

受験職種	研究職（電子工学）
------	-----------

得点	※
----	---

**地方独立行政法人大阪府立産業技術総合研究所**  
**研究職（電子工学）専門試験**

（注 意 事 項）

1. 試験時間中は、すべて試験係員の指示に従ってください。お互いに話をしたり、席を立ったり、そのほか、人の迷惑になるようなことをしてはいけません。指示に従わない、また、試験中にICレコーダーや携帯電話等を使用するなどの不正行為を行った場合は、失格として直ちに退室していただきます。
2. 受験番号及び氏名は必ず記入してください。（※欄は記入しないでください。）
3. 問題は、「共通問題」と「選択問題」で構成されていて、試験時間は2時間20分です。
  - ・「共通問題」（4問）はすべて答えてください。
  - ・「選択問題」は、領域A又はBいずれか1領域を選択し、選択した領域については、各選択問題の右上にある選択欄に○印を大きく記入してください。例えば、領域Aを選択した場合には、共通問題4問と選択問題（領域A）3問に解答してください。なお、領域A及びBいずれの選択欄にも○印を入れた場合、失格となります。
4. 棄権するとき、気分が悪くなったときを除き、途中退室はできません。棄権するときには、試験用紙を必ず試験係員に提出し、確認を受けてください。こちらから渡したものは、一切持って出てはいけません。
5. 気分が悪くなった方は試験係員に申し出、指示に従ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません

整理番号
※

選択問題
※

整理番号
※

選択問題
※

得点	※
----	---

受験職種
研究職（電子工学）

受験番号

氏名

〔共通問題〕

問題 1 次の問い (1) から (3) について、答えを解答欄に記入しなさい。なお、解答欄には答えの導出方法も記入しなさい。

(1) インダクタンスが  $100\mu\text{H}$ 、 $Q$ 値が 50 のコイルと、無損失とみなせる容量  $100\text{pF}$  のコンデンサからなる直列共振回路の共振時における回路インピーダンスの大きさを求めよ。ただし、インダクタンス  $L$ 、残留抵抗  $R$  を持つコイルの角周波数  $\omega$  における  $Q$  は次式で示されるものとする。

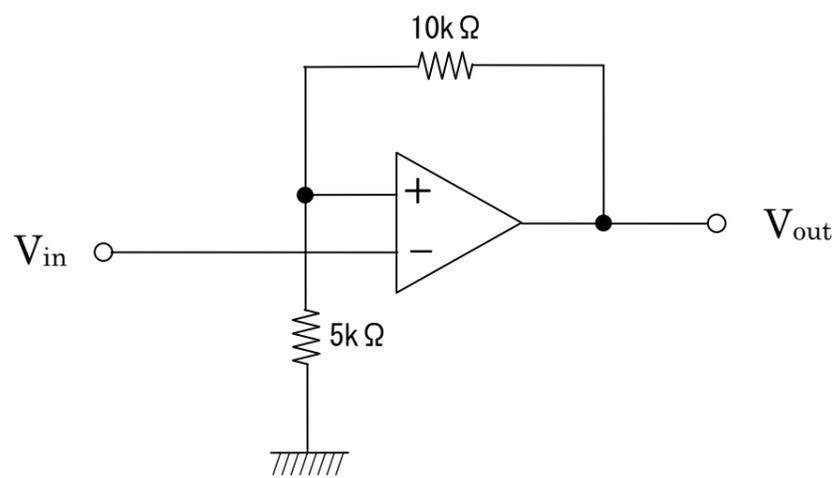
$$Q = \omega \frac{L}{R}$$

〔共通問題〕 問題 1 (1) 解答欄

(導出方法)

(答え)

(2) 入力電圧によって High, Low いずれかの出力を示す比較回路をシュミット・トリガ回路という。下の回路図のように、電源電圧が±15V のオペアンプを用いてシュミット・トリガ回路を作った。オペアンプの電源電圧入力は省略してある。今、出力電圧  $V_{out}$  が -15V であるとき、+15V に反転するときの入力電圧  $V_{in}$  を求めなさい。

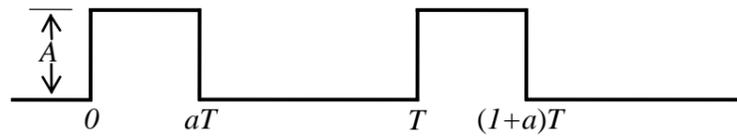


〔共通問題〕 問題 1 (2) 解答欄

(導出方法)

