

# Instalaciones Eléctricas – Examen 11-07-19

## Indicaciones:

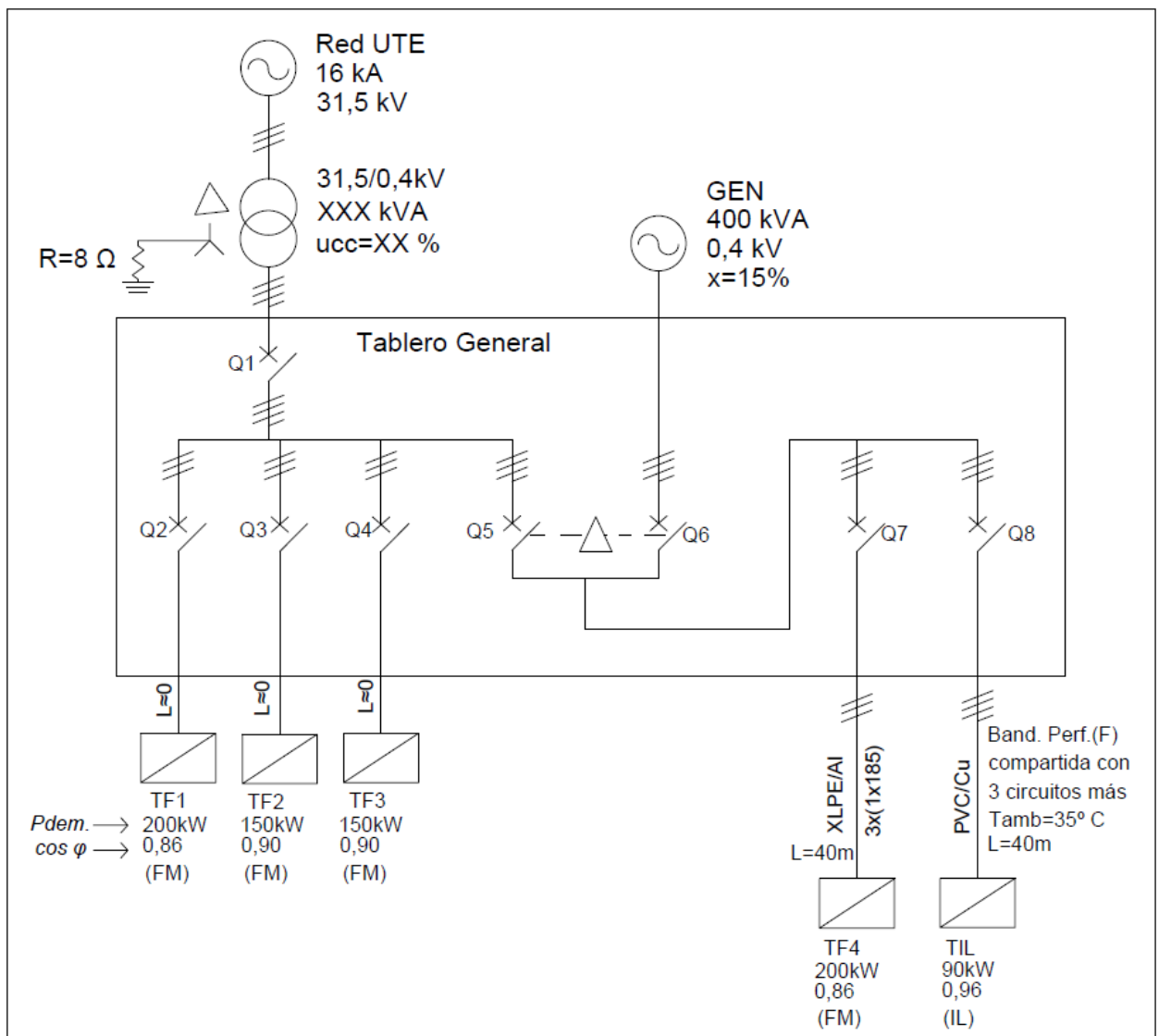
- Escribir nombre y CI en todas las hojas.
- Numerar todas las hojas con el formato x/y, siendo “x” el nº de hoja e “y” el nº total de hojas.
- Comenzar a responder cada pregunta y ejercicio en una hoja nueva. Escribir solamente de un lado de cada hoja.
- Entregar las hojas dobladas por pregunta/ejercicio 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 (31,5kV) y presenta la instalación que se muestra a continuación:



- a) Calcule la potencia demandada por la instalación.
- b) Seleccione el trafo a instalar considerando una previsión de aumento en la potencia demandada del 10%. Se adjunta catalogo de transformadores.
- c) Calcular los Poderes de Corte de todos los interruptores de la planta. Desprecie las pérdidas en el cobre del transformador.

