الفصل الخامس عشر
Chapter Fifteen

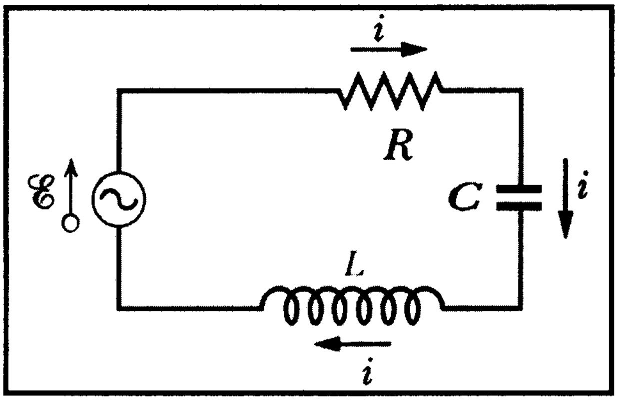
التيار المتناوب
Alternating Current

Problem (15.1) مسألة

في الشكل التالي (15.1)، تبلغ سعة المكثف $(C = 15.0 \mu F)$، ويبلغ مقدار تردد التيار المتناوب $(f = 60\ HZ)$، بينما تبلغ السعة القصوى للفولتية $(\xi_m = V_c = 36\ V)$.

1- أوجد الرادة السعوية (X_C) capacitive reactance.

2- أوجد السعة القصوى للتيار (I_C).



شكل (15.1)، المسألة (15.1)

Solution الحل

-1
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{(2\pi)(60\ HZ)(15.0 X 10^{-6}\ F)}$$

$$= 177\ \Omega.$$

من المناسب هنا أن يتذكر الطالب بأنَّ وحدة قياس الرادة السعوية هي الأوم، ولكنها ليست مقاومة، بل رادة سعوية

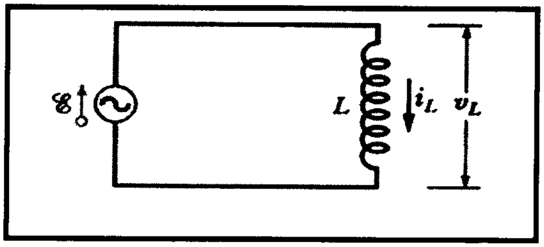
-2
$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{36.0\,V}{177\,\Omega} = 0.203\,A$$

Problem (15.2) مسألة

في الشكل التالي (15.2) تبلغ حاثية الملف $(L = 230\ mH)$، ويبلغ مقدار تردد التيار المتناوب $(f = 60\ HZ)$، بينما تبلغ السعة القصوى للفولتية $(V_L = 36.0\ V)$.

1- أوجد الرادة الحاثية *Inductive reactance* (X_L).

2- أوجد السعة القصوى للتيار (I_L) المار في الدائرة.



شكل (15.2)، المسألة (15.2)

Solution الحل

-1

$$X_L = \omega L = 2\pi\, fL$$

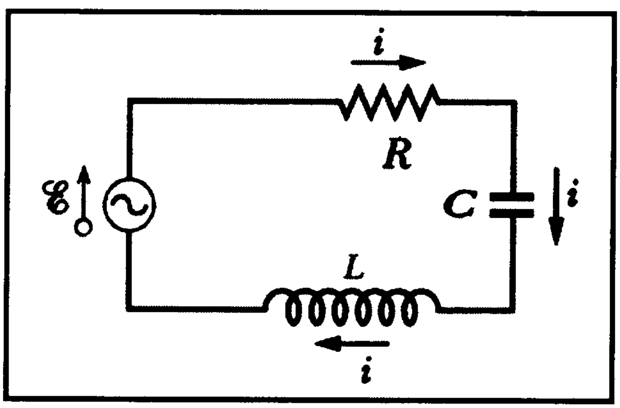
$$= (2\pi)(60\ HZ)(230 \times 10^{-3}\ H)$$

$$= 86.7\ \Omega$$

-2

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{36\ V}{86.7\ \Omega} = 0.415 A$$

Problem (15.3) مسألة



شكل (15.3)، المسألة (15.3)

في الشكل (15.3)، اعتمد القيم التالية لعناصر الدائرة :

$$\xi_m = 36\,V\ ,\ f = 60\,Hz\ ,\ L = 230\,mH\ ,\ C = 15\,\mu F\ ,\ R = 160\,\Omega$$

1- أوجد ممانعة الدائرة (Z) *Impedance*.

