

電子情報学専攻 専門

平成20年8月27日(水) 9時00分～11時30分 実施

問題数 6題 (このうち3題を選択して解答すること)

注意

1. 指示があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子の本文は全部で7頁ある。落丁、乱丁、印刷不鮮明なものがあれば申し出ること。
3. 3題を選択して解答せよ。6題中どの3題を選択してもよい。1枚の答案用紙に1つの問題の解答を書くこと。必要があれば裏面を使用してよい。
4. 答案用紙上部左側に解答した問題の番号を書くこと。また答案用紙上部右側の記入欄に受験番号を必ず記入すること。答案の提出前に、これらを記入したかを必ず確認すること。
5. 答案は必ず3題分を提出すること。解答した問題が3題未満であっても3題のそれぞれについて問題番号と受験番号を記入した答案用紙を提出のこと。
6. 解答は日本語または英語で記述すること。
7. この問題冊子と計算用紙は、試験終了後回収する。持ち帰ってはならない。

余白

第 1 問

図 1 のような等価回路で表現できる通信線路がある. 送信者側, 受信者側ともに抵抗 R を回路につないでいる. 送信者側は図 2 のように $t=0$ で電圧 $u_s(t)$ を 0 から u_0 にステップ状に立ち上げる. この初期時刻 $t=0$ においてキャパシタおよびインダクタに蓄積されたエネルギーはなかったものとする.

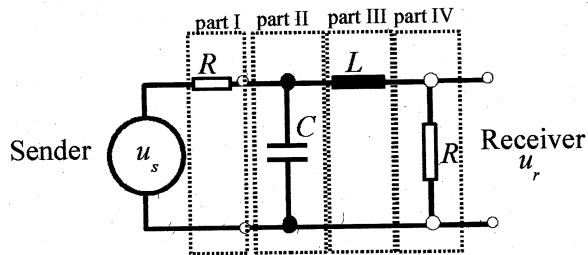


図 1

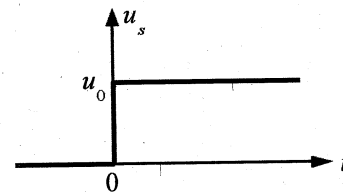


図 2

- (1) 図 1 の part I に相当する図 3 で, 四端子回路として左から右への信号の伝達を

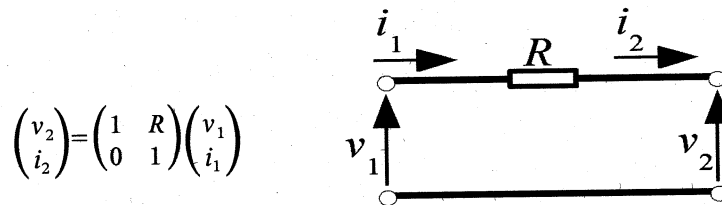


図 3

と F 行列を用いて表すことができる. これに倣い, part II から part IV のそれぞれの F 行列をラプラス演算子 s を用いて書け.

- (2) (1)の結果を用い $\begin{pmatrix} v_r \\ i_r \end{pmatrix} = F_{\text{TOTAL}} \begin{pmatrix} v_s \\ i_s \end{pmatrix}$ として, 図 4 に示すこの線路全体の F 行列 F_{TOTAL} を計算せよ.

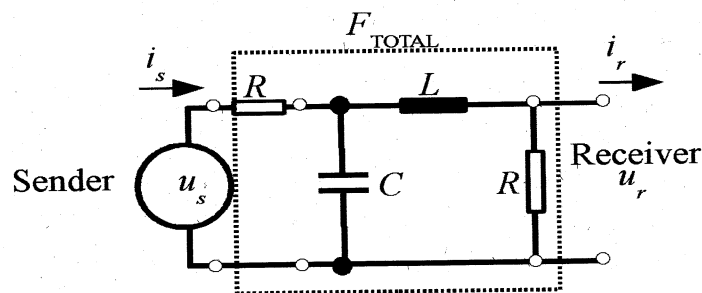


図 4

(3) (2)の結果から送受信者間の電圧の伝達関数 $G(s)=\frac{U_r(s)}{U_s(s)}$ を計算せよ. ただし, ここで

$u(t)$ のラプラス変換を $U(s)$ などとする. この回路では, 送信者側, 受信者側ともに終端抵抗

R は $R=\sqrt{\frac{L}{C}}$ となるよう調整されている. $RC=\tau$ として式を整理せよ.

