

APÉNDICE II

A continuación se hace una pequeña comparación del comportamiento de los circuitos magnéticos alimentados con corriente continua, con corriente alterna y de las energías almacenadas.

Sea un circuito magnético como el de la figura II.1 que posee una bobina de N espiras, con resistencia r y un núcleo ferromagnético de sección S_{Fe} y longitud l constantes.

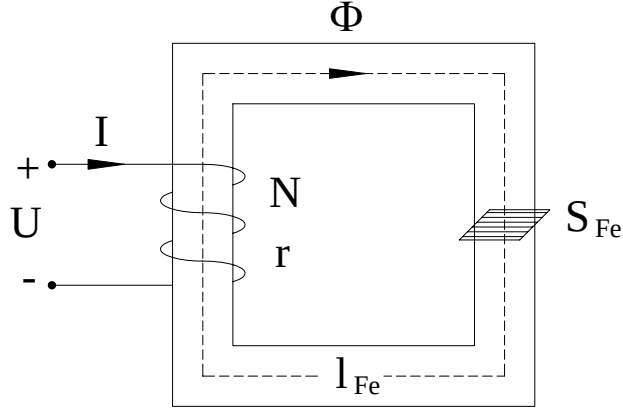


Figura II.1. Esquema del circuito magnético.

a) Alimentación con corriente continua

En este caso la corriente está determinada por la resistencia de la bobina:

$$I = \frac{U}{r} \quad (II.1)$$

al estar determinada la corriente, también están determinados el campo magnético H y la fuerza magnetomotriz $\mathcal{F}$:

$$\mathcal{F} = NI \quad (II.2)$$

$$H = \frac{NI}{l} \quad (II.3)$$

y a través de la curva de magnetización, quedan definidos los valores de:

$$\Phi = \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}} = BS_{Fe} \quad (II.4)$$

$$B = \mu H \quad (II.5)$$

Si se intercala un entrehierro g en el circuito magnético, crecerá la reluctancia y como la corriente y la fuerza magnetomotriz permanecen constantes, bajarán el flujo y la inducción magnética, y como debe ser:

$$NI = H_{Fe}l_{Fe} + H_g g = \text{cte.} \quad (II.6)$$

variarán los valores de H_{Fe} y H_g siendo, en general el primero mucho menor que el segundo. En efecto como el flujo es el mismo en el hierro que en el entrehierro y si se admite que las secciones por las que éste circula son iguales, es decir que no hay dispersión en el entrehierro, se tendrá la misma inducción magnética en todo el circuito, entonces:

$$B = \mu_{Fe} H_{Fe} = \mu_g H_g = \text{cte} \quad (\text{II.7})$$

y como $\mu_{Fe} \gg \mu_g$ resulta $H_{Fe} \ll H_g$.

b) Alimentación con corriente alterna

Suponiendo que al circuito se lo alimenta con una tensión de amplitud y frecuencia constantes, y como:

$$U \cong E = 4,44 f N \Phi_{\text{máx}} \quad (\text{II.8})$$

Tanto el flujo como la inducción máxima permanecerán sensiblemente constantes, y a través de la curva de magnetización, quedarán determinados los valores eficaces de H_{Fe} , F e I . Si ahora se intercala un entrehierro, el aumento de la reluctancia, hará crecer la corriente absorbida y, consecuentemente, la fuerza magnetomotriz para mantener constantes los valores del flujo y de la inducción, según la ecuación (II.4).

Como las ecuaciones (II.6) y (II.7) siguen siendo válidas, también en este caso el campo magnético en el hierro, que a pesar de la inserción del entrehierro no se habrá modificado, será mucho menor que en el entrehierro.

c) Energías almacenadas

Como se ha visto en el apunte de reactor, ecuación (37) la densidad de energía está dada por:

$$w = \int_{B_1}^{B_2} H dB \quad [\text{J/m}^3] \quad (\text{II.9})$$

que si el medio es lineal, la curva de la figura 10 se transforma en una recta que pasa por el origen de coordenadas, figura II.2 y resulta:

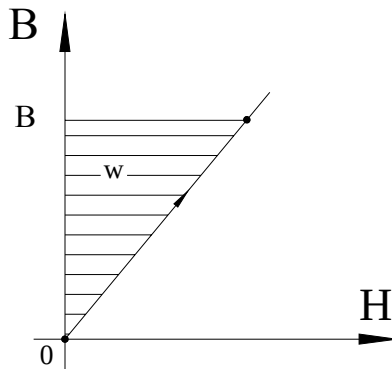


Figura II.2. Energía en un sistema lineal.

$$w = \int_0^B H dB = \frac{1}{2} B H \quad [\text{J/m}^3] \quad (\text{II.10})$$

Admitiendo que la porción de hierro también es lineal, resultará:

$$W_{Fe} = \frac{1}{2} B_{Fe} H_{Fe} V_{Fe} = \frac{1}{2} \frac{B_{Fe}^2}{\mu_{Fe}} V_{Fe} \quad (\text{II.11})$$

$$W_g = \frac{1}{2} B_g H_g V_g = \frac{1}{2} \frac{B_g^2}{\mu_g} V_g \quad (\text{II.12})$$

Si bien en general el volumen del entrehierro es menor que el del hierro, este no alcanza a compensar la mucho mayor permeabilidad del hierro frente a la del aire y como la inducción es sensiblemente constante, resulta:

$$W_g \gg W_{Fe} \quad (\text{II.13})$$

Como se verá más adelante, la variación de estas energías almacenadas da lugar a las fuerzas y a las cuplas que se desarrollan en las máquinas eléctricas, lo que, por otra parte, permite la conversión de energía de eléctrica a mecánica y viceversa; y como la mayor parte de la energía está almacenada en el entrehierro, se le dará mucha importancia al estudio de los campo y de la energía en el mismo.

Norberto A. Lemozy
2006