

令和 7 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

— 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 a, b とスカラー f, g が与えられている.

$$a = \begin{pmatrix} x \\ 5x+2z \\ x^2z^3 \end{pmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} x^2y \\ 10x^2y^3 \\ yz+z^5 \end{pmatrix} \quad f = \sin(2yz) + xe^{-x} \quad g = y^2z^2 + x^2z$$

このとき, 以下の計算をせよ.

- (1) $\int f \, dx$ (積分定数は省略してよい)
- (2) $\nabla \times a + \nabla g$
- (3) $\nabla \cdot \nabla \times (a \times b + \nabla g) + \nabla \cdot \nabla f$
- (4) $\int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \nabla \cdot b \, dx dy dz$

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.

$$\frac{dy}{dx} - 2y = x$$

- (2) つぎの微分方程式の一般解を求めよ.

$$x \frac{dy}{dx} + y + 1 = 0$$

- (3) つぎの微分方程式がある.

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = 0$$

このとき, $x=0$ において以下の条件を満たす特解を求めよ.

$$y=0, \quad \frac{dy}{dx} = 2$$

問題3 行列 $A = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ a & b \end{pmatrix}$ に関する以下の問いに答えよ. ここで a, b は実数とする.

(1) 行列 A が正則にならない条件を示せ.

(2) $a=3$ とする. 行列 A が正則ではないとき, 固有値と固有ベクトルを求めよ.

問題4 区間 $(-\pi < x < \pi)$ で定義された以下の関数

$$f(x) = 2 \left| \frac{x}{\pi} \right| - 1$$

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 $\tilde{f}(x)$ をフーリエ級数

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

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 真空中の球面状一様電荷分布を考える. 球の中心を原点とする点Pの位置ベクトルを $\mathbf{r}[\text{m}]$ とし, $r = |\mathbf{r}| = a[\text{m}]$ での表面電荷密度を一定値 $\sigma[\text{C}/\text{m}^2]$ とする. 以下の問いに答えよ.

(1) ポアソン方程式

$$\nabla^2 V(\mathbf{r}) = \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{d}{dr} V(\mathbf{r}) \right) = -\frac{\rho(\mathbf{r})}{\varepsilon_0}$$

を解き, 電位 $V(\mathbf{r})[\text{V}]$ を求めよ. ここに $V(\mathbf{r})$, $\rho(\mathbf{r})[\text{C}/\text{m}^3]$, $\varepsilon_0 [\text{F}/\text{m}]$ は, 無限遠点を基準とする電位 ($r \rightarrow \infty$ で電位ゼロ), 体積電荷密度, 真空の誘電率である. なお, 電位 $V(\mathbf{r})$ は原点で有限値であり, 球表面 ($r = a$) では, 電位が連続かつ電界の法線成分が不連続 (大きさ σ/ε_0) となる.

- (2) 点P ($r \neq a$) での電界 $\mathbf{E}(\mathbf{r})[\text{V}/\text{m}]$ を求めよ.
- (3) 表面電荷に働く単位面積当たりの力 $\mathbf{F}[\text{N}/\text{m}^2]$ を求めよ.
- (4) 静電エネルギー $W_e[\text{J}]$ を計算せよ.

問題 2 図 1 に示すように, 2 本の無限長平行導線 1, 2 と長方形回路 ABCD が, 真空中の同一平面上にある. 長方形回路は, 巻数 1 で辺長が $a[\text{m}]$, $b[\text{m}]$ であり, 導線 1 から $c[\text{m}]$ 離れている. また導線 1, 2 には, 時刻 t に依存する電流 $I(t) [\text{A}]$ が互いに逆方向に流れ, $d[\text{m}]$ 離れており $0 < c < b + c < d$ である. 真空の透磁率を $\mu_0[\text{H}/\text{m}]$ として以下の問いに答えよ.

- (1) 長方形回路 ABCD を貫く全磁束 $\Phi_m[\text{Wb}]$ を求めよ.
- (2) 長方形回路 ABCD に生じる誘導起電力 $U[\text{V}]$ を求めよ.

