Respuestas problemas práctico 1 (Circuitos magnéticos)
En caso de encontrar algún error en las respuestas mandar un mensaje al foro de consultas del curso.

Problema 1

a) $x(t) = \frac{1}{2m} I_0 .lBt^2$

b) $x(t) = \frac{lBI_P}{mw} .t - \frac{lBI_P}{mw^2} .\sin(wt)$

Problema 2

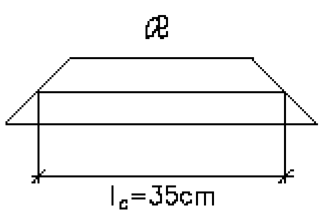
a) $v(t) = \frac{\mu SN^2}{l} . \frac{di}{dt} = \frac{N^2}{\Re} \frac{di}{dt} = L. \frac{di}{dt}$, haciendo cuentas se llega a que $Q = VI = \frac{V^2}{Lw} \cong 34{,}582 Var$, lo que sucede es que se tiene una inductancia de valor elevado.
b) Lo que sucedió es que se cambió la relación de vueltas para tener una inductancia mas chica. $Q = \frac{V^2}{Lw}$, si $N \downarrow \Rightarrow L \downarrow \Rightarrow Q \uparrow$, pero $Q = VI \Rightarrow I \uparrow$, si no se controla podrían llegar a haber valores muy elevados de corriente.
c) Para lograr un consumo de $Q = 2200 Var$, manteniendo el número de espiras, basta agregar un entrehierro de valor $g \cong 0{,}716 cm$, el valor de la corriente sería de $I = 10A$.

d) Para almacenar una cierta energía “E” en el campo magnético, necesito mayor corriente en un núcleo con entrehierro que en uno sin entrehierro, por lo que es mas deseable tener un núcleo sin entrehierro si quiero cierta cantidad de energía en el campo magnético con menor fuerza magnetomotriz. La energía magnética media en una bobina vale:

$$E_M = LI^2 = L_g .I_g^2$$

Si L, es el valor de la inductancia, y L_g el valor en el caso de tener un entrehierro. Es claro que debido al aumento de la reluctancia en el caso de tener un entrehierro se tiene que $L >> L_g$, por lo que $I << I_g$, para el mismo valor de energía media.

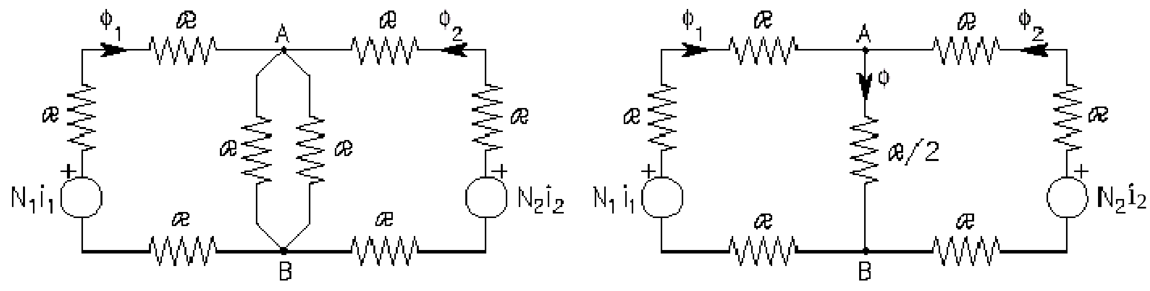
Problema 3.



Las reluctancias son combinaciones serie paralelo de esta. Reluctancia: l_c = 35cm, A_c = 50 cm^2.

$$\Re = \frac{l_c}{\mu S_c} = \frac{0.35}{3000\mu_0 0.005} = \frac{0.35}{15\mu_0} = \frac{7}{300\mu_0} [Av / Wb]$$

Circuito eléctrico equivalente:



Se conoce $\phi = 0.05Wb$

Aplicando algún método de resolución de circuitos eléctricos:

<u>N_2 = 2009 espiras.</u>

Problema 4.

