大阪工業大学大学院

＜工学研究科博士前期課程＞

2025年度一般入試問題

電気電子・機械工学専攻

電気電子工学コース

＜第２回入試＞

問　題

2025年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第2回一般入学試験問題　　電磁気学
2025/2/15(土)

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題１．真空中に図１－１のような断面をもつ、無限に長い半径 d [m]の円柱状の内導体、およびこれと同軸の半径 D [m]の円筒状の外導体からなる同軸ケーブルがある。外導体は接地され、内導体には電圧 V_0 [V]の電源に接続されている。真空の誘電率 ε_0 [F/m]として、以下の問いに答えよ。解答には単位も明記すること。

（１） 電圧 V_0 [V]を内導体に接続すると、内導体は一様に帯電する。帯電した電荷の単位長さ（1 m）あたりの電荷量を Q [C]としたとき、外導体に誘導される単位長さあたりの電荷量は何[C] か，答えよ。

（２）内導体に単位長さあたりに帯電した電荷量を Q [C]としたとき、半径 r [m]の円筒面を通過する電気力線の総数は、単位長さあたり何本か，答えよ。
(A) $d<r<D$ の場合　(B)　$D<r$ の場合についてそれぞれ答えよ。

（３）半径 r[m]（$d<r<D$）の位置における電界 $E(r)$ を ε_0, Q, r を用いて表せ。

（４）半径 r[m]（$d<r<D$）の位置における電位 $V(r)$ を ε_0, Q, r を用いて表せ。

（５）上記(4)で求めた電位の式より、電荷 Q を V_0, d, D, ε_0 を使って表せ。

（６）上記（５）で求めた式より、この同軸ケーブルの単位長さあたりの静電容量 C [F]を V_0, d, D, ε_0 を使って表せ。

（７）外導体と内導体の間の空間を比誘電率 ε_r = 2.3 のポリエチレンで充填したとき，単位長さあたりの静電容量 C [F]を上記(6)の結果を使って表せ。

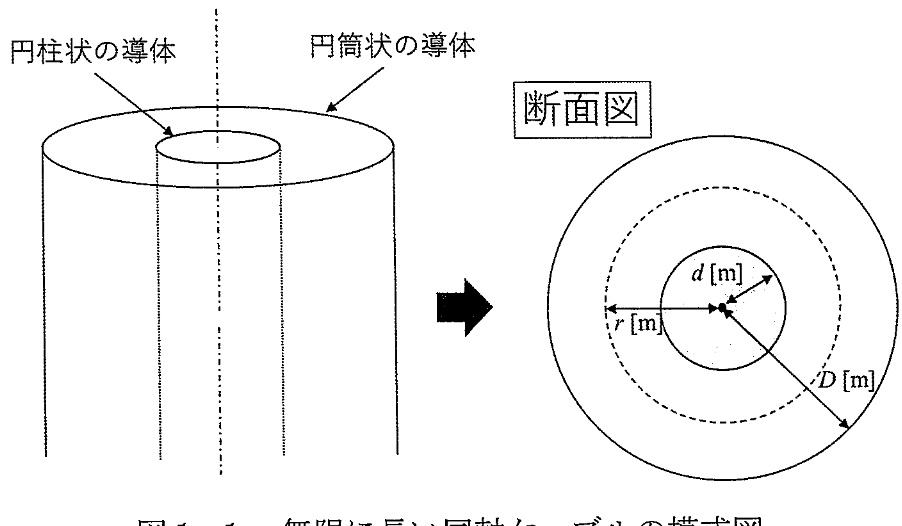


図１－１　無限に長い同軸ケーブルの模式図

2025年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第2回一般入学試験問題　　　電磁気学
2025/2/15(土)

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題２．　下図に示すように、無限に長い直線導線（以下、電線）が透磁率 μ_0 中にあり、この電線と同一平面上に置かれた導線で作られた１巻の長方形コイル(以下、コイル）がある。コイルの辺の長さはそれぞれ a, b で、長さ b の一辺が電線に平行で距離 x だけ離れた位置に置かれている。このとき、以下の問いに答えよ。解答に際しては、問題文で与えられた文字を用いて解答すること。

