

## 問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ①電気回路	P. 1 / 7

注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. 理想交流電圧源 $\dot{E}$  (角周波数 $\omega$ ) に抵抗 $R$ , インダクタ $L$ , キャパシタ $C$  から構成される回路について以下の問に答えよ. ただし,  $\omega L \geq 1/\omega C$  とする.

- (1)  $RLC$  直列回路の合成インピーダンス $\dot{Z}$ を求め,  $\dot{Z}$ のベクトル図を示せ.
- (2)  $RLC$  直列回路の力率は0.8であった. 抵抗 $R = 4 \Omega$ , 誘導性リアクタンス $X_L = 6 \Omega$ のとき, 容量性リアクタンス $X_C$ を求めよ.
- (3) (2)と同様の $RLC$  直列回路に複素電圧 $\dot{E} = 50 + j25 \text{ V}$ の電圧を加えたとき, 回路を流れる複素電流 $\dot{I}$ , 複素電力 $\dot{P}$ , 有効電力 $P$ , 無効電力 $P_r$ , 皮相電力 $P_a$ をそれぞれ求めよ.
- (4)  $RLC$  並列回路に $e(t) = E_m \sin \omega t$ の電圧を加えたとき,  $R, L, C$ に流れる電流の瞬時値 $i_R(t), i_L(t), i_C(t)$ とその合成電流 $i(t) = I_m \sin(\omega t + \phi)$ の振幅 $I_m$ , 位相 $\phi$ をそれぞれ求めよ.
- (5)  $RLC$  直列回路において抵抗 $R = 10 \Omega$ としたとき,  $\dot{E} = 10 \text{ V}$ の電圧を加えた. そのとき, 回路を流れる電流は $|\dot{I}| = 1 \text{ A}$ であった. 同じ $R, L, C$ から構成される $RLC$  並列回路に同じ電圧を加えたとき, 回路を流れる合成電流を求めよ.

問2. 過渡現象に関する以下の問に答えよ.

- (1) 以下に示す時間波形のラプラス変換を求めよ.
  - (a) 時刻 $t = 0$ で立ち上がる単位ステップ関数 $u(t)$
  - (b) 時刻 $t = 0$ で立ち上がる振幅 $E$ , パルス幅 $T$ の単一矩形波パルス $v(t)$
- (2) 理想直流電圧源 $E_0$ がスイッチを介して抵抗 $R$ とインダクタ $L$ から構成される $RL$  直列回路に接続されている. 時刻 $t = 0$ でスイッチが投入されたときの回路電流 $i(t)$ の過渡応答波形を微分方程式の直接解法とラプラス変換法の二通りの手法で求め, 図示せよ.
- (3) 理想直流電流源 $I_0$ がスイッチを介して抵抗 $R$ とキャパシタ $C$ から構成される $RC$  直列回路に接続されている. 時刻 $t = 0$ でスイッチが投入されたときの回路電流 $i(t)$ およびキャパシタの端子電圧の過渡応答波形を求め, 図示せよ. ただし, キャパシタの初期電荷を $Q_0$ とする.

## 問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ②電気磁気学	P. 2/7

注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. 図1に示すように半径  $a$  [m] の2本の無限に長い円柱導体が中心間隔  $d$  [m] で真空中に平行に置かれている。導体Aに単位長さあたりの電荷密度  $+\lambda$  [C/m]、導体Bに  $-\lambda$  [C/m] の電荷が一樣に分布するとき、以下の問に答えよ。ただし、 $d \gg a$  であり、真空の誘電率は  $\epsilon_0$  [F/m] である。解答は単位を含めて記載すること。

