

Sygnaly i Systemy

Wykład 1 Wprowadzenie do przedmiotu Podstawowe pojęcia i klasyfikacja sygnałów

Robert Ziemia
Politechnika Rzeszowska
Katedra Elektrotechniki i Podstaw Informatyki
E-mail: ziemba@prz.edu.pl
Bud. B p. 209

✦ Karta przedmiotu

Sygnaly i systemy – informatyka, studnia I stopnia, stacjonarne

✦ <https://weii.prz.edu.pl/studenci/plany-studiow>

Materiały pomocnicze

5

Materiały dydaktyczne na serwerze Zakładu: <http://www.pei.prz.rzeszow.pl>
w zakładce **Dydaktyka/Materiały** dla studentów.

login: **pei**
hasło: **dydaktyka**



Warunki zaliczenia przedmiotu

- ✦ 1. Udział w zajęciach wykładowych, ćwiczeniowych i laboratoryjnych.
- ✦ 2. Uzyskanie pozytywnych ocen zaliczenia z ćwiczeń i laboratorium
- ✦ 3. Pozytywna ocena z egzaminu pisemnego

Forma zajęć	Sposób wystawiania oceny podsumowującej
Wykład	Egzamin pisemny. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń i laboratorium.
Ćwiczenia	Ustalone przez prowadzącego
Laboratorium	Ustalone przez prowadzącego
Ocena końcowa	Ocena końcowa jako średnia ważona wg wzoru: 1/3 - ocena z egzaminu, 1/3 - ocena z ćwiczeń, 1/3 - ocena z laboratorium.

Wykaz zalecanej literatury

- ✦ Papoulis A., *Obwody i układy*, WKŁ, Warszawa, 1988
- ✦ Zieliński T., *Od teorii do cyfrowego przetwarzania sygnałów*, Wydział EAIiE AGH, Kraków., 2002
- ✦ Drałus G., Masłowski G., *Sygnaly i systemy. Materiały pomocnicze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2013
- ✦ Gołębiowski L., Gołębiowski M., *Obwody elektryczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów., 2012

- ✦ Osowski S., Siwek K., Śmiałek M., *Teoria obwodów*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006
- ✦ Osowski S., Siwek K., Śmiałek M., *Podstawy elektrotechniki i elektroniki*.
- ✦ Portal e-Informatyka, 2007. <http://wazniak.mimuw.edu.pl>
- ✦ Bolkowski S., *Teoria obwodów elektrycznych*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2005
- ✦ Bolkowski S., Brociek W., Rawa H., *Teoria obwodów elektrycznych – zadania*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2006

Treści kształcenia

- Wiadomości wstępne. Podstawowe pojęcia teorii sygnałów i system. Klasyfikacja. Wiadomości podstawowe: wielkości fizyczne systemów elektrycznych (prąd, potencjał i napięcie, moc, energia); elementy systemów elektrycznych ; Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa dla sygnałów elektrycznych. Systemy prądu stałego: systemy liniowe prądu stałego (ogólna charakterystyka zagadnienia, metoda superpozycji; metoda potencjałów węzłowych, metoda Thevenina).**
- TK01 Systemy liniowe stacjonarne w stanach ustalonych o przebiegach okresowych: ogólna charakterystyka zagadnienia; metoda symboliczna, wykresy wskazowe; moc czynna, bierna i pozorna; szereg Fouriera; analiza harmonicznych.
- TK02 Czwórniki: równania czwórnika; właściwości czwórników w stanach ustalonych przy wymuszeniu harmonicznym. Filtry: ogólna charakterystyka zagadnienia; klasyfikacja; metody analizy.
- TK03 Linie długie: ogólna charakterystyka zagadnienia; równania telegrafistów; stany ustalone linii długiej przy wymuszeniu harmonicznym
- TK04 Systemy liniowe stacjonarne w stanach nieustalonych: ogólna charakterystyka zagadnienia; metoda operatorowa (przekształcenie Laplace'a proste i odwrotne); transmitancje; odpowiedź skokowa; odpowiedź impulsowa.
- TK05 Dyskretyzacja i kwantyzacja sygnałów ciągłych. Twierdzenie o próbkowaniu. Dyskretny skok jednostkowy. Delta Kroneckera.
- TK06 Przekształcenie Z: Transmitancja Z sygnałów dyskretnych. Odwrotne przekształcenie Z.
- TK07 Odpowiedź skokowa i impulsowa systemów dyskretnych. Przekształcenie DFT i IDFT. Analiza częstotliwościowa sygnałów i systemów dyskretnych.
- TK08 Filtracja dyskretna sygnałów: Splot cyfrowy. Filtry cyfrowe. Charakterystyki częstotliwościowe filtrów cyfrowych.
- TK09 Systemy liniowe stacjonarne w stanach nieustalonych - Metoda klasyczna.

