

# Índice

<b>1. Parcial I</b>	<b>2</b>
1.1. Junio 2025 . . . . .	2
1.2. Parcial 1 Evaluación continua 2023/2024 . . . . .	8
1.3. Parcial 1 Evaluación continua 2018/2019 . . . . .	15
1.4. Parcial 1 Evaluación continua 2020/2021 . . . . .	25
1.5. Parcial 1 Evaluación continua 2019/2020 . . . . .	34
1.6. Solución del Test de Auto-evaluación I . . . . .	39
1.7. Solución del Test de Auto-evaluación II . . . . .	45
1.8. Examen Final Enero 2021 - Primera Parte . . . . .	50
1.9. Parcial 1 Evaluación continua 2022/2023 . . . . .	55
1.10. Preguntas libro de test . . . . .	64
1.11. Preguntas adicionales . . . . .	79
1.12. Formulario . . . . .	89
 <b>2. Parcial II</b>	 <b>91</b>
2.1. Junio 2025 . . . . .	91
2.2. Parcial 1 Evaluación continua 2023/2024 . . . . .	96
2.3. Examen Final Enero 2023 - Segunda Parte . . . . .	100
2.4. Parcial 2 Evaluación continua 2022/2023 . . . . .	108
2.5. Examen extraordinario Julio 2022/2023 . . . . .	117
2.6. Examen Final Enero 2021 - Segunda Parte . . . . .	127
2.7. Parcial 2 Evaluación continua 2013/2014 . . . . .	135
2.8. Examen Final Enero 2014 - Segunda Parte . . . . .	140
2.9. Parcial 2 Evaluación continua 2018/2019 . . . . .	145
2.10. Preguntas adicionales I . . . . .	154
2.11. Preguntas adicionales II . . . . .	175
2.12. Problemas Pararrayos . . . . .	210
2.13. Problemas Puestas a Tierra . . . . .	214
 <b>3. Extras</b>	 <b>218</b>

Muchas gracias Alba, Bogurad y Jorge.

# 1. Parcial I

## 1.1. Junio 2025

1. En caso de cortocircuito trifásico las redes con bobina Petersen en su neutro sufren sobretensiones temporales más elevadas que las redes con neutro conectado rígidamente a tierra.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. Los seccionadores de puesta a tierra no tienen poder de cierre.  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. Los interruptores deben tener poder de cierre frente a un cortocircuito.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. El valor máximo de la sobretensión temporal producida por un cortocircuito fase-tierra en la propia red depende de la impedancia de conexión del neutro a tierra del transformador que alimenta a la red.  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. Los valores de las tensiones soportadas de frecuencia industrial son de mayor amplitud que los valores de tensiones de tipo rayo para un mismo material de la Gamma I.  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. Entre los contactos abiertos de un interruptor separados una distancia "s", la tensión de arco de extinción es inferior a la tensión de arco de iniciación.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. Los transformadores de distribución de 400 kV A pueden tener un índice horario Zyn11.  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. Los fusibles de expulsión no tienen I<sub>3</sub> por debajo de la cual es crítico que se fundan.  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. El aceite aislante de tipo vegetal utilizado en los transformadores de distribución es un fluido tipo K.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. La corriente nominal de un fusible limitador debe ser igual mayor a la corriente de magnetización que aparece durante la energización del transformador al que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Una de las características nominales de un seccionador es el vapor de pico de corriente admisible de corta duración que puede producir daños térmicos.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. El fusible limitador de la celda de protección de un centro de transformación (CT) debe fundirse ante un cortocircuito en bornas de baja tensión del transformador de distribución del CT en un tiempo no superior a 2 s.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Todos los transformadores de distribución de cuba elástica deben disponer de dos mirillas para ver el nivel de aceite situadas en caras opuestas del transformador.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. La tensión soportada nominal de un aislador es el valor de tensión para la cual la probabilidad de descarga disruptiva es inferior al 10 %.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. Los aislamientos internos de los transformadores de potencia de alta tensión se diseñan para que soporten las sobretensiones transitorias de tipo maniobra que puedan aparecer en la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. Si en una red con bobina Petersen se hace más extensa a lo largo de los años (mayor número de kilómetros de línea) los cortocircuitos se extinguirán más fácilmente.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. La bobina Petersen es especialmente aplicable a redes con cables aislados en los que el fallo a tierra se produzca en el cable.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. Cuando el valor de la carga conectada al secundario de un transformador de medida de intensidad es superior a la carga de precisión el factor de seguridad se reduce.

☐ Verdadero ☐ Falso

19. El factor de seguridad debe ser lo más bajo posible en un transformador de protección.

☐ Verdadero ☐ Falso

20. YNyn0 son transformadores utilizados para limitar la corriente homopolar cuando la potencia de una línea de transporte (p.e. 400 kV o 230 kV) debe transferirse a una de distribución (p.e. 132 kV, 66 kV y 45 kV).

☐ Verdadero ☐ Falso

21. Los transformadores de tensión de tipo capacitivo son apropiados instalarlos para medidas precisas de energía.

☐ Verdadero ☐ Falso

22. Para el grupo de conexión Dy, la conexión de una carga desequilibrada fase-fase en el lado de la estrella supone un desplazamiento del neutro en el lado de alta tensión.

☐ Verdadero ☐ Falso

23. Los transformadores YNd son utilizados en los transformadores de generación, con el arrollamiento de menor tensión conectado al generador y el de mayor tensión a la red de alta tensión con el neutro puesto a tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

24. Los transformadores DNy se utilizan para alimentar una red con el neutro aislado a partir de una red con el neutro puesto a tierra, como es el caso de la transformación entre una red de alta tensión y una de media tensión (por ejemplo 132 kV/15 kV).

☐ Verdadero ☐ Falso

25. El reglamento europeo 548/2014, que regula las pérdidas y rendimientos de transformadores de potencia  $\geq 1$  kV A, excluye de su aplicación a los transformadores de distribución de tipo poste.

☐ Verdadero ☐ Falso

26. Un transformador de medida de corriente no puede saturarse siempre que la impedancia de su secundario es elevada.

☐ Verdadero ☐ Falso

27. El error compuesto para un transformador 5P20 no debe ser superior al 5 % cuando la intensidad del primario alcanza 20 veces el valor de la intensidad nominal.

☐ Verdadero

☐ Falso

28. Los transformadores de media de intensidad de clase extendida, por ejemplo clase 0,2S deben medir dentro de los límites de error normalizados para corrientes comprendidas entre el 2 % y el 200 % de su corriente asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

29. El error compuesto de un transformador de tensión 3P debe garantizar el error de relación de tensión en un 5 % dentro del rango de tensiones comprendidas entre el 3 % y el valor de su factor de tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. En la sobrecarga normal de un transformador de potencia, no se permite que la temperatura en ningún punto del interior del transformador supere 140 °C y el aceite no debe sobrepasar 105 °C.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. Es más fácil para un interruptor cortar la corriente de cortocircuito de una red de corriente continua que de una red de corriente alterna.









☐ Verdadero

☐ Falso

32. En un sistema trifásico de potencia, la tensión eficaz que aparece entre los contactos del fusible que primero funde alcanzará un valor máximo igual a la tensión más elevada de la red  $U_s$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación								
1	X		La bobina Petersen se diseña para compensar las corrientes de defecto a tierra en faltas monofásicas, limitando corrientes homopolares. Como estamos hablando de falta trifásica no se limita la de cortocircuito ya que no tiene componente homopolar, por lo que serán mayores que en el caso de metro conectado rígidamente a tierra.								
2		X	<div><div><div><b>SECCIONADOR</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 0</div><div><b>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO</b> P. Corte = 16 KA P. Cierre = 40 KA cresta</div></div><div><div><b>INTERRUPTOR</b> P. Corte = 400 A P. Cierre = 40 KA cresta</div><div><b>SECCIONADOR PUESTA A TIERRA</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 40 KA cresta</div></div></div> <div>Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparatamenta.</div>								
3	X		<div><div><div><b>SECCIONADOR</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 0</div><div><b>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO</b> P. Corte = 16 KA P. Cierre = 40 KA cresta</div></div><div><div><b>INTERRUPTOR</b> P. Corte = 400 A P. Cierre = 40 KA cresta</div><div><b>SECCIONADOR PUESTA A TIERRA</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 40 KA cresta</div></div></div> <div>Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparatamenta. Todos excepto el seccionador tienen poder de cierre frente cortocircuitos.</div>								
4	X		<p>Sobretensión temporal es la de cortocircuito. Con la configuración nos están diciendo cómo es la corriente de defecto en caso de este.</p> <table><tr><th>Configuración red</th><th>Intensidad defecto</th></tr><tr><td>Neutro rígido tierra</td><td>Muy alta</td></tr><tr><td>Neutro a tierra a través resistencia</td><td>Alta, depende resistencia</td></tr><tr><td>Neutro aislado</td><td>Muy baja</td></tr></table> <p>Esta intensidad de defecto depende de la resistencia de puesta a tierra y la de defecto sale con los cortocircuitos monofásicos.</p>	Configuración red	Intensidad defecto	Neutro rígido tierra	Muy alta	Neutro a tierra a través resistencia	Alta, depende resistencia	Neutro aislado	Muy baja
Configuración red	Intensidad defecto										
Neutro rígido tierra	Muy alta										
Neutro a tierra a través resistencia	Alta, depende resistencia										
Neutro aislado	Muy baja										
5		X	Los valores de tensiones de tipo rayo son los valores mayores de tensión para todos los materiales.								
6	X		<b>Falso?</b> La tensión de arco de extinción es mayor a la de iniciación ya que esta aumenta hasta estabilizarse en la de extinción.								
7		X	El Zig-Zag siempre está en el lado de BT.								
8	X		Los fusibles de expulsión no tienen I3 de ninguna manera, solo tiene limitadores.								
9	X		<p>Respuesta de ChatGPT:</p> <table><tr><th>Tipo de Fluido</th><th>Ejemplo</th></tr><tr><td>O</td><td>Aceite mineral</td></tr><tr><td>L</td><td>Ésteres sintéticos</td></tr><tr><td>K</td><td>Aceite vegetal natural</td></tr></table>	Tipo de Fluido	Ejemplo	O	Aceite mineral	L	Ésteres sintéticos	K	Aceite vegetal natural
Tipo de Fluido	Ejemplo										
O	Aceite mineral										
L	Ésteres sintéticos										
K	Aceite vegetal natural										
10		X	La corriente de magnetización es siempre varias veces la nominal de la red, 12 o 14. Este valor es el que utilizamos para mirar en la gráfica con el tiempo asignado a este, y siempre llegaremos a una curva con valor nominal de calibre menor.								
11		X	El valor de pico no produce daños térmicos, produce esfuerzos dinámicos. Los daños térmicos están relacionados con el valor eficaz.								
12	X		Los transformadores no soportan un cortocircuito por más de 2 segundos, luego el fusible debe actuar antes. Además el fusible de la celda de protección protege al transformador, no a la línea de BT.								

	Verdadero	Falso	Explicación
13		X	Si es de cuba elástica, no tiene que haber mirilla. Además, los de cuba elástica se refiere a los de llenado integral (lo menciona en vídeos).
14	X		Se calculan los valores de tensiones soportadas para probabilidad inferior a 10 %.
15		X	Tan solo pueden ser soportadas las temporales, las transitorias pueden ser tan elevadas que no sea posible soportarlas. Para hacer frente a transitorias, se usan pararrayos por ejemplo.
16		X	Es al revés, los cortocircuitos serán más difíciles de extinguir.
17		X	La bobina buscar extinguir arcos en el aire, no cuando perforan el aislamiento. Además, no se aplica bobina Petersen en cables aislados, necesita estar conectada a tierra.
18	X		Conocer fórmula: $FS = Z_{\text{precisión}}/Z_{\text{red}}$
19		X	El transformador de protección tiene un factor de precisión, el cual debe ser lo más alto posible. El factor de seguridad existe para transformadores de medida, el cual debe ser lo más bajo posible para que no circule mucha corriente por el secundario y destruya el instrumento de medida.
20		X	El transformador estrella-estrella no se suele utilizar por lo que se le añade un tercer arrollamiento en triángulo abierto que limita estas corrientes homopolares y si el del enunciado tuviera el arrollamiento sí sería verdadera.
21		X	Los transformadores precisos son inductivos.
22		X	Si no hay neutro en el triángulo del lado AT, cómo se va a desplazar? La pregunta además se da para transformadores Yd.
23	X		Diapositiva 43 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los transformadores YNd son los transformadores de generación, el arrollamiento de menor tensión está conectado al generador y el de mayor tensión está unido a la red de alta tensión (por ejemplo 400 kV, 220 kV) con el neutro puesto a tierra.
24		X	No existen los transformadores DN porque el triángulo no tiene neutro. La afirmación sería verdadera para los transformadores YNd.
25		X	No los excluye, les pone menos condicionantes de pérdidas. El reglamento sí excluye a los de transformadores de emergencia.
26		X	Un transformador de intensidad se satura si su impedancia en el secundario es elevada.
27	X		5P20: error de 5 % + relación de intensidad límite
28		X	El límite es 120 % y el límite inferior es 1 %.
29		X	Los números deberían de ser al revés, 3 % y 5 %.
30	X		Diapositiva 6 Tema 4 Transformadores de Potencia. En condiciones normales la temperatura máxima del transformador es de 140 °C y la del aceite 105 °C
31		X	En corriente continua la tensión no pasa por 0 por lo que será mas difícil de extinguir el arco. Por este motivo los interruptores DC son más costosos que los AC.
32		X	Diapositiva 61 Tema 3.2 Aparamenta. La tensión tiene el valor de 0,87 veces el valor de la tensión de línea o, que es lo mismo, $\sqrt{3} \cdot 0,87 = 1,5$ veces la tensión de fase.

## 1.2. Parcial 1 Evaluación continua 2023/2024

1. La tensión nominal en el secundario de un transformador de distribución corresponde al valor de la tensión de fase-fase cuando no circula corriente por su secundario.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. La corriente de apertura de un interruptor se expresa en valor eficaz y la corriente de establecimiento o corriente de cierre se expresa en valor de cresta.  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. Los seccionadores de puesta a tierra deben tener poder de cierre.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. Los seccionadores de tipo pantógrafo requieren menos superficie en planta.  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. Los niveles de tensiones soportadas de tipo maniobra son de mayor amplitud que los valores de tensiones de tipo rayo para un mismo material.  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. El reglamento europeo de ecodiseño 548/2014 aplicable a transformadores de potencia no es aplicable a los transformadores de distribución de tipo poste.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. Un autoseccionador detecta la corriente de cortocircuito que circula a través de él.  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. Los interruptores automáticos de vacío no son adecuados para sustituir a los interruptores de SF<sub>6</sub> de las redes de media tensión.  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. Es preceptivo que los transformadores de distribución bitensión tenga un índice Ydn11.  
☐ Verdadero ☐ Falso
10. Los fusibles limitadores protegen mejor que los fusibles de expulsión frente a sobrecargas.



☐ Verdadero

☐ Falso

11. La temperatura de congelación del aceite de tipo vegetal utilizado en los transformadores de distribución es inferior a la del aceite mineral (Nota  $-25^{\circ}\text{C}$  es un valor menor a  $-15^{\circ}\text{C}$ ).

☐ Verdadero

☐ Falso

12. El valor de la corriente nominal de un fusible limitador debe ser mayor a la corriente de magnetización que aparece durante la energización del transformador que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. La corriente nominal de un seccionador de puesta a tierra debe ser, al menos, igual a la del interruptor de la línea a la que se conecta.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. El fusible limitador de la celda de protección de un centro de transformación (CT) debe elegirse para que proteja frente a cortocircuitos que se produzca en la línea conectada al lado de baja tensión del transformador, independientemente de la longitud de la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. Los transformadores de distribución de llenado integral deben disponer de dos mirillas de nivel de aceite, una a cada lado del transformador.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. La tensión soportada entre contactos abiertos de un interruptor de vacío es linealmente proporcional a la distancia entre ellos.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. La impedancia de cortocircuito indicada en la placa de características de un transformador de potencia se refiere al valor que presenta para la toma de regulación de mayor nivel de tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. La viscosidad de los aceites vegetales utilizados en los transformadores de distribución es mayor a la viscosidad de los aceites minerales.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. Un transformador de potencia de llenado integral de 1200 kV A puede ser utilizado en un centro de transformación.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. Los transformadores de intensidad que tiene dos arrollamientos secundarios, uno para medida y otro para protección, pueden utilizar el mismo núcleo si se dimensiona para la suma de sus potencias nominales de precisión.

☐ Verdadero

☐ Falso

21. YNy son transformadores comúnmente utilizados para cambiar la tensión de la red de transporte (400 kV/230 kV) a la red de distribución (132 kV, 66 kV y 45 kV).

☐ Verdadero

☐ Falso

22. Los transformadores de tensión de tipo capacitivo utilizan un divisor de tensión capacitivo conectado al secundario del transformador inductivo.

☐ Verdadero

☐ Falso

23. Para el grupo de conexión Yd, la conexión de una carga desequilibrada fase-fase en el lado del triángulo supone un desplazamiento del neutro en el lado de alta tensión y una sobretensión en una de las fases del primario.

☐ Verdadero

☐ Falso

24. Los transformadores YNd son utilizados en los transformadores de generación, con el arrollamiento de menor tensión conectado al generador y el de mayor tensión a la red de alta tensión con el neutro puesto a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

25. Los transformadores YNd se utilizan para alimentar una red con el neutro aislado a partir de una red con el neutro puesto a tierra, como es el caso de la transformación entre una red de alta tensión y una de media tensión (por ejemplo 132 kV/15 kV).

☐ Verdadero

☐ Falso

26. El reglamento europeo 548/2014, que regula las pérdidas y rendimientos de transformadores de potencia  $\geq 1$  kV A, excluye de su aplicación a los transformadores de emergencia para socorrer una red que haya perdido el suministro eléctrico.

☐ Verdadero

☐ Falso

27. Un transformador de medida de corriente se satura más fácilmente si el valor de la impedancia en su secundario es demasiado pequeño.

☐ Verdadero

☐ Falso

28. El error compuesto para un transformador 5P10 es superior al 10 % cuando la intensidad del primario sobrepasa 5 veces el valor de la intensidad nominal.

☐ Verdadero

☐ Falso

29. Los transformadores de media de intensidad de clase extendida, por ejemplo, clase 0,2S deben medir dentro de los límites de error normalizados para corrientes comprendidas entre el 1 % y el 200 % de su corriente asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. El error compuesto de un transformador de tensión 5P debe garantizar el error de relación de tensión en un 3 % dentro del rango de tensiones comprendidas entre el 5 % y el valor de su factor de tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. Los bancos de transformadores monofásicos solo se pueden utilizar en las subestaciones cuando sea imposible utilizar unidades trifásicas.

☐ Verdadero

☐ Falso

32. El factor de tensión asignado de un transformador de tensión destinado para protección representa la tensión máxima expresada en valor de cresta para el cual el transformador puede funcionar durante un tiempo determinado.









☐ Verdadero

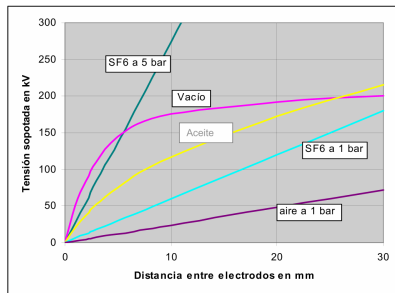
☐ Falso

33. El factor límite de precisión es un parámetro característico de los transformadores de medida de corriente.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1	X		Cuando no circula intensidad en el secundario es cuando está en vacío, y las tensiones nominales y en vacío coinciden. Es la fase-fase ya que todos estos valores son de línea.
2	X		<div><div><p><b>SECCIONADOR</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 0</p></div><div><p><b>INTERRUPTOR</b> P. Corte = 400 A P. Cierre = 40 KA cresta</p></div></div> <div><div><p><b>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO</b> P. Corte = 16 KA P. Cierre = 40 KA cresta</p></div><div><p><b>SECCIONADOR PUESTA A TIERRA</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 40 KA cresta</p></div></div> <div>Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta.</div>
3	X		<div><div><p><b>SECCIONADOR</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 0</p></div><div><p><b>INTERRUPTOR</b> P. Corte = 400 A P. Cierre = 40 KA cresta</p></div></div> <div><div><p><b>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO</b> P. Corte = 16 KA P. Cierre = 40 KA cresta</p></div><div><p><b>SECCIONADOR PUESTA A TIERRA</b> P. Corte = 0 P. Cierre = 40 KA cresta</p></div></div> <div>Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta. El seccionador de puesta a tierra tiene poder de cierre.</div>
4	X		Ocupan menos espacio en planta (horizontal) pero en consecuencia ocupan en vertical.
5		X	La mayor es la de tipo rayo aunque luego las distancias puedan ser, dependiendo del material, mayores las de maniobra.
6		X	No aparece en la norma como aplicaciones especiales a excluir.
7	X		Garnacho: Sí la detecta pero no corta.
8		X	En Alta Tensión ( $\geq 36$ kV) no se puede utilizar el interruptor de vacío. En Media Tensión sustituyen a los de SF <sub>6</sub> .
9		X	Si fuese DYn11 sería verdadero. Además la configuración Ydn11 no existe.
10		X	Ninguno protege frente a sobrecargas. Los fusibles limitadores protegen mejor que los de expulsión frente a cortocircuitos.
11		X	Respuesta de ChatGPT: La temperatura de congelación de los aceites vegetales es mayor (menos negativa) que la de los aceites minerales.
12		X	La corriente de magnetización es siempre varias veces la nominal de la red, 12 o 14. Este valor es el que utilizamos para mirar en la gráfica con el tiempo asignado a este, y siempre llegaremos a una curva con valor nominal de calibre menor.
13		X	La corriente nominal de un seccionador de puesta a tierra no tiene por qué ser igual a la del interruptor de la línea, ya que no conduce corriente en servicio normal. Lo que sí debe ser igual o superior es su capacidad de soportar la corriente de cortocircuito (corriente asignada de corta duración), no la corriente nominal.
14		X	Si el corto se realiza muy lejos del centro de transformación la impedancia de esta linea aumenta y en consecuencia disminuye la intensidad de cortocircuito. Por esto habrá una distancia máxima en la que el fusible detectará el cortocircuito.
15		X	Los de llenado integral no tienen mirilla.

	Verdadero	Falso	Explicación								
16		X	<p>Gráfica Diapositiva 7 Tema 3.2 Aparamenta. Con interruptor en vacío queremos decir que el arco eléctrico se interrumpe en este aislamiento aunque no quiere decir que el interruptor este aislado en este. Como se interrumpe en aislamiento en vacío vemos la gráfica respectiva a la ley de Paschen. La de color magenta es la tensión soportada en vacío, vemos como la gráfica no es linealmente proporcional.</p> 								
17		X	La impedancia de cortocircuito en la placa está referida a la toma central, no a la de regulación.								
18	X		<p>Respuesta de ChatGPT:</p> <table><tr><th>Tipo de fluido dieléctrico</th><th>Viscosidad cinemática a 40 °C (mm<sup>2</sup>/s)</th></tr><tr><td>Aceite mineral</td><td>8 – 12</td></tr><tr><td>Aceite vegetal (éster natural)</td><td>30 – 40</td></tr><tr><td>Éster sintético</td><td>25 – 35</td></tr></table>	Tipo de fluido dieléctrico	Viscosidad cinemática a 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	Aceite mineral	8 – 12	Aceite vegetal (éster natural)	30 – 40	Éster sintético	25 – 35
Tipo de fluido dieléctrico	Viscosidad cinemática a 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)										
Aceite mineral	8 – 12										
Aceite vegetal (éster natural)	30 – 40										
Éster sintético	25 – 35										
19		X	El transformador integral no es de más de 1000 kV A								
20		X	Imagen Diapositiva 6 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Si se desea que el transformador de intensidad tenga un secundario para medida y otro para protección se deben bobinar en núcleos distintos.								
21		X	YNy no puede utilizarse. Diapositiva 46 Tema 4 Transformadores de Potencia. Frase textualmente extraída de las presentaciones: YNy+d son los transformadores utilizados para cambiar la tensión en la red de transporte (400 kV/230 kV), así como para enlazar éstas con las redes de distribución (132 kV, 66 kV y 45 kV).								
22		X	Imagen Diapositiva 23 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. El divisor de tensión está en el primario.								
23	X		Diapositiva 42 Tema 4 Transformadores de Potencia. Para el grupo de conexión Yd, la conexión de una carga desequilibrada fase-fase en el lado del triángulo supone un desplazamiento del neutro en el lado de alta tensión y una sobretensión de valor p.u. en una de las fases del primario.								
24	X		Diapositiva 43 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los transformadores YNd son los transformadores de generación, el arrollamiento de menor tensión está conectado al generador y el de mayor tensión está unido a la red de alta tensión (por ejemplo 400 kV, 220 kV) con el neutro puesto a tierra.								
25	X		Diapositiva 44 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los transformadores YNd se utilizan para alimentar una red con el neutro aislado a partir de una red con el neutro puesto a tierra, como es el caso de la transformación entre una red de alta tensión y una de media tensión (por ejemplo, 132 kV/15 kV).								

	Verdadero	Falso	Explicación
26	X		Los transformadores de emergencia destinados a socorrer una red que haya perdido suministro eléctrico están excluidos de los requisitos de eficiencia energética del Reglamento Europeo 548/2014, porque su operación es temporal y no continua.
27		X	El transformador de medida de corriente se satura más fácilmente si la impedancia en su secundario es grande.
28		X	Según IEC 61869-2:2012. El 5 corresponde al valor del error compuesto y el 10 a la relación de corrientes.
29		X	Respuesta de ChatGPT y vídeos Tema 5: En clase normal el rango de precisión es de 5 % a 120 %, mientras que en clase extendida (S) el rango es de 1 % a 120 %.
30		X	Debes garantizar el error de tensión del 5 %. No existe el 5P en trafos de tensión.
31		X	Los transformadores monofásicos se pueden utilizar siempre pero son más caros porque se precisan 3. Además, en cuestión de potencia, los bancos de trafos son para altas potencias.
32		X	El factor de tensión es el múltiplo de la tensión nominal que da la sobretensión a la que se puede poner el trafo, pero este no está expresado en valor de cresta.
33		X	El factor límite de precisión es el característico de los transformadores de protección. El parámetro característico de los de medida es el factor de seguridad.

### 1.3. Parcial 1 Evaluación continua 2018/2019

1. La tensión del lado de baja tensión de un transformador de distribución cargado al 50 % de su carga nominal con factor de potencia 0,9 inductivo es inferior a su tensión asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. El coeficiente de defecto a tierra  $k$ , depende del valor de la impedancia de secuencia homopolar.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. Si una distancia libre en aire,  $d$ , del material del Grupo C soporta el nivel de aislamiento correspondiente a la tensión de impulsos tipo rayo requerido por el reglamento, entonces también soportará la tensión de tipo maniobra especificada en el reglamento para esa misma distancia libre en aire.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. Para el material del Grupo C es preceptivo reglamentariamente el ensayo de tensión soportada de frecuencia industrial de corta duración.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. Si se cumplen las distancias de aislamiento en el aire establecidas en la ITC-RAT 12 no es preciso realizar el ensayo de comprobación de nivel de aislamiento.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. Los aisladores de porcelana resisten mejor la contaminación que los de silicona.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. Para el material del Grupo C, la condición de seccionamiento no precisa ensayo si las distancias entre los dos extremos seccionados de cada fase se incrementan, al menos, un 25 % respecto de la distancia mínima en aire entre fases especificada por el reglamento.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. Para instalaciones por encima de 1000 m la distancia mínima en aire debe aumentarse 1,4 % por cada 100 m o fracción por encima de los 1000 m hasta los 3000 m.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. La tensión en régimen permanente entre los contactos de un fusible limitador fundido es 1,5 veces el valor de la tensión de fase si los otros dos fusibles no llegaron a fundir.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. La sobretensión por pérdida de carga en el extremo donde se desconecta la carga es tanto mayor cuanto más larga es la línea que alimenta la carga.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. En general las sobretensiones temporales máximas en una red tienen amplitudes mayores que las sobretensiones transitorias de frente lento.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. Las sobretensiones temporales en una instalación se expresan en valor de cresta.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Las sobretensiones de tipo maniobra son de mayor amplitud que las de tipo rayo para un mismo material.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. La sobrecarga de emergencia de larga duración en un transformador produce envejecimiento del material.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. El valor de la impedancia de puesta a tierra de los apoyos condiciona la mayor o menor probabilidad de existencia de cebados inversos.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. El punto de combustión del aceite de tipo vegetal utilizado en los transformadores de distribución de tipo K es inferior a 300 °C.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Los transformadores de aceite mineral de potencia superior a 1 MVA requieren un depósito de expansión.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. El valor del nivel de aislamiento fase-tierra y fase-fase es el mismo para los materiales del Grupo A y B.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. Para los transformadores de aceite mineral el nivel máximo de descargas parciales permitido es más bajo que para los transformadores secos en resina epoxi.



- ☐ Verdadero ☐ Falso
20. Los explosores dispuestos en las bornas de los transformadores de potencia protegen eficazmente al transformador frente a sobretensiones transitorias.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
21. El signo "+d" en un grupo de conexiones indica que el transformador está preparado compensar las sobretensiones dinámicas.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
22. Se recomienda utilizar el índice horario YNd frente al YNy para alimentar una red de distribución desde una red de transporte.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
23. Las pérdidas de los transformadores secos están limitadas por el reglamento europeo de ecodiseño.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
24. La tensión asignada de un fusible debe ser igual o superior a la tensión nominal de la red.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
25. El nivel acústico máximo permitido para un transformador de aceite mineral está limitado por el vigente reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
26. La ley de Paschen permite relacionar la tensión disruptiva en un aislamiento gaseoso respecto al producto de la distancia de separación entre electrodos y la presión del gas.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
27. Los interruptores de SF<sub>6</sub> están desplazando progresivamente a los interruptores de vacío en las redes de media tensión por debajo de 24 kV.
- ☐ Verdadero ☐ Falso
28. Los seccionadores de puesta a tierra deben soportar la corriente asignada sin calentamiento por encima del valor admisible.

☐ Verdadero

☐ Falso

29. Los seccionadores de tipo pantógrafo se utilizan en las instalaciones de alta tensión cuando no se pueden utilizar los de cuchillas giratorias por problemas de espacio disponible en planta.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. La conexión en triángulo abierto de los arrollamientos de baja de tres transformadores de tensión permite detectar tensiones de secuencia homopolar en el lado de alta tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. La ferresonancia en los transformadores de medida puede evitarse aumentando el codo de saturación de los transformadores de medida.

☐ Verdadero

☐ Falso

32. Los interruptores automáticos de media tensión se comercializan con capacidad de seccionamiento.

☐ Verdadero

☐ Falso

33. Los fusibles combinados con los interruptores automáticos son de tipo fusible limitador.

☐ Verdadero

☐ Falso

34. Los transformadores de distribución con cámara de aire deben disponer de al menos una mirilla para el nivel de aceite con marcas a 0 °C, a 20 °C y a 100 °C.

☐ Verdadero

☐ Falso

35. El fusible de expulsión evita que la corriente de cortocircuito supere el valor de cresta.

☐ Verdadero

☐ Falso

36. El límite de precisión de un transformador de medida debe ser lo mayor posible.

☐ Verdadero

☐ Falso

37. El error compuesto es el valor eficaz del error instantáneo.

☐ Verdadero

☐ Falso

38. Cuanto mayor es el factor de seguridad de un transformador de tensión más su codo de saturación disminuye.

☐ Verdadero

☐ Falso

39. Los autoseccionadores abren cuando no hay tensión en la red, después de haber detectado dos pasos de corriente de falta.

☐ Verdadero

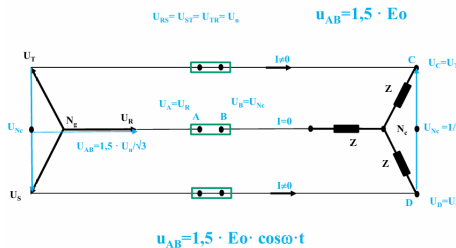
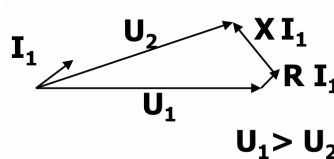
☐ Falso

40. Los transformadores de media de intensidad deben medir dentro de los límites de error normalizado para corrientes comprendidas entre el 20 % y el 120 % de su corriente asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación																												
1	X		<p>Respuesta de ChatGPT: tabla para este tipo de preguntas.</p> <table> <tr> <th>Condición de carga</th><th>Factor de potencia</th><th>Comportamiento de la tensión secundaria</th><th>Comparación con la tensión asignada</th></tr> <tr> <td>Sin carga (0 %)</td><td></td><td>Tensión máxima (ligeramente superior)</td><td>Mayor que la asignada</td></tr> <tr> <td>Carga parcial (&lt;100 %)</td><td>Inductivo (corriente atrasada)</td><td>Caída de tensión moderada</td><td>Menor que la asignada</td></tr> <tr> <td>Carga parcial (&lt;100 %)</td><td>Unitario (resistiva)</td><td>Caída de tensión menor</td><td>Ligeramente menor o casi igual</td></tr> <tr> <td>Carga parcial (&lt;100 %)</td><td>Capacitivo (corriente adelantada)</td><td>Puede compensar parte de la caída</td><td>Cercana o ligeramente mayor</td></tr> <tr> <td>Carga nominal (100 %)</td><td>Inductivo</td><td>Caída de tensión máxima</td><td>Menor que la asignada</td></tr> <tr> <td>Carga nominal (100 %)</td><td>Capacitivo</td><td>La corriente adelantada produce un aumento de tensión (efecto de sobrecompensación)</td><td>Mayor que la asignada</td></tr> </table>	Condición de carga	Factor de potencia	Comportamiento de la tensión secundaria	Comparación con la tensión asignada	Sin carga (0 %)		Tensión máxima (ligeramente superior)	Mayor que la asignada	Carga parcial (<100 %)	Inductivo (corriente atrasada)	Caída de tensión moderada	Menor que la asignada	Carga parcial (<100 %)	Unitario (resistiva)	Caída de tensión menor	Ligeramente menor o casi igual	Carga parcial (<100 %)	Capacitivo (corriente adelantada)	Puede compensar parte de la caída	Cercana o ligeramente mayor	Carga nominal (100 %)	Inductivo	Caída de tensión máxima	Menor que la asignada	Carga nominal (100 %)	Capacitivo	La corriente adelantada produce un aumento de tensión (efecto de sobrecompensación)	Mayor que la asignada
Condición de carga	Factor de potencia	Comportamiento de la tensión secundaria	Comparación con la tensión asignada																												
Sin carga (0 %)		Tensión máxima (ligeramente superior)	Mayor que la asignada																												
Carga parcial (<100 %)	Inductivo (corriente atrasada)	Caída de tensión moderada	Menor que la asignada																												
Carga parcial (<100 %)	Unitario (resistiva)	Caída de tensión menor	Ligeramente menor o casi igual																												
Carga parcial (<100 %)	Capacitivo (corriente adelantada)	Puede compensar parte de la caída	Cercana o ligeramente mayor																												
Carga nominal (100 %)	Inductivo	Caída de tensión máxima	Menor que la asignada																												
Carga nominal (100 %)	Capacitivo	La corriente adelantada produce un aumento de tensión (efecto de sobrecompensación)	Mayor que la asignada																												
2	X		<p>La fórmula es</p> $k = \frac{U_{\text{max falta}}}{U_{\text{max sin falta}}},$ <p>por lo que podríamos llegar a creer que es falsa, pero también se puede expresar de la siguiente forma</p> $k = \frac{1 + \frac{Z_0}{Z_1 + Z_2}}{3},$ <p>ya que con faltas monofásicas sí influyen las otras secuencias.</p>																												
3		X	Para los materiales del grupo C las mayores distancias son las que soportan los impulsos tipo maniobra. Depende del caso.																												
4		X	El ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial no es característico de los materiales de grupo C.																												
5	X		Diapositiva 20 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. En las instalaciones en que por alguna razón, no puedan realizarse ensayos de aislamiento, es aconsejable tomar ciertas medidas. Debe cumplirse la condición de que las tensiones soportadas de los apartados 1,1, 1,2 y 1,3. Esta condición equivale a mantener unas distancias mínimas que dependen de las configuraciones de las partes activas y de las estructuras próximas.																												
6		X	Respuesta de ChatGPT: Los aisladores de silicona resisten mejor la contaminación que los de porcelana.																												
7	X		Diapositiva 22 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Dice exactamente la misma frase.																												
8	X		Diapositiva 23 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Dice exactamente la misma frase.																												

	Verdadero	Falso	Explicación																																								
9	X		<div></div> <p>Diapositiva 61 Tema 3.2 Aparamenta. En la imagen se muestra un fusible fundido en una de las fases, los puntos A y B son los bornes del fusible. La tensión entre estos puntos tienen el valor de 0,87 veces el valor de la tensión de línea o, que es lo mismo, <math>\sqrt{3} \cdot 0,87 = 1,5</math> veces la tensión de fase.</p>																																								
10	X		<div></div> <p>Diapositiva 6 Tema 1.2 Anexo Sobretensiones. Siendo <math>U_2</math> la tensión en origen y <math>U_1</math> la de la carga. Mientras más capacitivo (más horizontal dirección izquierda) más grande es <math>U_1</math>, por lo que la sobretensión lo será.</p>																																								
11		X	<p>Diapositivas 13 y 21 Tema 1.2. Las tablas son los valores pu de primero las sobretensiones temporales y después las transitorias de frente lento, por lo que vemos que estas últimas son mayores.</p> <table><thead><tr><th>Sources</th><th>Typical p.u. Range (1 p.u.=<math>\sqrt{2} \times U_g / \sqrt{3}</math>)</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2"><b>Temporary Overvoltages:</b></td></tr><tr><td>• Single-Line-To-Earth Faults:</td><td></td></tr><tr><td>    Solidly Earthed Neutral System</td><td>1,3 to 1,4</td></tr><tr><td>    Isolated Neutral System</td><td><math>\geq \sqrt{3}</math></td></tr><tr><td>    Impedance Earthed Neutral System</td><td>up to 2,9</td></tr><tr><td>• Load Rejection</td><td>1,2 to 1,5</td></tr><tr><td>• Ferranti Effect:</td><td></td></tr><tr><td>    200 km line</td><td>1,02</td></tr><tr><td>    300 km line</td><td>1,10</td></tr><tr><td>• Closing of Transformer Terminated Line</td><td>1,2 to 1,8</td></tr></tbody></table> <table><thead><tr><th>Sources</th><th>Typical p.u. Range (1 p.u.=<math>\sqrt{2} \times U_g / \sqrt{3}</math>)</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2"><b>Slow-front Overvoltages:</b></td></tr><tr><td>• Line Energization</td><td></td></tr><tr><td>    Discharged Line</td><td>1,5 to 2,9</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing without Preinsertion Resistors</td><td>3,0 to 3,7</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing with Preinsertion Resistors</td><td>1,6 to 2,2</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing with arresters (3 sets at 1,5 p.u. <math>U_{ps}</math>)</td><td>1,8 to 2,5</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing with Breaker Control Closing at zero voltages</td><td>1,5 to 1,7</td></tr><tr><td>Single-phase reclosing:</td><td>1,5 to 2,0</td></tr></tbody></table>	Sources	Typical p.u. Range (1 p.u.= $\sqrt{2} \times U_g / \sqrt{3}$ )	<b>Temporary Overvoltages:</b>		• Single-Line-To-Earth Faults:		Solidly Earthed Neutral System	1,3 to 1,4	Isolated Neutral System	$\geq \sqrt{3}$	Impedance Earthed Neutral System	up to 2,9	• Load Rejection	1,2 to 1,5	• Ferranti Effect:		200 km line	1,02	300 km line	1,10	• Closing of Transformer Terminated Line	1,2 to 1,8	Sources	Typical p.u. Range (1 p.u.= $\sqrt{2} \times U_g / \sqrt{3}$ )	<b>Slow-front Overvoltages:</b>		• Line Energization		Discharged Line	1,5 to 2,9	• Three-phase reclosing without Preinsertion Resistors	3,0 to 3,7	• Three-phase reclosing with Preinsertion Resistors	1,6 to 2,2	• Three-phase reclosing with arresters (3 sets at 1,5 p.u. $U_{ps}$ )	1,8 to 2,5	• Three-phase reclosing with Breaker Control Closing at zero voltages	1,5 to 1,7	Single-phase reclosing:	1,5 to 2,0
Sources	Typical p.u. Range (1 p.u.= $\sqrt{2} \times U_g / \sqrt{3}$ )																																										
<b>Temporary Overvoltages:</b>																																											
• Single-Line-To-Earth Faults:																																											
Solidly Earthed Neutral System	1,3 to 1,4																																										
Isolated Neutral System	$\geq \sqrt{3}$																																										
Impedance Earthed Neutral System	up to 2,9																																										
• Load Rejection	1,2 to 1,5																																										
• Ferranti Effect:																																											
200 km line	1,02																																										
300 km line	1,10																																										
• Closing of Transformer Terminated Line	1,2 to 1,8																																										
Sources	Typical p.u. Range (1 p.u.= $\sqrt{2} \times U_g / \sqrt{3}$ )																																										
<b>Slow-front Overvoltages:</b>																																											
• Line Energization																																											
Discharged Line	1,5 to 2,9																																										
• Three-phase reclosing without Preinsertion Resistors	3,0 to 3,7																																										
• Three-phase reclosing with Preinsertion Resistors	1,6 to 2,2																																										
• Three-phase reclosing with arresters (3 sets at 1,5 p.u. $U_{ps}$ )	1,8 to 2,5																																										
• Three-phase reclosing with Breaker Control Closing at zero voltages	1,5 to 1,7																																										
Single-phase reclosing:	1,5 to 2,0																																										
12		X	Se expresa en valores eficaces, las que son en valores cresta son las transitorias.																																								
13		X	La mayor es la de tipo rayo aunque luego las distancias puedan ser, dependiendo del material, mayores las de maniobra.																																								
14	X		Respuesta de ChatGPT: Una sobrecarga de emergencia de larga duración en un transformador provoca un aumento de la temperatura interna, especialmente en el aislamiento del bobinado (papel, aceite o resina). El envejecimiento térmico del aislamiento es el principal factor que limita la vida útil del transformador.																																								

	Verdadero	Falso	Explicación												
15	X		Respuesta de ChatGPT: El valor de la impedancia de puesta a tierra de los apoyos condiciona la probabilidad de existencia de cebados inversos. A mayor impedancia, mayor riesgo de cebado inverso.												
16		X	Respuesta de ChatGPT: <table><tr><td>Tipo de aceite dieléctrico</td><td>Punto de inflamación</td><td>Punto de combustión</td></tr><tr><td>Aceite mineral (transformador tipo O)</td><td><math>\approx 155^{\circ}\text{C}</math></td><td><math>\approx 170^{\circ}\text{C}</math> a <math>180^{\circ}\text{C}</math></td></tr><tr><td>Aceite vegetal (éster natural) transformador tipo K</td><td><math>\approx 330^{\circ}\text{C}</math></td><td><math>\approx 350^{\circ}\text{C}</math> a <math>360^{\circ}\text{C}</math></td></tr><tr><td>Éster sintético (transformador tipo L)</td><td><math>\approx 300^{\circ}\text{C}</math></td><td><math>\approx 320^{\circ}\text{C}</math> a <math>330^{\circ}\text{C}</math></td></tr></table>	Tipo de aceite dieléctrico	Punto de inflamación	Punto de combustión	Aceite mineral (transformador tipo O)	$\approx 155^{\circ}\text{C}$	$\approx 170^{\circ}\text{C}$ a $180^{\circ}\text{C}$	Aceite vegetal (éster natural) transformador tipo K	$\approx 330^{\circ}\text{C}$	$\approx 350^{\circ}\text{C}$ a $360^{\circ}\text{C}$	Éster sintético (transformador tipo L)	$\approx 300^{\circ}\text{C}$	$\approx 320^{\circ}\text{C}$ a $330^{\circ}\text{C}$
Tipo de aceite dieléctrico	Punto de inflamación	Punto de combustión													
Aceite mineral (transformador tipo O)	$\approx 155^{\circ}\text{C}$	$\approx 170^{\circ}\text{C}$ a $180^{\circ}\text{C}$													
Aceite vegetal (éster natural) transformador tipo K	$\approx 330^{\circ}\text{C}$	$\approx 350^{\circ}\text{C}$ a $360^{\circ}\text{C}$													
Éster sintético (transformador tipo L)	$\approx 300^{\circ}\text{C}$	$\approx 320^{\circ}\text{C}$ a $330^{\circ}\text{C}$													
17	X		Diapositiva 23 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los transformadores de potencia superior a 1 MV A requieren un depósito de expansión.												
18	X		Para ambos grupos coinciden.												
19		X	Respuesta de ChatGPT: Para la norma IEC / UNE-EN 60076 están permitidas menos cantidad de descargas parciales en trafos secos en resina epoxi que para en aceite.												
20		X	Los explosores solo limitan las sobretensiones temporales internas del transformador. Para las transitorias se utilizan pararrayos.												
21		X	Las sobretensiones dinámicas son las de frente lento o maniobra. El +d indica que el transformador tiene un tercer arrollamiento en triángulo, el cual normalmente se añade para eliminar las corrientes homopolares.												
22		X	Aunque los YNd no están destinados exactamente a este fin. Los transformadores YNy no suelen utilizarse debido al mal comportamiento funcionando en vacío y con corrientes homopolares que provocan un flujo magnético no compensado en el núcleo sobrecalentándolo.												
23	X		Respuesta de ChatGPT: Las pérdidas de los transformadores secos están limitadas y reguladas por el Reglamento Europeo de Ecodiseño (UE 548/2014 y su actualización 2019/1783), que establece requisitos mínimos de eficiencia energética para todos los transformadores comercializados en la Unión Europea.												
24	X		Respuesta de ChatGPT: La tensión asignada (o tensión nominal de servicio) de un fusible es la tensión máxima para la cual el fusible puede interrumpir con seguridad una corriente de fallo sin que se produzca reencendido del arco ni daño del soporte.												
25	X		Respuesta de ChatGPT: El nivel acústico máximo permitido para un transformador de aceite mineral está efectivamente limitado reglamentariamente, ya que el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión exige el cumplimiento de las normas UNE-EN (como la 60076-10), donde se fijan esos límites de ruido.												

	Verdadero	Falso	Explicación
26	X		Respuesta de ChatGPT: La ley de Paschen establece que la tensión disruptiva en un aislamiento gaseoso depende del producto de la presión del gas y la distancia entre los electrodos ( $p \cdot d$ ).
27		X	Todo lo contrario ya que el SF <sub>6</sub> está siendo cada vez más cuestionado por razones ambientales.
28		X	La corriente asignada es en condiciones normales y un seccionador de puesta a tierra no esta previsto para soportar la corriente en condiciones normales.
29		X	Los pantógrafos ocupan poco espacio en planta por lo que es coherente decir que es verdadera pero puede ser falsa si se considera que no es el único motivo.
30	X		Respuesta de ChatGPT: La conexión en triángulo abierto de los arrollamientos de baja tensión de tres transformadores de tensión permite detectar tensiones de secuencia homopolar ( $3V_0$ ) en el lado de alta tensión, y se utiliza para la protección contra fallas a tierra y la detección de desequilibrios en sistemas trifásicos.
31	X		Texto Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. La transición entre régimen permanente y ferresonante se produce por inductancias saturables como las de los núcleos de los trafos. Al aumentar la tensión de saturación hacemos que este satura a mayor tensión por lo que hay menos probabilidad que lo haga y en consecuencia que entremos en ferresonancias.
32		X	Los únicos interruptores automáticos con capacidad de seccionamiento son los de baja tensión.
33	X		Los fusibles combinados con los interruptores automáticos en media tensión son de tipo limitador de corriente, ya que su función principal es limitar y extinguir rápidamente la corriente de cortocircuito, protegiendo eficazmente el transformador y el resto del circuito.
34		X	Los transformadores de cámara de aire bajo tapa deben disponer de una mirilla con marcas a 0 °C y 100 °C.
35		X	Los que limitan el valor de cresta son los limitadores, ya que se funden antes de llegar a la cresta, mientras que los de expulsión tienen que pasar por al menos una onda senoidal hasta que corta.
36		X	En caso de transformador de protección el factor límite de precisión debe de ser lo más alto posible, en el de medida, no.
37	X		En los transformadores de intensidad de protección, el error compuesto se define como el valor eficaz del error instantáneo entre la corriente primaria reducida y la corriente secundaria real. Esta definición está establecida en la norma IEC 61869-2 (antigua IEC 60044-1).

