

令和7年10月入学/令和8年4月入学（第1期）
地域創生科学研究科博士前期課程
入学試験問題

工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
「電気磁気学」・「電気回路」

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 情報電気電子システム工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. 答案は試験科目・大問題ごとに指定された解答用紙に記入して下さい。解答欄が足りない場合は、裏面も使用可能です。その際は、表面の最後尾にその旨を明記して下さい。
3. それぞれの解答用紙および下書き用紙の受験番号記入欄には、必ず受験番号を記入して下さい。
4. 外国人留学生特別選抜の受験者は、日本語・母語辞書（電子辞書・翻訳機等は除く）を使用することができます。
5. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰って下さい。

令和7年10月入学/令和8年4月入学(第1期)

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気磁気学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
--------------	--

I. 以下の問いに答えよ。

- (1) ベクトル微分演算子 ∇ を用い、静電界における電界 E と電位 ϕ の関係式を書け。
- (2) ベクトル微分演算子 ∇ を用い、磁束密度 B とベクトルポテンシャル A の関係式を書け。
- (3) ベクトル微分演算子 ∇ を用い、電流密度 j に関する電流連続の式を書け。このとき、電荷密度を ρ とする。
- (4) マクスウェルの方程式の微分形の4つの式を書け。このとき、ベクトル微分演算子 ∇ を用いて記述せよ。必要に応じて、誘電率 ϵ 、透磁率 μ を用いてよい。

II. 静電界に関する以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とし、端効果は考えないものとする。

- (1) 無限に広がる厚さが無視できる平面導体が正の面電荷密度 σ で帯電している。このとき、ガウスの法則を用いて電界の向きと大きさを求めよ。
- (2) 図1のように、接地された2つの無限に広がる平行平面導体 α , γ の間に、厚さが無視できる無限に広がる平行平面導体 β がある。 α , β 間, β , γ 間の距離を a , b として、導体 β に面電荷密度 σ_1 の正電荷を与えた。 $a > b$ とする。このとき、 α , β 間, β , γ 間の電界を求め、その概形を図示せよ。ただし、平行平面導体 α から γ の向きを正とする。
- (3) 同様に、図1の条件において、平行平面導体 α , β , γ の電位を求め、その概形を図示せよ。

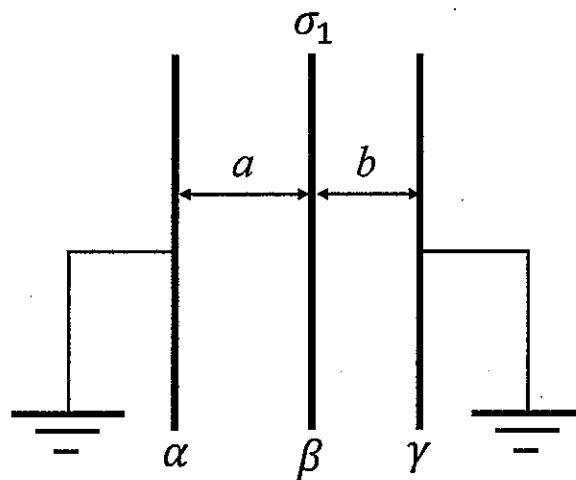


図1

III. 断面の半径が a の無限長円柱導体内を電流 I が一様に流れている。以下の問いに答えよ。

ただし、導体および周囲(真空)の透磁率を μ_0 、導体の中心軸からの距離を r とする。

- (1) $0 \leq r \leq a$ における磁束密度の大きさを求めよ。
- (2) $a \leq r$ における磁束密度の大きさを求めよ。
- (3) この導体の単位長さあたりの内部インダクタンスを求めよ。

令和7年10月入学/令和8年4月入学（第1期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気回路	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

