

Jakub PEKSIŃSKI*
Grzegorz MIKOŁAJCZAK*
Janusz KOWALSKI**

PREZENTACJA MODULACJI ASK W PROGRAMIE MATCHCAD

W artykule autorzy przedstawili dydaktyczną prezentację cyfrowej modulacji ASK (*Amplitude Shift Keying*). Modulacja ASK została zaprezentowana w formie przykładu, który jest wykonany w popularnym programie obliczeniowym Matchcad.

1. PREZENTACJA MODULACJI ASK

W modulacji ASK w celu transmisji sygnału informacyjnego przez kanał telekomunikacyjny jak sygnał nośny wykorzystuje się sinusoidalną falę nośną o postaci:

$$u(t) = A \cos(2\pi ft + \varphi) \quad (1)$$

W sygnale $u(t)$ zmianie ulega amplituda sygnału nośnego. Zmiana ta odbywa się skokowo, z stąd nazwa modulacji *Amplitude Shift Keying* (kluczowanie z przesuwem amplitudy). Modulacja ta polega na „kluczowaniu” tzn. fala nośna jest:

- włączana – w przypadku gdy cyfrowy sygnał informacyjny przyjmuje wartość „1”;
- wyłączaniu – w przypadku gdy cyfrowy sygnał informacyjny przyjmuje wartość „0”.

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy cyfrowy sygnał informacyjny, w którym:

- dla wartości „1” pojawia się sygnał nośny;
- dla wartości „0” sygnał nośny zanika.

Oznacza to, że w modulacji tego typu w zależności od wartości sygnału informacyjnego wybieramy jeden z dwóch sygnałów:

- w przypadku „1” - $u(t) = A \cos(2\pi ft)$;
- w przypadku „0” - $u(t) = 0$.

Sygnał ASK tworzy się za pomocą generatora drgań sinusoidalnych o częstotliwości drgań odpowiadających częstotliwości nośnej na czas trwania pojedynczego bitu.

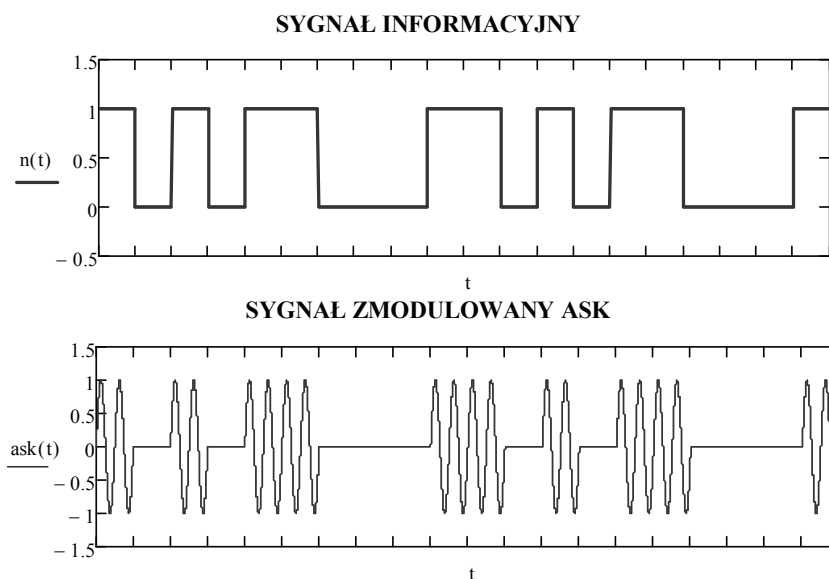
* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

** Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie.

Sygnal ASK możemy opisać następującą zależnością:

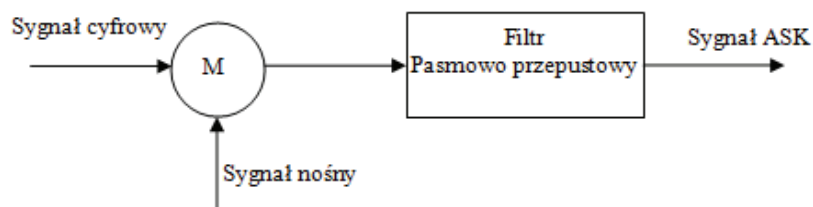
$$\text{ask}(t) = a_n A \cos(2\pi ft) \quad (2)$$

gdzie: a_n - ciąg transmitowanych bitów.



