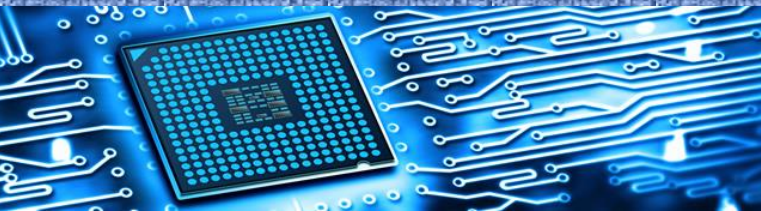




Máquinas Eléctricas

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

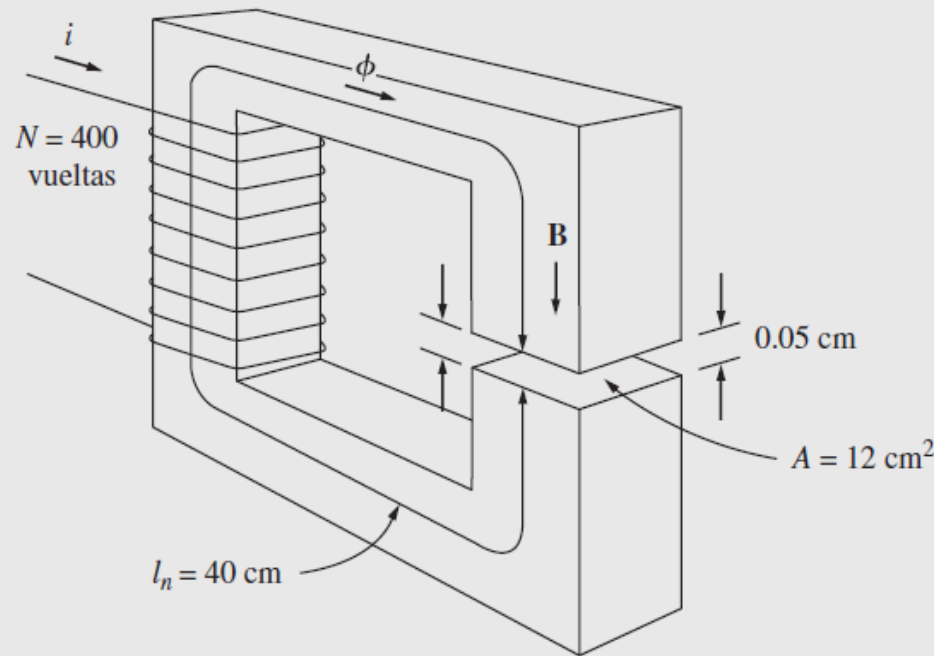
Unidad 01. Transformadores monofásicos

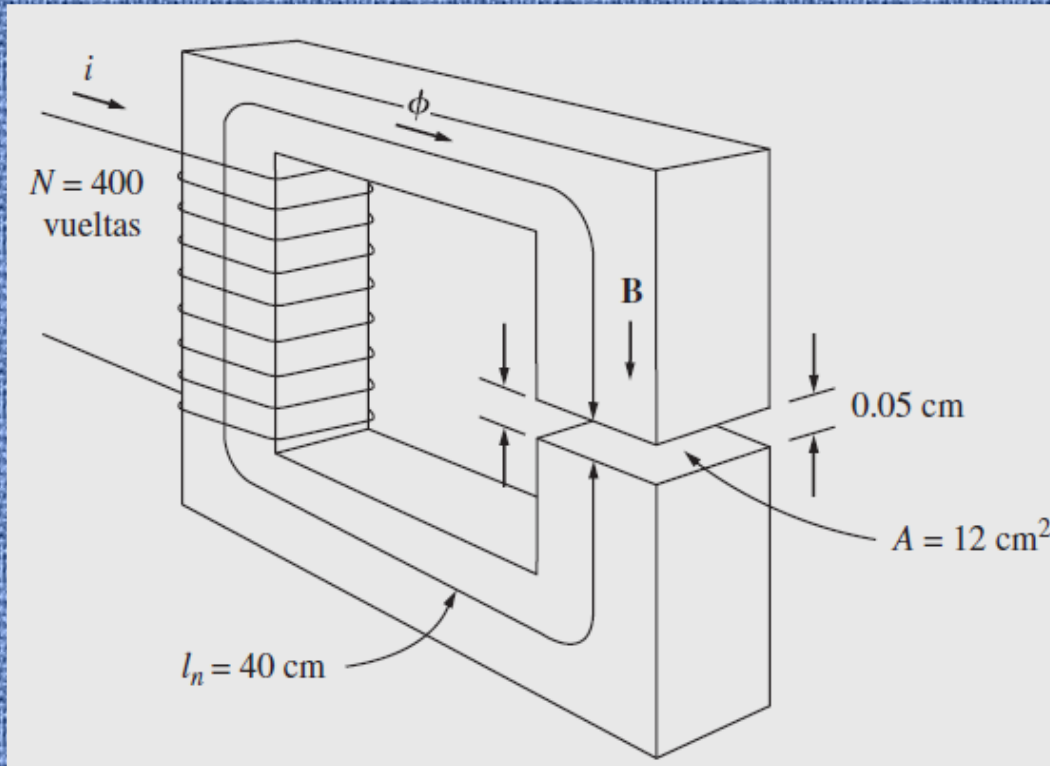
Presentación 2

***Más sobre circuitos magnéticos
con entrehierro (Cap. 1 de Chapman)***

EJEMPLO 1-2

La figura 1-8a) muestra un núcleo ferromagnético cuya longitud media es de 40 cm. Hay un pequeño entrehierro de 0.05 cm en la estructura del núcleo. El área de la sección transversal del núcleo es de 12 cm², la permeabilidad relativa del núcleo es de 4 000 y la bobina de alambre en el núcleo tiene 400 vueltas. Suponga que el efecto marginal en el entrehierro incrementa 5% la sección transversal efectiva del entrehierro. Dada esta información, encuentre *a*) la reluctancia total del camino del flujo (hierro más entrehierro) y *b*) la corriente requerida para producir una densidad de flujo de 0.5 T en el entrehierro.