（１）　電線のみに一定電流 I_1 が図のような方向に流れているとき、導線の任意の点から水平方向に距離 r での磁界の大きさ H を求めよ。

（２）　電線に一定電流 I_1、コイルに一定電流 I_2 が時計回りに流れているとする。コイルの辺 AB と辺 CD において、I_1 が作る磁界により発生する力 F_{AB}、F_{CD} の大きさとそれらの向きを求めよ。ただし、向きについては、上下左右のいずれかで答えよ。

（３）　コイル全体で受ける力 F の大きさとその向きを答えよ。

（４）　電線に流れる電流によってコイル内に作られる磁束 Φ を求め、また電線とコイルの間の相互インダクタンス M を求めよ。

（５）　電線のみに一定電流 I_1 が流れていて、コイルの電流は $I_2 = 0$ であるとき、コイルが $dx/dt = v > 0$ の速さで、同一平面上を I_1 と直角の向きに I_1 から遠ざかるように移動するとき、コイルに発生する起電力 V の大きさを求めよ。

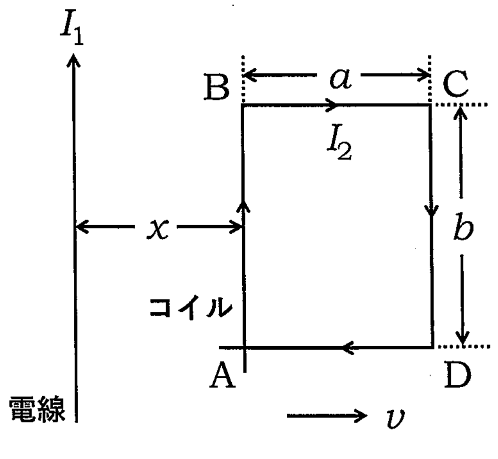


図２－１　無限に長い直線導線と長方形コイル

2025 年度 大阪工業大学大学院工学研究科 電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第 2 回一般入学試験問題　　　電気回路
2025/2/15(土)

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題１．図１－１に示す回路について、以下の問に答えよ。

（１） 図１－１の回路は大きさ R_1, R_2 および R_x の抵抗と、起電力 E_1, E_2 の直流電圧源で構成されている。図のようにループⅠ，Ⅱを設ける。それぞれのループに閉路電流 I_1, I_2 が流れているとする。このとき、各ループの電気回路網方程式を閉路電流法で示せ。

（２） 電流 I_2 を R_1, R_2, R_x, E_1, E_2 を用いて示せ。

（３） 抵抗 R_x の電力 P_x を R_1, R_2, R_x, E_1, E_2 を用いて示せ。

（４） P_x を最大にする R_x を求めよ。このとき $R_1 = R_2 = 1\Omega$, $E_1 = E_2 = 1\text{V}$ として、P_x の最大値を求めよ。

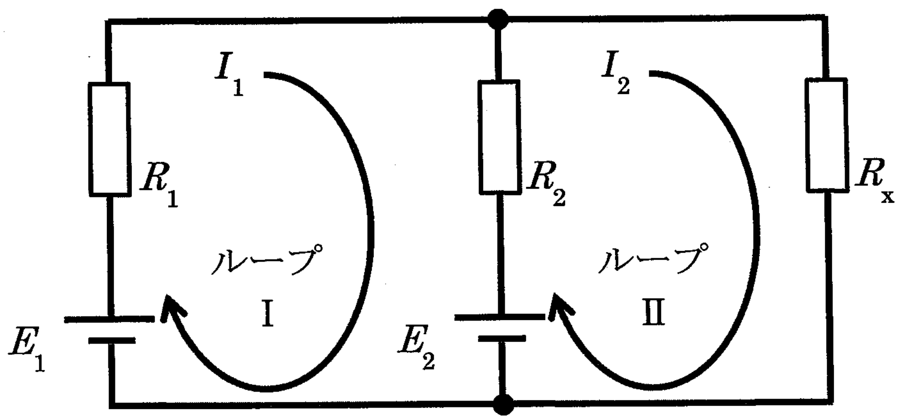


図１－１

2025年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第2回一般入学試験問題　　　電気回路

2025/2/15(土)

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題２．図２－１に示す正弦波交流電気回路について、次の各問いに答えよ。