(答え)

- (3) 周波数 1.8GHz、振幅 5.0V、デューティ比 25%のクロックパルスの第 5 高調波の振幅を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、次図のような周期  $T$ 、角周波数  $\omega$ 、振幅  $A$ 、デューティ比  $a$  ( $0 < a < 1$ ) となる方形波のフーリエ級数は次式で示されるものとする。必要に応じて、 $\pi = 3.14$ ,  $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$ ,  $\sqrt{7} = 2.65$  の値を用いて計算しなさい。



$$y(t) = aA + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{A}{n\pi} (1 - \cos 2n\pi a) \sin n\omega t + \frac{A}{n\pi} \sin 2n\pi a \cdot \cos n\omega t \right\}$$

〔共通問題〕 問題 1 (3) 解答欄

(導出方法)

(答え)

問題2 次の問い(1)及び(2)について、答えを解答欄に記入しなさい。

(1) 次の文章は直流モータの原理についての説明である。①～⑩の空欄に最も適した用語を下の語群から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

直流モータの( ① )の巻き線は( ② )の磁石の( ③ )を切ること、そして( ④ )からの電気が切り替わることで( ⑤ )が起き、これが( ⑥ )と同じ役目をするようになるのです。( ⑦ )が上がるほど( ⑤ )が大きくなって( ⑧ )が小さくなるので、( ⑨ )が小さくなり、無負荷ならやがて一定の( ⑦ )で安定して回転する。これに負荷を与えて重くし、( ⑦ )が下がると、( ⑤ )が小さくなって結果的に( ⑧ )が増えます。このために( ⑨ )が( ⑩ )なり負荷とつりあってそこで再び( ⑦ )が安定するという事です。

〔語群〕

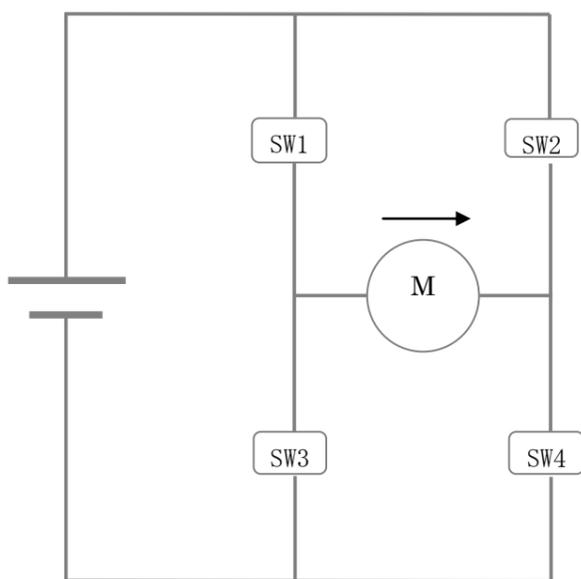
- (A)ブラシ (B)磁束 (C)ロータ (D)コンデンサ (E)波長 (F)固定子 (G)電界 (H)回転角 (I)逆起電力 (J)電気力線  
 (K)磁力線 (L)周波数 (M)電流 (N)小さく (O)大きく (P)回転数 (Q)抵抗 (R)加速度 (S)トルク (T)モーメント

〔共通問題〕問題2 (1) 解答欄

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

(2) 下の図は直流モータ(M)の回転方向を制御する4つのスイッチ(SW1～SW4)からなるHブリッジ回路です。下の表は、それぞれのスイッチのON, OFFの状態とモータの動作との対応表とします。スイッチがONのときに電流が流れるものとし、この直流モータは矢印の向きに電流が流れるときを正回転とする。各モータ動作に対応する最も適切なスイッチの状態を解答欄に記入して表を完成させなさい。

【図】 直流モータの方向制御回路



【表】 直流モータの動作とスイッチの状態

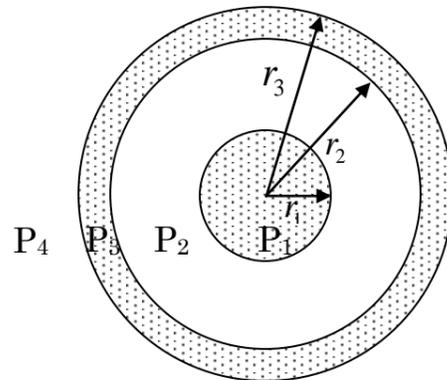
SW1	SW2	SW3	SW4	動作
OFF				停止
ON				正回転
OFF				逆回転
OFF				ブレーキ