- I. 以下の問いに答えよ。なお，導出過程も示すこと。
- (1) RC 直列回路において，抵抗が $R = 60 [\Omega]$ ，キャパシタンスが $C = 25 [\mu\text{F}]$ とする。
この回路に実効値 $100 [\text{V}]$ ，角周波数 $500 [\text{rad/s}]$ の交流電圧 V を印加した。この回路に流れる電流 I の実効値 I を求めよ。また，解答用紙の複素平面上に複素電圧 V を図示せよ。ただし，複素電流 I を基準として実軸方向に取ること。
 - (2) RC 直列回路において，抵抗が $R = 60 [\Omega]$ ，キャパシタンスが $C = 25 [\mu\text{F}]$ とする。
この回路に $100 [\text{V}]$ の直流電圧源を接続した。コンデンサの電圧が $100e^{-1} [\text{V}]$ になるまでの時間 T を求めよ。ただし，コンデンサの初期電圧は $0 [\text{V}]$ とする。
 - (3) 線間電圧 $100 [\text{V}]$ の三相三線式の対称三相交流電源に Y 結線された三相平衡負荷を接続したとき，消費電力が $500 [\text{W}]$ ，遅れ力率 0.5 であった。1 相分の負荷インピーダンス Z をフェーザ形式で示せ。

II. 交流回路について以下の問いに答えよ。ただし、 $E = 10\sqrt{2}\angle(-45^\circ)$ [V], $L = 2$ [mH], $R = 2$ [Ω], $C = \frac{1}{3}$ [mF], 回路の角周波数を $\omega = 1000$ [rad/s] とする。なお、導出過程も示すこと。

- (1) 図1の回路について、端子 ab 間の電圧 V_1 を求めよ。
- (2) 図1の回路について、電圧源 E を取り去って、この部分を短絡させた。この場合の端子 ab から左側を見た複素インピーダンス Z_1 および複素アドミタンス Y_1 を求めよ。
- (3) 図2に示すように、端子 ab を短絡させたときの電流 I_1 を求めよ。
- (4) 図3に示すように、端子 ab に複素アドミタンス jB を持つ素子を接続した。端子 ab 間の電圧 V_a の大きさが最大となるサセプタンス B (符号を含む) を求めよ。また、このときの複素アドミタンスを実現する回路素子をインダクタまたはキャパシタから選定してそのインダクタンスまたはキャパシタンスの値を求めよ。

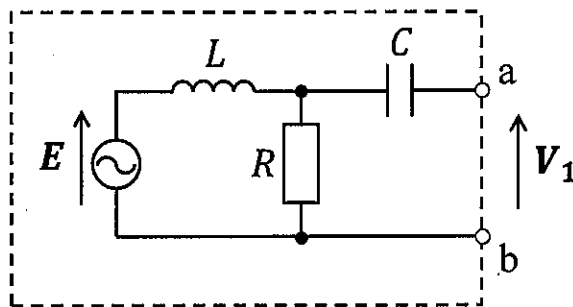


図1

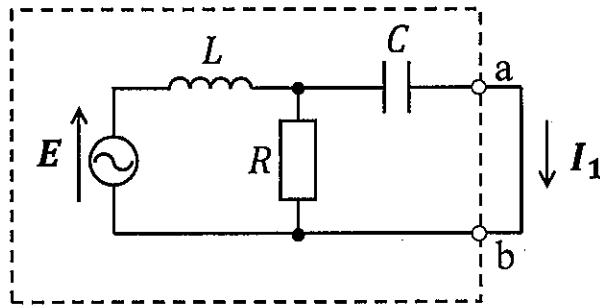


図2

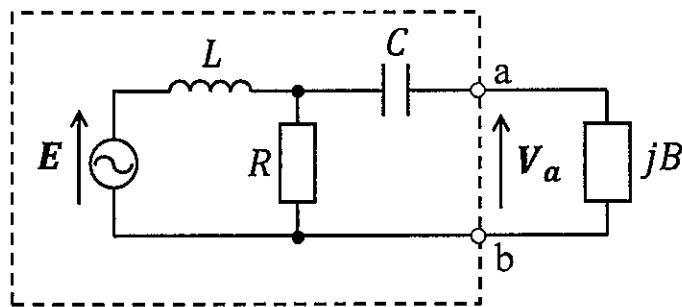


図3

III. 図4に示す抵抗 R , インダクタ L , スイッチ SW から構成される回路がある。以下の問いに答えよ。ただし、最初はスイッチは開いており、初期電流は 0 とする。なお、導出過程も示すこと。

- (1) 時刻 $t = 0$ でスイッチを閉じた。図4の回路にキルヒホッフの第二法則を適用し、 $v(t)$, R , L , $i(t)$ を用いて回路方程式を立てよ。
- (2) (1)で求めた回路方程式の両辺をラプラス変換し、 $i(t)$ のラプラス変換 $I(s)$ を求めよ。ただし、 $v(t)$ のラプラス変換を $V(s)$ とする。

