

Wykład nr 1: 03-01-2005

Temat: Transmisja danych łącami

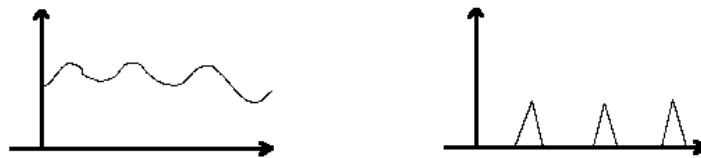
1 Podstawowe pojęcia

Dla uporządkowania przypomnijmy podstawowe używane w komunikacji sieciowej pojęcia.

- nadajnik (ang. transmitter);
- odbiornik (ang. receiver);
- wzmacniacz, wzmacnia, repeater (ang. repeater);
- łącze
 - bezpośrednie (ang. direct link);
- nośnik (ang. medium)
 - przewodnikowy (ang. guided)
 - * skrętka (ang. twisted pair),
 - * kabel koncentryczny (ang. coaxial cable),
 - * światłowód (ang. fiber);
 - bezprzewodnikowy (ang. unguided)
 - * próżnia,
 - * atmosfera,
 - * woda;
- transmisja (ang. transmission)
 - rozgłoszeniowa
 - punkt-do-punktu (ang. point-to-point),
 - * sympleksowa (ang. simplex) = półdupleksowa (ang. half-duplex),
 - * dupleksowa (ang. duplex).

2 Sygnały elektromagnetyczne

- Sygnały mają charakter ciągły i dyskretny.



- Podstawą do opisu sygnałów są sygnały okresowe

$$s(t + T) = s(t),$$

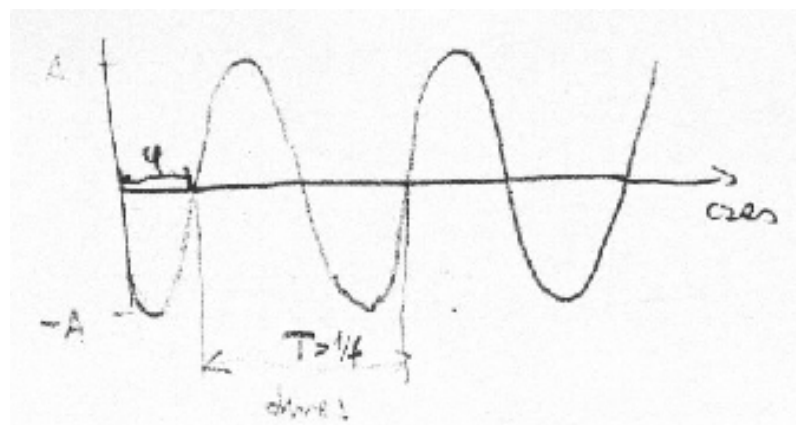
gdzie T oznacza okres.

- Sygnały okresowe są generowane za pomocą odpowiednio przekształconej funkcji sinus

