/ /

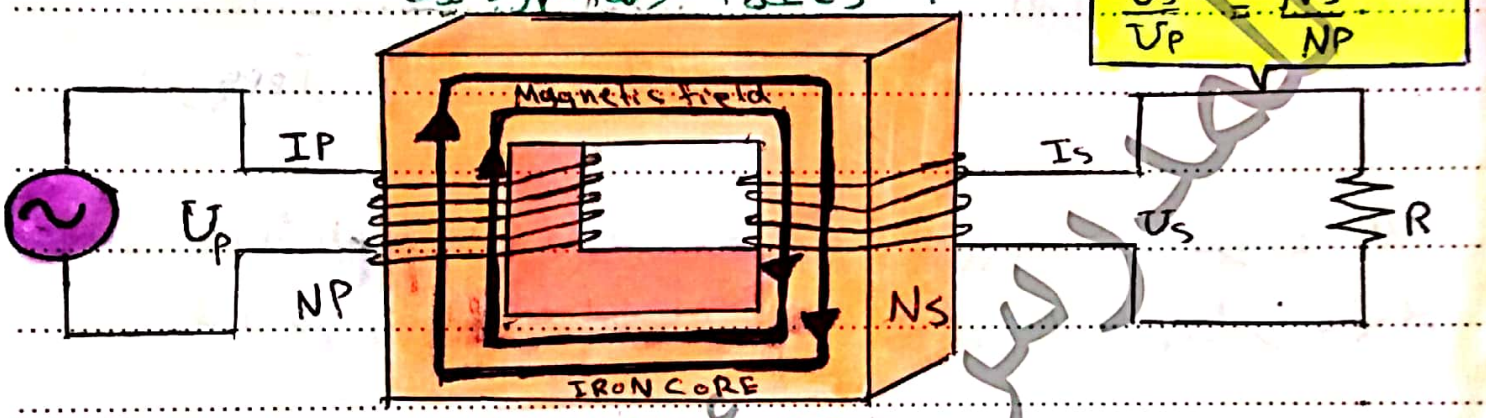
المحولة الكهربائية

مم تتألف المحولة الكهربائية ؟

تتألف من وشيعتين ومن سلك ناقل هزول وملفوف عان نواة حديد بين الوشيعة الأولية تتصل بها التيار المتناوب والوشيعة الثانوية توصل المحولة ويكون لها الوشيعة سلك رفيع وعدد لفات كبيرة والثانية سلك غليظ وعدد لفات اقل.

اشرح عمل المحولة الكهربائية

$$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$$



عند تطبيق توتر متناوب جيبي Up بين طرفي الوشيعة الأولية يمر تيار متناوب جيبي Ip فيولد حقل مغناطيسي متناوب تتدفق جميع خطوط الحقل تقريباً عبر نواة الحديد المطلية (بسبب نفوذية الحديد الكبيرة جداً أمام نفوذية الخلاء) إلى الوشيعة الثانوية فينشأ في الثانوية قوة محركة كهربائية تحريضية Us وتيار متناوب محرض Is في الثانوية له توافق التيار المرسل في الأولية.

- في المحولة الكهربائية اثبت عن الأسئلة التالية:

1. اكتب نسبة التحويل مبيناً دلالات الرموز.
2. بين متى تكون المحولة رافعة للتوتر ومتى تكون خافضة للتوتر.
3. عرف المحولة وعلل فيما تستعمل.
4. فيما تتوقع عند استبدال منبع التيار المتناوب بمنبع تيار مستمر.

Notebook
المسوحة ضوئيا بـ CamScanner

/ /

1- معادلة المحولة، نسبة التحويل μ:

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{effs}}{U_{effp}} = \frac{I_{effp}}{I_{effs}}$$

N_p: عدد اللفات في الوشيعة الأولية U_{effp}: التوتر المنبع المطبق بين طرفيها

I_{effp}: الشدة المنبعة المارة فيها

N_s: عدد اللفات في الوشيعة الثانوية U_{effs}: التوتر المنبع المطبق بين طرفيها

I_{effs}: الشدة المنبعة المارة فيها

2- محولة رافعة للتوتر وخافضة للشدة: $\mu > 1 \Rightarrow U_{effs} > U_{effp}$

محولة خافضة للتوتر ورافعة للشدة: $\mu < 1 \Rightarrow U_{effs} < U_{effp}$

3- المحولة جهاز كهربائي يعمل على رفع أو خفض التوتر والتيار المنبعين دون تغير الاستطاعة المنقولة وتواتر التيار أو شكل اهتزاز التيار ويتحسب على حادثة التريين الكهربائي