	Verdadero	Falso	Explicación
38		X	Cuanto mayor es el factor de seguridad más tarde satura el transformador, por lo que la tensión de saturación es mayor y entonces el codo también.
39	X		Diapositiva 42 Tema 4 Transformadores de Potencia. Primeramente que detecta la corriente de falta abre el circuito y tiene un primer reenganche después, si la intensidad de falta persiste vuelve a abrir el circuito para tener un segundo reenganche después, tras esto si no hay tensión en la red abre por última vez, quedando seccionado.
40	X		Diapositiva 7 Tema 5.1. Transformadores de medida y protección. Es entre el 5 % y el 120 % de su corriente asignada.



## 1.4. Parcial 1 Evaluación continua 2020/2021

1. La potencia de cortocircuito  $S_{cc}$  de una red trifásica viene dada por raíz de tres veces la tensión más elevada de la red multiplicada por la corriente de cortocircuito en el punto de la red.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. La sobretensión temporal en el lado de media tensión de una red de distribución depende del valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro del transformador de distribución del centro de transformación que alimenta.  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. El valor máximo de la sobretensión temporal de una red viene limitado por el tipo de fusible de expulsión utilizado.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. El cebado inverso en una línea aérea es muy probable que se produzca cuando un rayo impacta en el cable de guarda de la línea siempre que la amplitud de la mitad de la corriente de la descarga del rayo multiplicada por la impedancia característica del cable de guarda, teniendo en cuenta las puestas a tierra, sea superior a la tensión soportada frente a rayos de la distancia libre entre fase y tierra de la línea (p.e. de la cadena de aisladores).  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. Las líneas aéreas de media tensión no se apantallan con cable de guarda porque la probabilidad de cebados por sobretensiones de tipo rayo son menores que en las líneas de transporte.  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. La tensión soportada,  $U_w$ , frente a impulsos tipo rayo de una cadena de aisladores expuesta a las condiciones ambientales corresponde al nivel de tensión cuya probabilidad de que se produzca descarga disruptiva no supera el 10 %.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. En una subestación que utiliza material de tensión más elevada de 145 kV las distancias mínimas exigidas por el reglamento para el aislamiento en aire fase-tierra son las mismas que las exigidas para el aislamiento en aire fase-fase.  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. Según la ITC 12 del reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión la distancia mínima libre en aire fase-tierra de un seccionador de una red 220 kV debe cumplir el valor mínimo establecido en las tablas de la propia ITC 12, independientemente de que haya superado los ensayos de tensión soportada (de impulso tipo rayo y de frecuencia industrial) establecidos en las referidas tablas de la ITC 12.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. La línea de fuga de un aislador de apoyo de porcelana o de vidrio debe ser igual a la distancia libre en aire establecida en las tablas de la ITC 12 del reglamento para la distancia fase-tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. Es sabido, gracias a la Ley de Paschen, que los gases tienen un valor mínimo de rigidez dieléctrica que es función de la presión para una distancia entre electrodos determinada, por debajo de la cual cuanto menor es la presión mayor es su rigidez dieléctrica.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Un mismo aparato de maniobra de AT utilizado en una subestación de exterior de  $U_m$  igual a 145 kV puede tener la función de interruptor automático y seccionador.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. El SF<sub>6</sub> es un gas que origina efecto invernadero.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Cuando el SF<sub>6</sub> sufre un arco eléctrico de alta energía los gases derivados son tóxicos.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Los seccionadores de puesta a tierra deben tener poder de cierre.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. Un fusible de expulsión puede hacer las veces de seccionador si el aislador soporte que separa los contactos del fusible dispone de un herraje intermedio puesto a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. El valor de la corriente nominal de un fusible limitador debe ser mayor a la corriente de energización del transformador que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. El fusible de MT protege adecuadamente al transformador de distribución siempre que se funda en un tiempo inferior a 5 s en caso de que se produzca un cortocircuito trifásico en las bornas del secundario del transformador al que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. Un fusible limitador protege para cualquier corriente de cortocircuito que se produzca en el lado de baja tensión de un transformador de distribución, independientemente de la longitud de la línea de baja tensión hasta el punto de cortocircuito.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. Un seccionador debe soportar las corrientes de cortocircuito.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. Los transformadores de distribución de llenado integral deben disponer de dos mirillas de nivel de aceite, una a cada lado del transformador.

☐ Verdadero

☐ Falso

21. Los autoseccionadores son interruptores automáticos con capacidad de seccionamiento.

☐ Verdadero

☐ Falso

22. Según la norma UNE-EN 60076, los transformadores de distribución no pueden sobrecargarse por encima de su corriente nominal.

☐ Verdadero

☐ Falso

23. La viscosidad de los aceites vegetales utilizados en los transformadores de distribución es mayor que la de los aceites minerales.

☐ Verdadero

☐ Falso

24. Los transformadores de distribución con ventiladores para su refrigeración deben utilizarse en los centros de transformación con dificultad de ventilación.

☐ Verdadero

☐ Falso

25. Un transformador de potencia de llenado integral puede ser utilizado en un centro de transformación de 630 kV A.

☐ Verdadero

☐ Falso

26. Los cuernos descargadores dispuestos en los pasatapas de los transformadores de potencia están prohibidos.

☐ Verdadero

☐ Falso

27. Los transformadores estrella-estrella, con neutro puesto a tierra en ambos lados, deben disponer de un arrollamiento de compensación en triángulo para evitar que las corrientes homopolares se transfieran de baja a alta tensión o viceversa.

☐ Verdadero

☐ Falso

28. El índice horario Yzn11 se utiliza para transformadores de distribución bitensión en el lado de baja tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

29. Es preceptivo que un transformador de distribución con aceite mineral de 1000 kV A tenga un grupo de conexión Ydn11.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. Teniendo en cuenta la red de baja tensión que alimenta, es conveniente que la tensión de cortocircuito de un transformador de distribución sea lo más pequeña posible.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. El reglamento de instalaciones eléctricas permite utilizar bancos de tres unidades de transformadores monofásicos para redes trifásicas.

☐ Verdadero

☐ Falso

32. YNy+d son los transformadores utilizados para cambiar la tensión en la red de transporte (400 kV/230 kV), así como para enlazar éstas con las redes de distribución (132 kV, 66 kV y 45 kV).

☐ Verdadero

☐ Falso

33. El reglamento europeo 548/2014, que regula las pérdidas de transformadores de potencia, excluye de su aplicación a los transformadores de distribución de tipo poste instalados en los apoyos de las líneas aéreas.

☐ Verdadero

☐ Falso

34. Los transformadores de intensidad que tiene dos arrollamientos secundarios, uno para medida y otro para protección, requieren disponer de dos núcleos separados.

☐ Verdadero

☐ Falso

35. Los transformadores de tensión de tipo capacitivo utilizan un divisor de tensión capacitivo en el secundario del transformador inductivo.

☐ Verdadero

☐ Falso

36. Los transformadores de medida de intensidad de clase extendida, por ejemplo, clase 0,2S deben medir dentro de los límites de error normalizados para corrientes comprendidas entre el 1 % y el 120 % de su corriente asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

37. El error compuesto de un transformador de tensión 3P debe garantizar el error de relación de tensión en un 3 % dentro del rango de tensiones comprendidas entre el 5 % y el valor de su factor de tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

38. Los aceites vegetales utilizados en los transformadores de distribución son fluidos de tipo K.

☐ Verdadero

☐ Falso

39. El factor de tensión asignado de un transformador de protección representa la tensión máxima de funcionamiento del transformador durante un tiempo determinado.

☐ Verdadero

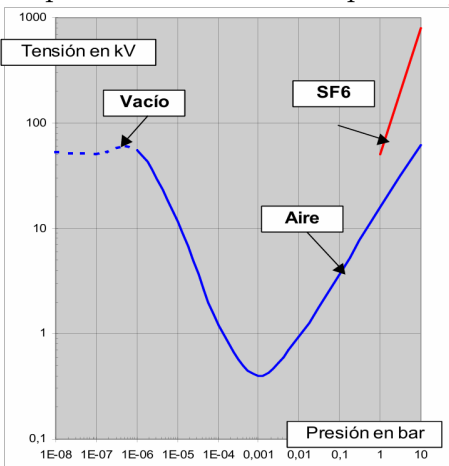
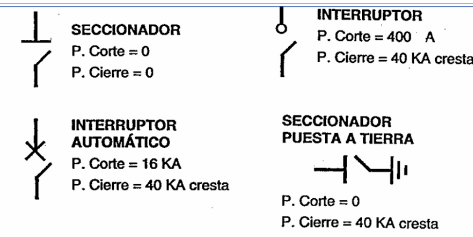
☐ Falso

40. El factor límite de precisión de un transformador de medida de corriente debe ser lo más alto posible.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación								
1		X	$S_{cc} = \sqrt{3} \cdot U_{nQ} \cdot I''_{kQ'}$ es la tensión nominal.								
2		X	La resistencia de puesta a tierra es del centro de transformación que alimenta, por lo que está después y no aporta al cortocircuito.								
3		X	El fusible que limita la intensidad pico de cortocircuito es el limitador.								
4	X		Respuesta de ChatGPT: Se produce cuando el rayo impacta en el cable de guarda. Se habla de la mitad de la intensidad porque va la mitad a cada apoyo. La intensidad entre 2 por la impedancia de la línea es la tensión que debe soportar la cadena de aisladores para que no se cumpla.								
5		X	Es cierto que las de media tensión no se apantallan con cable de guarda pero no es únicamente porque los cebados sean menores.								
6	X		Diapositiva 16 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. La parte de la fórmula relacionada con el 10 % de probabilidad es la de 1-1,3z, se realiza un desplazamiento de la tensión con probabilidad 50 % en la campana de Gauss.								
7	X		<div>Diapositiva 3 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire.</div> <table><tr><th>Grupo</th><th>Rango de tensión nominal</th></tr><tr><td>A</td><td><math>1 \text{ kV} &lt; U_m \leq 36 \text{ kV}</math></td></tr><tr><td>B</td><td><math>36 \text{ kV} &lt; U_m \leq 245 \text{ kV}</math></td></tr><tr><td>C</td><td><math>245 \text{ kV} &lt; U_m</math></td></tr></table> <div>Por lo que pertenece al grupo B, en el que coinciden las distancias fase-fase y fase-tierra.</div>	Grupo	Rango de tensión nominal	A	$1 \text{ kV} < U_m \leq 36 \text{ kV}$	B	$36 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$	C	$245 \text{ kV} < U_m$
Grupo	Rango de tensión nominal										
A	$1 \text{ kV} < U_m \leq 36 \text{ kV}$										
B	$36 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$										
C	$245 \text{ kV} < U_m$										
8		X	Diapositiva 21 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Las tablas 1,2 y 3 indican el valor mínimo de la distancia, que debe respetarse en los equipos e instalaciones en que no se realicen ensayos en correspondencia con un nivel de aislamiento.								
9		X	Respuesta de ChatGPT: La distancia se mide en el aire. La línea de fuga se mide sobre la superficie del aislador y siempre debe ser mayor que la distancia libre, para compensar polvo, humedad, contaminación y posibles trayectorias más largas de la corriente de fuga.								

	Verdadero	Falso	Explicación
10	X		<p>Diapositiva 6 Tema 3.2 Aparamenta.</p> 
11		X	En alta tensión los interruptores automáticos no pueden tener las dos funciones por lo que no hay un único aparato que cumpla las dos funciones.
12	X		Diapositiva 15 Tema 3.2 Aparamenta. El gas SF <sub>6</sub> colabora al efecto invernadero.
13	X		Diapositiva 16 Tema 3.2 Aparamenta. El SF <sub>6</sub> puede sufrir descomposiciones cuando en su interior se dan arcos eléctricos debidos a las operaciones normales de corte, o despeje de faltas, que dependen de la cantidad de energía recibida. La mayor parte de los átomos descompuestos se recombinan, aunque otra parte forma productos estables con los materiales de construcción el equipo, oxígeno y agua (polvos) o se descompone en forma del gas tionilo de azufre (SOF <sub>2</sub> ) que sí es tóxico.
14	X		 <p>Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta. El seccionador de puesta a tierra tiene poder de cierre.</p>
15	X		Respuesta de ChatGPT: Si el aislador soporte que separa los contactos del fusible tiene un herraje intermedio puesto a tierra, entonces al abrir el fusible, los contactos quedan separados y el herraje a tierra proporciona un aislamiento seguro y visible. En este caso, el fusible cumple también la función de seccionador, permitiendo trabajar de manera segura en el circuito.
16		X	Corriente de energización es lo mismo que conexión, esta es siempre varias veces la nominal de la red, 12 o 14. Este valor es el que utilizamos para mirar en la gráfica con el tiempo asignado a este, y siempre llegaremos a una curva con valor nominal de calibre menor.

	Verdadero	Falso	Explicación								
17		X	Es un tiempo inferior a 2 s								
18		X	Cuanta más longitud en baja tensión mayor es la impedancia del cable y menor la intensidad de cortocircuito, puede llegar a ser tan pequeña que sea indetectable por el fusible.								
19	X		Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta El seccionador no tiene poder de corte por lo que debe soportarlas ya que no puede abrir el circuito.								
20		X	Los de llenado integral no tienen mirilla.								
21		X	No es interruptor automático porque en tal caso, debería de tener poder de corte y el autoseccionador solamente tiene poder de cierre.								
22		X	Se pueden sobrecargar mientras que no excedan limites térmicos.								
23	X		Respuesta de ChatGPT: <table><tr><td>Tipo de fluido dieléctrico</td><td>Viscosidad cinemática a 40 °C (mm<sup>2</sup>/s)</td></tr><tr><td>Aceite mineral</td><td>8 – 12</td></tr><tr><td>Aceite vegetal (éster natural)</td><td>30 – 40</td></tr><tr><td>Éster sintético</td><td>25 – 35</td></tr></table>	Tipo de fluido dieléctrico	Viscosidad cinemática a 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	Aceite mineral	8 – 12	Aceite vegetal (éster natural)	30 – 40	Éster sintético	25 – 35
Tipo de fluido dieléctrico	Viscosidad cinemática a 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)										
Aceite mineral	8 – 12										
Aceite vegetal (éster natural)	30 – 40										
Éster sintético	25 – 35										
24		X	Los ventiladores dependen de factores como la potencia del transformador pero no de la dificultad de la ventilación.								
25	X		Solo es obligatorio el de deposito de expansión para mas de 1000 kV A.								
26	X		Vídeo Tema 1.								
27	X		Diapositiva 45 Tema 4 Transformadores de Potencia. Las transformadores de potencia YNy no suelen utilizarse por el mal comportamiento en vacío con corrientes homopolares. Para que las corrientes homopolares no pasen entre estos se le añade un tercer arrollamiento en triángulo (+d) por el que circularán antes.								
28		X	Diapositiva 39 Tema 4 Transformadores de Potencia. Para los transformadores de distribución en bitensión son los de Dyn11.								
29		X	Diapositiva 39 Tema 4 Transformadores de Potencia. Trafos de distribución son los Dyn11 o Yzn11. Para más de 160 kV A en aceite y mas de 250 kV A en seco son los Dyn11, mientras que para menos o igual a estos valores son los Yzn11. Comentar también que el transformador Ydn11 no existe ya que el triangulo no tiene neutro.								
30		X	A menor tensión de cortocircuito del trafo menor impedancia de cortocircuito de éste y en consecuencia más intensidad de cortocircuito. Interesa que la intensidad de corto sea baja, por lo que interesa que la tensión de cortocircuito sea mayor.								
31	X		Respuesta de ChatGPT: Esta práctica se utiliza a menudo cuando no se dispone de un transformador trifásico de la potencia deseada y se busca flexibilidad en mantenimiento o transporte.								



	Verdadero	Falso	Explicación								
32	X		Diapositiva 46 Tema 4 Transformadores de Potencia. Frase textualmente extraída de las presentaciones: YNy+d son los transformadores utilizados para cambiar la tensión en la red de transporte (400 kV/230 kV), así como para enlazar éstas con las redes de distribución (132 kV, 66 kV y 45 kV).								
33		X	No aparece en la norma como aplicaciones especiales a excluir.								
34	X		Imagen Diapositiva 6 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Si se desea que el transformador de intensidad tenga un secundario para medida y otro para protección se deben bobinar en núcleos distintos.								
35		X	Imagen Diapositiva 23 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. El divisor de tensión está en el primario.								
36	X		Respuesta de ChatGPT y vídeos Tema 5: En clase normal el rango de precisión es de 5 % a 120 %, mientras que en clase extendida (S) el rango es de 1 % a 120 %.								
37	X		Diapositiva 19 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Antes de P se pone el valor del error permitido en la tensión del secundario. Las tensiones del primario a tener son entre 5 % y el valor eficaz de tensión (1,2 1,5 1,9)								
38	X		Respuesta de ChatGPT: <table><tr><td>Tipo de Fluido</td><td>Ejemplo</td></tr><tr><td>O</td><td>Aceite mineral</td></tr><tr><td>L</td><td>Ésteres sintéticos</td></tr><tr><td>K</td><td>Aceite vegetal natural</td></tr></table>	Tipo de Fluido	Ejemplo	O	Aceite mineral	L	Ésteres sintéticos	K	Aceite vegetal natural
Tipo de Fluido	Ejemplo										
O	Aceite mineral										
L	Ésteres sintéticos										
K	Aceite vegetal natural										
39	X		Es el múltiplo de la tensión nominal que da la sobretensión a la que se puede poner el trafo.								
40		X	En caso de transformador de protección el factor límite de precisión debe de ser lo más alto posible, en el de medida, no.								

## 1.5. Parcial 1 Evaluación continua 2019/2020

1. La tensión en el lado de baja tensión de un transformador de distribución cargado al 25 % de su carga nominal, con factor de potencia 0,9 inductivo, es inferior a su tensión asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. La tensión en el lado de baja tensión de un transformador de distribución cargado con su carga nominal y factor de potencia 0,1 capacitivo es inferior a su tensión asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. Para los materiales del Grupo B, la distancia libre en aire correspondiente a la tensión soportada a impulsos tipo rayo es mayor que la necesaria para satisfacer la tensión soportada a frecuencia industrial.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. Para los materiales del Grupo B, las distancias en aire fase-fase deben ser mayores que las distancias fase-tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. En una instalación, si no se cumplen las distancias de aislamiento en aire establecidas en la ITC-RAT 12, es preciso realizar el ensayo de comprobación del nivel de aislamiento.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. Los materiales del Grupo A no están sometidos a sobretensiones de tipo maniobra, únicamente a tensiones de frecuencia industrial e impulsos tipo rayo.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. Para los materiales del Grupo C, la condición de seccionamiento tipo precisa ensayo si las distancias entre los dos extremos seccionados de una misma fase se incrementan, al menos, un 25 % respecto de la distancia mínima en aire entre fase y fase especificada por el reglamento.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. Los transformadores con aceite mineral de potencia superior a 1 MV A requieren un depósito de expansión.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. La tensión en régimen permanente entre los contactos de un fusible limitador fundido es 1,5 veces el valor de la tensión de fase si los otros dos fusibles no llegaron a fundir.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. Los fusibles limitadores protegen mejor que los fusibles de expulsión frente a sobrecargas de emergencia de corta duración.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. La sobretensión temporal máxima en una red tiene una amplitud mayor que la sobretensión transitoria de frente lento.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. Las sobretensiones temporales en una instalación se expresan en valor de cresta.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. El coeficiente de defecto a tierra para redes con neutro aislado es inferior al correspondiente a redes con neutro puesto a tierra rígida.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Los transformadores de medida de intensidad deben medir dentro de los límites de error normalizado para tensiones comprendidas entre el 20 % y el 120 % de su corriente asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. El aceite mineral utilizado en los transformadores tiene una viscosidad mayor que el aceite vegetal.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. La ferresonancia en los transformadores de medida se limita disponiendo una resistencia de valor apropiado en el secundario del transformador.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Los interruptores automáticos de media tensión pueden tener función de seccionador.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. Es recomendable, en un transformador, sustituir el aceite mineral por aceite vegetal.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. Para los transformadores de distribución en aceite es obligatorio el ensayo de descargas parciales.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. Los explosores dispuestos en las bornas de los transformadores de potencia protegen eficazmente al transformador frente a sobretensiones transitorias.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1	X		Aunque la corriente es solo el 25 % de la nominal, sigue habiendo caída de tensión proporcional a la corriente y dependiente del ángulo de fase del factor de potencia.
2		X	Cuando un transformador de distribución trabaja con carga nominal y factor de potencia 0,1 capacitivo, la corriente está muy adelantada respecto a la tensión (por el carácter capacitivo de la carga). Esto provoca una elevación de la tensión secundaria, no una caída.
3	X		Para asegurar la tensión soportada a impulsos tipo rayo, la distancia libre en aire debe ser mayor que la necesaria para soportar la tensión a frecuencia industrial.
4		X	Son iguales (T1-D14)
5	X		La ITC-RAT 12 establece las distancias de aislamiento en aire mínimas que deben cumplirse en las instalaciones eléctricas para evitar descargas y garantizar seguridad. Si no se pueden respetar las distancias de aislamiento mínimas, la norma indica que es necesario verificar el aislamiento mediante ensayos.
6		X	También deben soportar sobretensiones de maniobra, como aquellas originadas por conmutaciones, cortocircuitos o arranques de motores, aunque estas sean menores que los impulsos tipo rayo.
7	X		Si se incrementa la distancia entre los dos extremos seccionados un 25 % o más, es preciso realizar un ensayo para verificar que el aislamiento sigue siendo adecuado.
8	X		Para transformadores con potencia superior a 1 MV A, es obligatorio un depósito de expansión o conservador de aceite.
9	X		Solo uno de los tres fusibles de un sistema trifásico ha fundido. Debido a esto, la tensión que aparece es 1,5 veces la tensión de fase a neutro normal.
10		X	Ninguno protege frente a sobrecargas. Los fusibles limitadores protegen mejor que los de expulsión frente a cortocircuitos
11		X	Para una sobretensión temporal, su amplitud es relativamente baja, típicamente entre 1,1 y 1,3 veces la tensión nominal. Para una sobretensión de frente lento, su amplitud es mayor que la de las sobretensiones temporales, pudiendo llegar a 1,5 a 2 veces la tensión nominal.
12		X	Las sobretensiones temporales se expresan en valor eficaz.
13		X	El coeficiente de defecto a tierra es mayor en redes con neutro aislado que en redes con neutro puesto a tierra rígida.
14	X		<b>Falso?</b> Diapositiva 7 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Es entre 5 % y el 120 % de su corriente asignada.

Cuadro 1: Soluciones no oficiales, pendiente de revisión.

	Verdadero	Falso	Explicación	
15		X	Respuesta de ChatGPT:	
			Tipo de fluido dieléctrico	Viscosidad cinemática a 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)
			Aceite mineral	8 – 12
			Aceite vegetal (éster natural)	30 – 40
			Éster sintético	25 – 35
16	X		La ferresonancia se puede limitar colocando una resistencia apropiada en el secundario del transformador.	
17		X	Se supone que es falso: solo pueden tener la función de seccionamiento en baja tensión.	
18		X	Los transformadores diseñados para aceite mineral no están concebidos originalmente para aceite vegetal.	
19		X	Normalmente, los transformadores de potencia o tensión elevada sí requieren ensayo de descargas parciales como medida de control de calidad, pero en transformadores de distribución comunes, el ensayo no es obligatorio, aunque puede ser recomendable para diagnóstico preventivo.	
20		X	Los explosores protegen el equipo frente a fallas internas pero no protegen eficazmente frente a sobretensiones transitorias externas.	

## 1.6. Solución del Test de Auto-evaluación I

1. El valor de la tensión soportada nominal de tipo maniobra es mayor que el valor de la tensión soportada nominal de tipo rayo para un mismo material del Grupo C.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. El valor máximo de la sobretensión temporal debida a cortocircuito fase-tierra de una red queda limitado por la impedancia de conexión del neutro a tierra de red de alimentación.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. El coeficiente de defecto a tierra,  $k$ , depende del tiempo de actuación de las protecciones.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. Si una distancia de aislamiento en aire de un material del Grupo B cumple con el ensayo de tensión nominal soportada a impulsos tipo rayo entonces también cumplirá con la tensión nominal soportada a frecuencia industrial requerida por el reglamento.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. Los aislamientos de los equipos de alta tensión tales como transformadores de potencia se diseñan para que soporten las sobretensiones tipo maniobra que puedan aparecer en la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. Si una cadena de aisladores expuesta a las condiciones ambientales cumple el ensayo de tensión nominal soportada a impulsos tipo rayo y tipo maniobra significa que su línea de fuga también cumple las exigencias reglamentarias.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. En una subestación que utiliza material de tensión más elevada de 145 kV perteneciente al Grupo B las distancias mínimas libres en aire exigidas por el reglamento para los aislamientos fase-tierra son las mismas que las exigidas para los aislamientos en aire fase-fase.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. Según la ITC 12 del reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión la distancia libre en aire en una subestación situada a 900 m de altitud debe ser igual o superior al valor mínimo de distancia libre establecida en las tablas de la ITC 12, a menos que se hayan realizado ensayos de tensión soportada con resultado favorable.

☐ Verdadero ☐ Falso

9. El nivel de aislamiento de un material de exterior destinado a una red de distribución rural de  $U_m = 24 \text{ kV}$  con neutro aislado debe elegirse de la lista 1 del Grupo A.

☐ Verdadero ☐ Falso

10. El  $\text{SF}_6$  es un gas aislante que se ha utilizado tradicionalmente en las GIS, pero que origina efecto invernadero.

☐ Verdadero ☐ Falso

11. Pueden existir niveles de aislamiento de tensión nominal soportada a frecuencia industrial y de impulsos tipo rayos exactamente iguales para materiales de distinto valor de  $U_m$  pertenecientes al Grupo B.

☐ Verdadero ☐ Falso

12. El reglamento permite emplear combinaciones distintas de tensiones nominales soportadas a las establecidas en la tabla del reglamento, sólo para los materiales del Grupo C, si las características de la red o a los métodos elegidos para controlar las sobretensiones de maniobra o de rayo lo justifican.

☐ Verdadero ☐ Falso

13. Las cadenas de aisladores de las líneas aéreas se eligen de nivel de aislamiento nominal igual o superior a la máxima sobretensión de tipo rayo que se prevean.

☐ Verdadero ☐ Falso

14. Cuando un rayo cae en el terreno próximo a una línea de media tensión, por ejemplo, con nivel de aislamiento tipo rayo del  $125 \text{ kV}$ , las cadenas de aisladores no cebarán si está apantallada con un cable de guardia.

☐ Verdadero ☐ Falso

15. Dentro de las sobretensiones temporales también se incluyen las sobretensiones producidas por ferresonancias.

☐ Verdadero ☐ Falso

16. No existe ningún ensayo normalizado asociado a las sobretensiones transitorias de frente muy rápido.

☐ Verdadero ☐ Falso

17. Las sobretensiones en una subestación provocadas por reenganche de una línea pueden ser mayores que las provocadas en la conexión inicial de la línea.



☐ Verdadero

☐ Falso

18. Las sobretensiones por cebados inversos son más probables que por cebados entre fase y estructura.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. En las subestaciones aisladas en gas (GIS) solo se producen sobretensiones de frente muy rápido.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. La tensión soportada nominal de una cadena de aisladores corresponde con el nivel de tensión para el cual se asegura que no se producirá descarga disruptiva alguna.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación								
1		X	La mayor es la de tipo rayo aunque luego las distancias son mayores las de maniobra.								
2	X		<p>Sobretensión temporal es la de cortocircuito. Con la configuración nos están diciendo cómo es la corriente de defecto en caso de este.</p> <table><tr><td>Configuración red</td><td>Intensidad defecto</td></tr><tr><td>Neutro rígido a tierra</td><td>Muy alta</td></tr><tr><td>Neutro a tierra a través de resistencia</td><td>Alta, depende resistencia</td></tr><tr><td>Neutro aislado</td><td>Muy baja</td></tr></table> <p>Esta intensidad de defecto depende de la resistencia de puesta a tierra y la de defecto sale con los cortocircuitos monofásicos.</p>	Configuración red	Intensidad defecto	Neutro rígido a tierra	Muy alta	Neutro a tierra a través de resistencia	Alta, depende resistencia	Neutro aislado	Muy baja
Configuración red	Intensidad defecto										
Neutro rígido a tierra	Muy alta										
Neutro a tierra a través de resistencia	Alta, depende resistencia										
Neutro aislado	Muy baja										
3		X	Diapositiva 5 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. El valor de $k$ se define mediante la siguiente fórmula: $k = \frac{U_{max\ falta}}{U_{max\ sin\ falta}}$ la cual no aparece el tiempo.								
4	X		Para el Grupo B la mayor distancia es la que se calcula con el ensayo a impulsos tipo rayo, por lo que si mantiene esa distancia cumplirá con cualquier ensayo.								
5		X	Texto Tema 3.2 Aparamenta. Se diseñan con respecto a todas las sobretensiones que puedan aparecer, no solo las de maniobra.								
6		X	Respuesta de ChatGPT: Que una cadena de aisladores cumpla los niveles de tensión soportada a impulsos tipo rayo y maniobra no implica que su línea de fuga cumpla las exigencias reglamentarias, ya que la línea de fuga está relacionada con la resistencia a la contaminación, y se evalúa independientemente de los ensayos de impulso.								
7	X		Para el Grupo B coinciden las distancias fase-fase y fase-tierra.								
8	X		Diapositiva 23 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Las distancias de aislamiento tienen que ser como mínimo las de las tablas del reglamento para menos de 1000 m o mayores que si se realizan ensayos. Entre 1000 m y 3000 m será 1,4 % mayores por cada 100 m más por encima de 1000 m.								
9		X	<p>Diapositiva 3 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire.</p> <table><tr><td>Grupo</td><td>Rango de tensión nominal</td></tr><tr><td>A</td><td><math>1\text{ kV} &lt; U_m \leq 36\text{ kV}</math></td></tr><tr><td>B</td><td><math>36\text{ kV} &lt; U_m \leq 245\text{ kV}</math></td></tr><tr><td>C</td><td><math>245\text{ kV} &lt; U_m</math></td></tr></table> <p>Por lo que pertenece al Grupo A. Con respecto a las listas, la diferencia entre 1 y 2 es la cantidad de aislamiento necesario. Para 1 hace falta menos aislamiento que para 2. Siendo una red de distribución rural que son líneas normalmente aéreas expuestas a impulsos tipo rayo tendrán que tener más aislamiento, por lo que entraría en la lista 2.</p>	Grupo	Rango de tensión nominal	A	$1\text{ kV} < U_m \leq 36\text{ kV}$	B	$36\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$	C	$245\text{ kV} < U_m$
Grupo	Rango de tensión nominal										
A	$1\text{ kV} < U_m \leq 36\text{ kV}$										
B	$36\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$										
C	$245\text{ kV} < U_m$										

	Verdadero	Falso	Explicación																																																												
10	X		Diapositiva 9 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. GIS significa <i>Gas Insulated Substation</i> , el SF <sub>6</sub> origina efecto invernadero.																																																												
11	X		Diapositiva 14 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. <div><table><tr><th>TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)</th><th>TENSION SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)</th><th>TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)</th><th>Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)</th></tr><tr><td>52</td><td>95</td><td>250</td><td>480</td></tr><tr><td>72.5</td><td>140</td><td>325</td><td>630</td></tr><tr><td>123</td><td>185</td><td>450</td><td>900</td></tr><tr><td>145</td><td>230</td><td>550</td><td>1100</td></tr><tr><td></td><td>185</td><td>450</td><td>900</td></tr><tr><td></td><td>230</td><td>550</td><td>1100</td></tr><tr><td></td><td>275</td><td>650</td><td>1300</td></tr><tr><td>170</td><td>230</td><td>550</td><td>1100</td></tr><tr><td></td><td>275</td><td>650</td><td>1300</td></tr><tr><td></td><td>325</td><td>750</td><td>1500</td></tr><tr><td>245</td><td>325</td><td>750</td><td>1500</td></tr><tr><td></td><td>360</td><td>850</td><td>1700</td></tr><tr><td></td><td>395</td><td>950</td><td>1900</td></tr><tr><td></td><td>460</td><td>1050</td><td>2100</td></tr></table></div>	TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)	52	95	250	480	72.5	140	325	630	123	185	450	900	145	230	550	1100		185	450	900		230	550	1100		275	650	1300	170	230	550	1100		275	650	1300		325	750	1500	245	325	750	1500		360	850	1700		395	950	1900		460	1050	2100
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)																																																												
52	95	250	480																																																												
72.5	140	325	630																																																												
123	185	450	900																																																												
145	230	550	1100																																																												
	185	450	900																																																												
	230	550	1100																																																												
	275	650	1300																																																												
170	230	550	1100																																																												
	275	650	1300																																																												
	325	750	1500																																																												
245	325	750	1500																																																												
	360	850	1700																																																												
	395	950	1900																																																												
	460	1050	2100																																																												
12	X		Diapositiva 18 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Cuando, debido a las características de la red, o a los métodos elegidos para controlar las sobretensiones de maniobra o de rayo el empleo de combinaciones distintas a las de la tabla quede justificado técnicamente, los valores seleccionados deben tomarse de entre los que figuran en la tabla.																																																												
13		X	No es contenido del primer parcial.																																																												
14		X	<b>Verdadero?</b> Si están bien apantallados, no deberían cebar.																																																												
15	X		Aunque no se toman en cuenta porque se evitarán.																																																												
16	X		Diapositiva 10 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. <div><table><tr><th rowspan="2">Class</th><th colspan="2">Low frequency</th><th colspan="3">Transient</th></tr><tr><th>Continuous</th><th>Temporary</th><th>Slow-front</th><th>Fast-front</th><th>Very-fast-front</th></tr><tr><td>Voltage shape</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Range of voltage shapes</td><td><math>f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}</math> <math>T_1 \geq 2 \text{ 600 s}</math></td><td><math>10 \text{ Hz} &lt; f &lt; 500 \text{ Hz}</math> <math>3 \text{ 600 s} \geq T_1 \geq 0,03 \text{ s}</math></td><td><math>5 \text{ 000 } \mu\text{s} \geq T_2 \geq 20 \text{ } \mu\text{s}</math> <math>T_3 \leq 20 \text{ ms}</math></td><td><math>20 \text{ } \mu\text{s} \geq T_1 \geq 0,1 \text{ } \mu\text{s}</math> <math>T_3 \leq 300 \text{ } \mu\text{s}</math></td><td><math>100 \text{ ns} \geq T_1 \geq 5 \text{ ns}</math> <math>0,3 \text{ MHz} &lt; f_1 &lt; 100 \text{ MHz}</math> <math>20 \text{ MHz} &lt; f_1 &lt; 200 \text{ MHz}</math> <math>T_1 \leq 5 \text{ ns}</math></td></tr><tr><td>Standard voltage shape</td><td><math>f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}</math> <math>T_1 \text{ } ^*)</math></td><td><math>48 \text{ Hz} &lt; f &lt; 62 \text{ Hz}</math> <math>T_1 = 60 \text{ s}</math></td><td><math>T_2 = 250 \text{ } \mu\text{s}</math> <math>T_3 = 2 \text{ 600 } \mu\text{s}</math></td><td><math>T_1 = 1,2 \text{ } \mu\text{s}</math> <math>T_2 = 60 \text{ } \mu\text{s}</math></td><td><math>^*)</math></td></tr><tr><td>Standard withstand test</td><td><math>^*)</math></td><td>Short-duration power-frequency test</td><td>Switching impulse test</td><td>Lightning impulse test</td><td><math>^*)</math></td></tr></table><p><small><math>^*)</math> To be specified by the relevant apparatus committee.</small></p></div>	Class	Low frequency		Transient			Continuous	Temporary	Slow-front	Fast-front	Very-fast-front	Voltage shape						Range of voltage shapes	$f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}$ $T_1 \geq 2 \text{ 600 s}$	$10 \text{ Hz} < f < 500 \text{ Hz}$ $3 \text{ 600 s} \geq T_1 \geq 0,03 \text{ s}$	$5 \text{ 000 } \mu\text{s} \geq T_2 \geq 20 \text{ } \mu\text{s}$ $T_3 \leq 20 \text{ ms}$	$20 \text{ } \mu\text{s} \geq T_1 \geq 0,1 \text{ } \mu\text{s}$ $T_3 \leq 300 \text{ } \mu\text{s}$	$100 \text{ ns} \geq T_1 \geq 5 \text{ ns}$ $0,3 \text{ MHz} < f_1 < 100 \text{ MHz}$ $20 \text{ MHz} < f_1 < 200 \text{ MHz}$ $T_1 \leq 5 \text{ ns}$	Standard voltage shape	$f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}$ $T_1 \text{ } ^*)$	$48 \text{ Hz} < f < 62 \text{ Hz}$ $T_1 = 60 \text{ s}$	$T_2 = 250 \text{ } \mu\text{s}$ $T_3 = 2 \text{ 600 } \mu\text{s}$	$T_1 = 1,2 \text{ } \mu\text{s}$ $T_2 = 60 \text{ } \mu\text{s}$	$^*)$	Standard withstand test	$^*)$	Short-duration power-frequency test	Switching impulse test	Lightning impulse test	$^*)$																									
Class	Low frequency		Transient																																																												
	Continuous	Temporary	Slow-front	Fast-front	Very-fast-front																																																										
Voltage shape																																																															
Range of voltage shapes	$f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}$ $T_1 \geq 2 \text{ 600 s}$	$10 \text{ Hz} < f < 500 \text{ Hz}$ $3 \text{ 600 s} \geq T_1 \geq 0,03 \text{ s}$	$5 \text{ 000 } \mu\text{s} \geq T_2 \geq 20 \text{ } \mu\text{s}$ $T_3 \leq 20 \text{ ms}$	$20 \text{ } \mu\text{s} \geq T_1 \geq 0,1 \text{ } \mu\text{s}$ $T_3 \leq 300 \text{ } \mu\text{s}$	$100 \text{ ns} \geq T_1 \geq 5 \text{ ns}$ $0,3 \text{ MHz} < f_1 < 100 \text{ MHz}$ $20 \text{ MHz} < f_1 < 200 \text{ MHz}$ $T_1 \leq 5 \text{ ns}$																																																										
Standard voltage shape	$f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}$ $T_1 \text{ } ^*)$	$48 \text{ Hz} < f < 62 \text{ Hz}$ $T_1 = 60 \text{ s}$	$T_2 = 250 \text{ } \mu\text{s}$ $T_3 = 2 \text{ 600 } \mu\text{s}$	$T_1 = 1,2 \text{ } \mu\text{s}$ $T_2 = 60 \text{ } \mu\text{s}$	$^*)$																																																										
Standard withstand test	$^*)$	Short-duration power-frequency test	Switching impulse test	Lightning impulse test	$^*)$																																																										
17	X		Diapositiva 21 Tema 1.2 Anexo Sobretensiones. <div><table><tr><th>Sources</th><th>Typical p.u. Range (1 p.u.=<math>\sqrt{2 \times U_g / \sqrt{3}}</math>)</th></tr><tr><td colspan="2"><b>Slow-front Overvoltages:</b></td></tr><tr><td>• Line Energization</td><td></td></tr><tr><td>Discharged Line</td><td>1,5 to 2,9</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing without Preinsertion Resistors</td><td>3,0 to 3,7</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing with Preinsertion Resistors</td><td>1,6 to 2,2</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing with arresters (3 sets at 1,5 p.u. <math>U_{ps}</math>)</td><td>1,8 to 2,5</td></tr><tr><td>• Three-phase reclosing with Breaker Control Closing at zero voltages</td><td>1,5 to 1,7</td></tr><tr><td><b>Single-phase reclosing:</b></td><td>1,5 to 2,0</td></tr></table></div>	Sources	Typical p.u. Range (1 p.u.= $\sqrt{2 \times U_g / \sqrt{3}}$ )	<b>Slow-front Overvoltages:</b>		• Line Energization		Discharged Line	1,5 to 2,9	• Three-phase reclosing without Preinsertion Resistors	3,0 to 3,7	• Three-phase reclosing with Preinsertion Resistors	1,6 to 2,2	• Three-phase reclosing with arresters (3 sets at 1,5 p.u. $U_{ps}$ )	1,8 to 2,5	• Three-phase reclosing with Breaker Control Closing at zero voltages	1,5 to 1,7	<b>Single-phase reclosing:</b>	1,5 to 2,0																																										
Sources	Typical p.u. Range (1 p.u.= $\sqrt{2 \times U_g / \sqrt{3}}$ )																																																														
<b>Slow-front Overvoltages:</b>																																																															
• Line Energization																																																															
Discharged Line	1,5 to 2,9																																																														
• Three-phase reclosing without Preinsertion Resistors	3,0 to 3,7																																																														
• Three-phase reclosing with Preinsertion Resistors	1,6 to 2,2																																																														
• Three-phase reclosing with arresters (3 sets at 1,5 p.u. $U_{ps}$ )	1,8 to 2,5																																																														
• Three-phase reclosing with Breaker Control Closing at zero voltages	1,5 to 1,7																																																														
<b>Single-phase reclosing:</b>	1,5 to 2,0																																																														

	Verdadero	Falso	Explicación
18		X	Las condiciones para cebado inverso (estructura-fase) se dan en menor frecuencia.
19		X	Aunque sean las más características de este tipo de instalaciones, no son las únicas.
20		X	Respuesta de ChatGPT: Porque la tensión soportada nominal no garantiza la ausencia absoluta de descargas disruptivas, sino que es un valor normalizado de referencia, obtenido en ensayos donde se admite cierta probabilidad de descarga dentro de los límites establecidos por las normas.

## 1.7. Solución del Test de Auto-evaluación II

1. La corriente de falta a tierra en una red con neutro aislado es igual a tres veces la corriente capacitiva entre fase y tierra existente instantes antes de la falta.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. Cuando en una red de tensión más elevada entre fases  $U_s$  y con el neutro aislado de tierra se produce una falta fase-tierra, el neutro se pondrá a la tensión  $U_s/\sqrt{3}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

3. En una red correctamente diseñada con bobina Petersen, en caso de cortocircuito fase-tierra, ésta deberá inyectar una corriente inductiva en el punto de cortocircuito de módulo igual a  $\sqrt{3}$  veces la corriente capacitiva que circulaba por tierra en cada fase antes del fallo fase-tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. En caso de un cortocircuito fase-tierra en una red con bobina Petersen, los aislamientos de las fases sanas (sin defecto) no sufren sobretensión temporal.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. La bobina Petersen está especialmente diseñada para redes de media tensión que dispongan mayoritariamente de líneas subterráneas con cable aislado.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. La corriente de cortocircuito fase-tierra en una red sin armónicos, con neutro puesto a tierra a través de una bobina Petersen perfectamente sintonizada ( $v = 0$ ), corresponderá a una corriente resistiva residual debida a las pérdidas de los cables, las pérdidas de la propia bobina Petersen y la resistencia de tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. Para que se extinga el arco de una falta fase-tierra en una red que utilice bobina Petersen es preciso que el valor eficaz de la corriente residual a tierra sea nulo.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. La bobina Petersen limita también la corriente máxima de los cortocircuitos trifásicos.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. La corriente de defecto a tierra en una red con neutro aislado depende de la mayor o menor extensión de la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. La desintonización máxima admisible para asegurar la extinción del arco de una falta a tierra en una red con bobina Petersen es tanto mayor cuanto mayor sea la tensión nominal de red, siempre que la corriente de falta capacitiva y el amortiguamiento se mantengan constantes en las redes de diferente tensión comparadas.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. La bobina Petersen debe ser regulable en función del crecimiento de la red o de su topología (mayor o menor longitud de líneas aéreas o subterráneas).

☐ Verdadero

☐ Falso

12. El amortiguamiento  $\delta$  de una red compensada con bobina Petersen varía en función de la temperatura del terreno.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Para redes con neutro aislado el coeficiente de desintonización toma el valor  $-1$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Cuando en una red el amortiguamiento es nulo ( $\delta = 0$ ), la desintonización  $v$  puede ser la máxima admisible para cumplir con el requisito de extinguir el arco de la falta.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. En una red con amortiguamiento nulo ( $\delta = 0$ ), cuanto mayor sea la corriente de falta a tierra capacitiva, mayor puede ser la desintonización admisible que asegure la extinción del arco de la falta.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. La norma alemana DIN VDE 0228-2 establece la máxima corriente residual admisible en una red con bobina Petersen para lograr la extinción de la falta en función de la corriente de falta a tierra capacitiva de la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. La máxima desintonización admisible  $v_{max}$  de una red con bobina Petersen es función de la pendiente de la tensión transitoria de restablecimiento en el punto de la falta.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. La bobina Petersen no se dispone en todas las redes con neutro aislado.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. La pendiente máxima admisible de la tensión transitoria de restablecimiento depende de la corriente de defecto a tierra capacitiva  $I_c$ .

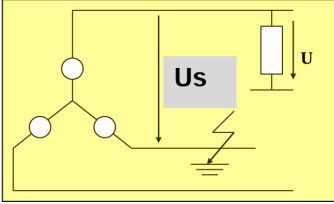
☐ Verdadero

☐ Falso

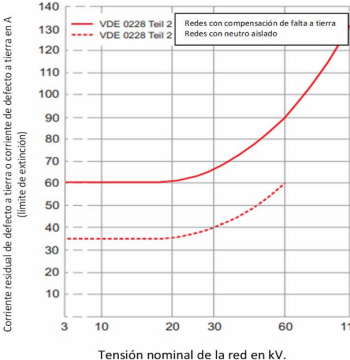
20. La presencia de armónicos en la red puede afectar negativamente a la extinción del arco.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1	X		Diapositivas 2 y 4 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. Antes de la falta: $I = \omega \cdot C_e \cdot U_f$ . Después de la falta: $I_{falta} = 3 \cdot I$
2		X	 <p>Diapositiva 5 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. En la imagen se ve la falta con neutro aislado.</p>
3		X	Diapositiva 5 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. Es 3 veces no $\sqrt{3}$ .
4		X	Diapositiva 17 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. Una de las limitaciones e inconvenientes de las bobinas Petersen es la incapacidad para extinguir faltas en aislamientos sólidos, teniendo sobretensiones a tierra en fases sanas.
5		X	Diapositiva 8 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. Es útil en el caso de líneas aéreas de distribución donde existen muchas faltas a tierra no permanentes.
6	X		Diapositiva 6 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. $I_{res} = \sqrt{(I_C - I_L)^2 - I_R^2}$ siendo $I_C$ las pérdidas en los cables, $I_L$ las de la bobina y $I_R$ la de la resistencia a tierra.
7		X	Diapositiva 9 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. La condición para la extinción del arco es $I_{RES} \leq I_G$ siendo $I_G$ el límite de la corriente de extinción.
8		X	La función de la bobina Petersen es compensar la corriente capacitiva de los cortocircuitos fase-tierra en neutro aislado.
9	X		Diapositivas 2 y 4 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. Antes de la falta: $I = \omega \cdot C_e \cdot U_f$ . Después de la falta: $I_{falta} = 3 \cdot I$ . El valor de $C_e$ aumenta cuanto más extensa es la red por lo que depende de esto.
10	X		Diapositiva 12 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. Para una red con una corriente capacitiva de falta de $I_C$ de 200 A y un amortiguamiento del 3 %, la desintonización máxima podría ser de hasta el $\pm 65,9\%$ en redes de 110 kV, mientras que para redes de 20 kV debía limitarse a $\pm 29,8\%$
11	X		Para el caso de totalmente sincronizado $I_L = I_C$ por lo que hay que regularla dependiendo del valor de $I_C$ que depende de $C_e$ la cual aumenta con la longitud de la línea y depende del tipo de ésta.
12	X		$\delta = \frac{I_R}{I_C}$ y la intensidad $I_R$ depende de la resistividad térmica del terreno al que está puesto el electrodo del neutro.
13	X		Diapositiva 7 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. En caso de falta fase-tierra de una red con neutro aislado ( $I_L = 0$ ) la desintonización será -1 (red subcompensada).



