



INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 7

LAB 7

**TEMAT:
SYSTEMY CYFROWE:
MODULACJA – DEMODULACJA FSK, PSK, ASK**

I. CEL ĆWICZENIA:

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z technikami modulacji z wykorzystaniem sygnałów cyfrowych. W ćwiczeniu przedstawiono metody kluczowania częstotliwości, amplitudy oraz fazy, jak również techniki wykorzystywane przy demulacji uzyskanych sygnałów.

II. WSTĘP TEORETYCZNY

W świecie fizycznym istnieje potrzeba przesyłania informacji z jednego miejsca do drugiego, często odległego. Informacja musi być przesłana przez pewne medium fizyczne, zatem zachodzi potrzeba zamiany jej do postacią pewnego sygnału fizycznego, następnie wprowadzenia do medium, a w punkcie docelowym odebrania i zdekodowana. Trzeba tutaj rozważyć następujące zagadnienia:

- wymagana przepustowość informacyjna;
- przepustowość (pojemność) kanału informacyjnego;
- zniekształcenia sygnału wprowadzane przez medium;
- zniekształcenia wprowadzane przez warunki zewnętrzne;
- względny stopień komplikacji (koszt) całej operacji.

Przychodzą tutaj z pomocą techniki kodowania i modulacji. Kodowanie, to przedstawianie pewnej informacji przy pomocy innej informacji (odwzorowanie). Odwzorowanie takie powinno być jednoznaczne i ułatwiać, lub polepszać w pewien sposób możliwość przekazania tej informacji na odległość. Najczęściej chodzi o uodpornienie na zakłócenia (np. kodowanie Reeda-Solomona), lub o zmniejszenie wynikowej objętości danych do przesłania (kompresję danych – np. algorytm Huffmana).

Modulacja jest procesem analogicznym do kodowania, ale stosuje się ją na sygnałach fizycznych: moduluje się pewien sygnał innym sygnałem tak, aby sygnał wynikowy lepiej nadawał się do przesyłania na odległość. Może tu chodzić o umożliwienie przesłania sygnału drogą radiową przy obustronnie ograniczonym paśmie (np. modulacja AM) i/lub dalsze uodpornienie na zakłócenia (np. modulacja FM).

Modulacja sygnałów cyfrowych różni się od modulacji sygnałów analogowych przede wszystkim sposobem mierzenia jakości odbieranego sygnału. W przesyłaniu sygnałów analogowych istotne jest jak najwierniejsze odtworzenie sygnału wejściowego, i jednym ze wskaźników tej jakości jest stosunek sygnału do szumu (SNR). Wskaźnika tego można również użyć do transmisji cyfrowych. Jednak w transmisji cyfrowej istotne jest prawidłowe rozróżnienie odbieranych słów. Dlatego bardziej odpowiedni wydaje się wskaźnik Bit Error Rate – BER – stosunek ilości bitów przesłanych błędnie do całkowitej ilości bitów przesłanych. Typowe BER akceptowane w systemach telekomunikacyjnych to od 10^{-7} (komunikacja niskiej jakości, pomyłony 1 bit na 10 milionów) albo mniejsze.

Z rodzajami modulacji i wskaźnikiem BER wiąże się również ilość energii niezbędnej do przesłania informacji. Im więcej energii zużyjemy do transmitowania sygnału, tym lepsza jakość sygnału w odbiorniku, a za tym idzie prędkość transmisji i zmniejszenie ilości błędów. Różne sposoby modulacji mają różną wydajność energetyczną – np. modulacja QAM jest wydajniejsza niż modulacja ASK, co oznacza, że osiąga ona ten sam wskaźnik BER przy niższej energii transmisji.

Teoretycznie, można zmniejszyć BER do dowolnie niskiego poziomu stosując kodowanie nadmiarowe (np. algorytm Reeda-Solomona) – wiąże się z tym pojęcie wzmocnienia kodowania (coding gain). Otóż podczas projektowania urządzeń transmisji danych z reguły można dokonać wyboru pomiędzy zwiększeniem prędkości przesyłania a zwiększeniem poprawności przesyłanych danych (obniżenie BER). Podniesienie BER można do pewnego stopnia skompensować kodowaniem nadmiarowym, (algorytmami korekcji błędów), tym samym uzyskując jednocześnie wyższą prędkość transmisji i wysoką wierność przekazu informacji. Dla najlepszych kodów, w niektórych aplikacjach, może być to przyśpieszenie wielokrotne i. Jednakże wydłużanie

kodu korekcji błędów powyżej pewnego poziomu powoduje już tylko spadek efektywnej prędkości transmisji (zbyt duża nadmiarowość).

