

Introducción a Electrotecnia

UNCuyo 2019

Unidad 4

Profesor Adjunto: Ing Marcos Saromé



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

Temas

Unidad Temática 4: Circuitos Magnéticos

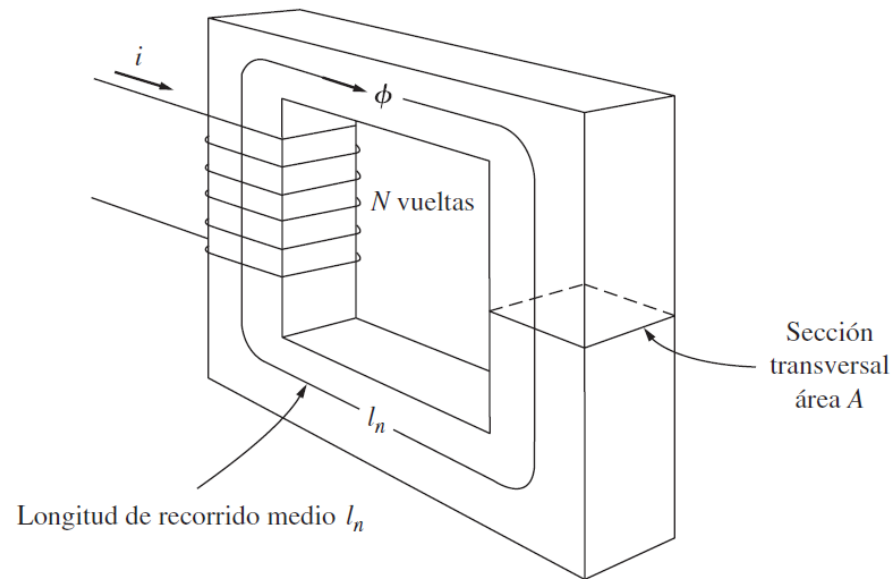
Definiciones y unidades de fuerza magnetomotriz, flujo, inducción, reluctancia, permeancia. Ley de Hopkinson. Curva B/H. Saturación. Resolución de circuitos sencillos, con y sin entrehierro.

Campo Magnético, Introducción

- Existen 4 principios básicos que describen como se utilizan los campos magnéticos en las máquinas eléctricas
- Un conductor que porta corriente produce un campo magnético a su alrededor
- Un campo magnético variable en el tiempo induce un voltaje en una bobina de alambre si pasa a través de ella. Principio del transformador
- Un conductor que posa corriente en presencia de un campo magnético experimenta una fuerza inducida sobre él. Principio del motor
- Un conductor que se mueve en un campo magnético tendrá un voltaje inducido en él. Principio del generador

