「電気・電子の基礎」第 4 章問題解答

◎115 頁
・・・作成中

◎117 頁
（１）

平均値 $I_\mathrm{n} = \dfrac{2}{\pi} I_\mathrm{m} = \dfrac{2}{3.14} \times 10 = \dfrac{20}{3.14} = 6.369\mathrm{A}$　(答)

（２）

平均値

$$I_\mathrm{n} = \frac{2}{T}\int_{-T/4}^{T/4} i dt = \frac{2I_\mathrm{m}}{T}\int_{-T/4}^{T/4} \cos\omega t dt$$

$$= \frac{2I_\mathrm{m}}{T}\left[\frac{1}{\omega}\sin\omega t\right]_{-T/4}^{T/4} \quad \left(T = \frac{1}{f},\ \ \omega{=}2\pi f\right)$$

$$= 2fI_\mathrm{m}\frac{1}{2\pi f}\left[\sin 2\pi ft\right]_{-T/4}^{T/4}$$

$$= \frac{2I_\mathrm{m}}{\pi}\left[\sin 2\pi t\right]_0^{T/4}$$

$$= \frac{2}{\pi} I_\mathrm{m} \sin 2\pi t \frac{1}{4f}$$

$$= \frac{2}{\pi} I_\mathrm{m} \sin\frac{\pi}{2} = \frac{2}{\pi} I_\mathrm{m} k \fallingdotseq 0.637 I_\mathrm{m} \quad \text{(答)}$$

実効値

$$I_\mathrm{e} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i dt} \quad \text{(答)}$$

$$= \sqrt{\frac{{I_\mathrm{m}}^2}{T}\int_0^T \cos^2\omega t dt}$$

$$= \sqrt{\frac{{I_\mathrm{m}}^2}{T}\int_0^T \frac{1}{2}\left(1+\cos^2\omega t\right) dt}$$

$$= \sqrt{\frac{{I_\mathrm{m}}^2}{2T}\left[T + \frac{1}{2\omega}\sin^2\omega t\right]_0^T}$$

$$= \sqrt{\frac{f{I_\mathrm{m}}^2}{2}\left[T + \frac{1}{2\pi f}\sin^2\pi\right]}$$

$$=\sqrt{\frac{I_{\mathrm{m}}{}^{2}}{2T}\cdot T}$$

$$=\sqrt{\frac{I_{\mathrm{m}}{}^{2}}{2}}$$

$$=\frac{I_{\mathrm{m}}}{\sqrt{2}}$$

$$=0.707I_{\mathrm{m}}$$ （答）

◎121 頁

（1）

$$\omega L=2\pi fL=2\pi\times 50\times 20\times\frac{1}{1000}=2\pi\fallingdotseq 6.3\,\Omega$$ （答）

（2）

$$\frac{V}{I}=\frac{1}{\omega C}$$

$$C=\frac{I}{\omega V}=\frac{I}{2\pi fV}$$

$$=\frac{1}{20\pi\times 50\times 100}$$

$$=\frac{1}{100000\pi}$$

$$=10^{-5}\frac{1}{\pi}$$

$$=3.2\times 10^{-6}\,\mathrm{F}=3.2\,\mu\mathrm{F}$$ （答）

◎125 頁

・・・作成中

◎129 頁

（1）

アドミタンス$Y=\dfrac{1}{R}+\dfrac{1}{j\omega L}+j\omega C=\dfrac{1}{R}+j\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)$から$|Y|$が最小となり，電圧は最

大となる。条件は，$\omega_0 C - \dfrac{1}{\omega_0 L} = 0$ となる。共振周波数 f_0 は

$$\omega_0{}^2 = \frac{1}{LC}$$

したがって

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

から

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

が得られる。

（２）

直列共振回路で，インピーダンス

$$Z = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

となり，$\omega_0 L - \dfrac{1}{\omega_0 C} = 0$ のとき $|Z|$ が最小で，電流 I は最大となる。したがって，

$$\omega_0{}^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

から

$$2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

したがって

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

①

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{50\times10^3\times5\times10^{-9}}} = \frac{1}{2\times3.14\sqrt{250\times10^{-12}}} = \frac{1}{6.28}\frac{1}{\sqrt{250}}\times10^6 = 1.007\times10^4\,\mathrm{Hz}$$

②

$V_R = RI$，$V_L = \omega_0 LI$，$V_C = \dfrac{1}{\omega_0 C}I$，共振時 $Z = R$，したがって

$$I=\frac{100}{R}=\frac{100}{500}=0.2\mathrm{A}$$

したがって

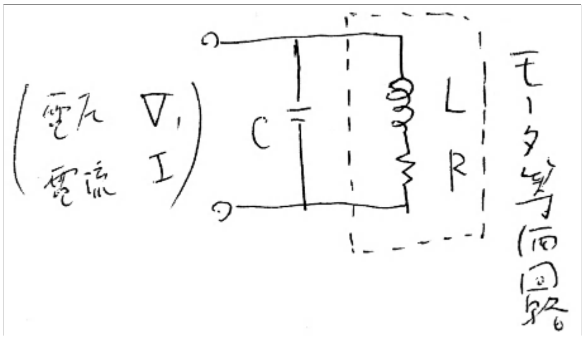
$$V_R=500\times0.2=100\mathrm{V},\quad V_L=2\pi f_0L\times0.2=632\mathrm{V},\quad V_C=\frac{1}{2\pi f_0C}\times0.2=632\mathrm{V}$$

③

$$Q=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}=\frac{1}{500}\sqrt{\frac{50\times10^{-3}}{5\times10^{-9}}}=\frac{1}{500}\sqrt{10}\times10^{3}=2\sqrt{10}=6.3$$

◎133 頁

力立改善のため，コンデンサ C を並列に入れる。



インピーダンスは

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

純抵抗にするには，分母と分子の位相を等しくする。したがって

$$\frac{\omega L}{R}=\frac{\omega CR}{1-\omega^2LC}$$

を得る。したがって

$$C=\frac{L}{R^2+\omega^2L^2}$$

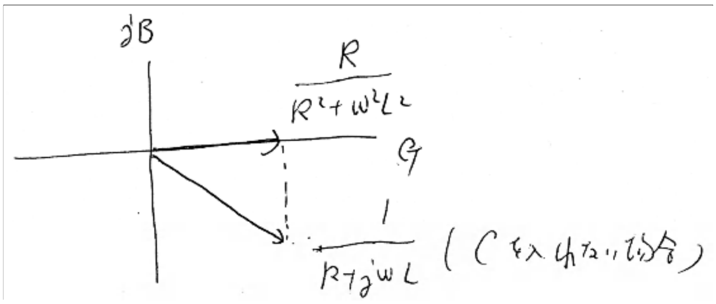
となり

$$Z=\frac{R^2+\omega^2L^2}{R^2}R=\frac{R^2+\omega^2L^2}{R}$$

アドミタンスは

$$Y=\frac{1}{Z}=\frac{R}{R^2+\omega^2L^2}$$

となる。



$Y = G + jB$ 平面のベクトル図

Cを入れた場合，電流は

$$I = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} V$$

となり，改善される。