〔共通問題〕問題2 (2) 解答欄

SW1	SW2	SW3	SW4	動作
OFF				停止
ON				正回転
OFF				逆回転
OFF				ブレーキ

## 〔共通問題〕

問題3 下の断面図に示す同軸ケーブルに  $I A$  の直流電流が流れているとき、各部 ( $P_1 \sim P_4$ ) における磁界の強さを求めなさい。答えは解答欄に記入しなさい。ただし、電流は導体内を一樣に、かつ互いに反対方向に流れるものとする。また、同軸ケーブルの中心軸からの距離を  $r$  m とし、同軸ケーブルの内部導体の半径、外部導体の内径および外径をそれぞれ  $r_1$  m,  $r_2$  m 及び  $r_3$  m とする。



## 〔共通問題〕問題3 解答欄

(1)	$P_1$ ( $0 < r \leq r_1$ )		(2)	$P_2$ ( $r_1 < r \leq r_2$ )	
(3)	$P_3$ ( $r_2 < r \leq r_3$ )		(4)	$P_4$ ( $r_3 < r$ )	

[共通問題]

問題4 次の問い(1)から(3)について、答えを解答欄に記入しなさい。

(1) 2進数の1.1011と1.1101を加算した結果を10進数で書きなさい。計算過程も記入しなさい。

[共通問題]問題4(1)解答欄

(計算過程)
(答え)

(2) (1)の結果を8進数で書きなさい。計算過程も記入しなさい。

[共通問題]問題4(2)解答欄

(計算過程)
(答え)

(3) 下の隣接行列から、行(列)の番号を頂点とするグラフを解答欄に描きなさい(線が交差しないように!)。ここで、隣接行列とは、 $n$ 個の節点から成るグラフの節点 $V_i$ と $V_j$ を結ぶ枝が存在するときは第 $i$ 行第 $j$ 列と第 $j$ 行第 $i$ 列の要素が1となり、存在しないときは0となる $n$ 行 $n$ 列の行列である。

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	1	0
3	0	1	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	0
5	0	0	0	0	1	0	1	1
6	0	0	1	0	0	1	0	1
7	0	0	0	0	0	1	1	0

[共通問題]問題4(3)解答欄

--

**以下、選択問題**

選択問題は、領域A及びBのいずれかを選択して解答すること。選択した領域については、各選択問題の「選択欄」に○印を記入すること。選択欄に○印が記入されていない場合、解答欄に解答が記入されていても採点しません。また、領域A及びB両方の選択欄に○印を入れた場合は、失格となります。

**領域A**

**選択欄**

問題1 次の物理量を用いて、問い(1)から(5)に答えなさい。答えは解答欄に記入しなさい。

電気素量  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$

電子の静止質量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

プランク定数  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

(1) 電子が1ボルトの電位差の間で加速されて得る運動エネルギーの大きさを1eV(電子ボルト)というが、1eVは何Jか?

**領域A** 問題1(1)解答欄

(2) 陰極から速度ゼロで放出された電子が1500ボルトの陽極に到達するとき得る運動エネルギーは何Jか?

**領域A** 問題1(2)解答欄

(3) 上記(2)の場合、電子の速度は何m/sか? 導出過程も記入しなさい。

**領域A** 問題1(3)解答欄  
(導出過程)

(答え)

(4) 電子を波動と考えたときの周波数は何Hzか? 導出過程も記入しなさい。

**領域A** 問題1(4)解答欄  
(導出過程)

(答え)

(5) 電子を波動と考えたときの波長は何mか? 導出過程も記入しなさい。

**領域A** 問題1(5)解答欄  
(導出過程)

(答え)

問題 2 200g の Ge 中に、4mg の Sb を添加する場合について、以下の (1) から (3) の問いに答えなさい。答えは解答欄に記入すること。なお、ここで、Ge の原子量は 72.59、Sb の原子量は 121.75、アボガドロ定数は  $6.02 \times 10^{23}$  個/mol、電気素量は  $1.60 \times 10^{-19}$  J とする。

