

情報ネットワーク工学 (後期)

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.

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

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.

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

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 θ , 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 $100kHz \leq f \leq 104kHz$, 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 $|f| \leq 4kHz$ 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 $|f| \leq 4kHz$ 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 $|f| \leq 4kHz$ 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.

$$y(t) = (B + v(t))^2$$

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 $|f| \leq 4kHz$ 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. $z(t) = A\cos(2\pi f_1 t + \phi_1) + B\cos(2\pi f_2 t + \phi_2)$
 $f_1 \neq f_2$

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.

$$m(t) = \cos(2\pi f_m t), f_m = 1\text{kHz}$$

$$v(t) = [1 + km(t)]\cos(2\pi f_c t), f_c = 10\text{kHz}$$

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.

問題 1 1 <pp.60-63>

次の $v(t)$ は周波数変調された信号である.

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

$$f_c = 1\text{MHz}, f_m = 20\text{kHz}, \beta = 2$$

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>

$$f_c, f_c \pm f_m, f_c \pm 2f_m$$

周波数変調信号の周波数と振幅の関係 pp.61-63

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

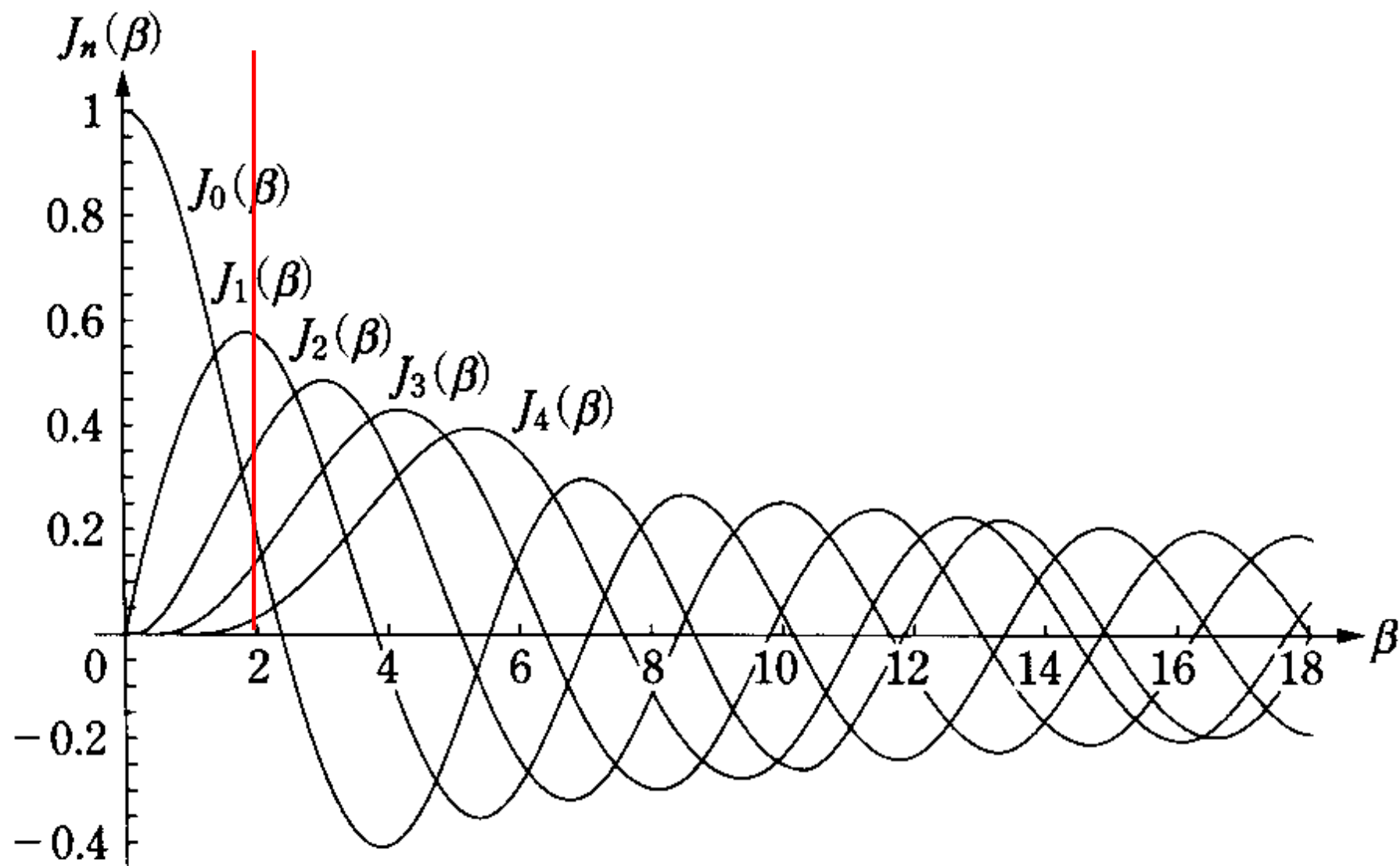
$$\underbrace{2J_{2n}(\beta) \cos(2n2\pi f_m t) \cos(2\pi f_c t + \phi)}_{\text{}} \\ = J_{2n}(\beta) \{ \cos[2\pi(f_c + 2nf_m)t + \phi] \\ + \cos[2\pi(f_c - 2nf_m)t + \phi] \}$$

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

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

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

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



● 図 5・4 ベッセル関数 $J_n(\beta)$ のグラフ ●

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.

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

$$f_c = 100\text{kHz}, f_m = 10\text{kHz}, \beta = 2$$

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

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な帯域幅を求めて, 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.

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.