

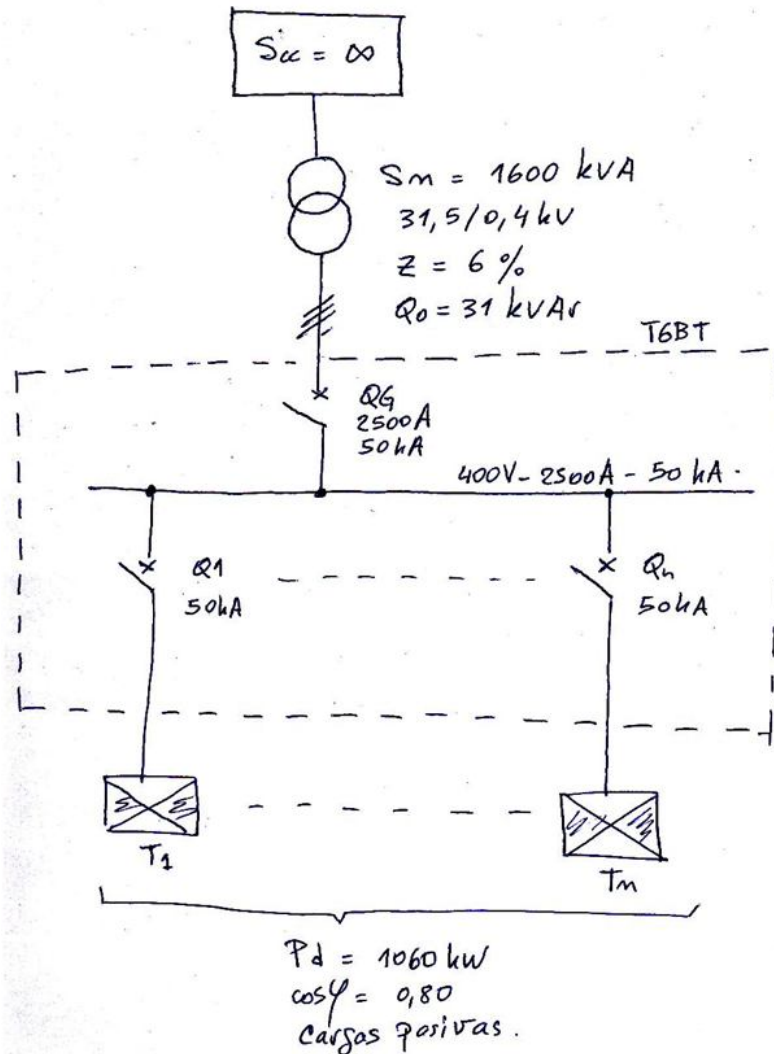
## Examen de Instalaciones Eléctricas – 26/07/13

### Importante:

Escribir nombre y CI en todas las hojas.  
Numerar todas las hojas x/y, siendo x: nº de hoja e y: nº total de hojas.  
Cada pregunta o ejercicio comienza en una hoja nueva.  
Escribir sobre una sola carilla.

### Ejercicio

Se tiene el diagrama unifilar de una planta industrial alimentada en MT de la Red de UTE:



- 1) Se proyecta ampliar la planta para lo cual se piensa agregar un tablero de fuerza motriz (TFM) de las siguientes características:

$P_d = 450 \text{ kW}$  (Potencia demandada por el tablero TFM)

$\cos \phi = 0,83$

$x = 20\%$

Hipótesis = a los efectos del cortocircuito considerar en el modelo equivalente del motor

$P_d =$  Potencia instalada.

- a) Determinar si en las condiciones actuales se puede agregar dicha carga.

- b) En caso de que en las condiciones actuales no se pueda, indicar que se podría hacer en la instalación sin cambiar el transformador de potencia y dimensionar la solución propuesta.
- 2) Si pensando en ampliaciones futuras de carga, el encargado de la planta plantea que es mejor cambiar el Transformador de Potencia por uno de 2000 kVA con las mismas características que el actual. Analizar si se puede en las condiciones actuales de la instalación.
  - 3) Indicar cuáles deben ser las características del transformador a comprar de 2000kVA y que cambios haría en la instalación, de manera de no tener que reformar el TGBT actual. Dibujar el nuevo Unifilar de cómo quedaría la instalación.
  - 4) Dimensionar el cable de alimentación del nuevo tablero TFM, indicando en el unifilar conductor, aislamiento y formación.

