平成２８年度　名古屋大学大学院工学研究科 博士課程（前期課程）
電子情報システム専攻

入学試験問題

専　　門

（平成２７年８月２６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２（電気回路論）、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

対称三相送電線路について考察する．図 1 は一相分の等価回路を表している．送電線路は 2 回線からなり，1 回線あたりの直列リアクタンスは X であり，抵抗分はないものとする．また，送電端および受電端の電圧はそれぞれ $\boldsymbol{E}_\mathrm{s} = E_\mathrm{s}\mathrm{e}^{j\phi}$ および $\boldsymbol{E}_\mathrm{r} = E_\mathrm{r}\mathrm{e}^{j0}$ である．ただし，ϕ は $\boldsymbol{E}_\mathrm{r}$ を基準とした $\boldsymbol{E}_\mathrm{s}$ の位相角で，$\phi > 0$ とする．以下の問いに答えよ．

(1) 受電端に流れる線路電流 $\boldsymbol{I}$ を求めよ． また，$\boldsymbol{I}$ ，$\boldsymbol{E}_\mathrm{s}$ および $\boldsymbol{E}_\mathrm{r}$ の関係をベクトル図を用いて示せ．

(2) 受電端における一相分あたりの有効電力 P_r および無効電力 Q_r を求めよ．ただし，遅れ無効電力を正とする．

(3) 図 1 に示す破線内の部分が，図 2 に示すような力率 $\cos\theta$（遅れ）の負荷と調相設備との並列接続で構成されている場合について，以下の問いに答えよ．

1) 負荷および調相設備における一相分あたりの無効電力をそれぞれ Q_1 および Q_2 とする．Q_1 および Q_2 を E_s，E_r，X，ϕ および θ を用いて表せ．

2) 調相設備はコンデンサあるいはリアクトルのいずれであるかを答え，その理由について説明せよ． ただし，ここでは $E_\mathrm{s}\cos\phi < E_\mathrm{r} < E_\mathrm{s}$ とする．

(4) 図 1 に示す破線内の部分が，図 3 に示すような無限大母線で構成されている場合について，以下の問いに答えよ．

1) 1 回線送電および 2 回線送電のときの電力-位相角曲線を図示せよ．また，それぞれの場合における定態安定極限電力を求めよ．

2) 2 回線送電から 1 回線送電に切り替えたときに過渡安定度が維持されるための条件を問(4) の 1)で描いた図を用いて論ぜよ．

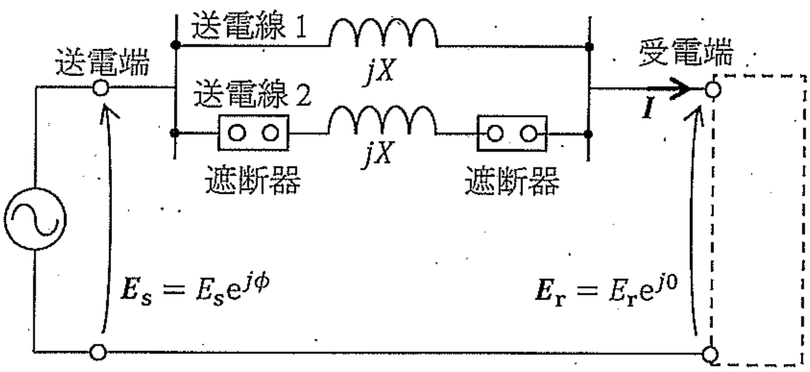

図 1 一相分の送電線路

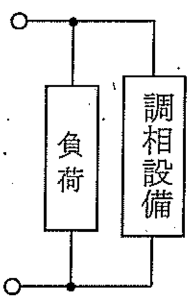

図 2

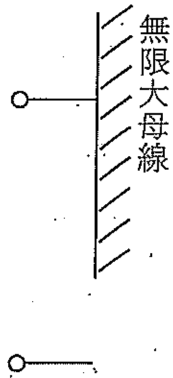

図 3

2

図１に示すように，抵抗，コイル，コンデンサおよびスイッチからなる回路が電圧源に接続されている．以下の問いに答えよ．

（１） 電圧源は角周波数ωの正弦波交流電圧源である．スイッチSは閉じている．以下の問いに答えよ．

1) 端子A−Bから見た回路の複素インピーダンス$\boldsymbol{Z}$を表せ．

2) ωを$0<\omega<\infty$の範囲で変化させた際の$\boldsymbol{Z}$の軌跡の概略を図示せよ．ただし，$\omega=1$のときの点を●で示せ．

