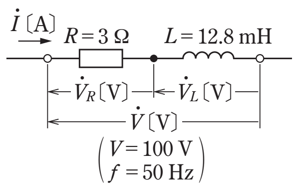
第 5 章　交流回路の電圧・電流・電力

問

5・1　直列回路

問 1　誘導リアクタンス X_L〔Ω〕は，

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 12.8 \times 10^{-3}$$
$$= \mathbf{4}\ \text{〔Ω〕}$$



解図 1

インピーダンス Z〔Ω〕は，式 (5･7) から，

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25}$$
$$= \mathbf{5}\ \text{〔Ω〕}$$

電流 I〔A〕は，式 (5･8) から，

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{5} = \mathbf{20}\ \text{〔A〕}$$

R の端子電圧 V_R〔V〕は，式 (5･1) から，

$$V_R = RI = 3 \times 20 = \mathbf{60}\ \text{〔V〕}$$

L の端子電圧 V_L〔V〕は，式 (5･2) から，

$$V_L = X_L I = 4 \times 20 = \mathbf{80}\ \text{〔V〕}$$

位相差 θ は，式 (5･6) から，

$$\theta = \tan^{-1}\frac{V_L}{V_R} = \tan^{-1}\frac{80}{60} = \tan^{-1} 1.33 \fallingdotseq \mathbf{53°}$$

また，$\cos\theta$，$\sin\theta$ は，

$$\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{3}{5} = \mathbf{0.6} \qquad \sin\theta = \frac{X_L}{Z} = \frac{4}{5} = \mathbf{0.8}$$

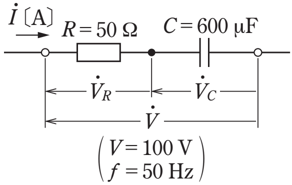
問 2　容量リアクタンス X_C〔Ω〕は，

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 600 \times 10^{-6}} = 5.3\ \text{〔Ω〕}$$

したがって，電流 I〔A〕は，式 (5･10) から，

$$I=\frac{V}{\sqrt{R^2+\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}}=\frac{100}{\sqrt{50^2+5.3^2}}=\frac{100}{50.28}$$

$$=\mathbf{1.99}\ \text{〔A〕}$$



解図 2

位相差 θ は，式 (5･12) から，

$$\theta=\tan^{-1}\frac{\frac{1}{\omega C}}{R}=\tan^{-1}\frac{5.3}{50}$$

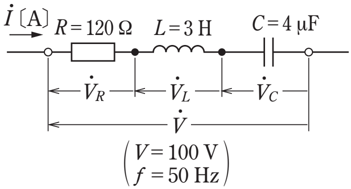
$$=\tan^{-1}0.106=6.7^\circ=\mathbf{6^\circ 43'}$$

問 3　回路のリアクタンス X_L，X_C〔Ω〕は，

$$X_L=2\pi fL=2\pi\times 50\times 3=942\ \text{〔Ω〕}$$

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

$$=\frac{1}{2\pi\times 50\times 4\times 10^{-6}}=796\ \text{〔Ω〕}$$



解図 3

したがって，$X_L>X_C$ となるので，回路は**誘導性**である。

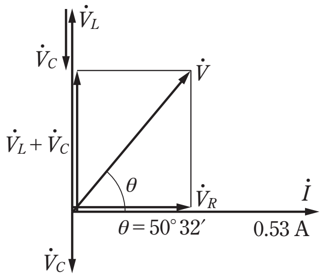
電流 I〔A〕は，式 (5･14) から，

$$I=\frac{V}{\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}}=\frac{100}{\sqrt{120^2+(942-796)^2}}=\frac{100}{189}=\mathbf{0.529}\ \text{〔A〕}$$

位相差 θ は，式 (5･16) から，

$$\theta=\tan^{-1}\frac{X_L-X_C}{R}=\tan^{-1}\frac{146}{120}=\tan^{-1}1.217=50.58^\circ=\mathbf{50^\circ 35'}$$

問 4　ベクトル図は，解図 4 のようになる。



解図 4

5・2　並列回路

問 1　電流 I_R，I_L〔A〕は，式 (5・17)〜(5・18) から，

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{120}{30} = \mathbf{4}\ \text{〔A〕}$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{120}{40} = \mathbf{3}\ \text{〔A〕}$$

したがって，全電流 I〔A〕は，式 (5・19) から，

$$I = \sqrt{I_R{}^2 + I_L{}^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = \mathbf{5}\ \text{〔A〕}$$

インピーダンス Z〔Ω〕は，式 (5・20) から，

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{120}{5} = \mathbf{24}\ \text{〔Ω〕}$$

問 2　電流 I_R，I_C〔A〕は，式 (5・22)〜(5・23) から，

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{120}{3} = \mathbf{40}\ \text{〔A〕}$$

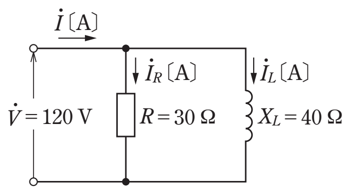
$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{100}{4} = \mathbf{30}\ \text{〔A〕}$$

したがって，全電流 I〔A〕は，式 (5・24) から，

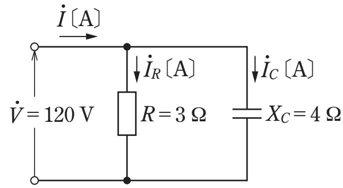
$$I = \sqrt{I_R{}^2 + I_C{}^2} = \sqrt{40^2 + 30^2} = \mathbf{50}\ \text{〔A〕}$$

インピーダンス Z〔Ω〕は，式 (5・25) から，

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{120}{50} = \mathbf{2.4}\ \text{〔Ω〕}$$



解図 5



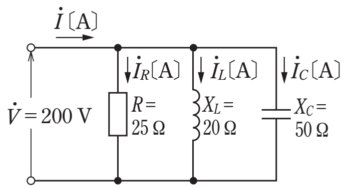
解図 6

問 3　電流 I_R，I_L，I_C〔A〕は，式 (5・27) から，

$$I_R = \frac{V}{I} = \frac{200}{25} = 8\ \text{〔A〕}$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{200}{20} = 10\ \text{〔A〕}$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{200}{50} = 4\ \text{〔A〕}$$



解図 7

したがって，全電流 I〔A〕は，式 (5・28) から（ただし，$\dfrac{1}{X_L} > \dfrac{1}{X_C}$ であるから，

回路は誘導性である)。

$$I=\sqrt{I_R{}^2+(I_L-I_C)^2}=\sqrt{8^2+(10-4)^4}=\mathbf{10}\ [\mathrm{A}]$$

インピーダンス Z〔Ω〕は，式(5・29)から，

$$Z=\frac{V}{I}=\frac{200}{10}=\mathbf{20}\ [\Omega]$$

5・3 交流の電力

問1 力率 $\cos\theta$〔%〕は，式(5・3)から，

$$\cos\theta=\frac{P}{VI}\times100=\frac{1.6\times10^3}{100\times20}\times100=\mathbf{80}\ [\%]$$

復習問題

基本問題

1. ① 負荷のインピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\frac{V}{I}=\frac{\frac{141}{\sqrt{2}}}{\frac{2.82}{\sqrt{2}}}=\mathbf{50}\ [\Omega]$$

i は v より $\frac{\pi}{6}$〔rad〕位相が遅れるので，負荷は**誘導性**である。

② 抵抗 R〔Ω〕は，

$$R=Z\cos\frac{\pi}{6}=50\times\frac{\sqrt{3}}{2}=25\sqrt{3}=\mathbf{43.3}\ [\Omega]$$

2. このコイルのインピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\sqrt{R^2+(2\pi fL)^2}=\sqrt{2^2+(2\pi\times50\times20\times10^{-3})^2}\fallingdotseq\sqrt{43.5}=6.6\ [\Omega]$$

したがって，電流 I〔A〕は，

$$I=\frac{V}{Z}=\frac{100}{6.6}=\mathbf{15.2}\ [\mathrm{A}]$$

3. 合成インピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\sqrt{R^2+\left(\frac{1}{2\pi fC}\right)^2}=\sqrt{8^2+\left(\frac{1}{2\pi\times50\times12\times10^{-6}}\right)^2}=\sqrt{8^2+265^2}=265\ 〔\Omega〕$$

したがって，電流 I〔A〕は，

$$I=\frac{V}{Z}=\frac{100}{265}=\mathbf{0.377}\ 〔\mathbf{A}〕$$

4. 回路のインピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\frac{V}{I}=\frac{10}{100\times10^{-3}}=\mathbf{100}\ 〔\Omega〕$$

次に，題意から，

$$X_C=\frac{V_C}{I}=\frac{10}{100\times10^{-3}}=100\ 〔\Omega〕$$

また，L と C の合成リアクタンス X〔Ω〕は，

$$Z^2=R^2+X^2 \qquad \therefore \quad X=\sqrt{Z^2-R^2}=\sqrt{100^2-60^2}=\mathbf{80}\ 〔\Omega〕$$

したがって，L の誘導リアクタンス X_L〔Ω〕は，

$$X_L=X+X_C=80+100=180\ 〔\Omega〕$$

ゆえに，求める回路のインダクタンス L〔H〕は，

$$L=\frac{X_L}{2\pi f}=\frac{180}{2\pi\times10^3}=28.6\times10^{-3}〔\mathrm{H}〕=\mathbf{28.6}\ 〔\mathbf{mH}〕$$

5. コイルの抵抗 R〔Ω〕は，

$$R=\frac{V_P}{I_P}=\frac{50}{12.5}=\mathbf{4}\ 〔\Omega〕$$

次に，コイルのインピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\frac{V}{I}=\frac{100}{20}=\mathbf{5}\ 〔\Omega〕$$

であるから，コイルのリアクタンス X_L〔Ω〕は，

$$X_L=\sqrt{Z^2-R^2}=\sqrt{5^2-4^2}=\mathbf{3}\ 〔\Omega〕$$

6. i の実効値 I〔A〕は，

$$I=I_m\times\frac{1}{\sqrt{2}}=\sqrt{2}\times10\times\frac{1}{\sqrt{2}}=10\ 〔\mathrm{A}〕$$

したがって，電力 P〔W〕は，

$$P=RI^2=15\times10^2=1\,500〔\mathrm{W}〕=\mathbf{1.5}\ 〔\mathbf{kW}〕$$

7. 回路のインピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\frac{V}{I}=\frac{200}{10}=20\ 〔\Omega〕$$

一方，この回路の合成インピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\sqrt{R^2+X^2}$$

であるから，両者が等しいとおいて，

$$20=\sqrt{R^2+X^2} \qquad \therefore \quad X=\sqrt{20^2-12^2}=\mathbf{16}\ 〔\Omega〕$$

8. 回路の皮相電力 P_s〔V·A〕，力率 $\cos\theta$，無効電力 P_q〔var〕は，

$$P_s=VI=200\times0.35=\mathbf{70}\ 〔\mathbf{V \cdot A}〕$$

$$\cos\theta=\frac{P}{VI}=\frac{25}{200\times0.35}=\mathbf{0.357} \quad (\mathbf{35.7\%})$$

$$P_q=VI\sin\theta=70\sqrt{1-\cos^2\theta}=70\sqrt{1-0.357^2}=70\times0.934=\mathbf{65.4}\ 〔\mathbf{var}〕$$

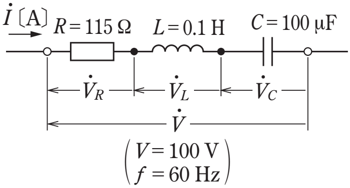
発 展 問 題

1.

$$X_L=2\pi fL=2\pi\times60\times0.1=37.70\ 〔\Omega〕$$

$$X_C=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{1}{2\pi\times60\times100\times10^{-6}}$$

$$=26.53\ 〔\Omega〕$$



解図 8

したがって，電流 I〔A〕は，

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

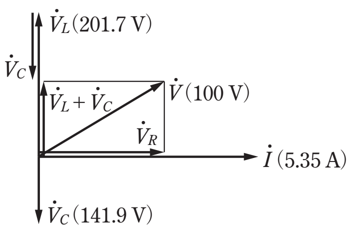
$$=\frac{100}{\sqrt{15^2+(37.70-26.53)^2}}=\mathbf{5.35}\ 〔\mathbf{A}〕$$

L と C の各端子電圧を V_L〔V〕，V_C〔V〕とすれば，

$$V_L=X_LI=37.70\times5.35=\mathbf{201.7}\ 〔\mathbf{V}〕$$

$$V_C=X_CI=26.53\times5.35=\mathbf{141.9}\ 〔\mathbf{V}〕$$

ベクトル図は，解図 9 のようになる。

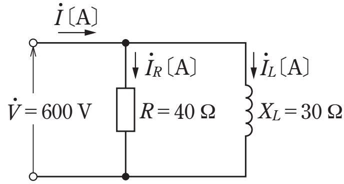


解図 9

2. R–L の並列回路の合成インピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\frac{R\times X_L}{\sqrt{R^2+X_L{}^2}}=\frac{40\times 30}{\sqrt{40^2+30^2}}$$

$$=\frac{1\,200}{50}=\mathbf{24}\ 〔\Omega〕$$



解図 10

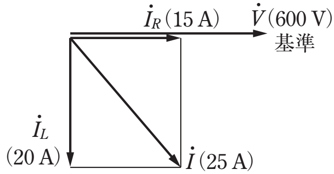
解図 10 のように，回路全電流を $\dot{I}$〔A〕，R，L に流れる電流を $\dot{I}_R$〔A〕，$\dot{I}_L$〔A〕とし，それぞれの大きさを I，I_R，I_L〔A〕とすれば，

$$I=\frac{V}{Z}=\frac{600}{24}=\mathbf{25}\ 〔\mathbf{A}〕$$

$$I_R=\frac{V}{R}=\frac{600}{40}=\mathbf{15}\ 〔\mathbf{A}〕$$

$$I_L=\frac{V}{X_L}=\frac{600}{30}=\mathbf{20}\ 〔\mathbf{A}〕$$

並列回路であるから，電圧 $\dot{V}$ を基準にとって，ベクトル図を書けば，解図 11 のようになる。



解図 11

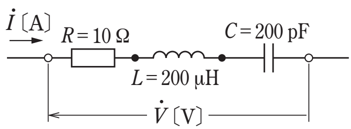
3. R–L–C の直列回路の全電流 I〔A〕は，

$$I=\frac{V}{\sqrt{R^2+\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2}}\ 〔\mathrm{A}〕$$

電流 I が最大になるためには，上式の分母が最小になればよい。したがって，

$$\omega L-\frac{1}{\omega C}=0$$

$$\therefore\quad \omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}$$



解図 12

$$\therefore\quad f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\pi\times\sqrt{200\times10^{-6}\times200\times10^{-12}}}=\frac{1}{2\pi\times200\times10^{-9}}$$

$$=796\times10^3\,〔\mathrm{Hz}〕=\mathbf{796}\ 〔\mathbf{kHz}〕$$

4. R，L，C の各回路に流れる電流の大きさをそれぞれ I_R，I_L，I_C〔A〕とすれば，

$$I_R=\frac{V}{R}=\frac{120}{6}=20\ 〔\mathrm{A}〕$$

$$I_L=\frac{V}{X_L}=\frac{V}{\omega L}=\frac{V}{2\pi fL}=\frac{120}{2\pi\times 50\times 50.9\times 10^{-3}}=7.5\ \text{〔A〕}$$

$$I_C=\frac{V}{X_C}=\frac{V}{\dfrac{1}{\omega C}}=\omega CV=2\pi fCV=2\pi\times 50\times 265\times 10^{-6}\times 120=9.99\ \text{〔A〕}$$

また，回路全電流 I〔A〕は，

$$I=\sqrt{I_R{}^2+(I_C-I_L)^2}=\sqrt{20^2+(9.99-7.50)^2}=\mathbf{20.2}\ \text{〔\textbf{A}〕}$$

力率 $\cos\theta$ は，

$$\cos\theta=\frac{I_R}{I}=\frac{20}{20.2}=\mathbf{0.99}\quad(\mathbf{99\%})$$

電力 P〔W〕は，

$$P=RI_R{}^2=6\times 20^2=2\,400\ \text{〔W〕}=\mathbf{2.4}\ \text{〔\textbf{kW}〕}$$

5. a 端子を抵抗側に接続したときの回路電流 I〔A〕は，

$$I=\frac{210}{R+80}$$

一方，題意より，

$$80I=120\qquad\therefore\quad I=\frac{120}{80}=1.5\ \text{〔A〕}$$

これを上式に代入すれば，

$$1.5=\frac{210}{R+80}\qquad\therefore\quad R=\frac{210}{1.5}-80=60\ \text{〔}\Omega\text{〕}$$

次に，a 端子を誘導リアクタンス側に接続したときの回路電流 I'〔A〕は，

$$I'=\frac{210}{Z}=\frac{210}{\sqrt{60^2+80^2}}=\frac{210}{100}=2.1\ \text{〔A〕}$$

したがって，端子 ab 間の電圧 V_{ab}〔V〕は，

$$V_{ab}=X_LI'=80\times 2.1=\mathbf{168}\ \text{〔\textbf{V}〕}$$

6. 電流の実効値 I〔A〕は，

$$I=\frac{I_m}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}\times 10\times 10^{-3}}{\sqrt{2}}=10\times 10^{-3}\ \text{〔A〕}\qquad(1)$$

次に，この電流がコンデンサに流れたときの無効電力 P_q〔var〕は，

$$P_q=VI\sin\theta\qquad(2)$$

ここに，$\sin\theta=1$，$V=I/\omega C$ であるから，これを式(2)に代入すれば，

$$P_q=\frac{I^2}{\omega C}=\frac{I^2}{2\pi fC}$$

を得る。これに式(1)を代入すれば，

$$P_q=\frac{(10\times10^{-3})^2}{2\pi\times1\times0.05\times10^{-6}}=\mathbf{0.318}\ \mathbf{〔var〕}$$

7. コイルの力率 $\cos\theta$ は，

$$\cos\theta=\frac{R}{Z}=\frac{20}{45}=\mathbf{0.444}\quad(\mathbf{44.4\%})$$

8.

$$P_s=VI\qquad\therefore\quad I=\frac{P_s}{V}=\frac{2\,000}{100}=20\ 〔\mathrm{A}〕$$

$$P=RI^2\qquad\therefore\quad R=\frac{P}{I^2}=\frac{1.6\times10^3}{20^2}=\mathbf{4}\ 〔\Omega〕$$

$$\cos\theta=\frac{P}{P_s}=\frac{1\,600}{2\,000}=0.8$$

$$\sin\theta=\sqrt{1-\cos^2\theta}=\sqrt{1-0.8^2}=0.6$$

$$\therefore\quad\tan\theta=\frac{\sin\theta}{\cos\theta}=\frac{0.6}{0.8}=0.75$$

したがって，$\tan\theta=\dfrac{X}{R}$ であるから，

$$\therefore\quad X=R\tan\theta=4\times0.75=\mathbf{3}\ 〔\Omega〕$$

9. 直列回路のインピーダンス三角形から，

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

$$\therefore\quad Z=\frac{R}{\cos\theta}=\frac{16}{0.8}=20\ 〔\Omega〕$$

また，回路のインピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\sqrt{R^2+X^2}\qquad\therefore\quad X=\sqrt{Z^2-R^2}=\sqrt{20^2-16^2}=\mathbf{12}\ 〔\Omega〕$$

この回路に $V=100$〔V〕の電圧を加えたときの皮相電力 P_s〔V·A〕，電力 P〔W〕，無効電力 P_q〔var〕のそれぞれの値は，

$$I=\frac{V}{Z}=\frac{100}{20}=5\ 〔\mathrm{A}〕$$

$$P_s=V\cdot I=100\times5=\mathbf{500}\ \mathbf{〔V\cdot A〕}$$

$$P=V\cdot I\cos\theta=100\times5\times0.8=\mathbf{400}\ \mathbf{〔W〕}$$

$$P_q=V\cdot I\sin\theta=100\times5\times0.6=\mathbf{300}\ \mathbf{〔var〕}$$

$$(\because\quad\sin\theta=\sqrt{1-\cos^2\theta}=\sqrt{1-0.8^2}=0.6)$$

10. 無効電力 P_q〔kvar〕は，式(5･40)から，

$$P_s=\sqrt{P^2+P_q{}^2}$$

$$\therefore\quad P_q=\sqrt{P_s{}^2-P^2}=\sqrt{1^2-0.8^2}=\sqrt{0.36}=\mathbf{0.6}\ \text{〔\textbf{kvar}〕}$$

また，力率 $\cos\theta$ は，式(5･41)から，

$$\cos\theta=\frac{P}{P_s}=\frac{0.8}{1}=\mathbf{0.8}$$

11. 回路の電力 P〔W〕は，

$$P=VI\cos\theta$$

$$\therefore\quad V=\frac{P}{I\cos\theta}=\frac{1.2\times10^3}{10\times0.8}=150\ \text{〔V〕}$$

したがって，回路のインピーダンス Z〔Ω〕，抵抗 R〔Ω〕，リアクタンス X〔Ω〕は，

$$Z=\frac{V}{I}=\frac{150}{10}=\mathbf{15}\ \text{〔Ω〕}$$

$$R=Z\cos\theta=15\times0.8=\mathbf{12}\ \text{〔Ω〕}$$

$$X=Z\sin\theta=Z(\sqrt{1-\cos^2\theta})=15\times\sqrt{1-0.8^2}=15\times0.6=\mathbf{9}\ \text{〔Ω〕}$$

12. ① $I_C=\dfrac{V}{X_C}=\dfrac{60}{15}=\mathbf{4}$〔**A**〕

② $\dot{I}=\dot{I}_R+\dot{I}_C$ から，　$I=\sqrt{I_R{}^2+I_C{}^2}=\sqrt{\left(\dfrac{60}{20}\right)^2+4^2}=\mathbf{5}$〔**A**〕

③ $\cos\varphi=\dfrac{I_R}{\sqrt{I_R{}^2+I_C{}^2}}=\dfrac{3}{5}=\mathbf{0.6}$

④ $P=RI_R{}^2=20\times3^2=\mathbf{180}$〔**W**〕　$\left(\because\right.$ あるいは $\left.P=\dfrac{V^2}{R}=\dfrac{60^2}{20}=180\ \text{〔W〕}\right)$

チャレンジ問題

1. コイルの抵抗を R〔Ω〕として，周波数が 25 Hz および 50 Hz のときのリアクタンス，インピーダンスをそれぞれ X_{L25}，Z_{25} および X_{L50}，Z_{50} とすれば，

$$Z_{25}=\frac{100}{25}=4=\sqrt{R^2+X_{L25}{}^2}\ \text{より}\ 4^2=R^2+X_{L25}{}^2 \qquad (1)$$

$$Z_{50}=\frac{100}{20}=5=\sqrt{R^2+X_{L50}{}^2}\ \text{より}\ 5^2=R^2+X_{L50}{}^2 \qquad (2)$$

式(2)－式(1)から，

$$X_{L50}{}^2-X_{L25}{}^2=9 \qquad (3)$$

リアクタンスは周波数に比例するから，

$$X_{L50}=2X_{L25} \tag{4}$$

式(4)を式(3)に代入すれば，

$$4X_{L25}{}^2-X_{L25}{}^2=9 \qquad \therefore \quad X_{L25}{}^2=\frac{9}{3}=3 \qquad \therefore \quad X_{L25}=\sqrt{3}$$

よって，

$$L=\frac{X_{L25}}{2\pi f}=\frac{\sqrt{3}}{2\pi\times 25}=\mathbf{0.011}\,[\mathrm{H}]=\mathbf{11}\,[\mathrm{mH}]$$

$$R=\sqrt{Z_{25}{}^2-X_{L25}{}^2}=\sqrt{4^2-(\sqrt{3})^2}=\sqrt{13}=\mathbf{3.6}\,[\Omega]$$

2. この回路に加えた一定電圧を V〔V〕，電流を I〔A〕，消費電力を P〔W〕とすれば，

$$I=\frac{V}{\sqrt{R^2+X^2}}$$

ただし，$X=X_L-X_C=2\pi fL-\dfrac{1}{2\pi fC}$

また，

$$P=RI^2=R\left(\frac{V}{\sqrt{R^2+X^2}}\right)^2=\frac{RV^2}{R^2+X^2}=\frac{V^2}{R+\dfrac{X^2}{R}}$$

上式で $R+(X^2/R)$ が最小となればよい。そこで，最小の定理により，２数の積が一定となるとき，その２数が等しいとき最小の値となるから，電力は最大となる。すなわち，

$$R\times\frac{X^2}{R}=\text{一定}, \qquad R=\frac{X^2}{R}\ \text{より，}\ R^2=X^2$$

よって，

$$R=X=2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC}$$

R の値が上式のとき消費電力が最大の値となる。

3. 解図 13 は各電圧のベクトル関係を示す。これより，

$$V^2=V_R{}^2+V_Z{}^2+2\,V_R\cdot V_Z\cos\varphi'$$

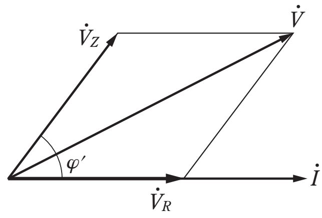
$$\therefore \quad \cos\varphi'=\frac{V^2-V_R{}^2-V_Z{}^2}{2\,V_R\cdot V_Z}=\frac{40^2-22^2-26^2}{2\times 22\times 26}=\frac{440}{1144}=\frac{5}{13}$$

この回路に流れている電流 I〔A〕は，

$$I=\frac{22}{11}=2\ 〔\mathrm{A}〕$$

未知インピーダンス Z〔Ω〕は，

$$Z=\frac{V_Z}{I}=\frac{26}{2}=13\ 〔\Omega〕$$



解図 13

未知インピーダンスの抵抗を R〔Ω〕，リアクタンスを X〔Ω〕とすれば，

$$R=Z\cos\varphi'=13\times\frac{5}{13}=\mathbf{5}\ 〔\Omega〕,\qquad X=\sqrt{Z^2-R^2}=\sqrt{13^2-5^2}=\mathbf{12}\ 〔\Omega〕$$

4. 60 Hz および 100 Hz のとき印加電圧によって，コンデンサに流れる電流を，それぞれ I_C〔A〕，I_C'〔A〕とすれば，

$$I_C=\frac{V}{\dfrac{1}{2\pi f_{60}C}}=2\pi f_{60}CV=2\pi\times 60\times CV \qquad (1)$$

$$I_C'=\frac{V}{\dfrac{1}{2\pi f_{100}C}}=2\pi\times 100\times CV \qquad (2)$$

式(1)÷式(2)より，

$$\frac{I_C}{I_C'}=\frac{60}{100}=\frac{3}{5} \qquad \therefore\quad I_C'=\frac{5}{3}I_C \qquad (3)$$

したがって，60 Hz および 100 Hz のときの回路に流れる全電流を，それぞれ I_0〔A〕，I_0'〔A〕とし，抵抗 R〔Ω〕に流れる電流を I〔A〕とすれば，$\dot{I}_R$ より $\dot{I}_C$ および $\dot{I}_C'$ は $\dfrac{\pi}{2}$〔rad〕位相が進んでいるから，

$$I_0^2=I_R^2+I_C^2=0.0016 \qquad (4)$$

$$I_0'^2=I_R^2+I_C'^2=0.0025 \qquad (5)$$

式(5)－式(4)から，

$$I_C'^2-I_C^2=0.0009 \qquad (6)$$

式(3)を式(6)に代入すれば，

$$\left(\frac{5}{3}I_C\right)^2-I_C^2=0.0009 \qquad \therefore\quad \frac{4}{3}I_C=0.03 \qquad \therefore\quad I_C=\frac{0.09}{4}$$

また，$I_C=2\pi f_{60}CV$ より，

$$\frac{0.09}{4}=2\pi\times60\times C\times100$$

これより，C の値を求めればよい。

$$C=\frac{1}{2\pi\times60\times100}\times\frac{0.09}{4}=0.597\times10^{-6}\,[\mathrm{F}]\fallingdotseq\mathbf{0.6}\ [\boldsymbol{\mu}\mathbf{F}]$$

5. 図 5·32 より，スイッチ S を入れる前の力率 $\cos\theta$ は，

$$\cos\theta=\frac{P}{VI_R}=\frac{1\,200}{200\times10}=0.6$$

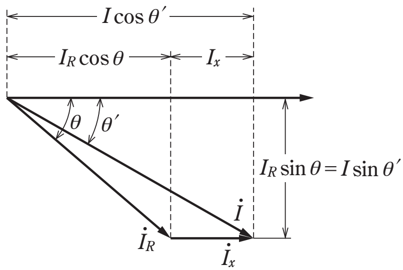
次に，スイッチ S を閉じた時の力率 $\cos\theta'$ は，題意から，

$$\cos\theta'=0.9$$

また，$\dot{I}=\dot{I}_R+\dot{I}_x$ の関係から，解図14 のようなベクトル図がかける。これより，

$$I\sin\theta'=I_R\sin\theta$$

$$\therefore\quad I=\frac{I_R\sin\theta}{\sin\theta'}=\frac{10\times0.8}{0.436}=18.35\ [\mathrm{A}]$$



解図 14

また，ベクトル図から，

$$I_R\cos\theta+I_x=I\cos\theta'$$

$$\therefore\quad I_x=I\cos\theta'-I_R\cos\theta$$

$$=18.35\times0.9-10\times0.6=10.5\ [\mathrm{A}]$$

したがって，

$$R_x=\frac{V}{I_x}=\frac{200}{10.5}=\mathbf{19.05}\ [\Omega]$$