

令和8年度 名古屋大学大学院工学研究科 博士前期課程
電気工学専攻 / 電子工学専攻 / 情報・通信工学専攻

入学試験問題

専 門

(令和7年8月20日(水) 9:00～12:00)

注 意

1. 6問中3問を選んで答えよ。ただし、以下のグループからの選択数は2問以下とする。
(問題1(電気回路)、問題3(電子回路)、問題5(論理回路))
2. 解答は問題ごとに別の答案用紙に書き、それぞれ問題番号、受験番号を上端に記入せよ。氏名は記入してはならない。なお、草稿用紙が1枚ある。解答が用紙の裏面にまわる場合は、答案用紙下部にその旨明示すること。又、上部横線に相当する位置以下に書くこと。
3. 問題用紙、答案用紙、草稿用紙はすべて持ち出してはならない。
4. 計算機類は使用してはならない。
5. 携帯電話は時計としても使用してはならない。電源を切ること。

- (1) 図1は2つの抵抗(ともに抵抗値 R), インダクタンス素子(インダクタンス L), 直流電圧源, スイッチ $S1, S2$ からなる回路である. 直流電圧源の電圧は E_0 である. インダクタンス素子を流れる電流を $i(t)$ とする. 時刻 $t < 0$ ではスイッチ $S1, S2$ はともに開いている. 以下の問いに答えよ.

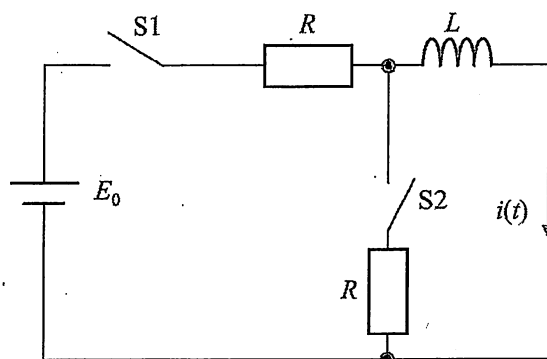


図 1

- 1) $t=0$ で $S1$ を閉じた. $t \geq 0$ での $i(t)$ を求めよ.
- 2) 1)の後 $t=t_0$ ($t_0 > 0$)で $S2$ を閉じた. このとき $i(t)$ に関する回路方程式を R, L, E_0, t を用いて示せ.
- 3) 2)の回路方程式を解くことにより, $i(t)(t \geq t_0)$ を求めよ.
- 4) 1), 2)のスイッチ操作の後, スイッチの開閉は行わなかった. $t(t \geq 0)$ を横軸として電流 $i(t)$ のグラフを示せ. $t=t_0$ での挙動の変化を明確に示すとともに, 関数が収束値を持つ場合はその値をグラフ内に明記すること.

- (2) 図2は抵抗(抵抗値 R), インダクタンス素子(インダクタンス L), 交流電源からなる回路である. 交流電源は, 角周波数 ω , 初期位相 α の正弦波交流電圧源で, 電圧は $e(t)=E_0 \sin(\omega t + \alpha)$ である. また電流は $i(t)$ とおく. 時刻 $t=0$ でスイッチ S を

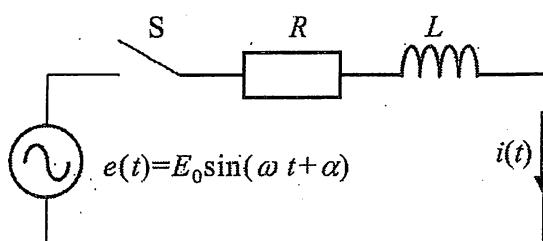


図 2

- 閉じた. $e(t), i(t)$ のラプラス変換を $E(s), I(s)$ として, 以下の問いに答えよ. なお $\cos(\omega t), \sin(\omega t)$ のラプラス変換はそれぞれ $\frac{s}{s^2 + \omega^2}, \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$ である.
- 1) $E(s)$ を $s, I(s), R, L$ を用いて表せ.
 - 2) $\alpha=0$ のとき, $I(s)$ を s, R, L, E_0, ω を用いて表せ.
 - 3) 2)の $I(s)$ を逆ラプラス変換することにより $i(t)$ を求めよ.
 - 4) R, L, E_0, ω の値は変化させず, α のみ変化させる. $t \geq 0$ で $i(t)$ が正弦波成分のみとなるとき α を求めよ.

