令和8年度

室蘭工業大学大学院　博士前期課程

情報電子工学系専攻

電気電子工学コース・共創情報学コース（Ｉ系）

一般入試・2次募集

— 専門科目 —

注　意　事　項

1．全問を解答すること．
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．

工業数学問題

問題１　直角座標系(x, y, z)において，以下のベクトル $\boldsymbol{a}$，$\boldsymbol{b}$ とスカラー f，g が与えられている．

$$\boldsymbol{a} = \begin{pmatrix} x+z \\ ze^x \\ \cos y \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{b} = \begin{pmatrix} x^2yz \\ xyz^3 \\ y^2+xz \end{pmatrix}$$

$$f = \sin(x^2yz) + e^y, \quad g = x^3y^3z^3$$

このとき，以下の計算をせよ．

（１）　$\boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{a}$

（２）　$\boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{b}$

（３）　$\boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{\nabla} g$

（４）　$\boldsymbol{\nabla} \cdot \{\boldsymbol{\nabla} \times (\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} + \boldsymbol{\nabla} f)\}$

問題２　以下の問いに答えよ．ただし y は x の関数とする．

（１）　つぎの微分方程式の一般解を求めよ．

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

（２）　つぎの微分方程式において，与えられた境界条件を満たす特解を求めよ．

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 9y = 0, \quad y(0) = 0, \qquad \frac{dy(0)}{dx} = 5$$

問題３　行列$A=\begin{pmatrix}1 & 1 & -1\\ 0 & 4 & -8\\ -2 & 0 & 4\end{pmatrix}$，$B=\begin{pmatrix}1 & -1 & -2\\ 3 & -1 & 2\\ -1 & 3 & 4\end{pmatrix}$に関する以下の問いに答えよ．

（１）　行列積ABを求めよ．

（２）　ベクトル$\boldsymbol{y}_1$，$\boldsymbol{y}_2$が以下のように与えられている．

$$\boldsymbol{y}_1=\begin{pmatrix}9\\4\\2\end{pmatrix},\quad \boldsymbol{y}_2=\begin{pmatrix}3\\11\\-7\end{pmatrix}$$

このとき，

$$A\boldsymbol{x}_1=\boldsymbol{y}_1,\quad B\boldsymbol{x}_2=\boldsymbol{y}_2$$

を満たすベクトル$\boldsymbol{x}_1$と$\boldsymbol{x}_2$を求めよ．

問題４　区間$(-\pi\leq x<\pi)$で定義された以下の関数

$$f(x)=x$$

を，$f(x)=f(2\pi+x)$の関係によって，周期関数に拡張した関数$\tilde{f}(x)$のフーリエ級数展開を考える．以下の問いに答えよ．

（１）　関数$\tilde{f}(x)$を区間（$-2\pi<x<2\pi$）で図示せよ．その際，横軸と縦軸の適当な箇所に値を記入すること．

（２）関数$\tilde{f}(x)$のフーリエ級数を

$$a_0+\sum_{n=1}^{\infty}(a_n\cos nx+b_n\sin nx)$$

で表すとき，各展開係数を求めよ．

注　意　事　項

1．全問を解答すること．
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．

電磁気学問題

問題1　真空中に図1のような，内円筒の半径 a [m]，外円筒の半径 b [m] の同軸円筒コンデンサがある．中心軸方向の単位長さあたり内円筒には $+\lambda$ [C/m]，外円筒には $-\lambda$ [C/m]の密度で分布するように電荷を与えた．真空中の誘電率を ε_0 [F/m]として，以下の問いに答えよ．ただし，両円筒の厚さは無視できるものとし，同軸円筒は十分に長く無限長に近似できるものとする．

（1）中心軸から垂直距離 r [m] の場所における電界の大きさを求めよ．
（2）内円筒と外円筒の間の電位差を求めよ．
（3）コンデンサの中心軸方向の単位長さあたりの静電容量を求めよ．
（4）コンデンサに蓄えられる中心軸方向の単位長さ当たりの静電エネルギーを求めよ．
（5）コンデンサの円筒間を誘電体で満たしたとき，円筒間の電界の強さが一様になった．このとき，円筒間に入れた誘電体の誘電率は中心軸からの距離 r [m]とともにどのように変化しているか，その関数形を求めよ．

