

令和8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 外国人留学生特別入試
電子システム工学専攻
学力検査試験問題

専門科目

注意

- 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）……………問題2専用の解答用紙1枚に記入
p. 5… 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。
- 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
- 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。
- 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（罫線あり）	1（専用の解答用紙）	2（罫線あり）
- 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1 問1」、「問題1 問2」、「問題3」
- 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。
- 試験終了後も退室の許可があるまで退室はできません。
- 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、問 2 の解答は、別々の答案用紙に記入せよ。その際、それぞれ冒頭に、「問題 1、問 1」、「問題 1、問 2」と書け。

真空の誘電率、透磁率をそれぞれ、 ϵ_0 、 μ_0 とし、SI 単位系を用いて、以下の問いに答えよ。

問 1

(1) 真空中におかれた、半径 a の一巻きの円形コイルに電流 I が流れているとき、中心軸上で中心 O から d だけ離れた点 P における磁束密度 B の大きさを求めよ。

(2) 図 1 に示す、半径 a 、長さ l 、単位長さあたりの巻き数 n のソレノイドコイルが真空中におかれている。このコイルに電流 I を流したときの磁束密度 B の大きさを求めよ。ただし、 l は a より十分長とし、導線の太さは無視できるとする。

(3) (2)のソレノイドコイルの中に、図 2 のように、半径 b 、長さ l の円柱状磁性体を同軸状に配置し、コイルに電流 I を流した。このときの、各部の磁場 H と磁束密度 B の大きさを求めよ。

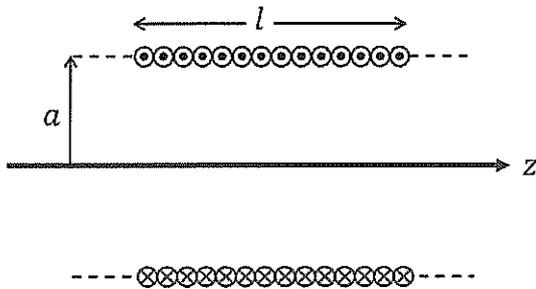


図 1

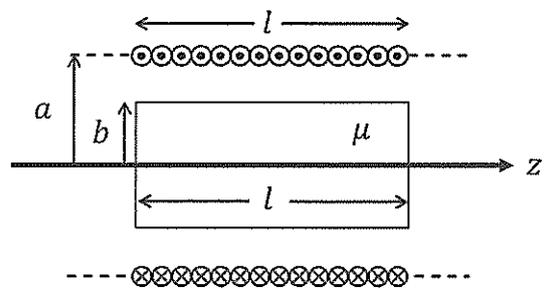


図 2

[次ページに続く]

電磁気学(問題1)[2/2]

問 2

xyz 空間において、図 3 に示すように原点 O を挟んで z 軸上の対称な位置に距離 l だけ隔てて $\pm q$ の電荷(電気双極子)が存在するとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 電荷 $\pm q$ から点 P までの距離をそれぞれ r_1, r_2 として、この 2 つの電荷が点 P に作る静電ポテンシャル $\phi(r)$ を求めよ。
- (2) 点 P が電荷間の距離 l に比べて十分遠方にあるとき、 $\phi(r)$ は原点 O からの距離 r を用いてどのように表されるか。ただし、線分 \overline{OP} と z 軸のなす角を θ とする。また、必要に応じて $(1 \pm x)^{-1/2} \cong 1 \mp x/2$ の近似式を用いよ。
- (3) 前問(2)において、 $-q$ から $+q$ の方向を向き、大きさが ql のベクトル \mathbf{p} (電気双極子モーメント)を定義すると、 $\phi(r)$ は \mathbf{p} を用いてどのように表されるか。

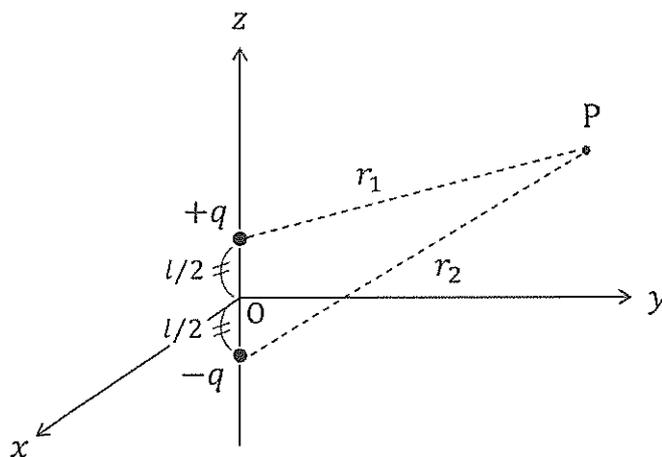


図 3

電気回路 (問題 2)