(3) 図3は抵抗(抵抗値 R), インダクタンス素子(インダクタンス L), 負荷(インピーダンス Z), 交流電源からなる回路である. 電源は, 電圧 E , 角周波数 ω の正弦波交流電圧源とする. 電流を I とし, 負荷 Z にかかる電圧を V とする. なお, 太字は複素数を表している. 定常状態になったとき, 以下の問いに答えよ.

- 1) 電流 I を E, R, L, ω, Z を用いて表せ.
- 2) 電源の電流と電圧が同相であり, 負荷 Z で電圧が電流に対し 45 度遅れていた. このとき V, I, E の関係をベクトル図で表せ. なお, ベクトル図は I を基準とする. L, R とベクトルの大きさの関係もわかるように記述すること.
- 3) 2) のとき, $|V|$ を $L, R, |I|, \omega$ のうち必要なものを用いて表せ.

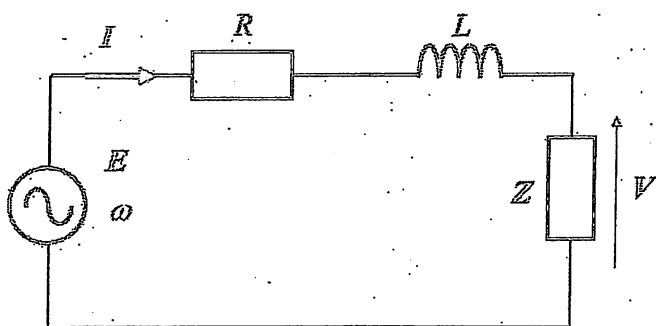


図3

図1のように、変圧器および2回線送電線を通じて発電機から無限大母線に電力を供給している三相对称の電力系統を考える。図1は一相分の等価回路を表し、 E_r および E_g はそれぞれ無限大母線および発電端母線における相電圧（対地電圧）の実効値であり、 E_r に対する E_g の位相は δ （進み位相）である。また、変圧器は漏れリアクタンス X_t のみ、送電線は直列の誘導性リアクタンス X （1回線あたり）のみで表され、 $X_t = X/2$ の関係がある。無限大母線に供給される一相分の無効電力 $Q_r = 0$ の場合について、以下の問いに答えよ。

- (1) 無限大母線と発電端母線との間におけるリアクタンス X_0 を求めよ。
- (2) E_r , E_g , X_0 および δ のうち必要なものを用いて発電機出力電流の複素ベクトル I を示せ。その際、 $Q_r = 0$ を反映すること。また、 E_r , E_g の複素ベクトル E_r , E_g と I との関係を表すベクトル図を示せ。
- (3) E_g および I と、発電端における一相分の有効電力 P_g および無効電力 Q_g との関係式を示せ。ただし、遅れ無効電力を正とする。また、この関係式に(2)で示した I を代入し、 E_r , E_g , X_0 および δ のうち必要なものを用いて P_g および Q_g を示せ。
- (4) 発電機への一相分の機械入力を P_M とする。 P_g と P_M との関係を示せ。ただし、発電機内部の損失は無視できる。

2回線で P_g を送電中に、時刻 $t = t_0$ において1回線が遮断された。1回線遮断後も E_r , E_g および P_M は変化しない状態で十分に時間が経過した後、電力系統は定常安定となり、 E_r に対する E_g の位相は δ_1 （進み位相）となった。以下の問いに答えよ。