Considere para los conductores:

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

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

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

Criterio de diseño – cable de neutro

En Cu:  $S_f \leq 16\text{mm}^2$  en Cu,  $S_n=S_f/2$  /  $S_f > 16\text{mm}^2$  en Cu,  $S_n=S_f/2$

En Al:  $S_f \leq 25\text{mm}^2$  en Al,  $S_n=S_f/2$  /  $S_f > 25\text{mm}^2$  en Al,  $S_n=S_f/2$

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

Despreciar el largo de los conductores entre: - el trafo y el TG

- el TG y TF1,TF2,TF3

- el TG y grupo generador

- d) Se sabe que el tablero TIL alimenta 3 tableros de iluminación (TIL1, TIL2, TIL3) y que las canalizaciones llevan los conductores a las cargas mediante bandejas perforadas (Método F). También se conocen las caídas de tensión máxima entre estos tableros y las cargas que alimentan (ver diagrama unifilar).

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

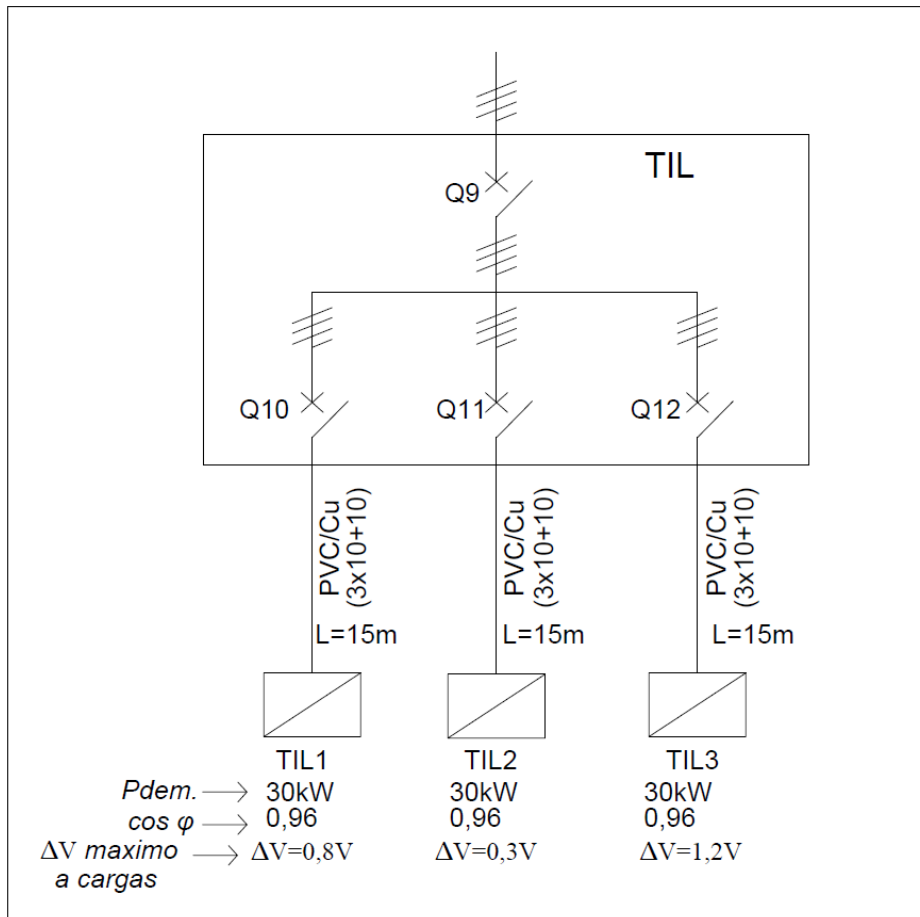
- TIL demanda 90kW con  $\cos \varphi= 0,96$ .

