



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA**

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL TIPO

AUTOR: ALBA AÑÓN ALONSO

TUTOR: JOSÉ ROGER FOLCH

COTUTOR: ÁNGEL SAPENA BAÑÓ

Curso Académico: 2013-14

ÍNDICE GENERAL

1. DOCUMENTO N°0: RESUMEN.....	2
2. DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA	4
3. DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS.....	39
4. DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	69
5. DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO.....	77
6. DOCUMENTO N°5: PLANOS Y DIAGRAMAS.....	95
- ANEJO I: CATÁLOGOS.....	99

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo la realización de un proyecto tipo de una instalación eléctrica sencilla en BT de una nave industrial. Esta instalación se centra básicamente en la alimentación de motores. La instalación consta de 11 motores con diferentes potencias.

Las líneas que alimentan a estos a motores van distribuidas de distintas formas:

- Diferentes tipos de canalización.
- Distintas condiciones ambientales.
- Distintas longitudes.

Se incluye también una línea que alimenta a un motor con arranque estrella triángulo cuya maniobra se realiza en el correspondiente cuadro secundario, por lo tanto, son necesarios 6 conductores para esta línea.

Con todo esto, se ha pretendido abarcar muchos de los posibles tipos de instalación utilizados comúnmente. También, se ha dispuesto de 6 cuadros secundarios que parten del cuadro general de Protección y Maniobra.

Los cálculos (secciones, caídas de tensión, cortocircuitos, etc...) se han desarrollado utilizando hojas de cálculo Excel. A la hora de exponer los resultados obtenidos a lo largo de la memoria, se han adjuntado diferentes tablas obtenidas de la hoja de cálculo para poder seguir fácilmente todo el proceso.

El punto de partida ha sido la distribución en planta de los motores, así como su diagrama unifilar correspondiente, a partir del cual se han ido desarrollando las diferentes tablas explicativas. Estas tablas son:

- TABLA 1 y 2: Características de los consumos (motores).
- TABLA 3: Datos de las canalizaciones.
- TABLA 4: Intensidades de diseño de cada línea.
- TABLA 5: Dimensionado de las líneas por el criterio térmico.
- TABLA 6: Caídas de tensión en las líneas.
- TABLA 7: Resumen de las dimensiones definitivas de cada línea.
- TABLA 8: Cálculo de las corrientes de cortocircuito trifásica.
- TABLA 9: Aparatación seleccionada.
- TABLA 10: Conductores de protección.

El TFG se ha organizado por medio de distintos documentos. Estos documentos son:

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA.
- DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS.
- DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.
- DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO.

- DOCUMENTO Nº5: PLANOS Y DIAGRAMAS.
- ANEJO I: CATÁLOGOS.

En la **memoria** se encuentran el objetivo y alcance del proyecto, la descripción de la instalación eléctrica a diseñar, detallando como se va realizar y los elementos que forman parte de ésta, así como las referencias necesarias para poder llevar a cabo este trabajo (normativa y bibliografía).

El documento de **cálculos** contiene todos los cálculos efectuados en el proyecto. Se mostrará paso a paso el proceso seguido para dimensionar las distintas partes de la instalación y se razonará la selección, sobre catálogo, de los aparatos eléctricos que protegen la instalación.

- Para el dimensionamiento de la sección de los conductores se utilizan los criterios de caída de tensión y criterio térmico mediante la utilización de las tablas UNE 20460 5.523 (2004).
- La protección de las 6 líneas principales contra cortocircuitos y sobrecargas se ha realizado mediante Interruptores automáticos mientras que la protección contra contactos indirectos (protección para las personas) se ha realizado mediante relés diferenciales. Las líneas que alimentan motores se han protegido mediante interruptores automáticos o utilizando el conjunto relé+contactor+fusible, dependiendo de su intensidad de diseño.

El **pliego de condiciones** es el documento del proyecto que liga las responsabilidades legales entre la propiedad, la dirección facultativa y el contratista que llevará a cabo la realización del proyecto. Para ello se fijan las características y calidades mínimas que deben tener las distintas partes de la instalación, así como la forma en que deben ser instaladas, pudiendo tener repercusiones económicas y legales el no cumplimiento por alguna de las partes, de lo que se dice en el pliego de condiciones.

En el documento del **presupuesto**, se recoge y agrupan todos los precios de componentes que forman parte de la instalación eléctrica a diseñar, divididos éstos en distintos capítulos. Se han realizado 3 presupuestos:

- Presupuesto detallado: Dónde se justifica, línea por línea, el precio de cada componente de la instalación.
- Presupuesto de recursos: En este presupuesto se justifican los precios totales divididos en materiales, mano de obra y costes complementarios directos.
- Presupuesto final: En él se resume el precio total de la instalación eléctrica y se añaden los impuestos pertinentes para conseguir el presupuesto final (Presupuesto de Ejecución por contrata).

En el documento de **planos y diagramas** se encuentra el emplazamiento de la nave industrial, planos de la distribución en planta y el diagrama unifilar de la instalación.

En el **anejo** de catálogos pueden encontrarse algunas de las hojas más significativas de los catálogos de fabricantes que han sido necesarios para la selección de los distintos componentes de la instalación a diseñar en este proyecto.

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. OBJETIVOS Y MOTIVACIÓN.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. RESUMEN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	8
3.2. PLANTA DEL LOCAL:	9
3.2. DIAGRAMA UNIFILAR PROPUESTO:	10
4. RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE PARTIDA.....	11
5. CONDICIONES AMBIENTALES.....	13
6. DEFINICIÓN DE LAS CANALIZACIONES	14
7. INTENSIDAD DE DISEÑO DE LAS LÍNEAS	15
8. DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS	16
EJEMPLO: LÍNEA ACOMETIDA.....	18
9. CÁLCULO DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN	21

10. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN	25
10.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN BORNES DEL TRANSFORMADOR.	25
10.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN DIVERSOS PUNTOS DE LA INSTALACIÓN	27
10.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN	28
10.3.1. PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS	28
-DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	29
-DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROTECCIÓN MEDIANTE RELÉ TÉRMICO + CONTACTOR + FUSIBLE.....	30
10.3.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	32
11.1. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	35
12. REFERENCIAS	38
12.1. NORMATIVA	38
12.2. BIBLIOGRAFÍA	38

1. OBJETIVOS Y MOTIVACIÓN

OBJETIVOS:

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es realizar un proyecto tipo de una instalación eléctrica sencilla en Baja Tensión de una nave industrial.

Los consumos de esta instalación son motores de diferentes potencias.

Las líneas que alimentan estos motores discurren por diferentes canalizaciones, tienen distintas condiciones ambientales y diferentes longitudes.

Con todo esto se pretende abarcar muchos de los distintos tipos de instalación que se realizan normalmente, con la finalidad de que se muestren los diferentes problemas que pueden aparecer y la manera más eficaz de solucionarlos.

Se debe tener en cuenta siempre el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Normas UNE, entre las que cabe destacar UNE 20460 5.523 del año 2004 para la correcta realización de esta instalación eléctrica.

MOTIVACIÓN:

He escogido este Trabajo de Fin de grado porque me parece un trabajo muy útil para, posteriormente, enfrentarse a un proyecto real.

Es un trabajo principalmente didáctico donde se muestra, paso por paso, como realizar una instalación eléctrica y que puede ser de gran ayuda a la hora de realizar un proyecto totalmente completo, como el que se tendrá que realizar al finalizar el master.

Dado que preferiblemente deseo continuar en la rama de la electricidad, contemplo este trabajo como un preproyecto muy completo para mi futuro Trabajo de Fin de Máster.

2. INTRODUCCIÓN

Se presenta un ejemplo de cálculo manual de una instalación eléctrica de baja tensión (400V), en la que todos los consumos son motores trifásicos. Es un ejemplo de instalación industrial tipo, es decir, se muestran todos los ejemplos de instalación de motores trifásicos. En las líneas se pueden ver muchos de los métodos de instalación empleados normalmente: canalizaciones sobre bandeja perforada, en un tubo de PVC, al aire, enterradas bajo tierra en tubo, en condiciones ambientales normales (30 °C) o especiales a 50°C en nuestro caso.

Los datos de partida son:

- Distribución en planta, con la ubicación de los motores. Se propone una planta industrial de dimensiones 120mx65m.
- Diagrama unificar propuesto y tipo de instalación TT. Con 6 líneas principales de distribución y 11 líneas de alimentación para cada uno de los motores.
- Datos de los motores (TABLA 1) a partir de los cuales se determinan las corrientes de cada motor y la potencia del transformador necesario.
- Las condiciones ambientales que condicionan las secciones de los conductores y el tipo de conductor utilizado que es Cobre con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), a 0'6/1 kV.

En la TABLA 3 se indica el tipo de canalizaciones seleccionadas y las líneas, contenidas en cada una. La denominación de las líneas se muestra en el diagrama unifilar. También se indica la altura de la nave y posición de los cuadros, ya que son necesarias para la determinación de la longitud de las líneas.

A partir de aquí se procede al cálculo de las secciones de las líneas por calentamiento (criterio térmico) y de caída de tensión (criterio de caída de tensión). Posteriormente se seleccionan los aparatos de protección de la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos, así como la protección contra contactos indirectos.

Se incluyen al final fotocopias de catálogos de los aparatos empleados en la instalación.

Al ser todos los consumos motores, no es necesario distribuir neutro; solo se ha instalado en la línea de acometida desde el Transformador al Cuadro General de B.T. (C.P.B.T.).

3. RESUMEN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Los pasos a realizar en el diseño de una instalación de baja tensión son:

1.- Recopilación de los datos de partida:

- Cálculo del transformador.
- Características de los consumos.
- Ubicación de los consumos.
- Ubicación del cuadro de baja tensión así como de los cuadros secundarios.
- Determinar si tenemos condiciones ambientales especiales (altas temperaturas, riesgo de explosión o incendio...).

2.- Definición del diagrama unifilar:

- Determinación del número de líneas de distribución y su trayecto así como la posición de los consumos y de los cuadros secundarios.

3.- Definición de los conductores de cada línea:

- Número de conductores.
- Tipo de material conductor.
- Tipo de aislamiento.
- Tensión nominal de aislamiento.
- Cable unipolar o multiconductor.
- Recubrimientos protectores.

4.- Definición de las canalizaciones:

- Trazado.
- Tipo.
- Dimensiones.
- Líneas que la integran.

5.- Dimensionado de las secciones:

- Dimensionado de la sección de los conductores de fase.
- Dimensionado del conductor de neutro.
- Dimensionado del conductor de protección.

Todo el diseño se realizará de acuerdo con las prescripciones del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. A lo largo del texto se indica a que instrucciones de dicho reglamento nos referimos. También en algunas ocasiones se remite a las normas UNE referentes a temas electrotécnicos.

Nota: En este trabajo se ha hecho el diseño de toda la instalación a partir del centro de transformación exceptuando el diseño de las puestas a tierra.

3.2. PLANTA DEL LOCAL: Dimensiones, ubicación de las cargas, influencias externas.

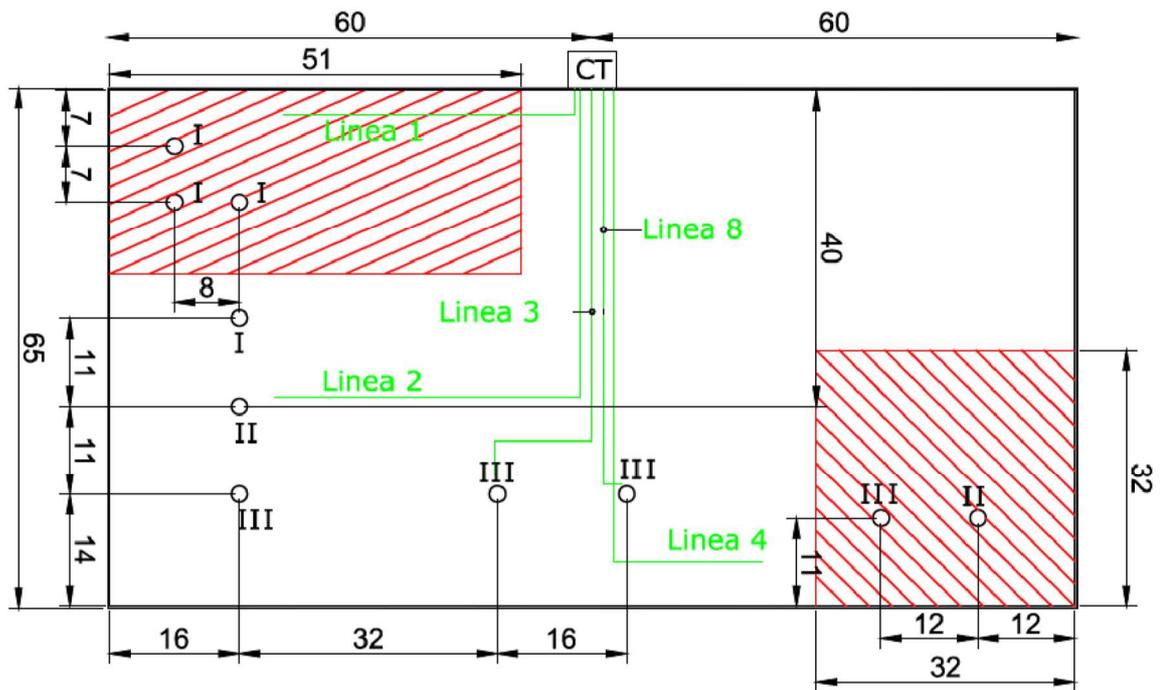


Imagen 1: distribución en planta de las líneas.

3.2. DIAGRAMA UNIFILAR PROPUESTO:

DIAGRAMA UNIFILAR PROPUESTO

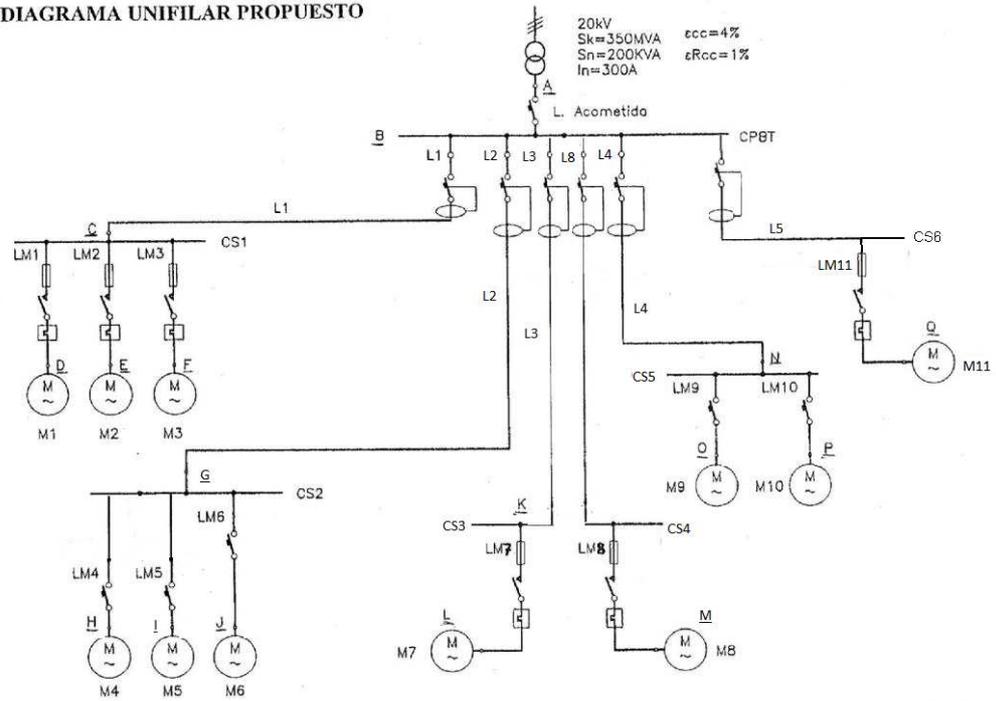


Imagen 2: Diagrama unifilar.

4. RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE PARTIDA

- Características de los consumos:

El consumo es trifásico sin distribución del neutro, pero con el conductor de protección. Consta de 11 motores asíncronos con rotor de jaula. Una cuestión a reseñar es la existencia de un motor con arranque estrella-triángulo (motor 7).

Los datos de los motores se obtienen de su placa de características o de catálogo. Hay que tener en cuenta que la Potencia es potencia mecánica en el eje, no potencia absorbida:

TABLA 1: Datos de los consumos.

Consumo	Tipo de consumo	Potencia (kW)	U(V)	cos ϕ	sen ϕ	Rendimiento (η)
M1	Motor	30	400	0,85	0,53	0,94
M2	Motor	30	400	0,85	0,53	0,94
M3	Motor	75	400	0,87	0,49	0,95
M4	Motor	15	400	0,84	0,54	0,89
M5	Motor	15	400	0,84	0,54	0,91
M6	Motor	30	400	0,85	0,53	0,94
M7(*)	motor con arranque (Y Δ)	55	400	0,87	0,49	0,94
M8	Motor	200	400	0,88	0,47	0,96
M9	Motor	90	400	0,87	0,49	0,96
M10	Motor	90	400	0,87	0,49	0,96
M11	Motor	22	400	0,85	0,53	0,92

A partir de estos datos se calcula la intensidad absorbida por cada motor, así como los valores de las potencias activas (P_i) y reactivas (Q_i) absorbidas:

$$I = \frac{P_i}{\sqrt{3} \cdot \cos\phi \cdot U \cdot \eta}; P_i = \frac{P_M}{\eta}; Q_i = P_i \cdot \operatorname{tg}\phi_i$$

(*) Se considera que el motor 7, tiene un arranque convencional estrella-triángulo, con el automatismo situado en el cuadro CS3, del que parte la línea LM7 que alimenta el motor. Por tanto esta línea consta de 6 conductores que conducen la corriente de fase (ver el esquema de un arranque Y Δ). Por tanto:

$$I_{M7} = I_{FASE\ DEL\ MOTOR} = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{97}{\sqrt{3}} = 56\ A$$

A continuación representamos las intensidades, potencias activas y reactivas absorbidas de cada motor:

TABLA 2

Consumo	Intensidad de línea	P_i (kW)	Q_i (kVAr)
M1	54,19	31,91	19,78
M2	54,19	31,91	19,78
M3	130,98	78,95	44,74
M4	28,96	16,85	10,89
M5	28,32	16,48	10,65
M6	54,19	31,91	19,78
M7(*)	97,07	58,51	33,16
M8	341,71	208,33	112,45
M9	155,54	93,75	53,13
M10	155,54	93,75	53,13
M11	40,61	23,91	14,82

- Cálculo de la potencia del transformador:

Se suman las potencias activa y reactiva absorbidas de todos los motores, y con ellas se obtiene la potencia aparente total de los consumos (ver TABLA 2):

$$\left. \begin{aligned} P_{T,abs} &= \sum P_i = 686,28kW \\ Q_{T,abs} &= \sum Q_i = 392,3 kVAr \end{aligned} \right\} S_{Trafo} = 790,5 kVA$$

La potencia del transformador se escoge entre los valores normalizados más próximos 630-800 kVA. En la práctica, se debe considerar un coeficiente de simultaneidad; si éste es bajo (<0.7) se escoge el valor inferior de 630 kVA. Si por el contrario se supone que todos los motores van a funcionar simultáneamente, se cogería el de 800 kVA.

En nuestro caso se va a tomar este último supuesto (800 kVA), debido a la proximidad de la potencia del transformador que se requiere (790,5 kVA) y de la simultaneidad ya que todos nuestros motores deben poder funcionar al mismo tiempo.

6. DEFINICIÓN DE LAS CANALIZACIONES

A partir de las condiciones de la instalación se definen las siguientes canalizaciones:

TABLA 3: Datos de las canalizaciones.

CANALIZACIONES	TIPO	LÍNEAS	LONGITUD (m)	INSTALACIÓN
Acometida	Bandeja perforada	LA	5	Aire
C1	Tubo metálico	L1	43	Aire
C2	Bandeja perforada	L2,L3,L8,L4	45	Aire
C3	Bandeja perforada	L2	38	Aire
C4	Bandeja perforada	L3,L8,L4	14	Aire
C5	Tubo no metálico	L5	200	Bajo tubo
C6	Bandeja perforada	L4	35	Aire
CM1	Tubo metálico	LM1	11	Aire
CM2	Tubo metálico	LM2	17	Aire
CM3	Tubo metálico	LM3	23	Aire
CM4	Tubo no metálico	LM4	9	Aire
CM5	Tubo no metálico	LM5	9	Aire
CM6	Tubo no metálico	LM6	9	Aire
CM7	Tubo no metálico	LM7	17	Aire
CM8	Tubo no metálico	LM8	17	Aire
CM9	Tubo no metálico	LM9	23	Aire
CM10	Tubo no metálico	LM10	23	Aire

Nota: Se supondrá que los cuadros de distribución están a 1.5 m del suelo y la nave tiene una altura de 5 m. Todas las canalizaciones están instaladas al aire (RBT ITC 19 y UNE 20-460), excepto la del motor 11 que está enterrada bajo tubo (RBT ITC 07). La instalación bajo tubo se hará de acuerdo con el ITC BT 21.

