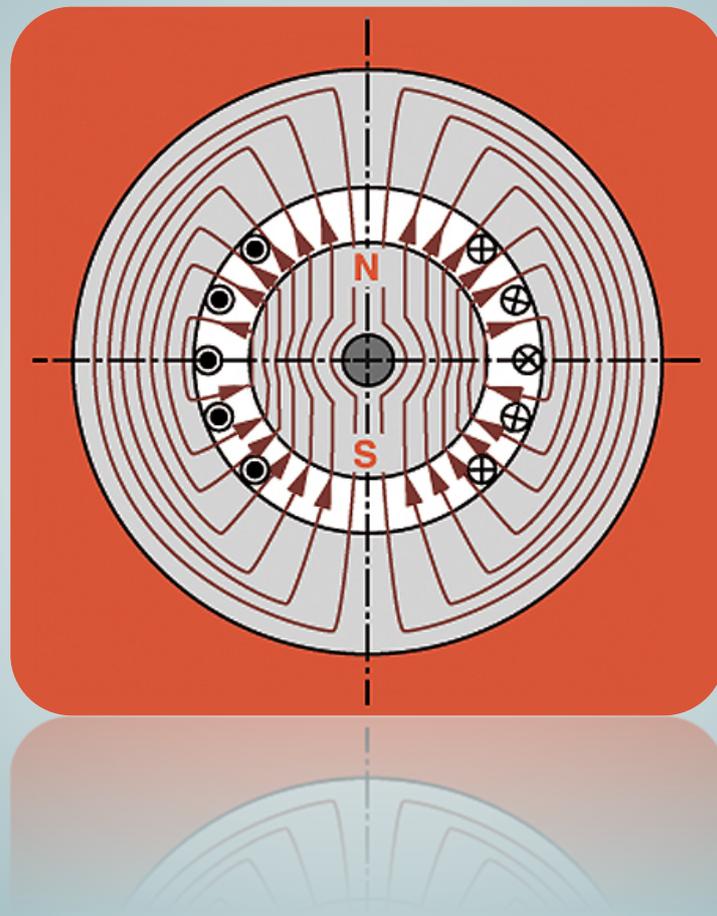


# Máquinas Eléctricas I - G862

## Tema 2. Transformadores Monofásicos. Problemas propuestos



**Miguel Ángel Rodríguez Pozueta**

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## PROBLEMAS PROPUESTOS DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS

- 1) Un transformador monofásico de 5000 kVA, 12000/30000 V, 50 Hz ha dado los siguientes resultados en unos ensayos:

<u>Vacío:</u>	30000 V	12 A	15000 W	(Medido en el lado de A.T.)
<u>Cortocircuito:</u>	500 V	400 A	20000 W	(Medido en el lado de B.T.)

Calcular las siguientes magnitudes:

- a) Parámetros del circuito equivalente.
  - b) Tensión relativa de cortocircuito  $\epsilon_{cc}$ .
  - c) Intensidad que circula por el primario en régimen permanente cuando hay un cortocircuito en el secundario.
  - d) Tensión que existe en el secundario cuando el primario está conectado a la tensión asignada y el transformador alimenta una carga de 4000 kVA con factor de potencia 0,75 capacitivo.
  - e) Rendimiento cuando alimenta a una carga de 3500 kW con factor de potencia 0,8 inductivo.
  - f) Potencia aparente de máximo rendimiento y rendimiento máximo con factor de potencia unidad.
- 2) Los ensayos de un transformador monofásico de 10 kVA, 230/2300 V han dado los siguientes resultados:

<u>Vacío:</u>	230 V	0,45 A	70 W
<u>Cortocircuito:</u>	120 V	4,5 A	240 W

- a) Calcular los parámetros del circuito equivalente.
  - b) Calcular las tensiones relativas  $\epsilon_{Rcc}$ ,  $\epsilon_{Xcc}$  y  $\epsilon_{cc}$ .
  - c) Obtener las intensidades permanentes de cortocircuito en el primario y en el secundario.
- 3) Un ingeniero quiere analizar una instalación que está alimentada por un viejo transformador monofásico del que carece de información y cuya placa de características está casi ilegible, de modo que sólo ha podido averiguar que la relación de transformación es 10000/1000 V, que la potencia asignada vale 400 kVA y la frecuencia asignada es 50 Hz.