	Verdadero	Falso	Explicación
14	X		<p>Diapositiva 14 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen.</p> $\sqrt{\delta^2 + v^2} \leq \frac{35}{I_C} + \frac{25}{200}$ <p>si amortiguamiento (<math>\delta</math>) es 0:</p> $v \leq \frac{35}{I_C} + \frac{25}{200}$ <p>Puede ser la máxima admisible pero no mayor.</p>
15		X	<p>Diapositiva 14 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen.</p> $\sqrt{\delta^2 + v^2} \leq \frac{35}{I_C} + \frac{25}{200}$ <p>si amortiguamiento (<math>\delta</math>) es 0:</p> $v \leq \frac{35}{I_C} + \frac{25}{200}$ <p>Vemos cómo si la corriente aumenta, la desintonización disminuye.</p>
16		X	 <p>Establece los valores límite para la corriente residual en una red compensada (con bobina Petersen), así como para las redes con neutro aislado con el fin de asegurar la extinción del arco. En función de la tensión nominal de la red, como vemos en la gráfica.</p> <p><small>Figura 7. Límite de extinción según DIN VDE 0228-2:1987</small></p>
17		X	<p>Diapositiva 14 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen.</p> $\sqrt{\delta^2 + v^2} \leq \frac{35}{I_C} + \frac{25}{200}$ <p>No es función de tensión, si no de intensidad capacitiva a tierra.</p>
18	X		Respuesta de ChatGPT: No se utilizan en todas.
19	X		<p>Diapositiva 14 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen.</p> $\sqrt{\delta^2 + v^2} \leq \frac{35}{I_C} + \frac{25}{200}$
20	X		Respuesta de ChatGPT: Los armónicos alteran la compensación entre la bobina Petersen y la red, ya que la reactiva de la bobina depende de la frecuencia, lo que dificulta la extinción del arco en caso de defecto monofásico a tierra.

## 1.8. Examen Final Enero 2021 - Primera Parte

1. La sobretensión temporal en el lado de media tensión de una red de distribución depende del valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro del transformador de la subestación que alimenta a la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. El valor máximo de la corriente de cortocircuito de una red viene limitado por el tipo de fusible utilizado.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. Si un seccionador ha superado el ensayo de tensión soportada,  $U_w$ , frente a impulsos tipo rayo significa que no debe producirse una descarga disruptiva para la tensión  $U_w$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

4. En una subestación que utiliza material de tensión más elevada de 245 kV las distancias mínimas exigidas por el reglamento para el aislamiento en aire fase-fase son mayores a las exigidas para el aislamiento en aire fase-tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. El SF<sub>6</sub> es un gas que contribuye con el efecto invernadero.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. Cuando el SF<sub>6</sub> sufre un arco eléctrico de alta energía los gases derivados son tóxicos.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. Los seccionadores deben soportar las corrientes de cortocircuito.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. El valor de la corriente nominal de un fusible limitador debe ser mayor a la corriente de energización del transformador que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. Un fusible limitador protege al transformador de distribución frente a cualquier corriente de cortocircuito que se produzca en el lado de baja tensión, independientemente de la longitud de la línea de baja tensión hasta el punto de cortocircuito.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. Es condición necesaria y suficiente que los transformadores de potencia con depósito de expansión tengan una mirilla de nivel de aceite.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Los autoseccionadores se instalan en las subestaciones de transformación de las redes de transporte.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. Los aceites vegetales utilizados en los transformadores de distribución se consideran fluidos de tipo K.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Un transformador de distribución de 1500 kV A no puede ser de llenado integral.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Los transformadores estrella-estrella con neutro puesto a tierra en ambos lados deben disponer de un tercer arrollamiento de compensación en triángulo.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. El índice horario Yzn11 se utiliza para transformadores de distribución bitensión en el lado de baja tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. El reglamento europeo 548/2014, que regula las pérdidas de transformadores de potencia, excluye de su aplicación a los transformadores de distribución de tipo poste.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Los transformadores de intensidad que tiene dos arrollamientos secundarios, uno para medida y otro para protección, pueden arrollarse en el mismo núcleo ferromagnético.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. Los transformadores de tensión de tipo capacitivo se utilizan a la entrada de las líneas para recoger las ondas de mando control y comunicación alta frecuencia.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. El error de relación de tensión de un transformador de tensión 3P debe garantizarse en un 3 % dentro del rango de tensiones comprendidas entre el 5 % y el valor de su factor de tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. La potencia de precisión de un transformador de medida es el valor de la potencia aparente, referida a la tensión asignada, con un factor de potencia 0,8 inductivo para la que se especifican los errores de relación y de ángulo

☐ Verdadero

☐ Falso

21. Los seccionadores de puesta a tierra deben tener un poder de cierre coordinado con la corriente prevista de cortocircuito en el punto de instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

22. Los aceites vegetales se congelan antes que lo hace el aceite mineral.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación								
1	X		<p>Sobretensión temporal es la de cortocircuito. Con la que configuración nos están diciendo cómo es la corriente de defecto en caso de éste.</p> <table><tr><td>Configuración red</td><td>Intensidad defecto</td></tr><tr><td>Neutro rígido a tierra</td><td>Muy alta</td></tr><tr><td>Neutro a tierra a través de resistencia</td><td>Alta, depende resistencia</td></tr><tr><td>Neutro aislado</td><td>Muy baja</td></tr></table> <p>Como esta intensidad de defecto depende de la resistencia de puesta a tierra y la de defecto sale con los cortocircuitos es verdadera.</p>	Configuración red	Intensidad defecto	Neutro rígido a tierra	Muy alta	Neutro a tierra a través de resistencia	Alta, depende resistencia	Neutro aislado	Muy baja
Configuración red	Intensidad defecto										
Neutro rígido a tierra	Muy alta										
Neutro a tierra a través de resistencia	Alta, depende resistencia										
Neutro aislado	Muy baja										
2	X		Vídeo Tema Fusibles. El fusible limitador funciona de tal forma que no deja llegar al valor de cresta máximo de corriente de cortocircuito, corta antes. Por el otro lado, el fusible de expulsión tiene que pasar al menos una onda senoidal hasta que corta.								
3		X	Respuesta de ChatGPT: La norma dice que se produce una descarga disruptiva justo a esa tensión o más.								
4		X	<p>Diapositivas 3 y 14 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire.</p> <table><tr><td>Grupo</td><td>Rango de tensión nominal</td></tr><tr><td>A</td><td><math>1 \text{ kV} &lt; U_m \leq 36 \text{ kV}</math></td></tr><tr><td>B</td><td><math>36 \text{ kV} &lt; U_m \leq 245 \text{ kV}</math></td></tr><tr><td>C</td><td><math>245 \text{ kV} &lt; U_m</math></td></tr></table> <p>Por lo que pertenece al grupo B. Son las mismas distancias entre fase-fase y fase-tierra para este grupo.</p>	Grupo	Rango de tensión nominal	A	$1 \text{ kV} < U_m \leq 36 \text{ kV}$	B	$36 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$	C	$245 \text{ kV} < U_m$
Grupo	Rango de tensión nominal										
A	$1 \text{ kV} < U_m \leq 36 \text{ kV}$										
B	$36 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$										
C	$245 \text{ kV} < U_m$										
5	X		Diapositiva 15 Tema 3.2 Aparamenta. El gas SF <sub>6</sub> colabora al efecto invernadero.								
6	X		Diapositiva 16 Tema 3.2 Aparamenta. El SF <sub>6</sub> puede sufrir descomposiciones cuando en su interior se dan arcos eléctricos debidos a las operaciones normales de corte, o despeje de faltas, que dependen de la cantidad de energía recibida. La mayor parte de los átomos descompuestos se recombinan, aunque otra parte forma productos estables con los materiales de construcción el equipo, oxígeno y agua (polvos) o se descompone en forma del gas tionilo de azufre (SOF <sub>2</sub> ) que sí es tóxico.								
7	X		Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta. No tienen poder de corte entonces tiene que mantenerse en cierre sin sufrir cuando pasan corrientes de todo tipo.								
8		X	Corriente de energización es lo mismo que conexión, esta es siempre varias veces la nominal de la red, 12 o 14. Este valor es el que utilizamos para mirar en la gráfica con el tiempo asignado a este, y siempre llegaremos a una curva con valor nominal de calibre menor.								
9		X	Si el corto se realiza muy lejos del transformador la impedancia de esta línea aumenta y en consecuencia disminuye la intensidad de cortocircuito. Por esto habrá una distancia máxima en la que el fusible detectará el cortocircuito.								
10		X	Es condición obligatoria, no suficiente, una mirilla que marque de 0 °C a 100 °C en trafos con depósitos de expansión.								

	Verdadero	Falso	Explicación								
11		X	Diapositiva 43 Tema 3.2 Aparamenta. Los autoseccionadores se utilizan en redes de distribución.								
12	X		Respuesta de ChatGPT: <table><tr><td>Tipo de Fluido</td><td>Ejemplo</td></tr><tr><td>O</td><td>Aceite mineral</td></tr><tr><td>L</td><td>Ésteres sintéticos</td></tr><tr><td>K</td><td>Aceite vegetal natural</td></tr></table>	Tipo de Fluido	Ejemplo	O	Aceite mineral	L	Ésteres sintéticos	K	Aceite vegetal natural
Tipo de Fluido	Ejemplo										
O	Aceite mineral										
L	Ésteres sintéticos										
K	Aceite vegetal natural										
13	X		Diapositiva 23 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los transformadores de potencia superior a 1 MV A requieren un depósito de expansión.								
14	X		Diapositiva 45 Tema 4 Transformadores de Potencia. Las transformadores de potencia YNy no suelen utilizarse por el mal comportamiento en vacío con corrientes homopolares. Para que las corrientes homopolares no pasen entre estos se le añade un tercer arrollamiento en triángulo (+d) por el que circularán antes.								
15		X	Diapositiva 39 Tema 4 Transformadores de Potencia. Para los transformadores de distribución en bitensión son los de Dyn11.								
16		X	No aparece en la norma como aplicaciones especiales a excluir.								
17		X	Imagen Diapositiva 6 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Si se desea que el transformador de intensidad tenga un secundario para medida y otro para protección se deben bobinar en núcleos distintos.								
18	X		Vídeo Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Los capacitivos tienen como ventaja el drenar altas frecuencias.								
19	X		Diapositiva 19 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Antes de P se pone el valor del error permitido en la tensión del secundario. Las tensiones del primario a tener son entre 5 % y el valor eficaz de tensión (1,2 1,5 1,9)								
20	X		Diapositiva 17 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Definición exacta.								
21	X		Diapositiva 28 Tema 3.2 Aparamenta. Según la definición debe soportar estas corrientes de cortocircuito por lo que debe cerrar incluso con estas.								
22	X		Respuesta de ChatGPT: La temperatura de congelación de las aceites vegetales es mayor (menos negativa) que la de los aceites minerales. Esto significa que se solidifican antes cuando baja la temperatura.								

## 1.9. Parcial 1 Evaluación continua 2022/2023

1. Si la placa de características de un aislador de apoyo indica como nivel de tensión soportada a impulsos tipo rayo  $U_w(1,2/50) = 1050 \text{ kV}$  y se instala en una subestación de exterior situada a 2000 m de altitud, la probabilidad de que se produjera un cebado si una sobretensión de rayo alcanzara 1050 kV no sería superior al 10 %.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. Si una distancia libre en aire de un material del Grupo B cumple con el ensayo de tensión soportada a impulsos tipo rayo entonces cumplirá también con la tensión soportada a frecuencia industrial requerida por el reglamento.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. El coeficiente de defecto a tierra,  $k$ , depende del tiempo de actuación de las protecciones.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. Los aislamientos de los equipos de alta tensión (interruptores, transformadores, etc.) se diseñan para que soporten las sobretensiones tipo maniobra que pueden aparecer en la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. Si una cadena de aisladores expuesta a las condiciones ambientales cumple con los niveles de tensión soportada a impulsos tipo rayo y tipo maniobra significa que su línea de fuga también cumple las exigencias reglamentarias.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. En una subestación que utiliza material de tensión más elevada de 220 kV las distancias mínimas libres en aire exigidas por el reglamento para los aislamientos fase-tierra son las mismas que las exigidas para los aislamientos en aire fase-fase.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. Según la ITC 12 del reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión la distancia libre en aire fase-tierra en una subestación de 220 kV situada a 900 m de altitud debe ser igual o superior al valor mínimo de distancia libre establecido en las tablas de la ITC 12, a menos que se hayan realizado ensayos de tensión soportada, en cuyo caso prevalecen.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. El nivel de aislamiento de un material destinado a una red de distribución rural de  $U_m = 24 \text{ kV}$  debe elegirse de la lista 1 del material del Grupo A.

☐ Verdadero ☐ Falso

9. La corriente de pico de cortocircuito corresponde con la intensidad de límite térmico máximo admisible de los materiales y equipos de la instalación.

☐ Verdadero ☐ Falso

10. Un mismo aparato de maniobra de AT puede tener la función de interruptor automático y seccionador.

☐ Verdadero ☐ Falso

11. El  $\text{SF}_6$  es un gas que origina efecto invernadero.

☐ Verdadero ☐ Falso

12. Un seccionador unipolar no puede cerrar sus contactos, si están ambos a alta tensión.

☐ Verdadero ☐ Falso

13. Los seccionadores de puesta a tierra deben tener un poder de corte expresado  $kA$ .

☐ Verdadero ☐ Falso

14. Un fusible de expulsión no puede cortar intensidades por debajo de  $I_3$ .

☐ Verdadero ☐ Falso

15. La corriente de energización del transformador es mayor que la corriente nominal del fusible que lo protege.

☐ Verdadero ☐ Falso

16. Los fusibles limitadores no se deben disponer en redes con neutro aislado por la baja intensidad de defecto a tierra que estas redes presentan.

☐ Verdadero ☐ Falso

17. Un fusible limitador no protege frente a sobrecargas.

☐ Verdadero ☐ Falso

18. Un seccionador debe soportar las corrientes de cortocircuito a través de sus contactos.

☐ Verdadero ☐ Falso

19. Los transformadores de distribución con depósito de expansión deben disponer de dos mirillas de nivel de aceite, una a cada lado del tanque del transformador.



☐ Verdadero

☐ Falso

20. Los interruptores de vacío se utilizan únicamente en las instalaciones de distribución (subestaciones y centros de transformación), pero no en las subestaciones de 400 kV.

☐ Verdadero

☐ Falso

21. Los interruptores de los centros de transformación deben tener un poder de cierre que suele ser del orden de decenas de  $kA$  y un poder de corte del orden de centenas de A.

☐ Verdadero

☐ Falso

22. La temperatura de congelación de los aceites vegetales utilizados en los transformadores de distribución es mayor que la de los aceites minerales.

☐ Verdadero

☐ Falso

23. Un fusible limitador de tensión nominal 24 kV es adecuado para una red monofásica de tensión nominal de 20 kV.

☐ Verdadero

☐ Falso

24. Un transformador de potencia de llenado integral no tiene mirillas.

☐ Verdadero

☐ Falso

25. La tensión nominal de un pararrayos debe ser superior a la sobretensión temporal de duración de 10 s en el punto de la red donde se instale.

☐ Verdadero

☐ Falso

26. El error compuesto de un transformador de protección 5P10 es del 10 % cuando la intensidad del primario es 5 veces la intensidad nominal.

☐ Verdadero

☐ Falso

27. El índice horario Yzn11 no se utiliza para transformadores de distribución de 400 kV A.

☐ Verdadero

☐ Falso

28. La potencia límite térmica es el valor de la potencia aparente, referida a la tensión asignada, que el transformador puede suministrar al circuito secundario, cuando la tensión asignada se aplica al primario, sin exceder los límites de calentamiento.

☐ Verdadero

☐ Falso

29. Un transformador de tensión de protección es de clase 1,5P cuando la sobretensión máxima admisible que puede soportar es de 1,5 veces su tensión nominal.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. El reglamento de instalaciones eléctricas no permite utilizar autotransformadores a menos que su neutro esté puesto a tierra a través de una impedancia.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. Las ferresonancias paralelo en los transformadores de medida y protección de alta tensión puede evitarse incrementando la tensión de saturación del núcleo.

☐ Verdadero

☐ Falso

32. El reglamento europeo 548/2014, que limita las pérdidas de transformadores de potencia, no es aplicable a los transformadores de aislamiento seco a ser instalados en locales de pública concurrencia.

☐ Verdadero

☐ Falso

33. Los transformadores de intensidad deben tener dos arrollamientos secundarios cada uno de ellos bobinados en un núcleo separado si se desea que uno sea de medida y el otro de protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

34. Los transformadores de tensión de tipo capacitivos son más precisos que los inductivos.

☐ Verdadero

☐ Falso

35. Los transformadores de media de intensidad de clase extendida, por ejemplo, clase 0,2S deben medir dentro de los límites de error normalizados para corrientes comprendidas entre el 1 % y el 120 % de su corriente asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

36. La tensión residual en bornes de un pararrayos es mayor frente a una sobretensión tipo maniobra que frente a una tensión tipo rayo.

☐ Verdadero

☐ Falso

37. Los pararrayos de óxidos metálicos no pueden disponer de explosores en serie.

☐ Verdadero

☐ Falso

38. La tensión de servicio continuo de un pararrayos es superior a su tensión nominal.

☐ Verdadero

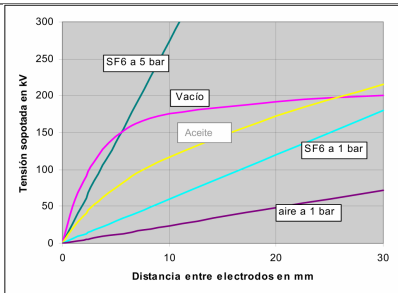
☐ Falso

39. Las corrientes homopolares del circuito de baja tensión en un transformador de potencia con grupo de conexiones: YNyn0d5 se transfieren al primario desfasadas  $150^\circ$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación								
1		X	Es debido a que la altura es superior a 1000 m. Al igual que la distancia aumenta con la altura, tiene que aumentar la tensión de ensayos o la probabilidad.								
2	X		Diapositiva 17 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Las distancias de aislamiento para los materiales de Grupo B vienen condicionados por las del ensayo a impulsos tipo rayo.								
3		X	Diapositiva 5 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. El valor de $k$ se define mediante la siguiente fórmula: $k = \frac{U_{max\ falta}}{U_{max\ sin\ falta}}$ la cual no aparece el tiempo.								
4		X	Texto Tema 3.2 Aparamenta. Se diseñan con respecto a todas las sobretensiones que puedan aparecer, no solo las de maniobra.								
5		X	Respuesta de ChatGPT: Que una cadena de aisladores cumpla los niveles de tensión soportada a impulsos tipo rayo y maniobra no implica que su línea de fuga cumpla las exigencias reglamentarias, ya que la línea de fuga está relacionada con la resistencia a la contaminación, y se evalúa independientemente de los ensayos de impulso.								
6	X		Diapositiva 3 y 14 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. <table border="1"><tr><th>Grupo</th><th>Rango de tensión nominal</th></tr><tr><td>A</td><td><math>1\text{ kV} &lt; U_m \leq 36\text{ kV}</math></td></tr><tr><td>B</td><td><math>36\text{ kV} &lt; U_m \leq 245\text{ kV}</math></td></tr><tr><td>C</td><td><math>245\text{ kV} &lt; U_m</math></td></tr></table> Ergo es Grupo B, el cual tiene la misma distancia para fase-tierra que para fase-fase, el único que la tiene distinta es el Grupo C.	Grupo	Rango de tensión nominal	A	$1\text{ kV} < U_m \leq 36\text{ kV}$	B	$36\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$	C	$245\text{ kV} < U_m$
Grupo	Rango de tensión nominal										
A	$1\text{ kV} < U_m \leq 36\text{ kV}$										
B	$36\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$										
C	$245\text{ kV} < U_m$										
7	X		Diapositiva 23 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Las distancias de aislamiento tienen que ser como mínimo las de las tablas del reglamento para menos de 1000 m o mayores si se realizan ensayos. Entre 1000 m y 3000 m será 1,4 % mayores por cada 100 m más por encima de 1000 m.								
8		X	Diapositiva 3 y 14 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. <table border="1"><tr><th>Grupo</th><th>Rango de tensión nominal</th></tr><tr><td>A</td><td><math>1\text{ kV} &lt; U_m \leq 36\text{ kV}</math></td></tr><tr><td>B</td><td><math>36\text{ kV} &lt; U_m \leq 245\text{ kV}</math></td></tr><tr><td>C</td><td><math>245\text{ kV} &lt; U_m</math></td></tr></table> Por lo que pertenece al grupo A. Con respecto a las listas la diferencia entre 1 y 2 es la cantidad de aislamiento necesario, para 1 hace falta menos aislamiento que para 2. Siendo una red de distribución rural que son líneas normalmente aéreas expuestas a impulsos tipo rayo tendrán que tener más aislamiento, por lo que entraría en la lista 2.	Grupo	Rango de tensión nominal	A	$1\text{ kV} < U_m \leq 36\text{ kV}$	B	$36\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$	C	$245\text{ kV} < U_m$
Grupo	Rango de tensión nominal										
A	$1\text{ kV} < U_m \leq 36\text{ kV}$										
B	$36\text{ kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$										
C	$245\text{ kV} < U_m$										

	Verdadero	Falso	Explicación
9		X	Diapositivas 6 y 12 Tema 2.1 Corrientes Cortocircuito. La intensidad de pico es el valor instantáneo máximo posible de la corriente de cortocircuito prevista, mientras que la intensidad de límite térmica máxima admisible es el valor eficaz de la corriente que tiene el mismo efecto térmico y la misma duración que la corriente real de cortocircuito. Siendo entonces las fórmulas: $i_p = k\sqrt{2}I_k''$ y la intensidad térmica $I_{th}$ debe cumplir el criterio: $I^2t = cte$
10		X	En alta tensión no hay un único aparato que cumpla las dos funciones.
11	X		Diapositiva 15 Tema 3.2 Aparamenta. El gas SF <sub>6</sub> colabora al efecto invernadero.
12		X	Diapositiva 28 Tema 3.2 Aparamenta. Están ambos a alta tensión, se entiende que a la misma, por lo que sí podría cerrar.
13		X	Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta. Los seccionadores de puesta a tierra no tienen poder de corte, solo de cierre.
14	X		Los fusibles de expulsión no tienen I3 de ninguna manera, solo tiene limitadores.
15	X		Corriente de energización es lo mismo que conexión, esta es siempre varias veces la nominal de la red, 12 o 14. Este valor es el que utilizamos para mirar en la gráfica con el tiempo asignado a este, y siempre llegaremos a una curva con valor nominal de calibre menor.
16		X	Respuesta de ChatGPT: En caso de defecto monofásico a tierra, la intensidad de defecto es baja y no llega a fundir el fusible.
17	X		El fusible limitador esta diseñado frente a cortocircuitos elevados pero no frente sobrecargas.
18	X		Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta. El seccionador no tiene poder de corte por lo que debe soportarlas ya que no puede abrir el circuito.
19		X	Diapositiva 44 Tema 4 Transformadores de Potencia. Solo se exige una mirilla que va de 0 °C a 100 °C.
20	X		 <p>Gráfica Diapositiva 7 Tema 3.2 Aparamenta. Con interruptor en vacío se refiere a que el arco eléctrico se extingue en este. En la gráfica se ve como este no soporta más de 200 kV por lo que no se podría utilizar en 400 kV.</p>
21		X	Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta. Los interruptores marcan 400 A en el poder de corte y 40 kA en el poder de cierre.
22	X		Respuesta de ChatGPT: La temperatura de congelación de los aceites vegetales es mayor (menos negativa) que la de los aceites minerales. Esto significa que se solidifican antes cuando baja la temperatura.
23	X		Diapositiva 76 Tema 3.2 Aparamenta. $U_{nf} = 24 \text{ kV} > 20 \text{ kV} = U_{n \text{ red}}$

	Verdadero	Falso	Explicación
24	X		Respuesta de ChatGPT: De llenado integral es lo mismo que hermético, por lo que no tiene depósito de expansión, entonces no le hace falta mirilla.
25	X		No es contenido del primer parcial.
26		X	Según IEC 618692:2012. El 5 corresponde al valor del error y el 10 al que hay que multiplicar por la intensidad.
27	X		Diapositiva 39 Tema 4 Transformadores de Potencia. Para este índice horario $S \leq 160 \text{ kV A}$ en aceite y $S \leq 250 \text{ kV A}$ en secos.
28	X		Diapositiva 17 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. La potencia límite térmica también es la llamada potencia nominal o asignada, por lo que es referida a la tensión asignada. Además es la que suministra el secundario cuando el primario está a la tensión asignada sin saturar.
29		X	Según IEC 618692:2012. El 1,5 corresponde al valor del error permitido en la tensión del secundario.
30		X	Diapositiva 33 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los autotransformadores serán en estrella y recomendable con neutro conectado a tierra directamente, pero en case de no ser posible, mediante un descargador.
31	X		Texto Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. La transición entre régimen permanente y ferresonante se produce por inductancias saturables como las de los núcleos de los trafos. Al aumentar la tensión de saturación hacemos que este satura a mayor tensión por lo que hay menos probabilidad que lo haga y en consecuencia que entremos en ferresonancias.
32	X		Respuesta de ChatGPT: "El presente Reglamento no se aplicará a los transformadores siguientes: [...] (f) los transformadores específicamente diseñados para aplicaciones particulares, como los transformadores de medida, de protección, de ensayo, de tracción, de soldadura o de aislamiento, incluidos los transformadores de aislamiento seco instalados en locales de pública concurrencia."
33	X		Imagen Diapositiva 6 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Si se desea que el transformador de intensidad tenga un secundario para medida y otro para protección se deben bobinar en núcleos distintos.
34		X	Vídeo Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Los trafos capacitivos son menos precisos que los inductivos. Como desventaja de los capacitivos tenemos que con el tiempo se degradan y como ventaja que son útiles para drenar alta frecuencia.

	Verdadero	Falso	Explicación
35	X		Respuesta de ChatGPT y vídeos Tema 5: En clase normal el rango de precisión es de 5 % a 120 %, mientras que en clase extendida (S) el rango es de 1 % a 120 %.
36		X	No es contenido del primer parcial.
37		X	No es contenido del primer parcial.
38		X	No es contenido del primer parcial.
39		X	Respuesta de ChatGPT: Al ser el lado de baja en triángulo las corrientes homopolares se quedan en éste. Además el desfase de $150^\circ$ al que se refiere el 5 es para las tensiones en los arrollamientos no para las corrientes.

### 1.10. Preguntas libro de test

1. Las cajas de registro de las puestas a tierra sirven para facilitar la instalación de la misma.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. En las instalaciones de p.a.t separadas es posible un contacto de elementos colocados en tierras diferentes, pero no la transferencia de tensiones peligrosas de una tierra a otra.  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. Siempre se pondrán a tierra los circuitos secundarios de los transformadores de medida y protección.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. Los transformadores deben ir conectados a tierra si la conexión es de neutro aislado.  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. La intensidad de p.a.t depende de la corriente de falta. Y en ocasiones puede ser prácticamente la misma.  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. Todos los limitadores deberán ir conectados al borne de p.a.t de la instalación de C.T. o Subestación.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. La p.a.t de los descargadores de sobretensión será a la puesta a tierra de los aparatos que protege.  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. La conexión de los descargadores puede recorrer algunas veces varios metros. Y pueden emplear tubos de cobre o hierro.  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. La instalación de p.a.t de los descargadores para tensiones previstas no deben alcanzar valores que provoque tensiones de retorno o peligrosas para otras instalaciones.  
☐ Verdadero ☐ Falso
10. En las líneas aéreas, que puedan existir en una instalación, sin cable de guarda, pero con seccionadores p.a.t general, pueden aparecer tensiones de contacto peligrosas.



☐ Verdadero

☐ Falso

11. Una de las medidas para evitar estas tensiones peligrosas es poner los seccionadores a una tierra independiente a la subestación o C.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. Cada envolvente metálica se conectará a una línea de tierra común dispuesta a lo largo de toda aparamenta.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Habrá una línea común de p.a.t solo para conectar exclusivamente las envolventes externas.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Las piezas metálicas de las partes extraíbles que están p.a.t deben mantenerse a tierra mientras el aislamiento entre contactos de un mismo polo sea inferior al aislamiento a tierra o entre polos diferentes.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. En edificios de estructura metálica, se puede no conectar a tierra puertas, ventanas, escaleras, barandillas siempre y cuando se haga una conexión equipotencial.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. Los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría, contruidos con hormigón armado, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. En los C.T. prefabricados el diseñador debe ajustar adecuadamente las medidas de seguridad de p.a.t.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. En C.T subterráneos, escalera y tapas se conectarán ambos obligatoriamente a la tierra general de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. Siempre y obligatoriamente en los edificios contruidos de hormigón armado las armaduras deberán conectarse a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. Los elementos metálicos fuera del recinto de la instalación siempre deben conectarse a un punto de la instalación de tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

21. Las cercas metálicas por ser un elemento conductor siempre deben conectarse a tierra, o en la tierra general de la instalación o en una tierra independiente.

☐ Verdadero

☐ Falso

22. En C.T los neutros de baja tensión fuera de la instalación general pueden conectarse a una tierra separada de la general del mencionado C.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

23. Los elementos de protección como pararrayos y los transformadores de medida situados en cuadro B.T. podrán permanecer conectados a la tierra general de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

24. Si se aísla mediante una gran distancia dos puestas a tierra independientes se cumple la ITC-RAT 13.

☐ Verdadero

☐ Falso

25. La línea de puesta a tierra, que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de p.a.t, han de quedar aislados de la zona de influencia de la tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

26. En el caso de que el equipo de B.T alcance un valor determinado de tensión, deberán ponerse a la tierra general todos sus elementos para que no exista una gran diferencia de potencial y con ello peligro de tensión de paso.

☐ Verdadero

☐ Falso

27. Cuando el equipo de B.T. no presente el aislamiento adecuado, los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra se conectarán a la p.a.t del neutro, sin que esto conlleve peligro.

☐ Verdadero

☐ Falso

28. Las líneas de salida B.T. con cable aislado y envolventes conductoras no será necesario aislarlas de la zona de influencia de la tierra general del C.T, aunque sí habrá que vigilar la posible transferencia de tensiones a través de dichas envolventes.

☐ Verdadero

☐ Falso

29. Cuando se produce una falta entre una de las fases de A.T. la intensidad de falta va a través de resistencia de puesta a tierra del C.T y vuelve por la impedancia de puesta a tierra del neutro del transformador de la subestación que alimenta la falta.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. Para C.T conectados a tierra a través de cables subterráneos, la resistencia de ese cable es la resistencia de puesta tierra global.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. El nivel de aislamiento de A.T debe ser superior a la diferencia de potencial creada por la aparición de un defecto a tierra en un C.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

32. La tensión transferida a la puesta a tierra de neutro suele ser mayor que la tensión producida en la resistencia de p.a.t de la celda de M.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

33. Según ITC-RAT 14 para los cuadros de B.T de distribución pública el aislamiento debe soportar como máximo 10 kV de valor cresta a impulsos tipo rayo.

☐ Verdadero

☐ Falso

34. El nivel de aislamiento debe ser mayor a la diferencia de potencial producida por una falta en la celda de MT para todos los elementos de B.T del Centro de transformación tales como bobinas de disparo, bornes de B.T del transformador respecto de cuba, circuitos auxiliares, cables.

☐ Verdadero

☐ Falso

35. Si no se garantizase la tensión de aislamiento se instalaría un transformador de aislamiento con relación 1:1 compuesto por una pantalla electrostática que reducirá corrientes parásitas entre primario y secundario. Estas pantallas se conectarán a la tierra del neutro.

☐ Verdadero

☐ Falso

36. Una forma de evitar tensiones transferidas a las instalaciones interiores de B.T es acercando el electrodo de puesta a tierra del neutro de B.T a la instalación de p.a.t general de C.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

37. El nivel de aislamiento o tensión soportada por los aislamientos en B.T debe ser superior a la tensión transferida al neutro y la tensión de fase de la misma.

☐ Verdadero

☐ Falso

38. Se suele suponer que el valor de la tensión soportada para los aislamientos de B.T al cabo de unos años es 1230 V, por lo que hay que limitar la tensión transferida al neutro a un máximo de 1000 V.

☐ Verdadero

☐ Falso

39. Si se cumple que la elevación de potencial como consecuencia de un defecto a tierra en la zona de A.T. de un C.T, es inferior a 1000 V, debido a que R o I son bajas, entonces se puede conectar el neutro de B.T. del transformador a la tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

40. Únicamente cuando en el lado de B.T el neutro del transformador esté aislado se dispondrá de un limitador de tensión entre fase y tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

41. En los C.T de transformación alimentados en A.T. por cables subterráneos con envoltentes conductoras unidas eléctricamente y de suficiente sección y conductividad se podrán conectar a la puesta a tierra general y a la puesta a tierra de los neutros de B.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

42. Cuando hay alimentación mixta de líneas aéreas y cables subterráneos con envoltentes conductoras en la alimentación en A.T de un C.T se podrán conectar tanto a la tierra general como a la de los neutros en B.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

43. Los cables subterráneos se pueden utilizar como electrodos de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

44. Usando cables subterráneos con envoltentes conductoras, sin cubierta aislante y sección suficiente, se pueden usar como electrodos y se podrían unir la p.a.t. General con la del neutro del transformador siempre y cuando se cumpla  $R \cdot I_F < 1000 \text{ V}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

45. Con el método de estimación de  $R$  de Unesa para redes de 3<sup>a</sup> categoría y teniendo en cuenta la conexión en paralelo de las p.a.t de varios C.T de transformación se puede decir que la  $R$  depende de la resistividad del terreno en ohmios metro, el radio de la superficie cubierta por la malla de tierras del CT en m, y la longitud total de los cables con cubierta conductora.

☐ Verdadero

☐ Falso

46. En los armarios de telegestión se debe garantizar un nivel de aislamiento de tensión soportada de BT  $U_{ais}$ . BT entre las partes activas y la masa metálica del armario conectada a la tierra general del CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

47. El secundario de los transformadores de intensidad de BT se debe conectar a la tierra general del CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

48. Los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad se pueden dejar aislados de tierra o conectados a la tierra del neutro, siempre y cuando no existan tensiones de transferencias superiores a 1000 V.

☐ Verdadero

☐ Falso

49. Los secundarios de los transformadores de intensidad y tensión de medida ubicados en la celda de medida de un CT de cliente se deben conectar a la tierra general del CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

50. En el caso de defecto a tierra los circuitos secundarios de los transformadores de corriente de medida elevarían su potencial respecto a tierra existiendo peligro de transferencia de tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

51. Según la ITC-RAT 13 toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada para que cualquier persona no sufra ningún peligro en el interior de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

52. Cuando se produce una falta, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona estuviese tocándolas, podría circular corriente a través de ella.

☐ Verdadero

☐ Falso

53. Una de las hipótesis consideradas para calcular la curva que relaciona la tensión de contacto aplicada y el tiempo de duración de la corriente de falta. Es que la impedancia del cuerpo humano usada tiene un 50 % de probabilidad de que su valor sea mayor o igual a la considerada.

☐ Verdadero

☐ Falso

54. Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando la resistencia humana junto la del calzado es  $U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

55. Un cable subterráneo con un aislamiento de XLPE se puede considerar un electrodo, mientras que uno con un aislamiento de PVC sí.

☐ Verdadero

☐ Falso

56. Línea de puesta a tierra se considera a aquella que une el electrodo de tierra con el punto de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

57. Punto de puesta a tierra se considera siempre al punto dentro del terreno que sirve de unión de las líneas de tierra con el electrodo, directamente o a través de las líneas de enlace.

☐ Verdadero

☐ Falso

58. Las tensiones de paso y contacto son fracciones de la tensión de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

59. Salvo casos excepcionales, no se considerarán tiempos de duración de corriente de falta inferiores a 1 segundo.

☐ Verdadero

☐ Falso

60. El reenganche rápido supone un tiempo no superior a 0,5 s.

☐ Verdadero

☐ Falso

61. Entre los defectos a tierra se encuentra las tensiones de contacto o de paso de muy larga duración.

☐ Verdadero

☐ Falso

62. Siempre que un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, nunca aparecerán tensiones de paso peligrosas.

☐ Verdadero

☐ Falso

63. La  $R_{a1}$  se puede considerar la resistencia equivalente al calzado con un valor de  $2000\Omega$ , mientras que la  $R_{a2}$  se considera a resistencia del punto de contacto del pie con el terreno y equivale a  $3 \cdot \rho$  (resistividad del terreno).

☐ Verdadero

☐ Falso

64. El electrodo que simula un pie humano tiene como superficie  $200\text{ cm}^2$  y puede ejercer una fuerza superior sobre el suelo a  $250\text{ N}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

65. El coeficiente reductor de terreno depende del espesor de la capa superficial.

☐ Verdadero

☐ Falso

66. Si se prevee un contacto del cuerpo humano con las partes metálicas activas de la instalación se aplicará la fórmula de  $U_c$  pero con una resistividad del terreno nula.

☐ Verdadero

☐ Falso

67. El dimensionado de la instalación de tierra es función de las tensiones de paso y contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

68. El paso 7 del procedimiento de diseño de instalaciones de puesta a tierra consiste en la investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, además del estudio de las formas de eliminación y reducción de los mismos.

☐ Verdadero

☐ Falso

69. Una de las medidas tomadas para proteger una instalación donde las condiciones de puesta a tierra son difíciles consiste en hacer inaccesibles las zonas peligrosas.

☐ Verdadero

☐ Falso

70. En las líneas de puesta a tierra deberán existir puntos de puesta tierra que faciliten las medidas y comprobaciones, por ejemplo los elementos metálicos de fundaciones como las armaduras pretensadas de hormigón.

☐ Verdadero

☐ Falso

71. La densidad de corriente del aluminio es del  $160 \frac{A}{mm^2}$  .

☐ Verdadero

☐ Falso

72. La sección mínima del acero es de  $35 mm^2$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

73. Se puede admitir un aumento de temperatura hasta  $200 ^\circ C$  si no supone un riesgo de incendio.

☐ Verdadero

☐ Falso

74. Cuando se emplean materiales distintos se tendrá como referencia desde el punto vista térmico y mecánico la densidad de corriente y la resistencia mecánica del cobre para una sección de  $25 mm^2$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

75. Podrán usarse como conductores de tierra las estructuras de acero de apoyo de los elementos de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

76. En las líneas de tierra sí son muy conflictivas podrán instalarse fusibles.

☐ Verdadero

☐ Falso

77. Será suficiente en los empalmes y uniones de la línea de tierra con que aseguren la permanencia de la unión.

☐ Verdadero

☐ Falso

78. Los electrodos enterrados deberán tener una sección mínima de  $50 mm^2$  si son de cobre.

☐ Verdadero

☐ Falso

79. Los tubos usados como electrodos no serán de un diámetro inferior a  $20 mm$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

80. Se deberá tener presente a la hora del diseño de la puesta a tierra el efecto de las heladas, ya que a menor temperatura menor es la resistividad del terreno. Además la humedad es un factor que hace variar la resistividad del terreno de forma considerable.



☐ Verdadero

☐ Falso

81. La corriente de defecto es tres veces la corriente homopolar de la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

82. Las tensiones de paso y contacto se harán con un amperímetro de resistencia interna de  $1000\ \Omega$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

83. Los equipos de medición pueden medir tensiones de paso o tensiones de contacto, dependiendo de la resistencia que tengan.

☐ Verdadero

☐ Falso

84. La corriente inyectada para medir con el método de ensayo, será igual o superior a 50 A para centrales y subestaciones y 5 A para C.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

85. Se permite la inyección de corrientes inferiores siempre y cuando la medida sea equivalente con una inyección de corriente elevada. Además debe ser una medición firme y exacta.

☐ Verdadero

☐ Falso

86. Los cálculos de las tensiones se harán suponiendo una proporcionalidad entre la corriente inyectada en electrodo y la corriente drenada en el mismo en caso de defecto.

☐ Verdadero

☐ Falso

87. Las instalaciones de tierra serán comprobadas únicamente una vez cada tres años con una inspección visual y una medida de la resistencia de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

88. Será necesario repetir las medidas de tensiones de paso y contacto únicamente en los terrenos donde se produzca el ajardinamiento de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1		X	Sirven para facilitar la medida y revisión de las instalaciones de puesta a tierra.
2		X	En las instalaciones de p.a.t separadas es posible un contacto de elementos colocados en tierras diferentes, <b>y</b> la transferencia de tensiones peligrosas de una tierra a otra.
3		X	Excepto que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre circuito de AT y BT.
4		X	Los neutros de los trafos, que lo precisen en instalaciones con neutro rígido a tierra o impedante deberían ir a tierra.
5	X		Depende de la corriente de falta y de un coeficiente de reducción. Si este es muy pequeño puede llegar a ser igual.
6		X	Exceptuando los limitadores de tensión de corriente débil (telefónica).
7	X		falsa?
8		X	La conexión debe tener el mínimo recorrido posible y los conductores no dispondrán de protección magnética.
9	X		
10	X		
11		X	Nunca debe ponerse los seccionadores a una puesta a tierra independiente. Eso crearía diferencia potencial pudiendo ocasionar graves daños. Las medidas para evitar tensiones peligrosas consisten en el seccionamiento de la línea, conectando a tierra y cortocircuitando todos los conductores a ambos lados de la zona de trabajo.
12	X		Además la sección mínima de dicha línea de tierra será 25 mm <sup>2</sup> .
13		X	Tanto envolventes externas, como armaduras externas, tabiques de separación, tornillos y en definitiva partes metálicas que no formen parte del circuito principal se pondrán a la misma tierra que las envolventes.
14		X	Debe mantenerse a tierra mientras el aislamiento entre contactos de un mismo polo sea SUPERIOR al aislamiento a tierra o entre polos distintos.
15		X	Siempre debe conectar a tierra los elementos metálicos de un edificio de estructura metálica.
16	X		Siempre y cuando se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta en tensión de estos elementos por causa de defecto.
17		X	El fabricante debe garantizar las medidas según la UNE EN 62271 202.
18	X		O también pueden estar a ambos lados.
19	X		
20	X		Si la extensión es muy grande a varios puntos, además será necesario comprobar si estos elementos pueden transferir al exterior tensiones peligrosas, en cuyo caso deben adoptarse medidas necesarias mediante juntas aislantes.

	Verdadero	Falso	Explicación
21		X	Depende de las dimensiones de la cerca y distancia respecto a la p.a.t general, porque también pueden situarse distantes de la instalación de la tierra general y no necesitar instalación de tierra para mantener los valores fijados de tensiones de paso y contacto.
22	X		Además esa tierra a la que se conecta se denomina tierra de los neutros de B.T.
23		X	Los trafos de medida del cuadro de B.T deberían conectarse a la tierra de neutros de B.T. Los pararrayos si se pueden conectar a la tierra general de la instalación.
24		X	Es una afirmación según la ITC-RAT-13, dos tierras independientes se deben asilar entre sí para la diferencia de tensiones entre ambas. No dice ni por distancia ni mediante algún aislante químico.
25	X		
26		X	Deberán ponerse a la tierra del neutro todos los elementos y aún así habrá que vigilar las tensiones de contacto que puedan aparecer.
27	X		Aún así pueden aparecer tensiones de contacto, que habrá que vigilar, y que puedan ocasionar cierto peligro. Lo ideal es que se cumpla el aislamiento adecuado.
28		X	Deben aislarse de la zona de influencia de tierra general y además vigilar bien porque pueden transferir al exterior tensiones a través de dichas envolventes.
29	X		
30	X		Es cierta debido a que todos los CT estarán conectados en paralelo a través de esa resistencia de tierra mediante las pantallas de los cables subterráneos.
31		X	El nivel de aislamiento de B.T es el que debe ser superior a la diferencia de potencial creada por la falta. Esta diferencia de potencial se crea entre los elementos ubicados en el C.T y las masas conectadas a la tierra general de B.T. Estos elementos internos metálicos sí se deben conectar a tierra de la envolvente, es decir, la tierra general, no los elementos fuera del recinto que deberán conectarse a la tierra del neutro.
32		X	Generalmente la tensión en la resistencia de puesta a tierra de la celda de MT ( $U_{celda} = R \cdot I_f$ ) suele ser mayor que la tensión en la puesta a tierra del neutro del trafo del C.T y que la tensión de línea de B.T despreciando en ciertas ocasiones estas dos.
33		X	Deben soportar 10 kV de valor eficaz a frecuencia industrial de corta duración y 20 kV de valor de cresta a impulsos tipo rayo. Lo cual supone un aislamiento mayor requerido a la norma UNE-EN 60439-1 para aparamenta de B.T.
34	X		
35		X	Estas pantallas se conectarán a la tierra general del C.T además si tiene envolvente también se conectará a la tierra general.

	Verdadero	Falso	Explicación
36		X	Todo lo contrario, cuanto más lejos y más se aumente la distancia $D$ mejor.
37	X		
38	X		
39	X		
40		X	En el lado de B.T tanto si el neutro del transformador está aislado como conectado a tierra por una impedancia de alto valor, se dispondrá de un limitador de tensión entre fase y neutro si el neutro no es accesible o entre neutro y tierra si es accesible.
41	X		
42	X		Además debe haber dos o más tramos de cable subterráneo con una longitud mínima total de 3 km y con trazos diferentes de 1 km cada uno.
43		X	Sólo los cables subterráneos con envoltentes conductoras de suficiente sección y sin cubierta aislante puede usarse de este modo. Por ejemplo cables de papel de aceite con envoltura exterior de fleje de hierro, aunque actualmente está en desuso.
44	X		
45		X	Este método no tiene en cuenta la conexión en paralelo de las resistencias de p.a.t de los CT colindantes y además de depender la $R$ de todo lo expuesto (depende también de $L'$ longitud total de las picas verticales incluidas en la malla). Si no existiesen cables con cubierta conductora se puede aplicar la misma fórmula quitando la longitud total de los cables con cubierta.
46		X	El nivel de aislamiento debe ser la tensión soportada de BT de Centro de Transformación Uais_BT_CT.
47		X	Generalmente es falso, porque habría que dimensionar el aislamiento entre los circuitos de medida de corriente del contador del armario de telegestión y los circuitos de medida de tensión para un nivel de aislamiento elevado, lo cual sería muy costoso, por no decir imposible, en las pequeñas dimensiones de un contador electrónico.
48	X		Y siempre y cuando los contadores a los que se conecta el secundario del trafo no deban llevar una referencia a tierra para su funcionamiento.
49	X		
50		X	No existe peligro de transferencia de tensión ya que los contadores de energía alimentados por estos trafos se encuentran en armarios de medida independientes y que no tienen ninguna conexión con la red de distribución de baja que sale del CT.
51		X	Debe asegurar la protección en cualquier punto accesible del interior o exterior de la instalación.
52	X		
53		X	Sea menor o igual.