さて、この回路の端子 $1-1'$ 間に電圧 $v_0(t) = V_m \sin \omega t$ を与える。 $\sin \omega t = \frac{e^{j\omega t} - e^{-j\omega t}}{j2}$ であることより、 $v_0(t)$ は2つの複素指数関数 $v_1(t) = V_m e^{j\omega t}$ および $v_2(t) = V_m e^{-j\omega t}$ の重ね合わせによって $v_0(t) = \frac{v_1(t) - v_2(t)}{j2}$ と表せる。このことを利用して、

時刻 $t = 0$ でスイッチを閉じたとき、 $t > 0$ における電流 $i_0(t)$ を求めたい。

- (3) e^{at} のラプラス変換が $\frac{1}{s-a}$ であることを利用して、 $v_1(t)$ のラプラス変換 $V_1(s)$ を求めよ。
- (4) (1)で求めた回路方程式において $v(t)$, $i(t)$ をそれぞれ $v_1(t)$, $i_1(t)$ で置き換えたとき、 $i_1(t)$ のラプラス変換 $I_1(s)$ を求めよ。
- (5) $I_1(s)$ を逆ラプラス変換して $i_1(t)$ を求めよ。
- (6) 同様に、(1)で求めた回路方程式において $v(t)$, $i(t)$ をそれぞれ $v_2(t)$, $i_2(t)$ で置き換えたときの $i_2(t)$ を求めよ。
- (7) (1)で求めた回路方程式において $v(t)$, $i(t)$ をそれぞれ $v_0(t)$, $i_0(t)$ で置き換えると、重ね合わせの理より $i_0(t) = \frac{i_1(t) - i_2(t)}{j2}$ である。このことを利用して、端子 $1-1'$ 間に電圧 $v_0(t) = V_m \sin \omega t$ を与え、時刻 $t = 0$ でスイッチを閉じたとき、 $t > 0$ における電流 $i_0(t)$ を求めよ。

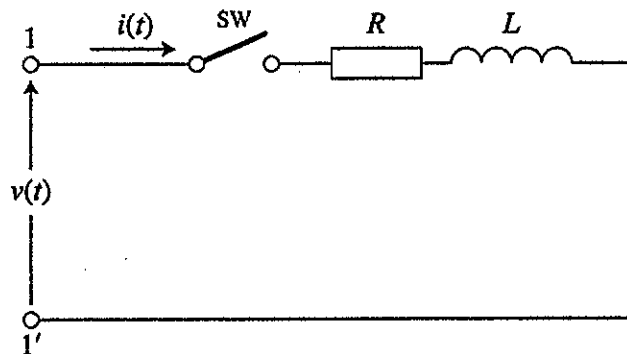


図4

令和8年4月入学（第2期）
地域創生科学研究科博士前期課程
入学試験問題

工農総合科学専攻 電気電子工学プログラム
「電気磁気学」・「電気回路」

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 電気電子工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. 答えは試験科目・大問題ごとに指定された解答用紙に記入して下さい。解答欄が足りない場合は、裏面も使用可能です。その際は、表面の最後尾にその旨を明記してください。
3. それぞれの解答用紙および下書き用紙の受験番号記入欄には、必ず受験番号を記入してください。
4. 外国人留学生特別選抜の受験者は、日本語・母語辞書（電子辞書・翻訳機等は除く）を使用することができます。
5. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和8年4月入学(第2期)

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気磁気学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 電気電子工学プログラム
--------------	--

