ms
Aplicación de valores sustitutivos	Parametrizable
Limite de error practico (de 0 a 60 °C, referido al rango de salida)	
Tensión	$\pm 0,5$ %
Intensidad	$\pm 0,6$ %
Limite de error básico (a 25 °C referido al rango de entrada)	

Tensión	± 0,4 %
Intensidad	± 0,5 %
Longitud de cable (apantallado), máx.	200 m
Consumo	
Del bus posterior, máx.	60 mA
De L+, máx.	240 mA
Disipación, tít.	3 W
Aislamiento ensayado con	500 V DC
Dimensiones (An x Al x P)	40 mm x 125 mm x 120 mm
Conector frontal requerido	20 pines
Peso aprox.	220 g

Ordenadores Pc

La estación de bombeo tendrá dos ordenadores PC, uno de ellos será de sobremesa e irá instalado en el puesto del operador, el otro será un PC de tipo industrial con pantalla táctil e irá instalado en la puerta del armario de control. Ambos deberán tener instalado el software del scada.

- Cooler master n200 matx sin fuente
- Unyka fuente atx300w 85% eficiencia
- Cooler master kit ref.liquida nepton120x
- Placa b. Asus prime b250m-a s1151 4xDDR4
- Procesador intel i7-10700 4.5 ghz
- Memoria ddr4 16gb 2400 kingston
- Hd ssd kingston 1TB a400
- Hd 1000gb seagate 3.5" s-ata st1000dm010
- Tarjeta graf. 4gb pci-e ddr5
- Monitor TFT de 27" panorámico
- Software Windows 10
 - Microsoft office.
 - WinCC RT Advanced V7.5 8192 PT

Software

Incorporará el software específico o estándar necesario para cumplir todas las funciones que se estimen necesarias algunas de las cuales se han indicado anteriormente y otras se detallan a continuación:

- Cada autómatas podrá realizar de forma autónoma sin provocar, perturbaciones en el funcionamiento de la instalación, incluso desconectado del bus de comunicaciones, todas las funciones asignadas de mando, control de secuencias, protección, regulación automática, etc.
- El software de autómatas y Scada, realizará las siguientes funciones:
 - Comunicaciones entre autómatas y periféricos, para adquisición de datos y envío de órdenes y consignas.
 - Posibilidad de interconexión con ordenadores remotos.
 - Gestión de alarmas, incidencias, cambios de estado,
 - Lenguaje hombre máquina en soporte Windows para conocer el proceso y actuar sobre el mismo, seleccionando por menú cada una de las instalaciones, apareciendo en pantalla su esquema con valores de parámetros analógicos, puntos de consigna, de estados actuales de los distintos dispositivos, eléctricos, mecánicos, etc.
 - Programación de autómatas mediante ordenador, formateado de discos, comprobación y verificación de discos, ordenación de ficheros, hacer copias de seguridad de programas, etc.

Scada

El software de supervisión cumplirá las características siguientes:

Funcionalidad / Capacidades funcionales	
Avisos (número)	50000
Texto de aviso (número de caracteres)	10x256
Archivo (registro histórico) de avisos	> 500000
Valores del proceso por aviso	10
Avisos carga permanente máxima	Servidor monopuesto 10/s
Avalancha de avisos máxima	Servidor monopuesto 2000/10s cada 5 min.
Archivos	
Puntos de datos de archivo	Máximo 80000 por servidor
Tipos de archivo	Archivo cíclico con y sin archivado a largo plazo
Formato de archivo de datos	Microsoft SQL Server 2005
Valores medidos por segundo, máx.	Servidor/monopuesto 5000/s
Archivos de usuario	

Archivos (recetas)	Limitado por el sistema
Juegos de datos por archivo de usuario	65536
Campos por archivo de usuario	500
Sistema gráfico	
Número de imágenes	Limitado por el sistema
Número de objetos por imagen	Limitado por el sistema
Número de campos manejados por imagen	Limitado por el sistema
Variables de proceso	8192 tags
Curvas	
Ventana de curvas por imagen	25
Curvas por ventana de curvas	80
Administración de usuarios	
Grupos de usuarios	128
Número de usuarios	128
Grupos de autorizaciones	999
Idiomas de runtime	> 9 por proyecto
Idiomas de configuración	9 entre ellos castellano
Protocolos	
Informe de secuencia de avisos	1 por servidor/monopuesto
Informes de archivo de avisos	3
Informes de usuario	Limitado por el sistema
Líneas de informe por cuerpo	66
Variables por informe	300
Sistema multipuesto	
Servidor	12
Clientes de servidor con consola	4
Clientes de servidor sin consola	32 clientes + 3 WebClients ó 50 WebClients + 1 cliente

Sobre el Scada se implementarán las siguientes pantallas con gráficos animados, históricos y curvas de los datos adquiridos, según se muestra a continuación:

