

令和7年度京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科
博士前期（修士）課程 電子システム工学専攻
学力検査試験問題

専門科目

注意

1. この問題冊子は合図があるまで中を開かないでください。問題は
p. 1… 問題1（電磁気学）……………解答用紙2枚に記入
p. 3… 問題2（電気回路）……………解答用紙1枚に記入
p. 4… 問題3（電子回路）……………解答用紙2枚に記入
の3題であり、全問必答です。試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明や落丁などに気づいたら
申し出ること。

2. 机の上には受験票以外に、次のものを置いてもよろしい。
…鉛筆（またはシャープペンシル）、消しゴム、鉛筆削り、定規、計時機能のみの時計

3. 配付物は、この問題冊子1部、解答用紙5枚、および下書き用紙1枚です。解答用紙、下
書き用紙の追加、交換はしません。

4. 各問題と解答用紙の枚数は次の通りです。

| 問題 | 問題1（電磁気学） | 問題2（電気回路） | 問題3（電子回路） |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 解答用紙の枚数 | 2 | 1 | 2 |

5. 解答用紙5枚すべての上欄の指定枠内に、志望専攻名、受験番号を必ず記入すること。氏
名は記入しないこと。

科目欄には「問題番号(科目内容は不要)」を書くこと。小問について別々の解答用紙に記入
するよう指示がある場合は科目欄に小問番号も書くこと。

… 例：「問題2 問1」、「問題2 問2」、「問題3」

6. 解答用紙裏面にも記入する場合は、おもて面に「裏面使用」の断り書きをすること。

7. 試験終了後も退室の許可があるまで退室はできません。

8. 問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

電磁気学(問題 1) [1/2]

注意: 問 1 と問 2 の解答は別々の答案用紙に記入せよ. その際, 冒頭に「問題 1, 問 1」などと書け.

真空(vacuum)の誘電率(permittivity)を ϵ_0 , 真空の透磁率(permeability)を μ_0 として以下の問いに答えよ. なお解答には SI 単位系を用いよ.

問 1 図 1 に示すように, 大きさ E_0 , x 軸の正方向を向く一様な電界(electric field) $\vec{E} = (E_x, E_y, E_z)$ が印加されている真空領域において, 誘電率 ϵ , 厚さ d で無限に広い誘電体平板(dielectric plate)を x 軸が垂直方向となるように配置する. このとき以下の問いに答えなさい.

- (a) 誘電体平板内の電束密度(electric flux density) $\vec{D} = (D_x, D_y, D_z)$ を求めよ.
- (b) 誘電体平板内の \vec{E} を求めよ.
- (c) 誘電体平板内の分極ベクトル(polarization vector) $\vec{P} = (P_x, P_y, P_z)$ を求めよ.

次に, 図 2 に示すように, 電界の大きさはそのまま, 向きを x 軸の正方向から y 軸の正方向に向かって角度 θ だけ傾ける. このとき以下の問いに答えなさい.

- (d) 誘電体平板外の \vec{E} を求めよ.
- (e) 誘電体平板内の \vec{D} を求めよ.
- (f) 誘電体平板内の \vec{E} を求めよ.
- (g) 誘電体平板内の \vec{P} を求めよ.

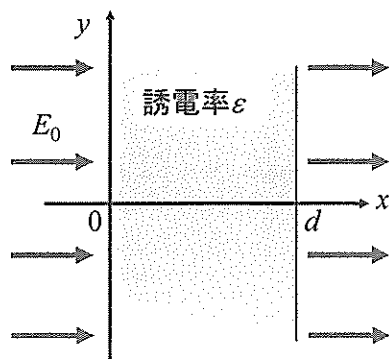


図 1

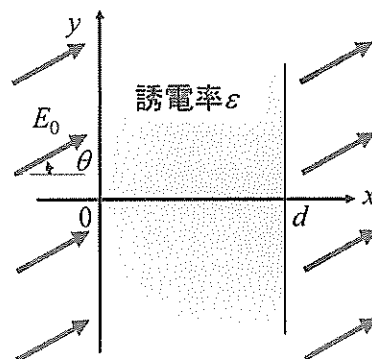


図 2

[次ページに続く]

電磁気学(問題 1) [2/2]

問 2 z 軸に沿った無限(infinitely)に長い直線導線(straight conducting wire)上を正の方向に流れている定常電流(constant current) I を考える。以下の問いに答えよ。ただし、(a),(b),(c),(e)は円柱座標系(r, θ, z)を用いよ。

- (a) 直線から距離 r の位置での磁場(magnetic field) $\vec{B}(r)$ を求めよ。
- (b) 直線上を除く位置での $\nabla \times \vec{B}$ を求めよ。
- (c) この \vec{B} のベクトルポテンシャル(vector potential) \vec{A} を一つ求めよ。

