

令和 6 年度

木更津工業高等専門学校専攻科

入学者選抜学力試験問題

専門科目

(制御・情報システム工学専攻)

2 科目選択し、選択した科目は、解答用紙の選択欄に○をつけること

【注意】

- (1) 指示された席に着席すること。
- (2) 教科書等は鞆の中に片づける。机の上に置けるものは筆記用具・受験票・時計のみである。
- (3) 試験室内にある時計を標準時とする。
- (4) 携帯電話等は、電源を切っておくこと。
- (5) 試験開始の合図があるまでは、問題用紙及び解答用紙には触れないこと。
- (6) 途中退出は認めない。体調不良やトイレに行きたい場合は挙手すること。
- (7) 不正行為、及び不正行為と疑われるような行為は慎むこと。
- (8) 試験中、試験問題等に疑義がある場合等は挙手すること。
- (9) 試験終了後、問題用紙は持ち帰ること。

1. ある線形時不変システムについて、単位インパルス応答は次式の通りであった。以下の問いに答えよ。

$$(1 - 2t)e^{-2t}$$

- (1) このシステムの伝達関数を求めよ。
- (2) 大きさ 3 のステップ信号のラプラス変換を、初期値 0 で示せ。(途中式不要)
- (3) このシステムについて、大きさ 3 のステップ入力に対する応答を求めよ。

2. 図 1 は、ある線形時不変システムについての振幅特性(実線)、その折れ線近似(破線)、位相特性(一点鎖線)を描いたグラフである。以下の問いに答えよ。

- (1) 図の周波数特性にあてはまる伝達関数を以下の(a)~(d)から選び、記号を答えよ。なお、 K , a はそれぞれ正の定数である。

(a) $\frac{K}{s+a}$

(b) $\frac{Ks}{s+a}$

(c) $\frac{K}{s^2 + 2as + a^2}$

(d) $\frac{Ks^2}{s^2 + 2as + a^2}$

- (2) K の値を求めよ。(途中式不要)
- (3) グラフの横軸が周波数であることに留意し、 a の値を求めよ。(途中式不要)

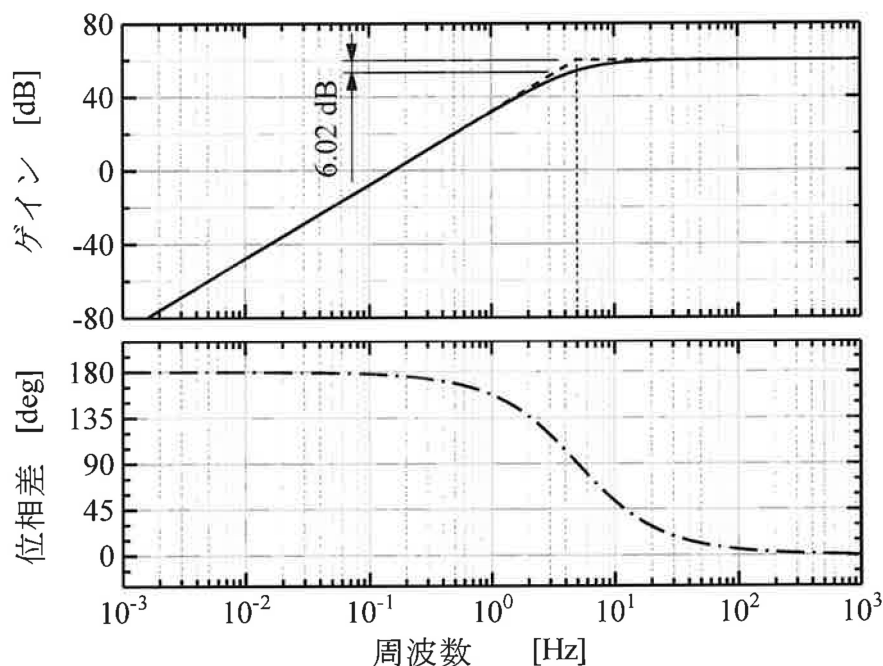


図 1

(次のページに続く)