- (5) 1回線遮断前の δ を用いて δ_1 を表せ。
- (6) $t = t_0$ において $\sin \delta = 0.5$ であった。 δ から δ_1 に至る過渡現象中の E_r に対する E_g の位相 $\delta_t(t)$ の時間変化に関する概念図（横軸：時間 t , 縦軸： $\delta_t(t)$ ）を示せ。なお、概念図の縦軸には90度の位置を記すこと。

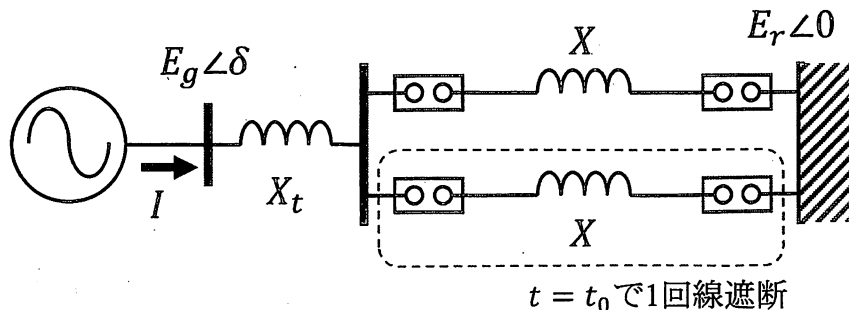


図 1

図1はNPNバイポーラトランジスタを用いたトランス結合増幅回路である。図2、図3はそれぞれトランジスタの I_C - V_{CE} 静特性、 I_B - V_{BE} 静特性である。 $E_{CE} = 17\text{V}$, $R_E = 50\Omega$, $R_L = 8\Omega$ として、以下の問いに答えよ。ただし、信号源 e_g は角周波数 ω の正弦波とする。また角周波数 ω では、回路中のコンデンサのインピーダンスを無視できるとする。計算において円周率 π は3.14として求めよ。

- (1) 図2のように交流負荷線が与えられる時、波形が歪むことなく、最大の交流出力電力を得るための動作点（コレクタ電流 I_C 、コレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} ）を求めよ。
- (2) (1)の時、抵抗の比 R_1/R_2 を求めよ。なお、動作点でのトランジスタのベース-エミッタ間電圧 $V_{BE} = 0.7\text{V}$ であり、ベース電流 I_B は R_1, R_2 に流れる電流に比べて十分に小さいとして無視せよ。
- (3) 整合トランス T_2 の巻数比 $n_1 : n_2$ を求めよ。
- (4) 最大交流出力電力 P_{out1} を求めよ。
- (5) (4)の時、電源効率 $\eta[\%]$ を求めよ。ただし、 R_1, R_2 で消費される電力は小さいとして無視せよ。
- (6) T_1 の巻数比が $1:1$ のとき、トランジスタの入力側で整合が得られた。抵抗 r_g を求めよ。
- (7) 最大交流出力電力が得られるとき、入力信号電圧 e_g の振幅を求めよ。
- (8) 電力増幅度 A_p （トランジスタへの交流入力電力と最大交流出力電力の比）を求めよ。また、電力利得 G_p [dB] を求めよ。 $\log_{10} 2 = 0.3$, $\log_{10} 5 = 0.7$ を用いてもよい。

次に、整合トランス T_2 と抵抗 R_L を取り外し、端子 ab 間に抵抗 $R_{L2} = 800\Omega$ を設置した。また、整合トランス T_1 と抵抗 r_g を取り外し、端子 cd 間に信号源 e_g を設置した。さらに、 $E_{CE} = 32\text{V}$ とし、抵抗の比 R_1/R_2 を変化させて、動作点での V_{BE} を 0.6V とした。以下の問いに答えよ。