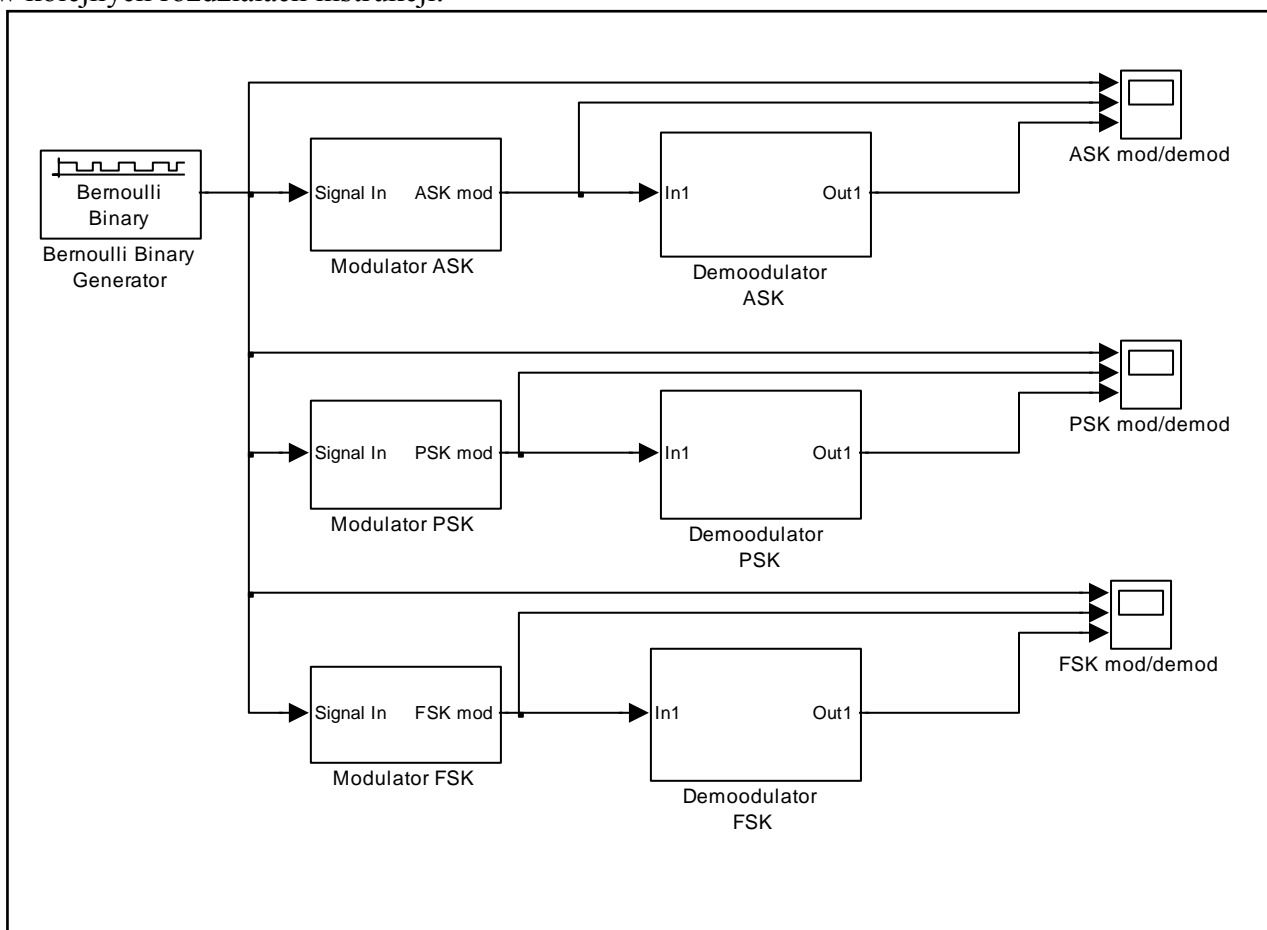
Rozróżniamy trzy podstawowe rodzaje modulacji cyfrowej:

- 1) **Kluczowanie amplitudy ASK** - polega na zmianie amplitudy harmonicznego sygnału nośnego w zależności od stanu wejściowej informacji cyfrowej;
- 2) **Kluczowanie z przesuwem częstotliwości FSK** - przy stałej amplitudzie harmonicznego sygnału nośnego następuje zmiana częstotliwości: niższej dla symbolu "zera logicznego" i wyższej dla "jedynek logicznej" informacji binarnej;
- 3) **Kluczowanie fazy PSK** - przy stałej amplitudzie i częstotliwości harmonicznego sygnału nośnej stany charakterystyczne uzyskuje się przez przesunięcie fazy w zależności od stanu.