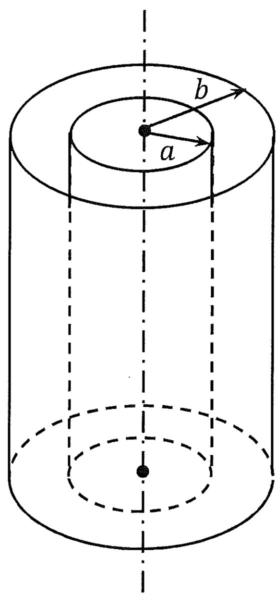


図1

問題２　図２に示す真空中の環状ソレノイドを考える. 巻数はN_1, 断面は長方形, 内半径はa [m], 外半径はb [m], 軸方向の幅はc [m]とする. 真空の透磁率をμ_0 [H/m]とし, 漏れ磁束は無視する.

（１）環状ソレノイドに電流I_1 [A]が流れたとき, 中心Oからの距離r [m] ($a < r < b$)における磁束密度$B(r)$ [T]を求めよ. また, 自己インダクタンスL [H]を求めよ.

（２）環状ソレノイドにより生じる磁場に蓄えられるエネルギーW [J]を求めよ.

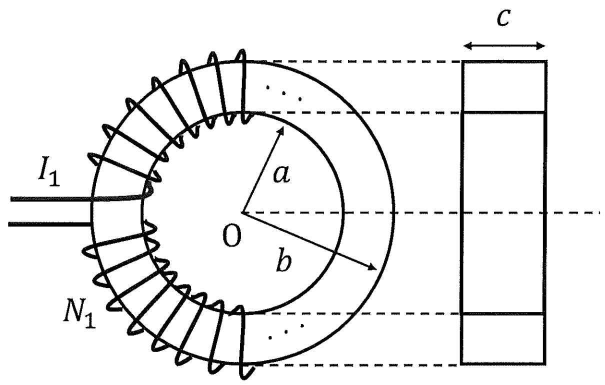


図２

注　意　事　項

1．必修問題を１問，選択問題から１問選択し，計２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

必修問題

問題１　図１のように角周波数 ω の正弦波交流電圧源 $\boldsymbol{E}$，抵抗 R_1，R_2，インダクタ L，および可変キャパシタ C からなる回路がある．以下の問いに答えよ．

（１）電源からみたインピーダンス $\boldsymbol{Z}$ を求めよ．

（２）回路に流れる電流 $\boldsymbol{I}$ の大きさ $|\boldsymbol{I}|$ が最大となるように C を調整した．そのときの C および $\boldsymbol{I}$ を求めよ．

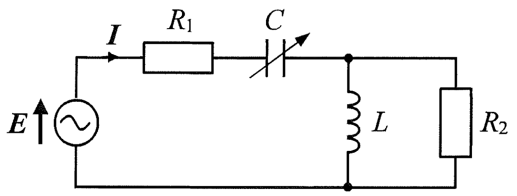


図１

選択問題

問題２　図２のように直流電源 E，抵抗 R，キャパシタ C，およびスイッチ S_1，S_2 からなる回路があり，S_1 および S_2 は開かれた状態である．ただし，C に電荷は蓄積されていないものとする．以下の問いに答えよ．

（１）時刻 $t=0$ で S_1 を閉じたとき，$t \geq 0$ における C の両端の電圧 $v_c(t)$ を求めよ．

（２）S_1 を閉じて C を充電し $v_c = E_0$（ただし，$E_0 < E$）となったとき，S_1 を開き S_2 を閉じた．S_2 を閉じてから $v_c = \dfrac{E_0}{\mathrm{e}}$ となるまでに要する時間 T を求めよ．ただし，e は自然対数の底とする．