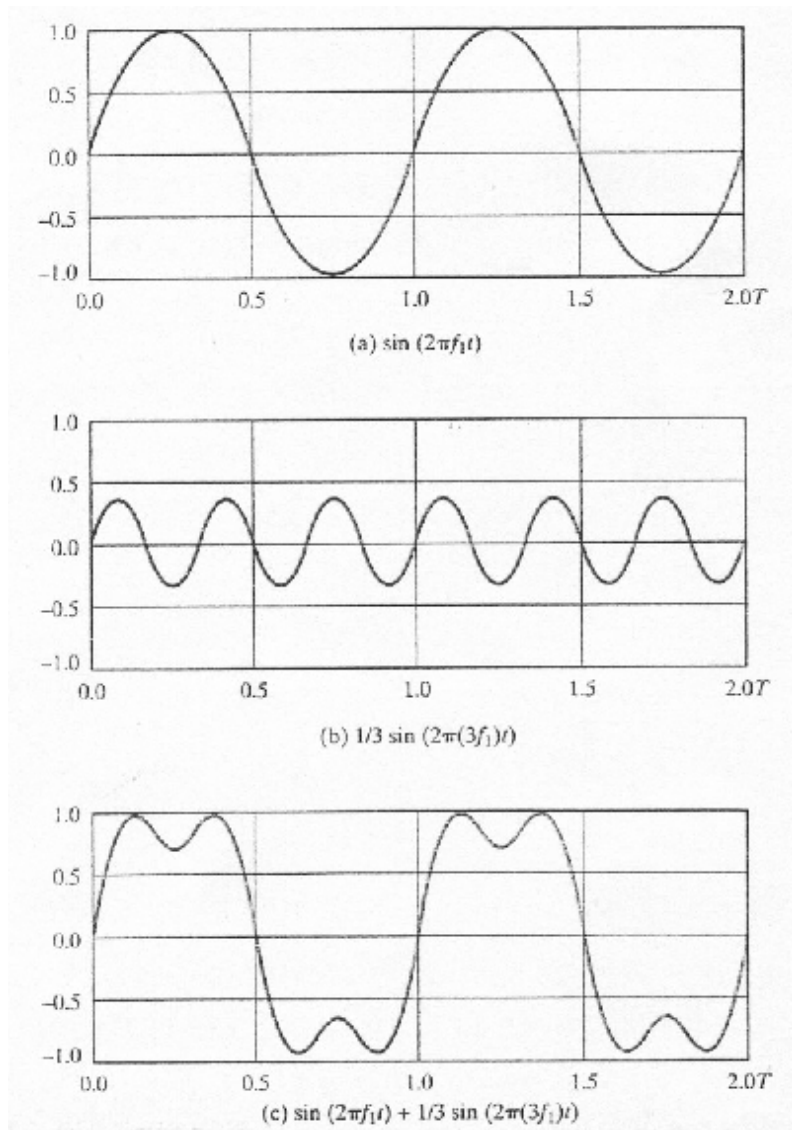
$$s(t) = A \sin(2\pi ft - \phi),$$

gdzie

- A to amplituda (wołty, V),
- f to częstotliwość (herce, Hz) — uwaga: $T = 1/f$,
- ϕ to przesunięcie fazowe (sekundy, s)



2.1 Składanie sygnałów



- Analiza Fourierska

Każdą ciągłą (a nawet całkowalną) funkcję $x : [0, T] \rightarrow \mathbb{R}$ można przedstawić jako

$$x(t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(2\pi n f_0 t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi n f_0 t),$$

gdzie

- f_0 to częstotliwość podstawowa (ang. fundamental frequency),
- $n f_0$ to częstotliwość harmoniczna (ang. harmonic frequency),

- a_0 to składowa stała (ang. DC component).

Wzory na współczynniki to:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cos(2\pi n f_0 t) dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \sin(2\pi n f_0 t) dt$$

- Dziedzina częstotliwości:

- Można zmienić układ współrzędnych operacji

$$s(t) \Rightarrow S(f)$$

(funkcja S nazywana jest *spektrum* lub *widmem* — ang. spectrum).

- spektrum — czasami nazywana tak jest dziedzina S ,
- absolutne pasmo (ang. absolut bandwidth) — szerokość spektrum,
- efektywne pasmo (ang. effective bandwidth) — odcinek spektrum, w którym zawarta jest większość energii,
- składowa stała (ang. direct component) — energia dla częstotliwości 0,
- centralna częstotliwość (ang. central frequency) — środek odcinka spektrum (efektywnego).

3 Rodzaje transmisji i rodzaje danych

3.1 Rodzaje danych

- Dane cyfrowe
 - litery w komputerze,
 - obrazki .gif.
- Dane analogowe
 - głos ludzki,
 - temperatura powietrza.

3.2 Rodzaje transmisji

- Transmisja cyfrowa (oparta na wydarzeniach: np. przejście duże napięcie — małe napięcie)
 - RS-232,
 - 100Base-TX.
- Transmisja analogowa (oparta na fali nośnej — najczęściej sinusoidalnej)
 - wyświetlanie filmu w kinie,
 - nadawanie audycji radiowej.
- Transmisja mieszana
 - sygnał telewizyjny.

Dlaczego techniki cyfrowe wygrywają (choć istnieje duża bariera technologiczna przy ich stosowaniu):

- koszt sprzętu cyfrowego maleje przy skalowaniu produkcji,
- łatwiej zachować jakość danych,
- łatwiej manipulować danymi,
- łatwiej multipleksować dane cyfrowe,
- łatwiej szyfrować dane cyfrowe,
- łatwiej integrować różne elementy: głos, obraz, napisy.

4 Zniekształcenia przy transmisji

Różne rodzaje zniekształceń sygnału

- tłumienie (ang. attenuation),
- zniekształcenia w tłumieniu (ang. attenuation distortion),
- zniekształcenia w opóźnieniu (ang. delay distortion),
- szum (ang. noise),
- zniekształcenia digitalizacji (ang. digitization noise).

4.1 Tłumienie

- Mierzone w dB (decybelach)

$$N_{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

- N_{dB} — liczba decybeli,
- P_1, P_2 — wartości mocy sygnału.

- Własności decybeli

- odczuwalna przez człowieka siła zmienia się właśnie logarytmicznie,
- stratę lub wzmocnienie sygnału łatwo policzyć stosując dodawanie,
- decybele są wartościami relatywnymi.

