

ODBIÓR SYGNAŁÓW CYFROWYCH 2

Cel ćwiczenia

1. Porównanie modulacji wielowartościowych PSK i AM-PM
2. Porównanie odbiornika koherentnego i niekoherentnego DPSK

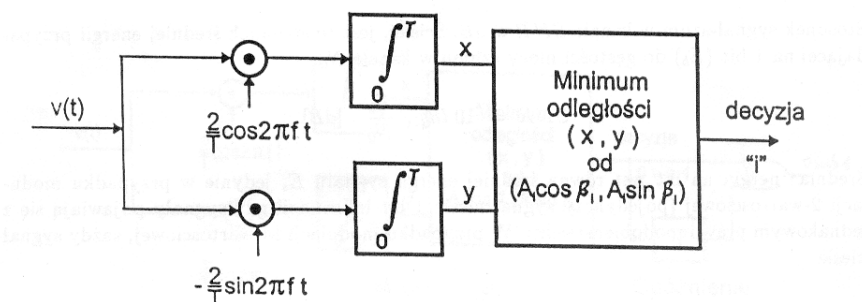
1 ODBIORNIKI OPTYMALNE PSK, AM I AM-PM

Nadawane są (z jednakowym prawdopodobieństwem) sygnały PSK i AM-PM o częstotliwości f i czasie trwania T :

$$s_i(t) = A_i \cos(2\pi f t + \beta_i), \quad f = \text{const}, \quad 0 < t < T, \quad i = 1, \dots, M$$

gdzie M jest wartościowością modulacji. W ćwiczeniu symuluje się modulacje 2-, 4-, 8-, i 16-wartościowe.

Odbiornik optymalny dla tych sygnałów (tzw. odbiornik kwadraturowy) pokazano na rys.1. Jest



Rysunek 1: Odbiornik kwadraturowy dla sygnałów PSK i AM-PM

to odbiornik koherentny, wymaga odtworzenia bez błędów fazowych i częstotliwościowych, sygnałów fali nośnej $2/T \cos(2\pi f t)$ i $-2/T \sin(2\pi f t)$.

Użytkownik programu symulacyjnego może modyfikować następujące dane wejściowe:

- Liczba transmitowanych sygnałów (im większa, tym dokładniejsze wyniki - kosztem dłuższego czasu działania programu)
- Wartościowość modulacji $M = 2, 4, 8, 16$
- Stosunek sygnał-szum w kanale SNR w dB .
- Rodzaj modulacji, określony przez konstelację punktów $(A_i \cos \beta_i, A_i \sin \beta_i)$. Można wybrać jedną z kilku zaprogramowanych konstelacji, można również wprowadzić inne konstelacje przy użyciu myszy. Szczególnie "udaną" konstelację można zapisać na dysk (wymazując poprzednio zapisaną) i potem odtworzyć z dysku.

W czasie symulacji można obserwować konstelacje punktów (x, y) będących wynikami pomiarów zaszumionych sygnałów (patrz rys.1). Wynikiem symulacji jest oszacowanie prawdopodobieństwa przekłamania P_e . P_e jest szacowane jako stosunek liczby źle rozpoznanych sygnałów do liczby nadanych sygnałów, wynik jest tym dokładniejszy, im większa liczba nadanych sygnałów.

Zadania do wykonania

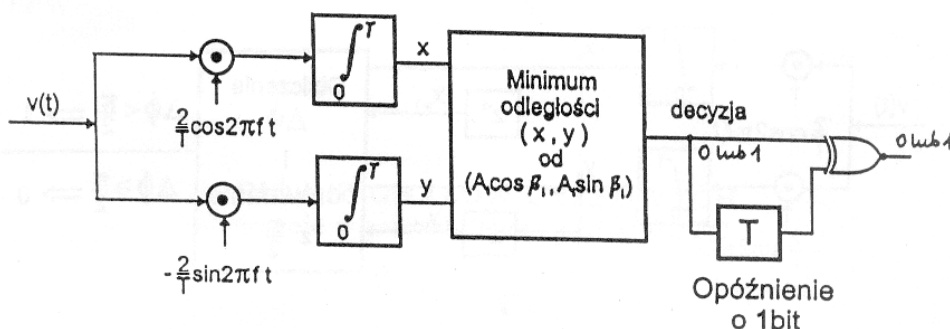
UWAGA: Wszystkie symulacje wykonujemy dla ustalonego $SNR < 7dB$, np. 6 dB .

1. Dla modulacji PSK 2, 4, 8 i 16-wartościowej zbadaj prawdopodobieństwo przekłamania P_e .
Jak wartościowość modulacji wpływa na jej odporność na zakłócenia? W jakich warunkach opłaca się stosować modulacje wielowartościowe?
2. Zbadaj P_e dla modulacji AM 2-wartościowej i QAM 4, 8 i 16-wartościowej. Porównaj wyniki z PSK. Która modulacja jest bardziej odporna na zakłócenia i dlaczego?
3. Wpisz konstelację punktów odpowiadającą modulacji OOK (on-off keying): jeden z dwóch sygnałów jest zerowy, a drugi jest dowolnym sygnałem harmonicznym o znanej amplitudzie i fazie. Zbadaj P_e i porównaj z 2-wartościową modulacją AM. Która modulacja jest bardziej odporna na zakłócenia i dlaczego?
4. Zbadaj dostępne modulacje 2, 4, 8, i 16- wartościowe, które nie były dotychczas przebadane, np. różne konfiguracje AM-PM (podaj P_e). Która konstelacja jest najlepsza w klasie modulacji 2, 4, 8, i 16- wartościowych?
Spróbuj wpisać własne propozycje konstelacji punktów. Jeżeli w danej klasie modulacji (np. 8-wartościowych) udało ci się znaleźć lepszą konstelację, zamieść szkic konstelacji wraz z wynikiem w sprawozdaniu. Dla dokładnego porównania różnych konstelacji należy zwiększyć liczbę transmitowanych sygnałów (do 50000-100000).