（２） 電圧源は起電力４Ｖの直流電圧源である．スイッチSは閉じており，回路は定常状態である．$t=0$でスイッチSを開く場合について，以下の問いに答えよ．

1) Sを開いた直後について，回路に流れる電流$i(0)$ならびにコンデンサの電荷$q(0)$の値を求めよ．

2) $t\geqq 0$におけるコンデンサの電荷$q(t)$に関する微分方程式を求めよ．

3) Sを開いて十分に時間が経った後($t=\infty$)の$q(t)$の定常解$q_s(t)$を求めよ．

4) $q(t)$に関する微分方程式の過渡解$q_t(t)$を求めよ．

5) （２）の1)を考慮して一般解$q(t)$を求め，その時間変化の概略を図示せよ．

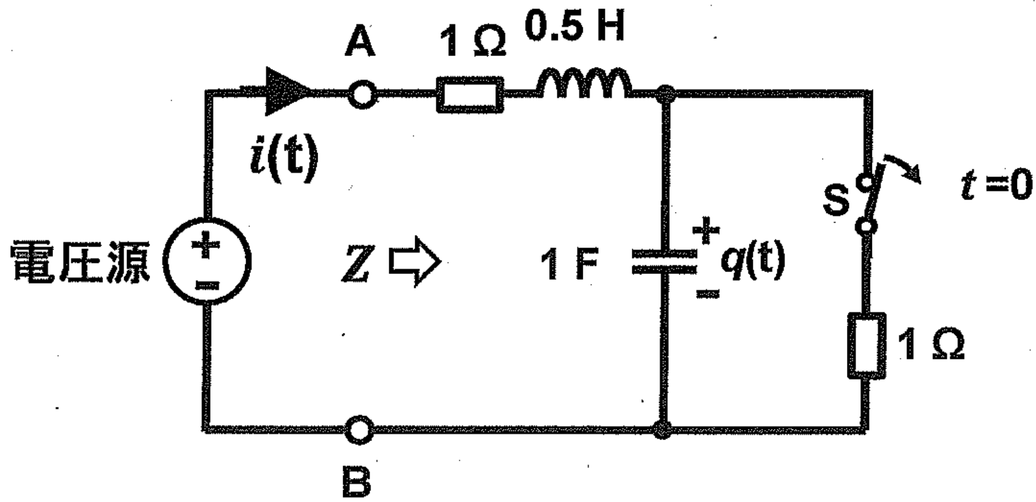

図1

$\boxed{3}$

演算増幅器（入力抵抗=∞，出力抵抗=0，電圧増幅度＝∞と仮定する）の回路について以下の問いに答えよ．

（1） 図１(a) の積分回路について，出力 V_o と入力 V_i の積分 $\int V_i\,dt$ の関係を導出せよ．

（2） 図１(a) の積分回路に図１(b)に示す入力 $V_i(t)$を与えたときの出力 $V_o(t)$を図示せよ．ただし，$t<0$ におけるコンデンサの電荷は０とする．

（3） 図２の増幅回路について V_o と V_1，V_2 の関係を R_1，R_2，R_3，R_4 を用いて表せ．

（4） 図２の回路が差動増幅回路として動作するための，各抵抗間の条件を求め，その場合の増幅度を示せ．

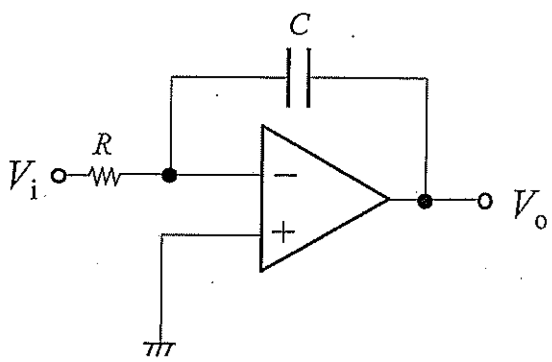

図1 (a)

