

- El parcial vale en total 50pts. Cada problema vale un 35% del total de los puntos del parcial (17,5pts), y cada pregunta teórica vale 10% (5 pts).
- Se requiere un mínimo de 25% de los puntos del parcial (12,5 pts) para no perder el curso.
- La duración del parcial es de 3 horas.
- No está permitido el uso de ningún tipo de material ni celulares durante la prueba, tener alguno de ellos a la vista durante la prueba es causal de anulación inmediata de la misma.
- Entregar **problemas distintos en hojas separadas**. Escribir **nombre y CI** en cada hoja entregada. Resultados aislados sin fundamentos no serán considerados.

Problema 1.

Se dispone de un transformador trifásico (T1) alimentado desde una red trifásica ideal. El transformador alimenta un cable trifásico, que a su vez suministra potencia a una carga resistiva pura.

Datos:

Red: Potencia infinita de 31.5 kV, 50 Hz.

T1) 31.5/6 kV ; 5 MVA ; $x=8\%$; Conmutador para operar en vacío que posibilita modificar la tensión nominal primaria según: $(1-0.05)U_n$, $(1-0.025)U_n$, U_n , $(1+0.025)U_n$, $(1+0.05)U_n$; siendo $U_n = 31.5$ kV

Cable: Impedancia por fase 1.1 Ohm, inductiva pura.

Carga: Resistencia trifásica, consume 450 A@5.7 kV.

1. Determinar el modelo monofásico estrella equivalente a nivel 6 kV.
2. Determinar en qué posición debe operar el conmutador de T1 de forma que la tensión sobre la carga sea un 95% de la tensión nominal secundaria del transformador.
3. Si la tensión de la red baja a 30 kV, determinar el porcentaje de carga en corriente del transformador.
4. Se reemplaza el transformador T1 por un transformador del cual se sabe:
 - Sus bobinas primarias conectadas en triángulo y aptas para tensiones de hasta 31.5 kV.
 - Sus bobinas secundarias sin conectar y aptas para tensiones de hasta 12 kV.
 - En vacío, con una conexión Dy, alimentado desde el primario a 30 kV, en el secundario se mide una tensión de 10 kV.
 - En cortocircuito, conectado Dy y alimentado desde el lado en triángulo con una tensión de 2400V consume 400 A y potencia activa despreciable.Determinar cómo conectar el transformador para alimentar la carga e indicar a que tensión queda sometida la misma. Para esta parte la red es de 30 kV.

Nota: Se desprecia las impedancias de vacío del transformador. Para las partes (1) a (3) la impedancia de cortocircuito del transformador se asumirá inductiva pura.

Problema 2.

Una planta industrial conectada a una red de 6,1 kV es alimentada en baja tensión mediante un transformador (**T1**) cuyos datos son: 6,4 kV/ 0,38 kV, 660 kVA, $U_z = 4\%$.

La demanda de la planta es constante de 400 kW en 380 V, con un $\cos(\varphi)=0.85$ inductivo.

Se desea ampliar la carga de la fábrica instalando equipos cuya potencia activa consumida es de 170 kW, en 380 V con un factor de potencia de 0,6 inductivo.

Por la ampliación de la carga se decide instalar en paralelo otro transformador, recibiendo dos ofertas, ambas de igual precio:

TA) 6.4/0.38 kV ; 280 kVA ; $U_z=4\%$.

TB) 6.4/0.38 kV ; 300 kVA ; $U_z=6\%$.

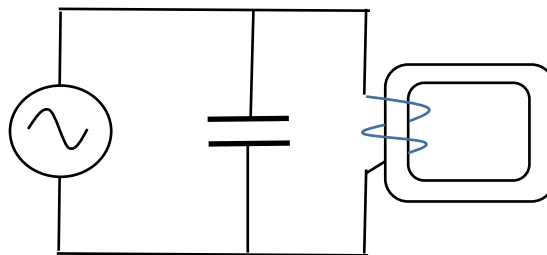
1. Determinar el porcentaje de carga a que queda sometido T1 si solo se utiliza este transformador para alimentar toda la carga.
2. Indicar cuál transformador (TA o TB) escogería en caso de que el criterio para la selección sea poder sacar la mayor potencia posible del paralelo, sin sobrecargar equipos. Justificar la respuesta.
3. Instalando el transformador elegido en la parte anterior, calcular el porcentaje de carga en corriente en que queda cada transformador alimentando toda la carga.
4. Se conecta un banco de capacitores de 400 kVAR y tensión nominal 220 V, agregando un tercer transformador T3 400/ 230 V, en paralelo con las cargas. Determinar el factor de potencia visto desde la red y la potencia reactiva aportada por la misma. Considerar T3 ideal.

