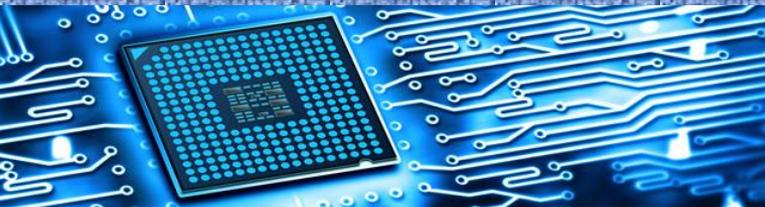




Máquinas Eléctricas

4.º nivel Ingeniería Electromecánica

Docentes: Dr. Ing. Diego M. Ferreyra || Ing. Pablo A. Ferrero



Máquinas e Instalaciones Eléctricas

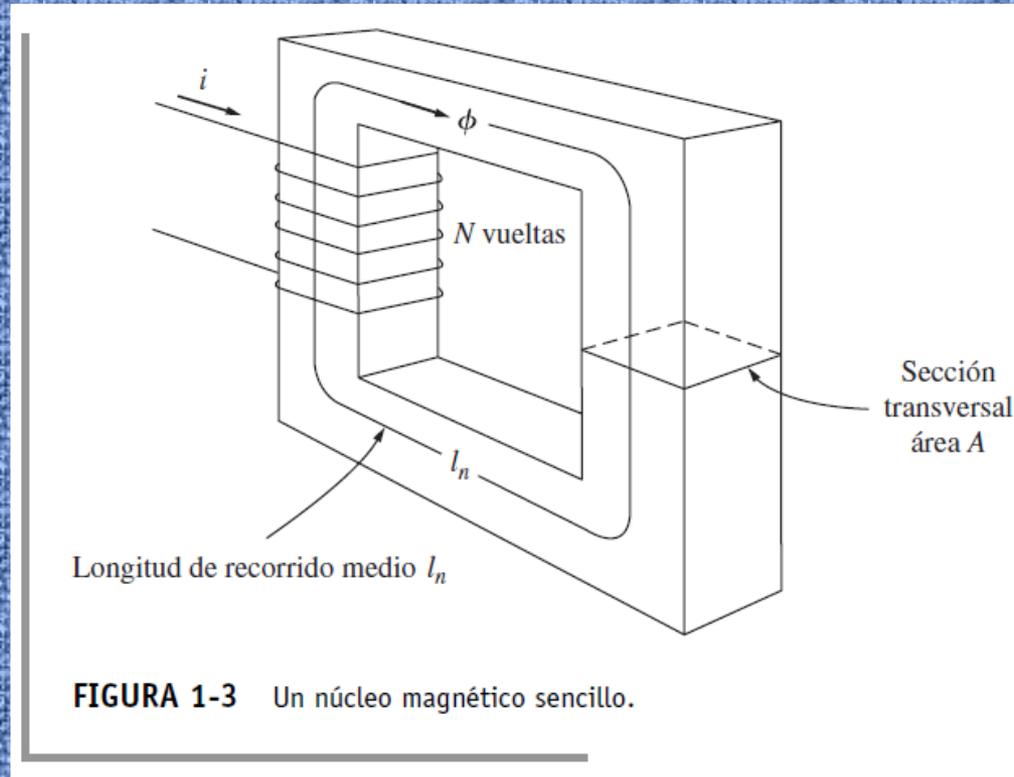
4.º nivel Ingeniería Electrónica

Docentes: Dr. Ing. Diego M. Ferreyra || Esp. Ing. Raúl A. Beinotti

Unidad 01. Transformadores monofásicos

