

Nombre:

DNI:

**Hojas a entregar: Hoja de lectura óptica y hoja de examen identificada y rellena****Nota: Únicamente está permitido el uso de cualquier tipo de calculadora.****TIEMPO: 2 HORAS**

Esta Prueba Presencial consta de diez ejercicios. Lea atentamente el enunciado de cada uno de ellos antes de resolverlos. Cada ejercicio tiene una validez de 1 punto. Utilice papel de borrador para resolver los ejercicios que lo requieran. De entre las posibles respuestas propuestas en el ejercicio debe seleccionar la que más se aproxime al resultado que usted haya obtenido y marcarla en la hoja de lectura óptica. No se dará como correcto ningún resultado diferente a los reflejados. El desarrollo de cada problema y los resultados intermedios relevantes deben reflejarse en el espacio marcado detrás de los correspondientes ejercicios del presente examen, que debe identificarse y entregarse conjuntamente con la hoja de lectura óptica. Los ejercicios cuyo desarrollo se solicita y que no lo tengan, o no sea correcto, no se darán como válidos para la nota final.

**Ejercicio 1.** Describa los diferentes tipos de caldera que utilizan las centrales térmicas convencionales, según la tecnología de combustión que utilicen. Su rendimiento, junto con los elementos auxiliares que utilizan es del orden de:

Solución: a) 40 %

b) 50 %

c) 85 %

**d) 90 %**

Desarrollo:

**Ejercicio 2.** Describa cómo se calculan cada uno de los términos de la matriz de admitancias. Cada fila de dicha matriz, representa:

a) La impedancia de cada una de las líneas de la red mallada.

**b) La corriente entrante en el nudo correspondiente a dicha fila cuando se multiplican sus términos por la tensión de los otros nudos conectados a él.**

c) La tensión del nudo correspondiente a dicha fila cuando se multiplican sus términos por la tensión de los otros nudos conectados a él.

d) La potencia entrante en el nudo correspondiente a dicha fila cuando se multiplican sus términos por la tensión de los otros nudos conectados a él.

Desarrollo:

---

**Ejercicio 3.** Indique y justifique en qué situaciones se utiliza el cambiador de tomas de un transformador. Cuando la tensión en el secundario de un transformador cae por efecto de la carga conectada a él, ésta se puede compensar:

- a) **Disminuyendo el número de espiras del primario y manteniendo las del secundario.**
  - b) Disminuyendo el número de espiras del secundario y manteniendo las del primario.
  - c) Aumentando el número de espiras de primario y secundario en el porcentaje correspondiente a la caída de tensión.
  - d) Aumentando el número de espiras del primario y manteniendo las del secundario.
- 

Desarrollo:

---

**Ejercicio 4.** En un transformador trifásico, con tomas en el primario, de características  $5 \pm 5 \times 1\% / 0,4 \text{ kV}$ ,  $100 \text{ kVA}$ , el ensayo de cortocircuito arroja como resultado  $U_{CC} = 250 \text{ V}$  y  $P_{CC} = 800 \text{ W}$ . Despreciando la rama en paralelo del equivalente del transformador y la impedancia de la red de media tensión que alimenta el transformador, determine la toma del transformador a utilizar para mantener la tensión del secundario en el valor mínimo por encima de su valor de tensión nominal cuando alimenta una carga trifásica resistiva de  $90 \text{ kW}$ .

Nota: Considere que los valores positivos de las tomas corresponden a aumento de la relación de transformación y negativos suponen lo contrario.

**Solución:** a) +1                      b) -1                      c) +2                      **d) -2**

---

Desarrollo:

**Ejercicio 5.** El centro de transformación de la industria en el que se ubica el transformador anterior tiene una tierra común con las masas metálicas de utilización de la industria, de resistividad  $\rho = 10 \Omega \cdot \text{m}$ , mientras que el neutro del transformador está puesto a una tierra separada con resistencia de puesta a tierra de  $1 \Omega$ . La línea de media tensión, de 5 kV, que alimenta el centro, tiene una impedancia despreciable a los efectos de éste cálculo y parte, a su vez, de un transformador de potencia de una subestación, con neutro referido a tierra con resistencia de  $2 \Omega$ . Las protecciones de la línea de media tensión actúan en menos de 0,1 s ante corrientes de defecto.

Determinar la resistencia de puesta a tierra que debe tener el conjunto del centro/masas de utilización de la industria para que los aislamientos de los equipos de baja tensión de la industria no se vean afectados por las sobretensiones trasferidas y para cumplir además con la condición de máxima tensión de contacto admisible, con  $K=72$  y  $n=1$ .

Solución: a)  $0,2 \Omega$

b)  $0,5 \Omega$

c)  $0,7 \Omega$

d)  $1 \Omega$

Desarrollo:

Nota: La tensión de contacto aplicada admisible es  $I_{dAT} \cdot R_{iBT}$  si la tierra de AT y BT están unidas, tal como se indica en el libro.

**Ejercicio 6.** La puesta a tierra de la industria del ejercicio anterior se realiza mediante un conductor de cobre desnudo, enterrado, en forma de malla de 6m x 12m con conductores intermedios con dos filas y dos columnas.



Determine el valor mínimo de picas de 2 m de longitud a añadir al electrodo de puesta a tierra para obtener la resistencia calculada anteriormente.

Nota: Si no resolvió el ejercicio anterior tome cualquiera de los valores indicados para el cálculo.

