平成25年度前期
電気工学科5年生

情報ネットワーク工学

中間試験予想問題

問題1＜p.11，例1.1＞
次式で与えられる周期$T = 6$の矩形パルス列$x(t)$のフーリエ級数を求めよ．

$$x(t) = \begin{cases} 1, & |t| \le 1 \\ 0, & -3 \le t < -1, 1 < t \le 3 \end{cases}$$

問題2＜p.15　例1.3＞
次式で与えられる矩形パルス$x(t)$のフーリエ変換を求めよ．

$$x(t) = \begin{cases} 1, & |t| \le \tau \\ 0, & |t| < \tau \end{cases}$$

問題3＜p.21　問1＞
信号$x(t) = \sqrt{2}\cos(5\pi t) - \sqrt{2}\sin(5\pi t)$を$x(t) = A\cos(2\pi f t + \theta)$と変形して振幅$A$，周波数$f$，位相$\theta$，平均電力$P$を求めよ．

問題4（a）＜p.45，式(4.3)＞

変調信号を

$$m(t) = \sin(2\pi f_m t)$$

とし，振幅変調された信号を

$$v(t) = A[1 + km(t)]\cos(2\pi f_c t + \phi)$$

とする．

1. $v(t)$を各周波数の成分に展開せよ．
2. $v(t)$が有する周波数を求めよ．
3. 各周波数に対する振幅を求めよ．
4. 各周波数に対する平均電力を求めよ．
5. 搬送波成分（f_c）と信号成分（$f_c \pm f_m$）の電力比を求めよ（信号電力／搬送波電力）．
6. （5）の電力費を最大にするkを求めよ．

問題4（b）＜p.45，式(4.3)＞

変調信号を

$$m(t) = \sin(2\pi f_m t)$$

とし，振幅変調された信号を

$$v(t) = Am(t)\cos(2\pi f_c t + \phi)$$

とする．

1. $v(t)$を各周波数の成分に展開せよ．
2. $v(t)$が有する周波数を求めよ．
3. 各周波数に対する振幅を求めよ．
4. 各周波数に対する平均電力を求めよ．

問題5＜pp.47-49，図4.4-4.6＞

$m(t)$を変調信号，$v(t)$を振幅変調された信号とする．

$$v(t) = A[1 + km(t)]\cos(2\pi f_c t + \phi)$$

$m(t)$の周波数成分は$|f| < 4kHz$に分布し，
$f_c = 100kHz$であるとする．

1. $v(t)$ の周波数成分が分布する周波数帯域（または，周波数）を求めよ．
2. $v(t)$を通過域が$100kHz \le f \le 104kHz$，その他の周波数が阻止域であるBPFを通して $y(t)$ を得た．$y(t)$は次のいずれであるか？(a)両側波帯信号，(b)単側波帯信号，(c)残留側波帯信号．

問題6＜p.47，図4.4／p.53，式(4.15)＞

$m(t)$を変調信号，$v(t)$を振幅変調された信号とする．

$$v(t) = A[1 + km(t)]\cos(2\pi f_c t + \phi)$$

$m(t)$の周波数成分は$|f| \le 4kHz$に分布し，$f_c = 100kHz$とする．$v(t)$に同期復調を行い$y(t)$を得た．

$$y(t) = v(t)\cos(2\pi f_c t + \phi)$$

1. $v(t)$の周波数成分が分布する周波数帯域（または，周波数）を求めよ．
2. $y(t)$の周波数成分が分布する周波数帯域（または，周波数）を求めよ．
3. $y(t)$を通過域が$|f| \le 4kHz$である低域通過フィルタを通して得た信号を$z(t)$とする．$z(t)$に含まれる信号を求めよ．

問題7＜p.54，式(4.16)～(4.19)＞

$m(t)$を変調信号，$v(t)$を振幅変調された信号とする．

$$v(t) = A[1 + km(t)]\cos(2\pi f_c t + \phi)$$

$m(t)$の周波数成分は$|f| \le 4kHz$に分布し，$f_c = 100kHz$であるとする．$v(t)$に2乗復調を行い$y(t)$を得た．

$$y(t) = \left(B + v(t)\right)^2$$

1. $v(t)$の周波数成分が分布する周波数帯域（または，周波数）を求めよ．
2. $y(t)$の周波数成分が分布する周波数帯域（または，周波数）を求めよ．
3. $y(t)$を通過域が$|f| \le 4kHz$である低域通過フィルタを通して得た信号を$z(t)$とする．$z(t)$に含まれる信号を求めよ．

問題１１＜pp.60-63＞

次の$v(t)$は周波数変調された信号である．

$$v(t) = A\cos(2\pi f_c t + \beta \sin(2\pi f_m t) + \phi)$$
$$f_c = 1MHz, f_m = 20kHz, \beta = 2$$

1. 瞬時周波数$f_i(t)$の分布範囲を求めよ．
2. 占有帯域$B = 2\Delta f_{max}$を求めよ．
3. 次の周波数成分に対する振幅をベッセル関数を用いて表し，その概数を求めよ．
   ＜式(5.21)，(5.23)，図5.4＞
   $$f_c, f_c \pm f_m, f_c \pm 2f_m$$

問題8＜pp.45-47＞

次の信号の平均電力を求めよ．

1. $x(t) = A\cos(2\pi f_1 t + \phi_1)$
2. $y(t) = A\cos(2\pi f_1 t + \phi_1) + B\cos(2\pi f_2 t + \phi_2)$
   $$f_1 = f_2, \phi_1 = \phi_2$$
3. $z(t) = A\cos(2\pi f_1 t + \phi_1) + B\cos(2\pi f_2 t + \phi_2)$
   $$f_1 \ne f_2$$