- Pantalla de la planta de la instalación con símbolos de elementos activos animados (bombas, válvulas) y elementos pasivos (caudalímetros, colectores, válvulas de retención, carretes, bancadas de bombas, etc) mostrando la información en tiempo real de las siguientes variables:
 - Niveles en aspiración e impulsión.
 - Valor instantáneo caudalímetros.
 - Potencia absorbida, rendimiento, eficiencia y régimen de cada bomba.
 - Rendimiento, eficiencia, eficiencia mensual y coste de la instalación.
 - Curva de históricos del caudal y nivel en impulsión de las últimas 24 horas.
 - Botones de acceso al resto de pantallas.
- Pantalla para cada bomba con gráfico animado del estado de la bomba, campos de entrada-salida y cheks de selección mostrando los siguientes valores:
 - Potencia útil de la bomba.
 - Caudal instantáneo.
 - Rendimiento.
 - Horas de funcionamiento.
 - Temperatura del cojinete.
 - Potencia absorbida.
 - Régimen.
 - Intervalo de horas entre mantenimientos.
 - Máxima temperatura cojinete de acoplamiento con la bomba.
 - Régimen mínimo de la bomba.
 - Régimen máximo de la bomba.
 - Checks de disponibilidad de la bomba según los periodos horarios.
 - Botones de acceso a todos los históricos de la misma.
- Pantalla de históricos de cada bomba con curvas variable-tiempo y variable-variable, de las siguientes variables:
 - Potencia útil de la bomba en función del tiempo.
 - Caudal instantáneo en función del tiempo.
 - Rendimiento en función del tiempo.
 - Temperatura del cojinete en función del tiempo.
 - Potencia absorbida en función del tiempo.
 - Régimen en función del tiempo.
 - Caudal instantáneo en función del nivel en impulsión.

- Potencia en función del nivel en impulsión.
- Rendimiento en función del nivel en impulsión.
 - Pantalla de históricos de cada caudalímetro con curvas variable-tiempo y variable-variable, de las siguientes variables:
- Caudal instantáneo en función del tiempo.
- Caudal instantáneo en función del nivel en impulsión.
- Tabla con el histórico del totalizador del caudalímetro.
 - Pantalla para la obra de toma (filtro en carga, válvula de sobrevelocidad y válvulas de cierre) con gráfico animado del estado del mismo y de los niveles, campos de entrada-salida mostrando los siguientes valores:
- Nivel diferencial en filtro.
- Máxima diferencia de nivel.
- Tiempo de funcionamiento del filtro.
- Tiempo de reposo del filtro.
- Nivel mínimo colector de aspiración.
- Botones de acceso a todos los históricos del mismo.
- Estado válvulas.
 - Pantalla de históricos del filtro con curvas variable-tiempo, de las siguientes variables:
- Nivel antes del filtro en función del tiempo.
- Nivel después del filtro en función del tiempo.
- Caudal total instalación en función del tiempo.
- Nivel en aspiración en función del tiempo.
 - Pantalla de medidas eléctricas con curvas variable-tiempo, tablas variable-tiempo y campos de entrada-salida mostrando los siguientes valores:
- Tensión L1L2 en función del tiempo.
- Tensión L2L3 en función del tiempo.
- Tensión L3L1 en función del tiempo.
- Corriente L1 en función del tiempo.
- Corriente L2 en función del tiempo.
- Corriente L3 en función del tiempo.
- Potencia activa III en función del tiempo.
- Factor de potencia en función del tiempo.
- kWh en función de cada periodo.
- kVArh en función de cada periodo.

- Pantalla de variables de la instalación con campos de entrada-salida y checks mostrando los siguientes valores:
 - 40 Escalones de caudal-presión libremente configurables.
 - Checks de selección de bombas para cada escalón.
 - Periodos de funcionamiento de la estación de bombeo libremente configurables, permitiendo definir días festivos y días laborables.
 - Hasta 150 campos de entrada y salida para los diferentes ajustes.
- Pantalla de alarmas de la planta pudiendo mostrar 500 alarmas.

Además de las pantallas anteriores, se establecerán códigos para el acceso según niveles en función del usuario.

En el PC donde se instale el Scada se instalará también una tarjeta PCI para poder comunicar a este con la red ethernet, para poder obtener y enviar los datos del Scada a los autómatas y viceversa.

Tarjeta De Red

Sus características técnicas serán:

Velocidad de transferencia	10/100/1000 Mbit/s, autosensing
Interfaces	
☒Conexion para comunicaciones, electrica	1 conector Sub-D de 15 polos (10/100 Mbit/s ITP)
☒Conexion a PG/PC	PCI (32 bits; 33 MHz/66 MHz;3,3 V/5 V Universal Key)
Tensión de alimentación	5 V DC \pm 5 % vía PCI; 12 V DC \pm 5 % vía PCI
Consumo	
☒de 5 V DC	600 mA
☒de 12 V DC	500 mA
Pérdidas	4 W
Condiciones ambientales adm.	
Temperatura de empleo	+5 °C a +55 °C
☒Temperatura transporte/almacenamiento	-20 °C a +60 °C
Humedad relativa	máx. 95 % a +25 °C

Datos mecánicos	
Formato del modulo	Tarjeta PCI
☒Dimensiones (An x Al) en mm	107 x 167
Peso	aprox. 200 g
☒Espacio necesario	1 slot PCI (32 bits; 3,3 V/5 V)
Datos de rendimiento en modo monoprocolo	
Comunicación S7 y PG/OP	
☒Número de conexiones posibles	
-ISO	máx. 120
-TCP/IP	máx. 120
Comunicación compatible con S5 (SEND/RECEIVE)	
Numero de conexiones posibles	
-SO	máx. 120
-CP/IP	máx. 120
Suma de todas las conexiones configurables por estación de PC	máx. 207

Switch Ethernet

La comunicación de la tarjeta PCI con el procesador de comunicaciones se hará a través de un switch de ocho puertos usando ethernet.