4- لا تعمل المحولة الكهربائية عند تطبيق توتر كهربائي متواصل بين طرفي دارتها الأولية

- تصنف الاستطاعة الضائعة في المحولة الكهربائية إلى نوعين ما هما؟ شرح؟

1- استطاعة ضائعة حرارياً بفعل جول الحراري (وتساوي المقاومة × مربع التيار)

- استطاعة ضائعة حرارياً في الدارة الأولية $P'_p = R_p i^2_{effp}$

- استطاعة ضائعة حرارياً في الدارة الثانوية $P'_s = R_s i^2_{effs}$

- استطاعة كلية ضائعة حرارياً $P_E = P'_p + P'_s$

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- استطاعة كهربائية ضائعة مغناطيسياً P_M تنتج هروب جزء من تدفق الحقل المغناطيسي خارج النواة الحديدية.

- استرجاع العلاقة المحددة لمردود نقل الطاقة الكهربائية المتناوبة من مركز توليده إلى مكان استقرارها وكيف نجعله يقترب من الواحد.

التوازن قبل الاستثناع:

الاستطاعة الداخلية المتولدة من منبع التيار المتناوب: $P_p = P$

وتتوزع إلى استطاعتين: P_s استطاعة مفيدة في الدارة الثانوية و P' استطاعة ضائعة حرارياً في أسلاك النقل.

$$P = P_s + P' \xrightarrow{\text{الاستطاعة المفيدة من الثانوية}} P_s = P - P'$$

$$\text{المردود} = \frac{\text{الاستطاعة الخارجة}}{\text{الاستطاعة الداخلة}} = \frac{P_s}{P} = \frac{P - P'}{P}$$

- باعتبار عامل الاستطاعة قريباً جداً من الواحد: فتكون الاستطاعة المتولدة من المنبع $P = I_{eff} \cdot U_{eff}$

- الاستطاعة الضائعة $P' = R\, i_{eff}^2$ تمثل الاستطاعة الضائعة حرارياً بفعل جول

$$\eta = \frac{I_{eff} \cdot U_{eff} - R\, i_{eff}^2}{I_{eff} \cdot U_{eff}} \Rightarrow \boxed{\eta = 1 - \frac{R\, i_{eff}}{U_{eff}}}$$

لكي يقترب المردود من الواحد ينبغي أن تكون الاستطاعة الضائعة حرارياً صغيرة لذلك علينا أن نجعل أسلاك الوصل ذات مقاطع كبيرة لإنقاص مقاومتها R وذلك مكلف لذلك نلجأ إلى تكبير U ودائماً يرفع توتر المنبع.

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

• في مشكلة علمية: عند استخدام سشاهن الهاتف النقال (الجوالة) أشعر بارتفاع درجة حرارته في أثناء عملية الشحن.

1- ما سبب ارتفاع حرارة الشاحن؟

2- ما هي أهم الحلول العلمية لتحسين كفاءة الجوالة؟

3- تستخدم الجولات الخافضة للتوتر شحن الهاتف النقال. اذكر استخداماتك أخرى لهذه الجولة

الحل:

1- يعود ارتفاع درجة حرارة الشاحن إلى ضياع جزء من الطاقة الكهربائية حرارياً بفعل حول وتيارات فوكو التدريضية

2- لتحسين كفاءة عمل الجولة:

• تهيئ أسلاك الوشيعة من النحاس ذي المقاومة النوعية الصغيرة لتقليل الطاقة الضائعة بفعل جول.

• صنع النواة الحديدية من شرائح رقيقة من الحديد السيليكوني معزولة عن بعضها البعض لتقليل أثر التيارات التدريضية (تيارات فوكو)

3- تستخدم بعض الأجهزة الكهربائية:

- ألعاب الأطفال التي يخفض فيها التوتر للأماكن من 220 إلى 12 أو أقل.
- عيادات الطب الكهربائي حيث تتابع تيارات شدته عدة مرات مئات الأمبيرات.
- أفران الصهر.

