

---

**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.** Biomasa. Indique la forma en que se clasifican los materiales utilizados en biomasa. La principal aplicación actual de la biomasa en España es:

- a) Uso en centrales eléctricas térmicas como combustible de apoyo.**
- b) Uso en centrales de tipo combinado.**
- c) Uso en centrales de cogeneración.**
- d) Uso doméstico.**

---

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 2.** Indique las causas de los diversos tipos de sobretensiones de larga duración y transitorias que se producen habitualmente en las líneas de baja tensión. Entre otras, la diferencia entre ellas es:

**Solución:**

- a) Que las sobretensiones de larga duración sólo pueden eliminarse por actuación manual, mientras que las transitorias se eliminan automáticamente por acción de los protectores correspondientes.**
- b) Que las sobretensiones de larga duración se producen a la frecuencia de red, mientras que las transitorias son de alta frecuencia.**

**Nombre:**

**DNI:**

---

- c) Que las sobretensiones de larga duración no pueden controlarse o evitarse y dependen únicamente de las condiciones atmosféricas y de la configuración física de la red.
  - d) Que las sobretensiones transitorias se eliminan fácilmente controlando la resistencia de puesta a tierra de las masas y el neutro de la instalación.
- 

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 3.** Indique brevemente los diversos tipos de protección contra contactos indirectos utilizados habitualmente. En el caso particular de las redes de baja tensión de tipo IT se puede decir que:

- a) El fallo de aislamiento de una fase produce un cortocircuito efectivo de la red, que se encargan de despejar las protecciones contra cortocircuitos de la instalación.
  - b) El fallo de aislamiento de una fase debe detectarse con elementos de protección de tipo diferencial, que evitan el riesgo de tensión de contacto peligrosa.
  - c) El fallo de aislamiento a tierra de una fase no supone un riesgo inmediato, pero debe detectarse y eliminarse para evitar someter a los aislamientos a sobretensiones permanentes.
  - d) Las redes IT sólo pueden protegerse mediante el uso de aislamientos dobles o reforzados, porque no existe otro tipo de protección para ellas.
- 

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 4.** Determine el poder de corte de un interruptor automático colocado a la salida de un transformador de distribución de 20/0,4 kV, 1 MVA,  $u_{CC} = 6\%$  y  $P_{CC} = 15$  kW conectado a una red de media tensión de 20 kV con  $S_{CC} = 400$  MVA, de resistencia despreciable y factor de red  $c = 1$ .

**Solución:** a) 15 kA                      b) 25 kA                      c) 35 kA                      d) 40 kA

---

**Desarrollo:**

---

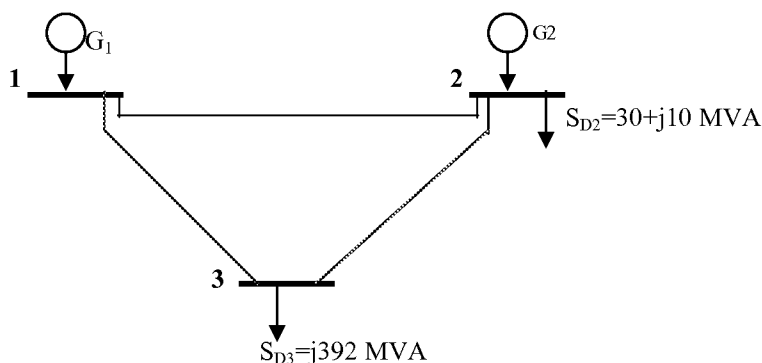
**Ejercicio 5.** Una red trifásica de baja tensión, de 400 V de tensión nominal, alimenta tres cargas resistivas monofásicas iguales que, a plena carga, demandan individualmente una corriente de 50 A a 125 V. Se conectan cada una de las cargas entre fase y neutro de la instalación de manera que la carga trifásica así formada quede equilibrada. La instalación se realiza con conductores de resistividad  $0,025 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  y su longitud es de 60 m. Determine la sección del conductor que sería admisible en la instalación para alimentar la carga y para que la caída de tensión a plena carga no supere el 1 % en el extremo de la línea.

**Solución:** a)  $50 \text{ mm}^2$       b)  $70 \text{ mm}^2$       c)  $95 \text{ mm}^2$       d)  $120 \text{ mm}^2$

**Desarrollo:**

**Ejercicio 6.** En el sistema de la figura las tensiones en los nudos 1 y 2 se regulan para dar los siguientes valores:  $U_1 = 1 \angle 0^\circ$      $U_2 = 1,04 \angle 0^\circ$

Todas las líneas de interconexión tienen una impedancia en serie, en valores por unidad, de  $Z_{i-j} = 0 + j0,2 \text{ p.u.}$  y la admitancia en paralelo es despreciable. Tomando como base de potencias 1000 MVA y base de tensiones 50 kV, determinar la corriente entrante en el nudo 3 ( $I_3$ ) en valores por unidad.