- el recorrido del cable mide 40m

- la aislación del cable será PVC

- el material conductor del cable será Cu

- Se adjuntan tablas de corriente admisible y factores de corrección



- e) Plantee las condiciones que debe cumplir el interruptor del Tablero General que protege el cable diseñado en la parte anterior (Q8). En caso de ser posible, exprese también las condiciones anteriores numéricamente.

...—|

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 <sup>(1)</sup>	27,5 <sup>(1)</sup>	36 <sup>(1)</sup>	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17 <sup>(1)</sup>	22,5 <sup>(1)</sup>	29 <sup>(1)</sup>	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5 <sup>(1)</sup>	32,5 <sup>(1)</sup>	42 <sup>(1)</sup>	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21 <sup>(1)</sup>	27,5 <sup>(1)</sup>	35 <sup>(1)</sup>	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: FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA**

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

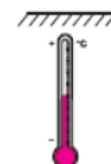


Luego, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 40 °C, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambiente más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones 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 ( $\theta_a$ ) (°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



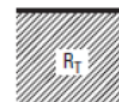
### FACTORES DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD DEL TERRENO

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



## Características eléctricas

36 kV: B<sub>036</sub> B<sub>K36</sub>

Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500(*)	
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	31.5										
	Secundaria en vacío [V]	400										
Grupo de Conexión		Dyn11										
Pérdidas en Vacío - Po [W]	Lista B <sub>036</sub>	650	930	1100	1300	500	1700	2100	2600	3150	3800	
Pérdidas en Carga - Pk [W]	Lista B <sub>K36</sub>	3500	4900	5600	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500	
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4.5	4.5	4.5	4.5	6	6	6	6	6	6	
Nivel de Potencia Acústica LwA [dB]	Lista B <sub>036</sub>	62	65	66	67	68	68	70	71	73	76	
Caida de tensión a plena carga (%)	cosφ=1	1.49	1.32	1.21	1.13	1.22	1.22	1.25	1.24	1.22	1.23	
	cosφ=0.8	3.72	3.62	3.55	3.50	4.47	4.47	4.49	4.48	4.47	4.47	
Rendimiento (%)	CARGA 100%	cosφ=1	98.37	98.56	98.68	98.78	98.78	98.79	98.77	98.79	98.81	98.80
		cosφ=0.8	97.97	98.21	98.35	98.48	98.48	98.50	98.46	98.49	98.51	98.51
	CARGA 75%	cosφ=1	98.62	98.79	98.88	98.96	98.97	99.00	98.98	99.00	99.01	99.01
		cosφ=0.8	98.28	98.49	98.60	98.71	98.72	98.75	98.72	98.75	98.77	98.77

## Dimensiones [mm]

Potencia asignada [kVA]	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
A (Largo)	1376	1537	1622	1592	1932	1997	2007	1922	1965	2093
B (Ancho)	930	941	962	962	1161	1200	1200	1224	1277	1487
C (Alto a tapa)	915	1004	1026	1092	1112	1158	1230	1517	1715	1737
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)	1368	1442	1464	1530	1550	1596	1668	1955	2153	2175
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)	1050	1139	1161	1227	1247	1293	1365	1652	1850	1872
D2 (Alto a BT con Palas)	1149	1238	1287	1353	1445	1491	1563	1886	2084	2167
F (separación MT)	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
H (separación entre BT)	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)	670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (ancho rueda)	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (diámetro rueda)	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)	110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Volumen Aceite [Litros]	260	340	390	410	500	530	550	1000	1200	1400
Peso total [Kg]	1000	1330	1600	1800	2220	2480	2780	3850	4850	5350



**Pregunta 1)**

- a. Explique el principio de funcionamiento de un interruptor diferencial.
- b. Defina el concepto de contacto directo y contacto indirecto. Indique un ejemplo para cada caso.
- c. Defina y haga un diagrama de los sistemas de distribución TT, TN-S e IT.
- d. Indique para que tipo de protección es indicado el interruptor diferencial de sensibilidad 30mA para cada sistema de distribución y justifique su respuesta.