Para el hierro:

$$l_h = 2\times 7 + 5 + 5 - g = 24 - g \ \ cm, \quad A_h = 4cm^2 = 4\times 10^{-4} m^2$$

$$\Re_h = \frac{l_h}{\mu S_h} = \frac{(24-g)\ \times 10^{-2}}{5000\mu_0 4\times 10^{-4}} = 92031$$

Para el entrehierro:

$$l_g = 0.0087 \ \ m, \quad A_g = (2+g)(2+g)10^{-4} = 0.00082369 \ \ m^2$$

$$\Re_g = \frac{l_g}{\mu_0 A_g} = 8405152$$

$$\phi = \frac{Ni}{\Re_h + \Re_g} = 8.23810^{-5} \ \ Wb$$

Despreciando el entrehierro:

$$\phi' = \frac{Ni}{\Re_g} = 8.328210^{-5}\ Wb$$

Error cometido:

$$e = \frac{\phi' - \phi}{\phi} = \frac{R_h}{R_g} \approx 1.1\%$$

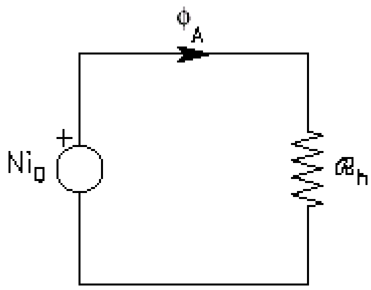
Observación: intensidad necesaria para establecer el mismo flujo pero sin entrehierro.

$$\mathrm{R}_t = \frac{l_t}{\mu A_t} = 95492.966 Av / Wb$$

$$i = \frac{\mathrm{R}_t \phi}{N} = 0.0114 A$$

Problema 5

<u>Resolución sin considerar el flujo de dispersión.</u>



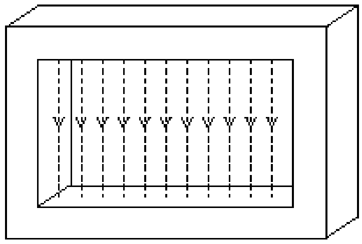
Circuito magnético:

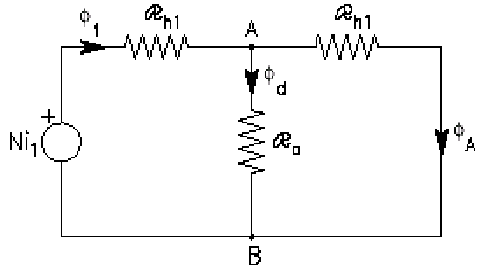
$$l_h = 2\times 25 + 2\times 15 = 0.8\ m, \quad A_h = 25\ cm^2 = 25\times 10^{-4} m$$

$$\Re_h = \frac{l_h}{\mu S_h} = \frac{0.8}{4000\mu_0 25\times 10^{-4}} = 63622\ Av / Wb$$

$$i_0 = \frac{\Re_h \phi_A}{N} = 0.1989\ A$$

Resolución considerando el flujo de dispersión en la ventana del núcleo:





Reluctancia mitad del núcleo magnético:

$$R_{h1} = \frac{R_h}{2} = 31811 \quad Av/Wb$$

Reluctancia de la ventana:

$$l_a = 10 \quad cm, \quad A_a = 20 \times 5 = 100 \quad cm^2$$

$$R_a = \frac{l_a}{\mu_0 A_a} = 7957747 \quad Av/Wb$$

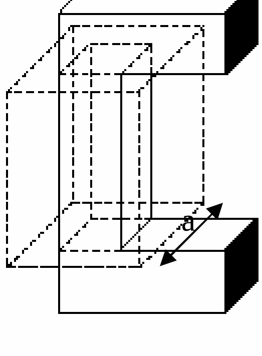
$$R_{h1} + (R_a // R_{h1}) = 63535.2 \quad ; \quad \phi_1 = \frac{Ni_1}{R_{h1} + \left(R_a // R_{h1}\right)}$$

