

2025 年度
編入学試験（一般・2次）
電気電子工学コース

— 専門科目 —

注 意 事 項

1. 必修問題を2問、選択問題から1問選択し、計3問解答すること。
2. 受験番号、科目名、問題番号を解答用紙に記入すること。
3. 解答欄が不足の場合は、解答用紙の裏側を使用すること。

数学問題

必修問題

問題1 つぎの微分、積分を計算せよ。なお、不定積分では積分定数を省略してよい。

(1) $\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{\tan x}\right)$

(2) $\int e^{-x} \sin x \, dx$

(3) $\int_0^{\pi} (1 + \cos x)^2 \, dx$

問題2 つぎの微分方程式について、以下の問いに答えよ。

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + 3 \frac{dy}{dx} + 2y = e^x$$

- (1) 一般解を求めよ。
- (2) 初期条件 $y(0) = 2$ および $y'(0) = 0$ を満たす特殊解を求めよ。

選択問題

問題3 直角座標系 (x, y, z) において、スカラー関数 $f = x^2 y + yz^2$ が与えられているとき、以下の問いに答えよ。ただし、 $\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$ である。

- (1) ∇f ($= \text{grad } f$) を求めよ。
- (2) $\nabla \cdot \nabla f$ ($= \text{div}(\text{grad } f)$) を求めよ。
- (3) $\nabla \times \nabla f$ ($= \text{rot}(\text{grad } f)$) を求めよ。

問題4 行列 $A = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 行列式 $|A|$ を計算せよ。
- (2) $A \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ が成り立つとき、 θ の値を求めよ。ただし、 $0 < \theta < 2\pi$ とする。

注 意 事 項

1. 全問解答すること.
2. 受験番号, 科目名, 問題番号を解答用紙に記入すること.
3. 解答欄が不足の場合は, 解答用紙の裏側を使用すること.

電気回路問題

問題 1 図 1 (a)および(b)のように, 角周波数 ω の正弦波交流電圧源 E , 抵抗 R , 可変キャパシタ C , インダクタ L_1, L_2 , インピーダンス Z_1, Z_2, Z_3 からなる回路がある. なお, L_1 と L_2 の相互インダクタンスは $M(>0)$ である. I_1 および I_2 は閉路電流であり, 電流の符号は図中の閉路の矢印の方向を正とする. 以下の問いに答えよ.

- (1) 図 1 (a)の回路と図 1 (b)の回路が等価であるとき, Z_1, Z_2, Z_3 を求めよ.
- (2) I_1 および I_2 に沿った閉路を考え, 閉路方程式を求めよ.
- (3) R に流れる電流が 0 となるように C を調整した. そのときの C を求めよ.

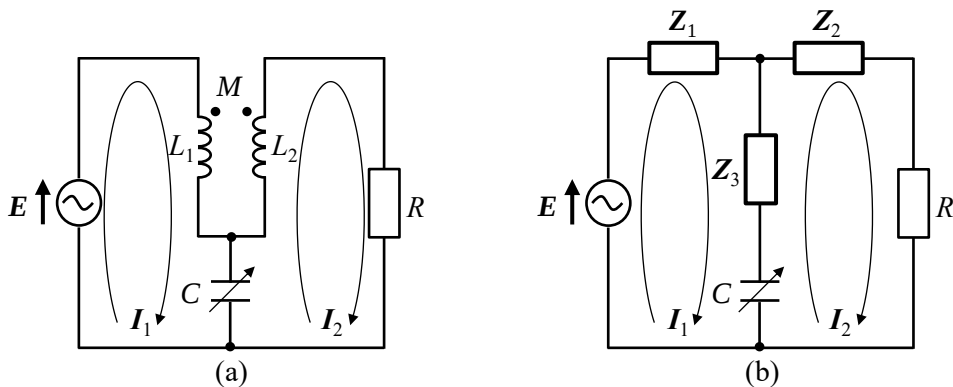


図 1

問題 2 図 2 のように, 角周波数 ω の正弦波交流電圧源 E , 抵抗 R_0, R_1, R_2 , インダクタ L , キャパシタ C からなる回路がある. I_1, I_2, I_3 は閉路電流であり, 電流の符号は図中の閉路の矢印の方向を正とする. 以下の問いに答えよ.

- (1) I_1, I_2, I_3 に沿った閉路を考え, 閉路方程式を求めよ.
- (2) $R_0 = 5 \, \Omega, R_1 = 1 \, \Omega, R_2 = 2 \, \Omega, j\omega L = j2 \, \Omega, -j\frac{1}{\omega C} = -j \, \Omega, E = 20 - j10 \, [\text{V}]$ のとき, $I_2 = I_3$ となることを示せ. また, このときの I_1, I_2, I_3 を求めよ.

