

Máquinas Eléctricas I - G862

Tema 1. Principios Generales de las Máquinas Eléctricas. Problemas propuestos



Miguel Ángel Rodríguez Pozueta

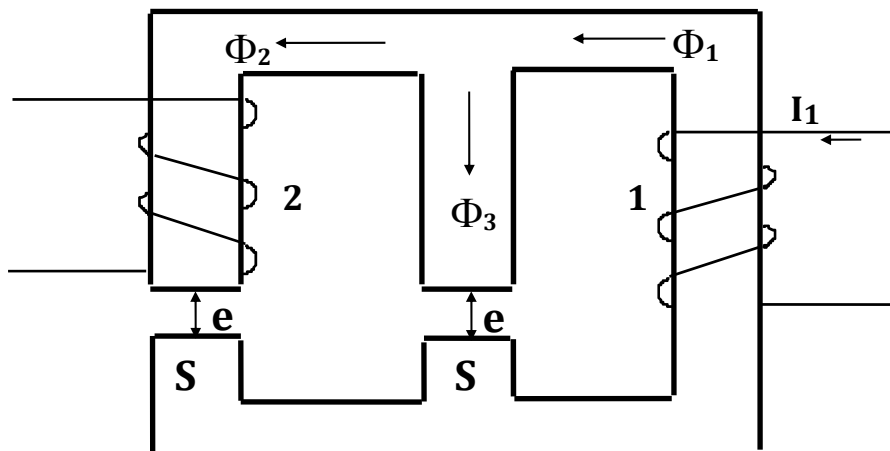
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

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 PRINCIPIOS GENERALES DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

1)



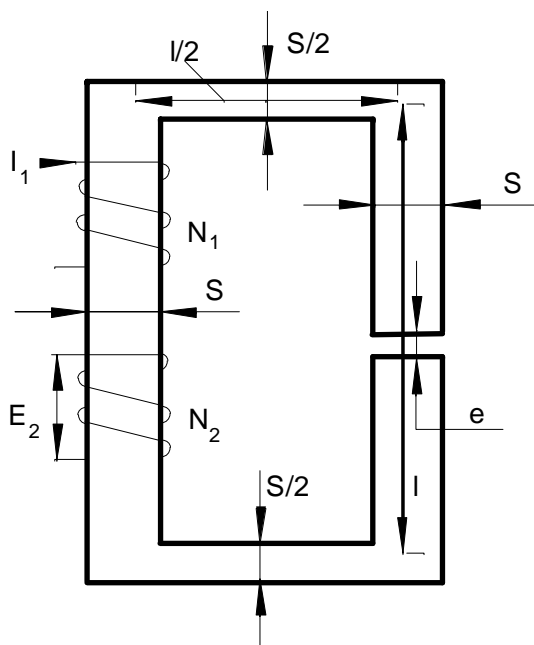
Se tiene el circuito magnético de la figura en el que se puede despreciar la reluctancia de las piezas de hierro frente a la de los entrehierros, así como las pérdidas magnéticas por histéresis y por corrientes de Foucault. Los dos entrehierros son iguales siendo su sección $S = \frac{100}{4\pi}$ cm² y su espesor $e = 0,5$ cm. La bobina 1 tiene $N_1 = 500$ espiras y la bobina 2 tiene $N_2 = 10$ espiras. La resistencia de la bobina 1 es $R_1 = 10 \Omega$.

Calcular:

- Los flujos en cada una de las columnas del circuito magnético cuando la bobina 2 está en circuito abierto ($I_2 = 0$) y por la bobina 1 circula una corriente **continua** de 10 A.
- Tensiones en bornes de las bobinas 1 y 2.
- Coefficiente de autoinducción de la bobina 1.
- Coefficiente de inducción mutua entre las bobinas 1 y 2.
- Si por la bobina 1 circula una corriente **alterna** de 50 Hz y valor eficaz de 10 A, mientras que la bobina 2 sigue en circuito abierto ($I_2 = 0$), ¿cuáles serán ahora las tensiones en bornes de ambas bobinas?

