بسمه تعالی

پاسخ سوالات میانترم – ۱۳۹۴/۱/۲۷

پاسخ سؤال ۱:

با توجه به ایده آل بودن هسته اندوکتانس آن برابر است با $L = \mu_0 N^2 A_c/(2g)$

رسم مدار معادل ۰/۵ نمره ، محاسبه مقاومت و محاسبه اندوکتانس جمعا ۰/۵ نمره

چون تغییرات در فاصله هوا برای محاسبه نیرو مهم است پس اندوکتانس بر حسب g برابر میشود با:

$L(g) = (0.41\times10^{-3})/g$

نیروی خواسته شده در مسئله برابر با ۹۵×۹,۸۱ است که ۹۳۱ نیوتن میباشد از طرفی نیروی متوسط برابر است با:

$$f_{\text{fld}} = \frac{i^2}{2}\frac{dL}{dg} = -\left(\frac{\mu_0 N^2 A_c}{4g^2}\right) i^2$$

محاسبه نیروی وزن ۰/۲۵ نمره و محاسبه مشتق انرژی و رابطه نیرو ۰/۵ نمره

که باید با ازاء $g=0.18mm$ برابر با ۹۳۱ شود و از اینجا مقدار مؤثر جریان (i) برابر با $385mA$ میگردد.

محاسبه مقدار جریان ۰/۲۵ نمره

طبق رابطه ولتاژ مؤثر با جریان مؤثر داریم:

$V_{rms} = |Z|.I_{rms} = [(r^2 + (2\pi fL)^2)^{0.5}] \,.\, i$

رابطه ولتاژ و جریان و جایگذاری صحیح ۰/۵ نمره

که مقدار $r=2.8\Omega$ و مقدار $L=2.28H$ در رابطه فوق به ازاء $g=0.18mm$ محاسبه میگردد و داریم:

محاسبه مقدار اندوکتانس ۰/۲۵ نمره

$V_{rms} = 716.3 \times 0.385 = 275.8\ V$

محاسبه مقدار ولتاژ ۰/۲۵ نمره

پاسخ سؤال ۲:

الف – مقاومت هسته و فاصله هوا به صورت زیر است:

$$R_c = \frac{l_c}{\mu_r \mu_0 A} = \frac{0.6}{2500 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 18 \times 10^{-4}} = 106157.1$$

$$R_g = \frac{l_g}{\mu_r \mu_0 A} = \frac{2.3\times10^{-3}}{4\pi \times 10^{-7} \times 18 \times 10^{-4}} = 1017339$$

محاسبه هر مقاومت ۰/۲۵ نمره

و اندوکتانس برابر است با:

$$R_c = \frac{N^2}{R_T} = \frac{N^2}{R_g + R_c} = \frac{83^2}{106157.1 + 1017339} = 6.13mH$$

رابطه اندوکتانس و محاسبه آن ۰/۵ نمره

ب- ابتدا مقدار B را در رابطه قرار می‌دهیم تا H داخل هسته معلوم شود:

$H_c=3.78\times10^{-9}$

در فاصله هوا نیز داریم :

$H_g=2.2/\mu_0=1750704.4$

طبق قانون آمپر:

$NI=H_c l_c+H_g g$

که به دست می‌آید:

$I = 48.5\ A$ هر رابطه ۰/۲۵ نمره دارد

پاسخ سؤال ۳:

قسمت الف و ب)

$$\text{(i)} \qquad B_1 = \frac{\mu_0 N_1 I_1}{g_1}; \quad B_2 = \frac{\mu_0 N_1 I_1}{g_2} + \frac{\mu_0 N_2 I_2}{g_2}$$

$$\text{(ii)} \qquad \lambda_1 = N_1(A_1 B_1 + A_2 B_2) = \mu_0 N_1^2 \left(\frac{A_1}{g_1} + \frac{A_2}{g_2}\right) I_1 + \mu_0 N_1 N_2 \left(\frac{A_2}{g_2}\right) I_2$$

$$\text{(iii)} \qquad \lambda_2 = N_2 A_2 B_2 = \mu_0 N_1 N_2 \left(\frac{A_2}{g_2}\right) I_1 + \mu_0 N_2^2 \left(\frac{A_2}{g_2}\right) I_2$$

$$L_{11} = N_1^2 \left(\frac{A_1}{g_1} + \frac{A_2}{g_2}\right); \quad L_{22} = \mu_0 N_2^2 \left(\frac{A_2}{g_2}\right); \quad L_{12} = \mu_0 N_1 N_2 \left(\frac{A_2}{g_2}\right)$$

هر روشی که برای محاسبه استفاده شود صحیح است و ۰/۷۵ نمره به جواب‌های نهایی و باقی آن به روش تعلق می‌گیرد.

پاسخ سؤال ۴:

همچنان که پیداست حداکثر چگالی شار نباید از ۱,۷ تسلا تجاوز نماید. (۰/۲۵ نمره) چون سطح مقطع در همه جا ثابت و برابر ۶۴ cm2 است. پس ماکزیمم شار برابر است با:

$\phi_{max} = A \,.\, B_{max} = 64\times10^{-4}\times1.7 = 10.88$ mWb

۰/۲۵ نمره

چون هسته در این ناحیه خطی است و سیم پیچ مقاومت اهمی ندارد پس داریم:

$E_{rms} = 4.44 \,.\, N \,.\, \phi_{max} \,.\, f = 4.44\times400\times10.88\times10^{-3}\times60 = 1159.4\ V_{rms}$ ۰/۵ نمره

برای محاسبه جریان باید اندوکتانس را بدست آورد و چون هسته در این حالت خطی است داریم: $L = \frac{N^2}{R_{eq}}$

که R_{eq} مقاومت مغناطیسی دیده شده از دو سر منبع mmf است و داریم: $R_{eq} = \frac{R_1}{2} + R_2$

که R_1 مقاومت هر یک از بازو های سمت راست و سم چپ است (که مقاومت یکسانی دارند) و R_2 مقاومت شاخه وسطی است که سیم پیچ روی آن قرار دارد. واضح است که از لحاظ مداری دو بازوی راست وچپ با هم موازی شده و با R_2 سری میشوند.

در ناحیه خطی μ برابر شیب منحنی B-H است که برابر است با :

$\mu = 1.7 / 1000 = 1.7\times10^{-3}$

$$R_1 = \frac{0.72}{1.7\times10^{-3}\times0.0064} = 66.18\times10^3, R_2 = \frac{0.24}{1.7\times10^{-3}\times0.0064} = 22.06\times10^3 \Rightarrow R_{eq} = 55.15\times10^3$$

$\Rightarrow L = 2.9$ H

چون سیم پیچ مقاومت ندارد پس جریان مؤثر برابر است با:

$$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{2\pi\times60\times2.9} = 1.06 A_{rms}$$

محاسبه مقاومت‌ها هرکدام ۰/۲۵ نمره، محاسبه μ ۰/۲۵ نمره، محاسبه اندوکتانس ۰/۲۵ نمره و محاسبه جریان ۰/۲۵ نمره

توان الکتریکی مصرف شده نیز صفر است و نیازی به محاسبه ندارد زیرا مقدار مقاومت اهمی ناچیز فرض شده است و هسته در ناحیه خطی مانند یک سلف خطی عمل می‌کند که تنها انرژی مغناطیسی را در یک نیم سیکل ذخیره کرده و در نیم سیکل دیگر پس می‌دهد و هیچ انرژی مصرف نمی‌کند. ۰/۲۵ نمره