	Verdadero	Falso	Explicación
54		X	Esta relación sólo se cumple considerando únicamente la resistencia humana sin resistencias adicionales.
55		X	Cualquier conductor "aislado" aunque esté enterrado no se considera electrodo, solo se considera electrodo a cualquier elemento conductor no aislado enterrado bajo tierra.
56		X	Esta es la denominación de línea de enlace. La línea de puesta a tierra es aquella que une el electrodo de puesta a tierra con un elemento que debe estar a tierra, siempre y cuando el conductor esté fuera del terreno o dentro pero debidamente aislado.
57		X	Generalmente este punto se sitúa fuera del terreno para que ninguno de sus elementos se convierta en un electrodo.
58	X		
59		X	Para tiempos inferiores a 0,1 segundos.
60	X		
61		X	Estas no son ocasionadas por las fallas a tierra.
62		X	En la vida nunca las cosas son 100 % seguras, en este caso según el reglamento en la mayoría de los casos estas tensiones no son peligrosas, pero no siempre.
63	X		
64	X		
65	X		
66		X	Las partes no activas, debido a que se puede producir una diferencia de potencial, además no se considerarán resistencias adicionales sólo la del cuerpo humano.
67		X	Es función de la intensidad de defecto y del tiempo de duración del defecto.
68		X	Falso, es el paso 8.
69	X		
70		X	La afirmación es prácticamente verdadera salvo que en el reglamento pone que las armaduras pretensadas del hormigón no deben ponerse a tierra.
71		X	Esa es la densidad de corriente de cobre, aluminio es $100 \frac{A}{mm^2}$ y la del acero es de $60 \frac{A}{mm^2}$ .
72		X	Esa es la sección mínima del aluminio, la del acero es de $50 mm^2$ y la del cobre de $25 mm^2$ .
73		X	Se puede llegar hasta los $300^\circ C$ .
74	X		
75	X		Siempre que cumpla con las características generales exigidas a los conductores y su instalación.
76		X	En las líneas de tierra no se pueden insertar ni interruptores más útiles.

	Verdadero	Falso	Explicación
77		X	Deben tener también protección contra corrosión galvánica.
78	X		
79		X	Es un diámetro inferior a 30 mm.
80		X	A menor temperatura mayor resistividad del terreno.
81		X	La intensidad de defecto es 3 veces la intensidad homopolar de la línea más la corriente a través del neutro del transformador.
82		X	Es con un voltímetro de resistencia interna de 1000 $\Omega$ .
83		X	Deben medir las dos y tener la opción de variar la resistencia para medir tanto las del contacto como las de paso.
84	X		
85	X		Además debe ser una medición fiable y exacta.
86	X		
87		X	Primeramente hay que hacer la comprobación in situ y luego una inspección al menos cada tres años.
88	X		Cierto, aunque también se debe realizar esto cuando cambie sustancialmente la resistividad superficial del terreno por cualquier otra razón.

### 1.11. Preguntas adicionales

1. La tensión soportada por el vacío es proporcional a la distancia entre electrodos.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. Dos ventajas del aislamiento  $\text{SF}_6$  y del vacío frente al aire y al aceite es la rigidez dieléctrica y la constante de desionización.  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. Los seccionadores de puesta a tierra deben ser capaces de cerrar cuando el conductor de fase está conectado a la red.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. El grupo de conexiones YNyn0 de los transformadores de gran potencia es utilizado en las subestaciones reductoras para reducir las tensiones de transporte a las de distribución.  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. Los transformadores YNd son transformadores de generación.  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. La ferresonancia paralelo puede evitarse si se reduce la resistencia fase-tierra mediante la colocación de resistencias en los secundarios de los arrollamientos de los transformadores de tensión.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. La ferresonancia paralelo es más probable en las redes con neutro a tierra que en las redes con neutro aislado.  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. Cuando un fusible limitador se funde la tensión que aparece entre sus bornes es la tensión entre fases.  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. La tangente de delta de un aislamiento no depende de la temperatura.  
☐ Verdadero ☐ Falso
10. Las descargas parciales permiten evaluar el estado de los aislamientos de los cables y de los transformadores de potencia.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Las distancias mínimas de aislamiento indicadas en las tablas de la ITC 12 sobre aislamiento deben cumplirse además de que se cumplan las tensiones y las distancias en el aire especificadas en el reglamento.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. El comportamiento de fusibles de las celdas de media tensión debe diseñarse para que disipe la potencia de los fusibles del mercado.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. El factor límite de precisión de un transformador de corriente debe elegirse adecuadamente para la selección del transformador de medida dispuesto para la medida de energía.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. El factor de tensión normalizado en un transformador de tensión debe ser lo más bajo posible, especialmente en las redes de neutro aislado.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. Un pararrayos limita las sobretensiones temporales.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. El coeficiente de falta a tierra en una red con neutro rígido a tierra es  $\sqrt{3}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

17. En una instalación con neutro aislado la corriente de defecto a tierra es tanto mayor cuanto más extensa sea la red de cable aislado frente a la de líneas aéreas.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. La tensión asignada de un pararrayos es superior a la tensión de servicio continuo.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. La energía capaz de frenar un pararrayos viene definida por su clase de descarga.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. Pararrayos: la tensión correspondiente al nivel protección frente a impulsos tipo rayo es menor que la tensión correspondiente al nivel protección frente impulsos tipo maniobra.



☐ Verdadero

☐ Falso

21. Las sobretensiones de ferroresonancia no se utilizan para la elección del nivel de aislamiento, ya que deben evitarse.

☐ Verdadero

☐ Falso

22. Las sobretensiones de frente lento permiten determinar la tensión a aplicar en los ensayos de "tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo".

☐ Verdadero

☐ Falso

23. Las sobretensiones de maniobra permiten determinar la tensión a aplicar en los ensayos de "tensión soportada nominal a frecuencia industrial".

☐ Verdadero

☐ Falso

24. Para el material del Grupo A: las líneas no conectadas a líneas aéreas con neutro aislado no requieren pararrayos.

☐ Verdadero

☐ Falso

25. Para el material del Grupo C: pueden coexistir diferentes niveles de aislamiento para diferentes materiales pertenecientes a una misma instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

26. Los aisladores de porcelana, además de las distancias en el aire especificadas en el reglamento deben cumplir ensayos de contaminación.

☐ Verdadero

☐ Falso

27. La elección del material de exterior del Grupo B viene condicionada por la sobretensión tipo rayo que deben soportar los aislamientos.

☐ Verdadero

☐ Falso

28. Para el material del Grupo C, la condición de seccionamiento no precisa ensayo si las distancias entre los dos extremos seccionados de cada fase se incrementa un 25 % la distancia mínima en aire entre fase y tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

29. El coeficiente de defecto a tierra para redes con neutro aislado es inferior que para redes con neutro puesto a tierra a través de una reactancia.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. La sobretensión por pérdida de carga es tanto mayor cuanto más capacitiva sea la línea que pierde la carga.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. Es condición necesaria y suficiente que la tensión más elevada del material sea igual o superior a la tensión nominal de la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

32. La descarga atmosférica sobre un conductor de línea aérea siempre conlleva una sobretensión tipo rayo que provoca una descarga disruptiva en el apoyo.

☐ Verdadero

☐ Falso

33. El elevado valor de las impedancias de puesta a tierra de los apoyos puede condicionar los cebados inversos (tierra-conductor de fase).

☐ Verdadero

☐ Falso

34. Las sobretensiones representativas (temporal, transitoria frente lento y transitoria frente rápido) se expresan en valores de cresta.

☐ Verdadero

☐ Falso

35. La conexión en triángulo en los arrollamientos de un transformador evita transmitir al lado de alta tensión las corrientes de secuencia inversa que pudieran existir en el lado de baja tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

36. Las sobretensiones transitorias de frente muy rápido son propias de GIS.

☐ Verdadero

☐ Falso

37. Para el grupo de conexión Yd una carga desequilibrada en el lado del triángulo produce una sobretensión en los arrollamientos del lado de alta tensión del transformador.

☐ Verdadero

☐ Falso

38. Los fluidos de aceite vegetal se pueden utilizar como fluido dieléctrico en transformadores de distribución.

☐ Verdadero

☐ Falso

39. Cuando el pararrayos no protege contra sobretensiones de maniobra el coeficiente de coordinación determinista es próximo a la unidad.

☐ Verdadero

☐ Falso

40. La clase de pararrayos debe ser mayor cuando menor sea la tensión de cebado de la cadena de aisladores de la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

41. Los transformadores YNy no deben ser utilizados en las redes de transporte.

☐ Verdadero

☐ Falso

42. La sobretensión transitoria de maniobra se realiza mediante estudio analítico de la red aplicando análisis por nudos de las componentes eficaces de las tensiones y corrientes del Sistema eléctrico de potencia.

☐ Verdadero

☐ Falso

43. Conviene apantallar con cable de tierra las líneas aéreas de media tensión (p.e.  $U_s = 17,5 \text{ kV}$ ), pero no se hace por su coste.

☐ Verdadero

☐ Falso

44. En general en invierno con baja temperatura por debajo de cero grados las resistencias de tierra son más altas que en primavera.

☐ Verdadero

☐ Falso

45. La mínima sección de electrodos de puesta a tierra es de  $25 \text{ mm}^2$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

46. Los transformadores de distribución de potencia superior a  $630 \text{ kVA}$  deben tener un depósito de expansión.

☐ Verdadero

☐ Falso

47. Todos los transformadores de distribución deben disponer de una mirilla para el nivel de aceite con marcas a  $0^\circ\text{C}$  y a  $100^\circ\text{C}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

48. La disposición en triángulo abierto de los secundarios de los transformadores de tensión de las tres fases en sistema trifásico permite determinar tensión homopolar.

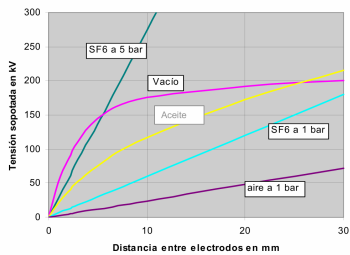
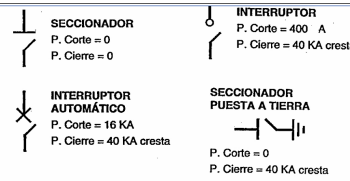
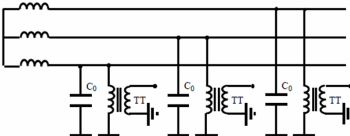
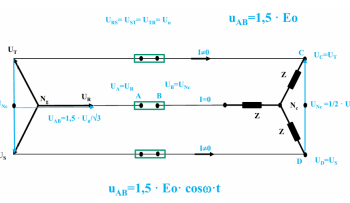
☐ Verdadero

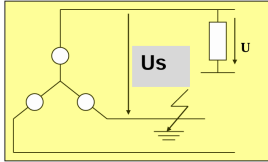
☐ Falso

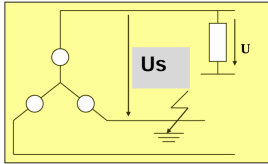
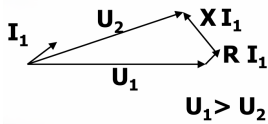
49. Los arrollamientos secundarios de los transformadores de medida y protección en una red de neutro aislado no deben conectarse a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1		X	 <p>Gráfica Diapositiva 7 Tema 3.2 Aparamenta. La gráfica de color magenta es la tensión soportada en vacío, vemos cómo no es proporcional a la distancia, ya que aumenta rápidamente al principio y luego se estabiliza a cierta tensión (200 kV) donde satura.</p>
2	X		Diapositiva 7 Tema 3.2 Aparamenta. Las ventajas tanto en vacío como con SF <sub>6</sub> son esas dos.
3	X		 <p>Diapositiva 44 Tema 3.2 Aparamenta. El seccionador de puesta a tierra tiene poder de cierre.</p>
4		X	Diapositiva 45 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los transformadores YNy no suelen utilizarse debido al mal comportamiento funcionando en vacío y con corrientes homopolares que provocan un flujo magnético no compensado en el núcleo sobrecalentándolo.
5	X		Diapositiva 43 Tema 4 Transformadores de Potencia. Los transformadores YNd son los transformadores de generación, el arrollamiento de menor tensión está conectado al generador y el de mayor tensión está unido a la red de alta tensión (por ejemplo 400 kV, 220 kV) con el neutro puesto a tierra.
6	X		 <p>Diapositivas 13 y 14 Tema 5.2 Ferroresonancias. En transformadores de medida, el método para reducir las ferroresonancias es disminuir el valor de la resistencia R en paralelo con L y C, aunque hay incremento de pérdidas. Realmente lo que elimina este fenómeno son las pérdidas. Con respecto al caso particular de la imagen del que habla la pregunta la resistencia en paralelo es la fase-tierra, la que habría que disminuir. Si ponemos otra resistencia en paralelo a esta el total de la resistencia disminuye, por lo que la ponemos en el secundario para que esta resistencia referida al primario sea mucho mayor, y entonces hubiera más pérdidas.</p>
7		X	Diapositiva 6 Tema 5.2 Ferroresonancias. En transformadores de medida, en redes de distribución en media tensión, especialmente si se explotan con neutro aislado, las capacidades parásitas entre fase y tierra pueden entrar en resonancia con las reactancias saturables existentes en la red, como consecuencia de maniobra que eleve la tensión o intensidad.
8		X	 <p>Diapositiva 61 Tema 3.2 Aparamenta. En la imagen se muestra un fusible fundido en una de las fases, los puntos A y B son los bornes del fusible. La tensión entre estos puntos tienen el valor de 0,87 veces el valor de la tensión de línea o, que es lo mismo, <math>\sqrt{3} \cdot 0,87 = 1,5</math> veces la tensión de fase.</p>
9		X	Respuesta de ChatGPT: La tangente de delta mide las pérdidas dieléctricas en el aislamiento, es decir, la energía que se disipa en forma de calor dentro del material. Cuando aumenta la temperatura, aumenta la conductividad y en consecuencia las pérdidas dieléctricas.

	Verdadero	Falso	Explicación
10	X		Respuesta de ChatGPT: Estas son síntomas tempranos de deterioro. Al medirla podemos saber detalles sobre el estado de este aislamiento. Nombro a Fernando Álvarez (fierecilla), el cual su investigación se centra en esto.
11	X		Diapositivas Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Todas las tablas son pertenecientes a la ITC-AT-12 destinada al aislamiento. Dicho en los vídeos por Garnacho.
12		X	Vídeo Tema 3.3 min 37. El fusible no es lo que debe diseñarse para que la celda disipe la potencia, si no que es la celda la que debe ser diseñada.
13	X		Diapositiva 11 Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Hay que elegirlo con respecto al circuito de medida.
14		X	Texto Tema 5.1 Transformadores de medida y protección página 30. Al tratarse de neutro aislado se elige el mayor posible.
15		X	Diapositivas 14, 31 y 36 Tema 1.2 Anexo sobretensiones. Los pararrayos no limitan las temporales, si no las transitorias tanto de frente rápido como de frente lento.
16		X	<p>Diapositiva 5 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. El valor de <math>k</math> se define mediante la siguiente fórmula:</p> $k = \frac{U_{max\ falta}}{U_{max\ sin\ falta}}$ <p>En el caso de la imagen el cual es neutro aislado a tierra tenemos el siguiente valor de <math>k</math>: <math>k = \frac{U_s}{U_s/\sqrt{3}} = \sqrt{3}</math>. Pero en el caso de neutro rígido a tierra el valor será: <math>k = \frac{U_s}{U_s} = 1</math>.</p> 
17	X		Diapositivas 2 y 5 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. La intensidad de falta vemos como es 3 veces la intensidad de una fase en equilibrio, siendo esta dependiente de una capacidad que es la que queda fase-tierra de la red. Esta capacidad en líneas aéreas es baja y en cables aislados alta, por lo que si tenemos más cable aislado que aéreo sera mayor.
18	X		No es contenido del primer parcial.
19	X		No es contenido del primer parcial.
20		X	No es contenido del primer parcial.
21	X		Diapositiva 8 Tema 1.2 Anexo Sobretensiones. No se consideran y se toman medidas para evitarlas.
22		X	Diapositiva 10 Tema 1.2 Anexo Sobretensiones. Las sobretensiones de frente lento no son las que condicionan, las transitorias de frente rápido son las que permiten saber la tensión soportada a impulsos tipo rayo.
23		X	Diapositiva 10 Tema 1.2 Anexo Sobretensiones. Habitualmente, las sobretensiones de frente lento son de maniobra y las sobretensiones temporales son las que permiten saber la tensión soportada a frecuencia industrial.
24		X	No es contenido del primer parcial.
25	X		Diapositiva 18 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Para una misma red pueden coexistir varios niveles de aislamiento, correspondientes a instalaciones situadas en diferentes lugares de la red o a diferentes materiales pertenecientes a una misma instalación.

	Verdadero	Falso	Explicación
26	X		No se encuentran en las Diapositivas pero sí en la ITC-AT-12. Los de porcelana además de los de vidrio o polímeros tienen que tener estos ensayos de contaminación.
27	X		Diapositiva 17 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Los de Grupo B son por el tipo rayo, mientras que las del C son las de maniobra.
28		X	Texto Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. "Así mismo el reglamento establece que para separar eléctricamente circuitos se utilizan preferentemente seccionadores diseñados conforme a la norma correspondiente, no obstante nos indica el reglamento que también pueden lograrse la condición de seccionamiento sin necesidad de seccionador si las distancias entre los dos extremos seccionados de cada una de las fases se incrementa, al menos un 25 % respecto a las distancias mínimas de aislamiento en el aire establecidas en la tabla 3 y 4 para los grupos A y B y para las distancias mínimas de aislamiento entre fases de la tabla 5 para materiales del Grupo C. Es decir que en el caso del Grupo C en donde hay dos columnas de distancias de separación, una distancia entre fase tierra y la otra distancia entre fases, se debe elegir <b>la distancia entre fases</b> , que requiere mayores valores, e incrementar esa distancia en un 25 %, de tal manera las sobretensiones en la red de ninguna manera podrán provocar una descarga entre los contactos separados en esa separación."
29		X	 <p>Diapositiva 5 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. El valor de <math>k</math> se define mediante la siguiente fórmula:</p> $k = \frac{U_{max\ falta}}{U_{max\ sin\ falta}}$ <p>En el caso de la imagen el cual es neutro aislado a tierra tenemos el siguiente valor de <math>k</math>: <math>k = \frac{U_s}{U_s/\sqrt{3}} = \sqrt{3}</math>. Pero en el caso de neutro rígido a tierra el valor será: <math>k = \frac{U_s}{U_s} = 1</math> y en neutro con puesta a tierra con reactancia depende del valor de la reactancia pero estará entre estos dos valores, por lo que es menor a en el caso de aislado.</p>
30	X		 <p>Diapositiva 6 Tema 1.2 Anexo Sobretensiones. Siendo <math>U_2</math> la tensión en origen y <math>U_1</math> la de la carga. Mientras más capacitivo (más horizontal dirección izquierda) más grande es <math>U_1</math>, por lo que la sobretensión lo será.</p>
31		X	Tabla reglamento alta tensión, no es condición suficiente que sea superior.
32		X	Respuesta de ChatGPT: Solo habría descarga disruptiva si la sobretensión tipo rayo supera la máxima del aislamiento.
33	X		Vídeo Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Con $Z$ pequeña no pasa el cebado inverso, con $Z$ grande sí.
34		X	Tablas Diapositivas Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. Aunque las transitorias de frente lento (maniobra) y frente rápido (rayo) sí se expresan en valores cresta, la temporal (a frecuencia industrial) se expresan en valores eficaces.

	Verdadero	Falso	Explicación																		
35		X	Diapositiva 42 Tema 4 Transformadores de Potencia. Las corrientes que evita transmitir son las de secuencia homopolar, no inversa. Es entre ambos arrollamientos.																		
36	X		Diapositiva 9 Tema 1.1 Tensiones, sobreintensidades y distancias de aislamiento en el aire. GIS significa <i>Gas Insulated Substation</i> , en las que hay SF <sub>6</sub> , donde se producen descargas disruptivas que son de frente muy rápido.																		
37	X		Diapositiva 42 Tema 4 Transformadores de Potencia. Para el grupo de conexión Yd, la conexión de una carga desequilibrada fase-fase en el lado del triángulo supone un desplazamiento del neutro en el lado de alta tensión y una sobre tensión de valor p.u. en una de las fases del primario.																		
38	X		Respuesta de ChatGPT: Los fluidos de aceite vegetal (ésteres naturales) se pueden utilizar como fluido dieléctrico en transformadores de distribución, ofreciendo ventajas en seguridad, sostenibilidad y vida útil del aislamiento.																		
39	X		No es contenido del primer parcial.																		
40	X		No es contenido del primer parcial.																		
41	X		Diapositivas 45 y 46 Tema 4 Transformadores de Potencia. No suelen utilizarse, aunque añadiendo un tercer arrollamiento en triángulo, YNy+d, son los más utilizados para cambiar la tensión en la red de transporte.																		
42		X	Los que determinamos mediante este análisis y cálculo son las intensidades de cortocircuito, los flujos de carga o en régimen permanente.																		
43		X	Respuesta de ChatGPT: No conviene porque el cable de guarda no proporciona protección eficaz a esas tensiones, se ponen pararrayos individuales.																		
44	X		La resistencia varía con respecto a la temperatura de la siguiente forma: $R_T = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$ siendo $T_0 = 20^\circ C$ y $R_0$ la resistencia a esta temperatura de referencia, $\alpha$ el coeficiente de temperatura y $T$ la que estamos. El coeficiente de temperatura del terreno depende de si está congelado o no, la cual puede aumentar 10 veces al estar congelado, y en consecuencia la resistencia.																		
45	X		<table><tr><td colspan="3">ITC-BT-18 Puesta a tierra</td></tr><tr><td>Tipo de electrodo</td><td>Material</td><td>Sección mínima</td></tr><tr><td>Cinta o red de tierra</td><td>Cobre</td><td><math>\geq 25 \text{ mm}^2</math></td></tr><tr><td>Cinta o red de tierra</td><td>Acero galvanizado</td><td><math>\geq 50 \text{ mm}^2</math></td></tr><tr><td>Pica o varilla</td><td>Acero cobreado</td><td>Diámetro <math>\geq 14 \text{ mm}</math></td></tr><tr><td>Cable (como electrodo enterrado)</td><td>Cobre</td><td><math>\geq 25 \text{ mm}^2</math></td></tr></table>	ITC-BT-18 Puesta a tierra			Tipo de electrodo	Material	Sección mínima	Cinta o red de tierra	Cobre	$\geq 25 \text{ mm}^2$	Cinta o red de tierra	Acero galvanizado	$\geq 50 \text{ mm}^2$	Pica o varilla	Acero cobreado	Diámetro $\geq 14 \text{ mm}$	Cable (como electrodo enterrado)	Cobre	$\geq 25 \text{ mm}^2$
ITC-BT-18 Puesta a tierra																					
Tipo de electrodo	Material	Sección mínima																			
Cinta o red de tierra	Cobre	$\geq 25 \text{ mm}^2$																			
Cinta o red de tierra	Acero galvanizado	$\geq 50 \text{ mm}^2$																			
Pica o varilla	Acero cobreado	Diámetro $\geq 14 \text{ mm}$																			
Cable (como electrodo enterrado)	Cobre	$\geq 25 \text{ mm}^2$																			
46		X	<table><tr><td colspan="3">ITC-AT-15</td></tr><tr><td>Tipo Transformador</td><td>Potencia asignada</td><td>Requisito</td></tr><tr><td>Hermético</td><td><math>\leq 630 \text{ kV A}</math></td><td>Sin depósito de expansión</td></tr><tr><td>No hermético</td><td><math>&gt; 630 \text{ kV A}</math></td><td>Debe tener depósito de expansión</td></tr></table> <p>Esto quiere decir que no todos, si no solo los no herméticos.</p>	ITC-AT-15			Tipo Transformador	Potencia asignada	Requisito	Hermético	$\leq 630 \text{ kV A}$	Sin depósito de expansión	No hermético	$> 630 \text{ kV A}$	Debe tener depósito de expansión						
ITC-AT-15																					
Tipo Transformador	Potencia asignada	Requisito																			
Hermético	$\leq 630 \text{ kV A}$	Sin depósito de expansión																			
No hermético	$> 630 \text{ kV A}$	Debe tener depósito de expansión																			
47		X	<table><tr><td colspan="3">ITC-AT-15</td></tr><tr><td>Tipo de transformador</td><td>Requiere mirilla?</td><td>Marcas</td></tr><tr><td>Con depósito de expansión</td><td>✓ Sí</td><td>De <math>0^\circ C</math> a <math>100^\circ C</math>.</td></tr><tr><td>Hermético (sin depósito)</td><td>× No</td><td></td></tr></table> <p>Esto quiere decir que no todos, si no solo los no herméticos.</p>	ITC-AT-15			Tipo de transformador	Requiere mirilla?	Marcas	Con depósito de expansión	✓ Sí	De $0^\circ C$ a $100^\circ C$ .	Hermético (sin depósito)	× No							
ITC-AT-15																					
Tipo de transformador	Requiere mirilla?	Marcas																			
Con depósito de expansión	✓ Sí	De $0^\circ C$ a $100^\circ C$ .																			
Hermético (sin depósito)	× No																				
48	X		Diapositiva 45 Tema 4 Transformadores de Potencia. El tercer arrollamiento en triángulo sin carga "+d" que se le añade a el transformador sirve para crear un flujo opuesto al creado por la corriente homopolar inicial a través de la corriente que circula por él. Sabiendo esto se puede determinar la tensión homopolar.																		
49		X	Texto Tema 5.1 Transformadores de medida y protección. Todos los transformadores sean de tensión o de intensidad deben estar conectados a tierra. El secundario y no el primario es porque éste está aislado del sistema de potencia, mientras que el primario pertenece a él y si lo conectamos a tierra estaríamos cambiando el punto de referencia.																		



## 1.12. Formulario

Potencia de cortocircuito:

$$S''_k = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I''_k = \frac{c \cdot U_n^2}{Z}$$

Tensión nominal $U_n$	$c_{\max}$	$c_{\min}$
Baja tensión 100 V a 1000 V (Tabla 1 Norma CEI 60038)	1,05 1,10	0,95
Media tensión >1 kV a 35 kV (Tabla 3 Norma CEI 60038)	1,10	1,00
Alta tensión >35 kV (Tabla 4 Norma CEI 60038)	1,10	1,00

Impedancia equivalente de la red

$$\text{En alta tensión: } Z_Q = \frac{c U_{nQ}}{\sqrt{3} I''_{kQ}} = \frac{c U_{nQ}^2}{S''_k} \quad X_Q = \frac{Z_Q}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_Q}{X_Q}\right)^2}}$$

$$\text{En baja tensión: } Z_Q = \frac{c U_{nQ}}{\sqrt{3} I''_{kQ}} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{c U_{nQ}^2}{S''_k} \cdot \frac{1}{t_r^2}$$

Impedancia equivalente de un Generador

$$Z_{rG} = \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}} \quad X'_g = x''_g \cdot Z_{rG}$$

Impedancia equivalente de un transformador de potencia

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} \quad R_T = \frac{u_{Rr}}{100} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} = \frac{P_{krT}}{3 \cdot I_{rT}^2} = \frac{P_{krT} \cdot U_{rT}^2}{S_{rT}^2} \quad X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

Motores asíncronos

$$Z_M = \frac{1}{I_{LR}/I_{rM}} \cdot \frac{U_{rM}}{\sqrt{3} I_{rM}} = \frac{1}{I_{LR}/I_{rM}} \cdot \frac{U_{rM}^2}{S_{rM}} \quad S_{rM} = \frac{P_{rM}}{\eta_{rM} \cdot \cos \varphi_{rM}} \quad X_M = \frac{Z_M}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_M}{X_M}\right)^2}}$$

Líneas aéreas y cables

$$R'_L = \frac{\rho}{S} \quad X'_L = f \cdot \mu_0 \cdot \left( \frac{1}{4n} + \ln \frac{d}{r} \right) \quad d = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{31}}$$

$$\rho_{\text{cobre}} = \frac{1}{54} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \quad \rho_{\text{aluminio}} = \frac{1}{34} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \quad \rho_{\text{aleación}} = \frac{1}{31} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

De triángulo a estrella ( $\Delta \rightarrow Y$ )	De estrella a triángulo ( $Y \rightarrow \Delta$ )
$R_A = \frac{R_{AC} \cdot R_{AB}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$	$R_{AB} = \frac{R_A \cdot R_B + R_A \cdot R_C + R_B \cdot R_C}{R_C}$
$R_B = \frac{R_{AB} \cdot R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$	$R_{AC} = \frac{R_A \cdot R_B + R_A \cdot R_C + R_B \cdot R_C}{R_B}$
$R_C = \frac{R_{AC} \cdot R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$	$R_{BC} = \frac{R_A \cdot R_B + R_A \cdot R_C + R_B \cdot R_C}{R_A}$

## 2. Parcial II

### 2.1. Junio 2025

1. El valor asignado de transferencia de carga repetitiva  $Q_{rs}$  expresado en culombios es un parámetro aplicable solo a los pararrayos de estación.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. La energía térmica de un pararrayos  $W_{th}$  es la máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. Para seleccionar un pararrayos a ser instalado en una subestación no es preciso conocer la corriente de cortocircuito en el punto de la red donde se instale.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. La transferencia de carga en un pararrayos debida al cebado del rayo en una línea es tanto mayor cuanto mayor sea la longitud de la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. La tensión transitoria que aparece en bornes de un transformador de potencia de una subestación protegido por un pararrayos es igual al nivel de protección del pararrayos frente a impulsos tipo rayo.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. La puesta a tierra de un pararrayos que protege a un transformador debe ser independiente a la tierra utilizada para la cuba del transformador.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. En la apertura de un interruptor de una red monofásica que alimenta a una batería de condensadores, la tensión que aparece entre los contactos del interruptor puede alcanzar 2 veces el valor de cresta de la tensión de la red monofásica.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. La tensión asignada,  $U_r$ , de los pararrayos que protegen a un transformador de potencia debe ser mayor de la tensión más elevada de la red  $U_s$  en la que se instala.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. La tensión transitoria de restablecimiento que aparece entre contactos en la maniobra de apertura de un interruptor frente a un cortocircuito próximo a un generador es del orden a dos veces el valor de cresta de la onda de tensión fase-tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1		X	Diapositiva 42 T6.1 Pararrayos. Se aplica tanto a pararrayos de distribución como de estación.
2	X		Diapositiva 44 T6.1 Pararrayos. "Índice de energía térmica $W_{th}$ (kJ/kV <sub>r</sub> ) : Máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica."
3		X	Diapositiva 19 T6.1 Pararrayos. Al parecer sí se considera la corriente de cortocircuito.
4		X	<p>Texto Tema 6.2 Selección de Pararrayos. La transferencia de carga por cebado del rayo en línea es:</p> $Q = \left[ 2 \cdot U_f - N_l \cdot U_{pl} \cdot \left( 1 + \ln \left( \frac{2 \cdot U_f}{U_{pl}} \right) \right) \right] \cdot \frac{U_{pl} \cdot T_r}{Z}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>U_f</math> : tensión de cebado frente a impulsos tipo rayo de polaridad negativa de la cadena de aisladores.</li> <li>■ <math>U_{pl}</math> : nivel de protección a impulsos tipo rayo del modelo elegido.</li> <li>■ <math>Z</math> : impedancia característica de la línea.</li> <li>■ <math>N_l</math> : Número de líneas conectadas. <b>Se considera el caso más desfavorable, que es una sola línea conectada al pararrayos.</b></li> <li>■ <math>T_r</math> : duración equivalente de la corriente de un rayo que se suele tomar como <math>T_r = 300\mu s</math>.</li> </ul>
5		X	<p>Diapositiva 53 T6.1 Pararrayos + Respuesta de ChatGPT. El nivel de protección del pararrayos frente a impulsos tipo rayo (<math>U_{pl}</math>) es el valor máximo de tensión residual que el pararrayos deja pasar en sus propios bornes cuando conduce un impulso normalizado. Sin embargo, la tensión transitoria que aparece en los bornes del transformador no es necesariamente igual a ese nivel de protección:</p> $U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}$ <p>Representa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Existen impedancias entre el pararrayos y el transformador (conductores, barras, inductancias).</li> <li>■ Durante impulsos rápidos, estas impedancias generan caídas de tensión adicionales.</li> <li>■ Por ello, la tensión en el transformador suele ser mayor que el nivel de protección del pararrayos.</li> </ul>

	Verdadero	Falso	Explicación
6		X	<p>Diapositiva 67 T6.1 Pararrayos. Todo lo contrario, está mal hecho.</p> <p style="text-align: center;"><b>Mal                      Bien                      Muy Bien</b></p>
7	X		<p>Texto Tema 6.2 Selección de Pararrayos. En el estudio de la energía debida a la conexión y reenganche de línea, se define <math>U_{et}</math> como la amplitud de la sobretensión a tierra debida a la conexión o reenganche de las líneas, evaluada por el valor de truncamiento de la distribución de sobretensiones fase-tierra.</p> $U_{et} = (1,25 \cdot u_{e2} - 0,25) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s$ <p>El dato <math>u_{e2}</math> tiene un valor aproximado de 2,5 veces la tensión cresta de la tensión fase. Luego, sustituyendo valores:</p> $U_{et} = 2,875 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s$ <p>Claramente mayor a 2 veces el valor cresta.</p>
8		X	<p>T6.1 Pararrayos. La afirmación es falsa porque la tensión asignada del pararrayos <math>U_r</math> no debe ser mayor que la tensión más elevada de la red <math>U_s</math>, sino mayor o igual que la tensión continua admisible <math>U_c</math>, relacionada con la tensión fase-tierra del sistema y el régimen de puesta a tierra del neutro.</p> <p>Según la UNE-EN 60099-4, <math>U_r</math> es la máxima tensión eficaz soportada durante 10s tras los ensayos de descarga, y habitualmente resulta inferior a <math>U_s</math>, ya que el pararrayos trabaja entre fase y tierra y no entre fases.</p>

	Verdadero	Falso	Explicación
9	X		Lo dijo en clase al parecer.

## 2.2. Parcial 1 Evaluación continua 2023/2024

1. Para seleccionar un pararrayos limitador de sobretensiones transitorias a ser instalado en una subestación es preciso conocer la corriente de cortocircuito en el punto de la red donde se instale.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. El valor de cresta de la tensión de servicio continuo de un pararrayos corresponde a un nivel por encima del codo de cambio de pendiente de la curva tensión-intensidad.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. Los transformadores de potencia con neutro no puesto a tierra deben disponer de pararrayos en el neutro para limitar sobretensiones transitorias.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. La tensión de coordinación  $U_{cw}$  limitada por un pararrayos no tiene en cuenta la distancia entre el pararrayos y el equipo protegido.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. La puesta a tierra de un pararrayos debe ser independiente a la tierra utilizada para el transformador de potencia que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. Las sobretensiones temporales son limitadas por los pararrayos elegidos.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. La tensión asignada de un pararrayos,  $U_r$ , debe ser mayor a la tensión nominal de la red.

☐ Verdadero

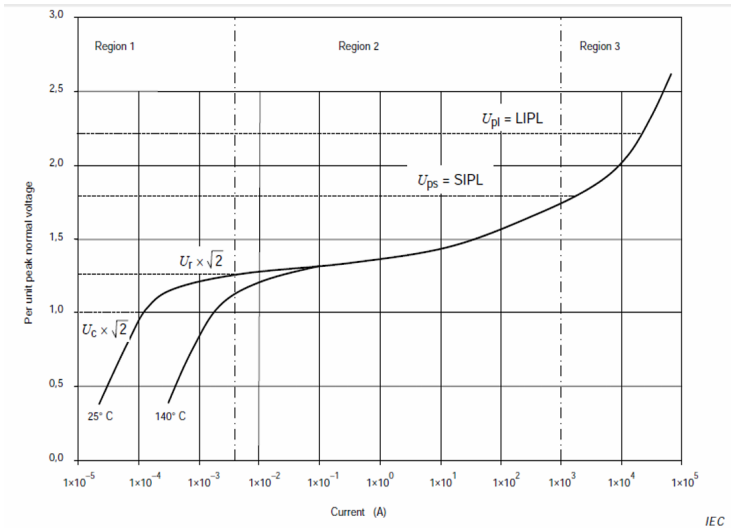
☐ Falso

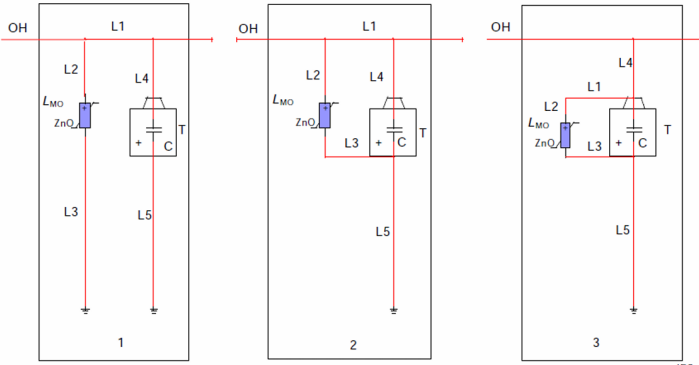
8. La tensión limitada por un pararrayos frente a sobretensiones de maniobra depende de la distancia de bucle entre el pararrayos y el equipo protegido.

☐ Verdadero

☐ Falso



	Verdadero	Falso	Explicación
1	X		Diapositiva 19 T6.1 Pararrayos. Al parecer sí se considera la corriente de cortocircuito.
2		X	<p>Diapositiva 15 T6.1 Pararrayos. Es un valor por debajo del codo.</p> 
3		X	<p>Respuesta de ChatGPT. En transformadores de potencia con neutro no puesto a tierra (neutro aislado), no es obligatorio ni general instalar pararrayos en el neutro para limitar sobretensiones transitorias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Las sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra se limitan mediante pararrayos en las fases, que son los que protegen el aislamiento del transformador.</li> <li>■ El neutro aislado no constituye, en condiciones normales, un punto de aplicación directa de sobretensiones.</li> <li>■ La tensión del neutro respecto a tierra queda condicionada por el estado del sistema y por las capacitancias, pero no requiere necesariamente un pararrayos propio.</li> </ul>

	Verdadero	Falso	Explicación
4		X	<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> $U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>U_{pl}</math> : nivel de protección a impulsos tipo rayo del pararrayos.</li> <li>■ <math>L_t</math> : longitud total del bucle de protección que forma el pararrayos y el equipo protegido.</li> <li>■ <math>A</math> : parámetro dependiente de condiciones de instalación.</li> <li>■ <math>f_s</math> : factor de reducción de pendiente.</li> <li>■ <math>N_l</math> : número de líneas conectadas.</li> <li>■ <math>L_{sp}</math> : longitud del último vano que accede a la subestación.</li> <li>■ <math>L_f</math> : longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido.</li> </ul>
5		X	<p>Diapositiva 67 T6.1 Pararrayos. Todo lo contrario, está mal hecho.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Mal                      Bien                      Muy Bien</b></p>
6		X	<p>Diapositiva 4 T6.1 Pararrayos. Definición de pararrayos: aparato destinado a proteger el material eléctrico contra <b>sobretensiones transitorias</b> elevadas, a limitar su duración.</p>

	Verdadero	Falso	Explicación
7		X	<p>T6.1 Pararrayos. La afirmación es falsa porque la tensión asignada del pararrayos <math>U_r</math> no debe ser mayor que la tensión nominal de la red, sino mayor o igual que la tensión continua admisible <math>U_c</math>, la cual depende de la tensión fase–tierra del sistema y del régimen de puesta a tierra del neutro.</p> <p>Según la UNE-EN-60099-4, <math>U_r</math> es la máxima tensión eficaz que el pararrayos puede soportar durante 10 s tras los ensayos de descarga, y su valor se selecciona en función de la tensión fase–tierra. Por ello, <math>U_r</math> puede ser inferior a la tensión nominal de la red, que es una tensión entre fases, ya que el pararrayos trabaja entre fase y tierra.</p>
8		X	<p>En el trabajo de la asignatura no se tomó en cuenta la distancia del bucle en maniobra, en tipo rayo en cambio sí.</p>

## 2.3. Examen Final Enero 2023 - Segunda Parte

1. Los materiales y equipos de una subestación deben soportar las sobretensiones temporales que aparezcan, pero no tienen que soportar las máximas sobretensiones transitorias que pudieran aparecer, a menos que estén protegidos por un pararrayos.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. Cuanto menor es la tasa de fallos/año  $km, r$ , mayor es la longitud de protección  $L_p$  de un pararrayos.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. La tensión soportada a impulsos tipo rayo de un pararrayos debe ser igual o superior a su nivel de protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. La corriente a través de un pararrayos es independiente de la impedancia característica de la línea aérea cuando se instala para proteger un transformador de tipo poste.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. La tensión de coordinación correspondiente a sobretensiones de frente rápido,  $U_{cw}$  es mayor cuanto mayor es la pendiente de la onda de sobretensión que viaja por la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. El índice de energía térmica  $W_{th}(kJ/kV_r)$  es la máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos de subestación durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. Las puntas Franklin tienen un radio de captación un 20 % superior al de dos cables de guarda tendidos horizontalmente.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. El radio de la esfera rodante cuando se disponen simultáneamente conductores tendidos y puntas Franklin en la subestación, debe ser el de los conductores tendidos.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. El factor de corrección por altitud para determinar las tensiones soportadas especificadas,  $U_{rw}$ , también se aplica tanto a los aislamientos internos y externos si la altitud es superior a 1000 m.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. El factor de corrección para compensar las diferencias entre las condiciones de servicio y las de ensayo  $K_s$ , utilizado para determinar las tensiones soportadas especificadas,  $U_{rw}$ , es mayor para los aislamientos internos que para los externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. El factor de coordinación utilizado para determinar las tensiones de coordinación a partir de las tensiones representativas nunca puede ser inferior a la unidad.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. Para considerar que el conductor de una instalación de tierra es "línea de enlace con el electrodo de tierra" debe estar aislado si se sitúa dentro de tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Cuanto mayor sea la profundidad de una placa enterrada mayor será la resistencia de puesta a tierra del electrodo.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Las armaduras del hormigón armado utilizadas en los centros de transformación deben unirse a la puesta de tierra de protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. Las puestas a tierra de los transformadores de medida ubicados en los cuadros de baja tensión de los centros de transformación se pueden conectar a la tierra de neutro de BT.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. Una línea que accede a una "subestación de doble barra" pueden conectarse a cada barra a través de un seccionador si dispone de un interruptor automático a la entrada de la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Las subestaciones en anillo deben disponer de tantos interruptores automáticos como líneas accedan a la subestación.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. La resistividad superficial de una acera de hormigón no depende de la resistividad del terreno.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. En el interior de una GIS no se pueden instalar pararrayos de óxidos metálicos.

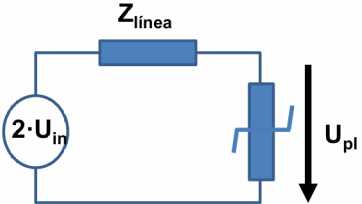
☐ Verdadero

☐ Falso

20. Cuanto mayor sea el número de circuitos de cables de alta tensión accedan a una subestación la corriente de puesta a tierra  $I_E$  de la subestación en caso de defecto en la subestación será menor.