2 DWUWARTOŚCIOWA MODULACJA DPSK

Generowane są 2 sygnały harmoniczne o tej samej amplitudzie (A), tej samej częstotliwości (f) i czasie trwania (T), lecz o przeciwnych fazach (różniące się znakiem). Informacja o nadanym bicie jest zakodowana w różnicy faz dwóch kolejnych sygnałów. Załóżmy, że brak zmiany fazy oznacza wartość logiczną 1, a zmiana fazy o 180 stopni - wartość logiczną 0.

Jeżeli w odbiorniku udaje się wygenerować sygnał harmoniczny zgodny co do częstotliwości i fazy z jednym z dwóch nadawanych sygnałów, wówczas mamy do czynienia z odbiorem koherentnym. W odbiorniku koherentnym DPSK odtwarza się fazę z dokładnością 0 lub 180 stopni (nieoznaczoność fazy). Mimo tego praca odbiornika jest poprawna, gdyż informacja jest zakodowana w przyrostach faz. Schemat odbiornika koherentnego DPSK pokazano na rys.2.



Rysunek 2: Odbiornik koherentny DPSK

Jeżeli w odbiorniku udaje się wygenerować sygnał harmoniczny zgodny co do częstotliwości, lecz przesunięty w fazie o nieznaną wartość β względem nadawanych sygnałów, wówczas mamy do czynienia z odbiorem niekoherentnym. Odbiór niekoherentny jest oparty na bezpośrednim pomiarze przesunięcia fazowego dwóch kolejno nadanych sygnałów. Schemat odbiornika niekoherentnego DPSK w układzie korelatora pokazano na rys.3.

W czasie symulacji można obserwować konstelacje punktów (x, y) będących wynikami pomiarów zaszumionych sygnałów. Dla odbiornika niekoherentnego można również obserwować wartości mierzonych przesunięć fazowych. Wynikiem symulacji jest oszacowanie prawdopodobieństwa przekłamania P_e .

ODBIORNIK KOHERENTNY DPSK

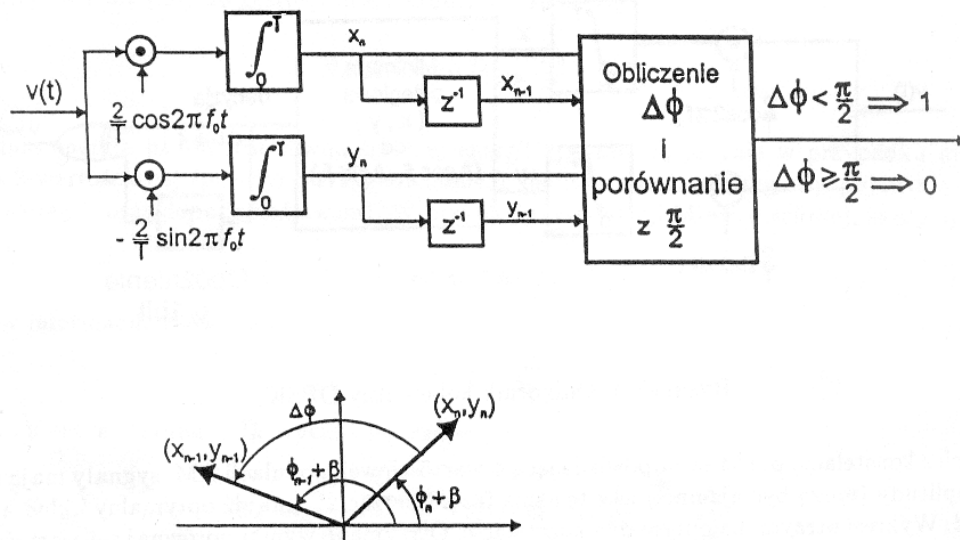
Zadania do wykonania

1. Zbadaj P_e dla koherentnego odbiornika DPSK. Porównaj wyniki z 2-wartościową modulacją PSK (poprzednia część ćwiczenia). Czym można uzasadnić różnice?
2. Sprawdź, że nieoznaczoność fazy β (przesunięcie fazy między sygnałem odebrany i sygnałem harmonicznym generowanym w odbiorniku, równa 0 lub 180 stopni) nie ma wpływu na P_e .

ODBIORNIK NIEKOHERENTNY DPSK

Zadania do wykonania

1. Zbadaj P_e dla niekoherentnego odbiornika DPSK. Porównaj wyniki z koherentnym odbiornikiem DPSK. Jakie wady i zalety ma odbiornik niekoherentny i koherentny DPSK?



Rysunek 3: Odbiornik niekoherentny DPSK

2. Sprawdź, że nieoznaczoność fazy β (przesunięcie fazy między sygnałem odebrany i sygnałem harmonicznym generowanym w odbiorniku) nie ma wpływu na P_e .