De los datos de funcionamiento de la instalación sabe que cuando el transformador está en vacío a la tensión asignada circula una corriente de 0,6 A por el primario y consume 1000 W. También obtiene que cuando el transformador está a media carga, con factor de potencia unidad y con la tensión asignada en el primario, la tensión secundaria es 991,9 V y a plena carga con factor de potencia 0,8 inductivo, la tensión en el secundario vale 955,5 V.

Calcular las siguientes magnitudes:

- a) Parámetros  $R_{Fe}$ ,  $X_{\mu}$ ,  $\epsilon_{Rcc}$ ,  $\epsilon_{Xcc}$  y  $\epsilon_{cc}$ .
- b) Las medidas que se hubieran obtenido de haber realizado el ensayo de cortocircuito a la intensidad asignada y alimentando el transformador por el primario.
- c) La intensidad de cortocircuito en régimen permanente en el primario.
- d) El mayor de los rendimientos máximos.

- 4) Un transformador monofásico de 1 MVA, 10000/1000 V y 50 Hz ha dado los siguientes resultados en unos ensayos:

<u>Ensayo de vacío:</u>	1000 V	30 A	10 kW
<u>Ensayo de c.c.:</u>	540 V	90 A	12 kW

Calcular las siguientes magnitudes de este transformador:

- Parámetros  $R_{Fe}$ ,  $X_{\mu}$ ,  $R_{cc}$ ,  $X_{cc}$ ,  $\varepsilon_{cc}$ ,  $\varepsilon_{Rcc}$  y  $\varepsilon_{Xcc}$  del transformador.
  - Tensión con que hay que alimentar este transformador por el primario para que proporcione la tensión asignada en el secundario cuando suministra 800 kVA con factor de potencia 0,8 inductivo.
  - Potencia aparente de máximo rendimiento y el mayor de los rendimientos máximos.
  - Intensidad permanente de cortocircuito en el primario y en el secundario.
- 5) Un transformador monofásico de 1500 kVA, 15000/3000 V y 50 Hz ha dado los siguientes resultados en unos ensayos:

<u>Vacío:</u>	15000 V	4 A	21100 W
<u>Cortocircuito:</u>	207 V	460 A	31740 W

- Calcular los parámetros del circuito equivalente.
  - Calcular los parámetros  $\varepsilon_{cc}$ ,  $\varepsilon_{Rcc}$  y  $\varepsilon_{Xcc}$ .
  - Calcular las corrientes permanentes de cortocircuito en el primario y en el secundario.
  - ¿Cual será la tensión en el secundario si el primario se alimenta a la tensión asignada y en el secundario hay una carga de 400 A con un factor de potencia 0,8 inductivo?
  - Calcular la potencia aparente a la cual se produce el máximo rendimiento y el valor de dicho rendimiento máximo para un factor de potencia unidad.
- 6) Se ha ensayado un transformador monofásico de 500 kVA, 15000/3000 V, 50 Hz obteniéndose los siguientes resultados:

<u>Vacío:</u>	15000 V	1,67 A	4000 W
<u>Cortocircuito:</u>	126 V	140 A	7056 W

- Obtener los parámetros del circuito equivalente del transformador reducido al primario.
- ¿Cuáles son los valores de las caídas relativas de tensión  $\varepsilon_{cc}$ ,  $\varepsilon_{Rcc}$  y  $\varepsilon_{Xcc}$ ?
- Cuando este transformador alimenta una carga de 360 kW con factor de potencia 0,8 inductivo ¿cuál es su rendimiento?
- Calcular el rendimiento máximo de este transformador cuando está funcionando con un factor de potencia 0,9 inductivo.
- Obtener la tensión en el secundario cuando se aplican 15000 V al primario y se conecta una carga en el secundario que absorbe 100 A con un factor de potencia 0,8 inductivo.
- Si se aplican 15000 V al primario y se conecta una carga en el secundario que absorbe 100 A con un factor de potencia 0,8 capacitivo ¿cuál será el valor de la tensión secundaria?
- Si se produce un cortocircuito en el secundario del transformador ¿cuál será el valor de la corriente primaria en régimen permanente?

