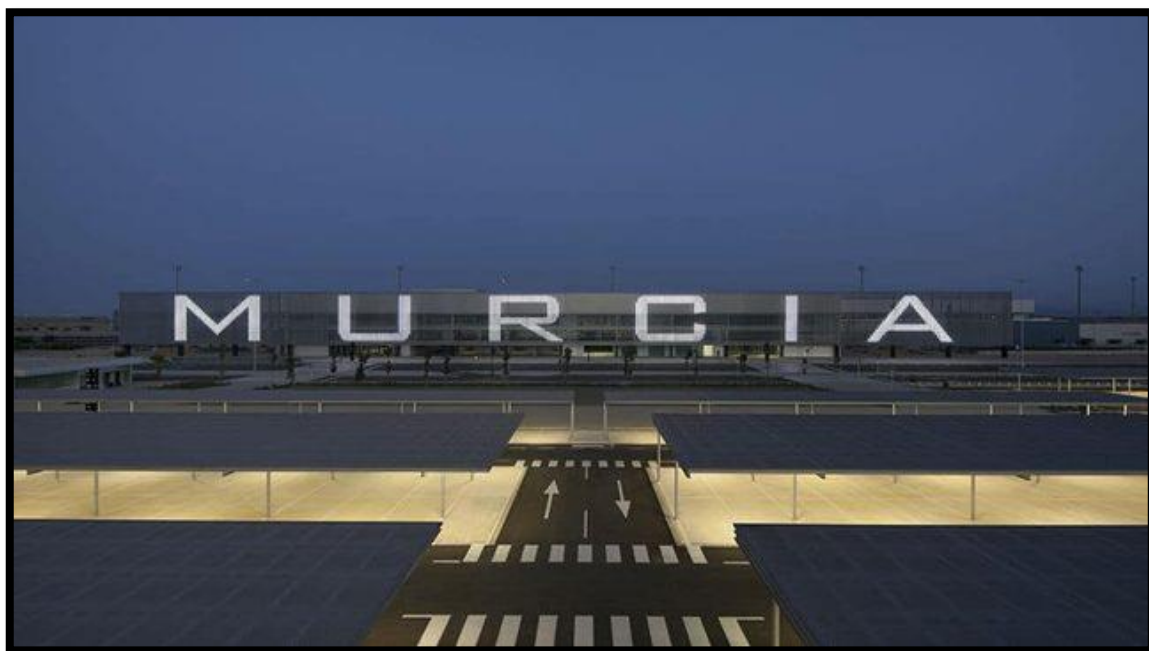


AEROPUERTO INTERNACIONAL REGIÓN DE MURCIA**PLAN DE IMPLANTACIÓN DE PUNTOS DE RECARGA EN
AEROPUERTOS****PROYECTO CONSTRUCTIVO DEFINITIVO****ANEJO 05.- CÁLCULOS**

ÍNDICE

ANEJO 05.- CÁLCULOS	2
1 OBJETO	2
2 LEGISLACIÓN APLICABLE	2
3 INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN	3
3.1 PREVISION DE POTENCIA	3
3.2 CUADROS ELÉCTRICOS.....	3
3.3 SISTEMA DE GESTIÓN ELÉCTRICO	4
3.4 CANALIZACIONES	5
3.5 CABLEADO	5
3.6 ILUMINACIÓN	5
3.7 FÓRMULAS EMPLEADAS	5
3.8 RESULTADOS DE CALCULO CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	6
3.9 CRITERIO DE MÁXIMA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN CGBT.....	9
3.10 SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES	10
3.11 RESULTADOS DE CALCULO DE ILUMINACIÓN	12
4 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN	16
4.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	19
4.2 EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO	24
5 FILTRO DE ARMÓNICOS	44
6 CÁLCULO DE POTENCIA REACTIVA	45

ANEJO 05.- CÁLCULOS

1 OBJETO

En éste documento se presentan los cálculos de los elementos que componen la instalación eléctrica proyectada para el aeropuerto de Murcia, siendo los circuitos:

- Nuevo Centro de transformación prefabricado de 1000 kVA (mas un espacio de reserva para transformador de 1000 kVA)
- Nuevo cuadro y Cableado para estaciones de recarga CGBT-CT
- Nuevo cuadro y Cableado para estaciones de recarga CS-VE-01
- Nuevo cuadro y Cableado para estaciones de recarga CS-VE-02
- Acometidas eléctricas para los Parking Rent a Car.

2 LEGISLACIÓN APLICABLE

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

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- RD 223/2008. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- RD 337/2014. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes.
- UNE-EN 60947-2: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrecorrientes.
- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito.

3 INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN

3.1 Prevision de potencia

La previsión de potencia para el nuevo centro de transformación es la siguiente:

CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA(W)	POTENCIA SIMULTANEA (W)
<i>CS-VE-01</i>	244.000	125.200
<i>CS-VE-02 (cuelga de CS-VE-01)</i>	59.200	29.600
<i>CS-RENT A CAR</i>	600.000	600.000
POTENCIA TOTAL kW	903.200	754.800

Para el dimensionamiento del transformador se consideran las siguientes premisas:

- Coeficiente de simultaneidad en transformador: 1
- Potencia prevista en cargadores monofásicos: 3.7 kW (solo se considerará 7.4 para el cálculo de los circuitos de acometida) (16 plazas en P1 y 8 plazas en Empleados)
- Potencia prevista en puntos de suministro lento existente: 11 kW (6 plazas)
- Potencia prevista en puntos de suministro semi-rápidos: 22 kW (0 plazas)
- Potencia prevista en puntos de suministro rápidos: 50 kW (0 plazas)
- Factor de potencia: 0.95
- Reserva de potencia en transformador: 30%

Con esto datos y consideraciones la potencia mínima del transformador debe ser de 1.000 kVA.

3.2 Cuadros eléctricos

Protección contra contactos directos e indirectos

Como medida de protección contra contactos indirectos se adoptará un sistema con diferenciales de clase A superinmunizado y selectivo, y dentro de éste el de puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

Protección contra sobre cargas y cortocircuitos

Se dispondrán dispositivos contra sobrecargas interruptores automáticos con curva térmica de corte. El dispositivo a emplear garantizará que no se sobrepasará la intensidad máxima admisible del conductor del circuito en cuestión.

Se dispondrá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte, esté de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación. Como dispositivo de protección se utilizarán interruptores automáticos de sistema de corte electromagnético. Los interruptores automáticos a emplear serán del tipo magnetotérmico, con lo cual se consigue con un solo aparato la protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Cada uno de estos magnetotérmicos se dimensionará coincidiendo con los resultados obtenidos en los cálculos.

Protección contra sobre tensiones

Todos los circuitos deben estar protegidos contra sobretensiones temporales y transitorias.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales se instalarán en todos los cuadros y estarán previstos para una máxima sobretensión entre fase y neutro hasta 440V.

3.3 Sistema de Gestión Eléctrico

El nuevo CT deberá estar integrado en el SMP-Electrico del Aeropuerto mediante el cuadro de adquisición de datos tipo que se incluye como Apéndice 1.

Se instalará un cuadro para integración en Sistema de Control Eléctrico del Aeropuerto de iguales características a los ya instalados en el resto de los CTs, instalándose el mismo equipamiento con objeto de unificar la instalación.



Ilustración 1. Cuadro SCE

3.4 Canalizaciones

Se emplearán canalizaciones subterráneas entubadas de PEAD del calibre necesario para la correcta instalación del cableado eléctrico acorde a las indicaciones de la ITC-BT-21 del REBT.

3.5 Cableado

Se ha previsto la instalaciones de circuito de cobre del tipo RZ1-k con aislamiento 0.6/1kV unipolares. La selección de las secciones de cada uno de los circuito se determina en el apartado 3.7

3.6 Iluminación

Se ha previsto garantizar una iluminacia media de 20 lux en el entorno de los totem de los cargadores eléctricos. Para ello se ha dispuesto luminarias estancas led de 3069 lúmenes y 20W para las zonas con marquesina adosadas a la misma.

En el apartado 3.8 se justifica el cumplimiento de dicho requisito lumínico.