7. INTENSIDAD DE DISEÑO DE LAS LÍNEAS

Para tener en cuenta el efecto de los arranques o posibles sobrecargas en motores, el reglamento electrotécnico de baja tensión establece que, para el dimensionamiento de las líneas, se debe prever un incremento de corriente igual al 25% del consumo del mayor motor alimentado por la línea (ITC BT 47).

$$I_B = 1,25 \cdot I_{max} + \sum_{i=2}^n I_i$$

Siendo:

I_B = Intensidad de diseño de la línea.

I_{max} = Intensidad nominal máxima de entre todas las intensidades nominales de los motores contenidos en la línea.

I_i = Intensidad nominal del resto de motores que no sean el mayor.

Nota: Tener en cuenta que si una línea sólo tiene un motor, su intensidad nominal será I_{max} , siendo $I_i=0$ ya que no hay más motores.

Por tanto con esta consideración, se calculan las intensidades de diseño de las líneas:

TABLA 4: Intensidades de diseño de cada línea.

LÍNEAS	CONSUMOS	I_{max}	I_B
ACOMETIDA		1154,70	1154,70
L1	M1,M2,M3	130,98	272,11
L2	M4,M5,M6	54,19	125,03
L3(*)	M7	56,04	70,05
L8	M8	341,71	427,13
L4	M9,M10	155,54	349,96
L5	M11	40,61	50,76
LM1	M1	54,19	67,74
LM2	M2	54,19	67,74
LM3	M3	130,98	163,72
LM4	M4	28,96	36,20
LM5	M5	28,32	35,40
LM6	M6	54,19	67,74
LM9	M9	155,54	194,42
LM10	M10	155,54	194,42

(*) Observar que en la línea L3, para calcular la I_B se considera la corriente de fase del Motor 7, no la de línea $\rightarrow I_B(M7) = I_{M7(FASE)} \cdot 1,25 = 56,04 \cdot 1,25 = 70,05 A$

Nota: La intensidad de la línea de acometida se ha obtenido a partir del dato de potencia aparente del transformador $S=800$ kVA.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{800 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1154,7A$$

8. DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS

Para el dimensionado de las líneas se siguen las instrucciones ITC BT 07 (Redes subterráneas para distribución en baja tensión) e ITC BT 19 (Instalaciones interiores o receptoras), que nos remiten a la norma UNE 20-460-5-523-2004, que se aplica a cables aislados de tensión nominal de aislamiento de hasta 1000 V, instalados según sistemas de instalación utilizados normalmente en redes aéreas o sistemas de instalación equivalentes.

Se instalarán cables aislados de polietileno reticulado (XLPE). La selección de los cables por el criterio del calentamiento, es el siguiente:

$$I_B, K \rightarrow I_B/K \rightarrow Tablas(S_1) \rightarrow I_{Tablas} > I_B/K$$

$$I_z = I_{Tablas} \cdot K$$

Siendo:

I_B: Intensidad de diseño.

K: Coeficiente corrector según las condiciones de instalación del conductor.

I_{Tb}: Intensidad que aparece en tablas de la Norma UNE 20-460-5-523-2004 para las condiciones tipo de la instalación.

I_z: Intensidad admisible en el conductor en las condiciones en que se instala.

Además para conseguir un dimensionado más correcto y evitar que los cables funcionen con corrientes próximas a las máximas admisibles (I_z) y por tanto con grandes pérdidas y temperaturas próximas a la máxima admisible (90°C), se impondrá la condición adicional (criterio del proyectista):

$$Si 0,9 \cdot I_z > I_B \rightarrow se confirma S$$

$$Si 0,9 \cdot I_z < I_B \rightarrow se escoge S_1 > S$$

S₁ y **S** son secciones del conductor.

Se limitará además la sección máxima a un valor de 240 mm²

A continuación se procede al cálculo de la sección por el criterio de calentamiento.

Posteriormente se comprobaba por el criterio de caída de tensión por lo que serán modificados los conductores, en el caso en que no se cumpla el segundo criterio, aumentando la sección.

Todas las líneas, excepto la línea acometida llevan conductor de protección, calculado según la ITC-BT-18, punto 3.4.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _p (mm ²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Imagen 3: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase obtenida del ICTC-BT-18.

La tabla a utilizar para el cálculo de las secciones es la siguiente:

TABLA A52-1 Intensidades admisibles (A)
Temperatura ambiente 30°C en el aire

Método de instalación de la tabla 52 - B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1												
A2	PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2						
B1				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2				
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679
Aluminio												
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	-
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	-
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	-
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	-
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	-
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121
35	-	-	-	86	90	96	103	112	120	126	135	150
50	-	-	-	104	110	117	125	136	146	154	164	184
70	-	-	-	133	140	150	160	174	187	198	211	237
95	-	-	-	161	170	183	195	211	227	241	257	289
120	-	-	-	186	197	212	226	245	263	280	300	337
150	-	-	-	-	226	245	261	283	304	324	346	389
185	-	-	-	-	256	280	298	323	347	371	397	447
240	-	-	-	-	300	330	352	382	409	439	470	530

Es necesario consultar las tablas 52 - C1 a 52 - C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Imagen 4: TABLA A52-1 obtenida de la norma UNE 20-460-5-523-2004

Donde, entrando con el método de instalación de nuestro conductor, el tipo de aislamiento y el número de conductores (en nuestro caso siempre XLPE3); conociendo la I_B/K y escogiendo la I_{adm} inmediatamente superior, se establece la sección necesaria para el conductor.

EJEMPLO: Línea acometida.

Intensidad de Diseño: $I_B = 1155 \text{ A}$.

Debido a tener una intensidad de diseño I_B muy elevada en esta línea, cada fase se distribuirá en tres cables multiconductores en paralelo, lo que será equivalente, desde el punto de vista térmico, a considerar tres circuitos.

$$I_B' = I_B / 3 = 384,9 \text{ A.}$$

Según la UNE 20-460-5-523-2004, Tabla 52-B2 (Ref.13) → Tabla 52-E5 (como se observa en la *Imagen 4.1*) → $K=0,87$

(Método de instalación F de las tablas 52 - C7 a 52 - C12)

Método de instalación de la tabla 52 - B2		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (nota 2)			A utilizar para	
			1	2	3		
Bandejas perforadas (nota 3)	13		1	0,98	0,91	0,87	Tres cables en capa horizontal
			2	0,96	0,87	0,85	
			3	0,95	0,85	0,78	
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	13		1	0,96	0,86	-	Tres cables en capa vertical
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3)	14 15 16		1	1,00	0,97	0,96	Tres cables en capa horizontal
			2	0,98	0,93	0,89	
			3	0,97	0,90	0,86	
Bandejas perforadas (nota 3)	13		1	1,00	0,98	0,96	Tres cables en trébol
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	13		2	0,97	0,93	0,89	
			3	0,96	0,92	0,86	
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3)	14 15 16		1	1,00	1,00	1,00	Tres cables en trébol
			2	0,97	0,95	0,93	
			3	0,96	0,94	0,94	

Los factores se aplican a capas únicas de cables (o triángulos) tales como las representadas anteriormente, pero no pueden aplicarse a cables dispuestos en varias capas en contacto. Los valores para tales disposiciones pueden ser sensiblemente inferiores y deben ser determinados por un método apropiado.

NOTA 1 - Los valores indicados están promediados para los tipos de cables y la gama de secciones de conductor tomadas en consideración en las tablas 52 - C7 a 52 - C12. La desviación entre los valores es generalmente inferior a ± 5%.

NOTA 2 - Para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.

NOTA 3 - Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

NOTA 4 - Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, con las bandejas montadas espalda contra espalda y al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

Imagen 4.1: Obtención del coeficiente de corrección K en la TABLA 52-E5.

$$I_B \cdot K = 442,41 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia F (como se observa en la *Imagen 4.2*) sale:

Método de instalación de la tabla 52 - B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	318	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	372	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	424	473	504
185	-	-	-	-	321	362	392	424	458	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679

Imagen 4.2: Obtención de la sección del conductor en la TABLA A52-1

$$S = 185 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 506 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 440,22 \text{ A} > I_B'$$

$$0,9 \cdot I_z = 396,2 \text{ A} > I_B$$

Con una sección de 150 mm² por conductor, la $I_z = 383,67 \text{ A}$, que es menor que $I_B = 441 \text{ A}$, por tanto no serviría.

Esta línea no lleva conductor de protección, ya que la conexión a tierra se hace en el cuadro general de B.T.

En cuanto a la sección del neutro dependerá del tipo de instalación que tengamos:

- Si la instalación es TN la sección del neutro será:

$$S_N = 3 \times 95 \text{ mm}^2$$

- Si la instalación es TT dependerá del análisis que se haga sobre la posibilidad de conducir corriente el neutro. En este caso, como el suministro es sólo a motores trifásicos, no haría falta el neutro. Sin embargo en la línea de acometida sí se coloca neutro, para prever posibles consumos monofásicos, de alumbrado, etc.

Quedando finalmente:

$$3 \times (3 \times 185 \text{ mm}^2 + 95 \text{ mm}^2)$$

El cálculo de las secciones de todas las líneas de la instalación por el criterio de calentamiento está, perfectamente definido, en el documento de cálculos siguiendo la misma metodología que en el caso anterior.

A continuación adjuntamos una tabla-resumen con las características de cada línea y de sus conductores, a partir de los resultados obtenidos en el documento de cálculos:

TABLA 5: Dimensionado de las líneas.

LÍNEA	CANALIZACIÓN	K	IB	IB / K	SECCIONES	Iz = K ITb
LA	Acometida	0,87	3x384,9	3x442,41	3x(3x185 +95)	3x396,198
L1	C1	1	272,1	272,11	3x185 +95	3x352,8
L2	C2, C3	0,75	125	166,7	3 x 50 + 25	139,725
L3	C2, C4	0,75	70,05	93,41	3 x 16 + 16	72,225
L8	C2, C4	0,75	2x213,6	2x284,76	3 x(2x95)+ 95	2x221,4
L4	C2, C4, C6	0,75	349,9	466,61	3 x 240 + 120	4004,325
L5	CM11	1,1328	50,75	44,81	3 x 10 + 10	62,19
LM1	CM1	1	67,74	67,74	3 x 16 + 16	76,5
LM2	CM2	1	67,74	67,74	3 x 16 + 16	76,5
LM3	CM3	1	163,7	163,72	3 x 70 + 35	191,7
LM4	CM4	1	36,2	36,2	3 x 6 + 6	41,4
LM5	CM5	1	35,4	35,4	3 x 6 + 6	41,4
LM6	CM6	1	67,74	67,74	3 x 16 + 16	76,5
LM7	CM7	0,8	70,06	87,57	3x(2x25)+ 16	2x79,2
LM8	CM8	0,8	2x213,6	2x266,96	3x(2x120)+120	2x215,28
LM9	CM9	0,82	194,4	237,1	3 x 120 + 70	220,662
LM10	CM10	0,82	194,4	237,1	3 x 120 + 70	220,662

9. CÁLCULO DE LAS CAIDAS DE TENSION

Ahora se calcula la caída de tensión total en cada línea. Con las secciones que se han obtenido en el apartado anterior (criterio térmico) se comprueba que se cumple que la caída de tensión sea menor del 6,5%, tal como nos exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Para los cálculos de la caída de tensión se usa la siguiente relación:

$$\Delta U(\%) = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)}{400}$$

Siendo:

$\Delta U(\%)$ = Porcentaje de caída de tensión.

I = Intensidad de diseño de la línea (I_B).

R = Resistencia del conductor.

X = Reactancia del conductor.

$\cos\varphi$ = Factor de potencia.

Para el cálculo de la resistencia de la línea se usa la siguiente expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{n \cdot S}$$

Donde:

n = número de conductores por fase.

ρ = resistividad a 90 °C (ya que es el caso más desfavorable)

S = sección.

L = longitud.

Para el cálculo de $\rho_{90^\circ\text{C}}$ se usa la expresión:

$$\rho_\theta = \rho_{20}(1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = \rho_{20} \frac{\theta_c + \theta}{\theta_c + 20}$$

Siendo:

$$\rho_\theta = \text{resistividad a } 90^\circ\text{C} = 0,022 \text{ mm}^2 \cdot \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$\rho_{20} = \text{resistividad a } 20^\circ\text{C} = 0,01724 \text{ mm}^2 \cdot \frac{\Omega}{\text{m}}$$

θ = temperatura = 90°C

θ_c = temperatura del conductor(cobre) = 234,5°C

α = coeficiente de temperatura (cobre) = 0.00393 ($^\circ\text{C}^{-1}$)

El valor de reactancia de las líneas (en mΩ) viene dado por la expresión:

$$X = x' \cdot \frac{L}{n}$$

Donde:

x' se ha considerado el valor de 0,08 mΩ/m.

L = longitud de la línea (en metros).

n = número de conductores en paralelo por fase.

Los cálculos y resultados se muestran en la tabla siguiente (TABLA 6). Los cos φ de las líneas de distribución se han calculado haciendo la media con los cos φ de cada motor que alimenta dicha línea. Los cos φ de las líneas que alimentan a motores son directamente los de los motores enunciados en la TABLA 1.

TABLA 6: Caídas de tensión de las líneas.

LÍNEA	S (mm ²)	L (m)	(A)	cosφ	senφ	R (mΩ) 90C°	X (mΩ)	CDT LÍNEA (V)	CDT (%)	SUM CDT (%)	SUM CDT (V)
LA	185	5	384,9	0,86	0,51	0,2	0,13	0,16	0,04	0,04	0,16
L1	185	43	272,11	0,86	0,51	5,11	3,44	2,9	0,72	0,76	3,06
L2	50	83	125,03	0,84	0,54	36,52	6,64	7,42	1,85	1,89	7,58
L3	16	59	70,06	0,87	0,49	81,13	4,72	8,84	2,21	2,25	9
L8	120	76	213,57	0,88	0,47	6,97	3,04	2,8	0,7	0,74	2,96
L4	240	94	349,96	0,86	0,51	8,62	7,52	6,82	1,7	1,74	6,98
L5	10	200	50,76	0,84	0,54	440	16	33,25	8,31	8,35	33,41
LM1	16	11	67,74	0,85	0,53	15,13	0,88	1,56	0,39	1,16	4,62
LM2	16	17	67,74	0,85	0,53	23,38	1,36	2,42	0,6	1,37	5,47
LM3	70	23	163,72	0,87	0,49	7,23	1,84	2,04	0,51	1,27	5,1
LM4	6	9	36,2	0,84	0,54	33	0,72	1,76	0,44	2,34	9,34
LM5	6	9	35,4	0,84	0,54	33	0,72	1,72	0,43	2,33	9,3
LM6	16	9	67,74	0,85	0,53	12,38	0,72	1,28	0,32	2,21	8,86
LM7	25	17	70,06	0,87	0,49	14,96	1,36	1,66	0,42	2,67	10,66
LM9	120	23	194,42	0,87	0,49	4,22	1,84	1,54	0,38	2,13	8,51
LM10	120	23	194,42	0,87	0,49	4,22	1,84	1,54	0,38	2,13	8,51

Nota: Los valores de la tabla anterior se han calculado tomando la resistividad a 90°C (Norma UNE 20-460), en vez de a 75°C (R.E.B.T.) Además se ha de tener en cuenta que la suma de las caídas de tensión debería ser vectorial pero debido a que los motores tienen el factor de potencia (cosφ) muy parecido, se pueden sumar directamente.

Se han realizado los cálculos de todas las resistencias y reactancias de las líneas mediante una hoja Excel (TABLA 6), siguiendo la misma metodología que en la línea 3, que se explica a continuación:

La resistencia de la línea 3 sería:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{n \cdot S} = 0.022 \cdot \frac{59 \cdot 10^3}{1 \cdot 16} = 81,13 \text{ m}\Omega$$

Y la reactancia:

$$X = x' \cdot \frac{L}{n} = 0.08 \cdot \frac{59}{1} = 4,72 \text{ m}\Omega$$

Las última columnas (Suma CDT) muestran la suma de las caídas de tensión, en tanto por cien y en voltios, desde bornes de B.T. del transformador hasta el final de cada línea.

Se observa que la LÍNEA 5 supera la caída de tensión del 6,5% establecida como máxima en el REBT. Este exceso de CDT es debido a la gran longitud de línea (200m) ya que, crea un aumento considerable de la resistencia de la línea a pesar de que la intensidad de la misma sea de un valor reducido (50,76 A).

Se calcula cual sería la sección óptima para cumplir este 6,5%:

$$\Delta U(\%) = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)}{400}$$

$$(R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) = \frac{\Delta U(\%) \cdot 400}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I} \rightarrow R = \frac{\frac{6,5 \cdot 400}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 50,76} - 16 \cdot 10^{-3} \cdot 0,54}{0,84} =$$

$$R = \rho \cdot \frac{L}{n \cdot S} \Rightarrow S, \text{ para una CDT\% de } 6,5\%$$

$$S = 12,87 \text{ mm}^2$$

Asignamos la sección normalizada inmediatamente superior, 16mm², con estos cambios la LÍNEA 5 quedaría:

$$\mathbf{3 \times 16 \text{ mm}^2 + 16 \text{ mm}^2}$$

Con este cambio cumple sin problemas la condición de la CDT (%) = 5,27 < 6,5%.

TABLA 6.1: Modificación de la sección en la LÍNEA 5 y nueva CDT

LÍNEA	S (mm ²)	L (m)	IB (A)	cosφ	senφ	R (mΩ) 90C°	X (mΩ)	CDT LÍNEA (V)	CDT (%)	SUM CDT (%)	SUM CDT (V)
L5	16	200	50,76	0,84	0,54	275,00	16,00	21,07	5,27	5,31	21,23

Con todo esto, ya se han obtenido las dimensiones de todos los conductores de las líneas. Se puede ver en la siguiente tabla-resumen (TABLA 7) como han quedado finalmente las líneas.

TABLA 7: Resumen de las dimensiones definitivas de cada línea.

LÍNEA	CANALIZACIÓN	TIPO DE CABLE	SECCIONES
LA	Acometida	3xUnipolar+N	3x(3x185 +95)
L1	C1	3xUnipolar+CP	3x185 +95
L2	C2, C3	3xUnipolar+CP	3 x 50 + 25
L3	C2, C4	3xUnipolar+CP	3 x 16 + 16
L8	C2, C4	3xUnipolar+CP	3 x(2x120)+ 120
L4	C2, C4, C6	3xUnipolar+CP	3 x 240 + 120
L5	CM11	3xUnipolar+CP	3 x 16 + 16
LM1	CM1	3xUnipolar+CP	3 x 16 + 16
LM2	CM2	3xUnipolar+CP	3 x 16 + 16
LM3	CM3	3xUnipolar+CP	3 x 70 + 35
LM4	CM4	3xUnipolar+CP	3 x 6 + 6
LM5	CM5	3xUnipolar+CP	3 x 6 + 6
LM6	CM6	3xUnipolar+CP	3 x 16 + 16
LM7	CM7	3xUnipolar+CP	3x(2x25)+ 16
LM8	CM8	3xUnipolar+CP	3x(2x120)+120
LM9	CM9	3xUnipolar+CP	3 x 120 + 70
LM10	CM10	3xUnipolar+CP	3 x 120 + 70

A continuación se procede a calcular la protección de la instalación, con la finalidad de elegir la aparatenta adecuada para llevar a cabo dicha protección correctamente.

10. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

10.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN BORNES DEL TRANSFORMADOR.

Para empezar se debe a hacer un estudio previo para conocer las impedancias equivalentes y de esta manera poder hallar las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas de la instalación.

- Datos de la red:

Potencia de cortocircuito de la red:

$$S_k=350 \text{ MVA}$$

- Datos del transformador:

Se considera un transformador seco cuyas características son:

$$S_n=800 \text{ KVA}$$

$$U_n=400 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{cc} (\%)=6.$$

Se supone un $\varepsilon_{rcc} (\%)=1$, por lo que despreciaremos la resistencia de la línea frente a su reactancia.

