

## Zadania do rozwiązania do modułu 2.

### Zadanie 1.

Sygnał modulujący  $m(t) = \cos(2\pi f_m t)$ ,  $f_m = 10$  kHz, podano na wejście modulatora dolnowstęgowej modulacji amplitudy (LSSB). Częstotliwość fali nośnej  $f_0 = 100$  kHz. Naszkicuj widmo sygnału zmodulowanego, zakładając, że fala nośna jest wytłumiona. Jaki jest przebieg czasowy sygnału zmodulowanego?

### Zadanie 2.

Sygnał FM jest opisany wzorem:

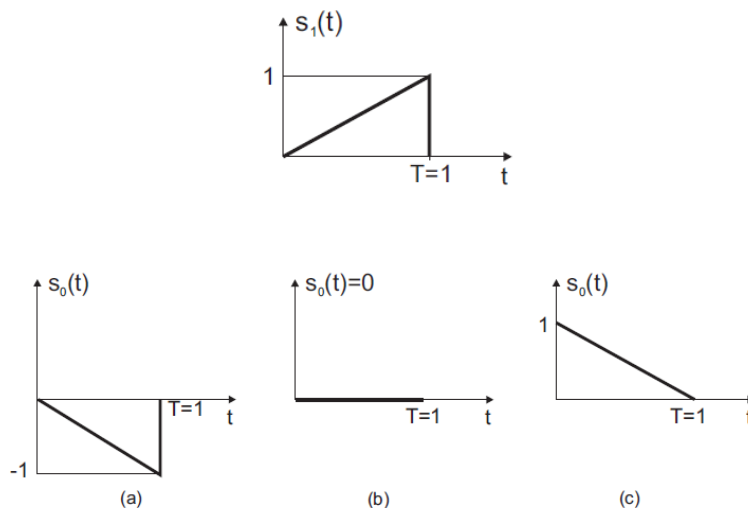
$$s(t) = 4 \cos [2\pi 10^8 t + 20 \cos(2\pi 10^3 t)]$$

Znajdź:

- Moc średnią sygnału
- Częstotliwość fali nośnej  $f_0$
- Częstotliwość sygnału modulującego  $f_m$
- indeks modulacji  $\beta$
- (największą) dziewięć częstotliwości  $\Delta F$
- Szerokość pasma częstotliwości  $B$

### Zadanie 3.

Wartość logiczna "1" jest reprezentowana przez sygnał  $s_1(t)$  jak na rysunku. Wybierz najlepszy sygnał  $s_0(t)$  reprezentujący wartość logiczną "0". Porównaj trzy sygnały (a, b, c), wybierz sygnał gwarantujący najmniejszą stopę błędów i uzasadnij odpowiedź.

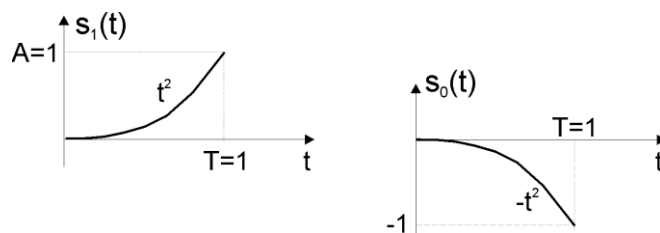


Wskazówka: Najbardziej odporna na szumy jest para  $s_1(t)$ ,  $s_0(t)$  o największej energii sygnału różnicowego  $E_{10}$ .

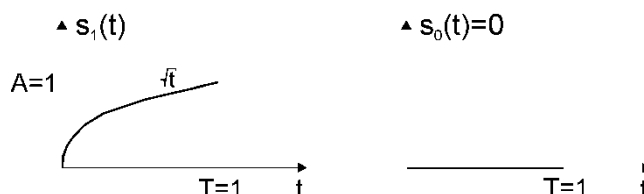
#### Zadanie 4.

Porównaj dwie pary symboli transmisyjnych. Która z nich zapewnia mniejszą stopę błędów?

Pierwsza para:



Druga para:



Wskazówka: Najbardziej odporna na szumy jest para  $s_1(t)$ ,  $s_0(t)$  o największej energii sygnału różnicowego  $E_{10}$ .

#### Zadanie 5.

Strumień binarny należy przesłać bezprzewodowo. Wybierz z listy modulacje, które nadają się do tego celu i uzasadnij wybór.

- Analogowa modulacja amplitudy DSB-SC
- Kluczowanie fazy (PSK)
- Różnicowe kluczowanie fazy (DPSK)
- Kod unipolarny oparty na impulsach prostokątnych
- Kod bipolarny jak wyżej
- Kluczowanie częstotliwości (FSK)
- Kwadraturowa modulacja amplitudy (QAM)

Wskazówka: Wybierz modulacje cyfrowe wykorzystujące falę nośną.

#### Zadanie 6.

Gęstość mocy szumu w kanale wynosi  $\eta=1$  [W/kHz], średnia moc nadajnika jest równa  $S=12$  [W], a pasmo kanału wynosi  $B=4$  [kHz].

Oblicz:

- Moc szumu na wyjściu kanału ( $N$ )
- Stosunek mocy sygnału do mocy szumu na wyjściu kanału (SNR)
- Największą szybkość modulacji, czyli liczbę symboli transmisyjnych na sekundę (w bodach)
- Przepustowość kanału, czyli największą szybkość transmisji z dowolnie niską stopą błędów.

Powtórz obliczenia dla szerokości pasma  $B=12$  [kHz] i porównaj z wynikami dla  $B=4$  [kHz].

#### Zadanie 7.

Kanał transmisyjny ma pasmo  $B = 1000$  Hz i gęstość mocy szumu  $\eta=10^{-3}$  W/Hz . Oblicz najmniejszą moc nadajnika  $S$ , zapewniającą bezbłędną transmisję z szybkością 2000 bit/s.

Wskazówka: Wzór Shannona na przepustowość kanału.