

電子情報学専攻 専門

平成13年8月28日(火) 13時00分～15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。

第 1 問

図 1 の回路について、以下の問に答えよ。

- (1) $i(t)$ を求めるための微分方程式を立てよ。
- (2) 電源電圧 $V(t)$ が $V(t) = V_1 \sin \omega t$ で与えられるとき、 $i(t)$ を求めよ。
- (3) $V(t)$ が時刻 $t=0$ でステップ状に 0 から電圧 V_2 まで変化したとき、 $i(t)$ を求めてそれを図示せよ。
- (4) $V(t)$ が図 2 に示す波形で表されるとき、 $i(t)$ を求めてそれを図示せよ。

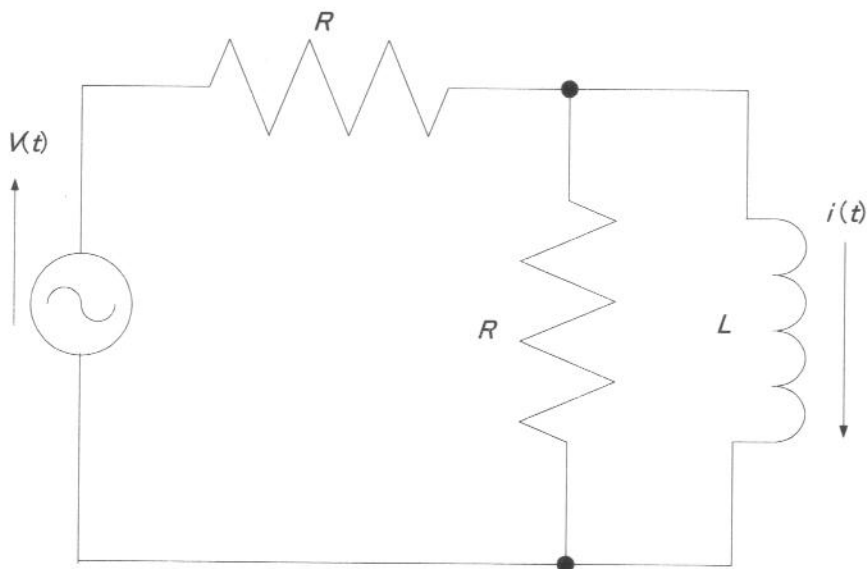


図 1

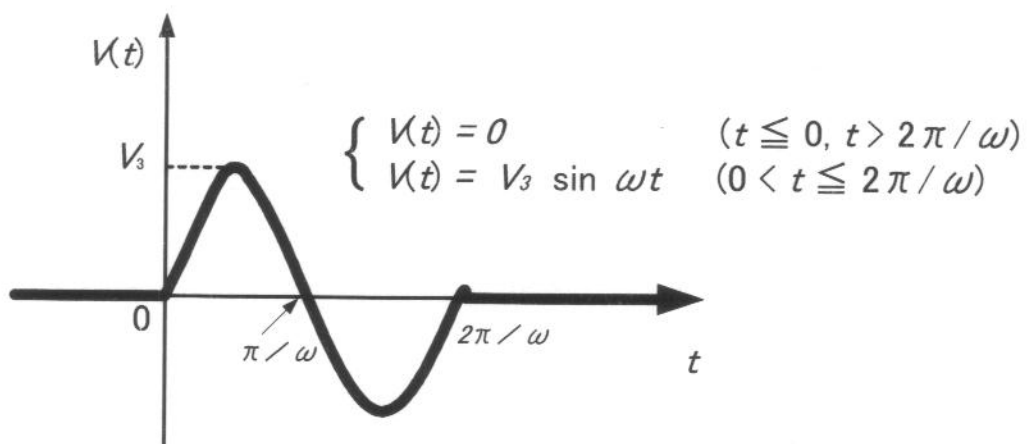


図 2

第2問 バスシステムに関して以下の問いに答えなさい。

(1) バスシステムの役割を述べるとともに、商用バスの例を一つあげよ。

(2) バス上に複数の能動的ユニットが接続されている場合、バスの利用権の競合を解決するための回路が必要となる。今、4つのユニット U_0, U_1, U_2, U_3 が有るものとする。それぞれのバスリクエストを R_0, R_1, R_2, R_3 の4つとする。優先順位を、0, 1, 2, 3の順で低くし、この固定的優先順位でバスグラント(バス利用許可信号) G_0, G_1, G_2, G_3 を生成する回路(図1参照)を示せ。