Las características técnicas del switch son:

Velocidades de transferencia	10/100 Mbits/s
Interfaces	
Conexión para comunicaciones, eléctrica	24 conectores RJ45 (10/100 Mbits/s; TP)
Conexión para comunicaciones, óptica	–
Conexión para alimentación	1 bloque de bornes de 4 polos
Conexión para contacto de señalización	1 bloque de bornes de 2 polos
Tensión de alimentación	2 de 24 V DC (18 ... 32 V)
Consumo	140 mA

Pérdidas con 24 V DC	4,8 W
Parámetros de extensión de la red/ longitud de cable de par trenzado	
0 ... 100 m	IE FC Standard Cable GP con IE FC RJ45 Plug o a través de IE FC Outlet RJ45 con 0 ... 90 m IE FC Standard Cable + 10 m TP Cord
0 ... 85 m	IE FC Marine/Trailing/Flexible/FRNC Cable con IE FC RJ45 Plug o 0 ... 75 m IE FC Marine/Trailing Cable + 10 m TP Cord
0 ... 55 m	IE TP Torsion Cable con IE FC RJ45 Plug o 0 ... 45 m IE TP Torsion Cable con IE FC Outlet RJ45 + 10 m TP Cord
0 ... 3000 m	-
Condiciones ambientales adm.	
Temperatura de empleo	-20 °C ... +70 °C
Temperatura transporte/almacenamiento	-40 °C ... +70 °C
Humedad relativa en servicio	< 95 %, sin condensación
Datos mecánicos	
Dimensiones (An x Al x P) en mm	180 x 125 x 124
Peso	1500 g
Montaje	Perfil DIN, perfil soporte S7-300, montaje mural
Grado de protección	IP30
Homologaciones	
Emisión de perturbaciones	EN 61000-6-4
Inmunidad a perturbaciones	EN 61000-6-2
Listado CuL	UL 60950-1, CSA C22.2 n° 60950-1
FM	FM 3611
ATEX Zona 2	EN 60079-15
C-Tick	AS/NZS 2064 (Clase A)
CE	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4
● E1	ECE-G 95/54/CE, n.º de control 024734

19 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI)

Se utilizará un SAI's de tipo torre en la instalación para que en caso de ausencia de la tensión de alimentación no se reinicie el scada. También se utilizará una fuente alimentación cargador de baterías, para impedir el reinicio de los autómatas y del cuadro de protección del centro.

La potencia de este SAI será de 2200 VA para el equipo informático y las baterías de 12Ah tanto para el cuadro de control como para el cuadro de protección del centro de transformación.

Sus características Técnicas serán las siguientes:

Potencia	1100 VA/700 W	2200 VA/1540 W
Carga		
Número de tomas IEC 320	4	8
De las cuales, tomas PowerShare	2	2x2
Largas autonomías	---	De 1 a 3 EXB
Prestaciones		
Regulación automática de la tensión	Booster / Fader	
Forma de la tensión de salida	Sinusoidal	
Margen de tensión de entrada	160 V/294 V, ajustable a 150V/294 V	
Frecuencia	50/60 Hz, autoselección	
Tensión de salida con batería	230 V (ajustable a 200/220/240 V)	
Funciones		
Test batería automático	Semanal (periodicidad ajustable)	
Baterías	Reemplazables en caliente	
Arranque	Arranque sin red	
Protección de la batería	Contra los efectos de las descargas profundas	
Protección de línea de red RJ45	Contra las sobretensiones	
Supervisión / administración de la red		
Puertos de comunicación	1 puerto USB + 1 puerto Serie	
Supervisión	Mediante navegador web o supervisor SNMP	
Ranura para tarjeta opcional	1 ranura para tarjeta SNMP / Web o tarjeta de información de estados	
Transmisión de informaciones a distancia	Visualizador remoto opcional	

Normas		
Seguridad	IEC/EN 60950, IEC/EN 50091-1-1, TÜV GS-Mark	
Compatibilidad electromagnética	EN 50091-2, EN55022/B, CEI 62040-2, CEI 61000-3-2, CEI 61000-3-3	
Diseño, fabricación, servicios	ISO 9001	
Marcado	CE, TÜV GS-Mark	
Dimensiones torre (Al x An x P) en mm	237x150x415	---
Peso	11,5 kg	33,9 kg

