

---

**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.** Justifique brevemente la diferencia entre los distintos tipos de centrales hidráulicas que existen en función de su emplazamiento y que son:

- a) Centrales de derivación, acumulación y de salto mixto.
  - b) Centrales de gravedad, de bóveda y de arco.
  - c) Centrales fluyentes, de regulación y de acumulación.
  - d) Centrales convencionales, de bombeo puro y de bombeo mixto.
- 

**Ejercicio 2.** Justifique por qué en el análisis por fase de un sistema trifásico, la relación entre la tensión de línea y la de fase del sistema es:

- a)  $U_{\text{línea}} = U_{\text{fase}}$  si el generador está en triángulo.
  - b)  $U_{\text{línea}} = \sqrt{3} U_{\text{fase}}$  si el generador está en estrella.
  - c)  $U_{\text{fase}} = \sqrt{3} U_{\text{línea}}$  si el generador está en triángulo.
  - d)  $U_{\text{línea}} = \sqrt{3} U_{\text{fase}}$  en cualquier configuración del generador.
- 

**Desarrollo:**

Nombre:

DNI:

---

**Ejercicio 3.** Describa brevemente los diferentes sistemas de arranque de las máquinas asíncronas. En todos ellos el objetivo es :

- a) Disminuir la tensión en el rotor para aumentar el par.
  - b) Aumentar la tensión en el estator para disminuir la corriente de arranque.
  - c) Disminuir la tensión en el estator para disminuir la corriente de arranque.
  - d) Aumentar la tensión en el rotor para disminuir el par.
- 

Desarrollo:

**Ejercicio 4.** Se conecta una carga monofásica de valor de impedancia  $Z_c = 0,4 + j0,3$  p.u en la base definida por  $U_{b1} = 230$  V y  $S_{b1} = 1$  kVA a una fuente de tensión regulada a  $U_c = 241,5$  V. Calcular la intensidad que consume la carga en valores p.u usando la base definida por  $U_{b2} = 230$  V y  $S_{b2} = 2$  kVA.

Solución: a) 0,5 p.u                      b) 1 p.u                      c) 1,5 p.u                      d) 2 p.u

---

Desarrollo:

**Ejercicio 5.** Una línea trifásica corta de 220 kV, de 50 km de longitud, inductancia 1,554 mH/km y resistencia 0,00893  $\Omega$ /km a 20 °C, suministra 100 MVA a una carga trifásica conectada en estrella con factor de potencia 0,8 inductivo. Si la temperatura de funcionamiento es de 50 °C y la tensión en la carga es 220 kV, determinar la caída de tensión en la línea trifásica.

Solución: a) 3%                      b) 4%                      c) 5%                      d) 6%

---

Desarrollo:

**Ejercicio 6.** Un motor síncrono trifásico consume una potencia compleja  $S=0,6-j0,45$  p.u cuando se alimenta con una fuente real trifásica de tensión  $U=1\angle 0^\circ$  p.u. Las reactancias del motor son  $X_m=1$  p.u,  $X'_m=0,2$  p.u y  $X''_m=0,1$  p.u. Estando en estas condiciones se produce un cortocircuito trifásico en bornes del motor y se pide calcular la corriente máxima transitoria en valores reales, tomando como bases  $S_b=100$  kVA y  $U_b=1$  kV.

**Solución:** a) 57 A

b) 100 A

c) 600 A

d) 1000 A

**Desarrollo:**

**Ejercicio 7.** En el sistema eléctrico de la figura, los transformadores trifásicos TA y TB se obtienen a partir de transformadores monofásicos con las siguientes características:

Transformador TA: 3 trans. monof. de 100 MVA, 20/400 kV y  $u_{cc} = 4\%$  cada uno y conexión DY.

Transformador TB: 3 trans. monof. de 100 MVA, 400/15 kV y  $u_{cc} = 4\%$  cada uno y conexión YD.