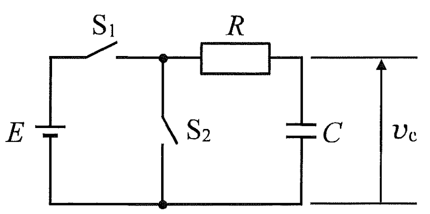


図２

問題3　図３のように正弦波交流電圧源 $\boldsymbol{E}_a$，$\boldsymbol{E}_b$，$\boldsymbol{E}_c$ をＹ形結線した対称三相電源に，インピーダンス $\boldsymbol{Z}$ をＹ形結線した平衡負荷が接続された三相回路がある．各相の線路インピーダンスは $\boldsymbol{Z}_0$ である．なお，$\boldsymbol{Z}=2\sqrt{2}\angle 45°\,\Omega$，$\boldsymbol{Z}_0=\sqrt{2}\angle 45°\,\Omega$ とする．また，電源側の線間電圧は $\boldsymbol{E}_{ab}=\sqrt{3}\,E\angle 30°\,\mathrm{V}$，$\boldsymbol{E}_{bc}=\sqrt{3}\,E\angle -90°\,\mathrm{V}$，$\boldsymbol{E}_{ca}=\sqrt{3}\,E\angle 150°\,\mathrm{V}$ とする．ただし，$\boldsymbol{E}_a+\boldsymbol{E}_b+\boldsymbol{E}_c=0$ である．以下の問いに答えよ．

（１）　相電圧 $\boldsymbol{E}_a$，$\boldsymbol{E}_b$，$\boldsymbol{E}_c$ を求めよ．

（２）　線電流 $\boldsymbol{I}_a$，$\boldsymbol{I}_b$，$\boldsymbol{I}_c$ を求めよ．

（３）　負荷電圧 $\boldsymbol{V}_a$，$\boldsymbol{V}_b$，$\boldsymbol{V}_c$ を求めよ．

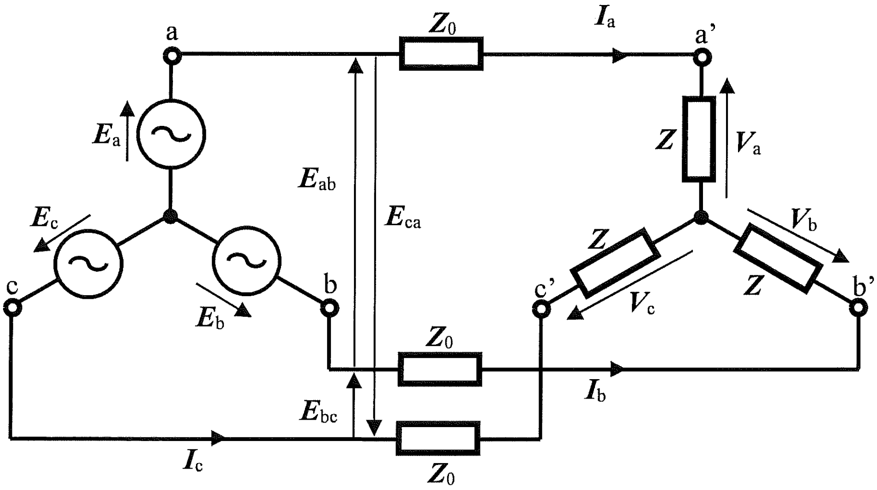


図３

注　意　事　項

1．全問を解答すること．
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．

電子回路問題

問題１　理想演算増幅器を用いた回路を図１に示す．ここで，R_1，R_2，R_3 は抵抗，C はキャパシタ，v_{i} は入力電圧，v_{o} は出力電圧である．また，v_{i} は角周波数 ω の正弦波電圧である．この回路について以下の問いに答えよ．

（１）節点 a の電圧 v_{a} を求めよ．
（２）節点 b の電圧 v_{b} を求めよ．
（３）出力電圧 v_{o} を求めよ．
（４）$R_1 = R_2$ の場合，入力電圧 v_{i} と出力電圧 v_{o} の大きさの比 $|v_{\mathrm{o}}/v_{\mathrm{i}}|$ を求めよ．
（５）同様に，入力電圧 v_{i} に対する出力電圧 v_{o} の位相 θ を求めよ．
（６）（４），（５）の結果をふまえて，この回路の特徴を述べよ．

