

2023 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 専門フロンティアプログラム

「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

真空の誘電率を ϵ_0 , 透磁率を μ_0 として、以下の問いに答えなさい。

(1) 真空中のマクスウェルの方程式を書きなさい。

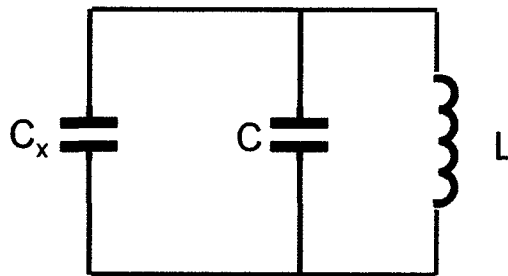
(2) 真空中のマクスウェルの方程式から電界 \vec{E} に関する波動方程式を導きなさい。

導出ではベクトル公式 $\nabla \times (\nabla \times \vec{A}) = \nabla(\nabla \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$ を使いなさい。ここで $\nabla = (\partial/\partial x, \partial/\partial y, \partial/\partial z)$, $\nabla^2 = (\partial^2/\partial x^2, \partial^2/\partial y^2, \partial^2/\partial z^2)$ である。

(3) 設問(2)で求めた波動方程式の解が $\vec{E}(z, t) = (E_0 \sin(kz - \omega t), 0, 0)$ であるとして、波数 k と角周波数 ω の関係を求めよ。ただし、 $c = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ である。

2 電気回路

図の回路において、キャパシタンス C_x の素子値が C_1 のとき共振周波数が f_1 で、キャパシタンス C_x の素子値が C_2 のとき共振周波数が f_2 である。キャパシタンス C の素子値を C_1 , C_2 , f_1 , f_2 であらわせ。



3

電波工学

電波の伝搬モードである TE モード、TM モードおよび TEM モードについて説明した上で、TEM モードが方形導波管内を伝搬できない理由について論じなさい。

4 情報・通信工学

区間 $[0, 1]$ における一様分布に対する最適量子化を導出せよ.

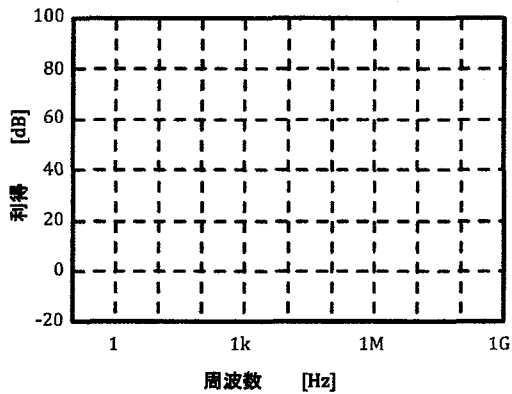
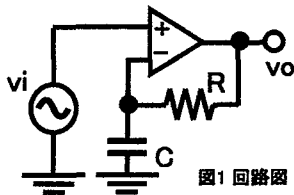
5 電気電子計測

ある抵抗に流れる電流と端子電圧から間接測定によって抵抗値を測る場合に、抵抗値の最確値を求める方法について説明せよ。

6 電子回路

図 1 の回路において各素子の条件が下に示す値であるとき、 v_i の周波数 (0.1Hz ~ 1GHz) に対する出力 v_o の利得 (dB) の変化 [利得の周波数依存性] を図 2 に書き込みなさい。[作図の基礎となる値の算出過程の式および説明も書き入れること。定規の使用は不可です]

条件 増幅器 : 入力抵抗 = 無限大、出力抵抗 = 0Ω 、十分低い周波数に対する利得 $(v_o/v_i) = 60\text{ dB}$ 、GB 積 = 1 GHz
 v_i (正弦波) = 1 mVrms、 $R = 5.0\text{ k}\Omega$ 、 $C = 33\ \mu\text{F}$ 、 $3.3\pi = 10$