Cálculo de la impedancia equivalente de la Red (Z_L, X_L, R_L):

$$Z_L = 1,1 \cdot \frac{U_n^2}{1000 \cdot S_k} = 1,1 \cdot \frac{400^2}{1000 \cdot 350} = 0,350 \text{ m}\Omega$$

$$X_L = 0,995 \cdot Z_L = 0,995 \cdot 0,350 = 0,348 \text{ m}\Omega$$

$$R_L = 0,1 \cdot X_L = 0,1 \cdot 0,348 = 0,0348 \text{ m}\Omega$$

Cálculo de la impedancia equivalente del Transformador, referida a 400V (secundario):

$$\varepsilon_{cc} = \sqrt{\varepsilon_{XCC}^2 + \varepsilon_{RCC}^2} \rightarrow \varepsilon_{XCC} = 5,91 \%$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{XCC}(\%) \cdot U_{nt}^2}{100 \cdot S_{nt}} = 11,83 \text{ m}\Omega$$

$$R_{CC} = \frac{\varepsilon_{RCC}(\%) \cdot U_{nt}^2}{100 \cdot S_{nt}} = 2 \text{ m}\Omega \rightarrow \text{despreciable frente a la reactancia.}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2} = 12 \text{ m}\Omega$$

Calculo de la impedancia equivalente al comienzo de la Línea Acometida:

$$Z_K = Z_{total} = \sqrt{(R_L + R_{CC})^2 + (X_L + X_{CC})^2} = 12,5 \text{ m}\Omega$$

$$I_K = I_{PCC} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_K} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 12,5} = 18,47 \text{ KA}$$

$$I_S = I_{PCC,MAX} = \sqrt{2} \cdot \chi \cdot I_K = 43,32 \text{ KA} (*)$$

(*) χ la obtenemos de la figura 13 del tema 6, página 234 del libro de Tecnología Eléctrica.

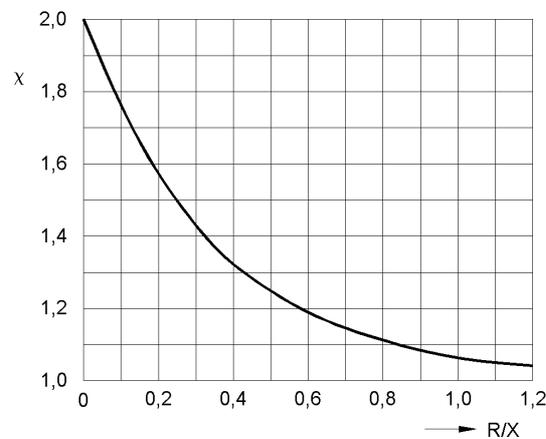


Imagen 5: Gráfica para el cálculo del coeficiente χ . (Obtenida del libro TE)

Sabiendo que:

$$\frac{R_K}{X_K} = \frac{2,05}{12,33} = 0,17 \rightarrow \chi = 1,62$$

10.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN DIVERSOS PUNTOS DE LA INSTALACIÓN

En la tabla se representan los valores de las corrientes de cortocircuito permanente (I_k) y corriente de cortocircuito de cresta (máxima simétrica) (I_S), en los principios y finales de todas las líneas de la instalación, representadas por los puntos A, B,...Q, R; que se pueden localizar en el diagrama unifilar de la instalación (*Imagen 2*).

Los cálculos se han hecho para valores de la resistencia a 90°C ($\rho_{90^\circ\text{C}} = 0,02198 \text{ mm}^2\Omega/\text{m}$), ya que cuando se presenta un cortocircuito, con los cables a temperatura ambiente, éstos se calientan y se ha estimado una temperatura media de 90°C.

Las columnas R y X, representan los valores parciales de cada línea (los valores de R y X ya se han calculado anteriormente en el criterio de caída de tensión), mientras que las columnas ΣR y ΣX , dan los valores totales desde el origen de la instalación hasta el punto considerado, incluyendo el transformador.

Z_i se calcula con ΣR y ΣX : $Z_i = \sqrt{\Sigma R^2 + \Sigma X^2}$

Y la I_k será:

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_i}$$

TABLA 8: Cálculo de las corrientes de cortocircuito trifásica (I_k)

	PUNTOS	R 90°C (mΩ)	X (mΩ)	ΣR (mΩ)	ΣX (mΩ)	Z _i (mΩ)	I _k (KA)	R/X	χ	I _S
Trafo	A	2,00	11,83	2,05	12,33	12,50	18,48	0,17	1,62	42,33
LA	B	0,20	0,13	2,25	12,46	12,66	18,24	0,18	1,60	41,27
L1	C	5,11	3,44	7,36	15,90	17,52	13,18	0,46	1,25	23,30
L2	G	36,52	6,64	38,77	19,10	43,22	5,34	2,03	1,00	7,56
L3	K	81,13	4,72	83,38	17,18	85,13	2,71	4,85	1,00	3,84
L8	M	6,97	3,04	9,22	15,50	18,03	12,81	0,59	1,19	21,55
L4	N	8,62	7,52	10,87	19,98	22,74	10,15	0,54	1,22	17,52
L5	Q	275,00	16,00	277,25	28,46	278,71	0,83	9,74	1,00	1,17
LM1	D	15,13	0,88	22,49	16,78	28,06	8,23	1,34	1,07	12,45
LM2	E	23,38	1,36	30,74	17,26	35,25	6,55	1,78	1,00	9,26
LM3	F	7,23	1,84	14,59	17,74	22,97	10,05	0,82	1,10	15,64
LM4	H	33,00	0,72	71,77	19,82	74,46	3,10	3,62	1,00	4,39
LM5	I	33,00	0,72	71,77	19,82	74,46	3,10	3,62	1,00	4,39
LM6	J	12,38	0,72	51,15	19,82	54,85	4,21	2,58	1,00	5,95
LM7	L	14,96	1,36	98,34	32,14	103,45	2,23	3,06	1,00	3,16
LM9	O	4,22	1,84	15,08	21,82	26,53	8,71	0,69	1,15	14,16
LM10	P	4,22	1,84	15,08	21,82	26,53	8,71	0,69	1,15	14,16

10.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se van a proteger las líneas principales (líneas 1, 2, 3, 8, 4, 5 y la acometida) con interruptores automáticos. El resto de las líneas (las de los motores) las protegeremos con IA ó PIA, o con el conjunto fusible-relé térmico-contactador .

El criterio utilizado para la selección de los aparatos de protección de las líneas de los motores es el siguiente:

Si la $I_B > 100$ A, se selecciona IA o PIA.

Si la $I_B < 100$ A, se elige el conjunto fusible-relé térmico-contactador.

Protección contra contactos indirectos (MIE BT 021 2.8)

Protección con interruptor diferencial sensible a corrientes de defecto alternas en las líneas 1, 2, 3, 8, 4, 5.

10.3.1. PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

En este apartado se explica las condiciones que se deben cumplir para conseguir una correcta protección tanto contra sobrecargas como contra cortocircuitos.

- Protección contra sobrecargas (caso general)

Ha de cumplir las condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Siendo:

I_B : Intensidad de diseño. Esta intensidad es la de empleo esperada.

I_N : Intensidad nominal del aparato de protección.

I_Z : Intensidad admisible en el conductor.

I_2 : Intensidad convencional de desconexión.

- Protección contra cortocircuitos

Las condiciones varían en función del aparato que realiza la función de protección (interruptor automático (IA o PIA) o relé térmico+fusible+contactador)

- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Se va a utilizar interruptor automático como aparato de protección en la línea de acometida y en las líneas 1, 2, 3, 8, 4 y 5. Usamos interruptores automáticos tripolares debido a que las líneas alimentan motores que no llevan neutro.

Protección contra sobrecargas:

En este caso, la condición $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$ se convierte en $I_N \leq I_Z$ ya que, en los interruptores automáticos se cumple que $I_2 = 1,45 \cdot I_N$.

Elegiremos los interruptores automáticos en función de su I_N en el catálogo.

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte del interruptor automático $> I_{cc,max}$.
La tabla con los poderes de corte de los IA se puede encontrarla en el catálogo.
2. $I_{cc,min} > I_a$ siendo I_a la intensidad de regulación del disparador electromagnético.
3. $I_{cc,max} < I_B$ siendo I_B la intensidad que corresponde al $(I^2t)_{adm}$ del conductor medida sobre la característica I^2t del interruptor automático.

La I^2t del conductor se calcula como $I^2t = (K \cdot S)^2$. Como en cables de cobre aislados con termoestables $\rightarrow K=135 \rightarrow (I^2t)_{conductor} = 18225 \cdot S^2$; con S en mm². Las curvas $I^2 \cdot t$ de los interruptores automáticos aparecen en el catálogo.

Los valores de $I_{cc,min}$ y $I_{cc,max}$ corresponden a los valores de las corrientes de cortocircuito permanente al final y principio de cada línea, respectivamente.

Se ha de tener en cuenta que para obtener la $I_{cc,min}$, la I_K irá multiplicada por un cierto coeficiente dependiendo de la distribución del neutro (ver ecuaciones 6.23, del tema 6, página 247 del libro de Tecnología Eléctrica):

Circuitos con neutro:

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0,333 \rightarrow S_{neutro} = \frac{S_{fase}}{2}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0,5 \rightarrow S_{neutro} = S_{fase}, \text{ siendo S las secciones.}$$

Circuitos sin neutro:

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0,866$$

En este trabajo se utilizará este último coeficiente para las corrientes mínimas de cortocircuito por tratarse de motores sin neutro a excepción de la línea acometida, que sí que tiene. Siendo la sección de éste la mitad que la de fase por tanto se le aplicará el coeficiente de 0.333.

- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROTECCIÓN MEDIANTE RELÉ TÉRMICO + CONTACTOR + FUSIBLE

Con este sistema, el contactor asociado con el relé térmico se encarga de hacer la protección contra sobrecargas mientras que el fusible se encarga de la protección contra cortocircuitos. De este modo conseguimos un importante ahorro económico.

Nosotros se va a usar cartuchos de fusibles NH 3NA1 que son fusibles para usos generales (característica gl según UNE 21103). Así se limita el valor de las altas intensidades de cortocircuito, gracias a los tiempos de fusión tan cortos de estos cartuchos. Además estos cartuchos no nos van a ofrecer ningún tipo de problema en la condición poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$ ya que su poder de corte es de 100KA.

Las condiciones que ha de cumplir el fusible para proteger contra cortocircuitos de manera eficaz son:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} > I_a$ que es equivalente a $t_{adm} > t_{fusión}$.

Este dato lo obtenemos de las curvas asociadas a los fusibles de nuestro catálogo.

Además por razones económicas se va a escoger el fusible con menor I_N .

Las condiciones que ha de cumplir el relé térmico para proteger eficientemente contra sobrecargas son:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Siendo $I_2 = 1,45 \cdot (1,1 \cdot I_e)$; I_e es la intensidad nominal de servicio con arranque normal.

Nota: Esto en realidad es una analogía con el PIA ya que no disponemos de datos de la I_2 (intensidad convencional de funcionamiento) para el relé.

Como según la curva I-t el relé dispara para $1,1 \cdot I_e$, el disparo estará garantizado para $1,45 \cdot (1,1 \cdot I_e)$ por analogía con el PIA.

El relé térmico – contactor lo seleccionamos según las recomendaciones del fabricante expuestas en el catálogo de relés térmicos.

Los cálculos correspondientes al cumplimiento de las debidas protección es y la aparamenta seleccionada vienen adjuntos en el documento de cálculos en el apartado 2 (selección de aparamenta).

Aquí se muestra una tabla-resumen con los aparatos de protección seleccionados en cada una de las líneas:

TABLA 9.1: Líneas protegidas con Interruptor Automático.

Líneas	I.A.	I_N (A)	Poder de corte (kA)	I_a (A)
L.A.	3VF52 11-1DM41-0AA0	400	49	2000-4000
L1	3VF52 11-1DK41-0AA0	315	49	1575-3150
L2	3VF32 11-1FU41-0AA0	125	35	1000
L3	3FV31 11-1FQ41-0AA0	80	35	630
L8	3VF52 11-1BH41-0AA0	200-250	49	1250-2500
L4	3VF52 11-1BM41-0AA0	400	49	2000-4000
L5	3VF31 11-1FN41-0AA0	63	35	500
LM3	3VF33 11-5FU71-0AA0	160 – 200 (205)	35	2080-2665
LM8	3VF51 11-5EL71-0AA0	160 - 315	49	1250-2500
LM9	3VF51 11-5EL71-0AA0	315	49	2400-4725
LM10	3VF51 11-5EL71-0AA0	315	49	2400-4725

TABLA 9.2: Líneas protegidas con RELÉ TÉRMICO + CONTACTOR + FUSIBLE.

Líneas	Relé	I_N (A)	Contactador asociado	Fusible (tamaño)	I_N (A)
LM1	3UA58 00-2U	63-80	3TE47	00	100
LM2	3UA58 00-2U	63-80	3TE47	00	100
LM4	3UA55 00-8M	36-45	3TE44	00	50
LM5	3UA55 00-8M	36-45	3TE44	00	50
LM6	3UA58 00-2U	63-80	3TE47	00	100
LM7	3UA58 00-8W	70-88	3TE48	00	100
LM11	3UA58 00-2P	50-63	3TE46	00	100

10.3.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

Para la protección contra contactos indirectos de esta instalación se van a utilizar relés diferenciales.

Los relés diferenciales se utilizan como protección complementaria de contactos indirectos, y son interruptores de corriente diferencial-residual.

Deberá existir una escala de actuación entre los relés diferenciales y el resto de protecciones instaladas. La intensidad nominal de los relés diferenciales, será igual o mayor al interruptor automático al que siga y su sensibilidad será de 300mA, según ITC-BT-24

La protección mediante relés diferenciales auxiliares, se utiliza, en unión de interruptores automáticos, para la protección de instalaciones de potencias elevadas (como este caso).

El esquema que de funcionamiento es el siguiente:

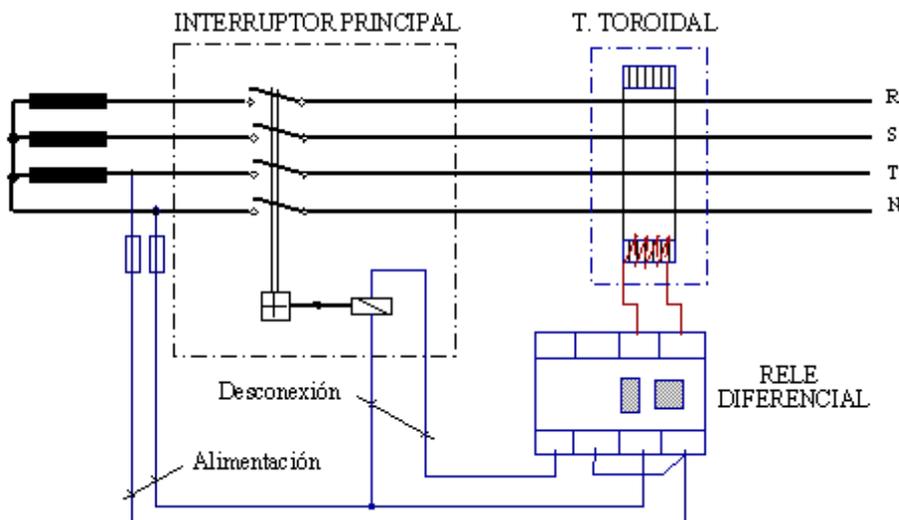


Imagen 6: Relé diferencial con interruptor automático.

La protección diferencial cuando detecta una corriente de defecto, actúa sobre la instalación eléctrica que protege, abriendo el circuito e interrumpiendo el suministro de energía eléctrica, e impidiendo así el peligro cuando la corriente de defecto alcanza valores peligrosos para la electrocución de personas, ya sea por contacto directo o indirecto, y la avería de aparatos eléctricos.

Un sistema de protección diferencial se compone de tres partes bien diferenciadas:

- Captador o sensor
- Relé
- Elemento de corte

Captador o sensor: Transformador de corriente que detecta la corriente diferencial de los conductores activos de la instalación, dando una señal proporcional al relé. Puede ser de geometría toroidal o rectangular, según la disposición de pletinas o cableado donde se tenga que instalar.

Para un perfecto funcionamiento del sensor, el paso de los conductores tiene que ser lo más centrado posible.

Relé: Es el elemento inteligente de la protección. Mide y trata la señal que le entrega el sensor y decide si ha de dar la señal de disparo, o no, al elemento de corte asociado, dependiendo de los valores de sensibilidad y tiempo de retardo programados.

Elemento de corte: Es el elemento que soporta el corte de la corriente. Puede ser un interruptor automático (con bobina de disparo), un contactor, etc.

Para su selección se debe tener en cuenta la sección de la línea a proteger para poder conocer el diámetro del transformador diferencial y la corriente diferencial nominal que pasa por la línea.

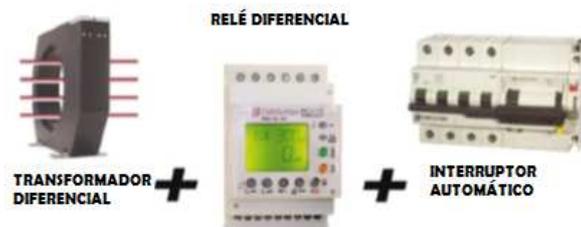


Imagen 7: Componentes de la protección diferencial

Se debe cumplir que:

$$I_{\Delta n f} \approx \frac{1}{2} I_{\Delta N} \gg I_{f u g a s}$$

Siendo:

$I_{\Delta n f}$ = Corriente diferencial nominal de no funcionamiento.

$I_{\Delta N}$ = Corriente diferencial nominal.

En instalaciones industriales suelen utilizarse valores de $I_{\Delta N} \geq 300 \text{ mA}$.

La selección de los relés con transformador diferencial se ha realizado en el documento de cálculos.

11. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra es la parte de la instalación que protege a las personas de tensiones inaceptables en cualquier punto de la instalación donde éstas puedan acceder.

Se conectan a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén conectados a tensión normalmente, pero que puedan llegar a estarlo debido a averías o circunstancias externas. Un ejemplo de estos puntos que debemos proteger serían los elementos metálicos sin aislantes o carcasas de motores.

En esta instalación la puesta a tierra consistirá en un cable de cobre desnudo que rodeará toda la planta industrial. Este cable de cobre irá instalado en la cimentación.

Además de la puesta a tierra se tiene el conductor de tierra, también de cobre protegido mecánicamente y contra corrosión, que es el encargado de conectar esta puesta a tierra con los conductores de protección mediante el borne de tierra. El borne de tierra estará colocado en el cuadro principal.

Para la conocer las características del conductor de tierra, se debe mirar en la siguiente tabla según ITC-BT-18 apartado 3.2:

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Se selecciona el tipo de conductor protegido contra la corrosión y mecánicamente, por lo que habrá que irse al apartado 3.4 del ITC-BT-18:

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Según la tabla anterior, el conductor de tierra deberá tener 95 mm² de sección ya que estará colocado en el cuadro general, donde se encuentra la línea acometida cuya sección es de 185 mm².

Se procede a explicar cómo se realiza esta instalación.

11.1. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de paso a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50V. Conocido este valor y dado que el esquema de protección adoptada contra contactos indirectos es del tipo TT, según la instrucción ITC-BT-24, apartado 4.1.2 y que los relés diferenciales empleados tienen una sensibilidad mínima de 300 mA, nos impone una resistencia a tierra, de valor:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Donde:

R_A : Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

U : Es la tensión de contacto límite convencional.

I_a : Es la corriente diferencial-residual del ID (sensibilidad).

$$R_A \leq \frac{U}{I_a} \leq \frac{50}{0.3} \leq 167\Omega$$

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece.

Como dice el ITC-BT-26, para la instalación de la puesta a tierra de la planta industrial se utilizará un cable de cobre desnudo de 35 mm². Este cable estará colocado por todo el perímetro de la planta en las zanjas de la cimentación y la profundidad no debe ser mayor de 0,5 m.

No es necesaria la utilización de picas ya que el perímetro de la planta es de 365 m y el terreno de Valencia se considera arena arcillosa, como se indica en la tabla A de la GUÍA-BT-26.

Tabla A: Número de electrodos en función de las características del terreno y la longitud del anillo.

Terrenos orgánicos, arcillas y margas		Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas		Calizas agrietadas y rocas eruptivas		Grava y arena silíceas		Nº de picas de longitud (2 metros)
sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	
25	34	28	67	54	134	162	400	0
^	30	25	63	50	130	158	396	1
	26	^	59	46	126	154	392	2
	^		55	42	122	150	388	3
			51	38	118	146	384	4
			47	34	114	142	380	5
			43	30	110	138	376	6
			39	^	106	134	372	7
			35		105	130	368	8
			^		98	126	364	9
					94	122	360	10
					74	102	340	15
					^	82	320	20
						^	280	30
							240	40
							200	50
							^	

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18, la resistencia R de una toma de tierra realizada con un conductor enterrado horizontalmente, puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno en ohmios por metro.

R = Resistividad en Ω .

L = Longitud de la zanja ocupada por el conductor, en metros. La longitud a considerar es el perímetro del edificio.