☐ Verdadero

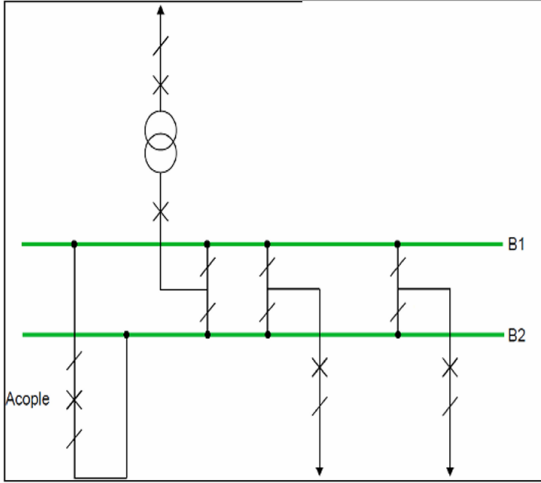
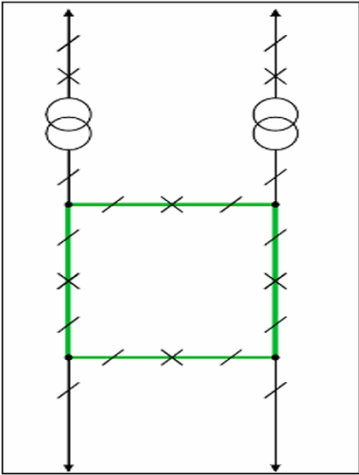
☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1	X		Diapositiva 4 T6.1 Pararrayos. Definición de pararrayos: aparato destinado a proteger el material eléctrico contra <b>sobretensiones transitorias</b> elevadas, a limitar su duración.
2	X		<p>Diapositiva 72 T6.1 Pararrayos. La longitud <math>L_p</math> de bucle protección máxima admisible para que el nivel de protección sea al menos del 15 % viene dada por la expresión:</p> $L_p = \frac{n}{A} \left[ \left( \frac{U_{rw}}{1,15} \right) - U_{pl} \right] \cdot (L_{sp} + L_f)$ <p>Donde <math>L_f</math> es la longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido. Se define como:</p> $L_f = \frac{R_a}{r}$ <p>Siendo <math>R_a</math> la tasa de fallos aceptable y <math>r</math> la tasa de cebados de la línea, si esta última tiende a ser menor, mayor es la longitud de protección <math>L_p</math>.</p>
3	X		<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> $U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>U_{pl}</math> : <b>nivel de protección</b> a impulsos tipo rayo del pararrayos.</li> <li>■ <math>L_t</math> : longitud total del bucle de protección que forma el pararrayos y el equipo protegido.</li> <li>■ <math>A</math> : parámetro dependiente de condiciones de instalación.</li> <li>■ <math>f_s</math> : factor de reducción de pendiente.</li> <li>■ <math>N_l</math> : número de líneas conectadas.</li> <li>■ <math>L_{sp}</math> : longitud del último vano que accede a la subestación.</li> <li>■ <math>L_f</math> : longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido.</li> </ul>
4		X	<p>Diapositiva 38 T6.1 Pararrayos. No es independiente.</p> 

	Verdadero	Falso	Explicación
5	X		<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> $U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>U_{pl}</math> : nivel de protección a impulsos tipo rayo del pararrayos.</li> <li>▪ <math>L_t</math> : longitud total del bucle de protección que forma el pararrayos y el equipo protegido.</li> <li>▪ <math>A</math> : parámetro dependiente de condiciones de instalación.</li> <li>▪ <math>f_s</math> : <b>factor de reducción de pendiente.</b></li> <li>▪ <math>N_l</math> : número de líneas conectadas.</li> <li>▪ <math>L_{sp}</math> : longitud del último vano que accede a la subestación.</li> <li>▪ <math>L_f</math> : longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido.</li> </ul> <p>A mayor <math>f_s</math>, mayor <math>U_{cw}</math>.</p>
6	X		<p>Diapositiva 44 T6.1 Pararrayos. "Índice de energía térmica <math>W_{th}</math> (kJ/kV<sub>r</sub>) : Máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica."</p>
7	X		<p>Diapositiva 1 T7.1 Apantallamiento de Subestaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>R_{gc} = 8 \cdot I_c^{0,65}</math> si se trata de conductores tendidos.</li> <li>▪ <math>R_{gc} = 8 \cdot 1,2 \cdot I_c^{0,65}</math> si se trata de puntas Franklin.</li> </ul>
8	X		<p>Pág 9 Texto T7.1 Apantallamiento de Subestaciones. "Cuando en el apantallamiento de una instalación se disponen tanto puntas Franklin como conductores tendidos se utiliza la expresión de <math>R_{gc}</math> como si se tratara de conductores tendidos, lo que supone resultados algo más conservadores."</p>
9		X	<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende no solo de la altitud <math>H</math>, sino también de la forma de onda de la sobretensión expresada en el parámetro <math>m</math> según se expresa en la ecuación siguiente:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$



	Verdadero	Falso	Explicación												
10	X		<p>Diapositiva 8 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Las tensiones soportadas requeridas <math>U_{rw}</math> se obtienen aplicando a las tensiones soportadas de coordinación el factor de seguridad <math>K_s</math> y el factor de corrección por la altitud <math>K_a</math>.</p> <p>El factor de seguridad <math>K_s</math> se toma en cuenta para compensar las diferencias entre las condiciones de servicio y de ensayo. Factores:</p> <div><div>■ Diferencias en el montaje.</div><div>■ Calidad instalación.</div><div>■ Calidad del producto.</div><div>■ Envejecimiento.</div></div> <p>Los factores de seguridad son los indicados a continuación y se aplican a todo tipo de sobretensiones.</p> <div><div>■ <math>K_s = 1,15</math> para los aislamientos internos.</div><div>■ <math>K_s = 1,05</math> para los aislamientos externos en aire.</div></div>												
11	X		<p>Diapositiva 7 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Los valores de las sobretensiones soportadas de coordinación aplicando el método determinista vienen dados por la expresión siguiente:</p> $U_{cw} = K_c \cdot U_{rp}$ <p>donde el factor de coordinación <math>K_c</math> es mayor o igual a 1.</p>												
12	X		<p>Diapositiva 9 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra: "Cuando existiera punto de puesta a tierra, se denomina línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra, a la parte de la línea de tierra comprendida entre el punto de puesta a tierra y el electrodo, siempre que el conductor esté fuera del terreno o colocado aislado del mismo."</p>												
13		X	<p>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</p> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <p>El caso de que la placa esté enterrada superficialmente tiene una resistencia el doble que enterrada profundamente.</p>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														

	Verdadero	Falso	Explicación
14	X		Diapositiva 41 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "En cualquier caso, en todos los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra."
15	X		Diapositiva 42 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión."
16	X		<p>Diapositiva 20 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones.</p> 
17		X	<p>Diapositiva 36 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones.</p> 

	Verdadero	Falso	Explicación
18		X	<p>Diapositiva 25 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor.</p> $\rho_{\text{superficial aparente}} = C_s \cdot \rho_{\text{hormigón}}$ $C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\rho_{\text{hormigón}}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$ <p>Siendo <math>h_s</math> el espesor de la capa.</p>
19		X	Diapositiva 9 T6.1 Pararrayos. Sí se puede.
20	X		<p>Respuesta de ChatGPT. Cuando ocurre un defecto a tierra en una subestación, la corriente de puesta a tierra de la subestación <math>I_E</math> es la parte de la corriente de defecto que se evacua a través de la malla de tierra de la subestación. Si a la subestación acceden más circuitos de cables de alta tensión, sucede que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Las pantallas metálicas y armaduras de los cables están normalmente puestas a tierra en ambos extremos.</li> <li>■ Estas pantallas proporcionan caminos adicionales de retorno de corriente hacia tierra fuera de la subestación.</li> <li>■ Parte de la corriente de defecto se deriva por estas pantallas hacia otros puntos de puesta a tierra de la red.</li> </ul> <p>Como consecuencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Disminuye la fracción de corriente que debe disiparse en la malla de tierra de la subestación.</li> <li>■ Por tanto, la corriente de puesta a tierra de la subestación <math>I_E</math> es menor.</li> </ul> <p>Este efecto es tenido en cuenta en el diseño de las puestas a tierra y en el cálculo de tensiones de paso y de contacto.</p>

## 2.4. Parcial 2 Evaluación continua 2022/2023

1. Cuanto menor es la corriente del rayo más aumenta la probabilidad de que el rayo impacte en las bornas un transformador de potencia situado en una subestación protegida contra caídas directas del rayo a través de puntas Franklin.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. La máxima corriente del rayo admisible que podría impactar en un embarrado de una subestación apantallada contra caídas directas del rayo depende del nivel de aislamiento del material instalado en la subestación.  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. Cuando para el apantallamiento de una instalación se disponen tanto puntas Franklin como conductores tendidos, a efectos de determinar el radio de la esfera rodante se considera como si estuviera protegida solo por conductores tendidos.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. La impedancia característica de un embarrado aumenta cuanto mayor es la altura del embarrado.  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. A efecto del cálculo de la resistencia de tierra, los conductores desnudos soterrados en el terreno para la conexión con el electrodo de tierra se consideran parte del electrodo.  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. La tensión de contacto máxima admisible,  $U_c$ , en un CT dispuesto en una zona de ajardinada de piscina depende de la impedancia del cuerpo humano.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. La tensión de contacto aplicada admisible depende de la resistividad del terreno.  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. La resistencia de tierra de un electrodo de tierra de tipo pica vertical es del orden de la mitad de la resistencia de tierra de un electrodo enterrado horizontalmente para la misma longitud del electrodo,  $L$ .  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. Si en una instalación de puesta a tierra se incrementa la resistencia de puesta a tierra también se incrementará la tensión de contacto.

☐ Verdadero ☐ Falso

10. Las armaduras de los edificios de hormigón armado de un centro de transformación deben estar aisladas de tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

11. En un Centro de Transformación es obligatorio disponer de dos cajas de registro independientes, una para la tierra general de protección y otra para la tierra de neutro.

☐ Verdadero ☐ Falso

12. La puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión.

☐ Verdadero ☐ Falso

13. La tierra de neutro de un CT puede elevar su tensión a 1000 V en caso de fallo a tierra en el CT.

☐ Verdadero ☐ Falso

14. El índice de energía térmica  $W_{th}$  es la máxima energía específica que puede ser inyectada en un pararrayos durante 3 min en un ensayo, sin causarle inestabilidad química.

☐ Verdadero ☐ Falso

15. La tensión de puesta a tierra no siempre es mayor que la tensión de contacto.

☐ Verdadero ☐ Falso

16. La corriente de descarga frente a impulsos de maniobra de 2 kA, 1 kA o 0,5 kA es el parámetro que distingue los pararrayos de distribución de alta, media o baja energía.

☐ Verdadero ☐ Falso

17. La puesta a tierra de un pararrayos de un transformador de tipo poste debe ser diferente a la puesta a tierra de la cuba del transformador.

☐ Verdadero ☐ Falso

18. Cuanto mayor sea la tasa "r" de cebados/año 100 km de la línea mayor es la longitud del bucle de protección entre el pararrayos y el transformador protegido, si el resto de los parámetros influyentes se mantienen constantes.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. Las sobretensiones transitorias de frente lento no son protegidas por los pararrayos.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. La resistividad superficial de una acera de hormigón depende del espesor de la capa de hormigón.

☐ Verdadero

☐ Falso

21. La sección mínima de las líneas de puesta a tierra debe ser de  $25 \text{ mm}^2$  si es de cobre.

☐ Verdadero

☐ Falso

22. Las rejillas y las puertas de un centro de transformación no deben unirse a la tierra de protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

23. El índice de energía térmica  $W_{th}$  no se utiliza para seleccionar los pararrayos de distribución.

☐ Verdadero

☐ Falso

24. Las envolventes de los cuadros de baja tensión habitualmente se unen a la tierra de protección del centro de transformación.

☐ Verdadero

☐ Falso

25. El nivel de protección contra sobretensiones fase-fase limitado por un pararrayos autovalvular es dos veces el valor del nivel de protección fase-tierra.

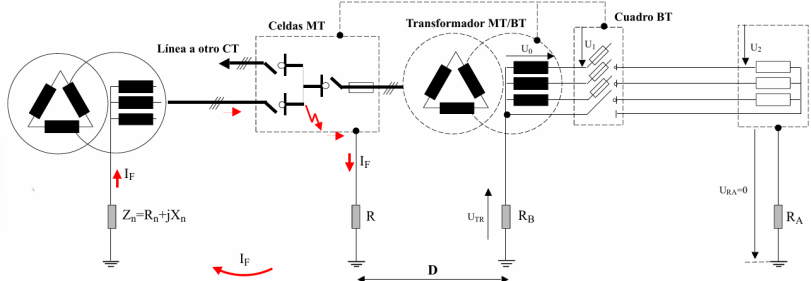
☐ Verdadero

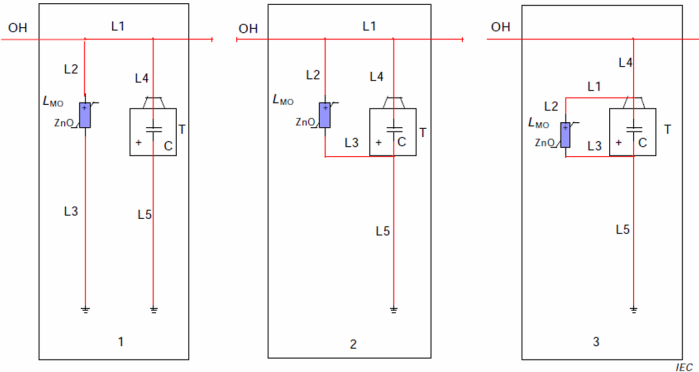
☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1	X		Vídeo T7.1 Apantallamiento de Subestaciones.
2	X		<p>Diapositiva 1 T7.1 Apantallamiento de Subestaciones.</p> $Z_c \cdot \frac{1}{1,1} \cdot \left( \frac{I_c}{2} \right) \leq N_A$
3	X		Pág 9 Texto T7.1 Apantallamiento de Subestaciones. "Cuando en el apantallamiento de una instalación se disponen tanto puntas Franklin como conductores tendidos se utiliza la expresión de $R_{gc}$ como si se tratara de conductores tendidos, lo que supone resultados algo más conservadores."
4	X		<p>Diapositiva 2 T7.1 Apantallamiento de Subestaciones.</p> $Z_c = 60 \cdot \ln \frac{2 \cdot y}{r}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>y</math> : altura de los conductores del embarrado sobre el terreno.</li> <li>■ <math>r</math> : radio de los conductores del embarrado.</li> </ul>
5	X		Diapositiva 8 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Electrodo de tierra: Conductor, o conjunto de conductores, enterrados que sirven para establecer una conexión con tierra. Los conductores no aislados, colocados en contacto con tierra para la conexión al electrodo, se consideran parte de éste.
6	X		<p>Diapositiva 22 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra.</p> $U_c = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right]$ <p>Además la ITC-RAT-23 indica: "Durante la verificación periódica se revisarán las instalaciones de puesta a tierra a fin de comprobar su estado. Esta revisión consistirá en una inspección visual y en la medida de la resistencia de puesta a tierra, no requiriéndose la medida de la tensión de paso y contacto, salvo en aquellos casos en los que hayan variado las condiciones del proyecto original, debido a variaciones constructivas en el entorno inmediato de la instalación, por ejemplo por disminución de la resistividad superficial, como sucede en caso de ajardinamiento, o por la construcción de nuevos elementos metálicos próximos a la instalación (marquesinas de parada de autobuses, quioscos con elementos metálicos, etc.)."</p>

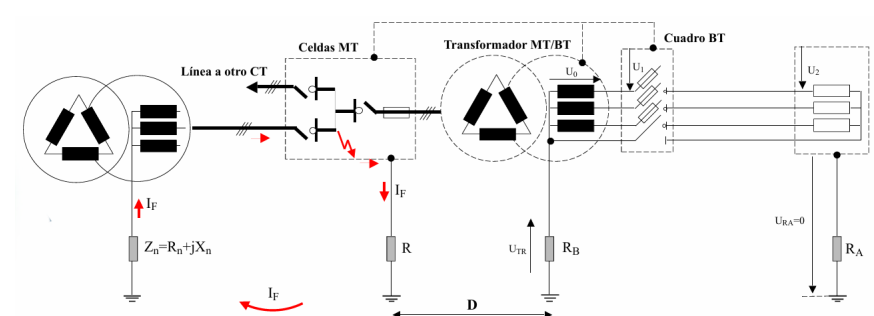
	Verdadero	Falso	Explicación												
7		X	Diapositiva 17 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La norma UNE-IEC/TS 60479-1 establece la relación entre la tensión de contacto aplicada, $U_{ca}$ , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta. Únicamente se considera la impedancia del cuerpo humano.												
8	X		<div>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</div> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <div>El caso de que la pica sea vertical, es la mitad que en horizontal.</div>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														
9	X		Diapositiva 22 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Por conocimientos de la asignatura de Protecciones Eléctricas, en principio es verdadera.												
10		X	Diapositiva 41 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "En cualquier caso, en todos los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra."												
11		X	Diapositiva 39 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La diapositiva dice: "Para facilitar la medida y revisión de la instalación de puesta a tierra se instalarán cajas de registro para cada instalación de puesta a tierra". Entonces un CT es una sola instalación luego, se puede hacer lo de la foto que es poner una sola caja. En cambio, si fueran dos CT dentro de un mismo edificio por ejemplo, deberían de haber dos cajas												
12	X		Diapositiva 42 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión."												



	Verdadero	Falso	Explicación																																																								
13	X		<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>."</p> <div></div> <p>En base a la frase anterior, se puede deducir que sí es posible que la tensión se eleve a 1000 V, es más, puede ser mayor.</p>																																																								
14		X	<p>Diapositiva 44 T6.1 Pararrayos. "Índice de energía térmica <math>W_{th}</math> (kJ/kV<sub>r</sub>) : Máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica."</p>																																																								
15		X	<p>Diapositiva 14 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para que la tensión de contacto llegara a ser igual a la tensión de tierra, habría que alejarse al infinito y tocar un punto de la instalación, lo cual es imposible. Luego, como indica el reglamento: Tensión de puesta a tierra o tensión a tierra (<math>U_E</math>): Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto. Cabe resaltar que el origen de todas las tensiones de paso y contacto es la tensión de puesta a tierra y que aquellas son siempre una fracción de ésta.</p>																																																								
16		X	<p>Diapositiva 11 T6.1 Pararrayos. Además que son otros valores, son (creo) corrientes de descarga frente impulsos de tipo rayo.</p> <table><tr><th>Arrester class</th><th colspan="3">Station</th><th colspan="3">Distribution</th></tr><tr><th>Designation and Duty Level</th><th>SH Heavy</th><th>SM Medium</th><th>SL Light</th><th>DH Heavy</th><th>DM Medium</th><th>DL Light</th></tr><tr><td>Nominal discharge current</td><td>20 kA</td><td>10 kA</td><td>10 kA</td><td>10 kA</td><td>5 kA</td><td>2,5 kA</td></tr><tr><td>Switching impulse discharge current</td><td>2 kA</td><td>1 kA</td><td>0,5 kA</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td></tr><tr><td><math>Q_{rs}</math> (Coulombs)</td><td><math>\geq 2.4</math></td><td><math>\geq 1.6</math></td><td><math>\geq 1.1</math></td><td><math>\geq 0.4</math></td><td><math>\geq 0.2</math></td><td><math>\geq 0.1</math></td></tr><tr><td><math>W_{th}</math> (kJoules/kV)</td><td><math>\geq 10</math></td><td><math>\geq 7</math></td><td><math>\geq 4</math></td><td>--</td><td>--</td><td>--</td></tr><tr><td><math>Q_{th}</math> (Coulombs)</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td><math>\geq 1.1</math></td><td><math>\geq 0.7</math></td><td><math>\geq 0.45</math></td></tr><tr><td>Old Classification</td><td>Class 4/5</td><td>Class 3</td><td>Class 2</td><td>Class 1</td><td>Class 1 5kA</td><td>Class 1 2.5kA</td></tr></table>	Arrester class	Station			Distribution			Designation and Duty Level	SH Heavy	SM Medium	SL Light	DH Heavy	DM Medium	DL Light	Nominal discharge current	20 kA	10 kA	10 kA	10 kA	5 kA	2,5 kA	Switching impulse discharge current	2 kA	1 kA	0,5 kA	--	--	--	$Q_{rs}$ (Coulombs)	$\geq 2.4$	$\geq 1.6$	$\geq 1.1$	$\geq 0.4$	$\geq 0.2$	$\geq 0.1$	$W_{th}$ (kJoules/kV)	$\geq 10$	$\geq 7$	$\geq 4$	--	--	--	$Q_{th}$ (Coulombs)	--	--	--	$\geq 1.1$	$\geq 0.7$	$\geq 0.45$	Old Classification	Class 4/5	Class 3	Class 2	Class 1	Class 1 5kA	Class 1 2.5kA
Arrester class	Station			Distribution																																																							
Designation and Duty Level	SH Heavy	SM Medium	SL Light	DH Heavy	DM Medium	DL Light																																																					
Nominal discharge current	20 kA	10 kA	10 kA	10 kA	5 kA	2,5 kA																																																					
Switching impulse discharge current	2 kA	1 kA	0,5 kA	--	--	--																																																					
$Q_{rs}$ (Coulombs)	$\geq 2.4$	$\geq 1.6$	$\geq 1.1$	$\geq 0.4$	$\geq 0.2$	$\geq 0.1$																																																					
$W_{th}$ (kJoules/kV)	$\geq 10$	$\geq 7$	$\geq 4$	--	--	--																																																					
$Q_{th}$ (Coulombs)	--	--	--	$\geq 1.1$	$\geq 0.7$	$\geq 0.45$																																																					
Old Classification	Class 4/5	Class 3	Class 2	Class 1	Class 1 5kA	Class 1 2.5kA																																																					

	Verdadero	Falso	Explicación
17		X	<p>Diapositiva 67 T6.1 Pararrayos. Todo lo contrario, está mal hecho.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Mal                      Bien                      Muy Bien</b></p>
18		X	<p>Diapositiva 72 T6.1 Pararrayos. La longitud <math>L_p</math> de bucle protección máxima admisible para que el nivel de protección sea al menos del 15 % viene dada por la expresión:</p> $L_p = \frac{n}{A} \left[ \left( \frac{U_{rw}}{1,15} \right) - U_{pl} \right] \cdot (L_{sp} + L_f)$ <p>Donde <math>L_f</math> es la longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido. Se define como:</p> $L_f = \frac{R_a}{r}$ <p>Siendo <math>R_a</math> la tasa de fallos aceptable y <math>r</math> la tasa de cebados de la línea, si esta última tiende a ser mayor, <b>menor</b> es la longitud de protección <math>L_p</math>.</p>
19		X	<p>Diapositiva 4 T6.1 Pararrayos. Definición de pararrayos: aparato destinado a proteger el material eléctrico contra <b>sobretensiones transitorias</b> elevadas, a limitar su duración.</p>

	Verdadero	Falso	Explicación
20	X		<p>Diapositiva 25 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor.</p> $\rho_{\text{superficial aparente}} = C_s \cdot \rho_{\text{hormigón}}$ $C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\rho_{\text{hormigón}}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$ <p>Siendo <math>h_s</math> el espesor de la capa.</p>
21	X		<p>Diapositiva 29 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Sin embargo, se establecen como mínimo para líneas de puesta a tierra secciones de 25 mm<sup>2</sup> en el caso de cobre, 50 mm<sup>2</sup> en el caso del acero y 35 mm<sup>2</sup> para aluminio."</p>
22		X	<p>ITC-RAT-13. <b>Elementos a conectar a tierra por motivos de protección.</b> Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos (entre otros):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Los envoltentes de los conjuntos de armarios metálicos.</li> <li>b) Las puertas metálicas de los locales.</li> <li>c) Las vallas y cercas metálicas.</li> <li>d) Las columnas, soportes, pórticos, etc.</li> <li>e) Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.</li> <li>f) Las armaduras metálicas de los cables.</li> </ul>
23	X		<p>Diapositiva 44 T6.1 Pararrayos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pararrayos Estación: Índice de energía térmica <math>W_{th}</math> (kJ/kV<sub>r</sub>)</li> <li>■ Pararrayos Distribución: Valor asignado de carga térmica, <math>Q_{th}</math> (C)</li> </ul>

	Verdadero	Falso	Explicación
24	X		<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10 kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>."</p>  <p>En base a la frase anterior, se puede decir que es cierto.</p>
25	X		<p>En moodle hay un test que pone que es verdadero y en el proyecto se calcula así.</p>

## 2.5. Examen extraordinario Julio 2022/2023

1. La sobretensión transitoria representativa fase tierra es igual al coeficiente de defecto a tierra,  $k$ , multiplicado por la tensión más elevada de la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. Para impulsos tipo maniobra el nivel de protección fase-fase no puede ser mayor a dos veces en valor de la tensión residual del pararrayos.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. El factor de coordinación  $K_c$  para las sobretensiones tipo rayo se toma igual a 1.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. El factor de corrección de altitud para determinar las tensiones soportadas especificadas,  $U_{rw}$ , se aplica tanto a los aislamientos internos como a los externos, si la altitud es superior a 1000 m.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. El índice de energía térmica  $W_{th}$  (kJ/kV<sub>r</sub>) es la máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos de subestación durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. La tensión de coordinación,  $U_{cw}$ , es mayor en apoyos metálicos que para apoyos de madera.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. La tasa de cebados anual por cada 100 km de línea de una red de distribución es más pequeña que la perteneciente en una red de transporte.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. En coordinación de aislamiento el factor de seguridad  $K_s$  a aplicar a los aislamientos internos debe ser mayor que para los aislamientos externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. Cuanto mayor sea la altitud mayor será el coeficiente de corrección  $K_a$  aplicable a los aislamientos externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. El factor de conversión de la tensión de ensayo para la gama I,  $K_t$ , aplicable para convertir una sobretensión de frente lento a una sobretensión a frecuencia industrial es inferior a la unidad.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Cuando la corriente de falta se despeja en un tiempo superior a 5 min, entonces la tensión de contacto aplicada admisible es de 50 V.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. La ITC 13 del reglamento considera que la impedancia del cuerpo humano es de  $1\text{ M}\Omega$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

13. La tensión de contacto debe ser siempre menor que la tensión de paso.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. La corriente de defecto  $I_d$  es una fracción de la corriente a tierra  $I_E$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

15. La tensión de elevación del potencial del terreno es siempre mayor que la tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. Para una subestación sea considerada de interruptor y medio es preciso que cada línea se pueda conectar a una u otra barra a través de un interruptor automático independiente.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Las subestaciones de doble barra siempre disponen de un interruptor de acoplamiento de barras.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida de media tensión de un CT deben unirse a tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

19. Los pararrayos no limitan las sobretensiones temporales.

☐ Verdadero ☐ Falso

20. La resistividad superficial de una acera de hormigón depende del espesor de la capa de hormigón.

☐ Verdadero ☐ Falso

21. La sección mínima de las líneas de puesta a tierra debe ser  $50 \text{ mm}^2$  si son de cobre.

☐ Verdadero ☐ Falso

22. El neutro del lado de alta de un transformador de distribución de un CT debe unirse a la tierra de protección.

☐ Verdadero ☐ Falso

23. La resistencia de puesta a tierra de un electrodo en forma de placa aumenta cuanto mayor sea el perímetro de la placa enterrada.

☐ Verdadero ☐ Falso

24. Las envolventes de los cuadros de baja tensión habitualmente se unen a tierra de servicio del centro de transformación.

☐ Verdadero ☐ Falso

25. El nivel de protección contra sobretensiones transitorias de frente rápido fase-fase limitado por un pararrayos autovalvular es dos veces el valor del nivel de protección fase-tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

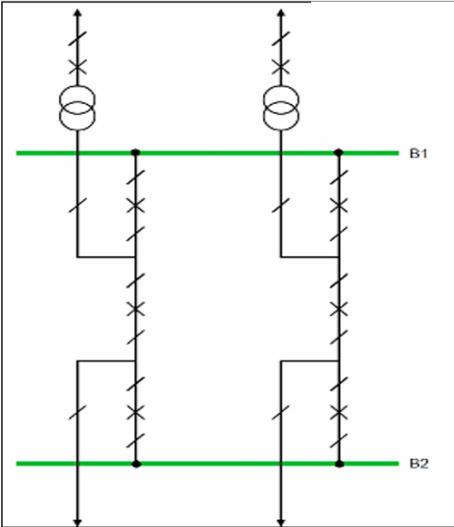
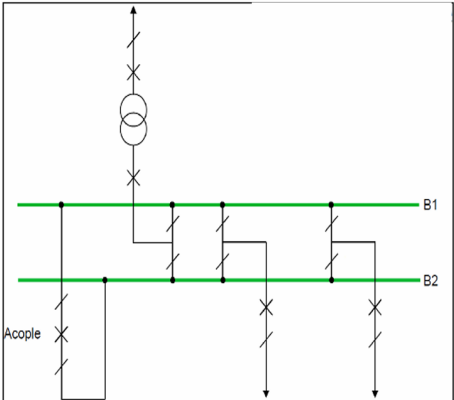
	Verdadero	Falso	Explicación
1		X	<p>Pág 6 Texto T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Los estudios de red han demostrado que las maniobras de conexión y reenganche de línea en el final de una subestación pueden provocar sobretensiones en la entrada de la subestación. Las expresiones matemáticas siguientes se aplican cuando el método utilizado para determinar la distribución de sobretensiones se basa en el valor cresta de la mayor sobretensión de las fases en cada maniobra:</p> <p>Sobretensiones fase-tierra: <math>U_{et} = (1,25 \cdot u_{e2} - 0,25) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Sobretensiones fase-fase: <math>U_{pt} = (1,25 \cdot u_{p2} - 0,43) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Los valores de cresta de las sobretensiones fase-tierra y fase-fase con un 2% de probabilidad de descarga se calculan como:</p> <p>Sobretensiones fase-tierra: <math>U_{e2} = u_{e2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Sobretensiones fase-fase: <math>U_{p2} = u_{pe2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p>
2	X		<p>Los niveles de protección del pararrayos frente a rayo y maniobra se calculan multiplicando la tensión asignada del pararrayos por 2,8 y por 1,9 respectivamente. Esto se hace así para evitar buscar en el catálogo del fabricante, ya que éstas son aproximaciones muy válidas.</p> $U_{ps} \approx 2 \cdot U_r$ <p>Sin embargo, no he encontrado ningún lado de momento donde diga que este valor debe ser menor o igual a 2.</p>
3		X	<p>Pág 9 Texto T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Para las sobretensiones <b>temporales</b> el factor de coordinación <math>K_c</math> se toma igual a 1.</p>
4		X	<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende no solo de la altitud <math>H</math>, sino también de la forma de onda de la sobretensión expresada en el parámetro <math>m</math> según se expresa en la ecuación siguiente:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$



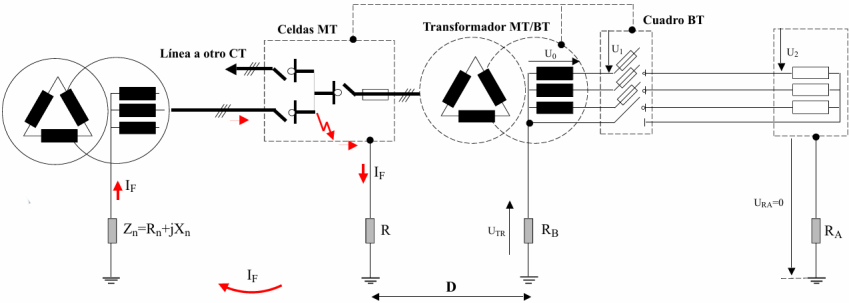
	Verdadero	Falso	Explicación																		
5	X		Diapositiva 44 T6.1 Pararrayos. "Índice de energía térmica $W_{th}$ (kJ/kV <sub>r</sub> ) : Máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica."																		
6		X	<div>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos + Diapositiva 24 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</div> <div><math display="block">U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}</math></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>▪ <math>U_{pl}</math> : nivel de protección a impulsos tipo rayo del pararrayos.</li><li>▪ <math>L_t</math> : longitud total del bucle de protección que forma el pararrayos y el equipo protegido.</li><li>▪ <math>A</math> : parámetro dependiente de condiciones de instalación.</li><li>▪ <math>f_s</math> : factor de reducción de pendiente.</li><li>▪ <math>N_l</math> : número de líneas conectadas.</li><li>▪ <math>L_{sp}</math> : longitud del último vano que accede a la subestación.</li><li>▪ <math>L_f</math> : longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido.</li></ul></div> <div>El parámetro A es mayor en el caso de apoyos de madera:</div> <div><table><tr><th>Tipo de Línea</th><th>A (kV)</th></tr><tr><td>Líneas de Distribución:</td><td></td></tr><tr><td>Crucetas p. a t.</td><td>900</td></tr><tr><td>Apoyos de madera</td><td>2700</td></tr><tr><td>Líneas de Transporte:</td><td></td></tr><tr><td>Un sólo conductor</td><td>4500</td></tr><tr><td>Doble haz</td><td>7000</td></tr><tr><td>Cuádruple haz</td><td>11000</td></tr><tr><td>haz de 6 u 8 conductores</td><td>17000</td></tr></table></div>	Tipo de Línea	A (kV)	Líneas de Distribución:		Crucetas p. a t.	900	Apoyos de madera	2700	Líneas de Transporte:		Un sólo conductor	4500	Doble haz	7000	Cuádruple haz	11000	haz de 6 u 8 conductores	17000
Tipo de Línea	A (kV)																				
Líneas de Distribución:																					
Crucetas p. a t.	900																				
Apoyos de madera	2700																				
Líneas de Transporte:																					
Un sólo conductor	4500																				
Doble haz	7000																				
Cuádruple haz	11000																				
haz de 6 u 8 conductores	17000																				

	Verdadero	Falso	Explicación																																																																																																																										
7		X	<p>Diapositiva 74 T6.1 Pararrayos + Vídeo T6.1. En redes de distribución de MT, los valores de la tasa de cebados de la línea (<math>r</math>) están en el rango de 2 a 6. Los valores de 245 kV y 420 kV corresponden a líneas de transporte y no tienen columnas asociadas a los valores más grandes de <math>r</math>. Luego, es posible decir que la tasa de cebados es mayor en líneas de distribución que en líneas de transporte.</p> <table><tr><th rowspan="3">System voltage</th><th rowspan="3">Protection level</th><th colspan="2">Withstand voltage</th><th rowspan="3">Span</th><th rowspan="3"><math>\Delta x/s</math></th><th colspan="6">Protective zone <math>L_p</math></th></tr><tr><th rowspan="2">Rated</th><th rowspan="2">Co-ordination</th><th><math>r = 0,1^a)</math></th><th colspan="2"><math>r = 0,5^a)</math></th><th colspan="2"><math>r = 2^a)</math></th><th><math>r = 6^a)</math></th></tr><tr><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 1</math></th><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 1</math></th><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 2</math></th></tr><tr><th>kV</th><th>kV</th><th>kV</th><th>kV</th><th>m</th><th>kV</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th></tr><tr><td>24</td><td>80</td><td>125</td><td>109</td><td>100</td><td>2 700</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>2,4</td><td>4,8</td><td>3,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>200</td><td>900</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>10,4</td><td>20,8</td><td>15,5</td></tr><tr><td>123</td><td>350</td><td>550</td><td>478</td><td>300</td><td>fs=1,0, 4 500</td><td>160</td><td>23</td><td>46</td><td>12,0</td><td>24</td><td>–</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>fs=0,5, 2 250</td><td>320</td><td>46</td><td>92</td><td>24,0</td><td>48</td><td>–</td></tr><tr><td>245</td><td>450</td><td>950</td><td>827</td><td>300</td><td>fs=1,0, 7 000</td><td>300</td><td>43</td><td>86</td><td>23</td><td>46</td><td>–</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>fs=0,5, 3 500</td><td>600</td><td>86</td><td>172</td><td>46</td><td>92</td><td>–</td></tr><tr><td>420</td><td>800</td><td>1 425</td><td>1240</td><td>400</td><td>fs=1, 11 000</td><td>116</td><td>36</td><td>72</td><td>21</td><td>42</td><td>–</td></tr></table>	System voltage	Protection level	Withstand voltage		Span	$\Delta x/s$	Protective zone $L_p$						Rated	Co-ordination	$r = 0,1^a)$	$r = 0,5^a)$		$r = 2^a)$		$r = 6^a)$	$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 2$	kV	kV	kV	kV	m	kV	m	m	m	m	m	m	24	80	125	109	100	2 700	–	–	–	2,4	4,8	3,0					200	900	–	–	–	10,4	20,8	15,5	123	350	550	478	300	fs=1,0, 4 500	160	23	46	12,0	24	–						fs=0,5, 2 250	320	46	92	24,0	48	–	245	450	950	827	300	fs=1,0, 7 000	300	43	86	23	46	–						fs=0,5, 3 500	600	86	172	46	92	–	420	800	1 425	1240	400	fs=1, 11 000	116	36	72	21	42	–
System voltage	Protection level	Withstand voltage				Span	$\Delta x/s$			Protective zone $L_p$																																																																																																																			
		Rated	Co-ordination							$r = 0,1^a)$	$r = 0,5^a)$		$r = 2^a)$		$r = 6^a)$																																																																																																														
				$N = 2$	$N = 1$			$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 2$																																																																																																																		
kV	kV	kV	kV	m	kV	m	m	m	m	m	m																																																																																																																		
24	80	125	109	100	2 700	–	–	–	2,4	4,8	3,0																																																																																																																		
				200	900	–	–	–	10,4	20,8	15,5																																																																																																																		
123	350	550	478	300	fs=1,0, 4 500	160	23	46	12,0	24	–																																																																																																																		
					fs=0,5, 2 250	320	46	92	24,0	48	–																																																																																																																		
245	450	950	827	300	fs=1,0, 7 000	300	43	86	23	46	–																																																																																																																		
					fs=0,5, 3 500	600	86	172	46	92	–																																																																																																																		
420	800	1 425	1240	400	fs=1, 11 000	116	36	72	21	42	–																																																																																																																		
8	X		<p>Diapositiva 8 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Las tensiones soportadas requeridas <math>U_{rw}</math> se obtienen aplicando a las tensiones soportadas de coordinación el factor de seguridad <math>K_s</math> y el factor de corrección por la altitud <math>K_a</math>.</p> <p>El factor de seguridad <math>K_s</math> se toma en cuenta para compensar las diferencias entre las condiciones de servicio y de ensayo. Los factores de seguridad establecidos por la norma UNE-EN60071-2 son los indicados a continuación y se aplican a todo tipo de sobretensiones.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <math>K_s = 1,15</math> para los aislamientos internos.</li><li>▪ <math>K_s = 1,05</math> para los aislamientos externos en aire.</li></ul>																																																																																																																										
9	X		<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende de la altitud <math>H</math>:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$ <p>A mayor altitud <math>H</math>, mayor es el valor de <math>K_a</math>.</p>																																																																																																																										

	Verdadero	Falso	Explicación																														
10	X		<p>Diapositiva 74 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Para el caso de la gama I para convertir las tensiones soportadas a impulso tipo maniobra especificadas en tensiones soportadas a impulso tipo rayo y a frecuencia industrial de corta duración se usa la siguiente tabla.</p> <table><thead><tr><th>Aislamiento</th><th>Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup></th><th>Tensión soportada a impulso tipo rayo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Aislamiento externo</td><td></td><td></td></tr><tr><td>– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:</td><td></td><td></td></tr><tr><td>• fase-tierra</td><td><math>0,6 + U_{rw}/8\ 500</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/6\ 000</math></td></tr><tr><td>• fase-fase</td><td><math>0,6 + U_{rw}/12\ 700</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/9\ 000</math></td></tr><tr><td>– aisladores limpios, mojados</td><td>0,6</td><td>1,3</td></tr><tr><td>Aislamiento interno</td><td></td><td></td></tr><tr><td>– GIS</td><td>0,7</td><td>1,25</td></tr><tr><td>– aislamiento sumergido en un líquido</td><td>0,5</td><td>1,10</td></tr><tr><td>– aislamiento sólido</td><td>0,5</td><td>1,00</td></tr></tbody></table> <p><math>U_{rw}</math> es la tensión soportada a impulso tipo maniobra requerida en kV. <sup>a</sup> Los factores de conversión de ensayo incluyen un factor de <math>1/\sqrt{2}</math> para convertir los valores de cresta en valores eficaces.</p>	Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo	Aislamiento externo			– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:			• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\ 500$	$1,05 + U_{rw}/6\ 000$	• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\ 700$	$1,05 + U_{rw}/9\ 000$	– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3	Aislamiento interno			– GIS	0,7	1,25	– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10	– aislamiento sólido	0,5	1,00
Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo																															
Aislamiento externo																																	
– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:																																	
• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\ 500$	$1,05 + U_{rw}/6\ 000$																															
• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\ 700$	$1,05 + U_{rw}/9\ 000$																															
– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3																															
Aislamiento interno																																	
– GIS	0,7	1,25																															
– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10																															
– aislamiento sólido	0,5	1,00																															
11	X		<p>Diapositiva 18 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. El tiempo es mayor a 10s luego son 50 V.</p> <table><thead><tr><th>Duración de la corriente de falta, <math>t_f</math> (s)</th><th>Tensión de contacto aplicada admisible, <math>U_{ca}</math> (V)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.10</td><td>633</td></tr><tr><td>0.20</td><td>528</td></tr><tr><td>0.30</td><td>420</td></tr><tr><td>0.40</td><td>310</td></tr><tr><td>0.50</td><td>204</td></tr><tr><td>1.00</td><td>107</td></tr><tr><td>2.00</td><td>90</td></tr><tr><td>5.00</td><td>81</td></tr><tr><td>10.00</td><td>80</td></tr><tr><td>&gt; 10.00</td><td>50</td></tr></tbody></table>	Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)	0.10	633	0.20	528	0.30	420	0.40	310	0.50	204	1.00	107	2.00	90	5.00	81	10.00	80	> 10.00	50								
Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)																																
0.10	633																																
0.20	528																																
0.30	420																																
0.40	310																																
0.50	204																																
1.00	107																																
2.00	90																																
5.00	81																																
10.00	80																																
> 10.00	50																																
12		X	<p>Diapositiva 22 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Se considera la impedancia del cuerpo humano de 1 kΩ.</p>																														
13	X		<p>Diapositiva 19 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 + ITC-RAT-13. "Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado, se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, (<math>U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}</math>). Estas hipótesis establecen una óptima seguridad para las personas debido a la baja probabilidad de que simultáneamente se produzca una falta a tierra y la persona o animal esté tocando un componente conductor de la instalación."</p> <p>Además, en el vídeo, se menciona que la tensión de contacto (<math>U_c</math>) se considera más peligrosa por el riesgo de circular por el corazón.</p>																														

	Verdadero	Falso	Explicación
14		X	<p>Diapositivas 12+13 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Corriente de defecto a tierra (<math>I_F \equiv I_d</math>) : Es la corriente que en caso de un solo punto de defecto a tierra, se deriva por el citado punto desde el circuito averiado a tierra o a partes conectadas a tierra.</li> <li>■ Corriente de puesta a tierra (<math>I_E</math>) : Es la corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra, es por tanto la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.</li> </ul>
15	X		<p>Diapositiva 14 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Tensión de puesta a tierra o tensión a tierra (<math>U_E</math>): Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto. Cabe resaltar que el origen de todas las tensiones de paso y contacto es la tensión de puesta a tierra y que aquellas son siempre una fracción de ésta."</p>
16		X	<p>Diapositiva 32 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones.</p> 
17	X		<p>Diapositiva 20 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones. Doble barra.</p> 

	Verdadero	Falso	Explicación
18	X		Diapositiva 42 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión."
19	X		Diapositiva 4 T6.1 Pararrayos. Definición de pararrayos: aparato destinado a proteger el material eléctrico contra <b>sobretensiones transitorias</b> elevadas, a limitar su duración.
20	X		<p>Diapositiva 25 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor.</p> $\rho_{\text{superficial aparente}} = C_s \cdot \rho_{\text{hormigón}}$ $C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\rho_{\text{hormigón}}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$ <p>Siendo <math>h_s</math> el espesor de la capa.</p>
21		X	Diapositiva 29 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Sin embargo, se establecen como mínimo para líneas de puesta a tierra secciones de 25 mm <sup>2</sup> en el caso de cobre, 50 mm <sup>2</sup> en el caso del acero y 35 mm <sup>2</sup> para aluminio."
22		X	<p>Diapositiva 43 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. No existe neutro en el lado de AT del transformador, es configuración Dyn.</p>

	Verdadero	Falso	Explicación												
23		X	<p>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</p> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <p>A mayor perímetro (<math>P</math>), menor resistencia.</p>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														
24		X	<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio del transformador de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10 kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador."</p> 												
25	X		En el proyecto se calcula así.												

## 2.6. Examen Final Enero 2021 - Segunda Parte

1. Los materiales y equipos de una subestación deben soportar las sobretensiones temporales que aparezcan, pero no tienen que soportar las máximas sobretensiones transitorias que pudieran aparecer, a menos que estén protegidos por un pararrayos.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. Cuanto menor es la tasa de fallos/año  $km, r$ , mayor es la longitud de protección  $L_p$  de un pararrayos.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. La tensión soportada a impulsos tipo rayo de un pararrayos debe ser igual o superior a su nivel de protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. La corriente a través de un pararrayos es independiente de la impedancia característica de la línea aérea cuando se instala para proteger un transformador de tipo poste.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. La tensión de coordinación correspondiente a sobretensiones de frente rápido,  $U_{cw}$  es mayor cuanto mayor es la pendiente de la onda de sobretensión que viaja por la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. El índice de energía térmica  $W_{th}(\text{kJ/kV}_r)$  es la máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos de subestación durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. Las puntas Franklin tienen un radio de captación un 20 % superior al de dos cables de guarda tendidos horizontalmente.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. El radio de la esfera rodante cuando se disponen simultáneamente conductores tendidos y puntas Franklin en la subestación, debe ser el de los conductores tendidos.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. El factor de corrección por altitud para determinar las tensiones soportadas especificadas,  $U_{rw}$ , también se aplica tanto a los aislamientos internos y externos si la altitud es superior a 1000 m.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. El factor de corrección para compensar las diferencias entre las condiciones de servicio y las de ensayo  $K_s$ , utilizado para determinar las tensiones soportadas especificadas,  $U_{rw}$ , es mayor para los aislamientos internos que para los externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. El factor de coordinación utilizado para determinar las tensiones de coordinación a partir de las tensiones representativas nunca puede ser inferior a la unidad.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. El conductor de una "línea de enlace con el electrodo de tierra" puede estar dentro del terreno siempre que se aíse del mismo.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Cuanto mayor sea la profundidad de una placa enterrada mayor será la resistencia de puesta a tierra del electrodo.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Las armaduras del hormigón armado utilizadas en los centros de transformación deben unirse a la puesta de tierra de protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. Las puestas a tierra de los transformadores de medida ubicados en los cuadros de baja tensión de los centros de transformación se pueden conectar a la tierra de neutro de BT.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. Una línea que accede a una "subestación de doble barra" pueden conectarse a cada barra a través de un seccionador si dispone de un interruptor automático a la entrada de la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Las subestaciones en anillo deben disponer de tantos interruptores automáticos como líneas accedan a la subestación.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. La resistividad superficial de una acera de hormigón no depende de la resistividad del terreno.



☐ Verdadero

☐ Falso

19. En el interior de una GIS no se pueden instalar pararrayos de óxidos metálicos.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. Cuanto mayor número de circuitos de cables de alta tensión accedan a una subestación la corriente de puesta a tierra  $I_E$  en caso de defecto en la subestación será menor.

☐ Verdadero

☐ Falso

21. Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 s, para los cálculos de las tensiones de contacto.

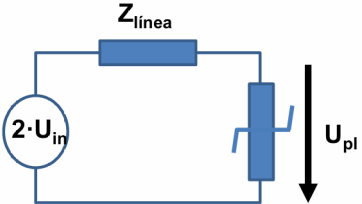
☐ Verdadero

☐ Falso

22. La tensión soportada para el aislamiento longitudinal del material de  $U_m = 145 \text{ kV}$  debe ser mayor que la tensión soportada fase-tierra.