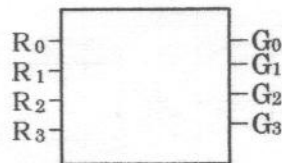


図1 4入力固定の優先順位バス競合解決回路

(3) 優先順位を固定的に設定するのではなく、現時点で R_i のリクエストが受理された場合、次の時点では R_i が最下位となり、 $R_{i+1}, R_{i+2}, R_{i+3}, R_{i+4}$ (但し、番号はモジュロ4で数えるものとする)の順番で低くなるバス利用優先権が与えられるような巡回的優先順位バス競合解決回路を構成したい。(2)で導いた図1の回路を構成部品として利用して当該回路を示せ。

(4) (3)で示した回路を更に3つ並べた12入力のシステムを考える。3つをA, B, Cと名付けるものとする(図2を参照)。A, B, Cの順で固定的に優先順位を低くするものとする。しかし、Cが長期に選択されない場合を回避すべく、次のような機能を付加する。Aが3回連続して選択された場合、Bが連続して2回選択された場合、あるいは、Aが2回連続して選択された後にさらにBが一回選択された場合、これらの3つの場合において、その直後にCがリクエストを発行するとA, Bのリクエストの有無に拘わらずCが選択されるような回路を作成したい。状態遷移図を書くとともに、図2における回路Xの論理図を示せ。

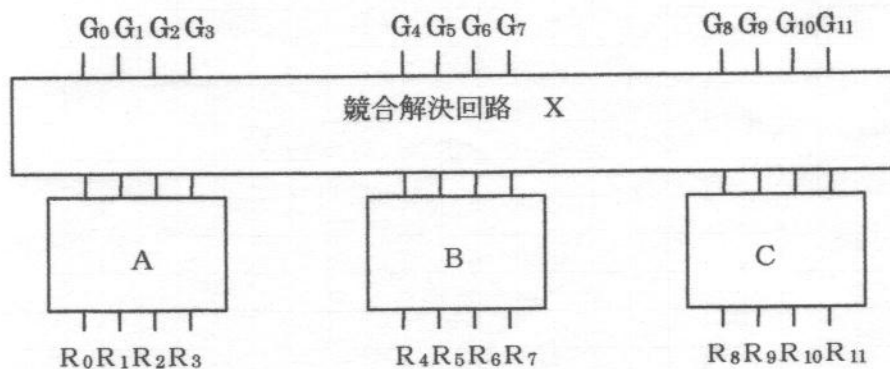


図2 3つの巡回的優先順位バス競合解決回路を含む12バスリクエスト競合解決回路

第3問

2つの正整数 A, B ($A > B$) に対して,

$$Ax + By = \text{GCD}(A, B)$$

なる整数 x, y を求める手続きにユークリッドのアルゴリズムがある. ただし, $\text{GCD}(A, B)$ は A と B の最大公約数 (A, B をともに割り切る正整数のうち最大のもの) を表す.

以下は, $A = 1260, B = 264$ を例にとり, ユークリッドのアルゴリズムの進行を図示したものである.

$$1260 - 4 \cdot 264 = 204,$$

$$264 - 1 \cdot 204 = 60,$$

$$204 - 3 \cdot 60 = 24,$$

$$60 - 2 \cdot 24 = 12,$$

$$24 - 2 \cdot 12 = 0.$$

以上より, $\text{GCD}(1260, 264) = 12$ であって,

$$204 = 1 \cdot 1260 - 4 \cdot 264,$$

$$60 = 264 - 1 \cdot (1 \cdot 1260 - 4 \cdot 264)$$

$$= -1 \cdot 1260 + 5 \cdot 264,$$

$$24 = (1 \cdot 1260 - 4 \cdot 264) - 3 \cdot (-1 \cdot 1260 + 5 \cdot 264)$$

$$= 4 \cdot 1260 - 19 \cdot 264,$$

$$12 = (-1 \cdot 1260 + 5 \cdot 264) - 2 \cdot (4 \cdot 1260 - 19 \cdot 264)$$

$$= -9 \cdot 1260 + 43 \cdot 264.$$

次の手続き $\text{ExEuclid}(A, B)$ は, ユークリッドのアルゴリズムをプログラムにしたものである.

