

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 / 6

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に示す回路において、抵抗 R の消費電力を最大にする条件と、そのときの R の消費電力を求めたい。以下の問に解答せよ。

- (1) 図1の回路の端子 a-b から左側の部分を、単一の抵抗 R_T と単一の電源 E_T から成る等価回路(図2)に変換する。 $R_T [\Omega]$ と $E_T [V]$ を求めよ。
- (2) 抵抗 R で消費される電力[W]を R の関数として求めよ。
- (3) (2)で求めた電力の最大値と、このときの $R [\Omega]$ を求めよ。

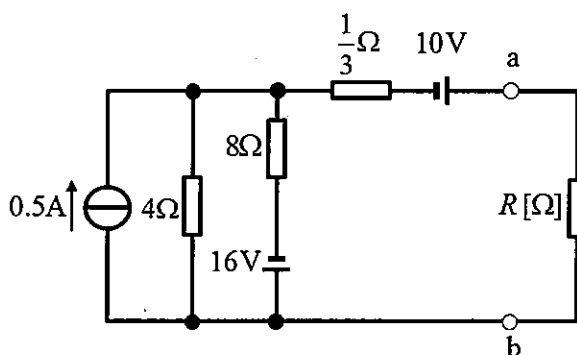


図1

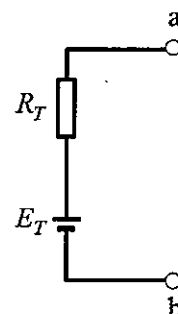


図2

問2. 図3に示す回路がある。初め、スイッチ S は開いており、静電容量 $C [F]$ のコンデンサの電圧は $-E [V]$ であった。このとき、以下の問に解答せよ。

- (1) 時刻 $t = 0 [s]$ において S を閉じた。時刻 t における容量 C のコンデンサの端子電圧を $v(t)$ と表したとき、 S を閉じた後の $v(t)$ に対する回路の微分方程式を書け。
- (2) 回路の初期条件として $t = 0 [s]$ における容量 C のコンデンサ端子電圧 $v(0)$ とその時間変化量 $\left. \frac{dv(t)}{dt} \right|_{t=0}$ を求めよ。
- (3) 容量 C のコンデンサの端子電圧 $v(t)$ を t の関数として求めよ。
- (4) 縦軸を $v(t)$ 、横軸を t として、 $v(t)$ の波形を図に表せ。なお、 $t < 0$ での波形も追記せよ。また、極値での電圧と時間を図中に示せ。
- (5) $t > 0$ において容量 C のコンデンサに流れる電流の実効値を求めよ。

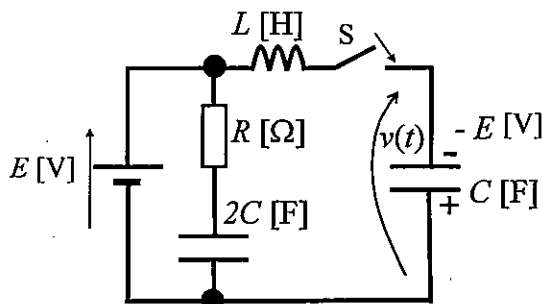


図3

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. 2 / 6

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のように、内側導体の外径が a [m]、外側導体の内径が b [m] の無限長の同軸円筒導体がある。内外導体間を誘電率 ϵ [F/m] の誘電体で満たし、内側導体の電位が高くなるように導体間に電位差 V [V] を加えたとき、以下の問に答えよ。

- (1) 内外導体間の電界の大きさを中心軸からの距離 r [m] の関数として表わせ。
- (2) 同軸円筒導体の単位長さあたりの静電容量[F/m] を求めよ。
- (3) 同軸円筒導体の単位長さあたりに蓄えられる静電エネルギー [J/m] を求めよ。
- (4) 内側導体表面の単位面積あたりに働く力の向きと大きさ [N/m²] を求めよ。
- (5) b を一定値としたとき、(4)で求めた力の大きさを最小にする a の値を求めよ。

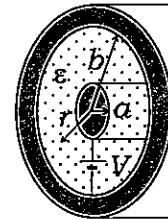


図1

問2. 図2に示すように、半径 a [m] の円形断面をもつ無限長の平行円筒導体(中心軸間隔 $b+c+d$ [m], $a < b$, $a < d$) の間に、1辺の長さ c [m] の正方形コイル(巻数1, 太さは無視)がある。このコイルの1辺は平行円筒導体に平行であり、平行円筒導体の中心軸とコイルは同一平面上にある。空間の透磁率を μ_0 [H/m] とし、以下の問に答えよ。