I. 以下の問いに答えよ。なお、導出過程は省いてもよい。

- (1) 真空中に置かれた半径 a の導体球が $+Q$ の電荷量で帯電している。導体球の中心から半径 r (ただし, $r > a$) における電界の大きさ E と電位 ϕ を求めよ。ただし, 真空の誘電率を ϵ_0 とし, 無限遠における電位を 0 とする。
- (2) 誘電体内は多数の原子や分子からなり立っている。多数の原子や分子を含む十分小さな体積 ΔV [m^3] をとり, 小さな体積 ΔV [m^3] に生じる電気双極子モーメントを Σp [$\text{C} \cdot \text{m}$] とするとき, 物質についての電気分極(分極) P [C/m^2] の式を書け。ここで, Σp [$\text{C} \cdot \text{m}$] は, 電気双極子モーメントの和を表している。
- (3) 磁束線は閉じている。このことを示す式が磁束密度に関するガウスの法則である。磁束密度 B に関するガウスの法則の積分形または微分形を書け。
- (4) 電磁波は真空中を光速度で伝搬する。光速度 c を真空の誘電率 ϵ_0 と真空の透磁率 μ_0 で表せ。
- (5) 真空中を伝搬する電磁波は縦波か, それとも横波か。どちらか答えよ。

II. 互いに絶縁された半径 r_1, r_2, r_3 ($r_1 < r_2 < r_3$) の3重同心導体球殻 A, B, C があり、各導体球殻に電荷 Q_1, Q_2, Q_3 を与える。導体球殻の厚みは半径に比べて無視できるほど薄いものとして、以下の問いに答えよ。

(1) 図1のように、導体球殻の間と外部が空気するとき、以下の問い (a)~(c) を求めよ。ただし、空気の誘電率は真空の誘電率 ϵ_0 と同じであるとする。

- (a) $r > r_3$ における電界 E_3
- (b) $r_2 < r < r_3$ における電界 E_2
- (c) $r_1 < r < r_2$ における電界 E_1

(2) 図1の導体球殻 C, B, A の各電位 V_3, V_2, V_1 を求めよ。ただし、無限遠における電位を0とする。

(3) 図2のように、導体球殻の間と外部に誘電率 $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ の誘電体を詰める。導体球殻 A, B, C の各電位を V_1', V_2', V_3' とするとき、以下の問い (a), (b) を求めよ。

- (a) 電位差 $V_2' - V_3'$
- (b) 電位差 $V_1' - V_2'$

(4) 図2の場合の A-B 間, B-C 間の静電容量 C_{AB}, C_{BC} を求めよ。

(5) 前問(4)において $C_{AB} = C_{BC}$ かつ $r_2 = (r_1 + r_3)/2$ のとき、 $\epsilon_1/\epsilon_2 = r_3/r_1$ であることを示せ。

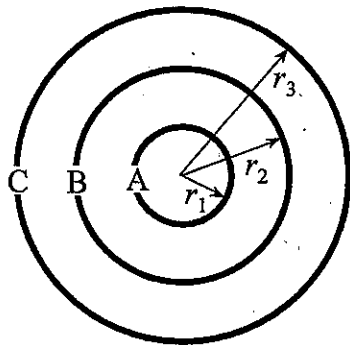


図1

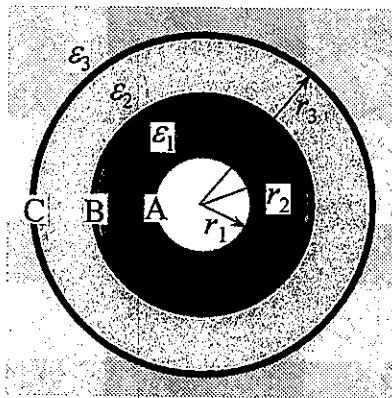


図2

III. 以下の問いに答えよ。

- (1) 次の各電磁波の真空中での波長はいくらか。ただし、真空中の光速を 3×10^8 m/s とする。
- (a) 1500 kHz の中波
 - (b) 55 MHz の超短波
 - (c) 2.8 GHz のマイクロ波
- (2) 変圧器の鉄心など時間的に変化する磁界中の導体内には電磁誘導によって渦状の誘導電流が生じ、これを渦電流という。時間的に変化する磁界 H と渦電流 i との関係は一般に次の2つの式によって与えられる。