7 制御工学

図1のような制御系において、以下の問いに答えよ。

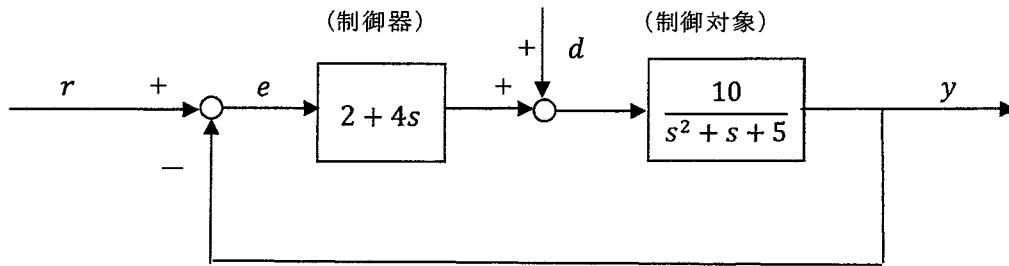


図1 制御系

- (1) 以下の文章の ~ に当てはまる言葉、記号、数値などを答えよ。ただし、 と 以外は下記の選択肢群から選んで答えてよい。
- 「制御対象は 系と言われる形をしており、ゲインは であり、減衰係数は である。また、制御器は 要素と 要素を合わせた 器と呼ばれている。」
- 選択肢群
 [微分 近似微分 積分 近似積分 比例 一次遅れ 二次遅れ 三次遅れ むだ時間
 P制御 I制御 D制御 PI制御 PD制御 ID制御 PID制御]
- (2) 外乱 $d = 0$ の時を考える。この時、 r から y までの伝達関数 $G_1(s)$ を求めよ。また、 r に大きさ1のステップ関数を加えて、十分な時間が経過した時の y の値を求めよ。
- (3) d から e までの伝達関数 $G_2(s)$ を求めよ。さらに、 $r = 0$ かつ d に大きさ1のステップ関数が加わった際のシステムの定常偏差 e を求めよ。

8 パワーエレクトロニクス

図 1 に示す単相インバータをスイッチ $S_1 \sim S_4$ を図 2 のように切り替えて動作させた。以下の問いに答えよ。

- 問1. 図 2 中の時間 $D\omega t$ はデッドタイムを表している。デッドタイムを設定する理由を答えよ。
- 問2. 負荷 Z に図 3 に示す正弦波電流 i_o が流れる時、横軸を ωt として出力電圧 v_o の波形を示せ。また v_o の基本波の瞬時値を示せ。
- 問3. 負荷 Z に図 4 に示す正弦波電流 i_o が流れる時、横軸を ωt として出力電圧 v_o の波形を示せ。また v_o の基本波の瞬時値を示せ。

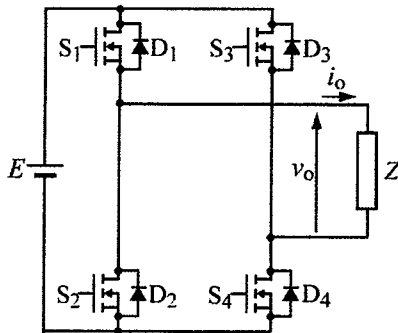


図 1

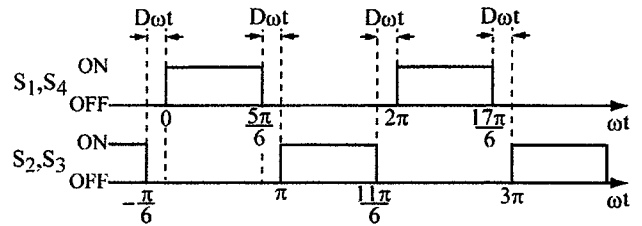


図 2

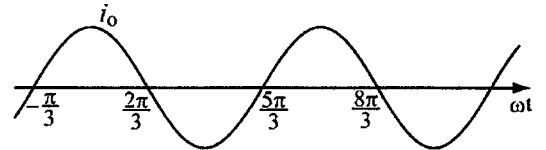


図 3

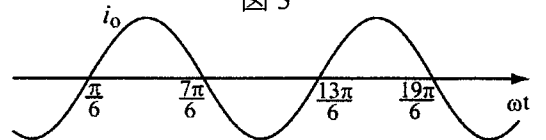


図 4

9 電気・電子物性学

下記 (1)、(2) の両方の問いに答えよ。

- (1) PN ダイオードおよびショットキーバリアダイオードの動作原理を、バンドダイアグラムを用いてそれぞれ説明せよ。
- (2) 半導体の光吸収スペクトル測定によって、バンドギャップを求めることができる理由を説明せよ。