Método instalación = F, cables unipolares tendidos en bandeja perforada  
 Temperatura ambiente = 25 °C  
 Nº circuitos existentes en la bandeja = 5

### Pregunta 1

Se tiene una instalación industrial en la cual se debe proyectar la instalación de puesta a tierra.

- a) ¿Conectaría las masas a tierra? ¿Por qué? En caso afirmativo, de ejemplos de masas que conectaría a tierra.
- b) Si el terreno donde se implantará la instalación fuera tierra negra húmeda, a priori, ¿cuál de estos tres valores de resistividad entiende se correspondería con dicho terreno?
  - 500 ohm.m
  - 80 ohm.m
  - 100000 ohm.m
- c) Indique y explique un procedimiento para obtener dicha resistividad del terreno.
- d) Diseñe la puesta a tierra de la instalación, si se pretende que la misma sea <10 Ohm. Utilice el valor de resistividad elegido en b), jabalinas de 1" de diámetro y 2m de largo, y conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup>. Indique posibles soluciones.

$$R_{s,j} = \frac{\rho_g}{2\pi L} \ln \left( \frac{4L}{d} \right)$$

Espacimientos	L = 2m		d = 1"		R <sub>i</sub> haste = 0,458ρ <sub>a</sub>			
	2m	3m	4m	5m				
Número de Hastes	R <sub>eq</sub> [Ω]	K	R <sub>eq</sub> [Ω]	K	R <sub>eq</sub> [Ω]	K	R <sub>eq</sub> [Ω]	K
2	0,264ρ <sub>a</sub>	0,577	0,254ρ <sub>a</sub>	0,554	0,248ρ <sub>a</sub>	0,542	0,244ρ <sub>a</sub>	0,534
3	0,192ρ <sub>a</sub>	0,420	0,180ρ <sub>a</sub>	0,394	0,174ρ <sub>a</sub>	0,380	0,170ρ <sub>a</sub>	0,371
4	0,153ρ <sub>a</sub>	0,335	0,142ρ <sub>a</sub>	0,309	0,135ρ <sub>a</sub>	0,296	0,131ρ <sub>a</sub>	0,287
5	0,129ρ <sub>a</sub>	0,281	0,117ρ <sub>a</sub>	0,257	0,111ρ <sub>a</sub>	0,243	0,108ρ <sub>a</sub>	0,235
6	0,111ρ <sub>a</sub>	0,243	0,101ρ <sub>a</sub>	0,220	0,095ρ <sub>a</sub>	0,207	0,091ρ <sub>a</sub>	0,200
7	0,099ρ <sub>a</sub>	0,215	0,088ρ <sub>a</sub>	0,193	0,083ρ <sub>a</sub>	0,181	0,080ρ <sub>a</sub>	0,174
8	0,089ρ <sub>a</sub>	0,194	0,079ρ <sub>a</sub>	0,173	0,074ρ <sub>a</sub>	0,161	0,071ρ <sub>a</sub>	0,154
9	0,081ρ <sub>a</sub>	0,176	0,071ρ <sub>a</sub>	0,156	0,067ρ <sub>a</sub>	0,145	0,064ρ <sub>a</sub>	0,139
10	0,074ρ <sub>a</sub>	0,162	0,065ρ <sub>a</sub>	0,143	0,061ρ <sub>a</sub>	0,133	0,058ρ <sub>a</sub>	0,126
11	0,069ρ <sub>a</sub>	0,150	0,060ρ <sub>a</sub>	0,132	0,056ρ <sub>a</sub>	0,122	0,053ρ <sub>a</sub>	0,116

## Pregunta 2

Considerando el siguiente circuito en donde está instalado un interruptor automático de riel DIN alimentando una carga:

Datos del interruptor automático A:

$U_n$  (Vca) – Tensión nominal

$I_n$  (A) – Corriente nominal

$I_{cu}$  (kA) – Poder de interrupción

$I_m = 10 \times I_n$  (A) – Corriente de regulación de disparo magnético

Datos de la instalación

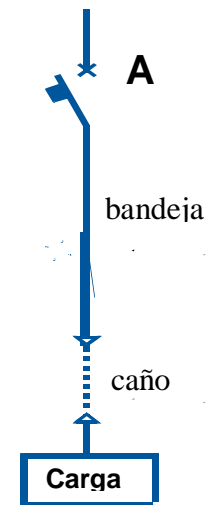
Cables de cobre XLPE, largo  $L$  (m) y sección  $S$  (m<sup>2</sup>)

$I_{z1}$  (A), instalación en bandeja.