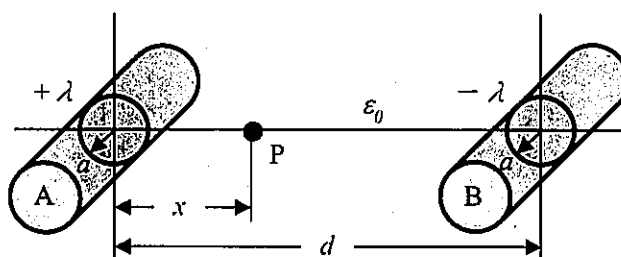


図1

- (1) 導体 A, B の中心を結ぶ線上で導体 A の中心からの距離  $x$  [m] の点 P の電界の大きさを求めよ。ただし、電界を求める  $x$  の範囲は、 $a < x < d - a$  とする。
- (2) 導体 A, B 間の電位差を求めよ。
- (3) 導体 A, B 間の単位長さあたりの静電容量を求めよ。
- (4) 次に導体 A, B の電荷  $\pm\lambda$  を取り払い、図2に示すように導体 A, B 間に外部から電位差  $V_0$  [V] を与えた。このとき、導体 A, B 間に蓄えられる単位長さあたりの静電エネルギーを求めよ。
- (5) 図2の設定において導体 A, B 間に単位長さあたりに作用する力の大きさを求めよ。また、吸引力か反発力になるか、作用する力の向きについても答えよ。
- (6) 図3のように接地された無限に広い平面導体(厚みは無視する)から距離  $d/2$  [m] だけ離れた位置に無限に長い円柱導体 B が真空中に平面導体と平行に置かれている。導体 B と平面導体間の単位長さあたりの静電容量を求めよ。

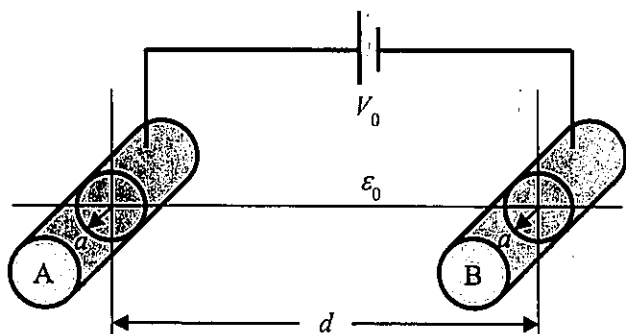


図2

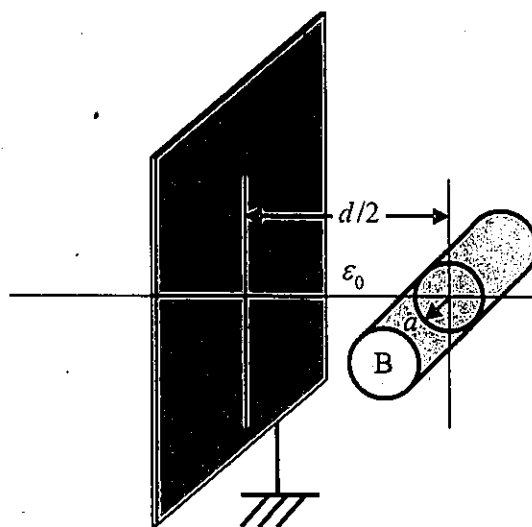


図3

## 問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ②電気磁気学	P. 3/7

注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問2. 下記の問に答えよ。解答は単位を含めて記載すること。

- (1) 図4に示すように空気中(透磁率 $\mu_0$  [H/m])に半径 $a$  [m]の円コイルが原点 $(0,0,0)$ に $z$ 軸を中心軸として置かれている。この円コイル(巻数1)に直流電流 $I$  [A]が流れている時、原点 $(0,0,0)$ での磁界(大きさとベクトル方向)を求めよ。
- (2) 図4の円コイルの $z$ 軸上における磁界(大きさとベクトル方向)を求めよ。
- (3) 図5に示すように中心軸を $z$ 軸として図4と同じ形状の2つの円コイルが距離 $d$  [m]離れて平行に位置している(それぞれの円コイルの中心座標は $(0,0,-d/2)$ ,  $(0,0,d/2)$ である)。このコイルの構成をヘルムホルツコイルという。 $z$ 軸上における磁界(大きさとベクトル方向)を求めよ。
- (4) 図5において円コイル間の距離 $d$  [m]を変えた時、 $z$ 軸上の磁界分布の変化についてその概略図を示しその特徴を説明せよ。(距離 $d$ を変えた時について図等を用い定性的に説明すること)
- (5) 図6に示すように図5のヘルムホルツコイルの中央に半径 $r_0$  [m] ( $r_0 \ll a$ )の小さい円コイル(巻数 $N$ )が $z$ 軸に対して角度 $\theta$  [rad]で位置している。小さい円コイルに鎖交する磁束を求めよ。
- (6) ヘルムホルツコイルと小さい円コイルの相互インダクタンスを求めよ。