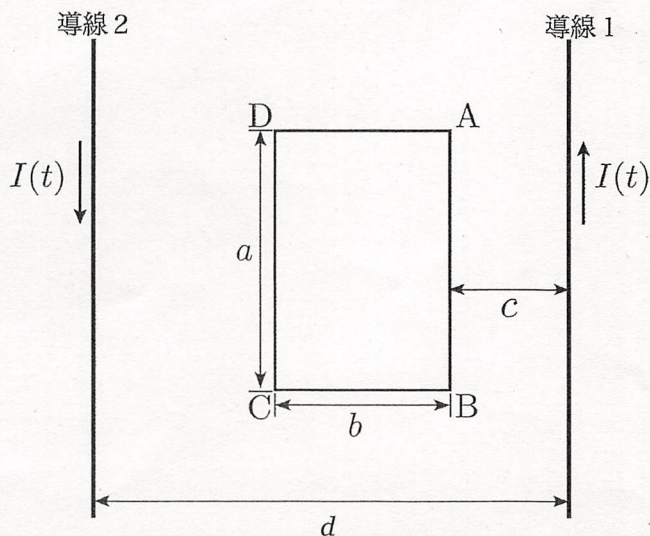


図 1

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 E ，抵抗 R_1, R_2 ，2つのインダクタ L および相互インダクタンス M (ただし, $M > 0$) をもつ2つのインダクタ L 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矢印の方向を正とする．以下の問いに答えよ．

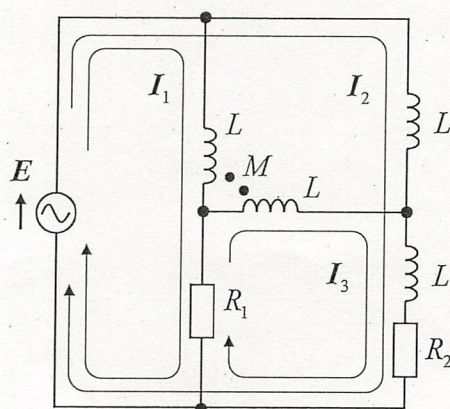


図 1

- (1) 相互インダクタンスを持つ2つのインダクタを T 型等価回路におきかえた回路を示せ．
- (2) I_1, I_2, I_3 に沿った閉路に関する閉路方程式をそれぞれ示せ．
- (3) $R_2 = 2R_1, L = 2M$ であるとき， I_3 を求めよ．

選択問題

問題 2 図2のような抵抗が接続された四端子回路網について以下の問いに答えよ．

- (1) 図2(a) の F 行列 $[F_a]$ が， $\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 3 & \frac{5}{2} \end{pmatrix}$ であるとき， R_1, R_2, R_3 を求めよ．
- (2) 図2(b) の F 行列 $[F_b]$ が， $\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 3 & \frac{5}{2} \end{pmatrix}$ であるとき， R_4, R_5, R_6 を求めよ．

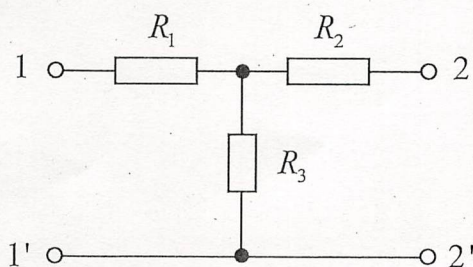


図 2 (a)

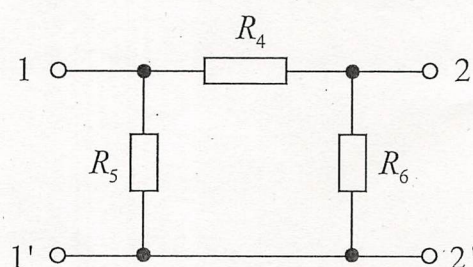


図 2 (b)

問題3 図3のように、抵抗 R 、インダクタ L 、キャパシタ C およびスイッチ S からなる回路がある。最初、 S は開いた状態で、 C には図3に示す極性で 10 mC の電荷が充電されている。

(1) 時刻 $t=0$ で S を閉じたとき、 $t \geq 0$ における C の電荷 $q(t)$ が満たす微分方程式を示せ。

(2) (1) の微分方程式を解き、電荷 $q(t)$ および回路に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。