3. 図2は、直流モータにおける入力電圧 $v(t)$ と出力軸の角速度 $\omega(t)$ との関係を表す図である。ただし、 $e(t)$ は逆起電力であり $e(t) = k \omega(t)$ で表される。 $\tau(t)$ は出力軸に生じるトルクでありコイルを通る電流 $i(t)$ に応じて $\tau(t) = k i(t)$ で表される。 R, L, J, k は順に、抵抗値、インダクタンス、慣性モーメント、逆起電力定数もしくはトルク定数を表し、それぞれ正の定数である。回転軸における粘性摩擦やクーロン摩擦は無視する。以下の問いに答えよ。

- (1) 図中の回路部分について、 $v(t), \omega(t), i(t)$ と R, L, k を用いて回路方程式を示せ。
(途中式不要)
- (2) 図中の機械部分について、 $\omega(t), i(t)$ と J, k を用いて運動方程式を示せ。(途中式不要)
- (3) 入力を電圧 $v(t)$ 、出力を角速度 $\omega(t)$ として、伝達関数を求めよ。
- (4) R, L, J, k を用い、(3)で求めた伝達関数のステップ応答においてオーバーシュート(あるいは振動)が角速度 $\omega(t)$ に生じないための条件を求めよ。

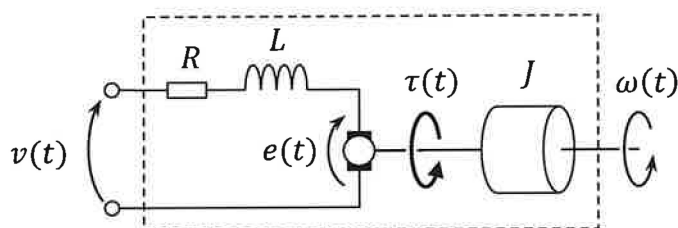


図2

4. 図3のブロック線図で表されるシステムについて、以下の問いに答えよ。
- (1) 目標値 $R(s)$ から $E(s)$ までの伝達関数を求めよ。
 - (2) 閉ループ伝達関数 (目標値 $R(s)$ から制御量 $Y(s)$ までの伝達関数) を求めよ。
 - (3) 閉ループ伝達関数が安定となる定数 K の条件を求めよ。
 - (4) (3)の条件を満たす閉ループ伝達関数について、ステップ応答の最終値を求めよ。

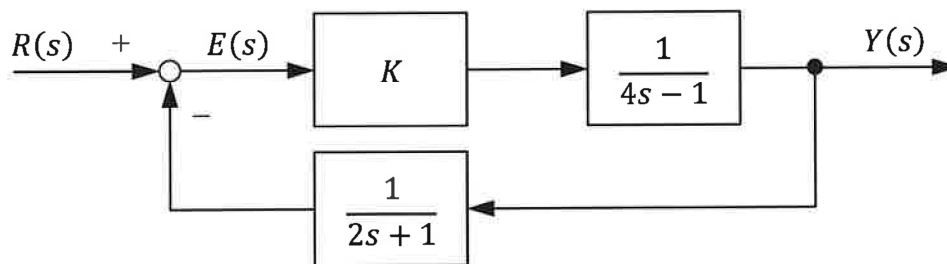


図3

選択	受験番号	氏 名

※特に断りの無い場合、真空中での現象とする。真空中の誘電率を ϵ_0 、真空中の透磁率を μ_0 として解答せよ。途中式もなるべく詳細に記載し、単位のある物理量には単位を記載すること。自然対数は $\ln$ または $\log_e$ 、円周率は π で示し、角度はラジアン表記とする。また、虚数には j を用いることとする。