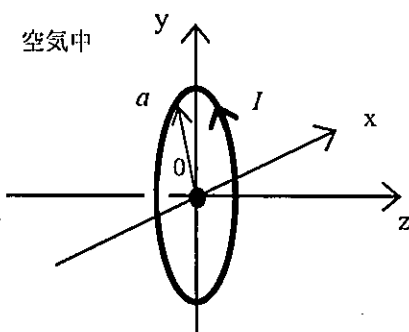


図4

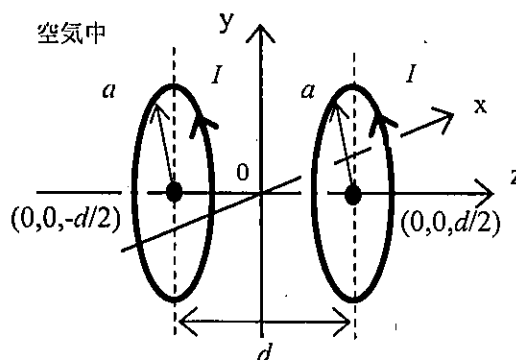


図5

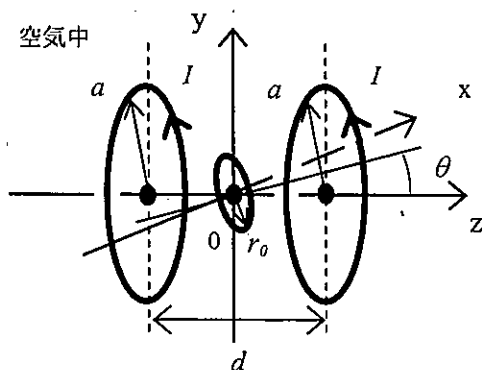


図6

## 問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ③電子回路	P.4 / 7

注: 問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. バイポーラトランジスタを用いた図1のような回路を考える。ただし図1中のすべてのトランジスタの温度や特性は同一であるとする。また用いるトランジスタの電流増幅率 $\beta$ は一定とする。すなわちコレクタ電流 $I_C$ はベース電流 $I_B$ の $\beta$ 倍となるとする。

- (1) 図1(a)の回路で、トランジスタ $Q_1$ ,  $Q_2$ のベース電流およびコレクタ電流を、それぞれ $I_{B1}$ ,  $I_{B2}$ および $I_{C1}$ ,  $I_{C2}$ とする。 $I_1$ と $I_2$ を、 $I_{B1}$ ,  $I_{B2}$ ,  $I_{C1}$ ,  $I_{C2}$ の式として求めよ。
- (2)  $I_2$ を $I_1$ の式として求めよ。
- (3) 図1(a)の回路で、 $\beta=100$ の場合の $I_2/I_1$ を求めよ。
- (4) 図1(b)の回路で、 $I_2$ を $I_1$ の式として求めよ。また $\beta=100$ の場合の $I_2/I_1$ を求めよ。

問2. 図2に示すオペアンプ(演算増幅器)を用いた回路について、以下の問に答えよ。ただし、用いるオペアンプは理想オペアンプ(入力インピーダンス、利得、帯域は無限大、出力インピーダンス=0)とする。また、ダイオードの電流-電圧特性は、 $i \approx I_s \exp(v/V_T)$ で与えられるものとする。ただし、 $i$ および $v$ は、ダイオードの順方向電流と順方向電圧、 $I_s$ および $V_T$ は定数である。