Teniendo en cuenta que la nave se localiza en valencia, se puede decir que el terreno está compuesto por una mezcla de arcillas compactas, se comprueba que su resistividad está comprendida entre 100 y 200 Ω m. Se a utilizará el valor de 200 Ω m para la resistividad del terreno ya que sería la situación más desfavorable.

El perímetro del edificio es de 370 m, luego la resistencia del anillo de tierra es:

$$R_{tanillo} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{370} = 1.081 \Omega$$

El valor de esta resistencia está muy por debajo de la resistencia límite de 167Ω por tanto la puesta a tierra de esta instalación cumple perfectamente con el reglamento de baja tensión y asegura la protección de las personas, que es la principal finalidad de esta instalación.

Añadir que, se debe poner en contacto el cuadro general con el punto de puesta a tierra, con un cable unipolar de cobre con aislamiento de XLPE y tensión asignada de 0,6/1 kV, sección de 95 mm² y 10 m de longitud, a este cable lo llamaremos, conductor de tierra.

Se debe realizar el cálculo de los conductores de protección. El cálculo de estos cables se realizará del mismo modo que se ha realizado para el cálculo del conductor de tierra mirando en la tabla 2 del apartado 3.4 del ITC-BT-18. La sección de estos cables se ha calculado en el dimensionado de las líneas.

En la siguiente tabla se muestra un resumen del conductor de protección de cada línea:

TABLA 10: Sección de los conductores de protección.

LÍNEA	$S_f(\text{mm}^2)$	$S_{CP}(\text{mm}^2)$
LA	185	95
L1	185	95
L2	50	25
L3	16	16
L8	2x120	120
L4	240	120
L5	10	10
LM1	16	16
LM2	16	16
LM3	70	35
LM4	6	6
LM5	6	6
LM6	16	16
LM7	25	16
LM9	120	70
LM10	120	70

12. REFERENCIAS

12.1. NORMATIVA

Este proyecto recoge las características de la instalación cumpliendo de acuerdo a lo establecido en:

- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)** y sus Instrucciones Técnicas complementarias (ITC), aprobado por el Real Decreto de 842/2002 el 2 de agosto de **2002** y publicado en el BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002. Aparte fue corregido en el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias, y aprobada esta corrección en el BOE nº 149 de fecha 19 de junio de 2010.

http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc_bt

- **Normas UNE**, entre la que cabe destacar UNE 20460 5.523 en el año 2004.

12.2. BIBLIOGRAFÍA

- Tecnología eléctrica: José Roger Folch, Martín Riera Guasp y Carlos Roldán Porta. Ed. Síntesis, 2010.

DOCUMENTO N°2

CÁLCULOS

ÍNDICE

1. DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS	40
1.1. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	40
1.2. LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE MOTORES	44
1.3. RESUMEN DEL DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS	48
2. CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	49
3. SELECCIÓN DE APARAMENTA	50
3.1. PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EN LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	50
3.2. PROTECCIÓN MEDIANTE RELÉ TÉRMICO + CONTACTOR + FUSIBLE	55
3.3. PROTECCIÓN MEDIANTE RELÉ DIFERENCIAL.....	66
3.4. RESUMEN DE LA APARAMENTA SELECCIONADA.....	68

1. DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS

1.1. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

- LÍNEA DE ACOMETIDA

Intensidad de Diseño: $I_B = 1155 \text{ A}$.

Debido a tener una intensidad de diseño I_B muy elevada en esta línea, cada fase se distribuirá en tres cables multiconductores en paralelo, lo que será equivalente, desde el punto de vista térmico, a considerar tres circuitos.

$$I_B' = I_B / 3 = 384,9 \text{ A.}$$

Según la UNE 20-460-5-523-2004, Tabla 52-B2 (Ref.13) → Tabla 52-E5 → $K=0,87$

$$I_B' / K = 442,41 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia F sale:

$$S = 185 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 506 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 440,22 \text{ A} > I_B'$$

$$0,9 \cdot I_z = 396,2 \text{ A} > I_B$$

Con una sección de 150 mm^2 por conductor, la $I_z = 383,67 \text{ A}$, que es menor que $I_B = 441 \text{ A}$, por tanto no serviría.

Esta línea no lleva conductor de protección, ya que la conexión a tierra se hace en el cuadro general de B.T.

En cuanto a la sección del neutro dependerá del tipo de instalación que tengamos:

- Si la instalación es TN la sección del neutro será:

$$SN = 3 \times 95 \text{ mm}^2$$

- Si la instalación es TT dependerá del análisis que se haga sobre la posibilidad de conducir corriente el neutro. En este caso, como el suministro es sólo a motores trifásicos, no haría falta el neutro. Sin embargo en la línea de acometida sí se coloca neutro, para prever posibles consumos monofásicos, de alumbrado, etc.

Quedando finalmente:

$$\mathbf{3 \times (3 \times 185 \text{ mm}^2 + 95 \text{ mm}^2)}$$

- LÍNEA 1

Intensidad de Diseño: $I_B = 272,11 \text{ A}$.

$K=1$.

Entrando en la tabla A52-1, referencia B1 sale:

$S = 120 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 299 \text{ A} \rightarrow I_z = 299 \text{ A}$.

$0,9 \cdot I_z = 269,1 < I_B \rightarrow \text{No cumple}$

Probamos con la siguiente I_{Tablas} , $I_z = 344 \text{ A}$

$0,9 \cdot I_z = 309,6 > I_B \rightarrow S = 150 \text{ mm}^2$

Quedando finalmente, tres fases de 150 mm^2 cada una, más el conductor de protección de 75 mm^2 :

3 x 150 mm² + 75 mm²

- LÍNEAS 2, 3, 8 y 4 (Canalización C2)

Como la línea 2 va en la canalización C2, junto con las líneas 3, 8 y 4, antes de proceder al cálculo de su sección habrá que estimar el número de conductores por fase de cada línea, para determinar posteriormente el coeficiente de corrección a utilizar en función de esa estimación.

En este caso, considerando la limitación de la sección máxima de los conductores de 240 mm^2 , se puede estimar el número de conductores por fase de:

$n=1 \rightarrow$ para L2

$n=1 \rightarrow$ para L3

$n=2 \rightarrow$ para L8

$n=1 \rightarrow$ para L4

Se ha realizado un cálculo previo para saber que la línea 8 necesita 2 conductores.

El coeficiente de corrección será $K=0,75$, de la tabla 52-E1, ya que el número de circuitos trifásicos será de 5 y están sobre bandeja perforada (Punto 4). Con este criterio se procede al cálculo de las líneas L2, L3, L8 y L4.

- LÍNEA 2

Intensidad de Diseño: $I_B = 125 \text{ A}$.

Un terno de cables unipolares más el conductor de protección tendidos en bandeja perforada, con el resto de valores de corrección igual a uno, queda:

$$I_B' = I_B / K = 166.67 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia F sale:

$$S = 35 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 169 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 126,75 \text{ A.}$$

$$0,9 \cdot I_z = 114,075 > I_B' \rightarrow \text{No cumple, utilizamos la sección inmediatamente superior.}$$

$$I_{Tablas} = 207 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 155,25 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_z = 139,725 < I_B, \text{ así sí que cumple, siendo su sección de } S = 50 \text{ mm}^2.$$

Quedando:

$$\mathbf{3 \times 50 \text{ mm}^2 + 25 \text{ mm}^2}$$

- LÍNEA 3

Intensidad de Diseño: $I_B = 70,06 \text{ A}$.

Consideraremos un terno de cables unipolares más protecciones, tendidos en bandeja perforada:

$$K = 0.75$$

$$I_B' = I_B / K = 93,41 \text{ A}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia F sale:

$$S = 16 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 107 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 80,25 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_z = 72,225 \text{ A} > I_B$$

Como cumple el criterio adicional queda finalmente:

$$\mathbf{3 \times 16 \text{ mm}^2 + 16 \text{ mm}^2}$$

- LÍNEA 8

Intensidad de Diseño: $I_B = 427,135 \text{ A}$.

Se va a utilizar 2 circuitos como ya se ha dicho anteriormente:

$$I_B' = 427,135 / 2 = 213,57^a$$

Terno de cables unipolares más conductor de protección, tendidos en bandeja perforada:

$$K=0.75$$

$$I_B' / K = 284,76 \text{ A}$$

Entramos en la tabla A52-1 referencia F:

$$S = 95 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 328 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 246 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_z = 221,4 \text{ A} > I_B$$

Como cumple, queda finalmente:

$$\mathbf{3 \times (2 \times 95 \text{ mm}^2) + 95 \text{ mm}^2}$$

- LÍNEA 4

Intensidad de Diseño: $I_B = 349,95 \text{ A}$.

Consideraremos un terno de cables unipolares más protecciones, tendidos en bandeja perforada:

$$K=0.75$$

$$I_B' = I_B / K = 466,6 \text{ A}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia F sale:

$$S = 185 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 506 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 379,5 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_z = 341,55 \text{ A} < I_B' \rightarrow \text{No cumple}$$

Utilizamos la sección inmediatamente superior:

$$S=240 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 599 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 449,25 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_z = 404,325 \text{ A} > I_B$$

Queda finalmente:

$$\mathbf{3 \times 240 \text{ mm}^2 + 120 \text{ mm}^2}$$

- LÍNEA 5 (LM11)

En este caso, al estar la línea enterrada bajo tubo, se utiliza para el cálculo de la sección, el R.E.B.T. (ITC-BT-07, puntos 3.12 y 3.13).

$$I_B = 50,76 \text{ A}.$$

Terno de cables unipolares enterrados a 0,7 m. bajo tubo metálico. Considerando una resistividad térmica media de 1 km/W obtendremos un factor $K=1,18$ (52-D3) y una temperatura de 25°C cuyo factor es $K=0,96$.

El factor total será $K = 1,18 \cdot 0,96 = 1,1328$.

$$I_B' = I_B / K = 44,81 \text{ A}$$

Entrando en la tabla A52-2, referencia D, cobre, XLPE3, sale:

$$S = 6 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 46 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 52,1 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_z = 46,89 \text{ A} < I_B \rightarrow \text{No cumple.}$$

Escogemos la sección inmediatamente superior:

$$S = 10 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 61 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 69,1 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_z = 62,19 \text{ A} > I_B$$

Quedando:

3 x 10 mm² + 10 mm²

1.2. LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE MOTORES

- LM1, LM2

Intensidad de Diseño: $I_B = 67,74 \text{ A}$.

Un terno de cables unipolares más el conductor de protección, bajo tubo metálico formando un único circuito con $K=1$ por la tabla 52-E1 (ref. 2).

$$I_B / K = 67,74 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia B1 sale:

$$S = 16 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 85 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 85 \text{ A.}$$

$$0,9 \cdot I_z = 76,5 > I_B$$

Como cumple el criterio adicional, finalmente queda:

3 x 16 mm² + 16 mm²

- LM3

Intensidad de Diseño: $I_B = 163,72 \text{ A}$.

Un terno de cables unipolares más el conductor de protección, bajo tubo metálico formando un único circuito con $K=1$ por la tabla 52-E1 (ref. 2).

$$I_B / K = 163,72 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia B1 sale:

$$S = 70 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 213 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 213 \text{ A.}$$

$$0,9 \cdot I_z = 191,7 > I_B$$

Quedando finalmente:

$$\mathbf{3 \times 70 \text{ mm}^2 + 35 \text{ mm}^2}$$

- LM4, LM5

Intensidad de Diseño: $I_B = 36,2 \text{ A.}$

Un terno de cables unipolares más el conductor de protección, bajo tubo de PVC formando un único circuito con $K=1$ por la tabla 52-E1 (ref. 2), como en el caso anterior.

$$I_B / K = 36,2 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia B1 sale:

$$S = 6 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 46 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 46 \text{ A.}$$

$$0,9 \cdot I_z = 41,4 > I_B$$

Quedando finalmente:

$$\mathbf{3 \times 6 \text{ mm}^2 + 6 \text{ mm}^2}$$

- LM6

Intensidad de Diseño: $I_B = 67,74 \text{ A.}$

El motor M6 es igual que los motores M1 y M2, por tanto las líneas siguen el mismo criterio ya que no hay ninguna diferencia en la referencia entre tubo metálico y no metálico, quedando LM6:

$$\mathbf{3 \times 16 \text{ mm}^2 + 16 \text{ mm}^2}$$

- LM7 (Motor con arranque estrella-triángulo)

Intensidad de Diseño: $I_B = 70,06 \text{ A}$.

En este caso, según se indicó anteriormente, habrá 6 conductores (ida y vuelta), para crear el circuito de control del arranque estrella triángulo en el cuadro principal, que estarán recorridos por la corriente de fase, más el conductor de protección.

Se considerará que los tres conductores de fase de ida están colocados en un tubo de PVC y los otros tres conductores en el mismo tubo. El conductor de protección irá dentro del tubo.

Para hallar la K de agrupamiento, entramos en la tabla 52-E1 (Punto 1) número de circuitos $2 \rightarrow K = 0,80$

$$I_B' = I_B / K = 87,575 \text{ A}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia B1 sale:

$$S = 25 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 110 \text{ A} \rightarrow I_Z = I_{Tablas} \cdot K = 88 \text{ A}$$

$$0,9 \cdot I_Z = 79,2 \text{ A} > I_B$$

Como cumple el criterio adicional queda finalmente:

$$3 \times (2 \times 25 \text{ mm}^2) + 16 \text{ mm}^2$$

- LM8

Esta línea es la misma que L8, es una única línea, pero existe una diferencia ya que en los primeros metros (cuando la llamamos L8) va sobre bandeja perforada y en los metros más próximos al motor (LM8), va dentro de un tubo de PVC. Se va a comprobar que tamaño de sección necesita la línea en el tubo y seleccionaremos la sección más desfavorable para toda la línea.

Intensidad de Diseño: $I_B = 427,13 \text{ A}$

Del mismo modo que en la línea L8, necesitaremos 2 circuitos:

$$I_B' = I_B / 2 = 213,565 \text{ A}$$

La línea LM8 consiste en un conjunto de cables unipolares más el conductor de protección, bajo tubo de PVC formando 2 circuitos con K de agrupamiento 0,80 como nos muestra la tabla 52-E1 (Punto 1).

$$I_B' / K = 266,96 \text{ A}.$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia B1 sale:

(Descartamos 258 A ya que, es un valor muy próximo a la I_B' y no va a cumplir el criterio adicional)

$$S = 120 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 299 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 239,2 \text{ A.}$$

$$0,9 \cdot I_z = 215,28 > I_B$$

Quedando finalmente:

$$\mathbf{3 \times (2 \times 120 \text{ mm}^2) + 120 \text{ mm}^2}$$

Esta sección es más desfavorable que la de la línea 8, por tanto toda la línea tendrá de sección $3 \times (2 \times 120 \text{ mm}^2 + 60 \text{ mm}^2)$

- LM9, LM10

Intensidad de Diseño: $I_B = 194,42 \text{ A.}$

Aplicamos el factor de corrección por agrupamiento de cables. Según la UNE 20-460-5-523-2004 Tabla 52-E1 (Ref.2) $\rightarrow K = 1$

Recinto donde la temperatura ambiente alcanza $50^\circ\text{C} \rightarrow$ UNE 20-460-5-523-2004 Tabla 52-D1 (50°C y XLPE) $\rightarrow K = 0,82.$

$$I_B' = I_B / K = 237,09 \text{ A.}$$

Entrando en la tabla A52-1, referencia B1 sale:

$$S = 95 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 258 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 211,56 \text{ A.}$$

$0,9 \cdot I_z = 190,404 < I_B \rightarrow$ Como no cumple el criterio adicional, tomamos la sección normalizada inmediatamente superior:

$$S = 120 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{Tablas} = 299 \text{ A} \rightarrow I_z = I_{Tablas} \cdot K = 245,18 \text{ A.}$$

$$0,9 \cdot I_z = 220,662 > I_B$$

Quedando finalmente:

$$\mathbf{3 \times 120 \text{ mm}^2 + 70 \text{ mm}^2}$$

1.3. RESUMEN DEL DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS

Adjuntamos la tabla de la hoja Excel donde se resumen todos los cálculos:

TABLA 11: Hoja Excel 1. Resumen del dimensionado de la instalación.

LÍNEAS	CONSUMOS	I_{max}	I_B	Nº de circuitos	I_B'	K	I_B/K	Secciones	TIPO	I_{TABLAS}	I_z
ACOMETIDA		1154,70	1154,70	3	384,90	0,87	442,41	3 x (3 x 185 mm ² + 95 mm ²)	F	506	396,20
L1	M1,M2,M3	130,98	272,11	1	272,11	1	272,11	3 x 185 mm ² + 95 mm ²	B1	392	352,8
L2	M4,M5,M6	54,19	125,03	1	125,03	0,75	166,70	3 x 50 mm ² + 25 mm ²	F	207	139,73
L3	M7	56,04	70,06	1	70,06	0,75	93,41	3 x 16 mm ² + 16 mm ²	F	107	72,23
L8	M8	341,71	427,14	2	213,57	0,75	284,76	3 x (2 x 95 mm ²) +95 mm ²	F	328	221,4
L4	M9,M10	155,54	349,96	1	349,96	0,75	466,61	3 x 240 mm ² + 120 mm ²	F	599	404,33
L5	M11	40,61	50,76	1	50,76	1,13	44,81	3 x 16 mm ² + 16 mm ²	D	79	80,54
LM1	M1	54,19	67,74	1	67,74	1	67,74	3 x 16 mm ² + 16 mm ²	B1	85	76,5
LM2	M2	54,19	67,74	1	67,74	1	67,74	3 x 16 mm ² + 16 mm ²	B1	85	76,5
LM3	M3	130,98	163,72	1	163,72	1	163,72	3 x 70 mm ² + 35 mm ²	B1	213	191,7
LM4	M4	28,96	36,20	1	36,20	1	36,20	3 x 6 mm ² + 6 mm ²	B1	46	41,4
LM5	M5	28,32	35,40	1	35,40	1	35,40	3 x 6 mm ² + 6 mm ²	B1	46	41,4
LM6	M6	54,19	67,74	1	67,74	1	67,74	3 x 16 mm ² + 16 mm ²	B1	85	76,5
LM7	M7	56,04	70,06	1	70,06	0,8	87,57	3 x(2 x 25 mm ²)+ 16 mm ²	B1	110	79,2
LM8	M8	341,71	427,14	2	213,57	0,8	266,96	3 x (2x 120 mm ²) + 120mm ²	B1	299	215,28
LM9	M9	155,54	194,42	1	194,42	0,82	237,10	3 x 120 mm ² + 70 mm ²	B1	299	220,66
LM10	M10	155,54	194,42	1	194,42	0,82	237,10	3 x 120 mm ² +70 mm ²	B1	299	220,66

2. CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Se debe conocer las I_K de las líneas para conocer tanto $I_{cc,max}$ como su $I_{cc,min}$. Éstas han sido calculadas en una hoja Excel, se añade la tabla donde se resumen los datos necesarios: I_B , I_Z , I_K , así como los puntos donde se producen estas últimas intensidades de cortocircuito, resaltados en el diagrama unifilar.

TABLA 12: Intensidades de cortocircuito fase-fase al final de cada línea (I_K)

Líneas	PUNTOS	I_K (kA)	I_B	I_Z
Trafo	A	18,48	384,90	440,22
LA	B	18,24	272,11	392
L1	C	13,18	125,03	155,25
L2	G	5,34	70,06	80,25
L3	K	2,71	213,57	246
L8	M	12,81	349,96	449,25
L4	N	10,15	50,76	89,49
L5	Q	0,83	67,74	85
LM1	D	8,23	67,74	85
LM2	E	6,55	163,72	213
LM3	F	10,05	36,20	46
LM4	H	3,10	35,40	46
LM5	I	3,10	67,74	85
LM6	J	4,21	70,06	88
LM7	L	2,23	213,57	239,2
LM9	O	8,71	194,42	245,18
LM10	P	8,71	194,42	245,18

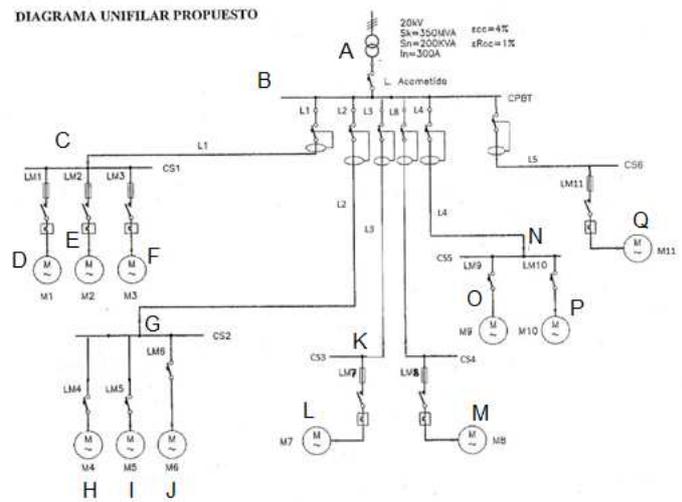


Imagen 8: Puntos para las I_K

Con estos datos se procede al cálculo de las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas de cada punto de la instalación y posteriormente al cálculo de los aparatos de protección.