NOTA: Recuérdese que $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ henrios/metro en el sistema S.I.

2)



En el circuito magnético de la figura se tiene que

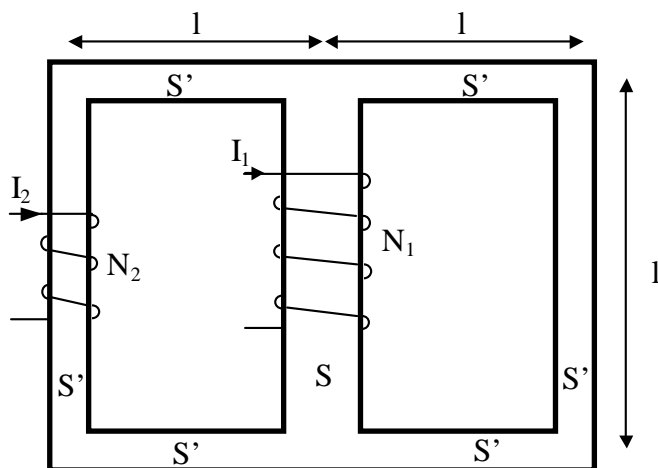
$$l = 40 \text{ cm}; \quad S = 25 \text{ cm}^2; \quad e = 0,5 \text{ cm}; \\ N_1 = 1000 \text{ espiras}; \quad N_2 = 100 \text{ espiras}$$

La permeabilidad magnética relativa del material con que está construido este circuito magnético es constante y vale 1000.

Estando la bobina 2 en circuito abierto se hace circular por la bobina 1 una corriente I_1 alterna de frecuencia 50 Hz, de forma que aparece una f.e.m. inducida en la bobina 2 de valor eficaz $E_2 = 30$ V. Calcular:

- El valor máximo del flujo en el circuito magnético en estas circunstancias.
- La reluctancia total de este circuito magnético.
- El coeficiente de autoinducción de la bobina 1.
- Los valores máximo y eficaz de la corriente I_1 .

3) En el circuito magnético de la figura se tiene que:



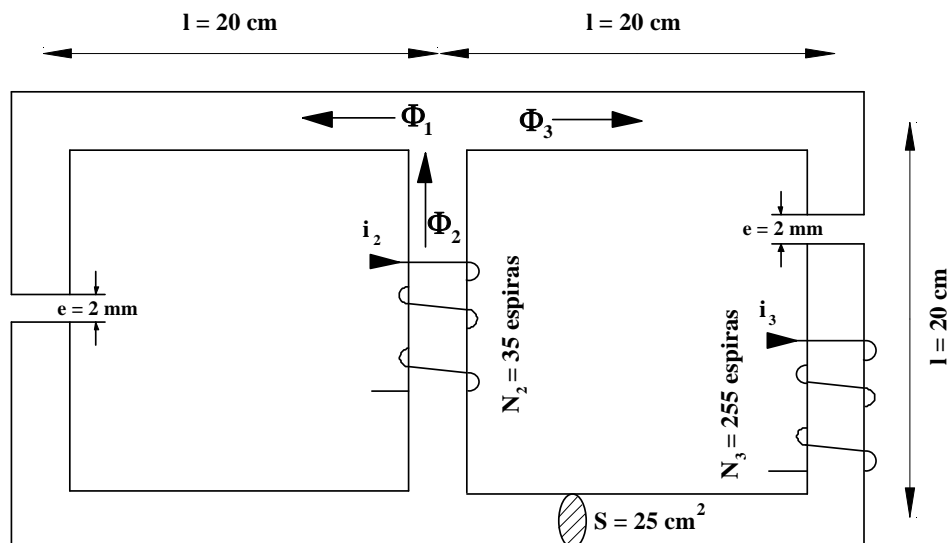
$S = 18 \text{ cm}^2$; $S' = 9 \text{ cm}^2$; $l = 30 \text{ cm}$;
 $N_1 = 1000$ espiras; $N_2 = 100$ espiras;
 $I_1 = 10 \text{ A}$; $R_1 = 100 \Omega$; $R_2 = 10 \Omega$