- (1)  $v_1$ を、 $v_A$ を含む式として求めよ。
- (2)  $v_3$ を、 $v_1$ および $v_2$ を含む式として求めよ。
- (3)  $v_0$ を、 $v_3$ を含む式として求めよ。
- (4)  $v_0$ を、 $v_A$ ,  $v_B$ を含む式として求めよ。ただし、式中には $v_1$ ,  $v_2$ および $v_3$ を含めないこと。

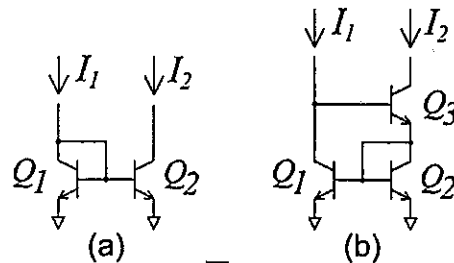


図1

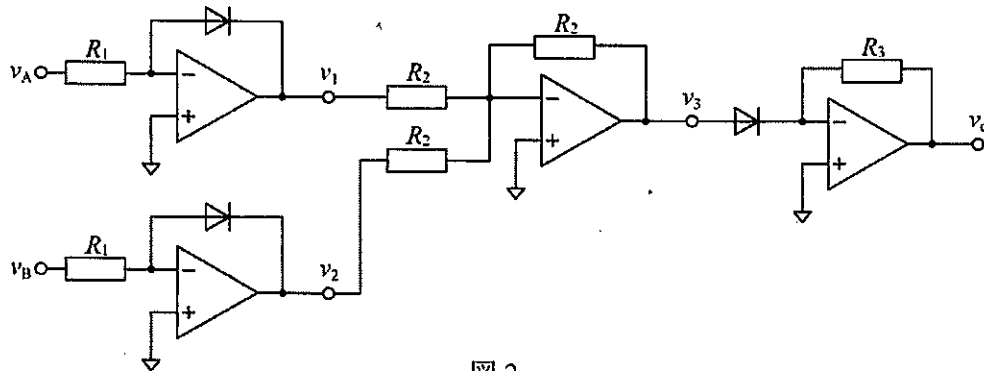


図2

## 問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ④情報基礎	P. 5 / 7

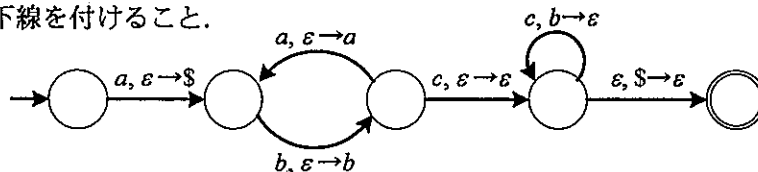
注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. 毎日の朝食としてパンを食べたか米を食べたかを出力するマルコフ情報源（出力記号の集合は{パン, 米}）に関する以下の問に答えよ。

- (1) 当日の朝食としてパンを食べる確率と米を食べる確率が、前日の朝食だけに基づいて決定される単純マルコフ情報源（状態集合は  $A = \{\text{パン}, \text{米}\}$ ）を考える。
  - (a) 2連続でパンを食べる遷移確率が  $2/3$  で、2連続で米を食べる遷移確率が  $1/3$  のとき、状態遷移図を描け。
  - (b) 同じ条件で、十分に時間が経過して定常状態に達した時の各状態の確率を求めよ。
  - (c) 同じ条件で、十分に時間が経過して定常状態に達した時のエントロピー  $H(A)$  を求めよ。ただし、 $\log_2 3 = 1.58$  とし、小数第3位を四捨五入した数値を答えること。
- (2) 当日の朝食としてパンを食べる確率と米を食べる確率が、前日と前々日の朝食だけに基づいて決定される2重マルコフ情報源（状態集合は  $B = \{\text{パンパン}, \text{パン米}, \text{米パン}, \text{米米}\}$ ）を考える。
  - (a) 前日と前々日に同じものを食べたときは必ず前日とは違うものを食べ、そうでないときは等確率でパンか米を食べるとき、状態遷移図を描け。ただし、確率0の遷移は描かないこと。
  - (b) 同じ条件で、十分に時間が経過して定常状態に達した時の各状態の確率を求めよ。
  - (c) 同じ条件で、十分に時間が経過して定常状態に達した時のエントロピー  $H(B)$  を求めよ。ただし、 $\log_2 3 = 1.58$  とし、小数第3位を四捨五入した数値を答えること。

