

2024 年度
青山学院大学
大学院理工学研究科理工学専攻
博士前期課程(9月)入学試験
電気電子工学コース

「専門科目」
問題冊子

受験番号：	氏名：
-------	-----

[注意事項]

1. 志願したコースの問題冊子であることを確認すること。
2. 本問題冊子は表紙を含めて全 10 枚である。
3. 問題冊子及び解答冊子に、受験番号と氏名を必ず記入すること。また、各解答用紙には、解答した問題番号も記入すること。
4. 必須問題を2問、選択問題から3問の合計5問を解答すること。

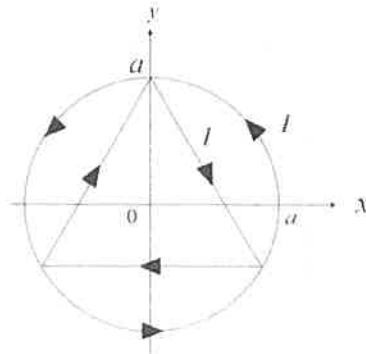
必須問題 すべて解答	1	電磁気学
	2	電気回路
選択問題 右の7問の中から3問選択	3	電波工学
	4	情報・通信工学
	5	電気電子計測
	6	電子回路
	7	制御工学
	8	パワーエレクトロニクス
	9	電気・電子物性学

5. 解答用紙が足りない場合は、裏面を使用しても良い。
6. 解答冊子、問題冊子とも全て回収するので、綴じたままにしておくこと。

1 電磁気学

以下の設問に答えなさい。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 , 透磁率を μ_0 とする。

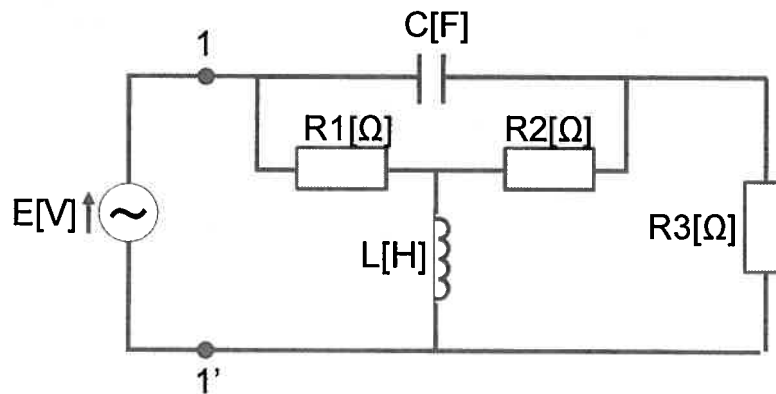
- (1) 電磁界に関する 4 つの基本方程式 (マクスウェルの方程式) を微分形で書き、各式の名称とその式が表す物理的意味を書きなさい。
- (2) 下図のように、半径 a の円電流回路に正三角形形状の回路が内接している。それぞれに電流 I が図に示す方向に流れている時、原点の磁界の大きさと方向を求めよ。



2 電気回路

下図の回路において以下の問いに答えよ。ただし電源の角周波数は ω とする。

- (1) 抵抗値 $R2[\Omega]$ の抵抗に流れる電流を求めよ。
- (2) $R1=R2=R3=R[\Omega]$ のとき、抵抗値 $R2[\Omega]$ の抵抗に流れる電流が $0[A]$ となる条件を求めよ。
- (3) そのとき、端子対 $1-1'$ からみたインピーダンスを求めよ。



3 電波工学

- (1) アンテナの実効開口面積について説明しなさい.
- (2) レーダ方程式について説明しなさい.
- (3) 次のレーダシステムの最大探知距離を 10km とするために必要な受信アンテナ利得を求めよ. なお, 光速は 3.0×10^8 m/s とする.

周波数 10 GHz, 送信アンテナ利得 1000, 送信電力 2 kW,

受信機の最小受信可能電力 20 pW, 探知対象のレーダ断面積 10 m^2

4 情報・通信工学

q 元 n 要素の集合 Q^n を

$$Q^n = \{\mathbf{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n) \mid a_i \in \{0, 1, \dots, q-1\}, i = 1, 2, \dots, n\}$$

とし, $\mathbf{a}, \mathbf{b} \in Q^n$ 間のハミング距離 $d(\mathbf{a}, \mathbf{b})$ を

$$d(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \sum_{i=1}^n \delta(a_i, b_i)$$

$$\delta(a, b) = \begin{cases} 0 & (a = b) \\ 1 & (a \neq b) \end{cases}$$

とする.

