
Nombre:**DNI:**

Hojas a entregar: Hoja de lectura óptica y hoja de examen identificada y rellena**Nota:** Únicamente está permitido el uso 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 la curva de funcionamiento de una placa fotovoltaica. Los parámetros característicos de funcionamiento de una placa fotovoltaica son:

- Tensión nominal y corriente nominal.
- Tensión nominal, corriente nominal y corriente de cortocircuito.
- Tensión a circuito abierto, corriente de cortocircuito y tensión y corriente de máxima potencia.
- Tensión en cortocircuito, corriente a circuito abierto y tensión y corriente de máxima potencia.

Desarrollo:

Ejercicio 2. Describa cómo es un esquema de distribución TN y sus tipos. En un esquema TN de cualquiera de sus tipos:

- La impedancia de bucle en condiciones de defecto a tierra es siempre independiente de la resistencia de puesta a tierra.
- El neutro y el conductor de protección son siempre el mismo conductor.
- El neutro y el conductor de protección están unidos a la tierra de utilización (edificio) y son independientes siempre de la tierra del centro de transformación.
- El conductor de protección está conectado a la tierra de utilización y el neutro a la tierra del centro de transformación.

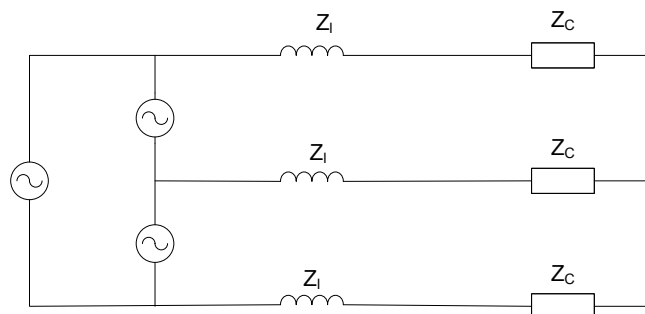
Desarrollo:

Ejercicio 3. Justifique cuales son las condiciones de un sistema eléctrico en las que se producen las corrientes de cortocircuito más altas. La corriente de un sistema eléctrico en dichas condiciones de cortocircuito puede obtenerse mediante:

- La tensión y corriente previas al cortocircuito en el punto en el que se produce.
- La potencia de cortocircuito de la red y las impedancias de los cables.
- El equivalente Thevenin a partir de la tensión previa al cortocircuito y sumándole las corrientes de las cargas aguas abajo del cortocircuito.
- La corriente máxima que pueden aportar los generadores y motores conectados al sistema.

Desarrollo:

Ejercicio 4. En el circuito de la figura, una carga conectada en estrella y de impedancia constante de valor $Z_C = 256 + j192 \Omega$ por fase, se conecta a un generador conectado en triángulo con tensión de línea nominal eficaz 30 kV, a través de conductores de línea de impedancia equivalente $Z_l = j64 \Omega$ cada uno. Determinar la corriente que aporta cada rama del generador a la carga.



Solución: a) 30 A

b) 50 A

c) 80 A

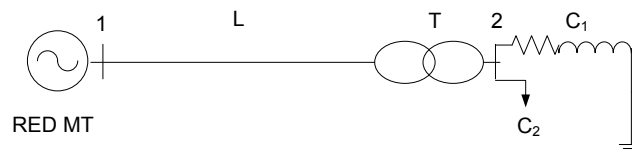
d) 100 A

Desarrollo:

Ejercicio 5. En el sistema eléctrico de la figura, las características nominales de los elementos que la componen son las siguientes:

- Red de MT: 20 kV, $S_{RMT} = 10 \text{ MVA}$.
- Línea L: $Z_L = 0,3 + j0,07 \Omega$.
- Transformador T: 20/0,4 kV; 2 MVA, $u_{CC} = 6\%$ (resistencia despreciable)
- Carga C_1 : De impedancia constante, $Z_{C1} = 200 + j100 \Omega$
- Carga C_2 : De potencia constante $S_{C2} = 1 + j0,5 \text{ MVA}$.

Tomando como bases $S_b = 10 \text{ MVA}$ y la tensión $U_{b1} = 20 \text{ kV}$ en el tramo 1, determinar la tensión real de la red en el primario del transformador para que las cargas se alimenten a 380 V.