ただし、 $R=1.5\ \Omega$, $L=0.25\text{ H}$, $C=0.5\text{ F}$ とする。

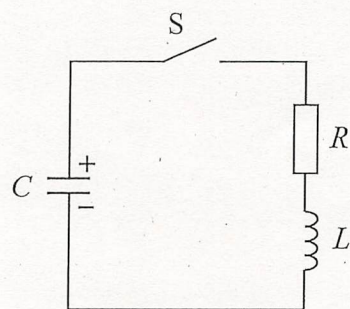


図3

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 図 1(a)は特性が等しい 2 つのトランジスタ Q_1 、 Q_2 のダーリントン接続回路である。図 1(b)はトランジスタの微小信号等価回路である。ここで、 v_{in} 、 i_{in} および v_{out} 、 i_{out} は入力端子および出力端子における電圧、電流である。入力信号源の内部インピーダンスは無視する。 R_e 、 h_{ie} は抵抗、 h_{fe} は電流増幅率である。 V_{cc} は直流電圧、 i_b はベース電流、 i_c はコレクタ電流である。また、 $h_{fe} \gg 1$ とし、 $h_{fe} + 1 \approx h_{fe}$ と近似してよい。この増幅回路について、以下の問いに答えよ。

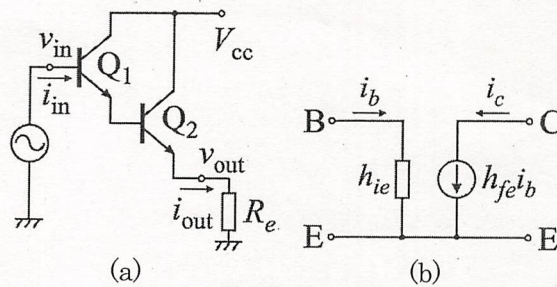


図 1

- (1) 図 1(a)の微小信号等価回路を示せ。
- (2) トランジスタ Q_2 のベース電流を求めよ。
- (3) 図 1(a)の回路における電流増幅率 $A_i = i_{out}/i_{in}$ および電圧増幅率 $A_v = v_{out}/v_{in}$ を h_{ie} 、 h_{fe} および R_e を用いて表せ。
- (4) 図 1(a)の回路の入力インピーダンス R_{in} および出力インピーダンス R_{out} を求めよ。

問題 2 大の月 (1, 3, 5, 7, 8, 10, 12) か小の月 (2, 4, 6, 9, 11) かのどちらかを判定する論理回路について考える。入力は月を表す整数であり、4bit の二進数 D_3, D_2, D_1, D_0 で十進数の 1 から 12 を表す。 D_3, D_2, D_1, D_0 は各々 8, 4, 2, 1 の位に対応する。大の月が入力されたとき出力が 1 となり、小の月が入力されたときの出力は 0 となる。月の存在しない整数 (0, 13, 14, 15) が入力されたときの出力は dont care とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 真理値表を示せ。
- (2) カルノー図を示せ。
- (3) 最小積和形式の論理式を示せ。
- (4) 最小積和形式の論理回路を描け。

工業数学 出題意図・解答例

問題 1

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)

$$\int x e^{-x} dx = (-1 - x)e^{-x}$$

より，

$$\int \sin(2yz) + x e^{-x} dx = x \sin(2yz) - (1 + x)e^{-x}$$

(2)

$$\nabla \times \mathbf{a} + \nabla g = \begin{bmatrix} -2 + 2xz \\ -2xz^3 + 2yz^2 \\ 5 + 2y^2z + x^2 \end{bmatrix}$$

(3)

1 項目はベクトル公式より明らかにゼロ．したがって

$$\nabla \cdot \nabla f = (-2 - x)e^{-x} - 4z^2 \sin(2yz) - 4y^2 \sin(2yz)$$

(4)

ガウスの法則より，

$$\begin{aligned} &= \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 x^2 y dy dz \Big|_{x=1} - \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 x^2 y dy dz \Big|_{x=-1} \\ &+ \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 10x^2 y^3 dx dz \Big|_{y=1} - \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 10x^2 y^3 dx dz \Big|_{y=-1} \\ &+ \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 yz + z^5 dx dy \Big|_{z=1} - \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 yz + z^5 dx dy \Big|_{z=-1} \\ &= \frac{104}{3} \end{aligned}$$