المدرس أنس أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

/ /

التمرين

أولاً - اختر الإجابة الصحيحة :

1. محولة كهربائية نسبة تحويلها $k=\frac{1}{2}$ وشدة التيار المنبعثة من ثانويتها $I_{eff}=8A$ ، فإن شدة التيار المارة في أوليتها I_{eff} تساوي :

a) $I_{eff}=2A$ b) $I_{eff}=16A$ c) $I_{eff}=3A$ d) $I_{eff}=32A$

$$k=\frac{I_{eff\,p}}{I_{eff\,s}} \Rightarrow \frac{1}{2}=\frac{8}{I_{eff\,p}} \Rightarrow I_{eff\,p}=16A$$

2. محولة كهربائية فيها التوتر المنبع بين طرفي ثانويتها $U_{eff\,p}=20V$ وفيها التوتر المنبع بين طرفي ثانويتها $U_{eff\,s}=40V$ فإن نسبة تحويلها k تساوي :

a) 2 b) 5 c) 20 d) 60

$$k=\frac{U_{eff\,s}}{U_{eff\,p}}=\frac{40}{20}=2$$

ثانياً - أجب وأعلل لكل مما يأتي :

1. لانتقل الطاقة الكهربائية عبر المسافات البعيدة بواسطة تيار متواصل.

لتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول.

2. تنقل الطاقة الكهربائية بتوترعدة آلاف من الفولتات ثم تخفض إلى 220V عند الاستهلاك ؟

لتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول ثم تخفض إلى 220V عند الاستهلاك لتوافق عمل الأجهزة الكهربائية.

3. نضع النواة في المحولة متصفحي أو ...

لانعاش تيارات فوكو وتحسين مردود المحولة.

الأستاذ أنس أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعا: حل المسائل الآتية: المسألة الأولى:

يبلغ عدد لفات ثانوية محول كهربائية $N_p = 125$ لفة وعدد لفات ثانويتها $N_s = 375$ لفة، والتوتر الكهربائي بين طرفي الثانوية يعطى بالعلاقة $U_s = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V)

1. احسب نسبة التحويل، ثم بين إن كانت المحولة رافعة للتوتر أم خافضة له.
2. احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي كل من الدارة الثانوية والأولية.
3. نصل طرفي الدارة الثانوية بمقاومة أومية $R = 30\,\Omega$، احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة الثانوية.
4. نصل على التفرع مع المقاومة السابقة وشيعة مهملة المقاومة، نغير في مرجع الزمن ليصبح تيار شدته المنتجة $I_{eff} = 3A$، احسب ذاتية الوشيعة، ثم اكتب التابع الزمني لشدة التيار المار في الوشيعة.
5. احسب قيمة الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية باستخدام إحدى النتائج.
6. احسب قيمة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة، وعلل استطاعة الدارة.

1- $N_p = 125$ لفة / $N_s = 37.5$ لفة

$U_s = 120\sqrt{2}\cos(\pi t + \dots)$ (V)

نوع المحولة؟ ... $M = ?$

$M = \frac{N_s}{N_p} = \frac{375}{125} = 3 > 1$

المحولة رافعة للتوتر لأن $M > 1$

2- $U_{eff_p} = ?$ ... $U_{eff_s} = ?$

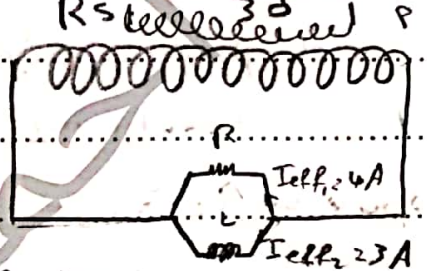
$U_{eff_s} = \frac{U_{max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\,V$

$M = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow U_{eff_p} = \frac{U_{eff_s}}{M}$

$U_{eff_p} = \frac{120}{3} = 40\,V$

3- $I_{eff_s} = ?$ ... $R = 30\,\Omega$

$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R} = \frac{120}{30} = 4\,A$