- (9) 信号源 e_g の振幅を 0.2V としたときの出力電力の平均値 P_{out2} を求めよ。また、直流電源から供給される電力の平均値 P_{DC} を求めよ。ただし、 R_1, R_2 で消費される電力は小さいとして無視せよ。
- (10) 信号源 e_g の振幅を $0 \sim 0.2\text{V}$ の範囲で変化させる場合、ある値でコレクタ損失が最大値をとる。このときの I_C の波形のピーク値 I_{CM} を求めよ。

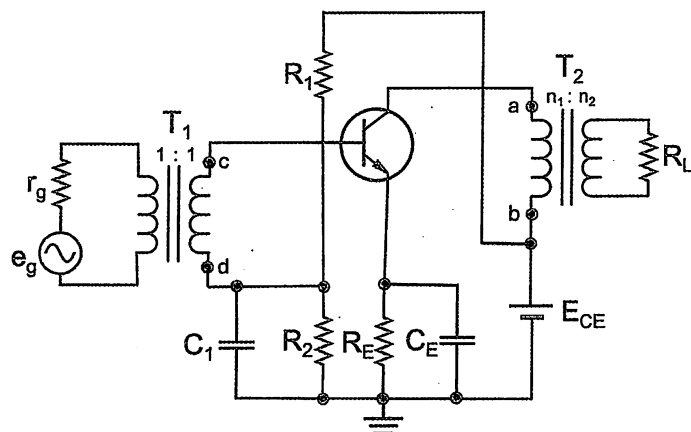


図 1

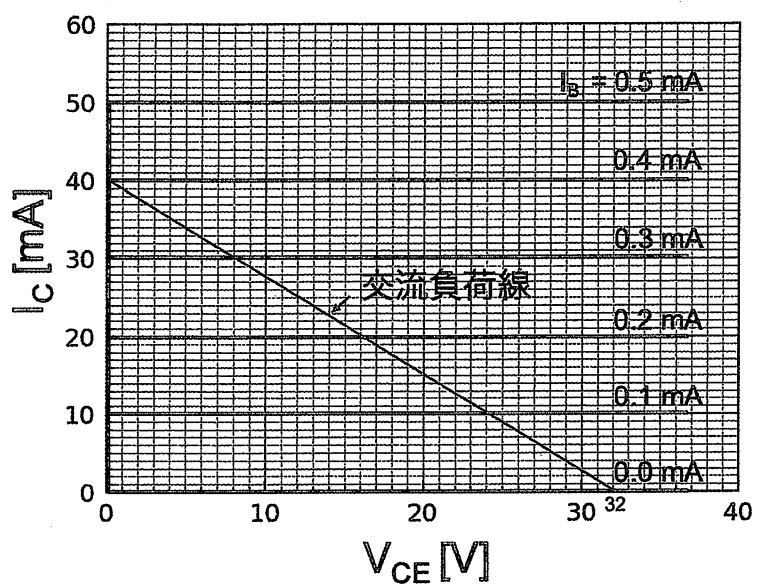


図 2

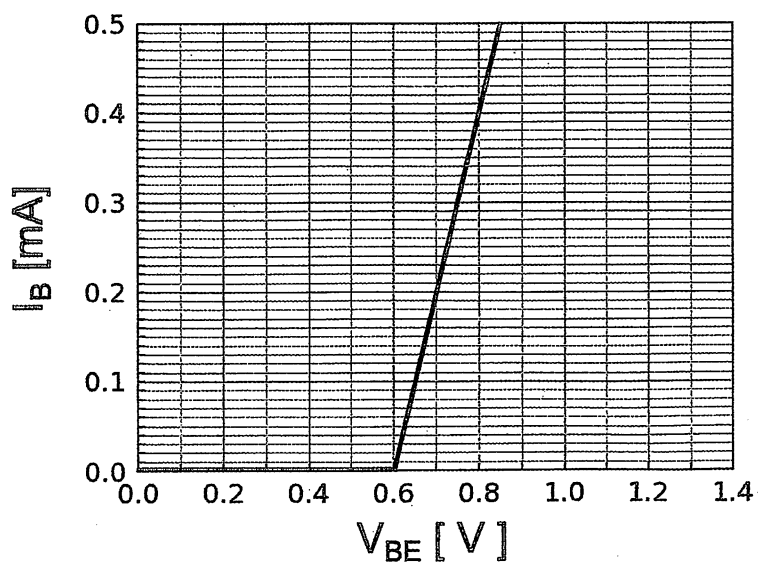


図 3

図 1 は格子定数が a であるダイヤモンド構造を示す。ダイヤモンド構造は面心立方格子を基本とする二原子格子を持つ。図中に示すように x, y, z 座標を定め、原点 O から格子点 A_1, A_2, A_3 へのベクトルをそれぞれ、基本並進ベクトル $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$ とする。また、それらに対応する逆格子空間の基本並進ベクトルを $\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$ とする。ただし、結晶面を表すミラー指数は、 x, y, z 軸により定義されるものとする。

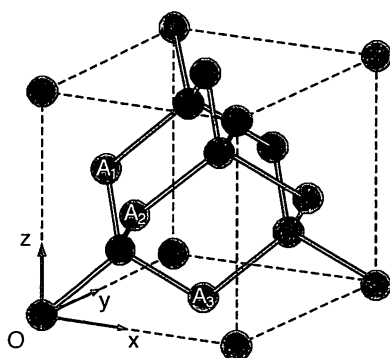


図 1

(1) 以下の問いに答えよ。

- 1) 面心立方格子の単位胞に含まれるすべての格子点の位置座標を a を用いて示せ。
- 2) 原点 O を含む基本単位構造に対して、これに含まれる 2 つの原子の位置座標を a を用いて示せ。
- 3) ダイヤモンド構造と同様に面心立方格子を基に構成され、異なる 2 種類の原子からなる結晶構造の名称、および代表的な材料を述べよ。
- 4) 格子点 A_1, A_2, A_3 を通る結晶面のミラー指数および、すべての等価な面のミラー指数を示せ。