Producción de un campo magnético

- Ley de Ampere $\oint \vec{H} \cdot d\vec{L} = I_{net}$



$$H l_n = N i$$

$$H = \frac{N i}{l_n}$$

Densidad de Flujo Magnético, B

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

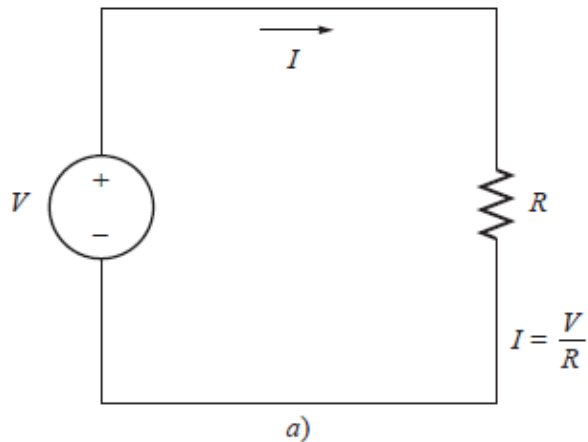
$$B = \mu H = \frac{\mu N i}{l_n}$$

$$\phi = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

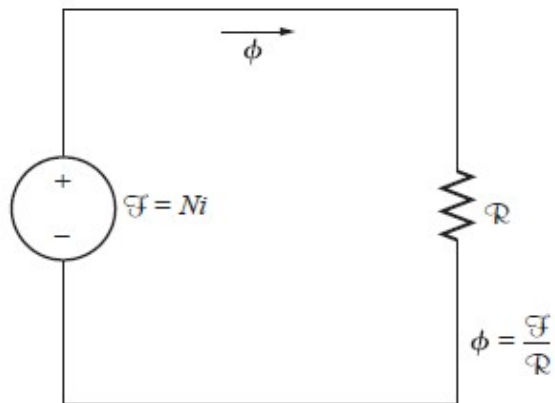
$$\phi = B A$$

$$\phi = B A = \frac{\mu N i A}{l_n}$$

Circuitos Magnéticos



- Con frecuencia se utiliza el modelo del circuito magnético en el diseño de motores y transformadores para simplificar el proceso



$$\mathcal{F} = \phi \mathcal{R}$$

$$\mathcal{R} = \frac{l_n}{\mu A}$$

Reluctancia de un Núcleo

- Obedecen las mismas reglas que las resistencias en el circuito eléctrico.
-
- Las Reluctancias equivalente en serie se suman
-
- Las Reluctancias equivalente en paralelo se combinan de acuerdo a:

Inexactitud de los resultados obtenidos como circuitos magnéticos

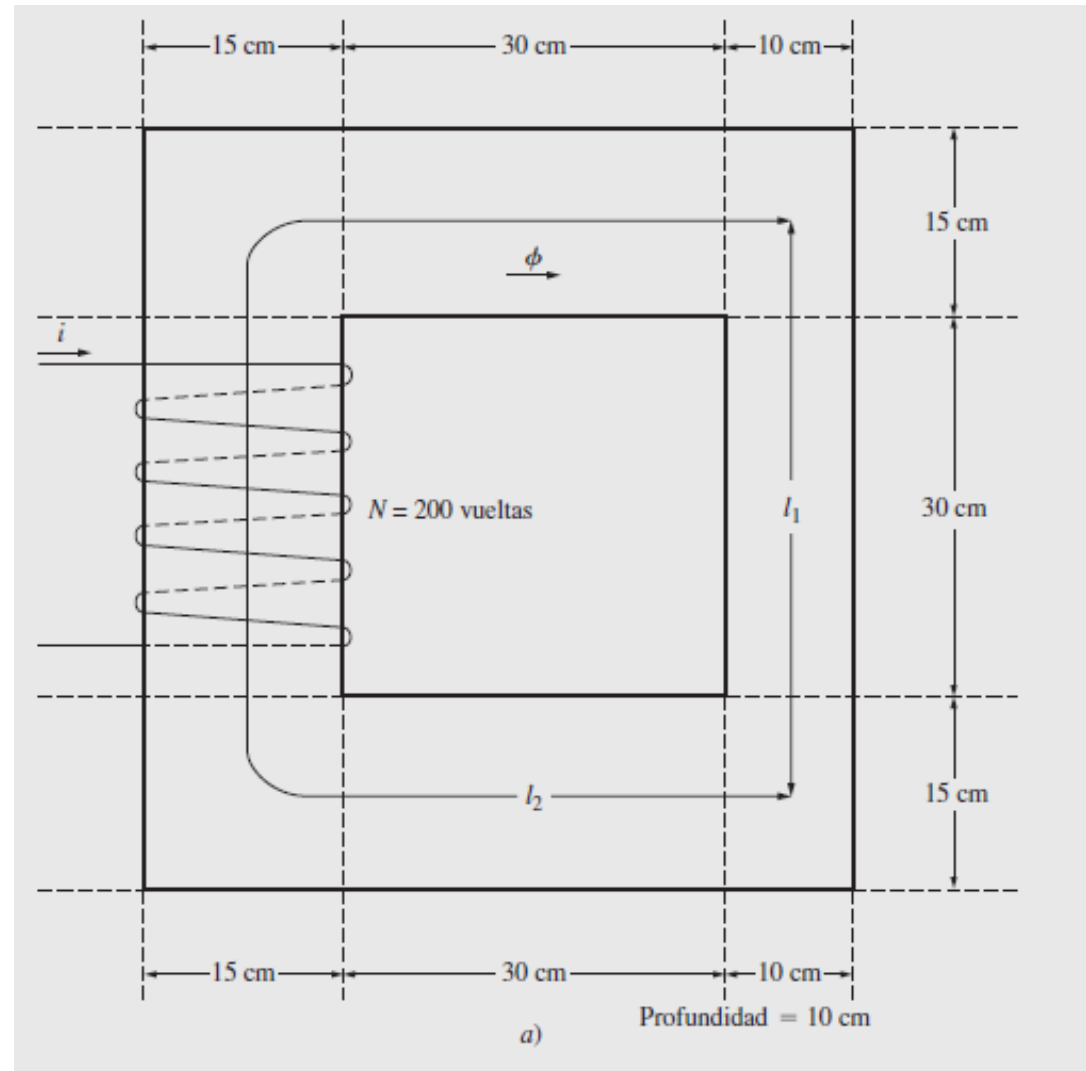
El concepto de circuito magnético supone que el flujo está confinado dentro del núcleo