2- أوجد السعة القصوى للتيار (I) *amplitude*.

3- أوجد ثابت الطور (ϕ) *phase constant*.

الحل Solution

-1 $$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

$$= 2\pi(60\,Hz)(230\times 10^{-3}\,H) = 86.7\,\Omega$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{2\pi(60\,Hz)(15\times 10^{-6}\,F)} = 177\,\Omega$$

$$Z = \sqrt{(160\,\Omega)^2 + (86.7\,\Omega - 177\,\Omega)^2} = 184\,\Omega$$

-2 $$I = \frac{\xi_m}{Z} = \frac{36\,V}{184\,\Omega} = 0.196\,A$$

-3 $$\phi = \tan^{-1}(-0.564) = -29.4^o$$

ويلاحظ في هذه المسألة أنّ : $X_C > X_L$

مسألة Problem (15.4)

سوف نعيد المعلومات الواردة في المسألة (15.3)، $(R=160\Omega)$، $(C=15\mu F)$، $(L=230\,mH)$، $(f=60\,Hz)$، $(\xi_{rms}=36\,V)$، وذلك لإيجاد كلٍ من :

1- متوسط الجذر التربيعي للقوة الدافعة الكهربائية.

2- متوسط الجذر التربيعي للتيار I_{rms} .

3- معامل القدرة $\cos\phi$.

4- معدل القدرة المتبددة في الدائرة P_{av} .

الحل Solution

-1 $$\xi_{rms} = \frac{\xi_m}{\sqrt{2}} = \frac{36\ V}{\sqrt{2}} = 25.45\ V$$

-2 $$I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}} = \frac{0.192\ A}{\sqrt{2}} = 0.139\ A$$

3- كنا قد أوجدنا ثابت الطور في المسألة (15.3)، $(\phi = -29.4^o)$، إذن :

معامل القدرة : $$\cos(\phi) = 0.871$$

-4 $$P_{av} = I_{rms}^2 R = (0.139\ A)^2 (160\ \Omega)$$
$$= 3.07\ Watt$$

ومن ناحية أخرى وباستخدام المعادلة التي تعبر عن معدل القدرة المتبددة بدلالة معامل القدرة نجد أنّ :

$$P_{av} = \xi_{rms}\ I_{rms} \cos\phi$$
$$= (25.45\ V)(0.139\ A)(0.871)$$
$$= 3.07\ Watt$$

مسألة (15.5) Problem

محولة تستخدم لتغذية منطقة سكنية تعمل على فولتية $(V_P = 8.5\ KV)$ للملف الابتدائي بحيث تصل الفولتية إلى البيوت السكنية بمقدار $(V_S = 120\ V)$، كلا الفولتيتين تمثل جذر متوسط القيمة (*rms*)، افرض أن المحولة نموذجية *Ideal Transformer* وأن معامل القدرة $(\cos\phi = 1)$.

1- ما هي نسبة اللفات (N_P / N_S) لهذه المحولة الخافضة $(step\text{ - }down)$.

2- إذا كان معدل استهلاك الطاقة في وقت ما يساوي $(78\ KW)$، أوجد (I_{rms}) في الملف الابتدائي والثانوي.

3- أوجد مقدار الحمل المكافئ في دائرة الملف الثانوي.

4- أوجد مقدار الحمل المكافئ في دائرة الملف الابتدائي.