(4) (3)の結果を用いて, $U_r(s)=G(s)\frac{u_0}{s}$ を求めよ. $x=\tau s$ において

$\left\{ \frac{A_1}{x} + \frac{A_2(x+1)}{(x+1)^2+1} + \frac{A_3}{(x+1)^2+1} \right\} u_0 \tau$ の形に部分分解せよ.

(5) (4)の結果とラプラス変換表を用いて, 受信側の電圧波形 $u_r(t)$ を計算せよ.

表

$f(t)$	$F(s)$
$1(t \geq 0)$	$\frac{1}{s}$
e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
$e^{-bt} \sin at$	$\frac{a}{a^2+(s+b)^2}$
$e^{-bt} \cos at$	$\frac{s+b}{a^2+(s+b)^2}$
$t e^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$

第2問

クロックに同期して0または1が入力される信号線 A がある。 A への入力を3クロックごとに区切ったとして、その中に1個以上の1を含むとき、区切りの最後のクロックで出力1を生じるような同期式順序回路を作りたい。図1にこの回路の動作例を示す。

クロック	1	2	3	4	5	6
入力	0	0	0	1	0	1
出力	0	0	0	0	0	1

図1

- (1) 状態遷移図を作成せよ。
- (2) 状態数が最少になるように状態遷移図を簡単化せよ。
- (3) 状態遷移表を作成せよ。
- (4) カルノー図を書け。
- (5) この順序回路を設計し、MIL 記号(図参照)を用いて図示せよ。なお、ここで用いて良い論理素子は、AND, OR, NOT(以上の素子は入力数4以下), Dフリップフロップ, JKフリップフロップのみとする。