3.7 Fórmulas empleadas

Las ecuaciones empleadas en el cálculo de las líneas son las siguientes:

Para alimentación monofásica, $U_F = 230 \text{ V}$:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U_F} \quad I = \frac{P}{U_F \cdot \cos \varphi} \quad \Delta U_F = 1.28 \cdot \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma_{\text{mat}} \cdot U_F^2 \cdot s} \cdot 100$$

Para alimentación trifásica, $U_{FN} = 400 \text{ V}$:

$$S = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U_{FN}} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{FN} \cdot \cos \varphi} \quad \Delta U_{FN} = 1.28 \cdot \frac{P \cdot L}{\gamma_{\text{mat}} \cdot U_{FN}^2 \cdot s} \cdot 100$$

En donde:

I = intensidad nominal de funcionamiento (A).

S = sección por caída máxima de tensión (mm^2).

P = potencia de cálculo del circuito considerado (W).

L = longitud del circuito considerado (m).

P = conductividad del cobre (m/□.mm²).

e = caída de tensión máxima admisible (V).

U = tensión de alimentación del circuito considerado (V).

ΔU = caída de tensión del circuito considerado (%).

$\cos \varphi$ = factor de potencia del circuito considerado.

3.8 Resultados de calculo circuitos de baja tensión



CGBT

POSICION	DENOMINACION	TENSION (V)	INSTALACION					TIPOLOGIA DE LA CARGA					CARACTERISTICAS DEL CABLE ELECTRICO								CAIDA DE TENSION			CORRECCION INTENSIDAD					INTENSIDADES			INTERRUPTOR AUTOMATICO						CORTOCIRCUITOS								
			Tipo instalacion	Nº de circuitos e de cables multipolares	Temperatura ambiente (°C)	(Trifásica / Monofásica)	Potencia activa (W)	Coeficiente de potencia	Coeficiente de arranque	Potencia de cálculo (W)	Rend. motor	Cos φ	Longitud de la linea (m)	TIPO	ASLAMENTO (V/D)	Coeficiente de arranque	Número conductores por cable fase	Sección de fase (mm²)	Resistencia conductor a 20°C (Ω/km)	Caída tensión (V)	%	% máximo por REBT	Temperatura	Factor agrupación	Cos φ Usuario	Exposición solar	Zona Clasificada	Total (productos)				MODELO DEL INTERRUPTOR	TIPO	Curva	Unidad magnética (kA)	Poder corte (kA)	Tiempo disparo magnético (s)	Unidad magnética (kA)	Icc máx final línea (kA) NF C 15 100	Icc máx inferior línea (kA)	Icc mín final línea (kA)	Intensidad máx admisible por cable (kA)				
1	CS-VE-01	400	B2	6	CPS	25	T	244.000	1,00	1,00	244.000	1,00	0,95	145	Cu	U	R	1	2	120	0,08	0,161	10,24	2,6%	5%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	480	393,98	380,46	NSX400	C	391	5	50	0,1	1,955		2,8			54,24
	C RAC 1	400	B2	6	CPS	25	T	150.000	1,00	1,00	150.000	1,00	0,95	70	Cu	U	R	1	1	185	0,08	0,106	4,24	1,1%	5%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	317	260,19	230,34	NSX400	c	235	10	50	0,1	2,35	7,82				83,62
	C RAC 2	400	B2	6	CPS	25	T	150.000	1,00	1,00	150.000	1,00	0,95	37	Cu	U	R	1	1	185	0,08	0,106	2,24	0,6%	5%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	317	260,19	229,18	NSX400	c	235	10	50	0,1	2,35	14,79				83,62
	C RAC 3	400	B2	6	CPS	25	T	150.000	1,00	1,00	150.000	1,00	0,95	75	Cu	U	R	1	1	185	0,08	0,106	4,54	1,1%	5%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	317	260,19	230,52	NSX400	c	235	10	50	0,1	2,35	7,3				83,62
	C RAC 4	400	B2	6	CPS	25	T	150.000	1,00	1,00	150.000	1,00	0,95	120	Cu	U	R	1	1	185	0,08	0,106	7,27	1,8%	5%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	317	260,19	232,12	NSX400	c	235	10	50	0,1	2,35	4,56				83,62
	CGBT-CT	400	B2	1	CPS	25	T	1.000.000	1,00	1,00	1.000.000	1,00	1	12	Cu	U	R	1	4	240	0,08	0,0801	0,77	0,2%	5%	1,14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,14	1496	1705,44	1446,16	MW1600	c	1630	10	70	0,1	16,3	56,59				108,48

CS-VE-01

POSICION	DENOMINACION	TENSION (V)	INSTALACION					TIPOLOGIA DE LA CARGA					CARACTERISTICAS DEL CABLE ELECTRICO										CAIDA DE TENSION			CORRECCION INTENSIDAD					INTENSIDADES			INTERRUPTOR AUTOMATICO										CORTOCIRCUITOS						
			Tipo instalacion	Nº de circuitos e de cables multipolares			Temperatura ambiente (° C)	(Trifásica / Monofásica)	Potencia activa (W)	Coeficiente de potencia	Coeficiente de arranque	Potencia de calculo (W)	Rend. motor	Cos φ	Longitud de la linea (m)	Co / Al	TIPO	AISLAMIENTO (V/D)	Coeficiente m	Numero conductores por cable fase	Sección de fase (mm2)	Resistencia (G/km)	Resistencia conductor a 20°C (G/km)	Caída tensión (V)	%	% máximo por REBT	Temperatura	Factor agrupamiento	Cosφ Usuario	Exposición solar	Zona Clasificada	Total (productos)				MODELO DEL INTERRUPTOR	TIPO	Curva		Unidad magnética (kA)	Poder corte (kA)	Tiempo disparo magnético (s)	Unidad magnética (kA)	Rec. mín final línea (kA) NF C 15 100	Rec. máx. inferior línea (kA)	Rec. mín final línea (kA)	Resistencia máxima admisible por cable (kA)			
1	Estación Recarga N°1 existente	400	B2	2		CPS	25	T	22.000	1,00	1,00	22.000	1,00	0,95	18	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	2,44	0,6%	5%	1,14	0,85	1,00	1,00	1,00	0,97	52	50,39	33,63	C60 N 40 A	C	40	10	36	0,1	0,4	2,11							4,52
	Estación Recarga N°2 existente	400	B2	2		CPS	25	T	22.000	1,00	1,00	22.000	1,00	0,95	15	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	2,03	0,5%	5%	1,14	0,85	1,00	1,00	1,00	0,97	52	50,39	33,6	C60 N 40 A	c	40	10	36	0,1	0,4	2,53							4,52
	Estación Recarga N°3 existente	400	B2	4		CPS	25	T	22.000	1,00	1,00	22.000	1,00	0,95	15	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	2,03	0,5%	4%	1,14	0,75	1,00	1,00	1,00	0,86	52	44,46	33,6	C60 N 40 A	c	40	10	36	0,1	0,4	2,53							4,52
	Estación recarga N°4	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	20	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	3,17	1,4%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	34,34	C60 N 40 A	c	40	10	36	0,1	0,4	1,89							4,52
	Estación recarga N°4	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	20	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	3,17	1,4%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	34,34	C60 N 40 A	c	40	10	36	0,1	0,4	1,89							4,52
	Estación recarga N°5	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	1	30	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	4,70	2,0%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	32,85	C60 N 40 A	c	40	10	36	0,1	0,4	1,26							4,52
	Estación recarga N°5	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	1	30	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	4,70	2,0%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	32,85	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	1,26							4,52
	Estación recarga N°6	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	35	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	5,54	2,4%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	34,7	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	1,08							4,52
	Estación recarga N°6	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	35	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	5,54	2,4%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	34,7	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	1,08							4,52
	Estación recarga N°7	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	40	Cu	U	R	1	1	10	0,08	1,91	6,34	2,8%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	34,83	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,94							4,52
	Estación recarga N°7	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	40	Cu	M	R	1	1	10	0,08	1,91	6,34	2,8%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	34,83	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,94							4,52
	Estación recarga N°8	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	47	Cu	M	R	1	1	10	0,08	1,91	7,45	3,2%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	35	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,8							4,52
	Estación recarga N°8	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	47	Cu	M	R	1	1	10	0,08	1,91	7,45	3,2%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	35	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,8							4,52
	Estación recarga N°9	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	52	Cu	M	R	1	1	10	0,08	1,91	8,24	3,6%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	35,13	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,73							4,52
	Estación recarga N°9	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	52	Cu	M	R	1	1	10	0,08	1,91	8,24	3,6%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	35,13	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,73							4,52
	Estación recarga N°10	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	60	Cu	M	R	1	1	10	0,08	1,91	9,50	4,1%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	35,33	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,63							4,52
	Estación recarga N°10	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	60	Cu	M	R	1	1	10	0,08	1,91	9,50	4,1%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	54	44,32	35,33	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,63							4,52
	Estación recarga N°11	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	65	Cu	M	R	1	1	16	0,08	1,21	6,56	2,9%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	73	59,92	34,86	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,92							7,232
	Estación recarga N°11	230	B2	6		CPS	25	M	7.400	1,00	1,00	7.400	1,00	0,95	65	Cu	M	R	1	1	16	0,08	1,21	6,56	2,9%	4%	1,14	0,72	1,00	1,00	1,00	0,82	73	59,92	34,86	C60 N 40 A		40	10	36	0,1	0,4	0,92							7,232
	CS-VE-02	400	B2	1		CPS	25	T	59.200	1,00	1,00	59.200	1,00	0,95	240	Cu	U	R	1	1	95	0,08	0,206	10,26	2,6%	4%	1,14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,14	207	235,98	92,31	NSX160		100	5	36	0,1	0,5	1,47							42,94