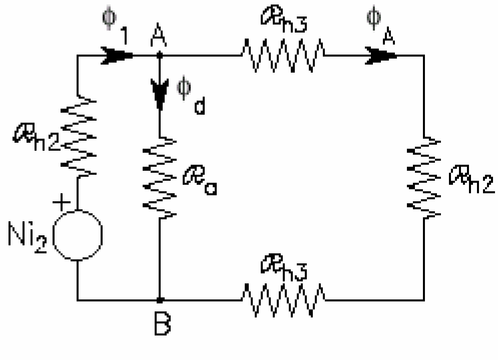
$$F_{AB} = \phi_1 (R_{h1} // R_a) \quad ; \quad \phi_1 = \frac{F_{AB}}{R_{h1}} \quad \Rightarrow \quad \phi_1 = \frac{Ni_1 (R_{h1} // R_a)}{R_{h1} (R_{h1} + R_{h1} // R_a)}$$

$$\Rightarrow despejando \quad i_1 = 0.1993 \quad A$$

$$\phi_f = 4.79 \times 10^{-6} \quad Wb. \Rightarrow \quad \phi_f \approx 0.4\% \phi_A$$

Resolución considerando el flujo de dispersión alrededor de la columna





$$R_{h2} = 11936.621$$
$$R_{h3} = 19894{,}368$$

Para el calculo de la sección de fugas: tomo a del orden de 1 columna por cada lado.

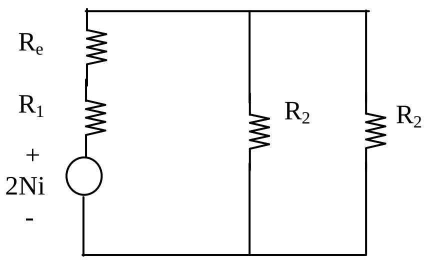
$$S_f = (15\times15 - 5\times5) = 200cm^2$$
$$R_f = \frac{10\times10^{-2}}{\mu_0 S_f} = 3978873{,}577$$

Resolviendo:

$$i_1 = 0.1994A$$
$$\phi_f \approx 1{,}3\%\phi_A$$

Problema 6.

1.

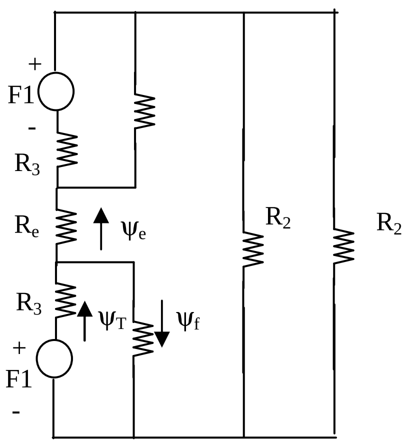


$$R_1 = \frac{12}{3000\mu_0 8}\times10^2$$
$$R_2 = \frac{24}{1000\mu_0 4}\times10^2$$
$$R_e = \frac{0.5}{\mu_0 8}\times10^2$$

2.

$$\phi_e = 0.4S_e = 3.2\times10^{-4}Wb \quad \Rightarrow F = \phi_e(R_e + R_1 + \frac{R_2}{2}) = 1680.7Av$$

3.



$$R_3 = \frac{R_1}{2}$$
$$\frac{\psi_T}{\psi_e} = 1.2 \Rightarrow \frac{\psi_f}{\psi_e} = 0.2$$

$$2F_1 = R_1\psi_T + R_e\psi_e + \frac{R_2}{2}\psi_e \Rightarrow 2F_1 = (1.2R_1 + R_e + \frac{R_2}{2})\psi_e$$
$$2F_1 = 1681,997Av$$

Problema 7.

1.

$$F = H_1 2l_{mat1} + H_2(l_{ab} + l_{cd} + l_{ad}) + H_e e$$
$$2l_{mat1} = l_1$$
$$l_{ab} + l_{cd} + l_{ad} = l_2$$
$$\psi \quad es \quad el \quad mismo \quad en \quad todo \quad el \quad circuito$$
$$S = cte.$$
$$\Rightarrow B = \frac{\psi}{S} = cte$$
$$F = 2NI = 2 \times 250 \times 2 = 1000$$
$$G(\psi) = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_e e$$

Hay que cortar la función $G(\psi)$ con la función F =1000 para todo ψ.