Rys. 1. Przykładowy przebieg sygnału z modulacją ASK

Schemat blokowy układu do modulacji ASK przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat blokowy modulatora ASK

2. PRZYKŁAD MODULACJI ASK W PROGRAMIE MATCHCAD

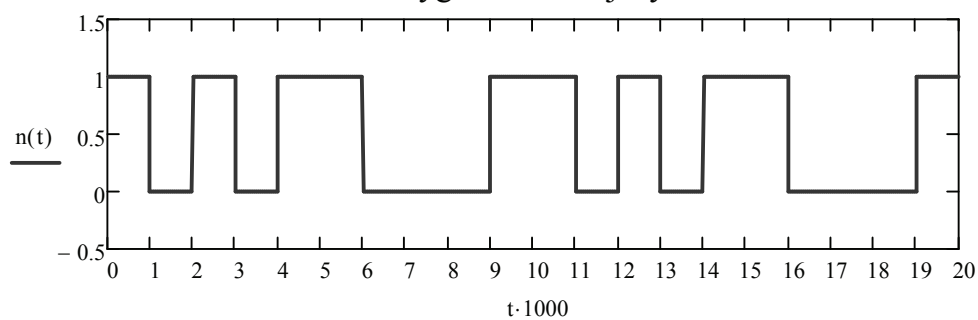
$$T \equiv 0.001$$

$$t := 0, \frac{T}{500} \dots 20 \cdot T$$

Sygnal modulujący $n(t)$ mam postać:

$$n(t) := \begin{cases} 1 & \text{if } 0 \leq t < T \\ 0 & \text{if } 1 \cdot T \leq t < 2 \cdot T \\ 1 & \text{if } 2 \cdot T \leq t < 3 \cdot T \\ 0 & \text{if } 3 \cdot T \leq t < 4 \cdot T \\ 1 & \text{if } 4 \cdot T \leq t < 5 \cdot T \\ 1 & \text{if } 5 \cdot T \leq t < 6 \cdot T \\ 0 & \text{if } 6 \cdot T \leq t < 7 \cdot T \\ 0 & \text{if } 7 \cdot T \leq t < 8 \cdot T \\ 0 & \text{if } 8 \cdot T \leq t < 9 \cdot T \\ 1 & \text{if } 9 \cdot T \leq t < 10 \cdot T \\ n(t - 10 \cdot T) & \text{otherwise} \end{cases}$$

Sygnał modulujący



Czas trwania pojedynczego bitu:

$$T_0 := \frac{T}{2}$$

Amplituda fali nośnej:

$$A_0 := 1$$

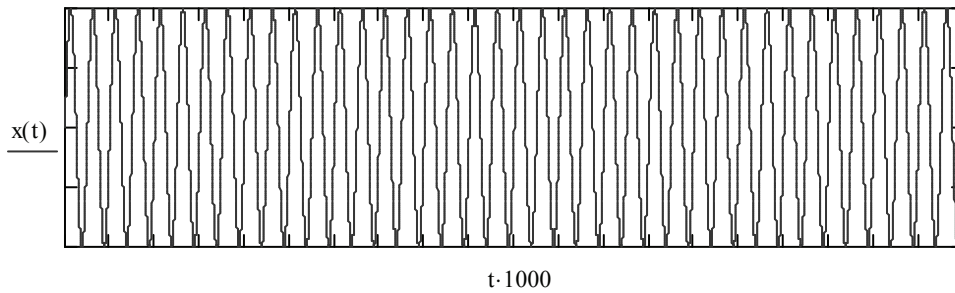
Pulsacja fali nośnej:

$$\Omega_0 := \frac{2 \cdot \pi}{T_0}$$

Sygnał nośny:

$$x(t) := A_0 \cdot \cos\left(\Omega_0 \cdot t - \frac{\pi}{2}\right)$$

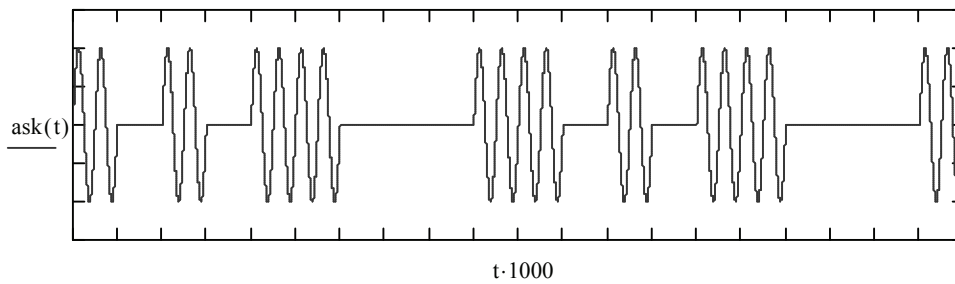
Sygnal nosny



Sygnal zmodulowany ASK:

$$\text{ask}(t) := \text{if}[0 \leq t < 10 \cdot T, (n(t)) \cdot x(t), \text{ask}(t - 10 \cdot T)]$$

Sygnal zmodulowany ask



Wyznaczenie widma sygnału ASK

Liczba obliczanych harmonicznych:

$$K = 40$$

Liczba kroków całkowania:

$$N = 2000$$

$$n = 1 \dots N \quad k = 0 \dots K$$

$$\tau_n = \frac{10T}{N} (n - 0.5)$$

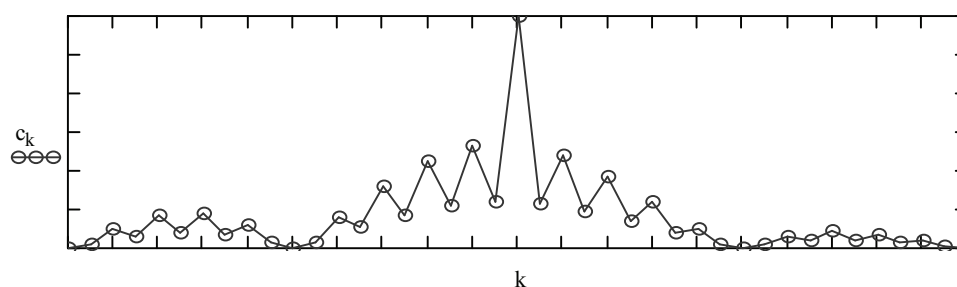
Wyznaczanie współczynników szeregu Fouriera:

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{n=1}^N (\text{ask}(\tau_n) \cos(k \frac{2\pi}{10T} \tau_n))$$

$$b_k = \frac{2}{N} \sum_{n=1}^N (\text{ask}(\tau_n) \sin(k \frac{2\pi}{10T} \tau_n))$$

$$c_k = \sqrt{(a_k)^2 + (b_k)^2}$$

Widmo sygnału zmodulowanego



LITERATURA

- [1] W. Lipiński, „Obliczenia numeryczne w teorii sygnałów i obwodów elektrycznych”, ZAPOL 2009.
- [2] K. Wesołowski, „Podstawy Cyfrowych Systemów Telekomunikacyjnych”, WKŁ 2006.
- [3] M. Gotfryd, „Podstawy Telekomunikacji”, OWPRZ 2011.
- [4] U. Tietze, Ch. Schenk, „Układy półprzewodnikowe”, WNT 2008.

PRESENTATION ASK MODULATION IN THE MATCHCAD

In this paper the authors present didactic presentation of digital modulation ASK (Amplitude Shift Keying). ASK modulation is presented as an example, which is made in the popular computing program Matchcad.