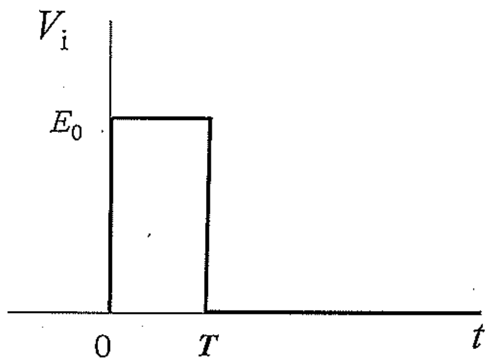

図1 (b)

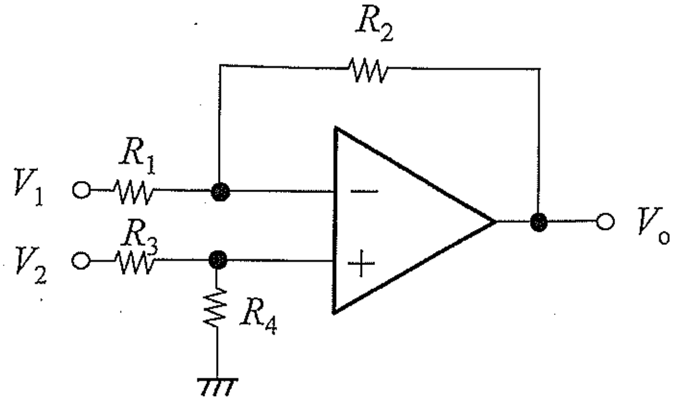

図２

4

図 1 に示すポテンシャル $V(x)$に対して，$x = -\infty$から$+x$方向に進み，入射する電子の運動について考える．ただし，電子のエネルギーを E，質量を m，プランク定数 h の$1/(2\pi)$を$\hbar$とし，さらに $V_0 < E < V_1$ であるものとする．

(1) 領域（1）（$x<0$）において，時間に依存しない 1 次元のシュレーディンガー方程式の解$\varphi_1(x)$は，$+x$ 方向に進む入射波と$-x$ 方向に進む反射波との和として次のように書ける．

$$\varphi_1(x) = Ae^{ik_1x} + Be^{-ik_1x}$$

ただし，A，B およびk_1は定数である．k_1を E を用いて表せ．

(2) 領域（3）（$x>a$）において，$-x$ 方向に進む電子の流れは無いものと仮定すれば，時間に依存しない 1 次元のシュレーディンガー方程式の解$\varphi_3(x)$は次のように書ける．

$$\varphi_3(x) = Ce^{ik_3x}$$

ただし，C およびk_3は定数である．k_3を E および V_0 を用いて表せ．

(3) 領域（2）（$0<x<a$）において，時間に依存しない 1 次元のシュレーディンガー方程式の解$\varphi_2(x)$を，減衰定数γを用いて表せ．また，γを E および V_1 を用いて表せ．

(4) $x=0$ および$x=a$ における境界条件を，$\varphi_1(x)$，$\varphi_2(x)$および $\varphi_3(x)$を用いて示せ．