(1) Sb の添加量を重量% (wt%) および原子% (at%) で示しなさい。なお、導出過程も記入しなさい。

領域 A 問題 2 (1) 解答欄

(導出過程)

(答え)

(2) Ge  $1 \text{ cm}^3$  中に Sb 原子は何個存在するか？ ただし、Sb 添加 Ge の密度は、Sb の添加量がわずかであるので Ge の密度  $5.46 \text{ g/cm}^3$  と同じとする。なお、導出過程も記入しなさい。

領域 A 問題 2 (2) 解答欄

(導出過程)

(答え)

(3) 添加した Sb がすべて 1 個の電子を伝導帯に放っているとする。この時の Ge の導電率を求めなさい。ここで、Ge 結晶中の電子の移動度は  $3900 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  とする。なお、導出過程も記入しなさい。

領域 A 問題 2 (3) 解答欄

(導出過程)

(答え)

問題 3 次の (1) 及び (2) に記す各種トランジスタの記述の中の ( ① ) から ( ⑩ ) に該当する語句を、それぞれの語群の中から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。同じ記号を何度用いてもよい。

(1) MOS トランジスタ

MOS トランジスタの“MOS”構造とは、( ① )、酸化膜、( ② ) が重なり合って形成される構造である。MOS トランジスタには、導電形式によって、p チャンネル形、( ③ ) 形、動作モードによって ( ④ ) 形、デンプリーション形、ゲート構造によって、( ⑤ ) ゲート形、シリコンゲート形などの種類がある。

[語群]

(A)メタル、 (B)インシュレータ、 (C)セミコンダクタ、 (D)n チャンネル、 (E)p n 接合、 (F)空乏層、 (G)反転層、 (H)エンハンスメント、 (I)エピタキシャル、 (J)ソース、 (K)ドレイン

領域 A 問題 3 (1) 解答欄

①	②	③	④	⑤

(2) 有機トランジスタ

有機電界効果トランジスタとは有機半導体を ( ⑥ ) に用いた電界効果トランジスタのことである。有機電界効果トランジスタは ( ⑦ ) や溶液塗布によって作製することができ、低コストかつ ( ⑧ ) な電子製品の実現をめざして開発が進められており、有機系材料ゆえの ( ⑨ ) のあるトランジスタができることも期待されている。

使用される有機半導体材料として、低分子系では ( ⑩ ) テトラセン、ペンタセンなどがあり、高分子系では、ポリチオフェン、ポリフルオレン、などがあげられる。

[語群]

(L)絶縁層、 (M)活性層、 (N)有機層、 (O)CVD、 (P)真空蒸着、 (Q)スパッタ、 (R)微細、 (S)小面積、 (T)大面積、 (U)耐熱性、 (V)柔軟性、 (W)ルブレソ、 (X)ポリジアセチレン

領域 A 問題 3 (2) 解答欄

⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

**選択問題**

(電子工学)

**領域 B**

**選択欄**

問題 1 次の問い (1) 及び (2) について、答えを解答欄に記入しなさい。

(1) 以下のプログラムを実行したときに、表示される値 (配列 d の値の推移) を解答欄の表に書きなさい。

```

int[] d={23, 11, 3, 54, 32, 8, 42, 29, 50, 19};
for(int m=d.length; m>0; m--) {
    for(int p=0; p<d.length; p++){
        System.out.printf("%2d ", d[p]);
    }
    System.out.println();
    for(int s=0; s<m-1; s++){
        if (d[s] > d[s+1]) {
            int t=d[s];
            d[s]=d[s+1];
            d[s+1]=t;
        }
    }
}

```

**領域 B** 問題 1 (1) 解答欄

d[0]	d[1]	d[2]	d[3]	d[4]	d[5]	d[6]	d[7]	d[8]	d[9]
23	11	3	54	32	8	42	29	50	19
3	8	11	19	23	29	32	42	50	54

(2) 次の (A) から (D) の用語の説明として正しいものを、それぞれ 1～3 の中から選び、その数字を解答欄に記入しなさい。

(A) CSMA/CD

1. 通信線上の端末は、一定の間隔で回ってくる送信可能時間にデータを送信する。
2. 通信線にデータが送られていないかを検出し、空いている場合にデータを送信する。同時にデータ衝突を検出し、衝突を検出した場合はランダムな時間後に再送信する。
3. ホストに送信権を要求し、受け入れられたときだけデータを送信できる。