Solución: a) 1 a 3 picas

b) 4 a 7 picas

c) 8 a 12 picas

d) > 12 picas

Desarrollo:

Nota: La solución es muy sensible a los valores de resistencia que se tomen como valor de referencia a conseguir por lo que dependiendo de los decimales la solución puede ser la a) o la b). En todo caso hay que considerar que las picas que se unen a la malla están en serie y no en paralelo, pues esto último supondría poner las picas a una distancia considerable de la malla para que las tierras sean independientes.

**Nombre:**

**DNI:**

---

**Ejercicio 7.** Si consideramos ahora que la línea de media tensión que alimenta el centro de transformación tiene una potencia de cortocircuito  $S_{CC}=120$  MVA (con resistencia despreciable), determinar el poder de corte de los interruptores automáticos del cuadro de baja tensión del centro de transformación de la industria del ejercicio anterior, tomado como factor de red  $c = 1$  y suponiendo que la impedancia del transformador es reactiva pura.

**Solución:** a) 3 kA

b) 5 kA

c) 8 kA

d) 10 kA

---

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 8.** En la industria de los ejercicios anteriores se utiliza un circuito monofásico de 700 metros de longitud para alimentar, a su tensión nominal, una carga de 80 kW a 400 V, con f.d.p 0,8 inductivo, conectado entre dos de las fases del transformador de distribución de la industria. Si la inductancia equivalente por fase de dicho circuito es 0,955mH/km, su capacidad es despreciable a los efectos del cálculo y su resistencia equivalente, por fase, es 0,06  $\Omega$ /km a la temperatura de funcionamiento con carga, determinar las pérdidas de potencia activa en el circuito.

**Solución:** a) 1,7 kW

b) 2,62 kW

c) 3,3 kW

d) 5,25 kW

---

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 9.** Los conductores del circuito monofásico anterior son de aluminio, con aislamiento de PVC de 70 °C y su sección se elige como la mínima admisible para la corriente nominal de la carga, según la tabla adjunta y considerando que se distribuyen como dos conductores unipolares.

Determinar el tiempo máximo en el que deberían actuar las protecciones con la corriente de cortocircuito máxima del circuito monofásico para que la sección de los conductores determinada cumpla con el requisito de máxima corriente de cortocircuito admisible por el conductor.

**Solución:** a) 8 s

b) 10 s

c) 13 s

d) 20 s

---

Nombre:

DNI:

Desarrollo:

**Ejercicio 10.** Determinar ahora la máxima caída de tensión porcentual del circuito monofásico anterior en el punto donde se sitúa la carga si se considera ahora para el cálculo que la tensión en su origen es 400 V.

Solución: a) 1 %

b) 3%

c) 4%

d) 5%

Desarrollo:

Electrodo	Resistencia de Tierra en $\Omega$
Placa enterrada vertical o profunda	$R = 0,8 \rho/P$
Placa enterrada horizontal o superficial	$R = 1,6 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
Malla de tierra	$R = \rho/4r + \rho/L$

$\rho$ , resistividad del terreno ( $\Omega.m$ )  
P, perímetro de la placa (m)  
L, longitud de la pica o del conductor (m)  
r, radio del círculo de superficie igual a la cubierta por la malla (m)

Nombre:

DNI:

Sección nominal mm <sup>2</sup>	1 terno de cables unipolares (1)					1 cable tripolar o tetrapolar					2 cables unipolares				1 cable bipolar				
	TIPO DE AISLAMIENTO																		
	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	V	B	D	R	
10	41	47	48	50	62	39	44	47	48	39	55	62	66	66	51	58	62	62	
16	55	63	65	67	80	51	59	63	64	55	74	82	90	90	66	74	80	80	
25	75	86	90	93	101	68	78	82	86	70	97	113	121	121	90	101	108	108	
35	90	105	110	115	125	82	94	100	105	86	121	136	148	148	109	125	133	133	
50	115	130	135	140	152	100	115	125	130	109	144	164	176	176	129	148	156	156	
70	145	165	175	180	195	130	150	155	165	140	179	207	218	222	160	187	199	199	
95	180	210	215	220	238	160	185	195	205	172	222	253	269	273	199	230	242	242	
120	215	245	255	260	273	185	215	225	235	195	257	296	312	316	230	269	281	281	
150	245	280	290	300	320	215	245	260	275	230	292	335	355	363	265	304	320	324	
185	285	330	345	350	363	245	285	300	315	261	335	382	410	417	304	351	371	378	
240	340	380	400	420	413	290	340	360	370	296	394	452	480	491	359	413	437	441	
300	390	445	465	480	472	335	385	405	425	343	452	523	554	569	417	480	507	515	
400	455	515	545	560	527	385	450	475	505	390	519	600	636	655	484	558	593	601	
500	520	595	625	645	581	—	—	—	—	—	593	675	714	741	—	—	—	—	
630	600	680	715	740	632	—	—	—	—	—	686	792	842	858	—	—	—	—	
800	—	—	—	—	683	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1000	—	—	—	—	722	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Tipos de aislamiento

- V = Policloruro de vinilo.
- B = Goma butílica (butil).
- D = Etileno - propileno.
- R = Polietileno reticulado.
- P = Papel impregnado

(1) Incluye, además, el conductor neutro, si existe.

	Valores k para aislamiento de los conductores							
	PVC 70°C ≤ 300 mm <sup>2</sup>	PVC 70°C > 300 mm <sup>2</sup>	PVC 90°C ≤ 300 mm <sup>2</sup>	PVC 90°C > 300 mm <sup>2</sup>	PR/EPR	Goma 60 °C	Mineral Con PVC	Mineral Desnudo
	Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-