- El cálculo de la permeabilidad supone una cierta longitud media y una sección transversal. No es muy adecuado especialmente en los ángulos.
- La permeabilidad varía con la cantidad de flujo que existe antes en el material.
- En el supuesto de entre hierro la sección efectiva del entre hierro será mayor que la del núcleo original.

Ejemplo 1

- En la figura se observa un núcleo ferromagnético. Tres lados de este núcleo tienen una anchura uniforme, mientras que el cuarto es un poco más delgado. La profundidad del núcleo visto es de 10 cm (hacia dentro de la página), mientras que las demás dimensiones se muestran en la figura. Hay una bobina de 200 vueltas enrollada sobre el lado izquierdo del núcleo. Si la permeabilidad relativa μ_r es de 2500, ¿qué cantidad de flujo producirá una corriente de 1 A en la bobina?

Ejemplo 1

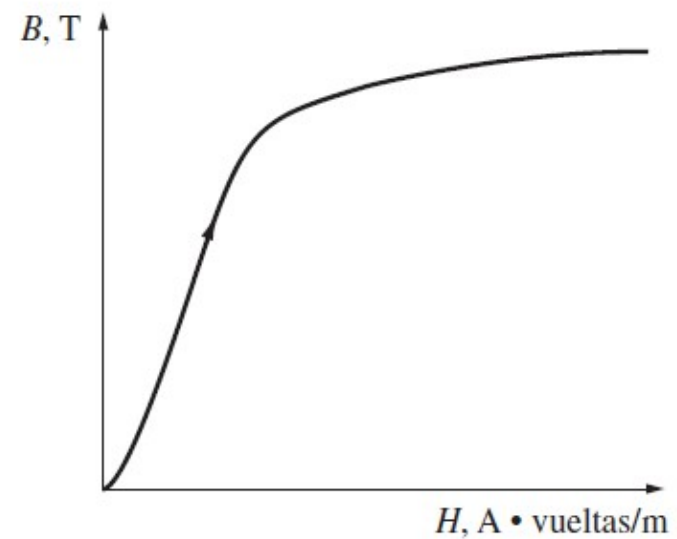
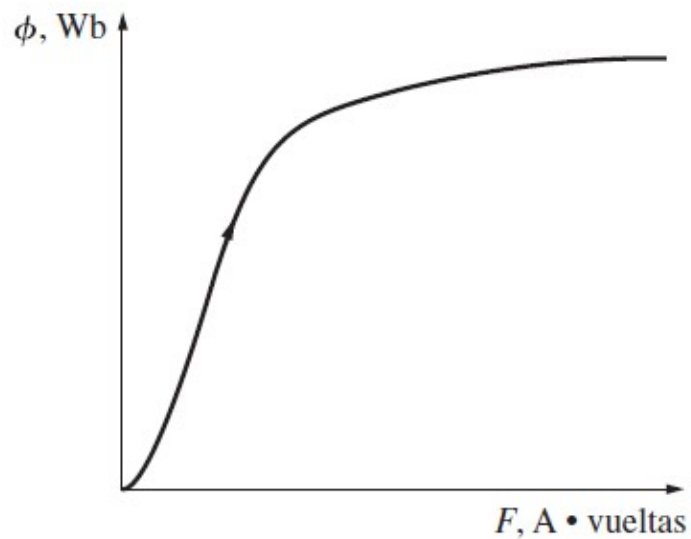