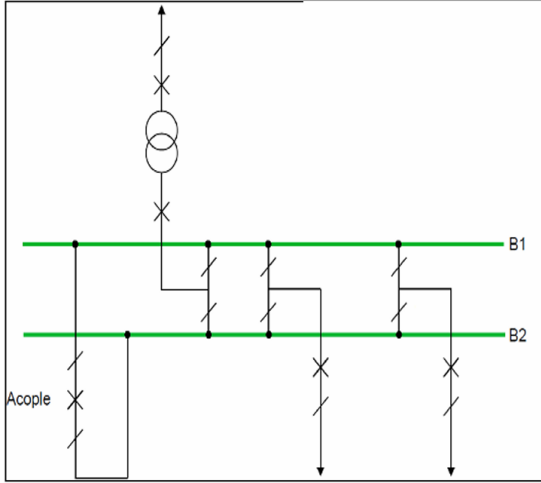
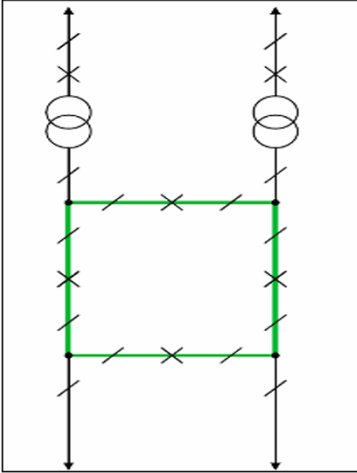
☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1	X		Diapositiva 4 T6.1 Pararrayos. Definición de pararrayos: aparato destinado a proteger el material eléctrico contra <b>sobretensiones transitorias</b> elevadas, a limitar su duración.
2	X		<p>Diapositiva 72 T6.1 Pararrayos. La longitud <math>L_p</math> de bucle protección máxima admisible para que el nivel de protección sea al menos del 15 % viene dada por la expresión:</p> $L_p = \frac{n}{A} \left[ \left( \frac{U_{rw}}{1,15} \right) - U_{pl} \right] \cdot (L_{sp} + L_f)$ <p>Donde <math>L_f</math> es la longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido. Se define como:</p> $L_f = \frac{R_a}{r}$ <p>Siendo <math>R_a</math> la tasa de fallos aceptable y <math>r</math> la tasa de cebados de la línea, si esta última tiende a ser menor, mayor es la longitud de protección <math>L_p</math>.</p>
3	X		<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> $U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>U_{pl}</math> : <b>nivel de protección</b> a impulsos tipo rayo del pararrayos.</li> <li>■ <math>L_t</math> : longitud total del bucle de protección que forma el pararrayos y el equipo protegido.</li> <li>■ <math>A</math> : parámetro dependiente de condiciones de instalación.</li> <li>■ <math>f_s</math> : factor de reducción de pendiente.</li> <li>■ <math>N_l</math> : número de líneas conectadas.</li> <li>■ <math>L_{sp}</math> : longitud del último vano que accede a la subestación.</li> <li>■ <math>L_f</math> : longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido.</li> </ul>
4		X	<p>Diapositiva 38 T6.1 Pararrayos. No es independiente.</p> 

	Verdadero	Falso	Explicación
5	X		<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> $U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>U_{pl}</math> : nivel de protección a impulsos tipo rayo del pararrayos.</li> <li>▪ <math>L_t</math> : longitud total del bucle de protección que forma el pararrayos y el equipo protegido.</li> <li>▪ <math>A</math> : parámetro dependiente de condiciones de instalación.</li> <li>▪ <math>f_s</math> : <b>factor de reducción de pendiente.</b></li> <li>▪ <math>N_l</math> : número de líneas conectadas.</li> <li>▪ <math>L_{sp}</math> : longitud del último vano que accede a la subestación.</li> <li>▪ <math>L_f</math> : longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido.</li> </ul> <p>A mayor <math>f_s</math>, mayor <math>U_{cw}</math>.</p>
6	X		<p>Diapositiva 44 T6.1 Pararrayos. "Índice de energía térmica <math>W_{th}</math> (kJ/kV<sub>r</sub>) : Máxima energía específica que puede ser inyectada en el pararrayos durante 3 min en un ensayo sin causarle inestabilidad térmica."</p>
7	X		<p>Diapositiva 1 T7.1 Apantallamiento de Subestaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>R_{gc} = 8 \cdot I_c^{0,65}</math> si se trata de conductores tendidos.</li> <li>▪ <math>R_{gc} = 8 \cdot 1,2 \cdot I_c^{0,65}</math> si se trata de puntas Franklin.</li> </ul>
8	X		<p>Pág 9 Texto T7.1 Apantallamiento de Subestaciones. "Cuando en el apantallamiento de una instalación se disponen tanto puntas Franklin como conductores tendidos se utiliza la expresión de <math>R_{gc}</math> como si se tratara de conductores tendidos, lo que supone resultados algo más conservadores."</p>
9		X	<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende no solo de la altitud <math>H</math>, sino también de la forma de onda de la sobretensión expresada en el parámetro <math>m</math> según se expresa en la ecuación siguiente:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$

	Verdadero	Falso	Explicación												
10	X		<p>Diapositiva 8 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Las tensiones soportadas requeridas <math>U_{rw}</math> se obtienen aplicando a las tensiones soportadas de coordinación el factor de seguridad <math>K_s</math> y el factor de corrección por la altitud <math>K_a</math>.</p> <p>El factor de seguridad <math>K_s</math> se toma en cuenta para compensar las diferencias entre las condiciones de servicio y de ensayo. Factores:</p> <div><div>▪ Diferencias en el montaje.</div><div>▪ Calidad instalación.</div><div>▪ Calidad del producto.</div><div>▪ Envejecimiento.</div></div> <p>Los factores de seguridad son los indicados a continuación y se aplican a todo tipo de sobretensiones.</p> <div><div>▪ <math>K_s = 1,15</math> para los aislamientos internos.</div><div>▪ <math>K_s = 1,05</math> para los aislamientos externos en aire.</div></div>												
11	X		<p>Diapositiva 7 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Los valores de las sobretensiones soportadas de coordinación aplicando el método determinista vienen dados por la expresión siguiente:</p> $U_{cw} = K_c \cdot U_{rp}$ <p>donde el factor de coordinación <math>K_c</math> es mayor o igual a 1.</p>												
12	X		<p>Diapositiva 9 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra: "Cuando existiera punto de puesta a tierra, se denomina línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra, a la parte de la línea de tierra comprendida entre el punto de puesta a tierra y el electrodo, siempre que el conductor esté fuera del terreno o colocado aislado del mismo."</p>												
13		X	<p>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</p> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <p>El caso de que la placa esté enterrada superficialmente tiene una resistencia el doble que enterrada profundamente.</p>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														

	Verdadero	Falso	Explicación
14	X		Diapositiva 41 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "En cualquier caso, en todos los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra."
15	X		Diapositiva 42 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión."
16	X		<p>Diapositiva 20 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones.</p> 
17		X	<p>Diapositiva 36 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones.</p> 

	Verdadero	Falso	Explicación
18		X	<p>Diapositiva 25 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor.</p> $\rho_{\text{superficial aparente}} = C_s \cdot \rho_{\text{hormigón}}$ $C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\rho_{\text{hormigón}}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$ <p>Siendo <math>h_s</math> el espesor de la capa.</p>
19		X	Diapositiva 9 T6.1 Pararrayos. Sí se puede.
20	X		<p>Respuesta de ChatGPT. Cuando ocurre un defecto a tierra en una subestación, la corriente de puesta a tierra de la subestación <math>I_E</math> es la parte de la corriente de defecto que se evacua a través de la malla de tierra de la subestación. Si a la subestación acceden más circuitos de cables de alta tensión, sucede que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Las pantallas metálicas y armaduras de los cables están normalmente puestas a tierra en ambos extremos.</li> <li>■ Estas pantallas proporcionan caminos adicionales de retorno de corriente hacia tierra fuera de la subestación.</li> <li>■ Parte de la corriente de defecto se deriva por estas pantallas hacia otros puntos de puesta a tierra de la red.</li> </ul> <p>Como consecuencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Disminuye la fracción de corriente que debe disiparse en la malla de tierra de la subestación.</li> <li>■ Por tanto, la corriente de puesta a tierra de la subestación <math>I_E</math> es menor.</li> </ul> <p>Este efecto es tenido en cuenta en el diseño de las puestas a tierra y en el cálculo de tensiones de paso y de contacto.</p>
21	X		Diapositiva 20 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "El tiempo de despeje de la falta es clave para el diseño de la puesta a tierra. Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos."
22		X	<p>La norma indica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>U_s \leq 72,5 \text{ kV} \Rightarrow U_m \geq U_s</math></li> <li>■ <math>U_s \geq 72,5 \text{ kV} \Rightarrow U_m = U_s</math></li> </ul>

## 2.7. Parcial 2 Evaluación continua 2013/2014

1. En general en invierno con baja temperatura por debajo de cero grados las resistencias de tierra son más altas que en primavera.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. El coeficiente de falta a tierra en una red con neutro rígido a tierra es  $\sqrt{3}$ .  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. El factor de reducción  $r$  representa la parte en por unidad de corriente que ante una falta a tierra se drena en la tierra de la instalación.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. En una instalación con neutro aislado la corriente de defecto a tierra es tanto mayor cuanto más extensa sea la red de cable aislado frente a la de líneas aéreas.  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. La mínima sección de electrodo de puesta a tierra es de  $25 \text{ mm}^2$ .  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. La resistividad del terreno puede determinarse conociendo la resistencia de puesta a tierra de un electrodo vertical de longitud conocida.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. La tierra de protección y la de herrajes deben separarse en caso de que la tensión de defecto sea superior a  $1 \text{ kV}$ .  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. Para la determinación de la tensión de paso y de contacto se considera que la resistencia del cuerpo humano es  $1000 \text{ k}\Omega$ .  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. Normalmente en las instalaciones de alta tensión es más fácil cumplir con la tensión de paso que con la tensión de contacto.  
☐ Verdadero ☐ Falso
10. Las tensiones de contacto admisible en una instalación es menor o igual a las tensiones de contacto aplicada.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Dos instalaciones de tierra son separadas si se cumple que la tensión en una de ellas es 50 V cuando por la otra circula la corriente de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. La tensión asignada de un pararrayos es superior a la tensión de la tensión de servicio continuo.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Un pararrayos limita las sobretensiones temporales.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. La tensión correspondiente al nivel de protección frente a impulsos tipo rayo es menor que la tensión correspondiente al nivel protección frente impulsos tipo maniobra.

☐ Verdadero

☐ Falso

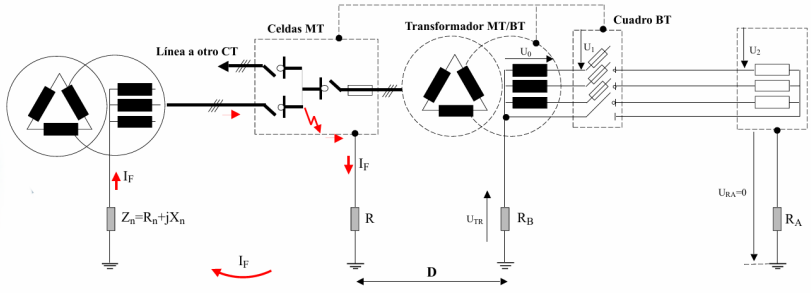
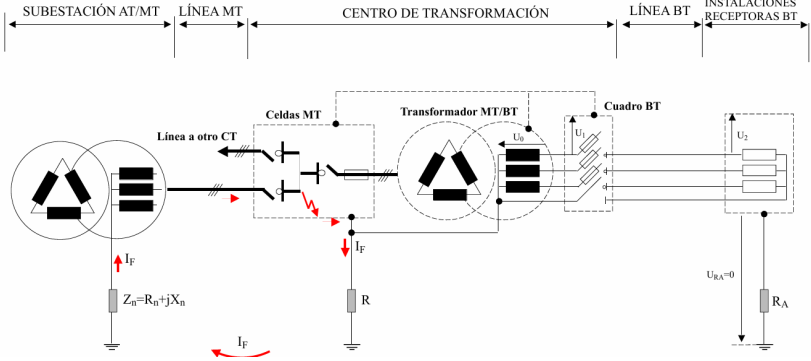
15. La energía capaz de frenar un pararrayos viene definida por su clase de descarga.

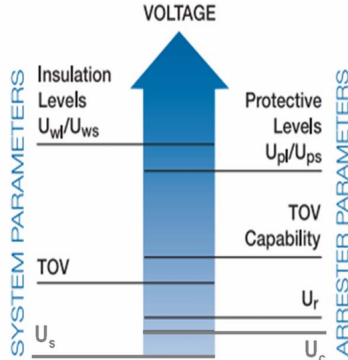
☐ Verdadero

☐ Falso



	Verdadero	Falso	Explicación												
1	X		Vídeo T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. En la diapositiva 10 se menciona lo siguiente:  ■ El hielo aumenta la resistividad del terreno.  ■ La humedad disminuye la resistencia a tierra.												
2		X	Diapositiva 23 T6.1 Pararrayos. En el caso de defecto a tierra:  ■ Neutro aislado: $k = \sqrt{3}$  ■ Neutro a tierra: $k = 1,4 - 1,7$												
3	X		ITC-RAT-13 "La corriente que se considera para el cálculo de la tensión aplicada de contacto o paso será la corriente de puesta a tierra $I_E$ , que depende de la corriente de defecto a tierra ( $I_F$ ) y de un factor de reducción $r_E$ ."												
4	X		Diapositivas 2 y 5 Tema 2.2 Cortocircuitos Bobinas Petersen. La intensidad de falta vemos como es 3 veces la intensidad de una fase en equilibrio, siendo esta dependiente de una capacidad que es la que queda fase-tierra de la red. Esta capacidad en líneas aéreas es baja y en cables aislados alta, por lo que si tenemos más cable aislado que aéreo sera mayor.												
5		X	Diapositiva 29 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Sin embargo, se establecen como mínimo para <b>líneas de puesta a tierra</b> secciones de 25 mm <sup>2</sup> en el caso de cobre, 50 mm <sup>2</sup> en el caso del acero y 35 mm <sup>2</sup> para aluminio."												
6	X		Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas. <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> Siendo $\rho$ la resistividad del terreno.	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														

	Verdadero	Falso	Explicación
7		X	<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10 kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>." No se pueden separar porque la tierra de herrajes y la de protección son la misma.</p> 
8		X	Diapositiva 22 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Se considera la impedancia del cuerpo humano de $1 \text{ k}\Omega$ .
9	X		Vídeo T9.1 Instalaciones de puesta a tierra.
10		X	Diapositiva 21 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + ITC-RAT-13. "Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas."
11		X	<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10 kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>." (Cumple)</p> 

	Verdadero	Falso	Explicación																																																								
12	X		<p>Diapositiva 21 T6.1 Pararrayos. La tensión asignada del pararrayos (<math>U_r</math>) es la máxima tensión eficaz soportada por el pararrayos durante 10 s después de haber sido sometido a descargas de corriente tipo rayo según los ensayos requeridos por la norma UNE-EN-60099-4. Está relacionada con la capacidad del pararrayos para soportar sobretensiones temporales, y no con la tensión aplicada permanentemente como habitualmente sucede en el resto de equipos de AT.</p> 																																																								
13		X	Diapositiva 4 T6.1 Pararrayos. Definición de pararrayos: aparato destinado a proteger el material eléctrico contra <b>sobretensiones transitorias</b> elevadas, a limitar su duración.																																																								
14		X	<p>RAT. Es mayor siempre en rayo que en maniobra.</p> <table><tr><th>TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)</th><th>TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)</th><th>TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)</th><th>Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)</th></tr><tr><td>52</td><td>95</td><td>250</td><td>480</td></tr><tr><td>72,5</td><td>140</td><td>325</td><td>630</td></tr><tr><td>123</td><td>185 230</td><td>450 550</td><td>900 1100</td></tr><tr><td>145</td><td>185 230 275</td><td>450 550 650</td><td>900 1100 1300</td></tr><tr><td>170</td><td>230 275 325</td><td>550 650 750</td><td>1100 1300 1500</td></tr><tr><td>245</td><td>325 360 395 460</td><td>750 850 950 1050</td><td>1500 1700 1900 2100</td></tr></table>	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)	52	95	250	480	72,5	140	325	630	123	185 230	450 550	900 1100	145	185 230 275	450 550 650	900 1100 1300	170	230 275 325	550 650 750	1100 1300 1500	245	325 360 395 460	750 850 950 1050	1500 1700 1900 2100																												
TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)																																																								
52	95	250	480																																																								
72,5	140	325	630																																																								
123	185 230	450 550	900 1100																																																								
145	185 230 275	450 550 650	900 1100 1300																																																								
170	230 275 325	550 650 750	1100 1300 1500																																																								
245	325 360 395 460	750 850 950 1050	1500 1700 1900 2100																																																								
15	X		<p>Diapositiva 11 T6.1 Pararrayos.</p> <table><tr><th>Arrester class</th><th colspan="3">Station</th><th colspan="3">Distribution</th></tr><tr><th>Designation and Duty Level</th><th>SH Heavy</th><th>SM Medium</th><th>SL Light</th><th>DH Heavy</th><th>DM Medium</th><th>DL Light</th></tr><tr><td>Nominal discharge current</td><td>20 kA</td><td>10 kA</td><td>10 kA</td><td>10 kA</td><td>5 kA</td><td>2,5 kA</td></tr><tr><td>Switching impulse discharge current</td><td>2 kA</td><td>1 kA</td><td>0,5 kA</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td></tr><tr><td>Q<sub>rs</sub> (Coulombs)</td><td>≥ 2.4</td><td>≥ 1.6</td><td>≥ 1.1</td><td>≥ 0.4</td><td>≥ 0.2</td><td>≥ 0.1</td></tr><tr><td>W<sub>th</sub> (kJoules/kV)</td><td>≥ 10</td><td>≥ 7</td><td>≥ 4</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td></tr><tr><td>Q<sub>th</sub> (Coulombs)</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>≥ 1.1</td><td>≥ 0.7</td><td>≥ 0.45</td></tr><tr><td>Old Classification</td><td>Class 4/5</td><td>Class 3</td><td>Class 2</td><td>Class 1</td><td>Class 1 5kA</td><td>Class 1 2.5kA</td></tr></table>	Arrester class	Station			Distribution			Designation and Duty Level	SH Heavy	SM Medium	SL Light	DH Heavy	DM Medium	DL Light	Nominal discharge current	20 kA	10 kA	10 kA	10 kA	5 kA	2,5 kA	Switching impulse discharge current	2 kA	1 kA	0,5 kA	--	--	--	Q <sub>rs</sub> (Coulombs)	≥ 2.4	≥ 1.6	≥ 1.1	≥ 0.4	≥ 0.2	≥ 0.1	W <sub>th</sub> (kJoules/kV)	≥ 10	≥ 7	≥ 4	--	--	--	Q <sub>th</sub> (Coulombs)	--	--	--	≥ 1.1	≥ 0.7	≥ 0.45	Old Classification	Class 4/5	Class 3	Class 2	Class 1	Class 1 5kA	Class 1 2.5kA
Arrester class	Station			Distribution																																																							
Designation and Duty Level	SH Heavy	SM Medium	SL Light	DH Heavy	DM Medium	DL Light																																																					
Nominal discharge current	20 kA	10 kA	10 kA	10 kA	5 kA	2,5 kA																																																					
Switching impulse discharge current	2 kA	1 kA	0,5 kA	--	--	--																																																					
Q <sub>rs</sub> (Coulombs)	≥ 2.4	≥ 1.6	≥ 1.1	≥ 0.4	≥ 0.2	≥ 0.1																																																					
W <sub>th</sub> (kJoules/kV)	≥ 10	≥ 7	≥ 4	--	--	--																																																					
Q <sub>th</sub> (Coulombs)	--	--	--	≥ 1.1	≥ 0.7	≥ 0.45																																																					
Old Classification	Class 4/5	Class 3	Class 2	Class 1	Class 1 5kA	Class 1 2.5kA																																																					

## 2.8. Examen Final Enero 2014 - Segunda Parte

1. En caso de utilizar una tierra de protección diferente a la de las pantallas de los cables de media tensión se conectan a la tierra de servicio.  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. Tras una alta corriente drenada a tierra a través de una puesta a tierra, la resistencia a tierra de la instalación tenderá a ser menor de la que se tenía antes del defecto.  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. La corriente de retorno por los cables de tierra de las líneas aéreas es menor que la que retorna por las pantallas de los cables puesta a tierra.  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. A efectos del cálculo de las tensiones de paso y contacto en las instalaciones en tensión nominal inferior a 100 kV y con neutro a tierra, el reglamento no debe considerar ninguna reducción de la corriente de puesta a tierra.  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. En las redes con neutro aislado las tensiones de paso y contacto son inferiores a las que se representan en las redes con neutro puesta a tierra ante un defecto a tierra.  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. En redes con neutro aislado las sobretensiones son inferiores a las que se presentan en las redes con neutro puesta a tierra ante un defecto a tierra.  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. La resistencia de tierra que presenta un conductor enterrado de longitud "L" es mayor que la presenta una pica vertical del mismo conductor con la misma longitud "L".  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. La tensión de paso aplicada depende de la resistividad del terreno y de la corriente de defecto.  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. La tensión de acceso es mayor que la de paso en el terreno si hay una acera de hormigón para el acceso a las instalaciones de alta tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. El reglamento permite aislar las empuñaduras o mandos que hagan de ser tocados para cumplir con el requisito de tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Como medida de seguridad adicional, si sobre un apoyo se dispone el cuadro de baja tensión de envolvente metálica de un centro de transformación intemperie, este debe estar situado a 3 m de altura.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. En caso de tierra de protección y de servicio independiente, el cuadro de baja tensión del centro de transformación podría conectarse a la tierra de servicio teniendo especial cuidado con las tensiones de contacto que pueden aparecer.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. Las sobretensiones de ferresonancia no se utilizan para la elección del nivel de aislamiento ya que deben evitarse.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. Una subestación de doble barra con interruptor y medio necesitan menor numero de interruptores que las subestaciones en anillo.

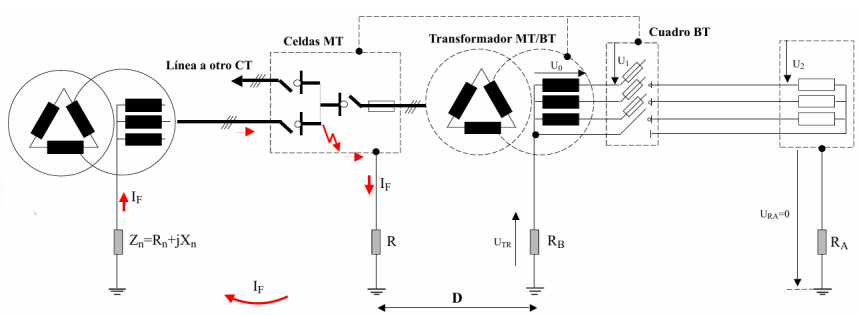
☐ Verdadero

☐ Falso

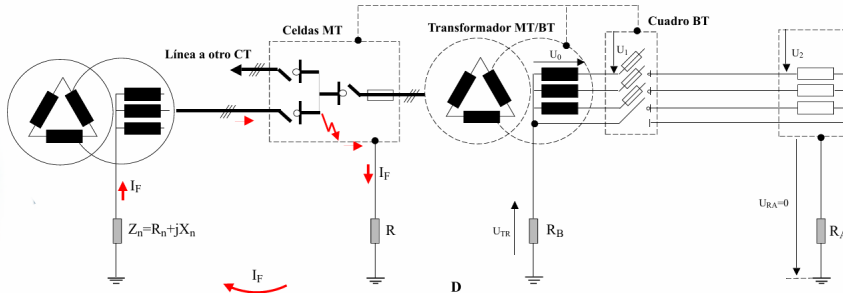
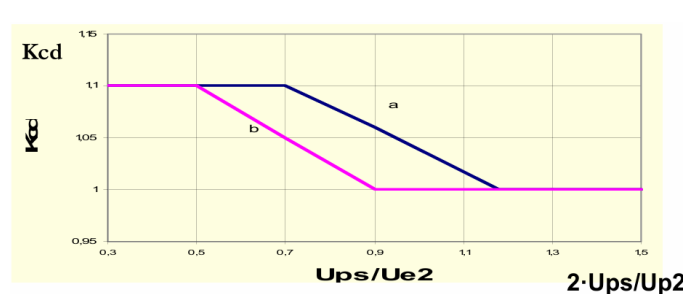
15. Cuanto mayor es el nivel de protección de maniobra del pararrayos frente al nivel de sobretensión de probabilidad del 2% de ser soportada, menor es el factor de coordinación determinista  $K_{cd}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1		X	<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10 kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>." Se debe conectar a la tierra de protección</p> 
2	X		La resistencia aumenta por el paso de una corriente elevada.
3	X		Una pantalla ofrece menos resistencia.
4	X		Duda
5	X		<p>Texto T9.3 Ejemplo de diseño de puesta a tierra. Si la red de alimentación del centro de transformación procediese de una subestación con neutro puesta a tierra, el valor de la intensidad de defecto a tierra resultaría generalmente bastante superior al caso de neutro aislado, por lo que las tensiones de contacto que aparecerían en la instalación serían superiores.</p>

	Verdadero	Falso	Explicación												
6		X													
7	X		<p>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</p> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <p>Siendo <math>\rho</math> la resistividad del terreno.</p>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														
8		X	<p>Diapositiva 17 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La norma UNE-IEC/TS 60479-1 establece la relación entre la tensión de contacto aplicada, <math>U_{ca}</math>, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta. Únicamente se considera la impedancia del cuerpo humano.</p>												
9	X		<p>Creo que sí, en base a las fórmulas de los problemas.</p>												
10	X		<p>ITC-RAT-13. Cuando por los valores de la resistividad del terreno, de la corriente de puesta a tierra o del tiempo de eliminación de la falta, no sea posible técnicamente, o resulte económicamente desproporcionado mantener los valores de las tensiones aplicadas de paso y contacto dentro de los límites fijados en los apartados anteriores, deberá recurrirse al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes. Tales medidas podrán ser entre otras:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Hacer inaccesibles las zonas peligrosas.</li><li>b) Disponer suelos o pavimentos que aíslen suficientemente de tierra las zonas de servicio peligrosas.</li><li>c) Aislar todas las empuñaduras o mandos que hayan de ser tocados.</li><li>d) Establecer conexiones equipotenciales entre la zona donde se realice el servicio y todos los elementos conductores accesibles desde la misma.</li><li>e) Aislar los conductores de tierra a su entrada en el terreno.</li></ul>												

	Verdadero	Falso	Explicación
11	X		ITC-RAT-15. La altura y disposición de los apoyos serán tales que las partes que se encuentren bajo tensión y no estén protegidas contra contactos accidentales se sitúen como mínimo a 5 metros de altura sobre el suelo. La parte inferior de las masas del equipo (cuba de transformador, interruptor, condensadores, etc.) deberá estar situada respecto al suelo a una altura no inferior a 3 metros. En los casos en que no se cumpliesen estas alturas será necesario establecer un cierre de protección de acuerdo con lo prescrito en esta instrucción.
12		X	<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>." Se debe conectar a la tierra de protección</p> 
13	X		Supongo.
14		X	No es temario del segundo parcial.
15	X		<p>Diapositiva 18 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Se puede observar que a medida que el valor de <math>K_{cd}</math> aumenta, menor es el valor de <math>K_{cd}</math>.</p>  <p>(a) <math>K_{cd}</math> PARA F-T    (b) <math>K_{cd}</math> para F-F</p>



## 2.9. Parcial 2 Evaluación continua 2018/2019

1. La sobretensión transitoria representativa fase tierra por cortocircuito de una fase a tierra es igual al factor de defecto a tierra,  $k$ , multiplicado por la tensión más elevada de la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. Para impulsos tipo maniobra el nivel de protección fase-fase es aproximadamente cuatro veces en valor de su tensión nominal.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. El factor de coordinación  $K_c$  para las sobretensiones temporales se toma igual a 1.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. Cuanto más bajo es el nivel de protección  $U_{ps}$ , comparado con las amplitudes de sobretensiones de frente lento previsible  $U_{e2}$ , mayor es el factor de coordinación determinista  $K_{cd}$  para las sobretensiones de frente lento.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. A efectos de coordinación de aislamiento se considera que la sobretensión representativa de frente rápido en un transformador a proteger,  $U_{rp}$ , puede llegar a ser superior a dos veces el nivel de protección del pararrayos autovalvular que lo protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. La tensión de coordinación,  $U_{cw}$ , es mayor en apoyos metálicos que en apoyos de madera.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. La tasa de cebados anual,  $R_f$ , de una línea perteneciente a una red de distribución es más pequeña que la de una línea de transporte.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. En coordinación de aislamiento el factor de seguridad  $K_s$  que se aplica a los aislamientos internos debe ser mayor que al que se aplica a los aislamientos externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. Cuanto mayor sea la altitud mayor será el coeficiente de corrección  $K_a$  aplicable a los aislamientos externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. El factor de conversión de la tensión de ensayo para la gama I,  $K_t$ , aplicable para convertir una sobretensión de frente lento a una sobretensión temporal no es superior a la unidad.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. Cuando la corriente de falta se despeja en un tiempo superior 10 s, entonces la tensión de contacto aplicada admisible limitada por el reglamento es de 50 V.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. La ITC 13 del reglamento considera que la impedancia del cuerpo humano es de  $1000\ \Omega$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

13. La tensión de contacto admisible es siempre mayor a la tensión de paso admisible.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. La tensión de defecto a tierra es una fracción de la tensión de cortocircuito.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. La tensión de elevación del potencial del terreno es siempre mayor que la tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. Para que una subestación sea considerada de interruptor y medio es preciso que cada línea se pueda conectar a una u otra barra a través de un interruptor automático independiente.

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Las subestaciones de doble barra disponen de un interruptor de acoplamiento de barras.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida deben unirse a la tierra de servicio, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja de los transformadores.

☐ Verdadero ☐ Falso

19. Los pararrayos no limitan las sobretensiones temporales.

☐ Verdadero ☐ Falso

20. La resistividad superficial de una acera de hormigón depende del espesor de la capa de hormigón.

☐ Verdadero ☐ Falso

21. La sección mínima de las líneas de puesta a tierra debe ser de  $25 \text{ mm}^2$  si son de cobre.

☐ Verdadero ☐ Falso

22. La tierra de servicio en la que se conecta el neutro del lado de baja del transformador de distribución puede unirse a la tierra de protección si la tensión de elevación de tierra es inferior a 1000 V para el defecto más desfavorable.

☐ Verdadero ☐ Falso

23. La resistencia de puesta a tierra de un electrodo en forma de placa aumenta cuanto mayor sea el perímetro de la placa enterrada.

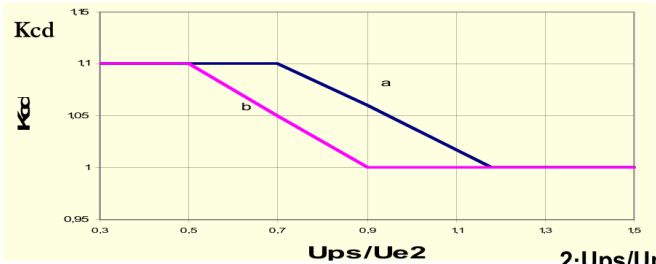
☐ Verdadero ☐ Falso

24. Las envolventes de los cuadros de baja tensión habitualmente se unen a la tierra de servicio del centro de transformación.

☐ Verdadero ☐ Falso

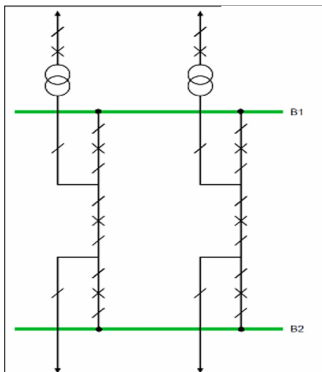
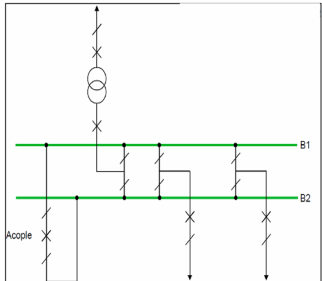
25. Las sobretensiones soportadas requeridas de frente rápido fase-fase limitadas por un pararrayos autovalvular son dos veces el valor requerido para las de fase-tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1		X	<p>Pág 6 Texto T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Los estudios de red han demostrado que las maniobras de conexión y reenganche de línea en el final de una subestación pueden provocar sobretensiones en la entrada de la subestación. Las expresiones matemáticas siguientes se aplican cuando el método utilizado para determinar la distribución de sobretensiones se basa en el valor cresta de la mayor sobretensión de las fases en cada maniobra:</p> <p>Sobretensiones fase-tierra: <math>U_{et} = (1,25 \cdot u_{e2} - 0,25) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Sobretensiones fase-fase: <math>U_{pt} = (1,25 \cdot u_{p2} - 0,43) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Los valores de cresta de las sobretensiones fase-tierra y fase-fase con un 2% de probabilidad de descarga se calculan como:</p> <p>Sobretensiones fase-tierra: <math>U_{e2} = u_{e2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Sobretensiones fase-fase: <math>U_{p2} = u_{p2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p>
2		X	<p>Los niveles de protección del pararrayos frente a rayo y maniobra se calculan multiplicando la tensión asignada del pararrayos por 2,8 y por 1,9 respectivamente. Esto se hace así para evitar buscar en el catálogo del fabricante, ya que éstas son aproximaciones muy válidas.</p> $U_{ps} \approx 2 \cdot U_r$
3	X		<p>Pág 9 Texto T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Para las sobretensiones <b>temporales</b> el factor de coordinación <math>K_c</math> se toma igual a 1.</p>
4	X		<p>Diapositiva 18 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Observando la curva (a) se puede observar que a medida que su valor se reduce , mayor es el valor de <math>K_{cd}</math>.</p>  <p>(a) Kcd PARA F-T (b) Kcd para F-F</p>

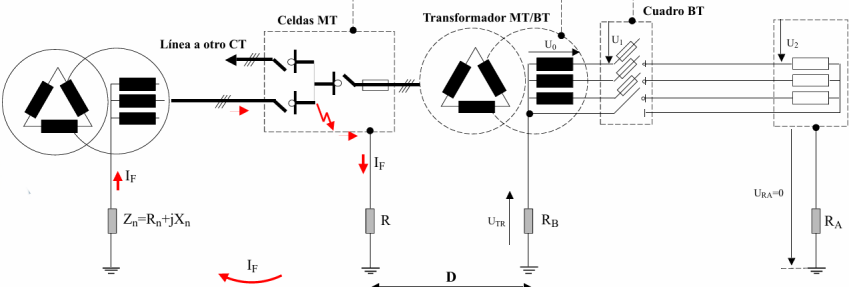
	Verdadero	Falso	Explicación																																																																																																																											
5		X	<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> <div><math display="block">U_{rp} \equiv U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}</math></div> <p>El valor de <math>U_{rp}</math> no puede llegar a ser mayor a 2 veces <math>U_{pl}</math>.</p>																																																																																																																											
6		X	<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos + Diapositiva 24 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> <div><math display="block">U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}</math></div> <p>El parámetro A es mayor en el caso de apoyos de madera:</p> <table><tr><th>Tipo de Línea</th><th>A (kV)</th></tr><tr><td>Líneas de Distribución:</td><td></td></tr><tr><td>Crucetas p. a t.</td><td>900</td></tr><tr><td>Apoyos de madera</td><td>2700</td></tr><tr><td>Líneas de Transporte:</td><td></td></tr><tr><td>Un sólo conductor</td><td>4500</td></tr><tr><td>Doble haz</td><td>7000</td></tr><tr><td>Cuádruple haz</td><td>11000</td></tr><tr><td>haz de 6 u 8 conductores</td><td>17000</td></tr></table>	Tipo de Línea	A (kV)	Líneas de Distribución:		Crucetas p. a t.	900	Apoyos de madera	2700	Líneas de Transporte:		Un sólo conductor	4500	Doble haz	7000	Cuádruple haz	11000	haz de 6 u 8 conductores	17000																																																																																																									
Tipo de Línea	A (kV)																																																																																																																													
Líneas de Distribución:																																																																																																																														
Crucetas p. a t.	900																																																																																																																													
Apoyos de madera	2700																																																																																																																													
Líneas de Transporte:																																																																																																																														
Un sólo conductor	4500																																																																																																																													
Doble haz	7000																																																																																																																													
Cuádruple haz	11000																																																																																																																													
haz de 6 u 8 conductores	17000																																																																																																																													
7		X	<p>Diapositiva 74 T6.1 Pararrayos + Vídeo T6.1. En redes de distribución de MT, los valores de la tasa de cebados de la línea (<math>r</math>) están en el rango de 2 a 6. Los valores de 245 kV y 420 kV corresponden a líneas de transporte y no tienen columnas asociadas a los valores más grandes de <math>r</math>. Luego, es posible decir que la tasa de cebados es mayor en líneas de distribución que en líneas de transporte.</p> <table><tr><th rowspan="3">System voltage</th><th rowspan="3">Protection level</th><th colspan="2">Withstand voltage</th><th rowspan="3">Span</th><th rowspan="3">Axfs</th><th colspan="6">Protective zone <math>L_p</math></th></tr><tr><th rowspan="2">Rated</th><th rowspan="2">Co-ordination</th><th colspan="2"><math>r = 0,1^a)</math></th><th colspan="2"><math>r = 0,5^a)</math></th><th colspan="2"><math>r = 2^a)</math></th><th rowspan="2"><math>r = 6^a)</math></th></tr><tr><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 1</math></th><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 1</math></th><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 2</math></th></tr><tr><th>kV</th><th>kV</th><th>kV</th><th>kV</th><th>m</th><th>kV</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th></tr><tr><td>24</td><td>80</td><td>125</td><td>109</td><td>100</td><td>2 700</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>2,4</td><td>4,8</td><td>3,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>200</td><td>900</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>10,4</td><td>20,8</td><td>15,5</td></tr><tr><td>123</td><td>350</td><td>550</td><td>478</td><td>300</td><td>fs=1,0, 4 500</td><td>160</td><td>23</td><td>46</td><td>12,0</td><td>24</td><td>–</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>fs=0,5, 2 250</td><td>320</td><td>46</td><td>92</td><td>24,0</td><td>48</td><td>–</td></tr><tr><td>245</td><td>450</td><td>950</td><td>827</td><td>300</td><td>fs=1,0, 7 000</td><td>300</td><td>43</td><td>86</td><td>23</td><td>46</td><td>–</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>fs=0,5, 3 500</td><td>600</td><td>86</td><td>172</td><td>46</td><td>92</td><td>–</td></tr><tr><td>420</td><td>800</td><td>1 425</td><td>1240</td><td>400</td><td>fs=1, 11 000</td><td>116</td><td>36</td><td>72</td><td>21</td><td>42</td><td>–</td></tr></table>	System voltage	Protection level	Withstand voltage		Span	Axfs	Protective zone $L_p$						Rated	Co-ordination	$r = 0,1^a)$		$r = 0,5^a)$		$r = 2^a)$		$r = 6^a)$	$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 2$	kV	kV	kV	kV	m	kV	m	m	m	m	m	m	24	80	125	109	100	2 700	–	–	–	2,4	4,8	3,0					200	900	–	–	–	10,4	20,8	15,5	123	350	550	478	300	fs=1,0, 4 500	160	23	46	12,0	24	–						fs=0,5, 2 250	320	46	92	24,0	48	–	245	450	950	827	300	fs=1,0, 7 000	300	43	86	23	46	–						fs=0,5, 3 500	600	86	172	46	92	–	420	800	1 425	1240	400	fs=1, 11 000	116	36	72	21	42	–
System voltage	Protection level	Withstand voltage				Span	Axfs			Protective zone $L_p$																																																																																																																				
		Rated	Co-ordination							$r = 0,1^a)$		$r = 0,5^a)$		$r = 2^a)$		$r = 6^a)$																																																																																																														
				$N = 2$	$N = 1$			$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 2$																																																																																																																			
kV	kV	kV	kV	m	kV	m	m	m	m	m	m																																																																																																																			
24	80	125	109	100	2 700	–	–	–	2,4	4,8	3,0																																																																																																																			
				200	900	–	–	–	10,4	20,8	15,5																																																																																																																			
123	350	550	478	300	fs=1,0, 4 500	160	23	46	12,0	24	–																																																																																																																			
					fs=0,5, 2 250	320	46	92	24,0	48	–																																																																																																																			
245	450	950	827	300	fs=1,0, 7 000	300	43	86	23	46	–																																																																																																																			
					fs=0,5, 3 500	600	86	172	46	92	–																																																																																																																			
420	800	1 425	1240	400	fs=1, 11 000	116	36	72	21	42	–																																																																																																																			
8	X		<p>Diapositiva 8 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Los factores de seguridad son los indicados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <math>K_s = 1,15</math> para los aislamientos internos.</li><li>▪ <math>K_s = 1,05</math> para los aislamientos externos en aire.</li></ul>																																																																																																																											

	Verdadero	Falso	Explicación																														
9	X		<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende no solo de la altitud <math>H</math>, sino también de la forma de onda de la sobretensión expresada en el parámetro <math>m</math> según se expresa en la ecuación siguiente:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$																														
10	X		<p>Diapositiva 74 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Para el caso de la gama I para convertir las tensiones soportadas a impulso tipo maniobra especificadas en tensiones soportadas a impulso tipo rayo y a frecuencia industrial de corta duración se usa la siguiente tabla.</p> <table><thead><tr><th>Aislamiento</th><th>Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup></th><th>Tensión soportada a impulso tipo rayo</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="3">Aislamiento externo</td></tr><tr><td>– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:</td><td></td><td></td></tr><tr><td>• fase-tierra</td><td><math>0,6 + U_{rw}/8\,500</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/6\,000</math></td></tr><tr><td>• fase-fase</td><td><math>0,6 + U_{rw}/12\,700</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/9\,000</math></td></tr><tr><td>– aisladores limpios, mojados</td><td>0,6</td><td>1,3</td></tr><tr><td colspan="3">Aislamiento interno</td></tr><tr><td>– GIS</td><td>0,7</td><td>1,25</td></tr><tr><td>– aislamiento sumergido en un líquido</td><td>0,5</td><td>1,10</td></tr><tr><td>– aislamiento sólido</td><td>0,5</td><td>1,00</td></tr></tbody></table> <p><math>U_{rw}</math> es la tensión soportada a impulso tipo maniobra requerida en kV. <sup>a</sup> Los factores de conversión de ensayo incluyen un factor de <math>1/\sqrt{2}</math> para convertir los valores de cresta en valores eficaces.</p>	Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo	Aislamiento externo			– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:			• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\,500$	$1,05 + U_{rw}/6\,000$	• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\,700$	$1,05 + U_{rw}/9\,000$	– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3	Aislamiento interno			– GIS	0,7	1,25	– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10	– aislamiento sólido	0,5	1,00
Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo																															
Aislamiento externo																																	
– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:																																	
• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\,500$	$1,05 + U_{rw}/6\,000$																															
• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\,700$	$1,05 + U_{rw}/9\,000$																															
– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3																															
Aislamiento interno																																	
– GIS	0,7	1,25																															
– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10																															
– aislamiento sólido	0,5	1,00																															
11	X		<p>Diapositiva 18 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. El tiempo es mayor a 10s luego son 50 V.</p> <table><thead><tr><th>Duración de la corriente de falta, <math>t_f</math> (s)</th><th>Tensión de contacto aplicada admisible, <math>U_{ca}</math> (V)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.10</td><td>633</td></tr><tr><td>0.20</td><td>528</td></tr><tr><td>0.30</td><td>420</td></tr><tr><td>0.40</td><td>310</td></tr><tr><td>0.50</td><td>204</td></tr><tr><td>1.00</td><td>107</td></tr><tr><td>2.00</td><td>90</td></tr><tr><td>5.00</td><td>81</td></tr><tr><td>10.00</td><td>80</td></tr><tr><td>&gt; 10.00</td><td>50</td></tr></tbody></table>	Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)	0.10	633	0.20	528	0.30	420	0.40	310	0.50	204	1.00	107	2.00	90	5.00	81	10.00	80	> 10.00	50								
Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)																																
0.10	633																																
0.20	528																																
0.30	420																																
0.40	310																																
0.50	204																																
1.00	107																																
2.00	90																																
5.00	81																																
10.00	80																																
> 10.00	50																																
12	X		Diapositiva 22 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Se considera la impedancia del cuerpo humano de 1 kΩ																														
13		X	Diapositiva 19 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 + ITC-RAT-13. "Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, ( $U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$ ).																														
14		X	duda																														

	Verdadero	Falso	Explicación
15	X		Diapositiva 14 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para que la tensión de contacto llegara a ser igual a la tensión de tierra, habría que alejarse al infinito y tocar un punto de la instalación, lo cual es imposible. Luego, como indica el reglamento: Tensión de puesta a tierra o tensión a tierra ( $U_E$ ): Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto. Cabe resaltar que el origen de todas las tensiones de paso y contacto es la tensión de puesta a tierra y que aquellas son siempre una fracción de ésta.
16		X	Diapositiva 32 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones. 
17	X		Diapositiva 20 Tema 3.1 Tipos de Subestaciones. Doble barra. 
18	X		ITC-RAT-13. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio. <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.</li> <li>b) El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.</li> <li>c) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.</li> <li>d) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.</li> </ul>

	Verdadero	Falso	Explicación
19	X		Diapositiva 4 T6.1 Pararrayos. Definición de pararrayos: aparato destinado a proteger el material eléctrico contra <b>sobretensiones transitorias</b> elevadas, a limitar su duración.
20	X		<p>Diapositiva 25 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor.</p> $\rho_{\text{superficial aparente}} = C_s \cdot \rho_{\text{hormigón}}$ $C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\rho_{\text{hormigón}}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$ <p>Siendo <math>h_s</math> el espesor de la capa.</p>
21	X		Diapositiva 29 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Sin embargo, se establecen como mínimo para líneas de puesta a tierra secciones de 25 mm <sup>2</sup> en el caso de cobre, 50 mm <sup>2</sup> en el caso del acero y 35 mm <sup>2</sup> para aluminio."
22	X		<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10 kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{\text{earth}} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>." (Cumple)</p>



	Verdadero	Falso	Explicación												
23		X	<p>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</p> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <p>A mayor perímetro (<math>P</math>), menor resistencia.</p>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														
24		X	<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}.</math>" (Cumple)</p> 												
25	X		En el proyecto se calcula así.												

## 2.10. Preguntas adicionales I

1. La sobretensión transitoria representativa fase tierra por cortocircuito de una fase a tierra es igual al factor de defecto a tierra,  $k$ , multiplicado por la tensión más elevada de la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

2. Para impulsos tipo maniobra el nivel de protección fase-fase es aproximadamente cuatro veces en valor de su tensión nominal.

☐ Verdadero

☐ Falso

3. El factor de coordinación  $K_c$  para las sobretensiones temporales se toma igual a 1.

☐ Verdadero

☐ Falso

4. Cuanto más bajo es el nivel de protección  $U_{ps}$  comparado con las amplitudes de sobretensiones de frente lento previsible  $U_{e2}$ , mayor es el factor de coordinación determinista  $K_{cd}$  para las sobretensiones de frente lento.

☐ Verdadero

☐ Falso

5. A efectos de coordinación de aislamiento se considera que la sobretensión representativa de frente rápido en un transformador a proteger,  $U_{rp}$  puede llegar a ser superior a dos veces el nivel de protección del pararrayos autovalvular que lo protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

6. La tensión de coordinación,  $U_{cw}$  es mayor en apoyos metálicos que en apoyos de madera.

☐ Verdadero

☐ Falso

7. En coordinación de aislamiento el factor de seguridad  $K_s$ , que se aplica a los aislamientos internos debe ser mayor que al que se aplica a los aislamientos externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

8. Cuanto mayor sea la altitud mayor será el coeficiente de corrección  $K_a$  aplicable a los aislamientos externos.

☐ Verdadero

☐ Falso

9. El factor de conversión de la tensión de ensayo para la gama I,  $K_t$ , aplicable para convertir una sobretensión de frente lento a una sobretensión temporal no es superior a la unidad.

☐ Verdadero ☐ Falso

10. Cuando el pararrayos no protege contra sobretensiones de maniobra el coeficiente de coordinación determinista es próximo a la unidad.

☐ Verdadero ☐ Falso

11. Las sobretensiones fase-fase de una red trifásica se expresan en valor de cresta dividido por la raíz de tres de la tensión línea.

☐ Verdadero ☐ Falso

12. El ensayo de tensión soportada normalizada ("standard withstand test") correspondiente a las sobretensiones temporales ("temporary") es el ensayo de frecuencia industrial de corta duración ("short-duration power-frequency test")

☐ Verdadero ☐ Falso

13. El factor de coordinación que se utiliza en el paso 2° del método de coordinación de aislamiento establecido en la norma UNE 60071-2, fija los valores máximos de la tensión que debe ser soportada por el aislamiento para que la probabilidad de fallo sea aceptable.

☐ Verdadero ☐ Falso

14. El factor de seguridad,  $K_s$ , que se aplica en el paso 3° del método de coordinación de aislamiento establecido por la norma UNE 60071-2, es mayor para los aislamientos internos que para los externos.

☐ Verdadero ☐ Falso

15. El factor de corrección,  $K_a$ , de la tensión soportada asignada  $U_{rw}$  no es inferior a 1.

☐ Verdadero ☐ Falso

16. En coordinación de aislamiento el factor de la tensión de ensayo,  $K_t$ , a aplicar a los aislamientos líquidos de material del grupo C para pasar de una sobretensión de frecuencia industrial a una sobretensión de tipo rayo debe ser menor que la unidad.

☐ Verdadero ☐ Falso

17. El coeficiente de corrección por altitud,  $K_a$ , se aplica tanto a los aislamientos externos en aire como a los internos (p.e. aceite, SF<sub>6</sub>)

☐ Verdadero ☐ Falso

18. La tasa de cebados anual,  $R_f$ , de una línea perteneciente a una red de distribución es más pequeña que la de una línea de transporte.

☐ Verdadero

☐ Falso

19. El factor de conversión de la tensión de ensayo,  $K_t$ , aplicable al material de  $U_m = 36 \text{ kV}$ , para convertir una sobretensión de frente lento a una sobretensión de tipo rayo puede ser inferior a la unidad.

☐ Verdadero

☐ Falso

20. Cuando la corriente de falta se despeja en un tiempo superior a 10 s, entonces la tensión de contacto aplicada admisible limitada por el reglamento es de 50 V.

☐ Verdadero

☐ Falso

21. La ITC 13 del reglamento considera que la impedancia del cuerpo humano es de  $1000 \Omega$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

22. La tensión de contacto admisible es siempre mayor a la tensión de paso admisible.

☐ Verdadero

☐ Falso

23. La tensión de defecto a tierra es una fracción de la tensión de cortocircuito.

☐ Verdadero

☐ Falso

24. La tensión de elevación del potencial del terreno es siempre mayor que la tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

25. Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida deben unirse a la tierra de servicio, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja de los transformadores.