Plan de implantación de puntos de recarga en aeropuertos (PIRA)

Aeropuerto Internacional Región de Murcia

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEFINITIVO. Anejo 05.- Cálculos

[illegible]

3.9 CRITERIO DE MÁXIMA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN CGBT

Se calculará el caso más desfavorable de cortocircuito en el CGBT, siendo para cuando se produce Cortocircuito trifásico.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito se calculará por medio de la suma de impedancias existentes hasta dicho CGBT:

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

Siendo

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

$$Z_t = \text{impedancia total} = R_t i + X_t j$$

Se calcularán las impedancias por tramos:

1. En la acometida de Compañía en la CE:

$$\begin{aligned} - Z_A &= \frac{U_{MT}^2}{P_{cc}} = 0,8 \, \Omega \\ - X_A &= 0,98 * Z_A = 0,784 \, \Omega \\ - R_A &= 0,2 * Z_A = 0,16 \, \Omega \end{aligned}$$

Siendo

$$U_{MT} = \text{tensión de suministro de compañía} = 20 \text{ kV}$$

$$P_{cc}: \text{Potencia de cortocircuito de la red (kVA)} = 500 \text{ MVA}$$

2. En la red de MT, al incluir el nuevo CT en el anillo 3, el tramo de CE a CT Parking para el caso más desfavorable, el de menor longitud ($L=960 \text{ m}$), para cable de Al (conductividad a 20°C, $32 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$):

$$\begin{aligned} - X_B &= 0,4 * \frac{L}{1000} = 0,4 * 0,96 = 0,38 \, \Omega \\ - R_B &= \frac{1}{32} * \frac{L}{S} = 0,2 \, \Omega \end{aligned}$$

Siendo

$$S = \text{sección de cable} = 150 \text{ mm}^2$$

3. En el transformador en CT Parking:

$$\begin{aligned} - Z_T &= u_{cc} * \frac{U_{BT}^2}{P_{trafo}} = \frac{6}{100} * \frac{400^2}{1000 * 10^3} = 0,0096 \, \Omega \\ - X_T &= Z_T = 0,0096 \, \Omega \\ - R_T &= 0,2 * Z_T = 0,00192 \, \Omega \end{aligned}$$

Siendo

$$\begin{aligned} u_{cc} &= \text{tensión de cortocircuito para transformador en \%} \\ &= 6\% \text{ para transformador de } 1000 \text{ kVA} \end{aligned}$$

4. Las impedancias calculadas en el lado de MT pasadas a BT:

- $X = (X_A + X_B) * \left(\frac{400}{20000}\right)^2 = (0,784 + 0,38) * \left(\frac{400}{20000}\right)^2 = 4,65 * 10^{-4} \Omega$
- $R = (R_A + R_B) * \left(\frac{400}{20000}\right)^2 = (0,16 + 0,2) * \left(\frac{400}{20000}\right)^2 = 1,44 * 10^{-4} \Omega$

Por lo tanto la impedancia total en BT sería, con un solo transformador:

- $X_t = (X + X_T) = 0,0100656 \Omega$
- $R_t = (R + R_T) = 0,00206 \Omega$
- $Z_t = \sqrt{X_t^2 + R_t^2} = 1,027 * 10^{-2} \Omega$

Con lo que la Intensidad de cortocircuito en el CGBT:

- $I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} * 1,027 * 10^{-2}} = 22,47 \text{ kA}$

En el caso de que se instalara un segundo transformador y se conectara en paralelo al inicialmente considerado, los valores que se tendría serían:

- $Z_{2T} = \frac{Z_T * Z_T}{Z_T + Z_T} = \frac{Z_T}{2} = 0,00513 \Omega$
- $X_{2T} = Z_{2T} = 0,0051328 \Omega$
- $R_{2T} = 0,2 * Z_{2T} = 0,0001027 \Omega$

Por lo tanto la impedancia total en BT sería, con dos transformadores acoplados en paralelo:

- $X_{2t} = (X + X_{2T}) = 0,00513 \Omega$
- $R_{2t} = (R + R_{2T}) = 0,001027 \Omega$
- $Z_{2t} = \sqrt{X_{2t}^2 + R_{2t}^2} = 5,23 * 10^{-3} \Omega$

Y en este caso la Intensidad de cortocircuito sería:

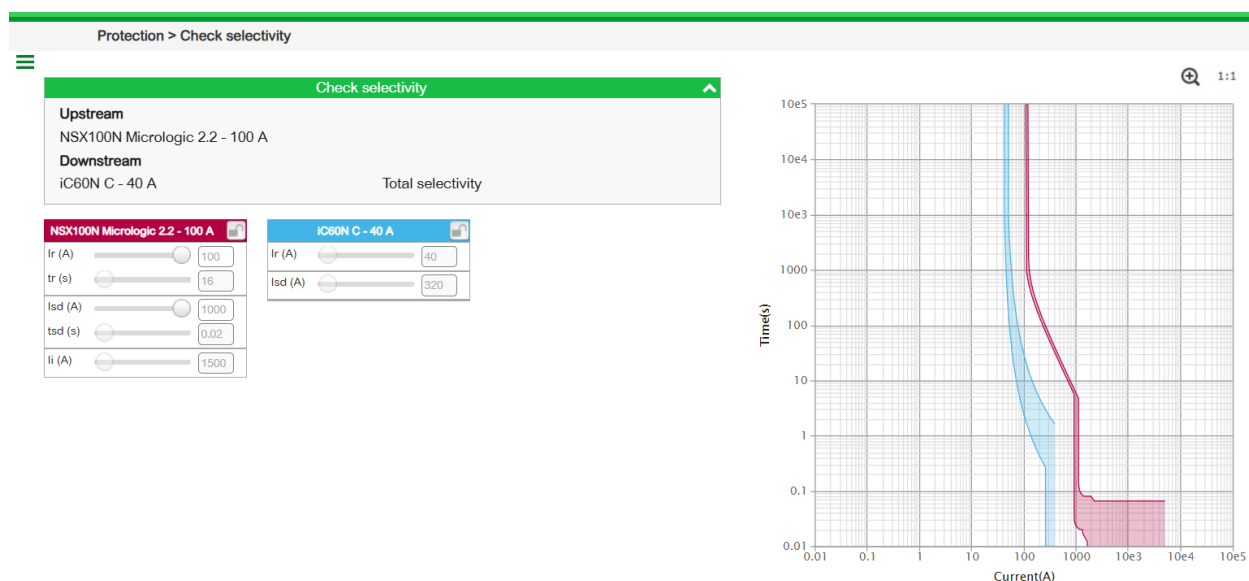
- $I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_{2t}} = \frac{400}{\sqrt{3} * 5,23 * 10^{-3}} = 44,14 \text{ kA}$

