

15.2 Przesyłanie informacji przez kanał komunikacyjny

1. Twierdzenie Shannona

Przy przetwarzaniu sygnału w dowolnym układzie (zarówno liniowym jak i nieliniowym) lub przy przesyłaniu sygnału przez dowolne medium transmisyjne następuje sumowanie się sygnału z niepożądanymi szumami. Często stosowaną miarą odstepu sygnału od szumu jest *stosunek mocy sygnału* P_s do *mocy szumu* P_n nazywany krócej *stosunkiem sygnał szum* lub *współczynnikiem SNR* (ang. *Signal to Noise Ratio*). Tak więc

$$SNR = \frac{P_s}{P_n}$$

Często współczynnik SNR obliczamy dla ustalonego pasma częstotliwości.

Pojemność informacyjna kanału definiowana jest jako maksymalna szybkość (mierzona w bitach na sekundę b/s), przy której informacja może być przesyłana bezbłędnie przez kanał.

Twierdzenie: (twierdzenie Shannona o pojemności informacyjnej kanału)

Niech B oznacza szerokość pasma kanału (czasem mówimy: szerokość pasma przenoszenia kanału), C pojemność informacyjną kanału mierzoną w [b/s], a SNR stosunek sygnału do szumu w kanale wówczas

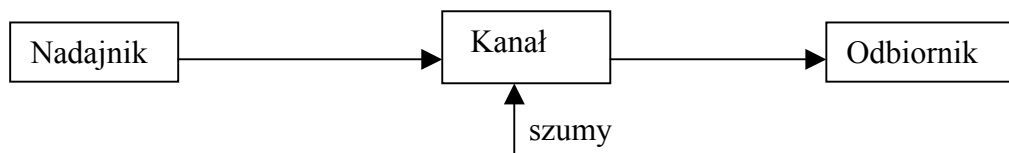
$$C = B \cdot \log_2(1 + SNR) \quad (*)$$

Ze wzoru (*) wynika, że im większy współczynnik SNR, tym pojemność informacyjna kanału jest większa. Szum z kanału nie da się jednak wyeliminować, choć można tak dobierać rodzaj modulacji (stosunek SNR zależy od typu wybranej modulacji), by współczynnik SNR był jak najkorzystniejszy, czyli jak największy.

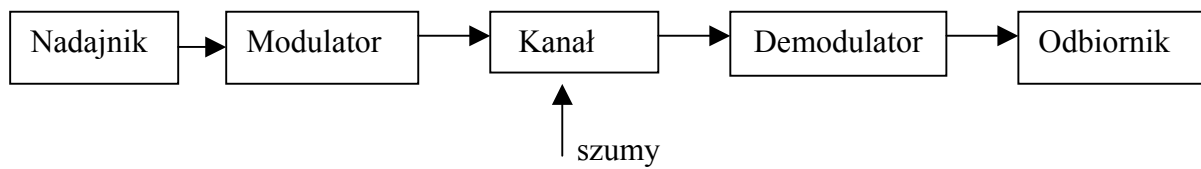
Pojemność informacyjna kanału zależy również od szerokości pasma kanału. Z kolei szerokość pasma kanału zależy od wybranego medium transmisyjnego. Każde typowe medium transmisyjne: światłowód, skrętka, kabel koncentryczny, kabel telefoniczny czy wolna przestrzeń w przypadku łączności bezprzewodowej mają swoje charakterystyczne szerokości pasma kanału.

Warto w tym miejscu wspomnieć, że elektronika dysponuje całą gamą różnych metod modulacji czyli metod nanoszenia informacji na tzw. nośną. Stosujemy np. modulację amplitudy AM (ang. *Amplitude Modulation*), modulację częstotliwości FM (ang. *Frequency Modulation*), kwadraturową modulację amplitudy QAM (ang. *Quadrature Amplitude Modulation*), modulację z kluczkowaniem częstotliwości FSK (ang. *Frequency Shift Keying*), modulację CPFSK (ang. *Continuous Phase Frequency Shift Keying*), modulację z kluczkowaniem fazy PSK (ang. *Phase Shift Keying*) itd.. Na ogół modulacja umożliwiająca uzyskanie lepszego stosunku SNR jest bardziej złożona z technicznego punktu widzenia.

a)



b)



Rys. 1. Typowy kanał komunikacyjny a) bez modulacji b) z modulacją