

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

期末試験問題

2013.8.7

### 問題3

OFDMにおいて送信信号は次のように表される。

$$a(t) = \sum_{n=0}^{N-1} A_n h(t) e^{j2\pi f_n t}, 0 \leq t \leq T_s$$

$$A_n (= \pm 1) \text{はデータ情報} \quad h(t) = \begin{cases} 1, & 0 < t \leq T_s \\ 0, & t \leq 0, t > T_s \end{cases}$$

受信信号を $r(t)$ とする。伝送路が理想的であるとして、 $r(t) = a(t)$ とする。 $k$ 番目の復調信号は次式で表される。

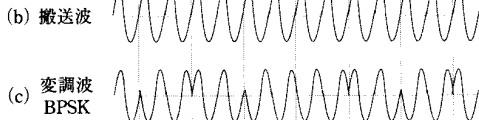
$$R_k(T_s) = \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} r(t) e^{-j2\pi f_k t} dt$$

1.  $R_k(T_s)$ を上記の積分を計算し、加算器と $\Delta f$ を用いて表せ。ただし、 $f_n = f_0 + n\Delta f$ とする。
2.  $R_k(T_s) = A_k$ となる一般的な条件(サブキャリア間の直交条件)を求めよ。さらに、その中で $\Delta f T_s$ が最小となる条件(OFDM信号に対応)を求めよ。

### 問題1

BPSKに関して以下の問に答えよ。

1. 搬送波と変調波(BPSK)を以下に示す。これらに対するデータ信号を図示せよ。但し、データ信号と変調波の時間関係(タイミング)を分かるように図示すること。
2. 搬送周波数 $f_c = 10\text{MHz}$ 、 $T_b = 1\mu\text{s}$ とすると、BPSK変調波の占有帯域(〇Hz~〇Hz)を求めよ。但し、データ波形のスペクトルはメインローブのみ考慮する。



### 問題4

DFDMの変調過程は次式で与えられる。

$$a(t) = \sum_{n=0}^{N-1} A_n e^{j2\pi f_n t}, 0 \leq t \leq T_s$$

連続的な時間 $t$ を $\Delta t$ 間隔の $N$ ポイントの離散時間として表現する。

$$t \rightarrow k\Delta t, \quad \Delta t = \frac{T_s}{N}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

以下の問に答えよ。

1.  $\Delta t$ と $\Delta f$ の関係を $N$ で表せ。(参考) $\Delta f T_s = 1$
2.  $a_k = a(k\Delta t)$ を求めよ。但し、 $f_n = n\Delta f$ とする。
3.  $a_k$ から $A_n$ を計算する式を求めよ。(参考)IDFTの関係が成り立てば、DFTの関係も成り立つとする(逆も可)。

### 問題2

BPSK変調において、データ信号を $b(t)$ 、搬送波を $v(t) = A\cos(2\pi f_c t)$ とすると、以下の問に答えよ。

1. 送信信号 $s(t)$ (BPSK変調波)を求めよ。
2.  $b(t) = +1, -1$ に対する $s(t)$ の位相が $\pi$ ずれていることを示せ。
3. 受信信号 $r(t)$ が次式で与えられるものとする。  
 $r(t) = Ab(t)\cos(2\pi f_c t + \theta)$   
同期検波で得られる信号 $\hat{r}(t)$ を求めよ。
4. 同期検波において、周波数が同期しないと $\hat{r}(t)$ はどのように変化するか説明せよ。
5. 同期検波において、位相が同期しないと $\hat{r}(t)$ はどのように変化するか説明せよ。
6.  $\hat{r}(t)$ を1ビット区間 $[(i-1)T_b, iT_b]$ で積分したものを $\hat{b}(iY_b)$ とする。 $\hat{b}(iY_b)$ を求めよ。
7.  $b(t)$ と $\hat{b}(t)$ の関係を説明せよ。

### 問題5

次のようなOFDMについて、以下の問に答えよ。

周波数帯域幅:  $B = 2.56\text{MHz}$ 、サブキャリア数:  $N = 64$ 、  
変調方式: 4値PSK、GI長 =  $3\mu\text{s}$ 。

1. OFDM信号の周波数間隔 $\Delta f$ [kHz]を求めよ。
2. OFDMのシンボル時間間隔 $T_s$ [\mu s]を求めよ。
3. OFDMの1シンボルで送信できる情報ビット数を求めよ。
4. OFDM方式の1チャンネル(サブキャリア)当たりの情報伝送速度[Kbps]を求めよ。
5. OFDM方式(全体として)の情報伝送速度[Mbps]を求めよ。

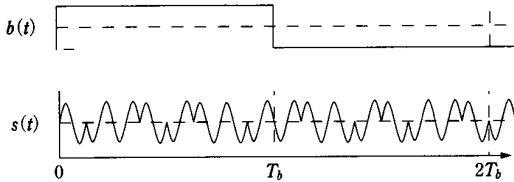
## 問題6

スペクトル拡散方式に関して、以下の問に答えよ。1と2は独立した問題である。

- 1ビットの時間間隔が $T_b = 64\mu\text{s}$ 、拡散符号が1周期当たり128ビットであるとき、チップ時間 $T_c[\mu\text{s}]$ 、拡散後の情報信号の帯域幅 $B$ 、搬送周波数 $f_c[\text{MHz}]$ を求めよ。但し、搬送波の4周期を $T_c$ とする。
- 1ビットの時間間隔が $T_b = 128[\mu\text{s}]$ 、拡散後の情報信号の帯域幅が $B = 8[\text{MHz}]$ であるとき、拡散符号の1周期当たりのビット数、チップ時間 $T_c[\mu\text{s}]$ 、搬送周波数 $f_c[\text{MHz}]$ を求めよ。但し、搬送波の8周期を $T_c$ とする。

## 問題7

スペクトル拡散方式における情報信号 $b(t)$ と送信信号 $s(t)$ を以下に示す。これらに対する拡散信号 $a(t)$ を図示せよ。但し、 $b(t)$ 、 $a(t)$ 、 $s(t)$ の時間関係(タイミング)が分かるように図示すること。



## 問題8

下図は直接拡散方式のビット誤り率特性である。以下の問に答えよ。

1.  $E_b/N_0 = 10[\text{dB}]$ において誤り率を $10^{-3}$ 以下に抑えたい。ユーザ数をおよそ何人以下にする必要があるか。
2. ユーザ数20人において誤り率を $10^{-3}$ 以下に抑えたい。 $E_b/N_0$ をおよそ何dB以上にすればよいか。