III. ZADANIA DO WYKONANIA

1. Układ pomiarowy

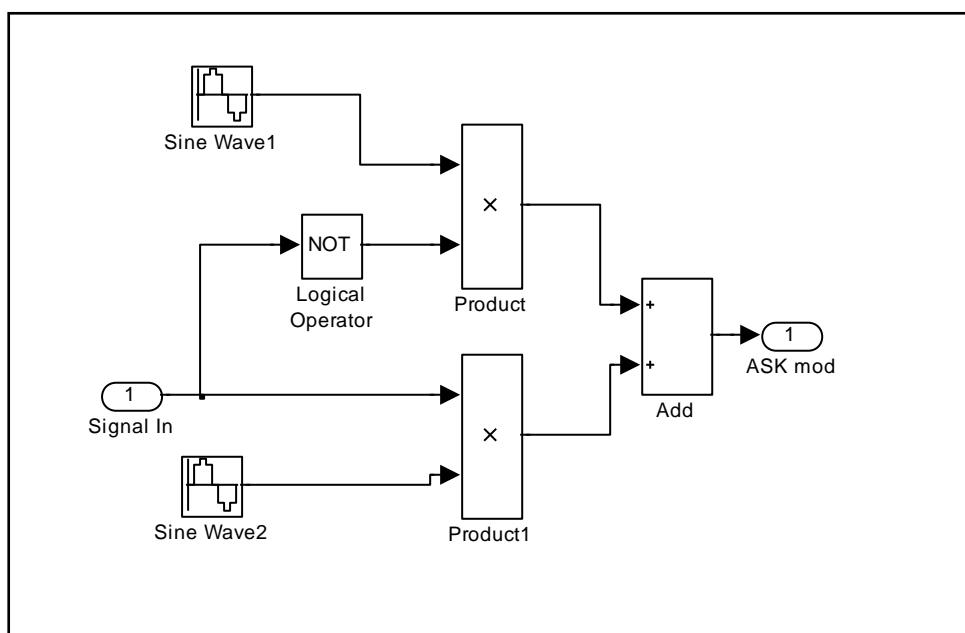
Na rysunku poniżej przedstawiono układ pomiarowy pozwalający na analizę poszczególnych technik kluczowania: amplitudy ASK, fazy PSK oraz częstotliwości FSK. Podsystemy demodulatora przedstawione będą w kolejnych rozdziałach instrukcji.



Rysunek 1. Układ kluczowania oraz demodulacji PSK, ASK, FSK.

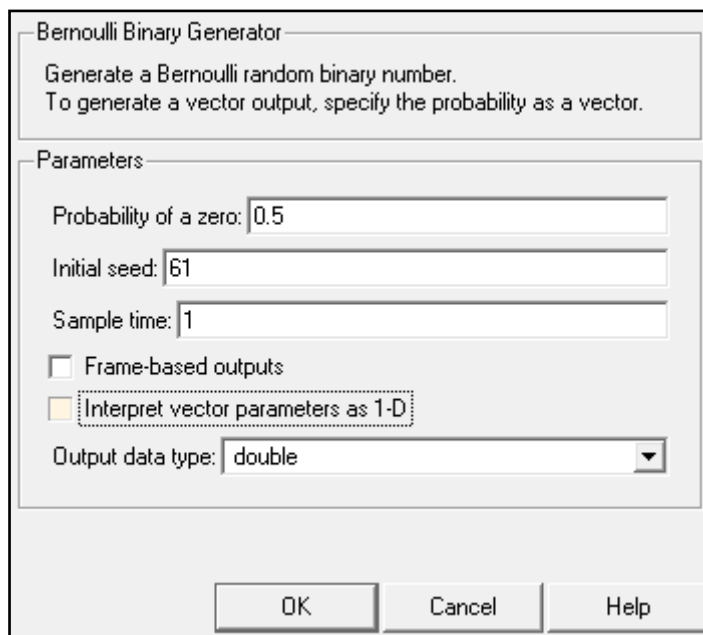
Modulator ASK, PSK oraz FSK stanowią ten sam układ, przedstawiony na rysunku 2. W przypadku wykorzystania układu jako jeden z wykorzystywanych modulatorów należy odpowiednio ustawić parametry bloków „Sin Wave”:

- Dla modulatora ASK:
 - „Sin Wave1”, Amplituda = 4V, Częstotliwość = 10Hz, $F_s = 2\text{kHz}$
 - „Sin Wave2”, Amplituda = 1V, Częstotliwość = 10Hz, $F_s = 2\text{kHz}$
- Dla modulatora PSK:
 - „Sin Wave1”, Amplituda = 1V, Częstotliwość = 5Hz, $F_s = 2\text{kHz}$, Faza = 0
 - „Sin Wave2”, Amplituda = 1V, Częstotliwość = 5Hz, $F_s = 2\text{kHz}$, Faza = π
- Dla modulatora FSK:
 - „Sin Wave1”, Amplituda = 1V, Częstotliwość = 10Hz, $F_s = 2\text{kHz}$
 - „Sin Wave2”, Amplituda = 1V, Częstotliwość = 200Hz, $F_s = 2\text{kHz}$



Rysunek 2. Modulator ASK, PSK, FSK.

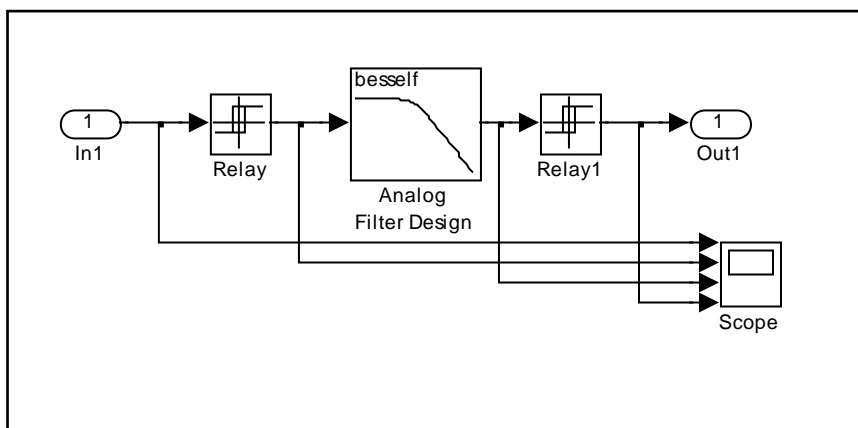
Blok zadający sygnał cyfrowy ustawić zgodnie z rysunkiem poniżej.



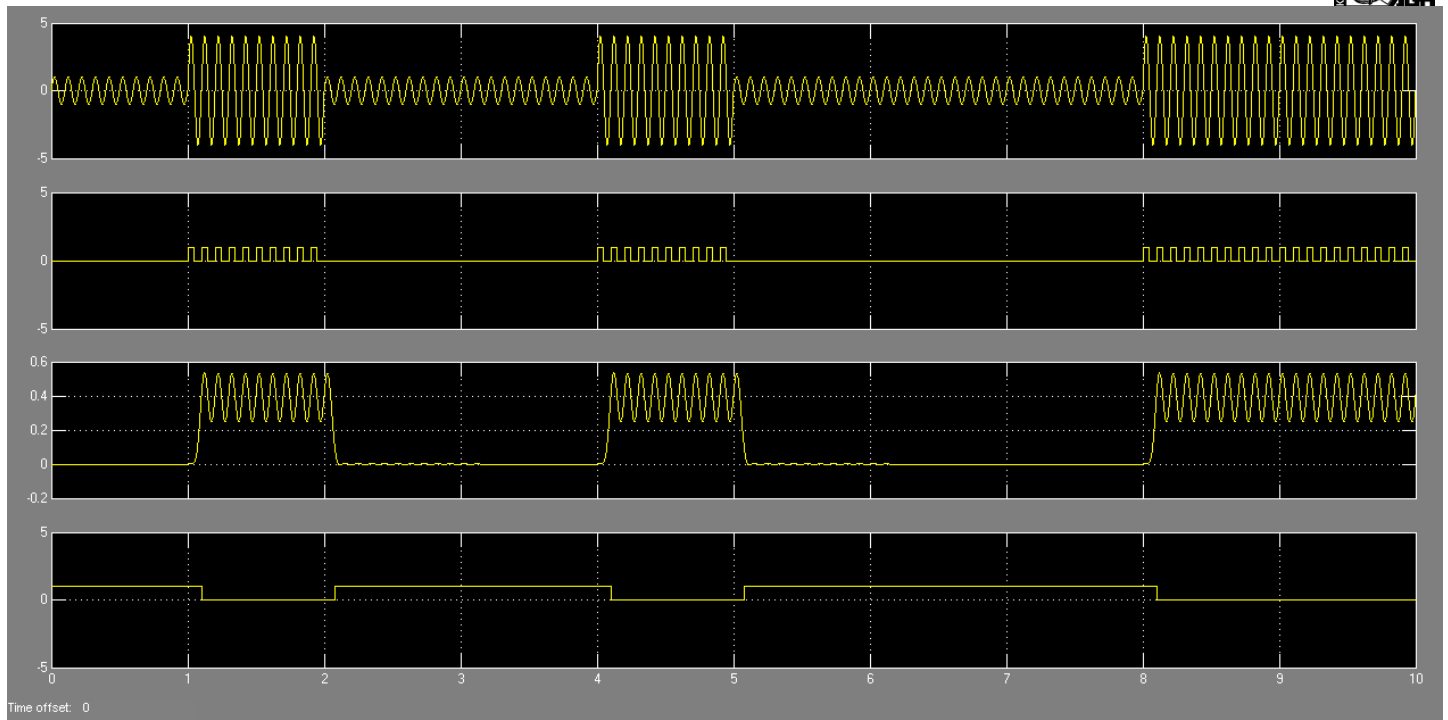
Rysunek 3. Ustawienia bloku zadającego sygnał cyfrowy