20 SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

Como ya se ha descrito, se proyecta la instalación de un sistema de videovigilancia en la estación de bombeo, este sistema deberá estar compuesto por los siguientes elementos, todos ellos comunicados en Ethernet. Las cámaras, todas ellas alimentadas por POE o POE+ a partir del videograbador son las siguientes:

CAMARA DOMO MOTORIZADA PARA EXTERIOR

Las características de la cámara motorizada a instalar en la zona de bombas son:

- Máxima resolución: 2M (1920 x 1080)
- Formato de compresión: H.264, MJPEG.
- Alimentación PoE+
- Zoom x23
- Comunicación Ethernet IP
- IP66

CÁMARA DOMO MOTORIZADA PARA INTERIOR

Las características de la cámara motorizada a instalar en la sala de cuadros son:

- Máxima resolución: 2 M (1920 x 1080)
- Formato de compresión: H.264, MJPEG.
- Alimentación PoE+
- Zoom x23
- Comunicación Ethernet IP

CAMARA FIJA PARA EXTERIOR

Las características de las 3 cámaras motorizadas a instalar en el exterior de la estación de bombeo son:

- IP66
- 4 MPixels
- Formato de compresión: H.265, H.264, MJPEG.
- Alimentación PoE

- Comunicación Ethernet IP

VIEOGRABADOR

Las características del videograbador de 2TB a instalar en el puesto de videovigilancia son:

- 16 Canales de 12 Megapixels
- Soporta H.265/H.264/MJPEG
- Puertos:16 PoE/PoE+
- Ancho de banda de grabación: 180Mbps

21 VENTILACIÓN

El sistema de ventilación tiene la función de disipar el calor que se desprende de los equipos electromecánicos de la instalación y la renovación del aire del interior de los distintos recintos. Para el cálculo de la ventilación vamos a dividir la instalación en dos zonas: recinto de bombas y recinto de cuadros eléctricos.

Para dimensionar el caudal de aire a extraer por los ventiladores se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q = P_{dis} / (0.34 * \Delta T)$$

Donde:

Q: caudal de aire a extraer en m³/h

P_{dis}: potencia total disipada en W.

ΔT : Diferencial de temperatura a conseguir (interior – exterior) en °C

21.1 CÁLCULO DE CAUDAL DE VENTILACIÓN

Para el cálculo del caudal de ventilación es necesario calcular previamente el total de potencia térmica disipada.

Examinaremos los dos recintos por separado

21.1.1 SALA DE BOMBAS

Concepto	Número	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
----------	--------	-----------------------	--------------------

Motor 500 KW	5	23.269	116.345
Motor 250 KW	2	13.007	26.014
TOTAL			142.359

Aplicando la fórmula $Q = P_{dis}/(0.34 \cdot \Delta T)$ para $\Delta T=5^{\circ}C$

Obtenemos **$Q=83.740m^3/h$**

Para tener este caudal de ventilación en la sala de bombas se instalan **3 extractores de capacidad de extracción de 30.000 m³/h obteniendo un total de 90.000 m³/h**, cantidad más que suficiente.

21.1.2 SALA DE CUADROS ELÉCTRICOS.

Concepto	Número	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Variador de frecuencias de 500 KW	2	9.180	18.360
Variador de frecuencias de 110 KW	2	5.468	10.936
Arrancador 500 KW	3	500	1.500
Armario protecciones	1	7.000	7.000
Armario servicios auxiliares	1	2.500	2.500
TOTAL			40.296

Aplicando la fórmula $Q = P_{dis}/(0.34 \cdot \Delta T)$ para $\Delta T=5^{\circ}C$

Obtenemos **$Q= 23.704 m^3/h$**

Para tener este caudal de ventilación en la sala de bombas se instalan **2 extractores de capacidad de extracción de 12.000 m³/h obteniendo un total de 24.000 m³/h**, cantidad más que suficiente.

A mayores en la sala de cuadros eléctricos se coloca unas unidades (3) de aire acondicionado con una capacidad de refrigeración de 14 KW cada una de ellas, con lo que conseguimos una capacidad de refrigeración de 42 KW térmicos asegurando de esta forma la refrigeración sin ningún tipo de duda.

21.2 CÁLCULO DE REJILLAS EN LA SALA DE BOMBAS

Para el caudal obtenido en la sala de bombas de **80.000 m³/h** suponiendo una velocidad de aire de 2 m/s tenemos el siguiente cálculo de sección de ventilación

$$\text{Sección} = S = Q / (3600 * \text{vel}) = 40.000 / (3.600 * 2) = 5.55 \text{ m}^2$$

Se colocan 4 rejillas de 1.25x0.8 m y 1 de 4x0.5 m con lo que nos da una superficie de 6 m², suficiente para garantizar la ventilación de la sala de bombas.