Presentación 1

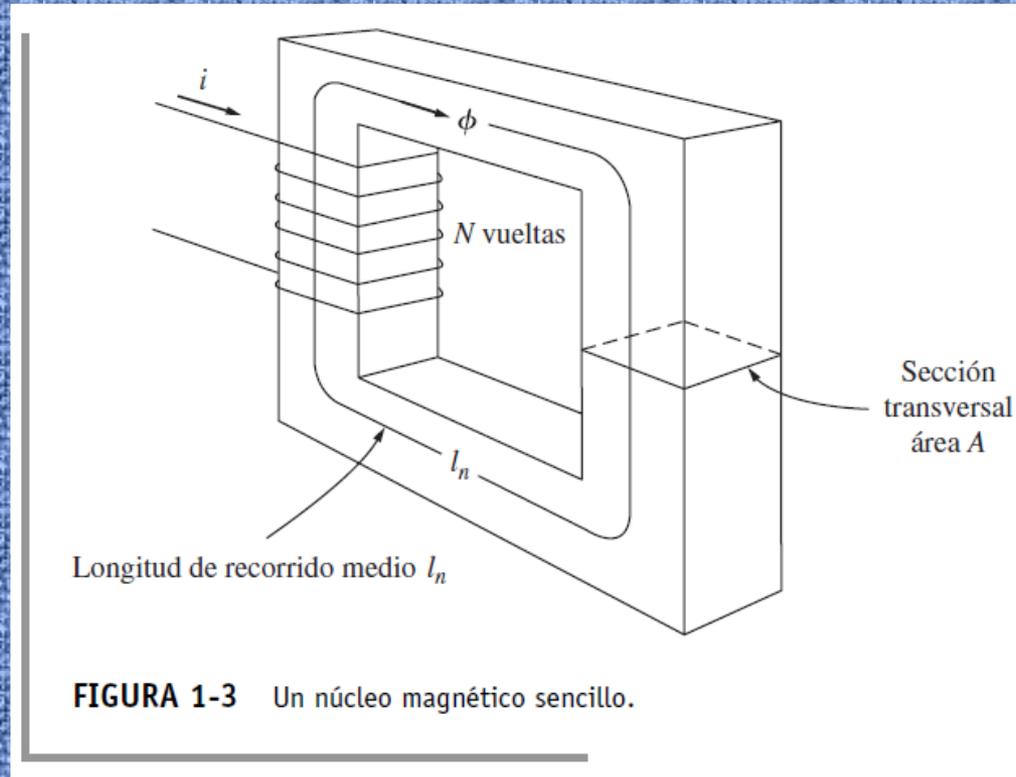
Generalidades sobre circuitos magnéticos
(del Capítulo 1 de Chapman)



Producción de un campo magnético

La ley básica que gobierna la producción de un campo magnético por medio de una corriente es la ley de Ampere:

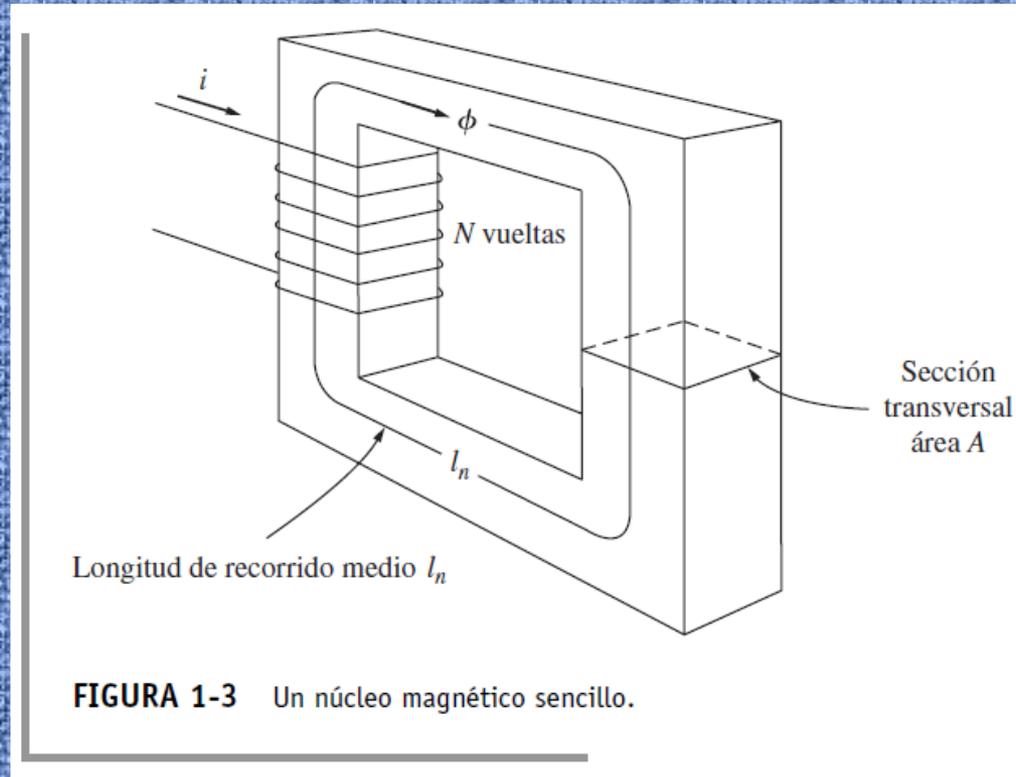
$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I_{\text{neta}} \quad (1-18)$$