1. 図1に示すような有限長の電流 I_x [A] が点 P に発生させる磁束密度の大きさ B_x [T] は図中の記号を用い下記の数式で表すことができる。 a [m] は点 P から電流 I_x への垂線の距離であり、 $\theta_1 < 0$ である。下記の式を用いて、以下の問いに答えよ。

$$B_x = \frac{\mu_0 I_x}{4\pi a} \{ \sin(\theta_2) - \sin(\theta_1) \}$$

図2のように点 O を中心とした半径 b [m] の円に外接する正六角形に電流 I [A] を通電した。

- A) 図2の正六角形のうち、一辺の電流 I が点 O に発生させる磁束密度 B_1 [T] を求めよ。
B) 図2の正六角形の電流 I が点 O に発生させる磁束密度 B [T] を求めよ。

2. 図3に示す半径 c [m] の真球の誘電体に電荷 Q [C] が一様に分布しているものとする。真球の中心点 O からの任意の距離を r [m] とするとき、以下の問いに答えよ。なお、誘電体の比誘電率を ϵ_s とし、誘電体外は真空中とする。

- A) $0 < r \leq c$ における電界の大きさ E_1 [V/m] を求めよ。
B) $c < r$ における電界の大きさ E_2 [V/m] を求めよ。
C) 真球の誘電体の表面電位 V [V] を求めよ。
D) 真球の静電容量 C [F] を求めよ。

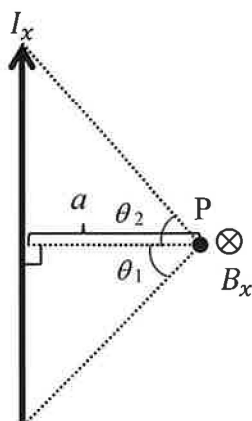


図1

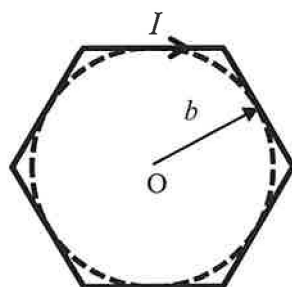


図2

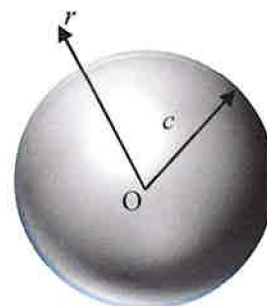


図3

選択	受験番号	氏名

3. 図4の回路において、端子間のインピーダンス $Z[\Omega]$ とアドミタンス $Y[S]$ を求めよ。なお図4中の記号の $L[H]$ はインダクタンスを、 $C[F]$ は静電容量を、 $R[\Omega]$ は抵抗を示す。計算について角速度は $\omega[\text{rad/s}]$ とし、解答は有理化することとする。
4. 交流回路に実効値 200 V の正弦波交流電圧を印加し、実効値で 5.00 A の電流が流れた。電圧を基準として電流の位相が電圧より $\pi/6[\text{rad}]$ 遅れているとき、有効電力 $P[\text{W}]$ 、無効電力 $Q[\text{Var}]$ 、皮相電力 $|P_a|[\text{VA}]$ をそれぞれ求めよ。また、この交流回路が誘導性か容量性か答えよ。有効桁は3桁とする。

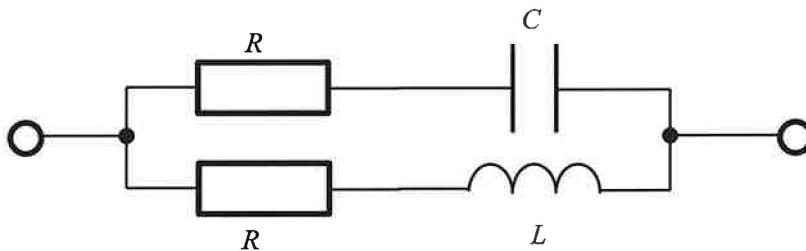


図4

問題 1.

