

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. Indique y justifique brevemente lo que representa el valor de la corriente de cresta (I_p) en un cortocircuito.

- El valor de pico de la corriente simétrica eficaz en condiciones de cortocircuito ($\sqrt{2}I_{CC}$)
- El valor de la corriente subtransitoria (I''_{CC}) producida por generadores y motores en condiciones de cortocircuito.
- El valor máximo de la componente asimétrica de la corriente en el instante de producirse el cortocircuito.
- El valor equivalente a la corriente de cortocircuito trifásico, como la más desfavorable de las posibles ($\sqrt{3}I_{CC\text{monofásico}}$)

Desarrollo:

Ejercicio 2. Las tensiones asignadas al aislamiento en alta tensión:

- Se clasifican en dos grupos y son iguales a las tensiones nominales de las redes eléctricas existentes en las diferentes áreas geográficas (Europa y EEUU).
- Se dividen en dos márgenes de tensiones y éstas a su vez en dos series y corresponden a los valores de tensión máxima de servicio que pueden tener las instalaciones según su tensión nominal.
- Se corresponden con las tensiones nominales de los transformadores incorporados en las respectivas instalaciones.
- Se dividen en dos grupos dependiendo de las sobretensiones de tipo rayo o de corta duración a frecuencia industrial supuestas en las instalaciones a las que van destinadas.

Ejercicio 3. Indique y justifique brevemente cual de las siguientes opciones refleja la diferencia fundamental entre las características asignadas a los interruptores y a los interruptores automáticos:

- a) Los interruptores no tienen poder de corte y los interruptores automáticos sí lo tienen.
 b) Los interruptores no tienen ni poder de corte ni de cierre en condiciones de cortocircuito y los interruptores automáticos sí los tienen.
 c) Los interruptores tienen poder de cierre en condiciones de cortocircuito y los interruptores automáticos tienen poder de corte y cierre en condiciones de cortocircuito.
 d) Ambos pueden abrir y cerrar en condiciones de cortocircuito, pero sólo los interruptores automáticos abren mediante disparador.

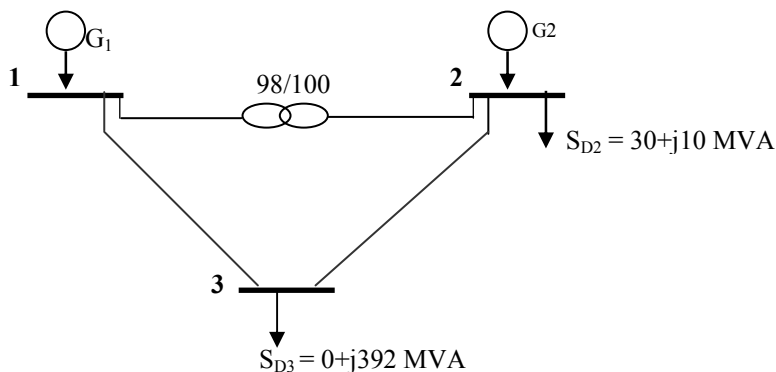
Desarrollo:

Ejercicio 4. Determine el módulo de la impedancia de cortocircuito de un sistema en un punto a la salida del 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) 2Ω b) $0,2 \Omega$ c) $0,01 \Omega$ d) $0,004 \Omega$

Desarrollo:

Ejercicio 5. En el sistema de la figura las líneas de interconexión 1-3 y 2-3 tienen una impedancia en serie, en valores por unidad, $+j0,2$ p.u. y admitancia en paralelo despreciable. Entre los nudos 1 y 2 se intercala un transformador de regulación de módulo de tensión, con tomas en el primario, de relación 98/100, 100 MVA y $X_{CC} = j0,1$, con impedancia de línea despreciable. Tomando como base de potencia 1000 MVA y base de tensiones 100 kV, determinar la corriente entrante neta en el nudo 2 cuando las tensiones en los nudos son $U_1 = 100 \angle 0^\circ$ kV, $U_2 = 102 \angle 0^\circ$ kV y $U_3 = 102 \angle 0^\circ$ kV.



Solución: a) 0 A b) 15000 A c) 500 A d) 5000 A

Nombre:

DNI:

Desarrollo:

Ejercicio 6. En una red aérea de baja tensión con esquema de distribución IT, se desea calcular la máxima corriente de defecto a tierra en caso de un primer defecto de aislamiento en un punto de la red situado a 10 km aguas abajo del transformador de distribución que la alimenta .

El transformador es de 15/0,4 kV, 160 kVA y $u_{CC}=6\%$ (R_t despreciable), con neutro aislado de tierra. La línea tiene conductores de aluminio de sección 650 mm^2 de resistencia despreciable a los efectos del cálculo. Su disposición es tal que la inductancia y la capacidad de la línea, por fase, son 1,176 mH/km y 9,88 nF/km, respectivamente.

Solución: a) 106 A

b) 0,01 A

c) 1,3 A

d) 53 A

Desarrollo:

Ejercicio 7. Determinar el poder de corte asignado a un interruptor automático de la celda de protección de media tensión de un centro de transformación conectado a una red de 10 kV y $S_{CC}=150 \text{ MVA}$. El transformador del centro es de 10/0,4 kV, 2,5 MVA y $u_{CC}=6\%$ (R_t despreciable) y con el neutro conectado a tierra con $R_N = 25 \Omega$.

Solución: a) 6 kA

b) 100 A

c) 200 A

d) 12,5 kA

Desarrollo:

Ejercicio 8. Un centro de transformación conectado a una red de media tensión de 20 kV, cuya corriente de defecto máxima es 100 A, con tiempo de actuación de las protecciones en 1 segundo, según los datos de la compañía suministradora, está situado en un terreno de $\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$. La tierra del centro se realiza mediante un anillo rectangular de conductor de cobre de 50 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) 15 m**

b) 25 m

c) 50 m

d) 100 m

Desarrollo:

Ejercicio 9. La línea aérea trifásica de baja tensión que alimenta un edificio de viviendas parte de un centro de transformación conectado a una red de media tensión de 15 kV y $S_{CC} = 200 \text{ MVA}$. El transformador es de 15/0,4 kV, 160 kVA y $u_{CC} = 4\%$. Determine la sección del conductor de aluminio de la línea distribuida como cable tetrapolar, fijado en fachada, de aislamiento etileno-propileno (EPR, D en las tablas) para la potencia nominal del transformador con $\cos\phi = 1$, sabiendo que la longitud de la línea es de 200 m y que la caída de tensión máxima admisible es el 3% .

Nota: Considere la resistividad $\rho = 0,027 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ para la temperatura del conductor a plena carga

Solución: a) 120 mm²

b) 150 mm²

c) 185 mm²

d) 240 mm²

Desarrollo:

Ejercicio 10. La línea del ejercicio anterior está protegida por un fusible de característica $I^2t = 4 \cdot 10^5 \text{ A}^2\text{s}$.

Determine la sección correspondiente del conductor de aluminio necesaria para cumplir el criterio para soportar corrientes de cortocircuito.

Solución: **a) 10 mm²**

b) 50 mm²

c) 120 mm²

d) 150 mm²

Desarrollo:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ω
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	$R = \rho/4r + \rho/L$

ρ , resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
 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)

Sección nominal mm ²	1 termo 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	PR/EPR	Caucho butilo
Temperatura inicial	70°C	90°C	85°C
Temperatura final	160°C	250°C	220°C
Material del conductor	k		
Cobre	115	143	134
Aluminio	76	94	89