**Nombre:**

**DNI:**

---

*Nota: Asuma a los efectos del cálculo que el ángulo de la tensión en el nudo 3 es  $0^\circ$*

**Solución:** a)  $j0,1$  p.u      b)  $-j0,4$  p.u      c)  $j0,6$  p.u      d)  $-j1$  p.u

---

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 7.** En una red de baja tensión con esquema de distribución TN-C, se desea determinar la impedancia del bucle de defecto a tierra en un punto de la red situado a 3km aguas abajo del transformador de distribución. Las características de la red son las siguientes:

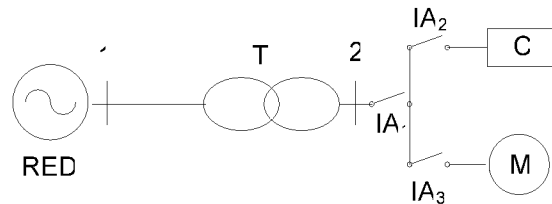
- Red de MT: 15 kV,  $S_{RMT} = 50$  MVA.
  - Transformador T: 15/0,4 kV; 80 kVA,  $u_{CC} = 4\%$  ( $R_t$  despreciable)
  - Neutro referido a tierra en centro de transformación con  $R_N = 10 \Omega$
  - Línea L: Conductores de  $650 \text{ mm}^2$ ;  $\rho = 0,0282 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ;  $L = 1,176 \text{ mH}/\text{km}$ .
- Nota: Considere la capacidad de la línea respecto a tierra despreciable a los efectos del cálculo

**Solución:** a)  $0,25-j 1,2 \Omega$ .      b)  $0,25+j 2,3 \Omega$ .      c)  $0,15+j 1,2 \Omega$ .      d)  $30+j 2,3 \Omega$ .

---

**Desarrollo:**

**Ejercicio 8.** El circuito de la figura representa un sistema en la que la red tiene una impedancia de cortocircuito de  $j0,01$  p.u, el transformador T tiene una impedancia de  $j0,06$  p.u, el motor M una impedancia subtransitoria de  $j0,2$  p.u y la carga C una impedancia de  $1,7$  p.u. Determinar la corriente que soportará el interruptor automático  $IA_3$  cuando se produce un cortocircuito trifásico en bornes de la carga C, tomando como potencia base del sistema 1 MVA y tensiones de base de 15 kV y 400 V en los tramos 1 y 2, respectivamente.



**Solución:** a) 2,5 kA

b) 5 kA

c) 7,5 kA

d) 20 kA

**Desarrollo:**

**Ejercicio 9.** Un centro de transformación conectado a una red de media tensión de 20 kV, cuya corriente de defecto máxima es 50 A, con tiempo de actuación de las protecciones en 1 segundo, según los datos de la compañía suministradora, está situado en un terreno de  $\rho = 1000 \Omega \cdot m$ . La tierra del centro se realiza mediante un anillo rectangular de conductor de cobre de  $50 \text{ mm}^2$  enterrado a 0,5 m de profundidad.

Suponiendo que la tensión de paso máxima viene dada por la cuarta parte de la tensión transferida a la tierra del centro, determinar la longitud del conductor de cobre, sin picas, necesario para que la resistencia de puesta a tierra permita cumplir con la condición de máxima tensión de paso, tomando  $K=72$  y  $n=1$ .

**Solución:** a) 5 m

b) 10 m

c) 15 m

d) 50 m

**Desarrollo:**

**Ejercicio 10.** Un circuito de baja tensión de una red TT industrial está protegido con un diferencial y parte de una red de media tensión de impedancia despreciable y un transformador de 15/0,4 kV, 160 kVA y  $u_{cc}=4\%$  ( $R_t$  despreciable), con neutro puesto a tierra de resistencia  $50 \Omega$  e independiente de la del centro de transformación. Para cumplir con los requisitos de protección contra contactos indirectos, determinar la corriente de defecto máxima a la que debe actuar el diferencial si la tierra de utilización se realiza mediante un anillo de conductor de tierra de cobre desnudo de  $50 \text{ mm}^2$  y 30 m de longitud, enterrado horizontalmente en un terreno que tiene una resistividad  $\rho = 3000 \Omega \cdot \text{m}$ .

Solución: a) 30 mA

b) 100 mA

c) 200 mA

d) 250 mA

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 ( $\Omega \cdot \text{m}$ ) $P$ , 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.

*conductores de protección que constituyen un cable multiconductor*

	Naturaleza del aislamiento		
	PVC	PREPR	Caucho butilo
Temperatura inicial	70°C	90°C*	85°C
Temperatura final	180°C	250°C	220°C
Material del conductor	k		
Cobre	115	143	134
Aluminio	76	94	89