7) En la placa de características de un transformador monofásico se lee lo siguiente:

$$\begin{array}{llll} m = 3000/1000 \text{ V} & S_N = 300 \text{ kVA} & f = 50 \text{ Hz} & \\ I_0 = 3 \text{ A} & P_{Fe} = 3456 \text{ W} & P_{cuN} = 5400 \text{ W} & \epsilon_{cc} = 5,5 \% \end{array}$$

Calcular:

- a) Los parámetros  $\epsilon_{cc}$ ,  $\epsilon_{Rcc}$  y  $\epsilon_{Xcc}$  de este transformador.
  - b) La corriente en el primario si se produce un cortocircuito en bornes del secundario estando el primario a la tensión asignada.
  - c) El mayor de los rendimientos máximos  $\eta_{M\acute{a}x}$  de esta máquina.
  - d) La tensión en con que hay que alimentar el primario de este transformador para conseguir la tensión asignada en bornes del secundario cuando tiene conectada una carga que consume 210 A con un factor de potencia 0,8 capacitivo.
  - e) El rendimiento del transformador cuando alimenta la carga del apartado anterior.
- 8) Un transformador monofásico de 3000 kVA, 30000/6000 V y 50 Hz ha dado los siguientes resultados en unos ensayos:

<u>Vacío:</u>	30000 V	4,27 A	45000 W
<u>Cortocircuito:</u>	378 V	460 A	72900 W

- a) Calcular los parámetros  $\epsilon_{cc}$ ,  $\epsilon_{Rcc}$  y  $\epsilon_{Xcc}$ .
  - b) Calcular las corrientes de cortocircuito en el primario y en el secundario.
  - c) ¿Cual será la tensión en el secundario si el primario se alimenta a la tensión asignada y en el secundario hay una carga de 450 A con un factor de potencia 0,8 capacitivo?
  - d) Calcular la potencia aparente a la cual se produce el máximo rendimiento y el valor de dicho rendimiento máximo para un factor de potencia 0,75 inductivo.
- 9) Se ha realizado el ensayo de cortocircuito de un transformador monofásico de 2500 kVA, 50000/10000 V y 50 Hz obteniéndose los siguientes resultados:

$$\begin{array}{lll} 720 \text{ V} & 225 \text{ A} & 37947 \text{ W} \end{array}$$

Se sabe que este transformador tiene una corriente de vacío igual al 3% de la asignada y que su rendimiento con la carga asignada y factor de potencia unidad es de 97,66%.

Calcular:

- a) Los parámetros  $\epsilon_{cc}$ ,  $\epsilon_{Rcc}$ ,  $\epsilon_{Xcc}$ ,  $P_0$ ,  $R_{Fe}$  y  $X_{\mu}$  de este transformador.
- b) La corriente en el primario si se produce un cortocircuito en bornes del secundario estando el primario a la tensión asignada.
- c) El mayor de los rendimientos máximos  $\eta_{M\acute{a}x}$  de esta máquina.
- d) La tensión en con que hay que alimentar el primario de este transformador para conseguir la tensión asignada en bornes del secundario cuando tiene conectada una carga que consume 1800 kW con un factor de potencia 0,9 inductivo.
- e) El rendimiento del transformador cuando alimenta la carga del apartado anterior.

**10)** De un transformador monofásico de 0,5 MVA, 10000/1000 V y 50 Hz se sabe que cuando su primario está a la tensión asignada  $V_{1N}$  y se produce un cortocircuito en el secundario por el primario circula una corriente de régimen permanente 625 A y el factor de potencia vale entonces 0,313. También se sabe que el máximo rendimiento de este transformador se produce cuando el índice de carga es 0,8 y que cuando está en vacío la corriente en el primario vale 2 A.