22 MEDICIONES

22.1 MAGNETOTÉRMICOS

Magnetotérmicos			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
003.001	Ud	Industrial (IEC 60947-2); In: 160 A; Im: 1280 A; Icu: 10.00 kA. 3P+N	1.00
003.002	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 160 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 3P+N	1.00
003.003	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 3P	14.00
003.004	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 1P+N	54.00
003.005	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 3P	2.00
003.006	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 3P+N	2.00
003.007	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 10 kA; Curva: C. 3P+N	5.00
003.008	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 1P+N	2.00
003.009	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 1P+N	2.00
003.010	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 40 A; Icu: 10 kA; Curva: B. 3P+N	1.00
003.011	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 40 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 3P+N	1.00
003.012	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 3P+N	2.00
003.013	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 10 kA; Curva: B. 3P+N	1.00
003.014	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 3P+N	1.00
003.015	Ud	Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B. 3P+N	1.00

22.2 DIFERENCIALES

Diferenciales			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
006.001	Ud	Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A. 4P	7.00
006.002	Ud	Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A. 4P	6.00
006.003	Ud	Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A. 4P	1.00

Diferenciales			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
006.004	Ud	Instantáneo; In: 63.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A. 4P	1.00
006.005	Ud	Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A. 3P	1.00
006.006	Ud	Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: AC. 4P	2.00
006.007	Ud	Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 300 mA; Clase: A. 2P	4.00
006.008	Ud	Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A. 2P	5.00
006.009	Ud	Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC. 2P	1.00
006.010	Ud	Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A. 4P	2.00

22.3 LIMITADORES DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Limitadores de sobretensiones transitorias			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
007.001	Ud	Tipo 1+2; I _{imp} : 100 kA; U _p : 2.5 kV. 3P+N	1.00

22.4 CABLES

Cables			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
010.001	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 70 mm ² . Unipolar	300.00
010.002	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 2.5 mm ² . Unipolar	5612.00
010.003	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 4 mm ² . Unipolar	660.00
010.004	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 6 mm ² . Unipolar	550.00
010.005	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 5G6. Multiconductor	640.00
010.006	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 5G4. Multiconductor	30.00
010.007	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 3G4. Multiconductor	15.00
010.008	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 3G2.5. Multiconductor	380.00
010.009	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 3G1.5. Multiconductor	65.00
010.010	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 3G10. Multiconductor	75.00
010.011	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 16 mm ² . Unipolar	750.00
010.012	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 3G6. Multiconductor	30.00

Cables			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
010.013	m	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 10 mm ² . Unipolar	1750.00

22.5 CANALIZACIONES

Canalizaciones			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
011.001	m	Tubo 150 mm	60.00
011.002	m	Canal protector 52 x 13 mm	1611.00
011.003	m	Canal protector 60 x 30 mm	165.00
011.004	m	Canal protector 40 x 30 mm	425.00
011.005	m	Canal protector 40 x 40 mm	100.00
011.006	m	Canal protector 25 x 75 mm	30.00
011.007	m	Tubo 50 mm	530.00
011.008	m	Tubo 32 mm	225.00
011.009	m	Tubo 63 mm	540.00

23 CUADRO DE RESULTADOS

Instalación interior (Suministro principal)

Instalación interior

A cuadro auxiliar balsa

Subcuadro compuertas

Instalación interior

Descripción	Fase	Simult.	Pot. Cal. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Mét. Inst.	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Instalación interior	3F+N	-	30130.00	97300.00	30130.00	1.00	60.00	RZ1-K (AS) 5(1x70)	D1	43.49	160.32	0.31	-	Tubo 150 mm
Válvula bomba 1	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	28.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.07	0.38	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula bomba 2	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	32.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.08	0.39	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula bomba 3	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	36.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.09	0.40	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula bomba 4	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	40.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.10	0.41	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula bomba 5	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	44.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.11	0.42	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula bomba 6	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.11	0.42	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula bomba 7	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.12	0.43	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN 400-1	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	32.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.08	0.39	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN 400-2	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	36.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.09	0.40	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN 600-1	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	40.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.10	0.41	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN 600-2	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	44.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.11	0.42	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN 600-3	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	48.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.12	0.43	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN 600-4	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	52.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.13	0.44	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN 600-5	3F	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	56.00	RZ1-K (AS) 4(1x2.5)	E	0.72	29.12	0.14	0.45	Canal protector 52 x 13 mm
Caudalímetro B1	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	30.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.45	0.75	Canal protector 52 x 13 mm

Descripción	Fase	Simult.	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Mét. Inst.	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Caudalímetro B2	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	34.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.51	0.81	Canal protector 52 x 13 mm
Caudalímetro B3	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	38.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.56	0.87	Canal protector 52 x 13 mm
Caudalímetro B4	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	42.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.62	0.93	Canal protector 52 x 13 mm
Caudalímetro B5	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.68	0.99	Canal protector 52 x 13 mm
Caudalímetro B6	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.74	1.05	Canal protector 52 x 13 mm
Caudalímetro B7	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	54.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.80	1.11	Canal protector 52 x 13 mm
Caudalímetro DN 1600	F+N	1.00	500.00	500.00	500.00	1.00	70.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	1.04	1.35	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia motor B1	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.07	0.38	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula B1	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.07	0.38	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia motor B2	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	29.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.09	0.39	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula B2	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	29.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.09	0.39	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia motor B3	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	34.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.10	0.41	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula B3	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	34.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.10	0.41	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia motor B4	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	38.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.11	0.42	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula B4	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	38.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.11	0.42	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia motor B5	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	42.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.12	0.43	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula B5	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	42.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.12	0.43	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia motor B6	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.14	0.44	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula B6	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	46.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.14	0.44	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia motor B7	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.15	0.46	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula B7	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.15	0.46	Canal protector 52 x 13 mm
Resistencia válvula impulsión DN 1600	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	60.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.18	0.49	Canal protector 52 x 13 mm