الحل Solution

-1

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = \frac{8.5 \times 10^3\ V}{120\ V} \approx 71$$

-2

$$P_{av} = I_P\ V_P$$

$$I_P = \frac{P_{av}}{V_P} = \frac{78 \times 10^3 W}{8.5 \times 10^3 V} = 9.176\ A$$

$$I_S = \frac{P_{av}}{V_S} = \frac{78 \times 10^{10} W}{120\ V} = 650\ A$$

-3

$$R_S = \frac{V_S}{I_S} = \frac{120\ V}{650\ A} = 0.1846\ \Omega$$

-4

$$R_P = \frac{V_P}{I_P} = \frac{18.5 \times 10^3 V}{9.176\ A} = 926\ \Omega$$

والتي يمكن إيجادها باستخدام المعادلة $R_{eq} = \left(\frac{N_P}{N_S}\right)^2 R_S$ على النحو الآتي :

$$R_P = \left(\frac{N_P}{N_S}\right)^2 R_S = (70.83)^2 (0.1846\ \Omega)$$

$$= 926\ \Omega$$

وهي ذات النتيجة في الطريقة الأولى.

Problem (15.6) مسألة

إذا كانت المعادلة : $\xi = \xi_m \sin \omega t$

هي التي تعبّرعن القوة الدافعة الكهربائية الفعالة التي لمقبس *Outlet* اعتيادي وبتردد $(60\ Hz)$.

1- ما هو التردد الزاوي (ω) الموافق لذلك ؟ أوجد مقداره.

2- كيف تستطيع شركة الكهرباء تثبيت هذه القيمة ؟ وضح ذلك.

Solution الحل

-1 $\xi = \xi_m \sin \omega t$

ويكون التردد الزاوي (ω) عبارة عن :

$$\omega = 2\pi\ f$$

$$= 2(3.14)rad\ \ 60s^{-1} = 377\ rad.s^{-1}$$

2- يمكن الحصول على هذا التردد عند هذه القيمة وذلك بتدوير القاعدة الدوارة للمولد *rotating shaft* على المقدار ستين دورة في الثانية.

Problem (15.7) مسألة

مكثف مقدار سعته $(C = 15.0\ \mu\ F)$ تمَّ وصله على التوالي مع مولد للتيار المتناوب $(a.c.)$ يعمل بقوة دافعة $(\xi_m = 30.0\ V)$، أوجد السعة القصوى للتيار المتناوب إذا كان تردد القوة الدافعة الكهربائية (emf) :

-1 $1.0\ KHz$

-2 $8.0\ KHz$

Solution الحل

1- باستخدام العلاقة الرياضية : $I = \dfrac{\xi_m}{X_C}$

والعلاقة الأخرى : $X_C = \frac{1}{\omega C}$

نجد أن : $I = \omega C \xi_m$

$$= 2\pi fC \xi_m$$

$$= (2\pi\, rad)(1 \times 10^3 s^{-1})(1.5 \times 10^{-6} F)(30 V)$$

$$= 0.283 A$$

-2 $I = (2\pi\, rad)(8 \times 10^3 s^{-1})(1.5 \times 10^{-6} F)(30 V)$

$$= 2.26 A$$

ونلاحظ أن مقدار التيار المار (I) يزداد بازدياد التردد.

مسألة (15.8) *Problem*

ملف مقدار حاثيته $(L = 50.0\, mH)$ تم وصله على التوالي مع مولد للتيار المتناوب $(a.c.)$ يعمل بقوة دافعة كهربائية $(\xi_m = 30.0 V)$، أوجد السعة القصوى للتيار المتناوب إذا كان تردد القوة الدافعة الكهربائية (emf) :

-1 $1.0\, KHz$

-2 $8.0\, KHz$

-3 استبدل الملف بمقاومة مقدارها $(R = 50\, \Omega)$ في هذه المسألة ثم أكمل الباقي، وذلك بإيجاد السعة القصوى للتيار المتناوب.

-4 قارن بين النتائج التي حصلت عليها في كلٍ من المكثف، الملف والمقاومة.

الحل *Solution*

-1 السعة القصوى للتيار الكهربائي (I) يمكن حسابها من العلاقة الرياضية :

$$I = \frac{V_L}{X_L}$$

$$V_L = \xi_m$$

حيث إنّ (ξ_m) هي القوة الدافعة الكهربائية للمولد.

$$X_L = 2\pi f L$$

$$= (2\pi\ rad)(1\times 10^3 s^{-1})(50\times 10^{-3} H)$$

$$= 314.2\ \Omega$$

$$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{30\ V}{314.2\ \Omega} = 9.5\times 10^{-2} A$$

-2

$$X_L = (2\pi\ rad)(8\times 10^3 s^{-1})(50\times 10^{-3} H)$$

$$= 2513.3\ \Omega$$

$$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{30\ V}{2513.3\ \Omega} = 1.2\times 10^{-2} A$$

-3

$$I = \frac{\xi_m}{R}$$

$$= \frac{30\ V}{50\ \Omega} = 0.6\ A$$

وذلك بغض النظر عن تردد التيار المتناوب.

4- وهكذا نجد أن التيار أكبر ما يكون في حالة المكثف (انظر المسألة (15.7)) وتنخفض قيمته القصوى في حالة المقاومة ثم تزداد انخفاضاً في حالة الملف.

مسألة (15.9) *Problem*

إذا كانت الرادة السعوية $(X_C = 12\ \Omega)$ لمكثف تبلغ سعته $(C = 1.5\ \mu F)$.

1- أوجد تردد تشغيل هذا المكثف.

2- أوجد مقدار (X_C) إذا كان التردد ضعف مقدار التردد الذي أوجدته في الطلب الأول.

Solution الحل

يمكننا إيجاد التردد من العلاقة الرياضية :

$$f = \frac{1}{2\pi\ fC\ X_C}$$

$$= \frac{1}{(2\pi\ rad)(1.5 \times 10^{-6}\ F)(12\ \Omega)}$$

$$= 8.84\ KHz$$

$$= 8.84 \times 10^3\ s^{-1}$$

2- نلاحظ أن العلاقة بين الرادة السعوية (X_c) والتردد هي علاقة عكسية أي أنَّ :

$$X_C \propto f^{-1}$$

فإذا ازداد التردد بمقدار الضعف، هذا يعني أنَّ الرادة السعوية سوف تقل بمقدار النصف، أي أنَّ :

$$X_C = \frac{1}{2}(12\ \Omega) = 6.0\ \Omega$$

مسألة Problem (15.10)

إذا كانت القوة الكهربائية الدافعة الخارجة *Output* عن مولد للتيار المتناوب $(a.c.)$ هي : $\xi = \xi_m \sin \omega\ t$

حيث إنَّ $(\xi_m = 25.0\ V)$، $(w = 377\ rad/s)$، تمَّ وصله بملف حاثيته $(12.7\ H)$

1- أوجد أعلى قيمة للتيار الصادر من هذا المولد.

2- عند أعلى قيمة للتيار، أوجد القوة الدافعة الكهربائية له (emf).

3- عندما تزداد القوة الدافعة الكهربائية للمولد إلى $(-12.5\ V)$، أوجد مقدار التيار المار.

4- في الظروف المبينة في الطلب (3) من هذه المسألة، قرر فيما إذا كان المولد يعطي أم يأخذ طاقة من باقي أجزاء الدائرة.

الحل *Solution*

1- يمكننا إيجاد أعلى قيمة للتيار الصادر عن هذا المولد من العلاقة الرياضية :

$$I = \frac{\xi_m}{X_L} = \frac{\xi_m}{\omega L}$$

$$= \frac{25.0\,V}{(377\ rad\ s^{-1})(12.7\ s^{-1})}$$

$$= 5.22 \times 10^{-3}\,A$$

2- أعلى قيمة للتيار تكون عندما تكون :

$$\xi(t) = 0$$

$$i(t) = I$$

وذلك عند فرق الطور ($\phi = 90^o$).

3- عندما تكون الفولتية (-12.5) فولت فهذا يعني أنّ :

$$\omega\, t = (2\pi\, n - \pi/6)$$

حيث (n) هو عدد صحيح من الدورات فكل دورة ($2\pi\ rad$) وهكذا تصبح المعادلة العامة للتيار.

$$i = I\sin(2\pi\, n - \pi/6 + \pi/2)$$

$$= I\sin(\pi/3) = (5.22\times 10^{-3}\,A)(\sqrt{3}/2)$$

$$= 4.51\times 10^{-3}\,A$$

4- إنّ الطاقة المتولدة في هذه اللحظة هي عبارة عن :

$$P = \xi(t)\, i(t)$$

$$= \xi_m \sin(2\pi n - \pi/6)\, I \sin(\pi/3)$$

$$= -\xi_m I \sin(\pi/6) \sin(\pi/3)$$

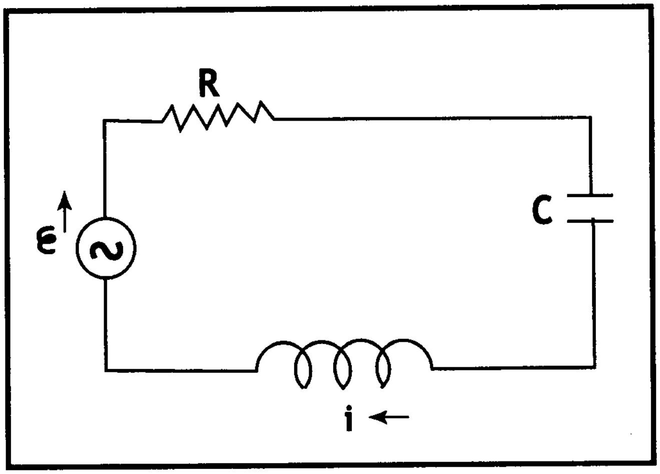
$$= -(+12.5\,V)(5.22 \times 10^{-3}\,A)(0.5)(0.866)$$

$$= -0.028\ \ Watt.$$

وعليه فإن المولد يأخذ طاقة من باقي أجزاء الدائرة. لأن الطاقة سالبة (-0.028).

مسألة (15.11) *Problem*

إذا كانت لديك الدائرة الآتية، والمبينة في الشكل (15.4).



شكل (15.4)، المسألة (15.11)

حيث إنّ $(R = 160\,\Omega)$، $(L = 230\,mH)$، $(f = 60.0\,Hz)$، $(\xi_m = 36.0\,V)$، $(C = 0.8\,\mu F)$ أوجد كلا من :

1- ممانعة الدائرة (Z) .

2- السعة القصوى للتيار (I).

3- ثابت الطور (ϕ).

Solution الحل

1- ممانعة الدائرة يمكن إيجادها من العلاقة الرياضية :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{(2\pi\ rad)(60\ s^{-1})(0.8 \times 10^{-6}\ F)}$$

$$= 3315.7\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi\ f\ L = (2\pi\ rad)(60\ s^{-1})(230 \times 10^{-3}\ H)$$

$$= 86.7\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{(160\ \Omega) + (86.7\ \Omega - 3315.7\ \Omega)}$$

$$= 3232.95\ \Omega$$

2- السعة القصوى للتيار.

$$I = \frac{\xi_m}{Z}$$

$$= \frac{36\ V}{3232.95\ \Omega} = 9.28 \times 10^{-3}\ A$$

-3

$$\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$= \frac{86.7\ \Omega - 3315.7\ \Omega}{160\ \Omega} = 20.18125$$

$$\phi = 87.16^o$$

Problem (15.12) مسألة

دائـرة (LC) على التـوالـي تـم وصـلـها بمـولـد للتيـار المتنـاوب $(a.c.)$ تـردده $(f = 930\ Hz)$، إذا كانت حاثية الملف $(L = 88\ mH)$ ومقاومته مجهولة، أما سعة المكثف $(C = 0.94\ \mu F)$، بينما يساوي ثابت الطور بين الفولتيتين و التيار $(\phi = 75^{o})$، أوجد مقدار مقاومة الملف.

Solution الحل

من المعلوم أن طور هذه الدائرة (ϕ) يمكن إيجاده من العلاقة الرياضية :

$$\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}}{R}$$

$$X_L = 2\pi\ f\ L = (2\pi\ rad)(930\ s^{-1})(88 \times 10^{-3}\ H)$$

$$= 182.06\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi\ f\ C} = \frac{1}{(2\pi\ rad)(930\ s^{-1})(0.94 \times 10^{-6}\ F)}$$

$$= 182.06\ \Omega$$

$$R = \frac{X_L - X_C}{\tan\phi} = \frac{514.2\ \Omega - 182.06\ \Omega}{\tan 75^{o}}$$

$$= \frac{332.14}{3.732} = 88.99\ \Omega$$

Problem (15.13) مسألة

في دائرة (RLC) على التوالي تبلغ أقصى قيمة للقوة الدافعة الكهربائية (emf) للمولد $(125\ V)$، وأعلى قيمة للتيار $(3.20\ A)$.

إذا كان التيار يسبق القوة الدافعة للمولد بمقدار $(0.982\ rad)$.

أوجد : 1- الممانعة في الدائرة المذكورة (Z) *Impedance*.

2- مقاومة الدائرة.

3- ما هي الصفة الغالبة على الدائرة ؟ هل هي سعوية أم حثية.

الحل *Solution*

1- الممانعة يمكن إيجادها من العلاقة الرياضية :

$$Z = \frac{\xi_m}{I} = \frac{125\ V}{3.2\ A} = 39.1\,\Omega$$

2- أما مقاومة الدائرة فهي :

$$R = \frac{V_R}{I} = \frac{\xi_m \cos\phi}{I}$$

$$= \frac{(125\,V)(\cos 10.982\ rad)}{3.2\ A} = 21.7\,\Omega$$

-3
$$X_L - X_C \propto \sin\phi = \sin(-0.982\ rad)$$

$$= -0.83$$

وهكذا نجد أن الدائرة سعوية وليست حثية ذلك أن ($\sin\phi$ سالب).

مسألة (15.14) *Problem*

أثبت أن معدل الطاقة التي تغذي الدائرة المبينة في الشكل (15.1) في المسألة (15.1) يمكن التعبير عنها رياضياً بالصيغة الآتية :

$$P_{av} = \frac{\xi_{rms}^2\, R}{Z^2}$$

الحل *Solution*

من المعلوم أنّ معدل الطاقة يعطى بالعلاقة الرياضية :

$$P_{av} = \xi_{rms} I_{rms} \cos\phi$$

$$= \xi_{rms}\left(\frac{\xi_{rms}}{Z}\right)\left(\frac{R}{Z}\right)$$

حيث إنّ :

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

$$I_{rms} = \frac{\xi_{rms}^{2}}{Z}$$

وهكذا نجد أنّ :

$$P_{av} = \frac{\xi_{rms}^{2} R}{Z^{2}}$$

مسألة (15.15) *Problem*

محرك كهربائي موصول بفولتية قدرها $(120\ V)$ وتيار متناوب بتردد $(60\ Hz)$ ينتج عملاً ميكانيكياً بمعدل $(1.0\ hp)$. إذا كان المحرك يسحب تياراً مقداره $(I_{rms} = 0.65\ A)$، أوجد مقدار المقاومة الفعالة بدلالة القدرة المنقولة.

الحل *Solution*

تذكر بأنّ المقاومة الفعالة بدلالة القدرة المنقولة نعبّر عنها بالعلاقة الرياضية :

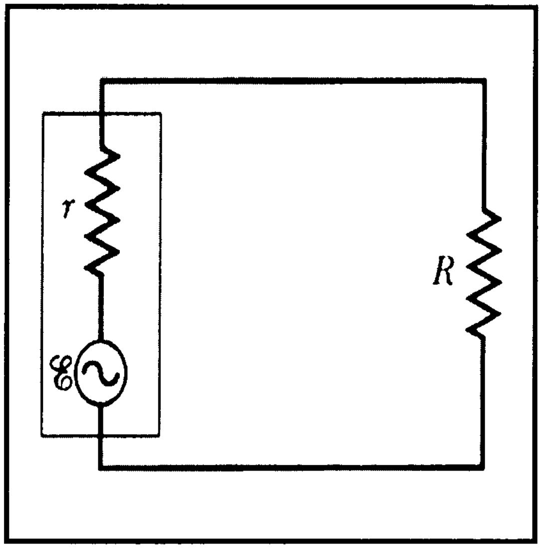
$$R_{eff} = \frac{P_{mechanical}}{I^{2}{}_{rms}}$$

$$= \frac{(0.1\ hp)(746\ W/hp)}{(0.65\ A)^{2}} = 177\ \Omega$$

وهذه هي القيمة الفعالة للمقاومة في حال انتقال القدرة من الشكل الكهربائي إلى الشكل الميكانيكي. ولابد من أن نتذكر بأن المقدار $(I^{2}{}_{rms} R)$ هو عبارة عن حرارة جول أو القدرة المتبددة خلال عمل الدائرة.

مسألة **Problem (15.16)**

تأمل الشكل التالي (15.5).



شكل (15.5)، المسألة (15.16)

أثبت أن معدل تبدد الطاقة في المقاومة (R) يبلغ قيمته العظمى عندما $(R = r)$، حيث (r) هي المقاومة الداخلية لمولد التيار المستمر.

الحل **Solution**

تأمّل الشكل (15.5) لتجد أنّ الطاقة عبر المقاومة (R) هي :

$$P_R = i^2 R = \left[\frac{\xi_m}{r+R}\right]^2 R$$

ولكي تكون الطاقة عند أعلى مقدار لها لابد أن نساوي المشتقة الأولى بالنسبة للمقاومة (R) بالمقدار صفر، أي أنّ :

$$\frac{dP_R}{dR} = \frac{d}{dR}\left[\frac{\xi_m^2 R}{(r+R)^2}\right]$$

$$P_R = \frac{\xi^2{}_m (r+R)^2 - \xi^2{}_m R2(r+R)}{(r+R)^4}$$

$$= \frac{\xi^2{}_m [(r+R)^2 - 2(r+R)R]}{(r+R)^4}$$

$$= \frac{\xi^2{}_m [r^2 + \cancel{R^2} + \cancel{2R}r - \cancel{2r}R - \cancel{2}R^2]}{(r+R)^4}$$

$$= \frac{\xi^2{}_m (r^2 + R^2)}{(r+R)^4} = \frac{\xi^2{}_m \cancel{(r+R)}(r-R)}{(r+R)^{\cancel{4}\,3}}$$

$$= \frac{\xi^2{}_m (r-R)}{(r+R)^3} = 0$$

من المعلوم أنّ :

$$\xi^2{}_m \neq 0$$

$$(r+R)^3 \neq 0$$

إذن : $r - R = 0$

وعليه فإن أقصى قيمة لتبدد الطاقة عندما $(r = R)$.

مسألة (15.17) *Problem*

مولد يغذي الملف الابتدائي لمحولة بفولتية مقدارها $(100\ V)$، يبلغ عدد لفاته $(N_P = 50\ turns)$، إذا كان عدد لفات الملف الثانوي $(N_S = 500\ turns)$، أوجد مقدار الفولتية في الملف الثانوي.

الحل *Solution*

من المعلوم لدينا بأن : $\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P}$

أي أنَّ : $V_S\, N_P = N_S\, V_P$

$$V_S = V_P\left(\frac{N_S}{N_P}\right) = (100\,V)\left(\frac{500}{50}\right)$$

$$= 1\times 10^3 V.$$

مسألة *Problem* (15.18)

يبلغ عدد لفات الملف الابتدائي لمحولة $(N_P = 500\ turns)$ وعدد لفات الملف الثانوي $(N_S = 10\ turns)$.

1- إذا كانت $(V_P = 120\,V_{rms})$، أوجد (V_S) بافتراض أن الدائرة مفتوحة.

2- تم ربط مقاومة قدرها $(15\,\Omega)$ مع الملف الثانوي ، أوجد مقدار التيار في كل من الملفين الابتدائي والثانوي.

الحل *Solution*

-1

$$V_S = V_P\left(\frac{N_S}{N_P}\right)$$

$$= (120\,V)\left(\frac{10}{500}\right) = 2.4\,V$$

-2

$$I_s = \frac{V_s}{R_s} = \frac{2.4\,V}{15\,\Omega} = 0.16\ A$$

$$I_p = I_s\left(\frac{N_s}{N_p}\right) = (0.16\,A)\left(\frac{10}{500}\right)$$

$$= 3.2\times 10^{-3} A.$$