

Modulacja i kodowanie - laboratorium

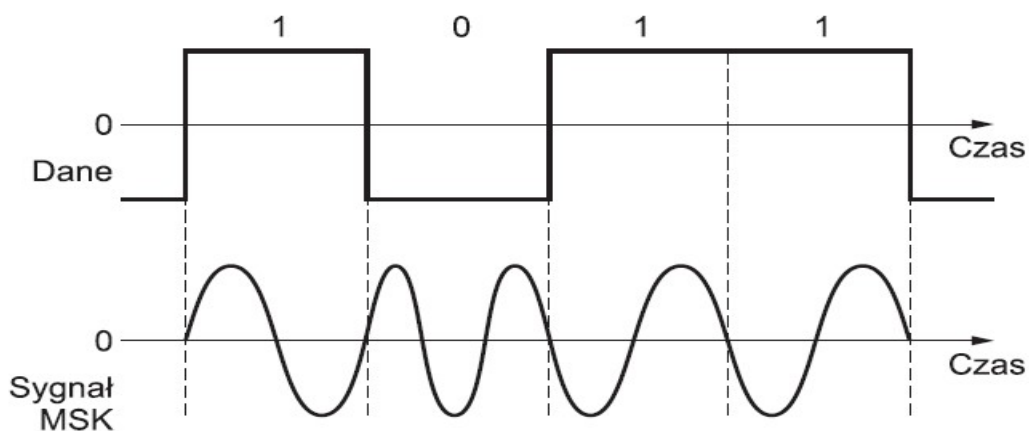
Modulacje cyfrowe

Gaussian Minimal Shift Keying (GMSK)

Celem ćwiczenia jest zbudowanie systemu modulacji i dekodowania sygnału metodą gaussowskiego, minimalnego kluczowania częstotliwości (GMSK – *Gaussian Minimal Shift Keying*).

1. Modulacja GMSK

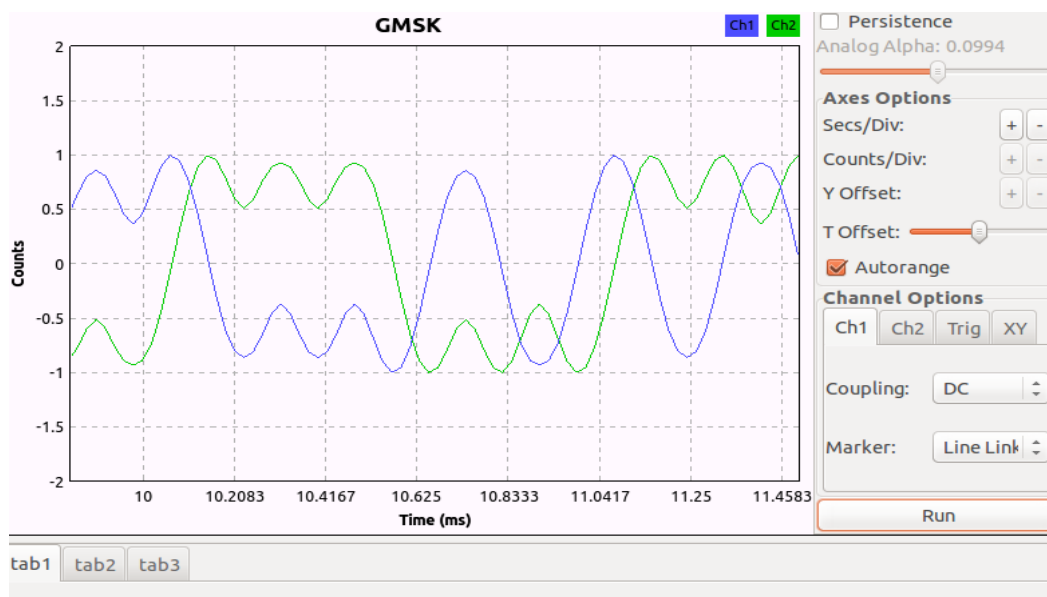
Modulacja GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) jest stosowana w wielu systemach komunikacyjnych, w tym np. w sieciach GSM. GMSK jest modyfikacją modulacji MSK, która z kolei jest odmianą modulacji FSK, gdzie zachowana jest ciągłość fazy. Ciągłość fazy jest związana z tym, że zmiana częstotliwości zachodzi w momencie przejścia sygnału nośnej przez 0, stąd nie występują nieciągłości fazy (rys. 1). Z kolei różnica częstotliwości odpowiadających bitom 0 i 1 jest w modulacji MSK zawsze równa połowie prędkości transmisji danych. Odpowiada to indeksowi modulacji 0,5. Natomiast zasadnicza różnica pomiędzy modulacją MSK a GMSK polega na tym, że sygnał prostokątny (sygnał modulujący) zastąpiono impulsem Gaussa. W zasadzie dodanie na wejściu modulatora MSK odpowiedniego filtra gaussowskiego zmienia go w modulator GMSK. Przykładowy sygnał zmodulowany metodą GMSK ilustruje rysunek 2.