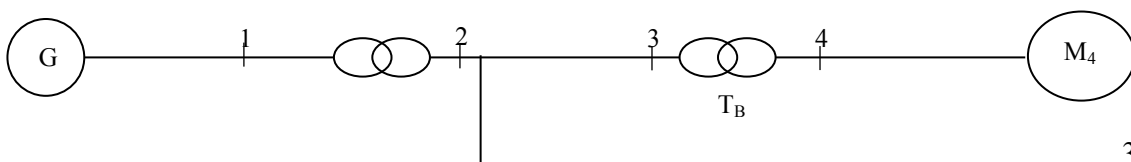
El resto de las características de los elementos del sistema son:

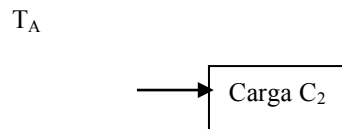
Generador: 300 MVA, 20kV

Líneas: impedancia despreciable

Carga  $C_2$ : De impedancia constante, 10 MVA con f.d.p=0,9 inductivo a 600 kV.

Motor  $M_4$ : De potencia constante, de 20 MVA, funcionando a plena carga a 15 kV y f.d.p=0,8 inductivo.





Tomando como base la tensión y potencia del generador determine la tensión de la carga  $C_2$  cuando el motor se alimenta a 15 kV a plena carga.

Solución: a)  $U_{C2} = 590$  kV      b)  $U_{C2} = 600$  kV      c)  $U_{C2} = 650$  kV      d)  $U_{C2} = 700$  kV

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  $R_{NMT} = 14 \Omega$ , 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  $\rho = 200 \Omega \cdot m$  y su puesta a tierra se hace mediante un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, enterrado horizontalmente a 0,5 m de profundidad, en forma de rectángulo de 4m x 3 m y sin picas (véase tabla adjunta).

Determinar el nivel de aislamiento necesario en el cuadro de baja tensión de protección a la salida del transformador del centro de transformación, suponiendo que su masa está referida a la tierra del centro y que la tierra del neutro del transformador del centro es independiente.

Solución: a) 10 kV      b) 15 kV      c) 20 kV      d) 38 kV

Desarrollo:

**Ejercicio 9.** A una red de media tensión de 20 kV y  $S_{CC} = 200$  MVA se conecta un transformador de distribución de 20/0,4 kV, 315 kVA y  $u_{cc}=4,5\%$ . La protección en el lado de media tensión del transformador se realiza mediante un fusible de media tensión de 16 A. A la salida del transformador de distribución, la protección se realiza igualmente mediante un fusible de 630 A de baja tensión.



Utilizando las tablas siguientes se desea determinar los tiempos de actuación de los fusibles a los dos lados del transformador cuando se produce un cortocircuito trifásico a la salida del fusible de protección de baja tensión, indicando el tiempo mínimo de actuación.

**Fusible de BT de 630 A**

I <sub>cc</sub> (A)	<500	500<I<1000	1000<I<6000	6000<I<12000	I>12000
Tiempo de actuación	∞	1s	0,5s	0,1s	0s

**Fusible de AT de 16 A**

I <sub>cc</sub>	<50 A	50<I<100	100<I<300	300<I<500	I>500
Tiempo de actuación	∞	1s	0,5s	0,1s	0s

Solución: a) 0 s

**b) 0,1 s**

c) 0,5 s

d) 1 s

Desarrollo:

**Ejercicio 10.** En un centro de transformación de una industria, conectado a una red de media tensión de 20 kV, de impedancia despreciable a los efectos del cálculo y con un transformador de 20/0,4 kV 150 kVA y  $u_{CC} = 4\%$ . Considerando que el neutro del transformador está referido a una tierra independiente y de resistencia despreciable, se desean determinar las distancias en el aire mínimas, entre partes activas y masa del cuadro de protecciones de baja tensión, a cuya entrada se colocan protectores de sobretensión transitoria de 3 kV de nivel de protección.

Solución: a) 3,8 mm

b) 3,0 mm

c) 2,4 mm

**d) 2,0 mm**

Nombre:

DNI:

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)

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
		50	330	500	800	1 500
		100	500	800	1 500	2 500
	120-240	150	800	1 500	2 500	4 000
230/400 277/480		300	1 500	2 500	4 000	6 000
400/690		600	2 500	4 000	6 000	8 000
1 000		1 000	4 000	6 000	8 000	12 000

Nombre:

DNI:

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

Tensión (valor de cresta)	
kV	
0,33	0,01
0,4	0,02
0,5	0,04
0,6	0,06
0,8	0,13
1,0	0,26
1,2	0,42
1,5	0,76
2,0	1,27
2,5	1,8
3,0	2,4
4,0	3,8
5,0	5,7
6,0	7,9
8,0	11,0
10	15,2
12	19
15	25
20	34
25	44
30	55
40	77
50	100
60	
80	
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)**