「電気回路 (問題 2) 解答用紙」に解答せよ。

インダクタンス (inductance) L , キャパシタンス (capacitance) C , 2個の抵抗 (resistance) R について, 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。

まず図1の回路を構成し, ω を変えて定常状態 (steady state) におけるフェーザ電圧 \dot{V}_a と \dot{V}_b を測定したところ

- $\omega = \omega_a$ において $\sqrt{2}|\dot{V}_a| = |\dot{E}|$
- $\omega = \omega_b$ において $\sqrt{2}|\dot{V}_b| = |\dot{E}|$
- $\omega = \omega_c$ において $|\dot{V}_a| = |\dot{V}_b|$

となった。

- (1) $\omega_a, \omega_b, \omega_c$ の値をそれぞれ求めよ。【 R, L, C 】
- (2) $|\dot{V}_a|$ と ω の関係および $|\dot{V}_b|$ と ω の関係を示す両対数グラフ (log-log plot) として適切なものを図3(a)~(d)の中からそれぞれ選び, 簡潔な理由とともに答えよ。
- (3) $\omega = \omega_c$ において \dot{E} からみた \dot{V}_{ab} の位相 (\dot{E} より \dot{V}_{ab} が進んでいれば正) を求めよ。【 R, L, C 】

この測定の結果 $\omega_a = \omega_b$ であることがわかった。

- (4) R を L と C で表せ。【 L, C 】

次に図2の回路を構成し, スイッチ S を開いて定常状態とした。

$t = 0$ で S を閉じ, $t \geq +0$ における過渡応答 (transient response) を考える。

- (5) $v_a(t)$ と $v_b(t)$ の時間変化を表すグラフとして適切なものを図4(a)~(d)の中からそれぞれ選び, 簡潔な理由とともに答えよ。
- (6) 前問(5)の適切な $v_a(t)$ と $v_b(t)$ それぞれのグラフ中の $[x]$ および $[y]$ の値をそれぞれ求めよ。ただしグラフ中の一点鎖線 (dash-dot line) は $t = 0$ における接線を表す。【 R, L, C, E 】

引き続き, 十分時間が経過した後に S を開いた。この時刻を改めて $t = 0$ とし, $t \geq +0$ での過渡応答を考える。

- (7) $t = +0$ でのインダクタ電圧 $v_L(t)$ および電流 $i(t)$ を求めよ。【 R, L, C, E 】
- (8) $t \geq +0$ における $i(t)$ に関する微分方程式を示せ。【 R, L, C, E, t 】
- (9) 電流 $i(t)$ の時間変化を表すグラフとして適切なものを図5(a)~(h)の中から選び, 簡潔な理由とともに答えよ。

[次ページに続く]