$$i = \frac{BA\mathcal{R}}{N}$$

$$= \frac{(0.5 \text{ T})(0.00126 \text{ m}^2)(383\,200 \text{ A} \cdot \text{espiras/Wb})}{400 \text{ espiras}}$$

$$= 0.602 \text{ A}$$

Si se incrementa el **entrehierro**,
¿en qué proporción aumenta la
corriente?

$$\mathcal{R}_c = \frac{l_n}{\mu A_c} = \frac{l_n}{\mu_r \mu_0 A_c}$$

$$= \frac{0.4 \text{ m}}{(4\,000)(4\pi \times 10^{-7})(0.002 \text{ m}^2)}$$

$$= 66\,300 \text{ A} \cdot \text{espiras/Wb}$$

$$\mathcal{R}_a = \frac{l_a}{\mu_0 A_a}$$

$$= \frac{0.0005 \text{ m}}{(4\pi \times 10^{-7})(0.00126 \text{ m}^2)}$$

$$= 316\,000 \text{ A} \cdot \text{espiras/Wb}$$

$$\mathcal{R}_{eq} = \mathcal{R}_n + \mathcal{R}_a$$

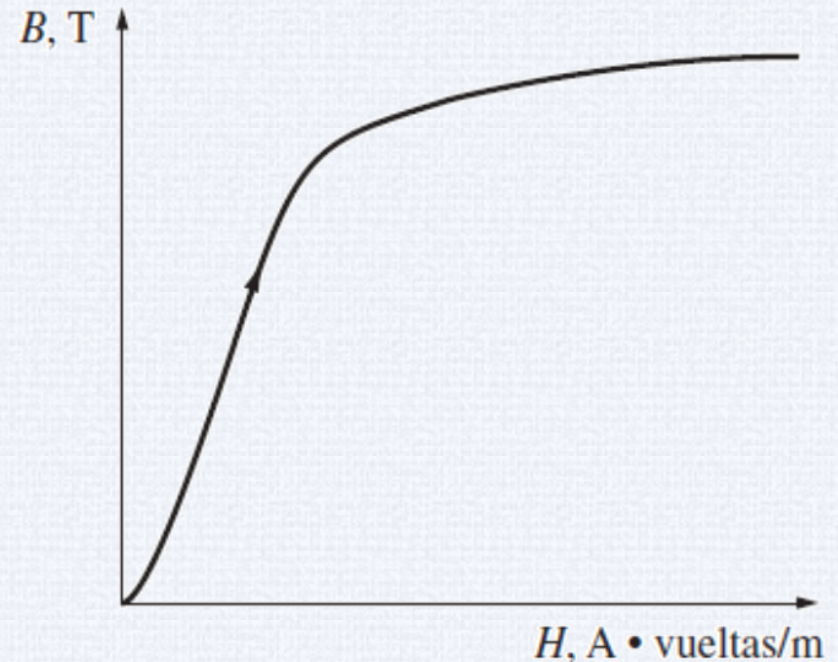
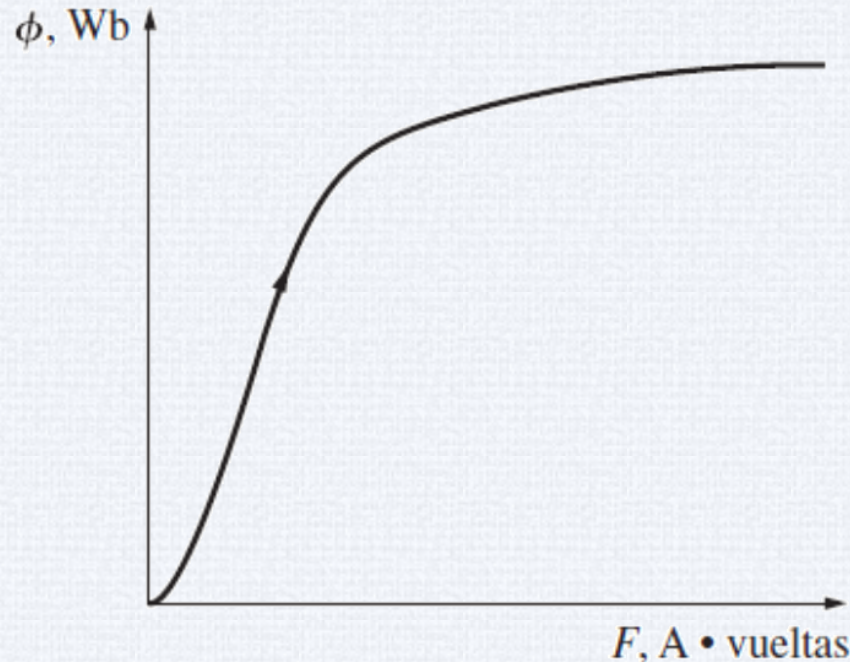
$$= 66\,300 \text{ A} \cdot \text{espiras/Wb} + 316\,000 \text{ A} \cdot \text{espiras/Wb}$$