El material con que está construido tiene una permeabilidad magnética relativa que se puede considerar constante e igual a 1000.

a) Calcular el valor de la tensión continua que se debe aplicar a la bobina 2 para que el flujo en la columna central sea nulo.

b) Calcular también el flujo en las otras dos columnas y la tensión continua que se ha aplicado en bornes de la bobina 1.

4)



En el circuito magnético de la figura se tienen los siguientes datos:

$l = 20 \text{ cm}$ $e = 2 \text{ mm}$ $S = 25 \text{ cm}^2$ $N_2 = 35$ espiras

$N_3 = 255$ espiras $R_2 = 0,48 \Omega$ $R_3 = 0,8 \Omega$

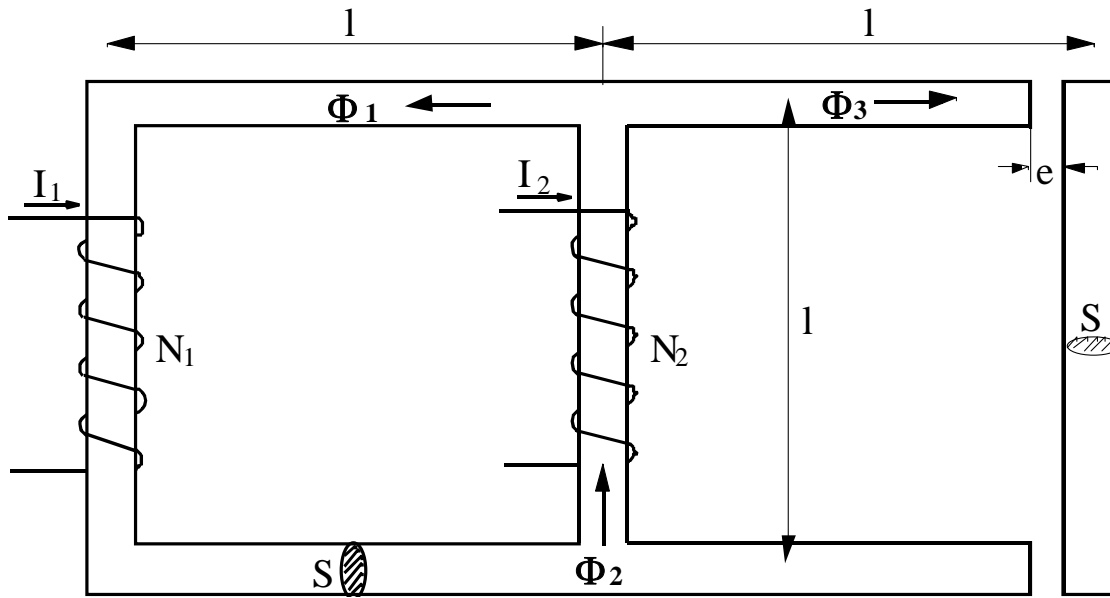
El material con que está construido tiene una permeabilidad relativa constante e igual a 5000. La sección de todas las ramas del circuito magnético es la misma (S). Igualmente todas las ramas tienen la misma longitud (l). Los dos entrehierros tienen igual espesor (e). La rama vertical central tiene una bobina de $N_2 = 35$ espiras y la rama de la derecha tiene otra de $N_3 = 255$ espiras. Las resistencias de estas bobinas son $R_2 = 0,48 \Omega$ y $R_3 = 0,8 \Omega$, respectivamente. Las pérdidas en el hierro de este circuito magnético son despreciables.