任意の $\mathbf{a} \in Q^n$ に対してハミング距離が $t (< n)$ 以下である Q^n の要素数を求めよ. これと, Q^n の要素数が q^n であることに基づき, t 重誤り訂正符号の符号語数の上限を与える不等式を導け.

5 電気電子計測

直流電圧源 E と内部抵抗 R_i からなる電源回路に直流電圧計を接続して E を測定したい。

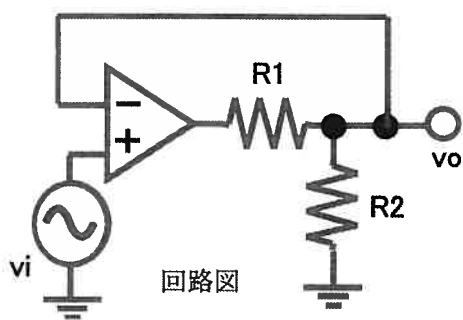
- (1) 電圧計の内部抵抗 r が電圧 E の測定精度に与える影響を理論式により説明せよ。
- (2) R_i が $100\text{k}\Omega$ であるとき, E を 1% 以下の誤差で測定するための r の条件を求めよ。

6 電子回路

下記の条件において下に示す回路の出力信号 v_o の実効電圧値を有効数字2桁で求めなさい。

[条件] $R_1 = 10.0 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100.0 \text{ }\Omega$, 交流電圧源 $v_i = 0.1 \text{ Vrms}$

増幅器利得 : 60 dB, 増幅器出力抵抗 : $0 \text{ }\Omega$, 増幅器入力抵抗 : $\infty \text{ }\Omega$



7 制御工学

つぎの連立微分方程式で記述される制御システムを考える。ここで、 $x_i(t)$, $i = 1, 2, 3$ はそれぞれスカラの状態変数、 $u(t)$ は制御入力、 $y(t)$ は出力である。また、 $\dot{x}_i(t)$, $i = 1, 2, 3$ は $x_i(t)$ の時間微分を表している。なお、初期条件は $x_1(0) = -1, x_2(0) = 2, x_3(0) = 0$ である。

$$\dot{x}_1(t) = -x_1(t) + x_2(t) + 2x_3(t) + 2u(t)$$

$$\dot{x}_2(t) = 3x_2(t) + x_3(t)$$

$$\dot{x}_3(t) = -2x_2(t) + u(t)$$

$$y(t) = 2x_1(t) - x_3(t) + 2u(t)$$

1. 3次元ベクトル $x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix}$ を定義し、これを用いて、上記のシステムの状態空間表現 (つまり、状態方程式と出力方程式)を求めよ。
2. このシステムの可制御性・可観測性を議論せよ。
3. このシステムの入力 $u(t)$ から出力 $y(t)$ までの伝達関数を求めよ。
4. つぎのような状態フィードバック制御則を利用して、制御システムの極が $\lambda = -1, -2, -4$ となるようにしたい。

$$u(t) = [k_1 \quad k_2 \quad k_3]x(t)$$

ここで、 $k_1 \quad k_2 \quad k_3$ はある定数である。可能であれば、文意を満たす $k_1 \quad k_2 \quad k_3$ を求めよ。不可能であれば、その理由を記せ。

8

 パワーエレクトロニクス

図 1 に示す MOSFET を使用した昇降圧コンバータにおいて電源電圧 $E=36\text{V}$, 負荷抵抗 $R=2.0\ \Omega$, コイルのインダクタ $L=0.2\text{mH}$ である. MOSFET が $20\ \mu\text{s}$ 周期で継続的に図 2 のように動作しているとき, 以下の問いに答えよ. ただし, キャパシタ C は十分大きく, 定常動作時の電圧 V の変動はゼロであるとする.

- 問1. 定常動作時の電圧 V の値を求めよ.
- 問2. 定常動作時の電流 i_L の最大値と最小値そして平均値を求めよ.
- 問3. 定常動作時の電圧 V を 54V にするために必要な MOSFET の 1 周期あたりのオン時間を答えよ.

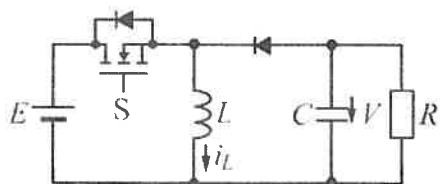


図 1



図 2

9 電気・電子物性学

下記 (1), (2) の両方の問いに答えよ.

- (1) PN ダイオードの動作原理および電流電圧特性を, バンドダイアグラムを用いて説明せよ.
- (2) 金属と半導体における抵抗率の温度依存性を図に示し, 異なる依存性を示す理由を説明せよ.