（１）図２－２に示すように、テブナンの定理により、コンデンサ以外の回路を内部インピーダンス$\dot{Z}_i$、起電力$\dot{V}_i$の等価電圧源に置き換えることができる。$\dot{Z}_i$と$\dot{V}_i$を求めよ。

（２）等価電圧源を用いて、コンデンサの両端の電圧$\dot{V}_C$を求めよ。

（３）$|\dot{V}_C| = V$となるθを求めよ。

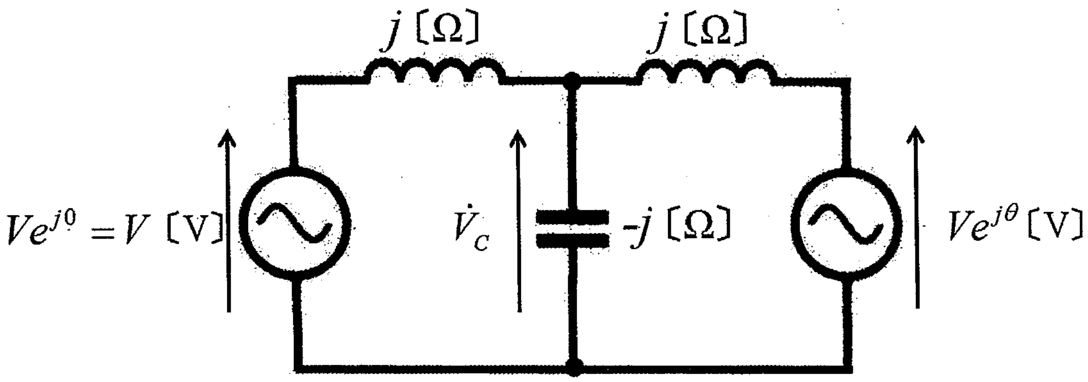


図２－１

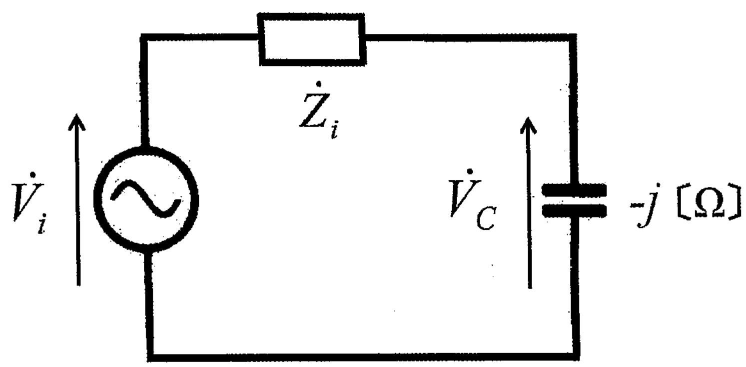


図２－２

2025 年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第２回一般入学試験問題　　　電子回路
2025/2/15（土）

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題１．図１－１に示す自己バイアス回路型のエミッタ接地増幅器について、以下の問いに答えよ。

（１）　直流における等価回路を描け。

（２）　ベース電流 I_B の式を、コレクタ・エミッタ間の直流電圧 V_{CE}、ベース・エミッタ間の直流電圧 V_{BE}、ベース抵抗 R_B で記せ。

（３）　問い（２）で求めた I_B の式について、式中の V_{CE} を電源電圧 V_{CC}、コレクタ直流電流 I_C、コレクタ抵抗 R_C で置き換えた形で記せ。ただし、$I_E \fallingdotseq I_C$ とする。

（４）　以下の文の空欄を埋めよ。ただし①と②は文字式で、その他は語句で答えよ。

もし温度上昇などで I_C が増加しようとすると、問い（３）で得られた式から自動的に $\boxed{\text{①}}$ が減少して $\boxed{\text{②}}$ の増加が妨げられる。この回路は $\boxed{\text{③}}$ 帰還バイアス回路とも呼ばれ、固定バイアス回路よりもバイアスが安定する。欠点として入力 $\boxed{\text{④}}$ や $\boxed{\text{⑤}}$ が低下する。