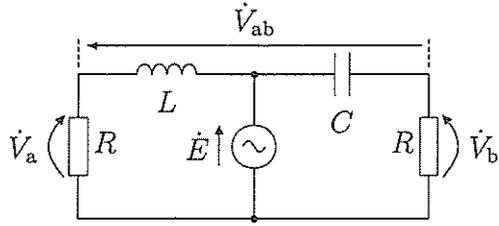


図 1

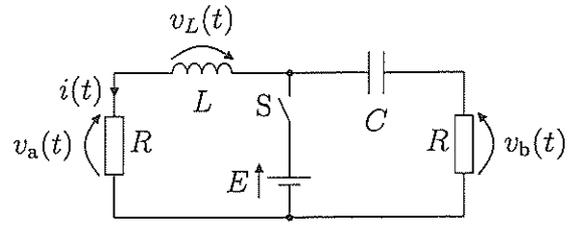


図 2

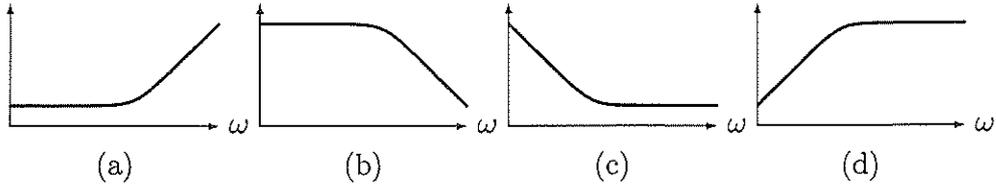


図 3 縦軸は $|\dot{V}_a|$ または $|\dot{V}_b|$

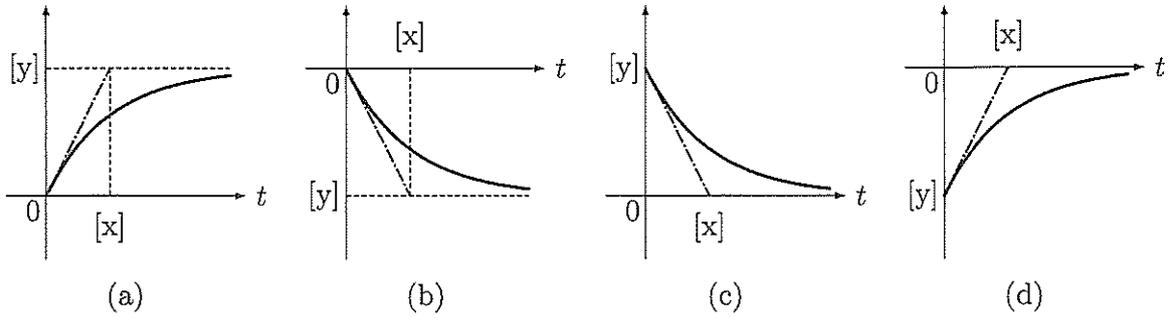


図 4 縦軸は $v_a(t)$ または $v_b(t)$

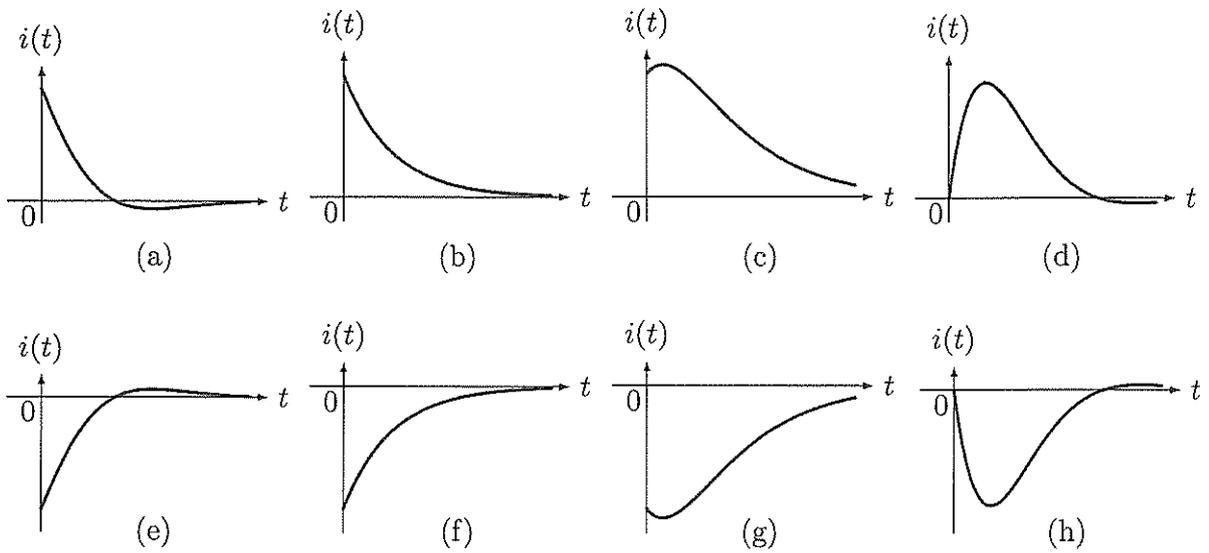


図 5

電子回路 (問題 3) [1/2]