$$Hl_n = Ni \quad (1-19)$$

donde H es la magnitud del vector de intensidad del campo magnético \mathbf{H} . De esta manera, la magnitud de intensidad del campo magnético en el núcleo debido a la corriente aplicada es

$$H = \frac{Ni}{l_n} \quad (1-20)$$



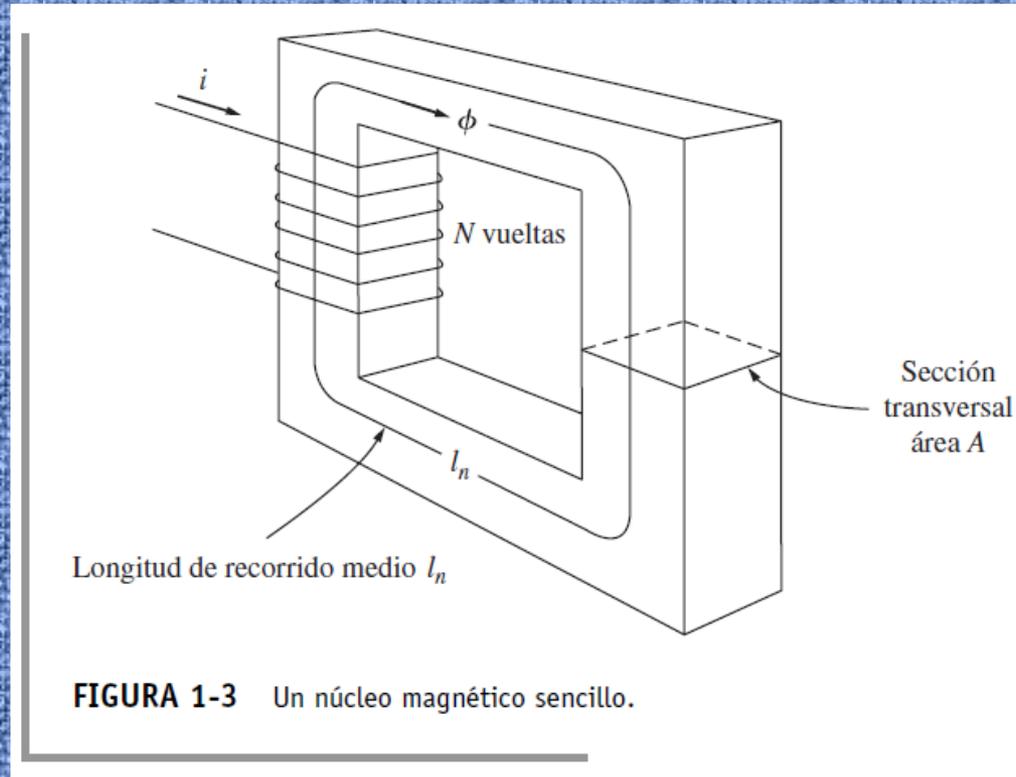
$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} \quad (1-21)$$