Nota: Para todos los transformadores asumir Z_{cc} puramente inductiva y despreciar Z_o .

Preguntas Teóricas.

- 1) **Circuito magnético:** Se monta el circuito de la figura para poder medir reluctancias de circuitos magnéticos.

La fuente es de 50Hz y el condensador es de $40\mu F$. La medida se realiza variando el número de vueltas del circuito magnético hasta que la corriente por la fuente sea nula. Se pide hallar el valor de una reluctancia R, sabiendo que en el medidor se obtuvo corriente nula para $N=54$ vueltas.



- 2) **Transformador real:** En un transformador se han realizado las siguientes medidas para uno de sus bobinados:
 - Resistencia en corriente alterna a 22 grados: $R_{ca}(22^\circ) = 0,288 \Omega$
 - Resistencia en corriente continua a 22 grados: $R_{cc}(22^\circ) = 0,215 \Omega$

Se pide explicar cómo se determina la Resistencia en corriente alterna a 75 grados: $R_{ca}(75^\circ)$.

- 3) **Maquina lineal:** Una maquina lineal ML tiene los siguientes parámetros: $R=2$, $E=40$, $L=4$ y $B=5$ (todas las unidades están en MKS). Se pide:
 - Hallar la fuerza de arranque: F_{arr} y velocidad de vacío: V_v
 - Hallar la potencia mecánica máxima que puede entregar ML.

Acima 2

Carga 1:

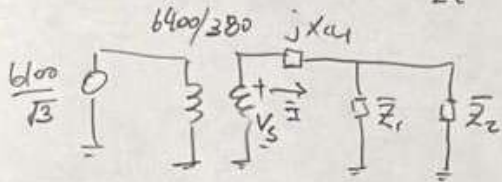


$$I_{21} = \frac{400 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85} = 715,8 \text{ A}$$

$$\bar{Z}_1 = \frac{380/\sqrt{3}}{715,8} \angle \text{Arccos } 0,85 = 0,31 \angle 31,8^\circ \Omega = (0,26 + j0,16) \Omega$$

Carga 2: $\bar{Z}_2 = \frac{380/\sqrt{3}}{I_{22}} \angle \text{Arccos } 0,6$

$$I_{22} = \frac{170 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,6} = 431 \text{ A} \quad \bar{Z}_2 = 0,51 \angle 53,1^\circ \Omega = (0,3 + j0,41) \Omega$$



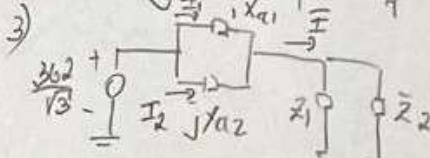
$$X_{a1} = 0,04 \times \frac{380^2}{660 \times 10^3} = 8,8 \times 10^{-3} \Omega$$

$$\bar{Z}_p = \bar{Z}_1 \parallel \bar{Z}_2 = \frac{0,16 \angle 84,9}{0,56 + j0,57} = 0,2 \angle 40^\circ = (0,15 + j0,13) \Omega$$

$$|I| = \frac{V_s}{0,204} = \frac{362/\sqrt{3}}{0,204} = 1026 \text{ A}$$

$$I_{Ns1} = \frac{660 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} = 1003 \text{ A} \Rightarrow \text{Sobrecarga } 23\%$$

2) Se exige T1 para que se carregue, em paralelo, a igual % de I vs I N.



$$X_{a2} = 0,04 \times \frac{380^2}{280 \times 10^3} = 20 \times 10^{-3} \Omega \quad X_{a1} \parallel X_{a2} = 6,1 \times 10^{-3} \Omega$$

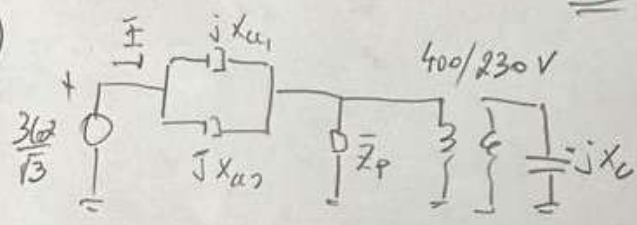
$$|I| = \frac{362/\sqrt{3}}{0,202} = 1036 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{20}{28,8} \times 1036 = 719,4 \text{ A}$$

$$I_{Ns2} = \frac{280 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} = 426 \text{ A}$$