あるプロセッサが、プログラムカウンタ (PC)・状態レジスタ (CC)・スタックポインタ (SP)・インデックスレジスタ (IR)・アキュムレータ (A) で構成されているものとする。各レジスタやメモリの値が図 1 のようであるとき、各設問に答えなさい。ただし、明記しない場合は、全ての数値は 10 進数表記であるとする。

- (1) 以下のニモニックが即値アドレス指定でアキュムレータ A に値をロードすることを意味する場合、命令実行後にアキュムレータ A にロードされる値を答えなさい。

LD A #100

- (2) 以下のニモニックが直接アドレス指定でアキュムレータ A に値をロードすることを意味する場合、命令実行後にアキュムレータ A にロードされる値を答えなさい。

LD A 101

- (3) 以下のニモニックが間接アドレス指定でアキュムレータ A に値をロードすることを意味する場合、命令実行でアキュムレータ A にロードされる値を答えなさい。

LD A (101)

- (4) 以下のニモニックがインデックスアドレス指定でアキュムレータ A に値をロードすることを意味する場合、命令実行後にアキュムレータ A にロードされる値を答えなさい。ただし、この命令の数字 3 はオフセット (変位) を表している。

LD A 3 (IR)

- (5) 以下のニモニックが相対アドレス指定でアキュムレータ A に値をロードすることを意味する場合、命令実行後にアキュムレータ A にロードされる値を答えなさい。ただし、この命令の数字 70 はオフセット (変位) を表している。

LD A 70 (PC)

レジスタと値		メモリアドレスと値	
PC	32	97	32
CC	0	98	43
SP	103	99	52
IR	98	100	103
A	55	101	97
		102	24
		103	100

図 1

- (6) サブルーチンコールの命令実行制御を考えると、スタックポインタを使って必然的に保存しなければならないレジスタとして、正しいレジスタを PC, CC, SP, IR, A の中から 1 つ選んで答えなさい。
- (7) このプロセッサがバイト単位のメモリアクセスのみ可能な場合、4 バイトのデータが 16 進数表記で 12345678 であるとして、500 番地からリトルエンディアンで格納するとき、図 2 の①～⑥の中から正しいものを番号で答えなさい。ただし、図 2 の各メモリ内容を示す数値は 16 進数表記であるとする。

500	12	21	34	78	65	87
501	34	43	12	56	87	65
502	56	65	78	34	21	43
503	78	87	56	12	43	21
	①	②	③	④	⑤	⑥

図 2

問題 2.

図 3 の D フリップフロップで構成される順序回路について、各設問に答えなさい。

- (1) 表 1 の空欄の、現在の出力 Q^t に対するクロック入力後の出力 Q^{t+1} を記入しなさい。
- (2) 表 1 の状態名を使って、この順序回路の状態遷移図を書きなさい。なお、遷移時の入力と出力の値は記載しなくてよい。
- (3) この回路は状態 A が含まれる一連の状態遷移が繰り返されることを意図して設計されているとき、どのような問題点があるかを指摘しなさい。

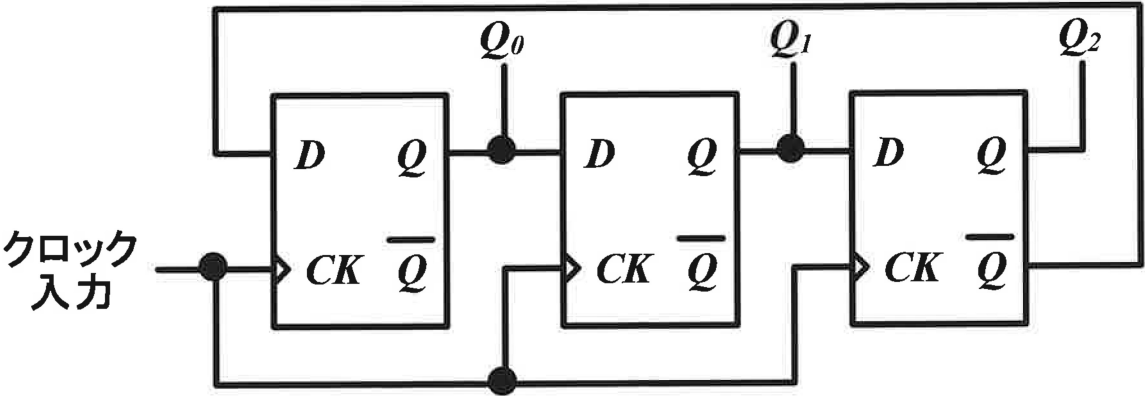


表 1

状態名	現在の出力 Q^t			次の出力 Q^{t+1}		
	Q_2	Q_1	Q_0	Q_2	Q_1	Q_0
A	0	0	0			
B	0	0	1			
C	0	1	0			
D	0	1	1			
E	1	0	0			
F	1	0	1			
G	1	1	0			
H	1	1	1			

問題 3.