Descripción	Fase	Simult.	Pot. Cal. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Mét. Inst.	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Resistencia válvula aspiración DN 1600	F+N	1.00	100.00	100.00	100.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	0.43	32.76	0.22	0.53	Canal protector 52 x 13 mm
Válvula DN1600	3F	0.30	500.00	500.00	500.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 4(1x4)	F	0.72	39.20	0.12	0.42	Canal protector 60 x 30 mm
Válvula DN1800	3F	0.30	500.00	500.00	500.00	1.00	90.00	RZ1-K (AS) 4(1x4)	F	0.72	39.20	0.14	0.45	Canal protector 60 x 30 mm
Puente grúa	3F+N	0.10	8000.00	8000.00	8000.00	1.00	50.00	RZ1-K (AS) 5(1x6)	E	11.55	49.14	0.83	1.14	Canal protector 40 x 30 mm
Tomas corriente	3F+N	0.20	15000.00	15000.00	15000.00	1.00	100.00	RZ1-K (AS) 5G6	E	21.65	49.14	3.20	3.51	Canal protector 40 x 40 mm
Climatización 1 sala cuadros	3F+N	1.00	3500.00	3500.00	3500.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G4	E	5.05	38.22	0.16	0.47	Canal protector 25 x 75 mm
Climatización 2 sala cuadros	3F+N	1.00	3500.00	3500.00	3500.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G4	E	5.05	38.22	0.16	0.47	Canal protector 25 x 75 mm
Climatización sala control	F+N	1.00	2500.00	2500.00	2500.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 3G4	E	10.83	44.59	0.70	1.01	Canal protector 40 x 30 mm
Tomas sala control	F+N	0.20	2500.00	2500.00	2500.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	10.83	32.76	1.51	1.82	Canal protector 40 x 30 mm
Alimentación módulos control 1	F+N	0.50	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.07	0.38	Canal protector 40 x 30 mm
Alimentación módulos control 2	F+N	0.50	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.07	0.38	Canal protector 40 x 30 mm
Alimentación módulos control 3	F+N	0.50	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.07	0.38	Canal protector 40 x 30 mm
Alimentación módulos control 4	F+N	0.50	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.07	0.38	Canal protector 40 x 30 mm
Alimentación módulos control 5	F+N	0.50	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.07	0.38	Canal protector 40 x 30 mm
Alimentación módulos control 6	F+N	0.50	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.07	0.38	Canal protector 40 x 30 mm
Alimentación módulos control 7	F+N	0.50	500.00	500.00	500.00	1.00	5.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	2.17	32.76	0.07	0.38	Canal protector 40 x 30 mm
SAI control	F+N	0.10	2000.00	2000.00	2000.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) 3(1x2.5)	E	8.66	32.76	0.60	0.91	Canal protector 40 x 30 mm
Ventilación sala armarios	F+N	0.20	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	E	4.33	32.76	0.30	0.61	Canal protector 40 x 30 mm
Ventilación sala bombas 1	F+N	0.20	1500.00	1500.00	1500.00	1.00	35.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	E	6.50	32.76	1.57	1.88	Canal protector 40 x 30 mm
Ventilación sala bombas 2	F+N	0.20	1500.00	1500.00	1500.00	1.00	55.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	E	6.50	32.76	2.47	2.78	Canal protector 40 x 30 mm