donde

\mathbf{H} = intensidad del campo magnético

μ = permeabilidad magnética del material

\mathbf{B} = densidad de flujo magnético resultante

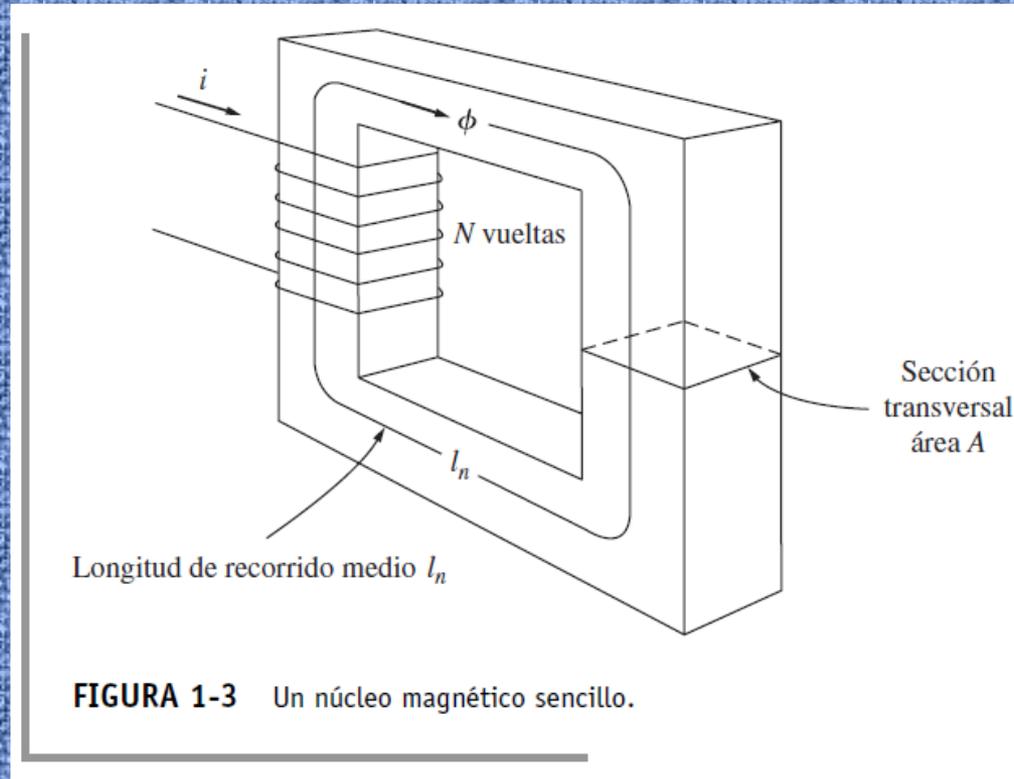


La permeabilidad del espacio libre (aire) se denomina μ_0 , y su valor es

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \quad (1-22)$$

La permeabilidad de cualquier material comparada con la del espacio libre se denomina *permeabilidad relativa*:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (1-23)$$



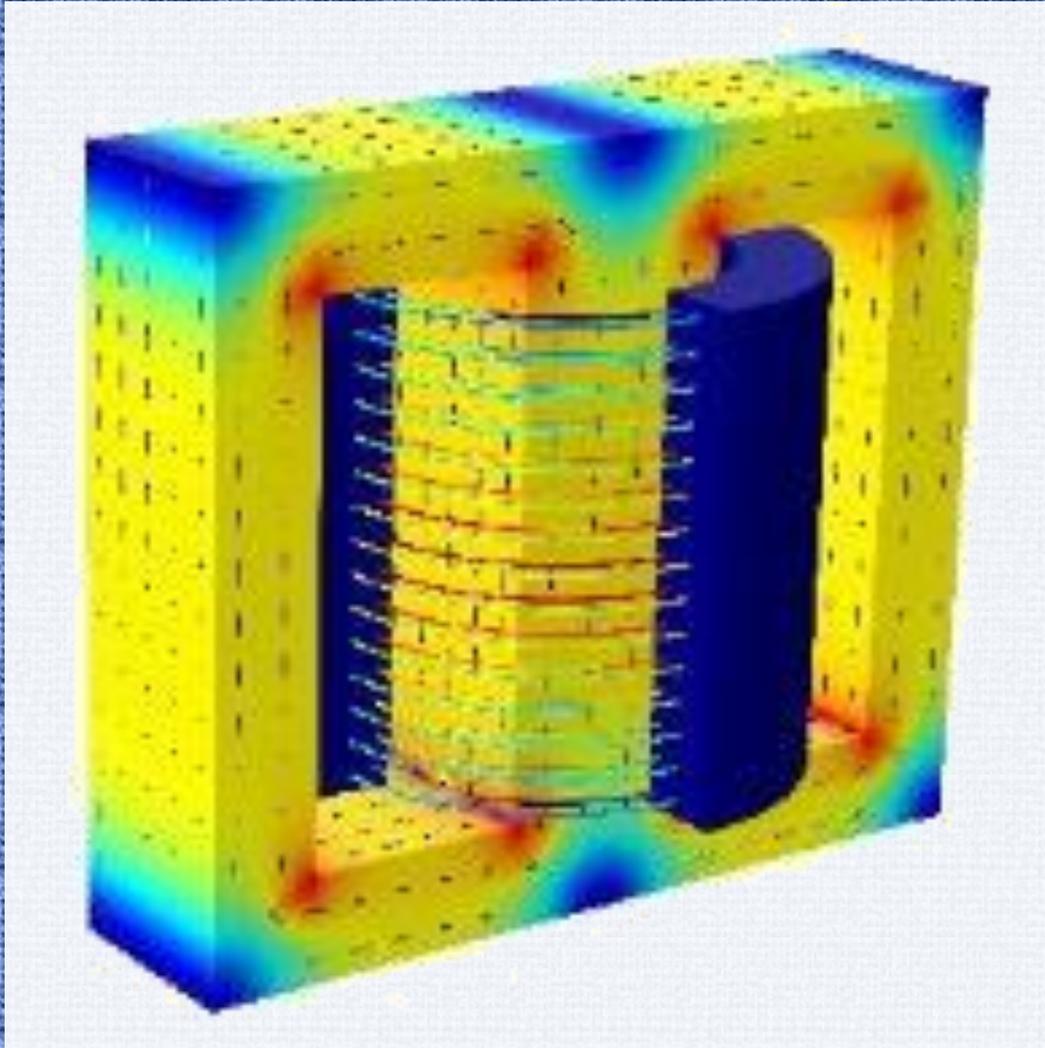
En un núcleo como el que se muestra en la figura 1-3, la magnitud de la densidad de flujo está dada por