- 5) 実格子の基本並進ベクトル $\mathbf{a}_i$ と逆格子の基本並進ベクトル $\mathbf{b}_j$ は次のような関係を持つ.

$$\mathbf{a}_i \cdot \mathbf{b}_j = 2\pi\delta_{ij} \quad (i, j = 1, 2, 3)$$

$\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$ を $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$ を用いて示せ.

- (2) 図 1 の結晶の (hkl) 面となす角 θ で波長 λ の X 線を照射したとき, (hkl) 面による n 次の回折が観測された. このときの (hkl) 面の面間隔を d_{hkl} , 対応する散乱ベクトル $\mathbf{G}_{hkl}$ とする. 以下の問いに答えよ.

- 1) d_{hkl} と λ の関係を示せ. またその関係の名称を答えよ.
- 2) $\mathbf{G}_{hkl}$ を, $\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$ の線型結合の形で示せ.
- 3) $|\mathbf{G}_{hkl}|$ と d_{hkl} の関係を示し, d_{hkl} を a, h, k, l を用いて表せ.

- (3) X 線の回折強度は, 以下の構造因子 S を用いて表される.

$$S = \sum_p f_p \exp(-i\mathbf{G} \cdot \mathbf{r}_p)$$

ただし $\mathbf{r}_p$ は単位胞内の p 番目の格子点の位置ベクトル, f_p はその格子点の構造因子, $\mathbf{G}$ は逆格子ベクトルとする. 以下の問いに答えよ.

- 1) 面心立方格子の (hkl) 面における散乱に対して, 構造因子 S_{fcc} を求めよ. ただし各格子点の構造因子はすべて F とする.
- 2) $S_{\text{fcc}} = 0$ となる条件を求めよ.