Para quedar del lado de la seguridad se adopta, para el CGBT, **Icc= 70 kA y 50 kA para las protecciones de salida.**

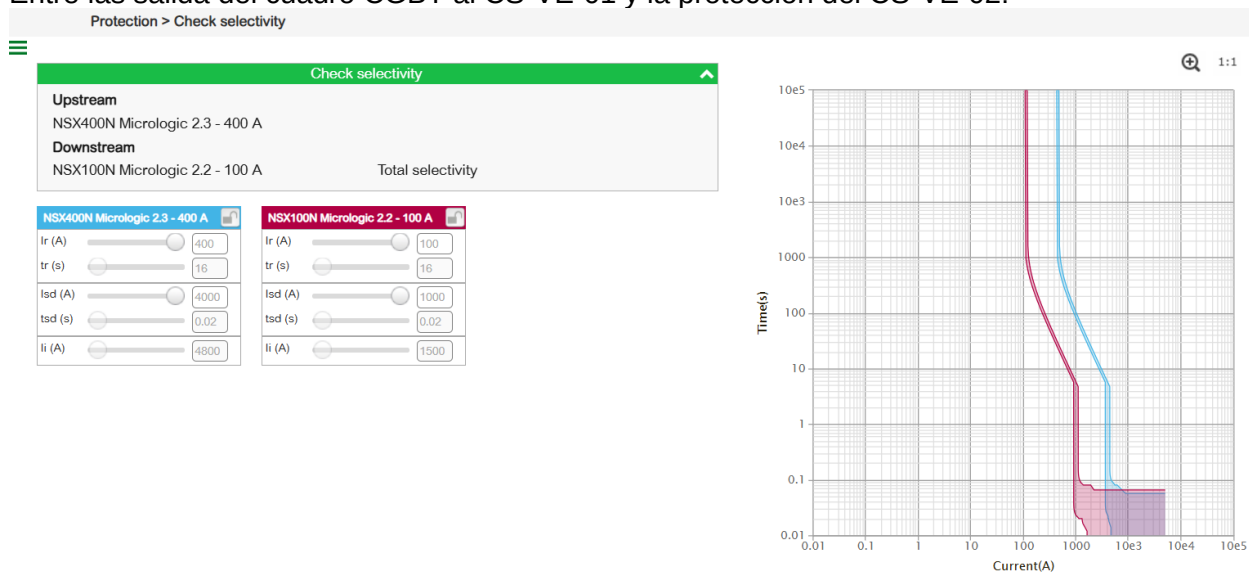
3.10 Selectividad entre protecciones

Se representan a continuación las curvas de disparo entre las protecciones escogidas para asegurar una adecuada selectividad.

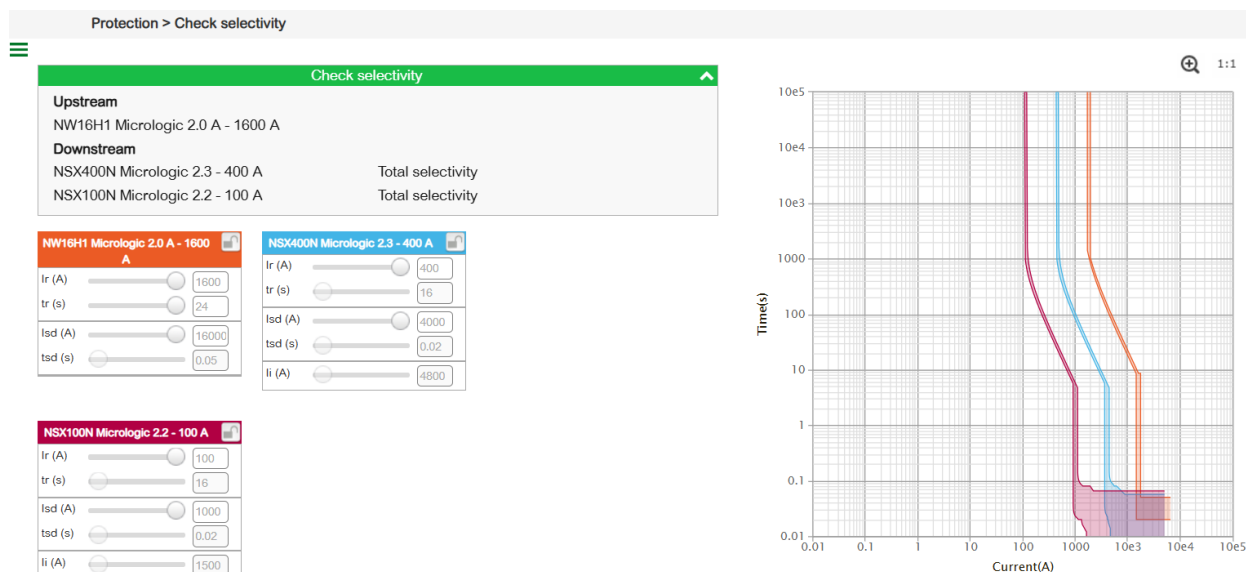
Entre las protecciones de las salidas del cuadro CS-VE-02 y su protección en el cuadro CS-VE-01:



Entre las salida del cuadro CGBT al CS-VE-01 y la protección del CS-VE-02:



Entre la protección de entrada al CGBT y las salidas a los Rent a Car y la salida a CS-VE-01 y la posterior salida a CS-VE-02:



3.11 Resultados de calculo de iluminación

Proyecto 1



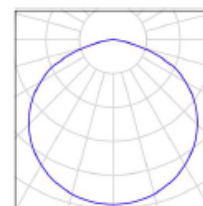
DIALux
08.09.2021

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto 1 / Lista de luminarias

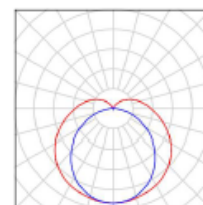
1 Pieza SECOM 4129 01 21 84 PROTEK 21W
Nº de artículo: 4129 01 21 84
Flujo luminoso (Luminaria): 3139 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4233 lm
Potencia de las luminarias: 21.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 79 97 100 74
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



1 Pieza SECOM 907 15 84 BERNA SUPRA LED 15W
Nº de artículo: 907 15 84
Flujo luminoso (Luminaria): 2530 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3069 lm
Potencia de las luminarias: 19.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 85
Código CIE Flux: 37 66 87 85 82
Lámpara: 72 x SAMSUNG 2835 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



Proyecto 1



DIALux

08.09.2021

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 7.5%

Escala 1:803

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SECOM 4129 01 21 84 PROTEK 21W (1.000)	3139	4233	21.0
2	1	SECOM 907 15 84 BERNA SUPRA LED 15W (1.000)	2530	3069	19.8
Total:			5669	7302	40.8

Proyecto 1



DIALux

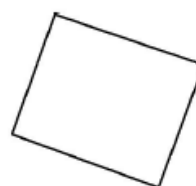
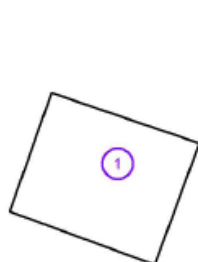
08.09.2021

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

SECOM 907 15 84 BERNA SUPRA LED 15W

2530 lm, 19.8 W, 1 x 72 x SAMSUNG 2835 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	97.108	115.991	2.500	0.0	0.0	-20.0