☐ Verdadero

☐ Falso

26. La resistividad superficial de una acera de hormigón depende del espesor de la capa de hormigón.

☐ Verdadero

☐ Falso

27. La sección mínima de las líneas de puesta a tierra debe ser de  $25 \text{ mm}^2$  si son de cobre.

☐ Verdadero

☐ Falso

28. La tierra de servicio en la que se conecta el neutro del lado de baja del transformador de distribución puede unirse a la tierra de protección si la tensión de elevación de tierra es inferior a 1000 V para el defecto más desfavorable.

☐ Verdadero ☐ Falso

29. La resistencia de puesta a tierra de un electrodo en forma de placa aumenta cuanto mayor sea el perímetro de la placa enterrada.

☐ Verdadero ☐ Falso

30. Las envolventes de los cuadros de baja tensión habitualmente se unen a la tierra de servicio del centro de transformación.

☐ Verdadero ☐ Falso

31. Conforme al reglamento el valor admisible de la tensión de contacto aplicada debe ser mayor que la tensión máxima de contacto admisible que aparece en la instalación. ( $U_c > U_{ca}$ )

☐ Verdadero ☐ Falso

32. La ITC 13 del reglamento limita a 50 V el valor admisible de la tensión de contacto aplicada,  $U_{ca}$ , al cuerpo humano si la duración de la corriente de falta es superior a 10 s.

☐ Verdadero ☐ Falso

33. Si la tensión de contacto que aparece en la instalación,  $U'_c$  es mayor a la tensión máxima de contacto admisible  $U_c$ , entonces se recurrirá al empleo de medidas adicionales.

☐ Verdadero ☐ Falso

34. En piscinas y zonas ajardinadas donde pueden circular personas sin calzado las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se incrementan.

☐ Verdadero ☐ Falso

35. La tensión de elevación del potencial del terreno en caso de falta en una subestación es el producto de la corriente de falta por el valor de resistencia de puesta a tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

36. La sección mínima para una línea de puesta a tierra de aluminio establecida por el reglamento es de 35 mm<sup>2</sup>

☐ Verdadero ☐ Falso

37. Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida no deben conectarse a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

38. Para que una subestación sea considerada de interruptor y medio es preciso que cada línea se pueda conectar a una u otra barra a través de un interruptor automático independiente.

☐ Verdadero

☐ Falso

39. Las subestaciones de doble barra disponen de un interruptor de acoplamiento de barras.

☐ Verdadero

☐ Falso

40. Para que una subestación sea considerada de doble barra es preciso que cada línea se pueda conectar a una u otra barra.

☐ Verdadero

☐ Falso

41. Una subestación de doble barra con interruptor y medio necesitan menor número de interruptores que las subestaciones en anillo.

☐ Verdadero

☐ Falso

42. Las cajas de registro de la puesta a tierra sirven para facilitar la instalación de la misma.

☐ Verdadero

☐ Falso

43. En las instalaciones de puesta a tierra separadas es posible un contacto de elementos colocados en tierras diferentes, pero no la transferencia de tensiones peligrosas de una tierra a otra.

☐ Verdadero

☐ Falso

44. Siempre se podrán a tierra los circuitos secundarios de los transformadores de medida y protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

45. Los transformadores deben ir conectados a tierra si la conexión es de neutro aislado.

☐ Verdadero

☐ Falso

46. La intensidad de puesta a tierra depende de la corriente de falta y en ocasiones puede ser prácticamente la misma.

☐ Verdadero

☐ Falso

47. Todos los limitadores deberán ir conectados al borne de puesta a tierra de la instalación del CT o subestación.

☐ Verdadero

☐ Falso

48. La puesta a tierra de los descargadores de sobretensión será la puesta a tierra de los aparatos que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

49. La conexión de los descargadores puede recorrer algunas veces varios metros y pueden emplear tubos de cobre o hierro.

☐ Verdadero

☐ Falso

50. La instalación de puesta a tierra de los descargadores para descargas previstas no debe alcanzar valores que provoquen tensiones de retorno o peligrosas para otras instalaciones.

☐ Verdadero

☐ Falso

51. En las líneas aéreas que puedan existir en una instalación sin cable de guarda, pero con seccionadores de puesta a tierra, en general pueden aparecer tensiones de contacto peligrosas.

☐ Verdadero

☐ Falso

52. Una de las medidas para evitar estas tensiones peligrosas es poner los seccionadores a una tierra independiente de la subestación o CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

53. Cada envolvente metálica se conectará a una línea de tierra común.

☐ Verdadero

☐ Falso

54. Habrá una línea común de puesta a tierra solo para conectar exclusivamente las envolventes externas.

☐ Verdadero

☐ Falso

55. Las piezas metálicas de las partes extraíbles que están puestas a tierra deben mantenerse a tierra mientras el aislamiento entre contactos de un mismo polo sea inferior al aislamiento a tierra o entre polos diferentes.

☐ Verdadero

☐ Falso

56. En edificios de estructura metálica se puede no conectar a tierra puertas, ventanas, escaleras y barandillas siempre que se haga una conexión equipotencial.

☐ Verdadero

☐ Falso

57. Los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría, contruidos con hormigón armado, ladrillo o mampostería, las puertas ventanas y tapas de registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo.

☐ Verdadero

☐ Falso

58. En los CT prefabricados, el diseñador debe ajustar adecuadamente las medidas de seguridad de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

59. En CT subterráneos, escalera y tapa se conectarán ambos obligatoriamente a la tierra general de la instalación

☐ Verdadero

☐ Falso

60. Siempre y obligatoriamente, en los edificios contruidos en hormigón armado, las armaduras deberán conectarse a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

61. Los elementos metálicos fuera del recinto de la instalación siempre deben conectarse a un punto de la instalación de tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

62. Las cercas metálicas por ser un elemento conductor siempre deben conectarse a tierra, o en la tierra general de la instalación o en una tierra independiente.

☐ Verdadero

☐ Falso

63. En los CT los neutros de baja tensión fuera de la instalación general pueden conectarse a una tierra separada de la general de dicho CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

64. Los elementos de protección como pararrayos y transformadores de medida situados en un cuadro de BT podrán permanecer conectados a la tierra general de la instalación.



☐ Verdadero

☐ Falso

65. La línea de puesta a tierra que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de puesta a tierra han de quedar aislados de la zona de influencia de la tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

66. En el caso de que el equipo de BT alcance un valor determinante de tensión deberán ponerse a la tierra general todos sus elementos para que no exista una gran diferencia de potencial y con ello peligro de tensión de paso.

☐ Verdadero

☐ Falso

67. Las armaduras de los edificios de hormigón armado deben estar aisladas de tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

68. La tensión de puesta a tierra siempre es mayor que la tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

69. La resistencia de tierra de un electrodo es proporcional a la resistividad de la pica.

☐ Verdadero

☐ Falso

70. La impedancia característica de un embarrado aumenta cuanto mayor es la altura del embarrado.

☐ Verdadero

☐ Falso

71. Las sobretensiones transitorias de frente muy rápido son propias de GIS.

☐ Verdadero

☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1		X	<p>Pág 6 Texto T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Los estudios de red han demostrado que las maniobras de conexión y reenganche de línea en el final de una subestación pueden provocar sobretensiones en la entrada de la subestación. Las expresiones matemáticas siguientes se aplican cuando el método utilizado para determinar la distribución de sobretensiones se basa en el valor cresta de la mayor sobretensión de las fases en cada maniobra:</p> <p>Sobretensiones fase-tierra: <math>U_{et} = (1,25 \cdot u_{e2} - 0,25) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Sobretensiones fase-fase: <math>U_{pt} = (1,25 \cdot u_{p2} - 0,43) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Los valores de cresta de las sobretensiones fase-tierra y fase-fase con un 2% de probabilidad de descarga se calculan como:</p> <p>Sobretensiones fase-tierra: <math>U_{e2} = u_{e2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Sobretensiones fase-fase: <math>U_{p2} = u_{p2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p>
2		X	<p>Los niveles de protección del pararrayos frente a rayo y maniobra se calculan multiplicando la tensión asignada del pararrayos por 2,8 y por 1,9 respectivamente. Esto se hace así para evitar buscar en el catálogo del fabricante, ya que éstas son aproximaciones muy válidas.</p> $U_{ps} \approx 2 \cdot U_r$
3	X		<p>Pág 9 Texto T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Para las sobretensiones <b>temporales</b> el factor de coordinación <math>K_c</math> se toma igual a 1.</p>
4	X		<p>Diapositiva 18 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Observando la curva (a) se puede observar que a medida que su valor se reduce , mayor es el valor de <math>K_{cd}</math>.</p> <p>(a) Kcd PARA F-T (b) Kcd para F-F</p>

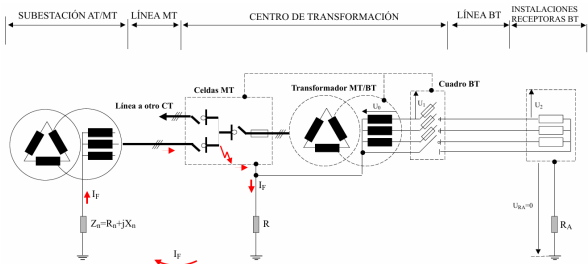
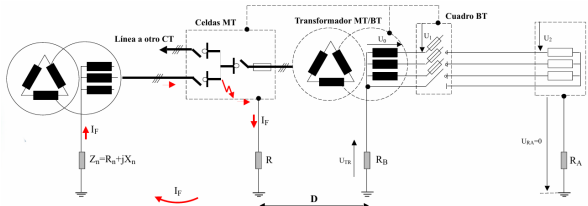
	Verdadero	Falso	Explicación																		
5		X	<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> <div><math display="block">U_{rp} \equiv U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}</math></div> <p>El valor de <math>U_{rp}</math> no puede llegar a ser mayor a 2 veces <math>U_{pl}</math>.</p>																		
6		X	<p>Diapositiva 69 T6.1 Pararrayos + Diapositiva 24 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. La tensión soportada de coordinación (<math>U_{cw}</math>) se define como:</p> <div><math display="block">U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}</math></div> <p>El parámetro A es mayor en el caso de apoyos de madera:</p> <table><tr><th>Tipo de Línea</th><th>A (kV)</th></tr><tr><td>Líneas de Distribución:</td><td></td></tr><tr><td>Crucetas p. a t.</td><td>900</td></tr><tr><td>Apoyos de madera</td><td>2700</td></tr><tr><td>Líneas de Transporte:</td><td></td></tr><tr><td>Un sólo conductor</td><td>4500</td></tr><tr><td>Doble haz</td><td>7000</td></tr><tr><td>Cuádruple haz</td><td>11000</td></tr><tr><td>haz de 6 u 8 conductores</td><td>17000</td></tr></table>	Tipo de Línea	A (kV)	Líneas de Distribución:		Crucetas p. a t.	900	Apoyos de madera	2700	Líneas de Transporte:		Un sólo conductor	4500	Doble haz	7000	Cuádruple haz	11000	haz de 6 u 8 conductores	17000
Tipo de Línea	A (kV)																				
Líneas de Distribución:																					
Crucetas p. a t.	900																				
Apoyos de madera	2700																				
Líneas de Transporte:																					
Un sólo conductor	4500																				
Doble haz	7000																				
Cuádruple haz	11000																				
haz de 6 u 8 conductores	17000																				
7	X		<p>Diapositiva 8 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Los factores de seguridad son los indicados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <math>K_s = 1,15</math> para los aislamientos internos.</li><li>▪ <math>K_s = 1,05</math> para los aislamientos externos en aire.</li></ul>																		
8	X		<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende no solo de la altitud <math>H</math>, sino también de la forma de onda de la sobretensión expresada en el parámetro <math>m</math> según se expresa en la ecuación siguiente:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$																		

	Verdadero	Falso	Explicación																														
9	X		<p>Diapositiva 74 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Para el caso de la gama I para convertir las tensiones soportadas a impulso tipo maniobra especificadas en tensiones soportadas a impulso tipo rayo y a frecuencia industrial de corta duración se usa la siguiente tabla.</p> <table><thead><tr><th>Aislamiento</th><th>Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup></th><th>Tensión soportada a impulso tipo rayo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Aislamiento externo</td><td></td><td></td></tr><tr><td>– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:</td><td></td><td></td></tr><tr><td>• fase-tierra</td><td><math>0,6 + U_{rw}/8\ 500</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/6\ 000</math></td></tr><tr><td>• fase-fase</td><td><math>0,6 + U_{rw}/12\ 700</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/9\ 000</math></td></tr><tr><td>– aisladores limpios, mojados</td><td>0,6</td><td>1,3</td></tr><tr><td>Aislamiento interno</td><td></td><td></td></tr><tr><td>– GIS</td><td>0,7</td><td>1,25</td></tr><tr><td>– aislamiento sumergido en un líquido</td><td>0,5</td><td>1,10</td></tr><tr><td>– aislamiento sólido</td><td>0,5</td><td>1,00</td></tr></tbody></table> <p><math>U_{rw}</math> es la tensión soportada a impulso tipo maniobra requerida en kV. a Los factores de conversión de ensayo incluyen un factor de <math>1/\sqrt{2}</math> para convertir los valores de cresta en valores eficaces.</p>	Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo	Aislamiento externo			– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:			• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\ 500$	$1,05 + U_{rw}/6\ 000$	• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\ 700$	$1,05 + U_{rw}/9\ 000$	– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3	Aislamiento interno			– GIS	0,7	1,25	– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10	– aislamiento sólido	0,5	1,00
Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo																															
Aislamiento externo																																	
– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:																																	
• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\ 500$	$1,05 + U_{rw}/6\ 000$																															
• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\ 700$	$1,05 + U_{rw}/9\ 000$																															
– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3																															
Aislamiento interno																																	
– GIS	0,7	1,25																															
– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10																															
– aislamiento sólido	0,5	1,00																															
10	X		<p>Diapositiva 18 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Observando la curva (a) se puede observar que a medida que su valor se reduce, el valor de <math>K_{cd}</math> tiende a la unidad.</p> <p>(a) <math>K_{cd}</math> PARA F-T (b) <math>K_{cd}</math> para F-F</p>																														
11		X	<p>Pág 6 Texto T8.2 Los valores de cresta de las sobretensiones fase-tierra y fase-fase con un 2 % de probabilidad de descarga se calculan como:</p> <p>Sobretensiones fase-tierra: <math>U_{e2} = u_{e2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p> <p>Sobretensiones fase-fase: <math>U_{p2} = u_{pe2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s</math></p>																														
12	X		No idea																														

	Verdadero	Falso	Explicación
13	X		Diapositiva 2 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento.
14	X		<p>Diapositiva 8 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. Las tensiones soportadas requeridas <math>U_{rw}</math> se obtienen aplicando a las tensiones soportadas de coordinación el factor de seguridad <math>K_s</math> y el factor de corrección por la altitud <math>K_a</math>.</p> <p>El factor de seguridad <math>K_s</math> se toma en cuenta para compensar las diferencias entre las condiciones de servicio y de ensayo. Los factores de seguridad establecidos por la norma UNE-EN60071-2 son los indicados a continuación y se aplican a todo tipo de sobretensiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>K_s = 1,15</math> para los aislamientos internos.</li> <li>■ <math>K_s = 1,05</math> para los aislamientos externos en aire.</li> </ul>
15	X		<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende no solo de la altitud <math>H</math>, sino también de la forma de onda de la sobretensión expresada en el parámetro <math>m</math> según se expresa en la ecuación siguiente:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$ <p>No existen valores negativo en el exponente.</p>
16		X	duda
17		X	<p>Diapositiva 9 T8.1 Principios de coordinación de aislamiento. El factor de corrección por la altitud se aplica únicamente al aislamiento externo y su valor depende no solo de la altitud <math>H</math>, sino también de la forma de onda de la sobretensión expresada en el parámetro <math>m</math> según se expresa en la ecuación siguiente:</p> $K_a = e^{\frac{mH}{8150}}$

	Verdadero	Falso	Explicación																																																																																																																										
18		X	<p>Diapositiva 74 T6.1 Pararrayos + Vídeo T6.1. En redes de distribución de MT, los valores de la tasa de cebados de la línea (<math>r</math>) están en el rango de 2 a 6. Los valores de 245 kV y 420 kV corresponden a líneas de transporte y no tienen columnas asociadas a los valores más grandes de <math>r</math>. Luego, es posible decir que la tasa de cebados es mayor en líneas de distribución que en líneas de transporte.</p> <table><thead><tr><th rowspan="3">System voltage</th><th rowspan="3">Protection level</th><th colspan="2">Withstand voltage</th><th rowspan="3">Span</th><th rowspan="3"><math>\Delta x/s</math></th><th colspan="6">Protective zone <math>L_p</math></th></tr><tr><th rowspan="2">Rated</th><th rowspan="2">Co-ordination</th><th><math>r = 0,1^a</math></th><th colspan="2"><math>r = 0,5^a</math></th><th colspan="2"><math>r = 2^a</math></th><th><math>r = 6^a</math></th></tr><tr><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 1</math></th><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 1</math></th><th><math>N = 2</math></th><th><math>N = 2</math></th></tr><tr><th>kV</th><th>kV</th><th>kV</th><th>kV</th><th>m</th><th>kV</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th></tr></thead><tbody><tr><td>24</td><td>80</td><td>125</td><td>109</td><td>100</td><td>2 700</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>2,4</td><td>4,8</td><td>3,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>200</td><td>900</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>10,4</td><td>20,8</td><td>15,5</td></tr><tr><td>123</td><td>350</td><td>550</td><td>478</td><td>300</td><td><math>f_s=1,0, 4\ 500</math></td><td>160</td><td>23</td><td>46</td><td>12,0</td><td>24</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td><math>f_s=0,5, 2\ 250</math></td><td>320</td><td>46</td><td>92</td><td>24,0</td><td>48</td><td>–</td></tr><tr><td>245</td><td>450</td><td>950</td><td>827</td><td>300</td><td><math>f_s=1,0, 7\ 000</math></td><td>300</td><td>43</td><td>86</td><td>23</td><td>46</td><td>–</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td><math>f_s=0,5, 3\ 500</math></td><td>600</td><td>86</td><td>172</td><td>46</td><td>92</td><td>–</td></tr><tr><td>420</td><td>800</td><td>1 425</td><td>1240</td><td>400</td><td><math>f_s=1, 11\ 000</math></td><td>116</td><td>36</td><td>72</td><td>21</td><td>42</td><td>–</td></tr></tbody></table>	System voltage	Protection level	Withstand voltage		Span	$\Delta x/s$	Protective zone $L_p$						Rated	Co-ordination	$r = 0,1^a$	$r = 0,5^a$		$r = 2^a$		$r = 6^a$	$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 2$	kV	kV	kV	kV	m	kV	m	m	m	m	m	m	24	80	125	109	100	2 700	–	–	–	2,4	4,8	3,0					200	900	–	–	–	10,4	20,8	15,5	123	350	550	478	300	$f_s=1,0, 4\ 500$	160	23	46	12,0	24							$f_s=0,5, 2\ 250$	320	46	92	24,0	48	–	245	450	950	827	300	$f_s=1,0, 7\ 000$	300	43	86	23	46	–						$f_s=0,5, 3\ 500$	600	86	172	46	92	–	420	800	1 425	1240	400	$f_s=1, 11\ 000$	116	36	72	21	42	–
System voltage	Protection level	Withstand voltage				Span	$\Delta x/s$			Protective zone $L_p$																																																																																																																			
		Rated	Co-ordination							$r = 0,1^a$	$r = 0,5^a$		$r = 2^a$		$r = 6^a$																																																																																																														
				$N = 2$	$N = 1$			$N = 2$	$N = 1$	$N = 2$	$N = 2$																																																																																																																		
kV	kV	kV	kV	m	kV	m	m	m	m	m	m																																																																																																																		
24	80	125	109	100	2 700	–	–	–	2,4	4,8	3,0																																																																																																																		
				200	900	–	–	–	10,4	20,8	15,5																																																																																																																		
123	350	550	478	300	$f_s=1,0, 4\ 500$	160	23	46	12,0	24																																																																																																																			
					$f_s=0,5, 2\ 250$	320	46	92	24,0	48	–																																																																																																																		
245	450	950	827	300	$f_s=1,0, 7\ 000$	300	43	86	23	46	–																																																																																																																		
					$f_s=0,5, 3\ 500$	600	86	172	46	92	–																																																																																																																		
420	800	1 425	1240	400	$f_s=1, 11\ 000$	116	36	72	21	42	–																																																																																																																		
19		X	<p>Diapositiva 74 T8.2 Ejemplo coordinación de aislamiento. Para el caso de la gama I para convertir las tensiones soportadas a impulso tipo maniobra especificadas en tensiones soportadas a impulso tipo rayo y a frecuencia industrial de corta duración se usa la siguiente tabla.</p> <table><thead><tr><th>Aislamiento</th><th>Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup></th><th>Tensión soportada a impulso tipo rayo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Aislamiento externo</td><td></td><td></td></tr><tr><td>– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:</td><td></td><td></td></tr><tr><td>• fase-tierra</td><td><math>0,6 + U_{rw}/8\ 500</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/6\ 000</math></td></tr><tr><td>• fase-fase</td><td><math>0,6 + U_{rw}/12\ 700</math></td><td><math>1,05 + U_{rw}/9\ 000</math></td></tr><tr><td>– aisladores limpios, mojados</td><td>0,6</td><td>1,3</td></tr><tr><td>Aislamiento interno</td><td></td><td></td></tr><tr><td>– GIS</td><td>0,7</td><td>1,25</td></tr><tr><td>– aislamiento sumergido en un líquido</td><td>0,5</td><td>1,10</td></tr><tr><td>– aislamiento sólido</td><td>0,5</td><td>1,00</td></tr></tbody></table> <p><math>U_{rw}</math> es la tensión soportada a impulso tipo maniobra requerida en kV. a Los factores de conversión de ensayo incluyen un factor de <math>1/\sqrt{2}</math> para convertir los valores de cresta en valores eficaces.</p>	Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo	Aislamiento externo			– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:			• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\ 500$	$1,05 + U_{rw}/6\ 000$	• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\ 700$	$1,05 + U_{rw}/9\ 000$	– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3	Aislamiento interno			– GIS	0,7	1,25	– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10	– aislamiento sólido	0,5	1,00																																																																																												
Aislamiento	Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración <sup>a</sup>	Tensión soportada a impulso tipo rayo																																																																																																																											
Aislamiento externo																																																																																																																													
– distancias en el aire y aisladores limpios, en seco:																																																																																																																													
• fase-tierra	$0,6 + U_{rw}/8\ 500$	$1,05 + U_{rw}/6\ 000$																																																																																																																											
• fase-fase	$0,6 + U_{rw}/12\ 700$	$1,05 + U_{rw}/9\ 000$																																																																																																																											
– aisladores limpios, mojados	0,6	1,3																																																																																																																											
Aislamiento interno																																																																																																																													
– GIS	0,7	1,25																																																																																																																											
– aislamiento sumergido en un líquido	0,5	1,10																																																																																																																											
– aislamiento sólido	0,5	1,00																																																																																																																											
20	X		<p>Diapositiva 18 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra.</p> <table><thead><tr><th>Duración de la corriente de falta, <math>t_f</math> (s)</th><th>Tensión de contacto aplicada admisible, <math>U_{ca}</math> (V)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.10</td><td>633</td></tr><tr><td>0.20</td><td>528</td></tr><tr><td>0.30</td><td>420</td></tr><tr><td>0.40</td><td>310</td></tr><tr><td>0.50</td><td>204</td></tr><tr><td>1.00</td><td>107</td></tr><tr><td>2.00</td><td>90</td></tr><tr><td>5.00</td><td>81</td></tr><tr><td>10.00</td><td>80</td></tr><tr><td>&gt; 10.00</td><td>50</td></tr></tbody></table>	Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)	0.10	633	0.20	528	0.30	420	0.40	310	0.50	204	1.00	107	2.00	90	5.00	81	10.00	80	> 10.00	50																																																																																																				
Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)																																																																																																																												
0.10	633																																																																																																																												
0.20	528																																																																																																																												
0.30	420																																																																																																																												
0.40	310																																																																																																																												
0.50	204																																																																																																																												
1.00	107																																																																																																																												
2.00	90																																																																																																																												
5.00	81																																																																																																																												
10.00	80																																																																																																																												
> 10.00	50																																																																																																																												

	Verdadero	Falso	Explicación
21	X		Diapositiva 22 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Se considera la impedancia del cuerpo humano de $1\text{ k}\Omega$ .
22		X	Diapositiva 19 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 + ITC-RAT-13. "Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, ( $U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$ ).
23		X	duda
24	X		Diapositiva 14 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Tensión de puesta a tierra o tensión a tierra ( $U_E$ ): Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto. Cabe resaltar que el origen de todas las tensiones de paso y contacto es la tensión de puesta a tierra y que aquellas son siempre una fracción de ésta."
25	X		ITC-RAT-13. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio. <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.</li> <li>b) El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.</li> <li>c) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.</li> <li>d) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.</li> </ul>
26	X		<p>Diapositiva 25 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor.</p> $\rho_{\text{superficial aparente}} = C_s \cdot \rho_{\text{hormigón}}$ $C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\rho_{\text{hormigón}}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$ <p>Siendo <math>h_s</math> el espesor de la capa.</p>

	Verdadero	Falso	Explicación												
27	X		Diapositiva 29 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Sin embargo, se establecen como mínimo para líneas de puesta a tierra secciones de 25 mm <sup>2</sup> en el caso de cobre, 50 mm <sup>2</sup> en el caso del acero y 35 mm <sup>2</sup> para aluminio."												
28	X		<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador. Sin embargo, sí se pueden unir si el potencial de elevación <math>U_{earth} \equiv U_e \leq 1000 \text{ V}</math>." (Cumple)</p> 												
29		X	<p>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</p> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <p>A mayor perímetro (<math>P</math>), menor resistencia.</p>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														
30		X	<p>Diapositivas 39+46 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra + Vídeo T9.1 "No hay que confundir la tierra de protección de herrajes con la tierra de servicio del transformador de B.T. La tierra de protección se puede elevar a 10 kV por lo que no se pueden unir la tierras, pues elevaría la tensión del neutro del transformador."</p> 												



	Verdadero	Falso	Explicación																						
31		X	ITC-RAT-13. Es al revés. "Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas."																						
32	X		Diapositiva 18 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. <table><tr><th>Duración de la corriente de falta, t<sub>F</sub> (s)</th><th>Tensión de contacto aplicada admisible, U<sub>ca</sub> (V)</th></tr><tr><td>0.10</td><td>633</td></tr><tr><td>0.20</td><td>528</td></tr><tr><td>0.30</td><td>420</td></tr><tr><td>0.40</td><td>310</td></tr><tr><td>0.50</td><td>204</td></tr><tr><td>1.00</td><td>107</td></tr><tr><td>2.00</td><td>90</td></tr><tr><td>5.00</td><td>81</td></tr><tr><td>10.00</td><td>80</td></tr><tr><td>&gt; 10.00</td><td>50</td></tr></table>	Duración de la corriente de falta, t <sub>F</sub> (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U <sub>ca</sub> (V)	0.10	633	0.20	528	0.30	420	0.40	310	0.50	204	1.00	107	2.00	90	5.00	81	10.00	80	> 10.00	50
Duración de la corriente de falta, t <sub>F</sub> (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U <sub>ca</sub> (V)																								
0.10	633																								
0.20	528																								
0.30	420																								
0.40	310																								
0.50	204																								
1.00	107																								
2.00	90																								
5.00	81																								
10.00	80																								
> 10.00	50																								
33	X		ITC-RAT-13. "Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas."																						
34		X	ITC-RAT-13. R <sub>a1</sub> : es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor (2000 Ω). Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings y áreas recreativas. <div><math display="block">U_c = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]</math></div>																						
35		X	Diapositiva 36 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra.																						
36	X		Diapositiva 29 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Sin embargo, se establecen como mínimo para líneas de puesta a tierra secciones de 25 mm <sup>2</sup> en el caso de cobre, 50 mm <sup>2</sup> en el caso del acero y 35 mm <sup>2</sup> para aluminio."																						

	Verdadero	Falso	Explicación
37		X	ITC-RAT-13. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio (entre otros).  a) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.  b) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
38		X	No es temario del segundo parcial.
39	X		No es temario del segundo parcial.
40	X		No es temario del segundo parcial.
41		X	No es temario del segundo parcial.
42		X	Diapositiva 39 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "Para facilitar la medida y revisión de la instalación de puesta a tierra se instalarán cajas de registro para cada instalación de puesta a tierra."
43		X	ITC-RAT-13. "En las instalaciones en las que coexistan instalaciones de tierra separadas o independientes, se tomarán medidas para evitar el contacto simultáneo inadvertido con elementos conectados a instalaciones de tierra diferentes, así como la transferencia de tensiones peligrosas de una a otra instalación."
44	X		ITC-RAT-13. <b>Elementos a conectar a tierra por motivos de protección.</b> Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos (entre otros):  a) Los envolveres de los conjuntos de armarios metálicos.  b) Las puertas metálicas de los locales.  c) Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.  d) Las armaduras metálicas de los cables.  e) Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.
45		X	ITC-RAT-13. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio.  a) <b>Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.</b>

	Verdadero	Falso	Explicación
46	X		En el cálculo de las tensiones que aparecen en la instalación se pueden considerar las condiciones más desfavorables, como que la corriente de puesta a tierra ( $I_E$ ) sea igual a la de falta ( $I_F$ ).
47	X		ITC-RAT-13. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio (entre otros).  a) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
48	X		ITC-RAT-13. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio (entre otros).  a) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
49		X	ITC-RAT-13. <b>"Descargadores de sobretensiones.</b> La puesta a tierra de los dispositivos utilizados como descargadores de sobretensiones se conectará a la puesta a tierra del aparato o aparatos que protejan. Estas conexiones deben realizarse procurando que su recorrido sea mínimo y sin cambios bruscos de dirección. La instalación de puesta a tierra asegurará, en cualquier caso, que para las intensidades de descarga previstas, las tensiones a tierra de estos dispositivos no alcancen valores que puedan ser origen de tensiones de retorno o transferidas de carácter peligroso para otras instalaciones o aparatos igualmente puestos a tierra. Los conductores empleados para la puesta a tierra del descargador o descargadores de sobretensiones no dispondrán de cintas ni tubos de protección de material magnético."
50	X		ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)
51	X		ITC-RAT-13. <b>Elementos a conectar a tierra por motivos de protección.</b> Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos (entre otros):  a) Los envoltentes de los conjuntos de armarios metálicos.  b) Las puertas metálicas de los locales.  c) Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.  d) Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.  e) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.  Entiendo que la línea no está protegida.

	Verdadero	Falso	Explicación
52		X	No idea.
53	X		ITC-RAT-13. <b>Elementos a conectar a tierra por motivos de protección.</b> Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos (entre otros):  a) Las puertas metálicas de los locales.  b) Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.  c) Las armaduras metálicas de los cables.
54		X	ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)
55	X		ITC-RAT-13. "Las piezas metálicas de las partes extraíbles que están normalmente puestas a tierra, deben mantenerse puestas a tierra mientras el aislamiento entre los contactos de un mismo polo no sea superior, tanto a frecuencia industrial como a onda de choque, al aislamiento a tierra o entre polos diferentes. Estas puestas a tierra deberán producirse automáticamente."
56		X	ITC-RAT-13. "En los edificios de <b>estructura metálica</b> , ésta y los demás elementos metálicos, tales como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser conectados a tierra. En los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría contruidos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo, siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos elementos por causa de un defecto o avería. En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante. En centros de transformación subterráneos, dada la dificultad que presenta la separación eléctrica entre la escalera y su tapa de acceso, es necesario disponer ambos elementos en las mismas condiciones de puesta a tierra, bien aislados de la instalación de tierra general, o bien conectados a dicha instalación. En cualquier caso, en los edificios de hormigón armado, las armaduras deberán ser puestas a tierra."
57	X		ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)
58		X	ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)
59		X	ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)
60	X		ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)

	Verdadero	Falso	Explicación
61	X		ITC-RAT-13. "Los elementos metálicos que salen fuera del recinto de la instalación, tales como raíles y tuberías, deben estar conectados a la instalación de tierra general en varios puntos si su extensión es grande."
62		X	<p>ITC-RAT-13. Vallas y cercas metálicas. Para su puesta a tierra pueden adoptarse diversas soluciones en función de las dimensiones de la instalación y características del terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Pueden ser incluidas dentro de la instalación de tierra general y ser conectadas a ellas.</li> <li>b) Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y conectarse a una instalación de tierra separada o independiente.</li> <li>c) Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y no necesitar instalación de tierra para mantener los valores fijados para las tensiones de paso y contacto.</li> </ul>
63	X		ITC-RAT-13. Separación de la tierra de los neutros de baja tensión. Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión. El resto de elementos tales como los pararrayos, permanecerán conectados a la tierra general de la instalación.
64		X	ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)
65	X		<p>ITC-RAT-13. Aislamiento entre las instalaciones de puesta a tierra. Cuando, de acuerdo con lo dicho en el apartado anterior, se conecten los elementos anteriores a una tierra separada de la general del centro, se cumplirán las siguientes prescripciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las instalaciones de puesta a tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.</li> <li>b) La línea de puesta a tierra que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de puesta a tierra han de quedar aislados dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha conexión se realizará estableciendo los aislamientos necesarios.</li> </ul> <p>En el caso de que el aislamiento propio del equipo de baja tensión alcance este valor, todos los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, carcasas de aparatos, etc., se conectarán a la tierra general del centro, uniéndose a la puesta a tierra separada solamente los neutros de baja tensión.</p>

	Verdadero	Falso	Explicación												
66		X	ITC-RAT-13. (leer justificación de pregunta anterior)												
67		X	Diapositiva 41 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. "En cualquier caso, en todos los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra."												
68		X	Diapositiva 14 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. Para que la tensión de contacto llegara a ser igual a la tensión de tierra, habría que alejarse al infinito y tocar un punto de la instalación, lo cual es imposible. Luego, como indica el reglamento: Tensión de puesta a tierra o tensión a tierra ( $U_E$ ): Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto. Cabe resaltar que el origen de todas las tensiones de paso y contacto es la tensión de puesta a tierra y que aquellas son siempre una fracción de ésta.												
69		X	<div>Diapositiva 33 T9.1 Instalaciones de puesta a tierra. La resistencia de tierra del electrodo se puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas.</div> <table><tr><th>Tipo de electrodo</th><th>Resistencia en ohmios</th></tr><tr><td>Placa enterrada profunda</td><td><math>R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Placa enterrada superficial</td><td><math>R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}</math></td></tr><tr><td>Pica vertical</td><td><math>R = \frac{\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Conductor enterrado horizontalmente</td><td><math>R = \frac{2\rho}{L}</math></td></tr><tr><td>Malla de tierra</td><td><math>R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}</math></td></tr></table> <div>En las expresiones, <math>\rho</math> es la resistividad <b>del terreno</b>.</div>	Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios	Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$	Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$	Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$	Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$	Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios														
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$														
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$														
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$														
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$														
70	X		<div>Diapositiva 2 T7.1 Apantallamiento de Subestaciones.</div> $Z_c = 60 \cdot \ln \frac{2 \cdot y}{r}$ <div><div>▪ <math>y</math> : altura de los conductores del embarrado sobre el terreno.</div><div>▪ <math>r</math> : radio de los conductores del embarrado.</div></div>												
71	X		No es temario del segundo parcial.												

## 2.11. Preguntas adicionales II

1. Las sobretensiones de frente lento permiten determinar la tensión a aplicar en los ensayos de "tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo"  
☐ Verdadero ☐ Falso
2. Las sobretensiones de maniobra permiten determinar la tensión a aplicar en los ensayos de "tensión soportada nominal a frecuencia industrial"  
☐ Verdadero ☐ Falso
3. Para el material del Grupo A: Las líneas no conectadas a las líneas aéreas con neutro aislado no requieren pararrayos  
☐ Verdadero ☐ Falso
4. Para el material del Grupo C: Pueden coexistir diferentes niveles de aislamiento para diferentes materiales pertenecientes a una misma instalación  
☐ Verdadero ☐ Falso
5. Las distancias de aislamiento en el aire establecidas en la ITC-RAT 12 "Aislamiento" del Reglamento de Centrales, Subestaciones y Centros de Transformación deben cumplirse en el interior de los equipos para los que están especificados ensayos de comprobación de nivel de aislamiento  
☐ Verdadero ☐ Falso
6. Los aisladores de porcelana además de las distancias en el aire especificadas en el reglamento deben cumplir ensayos de contaminación  
☐ Verdadero ☐ Falso
7. La elección del material de exterior del Grupo B viene condicionada por la sobretensión tipo rayo que deben soportar los aislamientos  
☐ Verdadero ☐ Falso
8. Para el material del Grupo C, la condición de seccionamiento no precisa ensayo si las distancias entre los dos extremos seccionados de cada fase se incrementa un 25 % la distancia mínima en aire entre fase y tierra  
☐ Verdadero ☐ Falso
9. Para instalaciones por encima de 1000 m la tensión de ensayo debe aumentarse 1,4 % por cada 100 m o fracción por encima de los 1000 m.

☐ Verdadero

☐ Falso

10. El coeficiente de defecto a tierra para redes con neutro aislado es inferior que para redes con neutro puesto a tierra a través de una reactancia.

☐ Verdadero

☐ Falso

11. La sobretensión por pérdida de carga es tanto mayor cuanto más capacitiva sea la línea que pierde la carga.

☐ Verdadero

☐ Falso

12. Es condición necesaria y suficiente que la tensión más elevada del material sea igual o superior a la tensión nominal de la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

13. La sobretensión transitoria de maniobra se realiza mediante estudio analítico de la red aplicando análisis por nudos de las componentes eficaces de las tensiones y corrientes del sistema eléctrico de potencia.

☐ Verdadero

☐ Falso

14. La descarga atmosférica sobre un conductor de línea aérea siempre conlleva una sobretensión tipo rayo que provoca una descarga disruptiva en el apoyo.

☐ Verdadero

☐ Falso

15. Conviene apantallar con cable de tierra las líneas aéreas de media tensión (p.e.  $U_s=17,5\text{ kV}$ ), pero no se hace por su coste.

☐ Verdadero

☐ Falso

16. El elevado valor de las impedancias de puesta a tierra de los apoyos puede condicionar los cebados inversos (tierra-conductor de fase).

☐ Verdadero

☐ Falso

17. Las sobretensiones transitorias de frente muy rápido son propias de GIS.

☐ Verdadero

☐ Falso

18. Las sobretensiones representativas (temporal, transitoria de frente lento y sobretensión transitoria de frente rápido) se expresan en valores de cresta.



☐ Verdadero ☐ Falso

19. La sobretensión longitudinal representativa en un estudio de coordinación de aislamiento es la que se produce a lo largo de la línea.

☐ Verdadero ☐ Falso

20. El factor atmosférico,  $K_a$ , a aplicar en el procedimiento de coordinación de aislamiento es tanto mayor cuanto mayor sea la presión atm.

☐ Verdadero ☐ Falso

21. El factor de coordinación determinista,  $K_{cd}$ , a aplicar en el segundo paso del procedimiento de coordinación de aislamiento puede ser inferior a la unidad.

☐ Verdadero ☐ Falso

22. El factor de seguridad,  $K_s$ , a aplicar en el 3º paso del procedimiento de coordinación de aislamiento es mayor para los aislamientos externos que para los internos.

☐ Verdadero ☐ Falso

23. Los pararrayos protegen contra las sobretensiones temporales que se produzcan en la red.

☐ Verdadero ☐ Falso

24. Cuando el pararrayos no protege contra sobretensiones de maniobra el coeficiente de coordinación determinista es próximo a la unidad.

☐ Verdadero ☐ Falso

25. La tensión asignada de un pararrayos es superior a la tensión de servicio continuo.

☐ Verdadero ☐ Falso

26. La corriente de fuga de un pararrayos a su tensión de servicio puede comprometer la vida del pararrayos por efecto térmico.

☐ Verdadero ☐ Falso

27. La conexión en paralelo de pararrayos en la misma subestación o incluso en próximas permite distribuir entre ellos la energía transitoria que se produzca en la red.

☐ Verdadero ☐ Falso

28. La tensión de servicio continuo de un pararrayos debe ser superior a la tensión más elevada de la red  $U_s$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

29. La tensión asignada  $U_r$  es siempre inferior a la sobretensión temporal transitoria de duración 10 s.

☐ Verdadero

☐ Falso

30. La clase de pararrayos debe ser mayor cuanto menor sea la tensión de cebado de la cadena de aisladores de la línea.

☐ Verdadero

☐ Falso

31. La clase de limitador de presión debe ser superior a la corriente de cortocircuito fase-tierra de la red en el punto de instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

32. Cuanto mayor sea la longitud de la línea la energía a drenar por el pararrayos debida a la energización y reenganche de la línea será tanto mayor.

☐ Verdadero

☐ Falso

33. La sobretensión transitoria de frente rápido de coordinación será tanto mayor cuanto mayor sea la pendiente de la onda de sobretensión incidente.

☐ Verdadero

☐ Falso

34. La corriente nominal de descarga de un pararrayos para redes tensión más elevada de la red  $U_s > 72,5 \text{ kV}$  deben ser  $I_d 10 \text{ kA}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

35. Las redes de MT (p.e.  $U 36 \text{ kV}$ ) con baja densidad de impacto de rayo pueden protegerse con pararrayos de corriente nominal de descarga de  $I_d = 5 \text{ kA}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

36. El nivel de protección de un pararrayo debe ser de al menos el 15 % del nivel de aislamiento.

☐ Verdadero

☐ Falso

37. La conexión en triángulo de los arrollamientos de un transformador evita transmitir al lado de alta tensión las corrientes de secuencia inversa que pudieran existir en el lado de baja tensión.

☐ Verdadero ☐ Falso

38. Para el grupo de conexión Yd una carga desequilibrada en el lado del triángulo supone una sobretensión en los arrollamientos del lado de alta tensión del transformador.

☐ Verdadero ☐ Falso

39. Los transformadores YNd no deben ser utilizados como transformadores de generadores.

☐ Verdadero ☐ Falso

40. Los fluidos de aceite vegetal pueden utilizar como fluido dieléctrico en los transformadores de distribución.

☐ Verdadero ☐ Falso

41. Los transformadores YNy no deben ser utilizados en las redes de transporte.

☐ Verdadero ☐ Falso

42. Los transformadores YNy+d permiten disponer un arrollamiento terciario adicional en triángulo para alimentar los circuitos auxiliares.

☐ Verdadero ☐ Falso

43. Los transformadores de distribución de potencia superior a 630 kV A deben tener un depósito de expansión.

☐ Verdadero ☐ Falso

44. Todos los transformadores de distribución deben disponer de una mirilla para el nivel de aceite con marcas a 0 °C y a 100 °C.

☐ Verdadero ☐ Falso

45. Los explosores de varillas en los bornes de AT se utilizan para proteger los transformadores contra sobretensiones.

☐ Verdadero ☐ Falso

46. El límite de precisión de un transformador de protección debe ser lo mayor posible para asegurar una actuación fiable del relé.

☐ Verdadero ☐ Falso

47. El error compuesto es el valor eficaz del error instantáneo.

☐ Verdadero

☐ Falso

48. La disposición en triángulo abierto de los secundarios de los transformadores de tensión de las tres fases en sistema trifásico permite determinar tensión homopolar.

☐ Verdadero

☐ Falso

49. Los arrollamientos secundarios de los transformadores de medida y protección en una red de neutro aislado no deben conectarse a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

50. Los transformadores de medida de tensión deben medir dentro de los límites de error normalizado para tensiones comprendidas entre el 20 % y el 120 % de su tensión asignada.

☐ Verdadero

☐ Falso

51. En general en invierno con baja temperatura por debajo de cero grados las resistencias de tierra son más altas que en primavera.

☐ Verdadero

☐ Falso

52. El coeficiente de falta a tierra en una red con neutro rígido a tierra es  $\sqrt{3}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

53. El factor de reducción  $k$  representa la parte en por unidad de corriente que ante una falta a tierra se drena en la tierra de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

54. En una instalación con neutro aislado la corriente de defecto a tierra es tanto mayor cuanto la extensa sea la red de cable aislado frente a la de líneas aéreas.

☐ Verdadero

☐ Falso

55. La mínima sección de electrodo de puesta a tierra es de 25 mm<sup>2</sup>.

☐ Verdadero

☐ Falso

56. La resistividad del terreno puede determinarse conociendo la resistencia de puesta a tierra de un electrodo vertical de longitud conocida.

☐ Verdadero

☐ Falso

57. La tierra de protección y la de herrajes deben separarse en caso de que la tensión de defecto sea superior a 1 kV.

☐ Verdadero

☐ Falso

58. Para la determinación de la tensión de paso y de contacto se considera que la resistencia del cuerpo humano es de 1000 k $\Omega$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

59. Normalmente en las instalaciones de alta tensión es más fácil cumplir con la tensión de paso que con la tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

60. Las tensiones de contacto admisible en una instalación es menor o igual a las tensiones de contacto aplicada.

☐ Verdadero

☐ Falso

61. Dos instalaciones de tierra separadas si se cumple que la tensión en una de ellas es 50 V cuando por la otra circula la corriente de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

62. Un pararrayos limita las sobretensiones temporales.

☐ Verdadero

☐ Falso

63. Pararrayos: La tensión correspondiente al nivel protección frente a impulsos tipo rayo es menor que la tensión correspondiente al nivel protección frente impulsos tipo maniobra.

☐ Verdadero

☐ Falso

64. La energía capaz de drenar un pararrayos viene definida por su clase de descarga.

☐ Verdadero

☐ Falso

65. La tensión soportada por el vacío es proporcional a la distancia entre electrodos.

☐ Verdadero

☐ Falso

66. Dos ventajas del aislamiento de SF<sub>6</sub> y del vacío frente al aire y el aceite es la rigidez dieléctrica y la constante de desionización.

☐ Verdadero

☐ Falso

67. Los seccionadores de puesta a tierra deben ser capaces de cerrar cuando el conductor de fase está conectado a la red.

☐ Verdadero

☐ Falso

68. El grupo de conexiones YNynO de los transformadores de gran potencia es utilizado en las subestaciones reductoras para reducir las tensiones de transporte a las de distribución.

☐ Verdadero

☐ Falso

69. Los transformadores YNd son transformadores de generación.

☐ Verdadero

☐ Falso

70. La ferroresonancia paralelo puede evitarse si se reduce la resistencia fase-tierra mediante la colocación de resistencias en los secundarios de los arrollamientos de los transformadores de tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

71. La ferroresonancia paralelo es más probable en las redes con neutro a tierra que en las redes con neutro aislado.

☐ Verdadero

☐ Falso

72. Cuando un fusible limitador se funde la tensión que aparece entre sus bornes es la tensión entre fases.

☐ Verdadero

☐ Falso

73. La tangente de delta de un aislamiento no depende de la temperatura.

☐ Verdadero

☐ Falso

74. Las descargas parciales permiten evaluar el estado de los aislamientos de los cables y de los transformadores de potencia.

☐ Verdadero

☐ Falso

75. Las distancias mínimas de aislamiento indicadas en las tablas de la ITC12 sobre aislamiento deben cumplirse además de que se cumplan las tensiones soportadas especificadas en el reglamento.

☐ Verdadero

☐ Falso

76. El comportamiento de fusibles de las celdas de media tensión debe diseñarse para que disipe la potencia de los fusibles del mercado.

☐ Verdadero

☐ Falso

77. El factor límite de precisión de un transformador de corriente debe elegirse adecuadamente para la selección del transformador de medida dispuesto para la medida de energía.