Descripción	Fase	Simult.	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Mét. Inst.	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Ventilación sala bombas 3	F+N	0.20	1500.00	1500.00	1500.00	1.00	70.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	E	6.50	32.76	3.14	3.45	Canal protector 40 x 30 mm
Estación meteorológica	F+N	1.00	300.00	300.00	300.00	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3G1.5	E	1.30	23.66	0.37	0.68	Canal protector 40 x 30 mm
Reserva 1	F+N	0.10	2000.00	2000.00	2000.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	E	8.66	32.76	1.20	1.51	Canal protector 40 x 30 mm
Reserva 2	F+N	0.10	2000.00	2000.00	2000.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	E	8.66	32.76	1.20	1.51	Canal protector 40 x 30 mm
Termo	F+N	0.10	2200.00	2200.00	2200.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	E	9.53	32.76	1.33	1.63	Canal protector 40 x 30 mm
Puerta automática 1	F+N	0.10	400.00	400.00	400.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3(1x6)	D1	1.73	50.88	0.35	0.66	Tubo 50 mm
Alumbrado y emergencias nave 1	F+N	0.50	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	A2	4.33	22.75	2.24	2.55	Tubo 32 mm
Alumbrado y emergencias nave 2	F+N	0.50	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3G10	A2	4.33	51.87	0.56	0.87	Tubo 32 mm
Alumbrado y emergencias nave 3	F+N	0.50	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	75.00	RZ1-K (AS) 3G2.5	A2	4.33	22.75	2.24	2.55	Tubo 32 mm
Alumbrado y emergencias sala cuadros	F+N	0.50	700.00	700.00	700.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G1.5	E	3.03	23.66	0.70	1.00	Canal protector 40 x 30 mm
Alumbrado y emergencias sala control	F+N	1.00	700.00	700.00	700.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) 3G1.5	E	3.03	23.66	0.70	1.00	Canal protector 40 x 30 mm
Alumbrado exterior 1	3F+N	1.00	2000.00	2000.00	2000.00	1.00	200.00	RZ1-K (AS) 5G6	D1	2.89	42.24	0.78	1.09	Tubo 50 mm
Alumbrado exterior 2	3F+N	1.00	2000.00	2000.00	2000.00	1.00	200.00	RZ1-K (AS) 5G6	D1	2.89	42.24	0.78	1.09	Tubo 50 mm
Alumbrado exterior nave	3F+N	1.00	2000.00	2000.00	2000.00	1.00	100.00	RZ1-K (AS) 5G6	D1	2.89	42.24	0.39	0.70	Sin conducto
A cuadro auxiliar balsa	3F+N	1.00	3320.00	20400.00	3320.00	1.00	150.00	RZ1-K (AS) 5(1x16)	D1	4.79	72.00	0.36	0.67	Tubo 63 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CC} _{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{CC} _{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Instalación interior	43.49	160.00	160.32	15.00	-	2.34	-	-	-
Válvula bomba 1	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.45	0.10	9.14	300
Válvula bomba 2	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.40	0.10	9.12	300
Válvula bomba 3	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.36	0.10	9.11	300
Válvula bomba 4	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.33	0.10	9.10	300
Válvula bomba 5	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.30	0.10	9.08	300
Válvula bomba 6	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.29	0.10	9.08	300

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{CC} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{CC} ^{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Válvula bomba 7	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.26	0.10	9.06	300
Válvula DN 400-1	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.40	0.10	9.12	300
Válvula DN 400-2	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.36	0.10	9.11	300
Válvula DN 600-1	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.33	0.10	9.10	300
Válvula DN 600-2	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.30	0.10	9.08	300
Válvula DN 600-3	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.27	0.10	9.07	300
Válvula DN 600-4	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.25	0.10	9.06	300
Válvula DN 600-5	0.72	10.00	29.12	8.23	10.00	0.24	0.10	9.04	300
Caudalímetro B1	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.47	0.10	9.13	300
Caudalímetro B2	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.42	0.10	9.12	300
Caudalímetro B3	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.38	0.10	9.10	300
Caudalímetro B4	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.35	0.10	9.09	300
Caudalímetro B5	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.32	0.10	9.08	300
Caudalímetro B6	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.30	0.10	9.06	300
Caudalímetro B7	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.28	0.10	9.05	300
Caudalímetro DN 1600	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	0.22	0.10	9.00	300
Resistencia motor B1	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.55	0.10	9.15	300
Resistencia válvula B1	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.55	0.10	9.15	300
Resistencia motor B2	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.48	0.10	9.13	300
Resistencia válvula B2	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.48	0.10	9.13	300
Resistencia motor B3	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.42	0.10	9.12	300
Resistencia válvula B3	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.42	0.10	9.12	300
Resistencia motor B4	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.38	0.10	9.10	300
Resistencia válvula B4	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.38	0.10	9.10	300
Resistencia motor B5	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.35	0.10	9.09	300
Resistencia válvula B5	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.35	0.10	9.09	300
Resistencia motor B6	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.32	0.10	9.08	300
Resistencia válvula B6	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.32	0.10	9.08	300
Resistencia motor B7	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.30	0.10	9.06	300
Resistencia válvula B7	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.30	0.10	9.06	300
Resistencia válvula impulsión DN 1600	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.25	0.10	9.03	300
Resistencia válvula aspiración DN 1600	0.43	10.00	32.76	4.82	6.00	0.20	0.10	8.98	300
Válvula DN1600	0.72	16.00	39.20	8.23	10.00	0.28	0.16	9.07	300
Válvula DN1800	0.72	16.00	39.20	8.23	10.00	0.24	0.16	9.04	300
Puente grúa	11.55	25.00	49.14	8.23	10.00	0.58	0.25	9.16	300
Tomas corriente	21.65	25.00	49.14	8.23	10.00	0.31	0.25	9.09	300
Climatización 1 sala cuadros	5.05	10.00	38.22	8.23	10.00	1.03	0.10	9.20	300
Climatización 2 sala cuadros	5.05	10.00	38.22	8.23	10.00	1.03	0.10	9.20	300
Climatización sala control	10.83	16.00	44.59	4.82	6.00	1.17	0.16	9.20	300
Tomas sala control	10.83	16.00	32.76	4.82	6.00	0.66	0.16	9.16	300
Alimentación módulos control 1	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	1.71	0.10	9.21	300
Alimentación módulos control 2	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	1.71	0.10	9.21	300
Alimentación módulos control 3	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	1.71	0.10	9.21	300
Alimentación módulos control 4	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	1.71	0.10	9.21	300
Alimentación módulos control 5	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	1.71	0.10	9.21	300
Alimentación módulos control 6	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	1.71	0.10	9.21	300