TABLA 13: Intensidades de cortocircuito mínima y máxima fase-neutro ($I_{cc,min}$, $I_{cc,max}$)

Líneas	PUNTOS	$I_{cc,max}$	$I_{cc,min}$	Líneas	PUNTOS	$I_{cc,max}$	$I_{cc,min}$
LA	B	18,48	6,08	LM2	E	13,18	5,67
L1	C	18,24	11,41	LM3	F	13,18	8,71
L2	G	18,24	4,63	LM4	H	5,34	2,69
L3	K	18,24	2,35	LM5	I	5,34	2,69
L8	M	18,24	11,09	LM6	J	5,34	3,65
L4	N	18,24	8,79	LM7	L	2,71	1,93
L5	Q	18,24	0,72	LM9	O	10,15	7,54
LM1	D	13,18	7,13	LM10	P	10,15	7,54

3. SELECCIÓN DE APARAMENTA

3.1. PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EN LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

- LÍNEA ACOMETIDA

$$I_B = 384,9 \text{ A}$$

$$I_Z = 440,22 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 18,48 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0,333 = 6,07 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 384,9 \leq I_N \leq 440,22$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 440,22$$

Tomamos un I.A 3VF5 con $I_N = 400A$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 40 kA.

I_a regulable entre 2000-4000 A.

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte del I.A $> I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} > I_a$.
3. $I_{cc,max} < I_B$ siendo I_B la intensidad que corresponde al $(I^2t)_{adm}$ del conductor medida sobre la característica I^2t del interruptor automático.
 1. Poder de corte 40 kA $> 18,48 \text{ kA} = I_{cc,max}$
 2. $I_{cc,min} = 6,07 \text{ kA} > I_a = 3kA$ (Valor medio entre 2000-4000 A, podíamos haber tomado cualquier valor dentro de ese rango).
 3. $(I^2t)_{conductor} = 18225 \cdot 185^2 = 623,75 \cdot 10^6 A^2 \cdot s$.

Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de $20 \cdot 10^5$.

Se observa que cumple la condición ya que $623,75 \cdot 10^6 \geq 20 \cdot 10^5$.

Por tanto interruptor automático 3VF5 (3VF52 11-1DM41-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea acometida.

- LÍNEA 1

$$I_B' = 272,11 \text{ A}$$

$$I_Z' = 392 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 18,24 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 11,41 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 272,11 \leq I_N \leq 392$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 392$$

Tomamos un I.A 3VF5 con $I_N = 315 \text{ A}$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 40 kA.

I_a regulable entre 1575-3150 A.

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte 40 kA > 18,24 kA = $I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 11,41 \text{ kA} > I_a = 2,5 \text{ kA}$ (Valor medio entre 1575-3150 A, podíamos haber tomado cualquier valor dentro de ese rango).
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 185^2 = 699,87 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.

Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de $20 \cdot 10^5$.

Se observa que cumple la condición ya que $699,87 \cdot 10^6 \geq 20 \cdot 10^5$.

Por tanto interruptor automático 3VF5 (3VF52 11-1DK41-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea 1.

- LÍNEA 2

$$I_B' = 125,03 \text{ A}$$

$$I_Z' = 155,25 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 18,24 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 4,62 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 125,03 \leq I_N \leq 155,25$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 155,25$$

Tomamos un I.A 3VF3 con $I_N = 125A$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 25 kA.

$$I_a = 1000A$$

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte 25 kA > 18,24 kA = $I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 4,62 \text{ kA} > I_a = 1 \text{ kA}$.
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 50^2 = 51,12 \cdot 10^6 A^2 \cdot s$.

Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de :

$$(I^2t)_{automático} = 8 \cdot 10^5 A^2 \cdot s.$$

Se observa que cumple la condición $(I^2t)_{conductor} > (I^2t)_{automático}$

Por tanto interruptor automático 3VF3 (3VF32 11-1FU41-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea 2.

- LÍNEA 3

$$I_B' = 70,06 \text{ A}$$

$$I_Z' = 80,25 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 18,24 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0,866 = 2,35 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 70,06 \leq I_N \leq 80,25$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 80,25$$

Tomamos un I.A 3VF3 con $I_N = 80 \text{ A}$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 25 kA.

$$I_a = 630 \text{ A}$$

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte 25 kA > 18,24 kA = $I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 2,35 \text{ kA} > I_a = 0,63 \text{ kA}$.
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 16^2 = 52,35 \cdot 10^5 A^2 \cdot s$.

Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de :



Imagen 9: Int.Automático 3VF3

$$(I^2t)_{automático} = 8 \cdot 10^5 A^2 \cdot s.$$

Se observa que cumple la condición $(I^2t)_{conductor} > (I^2t)_{automático}$

Por tanto interruptor automático 3VF3 (3FV31 11-1FQ41-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea 3.

- LÍNEA 8

$$I_B' = 213,57 \text{ A}$$

$$I_Z' = 246 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 18,24 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 11,09 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 213,57 \leq I_N \leq 246$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 246$$

Tomamos un I.A 3VF5 con:

I_N regulable entre 200 y 250 A, tomamos $I_N = 230 \text{ A}$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 40 KA.

$$I_a = 1250-2500 \text{ A}$$

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte $49 \text{ kA} > 18,24 \text{ kA} = I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 11,09 \text{ kA} > I_a = 2 \text{ kA}$.
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 120^2 = 294,47 \cdot 10^6 A^2 \cdot s$.
Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de :

$$(I^2t)_{automático} = 21 \cdot 10^5 A^2 \cdot s.$$

Se observa que cumple la condición $(I^2t)_{conductor} > (I^2t)_{automático}$

Por tanto interruptor automático 3VF5 (3VF52 11-1BH41-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea 8.

- LÍNEA 4

$$I_B' = 350 \text{ A}$$

$$I_Z' = 450 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 18,24 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 8,79 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 350 \leq I_N \leq 450$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 450 \text{ A}$$

Tomamos un I.A 3VF5 con $I_N = 400 \text{ A}$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 40 kA.

I_a regulable entre 2000-4000 A.

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte 40 kA > 18,24 kA = $I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 8,79 \text{ kA} > I_a = 3 \text{ kA}$. (valor dentro del rango de I_a)
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 240^2 = 117,79 \cdot 10^7 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.

Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de :

$$(I^2t)_{automático} = 20 \cdot 10^5 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$$

Se observa que cumple claramente la condición $(I^2t)_{conductor} > (I^2t)_{automático}$

Por tanto interruptor automático 3VF5 (3VF52 11-1BM41-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea 4.

- LÍNEA 5

$$I_B' = 50,76 \text{ A}$$

$$I_Z' = 90 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 18,24 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 0,72 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 50,76 \leq I_N \leq 90$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 90$$

Tomamos un I.A 3VF3 con $I_N = 63 \text{ A}$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 25 kA.

$$I_a = 500 \text{ A}$$

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte $35 \text{ kA} > 18,24 \text{ kA} = I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 0,72 \text{ kA} > I_a = 0,5 \text{ kA}$.
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 16^2 = 52,35 \cdot 10^5 A^2 \cdot s$.
Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de :
 $(I^2t)_{automático} = 8 \cdot 10^5 A^2 \cdot s$.

Se observa que cumple la condición $(I^2t)_{conductor} > (I^2t)_{automático}$

Por tanto interruptor automático 3VF3 (3VF31 11-1FN41-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea 3.

3.2. PROTECCIÓN MEDIANTE RELÉ TÉRMICO + CONTACTOR + FUSIBLE

LM1

$$I_B = 67,74 \text{ A}$$

$$I_Z = 85 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 13,18 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0,866 = 7,13 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 67,74 \leq I_N \leq 85$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad 1,595 \cdot I_e \leq 123,25$$

Siendo $I_2 = 1,45 \cdot (1,1 \cdot I_e)$ e I_e es la intensidad nominal de servicio con arranque normal.

Por tanto se elige el relé 3UA58 00-2U con zona de regulación de 63-80 A y tomamos $I_N = I_e = 67,74 \text{ A}$ para asegurar que cumpla las dos condiciones.

Tomamos como contactor asociado 3TE47 según la recomendación del fabricante.



Imagen 10: Relé térmico + contactor

Protección contra cortocircuitos, el fusible ha de cumplir estas condiciones:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
2. $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión}$.

1. Poder de corte del fusible (100kA) $> I_{cc,max}=13,18$ kA
2. Los fabricantes solo dan gráficas de tiempo de prearco, pero la norma UNE 21103 dice que para $t > 0,1$ s el tiempo de fusión es similar al de prearco.

$$t_{adm} = K^2 \cdot \left(\frac{S}{I_{cc,min}} \right)^2 = 143^2 \cdot \left(\frac{16}{7,13 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,103 \text{ s} = 103 \text{ ms}$$

Observando las distintas gráficas de fusibles que tenemos en el catálogo, se observa que en las gráficas de los fusibles de tamaño 0 y 00, entrando con la $I_{cc,min}$, el punto nos queda a la derecha de la gráfica, por tanto, asegura la fusión de cualquiera de estos fusible con $t_{fusión} < 4\text{ms}$ siempre y cuando $I_N > I_Z = 85$ A.

Características de fusión t-I

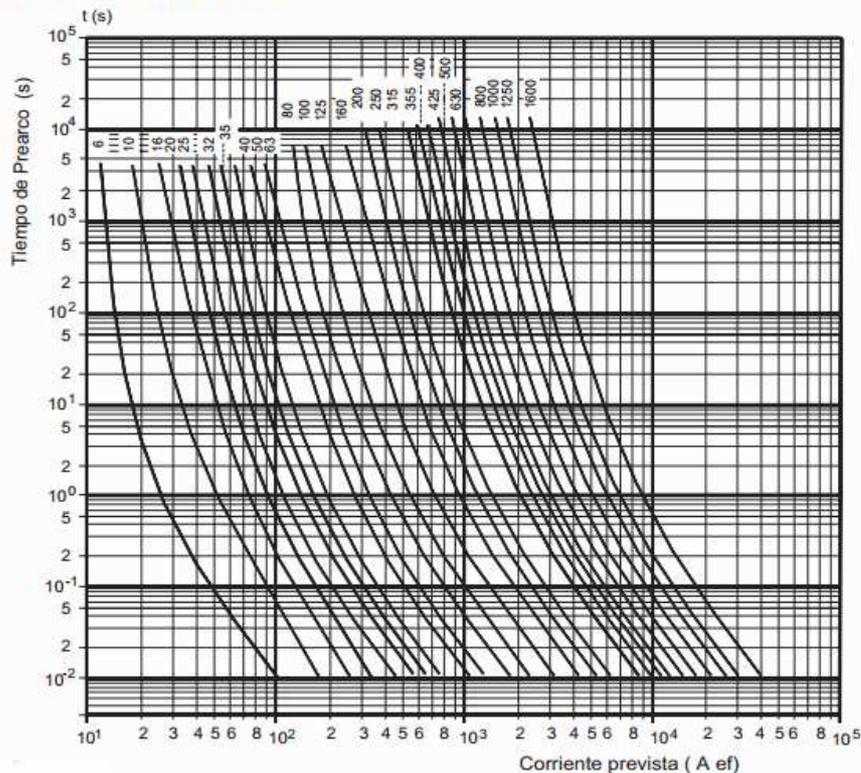


Imagen 11: Característica I-t de todo tipo de fusibles.

Por tanto, tomando la gráfica de fusibles de tamaño 00 se puede escoger los fusible de 100 y 125 A. Se selecciona el fusible de 100 A por ser el de menor I_N .

Se observa que se cumple $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión} \rightarrow 103 \text{ ms} > 4\text{ms}$

Por tanto el conjunto relé + contactor + fusible protege correctamente esta línea.

LM2

$$I_B = 67,74 \text{ A}$$

$$I_Z = 85 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 13,18 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 5,67 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 67,74 \leq I_N \leq 85$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad 1,595 \cdot I_e \leq 123,25$$

Análogamente con la línea LM1, se selecciona el relé 3UA58 00-2U con zona de regulación de 63-80 A y tomamos $I_N = I_e = 67,74 \text{ A}$ para asegurar que cumpla las dos condiciones.

Tomamos como contactor asociado 3TE47 según la recomendación del fabricante.

Protección contra cortocircuitos, el fusible ha de cumplir estas condiciones:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
2. $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión}$.

1. Poder de corte del fusible (100kA) $> I_{cc,max} = 13,18 \text{ kA}$
2. Los fabricantes solo nos dan gráficas de tiempo de prearco, pero la norma UNE 21103 dice que para $t > 0,1 \text{ s}$ el tiempo de fusión es similar al de prearco.

$$t_{adm} = K^2 \cdot \left(\frac{S}{I_{cc,min}} \right)^2 = 143^2 \cdot \left(\frac{16}{5,67 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,163 \text{ s} = 163 \text{ ms}$$

Se va a las gráficas de fusibles con tamaño 0 y 00, entrando con la $I_{cc,min}$, el punto nos queda a la derecha de la gráfica, por tanto, asegura la fusión de cualquiera de estos fusible con $t_{fusión} < 4\text{ms}$ siempre y cuando $I_N > I_Z = 85 \text{ A}$.

Tomando la gráfica de fusibles de tamaño 00 se pueden escoger los fusible de 100 y 125 A. Se selecciona el fusible de 100 A por ser el de menor I_N .

Se observa que se cumple $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión} \rightarrow 163\text{ms} > 4\text{ms}$

Por tanto el conjunto relé + contactor + fusible protege correctamente esta línea.

LM3

$$I_B = 163,72 \text{ A}$$

$$I_Z = 213 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 13,18 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0,866 = 8,7 \text{ kA}$$

Las líneas de motores cuyas I_B sean mayores de 100 A se van a proteger con Interruptores Automáticos como se ha hecho en las líneas principales.

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 163,72 \leq I_N \leq 213$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 213$$

Tomamos un I.A 3VF3¹⁾ para protección de motor con:

$$I_N = 200 \text{ (205) A regulable entre } 160 - 200 \text{ (205) A.}$$

Se selecciona $I_N = 190\text{A}$ para que cumpla las condiciones perfectamente.

Poder de corte de 25 kA.

$$I_a = 13 \times I_r \text{ (} I_r \text{ regulable entre } 160 \text{ y } 200 \text{(205) A) regulable entre } 2080\text{-}2665 \text{ A.}$$

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte $25 \text{ kA} > 13,18 \text{ kA} = I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 8,7 \text{ kA} > I_a = 2,3 \text{ kA}$. (valor dentro del rango de I_a)
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 70^2 = 100,2 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.
Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de :

$$(I^2t)_{automático} = 5 \cdot 10^5 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$$

Se ve que cumple claramente la condición $(I^2t)_{conductor} > (I^2t)_{automático}$

Por tanto interruptor automático 3VF3¹⁾ (3VF33 11-5FU71-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea LM3.

LM4

$$I_B = 36,2 \text{ A}$$

$$I_Z = 46 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 5,34 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 2,68 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 36,2 \leq I_N \leq 46$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad 1,595 \cdot I_e \leq 66,7$$

Se selecciona el relé 3UA55 00-8M con zona de regulación de 36-45 A y tomamos $I_N = I_e = 36,2 \text{ A}$ para asegurar que cumpla las dos condiciones.

Tomamos como contactor asociado 3TE44 según la recomendación del fabricante.

Protección contra cortocircuitos, el fusible ha de cumplir estas condiciones:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
2. $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión}$.

1. Poder de corte del fusible (100kA) $> I_{cc,max} = 5,34 \text{ kA}$
2. Los fabricantes solo nos dan gráficas de tiempo de prearco, pero la norma UNE 21103 dice que para $t > 0,1 \text{ s}$ el tiempo de fusión es similar al de prearco.

$$t_{adm} = K^2 \cdot \left(\frac{S}{I_{cc,min}} \right)^2 = 143^2 \cdot \left(\frac{6}{2,68 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,102 \text{ s} = 102 \text{ ms}$$

Se va a las gráficas de fusibles con tamaño 0 y 00, entrando con la $I_{cc,min}$, el punto nos queda a la derecha de la gráfica, por tanto, asegura la fusión de cualquiera de estos fusible con $t_{fusión} < 4\text{ms}$, (menos el fusible con $I_N = 125 \text{ A}$ que tiene un $t_{fusión} = 10\text{ms}$), siempre y cuando $I_N > I_Z = 85 \text{ A}$.

Tomando la gráfica de fusibles de tamaño 00 se pueden escoger los fusible de 50, 63, 80, 100 y 125 A. Se selecciona el fusible de 50 A por ser el de menor I_N .

Se observa que se cumple $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión} \rightarrow 102 \text{ ms} > 4\text{ms}$

Por tanto el conjunto relé + contactor + fusible protege correctamente la línea LM4.

LM5

$$I_B = 35,4 \text{ A}$$

$$I_Z = 46 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 5,34 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 2,68 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 35,4 \leq I_N \leq 46$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad 1,595 \cdot I_e \leq 66,7$$

Análogamente con la línea LM4, se selecciona el relé 3UA55 00-8M con zona de regulación de 36-45 A y tomamos $I_N = I_e = 36 \text{ A}$ para asegurar que cumpla las dos condiciones.

Tomamos como contactor asociado 3TE44 según la recomendación del fabricante.

Protección contra cortocircuitos, el fusible ha de cumplir estas condiciones:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
2. $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión}$.

1. Poder de corte del fusible (100kA) $> I_{cc,max} = 5,34 \text{ kA}$
2. Los fabricantes solo nos dan gráficas de tiempo de prearco, pero la norma UNE 21103 dice que para $t > 0,1 \text{ s}$ el tiempo de fusión es similar al de prearco.

$$t_{adm} = K^2 \cdot \left(\frac{S}{I_{cc,min}} \right)^2 = 143^2 \cdot \left(\frac{6}{2,68 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,102 \text{ s} = 102 \text{ ms}$$

Igual que en la línea LM4, se va a las gráficas de fusibles con tamaño 0 y 00, entrando con la $I_{cc,min}$, el punto nos queda a la derecha de la gráfica, por tanto, asegura la fusión de cualquiera de estos fusible con $t_{fusión} < 4\text{ms}$, (menos el fusible con $I_N = 125 \text{ A}$ que tiene un $t_{fusión} = 10\text{ms}$), siempre y cuando $I_N > I_Z = 85 \text{ A}$.

Tomando la gráfica de fusibles de tamaño 00 se pueden escoger los fusible de 50, 63, 80, 100 y 125 A. Se selecciona el fusible de 50 A por ser el de menor I_N .

Se observa que se cumple $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión} \rightarrow 102 \text{ ms} > 4\text{ms}$

Por tanto el conjunto relé + contactor + fusible protege eficazmente la línea del motor 5.

LM6

$$I_B = 67,74 \text{ A}$$

$$I_Z = 85 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 5,34 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 3,64 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 67,74 \leq I_N \leq 85$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad 1,595 \cdot I_e \leq 123,25$$

Igual que en la línea LM1 y LM2 (Ya que tienen las mismas intensidades de línea), se selecciona el relé 3UA58 00-2U con zona de regulación de 63-80 A y tomamos $I_N = I_e = 67,74 \text{ A}$ para asegurar que cumpla las dos condiciones.

Tomamos como contactor asociado 3TE47 según la recomendación del fabricante.

Protección contra cortocircuitos, el fusible ha de cumplir estas condiciones:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
2. $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión}$.

1. Poder de corte del fusible (100kA) $> I_{cc,max}=5,34 \text{ kA}$
2. Los fabricantes solo nos dan gráficas de tiempo de prearco, pero la norma UNE 21103 dice que para $t > 0,1 \text{ s}$ el tiempo de fusión es similar al de prearco.

$$t_{adm} = K^2 \cdot \left(\frac{S}{I_{cc,min}} \right)^2 = 143^2 \cdot \left(\frac{16}{3,64 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,395 \text{ s} = 395 \text{ ms}$$

Se va a las gráficas de fusibles con tamaño 0 y 00, entrando con la $I_{cc,min}$, el punto nos queda a la derecha de la gráfica, por tanto, asegura la fusión de cualquiera de estos fusible con $t_{fusión} < 4\text{ms}$ siempre y cuando $I_N > I_Z = 85 \text{ A}$.

Tomando la gráfica de fusibles de tamaño 00 se pueden escoger los fusible de 100 y 125 A. Se selecciona el fusible de 100 A por ser el de menor I_N .

Se observa que se cumple $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión} \rightarrow 395\text{ms} > 4\text{ms}$

Por tanto el conjunto relé + contactor + fusible protege correctamente la línea LM6.