Solución: a) 19,2 kV

b) 19,7 kV

c) 20 kV

d) 20,2 kV

Desarrollo:

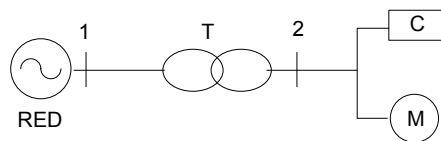
Ejercicio 6. En una red de baja tensión con esquema de distribución TT, se desea determinar la impedancia del bucle de defecto a tierra en un punto de la red situado a 3km aguas abajo del transformador de distribución donde la resistencia de puesta a tierra es 10Ω . Las características de la red son las siguientes:

- Red de MT: 15 kV, $S_{RMT} = 10 \text{ MVA}$.
 - Transformador T: 15/0,4 kV; 80 kVA, $u_{CC} = 4\%$ (R_t despreciable)
 - Neutro referido a tierra en centro de transformación con $R_N = 30 \Omega$
 - Línea L: Conductores de 650 mm^2 ; $\rho = 0,0282 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; $L = 1,176 \text{ mH/km}$.
- Nota: Considere la capacidad de la línea respecto a tierra despreciable a los efectos del cálculo

Solución: a) $10,1 + j 2,3 \Omega$. b) $30 + j 1,16 \Omega$. c) $40 + j 0,08 \Omega$. **d) $40,1 + j 1,116 \Omega$.**

Desarrollo:

Ejercicio 7. El circuito de la figura representa un sistema en la que la red tiene una impedancia de cortocircuito de $j0,01 \text{ p.u.}$, el transformador T tiene una impedancia de $j0,06 \text{ p.u.}$, el motor M una impedancia subtransitoria de $j0,2 \text{ p.u.}$ y la carga C una impedancia de $1,7 \text{ p.u.}$. Determinar la característica de corriente de cortocircuito asignada a las protecciones de la carga C para valores de base 400 V y 200 kVA.



Solución: **a) 6 kA** b) 10 kA c) 15 kA d) 20 kA

Desarrollo:

Ejercicio 8. Una red de media tensión de 36 kV y de impedancia equivalente despreciable a los efectos del cálculo, que parte del transformador de una subestación cuyo neutro está referido a tierra mediante una resistencia $R_{NMT} = 20 \Omega$, alimenta un centro de transformación para distribución en baja tensión que tiene un transformador de 36/0,4 kV, 0,5 MVA y $u_{cc} = 6\%$. El centro de transformación se sitúa en un terreno de resistividad $\rho = 75 \Omega \cdot m$ y su puesta a tierra se hace mediante una malla de conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 , enterrado horizontalmente a 0,5 m de profundidad, en forma de rectángulo de 4m x 3 m con sus correspondientes conductores intermedios en forma de cuadrícula de dos filas y dos columnas



A la malla se añaden 2 picas de 3m. Determinar la tensión máxima de aislamiento (tensión trasferida) a soportar por el cuadro de protecciones de baja tensión del transformador, situado en el centro de transformación.

Solución: a) 1200 V

b) 3750 V

c) 5000 V

d) 8000 V

Desarrollo:

Ejercicio 9. En una industria conectada a una línea de media tensión de 5 kV que tiene una potencia de cortocircuito $S_{CC}=120 \text{ MVA}$ (con resistencia despreciable) a través de un transformador de 20/0,4 kV, 100 kVA y $u_{cc}=5\%$ ($R_t=0$), 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. Los conductores del circuito 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

Nombre:

DNI:

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

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 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)	

Tensión nominal del sistema de suministro basada en la Norma CEI 60038		Tensión fase-neutro derivada de los valores nominales en c.a. o en c.c. hasta este valor inclusive	Tensión de impulso asignada			
trifásico	monofásico		Categoría de sobretensión			
		V	I	II	III	IV
230/400 277/480	120-240	50	330	500	800	1 500
		100	500	800	1 500	2 500
		150	800	1 500	2 500	4 000
		300	1 500	2 500	4 000	6 000
		600	2 500	4 000	6 000	8 000
1 000		1 000	4 000	6 000	8 000	12 000

Tensión soportada de impulso requerida ⁽¹⁵⁾	Grado de contaminación			Tensión (valor de cresta)
	1 mm	2 mm	3 mm	
0,33	0,01	0,2	0,8	0,33
0,40	0,02			0,4
0,50	0,04			0,5
0,60	0,06			0,6
0,80	0,10			0,8
1,0	0,15			1,0
1,2	0,25	0,25	1,2	
1,5	0,5	0,5	1,5	
2,0	1,0	1,0	2,0	
2,5	1,5	1,5	2,5	
3,0	2,0	2,0	3,0	
4,0	3,0	3,0	4,0	
5,0	4,0	4,0	5,0	
6,0	5,5	5,5	6,0	
8,0	8,0	8,0	8,0	
10	11	11	10	
12	14	14	12	
15	18	18	15	
20	25	25	20	
25	33	33	25	
30	40	40	30	
40	60	60	40	
50	75	75	50	
60	90	90	60	
80	130	130	80	
100	170	170	100	

Distancias en el aire para soportar sobretensiones transitorias rápidas (rayo)	Distancias en el aire para soportar sobretensiones permanentes o temporales de corta duración (50 Hz)
---	--

Nombre:

DNI:

Sección nominal mm ²	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.