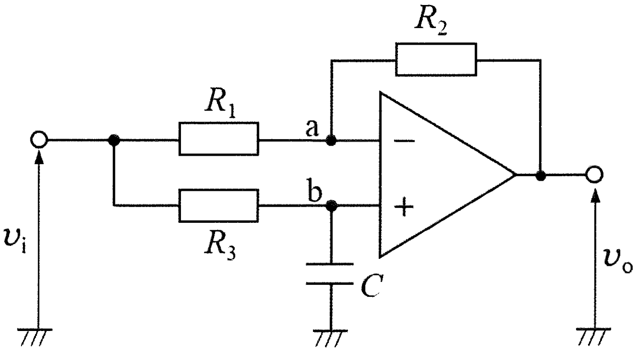


図１

問題２　十進数の自然数１桁 1〜9 を 4bit の二進数 D_3, D_2, D_1, D_0 で表現する．入力値の D_3, D_2, D_1, D_0 は各々二進数の１桁で，8, 4, 2, 1 の位である．十進数の 0, 10, 11, 12, 13, 14, 15 は入力されることはない．このとき，1〜9 の値を 3 以下か，4 以上かを識別する論理回路について考える．入力値が 3 以下であれば出力値 Z は 1 になり，入力値が 4 以上であれば出力値 Z は 0 になる．入力されない 0, 10, 11, 12, 13, 14, 15 の場合の出力はドントケアとする．以下の問いに答えよ．

（１）Z の真理値表を示せ．
（２）（１）の真理値表に対する Z のカルノー図を示せ．
（３）（２）のカルノー図を基に Z の最小積和形を書け．
（４）（３）の論理式に対応する論理回路を描け．

<u>工業数学　出題意図・解答例</u>

問題１
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．

(1) $\nabla \times \boldsymbol{a} =$

$$\begin{bmatrix} -\sin y - e^x \\ 1 \\ ze^x \end{bmatrix}$$

(2) $\nabla \cdot \boldsymbol{b} =$

$$2xyz + xz^3 + x$$

(3)

$$\nabla \cdot \nabla g = 6xy^3z^3 + 6x^3yz^3 + 6x^3y^3z$$

(4) $\nabla \cdot (\nabla \times \{\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} + \nabla f\})$

ベクトル公式$\nabla \cdot (\nabla \times \boldsymbol{x}) = 0$より，

答は 0

問題２
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．

(1) $\frac{dy}{dx} + y = x^2$

y=uv とおき，

$$u(v' + v) + u'v = x^2 \quad ・・・①$$

$v' + v = 0$とすると，

$$v' + v = 0 \to \ln v = -x \to v = Ce^{-x}$$

①に代入して，

$$u'Ce^{-x} = x^2 \to u' = \frac{1}{C}x^2e^x$$

より，

$$u = \frac{1}{C}\int x^2e^x\,dx = \frac{1}{C}(x^2e^x - 2xe^x + 2e^x + D)$$

したがって,

$$y = uv = x^2 - 2x + 2 + De^{-x}$$

(C, D は積分定数)

(2) $\frac{d^2y}{dx^2} + 9y = 0, \quad y(0) = 0, \ \frac{dy(0)}{dx} = 5$

$y=e^{\lambda x}$ とおき,

$$(\lambda^2 + 9)e^{\lambda x} = 0 \text{より} \lambda = \pm \mathrm{j}3$$

$$y = C_1 e^{\mathrm{j}3x} + C_2 e^{-\mathrm{j}3x}$$

ここで,

$$y(0) = C_1 + C_2 = 0$$

$$\frac{dy(0)}{dx} = \mathrm{j}3C_1 - \mathrm{j}3C_2 = 5$$

より,

$$C_1 = -\frac{\mathrm{j}5}{6}, \ C_2 = \frac{\mathrm{j}5}{6}$$

問題3

線形代数と行列の計算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．

(1) $AB =$

$$\begin{bmatrix} 5 & -5 & -4 \\ 20 & -28 & -24 \\ -6 & 14 & 20 \end{bmatrix}$$

(2a)

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -1 & 9 \\ 0 & 4 & -8 & 4 \\ -2 & 0 & 4 & 2 \end{array}\right]$$

より,

$$\boldsymbol{x}_1 = \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 3 \end{bmatrix}$$

(2b)

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -1 & -2 & 3 \\ 3 & -1 & 2 & 11 \\ -1 & 3 & 4 & -7 \end{array}\right]$$