74%

$$I_2 = \frac{8,8}{28,8} \times 1036 = 316,5 \text{ A}$$



$$400 \times 10^3 = \frac{220^2}{X_c} \Rightarrow X_c = 911 \Omega$$

$$X_c' = X_c \left(\frac{400}{230}\right)^2 = 0,366 \Omega$$

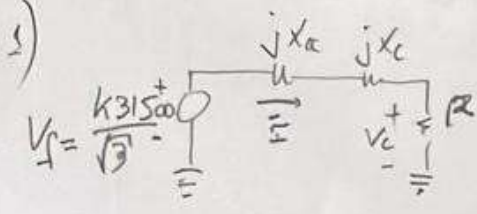
$$-jX_c' \parallel \bar{Z}_p = \frac{0,0732 \angle -50^\circ}{0,15 - j0,236} = \frac{0,0732 \angle -50^\circ}{0,28 \angle -57,6^\circ} = 0,26 \angle 7,6^\circ = (0,258 + j0,034) \Omega$$

$$\bar{Z}_{tot} = j6,1 \times 10^{-3} + 0,258 + j0,034 = 0,26 \angle 0,8^\circ$$

$$I = \frac{362/\sqrt{3}}{0,26 \angle 0,8^\circ} = 804,8 \angle -0,8^\circ$$

$$\cos \phi_{cor} = 0,988$$

$$Q_{red} = \sqrt{3} \times 362 \times 804,8 \times \sin 0,8^\circ = 77 \text{ KVAR}$$



$$X_c = 1,1 \Omega \quad X_{lc} = 0,08 \times \frac{6^2}{5} = 0,576 \Omega$$

$$R = \frac{5700/\sqrt{3}}{450} = 7,32 \Omega$$

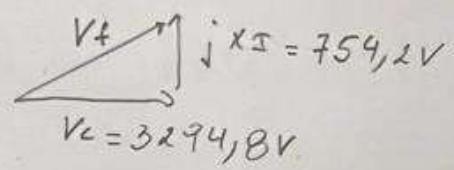
2) $V_c = 0,95 \times \frac{6000}{\sqrt{3}} = \frac{5700}{\sqrt{3}} \Rightarrow I = 450 A$

$$X = X_a + X_c = 1,1 + 0,576 = 1,676$$

$$V_f = \sqrt{V_c^2 + (XI)^2} = 3380 V \Rightarrow U_f = \sqrt{3} V_f = 5847,4 V$$

$$31500,4 = \frac{6}{31,5(1+x)} \times 31,500 = 5847,4 \Rightarrow 1+x = \frac{6000}{5847,4} = 1,026 \Rightarrow x = 2,5\%$$

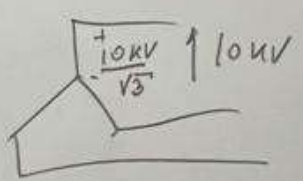
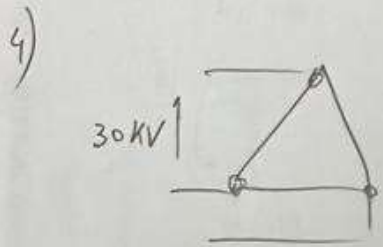
$$\Rightarrow T_{\text{moro}} (1+0,025) \approx 23,5/6 \text{ KV}$$



3) $I_N = \frac{5 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6000} = 481,7 A$

$$V_f = \frac{30 \times 10^3}{\sqrt{3}} \times \frac{6}{1,025 \times 31,5} = \frac{5575}{\sqrt{3}} V$$

$$I = \frac{5575/\sqrt{3}}{\sqrt{7,32^2 + 1,676^2}} = \frac{5575/\sqrt{3}}{7,51} = 429,1 A \Rightarrow \underline{\underline{89\%}}$$

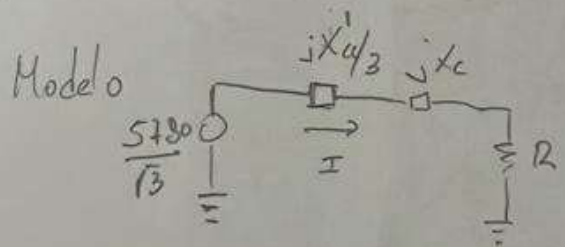


$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{30}{10/\sqrt{3}}$$

$$\frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3}} = 5780 V$$

Encero ΔY : $X_a = \frac{2400/\sqrt{3}}{400} = 3,47 \Omega$ @ 30 kV $\rightarrow X'_a = \left(\frac{10}{30}\right)^2 \times 3,47 = 0,386 \Omega$ @ 10 kV.

Se conecta Δ/Δ



$$\frac{X'_a}{3} = 0,129 \Omega$$

$$I = \frac{5780/\sqrt{3}}{\sqrt{7,32^2 + 0,129^2}} = \frac{5780/\sqrt{3}}{7,42} = 450,2 A$$

$$V_c = 7,32 \times 450,2 = 3295,4 \Rightarrow \underline{\underline{U_c = 5701 V}}$$