

公表用解答例

受験番号

氏名

総 得 点

問題1（30点）

(1)

z 軸の負方向

得
点

(2)

$$dB_P = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi(z^2 + a^2)}$$

(3)

求める方向成分を dB'_P とすると、 dB'_P は dB_P の z 方向成分になるので、 dB_P と z 軸とのなす角を φ とすると、

$$dB'_P = dB_P \cos \varphi = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi(z^2 + a^2)} \cdot \frac{a}{\sqrt{z^2 + a^2}} = \frac{\mu_0 I a dl}{4\pi(z^2 + a^2)^{3/2}}$$

(4)

微小線分 dl を円形コイル全体で積分すると、

$$B'_P = \int dB_z = \frac{\mu_0 I a}{4\pi(z^2 + a^2)^{3/2}} \int dl = \frac{\mu_0 I a^2}{2(z^2 + a^2)^{3/2}} \text{ [T]}$$

公表用解答例

受験番号

氏名

問題2（30点）

得点

(1)

電圧 $e(t)$ のフーリエ級数展開を $e(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \sin n\omega t + b_n \cos n\omega t)$ とおく。

$e(t)$ は奇関数より, $a_0 = b_n = 0$ となる。ここで, $0 \leq t < T/2$ のとき $e(t) = \frac{2E_0}{T}t$ であることから

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{4}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} e(t) \sin n\omega t dt \\ &= \frac{8E_0}{T^2} \int_0^{\frac{T}{2}} t \sin n\omega t dt \\ &= \frac{8E_0}{T^2} \left\{ \left[-\frac{t \cos n\omega t}{n\omega} \right]_0^{\frac{T}{2}} + \frac{1}{n\omega} \int_0^{\frac{T}{2}} \cos n\omega t dt \right\} \\ &= \frac{8E_0}{T^2} \left[\frac{\sin n\omega t - n\omega t \cos n\omega t}{n^2 \omega^2} \right]_0^{\frac{T}{2}} \end{aligned}$$

ここで, $T = 2\pi/\omega$ より, $a_n = -\frac{8E_0}{T^2} \frac{n\pi}{n^2 \omega^2} \cos n\pi = (-1)^{n+1} \frac{2E_0}{n\pi}$

よって, 次式のようにフーリエ級数展開できる。

$$\begin{aligned} e(t) &= \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2E_0}{n\pi} \sin n\omega t \\ &= \frac{2E_0}{\pi} \left\{ \sin \omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t - \frac{1}{4} \sin 4\omega t + \cdots \right\} \end{aligned}$$

(2)

$e(t)$ の第 n 高調波に対する電流を $i_n(t)$ と定義すると

$$i_n(t) = \frac{(-1)^{n+1} 2E_0}{n\pi \sqrt{R^2 + n^2 \omega^2 L^2}} \sin(n\omega t - \theta_n) \quad \text{ただし, } \theta_n = \tan^{-1} \frac{n\omega L}{R} \text{ である。}$$

よって, 求める電流 $i(t)$ は基本波と高調波の総和となるので

$$i(t) = \frac{2E_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n \sqrt{R^2 + n^2 \omega^2 L^2}} \sin \left(n\omega t - \tan^{-1} \frac{n\omega L}{R} \right) [\text{A}] \text{ となる。}$$

公表用解答例

受験番号

氏名

問題3（40点）

得点

(1)

加法標準形は、真理値表の $Y = 1$ となる条件をそれぞれAND項（最小項）として表現し、加法形（積和形）となるように論理和で結合したものになる。従って、次式のようになる。

$$Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D$$

(2)

カルノー図法で簡単化する。右図のようになるため、次式が得られる。

$\begin{matrix} AB \\ CD \end{matrix}$	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	0	0	0	0
11	0	1	1	0
10	1	0	0	1

$$Y = \bar{B}\bar{D} + A \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + B \cdot C \cdot D$$

(3)

「 $BC\bar{D} = 1$ 」を満たす条件は「 $A = B = C = 1$ かつ $D = 0$ 」および「 $B = C = 1$ かつ $A = D = 0$ 」の2条件である。この2条件を禁止入力（ドントケア）とすると、カルノー図は右図のようになるため、次式が得られる。

$\begin{matrix} AB \\ CD \end{matrix}$	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	0	0	0	0
11	0	1	1	0
10	1	X	X	1

$$Y = \bar{B} \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{D} + B \cdot C$$

(4)

Y を次式のように式変形すると下図左のように描ける。