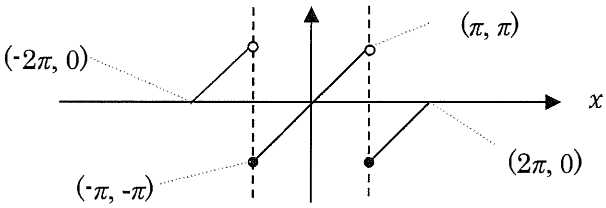
より，

$$\boldsymbol{x}_2 = \begin{bmatrix} 2 \\ -3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

問題４

フーリエ級数展開は信号処理に関する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．

(1)



(2)

奇関数より，明らかに，$a_n = 0 \ (n = 0, 1, 2, \dots, \infty)$

また，フーリエ級数展開の公式より，

$$b_n = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(x)\sin(nx)dx = \frac{2}{\pi}\int_{0}^{\pi} x\sin(nx)dx = \frac{2}{\pi}\left[-\frac{x}{n}\cos(nx)\right]_0^{\pi} + \frac{2}{\pi}\int_0^{\pi}\frac{\cos(nx)}{n}dx$$

より，

$$b_n = \frac{2}{\pi} \times -\frac{\pi}{n}\cos(n\pi) = -\frac{2}{n}(-1)^n$$

電磁気学　出題意図・解答例

問題 1

出題意図：導体・誘電体の性質および静電界の理解度を問う．

解答例

(1) 電界の大きさEは，ガウスの法則$\int_S \boldsymbol{E}\cdot\boldsymbol{n}\,dS = Q/\varepsilon_0$を用いて計算する．

1) $0 \ (r < a)$

2) $E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} \ (a < r < b)$ [V/m]

3) $0 \ (b < r)$

(2) 電極間の電位差Vは

$$V = -\int_b^a \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\,dr = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{b}{a}\right) \ \text{[V]}$$

(3) 単位長さ当たりの静電容量Cは

$$C = \frac{\lambda}{V} = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)} \ \text{[F/m]}$$

(4) 単位長さ当たりの静電エネルギーWは

$$W = \frac{\lambda^2}{2C} = \frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{b}{a}\right) \ \text{[J/m]}$$

(5) 誘電体の誘電率を$\varepsilon(r)$とすれば，円筒間の電界の大きさは

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon(r)\,r} \quad \text{[V/m]}$$

電界が一様となるためには，$\varepsilon(r)\cdot r = C$ (定数)でなければならないので，

$$\varepsilon(r) = \frac{C}{r} \ \text{[F/m]} \ (C\text{ は定数})$$

問題２

出題意図：環状ソレノイドの磁場とインダクタンスの理解を問う．

解答例

（１） 環状ソレノイド内の磁場は中心からの距離rにのみ依存する．アンペールの法則

$$\oint_C \boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^{n} I_i$$

を，半径rの円周に対して適用すると，

$$B(r)\cdot 2\pi r = \mu_0 N_1 I_1$$

よって磁束密度は

$$B(r) = \frac{\mu_0 N_1 I_1}{2\pi r}\ [\mathrm{T}]$$

全磁束ϕは，半径方向の微小長さをdrとすると，断面積$dS = cdr$であるので，

$$\phi = \int_S \boldsymbol{B}\cdot\boldsymbol{n}\, dS = \int_a^b \frac{\mu_0 N_1 I_1}{2\pi r} c\, dr = \frac{\mu_0 N_1 I_1 c}{2\pi}\int_a^b \frac{1}{r} dr = \frac{\mu_0 N_1 I_1 c}{2\pi} ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

巻数N_1の全コイルと鎖交する磁束Φ_{N1}は

$$\Phi_{N1} = N_1 \phi = \frac{\mu_0 N_1^2 I_1 c}{2\pi} ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

自己インダクタンスLは

$$L = \frac{\Phi_{N1}}{I_1} = \frac{\mu_0 N_1^2 c}{2\pi} ln\left(\frac{b}{a}\right)\ [\mathrm{H}]$$

(2)

$$W = \frac{1}{2} L I_1^2 = \frac{\mu_0 N_1^2 I_1^2 c}{4\pi} ln\left(\frac{b}{a}\right)\ [\mathrm{J}]$$