(B) ARP

1. IP アドレスから MAC アドレスを問い合わせる。
2. URL で指定された通信サーバの IP アドレスを問い合わせる。
3. ポート番号からアプリケーションを識別する。

(C) IP アドレス

1. パソコンなどの通信機器にメーカー出荷時にあらかじめ割り当てられた固有の番号で、これを利用して通信が行われる。
2. インターネットでは通信を行う場合に使用する可変の番号で、ネットワークに接続するために割り当てられる。
3. 国、都道府県、市町村などの情報を含む番号で、これによって世界中の何処に存在しているかを求めることができる。

(D) ポート番号の役割

1. 通信アプリケーションは、通信の両端で同じポート番号を利用する。
2. ポート番号はインターネットでの通信端末の識別子を言う。
3. ポート番号はコンピュータ上で動作するプログラムを識別する。

**領域 B** 問題 1 (2) 解答欄

(A)	(B)	(C)	(D)

**領域B**

(電子工学)

問題2 次の(1)から(8)の説明文に最もふさわしい語句、数値又は式を、それぞれの語群の中から選び、選んだ数字をそれぞれの解答欄に記入しなさい。

(1) シーケンス制御におけるトランジスタやICを用いた制御方式。

[語群] ①PLC ②ロジックシーケンス ③リレーシーケンス

(2) シリアル通信におけるデータが正常に送られたかを検査するために付加されるビット。

[語群] ①パリティビット ②ストップビット ③ボーレート

(3) 直流電力から交流電力へ変換する電源回路。

[語群] ①コンバータ ②トランス ③インバータ

(4) 一次系の時定数における定常値に達する時間に対する割合。

[語群] ①63.2% ②50.3% ③32.5%

(5) 二次系のステップ応答における持続的に振動する場合の減衰係数  $\zeta$  の値。

[語群] ① $\zeta = 0$  ② $0 < \zeta < 1$  ③ $\zeta = 1$

(6) ラプラス変換の  $s$  領域とフーリエ変換における周波数領域との関係。

[語群] ① $s = j\omega$  ② $s = 1/j\omega$  ③ $s = j\omega^2$

(7) 基本ステップ角 2.5 度、周波数 500pps のステッピングモータの回転速度。

[語群] ①144rpm ②208rpm ③356rpm

(8) 質量 2000kg の物体を巻取径 400mm、巻取回転数 120rpm で巻き取る場合に必要なモータの所要動力。ただし、この巻き揚げに用いる装置の効率を 70%とする。

[語群] ①70.4kW ②35.2kW ③9.85kW

**領域B** 問題2 解答欄

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

問題3 次の文章を読んで、下の問い(1)から(3)に答えなさい。答えは解答欄に記入しなさい。

微分方程式

$$J \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} = \tau(t)$$

で表される回転体に対して、次式に示されるフィードバック制御を行うとする。

$$\tau(t) = K_P(r(t) - \theta(t)) - K_V \frac{d\theta(t)}{dt} \quad K_P \geq 0, K_V \geq 0$$

ここで、 $J$ 、 $\theta(t)$ 、 $\tau(t)$ 、 $r(t)$  は、それぞれ回転体の慣性モーメント、角度、入力トルク、および角度の目標値信号である。また、 $K_P$ 、 $K_V$ は角度偏差と角速度のフィードバックゲインである。このとき、以下の問いに答えなさい。

(1)  $\theta(0) = 0$  として制御系を含めた伝達関数を求めよ。また、求めた伝達関数をブロック線図で表せ。なお、導出過程も記入しなさい。

領域B 問題3 (1) 解答欄

(導出過程)

(答え)

(2) この制御系の減衰係数  $\zeta$  と自然角周波数  $\omega_n$  を求めよ。

ここで、 $J=1$  ならびに二次の伝達関数は

$$\omega_n^2 / (s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)$$

で与えられるものとする。なお、導出過程も記入しなさい。

領域B 問題3 (2) 解答欄

(導出過程)

(答え)

(3)  $K_p = 1$ 、 $K_v = 2$  のときのステップ応答に対する時間領域での伝達関数を求めよ。なお、導出過程も記しなさい。

領域B 問題3 (3) 解答欄

(導出過程)

(答え)