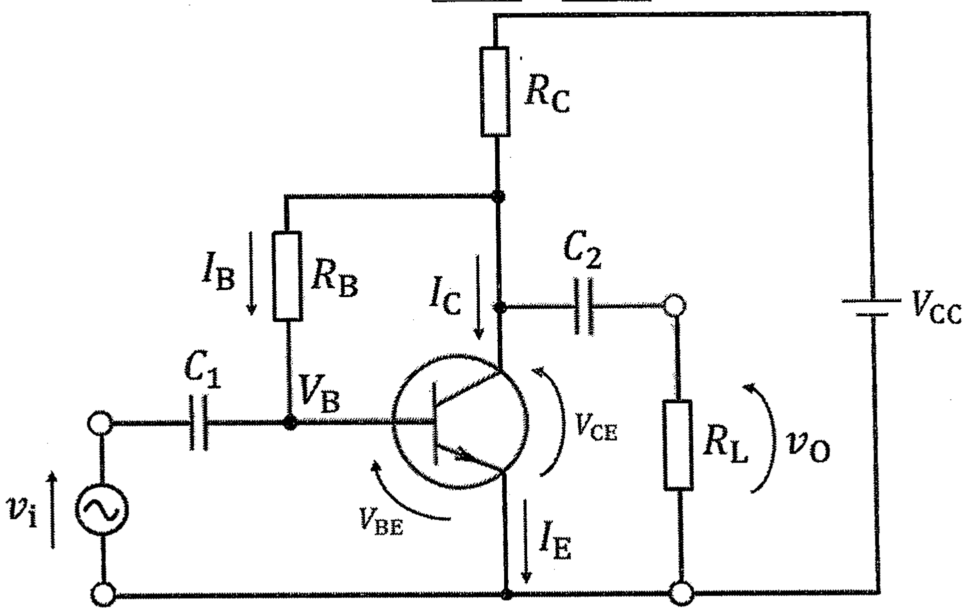


図１-１

2025年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第2回一般入学試験問題　　　電子回路
2025/2/15(土)

【注意】問題1．と問題2．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題2．

（1）図2－1に示すJK-FFについて、解答用紙の真理値表（特性表）を「0」「1」「変化しない」のいずれかを用いて埋めよ。CKとCLRの前のNOT（○記号）は、どちらも立ち下がりエッジで動作することを示す。

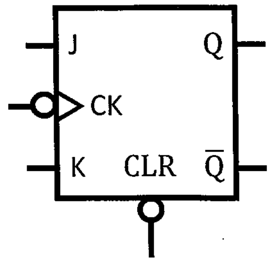


図2－1　JK-FF

（2）このJK-FFを用いて図2－2のような非同期式16進カウンタを作った。ここで Q_1 が出力されるカウンタ値の最下位ビット、Q_4 が最上位ビットを表す。Q_1～Q_4 の動作を、遅延を考慮して解答用紙のタイミング図に示せ。ただし途中までの波形はすでに書き入れている。解答用紙の横軸1目盛りは、1つのJK-FFの遅延に相当する。

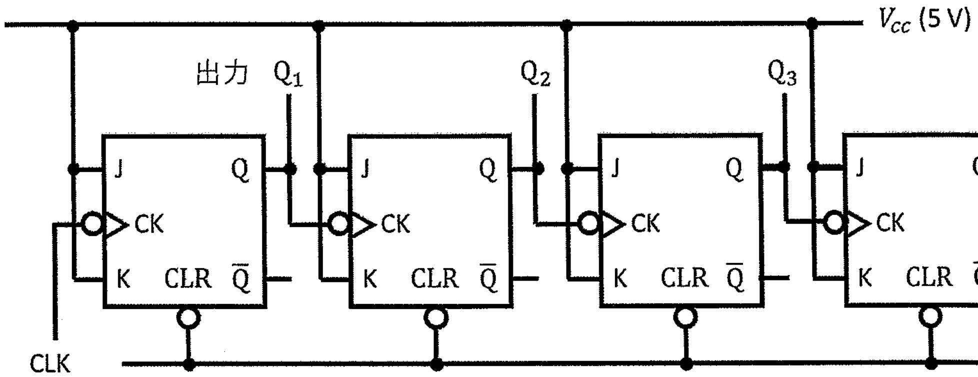


図2－2　非同期式16進カウンタ

（3）図2－2の回路を改造して、非同期式10進カウンタとしたい。そのためには、回路は0～9の値のみを出力し、10に相当する値が出力された場合には全てのJK-FFの $\overline{\mathrm{CLR}}$ に0が入ればよい。$\overline{\mathrm{CLR}}$ に入力すべき信号の論理式を、Q_1~Q_4 のうち、いくつかを用いて示せ。