Cuando se alimenta la bobina de la rama central con una corriente alterna de 50 Hz y valor eficaz $I_2 = 25 \text{ A}$ y la bobina de la derecha está en circuito abierto, calcular:

- Los valores eficaces de los flujos en cada rama del circuito magnético.
- El coeficiente de autoinducción L_2 y la impedancia Z_2 de la bobina de la rama central.
- Los valores eficaces de las tensiones en bornes de ambas bobinas.

5) En el circuito magnético de la figura se tiene que:

$$l = 10 \text{ cm} \quad e = 1 \text{ mm} \quad S = 100 \text{ cm}^2 \quad N_1 = 150 \text{ espiras} \quad N_2 = 275 \text{ espiras}$$

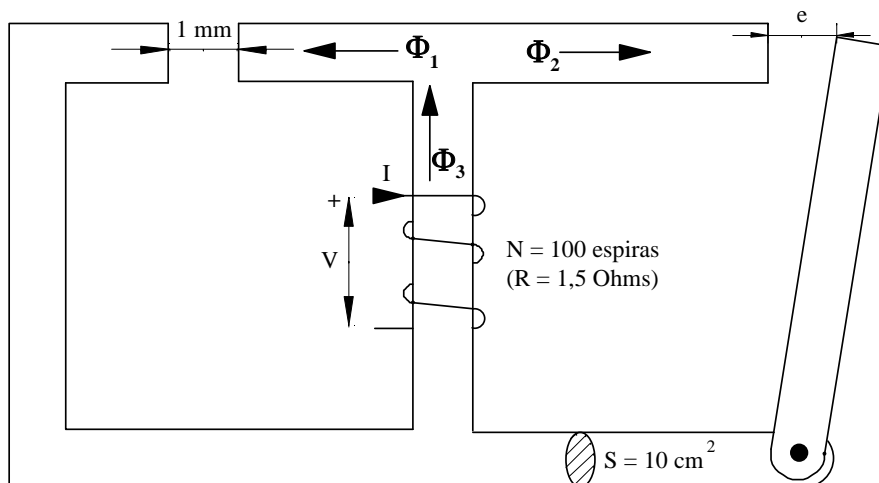


El material con que está construido tiene una permeabilidad relativa constante e igual a 3000. La sección de todas las ramas del circuito magnético es la misma (S). Igualmente todas las ramas tienen la misma longitud (l). La rama vertical derecha está sujeta de tal manera que permanece inmóvil a pesar de la fuerza magnética que se ejerce sobre ella. La resistencia de las dos bobinas es despreciable. Asimismo se pueden despreciar las pérdidas en el hierro.

Se deja la bobina 1 en circuito abierto ($I_1 = 0$) y se alimenta a la bobina 2 con una tensión alterna de frecuencia 100 Hz de forma que sobre la bobina 1 aparece una f.e.m. inducida de valor eficaz 500 voltios. Calcular:

- a) Los valores máximos de los flujos que circulan por las ramas del circuito magnético.
- b) Los valores eficaces de la tensión y de la corriente en la bobina 2.
- c) El coeficiente de autoinducción de la bobina 2 y de inducción mutua entre ambas bobinas.
- d) El valor máximo de la fuerza que se ejerce sobre la pieza móvil (la pieza de la derecha del circuito magnético).

- 6) En el circuito magnético de la figura, la bobina de la rama central tiene $N = 100$ espiras, una resistencia $R = 1,5 \Omega$ y se alimenta con una tensión continua V . La reluctancia de las partes metálicas del circuito magnético se puede despreciar frente a la de los entrehierros. La sección de todas las piezas del circuito magnético es la misma y vale $S = 10 \text{ cm}^2$ y el entrehierro de la izquierda es de 1 mm . Cuando la separación de la pieza móvil de la derecha vale $e = 1 \text{ mm}$ (ver figura) la fuerza ejercida sobre ella vale 16 N . Si se mantiene la pieza móvil bloqueada en esta posición (en la que $e = 1 \text{ mm}$), calcular:
- Flujo Φ_2 que circula por la pieza móvil.
 - Flujos Φ_1 y Φ_3 que circulan por las demás ramas del circuito magnético.
 - Corriente I que circula por la bobina.
 - Tensión V a la que está alimentada la bobina.
 - Coefficiente de autoinducción de la bobina.