- (1) 図1の順序回路は、論理変数 x を入力とし、回路A、回路B、およびDフリップフロップ (D-FF) で構成される。回路A (入力 (x_1, x_2, x_3) , 出力 y) および回路B (入力 (x_1, x_2) , 出力 y) の真理値表を表1および表2に示す。
- 1) 回路A および回路B の論理関数を最小積和形 (項の数および各項が含む変数の数が必要最低限である積和形) で表せ。
 - 2) 図1の順序回路の状態を S_1S_2 と表記する ($S_1S_2 \in \{00, 01, 10, 11\}$ であり、状態01は $(S_1, S_2) = (0, 1)$ に対応する)。この順序回路の状態遷移図を示せ。状態間の遷移を矢印で表し、対応する x の値を矢印に添えること。
 - 3) 図2のように回路Aを構成する。点線部のそれぞれに、2入力のANDゲート、2入力のORゲート、2入力のNANDゲートのいずれか1つを当てはめ、図2を完成させよ (ヒント: 回路Aをまず和積形で表すとよい)。
 - 4) 回路Bを、2入力のNANDゲート2つのみを用いて構成せよ。

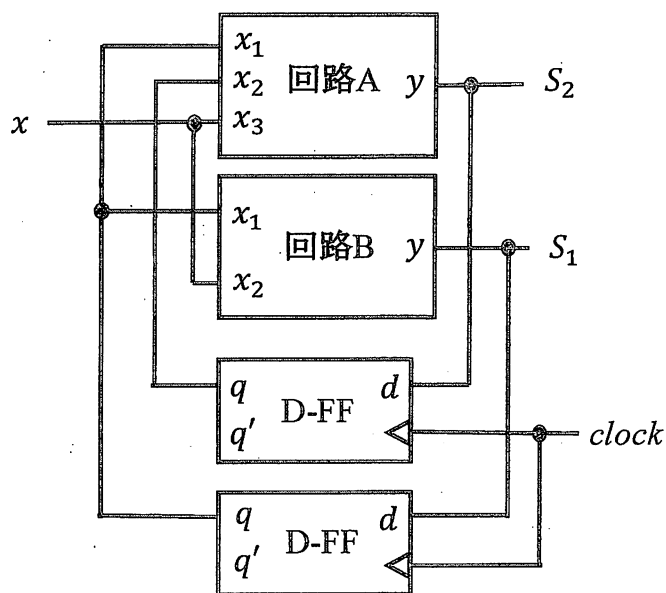


図1: 順序回路

表1: 回路Aの真理値表

x_3	x_2	x_1	y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

表2: 回路Bの真理値表

x_2	x_1	y
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

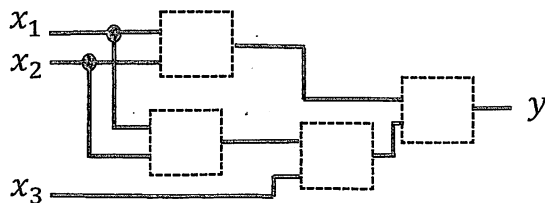


図2: 回路A

(2) 図3に示す回路Cにおいて, (x_1, x_2) を入力, y を出力, (c_1, c_2, c_3, c_4) を4ビットの制御信号とみなす.

- 1) $(c_1, c_2, c_3, c_4) = (1, 0, 1, 0)$ のとき, (x_1, x_2) と y の関係を表す真理値表を示せ.
- 2) 回路Cが回路B (表2) と等価になるような (c_1, c_2, c_3, c_4) を求めよ.
- 3) (c_1, c_2, c_3, c_4) を適切に設定することで, 1つの回路Cによって (x_1, x_2) についての任意の論理関数 (論理変数 (x_1, x_2) を入力とし1つの論理変数を出力する任意の関数) を実現できることを示せ.

(3) 図4のようにDフリップフロップ (入力 $(d, clock)$, 出力 (q, q')) を構成した.