Calcular:

- a) Los parámetros  $\varepsilon_{cc}$ ,  $\varepsilon_{Rcc}$ ,  $\varepsilon_{Xcc}$ ,  $R_{Fe}$  y  $X_{\mu}$  de este transformador.
- b) Las potencias  $P_{cc}$  y  $P_0$ .
- c) La tensión en el secundario  $V_2$  si el primario está a la tensión asignada  $V_{1N}$  y el secundario tiene conectada una carga que consume una corriente  $I_2$  de 350 A con factor de potencia  $\cos \varphi_2 = 0,8$  capacitivo.
- d) El rendimiento  $\eta$  del transformador con la carga del apartado anterior.
- e) El mayor de los rendimientos máximos  $\eta_{Máx}$  de esta máquina.

**11)** Un transformador monofásico de 500 kVA, 10000/1000 V y 50 Hz ha dado los siguientes resultados en unos ensayos:

<u>Vacío:</u>	10000 V	4 A	6000 W
<u>Cortocircuito:</u>	450 V	45 A	12150 W

Calcular:

- a) Los parámetros  $R_{Fe}$ ,  $X_{\mu}$ ,  $R_{cc}$ ,  $X_{cc}$ ,  $\varepsilon_{cc}$ ,  $\varepsilon_{Rcc}$  y  $\varepsilon_{Xcc}$ .
- b) La corriente de cortocircuito en el primario.
- c) La tensión que es preciso aplicar al primario para conseguir alimentar a 1000 V una carga que consume 350 A con factor de potencia 0,7 capacitivo.
- d) La potencia aparente a la cual se produce el máximo rendimiento y el valor de dicho rendimiento máximo para un factor de potencia 0,9 inductivo.

**SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS PROPUESTOS DE  
TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS**

- 1) a)  $R_{Fe} = 9600 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 1006 \Omega$ ;  $R_{cc} = 0,125 \Omega$ ;  $X_{cc} = 1,244 \Omega$   
b)  $\varepsilon_{cc} = 4,341\%$   
c)  $I_{1falta} = 9600 \text{ A}$   
d)  $V_2 = 30607 \text{ V}$   
e)  $\eta = 99,1\%$   
f)  $S_{\eta M\acute{a}x} = 4156,6 \text{ kVA}$ ;  $\eta_{M\acute{a}x} = 99,3\%$
- 2) a)  $R_{Fe} = 756 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 694 \Omega$ ;  $R_{cc} = 0,119 \Omega$ ;  $X_{cc} = 0,239 \Omega$   
b)  $\varepsilon_{Rcc} = 2,24\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 4,52\%$ ;  $\varepsilon_{cc} = 5,04\%$   
c)  $I_{1falta} = 863 \text{ A}$ ;  $I_{2falta} = 86,3 \text{ A}$
- 3) a)  $R_{Fe} = 100000 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 16903 \Omega$ ;  $\varepsilon_{Rcc} = 1,62\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 5,26\%$ ;  $\varepsilon_{cc} = 5,5\%$   
b)  $V_{1cc} = 550 \text{ V}$ ;  $I_{1N} = 40 \text{ A}$ ;  $P_{cc} = 6480 \text{ W}$   
c)  $I_{1falta} = 727,3 \text{ A}$   
d)  $\eta_{M\acute{a}x} = 98,7\%$
- 4) a)  $R_{Fe} = 10000 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 3534 \Omega$ ;  $R_{cc} = 1,48 \Omega$ ;  $X_{cc} = 5,81 \Omega$ ;  
 $\varepsilon_{cc} = 6\%$ ;  $\varepsilon_{Rcc} = 1,48\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 5,81\%$   
b)  $V_1 = 10374 \text{ V}$   
c)  $S_{\eta M\acute{a}x} = 822 \text{ kVA}$ ;  $\eta_{M\acute{a}x} = 97,6\%$   
d)  $I_{1falta} = 1667 \text{ A}$ ;  $I_{2falta} = 16667 \text{ A}$
- 5) a)  $R_{Fe} = 10638 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 4011 \Omega$ ;  $R_{cc} = 3,75 \Omega$ ;  $X_{cc} = 10,61 \Omega$   
b)  $\varepsilon_{Rcc} = 2,5\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 7,07\%$ ;  $\varepsilon_{cc} = 7,5\%$   
c)  $I_{1falta} = 1333 \text{ A}$ ;  $I_{2falta} = 6667 \text{ A}$   
d)  $V_2 = 2850 \text{ V}$   
e)  $S_{\eta M\acute{a}x} = 1125 \text{ kVA}$ ;  $\eta_{M\acute{a}x} = 96,4\%$
- 6) a)  $R_{Fe} = 56243 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 9099 \Omega$ ;  $R_{cc} = 9 \Omega$ ;  $X_{cc} = 20,62 \Omega$   
b)  $\varepsilon_{Rcc} = 2\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 4,58\%$ ;  $\varepsilon_{cc} = 5\%$   
c)  $\eta = 96,8\%$   
d)  $\eta_{M\acute{a}x} = 97,3\%$   
e)  $V_2 = 2922 \text{ V}$   
f)  $V_2 = 3021 \text{ V}$   
g)  $I_{1falta} = 667 \text{ A}$
- 7) a)  $\varepsilon_{Rcc} = 1,8\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 5,2\%$ ;  $R_{Fe} = 2609 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 1083 \Omega$   
b)  $I_{1falta} = 1818 \text{ A}$   
c) ( $C_{opt} = 0,8$ )  $\eta_{M\acute{a}x} = 97,2\%$   
d) ( $\varepsilon_c = -1,18\%$ )  $V_1 = 2965 \text{ V}$   
e)  $\eta = 96,5\%$