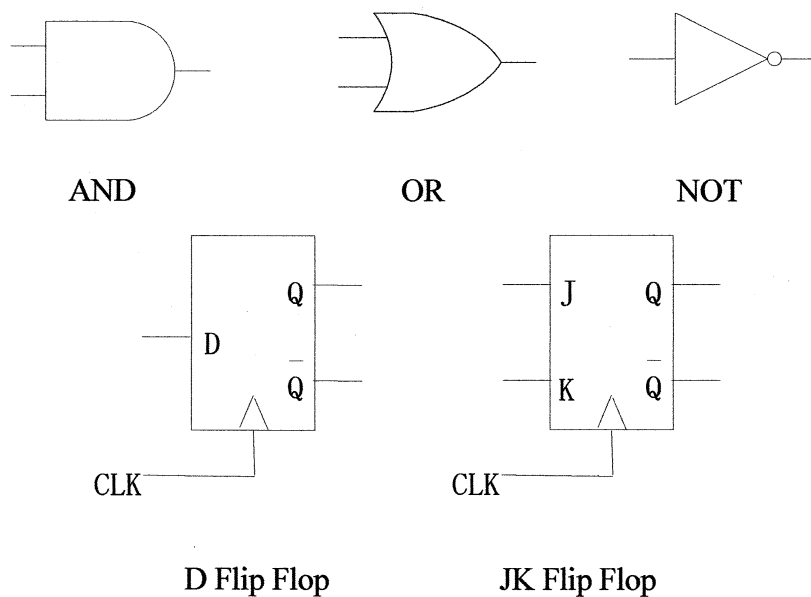


図2

第3問

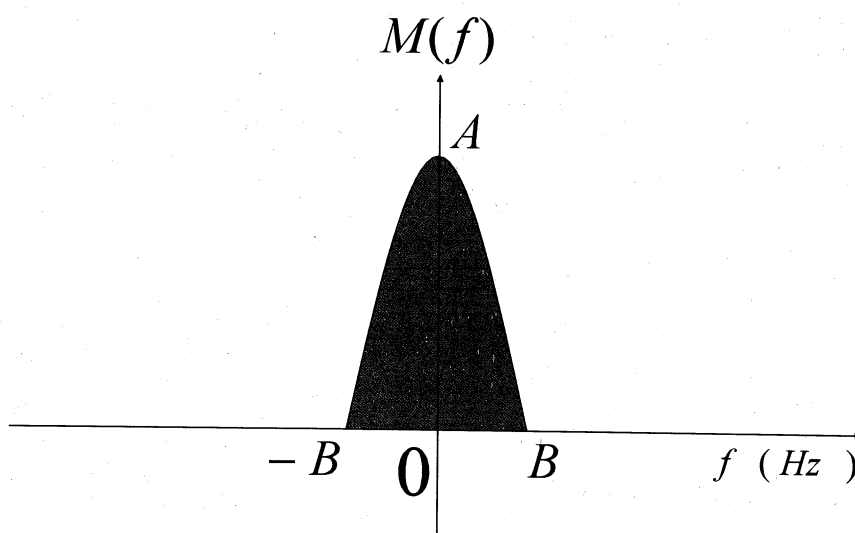
データベースシステムについて以下の問に答えよ。

- (1) 関係データベースの特徴について述べよ。
- (2) 大学における講義の受講管理システムを考える。教員は講義を行い、学生は講義を受講する。講義は、講義の名称、講義室などの属性によって管理されるであろう。学生は複数の講義の受講登録が可能である。教員は複数の講義を担当することがある。管理が必要であると想定される属性を考え、リレーショナルデータベースのスキーマを設計しなさい。それぞれのリレーションのキー属性も示しなさい。なお簡単のため、ひとつの講義は一人の教員によって行われるものとする。
- (3) (2) で得られたスキーマを用い、名前が A である教員が行う講義を受講する学生の名前を検索する問い合わせを SQL で記述しなさい。
- (4) (3) の問い合わせを高速化するために、索引を導入することが考えられる。よく利用される索引の種類、構造、特徴について説明しなさい。また、どの属性に索引をつけることにより、高速化が実現されるか説明しなさい。
- (5) 名前が B である教員が行う全ての講義を受講する学生の名前を検索する問合せを関係代数で記述しなさい。

第4問

下図のフーリエ変換 $M(f)$ を持つ、帯域幅 $B[\text{Hz}]$ のベースバンド信号 $m(t)$ について、以下の設問に答えよ。

- (1) $m(t)$ により、周波数 $f_c > 2B [\text{Hz}]$ の搬送波 $\cos(2\pi f_c t)$ を振幅変調する。このとき、変調された信号 $x(t) = m(t) \cos(2\pi f_c t)$ のフーリエ変換 $X(f)$ を図示せよ。
- (2) $m(t)$ を標本化周波数 $f_s > 2B [\text{Hz}]$ で標本化した信号 $y(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} m(nT_s) \delta(t - nT_s)$ のフーリエ変換 $Y(f)$ を図示せよ。ここで、 $T_s f_s = 1$ 、また、 $\delta(t)$ はデルタ関数(単位インパルス関数)であり、 $\delta(t) = 0 \ (t \neq 0)$ 、 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$ である。
- (3) 標本化定理におけるエイリアシング歪とは何か、数行で簡単に説明せよ。図を使ってもよい。
- (4) $x(t)$ を標本化周波数 $f_s = f_c$ で標本化した信号 $z(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT_c) \delta(t - nT_c)$ のフーリエ変換 $Z(f)$ を図示せよ。ここで、 $T_c f_c = 1$ である。
- (5) $z(t)$ から $m(t)$ を復号するために必要な理想フィルタの機能を述べよ。



第5問

携帯電話各社は多様な料金プランを提供して加入者獲得競争を展開している. 加入者はポアソン生起に従って電話を掛けるものとし, また通話時間は十分短いという単純なモデルでプランの有利・不利を比較することを考える.

- (1) ポアソン生起について簡単に説明せよ.
- (2) ある加入者は一ヶ月間に平均 λ 回の電話を掛けるものとする. この加入者が t ヶ月の間に k 回の電話を掛ける確率 $P_k(t)$ を示せ. なお簡単のため, どの月も同じ日数であるとする.
- (3) (2)を用いて, 電話を掛ける間隔が指数分布に従うことを示せ.
- (4) $\sum_{k=0}^{\infty} P_k(t)$ 及び $\sum_{k=0}^{\infty} kP_k(t)$ を求めよ. 結果のみ記せばよい.
- (5) 次の三つのプランを比較する.

バーゲンプラン(D社):通話時間に関わらず月 10 通話までは基本料金の 900 円. 11 通話以上の場合は1通話につき 100 円.