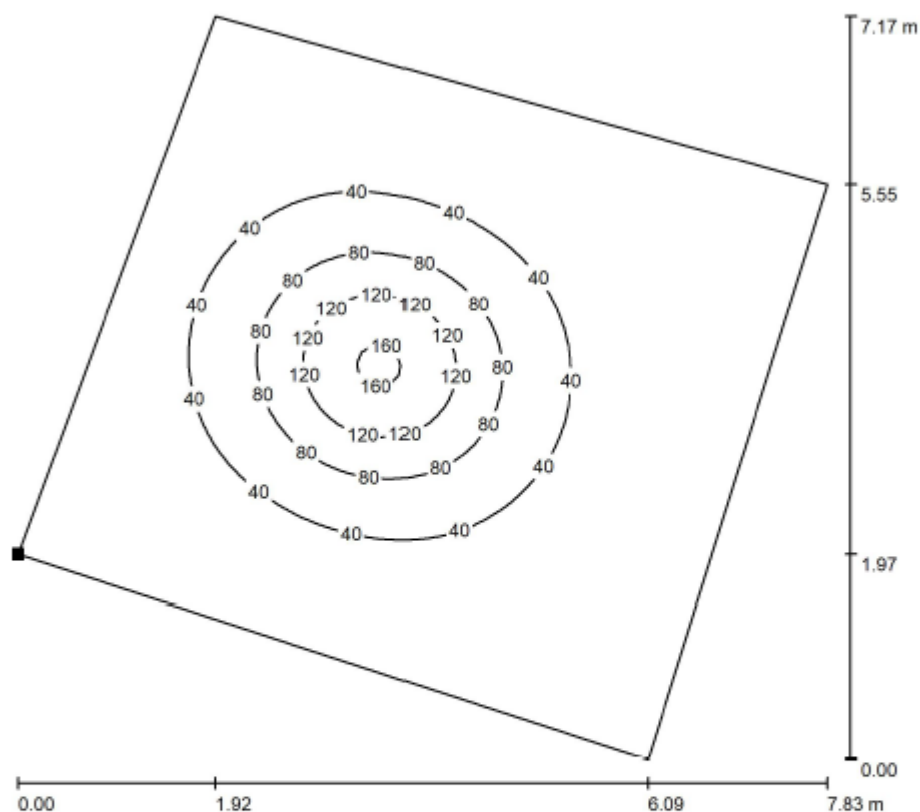
Proyecto 1



DIALux
08.09.2021

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / zona con marquesina / Isolíneas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(93.610 m, 114.167 m, 0.810 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 57

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
34

E_{min} [lx]
3.34

E_{max} [lx]
166

E_{min} / E_m
0.097

E_{min} / E_{max}
0.020

DIALux 4.13 by DIAL GmbH

Página 11

4 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Para alimentar a los distintos servicios de puntos de recarga en los aparcamientos del aeropuerto de Murcia se dispondrá de un transformador de potencia de 1000kVA que pueda suplir la demanda de potencia de dichos circuitos. Para ello se incluirá el nuevo CT en el anillo 3, que contiene los siguientes centros de transformación con las potencias de consumo siguientes:

CT Anillo 3	Potencia consumo (kW)	Potencia acumulada (kW)	Longitud cable (m)	Longitud cable (m) acumulada	Longitud cable (m) acumulada inversa
CE-CT CLH	400	400	88	88	2763
CT CLH-CT Punto Limpio	160	560	322	410	2675
CT Punto Limpio -CT NUEVO PIPRA	1000	1560	550	960	2353
CT NUEVO PIPRA -CT Urbanización 1	630	2190	57	1017	1803
CT Urbanización 1-CT Depósito Regulación	250	2440	417	1434	1746
CT Depósito Regulación -CT Urbanización 2	250	2690	560	1994	1329
CT Urbanización 2-CT Terminal	1600	4290	240	2234	769
CT Terminal-CE		4290	529	2763	529

Para la elección del cable eléctrico necesario para la instalación se seguirá la norma UNE 211435, a la cual se hará referencia a lo largo de todo el documento. Siguiendo el orden lógico indicado por los apartados siguientes. Se comprueba la compatibilidad del cable instalado

actualmente en este anillo 3, de 3(1x150) Al+H16 12/20kV XLPE, considerando además la nueva instalación del CT PIPRA.

Se proyecta para los circuitos de media tensión el conductor aislamiento de polietileno reticulado, con pantalla y cubierta de poliolefina termoplástica tipo RHZ1-2OL (AS) 12/20kV o equivalente según Director de Obra:



Ilustración 2 RHZ1 (AS) AL/OL/2OL

CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

MEDIA TENSIÓN 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV y 18/30 kV.



Norma de referencia

UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.



Normas y certificaciones

Certificados
AENOR



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -15 °C



Características frente al fuego

No propagación de la llama: según UNE-EN 60332-1.
No propagación del incendio:
según UNE-EN 60332-3-23 (cat.B)
Libre de halógenos: según UNE-EN 60754.
Baja emisión de humos: según UNE-EN 61034.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 15 x diámetro exterior.
Resistencia a abrasión
Resistencia al desgarro



Características químicas

Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

A laire
Enterrado
Entubado
En galerías



Aplicaciones

Redes de distribución.

Ilustración 3 Características cableado

La sección mínima desde la que se parte a la hora de realizar los cálculos viene impuesta por las normas particulares de AENA. Para el caso de redes de 20kV de tensión nominal, se fija una sección mínima de conductor de aluminio de 150mm²

TIPO CONSTRUCTIVO	TENSIÓN NOMINAL kV	SECCIÓN CONDUCTOR MM2	SECCIÓN PANTALLA MM2
HEPRZ1	12/20	150	16
		240	16
		400	16
	18/30	150	25
		240	25
		400	25

Tabla 1: Cableado de MT

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t<5s 250°C

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

- Tres cables unipolares dispuestos en haz.
- Enterrados a una profundidad de 1,2m en terrenos de resistencia térmica media.
- Temperatura máxima en el conductor 90°C
- Temperatura del terreno 25°C.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable
- Caída de tensión
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
- La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en las normas internas de los datos suministrados por el fabricante o la compañía suministradora.

4.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

4.1.1 CRITERIO DE MÁXIMA INTENSIDAD ADMISIBLE

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

Donde:

- I = Intensidad de la línea en amperios (4290 kW)
- U = Tensión compuesta en kV.
- P = Potencia en kW.
- φ Factor de potencia que se considerará 0,8

Sustituyendo valores tendríamos I = 154.8 A

En caso de instalar un Transformador más de 1000 kVA en el NUEVO CT PIPRA, P=5290 kW y la I sería I=191 A

Teniendo en cuenta la corriente admisible por cable de hasta 20/30 kV según la tabla siguiente y considerando cable entubado con aislamiento XLPE:

Tabla 2: Intensidad admisible (en A), para cables unipolares con conductor de aluminio (hasta 18/30 kV)

Aislamiento EPR, Conductores Aluminio cables unipolares en triángulo				Aislamiento XLPE, Conductores Aluminio cables unipolares en triángulo				Aislamiento HEPR, Conductores Aluminio cables unipolares en triángulo			
sección mm ²	soterrados directamente	en tubular soterrada	Al aire, protegido del sol	sección mm ²	soterrados directamente	en tubular soterrada	Al aire, protegido del sol	sección mm ²	soterrados directamente	en tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
16	74	70	84	16	78	74	92	16	82	76	96
25	96	90	110	25	100	94	120	25	105	98	125
35	115	105	130	35	120	110	145	35	125	115	150
50	135	125	155	50	140	130	170	50	145	135	180
70	165	155	195	70	170	160	210	70	180	170	225
95	200	185	240	95	205	190	255	95	215	200	275
120	225	210	275	120	235	215	295	120	245	230	320
150	255	235	315	150	260	245	335	150	275	255	360
185	285	270	360	185	295	280	385	185	315	290	415
240	335	310	425	240	345	320	455	240	365	345	495
300	375	355	490	300	390	365	525	300	410	390	565
400	430	405	570	400	445	415	610	400	470	450	660
500	495	465	670	500	505	480	715	500	540	515	775
630	565	530	780	630	575	545	830	630	615	590	905
Temperatura del terreno °C			25	Temperatura del terreno °C			25	Temperatura del terreno °C			25
Temperatura del aire °C			40	Temperatura del aire °C			40	Temperatura del aire °C			40
Resistividad térmica terreno K·m/W			1,5	Resistividad térmica terreno K·m/W			1,5	Resistividad térmica terreno K·m/W			1,5
Profundidad soterramiento m			1	Profundidad soterramiento m			1	Profundidad soterramiento m			1
Temperatura del conductor en °C			90	Temperatura del conductor en °C			90	Temperatura del conductor en °C			105

Basándonos en los criterios establecidos anteriormente tendríamos una sección del conductor inicial de **150mm²**

4.1.2 CRITERIO DE MÁXIMA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Esta intensidad es la misma que se ha considerado para el cálculo/comprobación de la sección del cable de Alta Tensión.