(次ページへ続く)

```

1: ExEuclid(A, B) {
2:   /* A > B > 0 */
3:   a, b = A, B;
4:   x', x = 0, 1;
5:   y', y = 1, 0;
6:   while (b ≠ 0) {
7:     q = a div b;
8:     r = a mod b;
9:     a, b = b, r;
10:    x', x = (P), x';
11:    y', y = (Q), y';
12:  }
13:  return x, y;
14: }

```

ただし、上のプログラムで、

•

$$p, q = E, F;$$

のような記法 (3, 4, 5, 9, 10, 11 行目) は、右辺の式を全て評価した後で各変数を対応する式の評価値で置き換える (同時代入)。

- $a > b > 0$ に対して、 $(a \text{ div } b)$ と $(a \text{ mod } b)$ は、 $a = bX + Y$, $0 \leq Y < b$ を満たす整数 X, Y をそれぞれ表す。

(1) 上記の (P), (Q) 部に適切な式を入れよ。

(2) ループの先頭、つまり 6 行目を実行する直前で、以下の条件が常に成り立つことを証明せよ。

$$Ax + By = a,$$

$$Ax' + By' = b,$$

$$\text{GCD}(a, b) = \text{GCD}(A, B).$$

(3) 上記のプログラムが停止し、正しい答えを返す (つまり 13 行目を実行する際に、 $Ax + By = \text{GCD}(A, B)$ が成り立つこと) を証明せよ。

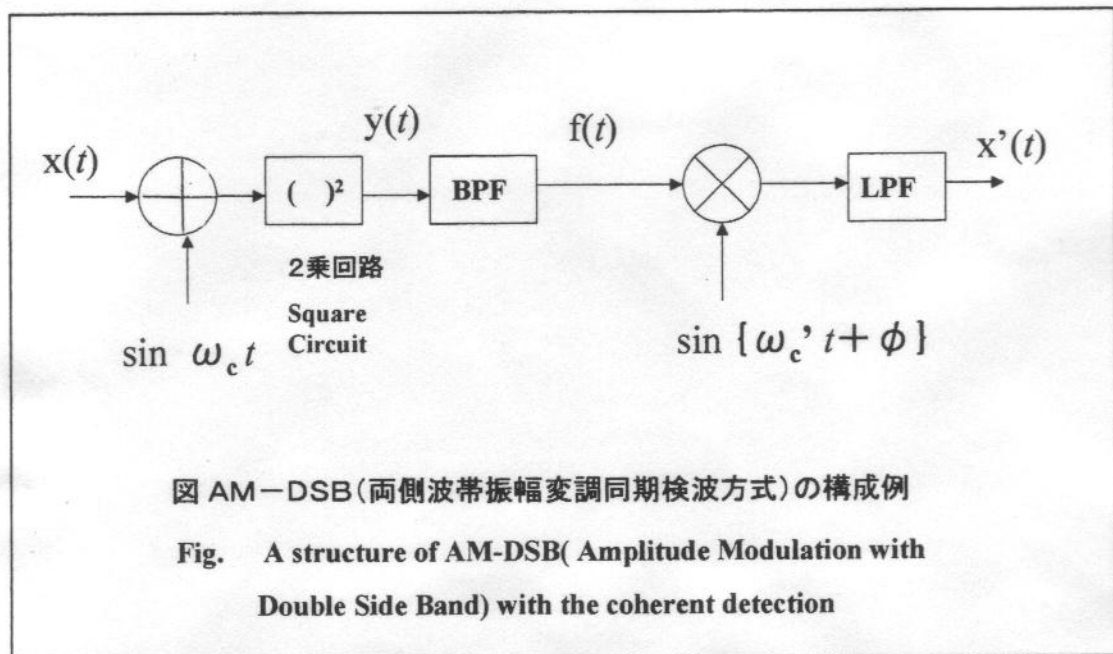
第4問

下図は AM-DSB 変調信号の変復調回路の 1 例である。復調側の BPF (帯域通過フィルタ) の通過帯域は、

$$\omega_c - \omega_0 < \omega < \omega_c + \omega_0$$

である。

- (1) 入力信号 $x(t)$ が単一正弦波 $\sin \omega_m t$ のとき 2 乗回路の出力信号 $y(t)$ の周波数スペクトルをフーリエ変換によって求めよ。
- (2) この方式で正しく DSB 信号が得られるためには、 $x(t)$ の最高角周波数成分 ω_m と搬送波角周波数 ω_c との間にどのような関係があればよいか。ただし、 $\omega_m < \omega_c$ とする。
- (3) AM-DSB 変調信号を同期検波する場合、復調用搬送波の位相が変調側のその位相と ϕ だけずれた場合、どのような歪が生じるかを求めよ。
- (4) 同様に、復調用搬送波角周波数 ω_c' が変調側の搬送波角周波数 ω_c とずれた場合どのような歪が発生するか求めよ。
- (5) 上記同期検波方式と非同期検波方式の一種である包絡線検波方式との利害得失を簡潔に述べよ。