LM7

$$I_B = 70,06 \text{ A}$$

$$I_Z = 88 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 2,71 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 1,93 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 70,06 \leq I_N \leq 88$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad 1,595 \cdot I_e \leq 127,6$$

Se selecciona el relé 3UA58 00-8W con zona de regulación de 70-88 A y tomamos $I_N = I_e = 70,06 \text{ A}$ para asegurar que cumpla las dos condiciones.

Tomamos como contactor asociado 3TE48 según la recomendación del fabricante.

Protección contra cortocircuitos, el fusible ha de cumplir estas condiciones:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
 2. $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión}$.
1. Poder de corte del fusible (100kA) $> I_{cc,max} = 2,71 \text{ kA}$
 2. Los fabricantes solo nos dan gráficas de tiempo de prearco, pero la norma UNE 21103 dice que para $t > 0,1 \text{ s}$ el tiempo de fusión es similar al de prearco.

$$t_{adm} = K^2 \cdot \left(\frac{S}{I_{cc,min}} \right)^2 = 143^2 \cdot \left(\frac{25}{1,93 \cdot 10^3} \right)^2 = 3,43 \text{ s} = 3430 \text{ ms}$$

Sabemos que con un t_{adm} tan grande, es fácil que se cumpla esta condición. De todos modos debemos encontrar el fusible óptimo para ello.

Se va a las gráficas de fusibles con tamaño 00 entrando con la $I_{cc,min}$, y teniendo en cuenta que la intensidad nominal de nuestro fusible ha de ser mayor que 88 A, tenemos dos opciones el fusible con $I_N = 100$ o con $I_N = 125$. Se selecciona el fusible de 100 A por ser el de menor I_N con un $t_{fusión} = 10 \text{ ms}$

Se observa que se cumple $t_{adm}(I_{cc,min}) > t_{fusión} \rightarrow 3430 \text{ ms} > 10 \text{ ms}$

Por tanto el conjunto relé + contactor + fusible protege correctamente la línea del motor con arranque estrella-triángulo 7.

LM8

$$I_B' = 213,57 \text{ A}$$

$$I_Z' = 239,2 \text{ A}$$

La diferencia de intensidades de cortocircuito es muy reducida debido a que se pone un interruptor automático de protección de motor, a una distancia muy próxima del motor 8,

$$I_{cc,max} = 13 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 11,09 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 213,57 \leq I_N \leq 239,2$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 239,2$$

Tomamos un I.A 3VF5¹⁾ para protección de motor con:

I_N regulable entre 160 y 315 A, tomamos $I_N = 220 \text{ A}$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 40 kA.

$$I_a = 1250-2500 \text{ A}$$

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte $40 \text{ kA} > 13 \text{ kA} = I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 11,09 \text{ kA} > I_a = 2 \text{ kA}$.
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 120^2 = 294,465 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.

Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de :

$$(I^2t)_{automático} = 14,5 \cdot 10^5 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$$

Se observa que cumple la condición $(I^2t)_{conductor} > (I^2t)_{automático}$

Por tanto interruptor automático 3VF5 (3VF51 11-5EL71-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la línea del motor 8.

LM9 y LM10

Como ambos motores tienen las mismas especificaciones se va a realizar la protección contra sobrecarga y cortocircuito a la vez.

$$I_B = 194,42 \text{ A}$$

$$I_Z = 245,18 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 10,15 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 7,54 \text{ kA}$$

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 194,42 \leq I_N \leq 245,18$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_N \leq I_Z \quad I_N \leq 245,18$$

Tomamos un I.A 3VF5¹⁾ con $I_N = 315 \text{ A}$ que cumple las condiciones.

Poder de corte de 40 kA.

$I_a = 15 \times I_r$ (I_r regulable entre 160 y 315A) regulable entre 2400- 4725 A.

Protección contra cortocircuitos:

1. Poder de corte 40 kA > 18,24 kA = $I_{cc,max}$
2. $I_{cc,min} = 7,54 \text{ kA} > I_a = 3,5 \text{ kA}$ (Valor medio entre 2400-4725 A, podíamos haber tomado cualquier valor dentro de ese rango).
3. $(I^2t)_{conductor} = 20449 \cdot 120^2 = 294,47 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$.

Leyendo en la gráfica a $I_{cc,max}$ le corresponde una I^2t de $10 \cdot 10^5$.

Se observa que cumple la condición ya que $294,47 \cdot 10^6 \geq 10 \cdot 10^5$.

Por tanto interruptor automático 3VF5 (3VF51 11-5EL71-0AA0) cumple la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en las líneas de los motores 9 y 10.

LM11

Para la protección de este motor se va a utilizar la combinación relé + contactor + fusible debido a su reducida intensidad de línea.

$$I_B = 50,76 \text{ A}$$

$$I_Z = 89,5 \text{ A}$$

$$I_{cc,max} = 1 \text{ kA}$$

$$I_{cc,min} = I_K \cdot 0.866 = 0,72 \text{ kA}$$

Del mismo modo que en el motor 8, la poca diferencia que existe entre las corrientes de cortocircuito máxima y mínima es debido a la proximidad de los aparatos de protección al motor.

Protección contra sobrecargas, condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 50,76 \leq I_N \leq 89,5$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad 1,595 \cdot I_e \leq 129,775$$

Se selecciona el relé 3UA58 00-2P con zona de regulación de 50-63 A y tomamos $I_N = I_e = 51 \text{ A}$ para asegurar que cumpla las dos condiciones.

Tomamos como contactor asociado 3TE46 según la recomendación del fabricante.

Protección contra cortocircuitos, el fusible ha de cumplir estas condiciones:

1. Poder de corte del fusible $> I_{cc,max}$
2. $t_{adm(I_{cc,min})} > t_{fusión}$.

1. Poder de corte del fusible (100kA) $> I_{cc,max}=1 \text{ kA}$
2. Los fabricantes solo nos dan gráficas de tiempo de prearco, pero la norma UNE 21103 dice que para $t > 0,1 \text{ s}$ el tiempo de fusión es similar al de prearco.

$$t_{adm} = K^2 \cdot \left(\frac{S}{I_{cc,min}} \right)^2 = 143^2 \cdot \left(\frac{16}{0,72 \cdot 10^3} \right)^2 = 10,1 \text{ s} = 1010 \text{ ms}$$

Sabemos que con un t_{adm} tan grande, es fácil que se cumpla esta condición. De todos modos debemos encontrar el fusible óptimo para ello.

Se va a las gráficas de fusibles con tamaño 00 entrando con la $I_{cc,min}$ (720 A), y teniendo en cuenta que la intensidad nominal de nuestro fusible ha de ser mayor que 89,5 A, tenemos dos opciones el fusible con $I_N=100$ o con $I_N = 125$. Se selecciona el fusible de 100 A por ser el de menor I_N con un $t_{fusión}= 1 \text{ s}$

Se observa que se cumple $t_{adm(I_{cc,min})} > t_{fusión} \rightarrow 10,1 \text{ s} > 1 \text{ s}$

Por tanto el conjunto relé + contactor + fusible protege eficazmente el motor 11.

3.3. PROTECCIÓN MEDIANTE RELÉ DIFERENCIAL

Se procede a seleccionar los relés diferenciales de las líneas principales. Para ello se debe conocer el diámetro de los cables de cada línea. Los datos de los diámetros de cada cable, se encuentran en las características de los cables que se facilita en el catálogo.

Dimensiones					
Sección	Diámetro	Peso	Aire libre a 30°C	Enterrado a 20°C	Caída tensión
mm ²	mm	kg/km	A	A	V/A · km
3 x 16/10	18,7	749	100	79	2,68
3 x 25/16	22,1	1.112	127	101	1,73
3 x 35/16	24,6	1.425	158	122	1,23
3 x 50/25	29,1	2.045	192	144	0,860
3 x 70/35	33,8	2.832	246	178	0,603
3 x 95/50	37,7	3.628	298	211	0,457
3 x 120/70	42,9	4.706	346	240	0,357
3 x 150/70	46,8	5747	399	271	0,286
3 x 185/95	53,5	7.174	456	304	0,235
3 x 240/120	60,4	9.300	538	351	0,178

Imagen 12: Diámetros de las líneas.

- LÍNEA 1

La sección de esta línea es de 3 x 185 mm² + 95 mm² según la *imagen 11* el diámetro es de 53,3 mm.

Se escoge el transformador diferencial de diámetro interior del núcleo toroidal 70mm e intensidad diferencial de 0.3 A.

Transformador diferencial → 55V8703-0KK
 Relé diferencial auxiliar → 3ULO 300-0EF

- LÍNEA 2

La sección de esta línea es de 3 x 50 mm² + 25 mm², como se indica en la *imagen 11* el diámetro correspondiente a esta sección es de 29,1mm.

Se selecciona el transformador diferencial de diámetro interior del núcleo toroidal 35mm e intensidad diferencial de 0.3 A.

Transformador diferencial → 55V8702-0KK
 Relé diferencial auxiliar → 3ULO 300-0EF

- LÍNEA 3

La sección de la línea 3 es de $3 \times 16 \text{ mm}^2 + 16 \text{ mm}^2$, como se indica en la *imagen 11* el diámetro correspondiente a esta sección es de 18,7mm.

Se selecciona el transformador diferencial de diámetro interior del núcleo toroidal 35mm e intensidad diferencial de 0.3 A.

Transformador diferencial → 55V8702-0KK

Relé diferencial auxiliar → 3UL0 300-0EF

- LÍNEA 8

La sección de la línea es de $3 \times (2 \times 120 \text{ mm}^2) + 120 \text{ mm}^2$, eso quiere decir que existen dos conductores por fase, por tanto, si el diámetro de una sección es de 42,9mm como se indica en la Imagen 11, se va a aproximar el diámetro de esta línea al doble, es decir 85,8mm.

Se selecciona el transformador diferencial de diámetro interior del núcleo toroidal 105mm e intensidad diferencial de 0.3 A.

Transformador diferencial → 2 x 55V8704-0KK

Relé diferencial auxiliar → 2 x 3UL0 300-0EF

- LÍNEA 4

La sección de la línea 4 es, $3 \times 240 \text{ mm}^2 + 120 \text{ mm}^2$. Es la línea más grande de toda la instalación con un diámetro de 60,4 mm como se indica en la *Imagen 11*.

Se selecciona el transformador diferencial de diámetro interior del núcleo toroidal 70mm e intensidad diferencial de 0.3 A.

Transformador diferencial → 55V8703-0KK

Relé diferencial auxiliar → 3UL0 300-0EF

- LÍNEA 5

La sección de la línea 3 es de $3 \times 16 \text{ mm}^2 + 16 \text{ mm}^2$, como se indica en la *imagen 11* el diámetro correspondiente a esta sección es de 18,7mm.

Se selecciona el transformador diferencial de diámetro interior del núcleo toroidal 35mm e intensidad diferencial de 0.3 A.

Transformador diferencial → 55V8702-0KK

Relé diferencial auxiliar → 3UL0 300-0EF

3.4. RESUMEN DE LA APARAMENTA SELECCIONADA

En la tabla siguiente se muestra el resumen de la aparamenta que se ha seleccionado sacada de la hoja Excel descrita en los apartados anteriores:

TABLA 14: Aparamenta seleccionada.

Líneas	I.A.	I_N (A)	Poder de corte (kA)	I_a (A)	
L.A.	3VF52 11-1DM41-0AA0	400	49	2000-4000	
L1	3VF52 11-1DK41-0AA0	315	49	1575-3150	
L2	3VF32 11-1FU41-0AA0	125	35	1000	
L3	3FV31 11-1FQ41-0AA0	80	35	630	
L8	3VF52 11-1BH41-0AA0	200-250	49	1250-2500	
L4	3VF52 11-1BM41-0AA0	400	49	2000-4000	
L5	3VF31 11-1FN41-0AA0	63	35	500	
LM3	3VF33 11-5FU71-0AA0	160 – 200 (205)	35	2080-2665	
LM8	3VF51 11-5EL71-0AA0	160 - 315	49	1250-2500	
LM9	3VF51 11-5EL71-0AA0	315	49	2400-4725	
LM10	3VF51 11-5EL71-0AA0	315	49	2400-4725	
Líneas	Relé	I_N (A)	Contactador asociado	Fusible (tamaño)	I_N (A)
LM1	3UA58 00-2U	63-80	3TE47	00	100
LM2	3UA58 00-2U	63-80	3TE47	00	100
LM4	3UA55 00-8M	36-45	3TE44	00	50
LM5	3UA55 00-8M	36-45	3TE44	00	50
LM6	3UA58 00-2U	63-80	3TE47	00	100
LM7	3UA58 00-8W	70-88	3TE48	00	100
LM11	3UA58 00-2P	50-63	3TE46	00	100
LÍNEA	Transform Diferencial	Diámetro (mm)	Relé dif. Auxiliar	Id	
L1	55V8703-0KK	70	3UL0 300-0EF	300mA	
L2	55V8702-0KK	35	3UL0 300-0EF	300mA	
L3	55V8702-0KK	35	3UL0 300-0EF	300mA	
L8	55V8703-0KK	70	3UL0 300-0EF	300mA	
L8	55V8704-0KK	105	3UL0 300-0EF	300mA	
L4	55V8703-0KK	70	3UL0 300-0EF	300mA	
L5	55V8702-0KK	35	3UL0 300-0EF	300mA	

DOCUMENTO N°3

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1. GENERALIDADES	70
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	70
2.1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES.....	70
2.2. INSTALACIÓN INTERIOR.....	71
2.3. APARATOS DE PROTECCIÓN	71
2.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES	72
2.5. SUBDIVISIONES DE LAS INSTALACIONES	72
2.6. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	72
2.7. CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	73
3. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.....	73
3.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES	73
3.2. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.....	75
4. RED DE TIERRA	76
4.1. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD	76
5. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	76

1. GENERALIDADES

El contratista se deberá utilizar los materiales con las características y marcas que se especifican en el proyecto, si por alguna circunstancia el Contratista quisiera utilizar materiales o aparatos diferentes a los especificados en el proyecto, éstos deberán de ser de características similares y necesitará tener la autorización del Ingeniero Director de obra para poder utilizar estos nuevos materiales.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución adecuada y rápida de las mismas.

2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2.1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN60.439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

2.2. INSTALACIÓN INTERIOR

La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. 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 menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un 15%.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

2.3. APARATOS DE PROTECCIÓN

El interruptor automático general, será de accionamiento manual o mediante bobina de disparo, el resto de interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando circuitos, sin posibilidad de tomar posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito, estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar en el punto donde se encuentran instalados, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a los 60°C. Se instalará un interruptor magnetotérmico por cada circuito y en el mismo aparecerán marcadas su intensidad y tensión nominal de funcionamiento.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios, serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen, se colocarán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán cambiar en tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión de servicio.

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto.

2.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde- amarillo.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

2.5. SUBDIVISIONES DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

2.6. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia instalador, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad

que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

2.7. CONEXIONES ELÉCTRICAS

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

3. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

3.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticos o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C
- Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC -BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

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

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
 - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 %.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

3.2. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable

- Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticos o termoestables. Las canales serán metálicas, con las siguientes características:
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: +15 °C canales L < 16 mm y -5 °C canales L > 16 mm.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Propiedades eléctricas: Aislante canales L < 16 mm y Continuidad eléctrica/aislante canales L > 16 mm.

Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales L < 16 mm y no inferior a 2 canales L > 16 mm.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

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

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

4. RED DE TIERRA

4.1. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Resistencia de las tomas de tierra. El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

5. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN

Tendrá como mínimo, las dimensiones calculadas en el presente proyecto, para que pueda albergar toda la aparatada y los dispositivos de mando y protección necesarios de la instalación eléctrica de la nave.

Junto al cuadro de distribución de baja tensión se colocará una batería automática de condensadores para mejorar el cosφ de la instalación, el cual será bajo, debido al elevado número de motores que existen en la instalación.

DOCUMENTO N°4

PRESUPUESTO

ÍNDICE

ÍNDICE.....	77
1. PRESUPUESTO DETALLADO	78
2. PRESUPUESTO RESUMEN DE TODOS LOS RECUSOS	93
3. RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL.....	94

1. PRESUPUESTO DETALLADO

Capítulo: 01		Instalación eléctrica			
Capítulo: 01.01		LÍNEAS DE DISTRIBUCION			
Capítulo: 01.01.01					
01.01.01.01		m	Línea acometida (3x(3x185+95) band met)		
EIEL.1bbnd			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases de 185mm ² de sección y neutro+tierra 95mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 105x300mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	6,300	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x185	22,57	142,19
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x95	19,04	59,98
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	1,050	m	Band var inox 105x300 50%acc	64,00	67,20
	0,020		Costes Directos Complementarios	272,73	5,45
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	269,37
				Clase Medio auxiliar	5,45
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	278,18
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.02		CANALIZACIÓN 1			
01.01.02.01		m	Línea 1 (3x185+1x95 tb rig PVC)		
EIEL.1dbnb			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 185mm ² de sección, colocada bajo tubo de PVC de 250mm de diámetro, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,200	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,69
	1,050	m	Tubo rígido PVC 250mm	10,46	10,98
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x95	19,04	19,99
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x185	22,57	71,10
	0,020		Costes Directos Complementarios	104,76	2,10
				Clase Mano de Obra	2,69
				Clase Material	102,07
				Clase Medio auxiliar	2,10
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	106,86
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CIENTO SEIS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS					

Capítulo: 01.01.03		CANALIZACIÓN 2			
01.01.03.01 EIEL.1dbid	m	Línea 2 (3x50+1x25 band met)			
		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 50mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 70x200mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,200	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,69
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x50	10,57	33,30
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x25	5,34	5,61
	1,050	m	Band var inox 70x200 50%acc	40,78	42,82
	0,020		Costes Directos Complementarios	84,42	1,69
				Clase Mano de Obra	2,69
				Clase Material	81,73
				Clase Medio auxiliar	1,69
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	86,11
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: OCHENTA Y SEIS EUROS CON ONCE CÉNTIMOS					
01.01.03.02 EIEL.1dbfd	m	Línea 3 (4x16 band met)			
		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 16mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	4,200	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	3,53	14,83
	1,050	m	Band var inox 35x100 50%acc	20,15	21,16
	0,020		Costes Directos Complementarios	38,27	0,77
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	35,99
				Clase Medio auxiliar	0,77
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	39,04
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: TREINTA Y NUEVE EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS					
01.01.03.03 EIEL.1dbkd	m	Línea 8 (3x(2x120)+120 band met)			
		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 95mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 70x200mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	7,350	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	179,05
	1,050	m	Band var inox 70x200 50%acc	40,78	42,82
	0,020		Costes Directos Complementarios	225,23	4,50

				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	221,87
				Clase Medio auxiliar	4,50
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	229,73
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS					
01.01.03.04		m	Línea 4 (3x240+1x120 band met)		
EIEL.1dbod					
			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 240mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 105x300mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x240	46,12	145,28
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	25,58
	1,050	m	Band var inox 105x300 50%acc	64,00	67,20
	0,020		Costes Directos Complementarios	241,42	4,83
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	238,06
				Clase Medio auxiliar	4,83
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	246,25
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.04		CANALIZACIÓN 3			
01.01.04.01		m	Línea 2 (3x50+1x25 band met)		
EIEL.1dbid					
			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 50mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 70x200mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,200	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,69
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x50	10,57	33,30
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x25	5,34	5,61
	1,050	m	Band var inox 70x200 50%acc	40,78	42,82
	0,020		Costes Directos Complementarios	84,42	1,69
				Clase Mano de Obra	2,69
				Clase Material	81,73
				Clase Medio auxiliar	1,69
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	86,11
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: OCHENTA Y SEIS EUROS CON ONCE CÉNTIMOS					

Capítulo: 01.01.05		CANALIZACIÓN 4			
01.01.05.01		m	Línea 3 (4x16 band met)		
EIEL.1dbfd			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 16mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	4,200	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	3,53	14,83
	1,050	m	Band var inox 35x100 50%acc	20,15	21,16
	0,020		Costes Directos Complementarios	38,27	0,77
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	35,99
				Clase Medio auxiliar	0,77
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	39,04
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: TREINTA Y NUEVE EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS					
01.01.05.02		m	Línea 8 (3x(2x120)+120 band met)		
EIEL.1dbkd			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 95mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 70x200mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	7,350	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	179,05
	1,050	m	Band var inox 70x200 50%acc	40,78	42,82
	0,020		Costes Directos Complementarios	225,23	4,50
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	221,87
				Clase Medio auxiliar	4,50
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	229,73
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS					
01.01.05.03		m	Línea 4 (3x240+1x120 band met)		
EIEL.1dbod			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 240mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 105x300mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x240	46,12	145,28
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	25,58
	1,050	m	Band var inox 105x300 50%acc	64,00	67,20
	0,020		Costes Directos Complementarios	241,42	4,83