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm ²	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPRZ1	12/20	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Tabla 2: Intensidad máxima por cortocircuito

Para el cálculo de intensidades que origina un cortocircuito, se tiene en cuenta la potencia de cortocircuito de la red a considerar es de 500 MVA.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito de la línea se realiza con la ecuación incluida a continuación:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} U}$$

Donde:

- Pcc: Potencia de cortocircuito de la red (kVA)
- U: Tensión nominal de servicio (kV)
- Icc: Intensidad de cortocircuito de la línea (A)

Icc sería en nuestro caso 14,434kA

Para I_{sc.r} que sería la intensidad de cortocircuito que puede admitir el cableado se utilizará la siguiente ecuación:

$$I_{sc.r} = \frac{S * K}{\sqrt{tsc}}$$

Donde:

- S: Sección del cableado
- K: Parámetro K (89 A·s^{1/2}/mm²) para XLPE (y equivalentes) sobre aluminio.
- tsc: Tiempo de duración del defecto (0,5seg)

Intensidad de cortocircuito admisible para una sección de 150mm² de 19,94kA, la cual cumpliría con el criterio calculado y por lo tanto mantendríamos una sección de **150mm²**.

4.1.3 CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$$

donde:

- L, en km, es la longitud de la línea.
- I, en A, es la intensidad de corriente a transportar
- R, en ohmios, es la resistencia por kilómetro
- X, en ohmios, es la reactancia por kilometro
- ϕ el angulo de desfase entre tensión e intensidad.

Se muestra a continuación los resultados del cálculo de sección para alimentar el CT PIPRA de nueva construcción junto con el resto de centros de transformación que conforman el Anillo 3. El cálculo se realiza en los dos sentidos del anillo y en el caso más desfavorable con 5290 kW de potencia de consumo total, considerando que el tendido coincide con los tendidos de otros anillos:

TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	L x 9%	LONGITUD TOTAL	INTENSIDAD	TEMP. TERRENO		RESISTIVIDAD TERRENO			PROFUNDIDAD (m)			AGRUPAMIENTO			N° CABLES POR FASE	INTENSIDAD MAX ADMISIBLE			CABLE SELECCIONADO	CARGA CABLE	TEMPERATURA MAX. CARGA	RESISTENCIA a T° max cable %	INDUCTANCIA	CAIDA TENSION	CAIDA TENSION	CAIDA TENSION TOTAL	PERDIDA POTENCIA	PERDIDA POTENCIA TOTAL	
	(kVA)	(m)	(m)	(m)	(A)	(°C)	Factor (adim)	Sección (mm2)	Resist Térmica (Km/W)	Factor (adim)	Sección (mm2)	Profund (m)	Factor (adim)	N° Circuitos	Distancia (mm)	Factor (adim)	-	Sin corregr (A)	Corregida (A)	Cumple	Iscr (kA)	(mm2)	(%)	(°)	(ohm/km)	(ohm/km)	(V)	(%)	(%)	(kW)	(kW)
Circuito 1: Central Eléctrica-CT Nuevo PIPRA-CT Terminal	5.566,42	2.234,00	2.345,70	2.345,70	160,75	25,00	1,00	150,00	1,50	1,00	150,00	1,00	1,00	3,00	En contacto	0,70	1,00	235,00	178,50	SI	15,94	150,00	0,90	44,94	0,2770	0,1170	195,72	0,01	0,01	54,49	54,49
Circuito 2: Central Eléctrica-CT Nuevo PIPRA-CT CLH	5.566,42	2.675,00	2.806,75	2.806,75	160,75	25,00	1,00	150,00	1,50	1,00	150,00	1,00	1,00	3,00	En contacto	0,70	1,00	235,00	178,50	SI	15,94	150,00	0,90	44,94	0,2770	0,1170	234,36	0,01	0,01	65,25	65,25

Tabla 3: Calculo circuito MT

4.2 EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO

Para dar suministro a la demanda eléctrica para los cargadores eléctricos se proyecta la instalación de un nuevo centro de transformación de 1000 kVA, con espacio para otro transformador de la misma potencia. Según requerimientos de AENA se deja espacio de reserva para la instalación de un segundo transformador. Se describen a continuación las características del nuevo centro:

4.2.1 EDIFICIO

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón. Con las siguientes características más destacadas:

- ☐ Facilidad de instalación.

La sencilla unión entre los diferentes elementos prefabricados permitirán un montaje cómodo y rápido. Para su ubicación se realizará una excavación, en el fondo de la cual se dispondrá un lecho de arena lavada y nivelada.

- ☐ Material.

El material empleado en la fabricación de los prefabricados será hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

- ☐ Equipotencialidad.

La propia armadura de mallazo electrosoldado, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmnios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- ☐ Impermeabilidad.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre paredes y entre techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de

humedad. Además, los techos se sellarán posteriormente con masilla especial para hormigón garantizando así una total estanqueidad.

☐ Grados de protección.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

☐ Bases.

La solera estará formada por una o varias bases atornilladas entre sí. En las bases de la envolvente se dispondrá de los orificios para la entrada de cables de alta y baja tensión. Estos orificios serán partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

☐ Paredes.

Serán elementos prefabricados de hormigón armado capaces de soportar los esfuerzos verticales de su propio peso, más el de los techos, y sobrecargas de éstos, simultáneamente con una presión horizontal de 100Kg/m². Las paredes se unen entre sí mediante la tornillería que garantizará la equipotencialidad entre las diferentes placas.

☐ Techos.

Los techos estarán formados por piezas de hormigón armado y serán diseñados para soportar sobrecargas de 100Kg/m².

La cubierta irá provista de una inclinación del 2% aproximadamente para facilitar el vertido de agua.

Los techos se atornillarán entre sí y se apoyarán sobre las paredes sellándose las uniones mediante masilla de caucho garantizándose así su estanqueidad.

☐ Suelos.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables. A continuación de los suelos, se establecerá el foso en el que se instalarán las celdas. La parte del

foso que no quede cubierta por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas prefabricadas para tal efecto.

☐ **Rejillas De Ventilación.**

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados estarán construidas en chapa de acero galvanizado sobre la que se aplicará una película de pintura epoxy poliéster. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejillas será IP-33. Estas rejillas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

☐ **Puertas De Acceso.**

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Todas las puertas del prefabricado permitirán una luz de acceso de 1.250 mm x 2.400 mm (anchura x altura).

Las instalaciones interiores del edificio son las siguientes:

Fontanería

No se prevé Instalación de agua potable en este edificio

Saneamiento

No se prevé la instalación de recogida de aguas en este edificio

Electricidad

Tomas de corriente tipo shuko de 16 A.

Iluminación de emergencia: aparatos autónomos led de emergencia con 100 lumenes y 90 minutos de autonomía, que garantice al menos 5 lux.

Iluminación normal: luminarias estancas IP-65 led de 2000 lumenes, que garantice al menos 300 lux

Red de tierras: conductor de cobre enterrado de 95 mm² de sección y 8 picas.

Todos los conductores dentro de las canales metálicas irán aislados con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina con aislamiento 0,6/1 KV (tipo RZ1-K (+)), que puede alcanzar una temperatura máxima de 90°C en servicio permanente. Para los tramos empotrados se utilizarán cables con aislamiento ES07Z1-K, con aislamiento 450/750 V.

Estos cables son no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida y cumplirán la norma UNE 21.123 parte 4 o 5 o la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable).

Protección contra Incendios

Se dispondrá de un sistema de extinción manual mediante extintores portátiles de 5 kg de CO₂. Para la detección de incendios se instalará detectores ópticos analógicos conectados a un lazo de detección. Dado que solo se instalarán dos nuevos detectores, se propone la conexión de estos al mismo lazo que estaba conectado el anterior CT parking.