(5) 確率の流れの密度Jは，波動関数φを用いて次のように表される．

$$J = \frac{i\hbar}{2m}\{(\nabla\varphi^*)\varphi - \varphi^*(\nabla\varphi)\}$$

領域（1）（$x<0$）および領域（3）（$a<x$）のそれぞれの領域におけるJを示せ．ただし，φ^*は，φの複素共役関数である．

(6) $x<0$ の領域から $x>a$ の領域への電子の透過率 T を A および C を用いて表せ．

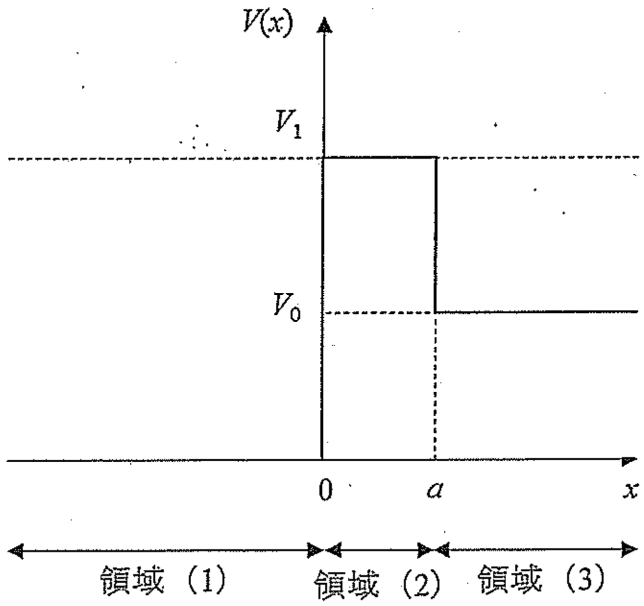

図 1

5

次の問に答えよ．

(1) 図1の回路の入力 a, b に，図2に示すように信号を与える．ここで，信号に生じているパルスは，回路の出力が安定するために十分な幅を持つとする．出力 c, d それぞれについて，時刻 t_1 と t_2 における値を示せ．その際，その導出過程を論理式を用いて示せ．

(2) 図1に示した回路と，必要ならばAND, OR, NOTゲートを使用して，Dラッチを構成せよ．なお，入力端子を d_l，出力端子を q_l, q_l'，クロック端子を ck とせよ．ここでDラッチとは $ck = 1$ の時に $q_l = d_l$ となり，$ck = 0$ の時は q_l の値を保持する回路である．また，その導出過程についての説明を加えよ．

(3) (2) で答えた回路と，必要ならばAND, OR, NOTゲートを使用して，ポジティブエッジDフリップフロップを構成せよ．なお，入力端子を d，出力端子を q, q'，クロック端子を ck とせよ．また，その導出過程についての説明を加えよ．

(4) 次のような順序回路を構成することを考える．ビット系列を入力とし，それを先頭から1ビットずつ順に検査し，“11” または “101” なるパターンを発見した時，1を出力し，それ以外の場合，0を出力する．ここで，この順序回路は，これらのパターンのいずれかを発見したら，改めて，続く1ビットがパターンの先頭に一致するかどうかから検索を開始するものとする．

1) この順序回路が実現すべき状態遷移図を示せ．ここで，状態遷移を表す矢印には，遷移の際の入力 u と出力 v とを “u/v” の形式で付記せよ．

2) 上記状態遷移を実現する順序回路を，図3に示すように n 個のDフリップフロップを用いて構成する．ただし，n は，(4) 1) で求めた状態遷移図における状態を表現するために必要な最小の数である．破線で囲まれた部分に実現すべき論理における入力 $(q_1, \ldots, q_n, u)$ と出力 $(d_1, \ldots, d_n, v)$ の関係を表す真理値表を書け．

3) 上記真理値表より，$d_1, \ldots, d_n, v$ を出力する論理式を，入力 $(q_1, \ldots, q_n, u)$ の最も簡単な積和論理形式で表せ．