次に、図 3 のように、 z 軸に垂直な平面上に半径 a の円(annulus) S があり、その中心点 O が z 軸と一致している場合を考える。

- (d) \vec{n} を面素片(surface segment) dS の法線ベクトル(normal vector)としたとき、

$$\int_S (\nabla \times \vec{B}) \cdot \vec{n} dS$$
を求めよ。
- (e) 直線導線のうち、点 O を中心とした長さ $2L$ の区間を流れる電流 I が作る磁束密度成分 \vec{B}' を考える。円 S の円周上の点 P で観測される \vec{B}' を求めよ。

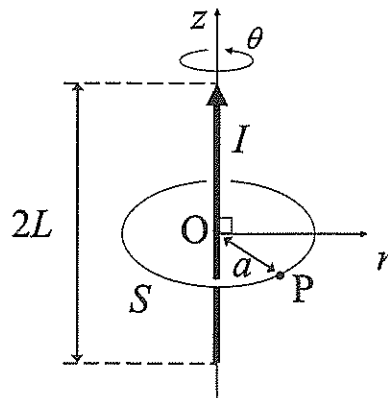


図 3

電気回路 (問題 2)

「電気回路 (問題 2) 解答用紙」に解答せよ。

問. インダクタンス (inductance) L , キャパシタンス (capacitance) C , 抵抗 (resistance) R の直列接続 (series connection) に対して, 図 1 はフェーザ電圧 (phasor voltage) \dot{E} で表される角周波数 (angular frequency) ω の交流電圧源 (ac voltage source) を接続した回路, 図 2 は電圧 E の直流電圧源 (dc voltage source) とスイッチ (switch) S を接続した回路である。以下の問いに答えよ。【】を付した問いには【】内の記号のうち必要なものを用いた式で答えよ。

図 1 において, ω を変えてフェーザ電流 (current) \dot{I} を測定したところ

- $\omega = \omega_0$ において \dot{I} の実効値 (effective value) が最大
- $\omega = \omega_1, \omega_2$ において, \dot{I} と \dot{E} の位相差 (phase difference) が 45° となった。ただし $\omega_1 < \omega_0 < \omega_2$ である。

となった。ただし $\omega_1 < \omega_0 < \omega_2$ である。

- (1) インピーダンス (impedance) を求めよ。【 R, L, C, ω 】
- (2) ω_0 を求めよ。【 R, L, C 】
- (3) $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ を求めよ。【 R, L, C 】
- (4) $\omega = \omega_0$ において R で消費される有効電力 (effective power) P_0 を求めよ。【 R, L, C, \dot{E} 】
- (5) $\omega = \omega_1$ において R で消費される有効電力は P_0 の何倍か。

測定の結果 $\Delta\omega = \omega_0$ であることがわかった。

- (6) 共振 (resonance) の Q 値を求めよ。
- (7) $\omega = \omega_0$ における $\dot{V}_L, \dot{V}_C, \dot{V}_R$ のフェーザ図を描け。解答欄に記入済みの \dot{E} との関係が明確になるように描くこと。

図 2 において, 時刻 $t < 0$ で S は (a) 側に接続して定常状態 (steady state) であった。 $t = 0$ で S を (b) 側に接続し, $t \geq +0$ における過渡応答 (transient response) を考える。

- (8) $t = +0$ で C に蓄えられている静電エネルギー (energy) を求めよ。【 R, L, C, E 】
- (9) $t = +0$ での電流 $i(+0)$ を求めよ。【 R, L, C, E 】
- (10) $t = +0$ での電流の一階微分 (first-order derivative) $\frac{di}{dt}(+0)$ を求めよ。【 R, L, C, E 】
- (11) 電流 $i(t)$ に関する微分方程式 (differential equation) を示せ。【 t, i, R, L, C, E 】
- (12) 前問 (11) で得られた微分方程式に関する特性方程式 (characteristic equation) の判別式 (discriminant) を示せ。【 R, L, C 】
- (13) $i(t)$ の応答は次の A ~ C のどれであるか, 理由とともに答えよ。
A. 過制動 (over damping), B. 臨界制動 (critical damping), C. 不足制動 (under damping)

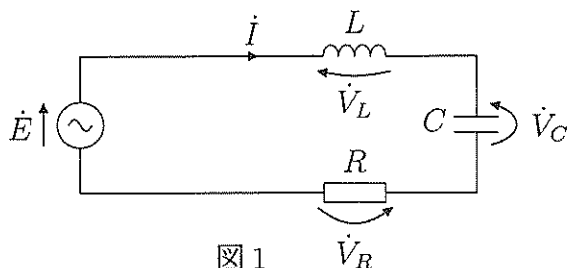


図 1

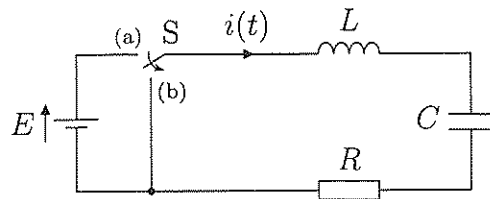


図 2

電子回路（問題 3） [1/2]

