

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.** 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:

- 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.
- 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.
- 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.
- Las redes IT sólo pueden protegerse mediante el uso de aislamientos dobles o reforzados, porque no existe otro tipo de protección para ellas.

**Nombre:**

**DNI:**

---

**Desarrollo:**

---

**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 si lo tienen.
  - b) Los interruptores no tienen ni poder de corte ni de cierre en condiciones de cortocircuito y los interruptores automáticos si 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 la corriente de cortocircuito máxima 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) 10 kA

b) 15 kA

c) 25 kA

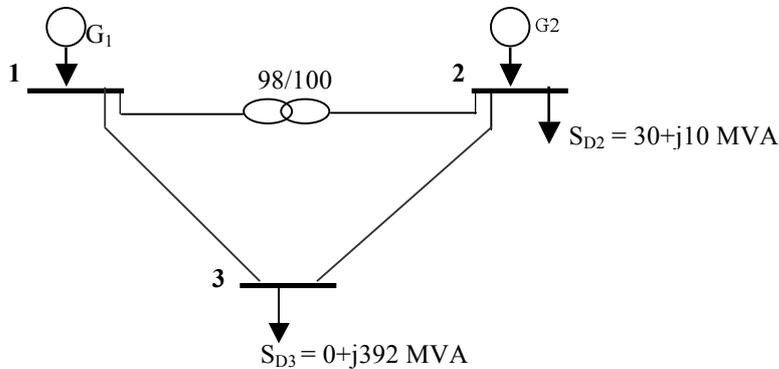
d) 40 kA

---

**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 en el transformador desde el nudo 1 cuando las tensiones en los nudos son  $U_1 = 102 \angle 0^\circ$  kV,  $U_2 = 102 \angle 0^\circ$  kV y  $U_3 = 102 \angle 0^\circ$  kV.



**Solución:** a) 15 A    **b) 150 A**    c) 1500 A    d) 15000 A

**Desarrollo:**

**Ejercicio 6.** En una red aérea de baja tensión con esquema de distribución TN, 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 puesto a tierra con  $R_N = 10 \Omega$  y distribuido con sección igual a la de las fases. La línea tiene conductores de aluminio de sección  $650 \text{ mm}^2$  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) 0,01 A    b) 1,3 A    **c) 53 A**    d) 106 A

**Nombre:**

**DNI:**

---

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 7.** Determinar el poder de cierre 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  $S_{CC} = 150$  MVA (con  $R/X=0,1$ ). 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) 0,5 kA

b) 10 kA

**c) 25 kA**

d) 50 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, según los datos de la compañía suministradora, está situado en un terreno de  $\rho = 100 \Omega \cdot m$ . La tierra del centro se realiza mediante un anillo de conductor de cobre de  $50 \text{ mm}^2$  enterrado a 0,5 m de profundidad de 5 m de longitud, sin picas.

Suponiendo que la tensión de paso máxima viene dada por la cuarta parte de la tensión transferida a la tierra del centro, determinar el tiempo máximo de actuación de las protecciones necesario para cumplir con la condición de máxima tensión de paso, tomando  $K=72$  y  $n=1$ .

**Solución:** a) 0,5 s

**b) 1,5 s**

c) 2,5 s

d) 3 s

---

**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 e impedancia despreciable a los efectos del cálculo. El transformador es de 15/0,4 kV, 160 kVA y  $u_{CC} = 4\%$ .

Determine la longitud máxima del conductor de aluminio de la línea distribuida enterrada bajo tubo, como terno de cables unipolares, de aislamiento etileno-propileno (EPR, D en las tablas) y de sección correspondiente a la potencia nominal del transformador con  $\cos\phi = 1$ , para 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) 130 m                      b) 150 m                      c) 200 m                      d) 250 m

---

**Desarrollo:**

---

**Ejercicio 10.** Para la línea del ejercicio anterior, determine la sección mínima correspondiente del conductor de aluminio necesaria para cumplir el criterio para soportar las máximas corrientes de cortocircuito, si las protecciones del centro de transformación en dichas condiciones actúan en 0,5 s.

**Solución:** a) 10 mm<sup>2</sup>                      b) 50 mm<sup>2</sup>                      c) 120 mm<sup>2</sup>                      d) 150 mm<sup>2</sup>

---

**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 ( $\Omega \cdot m$ )  
 $P$ , 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 <sup>2</sup>	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

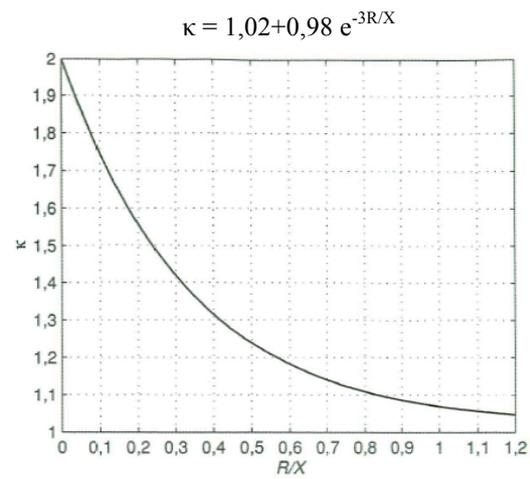


Figura 6.6. Parámetro  $\kappa$  para el cálculo de la corriente de cresta según la norma UNE-EN 60909-0.