☐ Verdadero

☐ Falso

78. El factor de tensión normalizado en un transformador de tensión debe ser lo más bajo posible, especialmente en las redes de neutro aislado.

☐ Verdadero

☐ Falso

79. En caso de utilizar una tierra de protección diferente a la de las pantallas de los cables de media tensión se conectan a la tierra de servicio.

☐ Verdadero

☐ Falso

80. Tras una alta corriente drenada a tierra a través de una puesta a tierra, la resistencia a tierra de la instalación tenderá a ser menor de la que se tenía antes del defecto.

☐ Verdadero

☐ Falso

81. La corriente de retorno por los cables de tierra de las líneas aéreas es menor que la que retorna por las pantallas de los cables de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

82. A efectos de cálculo de las tensiones de paso y de contacto en las instalaciones en tensión nominal inferior a 100 kV y con neutro a tierra, el reglamento no debe considerar ninguna reducción de la corriente de puesta a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

83. En las redes con neutro aislado las tensiones de paso y contacto son inferiores a las que se representan en las redes con neutro puesta a tierra ante un defecto a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

84. En redes con neutro aislado las sobretensiones son inferiores a las que se presentan en las redes con neutro puesta a tierra ante un defecto a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

85. La resistencia de tierra que presenta un conductor enterrado de longitud  $L$  es mayor que la que presenta una pica vertical del mismo conductor con la misma longitud  $L$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

86. La tensión de paso aplicada depende de la resistividad del terreno y de la corriente de defecto.

☐ Verdadero

☐ Falso

87. La tensión de acceso es mayor que la de paso en el terreno si hay una acera de hormigón para el acceso a la instalación de alta tensión.

☐ Verdadero

☐ Falso

88. El reglamento permite aislar las empuñaduras o mandos que hayan de ser tocados para cumplir con el requisito de tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

89. Como medida de seguridad adicional, si sobre un apoyo se dispone el cuadro de baja tensión de envolvente metálica de un centro de transformación intemperie, este debe estar situado a 3 m de altura.

☐ Verdadero

☐ Falso

90. En caso de tierra de protección y de servicio independientes, el cuadro de baja tensión del centro de transformación podría conectarse a la tierra de servicio teniendo especial cuidado con las tensiones de contacto que pueden aparecer.

☐ Verdadero

☐ Falso

91. Las sobretensiones de ferresonancia no se utilizan para la elección del nivel de aislamiento ya que deben evitarse.

☐ Verdadero

☐ Falso

92. Una subestación de doble barra con interruptor y medio necesitan menor número de interruptores que las subestaciones en anillo.

☐ Verdadero

☐ Falso

93. Cuanto mayor es el nivel de protección de maniobra del pararrayos frente al nivel de sobretensión de probabilidad del 2% de ser soportada, menor es el factor de coordinación determinista Kcd.

☐ Verdadero

☐ Falso

94. Los elementos metálicos fuera del recinto de la instalación siempre deben conectarse a un punto de la instalación de tierra. Si la extensión es muy grande a varios puntos, además será necesario comprobar si estos elementos pueden transferir al exterior tensiones peligrosas, en cuyo caso deben adoptarse medidas necesarias mediante juntas aislantes.



☐ Verdadero

☐ Falso

95. Las cercas metálicas por ser un elemento conductor siempre deben conectarse a tierra, o en la tierra general de la instalación o en una tierra independiente. Depende de las dimensiones de la cerca y distancia respecto a la p.a.t. general, porque también pueden situarse distantes de la instalación de la tierra general y no necesitar instalación de tierra para mantener los valores fijados de tensiones de paso y contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

96. En los C.T. los neutros de baja tensión fuera de la instalación general pueden conectarse a una tierra separada de la general del mencionado C.T. Además esa tierra a la que se conecta se denomina tierra de los neutros de B.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

97. Los elementos de protección como pararrayos y los trafos de medida situados en cuadro B. T. podrán permanecer conectados a la tierra general de la instalación. Los trafos de medida del cuadro de B T deberían conectarse a la tierra de neutros de B. T. los pararrayos sí se pueden conectar a la tierra general de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

98. Si se aísla mediante una gran distancia dos puestas a tierra independientes se cumple la ITC-RAT 13. Es una afirmación ambigua según la TC-RAT 13 dos tierras independientes se debe aislar entre sí para la diferencia de tensiones entre ambas. No dice ni por distancia ni mediante algún aislante químico.

☐ Verdadero

☐ Falso

99. La línea de puesta a tierra, que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de p.a.t, han de quedar aislados de la zona de influencia de la tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

100. En el caso de que el equipo de B.T alcance un valor determinador de tensión, deberán ponerse a la tierra general todos sus elementos para que no exista una gran diferencia de potencial y con ello peligro de tensión de paso. Deberán ponerse a la tierra del neutro todos los elementos y aun así habrá que vigilar las tensiones de contacto que puedan aparecer.

☐ Verdadero

☐ Falso

101. Cuando el equipo de B.T. no presente el aislamiento adecuado, los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra se conectarán a la p.a.t del neutro, sin que esto conlleve peligro. Aun así pueden aparecer tensiones de contacto, que habrá que vigilar, y que puedan ocasionar cierto peligro. Lo ideal es que se cumpla el aislamiento adecuado.

☐ Verdadero

☐ Falso

102. Las líneas de salida B. T. con cable aislado y envolventes conductoras nQ. será necesario aislarlas de la zona de influencia de la tierra general del C.T, aunque sí habrá que vigilar la posible transferencia de tensiones a través de dichas envolventes. Deben aislarse de la zona de influencia de tierra general y además vigilar bien porque pueden transferir al exterior tensiones a través de dichas envolvente.

☐ Verdadero

☐ Falso

103. El paso 7 del procedimiento de diseño de instalaciones de puesta a tierra consiste en la investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, además del estudio de las formas de eliminación y reducción de los mismos. Falso, ese es el paso 8.

☐ Verdadero

☐ Falso

104. Una de las medidas tomadas para proteger una instalación donde las condiciones de puesta a tierra son difíciles consiste en hacer inaccesibles las zonas peligrosas.

☐ Verdadero

☐ Falso

105. En las líneas de puesta a tierra deberán existir puntos de puesta tierra que faciliten las medidas y comprobaciones, por ejemplo los elementos metálicos de fundaciones como las armaduras pretensadas de hormigón. La afirmación es prácticamente verdadera salvo que en el reglamento pone que las armaduras pretensadas del hormigón no deben ponerse a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

106. Las densidad de corriente del aluminio es del  $160 \frac{A}{mm^2}$ . Esa es la densidad de corriente de cobre, la del aluminio es  $100 \frac{A}{mm^2}$  y la del acero es de  $60 \frac{A}{mm^2}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

107. Las sección mínima del acero es de  $35 mm^2$ . Esa es la sección mínima del aluminio, la del acero es de  $50 mm^2$  y la del cobre de  $25 mm^2$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

108. Se puede admitir un aumento de temperatura hasta  $200^\circ C$  si no supone un riesgo de incendio. Se puede llegar hasta los  $300^\circ C$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

109. Cuando se empleen materiales distintos se tendrá como referencia desde el punto vista térmico y mecánico la densidad de corriente y la resistencia mecánica del cobre para una sección de  $25 mm^2$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

110. Podrán usarse como conductores de tierra las estructuras de acero de apoyo de los elementos de la instalación. Siempre que cumplan con las características generales exigidas a los conductores y su instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

111. En las líneas de tierra si son muy conflictivas podrán instalarse fusibles. En las líneas de tierra no se pueden insertar ni interruptores ni fusibles.

☐ Verdadero

☐ Falso

112. Será suficiente en los empalmes y uniones de la línea de tierra con que aseguren la permanencia de la unión. Deben tener también protección contra corrosión galvánica.

☐ Verdadero

☐ Falso

113. Los electrodos enterrados deberán tener una sección mínima de  $50 \text{ mm}^2$  si son de cobre.

☐ Verdadero

☐ Falso

114. Los tubos usados como electrodos no serán de un diámetro inferior a 20 mm. Es un diámetro inferior a 30 mm.

☐ Verdadero

☐ Falso

115. Se deberá tener presente a la hora del diseño de la puesta a tierra el efecto de las heladas, ya que a menor temperatura menor es la resistividad del terreno. Además la humedad es un factor que hace variar la resistividad del terreno de forma considerable. A menor temperatura mayor resistividad del terreno.

☐ Verdadero

☐ Falso

116. La corriente de defecto es tres veces la corriente homopolar de la línea. La intensidad de defecto es 3 veces la intensidad homopolar de la línea más la corriente a través del neutro del transformador.

☐ Verdadero

☐ Falso

117. Las tensiones de paso y contacto se harán con un amperímetro de resistencia interna de  $1000 \Omega$ . Es con un voltímetro de resistencia interna de  $1000 \Omega$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

118. Los equipos de medición pueden medir tensiones de paso o tensiones de contacto, dependiendo de la resistencia que tengan. Deben medir las dos y tener la opción de variar la resistencia para medir tanto las de contacto como las de paso.

☐ Verdadero

☐ Falso

119. La corriente inyectada para medir con el método de ensayo, será igual o superior a 50 A para centrales y subestaciones y 5 A para C.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

120. Se permite la inyección de corrientes inferiores siempre y cuando la medida sea equivalente con una inyección de corriente elevada. Además debe ser una medida fiable y exacta.

☐ Verdadero

☐ Falso

121. Los cálculos de las tensiones se harán suponiendo una proporcionalidad entre la corriente inyectada en electrodo y la corriente drenada en el mismo en caso de defecto.

☐ Verdadero

☐ Falso

122. Las instalaciones de tierra serán comprobadas únicamente una vez cada tres años con una inspección visual y una medida de la resistencia de puesta a tierra. Primariamente hay que hacer la comprobación in situ y luego una inspección al menos cada tres años.

☐ Verdadero

☐ Falso

123. Será necesario repetir las medidas de tensiones de paso y contacto únicamente en los terrenos donde se produzca el ajardinamiento de la instalación. Además también se debe realizar esto cuando cambie sustancialmente la resistividad superficial del terreno por cualquier otra razón.

☐ Verdadero

☐ Falso

124. Un cable subterráneo con un aislamiento de XLPE se puede considerar un electrodo, mientras que uno con un aislamiento de PVC si. cualquier conductor "aislado" aunque esté enterrado no se considera electrodo, solo se considera electrodo a cualquier elemento conductor no aislado enterrado bajo tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

125. Línea de puesta a tierra se considera a aquella que une el electrodo de tierra con el punto de puesta a tierra. Esta la denominación de línea de enlace. La línea de puesta a tierra es aquella que une el electrodo de puesta a tierra con un elemento que debe estar a tierra, siempre y cuando el conductor esté fuera del terreno o dentro pero debidamente aislado.

☐ Verdadero

☐ Falso

126. Punto de puesta a tierra se considera siempre al punto dentro del terreno que sirve de unión de las líneas de tierra con el electrodo, directamente o a través de las líneas de enlace. Generalmente este punto se sitúa fuera del terreno para que ninguno de sus elementos se convierta en un electrodo.

☐ Verdadero ☐ Falso

127. Las tensiones de paso y contacto son fracciones de la tensión de puesta a tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

128. Salvo casos excepcionales, no se considerarán tiempos de duración de corriente de falta inferiores a 1 s. Para tiempos inferiores a 0,1 s.

☐ Verdadero ☐ Falso

129. El reenganche rápido supone un tiempo no superior a 0,5 s.

☐ Verdadero ☐ Falso

130. Entre los defectos a tierra se encuentra las tensiones de contacto o de paso de muy larga duración. Estas no son ocasionada por las faltas a tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

131. Siempre que un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, nunca aparecerán tensiones de paso peligrosas. En la vida nunca las cosas son 100 % seguras, en este caso según el reglamento en la mayoría de los casos estas tensiones no son peligrosas, pero no siempre.

☐ Verdadero ☐ Falso

132. La  $R_{a1}$  se puede considerar la resistencia equivalente al calzado con un valor de  $2000\ \Omega$ , mientras que la  $R_{a2}$  se considera a resistencia del punto de contacto del pie con el terreno y equivale a 3- resistividad del terreno.

☐ Verdadero ☐ Falso

133. El electrodo que simula un pie humano tiene como superficie  $200\text{ cm}^2$  y puede ejercer una fuerza superior sobre el suelo a 250 N.

☐ Verdadero ☐ Falso

134. El coeficiente reductor de terreno depende del espesor de la capa superficial.

☐ Verdadero ☐ Falso

135. Si se prevé un contacto del cuerpo humano con las partes metálicas activas de la instalación se aplicará la fórmula de  $U_c$  pero con una resistividad del terreno nula. Las partes no activas, debido a que se puede producir una diferencia de potencial, además no se considerarán resistencias adicionales sólo la del cuerpo humano.

☐ Verdadero

☐ Falso

136. El dimensionado de la instalación de tierra es función de las tensiones de paso y contacto. Es función de la intensidad de defecto y del tiempo de duración del defecto.

☐ Verdadero

☐ Falso

137. En los armarios de telegestión se debe garantizar un nivel de aislamiento de tensión soportada de BT Uais BT entre las partes activas y la masa metálica del armario conectada a la tierra general del CT. El nivel de aislamiento debe ser la tensión soportada de BT de Centro de Transformación Uais\_BT\_CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

138. El secundario de los transformadores de intensidad de BT se debe conectar a la tierra general del CT. Generalmente es falso, porque habría que dimensionar el aislamiento entre los circuitos de medida de corriente del contador del armario de telegestión y los circuitos de medida de tensión para un nivel de aislamiento elevado, lo cual sería muy costoso, por no decir imposible, dadas las pequeñas dimensiones de un contador electrónico.

☐ Verdadero

☐ Falso

139. Los circuitos secundarios de los trafos de intensidad se pueden dejar aislados de tierra o conectados a la tierra del neutro, siempre y cuando no existan tensiones de transferencias superiores a 1000 V. Y siempre y cuando los contadores a los que se conecta el secundario del trafa no deban llevar una referencia a tierra para su funcionamiento.

☐ Verdadero

☐ Falso

140. Los secundarios de los trafos de intensidad y tensión de medida ubicados en la celda de medida de un CT de cliente se deben conectar a la tierra general del CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

141. En el caso de defecto a tierra los circuitos secundarios de los transformadores de corriente de medida elevarían su potencial respecto a tierra existiendo peligro de transferencia de tensión. No existe peligro de transferencia de tensión ya que los contadores de energía alimentados por estos trafos se encuentran en armarios de medida independientes y que no tienen ninguna conexión con la red de distribución de baja que sale del CT.

☐ Verdadero

☐ Falso

142. Según la ITC-RAT 13 toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada para que cualquier persona no sufra ningún peligro en el interior de la instalación. Debe asegurar la protección en cualquier punto accesible del interior o exterior de la instalación.

☐ Verdadero

☐ Falso

143. Cuando se produce una falta, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona estuviese tocándolas, podría circular corriente a través de ella.

☐ Verdadero

☐ Falso

144. Una de las hipótesis consideradas para calcular la curva que relaciona la tensión de contacto aplicada y el tiempo de duración de la corriente de falta. Es que la impedancia del cuerpo humano usada tiene un 50 % de probabilidad de que su valor sea mayor o igual a la considerada. Sea menor o igual.

☐ Verdadero

☐ Falso

145. Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando la resistencia humana junto la del calzado es  $U_{pa}=10 U_{ca}$ . Esta relación sólo se cumple considerando únicamente la resistencia humana sin resistencias adicionales.

☐ Verdadero

☐ Falso

146. El nivel de aislamiento o tensión soportada por los aislamientos en B.T debe ser superior a la tensión transferida al neutro y la tensión de fase de la misma.

☐ Verdadero

☐ Falso

147. Se suele suponer que el valor de la tensión soportada para los aislamientos de B.T al cabo de unos años es 1230 V, por lo que hay que limitar la tensión transferida al neutro a un máximo de 1000 V.

☐ Verdadero

☐ Falso

148. Si se cumple que la elevación de potencial como consecuencia de un defecto a tierra en la zona de A.T. de un C.T, es inferior a 1000 V, debido a que  $R_o$  y  $I_f$  son bajas, entonces se puede conectar el neutro de B. T. del trafo a la tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

149. Únicamente cuando en el lado de B.T el neutro del transformador esté aislado se dispondrá de un limitador de tensión entre fase y tierra. En el lado de B T tanto si el neutro del transformador está aislado como conectado a tierra por una impedancia de alto valor, se dispondrá de un limitador de tensión entre fase y neutro si el neutro no es accesible o entre neutro y tierra si es accesible.

☐ Verdadero

☐ Falso

150. En los C. T de transformación alimentados en A.T. por cables subterráneos con envolventes conductoras unidas eléctricamente y de suficiente sección y conductividad se podrán conectar a la puesta a tierra general y a la puesta a tierra de los neutros de B.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

151. Cuando hay alimentación mixta de líneas aéreas y cables subterráneos con envolventes conductoras en la alimentación en A.T de un C.T se podrán conectar tanto a la tierra general como a la de los neutros en B.T. Además debe haber dos o más tramos de cable subterráneo con una longitud mínima total de 3 km y con tramos diferentes de 1 km cada uno.

☐ Verdadero

☐ Falso

152. Los cables subterráneos se pueden utilizar como electrodos de puesta a tierra. Sólo los cables subterráneos con envolventes conductoras de suficiente sección y sin cubierta aislante puede usarse de este modo. Por ejemplo cables de papel de aceite con envoltura exterior de fleje de hierro, aunque actualmente está en desuso.

☐ Verdadero

☐ Falso

153. Usan cables subterráneos con envolvente conductoras, sin cubierta aislante y sección suficiente se pueden usar como electrodos y se podrían unir la p.a. t. General con la del neutro del transformador siempre y cuando se cumpla  $R_{\text{úlf}} < 1000 \text{ V}$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

154. Con el método de estimación de R de Unesa para redes de 3ª categoría y teniendo en cuenta la conexión en paralelo de las p.a.t de varios C.T de transformación se puede decir que la R depende de la resistividad del terreno en ohmios-metros, el radio de la superficie cubierta por la malla de tierras del CT en m, y la longitud total de los cables con cubierta conductora. Este método no tiene en cuenta la conexión en paralelo de las resistencias de p.a.t de los CT colindantes y además de depender la R de todo lo expuesto depende también de L' longitud total de las picas verticales incluidas en la malla. Si no existiesen cables con cubierta conductora se puede aplicar la misma fórmula quitando la longitud total de los cables con cubierta.

☐ Verdadero

☐ Falso

155. Cuando se produce una falta entre una de las fases de A.T. la intensidad falta va a través de resistencia de puesta a tierra del C.T y vuelve por la impedancia de puesta a tierra del neutro del transformador de la subestación que alimenta la falta.



☐ Verdadero

☐ Falso

156. Para C. T conectados a tierra a través de cables subterráneos, la resistencia de ese cable es la resistencia de puesta tierra global. Es cierta debido a que todos ellos están conectados en paralelo a través de esa resistencia de tierra mediante las pantallas de los cables subterráneos.

☐ Verdadero

☐ Falso

157. El nivel de aislamiento de A.T debe ser superior a la diferencia de potencial creada por la aparición de un defecto a tierra en un C. T. El nivel de aislamiento de AT es que debe ser superior a la diferencial de potencial creada por la falta. Esta diferencia de potencial se crea entre los elementos ubicados en el C. T las masas conectadas a la tierra general de B.T. Estos elementos internos metálicos si se debe conectar a la tierra de la envolvente, es decir, la tierra general, no los elementos fuera del recinto que deberán conectarse a la tierra del neutro.

☐ Verdadero

☐ Falso

158. La tensión transferida a la puesta a tierra de neutro suele ser mayor que la tensión en producida en la resistencia de p.a.t de la celda de M. T . Generalmente la tensión en la resistencia de puesta a tierra de la celda de MT ( $U_{\text{celda}} = R_{\text{úlf}}$ ) suele ser mayor que la tensión en la puesta a tierra del neutro del trafo del CT y que la tensión de línea de B.T despreciando en ciertas ocasiones esas dos.

☐ Verdadero

☐ Falso

159. Según ITC-RAT 14 para los cuadros de B.T de distribución pública el aislamiento debe soportar como máximo 10 kV de valor cresta a impulsos tipo rayo. Deben soportar 10 kV de valor eficaz a frecuencia industrial de corta duración y 20 kV de valor de cresta a impulsos tipo rayo Lo cual supone un aislamiento mayor requerido a la norma UNE-EN 60439-1 para aparamenta de B.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

160. El nivel de aislamiento debe ser mayor a la diferencia de potencial producida por una falta en la celda de MT para todos los elementos de B.T del Centro de transformación tales como bobinas de disparo, bornes de B.T del trafo respecto de cuba, circuitos auxiliares, cables.

☐ Verdadero

☐ Falso

161. Si no se garantizase la tensión de aislamiento se instalaría un transformador de aislamiento con relación 1:1 compuesto por una pantalla electrostática que reducirá corrientes parásitas entre primario y secundario. Estas pantallas se conectarán a la tierra del neutro. Estas pantallas se conectarán a la tierra general del CT además si tiene envolvente también se conectará a la tierra general.

☐ Verdadero

☐ Falso

162. Una forma de evitar tensiones transferidas a las instalaciones interiores de B.T es acercando el electrodo de puesta a tierra del neutro de B.T a la instalación de p.a.t general de C. T. Todo lo contrario cuanto más lejos y más se aumente la distancia "D" mejor.

☐ Verdadero

☐ Falso

163. Las cajas de registro de las puesta a tierra sirven para facilitar la instalación de la misma. Sirven para facilitar la medida y revisión de la instalación de p.a.t.

☐ Verdadero

☐ Falso

164. En las instalaciones de p.a.t separadas es posible un contacto de elementos colocados en tierras diferentes, pero no la transferencia de tensiones peligrosas de una tierra a otra.

☐ Verdadero

☐ Falso

165. Siempre se pondrán a tierra los circuitos secundarios de los transformadores de medida y protección. Excepto que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre circuito de A.T y B.T.

☐ Verdadero

☐ Falso

166. Los transformadores deben ir conectados a tierra si la conexión es de neutro aislado. Los NEUTROS de los trafos, que lo precise su instalación con neutro rígido a tierra o impedante deberán ir a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

167. La intensidad de p.a.t depende de la corriente de falta. Y en ocasiones puede ser prácticamente la misma. Depende de la corriente de falta y del coeficiente de reducción. Si este es muy pequeño puede llegar a ser igual.

☐ Verdadero

☐ Falso

168. Todos los limitadores deberán ir conectados al borne de p.a.t de la instalación de C.T. o Subestación. Exceptuando los limitadores de tensión de corriente débil (telefónica).

☐ Verdadero

☐ Falso

169. La p.a.t de los descargadores de sobretensión será a la puesta a tierra de los aparatos que protege.

☐ Verdadero

☐ Falso

170. La conexión de los descargadores puede recorrer algunas veces varios metros. Y pueden emplear tubos de cobre o hierro. La conexión debe tener el mínimo recorrido posible y los conductores no dispondrán de protección magnética.

☐ Verdadero

☐ Falso

171. La instalación de p.a.t de los descargadores para tensiones previstas no deben alcanzar valores que provoque tensiones de retorno o peligrosas para otras instalaciones.

☐ Verdadero

☐ Falso

172. En las líneas aéreas, que puedan existir en una instalación, sin cable de guarda, pero con seccionadores p.a.t general, pueden aparecer tensiones de contacto peligrosas.

☐ Verdadero

☐ Falso

173. Una de las medidas para evitar estas tensiones peligrosas es poner los seccionadores a una tierra independiente a la subestación o C.T. Nunca deben ponerse los seccionadores a una puesta a tierra independiente, eso crearía diferencia de potencial pudiendo ocasionar graves daños. Las medidas para evitar tensiones peligrosas consisten en el seccionamiento de la línea, conectando a tierra y cortocircuitando todos los conductores a ambos lados de la zona de trabajo.

☐ Verdadero

☐ Falso

174. Cada envolvente metálica se conectará a una línea de tierra común dispuesta a lo largo de toda la paramenta. Además la sección mínima de dicha línea de tierra será  $25\text{ mm}^2$ .

☐ Verdadero

☐ Falso

175. Habrá una línea común de p.a.t solo para conectar exclusivamente las envolventes externas. Tanto envolventes externas, como armaduras externas, tabiques de separación, tornillos, y en definitiva partes metálicas que no formen parte del circuito principal se pondrán a la misma tierra que las envolventes.

☐ Verdadero

☐ Falso

176. Las piezas metálicas de las partes extraíbles que están p.a.t deben mantenerse a tierra mientras el aislamiento entre contactos de un mismo polo sea inferior al aislamiento a tierra o entre polos diferentes. Debe mantenerse a tierra mientras el aislamiento entre contactos de un mismo polo sea SUPERIOR al aislamiento a tierra o entre polos distintos.

☐ Verdadero

☐ Falso

177. En edificios de estructura metálica, se puede no conectar a tierra puertas, ventanas, escaleras, barandillas siempre y cuando se haga una conexión equipotencial. Siempre se debe conectar a tierra los elementos metálicos de un edificio de estructura metálica.

☐ Verdadero

☐ Falso

178. Los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría, contruidos con hormigón armado, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo. Siempre y cuando se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta en tensión de estos elementos por causa de defecto.

☐ Verdadero

☐ Falso

179. En los C. T. prefabricados el diseñador debe ajustar adecuadamente las medidas de seguridad de p.a. t. El fabricante debe garantizar las medidas según la UNE EN 62271 202.

☐ Verdadero

☐ Falso

180. En C.T subterráneos, escalera y tapa se conectarán ambos obligatoriamente a la tierra general de la instalación. O también pueden estar ambos aislados.

☐ Verdadero

☐ Falso

181. Siempre y obligatoriamente en los edificios contruidos de hormigón armado las armaduras deberán conectarse a tierra.

☐ Verdadero

☐ Falso

182. Cuanto menor es la corriente del rayo, aumenta la probabilidad de que un rayo impacte en el embarrado de una subestación protegida contra caídas directas del rayo.

☐ Verdadero

☐ Falso

183. Una punta Franklin tiene un radio de protección mayor que un conductor tendido, si ambos están dispuestos a la misma altura.

☐ Verdadero

☐ Falso

184. Cuando para el apantallamiento de una instalación se disponen tanto puntas Franklin como conductores tendidos, a efectos de determinar el radio de la esfera rodante se considera como si estuviera protegida solo por conductores tendidos.

☐ Verdadero ☐ Falso

185. La impedancia característica de un embarrado aumenta cuanto mayor es la altura del embarrado.

☐ Verdadero ☐ Falso

186. Los conductores no aislados colocados en contacto con tierra utilizados para conectar el electrodo de tierra se consideran parte de este.

☐ Verdadero ☐ Falso

187. Parte de la corriente de defecto a tierra provoca la elevación de potencial de la instalación de puesta a tierra y otra parte se deriva por las pantallas de los cables de A.T.

☐ Verdadero ☐ Falso

188. El valor admisible establecido por el reglamento de la tensión de contacto aplicada depende de la resistividad del terreno.

☐ Verdadero ☐ Falso

189. La resistencia de tierra de un electrodo es proporcional a la resistividad de la pica.

☐ Verdadero ☐ Falso

190. Cuanto mayor sea el número de pantallas de cables de potencia que se conecten a la tierra de la subestación mayor será la parte que se drena por la tierra de la instalación en proporción a la corriente total de falta.

☐ Verdadero ☐ Falso

191. Las armaduras de los edificios de hormigón armado deben estar aisladas de tierra.

☐ Verdadero ☐ Falso

192. Las bobinas de bloqueo sirven para limitar las corrientes de cortocircuito que se conectan a la tierra de protección.

☐ Verdadero ☐ Falso

193. La tierra de neutro y la tierra de protección tienen que estar separadas.

☐ Verdadero ☐ Falso

194. La corriente de puesta a tierra es una fracción de la corriente de defecto.

☐ Verdadero

☐ Falso

195. La tensión de puesta a tierra siempre es mayor que la tensión de contacto.

☐ Verdadero

☐ Falso

196. Para que una subestación sea considerada de doble barra es preciso que cada línea se pueda conectar a una u otra barra.

☐ Verdadero

☐ Falso

197. Las subestaciones de interruptor y medio disponen de un interruptor independiente para conectarse a cada barra y comparten otro entre dos líneas para conectarse a la barra de transferencia.

☐ Verdadero

☐ Falso

198. Las sobretensiones por efecto Ferranti aparece cuando un transformador de potencia alimenta a un cable de gran longitud sin carga.

☐ Verdadero

☐ Falso

199. Las sobretensiones temporales no pueden ser protegidas por los pararrayos de óxido metálico.

☐ Verdadero

☐ Falso

200. La resistividad superficial equivalente de una acera de hormigón depende del espesor de la capa de hormigón.

☐ Verdadero

☐ Falso

201. La sección mínima de las líneas de puesta a tierra debe ser de  $25 \text{ mm}^2$  si es de cobre.

☐ Verdadero

☐ Falso

202. Las rejillas y las puertas de un centro de transformación no pueden unirse a la tierra de protección.

☐ Verdadero

☐ Falso

203. La longitud máxima admisible del bucle de conexión de un pararrayos que protege un transformador de potencia de una subestación puede aumentarse cuanto mayor es el número de líneas que permanecen conectadas a la subestación.

☐ Verdadero ☐ Falso

204. Las envolventes de los cuadros de baja tensión en un centro de transformación debe unirse a la tierra de neutro del lado de baja tensión del transformador de distribución.

☐ Verdadero ☐ Falso

205. El nivel de protección contra sobretensiones fase-fase limitado por un pararrayos.

☐ Verdadero ☐ Falso

206. El coeficiente de defecto a tierra  $k$ , depende de la forma de conectar el . de la red.

☐ Verdadero ☐ Falso

207. Si una distancia libre en aire,  $d$ , del material del grupo C soporta el nivel de aislamiento correspondiente a la tensión de impulsos tipo maniobra requerida por el reglamento, entonces también soportará la tensión tipo rayo especificada en el reglamento para esa misma distancia libre de aire.

☐ Verdadero ☐ Falso

208. Cualquier distancia de aislamiento en el aire establecida en la ITC-RAT12 debe realizarse el ensayo de comprobación de nivel de aislamiento.

☐ Verdadero ☐ Falso

209. Para instalaciones por encima de 1000 m la distancia mínima en aire debe aumentarse 1,4 % por cada 100 m o fracción por encima de los 1000 m hasta los 1000 m.

☐ Verdadero ☐ Falso

210. La sobretensión por pérdida de carga es mucho mayor cuanto menor sea la capacidad a tierra que presente la línea.

☐ Verdadero ☐ Falso

211. La sobrecarga de emergencia de larga duración en un transformador produce envejecimiento del material.

☐ Verdadero ☐ Falso

212. El valor de la impedancia de puesta a tierra de los apoyos puede condicionar la existencia de cebados inversos.

☐ Verdadero ☐ Falso

213. La temperatura de inflamación del aceite de tipo vegetal es inferior a 300 °C.

☐ Verdadero ☐ Falso

214. Los transformadores de aceite mineral de potencia superior a 1 MV A requieren un depósito de expansión.

☐ Verdadero ☐ Falso

215. La sobretensión longitudinal representativa en un estudio de coordinación de aislamiento es la que se produce en una longitud inferior a 1 m.

☐ Verdadero ☐ Falso

216. Para los transformadores secos en resina epoxi es necesario realizar un ensayo de descargas parciales.

☐ Verdadero ☐ Falso

217. Los explosores tipo varilla dispuestos en las bornas de los transformadores de potencia protegen eficazmente frente a sobretensiones transitorias.

☐ Verdadero ☐ Falso

218. El signo "+d" en un grupo de conexiones indica que el transformador está preparado para compensar las sobretensiones diferenciales.

☐ Verdadero ☐ Falso

219. Se recomienda utilizar el índice horario YNy mejor que el YNd para alimentar una red de distribución desde una red de transporte.

☐ Verdadero ☐ Falso

220. Las pérdidas de los transformadores están limitadas por el reglamento de instalaciones eléctricas.

☐ Verdadero ☐ Falso

221. El nivel acústico máximo permitido para un transformador de aceite mineral está limitado por el vigente reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión.

☐ Verdadero ☐ Falso

222. La ley de Paschen relaciona la rigidez dieléctrica de un gas respecto al producto presión distancia dieléctrica de separación.



☐ Verdadero ☐ Falso

223. No se deben utilizar interruptores de vacío en las redes de media tensión de 24 kV.

☐ Verdadero ☐ Falso

224. Los seccionadores de tipo pantógrafo se utilizan en alta tensión requieren mayor superficie en planta disponible en la subestación.

☐ Verdadero ☐ Falso

225. La conexión en triángulo abierto de los arrollamientos de baja de tres transformadores de media de tensión permite detectar tensiones de secuencia homopolar en el lado de alta tensión.

☐ Verdadero ☐ Falso

226. Los interruptores automáticos abren sus contactos cuando la corriente pasa por cero.

☐ Verdadero ☐ Falso

227. Los transformadores de distribución de cuba elástica deben disponer de una mirilla para el nivel de aceite con marcas a 0 °C, a 20 °C y a 100 °C.

☐ Verdadero ☐ Falso

228. Cuando una máquina trifásica se protege mediante fusibles, la tensión que aparece entre los bornes de un fusible fundido es 1,5 la tensión de fase.

☐ Verdadero ☐ Falso

229. El valor numérico del factor de seguridad de un transformador de medida debe ser lo mayor posible.

☐ Verdadero ☐ Falso

230. El factor de seguridad de un transformador de tensión evita su saturación.

☐ Verdadero ☐ Falso

	Verdadero	Falso	Explicación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

	Verdadero	Falso	Explicación
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			

	Verdadero	Falso	Explicación
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			

	Verdadero	Falso	Explicación
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			
101			
102			
103			
104			
105			
106			
107			
108			
109			
110			
111			
112			
113			
114			
115			
116			
117			
118			
119			
120			

	Verdadero	Falso	Explicación
121			
122			
123			
124			
125			
126			
127			
128			
129			
130			
131			
132			
133			
134			
135			
136			
137			
138			
139			
140			
141			
142			
143			
144			
145			
146			
147			
148			
149			
150			

	Verdadero	Falso	Explicación
151			
152			
153			
154			
155			
156			
157			
158			
159			
160			
161			
162			
163			
164			
165			
166			
167			
168			
169			
170			
171			
172			
173			
174			
175			
176			
177			
178			
179			
180			

	Verdadero	Falso	Explicación
181			
182			
183			
184			
185			
186			
187			
188			
189			
190			
191			
192			
193			
194			
195			
196			
197			
198			
199			
200			
201			
202			
203			
204			
205			
206			
207			
208			
209			
210			



	Verdadero	Falso	Explicación
211			
212			
213			
214			
215			
216			
217			
218			
219			
220			
221			
222			
223			
224			
225			
226			
227			
228			
229			
230			

## 2.12. Problemas Pararrayos

### Paso 1: seleccionar la tensión de servicio continuo $U_c$

Los pararrayos deben ser capaces de soportar en permanencia la máxima tensión de servicio que pueda aparecer en la red.

- Neutro conectado rígidamente a tierra

$$U_c = 1,05 \cdot \frac{U_s}{\sqrt{3}}$$

- Neutro aislado (se puede no aplicar el coeficiente de seguridad 1,05)

$$U_c = 1,05 \cdot U_s$$

### Paso 2: Seleccionar la tensión asignada $U_r$

La tensión asignada del pararrayos ( $U_r$ ) es la máxima tensión eficaz soportada por el pararrayos durante 10 s después de haber sido sometido a descargas de corriente tipo rayo según los ensayos requeridos por la norma UNE-EN-60099-4. Está relacionada con la capacidad del pararrayos para soportar sobretensiones temporales, y no con la tensión aplicada permanentemente como habitualmente sucede en el resto de equipos de AT.

- Sobretensión temporal

$$U_t = k \cdot \frac{U_s}{\sqrt{3}}$$

- Sobretensión temporal equivalente,  $U_{eq}$ , de duración 10 s

$$U_{eq} > U_t \cdot \left( \frac{T_t}{10} \right)^m \quad m = 0,02 \text{ (habitual)} \quad T_t = \text{duración (s)}$$

La tensión asignada del pararrayos  $U_r$  deber ser igual o superior a la sobretensión temporal equivalente  $U_{eq}$  calculada, siendo esta última la sobretensión temporal de mayor valor.

$$U_r \geq 1,075 \cdot U_{eq}$$

Tabla 3  
Pararrayos de envoltente de porcelana para el nivel de 145 kV

Tensión asignada $U_r$ (kV)	Tensión en servicio continuo $U_c$ (kV)	Clase de descarga	Tensión residual para la corriente de descarga (8/20) (kV)			Tensión residual para onda maniobra (30/60) (kV)		
			5 kA	10 kA	20 kA	0,5 kA	1 kA	2 kA
111	88	3	250	266	296	213	218	229
120	96	2	296	318	356	245	254	267
120	96	3	271	288	320	230	236	248
126	100	3	284	302	336	242	248	260

Nota: Todos los modelos se fabrican para las siguientes líneas de fuga 3190 mm, 3405 mm y 3835 mm.

### Paso 3: Seleccionar la corriente nominal

El valor de la corriente nominal nos aporta el dato de  $U_{pl}$  en la tabla 3.

- Gama I:  $1 \text{ kV} \leq U_s \leq 245 \text{ kV} \rightarrow I_n = 5 \text{ o } 10 \text{ kA}$ 
  - $U_s \geq 72,5 \text{ kV} \rightarrow I_n = 10 \text{ kA}$
  - $U_s < 72,5 \text{ kV} \rightarrow$  Depende de la densidad de impacto de rayos
    - Alta densidad:  $I_n = 10 \text{ kA}$
    - Baja densidad:  $I_n = 5 \text{ kA}$
- Gama II:  $U_s > 420 \text{ kV} \rightarrow I_n = 20 \text{ kA}$

### Paso 4: Capacidad de absorción de energía

Los pararrayos de óxidos metálicos deben ser capaces de absorber la energía causada por sobretensiones transitorias en la red.

- Energía debida a la conexión y reenganche de líneas (maniobra)

$$W = 2 \cdot U_{ps} \cdot (U_{et} - U_{ps}) \cdot \frac{T_w}{Z}$$

- $U_{et}$  : amplitud de la sobretensión a tierra debida a la conexión o reenganche de las líneas, evaluada por el valor de truncamiento de la distribución de sobretensiones fase-tierra.

$$U_{et} = (1,25 \cdot u_{e2} - 0,25) \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s$$

- $U_{ps}$  : nivel de protección del pararrayos frente a onda maniobra.

$$U_{ps} \approx 2 \cdot U_r$$

- $T_w$  : tiempo de propagación de la sobretensión a lo largo de línea calculada como cociente entre su longitud y la velocidad de propagación de la onda por la línea.

$$T_w(\mu s) = \frac{\text{long(km)}}{0,3}$$

- $Z$  : impedancia característica de la línea.

- Energía debida a la maniobra del cable

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \left( \left( 3 \cdot \hat{U}_0 \right)^2 - \left( \sqrt{2} \cdot U_r \right)^2 \right)$$

- $C$  : capacidad del cable subterráneo.

$$C = \text{longitud cable subterráneo (km)} \cdot c' (\mu\text{F/km})$$

- $\hat{U}_0$  : cresta de la tensión de servicio entre fase y tierra.

$$\hat{U}_0 = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_s$$

- La transferencia de carga por cebado del rayo en línea

$$W = \left[ 2 \cdot U_f - N_l \cdot U_{pl} \cdot \left( 1 + \ln \left( \frac{2 \cdot U_f}{U_{pl}} \right) \right) \right] \cdot \frac{U_{pl} \cdot T_r}{Z}$$

- $U_f$  : tensión de cebado frente a impulsos tipo rayo de polaridad negativa de la cadena de aisladores.

$$U_f \text{ (kV)} = 700 \cdot a_{som}$$

- $a_{som}$  : valor mínimo de la distancia de descarga en aire de la cadena de aisladores.
- $U_{pl}$  : nivel de protección a impulsos tipo rayo del modelo elegido, **la tabla 3**.

El nivel de protección del pararrayos frente a impulsos tipo rayo ( $U_{pl}$ ) es el valor máximo de tensión residual que el pararrayos deja pasar en sus propios bornes cuando conduce un impulso normalizado.

- $Z$  : impedancia característica de la línea.
- $N_l$  : número de líneas conectadas. Se considera el caso más desfavorable, que es una sola línea conectada al pararrayos.
- $T_r$  : duración equivalente de la corriente de un rayo que se suele tomar como  $T_r = 300\mu s$ .

### Paso 5: Elección de la clase

$$\text{Clase} > \frac{W(\text{máx})}{U_r}$$

### Paso 6: Nivel de protección

Según la clase se indicarán las  $U_{pl}$  y  $U_{ps}$  de dicha clase. El  $U_{pl}$  normalmente corresponde al valor de la corriente de descarga y el valor de  $U_{ps}$  también.

### Paso 7: Línea de fuga

Si la envolvente es de silicona no hay que calcular línea de fuga.

Si no es de silicona, dependerá del nivel de contaminación (te lo tienen que dar como dato o una tabla para ver el valor)

$$\text{Línea de fuga} = \frac{\text{mm}}{\text{km}} \cdot U_s$$

Se tiene que elegir luego un valor de la tabla 3 para la línea de fuga!!

## Paso 8: Margen de protección

El margen de protección frente a impulsos de tipo rayo se define como:

$$MP(\text{rayo}) = \frac{U_{rw}(1, 2/50) - U_{cw}}{U_{cw}} \cdot 100 \geq 15 \%$$

La tensión soportada de coordinación ( $U_{cw}$ ) se define como:

$$U_{cw} = U_{pl} + \frac{A \cdot f_s}{N_l} \cdot \frac{L_t}{L_{sp} + L_f}$$

- $U_{pl}$  : nivel de protección a impulsos tipo rayo del pararrayos.
- $L_t$  : **longitud total del bucle de protección** que forma el pararrayos y el equipo protegido.
- $A$  : parámetro dependiente de condiciones de instalación.

<i>Tipo de Línea</i>	<i>A (kV)</i>
Líneas de Distribución:	
Crucetas p. a t.	900
Apoyos de madera	2700
Líneas de Transporte:	
Un sólo conductor	4500
Doble haz	7000
Cuádruple haz	11000
haz de 6 u 8 conductores	17000

- $f_s$  : factor de reducción de pendiente.
- $N_l$  : número de líneas conectadas.
- $L_{sp}$  : longitud del **último vano** que accede a la subestación.
- $L_f$  : longitud de la línea que tiene una tasa de cebados igual al valor número de la tasa de fallos aceptable del equipo protegido. Se define como:

$$L_f = \frac{R_a}{r}$$

Siendo  $R_a$  la tasa de fallos aceptable y  $r$  la tasa de cebados de la línea.

## 2.13. Problemas Puestas a Tierra

### Resistencia de puesta a tierra

$$R = k_r \cdot \rho$$

### Red con neutro aislado

$$I_{d\text{máx}} = c \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{Z_{\text{máx}}} = c \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} \cdot 3 \cdot \omega \cdot C = 1,1 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \omega \cdot C$$

$$I_d = c \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{Z_0} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{3 \cdot \omega \cdot C}\right)^2}}$$

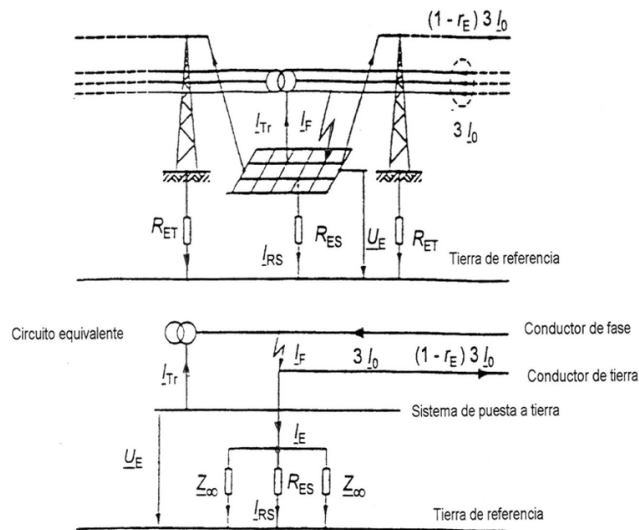
### Red con neutro a tierra a través de reactancia

$$X_n = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{d\text{máx}}} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{d\text{máx}}}$$

$$I_d = c \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{Z_0} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(r \cdot R)^2 + X_n^2}} \quad r : \text{factor de reducción} \approx 0,5$$

### Intensidad de puesta a tierra

$$I_E = r \cdot I_d$$



## Valor máximo admisible de la tensión de contacto

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

- $R_{a1}$  : resistencia del calzado ( $2000 \Omega$ ).
- $R_{a2}$  : resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie ( $R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$ ) donde  $\rho_s$  es la resistividad del suelo cerca de la superficie.
- $U_{ca}$  : tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre un a mano y los pies. Se ha de tomar en cuenta el tiempo de actuación de las protecciones para la elección de este valor.

Duración de la corriente de falta, $t_F$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

- $Z_B$  : resistencia del cuerpo humano ( $1000 \Omega$ ).

## Valor máximo admisible de la tensión de paso

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = U_{pa} \cdot \left[ 1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right] \quad U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$$

## Requisito reglamentario

"Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas."

$$U'_c = k_c \cdot \rho \cdot I_E < U_c$$

$$U'_p = k_p \cdot \rho \cdot I_E < U_p$$

## Tensión de paso con los dos pies en el terreno

$$U_{pt-t} = U_{pa} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 2 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = U_{pa} \cdot \left[ 1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$U'_{pt-t} = k_{pt-t} \cdot \rho \cdot I_E < U_{pt-t} \quad k_{pt-t} \equiv k_p$$

## Tensión de paso con un pie en terreno y otro en acera de hormigón

$$U_{pa-t} = U_{pa} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s^*}{Z_B} \right]$$

$$U'_{pa-t} = k_{pa-t} \cdot \rho \cdot I_E < U_{pa-t} \quad k_{pa-t} \equiv k_{p(acc)}$$

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor.

$$\rho_s^* \equiv \rho_{s,aparenteacera} = \rho_{hormigón} \cdot C_s$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{terreno}}{\rho_{hormigón}}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$$

- $C_s$  : coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- $h_s$  : espesor de la capa superficial, en metros.
- $\rho_{terreno}$  : resistividad del terreno natural.
- $\rho_{hormigón}$  : resistividad de la capa superficial (en este caso hormigón).

Si se coloca un mallado en el interior evita el riesgo de la corriente de cortocircuito.

Nota: en caso de que  $U_{pt-t}$  y  $U_{pa-t}$  sean superior a  $U_n$  también será correcto el diseño, ya que es imposible que aparezcan tensiones de paso superior a  $U_n$ .



Tensión de aislamiento mínima necesaria del cuadro de distribución de BT del CT

$$U_{ais\_BT\_CT} \geq R \cdot I_E + U_{TR} + U_0 = R \cdot I_E - 1000 + 230$$

Distancia a la que debe ponerse la tierra del neutro

$$D = \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot \pi \cdot U_{TR}} = \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot \pi \cdot 1000}$$

### 3. Extras

Agradecimientos por los links a Bogurad y Jorge:

<https://forms.gle/3ekGNfiv5ZEXjoUh7>

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSegPlpDE9Q33tqzrEUqpwwX0CLX8\\_ugGxPt\\_a18iWksZI29HA/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSegPlpDE9Q33tqzrEUqpwwX0CLX8_ugGxPt_a18iWksZI29HA/viewform)