問題9＜p.44，図4.1＞

次の信号の概略図を書け．但し，$k = 0.5$とする．

$$m(t) = \cos(2\pi f_m t), f_m = 1kHz$$
$$v(t) = [1 + km(t)]\cos(2\pi f_c t), f_c = 10kHz$$

周波数変調信号の周波数と振幅の関係　pp.61-63

$$v(t) = A\left\{J_0(\beta) + 2\sum_{n=1}^{\infty} J_{2n}(\beta)\cos(2n2\pi f_m t)\right\}\cos(2\pi f_c t + \varphi)$$
$$-A\left\{2\sum_{n=0}^{\infty} J_{2n+1}(\beta)\sin((2n+1)2\pi f_m t)\right\}\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

$$2J_{2n}(\beta)\cos(2n2\pi f_m t)\cos(2\pi f_c t + \phi)$$
$$= J_{2n}(\beta)\{\cos[2\pi(f_c + 2nf_m)t + \phi]$$
$$+\cos[2\pi(f_c - 2nf_m)t + \phi]\}$$

$$-2J_{2n+1}(\beta)\sin((2n+1)2\pi f_m t)\sin(2\pi f_c t + \phi)$$
$$= J_{2n+1}(\beta)\{\cos[2\pi(f_c + (2n+1)f_m)t + \phi]$$
$$-\cos[2\pi(f_c - (2n+1)f_m)t + \phi]\}$$

問題１０＜pp.59-61＞

次の$v(t)$は周波数変調された信号である．

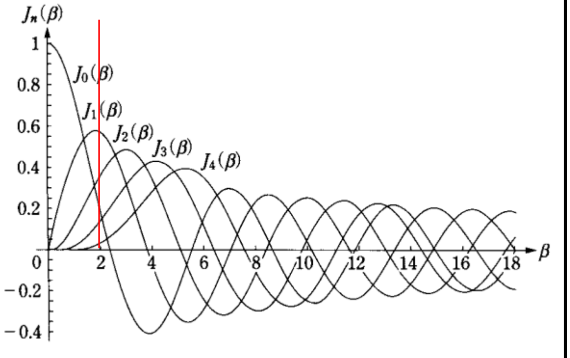
$$v(t) = A\cos(2\pi f_c t + \beta \sin(2\pi f_m t) + \phi)$$

1. 位相を時間tで微分し，$1/2\pi$倍することにより，瞬時周波数$f_i(t)$を求めよ．
   $$f_i(t) = f_c + \beta f_m \cos(2\pi f_m t)$$
2. $f_i(t)$の最大（周波数）偏移Δf_{max}を求めよ．
   $$\Delta f_{max} = \beta f_m$$
3. 変調指数βの意味を説明せよ．
   $$\beta = \Delta f_{max}/f_m$$
   瞬時周波数$f_i(t)$が変調信号の周波数f_mの何倍まで偏移するかを表している．

$$v(t) = A\sum_{\ell=-\infty}^{\infty} J_\ell(\beta)\cos[(2\pi f_c + 2\pi \ell f_m)t + \varphi]$$

$$\begin{cases} J_{2n}(\beta) = J_{-2n}(\beta) & (n = 0,1,2,\cdots) \\ J_{2n-1}(\beta) = -J_{-(2n-1)}(\beta) & (n = 0,1,2,\cdots) \end{cases}$$

$$f_c + lf_m \to AJ_l(\beta), \quad l = \cdots, -1, 0, 1, \cdots$$



● 図 5・4　ベッセル関数 $J_n(\beta)$ のグラフ ●

問題15＜pp.44-45, p.48, pp.52-53＞

一般に振幅変調の信号は次式で与えられる.

$$v(t) = A[1 + km(t)]\cos(2\pi f_c t + \phi)$$

1. 過変調とはどのような状態か述べよ.
2. 過変調のときに包絡線検波（復調）が出来ない理由を述べよ.
3. 過変調のときに利用できる復調方式を述べよ.
4. 包絡線検波（復調）を行う回路を示し，その動作を述べよ.

問題12＜p.58, 図5.1＞

次の信号の概略図を書け．但し，$k = 0.5$とする.

$$v(t) = A\cos(2\pi f_c t + \beta\sin(2\pi f_m t) + \phi)$$

$$f_c = 100kHz, f_m = 10kHz, \beta = 2$$

$$f_i(t) = f_c + \beta f_m \cos(2\pi f_m t)$$

瞬時周波数は80kHz～120kHzで変化する.
変調信号の最大値で120kHz，最小値で80kHz
このような関係を示す図を書く.

問題13＜p.49＞

10人の音声信号を振幅変調により100kHz～140kHzに周波数分割多重する．音声は全て0～4kHzに帯域制限されているものとする．また，振幅変調された後，上側波帯が帯域通過フィルタにより取り出されるものとする．10人の音声信号に対する搬送波周波数を求めよ.

問題14＜p.48, p.62＞

0～4kHzに帯域制限された音声信号を振幅変調（AM）と周波数変調（FM）で送信する場合に必要とする帯域幅を求めて，それらの大小を比較せよ．但し，AMでは両側波帯信号とし，FMでは変調指数を$\beta = 2$とする．また，FMでは等価的に$f_m = 4kHz$と考える.