$$B = \mu H = \frac{\mu Ni}{l_n} \quad (1-24)$$

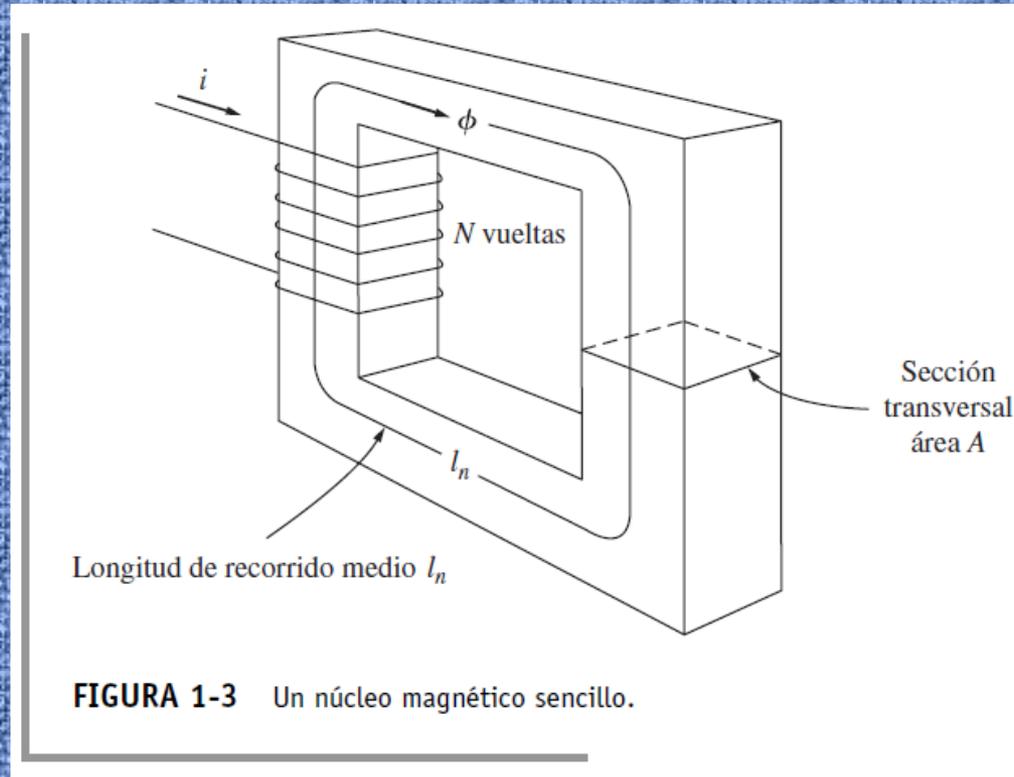
Ahora el flujo total en cierta área está dado por

$$\phi = \int_A \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} \quad (1-25a)$$

De la densidad de flujo B al flujo ϕ



Simplificación: B constante en una sección transversal A



$$\phi = BA \quad (1-25b)$$

De esta forma, el flujo total en el núcleo de la figura 1-3, producido por la corriente i en el devanado, es

$$\phi = BA = \frac{\mu NiA}{l_n} \quad (1-26)$$

donde A es el área de la sección transversal del núcleo.