$$= 382\,300 \text{ A} \cdot \text{espiras/Wb}$$

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

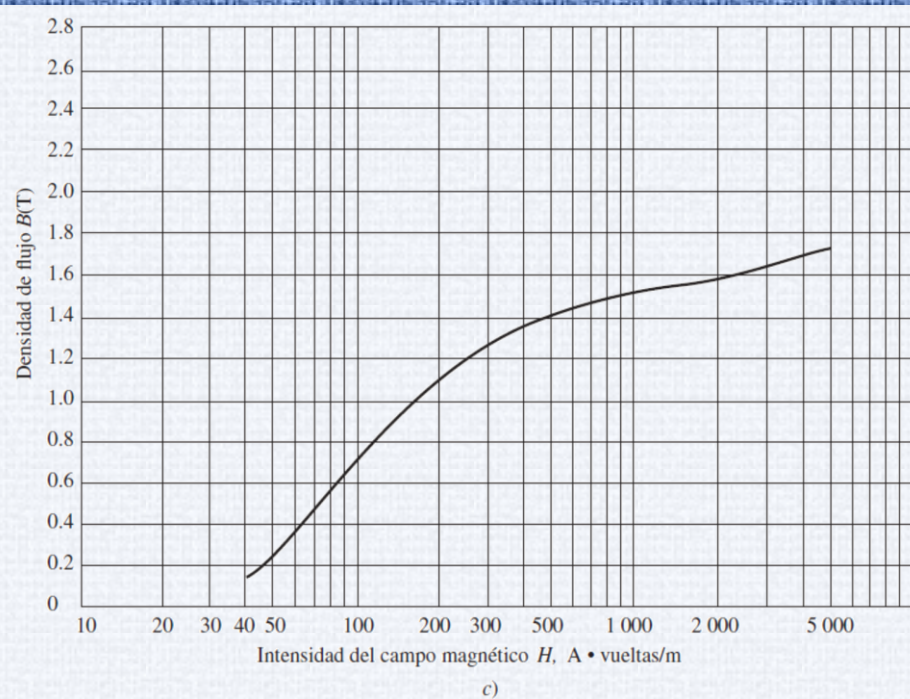
$$H = \frac{Ni}{l_n} = \frac{\mathcal{F}}{l_n} \quad (1-20)$$