$I_{z2}$  (A), instalación en caño.

$I_{z2} < I_{z1}$

$I_b$  (Corriente de diseño)



- Defina  $I_n$  y  $I_{cu}$  de un interruptor automático.
- ¿Qué condiciones debe cumplir el interruptor A para asegurar la protección del circuito contra sobrecargas y cortocircuitos? Defina y explique claramente cada condición.
- ¿Qué otro tipo de dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos se puede utilizar?. Indicar al menos tres desventajas de usar dichos dispositivos de protección.

## Pregunta 3

- Dibujar el esquema unifilar de un banco automático de compensación de reactiva de 6 pasos, indicando expresamente las conexiones del controlador del banco, tomando como base el diagrama unifilar de la figura del ejercicio.
- Dimensionar los pasos y las protecciones del banco dibujado en la parte a) de forma de no recibir penalización por parte de la empresa distribuidora de energía. Recuerde que la medida de energía es en MT.  
Datos: Condensadores disponibles: 5, 10 15, 20 y 30kVAr  
El fabricante admite la conexión de hasta 3 condensadores en paralelo.
- Reviendo la solución diseñada, se cree más conveniente emplear un paso fijo además del banco automático de 6 pasos. Seleccionar el valor del paso fijo, fundamentando la elección, y redimensionar los pasos del banco automático de manera acorde.
- Los contactores empleados para comando de los condensadores son especiales. Indicar cuál es la diferencia fundamental con un contactor para comando de motores e indicar que es lo que se busca evitar con este diseño.

... — □

TABLA A. 52-1 bis:  
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
A2		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C			XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
B1					PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C			
B2				PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C					
C						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E							PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C	
F								PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C
Cobre	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713	
Aluminio	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	82
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
	240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461
300	-	-	-	285	313	343	383	400	429	462	494	558	

NOTAS: Con fondo gris, figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios).

Los valores en cursiva no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la norma UNE 20460-5-523.

## \* Método D

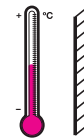
	Sección mm <sup>2</sup>	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20,5(1)	27,5(1)	36(1)	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17(1)	22,5(1)	29(1)	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5(1)	32,5(1)	42(1)	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21(1)	27,5(1)	35(1)	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2						70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3						58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

(1) No permitido.

Sobre la base de estas expresiones se han obtenido los factores de corrección que se indican a continuación:

**TABLA 52-D1:**

Aislamiento	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

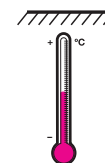


Luego, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 40 °C, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambiente más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones antiguas se añaden nuevos circuitos a los ya existentes. Si no se tiene en cuenta la mayor temperatura ambiente que suponen estos nuevos cables y se reduce la carga de los circuitos antiguos se pueden producir sobrecalentamientos peligrosos para la instalación. En estos casos hay que recalcular las intensidades de cada circuito teniendo en cuenta el agrupamiento final resultante.

**TABLA 52-D2:**

**FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DEL TERRENO DIFERENTES DE 25 °C A APLICAR PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS)**

Aislamiento	Temperatura del terreno ( $\theta_g$ ) (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,05	1,00	0,97	0,93	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39



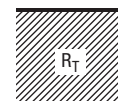
**FACTORES DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD DEL TERRENO**

Una importante novedad de la nueva versión de la UNE 20460-5-523 es considerar la resistividad estándar del terreno de 2,5 K-m/W frente a 1 K-m/W (referencia anterior), lo que supone una drástica reducción de las intensidades admisibles en cables enterrados en instalaciones interiores o receptoras (las que no son redes de distribución) frente al método que se venía utilizando hasta ahora proveniente de la ITC-BT- 07 que a su vez ha sido redactada basándose en la UNE 20435.

**TABLA 52-D3:**

**FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS) EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K-m / W**

Resistividad térmica K-m / W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96



**FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO**

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

Por esta razón, la Norma UNE 20-460-5-523 incluye la tabla A.52-3 en la que se reseñan los factores de corrección a considerar cuando en una canalización se encuentran juntos varios circuitos o varios cables multiconductores. Estos factores deben utilizarse para modificar las intensidades indicadas en la tabla A.52-1 bis o en la tabla básica simplificada antes citada.

**TABLA A. 52-3:**

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o conducto o grapados sobre una superficie al aire)	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	