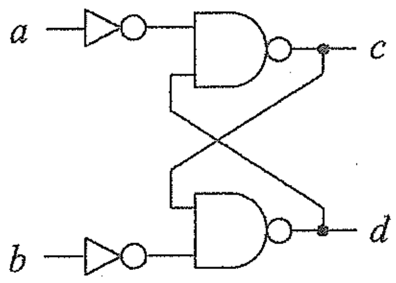

図 1: 回路

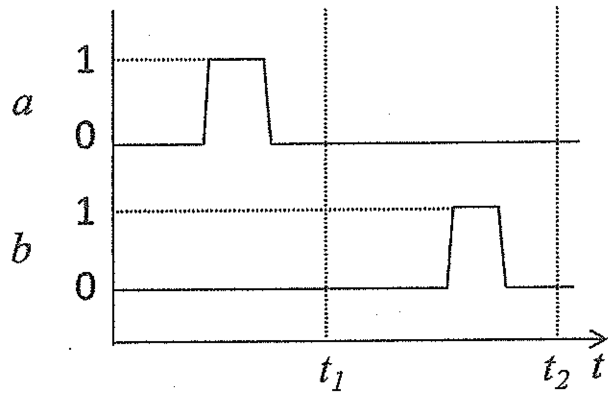

図 2: 入力 a, b に与える信号のタイミングチャート

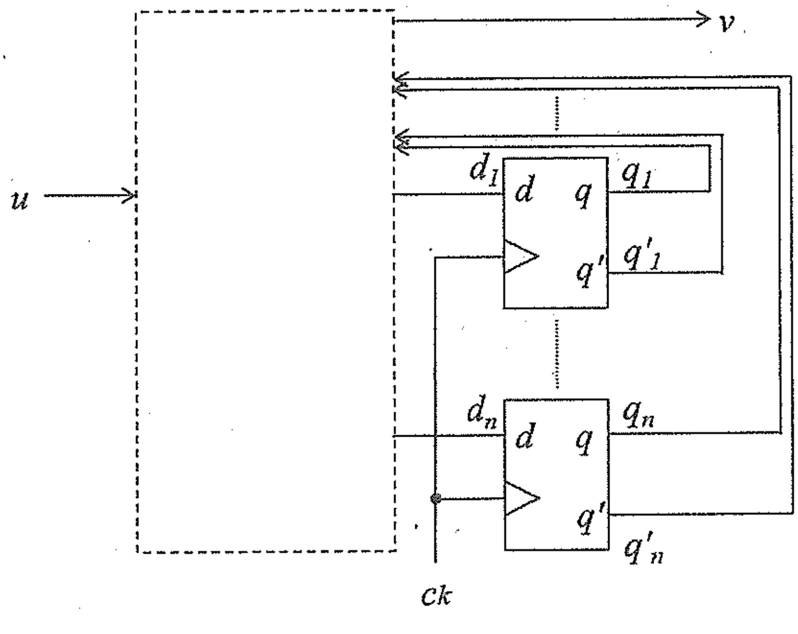

図 3: 順序回路

6

(1) 80種のシンボル $A_1, A_2, \ldots, A_{80}$ を等確率で生成する情報源がある．この情報源に対し2元ハフマン符号化を行ったときの平均符号長を求めよ．

(2) n 種のシンボル $B_1, B_2, \ldots, B_n$ をそれぞれ確率 $p_1, p_2, \ldots, p_n$ で生成する情報源 L がある．ただし $1 > p_1 \geq p_2 \geq \cdots \geq p_n > 0$ とする．$i = 1, 2, \ldots, n$ に対し，累積確率 P_i を

$$P_i = \begin{cases} 0 & (i = 1) \\ P_{i-1} + p_{i-1} & (i \geq 2) \end{cases}$$

と定義し，P_i の2進小数表示の小数第1位から小数第 $\lceil -\log_2 p_i \rceil$ 位までを並べたものをシンボル B_i の符号語とする．ただし $\lceil x \rceil$ は x 以上の整数で最小のものを表し，P_i の桁数が足りない場合は必要なだけ0を後続させるものとする．この符号について以下の問いに答えよ．

1) $n = 4$ とし，$p_1 = 0.5$，$p_2 = 0.25$，$p_3 = 0.125$，$p_4 = 0.125$ の場合の B_1, B_2, B_3, B_4 の符号語をそれぞれ求めよ．

2) $i = 1, 2, \ldots, n-1$ に対し，B_{i+1} の符号語の長さは B_i の符号語の長さ以上であることを示せ．

3) この符号の平均符号長 ℓ と情報源のエントロピー $H(L)$ の間には

$$H(L) \leq \ell < H(L) + 1$$

の関係が成り立っていることを示せ．

4) $i = 1, 2, \ldots, n-1$ に対し，B_i の符号語は，B_{i+1} の符号語の接頭語 (prefix) にはならないことを示せ．

5) この符号は瞬時符号であることを示せ．ある符号が瞬時符号であるとは，どの符号語も自分自身以外の符号語の接頭語にならないことである．