2. Kluczowanie amplitudy – demodulacja ASK

Dobrać parametry bloków „Analog Filter Design” oraz „Relay” tak, aby uzyskać przebiegi demodulacji przedstawione na rysunku 5.



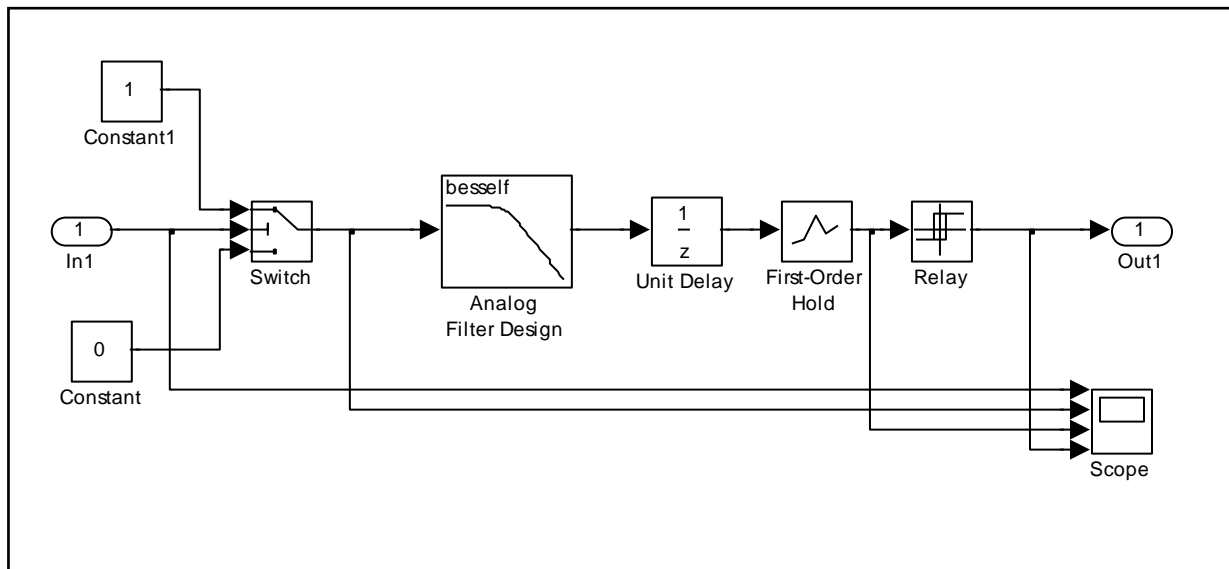
Rysunek 4. Demodulacja ASK



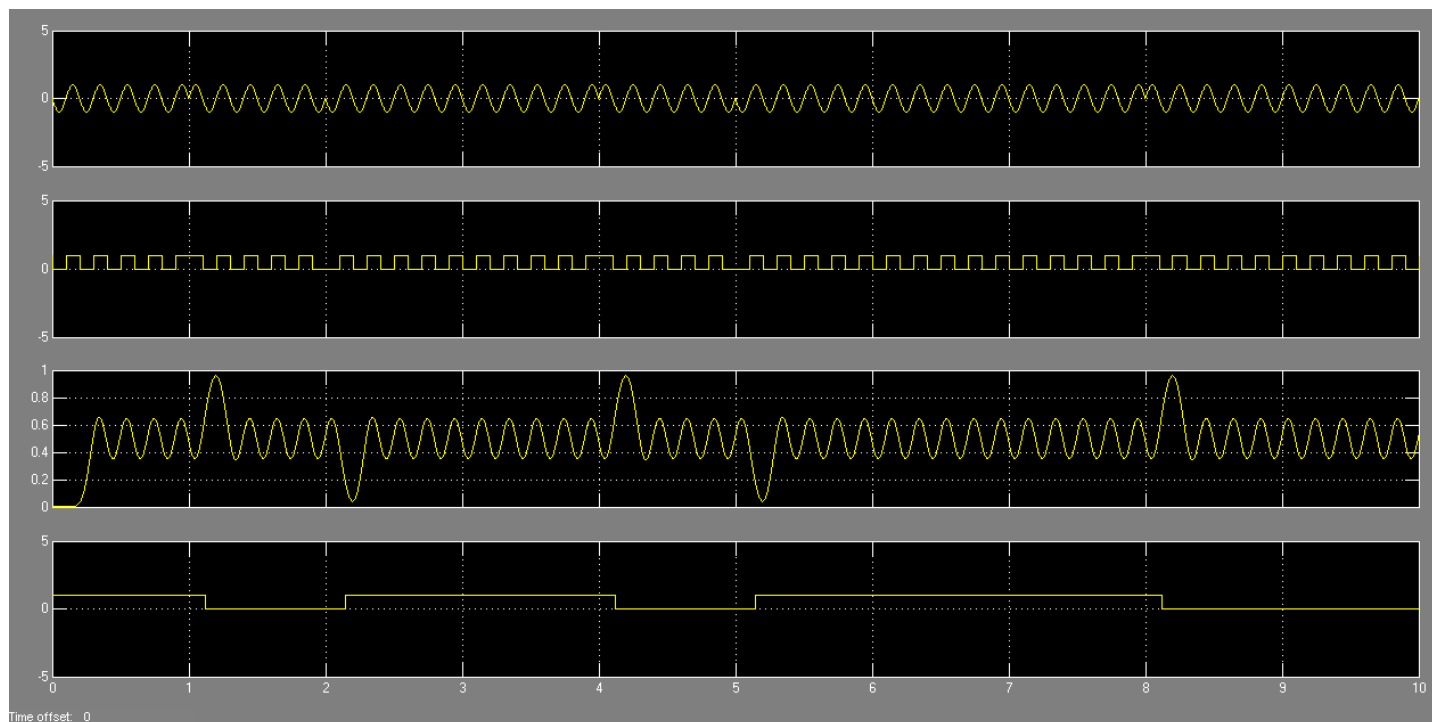
Rysunek 5. Sygnały: a) sygnał po modulacji ASK, b) sygnału po układzie przełączającym (zamiana na przebieg prostokątny), c) sygnał po modulacji dolnoprzepustowej, d) sygnał po kompletnej demodulacji ASK.

3. Kluczowanie fazy – demodulacja PSK

Dobrać parametry bloków „Analog Filter Design”, „Relay” oraz „First Order Hold” tak, aby uzyskać przebiegi demodulacji przedstawione na rysunku 7.