Entonces:
Tomo $\psi \rightarrow B = \psi / S \rightarrow$ curvas saco H_1, H_2 $\rightarrow$ calculo $G(\psi)$
$H_e = B/\mu_0$

Cuando $G(\psi)$ sea igual a 1000 determino el flujo solución luego $B = \psi / S$

Haciendo las cuentas: $\psi = 0.56 \times 10^{-4}$ Wb.
B = 0.373 T.

2. Observando las curvas flujo corriente para ambos materiales se observa que el material 2 satura antes que el 1 $\Rightarrow$ establece el límite de funcionamiento lineal. Hay que determinar ψ_{pico} (flujo que determina el limite de funcionamiento lineal), para esto: de tabla de material 2 B_{sat}= 0.6 T $\Rightarrow$ $\psi_{pico} = 0.6 x 1.5 x 10^{-4} = 9 x 10^{-5}$ Wb. Con ψ_{pico} calculo $G(\psi_{pico})$, luego:

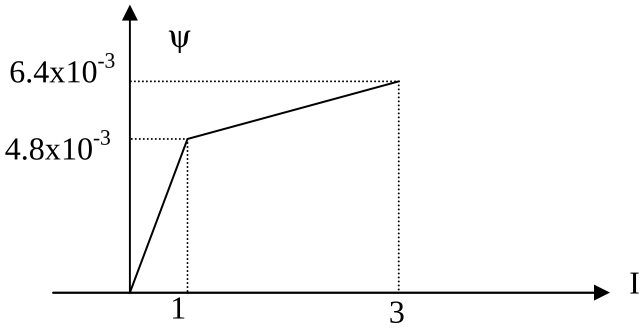
$G(\psi_{pico})$ = 1610 =2x250xI $\Rightarrow$ I = 3.22 A

Problema 8.

1.

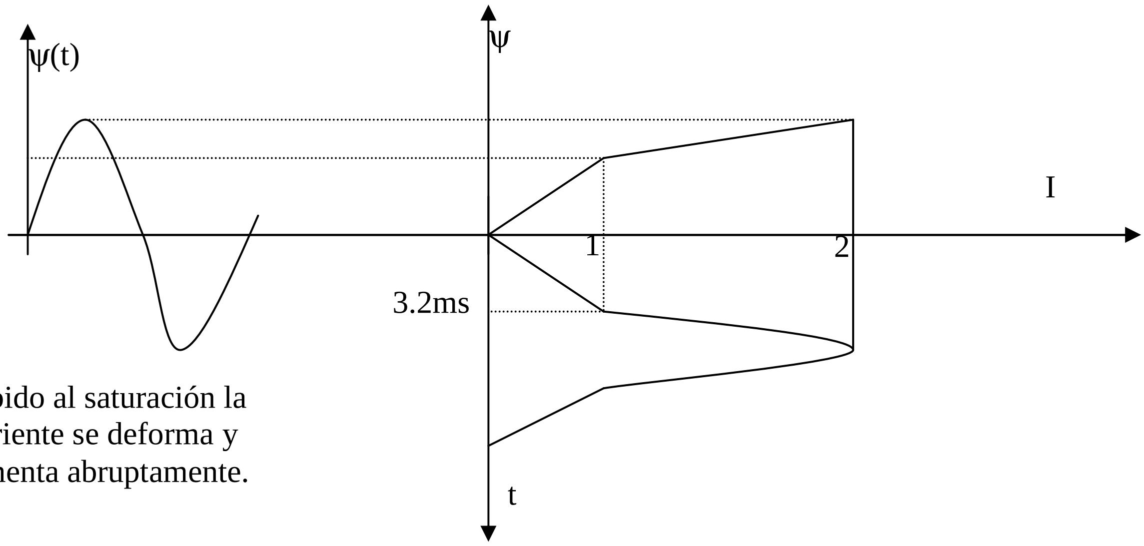
Para I en [0,1] lineal ⇒ $\psi = 1.2x40x10^{-4}$ I

Para I en [1,3] lineal ⇒ $\psi = 40x10^{-4}(1+0.2xI)$



2.

$$v(t) = \sqrt{2}.127.\cos(100\pi t) = 100.\frac{d\psi}{dt} \quad \Rightarrow \quad \psi(t) = 5.72\times10^{-3}\,\mathrm{sen}(100\pi t)$$



Debido al saturación la corriente se deforma y aumenta abruptamente.