				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	238,06
				Clase Medio auxiliar	4,83
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	246,25
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.06 CANALIZACIÓN 5					
01.01.06.01		m	Línea LM1 (4x16 tb metálico)		
EIEL.1dbfa			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 16mm ² de sección, colocada bajo tubo metálico de 40mm de diámetro, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	1,050	m	Tubo acero galv 40mm	2,95	3,10
	4,200	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	3,53	14,83
	0,020		Costes Directos Complementarios	20,21	0,40
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	17,93
				Clase Medio auxiliar	0,40
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	20,61
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: VEINTE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.07 CANALIZACIÓN 6					
01.01.07.01		m	Línea 4 (3x240+1x120 band met)		
EIEL.1dbod			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 240mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 105x300mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x240	46,12	145,28
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	25,58
	1,050	m	Band var inox 105x300 50%acc	64,00	67,20
	0,020		Costes Directos Complementarios	241,42	4,83
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	238,06
				Clase Medio auxiliar	4,83
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	246,25
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS					

Capítulo: 01.01.08		CANALIZACIÓN DE MOTOR 1			
01.01.08.01 EIEL.1dbfa		m	Línea LM1 (4x16 tb metálico)		
		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 16mm ² de sección, colocada bajo tubo metálico de 40mm de diámetro, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	1,050	m	Tubo acero galv 40mm	2,95	3,10
	4,200	m	Cable Cu fix RV 0.6/1kV 1x16	3,53	14,83
	0,020		Costes Directos Complementarios	20,21	0,40
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	17,93
				Clase Medio auxiliar	0,40
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	20,61
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: VEINTE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.09		CANALIZACIÓN DE MOTOR 2			
01.01.09.01 EIEL.1dbfb		m	Línea LM6 (4x16 tb rig PVC)		
		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 16mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 40mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	4,200	m	Cable Cu fix RV 0.6/1kV 1x16	3,53	14,83
	1,050	m	Tubo rígido PVC 40mm 30%acc	1,76	1,85
	0,020		Costes Directos Complementarios	18,96	0,38
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	16,68
				Clase Medio auxiliar	0,38
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	19,34
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DIECINUEVE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.10		CANALIZACIÓN DE MOTOR 3			
01.01.10.01 EIEL.1dbjb		m	Línea LM3 (3x70+1x35 tb rig PVC)		

		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 70mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 110mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,200	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,69
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x35	7,90	8,30
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x70	14,77	46,53
	1,050	m	Tubo rígido PVC 110mm 30%acc	4,21	4,42
	0,020		Costes Directos Complementarios	61,94	1,24
				Clase Mano de Obra	2,69
				Clase Material	59,25
				Clase Medio auxiliar	1,24
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	63,18
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: SESENTA Y TRES EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.11 CANALIZACIÓN DE MOTOR 4					
01.01.11.01		m	Línea motor (4x6 tb rig PVC)		
EIEL.1dbdb					
		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 6mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 25mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	4,200	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x6	2,44	10,25
	1,050	m	Tubo rígido PVC 25mm 30%acc	0,85	0,89
	0,020		Costes Directos Complementarios	13,42	0,27
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	11,14
				Clase Medio auxiliar	0,27
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	13,69
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: TRECE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.01.12 CANALIZACIÓN DE MOTOR 5					
01.01.12.01		m	Línea motor (4x6 tb rig PVC)		
EIEL.1dbdb					
		Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 6mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 25mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	4,200	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x6	2,44	10,25
	1,050	m	Tubo rígido PVC 25mm 30%acc	0,85	0,89
	0,020		Costes Directos Complementarios	13,42	0,27

		Clase Mano de Obra	2,28
		Clase Material	11,14
		Clase Medio auxiliar	0,27
		Med. aux. y Resto obra	
		Total partida	13,69
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: TRECE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			

Capítulo: 01.01.13 CANALIZACIÓN DE MOTOR 6

01.01.13.01 EIEL.1dbfb		m	Línea LM6 (4x16 tb rig PVC)		
			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 16mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 40mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	4,200	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	3,53	14,83
	1,050	m	Tubo rígido PVC 40mm 30%acc	1,76	1,85
	0,020		Costes Directos Complementarios	18,96	0,38
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	16,68
				Clase Medio auxiliar	0,38
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	19,34
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DIECINUEVE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS					

Capítulo: 01.01.14 CANALIZACIÓN DE MOTOR 7 ARRANQUE YA

01.01.14.01 EIEL.1dbgb		m	Línea LM7 3x(2x25)+16 tb rig PVC		
			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 25mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 50mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,170	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2,28
	6,300	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x25	5,34	33,64
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	3,53	3,71
	1,050	m	Tubo rígido PVC 50mm 30%acc	4,04	4,24
	0,020		Costes Directos Complementarios	43,87	0,88
				Clase Mano de Obra	2,28
				Clase Material	41,59
				Clase Medio auxiliar	0,88
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	44,75

Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Capítulo: 01.01.15 CANALIZACIÓN DE MOTOR 8

01.01.15.01 EIEL.1db1b		m	Línea LM (3x120+1x70 tb rig PVC)		
			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 120mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 160mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	76,73
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x70	14,77	15,51
	1,050	m	Tubo rígido PVC 160mm 30%acc	9,17	9,63
	0,020		Costes Directos Complementarios	105,23	2,10
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	101,87
				Clase Medio auxiliar	2,10
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	107,33

Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CIENTO SIETE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

Capítulo: 01.01.16 CANALIZACIÓN DE MOTOR 9

01.01.16.01 EIEL.1db1b		m	Línea LM (3x120+1x70 tb rig PVC)		
			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 120mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 160mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	76,73
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x70	14,77	15,51
	1,050	m	Tubo rígido PVC 160mm 30%acc	9,17	9,63
	0,020		Costes Directos Complementarios	105,23	2,10
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	101,87
				Clase Medio auxiliar	2,10
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	107,33

Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CIENTO SIETE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

Capítulo: 01.01.17 CANALIZACIÓN DE MOTOR 10

01.01.17.01 EIEL.1dblb		m	Línea LM (3x120+1x70 tb rig PVC)		
			Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0.6/1 kV formada por 3 fases+tierra de 120mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 160mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	3,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	76,73
	1,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x70	14,77	15,51
	1,050	m	Tubo rígido PVC 160mm 30%acc	9,17	9,63
	0,020		Costes Directos Complementarios	105,23	2,10
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	101,87
				Clase Medio auxiliar	2,10
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	107,33
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CIENTO SIETE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.02		SISTEMAS DE PROTECCION			
01.02.01 EIEM.2eaac			LÍNEA 1		
			Interruptor automático de caja moldeada de intensidad nominal 400 A para instalaciones de 3 polos con poder de corte 40 kA e intensidad de disparo regulable y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, junto con protección diferencial mediante relé y transformador diferencial. Conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,750	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	10,08
	1,000		Interruptor automático, In=400 A, Poder de corte 40 kA	739,30	739,30
	1,000		Transf. diferencial toroidal d=70mm, Id=300mA	55,20	55,20
	1,000		Relé diferencial electrónico tipo A, 300mA	70,20	70,20
	0,020		Costes Directos Complementarios	874,78	17,50
				Clase Mano de Obra	10,08
				Clase Material	864,70
				Clase Medio auxiliar	17,50
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	892,28
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS					
01.02.02 EIEM.1ldbb		u	LÍNEA 2		
			Interruptor automático de intensidad nominal 125 A tripolar, hasta 400V, con poder de corte 25 kA, totalmente instalado, junto con protección diferencial mediante relé y transformador diferencial. Conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,750	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	10,08
	1,000		Transf. diferencial toroidal d=35mm, Id=300mA	39,96	39,96

	1,000		Relé diferencial electrónico tipo A, 300mA	70,20	70,20
	1,000		Interruptor automático, In= 125 A, poder de corte 25 kA	177,98	177,98
	0,020		Costes Directos Complementarios	298,22	5,96
				Clase Mano de Obra	10,08
				Clase Material	288,14
				Clase Medio auxiliar	5,96
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	304,18
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: TRESCIENTOS CUATRO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS					
01.02.03 EIEM.1jdbb		u	LÍNEA 3		
			Interruptor automático de intensidad nominal 80 A tripolar, hasta 400V, con poder de corte 25 kA, totalmente instalado ,junto con protección diferencial mediante relé y transformador diferencial. Conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,750	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	10,08
	1,000		Interruptor automático, In= 80 A, poder de corte 25 kA	106,56	106,56
	1,000		Transf. diferencial toroidal d=35mm, Id=300mA	39,96	39,96
	1,000		Relé diferencial electrónico tipo A, 300mA	70,20	70,20
	0,020		Costes Directos Complementarios	226,80	4,54
				Clase Mano de Obra	10,08
				Clase Material	216,72
				Clase Medio auxiliar	4,54
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	231,34
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
01.02.04 EIEM.2ebaa		u	LÍNEA 8		
			Interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 400 A para instalaciones de 4 polos con poder de corte 45 kA, protección diferencial regulable desde 0.03-3 A e intensidad de disparo regulable y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,750	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	10,08
	1,000		Relé diferencial electrónico tipo A, 300mA	70,20	70,20
	1,000		Transf. diferencial toroidal d=105mm, Id=300mA	55,20	55,20
	1,000		Interruptor automático, In= 200-250, Poder de corte 40 kA	451,25	451,25
	0,020		Costes Directos Complementarios	586,73	11,73
				Clase Mano de Obra	10,08
				Clase Material	576,65
				Clase Medio auxiliar	11,73
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	598,46
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS					

01.02.05 EIEM.2eaab		u	LÍNEA 4		
			Interruptor automático de caja moldeada de intensidad nominal 400 A para instalaciones de 3 polos con poder de corte 40 kA e intensidad de disparo regulable y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, junto con protección diferencial mediante relé y transformador diferencial. Conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,670	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	9,00
	1,000		Relé diferencial electrónico tipo A, 300mA	70,20	70,20
	1,000		Transf. diferencial toroidal d=70mm, Id=300mA	55,20	55,20
	1,000		Interruptor automático, In=400 A, Poder de corte 40 kA	739,30	739,30
	0,020		Costes Directos Complementarios	873,70	17,47
				Clase Mano de Obra	9,00
				Clase Material	864,70
				Clase Medio auxiliar	17,47
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	891,17
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: OCHOCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS					
01.02.06 EIEM.1idbc		u	LÍNEA 5		
			Interruptor automático de intensidad nominal 63 A tripolar, hasta 400V, con poder de corte 25 kA, totalmente instalado, junto con protección diferencial mediante relé y transformador diferencial. Conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,420	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	5,64
	1,000		Interruptor automático, In= 63 A, poder de corte 25 kA	102,68	102,68
	1,000		Transf. diferencial toroidal d=35mm, Id=300mA	39,96	39,96
	1,000		Relé diferencial electrónico tipo A, 300mA	70,20	70,20
	0,020		Costes Directos Complementarios	218,48	4,37
				Clase Mano de Obra	5,64
				Clase Material	212,84
				Clase Medio auxiliar	4,37
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	222,85
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
01.02.07 EIEM.7odb		u	LÍNEAS DE MOTORES 1,2 y 6		
			Conjunto de protección relé + contactor + fusible para protección contra cortocircuitos y sobrecargas, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	1,000	u	Fusible cilíndrico 100A	3,34	3,34
	1,000		Relé In 63-80 A + CONTACTOR 3TE47	42,39	42,39
	0,020		Costes Directos Complementarios	49,09	0,98
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	45,73
				Clase Medio auxiliar	0,98
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	50,07

Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CINCUENTA EUROS CON SIETE CÉNTIMOS					
01.02.08 EIEM.2daab		u	LÍNEA DE MOTOR 3		
			Interruptor automático de protección de motor de intensidad nominal regulable entre 160-200 A para instalaciones de 3 polos con poder de corte 25 kA e intensidad de disparo regulable y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,670	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	9,00
	1,000		Interruptor automático, In= 160-205, poder de corte 25kA	224,64	224,64
	0,020		Costes Directos Complementarios	233,64	4,67
				Clase Mano de Obra	9,00
				Clase Material	224,64
				Clase Medio auxiliar	4,67
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	238,31
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS					
01.02.09 EIEM.7deb		u	LÍNEAS DE MOTORES 4 y 5		
			Conjunto de protección relé + contactor + fusible para protección contra cortocircuitos y sobrecargas, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	1,000		Relé In= 36-45A + CONTACTOR 3TE44	41,41	41,41
	1,000	u	Fusible cilíndrico 50A	1,58	1,58
	0,020		Costes Directos Complementarios	46,35	0,93
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	42,99
				Clase Medio auxiliar	0,93
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	47,28
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CUARENTA Y SIETE EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS					
01.02.10 EIEM.7ccb		u	LÍNEA DE MOTOR 7		
			Conjunto de protección relé + contactor + fusible para protección contra cortocircuitos y sobrecargas, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	1,000	u	Fusible cilíndrico 100A	3,34	3,34
	1,000		In= 70-88 + CONTACTOR 3TE48	42,39	42,39
	0,020		Costes Directos Complementarios	49,09	0,98
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	45,73
				Clase Medio auxiliar	0,98
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	50,07

Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CINCUENTA EUROS CON SIETE CÉNTIMOS					
01.02.11 EIEM.2caab		u	LÍNEAS DE MOTORES 8,9 y 10		
			Interruptor automático de protección de motor de intensidad nominal regulable entre 160-315 A para instalaciones de 3 polos con poder de corte 40 kA e intensidad de disparo regulable y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,670	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	9,00
	1,000		Interruptor automático, In= 160-305 A, poder de corte 40 kA	930,09	930,09
	0,020		Costes Directos Complementarios	939,09	18,78
				Clase Mano de Obra	9,00
				Clase Material	930,09
				Clase Medio auxiliar	18,78
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	957,87
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
01.02.12 EIEM.7dcb		u	LÍNEA DE MOTOR 11		
			Conjunto de protección relé + contactor + fusible para protección contra cortocircuitos y sobrecargas, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,250	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	3,36
	1,000	u	Fusible cilíndrico 100A	3,34	3,34
	1,000		Relé In= 50-63 + CONTACTOR 3TE46	42,39	42,39
	0,020		Costes Directos Complementarios	49,09	0,98
				Clase Mano de Obra	3,36
				Clase Material	45,73
				Clase Medio auxiliar	0,98
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	50,07
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CINCUENTA EUROS CON SIETE CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.03		CUADROS ELÉCTRICOS			
01.03.01 EIEL22aaa		u	Cuadro vacío 500x300mm (1 general y 6 secundarios)		
			Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 500mm de alto por 300mm de ancho y 215 mm de profundidad, índice de protección IP 43 y chasis de distribución, con capacidad para instalar un máximo de 9 pequeños interruptores automáticos bipolares de 36mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	3,200	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	43,01
	3,200	h	Especialista electricidad	11,43	36,58
	1,000	u	Armario ind/com 500x300mm IP43	297,78	297,78
	1,050		Conductor de tierra, 10m de Cu flx RV 0.6/1kV 1x95	19,04	19,99
	0,020		Costes Directos Complementarios	397,36	7,95

				Clase Mano de Obra	79,59
				Clase Material	317,77
				Clase Medio auxiliar	7,95
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	405,31
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: CUATROCIENTOS CINCO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS					
Capítulo: 01.04 PUESTA A TIERRA					
01.04.01		m	Lín ppal tierra desn 35mm2		
EIEP.6cb			Línea principal de puesta a tierra instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35mm2 de sección, enterrada a una profundidad mínima de 0,5m, empotrada, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, ayudas de albañilería y conexión al punto de puesta a tierra, medida en todo el perímetro de la planta, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,200	h	Oficial 2ª construcción	18,74	3,75
	0,100	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	1,34
	1,050	m	Cable cobre desnudo 1x35	3,10	3,26
	0,020		Costes Directos Complementarios	8,35	0,17
				Clase Mano de Obra	5,09
				Clase Material	3,26
				Clase Medio auxiliar	0,17
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	8,52
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: OCHO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS					
01.04.02		m	Conductor puesta tierra		
EIEP.4a			Conducción de puesta a tierra instalado con conductor de cobre con aislante XLPE de 95mm2 de sección, unido al cuadro general desde la cimentación donde se localiza el electrolito de tierra, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	0,200	h	Peón ordinario construcción	18,06	3,61
	0,400	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	5,38
	1,000	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x95	19,04	19,04
	0,500	u	Taco y collarín para sujección	1,20	0,60
	0,020		Costes Directos Complementarios	28,63	0,57
				Clase Mano de Obra	8,99
				Clase Material	19,64
				Clase Medio auxiliar	0,57
				Med. aux. y Resto obra	
				Total partida	29,20
Asciende el precio total a la expresada cantidad de: VEINTINUEVE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS					

2. PRESUPUESTO RESUMEN DE TODOS LOS RECUSOS

c			Mano de Obra		
MOOA.9a	74,000	h	Oficial 2ª construcción	18,74	1.386,76
MOOA12a	2,000	h	Peón ordinario construcción	18,06	36,12
MOOE.8a	211,900	h	Oficial 1ª electricidad	13,44	2.847,94
MOOE11a	22,400	h	Especialista electricidad	11,43	256,03
Total Mano de Obra					4.526,85
			Material		
3UA55-00-8M	2,000		Relé In= 36-45A + CONTACTOR 3TE44	41,41	82,82
3UA5800-2P	1,000		Relé In= 50-63 + CONTACTOR 3TE46	42,39	42,39
3UA5800-2U	3,000		Relé In 63-80 A + CONTACTOR 3TE47	42,39	127,17
3UA5800-8W	1,000		In= 70-88 + CONTACTOR 3TE48	42,39	42,39
3UL0300-0EF	6,000		Relé diferencial electrónico tipo A, 300mA	70,20	421,20
3VF3111-1FN41-0AA0	1,000		Interruptor automático, In= 63 A, poder de corte 25 kA	102,68	102,68
3VF3111-1FQ41-0AA0	1,000		Interruptor automático, In= 80 A, poder de corte 25 kA	106,56	106,56
3VF3211-1FU41-0AA0	1,000		Interruptor automático, In= 125 A, poder de corte 25 kA	177,98	177,98
3VF3311-5FU71-0AA0	1,000		Interruptor automático, In= 160-205, poder de corte 25kA	224,64	224,64
3VF5111-5EL71-0AA0	1,000		Interruptor automático, In= 160-305 A, poder de corte 40 kA	930,09	930,09
3VF5211-1BH41-0AA0	1,000		Interruptor automático, In= 200-250, Poder de corte 40 kA	451,25	451,25
3VF5211-1DM41-0AA0	2,000		Interruptor automático, In=400 A, Poder de corte 40 kA	739,30	1.478,60
55V8702-0KK	3,000		Transf. diferencial toroidal d=35mm, Id=300mA	39,96	119,88
55V8703-0KK	3,000		Transf. diferencial toroidal d=70mm, Id=300mA	55,20	165,60
PIEA.6aaa	7,000	u	Armario ind/com 500x300mm IP43	297,78	2.084,46
PIEC.4bad	75,600	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x6	2,44	184,46
PIEC.4baf	1.261,050	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	3,53	4.451,51
PIEC.4bag	194,250	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x25	5,34	1.037,30
PIEC.4bah	24,150	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x35	7,90	190,79
PIEC.4bai	261,450	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x50	10,57	2.763,53
PIEC.4baj	138,600	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x70	14,77	2.047,12
PIEC.4bak	70,900	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x95	19,04	1.349,94
PIEC.4bal	730,800	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x120	24,36	17.802,29
PIEC.4ban	166,950	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x185	22,57	3.768,06
PIEC.4bao	296,100	m	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x240	46,12	13.656,13
PIEC11c	388,500	m	Cable cobre desnudo 1x35	3,10	1.204,35
PIEC15ea	221,550	m	Tubo acero galv 40mm	2,95	653,57
PIEC16db	18,900	m	Tubo rigido PVC 25mm 30%acc	0,85	16,07
PIEC16fb	27,300	m	Tubo rigido PVC 40mm 30%acc	1,76	48,05
PIEC16gb	17,850	m	Tubo rigido PVC 50mm 30%acc	4,04	72,11
PIEC16jb	24,150	m	Tubo rigido PVC 110mm 30%acc	4,21	101,67
PIEC16lb	66,150	m	Tubo rigido PVC 160mm 30%acc	9,17	606,60
PIEC16na	45,150	m	Tubo rigido PVC 250mm	10,46	472,27
PIEC26dabd	61,950	m	Band var inox 35x100 50%acc	20,15	1.248,29
PIEC26dhbd	149,100	m	Band var inox 70x200 50%acc	40,78	6.080,30