- Dla uproszczenia decybele mierzone są przy użyciu napięcia

$$P = \frac{V^2}{R},$$

czyli

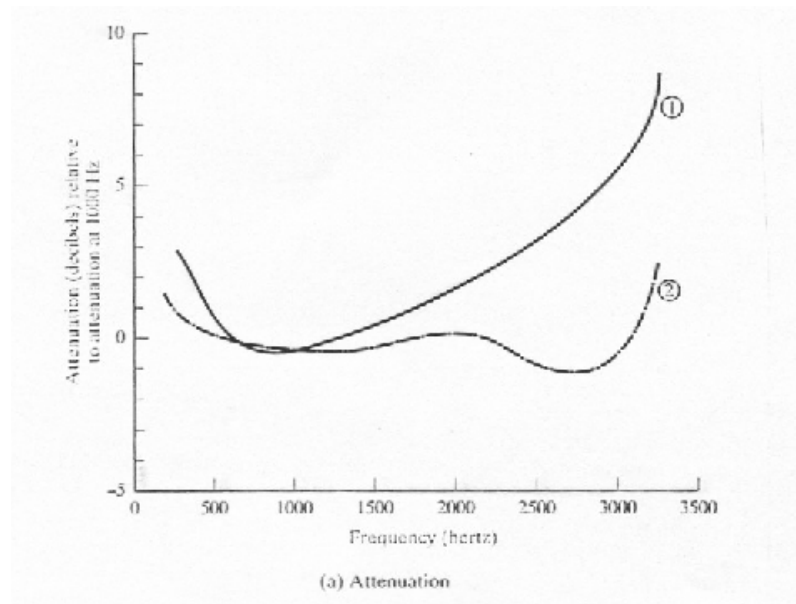
$$N_{dB} = 20 \log_{10} \frac{V_1}{V_2}$$

- Jeśli ktoś potrzebuje absolutnych wartości, to mierzone są one w dBW (decybelowatach) i dBmV (decybelomiliwoltach):

$$\begin{aligned} P &= 10 \log_{10} \frac{P_0}{1W} && \text{tłumienie } P \text{ w dBW} \\ V &= 20 \log_{10} \frac{V_0}{1mV} && \text{tłumienie } V \text{ w dBmV} \end{aligned}$$

- Podstawowe własności tłumienia

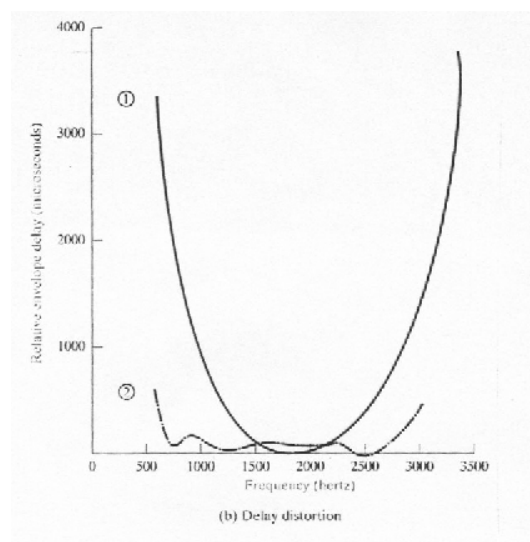
- Zwykle ma charakter logarytmiczny (przy zmianie długości) dla nośników przewodnikowych.
- Dla nośników nieprzewodnikowych ma charakter zależny od struktury ośrodka.
- Tłumienie rośnie wraz z częstotliwością:



- * linia ciągła — bez wzmacnienia wyrównującego,
- * linia przerywana — ze wzmacnieniem wyrównującym.

4.2 Zakłócenia w opóźnieniu

- Centralna częstotliwość przybywa najszybciej, boczne — wolniej,
- Zakłócenia te właściwe są dla nośników przewodnikowych.
- Zakłócenia te wprowadzają ograniczenie na szybkość przesyłu danych cyfrowych.
- Przykładowe zakłócenia w opóźnieniu



4.3 Szum

Rodzaje szumu:

- Szum termiczny (ang. thermal noise)
 - stały na wszystkich częstotliwościach

$$N = kTW,$$

gdzie

- * N — moc szumu termicznego w watach,
 - * k — stała Boltzmana = $1,3803 \times 10^{-23} J/^{\circ}K$,
 - * T — temperatura medium,
 - * W — długość odcinka częstotliwości, w którym mierzymy energię szumu.
- Szum intermodulacji
 - dwie częstotliwości f_1, f_2
 - zakłócenia na częstotliwościach $f_1 - f_2, f_1 + f_2, kf_1, kf_2$,
 - nieliniowość ośrodka.
 - Szum interferencyjny, przesłuch (ang. crosstalk)
 - FEXT,
 - NEXT.
 - Szum impulsowy (ang. impulse noise)
 - na przykład wywołany przez wyładowanie elektryczne lub przepięcie w sieci elektrycznej.

Notatki zostały przygotowane na podstawie książki [?].