問2. 形式言語とオートマトンに関する以下の問に答えよ。

- (1) アルファベット  $\{a, b, c\}$  上の言語  $L_1 = \{x \mid x \text{ は同じ文字が連続せず } b \text{ で終わる文字列}\}$  を考える。
  - (a) 言語  $L_1$  に含まれる長さ4の文字列をすべて列挙せよ。
  - (b) 言語  $L_1$  を認識する状態数最小の決定性有限オートマトンを示せ。ただし、各状態からはすべてのアルファベット文字の遷移が存在していなければならないものとする。
- (2) アルファベット  $\{a, b, c\}$  上の言語  $L_2 = \{(ab)^n c^n \mid n \geq 1\}$  を考える。
  - (a) 言語  $L_2$  に含まれる長さ9以下の文字列をすべて列挙せよ。
  - (b) 言語  $L_2$  を生成する文脈自由文法を示せ。ただし、Chomskyの標準形で記述すること。
  - (c) 言語  $L_2$  を認識するプッシュダウンオートマトン(PDA)を下図のように作成したが、間違いがありこのままでは  $L_2$  を認識できない。状態遷移を表す有向辺のラベルのみを修正して、言語  $L_2$  を認識できるようにせよ。なお、ラベル  $x, y \rightarrow z$  はその遷移における受理文字が  $x$ 、ポップ文字が  $y$ 、プッシュ文字が  $z$  であることを表す。解答には修正したPDAを示し、修正したラベルに下線を付けること。



## 問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ⑤計算機ソフトウェア	P. 6 / 7

注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. プログラム1は、数値列のソート処理をC言語で記述したものである。以下の問に答えよ。

- (1) 行番号03において配列xの要素数を求める場合、右辺[ア]に記述すべき計算式をC言語の演算子を用いて解答せよ。なお直接数値を用いないこと。
- (2) 行番号09-24に記述されている関数sortのソートアルゴリズムの名称を解答せよ。
- (3) 入力データがn個の場合、このソートアルゴリズムの平均時間計算量をオーダー記法で解答せよ。
- (4) 行番号20-22で出力される結果をすべて解答せよ。
- (5) 関数sortを再帰を用いずにC言語で記述せよ。ただし、ローカル変数は自由に設定してよい。また行番号20-22に相当する出力部分は記述しなくてよい。
- (6) 関数sortをバブルソートのアルゴリズムを用いてC言語で記述せよ。ただし、ローカル変数は自由に設定してよい。また行番号20-22に相当する出力部分は記述しなくてよい。

問2. 以下の問に答えよ。

- (1) 以下に示すような10個の要素からなる数列があったとする。これをピボット(基準値)を13とし、クイックソートを用いて左から昇順にソートすることを考える。このとき最初から4回目までの2つの数値の位置交換を行った結果生じる数列をそれぞれ順番に解答せよ。ただし、数列が2つに分割されると、それぞれの数列のピボットは10と19になるものとする。

数列: 5, 14, 10, 15, 13, 4, 2, 7, 19, 12

- (2) 要素数をNとしたときの、クイックソートの最小時間計算量、平均時間計算量、最大時間計算量をそれぞれオーダー記法で答えよ。また、最大時間計算量となるときのどのような場合かを解答せよ。
- (3) バブルソートとクイックソートの平均時間計算量を比較し、効率が良い方を解答せよ。
- (4) 整数型の10個の要素を格納できる配列がある。これにハッシュ法を用いて21567という整数値を格納することを考える。このとき、ハッシュ法に使用するハッシュ関数の具体例を一つ解答せよ。また、解答したハッシュ関数によって導き出された、21567が格納される配列要素位置を答えよ。
- (5) ハッシュ値の衝突が生じた場合の対策である分離連鎖法(チェイン法)と線形開番地法(リニアオープンアドレス法)について、それぞれどのような方法かを説明せよ。

```

01: #include <stdio.h>
02: int x[5]={5,1,4,3,2};
03: int n=[ア];
04: void sort(int m);
05: int main(void){
06:     sort(n);
07:     return 0;
08: }
09: void sort(int m){
10:     int i,j,temp;
11:     if(m>1){
12:         sort(m-1);
13:         temp = x[m-1];
14:         i = m-2;
15:         while(x[i]>temp){
16:             x[i+1]=x[i];
17:             i--;
18:         }
19:         x[i+1]=temp;
20:         printf("%d: ",m-1);
21:         for(j=0;j<n;j++) printf("%d",x[j]);
22:         printf("\n");
23:     }
24: }