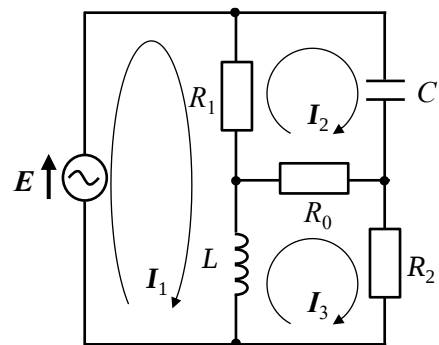


図 2

数学 出題意図・解答例

問題 1

出題意図：微分，積分は物理現象を理解する上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと電気電子分野の専門科目を理解するのが困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例

(1)

$$\begin{aligned} &= \frac{-\cos^2 x - \sin^2 x}{\sin^2 x} \\ &= -\frac{1}{\sin^2 x} \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} \int e^{-x} \sin x \, dx &= -e^{-x} \sin x + \int e^{-x} \cos x \, dx \\ \int e^{-x} \sin x \, dx &= -e^{-x} \sin x - e^{-x} \cos x - \int e^{-x} \sin x \, dx \\ 2 \int e^{-x} \sin x \, dx &= -e^{-x} \sin x + e^{-x} \cos x \\ \int e^{-x} \sin x \, dx &= -\frac{1}{2} e^{-x} (\sin x + \cos x) \end{aligned}$$

(3)

$$\begin{aligned} &= \int_0^{\pi} (1 + 2 \cos x + \cos^2 x) \, dx \\ &= \int_0^{\pi} 1 \, dx + \int_0^{\pi} 2 \cos x \, dx + \int_0^{\pi} \frac{1 + \cos 2x}{2} \, dx \\ &= \frac{3}{2} \int_0^{\pi} 1 \, dx \\ &= \frac{3}{2} \left[x \right]_0^{\pi} \\ &= \frac{3}{2} \pi \end{aligned}$$

問題 2

出題意図：微分方程式は物理現象，とりわけ過渡現象を理解する上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと電気電子分野の専門科目を理解するのが困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例

(1) 同次方程式の一般解 y_h を求める．

$$\text{特性方程式 } r^2 + 3r + 2 = 0$$

$$(r+1)(r+2) = 0 \text{ より } r = -1, r = -2$$

$$\text{よって } y_h = C_1 e^{-x} + C_2 e^{-2x}$$

非同次方程式の特解 y_p は右辺が e^x なので $y_p = Ae^x$ と仮定する．

元の微分方程式に代入すると

$$\frac{d^2}{dx^2}(Ae^x) + 3\frac{d}{dx}(Ae^x) + 2(Ae^x) = e^x$$

$$Ae^x + 3Ae^x + 2Ae^x = e^x$$

$$6Ae^x = e^x$$

$$A = \frac{1}{6} \text{ と な り } y_p = \frac{1}{6} e^x$$

$$\text{一般解は } y = y_h + y_p = C_1 e^{-x} + C_2 e^{-2x} + \frac{1}{6} e^x$$

(2) 初期条件を使って定数 C_1 と C_2 を求める．

初期条件 $y(0) = 2$ を用いて，

$$2 = C_1 e^0 + C_2 e^0 + \frac{1}{6} e^0$$

$$= C_1 + C_2 + \frac{1}{6}$$

$$C_1 + C_2 = \frac{11}{6} \quad \cdots \quad (\text{a})$$

初期条件 $y'(0) = 0$ を用いて，

$$y' = -C_1 e^{-x} - 2C_2 e^{-2x} + \frac{1}{6} e^x$$

$$0 = -C_1 - 2C_2 + \frac{1}{6}$$

$$-C_1 - 2C_2 = -\frac{1}{6} \quad \cdots \quad (b)$$

(a)と(b)を連立して解くと,

$$C_1 = \frac{21}{6} = \frac{7}{2}, \quad C_2 = -\frac{10}{6} = -\frac{5}{3}$$

したがって特殊解は, $y = \frac{7}{2}e^{-x} - \frac{5}{3}e^{-2x} + \frac{1}{6}e^x$

問題3

出題意図：ベクトル解析は物理現象，とりわけ電磁気学を理解する上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと電気電子分野の専門科目を理解するのが困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例

(1)

$$\begin{aligned} \nabla f &= \text{grad } f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z} \right) \\ &= (2xy, x^2 + z^2, 2yz) \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \nabla f &= \text{div}(\text{grad } f) \\ &= \nabla \cdot \begin{pmatrix} 2xy \\ x^2 + z^2 \\ 2yz \end{pmatrix} \\ &= \frac{\partial}{\partial x}(2xy) + \frac{\partial}{\partial y}(x^2 + z^2) + \frac{\partial}{\partial z}(2yz) \\ &= 2y + 0 + 2y \\ &= 4y \end{aligned}$$