Curva de Saturación o Magnetización

Regiones:

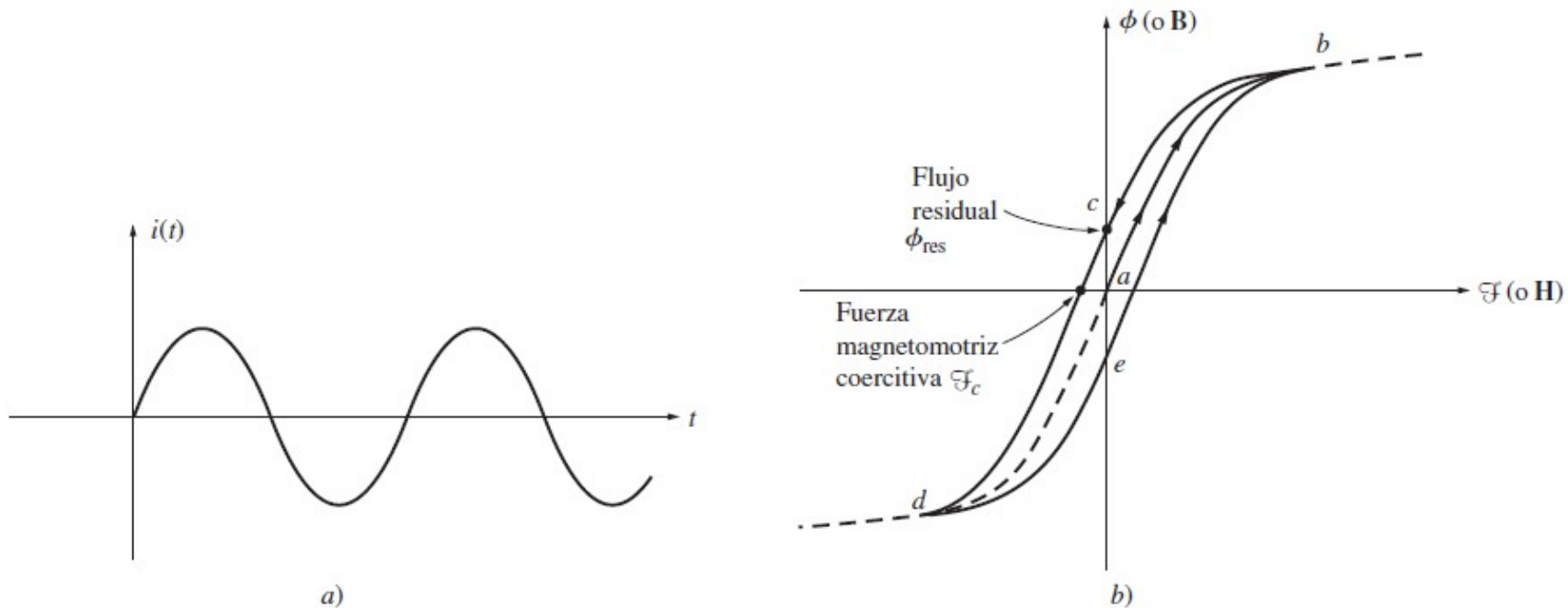
- Lineal
- Codo de Saturación
- Saturación