- 1) 図4中の回路Dを2入力のORゲート, およびNOTゲートのみを用いて構成せよ. ただし, ゲートの総数は4以下とする.
- 2) 図5を答案用紙に正確に書き写し, Dフリップフロップのタイミング図を完成させよ. ただし, q の初期状態は0とし, 回路内部の遅延は無視する.

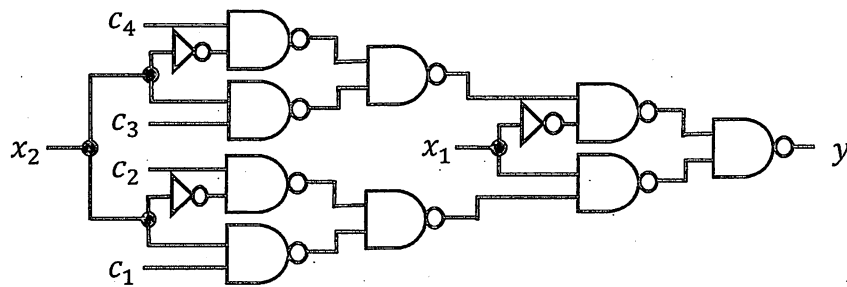


図3: 回路C

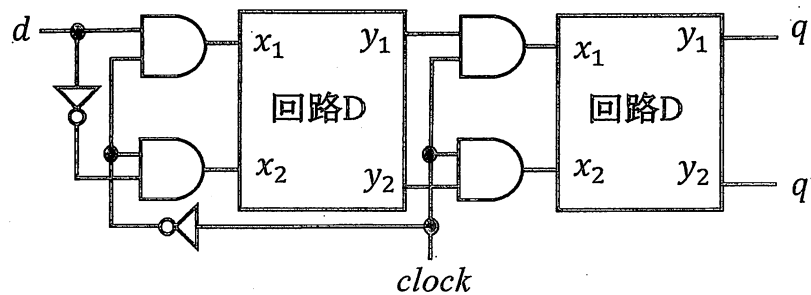


図4: Dフリップフロップ

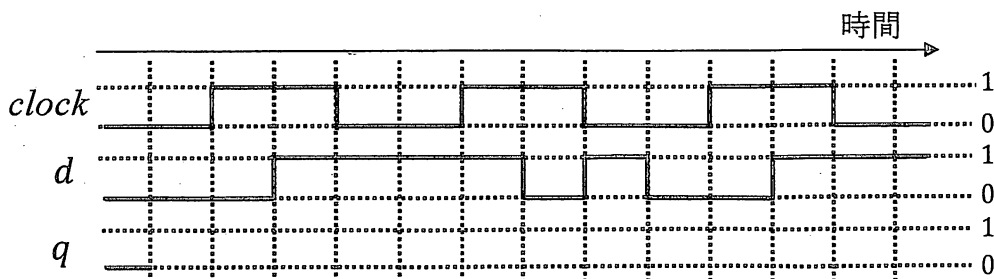


図5: Dフリップフロップのタイミング図

情報源と通信路に関する以下の問いに答えよ．情報量の単位は bit とし，計算過程を示しつつ回答すること．必要であれば $\log_2 3 = 1.58$, $\log_2 5 = 2.32$, $\log_2 7 = 2.81$ を用いてもよい．

- (1) 図 1 に示す，状態 S_i ，遷移確率 p_i ($i = 1, 2, 3, 4$) を持つ状態遷移図で表されるマルコフ情報源 L について以下の問いに答えよ．なお，図 1 中で “0 / p_1 ” は生起される記号が 0 で遷移確率が p_1 であることを示す．