図 4 のようにマイコンの入出力ポート P0～P7 にスイッチ入力回路と LED 点灯回路、モータ駆動回路を接続した。回路設計には問題がないとして、各設問に答えなさい。ただし、ポートの設定や入出力については P0 側が LSB～P7 側を MSB としてバイトアクセスできるものとし、電圧 0V が論理 0、電圧 5V が論理 1 を表すものとする。

- (1) 入出力ポートの入出力方向を決めるレジスタに設定すべき 8 ビットの値を 2 桁の 16 進数表記で答えなさい。ただし、ビット 0 を設定すると入力に設定され、ビット 1 を設定すると出力が設定されるものとする。また、何も接続されていない入出力ポート P0, P1, P3, P6, P7 は入力に設定すること。
- (2) 符号なしの 1 バイトの変数 w にポートへ出力する値を準備するとき、LED の点灯と消灯を制御するビットだけを変更するために変数 w の値を変更する式を C 言語で次のように記述したい。

$$w = w \text{ (A) (B) } ;$$

この式の空欄(A)の部分には 1 つのビット演算子、空欄(B)の部分には 1 つの定数が入るとして、LED だけを点灯させる場合と LED だけを消灯させる場合のそれぞれについて答えなさい。ただし、定数は 2 桁の 16 進数表記で答えること。

- (3) 符号なしの 1 バイトの変数 r にポートを読み出した値が入っているとき、ビット演算で P2 に対応するビット以外を全て 0 にした。ポートを読み出したときにスイッチが閉じている場合と開いている場合について、演算後の変数 r の値をそれぞれ 2 桁の 16 進数表記で答えなさい。
- (4) モータ駆動回路について、モータに並列に接続されているダイオードの目的について説明しなさい。

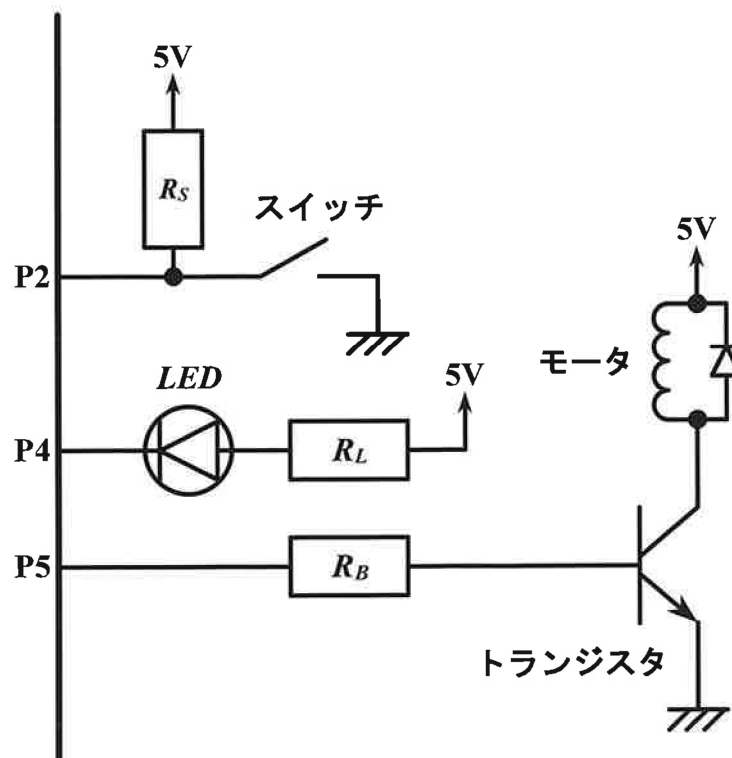


図 4

問題 1. 次の (1)～(5) のアルゴリズムの計算量を (a)～(g) から選び、記号で答えなさい。
ただし、同じ記号を複数回選択してもよい。

- (1) n 次正方行列の定数倍の計算
- (2) n 次元ベクトルの内積の計算
- (3) クイックソートによる n 件の整数データの整列
- (4) バブルソートによる n 件の整数データの整列
- (5) 平衡した 2 分探索木における値の検索