Para la comunicación de alarma en caso de incendio se instalará un pulsador de alarma manuales, y un sistema acústico-visual de aviso de alarma, formado por sirenas bitonales que permitirán la transmisión de alarmas locales y de alarma general.

El éster vegetal utilizado como dieléctrico líquido para los transformadores y obtenido a partir de aceite de semillas, está especialmente formulado para minimizar los riesgos de daño ecológico y contra la salud. Ofrece un elevado punto de combustión y de inflamación, lo que evita la necesidad de instalar sistemas fijos de extinción de incendios en los centros de transformación, de acuerdo con la MIE-RAT 14-4.1.

El Centro de Transformación estará dotado de dos detectores de incendios óptico-térmicos, un pulsador de incendios y una sirena óptico acústica.

4.2.2 APARAMENTA ELECTRICA

El nuevo centro de transformación estará compuesto por una caseta de hormigón prefabricada modular:

- Un transformador de 1000kVA.

- Espacio de reserva para otro transformado de 1000 kVA.
- Dos celdas de entrada de línea
- Una celda para protección de transformadores de interruptor automático..
- Cuadro CGBT con embarrado para 1600 A.

El transformador a instalar será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 230V entre fases y neutro.

Tendrán el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (KNAN), en baño de ester vegetal.

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

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE21428 y al reglamento Europeo (UE) 584/2014 de ECODISEÑO de transformadores, siendo las siguientes:

- | | |
|--|-----------------|
| - Potencia nominal: | 1000 kVA. |
| - Tensión nominal primaria: | 20.000 V. |
| - Regulación en el primario: | +/-2,5%, +/-5%. |
| - Tensión nominal secundaria en vacío: | 420 V. |
| - Tensión de cortocircuito: | 6 %. |
| - Grupo de conexión: | Dyn11. |
| - Nivel de aislamiento: | |

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.

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

(*) Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 150 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RZ1-K, aislamiento 0.6/1 kV,

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

Las celdas de entrada/salida y protección de transformador serán del tipo celda metálica y compartimentada de tipo blindada, de 24 kV, con juego de barras trifásicas de 630 A y 20 kA de poder de corte, con unas dimensiones (650 mm-anchura, 1.600 mm-altura, 950 mm-profundidad), conteniendo en su interior todos los aparatos y materiales debidamente montados y cableados, dotándolas en A.T. y B.T. de comunicaciones con el CNN (concentrador y difusor de comunicaciones con convertidor). Todo ello según especificaciones técnicas. Incluida construcción, suministro, transporte, montaje, conexionado, pruebas y puesta en marcha hasta su perfecto acabado, medida la unidad totalmente terminada, montada y verificada por el fabricante. Incluye embalaje estándar, transporte, seguros, cursillo de explotación y puesta en servicio por personal especializado.

Cada celda de protección de transformador estará compuesta por las siguientes características:

Compartimiento en Media Tensión:

- Cabina tipo 8DAB o similar con 1 Ud. Interruptor automático III de corte al vacío de 24 kV, 630 A con polos de maniobra al vacío y 20 kA de poder de corte, con mando motorizado y bobinado de cierre, apertura y disparo, 12 C/A., contador maniobra, relé antibombeo, (tensión de accionamiento del motor, así como el bobinado de accionamiento 110 Vc/c), con comunicaciones RS-485 para locales y FO de cristal para remotas.

- Relé de mínima tensión auxiliar (48 Vcc), con disparo mecánico, incluido dentro del interruptor, solo para las cabinas que están conectadas a los grupos electrógenos.
- 5 Ud. Contactos auxiliares, asociados al interruptor automático.
- 1 Ud. Seccionamiento III de tres posiciones (cierre/apertura y puesta a tierra), integrado en la cuba soldado herméticamente
- 3 Ud. Contactos auxiliares, asociados al seccionador de tierras.
- Diagrama mímico serigrafiado en la puerta, identificando el esquema unifilar de la cabina.
- 6 Ud. Transformador de intensidad de aislamiento en resina apoxi para la medida, $U_n = 24 \text{ kV.}$, relación hasta XXX/5-5 A., con doble secundario 15 VA 0,5 FS5 y 15 VA 5P10.
- 3 Ud. Transformadores de tensión 22.500:V3/110:V3 - 110 V3 - 110 V3, 50 VA clase 0,5 - 50 VA clase 0,5 - 50 VA 3P y una resistencia antiferroresonancia.
- Bobina de disparo con contacto del estado de la bobina.

Compartimento de Baja Tensión:

- Las cabinas tendrán seis pilotos (multi-led), en el frontal de las cabinas para indicar el estado del interruptor automático y seccionador de puesta a tierra (87T), con el siguiente código de colores, según la norma UNE en 60204:
 - Verde: Interruptor cerrado.
 - Rojo: Interruptor abierto ó disparado.
 - Negro: prueba de lámparas.
 - Rojo: Falta de tensión auxiliar.
 - Amarillo: Seccionador de tierra cerrado
- Las cabinas tendrán dos pulsadores sin iluminación:
 - Rojo: Abertura del interruptor principal.
 - Amarillo: Cierre del interruptor principal.
- Las cabinas tendrán unos pulsadores con iluminación de led (multi-led).
 - Azul: Acción desbloqueo del rele 86.
 - A este pulsador tendrá un soporte trasparente y resistente utilizado para bloquear la botonera estando la parte frontal bloqueado de 22,5 a 30,5 mm de diámetro de SISTER SUFT ó equivalente.
- Las cabinas un conmutador de llave:

- Selector de 20 A., con dos posiciones LOCAL-REMOTO, con llave (se puede sacar la llave solamente en la posición local), tipo VY20/D122/ST de DICOESA ó equivalente.
- 1 Ud. Analizador de red digital del tipo “B”, tipo CVM-C10, según el punto 5.4.3.
- 1 Ud. Relé de multiprotección SIPROTEC 7SJ80 o equivalente, con comunicaciones RS-485 para locales y FO para remotas. Los elementos de protección podrán ser modificados por la Dirección de obra, en función de las necesidades de la Obra. El equipo de protección y medida deben ser montados de forma independientes tanto la fuente de alimentación como su equipo de comunicaciones, aunque la alimentación exterior sea única y segura (equipo de 110 ó 48 Vcc), con comunicaciones RS-485 para locales y FO para remotas.
- 6 Ud. Módulos de diodos tipo SKMD 100/6, para la alimentación en continua de 48 Vcc. Disipador, K3 -120 mm fresado y mecanizado para el semopack SKMD 100. Silicona antihumedad extraordinaria resistencia a las temperaturas, desde muy bajas hasta muy altas gran durabilidad excelente aislamiento eléctrico gran efecto de repelencia al agua que permite la hidrofugación de muchos soportes orgánicos y minerales toxicidad prácticamente nula.
- 2 Ud. Placa pasa muros de 24 kV.
- 10 Ud. Interruptor automático II de 10 A para sistema auxiliares, con contactos de estado, tipo C60H, Ref 24725 de M.GERIN ó equivalente.
- 5 Ud. Interruptor automático II de 10 A para sistema internos de la cabina, con contactos de estado, tipo C60H, Ref 24725 de M.GERIN ó equivalente.
- 2 Ud. Conmutador de mando y señalización (con lámpara) de 2 posiciones ABRIR-CERRAR, tipo CP5/C1-A1/C1-C1 de DICOESA ó equivalente.
- 2 Ud. Relé auxiliar desenchufable de RELECO ó equivalente.
- 2 Ud. Relé basculante de enclavamiento de (función 86) ARTECHE ó equivalente.
- 1 Ud. Seccionador III de puesta a tierra, accionado manual, cierre brusco, poder de cierre 63 kA de cresta.
- 2 Ud. Contactos auxiliares del seccionador de puesta a tierra de 24 kV.
- 9 Zócalos de cono interno tamaño 3 PFISTERER.
- 3 Zócalos de cono interno tamaño 2 PFISTERER.