- (1) 平行円筒導体のみに、図のような方向に往復電流 I_1 [A] を流した。左側円筒導体の中心軸から右側円筒導体の中心軸に向かって r [m] の位置での磁界の大きさ [A/m] を求めよ。ただし、磁界を求める r の範囲は $a < r < b+c+d-a$ とする。
- (2) 平行円筒導体の単位長さあたりの自己インダクタンス[H/m] を求めよ。ただし、平行円筒導体の電流は導体の表面のみを流れているものとする。
- (3) 平行円筒導体とコイルとの間の相互インダクタンス [H] を求めよ。
- (4) 平行円筒導体に流す電流を角周波数 ω [rad/s] の交流電流 $I_1 = I_0 \cos \omega t$ [A] (I_0 :定数) としたとき、コイルに生じる起電力 [V] を求めよ。
- (5) 平行円筒導体およびコイルにそれぞれ図の方向に I_1 [A], I_2 [A] を流した。このときコイルにかかる力の大きさ [N] を求めよ。またコイルと平行円筒導体との間隔が $b < d$ のとき、コイルにかかる力の向きを理由を付けて示せ。ただし、力の大きさの式には I_1 , I_2 を用いてよい。

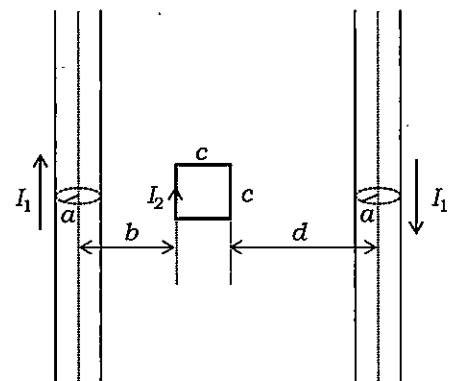


図2

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 ③電子回路	P. 3 / 6

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に示すトランジスタを用いた増幅回路について、以下の問に答えよ。ただし、トランジスタの等価回路は同図(c)で与えられるものとする。また、並列記号(//)を用いてよい。

- (1) 図1(a)の回路の小信号等価回路を描け。ただし、交流信号に対して、 C_1 および C_2 のインピーダンスは十分小さいものとする。
- (2) 電圧利得 $A_{a1} = \frac{v_2}{v_1}$ および $A_{a2} = \frac{v_3}{v_1}$ を求めよ。
- (3) 図1(b)の回路の小信号等価回路を描け。ただし、交流信号に対して、 C_2 のインピーダンスのみが十分小さいものとし、 C_1 および C_C のインピーダンスは無視せず考慮すること。
- (4) 電圧利得 $A_{b1} = \frac{v_2}{v_1}$ および $A_{b2} = \frac{v_3}{v_1}$ を求めよ。
- (5) $|A_{b1}|$ および $|A_{b2}|$ の周波数特性の概略図を描き、なぜそのような特性となるか説明せよ。