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

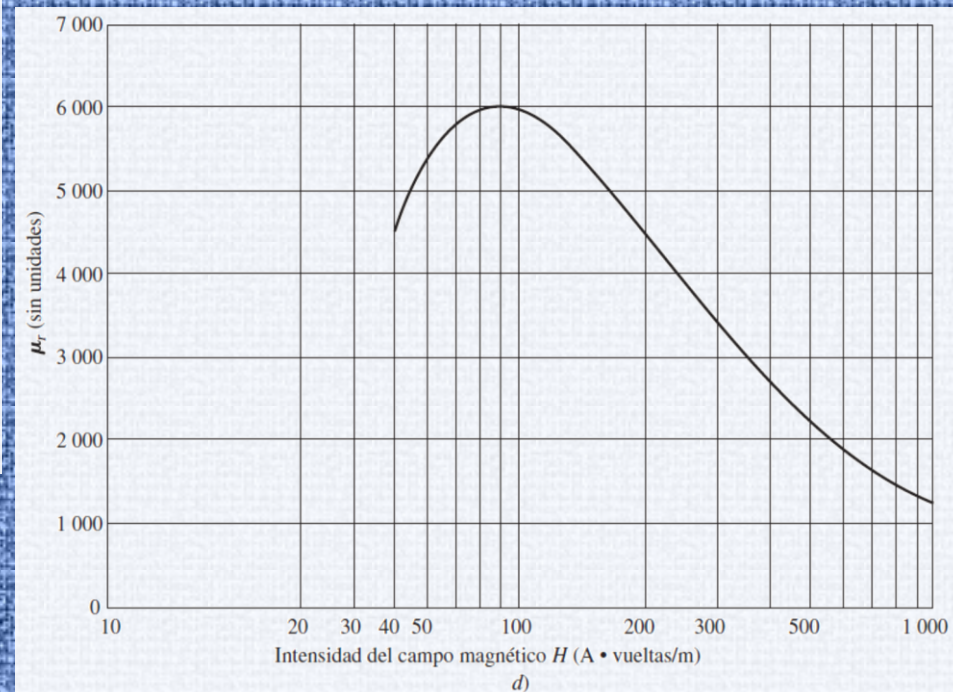


Materiales ferromagnéticos: comportamiento no lineal

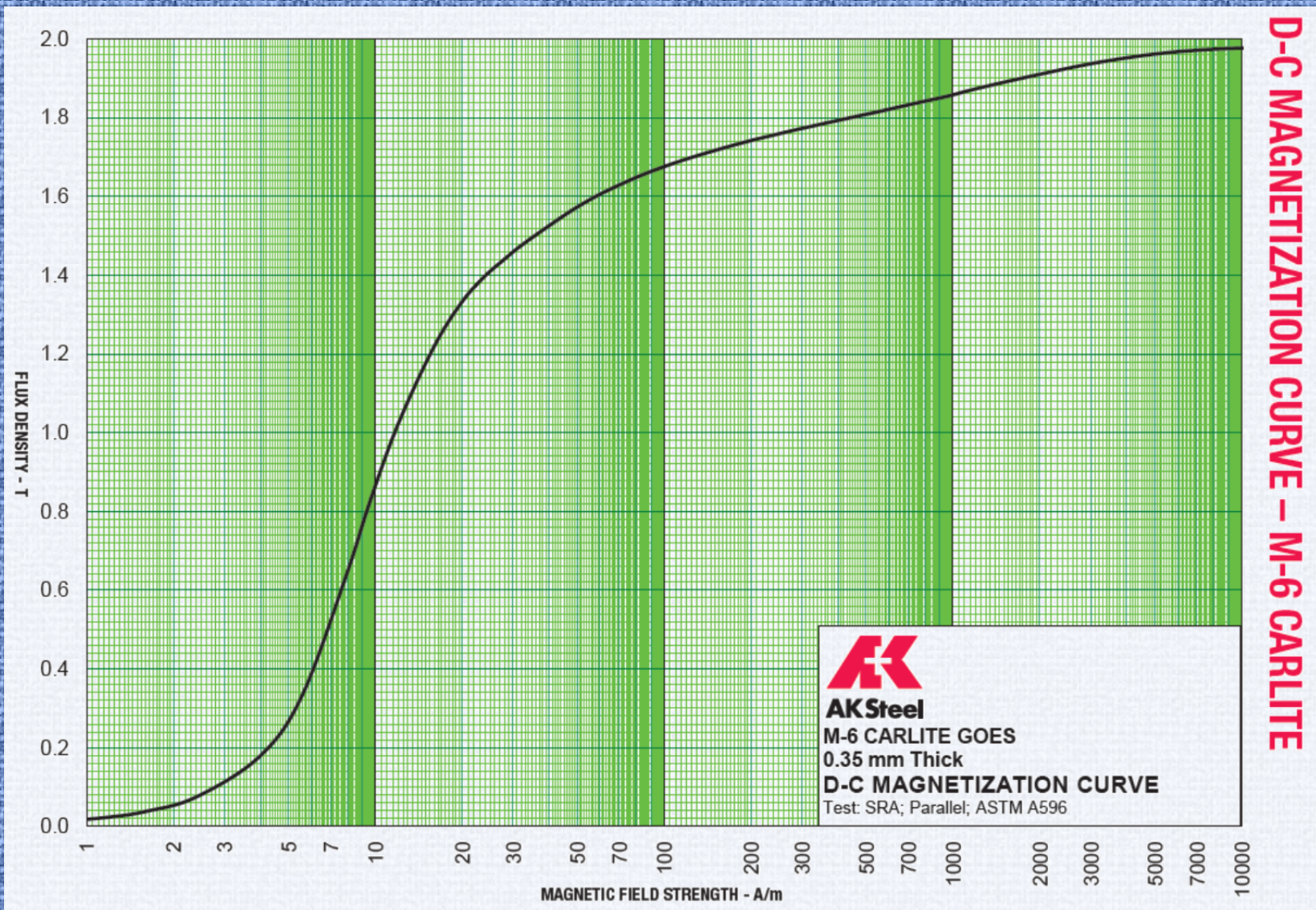
$$B = \mu H \quad (1-21)$$



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



Curva de magnetización: densidad y permeabilidad funciones de H



TYPICAL CORE LOSS AND LAMINATION FACTOR

Product Name	Approximate Equivalent International Grade	Nominal Thickness, mm (in.)	Assumed Density, gm/cm³	Resistivity, Ω-m, x10 ⁻⁸	Typical Core Loss Watts per kilogram		Typical Core Loss Watts per pound		Typical Induction at 800 A/m, T	Typical Lamination Factor, %
					50 Hz		50 Hz			
					1.5 T	1.7 T	15 kg	17 kg		
M-3 CARLITE	M110-23S5	0.23 (0.009)	7.65	51	0.67	1.01	0.304	0.457	1.844	96.1%
M-4/120 CARLITE	M120-27S5	0.27 (0.011)			0.77	1.14	0.351	0.518	1.845	96.9%
M-4/125 CARLITE	M125-27S5	0.27 (0.011)			0.80	1.18	0.364	0.535	1.841	96.9%
M-5/125 CARLITE	M125-30S5	0.30 (0.012)			0.84	1.21	0.382	0.548	1.839	97.2%
M-5/130 CARLITE	M130-30S5	0.30 (0.012)			0.86	1.25	0.390	0.566	1.834	97.2%