第5問

- (1) インターネットにおける IP パケット(ユニキャストパケット)の配送には、経路制御プロトコル(Routing Protocol)が必要となる。経路制御には 4 種類の動作形態が存在する。この 4 種類のルーティングを簡単な説明とともに列挙せよ。
- (2) 比較的小規模のネットワークにおいて広く適用されている経路制御プロトコルとして RIP(Routing Information Protocol) がある。RIP では、30 秒ごとに、各ノードが独立に、隣接ノードに対して経路ベクトルを広告する。経路ベクトルは、 $d(i, j)$ で表現される。ただし、 i は宛先のノード、 j は隣接ノードで、 $d(i, j)$ はノード i に隣接ノード j を経由して IP パケットを転送する時の、コスト値(=通過するノード数)を表している。RIP においては、 $d(i, j)$ の経路ベクトルを隣接するノードとの間だけで交換し、以下の式で与えられる計算を行い、最適(=コスト値が最小)の経路を求めている。 $d(i, j) = \min\{d(i, k) + d(k, j) \mid k \text{ は隣接ノード}\}$ $d(i, j)$ は 4 ビットの整数($0 \leq d(i, j) \leq 15$)で表現されており、最大値は接続していないと解釈される。また、同じコストの経路が存在する時には、ノードの番号がより小さい隣接ノードを経由する経路が選択されるものとする。
- (2-1) 図 1 のトポロジーのネットワークにおいて、ノード 6 がリンク (g) およびリンク (h) で接続され、図 2 の構成に変化した。ノード 6 が接続されて、全ノードにおける経路表が安定するまでに必要な時間を答えよ。
- (2-2) 図 2 のトポロジーのネットワークにおけるノード 1 の経路表を示せ。なお、経路表は、{宛先ノード、中継リンク、コスト}を行ベクトルとする、宛先ノード数だけの行数を持つ表で表現するものとする。
- (2-3) リンク (a) が切断された。ノード 1 からノード 6 への IP パケットの転送経路を、切断前、切断後最初の経路情報の広告後 0-30 秒間、30 秒後から 60 秒後、3 つの場合で示せ。なお、問題を簡単にするために、各ノードからの経路情報の広告は、同時刻に行われるものとする。
- (2-4) リンク (a) が切断され、40 秒後にリンク (f) が切断された。ノード 1 からノード 2 へのパケットがどのように転送されるか、また、ノード 1 の経路表がどのように変化するか述べよ。

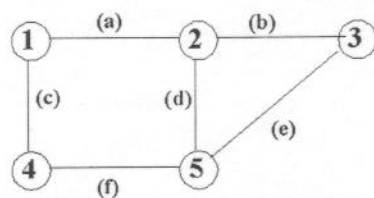


図 1

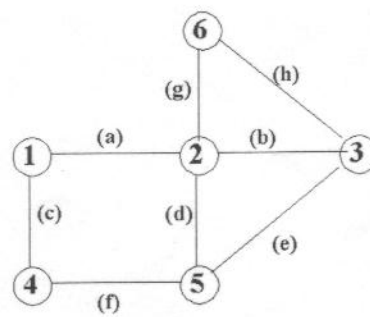


図 2

第6問

川の東岸に、二人の村人と二人の赤鬼と一そうの船がある。村人も赤鬼もこの船をこぐことができ、この船の定員は二名である。この船を使って村人と赤鬼を西岸に移したい。村人が一人と赤鬼が二人になると村人は赤鬼に食われてしまう。

- (1) 東岸で可能な状態を列举せよ。ただし、状態は、(村人の人数、赤鬼の人数)の様に、村人の人数を最初に、赤鬼の数を二番目にした数字のペアで表し、村人の人数の大きいものから順に、村人の数が同じ場合は赤鬼の数が大きいものが先になるように辞書式に状態を列举せよ。なお、各状態にこの順に A1, A2, ... と名前を付ける。
- (2) 船が東岸から西岸に動いた場合、東岸では、上にあげたどの状態からどの状態への遷移が可能か？
- (3) 東岸での遷移をあらわす遷移行列を書け。ただし、行を最初の状態、列を遷移後の状態とせよ。この遷移行列では遷移可能な要素は1、不可能な要素は0である。
- (4) 船が東岸、西岸と一往復したことを遷移行列（あるいはその変形）の行列演算として表現せよ。
- (5) 東岸から西岸に全員が移るということは、行列演算の結果がどうなることを意味するのか？
- (6) 実際に、上記の結果を得る行列演算を行え。
- (7) 先の行列演算の途中結果を解析し、全ての村人と赤鬼が西岸に移る手順の全てを示せ。その際その手順を得た解析結果も説明せよ。