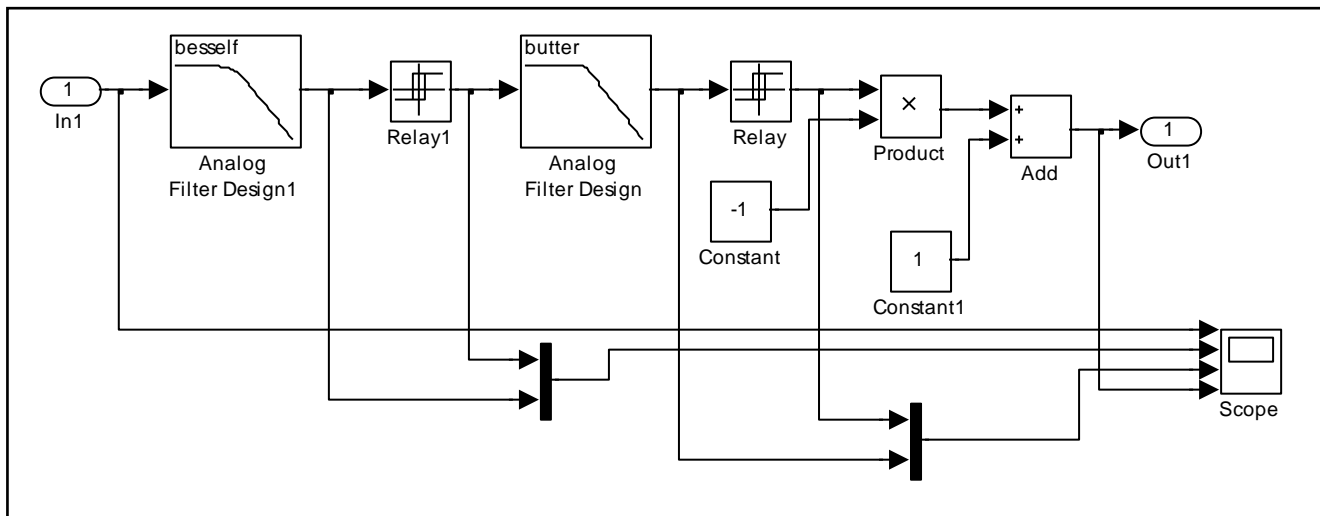
Rysunek 6. Demodulacja PSK



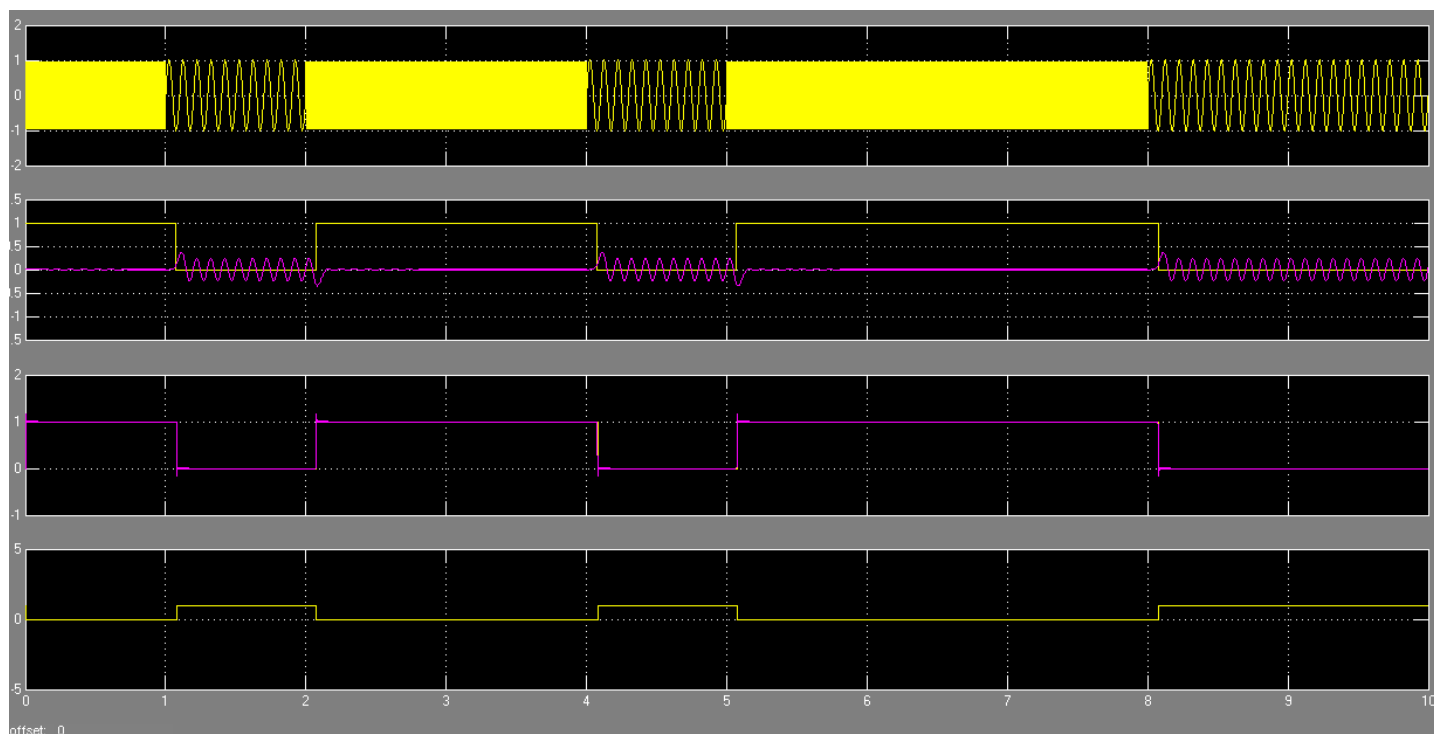
Rysunek 7. Sygnały: a) sygnał po modulacji PSK, b) sygnału po układzie przelączającym (zamiana na przebieg prostokątny), c) sygnał po modulacji dolnoprzepustowej, d) sygnał po kompletnej demodulacji PSK.