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) $y=uv$ とおいて

$$u\left(\frac{dv}{dx} - 2v\right) + v\frac{du}{dx} = x$$

より,

$$\frac{dv}{dx} - 2v = 0$$

$$\frac{du}{dx} = \frac{x}{v}$$

したがってまず,

$$\ln|v| = 2x + C \rightarrow v = Ce^{2x}$$

より,

$$du = \frac{1}{C}(xe^{-2x})dx \rightarrow u = \frac{1}{C}\left(-\frac{x}{2} - \frac{1}{4}\right)e^{-2x} + D$$

よって,

$$y = uv = \frac{1}{C}(xe^{-2x})dx \rightarrow u = \left(-\frac{x}{2} - \frac{1}{4}\right) + Ce^{2x}$$

(2)

$$\frac{dy}{y+1} = -\frac{dx}{x}$$

より,

$$y+1 = \frac{C}{x} \rightarrow -1 + \frac{C}{x}$$

(3)

$y = e^{\lambda x}$ とおくと, $\lambda = \pm 2j$ より,

$$y = c_1 e^{j2x} + c_2 e^{-j2x}$$

条件より, $c_1 = -j/2$, $c_2 = j/2$

したがって,

$$y = -\frac{j}{2}e^{j2x} + \frac{j}{2}e^{-j2x}$$

さらに整理して, $y = \sin 2x$ でもよい.

問題 3

出題意図：行列計算，固有値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) 題意より，

$$3b - 4a = 0$$

(2) $a=3$ とのとき，(1)より，

$$b = 4$$

したがって

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

固有値は，

$$(\lambda - 3)(\lambda - 4) - 12 = \lambda^2 - 7\lambda$$

より， $\lambda = 0, 7$

対応する固有ベクトルは，

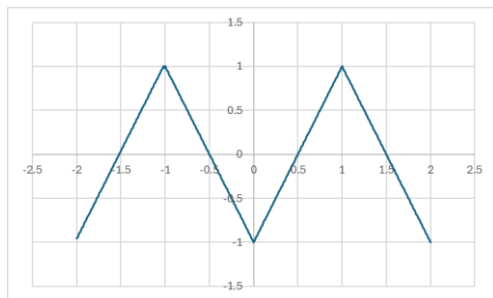
$$\begin{aligned} \lambda = 0 : & \begin{bmatrix} -3 & -4 \\ -3 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \text{より，} C_1 \begin{bmatrix} -\frac{4}{3} \\ 1 \end{bmatrix} \\ \lambda = 7 : & \begin{bmatrix} 4 & -4 \\ -3 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \text{より，} C_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{ただし，} C_1, C_2 \text{は定数} \end{aligned}$$

問題 4

出題意図：フーリエ級数，フーリエ変換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信号処理等の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)



(横軸は $\times \pi$)

(2)

偶関数なので，公式より，

$$a_0 = \int_0^\pi \frac{2x}{\pi} - 1 \, dx = 0$$
$$a_n = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi \left(\frac{2x}{\pi} - 1 \right) \cos nx \, dx = \frac{4}{n^2 \pi^2} ((-1)^n - 1)$$

一次選抜電磁気学問題解答例（一般選抜と国内出願共通）

問題 1 静電界の理解度を問う

- (1) 微分方程式の一般解 $V(r) = -\frac{C_1}{r} + C_0$ を求め、次の境界条件を課すと求まる.