M-5/140 CARLITE	M140-30S5	0.30 (0.012)			0.89	1.30	0.405	0.589	1.827	97.2%
M-6 CARLITE	M155-35S5	0.35 (0.014)			0.97	1.38	0.440	0.627	1.848	97.2%

Valores típicos declarados por el fabricante

EJEMPLO 1-4

Encuentre la permeabilidad relativa del material ferromagnético típico, cuya curva de magnetización se muestra en la figura 1-10c), cuando a) $H = 50$, b) $H = 100$, c) $H = 500$ y d) $H = 1000$ A • vueltas/m.

EJEMPLO 1-5

Un núcleo magnético cuadrado tiene una longitud media de 55 cm y un área de sección transversal de 150 cm². Una bobina de 200 vueltas de alambre está enrollada en una de las columnas del núcleo, el cual está hecho de un material cuya curva de magnetización se muestra en la figura 1-10c).

- a) ¿Cuánta corriente se requiere para producir un flujo de 0.012 Wb en el núcleo?
- b) ¿Cuál es la permeabilidad relativa del núcleo para esa corriente?
- c) ¿Cuál es su reluctancia?

*A los datos de magnetización proporcionados en el Campus (archivo .dat), ajustarlos a una curva según una función **arcotangente**,*

Magnetización de circuitos magnéticos en corriente alterna (Cap. 1 de Chapman)