$$\text{rot } i = -\sigma\mu \frac{\partial H}{\partial t} \quad (1)$$

$$\text{rot } H = i \quad (2)$$

ただし、 σ は導電率、 μ は透磁率である。式 (2) の名称を答え、その物理的意味を説明せよ。

- (3) 式 (1)、式 (2) より、渦電流に対する拡散方程式を求めよ。ただし、ベクトル公式 $\text{rot}(\text{rot } A) = \text{grad}(\text{div } A) - \nabla^2 A$ を用いてよく、渦電流は $\text{div } i = 0$ の定常電流を考えるものとする。
- (4) 円筒導体の断面を直流の電流が流れる場合、電流は断面を一様に流れる。これに対し交流の場合、電流は周波数が高くなるとだんだんと表面近くを流れるようになり、これにともなって磁界も導体内部にまで浸透しなくなることが前問の拡散方程式から理解できる。このような交流磁界に対する現象の名称を答えよ。

令和8年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気回路	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 電気電子工学プログラム
-------------	--

I. 以下の問いに答えよ。なお、導出過程も示すこと。

(1) 関数 $f(t)$ はラプラス変換を行い、関数 $F(s)$ は逆ラプラス変換を行え。

$$(a) f(t) = \frac{1}{2}te^{-2t}$$

$$(b) F(s) = \frac{2s+3}{(s^2+4)s}$$

(2) RLC 直列回路において、抵抗が $R = 6 [\Omega]$ 、インダクタンスが $L = 4 [\text{mH}]$ 、キャパシタンスが $C = 200 [\mu\text{F}]$ とする。この回路に $v(t) = 100\sqrt{2}\sin(500t + \pi/2) [\text{V}]$ の交流電圧源を接続した。

(a) 電源電圧 $v(t)$ をフェーザ形式で示せ。

(b) 直列合成インピーダンス Z の値を直交座標形式で示せ。

(c) 交流電圧源から回路に供給される有効電力、無効電力、皮相電力を求めよ。
ただし、誘導的な無効電力を正とする。

(3) 伝送路において、1 [m] あたりの線路の抵抗 $R = 2.0 [\Omega/\text{m}]$ 、インダクタンス $L = 5 [\text{mH}/\text{m}]$ 、漏れコンダクタンス $G = 1.0 [\text{S}/\text{m}]$ 、キャパシタンス $C = 0.01 [\text{F}/\text{m}]$ とする。この伝送路の特性インピーダンスの大きさが $1.0 [\Omega]$ になるときの電源の角周波数を求めよ。

II. 図 1 のように、角周波数 ω の交流電圧源 E と抵抗値 R_1, R_2 の抵抗器およびキャパシタンス C_1 のコンデンサで構成される交流回路について以下の問いに答えよ。なお、導出過程も示すこと。

- (1) 図 1 の回路について、電圧源から見た回路のインピーダンス Z_1 を求めよ。
- (2) 図 1 の回路について、 R_1 の両端電圧 V_1 を求めよ。
- (3) 図 2 に示すように回路にインダクタンス L のインダクタを挿入した。このとき、電源から供給される無効電力がゼロとなった。 L を求めよ。
- (4) 図 3 に示すように、 R_2 と並列にキャパシタンス C_2 のコンデンサを接続した。角周波数にかかわらず $V_1 = kE$ (k は実定数) となる条件を求めよ。また、そのときの定数 k を求めよ。