4- ذاتية الوشيعة:

$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{120}{3} = 40\,\Omega$

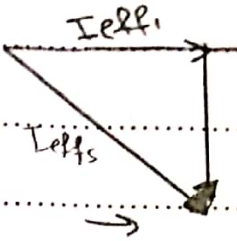
$i = I_{max}\cos(\omega t + \varphi)$

$I_{max_2} = I_{eff_2}\cdot\sqrt{2} = 3\sqrt{2}\,A$

$\omega = 100\pi\,rad.s^{-1}$ ... $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}\,rad$

$i_2 = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (A)

Farah Notebook

5- 

$\vec{I}_{effs} = \vec{I}_{eff1} + \vec{I}_{eff2}$

$I_{effs}^2 = I_{eff1}^2 + I_{eff2}^2$

$I_{effs} = \sqrt{16+9} = 5A$

6- $P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$

$= I_{eff1} V_{eff} \cos\varphi_1 + I_{eff2} V_{eff} \cos\varphi_2$

$= 4 \cdot 120 \cdot 1 + 3 \cdot 120 \cdot (0) = 480\ Wat$

$P_{avg} = I_{eff} V_{eff} \cos\varphi$

$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{I_{eff} \cdot V_{eff}} = \frac{480}{5 \cdot 120} = \frac{4}{5} = 0.8$

المسألة الثانية:

مولد كهربائي متناوب يحث تياراً وتوتراً فعالين، قيمتهما $U_{eff}=400V$ ، $I_{eff}=10A$ ويتم نقله بعد رفع هذا التوتر بواسطة محولة كهربائية مثالية إلى $(4500V)$، ويتم نقله بعد ذلك عبر خط ناقل مقاومة كليته (3Ω) المطلوب:

1- عين النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل في هذه الحالة.

2- احسب النسبة المئوية للاستطاعة الضائعة في خط النقل في حال عدم رفع التوتر.

3- احسب إذا تم تبديل خط النقل بحيث تخفض مقاومته إلى (2Ω)، احسب الاستطاعة الضائعة في خط النقل حيث يسري فيه تيار مقداره $(0.89A)$

1- الاستطاعة الضائعة:

$I_{eff_P} = 10A$ $\quad U_{eff} = 400V$

خط النقل $R = 3\Omega$ / $U_{eff_S} = 4500V$

حساب الاستطاعة الكلية:

$P_{avg} = I_{eff_P} U_{eff_P} = 10 \times 400 = 4000\ Wat$

حساب التيار الثانوي:

$\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{I_{eff_S}}{I_{eff_S}} \Rightarrow \frac{4500}{400} \times \frac{10}{I_{eff_S}}$

$I_{eff_S} = \frac{4000}{4500} = 0.89A$

$P' = R \cdot I_{eff_S}^2 \Rightarrow 3 \cdot (0.89)^2 = 24w$ / $U_{eff_S} = 4500V$

$24w$ ضائع من $4000\ Wat$ كل

X ضائع من $100\ Wat$ كل

$X = \frac{100 \times 24}{4000} = \frac{2400}{4000} = 0.6\%$

للمدرس أنس أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$I_{eff_p} = I_{eff_s} = 10\,A$ 2

$P' = R \cdot I_{eff_s}^2 = 30 \cdot 100 = 3000\,Wat$

3000 Wat في 40000 Wat كم

X ... Wat 100 كم

$X = \frac{100 \times 3000}{40000} = 75\%$

$R = 5\,\Omega$ ... $I_{eff} = 0,89\,A$ 3

$P' = R I_{eff}^2 = 5(0,89)^2 = 4\,Wat$

4 ... Wat 4000 كم

X ... 100 كم

$X = \frac{100 \times 4}{4000} = 0,1\%$

المسألة الثانية

يبلغ عدد لفات الوشيعة الأولية لمحولة 3750 لفة، وعدد لفات ثانويتها 125 لفة، تطبق بين طرفي الأولية توتراً فعالاً $U_{eff_p} = 3000\,V$ وترتبط بين طرفي الثانوية دارة تحوي على التفرع:

- مقاومة صرفة، الاستطاعة المستهلكة فيها $P_{avg_1} = 1000\,W$
- وشيعة لها مقاومة وحيدة، الاستطاعة المستهلكة فيها $P_{avg_2} = 1000\,W$

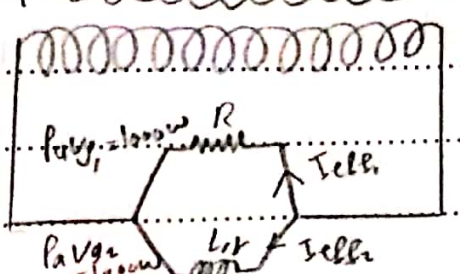
يتخلف تيار شدته المنجزة عن التوتر المطبق بمقدار $\frac{\pi}{3}\,rad$ (التأخر).

1. احسب الشدة المنجزة للتيار المار في المقاومة.
2. احسب قيمة الشدة المنجزة للتيار المار في الوشيعة.
3. احسب قيمة الشدة المنجزة للتيار المار في ثانوية المحولة.
4. احسب الشدة المنجزة للتيار المار في الدارة الأولية للمحولة.

① $N_p = 3750$ لفة / $N_s = 125$ لفة

$U_{eff_p} = 3000\,V$

محول



$I_{eff} = ?$

حسب U_{eff_s} من نسبة التحويل:

$\frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow \frac{125}{3750} = \frac{U_{eff_s}}{3000}$

$U_{eff_s} = 100\,V$

$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi$

$\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}\,rad$ نأخذ

الصديق الأخير

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$\frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_c}}{I_{eff_s}}$ 4

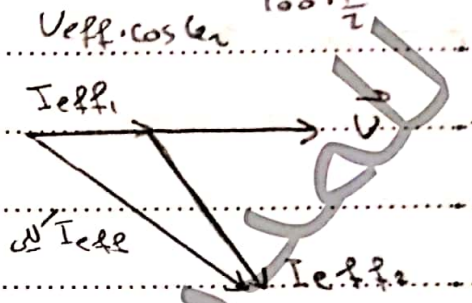
$\frac{100}{3000} = \frac{I_{eff_p}}{10\sqrt{7}}$

$I_{eff_p} = \frac{\sqrt{7}}{3}\ A$

$I_{eff_1} = \frac{P_{avg_1}}{U_{eff}\cdot\cos\varphi_1} = \frac{1000}{100} = 10\ A$

$P_{avg_2} = I_{eff_2} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi_2$ 2

$I_{eff_2} = \frac{P_{avg_2}}{U_{eff}\cdot\cos\varphi_2} = \frac{1000}{100\cdot\frac{1}{2}} = 20\ A$



..... 3

$\vec{I}_{eff_1} = \vec{I}_{eff_2} + \vec{I}_{eff_c}$

$I_{eff_c}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$I_{eff_c} = \sqrt{100 + 400 + 400\cos(-\frac{\pi}{3})}$

$I_{eff_c} = \sqrt{700} = 10\sqrt{7}\ A$

المسألة الرابعة:

يبلغ عدد الحلقات في أولية محولة 125 حلقة، وفي ثانويتها 375 حلقة. نطبق بين طرفي الدارة الأولية مولد كون فتنز قيمة 70 V، ويطبق طرفي الثانوية بقاومة صوفة R مغمورة في مسعر جولي يحوي 600 g من الماء معادل المائي مهمل، فترتفع حرارته 2,14°C خلال دقيقة واحدة. والحرارة الكتلية للماء $c = 4200\ J.Kg^{-1}.C^{o-1}$

1- احسب قيمة المقاومة R.

2- احسب الشدتين المنتجتين في دارتي المحولة باعتبار مردوده يساوي الواحد.