プレーンプラン(A社):基本料金 200 円で無料通話なし. 通話時間に関わらず 1 通話につき 70 円.

イエロープラン(S社):通話回数・通話時間によらず基本料金月 1000 円の定額で電話が掛け放題.

一ヶ月に平均 10 回の電話を掛ける加入者にとって最も有利なプランはどれか示せ. 必要であれば $10^{10} \times \exp(-10)/10! = 0.125$ を用いて良い.

第6問

次式に示す N 点の離散フーリエ変換について考える.

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn} \quad (k = 0, 1, 2, \dots, N-1)$$

ただし, $W_N = e^{-j\frac{2\pi}{N}}$ である. また, $N = 2^c$ (c は正の整数) の場合のみを考える.

- (1) 系列 $x(n)$ の添え字 n が偶数の場合, 奇数の場合と分けて考えた場合, 次式が成り立つことを証明せよ.

$$X(k) = \sum_{r=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2r) W_{\frac{N}{2}}^{rk} + W_N^k \sum_{r=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2r+1) W_{\frac{N}{2}}^{rk} \quad \left(r = 0, 1, 2, \dots, \frac{N}{2} \right)$$

- (2) (1)を利用して, $N=4$ の場合の時間間引き Fast Fourier Transform (FFT) の信号流れ図を図示せよ.
- (3) 系列 $x(n)$ を長さが $N/2$ の2つの系列: $x(0), x(1), \dots, x(N/2 - 1)$ と, $x(N/2), x(N/2 + 1), \dots, x(N-1)$ に分けて考えた場合, 次式が成り立つことを証明せよ.

$$X(k) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x(n) W_N^{nk} + W_N^{\frac{Nk}{2}} \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x\left(n + \frac{N}{2}\right) W_N^{nk}$$

- (4) (3)を利用して, $N=4$ の場合の周波数間引き FFT の信号流れ図を図示せよ.
- (5) なにも工夫しない離散フーリエ変換, 時間間引き FFT, 周波数間引き FFT それぞれについて, 乗算回数について論ぜよ. ただし, W_N^k は予め与えられているものとする.

第1問 正誤表

(日 英 2箇所ずつ) F行列定義の左右のベクトルの添字逆転

- (1) 図1の part I に相当する図3で, 四端子回路として左から右への信号の伝達を

$$\text{誤} \quad \begin{pmatrix} v_2 \\ i_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & R \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ i_1 \end{pmatrix} \quad \text{正} \quad \begin{pmatrix} v_1 \\ i_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & R \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_2 \\ i_2 \end{pmatrix}$$

とF行列を用いて表すことができる. これに倣い, part II から part IV のそれぞれのF行列をラプラス演算子 s を用いて書け.

- (2) (1)の結果を用い $\text{誤} \quad \begin{pmatrix} v_r \\ i_r \end{pmatrix} = F_{\text{TOTAL}} \begin{pmatrix} v_s \\ i_s \end{pmatrix}$ $\text{正} \quad \begin{pmatrix} v_s \\ i_s \end{pmatrix} = F_{\text{TOTAL}} \begin{pmatrix} v_r \\ i_r \end{pmatrix}$ として, 図4に示すこの線路全体のF行列 F_{TOTAL} を計算せよ.

Fig. 2

- (1) The F-matrix of the four terminal circuit in Fig. 3, which corresponds to the part I in Fig. 1,

is described as $\text{誤} \quad \begin{pmatrix} v_2 \\ i_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & R \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ i_1 \end{pmatrix}$ $\text{正} \quad \begin{pmatrix} v_1 \\ i_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & R \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_2 \\ i_2 \end{pmatrix}$. Write the F-

matrices of part II through IV in Fig. 1 in the same way using the Laplace operator s .

- (2) Using the result of (1), calculate the F-matrix F_{TOTAL} of the total transmission line, where

$$\text{誤} \quad \begin{pmatrix} v_r \\ i_r \end{pmatrix} = F_{\text{TOTAL}} \begin{pmatrix} v_s \\ i_s \end{pmatrix} \quad \text{正} \quad \begin{pmatrix} v_s \\ i_s \end{pmatrix} = F_{\text{TOTAL}} \begin{pmatrix} v_r \\ i_r \end{pmatrix} \quad \text{in Fig. 4.}$$

余白