球内($r < a$) では、原点で有限値、球外($r > a$)では、無限遠 $r \rightarrow \infty$ で電位がゼロ、球表面($r = a$)では電位が連続、電束密度の法線成分が表面電荷密度分不連続.

$$\therefore V(r) = \begin{cases} \frac{\sigma a^2}{r \epsilon_0} [V] & r > a \\ \frac{\sigma a}{\epsilon_0} [V] & r \leq a \end{cases}.$$

- (2) 電位勾配を計算し、符号反転して $\mathbf{E}(r) = \begin{cases} \frac{\sigma a^2}{\epsilon_0 r^2} \frac{\mathbf{r}}{r} [\text{V/m}] & r > a \\ 0 [\text{V/m}] & r < a \end{cases}.$

- (3) 面電荷に働く単位面積当たりの力の大きさ F [N/m^2]は、 $|\sigma E(a)/2|$ だから

$$F = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} [\text{N/m}^2]$$

となる. 力の向きは、原点から表面電荷を結ぶ球表面の外向き法線方向となり、

$$\therefore \mathbf{F} = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} \frac{\mathbf{r}}{r} [\text{N/m}^2]$$

- (4) 静電エネルギー密度 $|\epsilon_0 E^2(r)/2|$ を全空間で積分する. 球内の電界はゼロだから、

$$W_e = \int_a^\infty 4\pi r^2 |\epsilon_0 E^2(r)/2| dr = \int_a^\infty 2\pi \sigma^2 a^4 / \epsilon_0 r^{-2} dr = \frac{2\pi \sigma^2 a^3}{\epsilon_0} [\text{J}]$$

となる.

問題 2 電磁誘導の理解度を問う

- (1)

導線 1 からの距離を r として

$$B_1 = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi r}$$

導線 2 からの距離は $d - r$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi(d - r)}$$

$$B(r) = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi r} + \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi(d - r)} = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi} \left\{ \frac{1}{r} + \frac{1}{d - r} \right\}$$

$$dS = a dr$$

として

$$\begin{aligned} \Phi_m &= \int_c^{c+b} \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi} \left\{ \frac{1}{r} + \frac{1}{d - r} \right\} a dr = \left[\frac{\mu_0 a I(t)}{2\pi} \{ \ln r - \ln(d - r) \} \right]_c^{c+b} = \left[\frac{\mu_0 a I(t)}{2\pi} \ln \frac{r}{(d - r)} \right]_c^{c+b} \\ &= \frac{\mu_0 a I(t)}{2\pi} \left\{ \ln \frac{c}{(d - c)} - \ln \frac{c + b}{(d - c - b)} \right\} \end{aligned}$$

- (2)

$$U = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{\mu_0 a}{2\pi} \left\{ \ln \frac{c}{(d - c)} - \ln \frac{c + b}{(d - c - b)} \right\} \frac{dI(t)}{dt}$$

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，節点電位方程式の概念の理解，さらに，閉路方程式，節点電位方程式の計算能力を問う．

大問 2 では，四端子回路網における，四端子行列（F 行列）の理解，および，これらに関する計算能力を問う．

大問 3 では，直流回路の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．

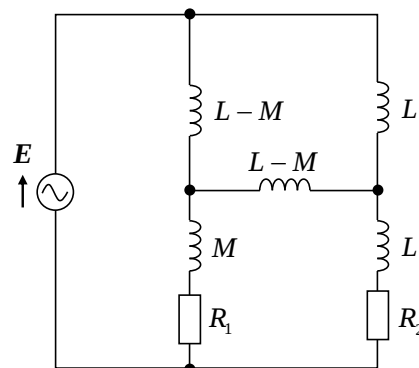
電気回路 解答例

問題 1

(1) 図 1 の T 型等価回路を用いると、右図のようになる。

(2) 図 1 の閉路方程式は以下となる。

$$\begin{pmatrix} R_1 + j\omega L & 0 & -(R_1 + j\omega M) \\ 0 & R_2 + j2\omega L & R_2 + j\omega L \\ -(R_1 + j\omega M) & R_2 + j\omega L & R_1 + R_2 + j2\omega L \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E \\ E \\ 0 \end{pmatrix}$$



(3) 右図より、 $R_2 = 2R_1$, $L = 2M$ の条件を使うと、ブリッ
ジの平衡条件,

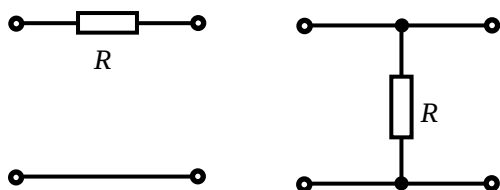
$(R_2 + j\omega L) \times j\omega(L - M) = (2R_1 + j\omega 2M) \times j\omega M = (R_1 + j\omega M) \times j\omega 2M = (R_1 + j\omega M) \times j\omega L$
を満たすため、 $I_3 = 0$