Expresión completa del flujo

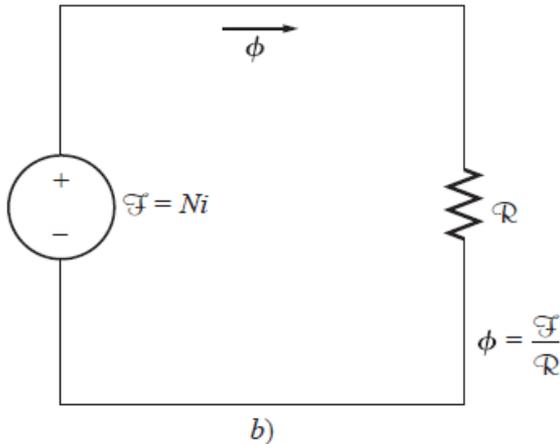
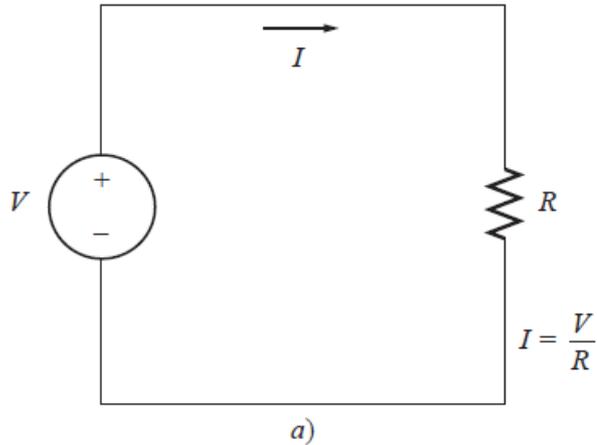


FIGURA 1-4 a) Circuito eléctrico sencillo. b) Circuito magnético análogo al núcleo del transformador.

En un circuito eléctrico sencillo como el de la figura 1-4a), la fuente de voltaje V genera una corriente I a lo largo de la resistencia R . La relación entre estas cantidades está dada por la ley de Ohm:

$$V = IR$$

$$\phi = BA = \frac{\mu NiA}{l_n} \quad (1-26)$$

donde A es el área de la sección transversal del núcleo.

$$\mathcal{F} = Ni \quad (1-27)$$

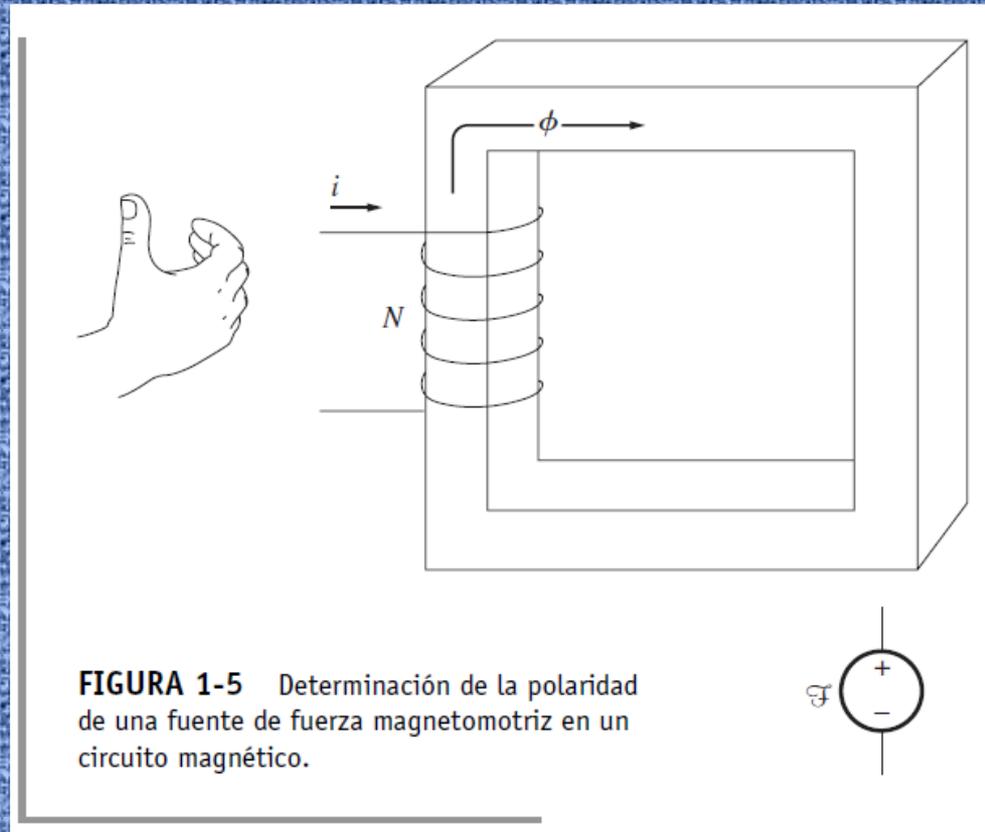
$$\mathcal{F} = \phi \mathcal{R} \quad (1-28)$$

