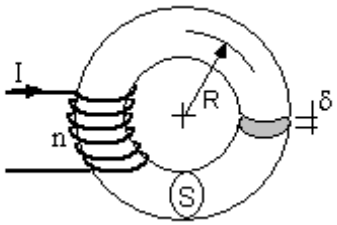
8ª Lista de exercícios – Eletromegnetismo 1 – Newon Mansur (02/15)

1) A Figura representa um circuito magnético constituído por um toro de material ferromagnético uniforme com permeabilidade magnética relativa μ_{Fe} em torno do qual se enrolaram *n* espiras de um fio condutor isolado; o toro tem o raio médio *R*, a seção reta uniforme *S* e um entreferro de espessura δ . Não existindo saturação, calcule:

a) a relutância magnética do ferro e do ar;
b) a relutância magnética total do núcleo;
c) o fluxo do campo magnético no toro;
d) os campos de indução e de excitação magnéticos no ferro e no ar;
e) o coeficiente de auto-indução da bobina;
f) a energia magnética armazenada no ferro e no ar;
g) a fmm necessária para duplicar o campo magnético de indução no ar.
h) os campos de indução e de excitação magnéticos, e a energia magnética, no ferro e no ar.

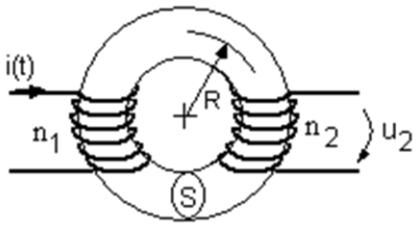
$\mu_O = 4\pi.10^{-7}\ Hm^{-1}$



R=2 cm; δ =1mm; S=0,79 cm^2; I=1 A; n=100; μ_{Fe}=7000.

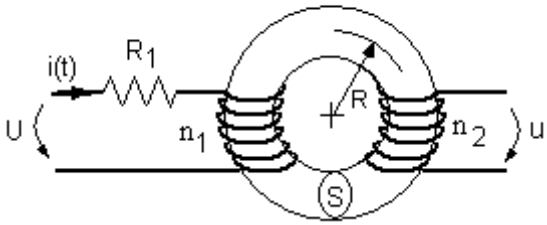
2) A Figura representa um circuito magnético constituído por um toro de material com permeabilidade magnética relativa μ_r, com o raio médio *R* e a secção reta uniforme *S*, em torno do qual se enrolaram duas bobinas de fios condutores isolados com n_1 e n_2 espiras, respectivamente. Considerando que não existe saturação, com a bobina n_2 em vazio, obtenha a tensão $u_2(t)$, nos seguintes casos:

a) $i(t)$= 1 *A*;
b) $i(t)$= 1+2*t* A;
c) $i(t)$= 2 cos(ωt) A.
d) Para o circuito da Figura, obtenha os coeficientes de indução própria e mútua das duas bobinas.

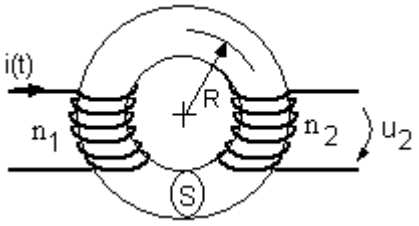


$\mu_O = 4\pi.10^{-7}\ Hm^{-1}$ R=2 cm; S=0,79 cm^2; n_1=100; n_2=50; μ_r=1000;

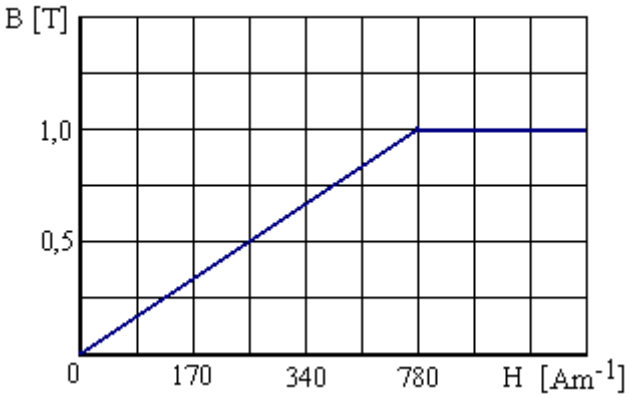
3) Na Figura, R_1=3Ω representa a resistência da bobina n_1 enrolada em torno do toro. Obtenha:
(a) a corrente $i(t)$ quando se liga uma tensão contínua U=6V à bobina n_1, com $i(0)$=0;
(b) a tensão $u_2(t)$, quando se liga tensão contínua da (a).



4) Considere o circuito magnético da Figura. O material do toro tem a característica de magnetização aproximada descrita no gráfico. A bobina n_2 está em vazio.



R=2 cm; S=1 cm^2; n_1=100; n_2=100;μ_r=1000; μ_O= 4π.10 $^{-7}$ Hm^{-1}



Obtenha o diagrama temporal da tensão $u_2(t)$ se $i(t)$=2cos(314t) A.