- 8)** a)  $\varepsilon_{cc} = 6,85\%$ ;  $\varepsilon_{Rcc} = 2,87\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 6,22\%$   
b)  $I_{1falta} = 1460 \text{ A}$ ;  $I_{2falta} = 7299 \text{ A}$   
c) ( $\varepsilon_c = -1,29\%$ )  $V_2 = 6077 \text{ V}$   
d) ( $C_{opt} = 0,723$ )  $S_{\eta_{Máx}} = 2169 \text{ kVA}$ ;  $\eta_{Máx} = 94,8\%$
- 9)** a)  $\varepsilon_{cc} = 8,0\%$ ;  $\varepsilon_{Rcc} = 1,87\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 7,78\%$ ;  $P_0 = 13054 \text{ W}$ ;  $R_{Fe} = 191571 \Omega$ ;  
 $X_{\mu} = 33841 \Omega$   
b)  $I_{1falta} = 625 \text{ A}$   
c) ( $C_{opt} = 0,528$ )  $\eta_{Máx} = 98,1\%$   
d) ( $\varepsilon_c = 4,06\%$ )  $V_1 = 52030 \text{ V}$   
e)  $\eta = 97,7\%$
- 10)** a)  $\varepsilon_{cc} = 8,0\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 2,5\%$ ;  $\varepsilon_{Rcc} = 7,6\%$ ;  $R_{Fe} = 12500 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 5464 \Omega$   
b)  $P_{cc} = 12500 \text{ W}$ ;  $P_0 = 8000 \text{ W}$ ;  
c) ( $\varepsilon_c = -1,79\%$ )  $V_2 = 1018 \text{ V}$   
d)  $\eta = 95,2\%$   
e) ( $C_{opt} = 0,8$ )  $\eta_{Máx} = 96,2\%$
- 11)** a)  $R_{Fe} = 16667 \Omega$ ;  $X_{\mu} = 2528 \Omega$ ;  $R_{cc} = 6 \Omega$ ;  $X_{cc} = 8 \Omega$ ;  
 $\varepsilon_{cc} = 5\%$ ;  $\varepsilon_{Rcc} = 3\%$ ;  $\varepsilon_{Xcc} = 4\%$   
b)  $I_{1falta} = 1000 \text{ A}$   
c) ( $\varepsilon_c = -0,53\%$ )  $V_1 = 9947 \text{ V}$   
d) ( $C_{opt} = 0,632$ )  $\eta_{Máx} = 96,0\%$