第２章　ワークシート解答

１．　(1)　$e(t) = E_{\mathrm{m}} \sin \omega t$　だから

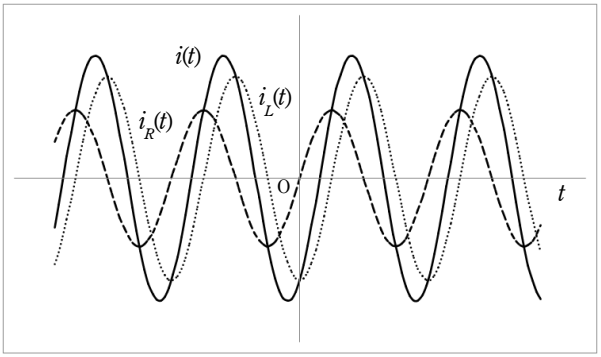
$$i_R = \frac{e(t)}{R} = \frac{E_{\mathrm{m}}}{R} \sin \omega t \qquad (答)$$

$$i_L = \frac{1}{L}\int e(t)\,dt = \frac{E_{\mathrm{m}}}{L}\int \sin \omega t\, dt = -\frac{E_{\mathrm{m}}}{\omega L} \cos \omega t \qquad (答)$$

$$i(t) = i_R + i_L = \frac{E_{\mathrm{m}}}{R} \sin \omega t - \frac{E_{\mathrm{m}}}{\omega L} \cos \omega t = E_{\mathrm{m}} \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2} \times \sin(\omega t + \phi) \qquad (答)$$

ただし，$\phi = \tan^{-1} \dfrac{-\dfrac{1}{\omega L}}{\dfrac{1}{R}} = -\tan^{-1} \dfrac{R}{\omega L}$

例として，電源電圧の角周波数 100 rad/s，抵抗 3 Ω，コイル 0.02H での波形を示す。



(2)　瞬時電力 $p(t) = e(t) \times i(t)$ だから

$$= E_{\mathrm{m}} \sin \omega t \times E_{\mathrm{m}} \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2} \times \sin(\omega t + \phi)$$

$$= E_{\mathrm{m}}{}^2 \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2} \times \sin \omega t \sin(\omega t + \phi)$$

$$= E_{\mathrm{m}}{}^2 \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2} \left[-\frac{1}{2}\{\cos(2\omega t + \phi) + \cos \phi\}\right]$$

平均電力 $P_{\mathrm{a}} = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T p(t)\,dt$ より

$$= \frac{1}{T} E_{\mathrm{m}}{}^2 \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2} \times \frac{1}{2}\int_0^T \{\cos \phi - \cos(2\omega t + \phi)\}\,dt$$

$$= \frac{1}{T} E_{\mathrm{m}}{}^2 \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2} \times \frac{1}{2}\left[\cos \phi \times t - \frac{1}{2\omega} \sin(2\omega t + \phi)\right]_0^T$$

$$= \frac{1}{2} E_{\mathrm{m}}{}^2 \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2} \times \cos \phi \qquad (答)$$

2．　$\boldsymbol{Z} = j\omega L + \dfrac{R\dfrac{1}{j\omega C}}{R + \dfrac{1}{j\omega C}} = j\omega L + \dfrac{R}{1 + j\omega CR} = j\omega L + \dfrac{R\left(1 - j\omega CR\right)}{\left(1 + j\omega CR\right)\left(1 - j\omega CR\right)}$

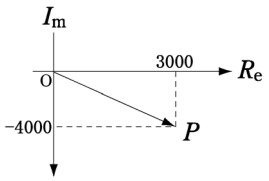
$= \dfrac{R}{1 + \left(\omega CR\right)^2} + j\left\{\omega L - \dfrac{\omega CR^2}{1 + \left(\omega CR\right)^2}\right\}$　　(答)

3．　(1)　$\cos\phi = 0.6$

有効電力 $\boldsymbol{EI}\cos\phi = 3000\,\mathrm{W}$　　(答)

無効電力の大きさ $\boldsymbol{EI}\sin\phi = \boldsymbol{EI}\sqrt{1 - \cos^2\phi} = 5000 \times 0.8 = 4000\,\mathrm{var}$　　(答)

(2)　複素電力 $\boldsymbol{P} = 3000 - j4000\,\mathrm{VA}$　(答)



4．

$R_2R_4 = \left(R_1 + j\omega L\right)\dfrac{R_3\dfrac{1}{j\omega C}}{R_3 + \dfrac{1}{j\omega C}}$

$= \left(R_1 + j\omega L\right)\dfrac{R_3}{1 + j\omega CR_3}$

$R_2R_4 + j\omega CR_2R_3R_4 = R_1R_3 + j\omega LR_3$

実部が等しくなる条件：$R_2R_4 = R_1R_3$

虚部が等しくなる条件：$\omega CR_2R_3R_4 = \omega LR_3$

$L = CR_2R_4$

よって

$R_2R_4 = R_1R_3$
$L = CR_2R_4$　　(答)