電気回路　出題意図・解答例

問題１

出題意図

正弦波交流回路における，インピーダンスの理解，および，これらに関する計算能力を問う．

解答例

（１）

$$\boldsymbol{Z} = R_1 + \frac{1}{j\omega C} + \frac{j\omega L R_2}{R_2 + j\omega L} = \left\{R_1 + \frac{R_2(\omega L)^2}{R_2^2 + (\omega L)^2}\right\} + j\left\{\frac{\omega L R_2^2}{R_2^2 + (\omega L)^2} - \frac{1}{\omega C}\right\}$$

（２）　電流の大きさが最大となるには，$|\boldsymbol{Z}|$が最小となればよく，
$\mathrm{Re}\,\boldsymbol{Z}$ が C に無関係のため，$\mathrm{Im}\,\boldsymbol{Z} = 0$ となればよい。
したがって，

$$C = \frac{R_2^2 + (\omega L)^2}{\omega^2 L R_2^2} = \frac{1}{\omega^2 L} + \frac{L}{R_2^2}$$

また，このときの電流は，

$$\boldsymbol{I} = \frac{\boldsymbol{E}}{\boldsymbol{Z}} = \frac{\boldsymbol{E}}{R_1 + \frac{R_2(\omega L)^2}{R_2^2 + (\omega L)^2}} = \frac{R_2^2 + (\omega L)^2}{R_1\{R_2^2 + (\omega L)^2\} + R_2(\omega L)^2}\boldsymbol{E}$$

問題２

出題意図

過渡現象における微分方程式を構築する能力，および，これを解いて解析解を求める計算能力を問う．

解答例

1）　電源に接続された RC 直列回路であることから，

$$E = R\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{C}q(t)$$

となる。したがって，

$$q(t) = A\mathrm{e}^{-\frac{1}{RC}t} + CE \quad (A\text{: 積分定数})$$

であり，$t=0$ で $q=0$ であるので，

$$q(t) = CE\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{1}{RC}t}\right)$$

より，

$$v_c(t) = \frac{q(t)}{C} = E\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{1}{RC}t}\right)$$

である。

（2） RC 直列回路であることから，S_2 を閉じた時を $t=0$ とすると，

$$0 = R\frac{dq_1(t)}{dt} + \frac{1}{C}q_1(t)$$

となる。したがって，

$$q_1(t) = B\mathrm{e}^{-\frac{1}{RC}t} \ (B\text{: 積分定数})$$

より，

$$v_c(t) = \frac{q_1(t)}{C} = \frac{B}{C}\mathrm{e}^{-\frac{1}{RC}t}$$

であり，$t=0$ で $v_c = E_0$ であるので，

$$v_c(t) = E_0\mathrm{e}^{-\frac{1}{RC}t}$$

より，$v_c = E_0/\mathrm{e}$ となる時刻 T は，

$$v_c(T) = E_0\mathrm{e}^{-\frac{1}{RC}T} = E_0/\mathrm{e} = E_0\mathrm{e}^{-1}$$

を満たせばよいので，

$T = RC$

問題３

出題意図

三相交流回路における，相電圧，線間電圧，線電流の関係の理解，および，これらに関する計算能力を問う．

解答例

(1)

$\boldsymbol{E}_{\mathrm{a}}=E\angle 0°$ V，$\boldsymbol{E}_{\mathrm{b}}=E\angle -120°$ V，$\boldsymbol{E}_{\mathrm{c}}=E\angle 120°$ V

(2)

$$\boldsymbol{I}_{\mathrm{a}}=\frac{\boldsymbol{E}_{\mathrm{a}}}{\boldsymbol{Z}+\boldsymbol{Z}_0}=\frac{E\angle 0°}{3\sqrt{2}\angle 45°}=\frac{\sqrt{2}E}{6}\angle -45°\ \mathrm{A}$$

$$\boldsymbol{I}_{\mathrm{b}}=\frac{\sqrt{2}E}{6}\angle -165°\ \mathrm{A}$$

$$\boldsymbol{I}_{\mathrm{c}}=\frac{\sqrt{2}E}{6}\angle 75°\ \mathrm{A}$$

(3)

$$\boldsymbol{V}_{\mathrm{a}}=\boldsymbol{I}_{\mathrm{a}}\boldsymbol{Z}=\frac{\sqrt{2}E}{6}\angle -45°\times 2\sqrt{2}\angle 45°=\frac{2E}{3}\angle 0°\ \mathrm{V}$$

$$\boldsymbol{V}_{\mathrm{b}}=\boldsymbol{I}_{\mathrm{b}}\boldsymbol{Z}=\frac{2E}{3}\angle -120°\ \mathrm{V}$$

$$\boldsymbol{V}_{\mathrm{c}}=\boldsymbol{I}_{\mathrm{c}}\boldsymbol{Z}=\frac{2E}{3}\angle 120°\ \mathrm{V}$$