（4）これらのカウンタ回路には実用上の問題がある。「遅延」「同期」「グリッチ」「蓄積」などの言葉の内、いくつかを用いて50文字以内で説明せよ。

2025 年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第２回一般入学試験問題　　　電気数学
2025/2/15(土)

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題１．

x についての２階常微分方程式①について以下の問いに答えよ。a、b は正の定数とする。

$$\frac{d^2x}{dt^2} + a\frac{dx}{dt} + bx = 0 \qquad ①$$

（１）$x = \alpha e^{\gamma t}$（α、γは定数）と仮定するとき、式①を満たすγ を求めよ。

（２）２階常微分方程式①が振動する解を持つために a、b が満たすべき条件、およびその際の角振動数の大きさを答えよ。

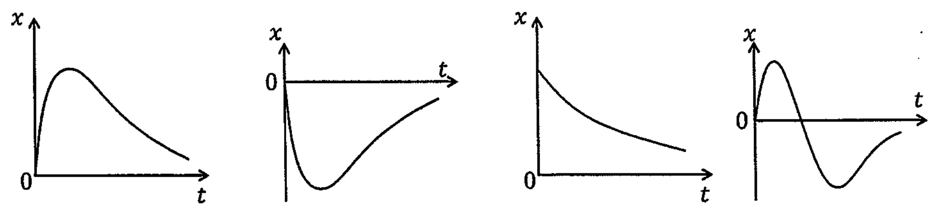
＜ヒント＞

（１）の答えを導く過程で γ についての方程式ができたはずである。これを「特性方程式」という。特性方程式が互いに共役な複素解を持つとき、２階常微分方程式①は振動する解を持つ。

（３）a、b がある条件を満たすとき、x の解が式②で表される場合がある。

$$x = e^{-Pt} - e^{-Qt} \qquad ②$$

ここで、P、Q はともに実数であり、$0 < P < Q$であるとする。このときの x の t に対する変化を最もよく表すグラフは、次の（ア）～（エ）のうちどれか。（ア）～（エ）の記号で答えよ。



（ア）　（イ）　（ウ）　（エ）

（４）（３）において、$\frac{dx}{dt} = 0$ となる自明でない t を求めよ。

2025年度　大阪工業大学大学院工学研究科　電気電子・機械工学専攻
電気電子工学コース　第2回一般入学試験問題　　　電気数学
2025/2/15(土)

【注意】問題１．と問題２．は各々、別の解答用紙に解答すること。

問題２．

関数$f(t)$のフーリエ変換$F(\omega)$は次式で与えられる。以下の問いに答えよ。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\omega t}dt$$

（１）　$f(t) = \begin{cases} A & (|t| \leq \frac{T}{2}) \\ 0 & (|t| > \frac{T}{2}) \end{cases}$ とするとき、$F(\omega)$を求めよ。

（２）　$f(t) = e^{-|t|}$のとき、$F(\omega)$を求めよ。

（３）　パーシバルの等式は、次式で与えられる。

$$\int_{-\infty}^{\infty} (f(t))^2 dt = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} |F(\omega)|^2 d\omega$$

この式と、（２）の結果を用いて

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{(\omega^2+1)^2} d\omega$$

を求めよ。

（４）　定数Cのフーリエ変換は$F(\omega) = C\delta(\omega)$である。ただし、$\delta(\omega)$はディラックのデルタ関数とする。このとき、

$$u(t) = \begin{cases} 1 & (t \geq 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases}$$

のフーリエ変換が

$$U(\omega) = \frac{1}{2}\delta(\omega) + \frac{1}{j\omega}$$

となることを示せ。

（５）　$f(t) = e^{-at}u(t)$のとき、$F(\omega)$を求めよ。