Rys. 1 Modulacja MSK.

Aby zmodulować sygnał metodą GMSK można wykorzystać modulator kwadraturowy oraz filtr

Gausa. Nazwa modulatora kwadraturowego jest związana z tym, że poszczególne sygnały są przesunięte w fazie o 90° . Zaletą jest możliwość zachowania wymaganego indeksu modulacji o wartości 0,5, bez konieczności dodatkowej regulacji.

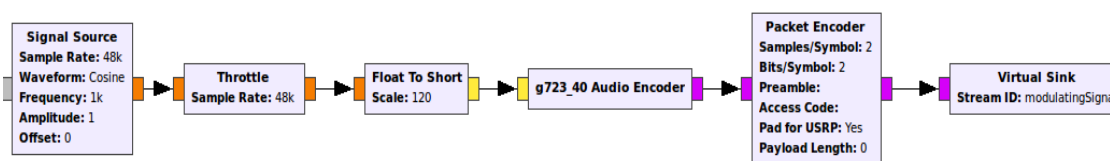


Rys 2. Sygnał zmodulowany modulatorem GSMK.

Drugi sposób polega na wykorzystaniu filtra Gaussa oraz przestrajanego modulatora częstotliwości. Ten właśnie wykorzystamy w poniższym ćwiczeniu,

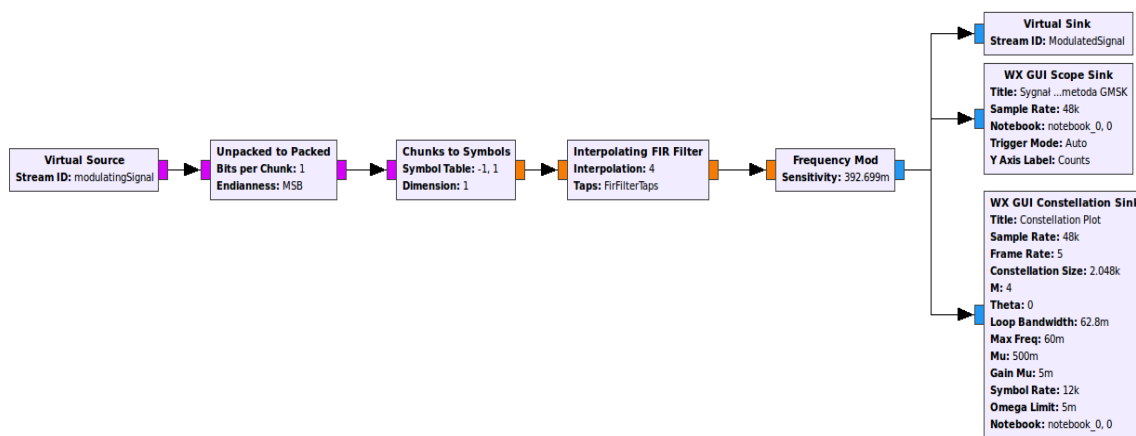
1.1 Modulator GMSK oparty o kwadraturową modulację częstotliwości.

- Dodaj źródło dźwięku według poniższego schematu:

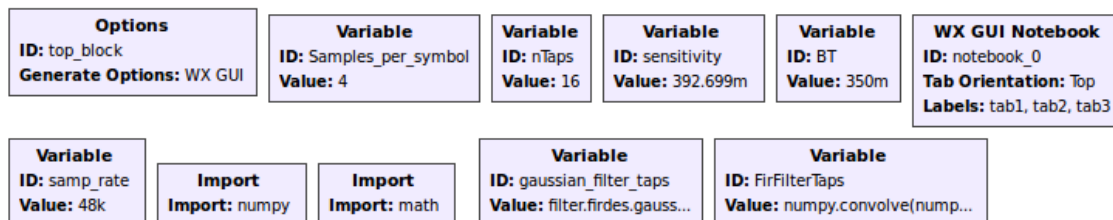


Rys 3: Źródło dźwięku.