問 1 および問 2 と問 3 は別々の解答用紙に記入せよ。

問 1 図 1 に示す Verilog 記述に関する以下の問いに答えよ。

- (1) この回路の動作を説明する真理値表 (Truth Table) を作成せよ。ただし、入力は S_1, S_0 とし、出力 Y が A, B, C, D のいずれになるかを示せ。
- (2) この回路が実現する機能 (Function) を答えよ。
- (3) 5 行目に示される A, B, S_0 と W_1 の関係について、NMOS トランジスタ (NMOS Transistor) と PMOS トランジスタ (PMOS Transistor) を使って CMOS 構造によりトランジスタレベルの回路図を書け。入力は A, B, S_0 、出力は W_1 とする。ただし、トランジスタ数を最小にし、MOS トランジスタのバックゲート (Backgate) は省略して良い。

問 2 $0 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 0 \dots$ と変化するカウンタを設計する。3 個の D フリップフロップ (D Flip-Flop, FF) で回路を構成し、D-FF の入力と出力を最上位ビット (Most Significant Bit, MSB) からそれぞれ D_2, D_1, D_0 と Q_2, Q_1, Q_0 とする。クロック印加後のフリップフロップの値を最上位ビットから Q_2', Q_1', Q_0' とする。

- (1) 状態遷移表 (State Transition Table) を書け。ただし dont care (Don't Care) は x で表すこと。
- (2) Q_2' についてカルノー図 (Karnaugh Map) を描け。
- (3) Q_2', Q_1', Q_0' について、それぞれ、簡単化後 (Simplified) の論理式 (Logic Equation) を示せ。

```
1  module circuit (Y, A, B, C, D, S0, S1);
2      input A, B, C, D, S0, S1;
3      output Y;
4      wire W1, W2;
5      assign W1 = (~S0 & A) | (S0 & B);
6      assign W2 = (~S0 & C) | (S0 & D);
7      assign Y = (~S1 & W1) | (S1 & W2);
8  endmodule
```

図 1: Verilog 記述

[次ページに続く]

電子回路 (問題 3)[2/2]

問 3 図 2 に示す電圧制御電圧源 (voltage-controlled voltage source)、抵抗 (resistor)、キャパシタ (capacitor) の回路を考える。次の問いに答えよ。

1. 電圧利得 (voltage gain) v_{out}/v_{in} を求めよ。
2. $C = 1\text{pF}$ として、遮断角周波数 (cut-off angular frequency) $\omega_c = 1\text{M rad/s}$ となるように、 R を求めよ。
3. 横軸に角周波数 (angular frequency)、縦軸に利得 $20 \log |v_{out}/v_{in}|$ のグラフを描け。ただし、 $A = 1000$ とする。

次に図 3 示すように接続した。次の問いに答えよ。

4. 電圧利得 v_{out}/v_{in} を求めよ。
5. 横軸に角周波数 (angular frequency)、縦軸に利得 $20 \log |v_{out}/v_{in}|$ のグラフを描け。

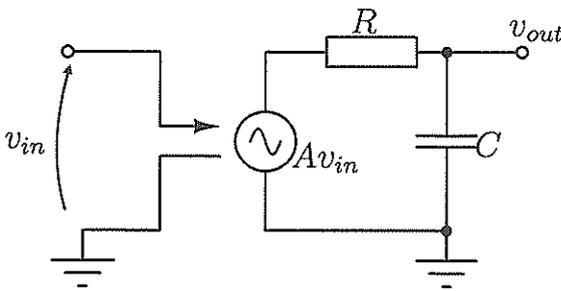


図 2: 問題図 (その 1)

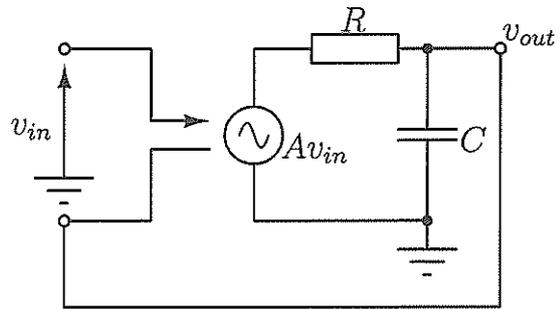


図 3: 問題図 (その 2)

電磁気学(問題1)

