

2021 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。

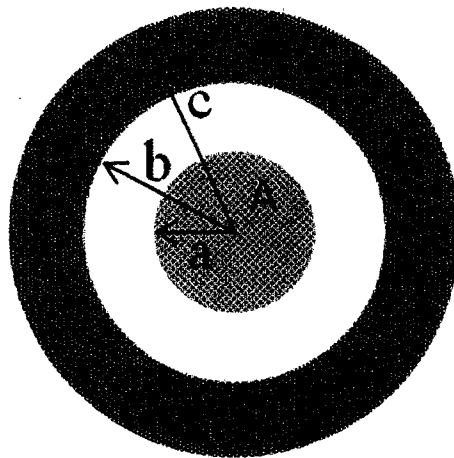
1 電磁気学

(1) ガウスの法則の積分形を書き、その物理的な意味を説明しなさい。

図のように、半径 a の導体球 A を内半径 b 、外半径 c の導体球殻 B で包んだ同心球構造がある。初期状態では導体球 A と導体球殻 B の間の空間、および導体球殻 B の外側の空間は真空であるとして、以下の問いに答えなさい。

(2) 導体球 A に 0 、導体球殻 B に $+Q$ の電荷を与えた場合の導体球 A と導体球殻 B の各電位を求めなさい。

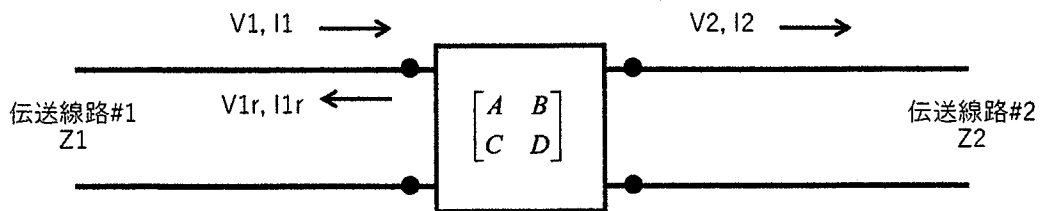
(3) 導体球 A と導体球殻 B で挟まれた空間を誘電率 ϵ の誘電体で満たし、導体球 A に $+Q$ の電荷を与えた。導体球 A と導体球殻 B の各電位、および同心球導体間の静電容量を求めよ。



2 電気回路

特性インピーダンスが Z_1 の伝送線路#1と特性インピーダンスが Z_2 の伝送線路#2の間に、2端子対回路が接続されている(下図参照)。接続されている2端子対回路は縦続行列で表され、その A, B, C, D パラメータは与えられているものとする。伝送線路#1からの入射波の電圧・電流が V_1, I_1 のとき、以下の値を A, B, C, D パラメータと特性インピーダンス Z_1, Z_2 で表せ。

- (1) 反射電圧比 (V_{1r}/V_1)
- (2) 透過電圧比 (V_2/V_1)



3

電波工学

空間を伝搬する平面波について、電界方向と磁界方向を示し、偏波について分類せよ。

4 情報・通信工学

実数の列 $x_n (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ が与えられた時, 対応する $x(t)$ として

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_n h(t - n\pi)$$
$$h(t) = \frac{\sin(t)}{t}$$

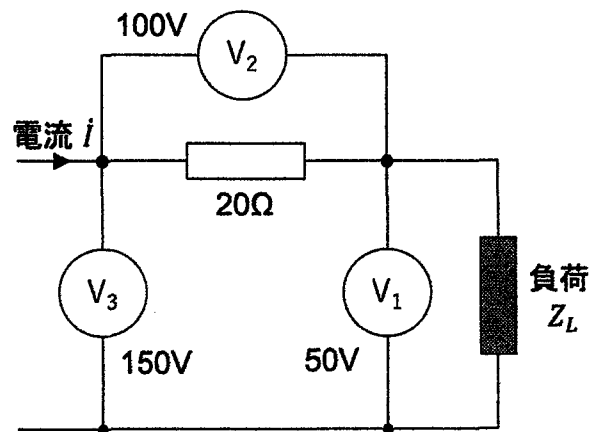
を考える.