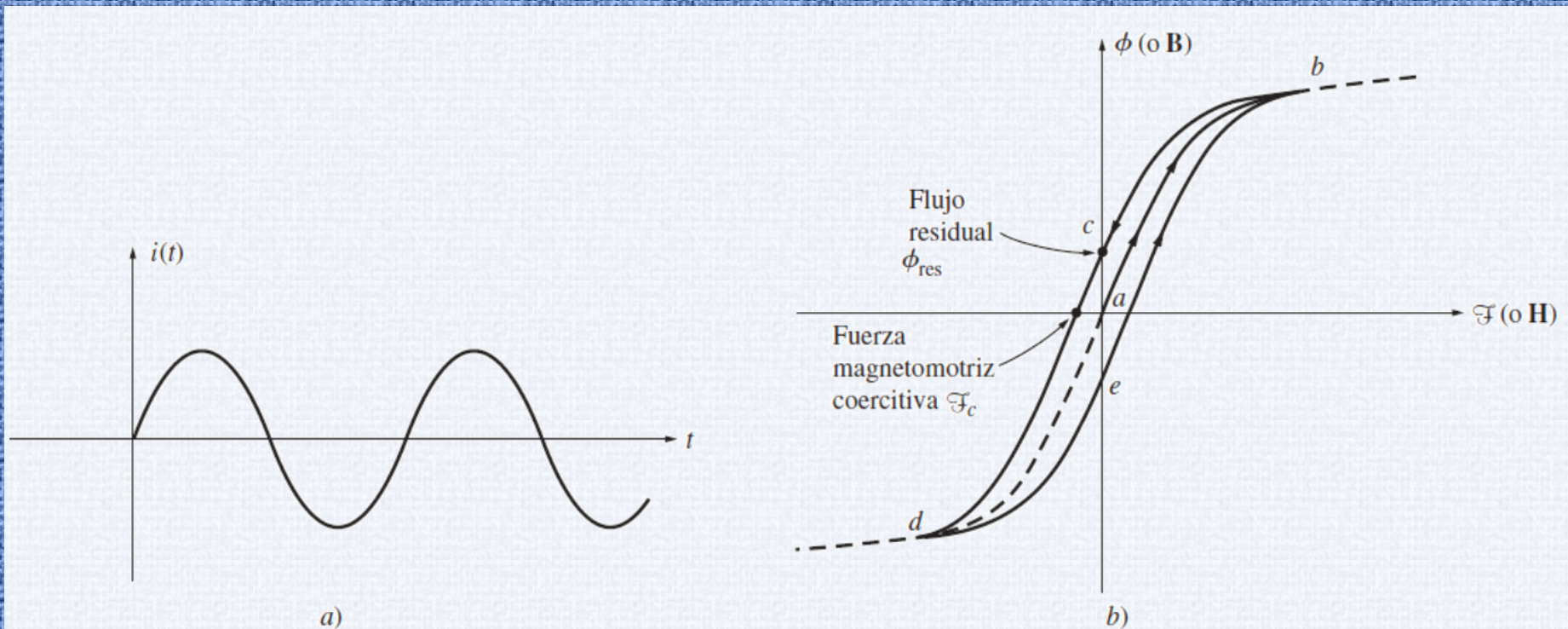
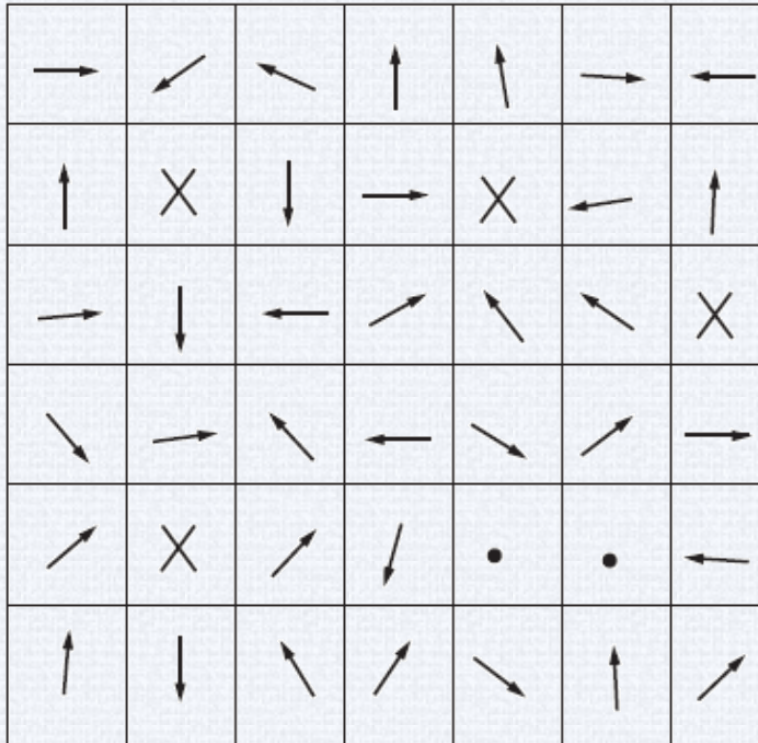
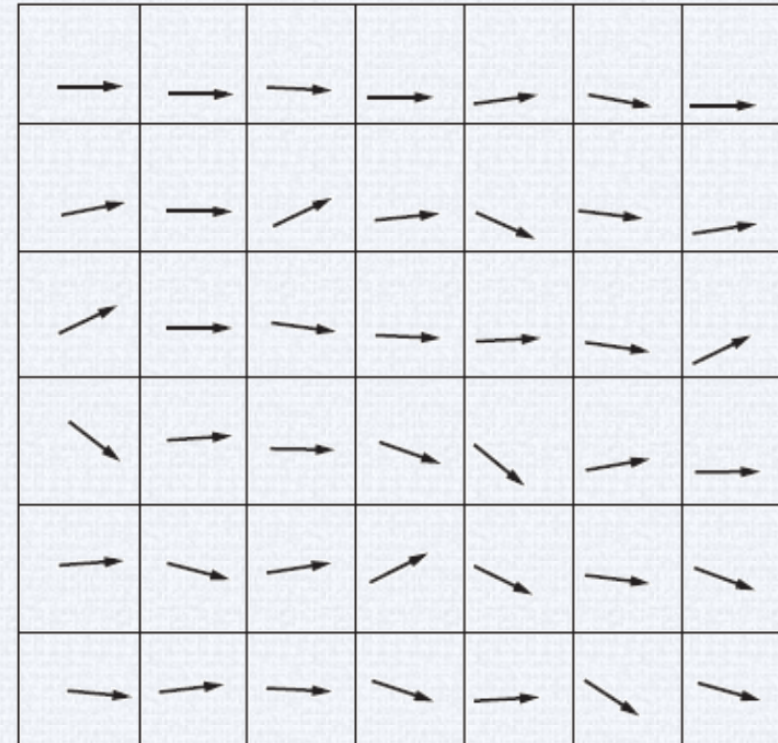


FIGURA 1-11 Curva o lazo de histéresis trazado por el flujo en un núcleo cuando se le aplica la corriente $i(t)$.