```

プログラム1

## 問題用紙

専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ⑥計算機ハードウェア	P. 7 / 7

注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. 図1は1バス構成の中央処理装置(CPU)をレジスタレベルで表したものである。ここで、各要素であるGR0, GR1, ..., GR7は汎用レジスタ, ALU(Arithmetic and Logic Unit)は算術論理演算ユニット, ACC(Accumulator)はアキュムレータを表し, バス幅は16ビットとする。各要素の制御信号やクロックは省略されている。また, レジスタ間のデータ転送や演算等の操作は1つのクロックサイクルの間に実行され, ALUでは必要と思われる演算は実行できるものとする。以下の問に答えよ。

- (1) 図1において, クロックが入力される要素をすべて書け。
- (2) 図1のCPUで, レジスタGR0とレジスタGR1に格納されているデータを加算し, 加算結果をレジスタGR7に格納する加算命令を実行するものとする。この加算命令は何サイクルで実行できるか, そのサイクル数を答えよ。
- (3) (2)の各サイクルにおける動作を, 図1の各要素を用いて説明せよ。
- (4) 図1のCPUを参考に, 図1のCPUを3バス構成にしたときのCPUの構成を描け。
- (5) (2)の加算命令は, (4)で構成した3バス構成のCPUでは, 何サイクルで実行できるか, サイクル数を答えよ。
- (6) (5)の各サイクルにおける動作を, (4)で構成した3バス構成のCPUの図を用いて説明せよ。

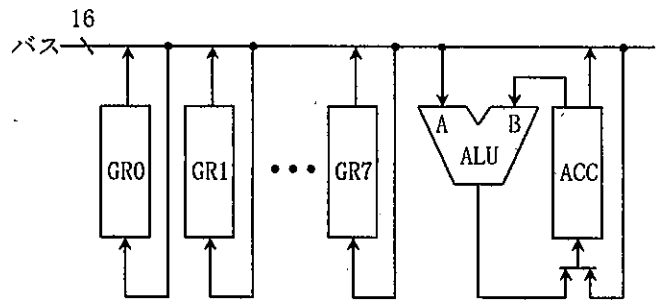


図1. 1バス構成の中央処理装置

問2. 1ビットの入力系列 $X$ と, 1ビットの出力系列 $Y$ を持つ同期式順序論理回路がある。この回路は, 入力系列の現在の入力を $X_0$ , 1つ前の入力を $X_1$ , 2つ前の入力を $X_2$ とする連続した3ビットの入力 $X_2 X_1 X_0$ により動作が決定し, 初期状態から01011100という系列が入力された場合, 00110110という系列が出力される。ただし, 初期状態は0が連続して入力された状態と同じとする。この回路について以下の問に答えよ。

- (1) 連続した3ビットの入力 $X_2 X_1 X_0$ と出力 $Y$ について真理値表を描け。
- (2)  $X_2$ を最下位ビット,  $X_0$ を最上位ビットとする3ビットの2進数とすると, どのような回路であるか簡潔に説明せよ。
- (3) この順序論理回路を, JKフリップフロップを用いて構成する場合, (a)状態遷移表, (b)フリップフロップの入力の論理式, (c)出力 $Y$ の論理式, および(d)論理回路図を答えよ。ただし, できるだけ少ない数のフリップフロップで回路を構成し, 論理式は最も簡単な積の和形式で示すこと。