- Zbuduj modulator według poniższego schematu (rys 5 i 6):



Rys. 5 Schemat modulatora GMSK - bloki.



Rys. 6 Schemat modulatora GSMK – zmienne.

- *Import* służy do importowania bibliotek GnuRadio. W polu „import” wpisujemy:
dla biblioteki „math” *import math*
dla biblioteki „numpy” *import numpy*
- Zmienna *Sensitivity* wyznaczana jest w następujący sposób:

$$Sensitivity = (math.pi / 2) / Sample_per_symbol$$

ogólnie *sensitivity* : *radians/sample* = *amplitude* * *sensitivity* i jest czułością modulatora / demodulatora częstotliwościowego.

- Zmienna *nTaps* (która definiuje rozmiar maski filtru splotowego) wyliczana jest na podstawie zmiennej *Samples_per_symbol*:

$$nTaps = Samples_per_symbol * 4$$

- Parametru filtru Gaussowskiego ustawiamy tworząc zmienną *gaussian_filter_taps*:

$$filter.firdes.gaussian(1, Samples_per_symbol, BT, nTaps)$$

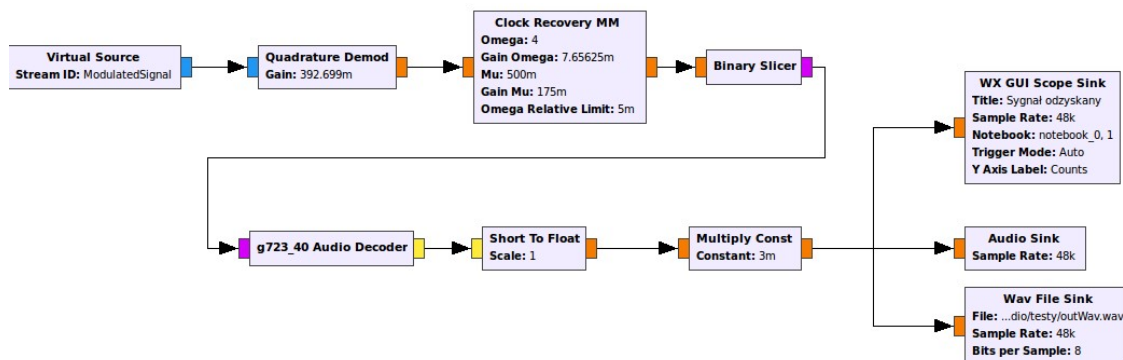
- Filtracja będzie odbywać się jednak w oknie stąd tworzymy nową zmienną o nazwie *FirFilterTaps*:

```
numpy.convolve(numpy.array(gaussian_filter_taps),numpy.array(numpy.array((1))*Samples_per_symbol)))
```

- Uzupełniany pola komponentu „*Interpolating FIR filter*”:
pole „*Interpolation*” zmienną *Samples_per_symbol*.
pole „*Taps*” zmienną *FirFilterTaps*.
- Komponent „*Packet Encoder*”:
pole „*Sample per symbol*” ustawiamy na 4.
pole „*Bits per symbol*” ustawiamy na 1.
- UWAGA! W niektórych wersja oprogramowania GnuRadio komponent „*Unpacked to Packet*” może działać nieprawidłowo. Jeżeli tak się stanie, wtedy można go zastąpić komponentem „*Unpack K bits*”, gdzie wartość parametru „*k*” ustawiamy na 8 (można też przed tą operacją zmienić kolejność bitów za pomocą komponentu „*Repack Bits*”, liczba bitów na wejściu i na wyjściu wynosi 8, kolejność MSB).
- Uruchom skrypt. Rezultat modulacji powinien przypominać ten z rysunku 2.

1.2 Demodulator GMSK:

- Zbuduj modulator według poniższego schematu (rys 7):



Rysunek 7: Schemat demodulator GMSK wraz z dekompresją dźwięku.

- Pole „*Gain*” komponentu „*Quadrature Demod*” wypełnij zmienną „*1.0 / sensitivity*”.
- Pole „*Omega*” komponentu „*Clock Recovery CC*” wypełnij zmienną „*Samples_per_symbol*”.
- Wybierz miejsce zapisu pliku wyjściowego (z rozszerzeniem .wav).
- Uruchom skrypt. Czy sygnał dekodowany jest prawidłowo?