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{CCmáx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{CCmín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
Alimentación módulos control 7	2.17	10.00	32.76	4.82	6.00	1.71	0.10	9.21	300
SAI control	8.66	10.00	32.76	4.82	6.00	1.13	0.10	9.20	300
Ventilación sala armarios	4.33	10.00	32.76	4.82	6.00	1.13	0.10	9.20	300
Ventilación sala bombas 1	6.50	10.00	32.76	4.82	6.00	0.41	0.10	9.11	300
Ventilación sala bombas 2	6.50	10.00	32.76	4.82	6.00	0.27	0.10	9.05	300
Ventilación sala bombas 3	6.50	10.00	32.76	4.82	6.00	0.22	0.10	9.00	300
Estación metereológica	1.30	10.00	23.66	4.82	6.00	0.35	0.10	9.09	30
Reserva 1	8.66	20.00	32.76	4.82	6.00	0.66	0.20	9.16	30
Reserva 2	8.66	20.00	32.76	4.82	6.00	0.66	0.20	9.16	30
Termo	9.53	10.00	32.76	4.82	6.00	0.66	0.10	9.16	30
Puerta automática 1	1.73	10.00	50.88	4.82	6.00	0.45	0.10	9.13	30
Alumbrado y emergencias nave 1	4.33	10.00	22.75	4.82	6.00	0.20	0.10	8.98	30
Alumbrado y emergencias nave 2	4.33	10.00	51.87	4.82	6.00	0.67	0.10	9.17	30
Alumbrado y emergencias nave 3	4.33	10.00	22.75	4.82	6.00	0.20	0.10	8.98	30
Alumbrado y emergencias sala cuadros	3.03	10.00	23.66	4.82	6.00	0.43	0.10	9.12	30
Alumbrado y emergencias sala control	3.03	10.00	23.66	4.82	6.00	0.43	0.10	9.12	30
Alumbrado exterior 1	2.89	10.00	42.24	8.23	10.00	0.16	0.10	8.96	30
Alumbrado exterior 2	2.89	10.00	42.24	8.23	10.00	0.16	0.10	8.96	30
Alumbrado exterior nave	2.89	10.00	42.24	8.23	10.00	0.31	0.10	9.09	30
A cuadro auxiliar balsa	4.79	40.00	72.00	8.23	10.00	0.44	0.20	-	-

A cuadro auxiliar balsa

Descripción	Fase	Simult.	Pot.C alc. (W)	Pot.In st. (W)	Pot.De m. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Mét.In st.	I _B (A)	I _z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Subcuadro filtro	3F+N	0.10	5000.00	5000.00	5000.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G6	D1	7.22	42.24	0.15	0.82	Tubo 50 mm
Iluminación toma fondos	F+N	1.00	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 3G6	D1	4.33	50.88	0.18	0.85	Tubo 63 mm
Reserva balsa	3F+N	0.10	5000.00	5000.00	5000.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 5G6	D1	7.22	42.24	0.15	0.82	Tubo 50 mm
Subcuadro compuertas	3F+N	1.00	4640.00	9400.00	4640.00	1.00	350.00	RZ1-K (AS) 5(1x10)	D1	6.70	55.68	1.91	2.58	Tubo 63 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{CCmáx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{CCmín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
Subcuadro filtro	7.22	25.00	42.24	1.26	6.00	0.38	0.25	9.13	300
Iluminación toma fondos	4.33	10.00	50.88	0.92	6.00	0.44	0.10	9.13	300
Reserva balsa	7.22	25.00	42.24	1.26	6.00	0.38	0.25	9.13	300
Subcuadro compuertas	6.70	20.00	55.68	1.26	10.00	0.12	0.10	-	-

Subcuadro compuertas

Descripción	Fase	Simult.	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos ϕ	Long. (m)	Sección (mm)	Mét. Inst.	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Compresor oxigenación	F+N	0.10	1400.00	1400.00	1400.00	1.00	25.00	RZ1-K (AS) 3(1x6)	D1	6.06	50.88	0.41	2.99	Tubo 50 mm
Iluminación zona compuertas	F+N	1.00	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	15.00	RZ1-K (AS) 3G6	D1	4.33	50.88	0.18	2.75	Tubo 63 mm
Compuertas	3F+N	0.50	7000.00	7000.00	7000.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) 5G6	D1	10.10	42.24	0.14	2.72	Tubo 63 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CC} max (A)	P _{dc} (kA)	I _{CC} min (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Compresor oxigenación	6.06	10.00	50.88	0.24	6.00	0.12	0.10	8.84	30
Iluminación zona compuertas	4.33	10.00	50.88	0.24	6.00	0.12	0.10	8.85	300
Compuertas	10.10	20.00	42.24	0.29	6.00	0.11	0.10	8.86	300

APÉNDICE 1