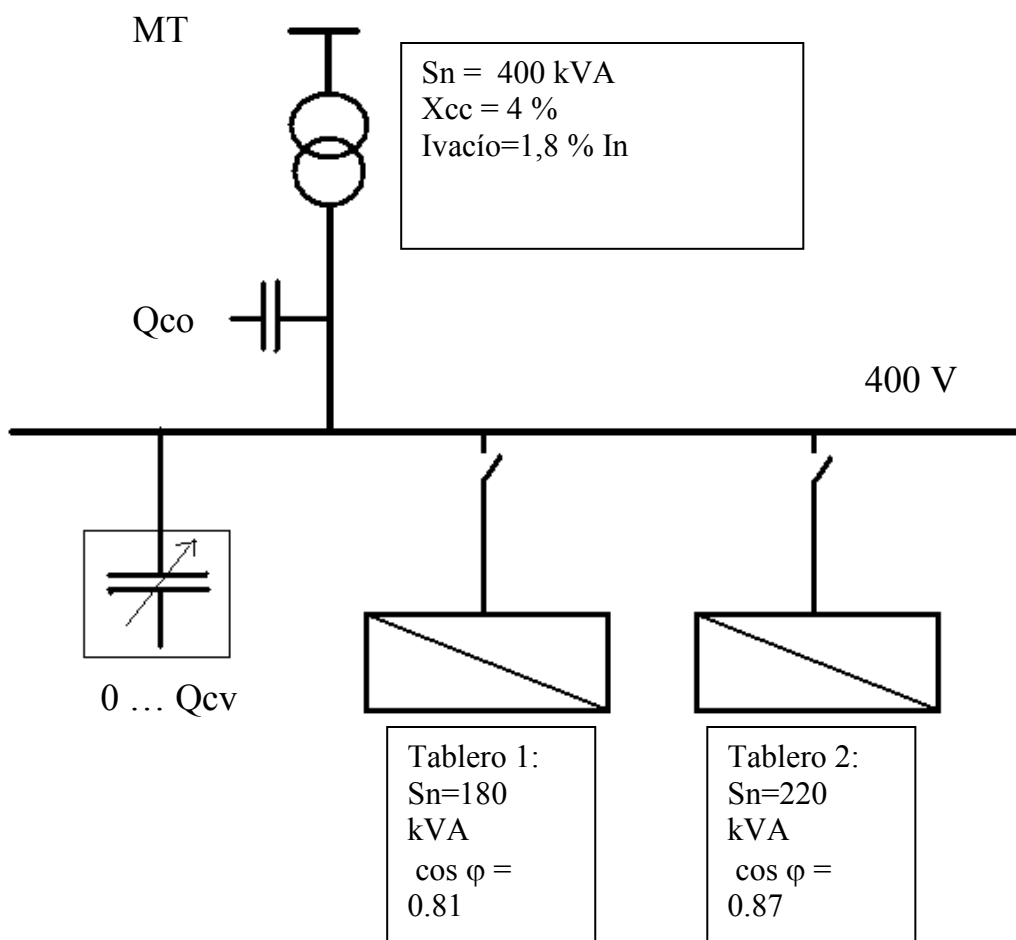
**Pregunta 2)**

- a) Explique el concepto de luminancia.
- b) ¿En qué unidades se mide la luminancia?
- c) Indique cuales de las siguientes afirmaciones son correctas y cuales no lo son. Justifique brevemente.
  - i. La luminancia solo depende de la superficie del objeto de donde proviene la luz.
  - ii. Tiene sentido hablar de luminancia tanto para un objeto que emite luz como para uno que solamente la refleja.
  - iii. La luminancia no está asociada a una dirección.

**Pregunta 3)**

- a) Indique 3 ubicaciones posibles para los condensadores de BT con el objetivo de lograr la compensación de reactiva de una instalación.
- b) Para las ubicaciones de la parte a) indique cuales beneficios aportan a la instalación cada una de las mismas.

La instalación de la figura se alimenta en MT. La compensación de reactiva se compone de una capacidad fija  $Q_{co}$  y un banco de capacidad variable entre 0 y  $Q_{cv}$  (utilizándose en él una cierta cantidad de elementos capacitivos no determinado)



- c) Calcular la reactiva nominal  $Q_{co}$  de manera que se anule la reactiva consumida por la instalación, cuando ambas salidas a los tableros 1 y 2 no están conectadas (se despreciará en este caso la reactiva serie consumida por el transformador).
- d) Calcular  $Q_{cv}$  para que también se anule la potencia reactiva consumida por la instalación, cuando la misma está trabajando a la potencia nominal en cada tablero derivado.