

Kluczowanie amplitudy, częstotliwości i fazy (I)

Opracowanie: Tomasz Mąka <tmaka@zut.edu.pl>

1. Wprowadzenie

W najprostszym przypadku, kiedy sygnał informacyjny składa się ze strumienia binarnego, można zastosować jednokrotną modulację cyfrową [1]. Sygnałem nośnym w tym przypadku jest ton prosty postaci $z(t) = A_n \cdot \sin(2\pi \cdot f_n \cdot t + \phi_n)$ natomiast rodzaj modulacji zależy od tego jaki parametr fali nośnej jest modyfikowany przez sygnał cyfrowy. Kiedy sygnał modulujący składa się ze strumienia bitów $b[n]$ to tego rodzaju modulację nazywa się kluczkowaniem [2], a w sygnale zmodulowanym występują jedynie dwa poziomy danego parametru fali nośnej. W sytuacji, gdy sygnał cyfrowy modyfikuje amplitudę, częstotliwość lub fazę fali nośnej to mamy do czynienia odpowiednio z kluczkowaniem z przesuwem amplitudy, częstotliwości lub fazy.

Kluczkowanie z przesuwem amplitudy (ASK):

$$z_A(t) = \begin{cases} A_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_n \cdot t) & \text{dla } b[n] = 0, \\ A_2 \cdot \sin(2\pi \cdot f_n \cdot t) & \text{dla } b[n] = 1. \end{cases}$$

Kluczkowanie z przesuwem fazy (PSK):

$$z_P(t) = \begin{cases} \sin(2\pi \cdot f_n \cdot t) & \text{dla } b[n] = 0, \\ \sin(2\pi \cdot f_n \cdot t + \pi) & \text{dla } b[n] = 1. \end{cases}$$

Kluczkowanie z przesuwem częstotliwości (FSK):

$$z_F(t) = \begin{cases} \sin(2\pi \cdot f_{n1} \cdot t) & \text{dla } b[n] = 0, \\ \sin(2\pi \cdot f_{n2} \cdot t) & \text{dla } b[n] = 1. \end{cases}$$

gdzie: $n = 0, \dots, B - 1$; B - liczba bitów sygnału informacyjnego.

2. Ćwiczenia

1. Dla dowolnego strumienia bitowego $b[n]$ przyjąć czas trwania pojedynczego bitu T_b [s]. Następnie należy dobrać parametry A_1, A_2 ($A_1 \neq A_2$), $f_n = W \cdot T_b^{-1}$ oraz wygenerować sygnały zmodulowane $z_A(t)$, $z_P(t)$ oraz $z_F(t)$. Częstotliwości w przypadku kluczkowania FSK można dobrać według następujących zależności:

$$f_{n1} = \frac{W + 1}{T_b} \quad f_{n2} = \frac{W + 2}{T_b}$$

gdzie W jest liczbą całkowitą określającą docelową częstotliwość (po wymnożeniu przez odwrotność czasu trwania pojedynczego bitu).

2. Wygenerować sygnały $z_A(t)$, $z_P(t)$ oraz $z_F(t)$ dla $W = 2$ oraz ich przebiegi czasowe. Przy generowaniu wykresu ograniczyć liczbę bitów do $B = 10$.
3. Wygenerować widma amplitudowe w skali decybelowej sygnałów zmodulowanych $z_A(t)$, $z_P(t)$ oraz $z_F(t)$. W tym przypadku sygnał źródłowy powinien odzwierciedlać cały strumień bitowy. Należy tak dobrać skalę częstotliwościową (liniową lub logarytmiczną) aby jak najwięcej prążków widma było widocznych na wykresie.
4. Oszacować szerokość pasma B_{3dB} , B_{6dB} oraz B_{12dB} sygnału zmodulowanego dla każdego z rodzajów kluczkowania (ASK, PSK oraz FSK).

3. Uwagi

- Napisać funkcję zamieniającą dowolny napis w formacie ASCII (kody od 32 do 127) na strumień bitowy, gdzie każdemu znakowi odpowiada 7-bitowa reprezentacja binarna.
- W pliku tekstowym (*wnioski.txt*) należy opisać obserwacje i wnioski wynikające z przeprowadzonych eksperymentów i pomiarów.
- Parametry, których wartości nie podano należy dobrać samodzielnie uwzględniając ograniczenia wynikające z zadania lub z twierdzenia o próbkowaniu.
- Po wybraniu częstotliwości nośnej f_n należy wybrać częstotliwość próbkowania spełniającą warunek $f_s \geq 2 \cdot f_n$.
- Do wszystkich eksperymentów proszę wybrać jednakowy czas trwania sygnałów (T_c), zakładając że czas trwania bitu $T_b = T_c/B$.
- Wszystkie pliki uzyskane w trakcie ćwiczenia należy umieścić w repozytorium GIT w katalogu *lab-4*.
- Łączna liczba wykresów do wygenerowania ze wszystkich zadań wynosi 6 (trzy przebiegi czasowe – punkt 3 oraz trzy widma amplitudowe – punkt 4)

Literatura

- [1] C. Frąć, *O sygnałach bez całek*, Radmor S.A., Gdynia, 2012
- [2] S. Haykin, *Systemy telekomunikacyjne - tom 2*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1998