あるいは、閉路方程式を解いて、

$$\begin{aligned} I_3 &= \frac{\begin{vmatrix} R_1 + j\omega L & 0 & E \\ 0 & R_2 + j2\omega L & E \\ -(R_1 + j\omega M) & R_2 + j\omega L & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R_1 + j\omega L & 0 & -(R_1 + j\omega M) \\ 0 & R_2 + j2\omega L & R_2 + j\omega L \\ -(R_1 + j\omega M) & R_2 + j\omega L & R_1 + R_2 + j2\omega L \end{vmatrix}} \\ &= \frac{\begin{vmatrix} R_1 + j2\omega M & 0 & E \\ 0 & 2R_1 + j4\omega M & E \\ -(R_1 + j\omega M) & 2R_1 + j2\omega M & 0 \end{vmatrix}}{\Delta} \\ &= \frac{0 - \{-(R_1 + j\omega M) \times (2R_1 + j4\omega M) \times E + (R_1 + j2\omega M) \times (2R_1 + j2\omega M) \times E\}}{\Delta} \\ &= 0 \end{aligned}$$

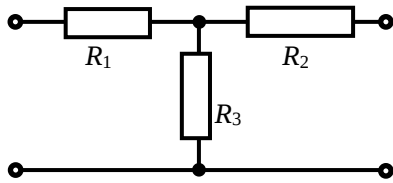
問題 2

(1) 図 2 の回路は下図の回路の縦続接続である。



これらの F 行列は, それぞれ, $\begin{bmatrix} 1 & R \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R} & 1 \end{bmatrix}$ であり,

T 形回路



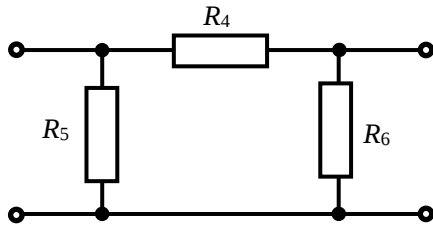
は, 上記 F 行列の下記のようなカスケード接続となる

$$\begin{bmatrix} 1 & R_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R_3} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & R_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{R_1}{R_3} & \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3} \\ \frac{1}{R_3} & 1 + \frac{R_2}{R_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$$

よって,

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{R_3} & A &= 1 + \frac{R_1}{R_3} & D &= 1 + \frac{R_2}{R_3} \\ R_3 &= \frac{1}{C} = \frac{1}{3} & R_1 &= \frac{A-1}{C} = 1 & R_2 &= \frac{D-1}{C} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

(2) 同様に, Π 形回路



は, 上記 F 行列の下記のようなカスケード接続となる

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R_5} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & R_4 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R_6} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{R_4}{R_6} & R_4 \\ \frac{R_4 + R_5 + R_6}{R_5 R_6} & 1 + \frac{R_4}{R_5} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$$

よって,

$$\begin{aligned} B &= R_4 & A &= 1 + \frac{R_4}{R_6} & D &= 1 + \frac{R_4}{R_5} \\ R_4 &= B = 3 & R_6 &= \frac{B}{A-1} = 1 & R_5 &= \frac{B}{D-1} = 2 \end{aligned}$$

問題 3

(1) 電源のない RLC 直列回路であることから,

$$0 = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = R \frac{dq(t)}{dt} + L \frac{d^2 q(t)}{dt^2} + \frac{1}{C} q(t)$$

となる。したがって,

$$\frac{d^2}{dt^2} q(t) + \frac{R}{L} \frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{LC} q(t) = 0 \quad \text{①}$$

(2) ①に数値を代入して,

$$\frac{d^2}{dt^2} q(t) + 6 \frac{dq(t)}{dt} + 8 q(t) = 0$$

であり, よって, この一般解は,

$$q(t) = Ae^{-4t} + Be^{-2t}$$

である。ここで, $t=0$ で $q=10 \text{ mC}$ より,

$$A+B=0.01 \quad \text{②}$$

となる。また, 電流 $i(t)$ の向きを, 時計回りを正にとると,

$$i(t) = -\frac{dq(t)}{dt} = -\frac{d}{dt} (Ae^{-4t} + Be^{-2t}) = 4Ae^{-4t} + 2Be^{-2t}$$