(3)

ベクトル公式よりゼロである．

$$\nabla \times \nabla f = \text{rot}(\text{grad } f) = 0$$

問題 4

出題意図：行列計算等の線形代数は電気電子分野の専門科目を学ぶ上で必須の知識であり，その計算能力を有していないと専門科目の習得は困難である．そこで，その計算力を問う問題を出題した．

解答例

(1)

$$\begin{aligned} & \begin{vmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{vmatrix} \text{ より} \\ & = \cos^2 \theta + \sin^2 \theta \\ & = 1 \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} & \frac{\sqrt{2}}{2}(\cos \theta + \sin \theta) = 1 \\ & \frac{\sqrt{2}}{2}(-\sin \theta + \cos \theta) = 0 \end{aligned}$$

$$\cos \theta = \sin \theta \quad \text{より} \quad \theta = \frac{\pi}{4}, \frac{5}{4}\pi$$

$$\cos \theta + \sin \theta = 1 \quad \text{が成り立つのは} \quad \theta = \frac{\pi}{4}$$

電気回路 出題意図

大問 1 では，正弦波交流回路における，抵抗，インダクタ，キャパシタを用いた複素インピーダンス，複素アドミッタンスの計算の能力，相互インダクタンスの理解，および，閉路方程式や節点電位方程式の概念の理解を問う．

大問 2 では，正弦波交流回路における，閉路方程式や節点電位方程式の計算能力を問う．

電気回路 解答例

問題 1

(1) T 型等価回路より, $Z_1 = j\omega(L_1 - M)$, $Z_2 = j\omega(L_2 - M)$, $Z_3 = j\omega M$

(2) I_1, I_2 に沿った閉路方程式は,

$$\begin{cases} (Z_1 + Z_3 - j\frac{1}{\omega C})I_1 - (Z_3 - j\frac{1}{\omega C})I_2 = E \\ -(Z_3 - j\frac{1}{\omega C})I_1 + (R + Z_2 + Z_3 - j\frac{1}{\omega C})I_2 = 0 \end{cases}$$

(または)

$$\begin{cases} j(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C})I_1 - j(\omega M - \frac{1}{\omega C})I_2 = E \\ -j(\omega M - \frac{1}{\omega C})I_1 + (R + j\omega L_2 - j\frac{1}{\omega C})I_2 = 0 \end{cases}$$

(3) R に流れる電流は I_2 であるので,

$$I_2 = \frac{-j(\omega M - \frac{1}{\omega C})}{(R + j\omega L_2 - j\frac{1}{\omega C})} I_1$$

$I_1 \neq 0$ なので, $I_2 = 0$ となるためには,

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

よって,

$$C = \frac{1}{\omega^2 M}$$

である。

問題 2

(1) I_1, I_2, I_3 に沿った閉路方程式は,

$$\begin{cases} (R_1 + j\omega L)I_1 - R_1 I_2 - j\omega L I_3 = E \\ -R_1 I_1 + (R_0 + R_1 - j\frac{1}{\omega C})I_2 - R_0 I_3 = 0 \\ -j\omega L I_1 - R_0 I_2 + (R_0 + R_2 + j\omega L)I_3 = 0 \end{cases}$$

(2) $R_0 = 5 \Omega, R_1 = 1 \Omega, R_2 = 2 \Omega, j\omega L = j2 \Omega, 1/j\omega C = -j \Omega, E = 20 - j10$ [V]のとき,

(1) の閉路方程式は,

$$\begin{cases} (1 + j2)I_1 - I_2 - j2I_3 = 20 - j10 & \dots \textcircled{1} \\ -I_1 + (6 - j)I_2 - 5I_3 = 0 & \dots \textcircled{2} \\ -j2I_1 - 5I_2 + (7 + j2)I_3 = 0 & \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

ここで, ブリッジの整合条件が満たされていることより, $I_2 = I_3$ である。

(あるいは②× $j2$ −③より $I_2 = I_3$ である。)

このとき,

$$\begin{cases} (1 + j2)I_1 - (1 + j2)I_2 = 20 - j10 & \dots (1) \\ -I_1 + (1 - j)I_2 = 0 & \dots (2) \\ -j2I_1 + (2 + j2)I_2 = 0 \end{cases}$$

(1)+(2)×(1+j2)より,

$$-(1 + j2)I_2 + (1 - j)(1 + j2)I_2 = 20 - j10 = -j10 \times (1 + j2)$$

$$-I_2 + (1 - j)I_2 = -j10$$

$$\therefore I_2 = I_3 = 10 \text{ A}, I_1 = 10 - j10 \text{ A}$$