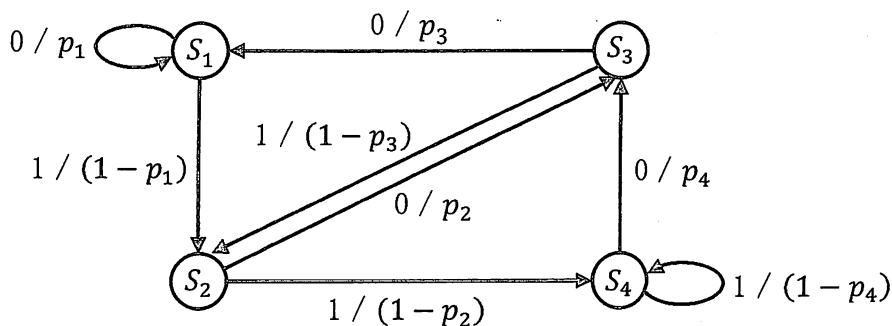


図 1: 状態遷移図

- 1) 情報源 L の状態遷移確率行列 P を示せ．
- 2) 初期状態を S_1 とするとき，2 単位時間後に状態 S_i ($i = 1, 2, 3, 4$) に到達する確率 $p_{11}^{(2)}$, $p_{12}^{(2)}$, $p_{13}^{(2)}$, $p_{14}^{(2)}$ をそれぞれ求めよ．ただし， $p_{ij}^{(t)}$ は初期状態を S_i ($i = 1, 2, 3, 4$) とするとき， t 単位時間後に状態 S_j ($j = 1, 2, 3, 4$) に到達する確率を表す．
- 3) 情報源 L の定常分布 (q_1, q_2, q_3, q_4) を求めよ．なお，定常分布とは，定常状態になった場合に状態が S_i ($i = 1, 2, 3, 4$) である確率 q_i を並べた確率分布 (q_1, q_2, q_3, q_4) のこととする．ただし $p_1 = 0.25$, $p_2 = 0.75$, $p_3 = 0.25$, $p_4 = 0.75$ とし，以降の問いにおいても全て同様とする．
- 4) 定常状態の情報源 L における記号 “0” の生起確率 p_L を求めよ．
- 5) 情報源 L のエントロピーを求めよ．

- (2) 記憶の無い情報源 L' から生起される記号を、図 2 に示す 2 元対称消失通信路で送信し、受信情報源 R を得ることを考える。ただし、情報源 L' が記号“0”を生起する確率は 0.5 とする。なお、図 2 において“ ϕ ”は消失を表す。

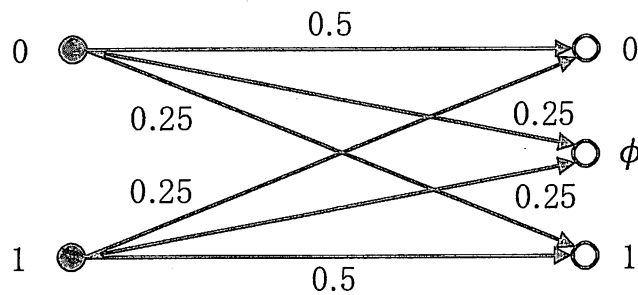


図 2: 通信路

- 1) 通信路行列 T を求めよ。
- 2) 記号“0”を受信する確率 $p_{Rx}(0)$, 記号“1”を受信する確率 $p_{Rx}(1)$, および受信記号が消失する確率 $p_{Rx}(\phi)$ を求めよ。
- 3) この通信路で伝送される相互情報量 $I(L'; R)$ を求めよ。
- 4) 以下に示す生成行列 G で与えられる $(7, 4)$ ハミング符号を用いて送信を行ったとき、受信された記号列が $(1, \phi, \phi, 1, 0, 1, 1)$ であった。このとき元の 4 ビットの情報ビットを推定せよ。ただし、消失しなかった受信ビットには誤りが生じていないものとする。

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

令和7年度実施 博士前期課程一般選抜口頭試問

専攻名	電気工学, 電子工学, 情報・通信工学
-----	---------------------

1人あたりの時間	5分程度
方法	対面
内容	(1)学習・研究意欲 (2)専攻分野の知識について問うことがある。
事前課題	(なし)

備考

(なし)
