

Instalaciones Eléctricas – Examen 7-2-19

Indicaciones:

Escribir nombre y CI en todas las hojas.

Numerar todas las hojas con el formato x/y, siendo “x” el nº de hoja e “y” el nº total de hojas.

Comenzar a responder cada pregunta y ejercicio en una hoja nueva. Escribir solamente de un lado de cada hoja.

Entregar las hojas dobladas por pregunta/ejercicio y con el nombre visible.

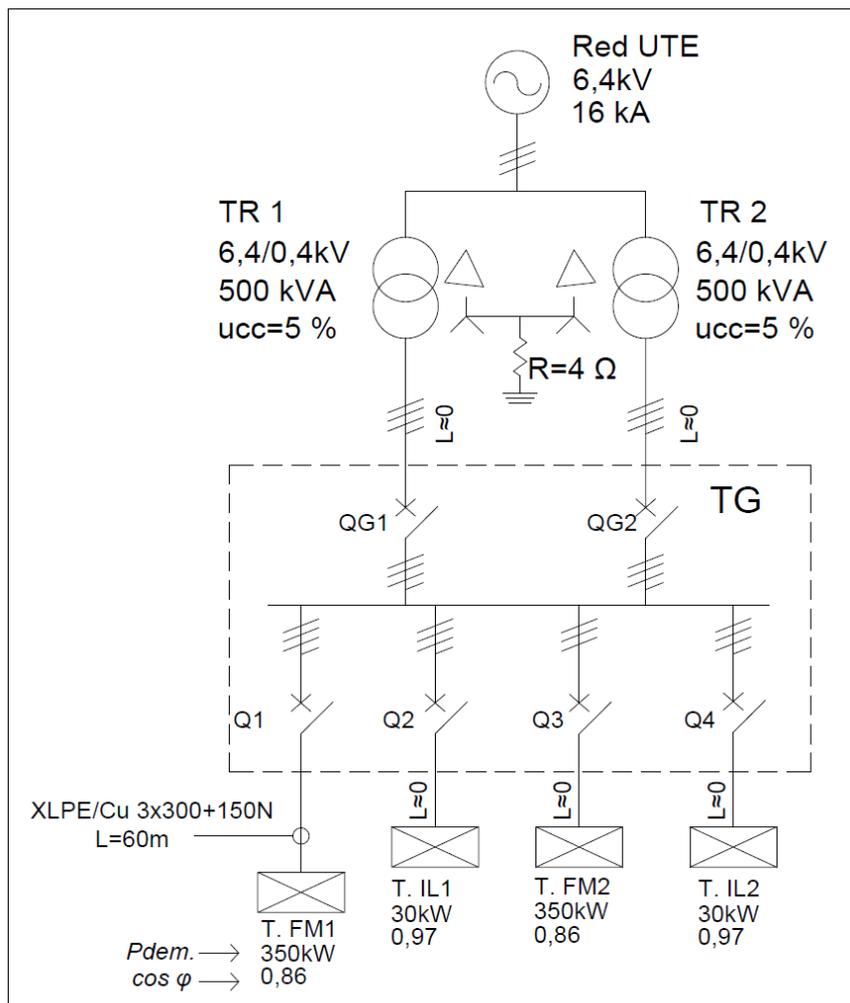
El uso de teléfono durante la prueba conllevará el inmediato retiro de la misma.

Condiciones mínimas de aprobación:

1. Obtener al menos un 75% del puntaje total del ejercicio, y
2. Obtener al menos un 75% del puntaje en 2 de las 3 preguntas u obtener un 50% en cada una de las 3 preguntas.

Ejercicio (24ptos)

Una planta industrial actualmente se alimenta en MT (6,4kV) y presenta la instalación que se muestra a continuación:



- a) Calcule la potencia demandada por la instalación.

- b) Calcular los Poderes de Corte de todos los interruptores de la planta. Desprecie las pérdidas en el cobre de los transformadores.

Considere para los conductores:

$$\rho(\text{Cu})=0,0222\Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

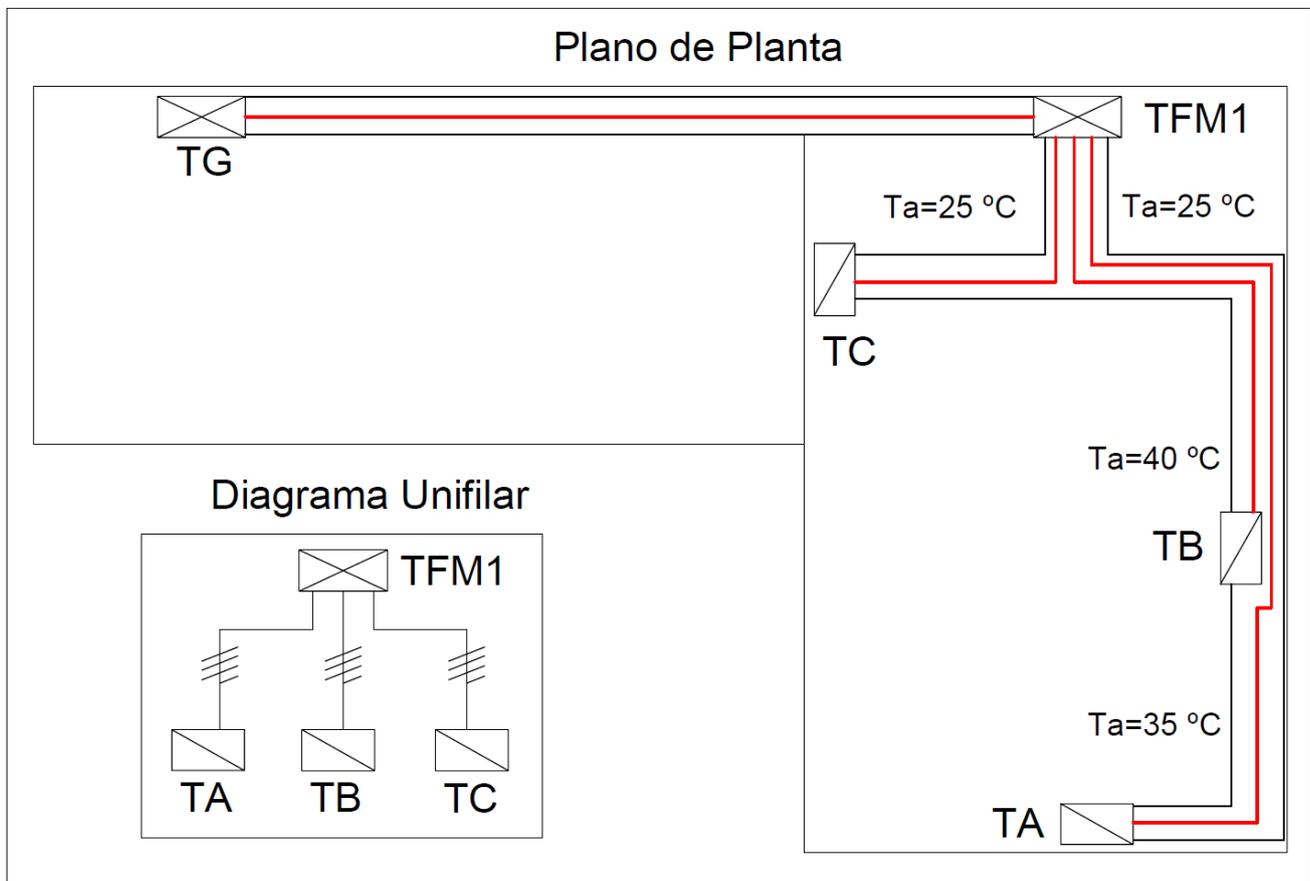
$$\rho(\text{Al})=0,028\Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

$$x(\text{Cu})=x(\text{Al})=0,09\text{m}\Omega/\text{m}.$$

Siempre que exista neutro: $S_{\text{neutro}}=S_{\text{fase}}/2$

Considere para cargas de tipo motriz: $x_m=20\%$.

- c) Debido a que la red de MT que alimenta la planta se encuentra en una zona que esta migrando la tensión en MT de 6,4kV para 22kV, se decide eliminar el trafo 2 y sustituir el trafo 1 por uno de tensión nominal primaria 22kV. Seleccione el trafo a instalar considerando una previsión de aumento en la potencia demandada del 10%. Se adjunta catalogo de transformadores.
- d) Considerando finalizadas las obras descritas en la parte anterior y que la S_{cc} en el punto de conexión asociado al nuevo nivel de tensión tiene un valor de 950MVA, calcule el Poder de Corte que deberá tener el interruptor general de la nueva instalación.
- e) Se sabe que el tablero TFM1 alimenta 3 cargas de tipo motriz (TA, TB, TC) y que las canalizaciones llevan los conductores a las cargas mediante bandejas perforadas (Método F). En el siguiente plano se indican los circuitos mencionados, las canalizaciones y la temperatura ambiente esperada en cada tramo de bandeja:



Diseño por criterios de corriente admisible y caída de tensión el cable entre el tablero TFM1 y TA considerando que:

- TA demanda 200kW con $\cos \varphi = 0,84$.
- el recorrido del cable mide 76m
- la aislación del cable será XLPE
- el material conductor del cable será Al
- Se adjuntan tablas de corriente admisible y factores de corrección

f) Plantee (numéricamente) las condiciones que debe cumplir el interruptor del tablero TFM1, que protege el cable diseñado en la parte anterior, asociadas a:

- la detección de sobrecargas.
- La detección de cortocircuitos

g) Asumiendo que se compensó localmente con $\cos \varphi$ unitario el tablero TA, determine el valor del banco de capacitores Q_c a instalar en el Tablero General de forma de obtener un factor de potencia de 0,95 en el Puesto de Conexión y Medida de la empresa distribuidora.

electrical characteristics																
rated power (kVA) ⁽¹⁾		100	160	250	315*	400	500*	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
rated voltage	primary ⁽¹⁾	22 kV														
	secondary at no-load ⁽¹⁾	400 V between phases, 231 V phase to neutral														
rated insulation level ⁽³⁾	primary	24 kV														
HV tapping range (off voltage)		$\pm 2.5\%$ or $\pm 5\%$ or $\pm 2.5\% \pm 5\%$ ⁽¹⁾														
vector group		Dyn 11 ⁽¹⁾ (delta ; star neutral brought-out)														
losses (W)	no-load	210	460	650	800	930	1100	1300	1220	1470	1800	2300	2750	3350	4380	
	load ⁽²⁾	2150	2350	3250	3900	4600	5500	6500	10700	13000	16000	20000	25500	32000	33000	
rated impedance voltage (%) ⁽²⁾		4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	7	
no load current (%)		2.5	2.3	2.1	2	1.9	1.9	1.8	2.5	2.4	2.2	2	1.9	1.8	1.7	
voltage drop at full load (%)	P.F. = 1	2.21	1.54	1.37	1.31	1.22	1.17	1.11	1.51	1.47	1.45	1.42	1.45	1.45	1.29	
	P.F. = 0.8	3.75	3.43	3.33	3.30	3.25	3.22	3.17	4.65	4.63	4.62	4.60	4.61	4.62	5.11	
efficiencies (%)	load 100%	P.F. = 1	97.69	98.27	98.46	98.53	98.64	98.70	98.78	98.53	98.57	98.60	98.63	98.61	98.61	98.83
	load 100%	P.F. = 0.8	97.13	97.85	98.09	98.17	98.30	98.387	98.48	98.17	98.22	98.25	98.29	98.27	98.26	98.54
	load 75%	P.F. = 1	98.14	98.54	98.70	98.75	98.84	98.89	98.96	98.81	98.84	98.86	98.88	98.87	98.87	99.04
	load 75%	P.F. = 0.8	97.69	98.18	98.37	98.44	98.56	98.62	98.71	98.51	98.56	98.58	98.61	98.60	98.60	98.80
noise level dB(A)	acoustic power L_{WA}	53	59	62	64	65	67	67	68	68	70	71	72	74	74	
	acoustic pressure L_{pA} at 0.3m	42	48	50	52	53	54	54	55	55	56	58	58	59	59	

...—┐
 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 ²	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 ²	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
	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 (θ_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 (θ_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	



Pregunta 1)

- a) Indique qué se entiende por “choque eléctrico”
- b) Definir contacto directo y contacto indirecto.
- c) Indicar cuales son las medidas de protección completas (aplicables a todo tipo de locales) que garantizan la protección contra los contactos directos.

En el marco de una inspección de seguridad de una instalación se realizan las siguientes observaciones:

- i. Algunos tableros están sin puertas y con las partes activas accesibles.
 - ii. Las carcasas metálicas de algunos motores no están conectadas a tierra.
- d) Indicar en cada caso si se trata de una observación relativa a la protección contra contactos directos o indirectos. Justifique su respuesta.

Pregunta 2)

- a) Se desea conocer la resistividad del terreno, a diferentes profundidades ($p=4m$, $p=10m$, $p=20m$) bajo un punto X sobre el suelo.
Indique qué método propondría para obtener dichos valores en forma aproximada, y detalle claramente el procedimiento de medición, indicando las configuraciones de picas, las distancias, y la relación entre el parámetro medido por el instrumento y el valor de la resistividad.
- b) En una instalación de PAT existente, se desea medir el valor de la resistencia, desde la toma principal de tierra. Detalle claramente el procedimiento de medición, indicando las configuraciones de la picas, las distancias, y la relación entre el parámetro medido por el instrumento y el valor de la resistencia.

Pregunta 3)

- 1) Describa brevemente el funcionamiento de una lámpara fluorescente tradicional de mercurio a baja presión con equipo auxiliar electromagnético. Indique todos los componentes del circuito.
- 2) Describa brevemente el funcionamiento de una lámpara LED operada por un equipo auxiliar que brinda las máximas prestaciones posibles. Indique cuáles son esas prestaciones.
- 3) Indique tres* motivos tecnológicos** por los cuales Ud. sustituiría una lámpara de mercurio de baja presión como la de (1) por una lámpara LED como la de 2).

* Se corregirán los tres primeros en caso que Ud. indique más de tres motivos.

** No vale decir que una cuesta más o menos dinero.