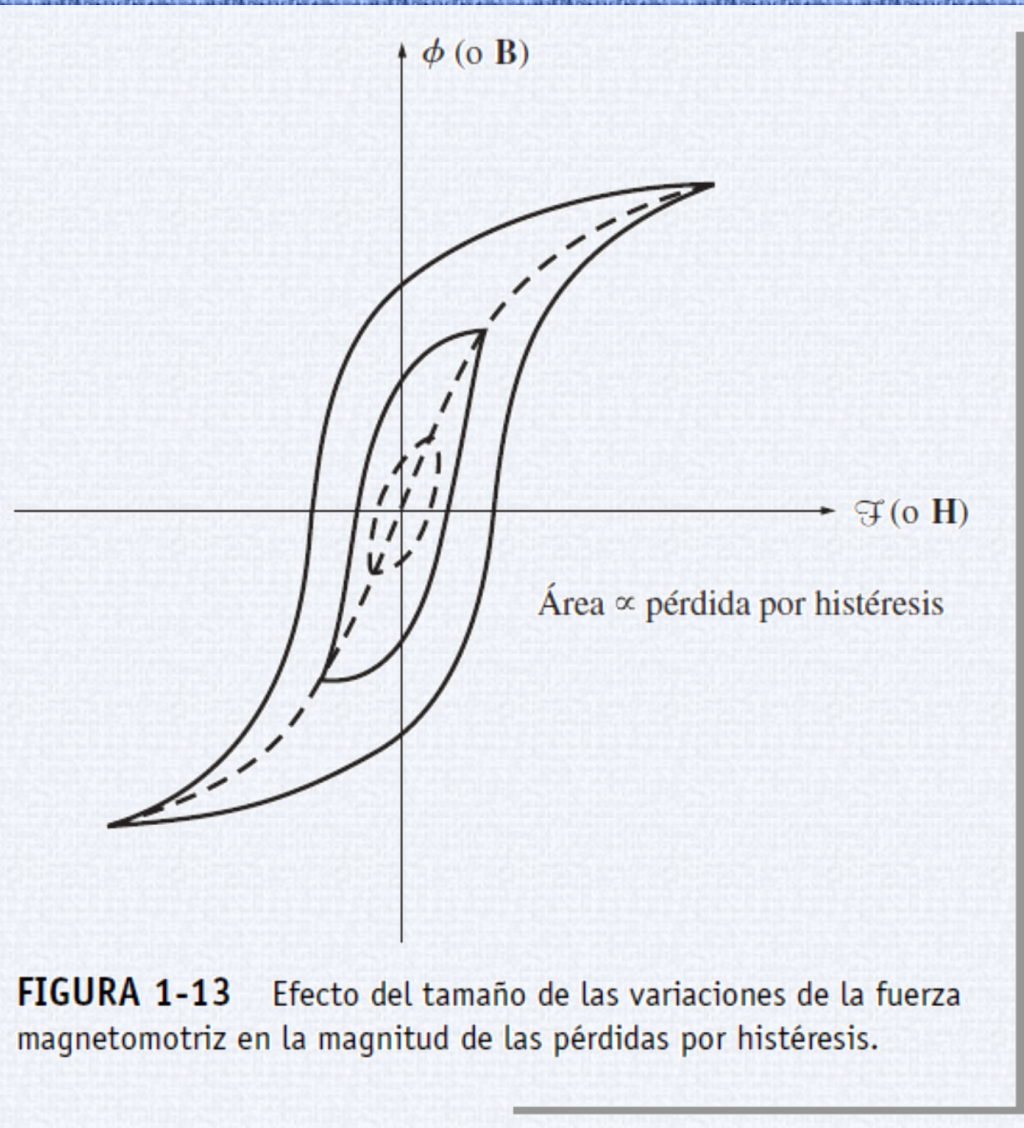


a)