問 1

(1)

$$B = \frac{\mu_0 I a^2}{2(a^2 + d^2)^{3/2}}$$

(2)

コイル内部: $\mu_0 n I$

コイル外部: 0

(3)

$$H = n I \quad (r \leq a)$$

$$H = 0 \quad (r \geq a)$$

$$B = \mu n I \quad (r \leq b)$$

$$B = \mu_0 n I \quad (b \leq r \leq a)$$

$$B = 0 \quad (r \geq a)$$

電磁気学 (問題 1) [2/2] 問 2 解答例

$$(1) \quad \phi(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$(2) \quad \phi(r) = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{l \cos \theta}{r^2}$$

$$(3) \quad \phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{r}}{r^3}$$

電子回路（問題 2）出題意図

定常状態の直流回路の解析方法，定常状態の交流回路をフェーザを用いて解析する方法，および，電気回路の過渡現象を微分方程式を用いて解析する方法，ならびに，これらを用いて得られる回路の動作に関する理解を確認する。

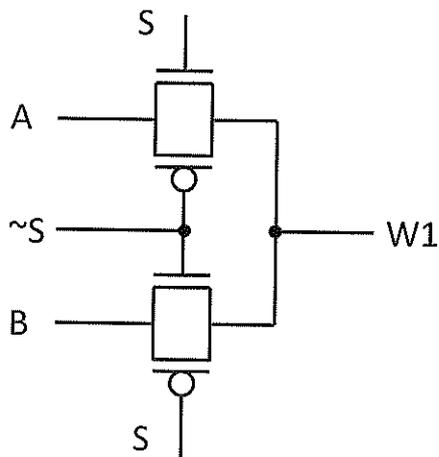
電子回路 (問題 3) [1/2] 解答例

問1

	S1	S2	Y
(1)	0	0	A
	0	1	B
	1	0	C
	1	1	D

(2) 4-to-1 マルチプレクサ (4-to-1 MUX)

(3)



問2

(1)

現在の状態	現在の状態 (Q2,Q1,Q0)	次の状態	次の状態 (Q2',Q1',Q0')
0	000	2	010
1	001	x	xxx
2	010	4	100
3	011	x	xxx
4	100	5	101
5	101	7	111
6	110	x	xxx
7	111	0	000

(2)

Q2 \ Q1Q0	00	01	01	10
0	0	x	x	1
1	1	1	0	x

(3)

$$Q2' = D2 = Q1\overline{Q0} + Q2\overline{Q1}, \text{ もしくは } \overline{Q2}Q1 + Q2\overline{Q1}$$

$$Q1' = D1 = \overline{Q2}Q1 + \overline{Q1}Q0$$

$$Q0' = D0 = Q2\overline{Q1}$$

電子回路 (問題 3) [2/2] 解答例

問 3

1. $\frac{A}{1 + sCR}$
2. $1\text{M}\Omega$
3. 図 4
4. $\frac{1}{1 + \frac{1}{A} + s\frac{CR}{A}}$
5. 図 5

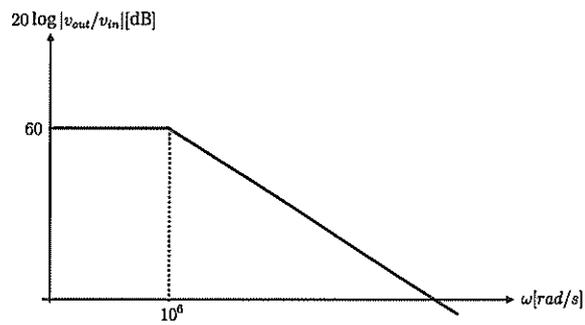


図 4: 3 の答え

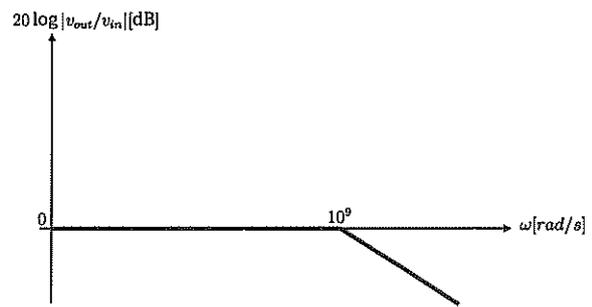


図 5: 5 の答え