電子回路　出題意図・解答例

解答例

問題1

出題意図：理想演算増幅器の基本特性を理解し，回路解析ができるかを確認する。

(1) 理想演算増幅器の入力インピーダンスは無限大と考えるため，

節点aでの電位v_aは分圧則より，

$$\frac{v_{\mathrm{i}}-v_a}{R_1}=\frac{v_a-v_o}{R_2}$$

$$R_1\left(v_a-v_o\right)=R_2\left(v_{\mathrm{i}}-v_a\right)$$

$$\therefore v_a=\frac{R_1v_o+R_2v_{\mathrm{i}}}{R_1+R_2}$$

(2) 理想演算増幅器の入力インピーダンスは無限大と考えるため，

節点bでの電位v_bは分圧則より

$$v_b=\frac{\dfrac{1}{j\omega C}}{R_3+\dfrac{1}{j\omega C}}v_{\mathrm{i}}=\frac{1}{1+j\omega CR_3}v_{\mathrm{i}}$$

(3) 理想演算増幅器の正相入力と逆相入力間はイマージナリーショートであるため

$$v_a=v_b$$

（1）と（2）より，

$$\frac{R_1v_o+R_2v_{\mathrm{i}}}{R_1+R_2}=\frac{1}{1+j\omega CR_3}v_{\mathrm{i}}$$

$$v_o=\frac{R_1+R_2}{R_1}\frac{1}{1+j\omega CR_3}v_{\mathrm{i}}-\frac{R_2}{R_1}v_{\mathrm{i}}$$

$$=\frac{1}{R_1}\left(\frac{R_1-j\omega CR_2R_3}{1+j\omega CR_3}\right)v_{\mathrm{i}}$$

(4) $R_1=R_2$のとき（3）より，

$$v_o=\frac{1-j\omega CR_3}{1+j\omega CR_3}v_{\mathrm{i}}$$

$$\therefore\left|\frac{v_o}{v_{\mathrm{i}}}\right|=\left|\frac{1-j\omega CR_3}{1+j\omega CR_3}\right|=\frac{\sqrt{1+\left(\omega CR_3\right)^2}}{\sqrt{1+\left(\omega CR_3\right)^2}}=1$$

(5)

$$v_o=\frac{1-j\omega CR_3}{1+j\omega CR_3}v_{\mathrm{i}}$$

$$\theta=\arg\frac{v_o}{v_{\mathrm{i}}}=\arg\frac{1-j\omega CR_3}{1+j\omega CR_3}$$

$$=\tan^{-1}\left(-\omega CR_3\right)-\tan^{-1}\left(\omega CR_3\right)$$

$$=-2\tan^{-1}\left(\omega CR_3\right)$$

(6) ゲインが周波数によらず１である。

また，位相は周波数およびR, Cで変化する。

つまり，出力電圧を一定にして，位相だけを変化せることができる。

可変のRまたはCを用いれば，位相調整器の機能を持つ。

問題2

出題意図：組み合わせ論理回路の基本的な設計についての出題である．題意から真理値表を作成し、それをもとに簡単化を行い，回路図が作成できるかを確認している。

解答例

(1) 出力をZとする．ドントケアを x で表す．

D_3	D_2	D_1	D_0	Z
0	0	0	0	x
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	x
1	0	1	1	x
1	1	0	0	x
1	1	0	1	x
1	1	1	0	x
1	1	1	1	x

(2)

$D_3\ D_2$ \ $D_1\ D_0$	00	01	11	10
00	x	1	1	1
01				
11	x	x	x	x
10			x	x

(3)

$$Z = \overline{D_3}\,\overline{D_2}$$

(4)