この時, 以下の問に答えよ.

1. $h(t)$ を図示せよ.
2. $x_0 = 1, x_1 = 1, x_{-1} = 0, x_{\pm 2} = 0, x_{\pm 3} = 0, \dots$ の時, 対応する $x(t)$ を図示せよ.

5 電気電子計測

下図のように、負荷 Z_L に抵抗と三つの交流電圧計 V_1 , V_2 , V_3 を接続し、交流電流を流したところ、三つの電圧計はそれぞれ 50V, 100V, 150V を指示した。負荷の消費電力および力率を求めよ。



6

電子回路

NMOS-FET のピンチオフについて図面または式を用いて説明し、さらにピンチオフが生じた時のドレイン電流（飽和領域のドレイン電流）が非飽和領域（三極管領域）のドレイン電流からどのように変化するかを図面または式を用いて説明しなさい。

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 $x_1(t) = 0, x_2(t) = 0, x_3(t) = 1$ である。

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= 2x_1(t) + 3x_3(t) + u(t) \\ \dot{x}_2(t) &= x_2(t) + 2x_3(t) \\ \dot{x}_3(t) &= x_2(t) - u(t) \\ y(t) &= x_1(t) + 2x_2(t)\end{aligned}$$

1. このシステムの状態空間表現を求めよ。なお、 $x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix}$ を定義し、これを用いて答えよ。
2. $u(t) = 0$ の場合のシステムの安定性を議論せよ。
3. このシステムの可制御性を議論せよ。
4. 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。
このシステムが不安定の場合、もしくは漸近安定であったとしてもさらなる安定性向上のために、状態フィードバック制御則を設計したい。一例をあげて、そのような状態フィードバック則の設計法を具体的に示せ。

8

パワーエレクトロニクス

図 1 に示すバックコンバータにおいて電源電圧 $E=10\text{ V}$, 負荷抵抗 $R=2.5\ \Omega$, コイルのインダクタ $L=2\text{ mH}$ である時, 以下の問いに答えなさい。

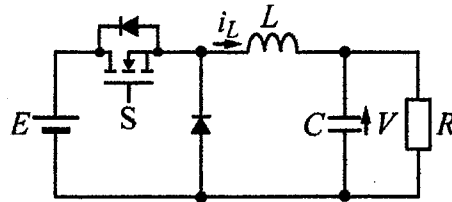


図 1

問1. 初期値 $V=0\text{ V}$, $i_L=0\text{ A}$ の下, 時間 $t=0\ \mu\text{s}$ から図 2 のようにスイッチングを開始した。 L に流れる電流 i_L を $40\ \mu\text{s}$ まで図示するとともに, $10\ \mu\text{s}$ 毎に値を明示すること。ただし C は十分大きいので, 電圧 V の変動は無視できるとする。

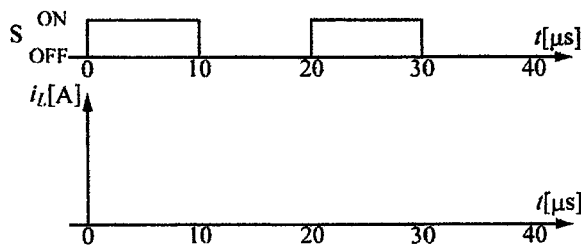


図 2

問2. 図 2 のスイッチングによる回路の動作が定常状態となった時, 電圧 V の平均値を求めよ。さらにこの定常時の電流 i_L の最大値と最小値そして平均値を求めよ。ただし V は平均値に固定されているとする。

9

電気・電子物性学

下記の (1)、(2) の両方の問いに答えよ。

- (1) 金属と半導体で、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。
- (2) 半導体のキャリア密度および移動度を測定する手法を一つ挙げ、その測定原理を説明せよ。