問 1 は同じ解答用紙に、問 2 は別の解答用紙に記入せよ。

問 1 以下の問いに答えよ。

- (a) 次の論理式 (Boolean expression) を簡単化 (simplify) せよ。
 $F(A, B) = A \cdot (A + B)$
- (b) 次の等式が成り立つことを示せ。
 $(A + B) \cdot \overline{A} \cdot \overline{B} = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot \overline{B}$
- (c) 次の論理式をカルノー図 (Karnaugh map) を用いて簡単化せよ。
 $F(A, B, C) = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C$
- (d) D フリップフロップ (D flip-flop) を 3 つ直列に接続した 3 ビットシフトレジスタ (3-bit serial shift register) がある (図 1)。入力 D に 101010... と交互に 0 と 1 が入力する。初期状態 $Q_2 = 0$ 、 $Q_1 = 0$ 、 $Q_0 = 0$ の時、クロックを 4 回入力したときの各フリップフロップの状態 Q_2 、 Q_1 、 Q_0 を求めよ。

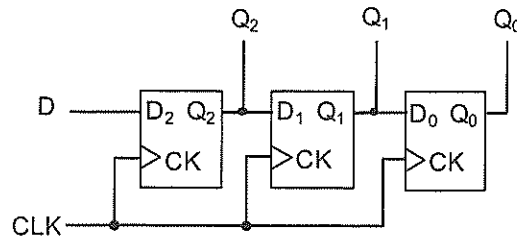


図 1: 3 ビットシフトレジスタ (3-bit serial shift register)

- (e) 2 入力 NAND ゲート (2-input NAND gate) のみで、2 入力排他的論理和 (2-input exclusive or) ゲートを設計せよ。
- (f) 12 ビットの A/D 変換器 (A/D Converter) を用いて、0 V から 10 V の範囲をサンプリングする場合、1 ビット当たりの電圧分解能 (resolution) を求めよ。ただし、有効数字を 3 桁 (three significant figures) とする。

[次頁に続く]

電子回路（問題 3） [2/2]

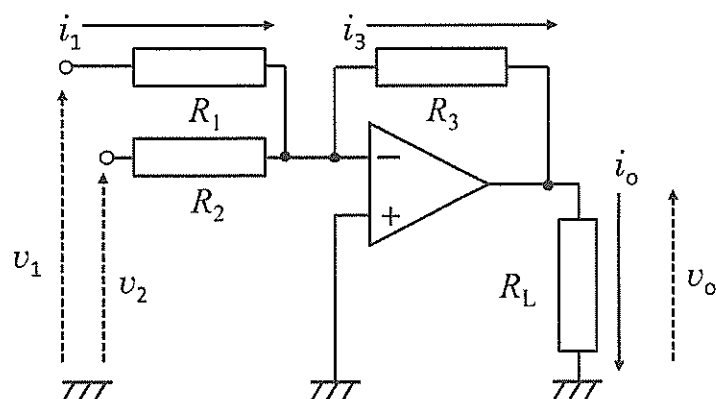
問 2 図に示す回路において、以下の問に答えよ。ただし、抵抗 (resistor) $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ 、 $R_3 = 2\text{ k}\Omega$ 、 $R_L = 1\text{ M}\Omega$ とする。オペアンプ (operational amplifier) は理想オペアンプとする。 v_1 、 v_2 を入力電圧 (input voltage) とし、 v_o を出力電圧 (output voltage) とする。また、電流 (current) は図に示す矢印の方向を正として答えよ。

最初、 v_1 に直流電圧 (dc voltage) 2 V、 v_2 に直流電圧 1 V を印加した。

- (a) 抵抗 R_1 に流れる電流 i_1 を求めよ。
- (b) 抵抗 R_3 に流れる電流 i_3 を求めよ。
- (c) 抵抗 R_L に流れる電流 i_o を求めよ。

次に、 v_1 に直流電圧 1 V、 v_2 に振幅 (amplitude) 2 V、周波数 (frequency) 1 kHz、初期位相 (initial phase angle) 0 の正弦波交流電圧 (sinusoidal voltage) を印加した。

- (d) v_o を時間 t の関数として表せ。
- (e) 時刻 0 から 2 周期 (periods) の電圧特性を図示せよ。ただし、グラフの特徴を示す値を図に記入すること。



図