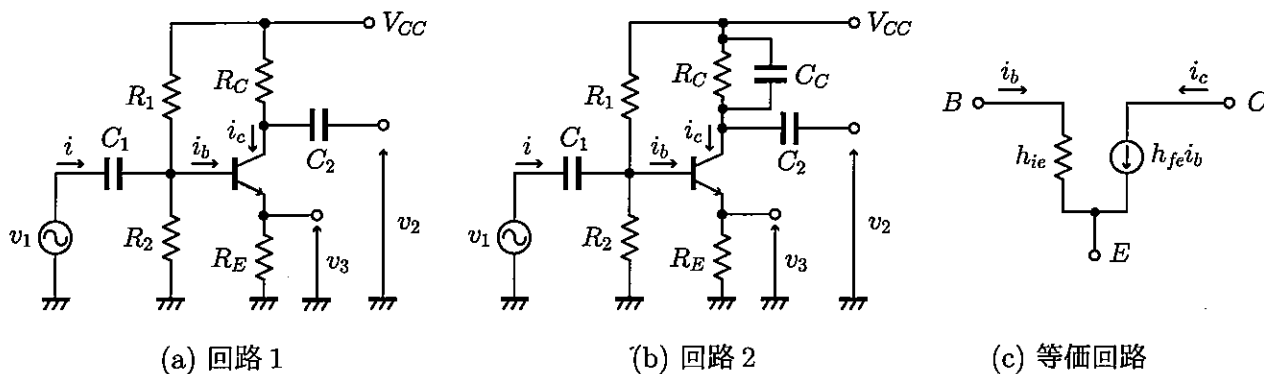


図1. トランジスタを用いた増幅回路

問2. 図2に示す演算増幅器回路について、以下の問に答えよ。

- (1) 演算増幅器の差動利得 A_d を無限大としたとき、この回路の利得 G_I を求めよ。
- (2) 演算増幅器の差動利得 A_d を有限値としたとき、この回路の利得 G_F を求めよ。ただし、 G_F は A_d を用いて表すこと。
- (3) 演算増幅器の差動利得が $A_d = 10000$ (倍) のとき、差動利得 A_d を無限大とした場合の利得に対する実際の利得 G_F の相対誤差 E_r は何%か求めよ。ただし、相対誤差は次式のように定義される。

$$E_r = \frac{G_F - G_I}{G_I}$$

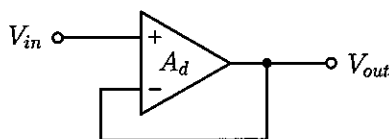


図2. 演算増幅器回路

平成25年度(10月期)及び平成26年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 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. 4 / 6

注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. 入力アルファベット A が $\{0, 1\}$ であり, 出力アルファベット B が $\{0, X, 1\}$ である通信路に関する以下の問に答えよ. 但し, 入力アルファベットの各要素の発生確率は, $P(0)=a$, $P(1)=1-a$ とする. また, 通信路行列は以下の通りである.

		B		
		0	X	1
A	0	$\begin{bmatrix} 1/2 & 1/4 & 1/4 \end{bmatrix}$		
	1	$\begin{bmatrix} 1/4 & 1/4 & 1/2 \end{bmatrix}$		

- (1) 入力アルファベットのエントロピー $H(A)$ を求めよ.
- (2) 出力アルファベットのエントロピー $H(B)$ を求めよ.
- (3) 条件付エントロピー $H(A|B)$ を求めよ.
- (4) 相互情報量 $I(A; B)$ を求めよ.
- (5) 相互情報量 $I(A; B)$ が最大となるときの a の値を求めよ.

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 $\{a, b\}$ 上の言語

$\{x \mid x \text{ は } b \text{ が } 0 \text{ 回以上かつ } a \text{ が } 1 \text{ 回だけ現れる文字列か,}$
 または $a \text{ が } 0 \text{ 回以上かつ } b \text{ が } 1 \text{ 回だけ現れる文字列} \}$

を考える.

- (a) この言語を表す正規表現を示せ.
- (b) この言語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. 但し, 各状態からは全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) 変数集合 $\{S, A, B, C\}$, 終端記号集合 $\{a, b\}$, 生成規則集合 $\{S \rightarrow AA, A \rightarrow aAbb \mid BC, B \rightarrow \varepsilon, C \rightarrow a\}$, 開始変数 S で定義される文脈自由文法について考える.
 - (a) この文脈自由文法による終端記号列 $aaaabbbb$ の構文解析木を示せ.
 - (b) この文脈自由文法を Chomsky の標準形に変形せよ.
 - (c) この文脈自由文法が生成する言語を示せ.

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. 5 / 6

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、2つの整数 x, y を入力すると、 x の y 乗 ($y \geq 0$) を求める処理を C 言語で記述したものである。以下の問に答えよ。

- (1) 同プログラムを実行し、"2 4"と入力した時、出力される結果を答えよ。なお、" "は空白、" \n"は改行を表すこととし、解答ではこれらの記号を用いて忠実に記述すること。
- (2) プログラム内の int 型変数が 4byte で表現される時、"2 □" (ただし□はある整数値) という入力に対し、正しく結果が得られる最大の整数□の値を答えよ。
- (3) 関数 pwr1 を使って x の N 乗 (ただし N は非負の整数) を求めたときの時間計算量を、オーダー記法で答えよ。
- (4) 関数 pwr1 の処理を、再帰を用いずに記述せよ。なお、必要な変数は適宜定義して使用すること。記述に用いる表記は C 言語以外でも構わないが、表記の意味が明確にわかるように定義を書いて解答すること。
- (5) 関数 pwr1 の代わりに関数 pwr2 を用いて x の N 乗 (ただし N は非負の整数) を求めたときの時間計算量を、オーダー記法で答えよ。