(a) $O(1)$ (b) $O(\log n)$ (c) $O(n)$ (d) $O(n \log n)$ (e) $O(n^2)$ (f) $O(n^2 \log n)$ (g) $O(n^3)$

問題 2. C 言語で記述されたプログラム 1 に関する (1)～(3) の設問に答えなさい。なお、プログラム 1 ではプロトタイプ宣言、ヘッダファイルのインクルードなどが省かれている。

- (1) 引数として 491 を渡して関数 f_r を実行したときに出力される文字列を示しなさい。
- (2) 符号なし整数型 `unsigned` のサイズが 32 ビットであるとする。このとき、関数 f_r を実行することで出力され得る文字列の、最大の長さ（文字数）を答えなさい。
- (3) 関数 f_r は再帰関数である。スタックを用いることで、再帰呼出しを行わずに関数 f_r と同じ働きをする関数 f_s を作成しなさい。ただし、スタック操作関数として、表 1、表 2 に示す関数 `push`、`pop` を利用すること。また、配列変数を用いてはならない。

表 1

プロトタイプ	<code>void push(unsigned n);</code>
引数	<code>n</code> : スタックにプッシュする値
戻り値	なし
説明	<code>n</code> をスタックにプッシュする

表 2

プロトタイプ	<code>int pop(unsigned *n);</code>
引数	<code>n</code> : ポップする値の格納アドレス
戻り値	スタックが空のとき 0、それ以外の場合に 0 以外を返す
説明	・スタックから値をポップし、<code>n</code> が示す番地に格納する ・戻り値が 0 のとき、格納される値は不定である

```
1 void f_r(unsigned n)
2 {
3     if (n >= 10){
4         f_r(n / 10);
5     }
6     printf("%u", n % 10);
7 }
8
9 void f_s(unsigned n)
10 {
```

(3)この部分を埋めて関数 f_s を作成する

プログラム 1

問題 3. プログラム 2 は 2 分探索を行う C 言語のプログラムである。次の各設問に答えなさい。なお、プログラム 2 ではプロトタイプ宣言、ヘッダファイルのインクルードなどが省かれている。

- (1) ソートされた大きさ n の整数の配列から、指定された値を探索する 2 分探索アルゴリズムの計算量を O 記法で示しなさい。
- (2) 表 3 の関数仕様にしたがって 2 分探索を行う C 言語の関数を作成したい。①～③を埋めて関数 `bsearch` を完成させなさい。

表 3

プロトタイプ	<code>int bsearch(int a[], int min, int max, int k);</code>
引数	<code>a</code> : 昇順にソート済みの整数列が格納された配列 <code>min</code> : 値を探索する範囲の下限 <code>max</code> : 値を探索する範囲の上限 <code>k</code> : 探索する値
戻り値	・ 値 <code>k</code> が格納されている配列 <code>a</code> 要素番号を返す ・ 値 <code>k</code> が存在しない場合は <code>-1</code> を返す
説明	・ <code>a[min]～a[max]</code> の範囲から値 <code>k</code> を探索し、格納位置を返す ・ 探索範囲内に値 <code>k</code> が複数存在する場合、そのうちのいずれかの格納位置を返す

```

1 int bsearch(int a[], int min, int max, int k)
2 {
3     int c;
4     while ( ① ) {
5         c = ② ;
6         if (k == a[c]) return c;
7         else if ( ③ ) min = c + 1;
8         else max = c - 1;
9     }
10    return -1;
11 }
```

プログラム 2