$$H = \frac{Ni}{l_n} = \frac{\mathcal{F}}{l_n}$$
$$\phi = BA$$

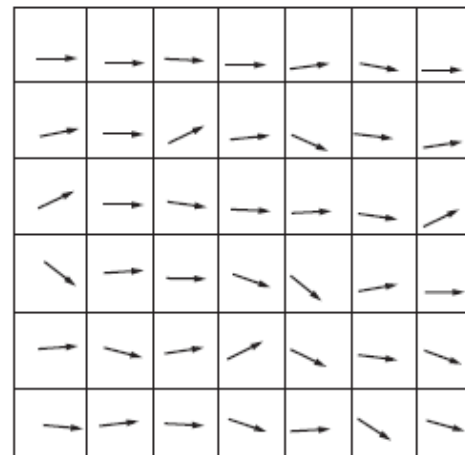
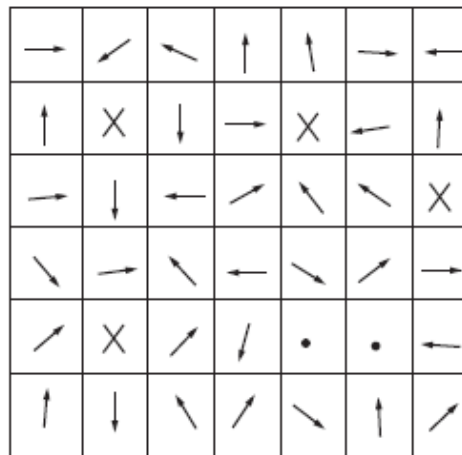


Perdidas de Energía en un núcleo Ferromagnético

- Perdidas por Histéresis
- Perdidas por corrientes parásitas



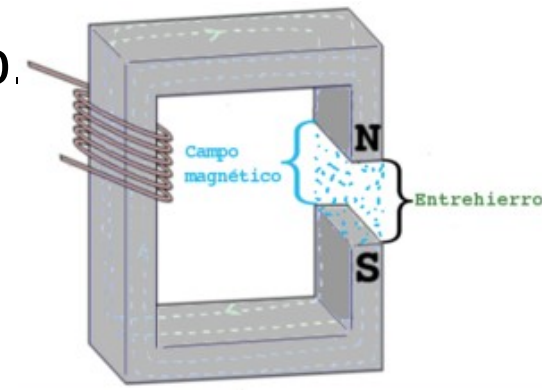
Perdidas de Energía en un núcleo Ferromagnético



Circuitos con Entre Hierro

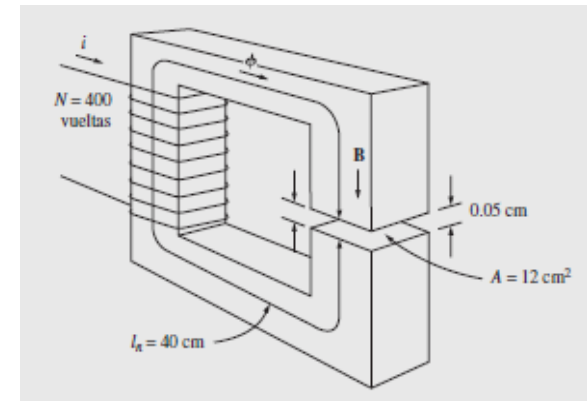
- Los circuitos magnéticos con pequeños espacios de aire son muy comunes. Generalmente se mantienen tan pequeños como sea posible porque la caída de fmm en el espacio de aire es mucho mayor que la caída en el núcleo.
- El flujo de aire se dispersa hacia afuera en el espacio de manera que el área del espacio excede el área de cálculo del núcleo adyacente.
- Siempre que la longitud del espacio l_0 sea menor que $1/10$ de la dimensión más pequeña del núcleo. Un área aparente S_a , del espacio de aire puede calcularse.

$$S_a(a+l_0)(b+l_0)$$



Ejemplo 2

- Calcule el área efectiva y la Reluctancia del entre hierro para la el siguiente caso.
- La el área transversal del núcleo es de 12cm^2 .
 $3\text{Cm} \times 4\text{cm}$.



Bibliografía

- Máquinas Eléctricas 5Ed- Stephen Chapman , capítulo 1
- Edminister, Capítulo 11. Inductancia y circuitos magnéticos.