3- نغلق على التفرع بين طرفي المقاومة مصباح مهمل المقاومة فتتجه الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية 5 A. المطلوب:

للعلم أنس أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

/ /

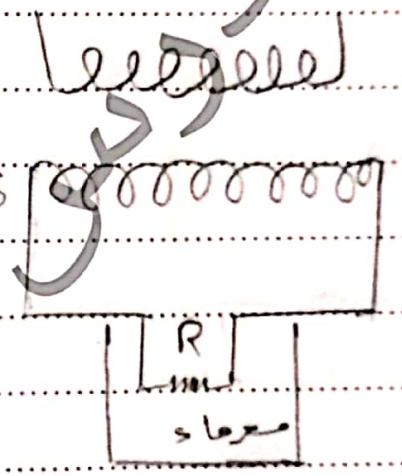
a. احسب القدرة المتوسطة للتيار في فرع الوشيعة باستخدام الشاشة ثم قارنها مع القيمة المعطاة (f = 50Hz) تابع التردد الخطية

b. احسب الناقلية الوسيطية

c. احسب الاستطاعة المتوسطة في فرع المقاومة

$N_p = 1250$ عدد $N_s = 375$ عدد

$U_{eff_p} = 10V$



$t = 1min = 60sec$ الزمن

$m = 600 \times 10^{-3} Kg$

$\Delta t = 2.14°C$ درجة الحرارة

$C = 4200 J.Kg^{-1}.C^{-1}$ الحرارة النوعية للماء

$R = ?$

$\frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} \Rightarrow \frac{375}{125} = \frac{U_{eff_s}}{10}$

$U_{eff_s} = 30V$

الطاقة الحرارية المتولدة = الطاقة المستهلكة في المقاومة في الدارة التي يكتسبها الماء

$m.c.\Delta t = R.I_{eff_s}^2.t$ (الطاقة المستهلكة في المقاومة خلال زمن $P_s.t$)

كتلة الماء × الحرارة النوعية × تغير درجة الحرارة

$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R}$

$m.c.\Delta t = R.\frac{U_{eff_s}^2}{R^2}.t$

$R = \frac{U_{eff_s}^2.t}{m.c.\Delta t} = \frac{900 \times 60}{600 \times 10^{-3} \times 4200 \times 2.14}$

$R = 10\Omega$

$I_{eff_s} = \frac{U_{eff_s}}{R} = \frac{30}{10} = 3A$ ... 2

$\frac{U_s}{U_p} = \frac{I_{eff_s}}{I_{eff_p}}$

$\frac{30}{10} = \frac{I_{eff_p}}{3}$

$\Rightarrow I_{eff_p} = 9A$

الصدوق الأمين أحمد

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

L = ? ..... -b

$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_2}} = \frac{30}{4} = \frac{15}{2}\ \Omega$

$X_L = L\omega \Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{15}{2 \cdot 100\pi}$

$L = \frac{15}{200\pi}\ H$

$P_{AVG} = P_{AVG_1} + P_{AVG_2}$ ..... -c

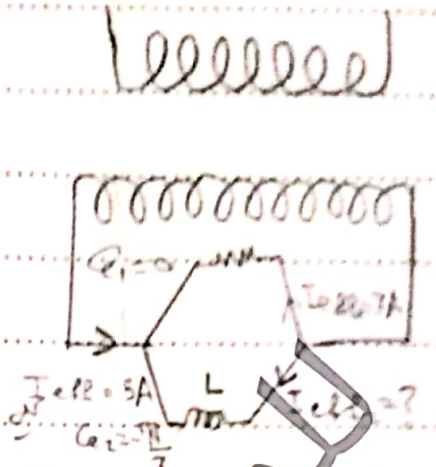
$= I_{eff_1} U_{eff} \cos\varphi_1 + I_{eff_2} U_{eff} \cos\varphi_2$

$= 3 \cdot 30 \cdot 1 + 4 \cdot 30 \cdot 0$

$= 90 + 0$

$P_{AVG} = 90\ Wat$

-3



$\vec{I_{eff}} = \vec{I_{eff_1}} + \vec{I_{eff_2}}$

$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2$

$I_{eff_2}^2 = I_{eff}^2 - I_{eff_1}^2$

$= 25 - 9 = 16$

$I_{eff_2} = 4\ A$

$i_2 = I_{max} \cos(\omega t + \varphi_2)$

$I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2} = 4\sqrt{2}\ A$

$\omega = 2\pi f = 100\pi\ rad\,s^{-1}$

$\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}\ rad$

$i_2 = 4\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})\ A$

الصديق انس احمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner