「パワーエレクトロニクスの基本」の演習問題解答

最新更新日：2026 年 11 月 08 日

数理工学社

--==--==--==--==--==--

3 章　演習 解答：

--==--==--==--==--==--

□3.1　【解答例】

[1] $t = t_0 \sim t_1$ のとき、$v_\mathrm{a} = V_\mathrm{d}$ なので、

$i_L(t_1) = \frac{1}{L}\int_{t_0}^{t_1} V_\mathrm{d}\, dt = \frac{1}{L}\int_0^T V_\mathrm{d}\, dt = \frac{1}{L}[V_\mathrm{d}t]_0^T + i_L(0) = \frac{1}{L}[V_\mathrm{d}T - 0] + 0 = \frac{1}{L}[V_\mathrm{d}T]$

となる。したがって、電流i_Lは時間 t に比例して増加し、時刻t_1で、

$i_L(t_1) = \frac{1}{0.5\times10^{-3}} \times (100 \times 0.1 \times 10^{-3}) = 20$ A

の電流が流れる。その後は

[2]$t = t_1 \sim t_2$ のとき、変化せず、

[3]$t = t_2 \sim t_3$ のとき、電流i_Lは時間 t に比例して減少し、

[4]$t = t_3 \sim t_4$ のとき、変化せず、

なので、この値20 A が最大値の台形波形になる。

--==--==--==--==--==--

□3.2　【解答例】

[1] $t = t_0 \sim t_1$ のとき、$i_\mathrm{a} = I_\mathrm{d}$ なので、

$v_C = \frac{1}{C}\int_{t_0}^{t_1} I_\mathrm{d}\, dt = \frac{1}{C}[I_\mathrm{d}t]_0^T + i_L(0) = \frac{1}{C}[I_\mathrm{d}T - 0] + 0 = \frac{1}{C}[I_\mathrm{d}T]$

となる。したがって、電圧v_C は時間 t に比例して増加し、時刻t_1で、

$v_C = \frac{1}{5\times10^{-3}} \times (100 \times 10^{-3}) = 20$ V

の電圧になる。

その後は

[2]$t = t_1 \sim t_2$ のとき、変化せず、

[3]$t = t_2 \sim t_3$ のとき、電圧v_C は時間 t に比例して減少し、

[4]$t = t_3 \sim t_4$ のとき、変化せず、

なので、この値20 V が最大値の台形波形になる。

--==--==--==--==--==--==

□3.3　【解答】

θ=0～2π のノコギリ波の関数 $f(\theta)$は次式となる。

$$f(\theta) = V_{\mathrm{m}}\left(\frac{2t}{T} - 1\right) = V_{\mathrm{m}}\left(\frac{\theta}{\pi} - 1\right)$$

ノコギリ波の直流成分を計算すると、

$$a_0 = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\theta)\, d\theta = \frac{1}{\pi}\left\{\int_0^{2\pi} V_{\mathrm{m}}\left(\frac{\theta}{\pi} - 1\right) d\theta\right\} = \frac{V_{\mathrm{m}}}{\pi}\left[\frac{\theta^2}{2}\right]_0^{2\pi} - [V_{\mathrm{m}}\theta]_0^{2\pi}$$

$$= \frac{V_{\mathrm{m}}}{\pi}\left(\frac{4\pi^2}{2} - 0\right) - V_{\mathrm{m}}(2\pi - 0) = 0$$

となる。

--==--==--==--==--==--==

□3.4　【解答】

ノコギリ波の関数 $f(\theta)$は奇関数（時間軸に対して反転対称）であるので、sin 成分だけとなる。その基本波成分を求めると、当然、

$$a_1 = 0$$

となる。一方、sin 成分は下記の通りとなる。

$$b_n = \frac{1}{\pi}\left\{\int_0^{2\pi} V_{\mathrm{m}}\left(\frac{\theta}{\pi} - 1\right)\sin n\,\theta\, d\theta\right\} = \frac{1}{\pi}\left\{\int_0^{2\pi} \frac{V_{\mathrm{m}}}{\pi}(\theta \sin n\,\theta)\, d\theta - \int_0^{2\pi} V_{\mathrm{m}} \sin n\,\theta\, d\theta\right\}$$

$$= \frac{1}{\pi}\left\{-\frac{V_{\mathrm{m}}}{n\pi}[\theta \cos n\theta]_0^{2\pi} + \int_0^{2\pi} \frac{V_{\mathrm{m}}}{\pi}(\cos n\theta)\, d\theta + \frac{V_{\mathrm{m}}}{n}[\cos n\theta]_0^{2\pi}\right\}$$

$$= \frac{1}{\pi}\left\{-\frac{V_{\mathrm{m}}}{n\pi}[2\pi\cos(2n\pi) - 0\cos(0)] + \frac{V_{\mathrm{m}}}{n\pi}[\sin n\theta]_0^{2\pi} + \frac{V_{\mathrm{m}}}{n}[\cos(2n\pi) - \cos(0)]\right\}$$

$$= \frac{1}{\pi}\left\{-\frac{V_{\mathrm{m}}}{n\pi}[2\pi - 0] + \frac{V_{\mathrm{m}}}{n\pi}[\sin(2n\pi) - \sin(0)] + \frac{V_{\mathrm{m}}}{n}[1 - 1]\right\}$$

$$= \frac{1}{\pi}\left\{-\frac{2V_{\mathrm{m}}}{n} + \frac{V_{\mathrm{m}}}{n\pi}[0 - 0] + 0\right\} = -\frac{2V_{\mathrm{m}}}{n\pi}$$

すなわち、

$$b_n = -\frac{2V_{\mathrm{m}}}{n\pi}$$

この基本波成分を求めると、

$$b_1 = -\frac{2V_\mathrm{m}}{\pi}$$

となる。なお、負の記号は、位相が 180 度ずれることを意味する。