問2. 木の各節点に集合 S の要素が割り当てられた2分木で、任意の節点 v において、次の2つの条件を満たすとき、この2分木を2分探索木と呼ぶ。ただし、2分木の葉以外の節点から出る辺は1本ないしは2本である。

- ・ 節点 v の左部分木 (左の子以下の木) の各節点に割り当てられた要素の値は、節点 v に割り当てられた要素の値よりも小さいか等しい。
- ・ 節点 v の右部分木 (右の子以下の木) の各節点に割り当てられた要素の値は、節点 v に割り当てられた要素の値よりも大きい等しい。

2分探索木について、以下の問に答えよ。

- (1) 4つの節点から成る2分探索木の各節点に集合 $S = \{1, 2, 3, 4\}$ の要素を割り当ててを考える。このとき、可能な2分探索木を図示せよ。
- (2) 集合 $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ の各要素を割り当てた2分探索木を深さ優先探索で探索したとき、探索した節点の要素の値を表示すると、すべての節点の値が以下のように表示された。どのような2分探索木であるか図示せよ。ただし、左の子を優先して探索したとする。

6 2 1 4 3 5 7 9 8 10

- (3) (2)の2分探索木を幅優先探索ですべての節点の値を表示するとどのように表示されるか答えよ。ただし、左の子を優先して探索したとする。

```

1. #include <stdio.h>
2. #include <stdlib.h>
3. int pwr1(int x, int y);
4. int pwr2(int x, int y);
5.
6. int main(void) {
7.     int x, y;
8.
9.     printf("Input X and Y : ");
10.    scanf("%d %d", &x, &y);
11.    if(y<0) {
12.        fprintf(stderr, "exponent error!\n");
13.        exit(0);
14.    }
15.
16.    printf("%d^%d=%d\n", x, y, pwr1(x, y));
17.
18.    return 0;
19. }
20.
21. int pwr1(int x, int y) {
22.     if(y==0) return 1;
23.     else return x * pwr1(x, y-1);
24. }
25.
26. int pwr2(int x, int y) {
27.     if(y==0) return 1;
28.     if(y%2==0) return pwr2(x*x, y/2);
29.     else return x * pwr2(x*x, (y-1)/2);
30. }
```

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. 6 / 6

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、ノイマン型コンピュータの構造を示す。CPU（中央処理装置）は制御部と演算部から構成され、メモリ部にはプログラムを構成する命令とデータが格納される。図1の中の用語を用いて、以下の各問に答えよ。

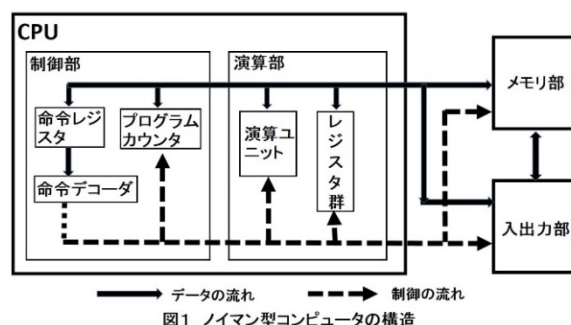
(1) ノイマン型コンピュータの主要な特徴を100字程度で説明せよ。

(2) 制御部の(a)プログラムカウンタ、(b)命令レジスタ、(c)命令デコーダの役割をそれぞれ40字程度で説明せよ。

(3) CPUとメモリ部、CPUと入出力部を結ぶ実線で示されたデータの流れにはアドレスバスとデータバスの2種類がある。(a)アドレスバス、及び(b)データバスの役割をそれぞれ30字程度で説明せよ。

(4) CPUとメモリ部、CPUと入出力部を結ぶ破線で示された制御の流れがコントロールバスである。コントロールバスの役割を50字程度で説明せよ。

(5) (a)命令フェッチ、(b)デコード、(c)実行の3つのステージに分け、プログラムが実行される様子をそれぞれ50字程度で説明せよ。



問2. 以下の問に答えなさい。

(1) 表1に示す真理値表で表されるデコーダの出力 Y_j ($j = 1, 2, 3, 4$)を入力 X_i ($i = 1, 2$)による論理式で表せ。

(2) 2入力NANDゲートのみを用いて表1の真理値表と等価な論理回路を示せ。

(3) コンピュータのメモリでデコーダがどのように使われているのかを説明せよ。

(4) マルチプレクサについて説明せよ。

(5) マルチプレクサがコンピュータでどのように使われているのかを説明せよ。

表1. デコーダの真理値表

入力		出力			
X_1	X_2	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1