

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 qué es la capacidad de una línea y justifique brevemente si la capacidad de una línea es función de:

- El material del que están hechos los conductores, al igual que su resistencia e inductancia.
- El tamaño del conductor y de las distancias entre conductores y entre estos y tierra.**
- Una característica dependiente del tamaño del conductor (radio r) y de la corriente que circula por él.
- Una característica dependiente del tipo de línea, su tensión y corriente.

Ejercicio 2. Indique y justifique brevemente como se obtienen los parámetros del circuito equivalente del transformador real:

- Únicamente a partir de los datos que proporciona el fabricante.
- A partir de los datos obtenidos en el ensayo de vacío y cortocircuito.**
- A partir de la determinación de la caída de tensión a plena carga.
- A partir de la relación de transformación r .

Desarrollo:

Ejercicio 3. Describa brevemente el concepto de deslizamiento en una máquina asíncrona e indique y justifique los valores que éste toma cuando la máquina actúa como motor.

Solución: a) $s > 0$

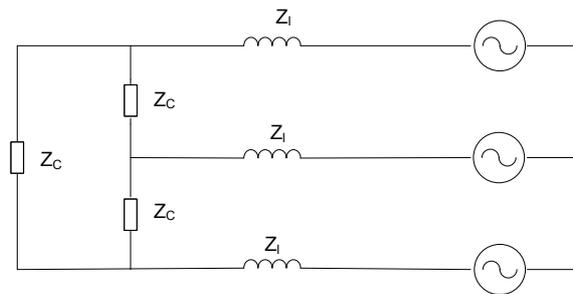
b) $0 < s < 1$

c) $-1 < s < 1$

d) $s > 1$

Desarrollo:

Ejercicio 4. En el circuito de la figura, una carga conectada en triángulo y de impedancia constante de valor $Z_C = 384 + j192 \Omega$, se alimenta a la tensión de línea de 30 kV mediante un generador, conectado en estrella, a través de conductores de línea de impedancia equivalente $Z_l = j64 \Omega$ cada uno. Determinar la corriente que aporta cada rama del generador.



Solución: a) 50 A

b) 70 A

c) 120 A

d) 210 A

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 100 A a 400 V, estando conectada cada una de ellas entre cada dos fases de la instalación (triángulo). La instalación se realiza con conductores de resistividad $0,025 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$, en forma de terno de cables unipolares, aislados con PVC (tipo V en tabla

Nombre:

DNI:

adjunta) y su longitud es de 100 m. Determine la mínima sección del conductor citado que sería admisible en la instalación para alimentar dicha carga y para que la caída de tensión a plena carga no supere el 3 % en el extremo de la línea.

Solución: a) 50 mm² b) 70 mm² c) 95 mm² d) 120 mm²

Desarrollo:

Ejercicio 6. En una red aérea de baja tensión con esquema de distribución IT, se desea calcular la impedancia de bucle 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 mm² 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) $j7,51 \Omega$ b) $j32220 \Omega$ c) $-j32210 \Omega$ d) $-j32217 \Omega$

Desarrollo:

Nombre:

DNI:

Ejercicio 7. Determinar el poder de corte asignado a un interruptor automático de la celda de línea de media tensión de un centro de transformación conectado a una red de 10 kV y $S_{CC} = 150$ MVA con neutro de la subestación referido a tierra con $R_{NAT} = 10 \Omega$. El transformador del centro es de 10/0,4 kV, 2,5 MVA y $u_{cc} = 6\%$ y con el neutro conectado a tierra con $R_{NBT} = 25 \Omega$.

Nota: Considere despreciable la componente resistiva de todas las impedancias

Solución: a) 100 A b) 200 A **c) 9 kA** d) 12,5 kA

Desarrollo:

Ejercicio 8. El centro de transformación anterior está situado en un terreno de $\rho = 200 \Omega.m$. La tierra del centro se realiza mediante un anillo rectangular de 4 m x 3 m de conductor de cobre de 50 mm^2 enterrado a 0,5 m de profundidad. Suponiendo que la tensión de contacto límite viene dada por la mitad de la tensión transferida a la tierra del centro, determinar el tiempo máximo en el que tienen que actuar las protecciones de la línea de media tensión para cumplir con la condición de máxima tensión de contacto, tomando $K=72$ y $n=1$.

Solución: **a) 0,01 s** b) 0,06 s c) 0,105 s d) 0,15 s

Desarrollo:

Ejercicio 9. En un edificio de viviendas cuya puesta a tierra se hace mediante una malla de 10 mx10 m, con conductores intermedios en forma de dos filas y dos columnas,



situado en un terreno de $\rho = 50 \Omega.m$ se desea determinar la corriente nominal de descarga de los protectores de sobretensión transitoria de tipo 2, con nivel de protección 2 kV, a colocar en los cuadros de protecciones de las viviendas del edificio que están alimentadas por una línea trifásica en conexión fase-neutro de 230 V.

Solución: a) 138 A b) 860 A **c) 1350 A** d) 10.000 A

Nombre:

DNI:

Desarrollo:

Ejercicio 10. En el edificio del ejercicio anterior determine las distancias en el aire mínimas aplicables, entre partes activas y tierra, en los aparatos de la vivienda aguas abajo del protector de sobretensiones del cuadro de protecciones anterior.

Solución: a) 0,26 mm b) 0,5 mm **c) 1 mm** d) 1,5 mm

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 ($\Omega.m$) 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 |
| 230/400 277/480 400/690 1 000 | 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 | 4 000 | 6 000 | 8 000 | 12 000 |

$$\kappa = 1,02 + 0,98 e^{-3R/X}$$

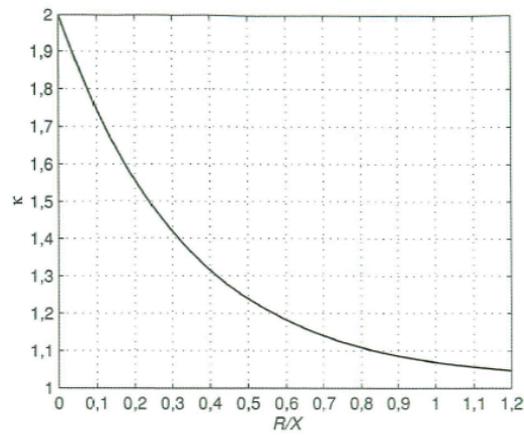


Figura 6.6. Parámetro κ para el cálculo de la corriente de cresta según la norma UNE-EN 60909-0.

| Tensión soportada de impulso requerida U_{SI} | Grado de contaminación | | |
|---|------------------------|---------|---------|
| | 1 mm | 2 mm | 3 mm |
| 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 | 1,0 |
| 1,5 | 0,5 | 0,5 | |
| 2,0 | 1,0 | 1,0 | |
| 2,5 | 1,5 | 1,5 | |
| 3,0 | 2,0 | 2,0 | |
| 4,0 | 3,0 | 3,0 | |
| 5,0 | 4,0 | 4,0 | |
| 6,0 | 5,5 | 5,5 | |
| 8,0 | 8,0 | 8,0 | |
| 10 | 11 | 11 | |
| 12 | 14 | 14 | 1,5 |
| 15 | 18 | 18 | |
| 20 | 25 | 25 | |
| 25 | 33 | 33 | |
| 30 | 40 | 40 | |
| 40 | 60 | 60 | |
| 50 | 75 | 75 | |
| 60 | 90 | 90 | |
| 80 | 130 | 130 | |
| 100 | 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)

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.