であり, $t=0$ で $i=0$ であるので,

$$i(0) = 4A + 2B = 2A + B = 0 \quad \text{③}$$

となる。したがって, ②, ③より, $A = -0.01, B = 0.02$

以上より,

$$q(t) = -0.01(e^{-4t} - 2e^{-2t})$$

$$i(t) = -0.04(e^{-4t} - e^{-2t})$$

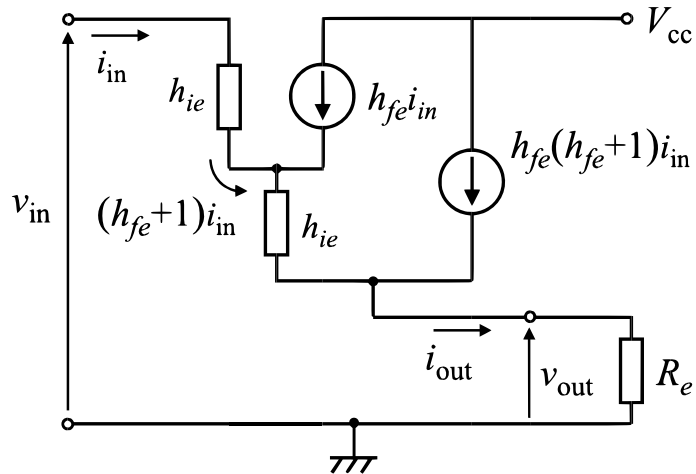
である。

電子回路 出題意図・解答例

問題1

出題意図:トランジスタ回路のダーリントン接続回路は, 実際のアナログ回路設計で頻繁に使われるため, 電子工学や通信技術を学ぶ学生にとって必須の知識である. そこで, 微小信号等価回路や増幅利得, 入出力インピーダンスに関する理解をチェックする。

(1)



$$(2) \quad (h_{fe} + 1)i_{in} \cong h_{fe}i_{in}$$

$$\begin{aligned}
 (3) \quad A_i &= \frac{i_{out}}{i_{in}} \\
 i_{out} &= (h_{fe} + 1)i_{in} + h_{fe}(h_{fe} + 1)i_{in} \\
 &= (h_{fe} + 1)^2 i_{in} \\
 &\cong h_{fe}^2 i_{in} \\
 A_i &= h_{fe}^2 \\
 v_{out} &= R_e i_{out} \\
 v_{in} &= h_{ie}i_{in} + h_{ie}(h_{fe} + 1)i_{in} + R_e h_{fe}^2 i_{in} \\
 &\cong h_{ie}i_{in} + h_{ie}h_{fe}i_{in} + R_e h_{fe}^2 i_{in} \\
 A_v &= \frac{v_{out}}{v_{in}} \\
 &= \frac{R_e}{h_{ie} + h_{ie}h_{fe} + R_e h_{fe}^2} \frac{i_{out}}{i_{in}} \\
 &= \frac{R_e}{h_{ie}(h_{fe} + 1) + R_e h_{fe}^2} \frac{i_{out}}{i_{in}} \\
 &\cong \frac{R_e h_{fe}^2}{h_{ie}h_{fe} + R_e h_{fe}^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (4) \quad R_{in} &= \frac{v_{in}}{i_{in}} \\
 &= \frac{(h_{ie}h_{fe} + R_e h_{fe}^2)i_{in}}{i_{in}} \\
 &= h_{ie}h_{fe} + R_e h_{fe}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{out} &= \frac{v_{out}}{i_{out}} \\
 &= \frac{R_e i_{out}}{i_{out}} \\
 &= R_e
 \end{aligned}$$

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する.

(1)

出力をZとする. ドントケアを x で表す.

A_3	A_2	A_1	A_0	Z
0	0	0	0	x
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
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					1	1	
01					1	1	
11		1	x	x	x	x	
10		1					1

(3)

$$Z = \overline{D_3}D_0 + D_3\overline{D_0}$$

(4)