donde

\mathcal{F} = fuerza magnetomotriz del circuito

ϕ = flujo del circuito

\mathcal{R} = *reluctancia* del circuito



$$\mathcal{F} = Ni \quad (1-27)$$

$$\mathcal{F} = \phi \mathcal{R} \quad (1-28)$$

$$\mathcal{R} = \frac{l_n}{\mu A} \quad (1-32)$$

En un circuito magnético las reluctancias obedecen las mismas reglas que las resistencias en un circuito eléctrico. La reluctancia equivalente de un número de reluctancias en serie es la suma de las reluctancias individuales:

$$\mathcal{R}_{\text{eq}} = \mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2 + \mathcal{R}_3 + \dots \quad (1-33)$$

De la misma forma, las reluctancias en paralelo se combinan de acuerdo con la ecuación

$$\frac{1}{\mathcal{R}_{\text{eq}}} = \frac{1}{\mathcal{R}_1} + \frac{1}{\mathcal{R}_2} + \frac{1}{\mathcal{R}_3} + \dots \quad (1-34)$$

EJEMPLO 1-1

En la figura 1-7a) 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 2 500, ¿qué cantidad de flujo producirá una corriente de 1 A en la bobina?

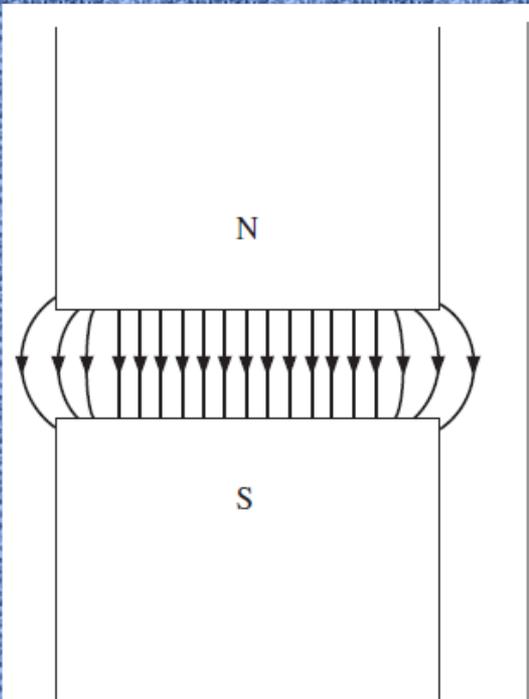
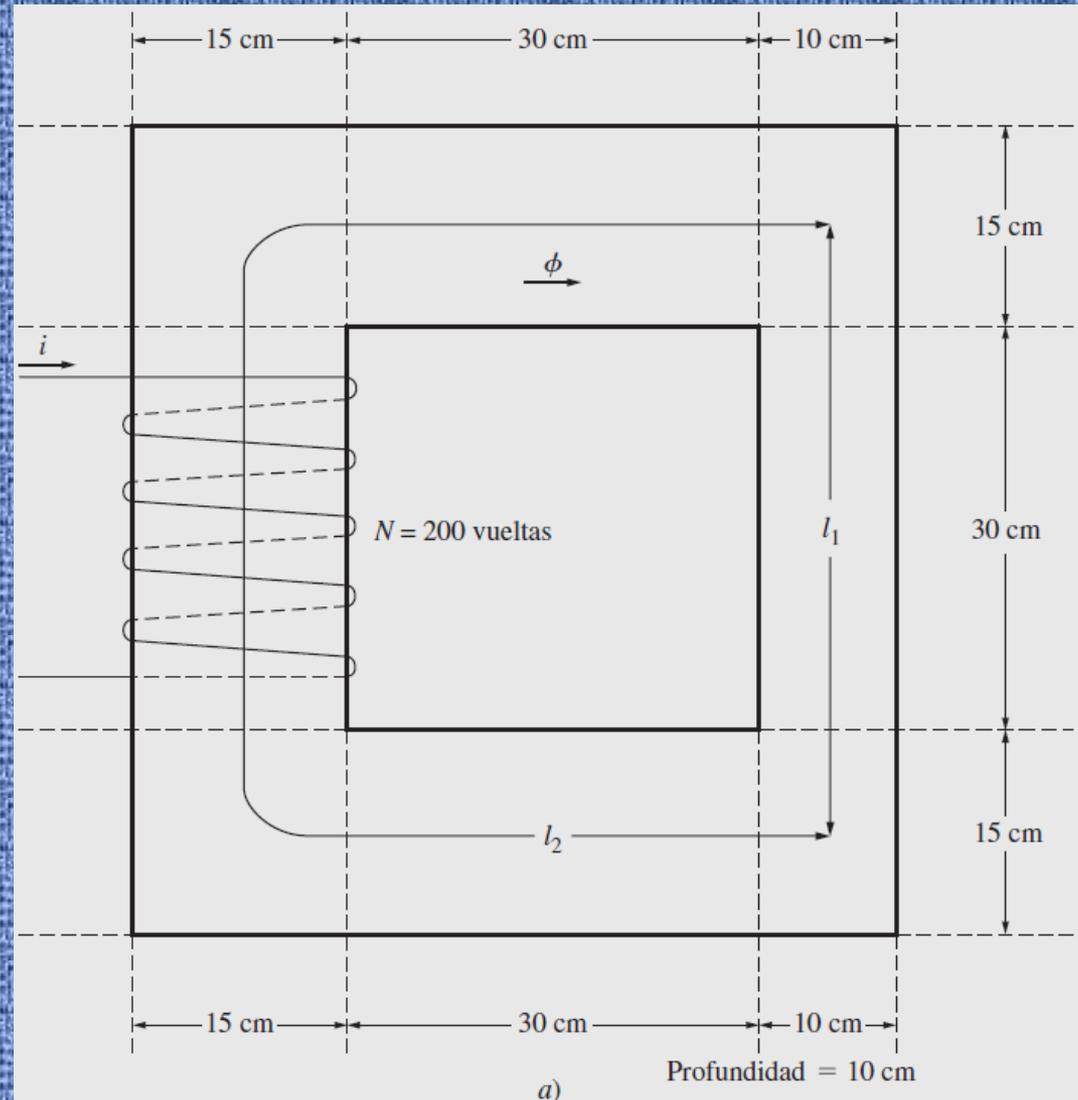


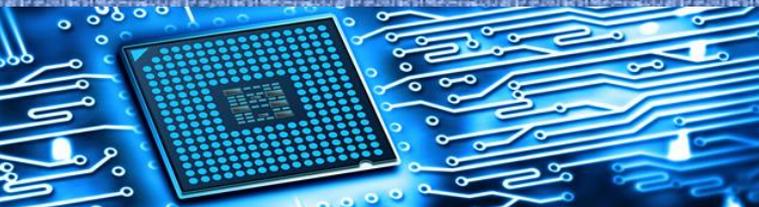
FIGURA 1-6 Efecto marginal de un campo magnético en un entrehierro. Nótese el incremento de la sección transversal del entrehierro en comparación con la sección transversal del metal.



Gracias por su atención



Máquinas Eléctricas
4.º nivel Ingeniería Electromecánica



Máquinas e Instalaciones Eléctricas
4.º nivel Ingeniería Electrónica