- 13) Una máquina síncrona de 20 kVA funciona como alternador con unas pérdidas en el hierro de 150 W y unas pérdidas mecánicas de 200 W . Con la marcha asignada las pérdidas en el cobre de esta máquina son 400 W . Calcular:
- el rendimiento a $3/4$ de la plena carga y con un factor de potencia (f.d.p.) $0,8$.
 - el rendimiento a plena carga y con f.d.p. $0,9$.
 - la potencia aparente que origina el rendimiento máximo.
 - el rendimiento máximo con un f.d.p. unidad.
- 14) Un transformador monofásico de 100 kVA da lugar a unas pérdidas en el cobre de 1500 W a plena carga (carga asignada). Esta máquina tiene unas pérdidas fijas de 1000 W . Obtener:
- el rendimiento de este transformador cuando está trabajando a $1/2$ de la plena carga y con factor de potencia $0,8$.
 - la potencia aparente que da lugar al rendimiento máximo.
 - el índice de carga óptimo.

SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS PROPUESTOS

- 1) a) $\Phi_1 = -2 \text{ mWb}$; $\Phi_2 = \Phi_3 = -1 \text{ mWb}$; b) $V_1 = 100 \text{ V}$; $V_2 = 0 \text{ V}$;
c) $L_1 = 0,1 \text{ H}$; d) $L_{21} = 1 \text{ mH}$; e) $V_1 = 330 \text{ V}$; $V_2 = 3,14 \text{ V}$
- 2) a) $\Phi_M = 1,35 \text{ mWb}$; b) $\mathcal{R} = 2100845 \text{ H}^{-1}$;
c) $L_1 = 0,477 \text{ H}$; d) $I_{1M} = 2,83 \text{ A}$; $I_1 = 2 \text{ A}$
- 3) a) $V_2 = 2000 \text{ V}$; b) $V_1 = 1000 \text{ V}$
- 4) a) $\Phi_1 = 1,25 \text{ mWb}$; $\Phi_2 = 2,5 \text{ mWb}$; $\Phi_3 = 1,25 \text{ mWb}$;
b) $L_2 = 3,5 \text{ mH}$; $Z_2 = 1,2 \Omega$; c) $V_2 = 30 \text{ V}$; $V_3 = 100 \text{ V}$
- 5) a) $\Phi_{1M} = 7,5 \text{ mWb}$; $\Phi_{2M} = 7,86 \text{ mWb}$; $\Phi_{3M} = 0,357 \text{ mWb}$;
b) $V_2 = 960 \text{ V}$; $I_2 = 0,207 \text{ A}$; c) $L_2 = 7,38 \text{ H}$; $L_{21} = 3,84 \text{ H}$;
d) $f_{\text{Máx}} = 10,14 \text{ N}$
- 6) a) ($\mathcal{R}_\delta = 795775 \text{ H}^{-1}$) $\Phi_2 = 0,2 \text{ mWb}$; b) $\Phi_1 = 0,2 \text{ mWb}$; $\Phi_3 = 0,4 \text{ mWb}$;
c) ($\mathcal{F} = 159,2 \text{ Av}$) $I = 1,59 \text{ A}$; c) $V = 2,4 \text{ V}$;
d) $L = 25,2 \text{ mH}$
- 13) a) $\eta = 95,4\%$; b) $\eta = 96\%$;
c) $S_{\eta\text{Máx}} = 18,71 \text{ kVA}$; d) $\eta_{\text{Máx}} = 96,4\%$
- 14) a) $\eta = 96,7\%$; b) $S_{\eta\text{Máx}} = 81,65 \text{ kVA}$;
c) $C_{\text{opt}} = 0,817$;