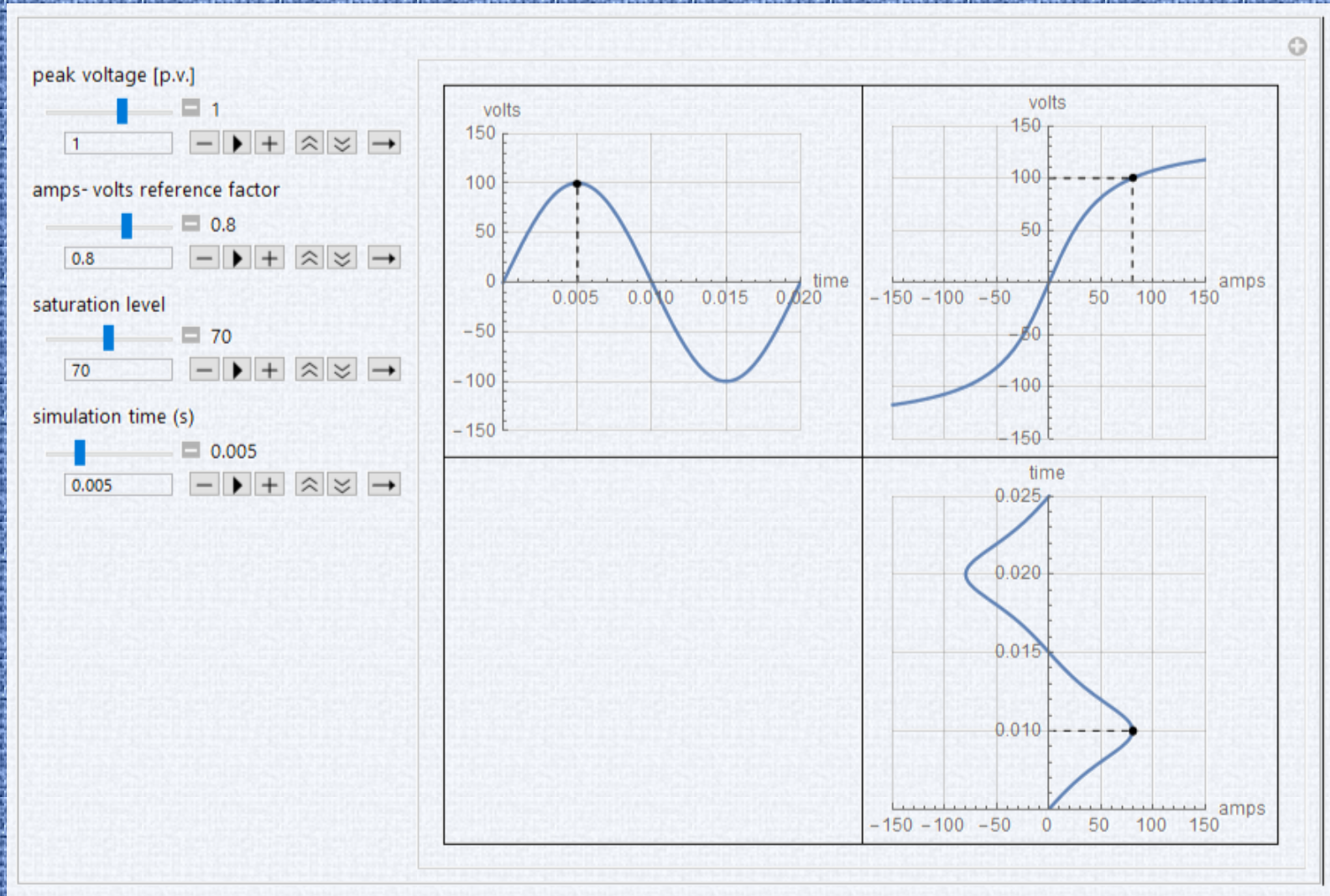
b)

FIGURA 1-12 a) Dominios magnéticos orientados al azar. b) Dominios magnéticos alineados en presencia de un campo magnético externo.



TYPICAL CORE LOSS AND LAMINATION FACTOR

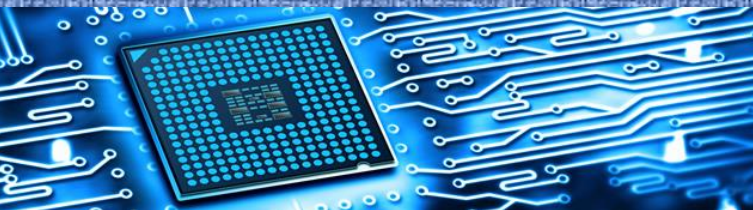
Product Name	Approximate Equivalent International Grade	Nominal Thickness, mm (in.)	Assumed Density, gm/cm ³	Resistivity, Ω-m, x10 ⁻⁸	Typical Core Loss Watts per kilogram		Typical Core Loss Watts per pound		Typical Induction at 800 A/m, T	Typical Lamination Factor, %
					50 Hz		50 Hz			
					1.5 T	1.7 T	15 kg	17 kg		
M-3 CARLITE	M110-23S5	0.23 (0.009)	7.65	51	0.67	1.01	0.304	0.457	1.844	96.1%
M-4/120 CARLITE	M120-27S5	0.27 (0.011)			0.77	1.14	0.351	0.518	1.845	96.9%
M-4/125 CARLITE	M125-27S5	0.27 (0.011)			0.80	1.18	0.364	0.535	1.841	96.9%
M-5/125 CARLITE	M125-30S5	0.30 (0.012)			0.84	1.21	0.382	0.548	1.839	97.2%
M-5/130 CARLITE	M130-30S5	0.30 (0.012)			0.86	1.25	0.390	0.566	1.834	97.2%
M-5/140 CARLITE	M140-30S5	0.30 (0.012)			0.89	1.30	0.405	0.589	1.827	97.2%
M-6 CARLITE	M155-35S5	0.35 (0.014)			0.97	1.38	0.440	0.627	1.848	97.2%



Gracias por su atención



Máquinas Eléctricas
4.º nivel Ingeniería Electromecánica



Máquinas e Instalaciones Eléctricas
4.º nivel Ingeniería Electrónica