4. Kluczowanie częstotliwości – demulacja FSK

Dobrać parametry bloków „Analog Filter Design” oraz „Relay” tak, aby uzyskać przebiegi demulacji przedstawione na rysunku 9.



Rysunek 8. Demulacja FSK



Rysunek 9. Sygnały: a) sygnał po modulacji FSK, b) sygnału po pierwszej filtracji dolnoprzepustowej, c) sygnał po drugiej modulacji dolnoprzepustowej, d) sygnał po kompletnej demulacji FSK.

IV. SPRAWOZDANIE:

W sprawozdaniu należy zamieścić wszystkie zrealizowane w punkcie III zadania. Każde zadanie powinno być zatytułowane i ponumerowane, powinno zawierać rysunek z wykonanym w SIMULINKU schematem blokowym układu (z odpowiednimi oznaczeniami i komentarzami tekstowymi), wypisane jego parametry (w osobnej tabeli lub bezpośrednio na układzie w SIMULINKU) oraz przebiegi otrzymane z poszczególnych układów lub na poszczególnych etapach przeprowadzania procesu obliczeniowego. Wszystkie układy umieszczone w sprawozdaniu nie powinny być zamaskowane. W sprawozdaniu z ćwiczenia szóstego należy umieścić wnioski końcowe dające odpowiedź na pytania zawarte w punkcie III.5 instrukcji i podsumowujące przeprowadzone badania.

Ogólne uwagi dotyczące sprawozdania:

- Strona tytułowa, powinna zawierać: Imiona i nazwiska osób, numer grupy, nazwę przedmiotu, tytuł ćwiczenia, numer ćwiczenia i datę wykonania ćwiczenia,
- Układ strony powinien być następujący: marginesy 0,5 cm z każdej strony, czcionka 10,
- Wykresy możliwie małe, ale czytelne, opisane i umieszczone bezpośrednio pod lub obok układu tak, żeby było wiadomo który przebieg należy do którego układu,
- Sprawozdanie nie powinno być długie, ale powinno zawierać wszystkie niezbędne informacje.

Uwaga: Sprawozdanie należy przysyłać na pocztę lub wskazany przez prowadzącego serwer FTP w formacie PDF zatytułowane w następujący sposób:

NrĆw_Specjalność_NazwiskoImię1_NazwiskoImię2.pdf

na przykład:

6_AM_KowalskiJ_NowakS.pdf
6_MK_WawelskiS_IksińskiZ.pdf
6_RM_ZielonyR_StudentP.pdf

Sprawozdania oddane w innej formie lub z nieprawidłowym opisem nie będą przyjmowane!

Uwaga: Jeśli materiał na ocenę celującą nie jest dołączony do sprawozdania w momencie jego wysłania tylko jest dostarczany w terminie późniejszym należy go zatytułować w następujący sposób:

NrĆw_Specjalność_NazwiskoImię1_NazwiskoImię2-dodateknaCEL.pdf

na przykład:

6_AM_KowalskiJ_NowakS-dodateknaCEL.pdf
6_MK_WawelskiS_IksińskiZ-dodateknaCEL.pdf
6_RM_ZielonyR_StudentP-dodateknaCEL.pdf

Dodatki do sprawozdania oddane w innej formie niż pdf lub z nieprawidłowym opisem nie będą przyjmowane!