PIEC26dnbd	103,950	m	Band var inox 105x300 50%acc	64,00	6.652,80
PIED.5aj	2,000	u	Fusible cilíndrico 50A	1,58	3,16
PIED.5am	5,000	u	Fusible cilíndrico 100A	3,34	16,70
PIEP.2a	5,000	u	Taco y collarín para sujeción	1,20	6,00
PIEP.2c1	7,350		Conductor de tierra, 10m de Cu flx RV 0.6/1kV 1x95	19,04	139,94
Total Material					71.130,72
Presupuesto Total por cantidades					75.657,57
Costes indirectos y redondeos:					1.516,96

3. RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL

Capítulo: 01	Instalacion eléctrica	77.174,53
Capítulo: 01.01	LÍNEAS DE DISTRIBUCION	66.211,59
Capítulo: 01.02	SISTEMAS DE PROTECCION	4.681,37
Capítulo: 01.03	CUADROS ELÉCTRICOS	2.837,17
Capítulo: 01.04	PUESTA A TIERRA	3.444,40
Suma Ejecución Material		77.174,53
Asciende el presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de: SETENTA Y SIETE MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS		
Total Presupuesto de Ejecución Material		77.174,53
10 % Gastos Generales		7.717,45
6 % Beneficio Industrial		4.630,47
Suma de Gastos Generales y Beneficio Industrial		12.347,92
Total Presupuesto de Inversión		89.522,45
21 % I.V.A.		18.799,71
Total Presupuesto de Ejecución por contrata		108.322,16
Asciende el presupuesto de Ejecución por Contrata a la expresada cantidad de CIENTO OCHO MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS		

DOCUMENTO N°5: PLANOS Y DIAGRAMAS

ÍNDICE

1. EMPLAZAMIENTO	96
2. PLANOS.....	97
3. DIAGRAMA UNIFILAR	98

1. EMPLAZAMIENTO

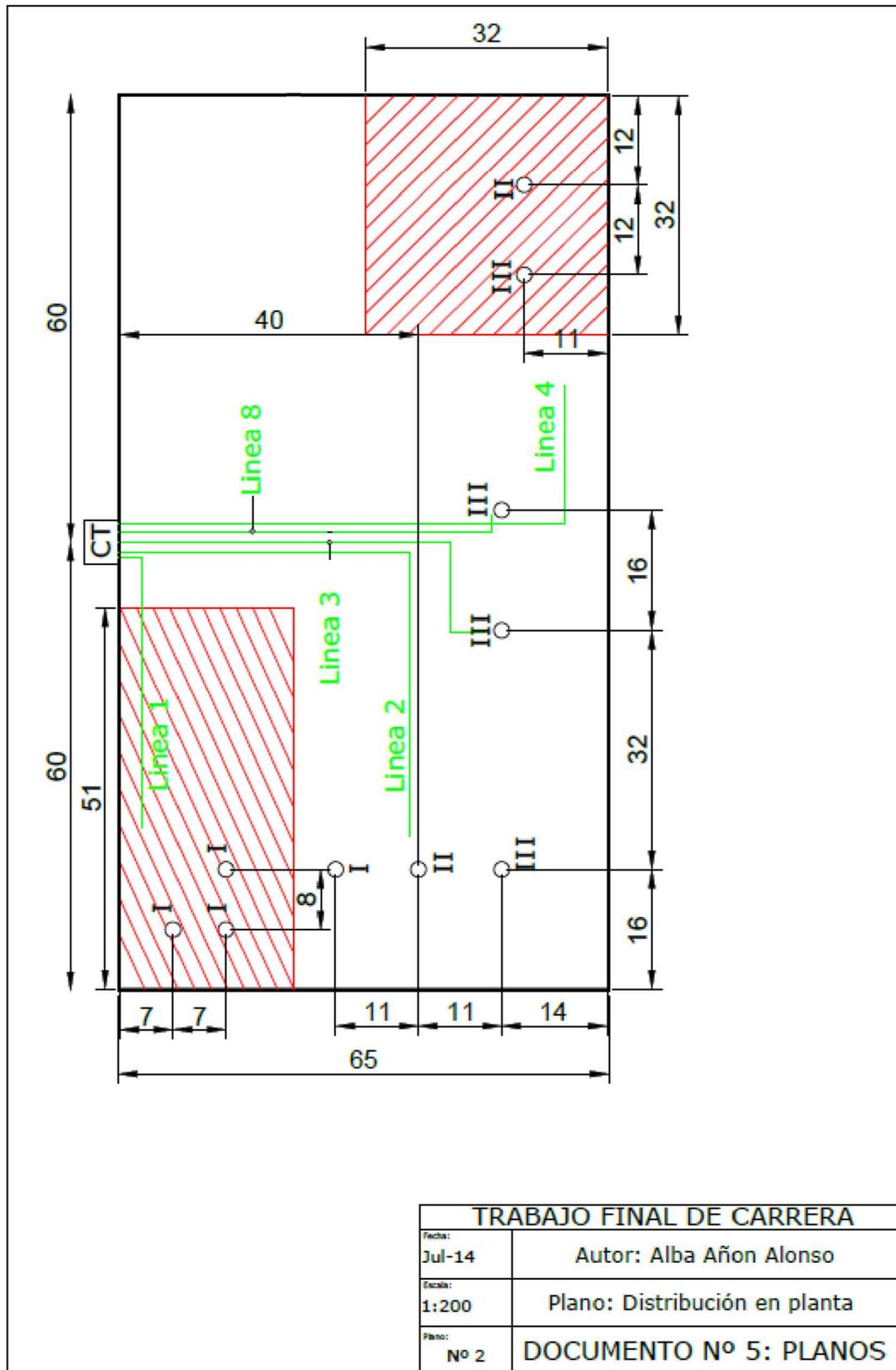
La planta industrial se localiza en el Polígono Industrial de Catarroja (Valencia) como se indica en la siguiente imagen obtenida de Google Maps.



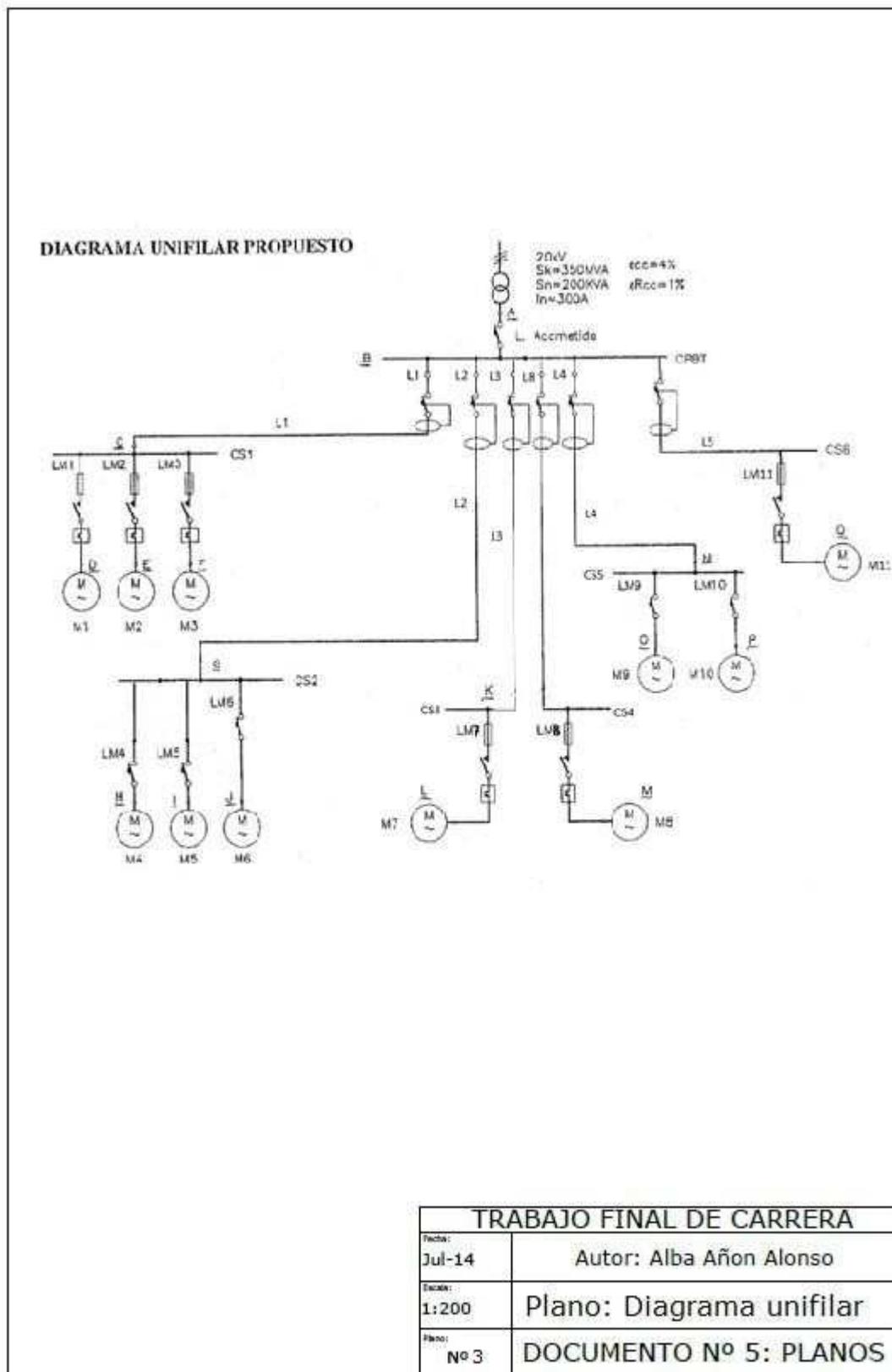
Imagen 12: Localización de la planta industrial

La zona en rojo corresponde al área de la planta industrial.

2. PLANOS



3. DIAGRAMA UNIFILAR



ANEJO I

CATÁLOGOS

ÍNDICE

1. CABLES.....	100
2. TUBO PVC	101
3. BANDEJA PERFORADA.....	102
4. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	103
5. RELÉ + CONTACTOR.....	104
6. FUSIBLES.....	105

1. CABLES

<http://www.topcable.com/esfuerzometro/powerflex.html>

Aplicaciones y características de los cables seleccionados Powerflex RV-K 0,6/1kV

Top Cable

home
ficha técnica
esfuerzometro
demonstración

Powerflex RV-K 0,6/1kV de Top Cable

El cable flexible universal para la transmisión de potencia

Aplicaciones

Este cable para distribución de energía es adecuado para todos los tipos de conexiones industriales de baja tensión, en redes urbanas, en instalaciones en edificios, etc. Su alta flexibilidad facilita substancialmente el proceso de instalación y, en consecuencia, es particularmente adecuado en trazados difíciles. Puede ser enterrado o instalado en un tubo, así como a la intemperie, sin requerir protección adicional. Finalmente, el cable Powerflex RV-K soporta entornos húmedos incluyendo la total inmersión en agua.

Características

- 1.- Excelente flexibilidad: El uso de conductores flexibles de cobre, así como los materiales de aislamiento y cubierta, hacen a este cable altamente flexible.
- 2.- Gran potencia: El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) permite una gran transmisión de potencia así como una mayor resistencia a sobrecargas. Adicionalmente, alcanza una temperatura máxima de servicio del conductor de 90 °C (vs. 70 °C en los cables tipo NYY, VV, N1VV-K).
- 3.- Menores costes de instalación: El uso de cable flexible aumenta notablemente la velocidad de instalación, lo que en muchos casos significa menores costes de instalación.
- 4.- Propiedades frente al fuego: La cualidad de no propagación de la llama del cable Powerflex RV-K contribuye a mejorar la seguridad general de la instalación.
- 5.- Protección: La mezcla especial de PVC utilizada para la cubierta exterior proporciona un buen nivel de protección contra aceites minerales e hidrocarburos.
- 6.- Versatilidad: El diseño del Powerflex RV-K permite instalar este cable en casi cualquier entorno: en el exterior, enterrado, en condiciones húmedas o incluso inmerso en agua.

Dimensiones					
Sección	Diámetro	Peso	Aire libre a 30°C	Enterrado a 20°C	Caída tensión
mm ²	mm	kg/km	A	A	V/A · km
3 x 16/10	18,7	749	100	79	2,68
3 x 25/16	22,1	1.112	127	101	1,73
3 x 35/16	24,6	1.425	158	122	1,23
3 x 50/25	29,1	2.045	192	144	0,860
3 x 70/35	33,8	2.832	246	178	0,603
3 x 95/50	37,7	3.628	298	211	0,457
3 x 120/70	42,9	4.706	346	240	0,357
3 x 150/70	46,8	5.747	399	271	0,286
3 x 185/95	53,5	7.174	456	304	0,235
3 x 240/120	60,4	9.300	538	351	0,178

2. TUBO PVC

http://www.capsa.com.ni/pdf/SISTEMAS_TUBERIA_ELECTRICA.pdf



Norma: U.N.E. EN 50.086-1. Dimensiones conforme norma: U.N.E. EN 60.423

Tubo de PVC rígido y liso. Su conexión se realiza por el abocardado de uno de sus extremos o mediante manguitos. Es idóneo para sótanos, naves industriales y exteriores en instalaciones eléctricas a la vista. Longitud de la barra: 3 metros. Color negro y gris (Ral-7035).

Resistencia a la compresión: 1.250 Nw. (25% deformación máximo)

Resistencia al impacto: 2 Julios (caída libre a -5 °C)

Temperatura de trabajo: desde -5 °C, hasta +60 °C

Propiedades eléctricas: aislante

Rigidez dieléctrica: mayor de 2 Kv (a 50 Hz)

Resistencia al aislamiento: mayor de 100 megaohmios a 500 V

Resistencia a la propagación de la llama: no propagador de la llama

Grado de protección contra daños mecánicos: grado 7 (energía de choque: 6 Julios mínimo)

Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Metros paquete	Referencia	€/metro (color negro)	Referencia	€/metro (color gris)	Manguitos unid./bolsa	€/ unid. manguito	Curvas €/unid.
20	16	57	060201020	1,03	060202020	1,15	200	0,51	3,08
25	20	57	060201025	1,33	060202025	1,49	150	0,56	3,28
32	27	57	060201032	1,87	060202032	2,09	100	0,57	4,01
40	34,5	30	060201040	2,60	060202040	2,91	50	1,08	5,25
50	44	21	060201050	3,97	060202050	4,45	30	1,51	7,94
63	56,5	21	060201063	4,78	060202063	5,74	20	1,71	11,94

3. BANDEJA PERFORADA

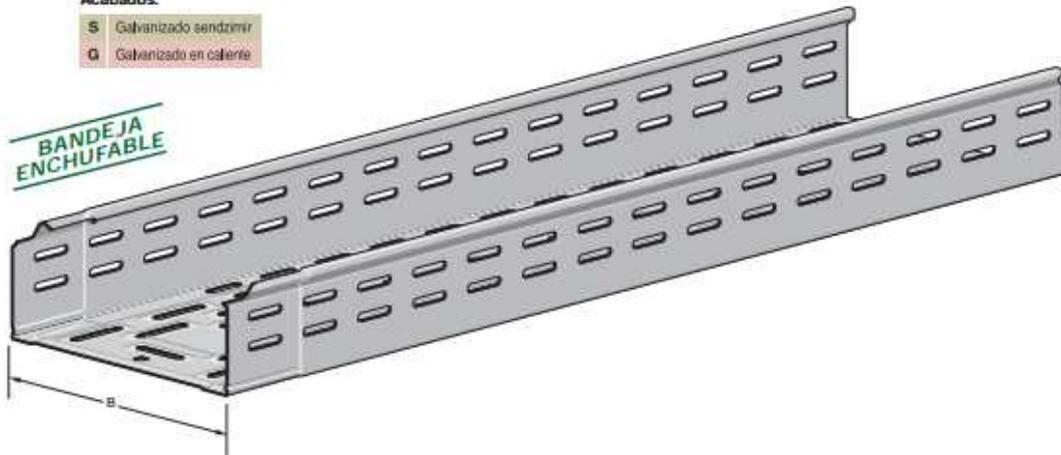
[http://www.interflex.es/doc/marcas/ESP/Cat%20C3%A1logo%20MULTIVIA%20\(MULT-007\).pdf](http://www.interflex.es/doc/marcas/ESP/Cat%20C3%A1logo%20MULTIVIA%20(MULT-007).pdf)



Bandeja de acero laminado, troquelada, embutida y con bordes de protección.
Longitud 3 m

Acabados:

- S** Galvanizado sendzimir
- G** Galvanizado en caliente

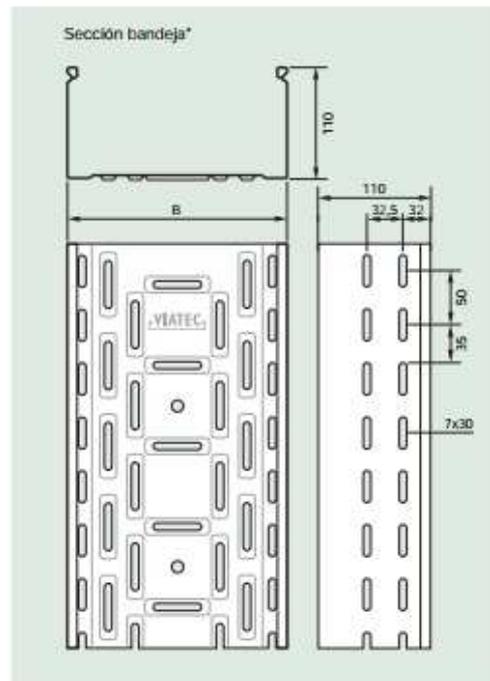


Referencia	B	Peso kg/m	Sección útil mm ²	Embut
P1010S	100	1,47	10120	12
P1015S	150	1,97	15520	12
P1020S	200	2,17	20920	6
P1030S	300	3,08	31720	6
P1040S	400	4,64	42520	6
P1050S	500	5,30	53320	6
P1060S	600	6,12	64120	6
P1010G	100	1,69	10120	12
P1015G	150	2,27	15520	12
P1020G	200	2,50	20920	6
P1030G	300	3,54	31720	6
P1040G	400	5,34	42520	6
P1050G	500	6,10	53320	6
P1060G	600	7,04	64120	6



*Valores obtenidos utilizando 3 tornillos TCA612... con tuerca dentada (1 en ambos lados y 1 en la base).

Dimensiones en mm



*Ver resto de dimensiones y perforaciones en la página 55.

5. RELÉ + CONTACTOR

<http://controlparts.com/siemens.relays/3ua5800-overload-relays.htm>

Siemens 3UA5800 Overload Relays

Items on this page are obsolete - Availability is limited to quantities in stock

Siemens Plug-In Overload relays - Series 3UA5800



3UA 5800-2C

see more [photos](#)

Series 3UA 5800:

For Contactor	Amp Range	Catalog #	Price
fits: 3TF 46 3TF 47 3TF 48 3TF 49	11 - 17	3UA 5800-8A photo	96.20
	12.5 - 20	3UA 5800-2B photo	
	16 - 25	3UA 5800-2C photo	
	20 - 32	3UA 5800-2D photo	
	25 - 40	3UA 5800-2E photo	
	32 - 50	3UA 5800-2F photo	
	40 - 57	3UA 5800-2T photo	
	50 - 63	3UA 5800-2P photo	
	57 - 70	3UA 5800-2V photo	
	63 - 80	3UA 5800-2U photo	
	70 - 88	3UA 5800-8W photo	
bracket for separate mounting		3UX 1421	23.40

3UA5800-2U



3TF47



Imagen 12: Relé (3UA5800-2U) junto con su contactor asociado.

6. FUSIBLES

<http://www.maresa.com/pdf/14%20fusibles%20baja%20y%20media%20tension/p%2014-6%20fusibles%20NH.pdf>

Fusibles NH
DF

Fusibles tipo NH

Aplicaciones

Denominados ocasionalmente de cuchilla, son utilizados en plantas industriales y redes de distribución para proteger líneas eléctricas, conductores y maquinarias.

Tipo de protección según sus características:

- gL - gG: Protección contra sobrecargas y cortocircuitos en líneas y redes de uso generalizado.
- aM: Protección de motores contra sobrecargas, básicamente cortocircuitos, en combinación con otros dispositivos de protección.

Especificaciones técnicas

Tensión nominal	500 V.	690 V.
Corriente nominal	2 - 1250 A.	
Capacidad de ruptura	120 kA @ 500 V.	
	80 kA @ 690 V.	
Características de fusión	gL-gL- gG, aM.	
Aislamiento	C-VDE 0110.	
Señalización	Indicador luminoso.	
Normas	IEC 269-1, IEC 296-2-1.	
	NFC 63.210, 63.211.	
	VDE 0636/21/22.	
	DIN 57.636 - UNE 21.103.	

Se han escogido los fusibles de tamaño 00 (NH-00) para la protección contra cortocircuitos como se indica en el documento de cálculos.

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Curso académico 2013-2014

105