- 6 Conectores T3 PFISTERER.
- 3 Tapones T3 PFISTERER
- 3 Conectores T2 PFISTERER.
- 6 conectores acodados correctos para los transformadores de tensión.
- 1 Ud. Sistema de presencia de tensión capacitiva para las tres fases según normas EC 61243-5, tipo VOIS de KRIES ó equivalente, colocado en el frontal de la cabina con capacidad de detección $>< 10\%$ de U_n , sin indicación por falta de tensión, con bornas para la medida exterior de tres fases y neutros y tapón para estos conectores, de Dimensiones (hxwx) 48x96x37 mm., temperatura de operación -25°C to $+70^{\circ}\text{C}$.
- 2 Ud. Caja de bornas de ensayo de 7 circuitos tipo DAV-S de CLAVED o equivalente.
- 8 Ud. Contactos auxiliares (0-F).
- 2 Ud. Circuito de alumbrado.
- 2 Ud. Circuito de calefacción de 100 W.
- 2x50 Ud. Borna de control tipo 115.118 de DICOESA ó equivalente.

Enclavamientos:

- 1 Ud. Enclavamiento con la cabina aledaña para el mantenimiento del cableado de unión.
- 1 Ud. Enclavamiento con llave y cerraderas amaestradas, entre el seccionador de puesta a tierra y la puerta o chapa delantero o trasero de acceso a equipamiento en tensión (barras, trafos etc).
- 1 Ud. Enclavamiento con llave y cerradura amaestrada y/o anillado de seguridad para el enclavamiento entre interruptor automático y seccionador de puesta a tierra con la cabina asociada.
- 1 Ud. En caso de protección del transformador, existirá un enclavamiento eléctrico entre las cabinas aguas arriba y aguas abajo.
- 1Ud. En caso de protección del transformador, existirá un enclavamiento por medio de llaves entre cabina, puerta de acceso al trafo y cabina de protección aguas abajo.
- 6 Ud. Juego de cerraduras montadas para establecer los enclavamientos entre interruptor y seccionador de puesta a tierra de la propia cabina, y el enclavamiento entre cabina de entrada de línea y seccionador de poste ubicado a las afueras de la Central Eléctrica.

Todas las maniobras de enclavamiento deberán ser aprobadas por la D.F antes de encargas las cerraduras a fábrica.

Otros equipos:

- Incluyendo embarrado general de redondo de cobre, preparado para conducir 630 A. (como mínimo), recubierto con aislamiento, capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a 31,5 kA. Durante 3 segundos.
- Incluyendo pletina de cobre electrolítico de 40x5 mm., para puesta a tierra de la instalación.
- Incluyendo pequeño material.
- Incluyendo compartimento de control, conteniendo en su interior toda la aparamenta y materiales debidamente montada y cableada, tanto en A.T. como en B.T. y comunicaciones con el armario de control, incluso construcción, suministro, transporte, montaje, conexionado, pruebas y puesta en marcha hasta su perfecto acabado, medida la unidad totalmente instalada y conexionada. Todo ello según especificaciones indicadas en el pliego de prescripciones técnicas correspondientes.

Trabajos de montaje:

- Trabajos de trasporte, seguro y descarga hasta el punto de posicionamiento proyectado, incluyendo mano de obra, maquinaria para el trasporte tanto mecánica como de otro tipo.
- Incluido montaje, nivelación, cosido, realización de ensayos y verificación del correcto funcionamiento del aparellaje y enclavamiento. Incluye material y medios auxiliares para conexión a red de tierra con cable de cobre desnudo de 50 mm² y p.p. de materiales y montaje de sistemas de alimentación auxiliar para maniobra y protección, de acuerdo con las prescripciones técnicas. El trabajo se realizará en el horario acordado entre la dirección facultativa y el aeropuerto. Incluso parte proporcional por trabajos nocturnos o en días festivos. Medida la unidad completamente montada, cableada y pruebas realizadas.

Dentro del CT se incluirán los elementos básicos de seguridad necesarios. Los elementos a instalar son:

- La señalización en la puerta del CT y todos los accesos que pueda tener con el triángulo de riesgo eléctrico con un cartel que contenga las siguiente frase: Alta Tensión Peligro de muerte, en la lengua o lenguas del lugar.

- En el interior del CT en un lugar bien visible un cartel con las instrucciones necesarias para realizar la reanimación cardiopulmonar y un cartel bien visible que recuerde a todo el personal que deba operar en las instalaciones las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones de este tipo.
- Pértigas y banqueta aislante
- Un cartel indicador de las instrucciones de maniobra de los aparatos alojados en el CT o el procedimiento de maniobras, salvo aquellos en que ya venga especificado en los propios equipos.
- Un esquema unifilar del CT: su alimentación (entrada en Alta Tensión) y qué alimenta (salida o salidas), además de los esquemas de las instalaciones auxiliares.
- Par de guantes aislantes para AT
- Si es el caso, fusibles de AT y/o BT de repuesto.
- Manta ignífuga.
- Verificador óptico de tensión

4.2.3 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

4.2.3.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

4.2.3.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito

$$I_{cc(din)} = 36,085 \text{ Ka}$$

4.2.3.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

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

- $I_{cc(ter)} = 14,434 \text{ kA}$.

4.2.4 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

Aunque los cálculos asumen que para 235A corresponde una sección de 95mm² AL se instalará 150mm² de acuerdo con los cálculos de la sección.

4.2.5 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

4.2.6 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

4.2.6.1 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

4.2.6.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 300 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

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

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

- | | |
|----------|--|
| I_d | intensidad de falta a tierra [A] |
| R_t | resistencia total de puesta a tierra [Ohm] |
| V_{bt} | tensión de aislamiento en baja tensión [V] |

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 300 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 33,3333 \text{ Ohm}$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

- $K_r \leq 0,2222$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/42

- Geometría del sistema: Picas alineadas

- Distancia entre picas: 3 metros
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,104$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0184$
- De la tensión de contacto $K_c = 0$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

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

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

donde:

- K_r coeficiente del electrodo
- R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 15,6 \text{ Ohm}$$

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

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

4.2.6.3 CÁLCULOS DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

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

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 4680 \text{ V}$$

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

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

donde:

K_c coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_c tensión de paso en el acceso [V]

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

4.2.6.4 CÁLCULOS DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 828$ V en el Centro de Transformación

4.2.6.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 1$ s

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 6313 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_o^r}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R_o^r resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 15.461 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 828 \text{ V} < V_p = 6313 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'p(acc) = 0 \text{ V} < Vp(acc) = 15.461 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 4680 \text{ V} < Vbt = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot Ia = 100 \text{ A} < Id = 300 \text{ A} < Idm = 300 \text{ A}$$

4.2.6.6 TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 7,162 \text{ m}$$

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

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

5 FILTRO DE ARMÓNICOS

Estimación de filtro de armónicos:

Para el aparcamiento público y empleados necesitamos 154,8 kW. Considerando que los armónicos puedan llegar a ser del 40% en intensidad respecto al total, entonces:

$$I_{arm} = I_{cargadores} \cdot 0,4 = (154800 / (\sqrt{3} \cdot 400)) \cdot 0,4 = \mathbf{89,37 \text{ A}}$$

Se considera un 30% de margen por posibles ampliaciones

Por lo que se podría considerar un filtro de armónicos de 200 A. Serán modulares para su posible ampliación en caso de que después del estudio se viera que el factor de distorsión armónica THD sea otro.

6 CÁLCULO DE POTENCIA REACTIVA

Para el cálculo de la potencia reactiva se empleará la siguiente expresión

$$Q_T = \frac{k}{100} * S_N + \frac{U_{cc}}{100} * S_N * \left(\frac{S}{S_N}\right)^2$$

Qt = Potencia Reactiva

k = índice en vacío (0,5 a 1,5)

Sn = Potencia nominal del transformador

Ucc = Tensión cortocircuito

S = Potencia simultánea

Sustituyendo los valores tenemos:

$$Q_T = \frac{1}{100} * 1000 + \frac{6}{100} * 1000 * \left(\frac{754.80}{1000}\right)^2 = 44,18 \text{ kVA}$$

Se propone la instalación de una batería de condensadores de 60 KVAR/400 V (50Hz) con escalones de 2x10+2x20 de dimensiones 710x754x258 (H x A x P)