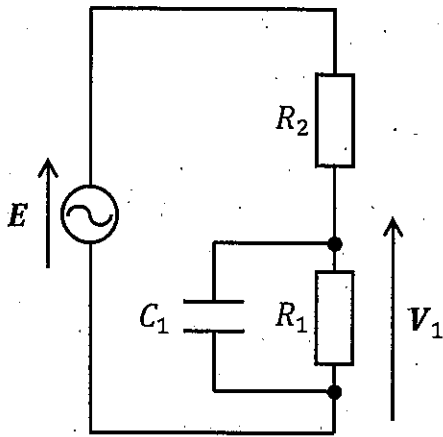


図 1

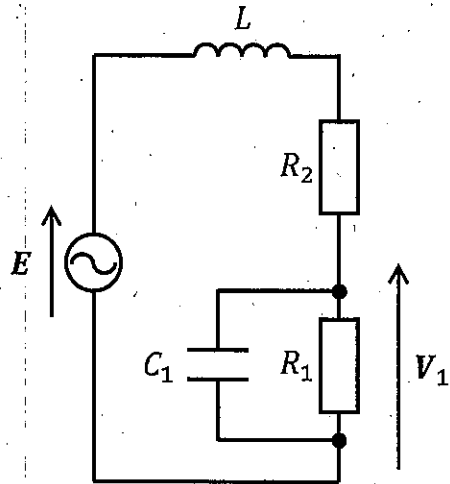


図 2

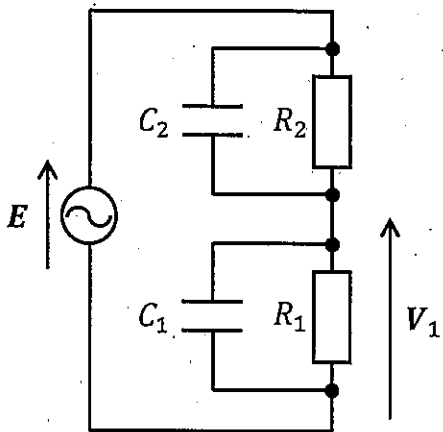


図 3

III. 図4に示すように、起電力が E の直流電圧源、抵抗値が R の2つの抵抗器、キャパシタンスがそれぞれ C_1 , C_2 のコンデンサ1およびコンデンサ2, そしてスイッチ1およびスイッチ2から構成される回路がある。以下の問いに答えよ。ただし、最初はスイッチ1およびスイッチ2は開いており、コンデンサ1およびコンデンサ2の初期電荷はゼロとする。なお、導出過程も示すこと。

- (1) 時刻 $t=0$ でスイッチ1とスイッチ2を閉じた。回路に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。
- (2) スwitch1とスイッチ2を閉じてじゅうぶんな時間が経過した。このときのコンデンサ1の電荷およびコンデンサ2の電荷を求めよ。

次に、この状態からふたたびスイッチ1とスイッチ2を開いた後、コンデンサ2の極板間距離を急に半分にした。これにより、コンデンサ2のキャパシタンスは $2C_2$ となる。このときの時刻をあらためて $t=0$ とする。

- (3) コンデンサ2の極板間距離を操作した直後のコンデンサ1の極板間電圧, およびコンデンサ2の極板間電圧を求めよ。
- (4) コンデンサ2に流れる電流 $i_2(t)$ を求めよ。

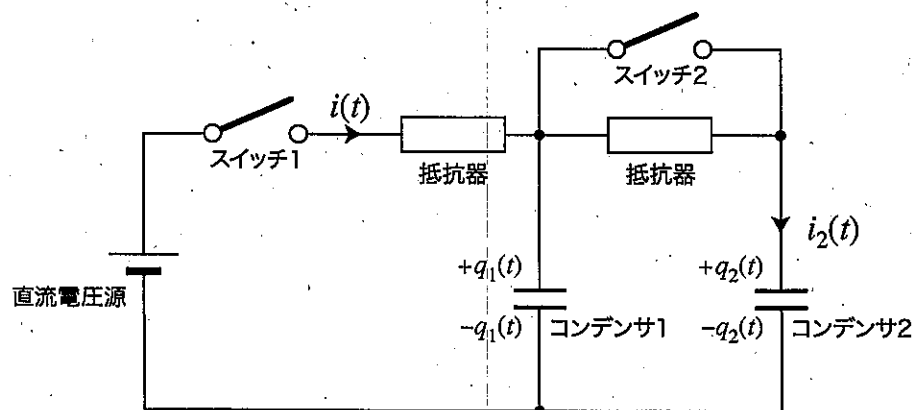


図4