Execícios do Sadiku

10.8 Em um certo meio, com $\mu = \mu_o$, $\varepsilon = 4\varepsilon_o$,

$$\mathbf{H} = 12e^{-0.1y} \text{ sen } (\pi \times 10^8 t - \beta y)\, \mathbf{a}_x \text{ A/m}$$

encontre: (a) o período da onda T; (b) o comprimento de onda λ; (c) o campo elétrico **E**; (d) a diferença de fase entre **E** e **H**.

10.11 A componente do campo magnético de uma onda EM, propagando-se em um meio não magnético ($\mu = \mu_o$), é:

$$\mathbf{H} = 25 \text{ sen } (2 \times 10^8 t + 6x)\, \mathbf{a}_y \text{ mA/m}$$

Determine:

(a) a orientação de propagação da onda;

(b) a permissividade do meio;

(c) o módulo do campo elétrico.

***10.14** Assumindo que os campos dependentes do tempo $\mathbf{E} = \mathbf{E}_o e^{j(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}-\omega t)}$ e $\mathbf{H} = \mathbf{H}_o e^{j(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}-\omega t)}$, onde $\mathbf{k} = k\mathbf{a}_x + k_y\mathbf{a}_y + k_z\mathbf{a}_z$ é o vetor número de onda e $\mathbf{r} = x\mathbf{a}_x + y\mathbf{a}_y + z\mathbf{a}_z$ é o vetor radial, mostre que $\nabla \times \mathbf{E} = -\partial\mathbf{B}/\partial t$ pode ser expressa como $\mathbf{k} \times \mathbf{E} = \mu\omega\mathbf{H}$ e deduza que $\mathbf{a}_k \times \mathbf{a}_E = \mathbf{a}_H$.

10.15 Considere os mesmos campos do Problema 10.14 e mostre que as equações de Maxwell, em uma região livre de cargas, podem ser escritas como

$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{E} = 0$$

$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{H} = 0$$

$$\mathbf{k} \times \mathbf{E} = \omega\mu\mathbf{H}$$

$$\mathbf{k} \times \mathbf{H} = -\omega\varepsilon\mathbf{E}$$

Destas equações, deduza

$$\mathbf{a}_k \times \mathbf{a}_E = \mathbf{a}_H \qquad \text{e} \qquad \mathbf{a}_k \times \mathbf{a}_H = -\mathbf{a}_E$$

10.26 Uma onda plana uniforme, em um meio não magnético sem perdas, tem:

$$\mathbf{E}_s = (5\mathbf{a}_x + 12\mathbf{a}_y)\mathbf{e}^{-\gamma z},\ \gamma = 0{,}2 + j3{,}4/\text{m}$$

(a) Calcule a amplitude da onda em $z = 4$ m.

(b) Encontre a perda de energia, em dB, da onda no intervalo $0 < z < 3$ m.

(c) Calcule o vetor de Poynting em $z = 4$ e $t = T/8$. Considere $\omega = 10^8$ rad/s.

10.36 Uma onda plana uniforme de 30 MHz com

$$\mathbf{H} = 10 \text{ sen } (\omega t + \beta x)\, \mathbf{a}_z \text{ mA/m}$$

existe em uma região $x \geq 0$, tendo $\sigma = 0$, $\varepsilon_o = 9\varepsilon$, $\mu = 4\mu_o$. Em $x = 0$, a onda encontra o espaço livre. Determine: (a) a polarização da onda; (b) a constante de fase β; (c) a densidade de corrente de deslocamento na região $x \geq 0$; (d) os campos magnético refletido e transmitido e (e) a densidade média de potência em cada região.

11.4 Uma linha planar sem perdas de 78 Ω foi projetada, mas não alcançou seus objetivos. Que fração da largura da fita deve ser adicionada ou removida para se alcançar a impedância característica de 75 Ω?

11.5 Uma linha telefônica tem os seguintes parâmetros:

$$R = 40\ \Omega/\text{m} \qquad G = 400\ \mu\text{S/m}, \qquad L = 0{,}2\ \mu\text{H/m}, \qquad C = 0{,}5\ \text{nF/m}$$

(a) Se a linha opera em 10 MHz, calcule a impedância característica Z_o e a velocidade u. (b) Depois de quantos metros a tensão na linha cai de 30 dB?

11.6 Uma linha sem distorção, que opera em 120 MHz, tem $R = 20\ \Omega/\text{m}$, $L = 0{,}3\ \mu\text{H/m}$ e $C = 63$ pF/m. (a) Determine γ, u e Z_0. (b) Que distância se propagará uma onda de tensão antes que sua amplitude caia para 20% do valor inicial? (c) Que distância a onda deve se propagar para sofrer uma mudança de fase de 45°?

11.12 Uma linha coaxial com 5,6 m de comprimento tem como parâmetros distribuídos $R = 6{,}5\ \Omega/\text{m}$, $L = 3{,}4\ \mu\text{H/m}$, $G = 8{,}4$ mS/m e $C = 21{,}5$ pF/m. Se a linha opera em 2 MHz, calcule a impedância característica e o tempo de propagação entre os extremos da linha.

11.16 Encontre a impedância de entrada do cabo coaxial curto-circuitado, da Figura 11.44, se $Z_0 = 65 + j38\ \Omega$, $\gamma = 0{,}7 + j2{,}5$ /m, $\ell = 0{,}8$ m.

Figura 11.44 Referente ao Problema 11.16.