Sygnal jako nośnik informacji

Sygnalem nazywamy proces zmian w czasie stanu fizycznego dowolnego obiektu, służący do wizualizacji, rejestracji i przesyłania wiadomości.

Sygnal jest funkcją niezależnych zmiennych, które zawierają informacje.

Własności sygnałów bada **teoria sygnałów**. Związek pomiędzy naturą fizyczną sygnałów i zawartą w nich informacją bada **teoria informacji**.

7

Teoria sygnałów a teoria informacji

Claude Elwood Shannon
Twórca podstaw Teorii Informacji



Twierdzenie o przepustowości Shannona-Hartleya głosi, że można zwiększyć przepustowość wyrażoną w bitach na sekundę, poprzez zwiększenie szerokości pasma lub mocy sygnału, lub poprzez zmniejszenie szumów.

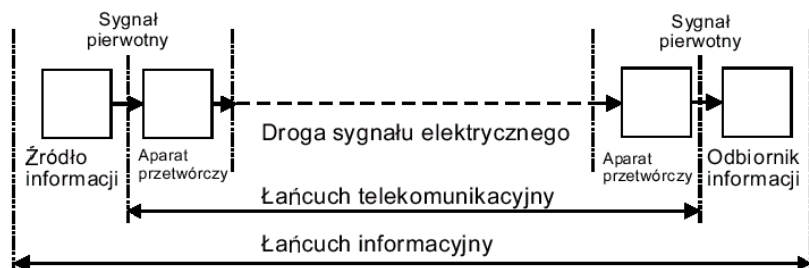
Wyraża go równanie:

$$C = W \log_2 \left[1 + \frac{S}{N} \right] \quad [C] = \text{b/s} \quad [W] = \text{Hz}$$

C - przepustowość kanału w bitach na sekundę
 W - szerokość pasma w hercach [Hz]
 S - moc sygnału
 N - moc szumu

8

Łańcuch informacyjny i telekomunikacyjny



9

Łańcuch telekomunikacyjny



Telekomunikacja ogranicza się do formy przesyłanych wiadomości, pomijając ich treść merytoryczną (różnica pomiędzy przesyłaniem informacji w systemach informacyjnych)

10

Model matematyczny sygnału

Modelem matematycznym sygnału jest funkcyjna zależność, której argumentem jest czas.

$$x(t), u(t), i(t)$$

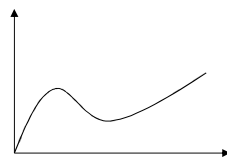
Model matematyczny umożliwia rozpatrywać własności sygnału niezależnie od jego natury fizycznej.

Ten sam model matematyczny może opisywać np. sygnał elektryczny i akustyczny.

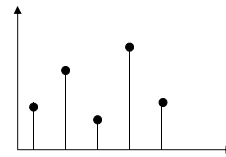
11

Klasyfikacja sygnałów

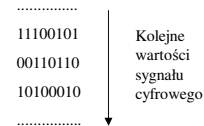
1. Sygnały **rzeczywiste** i **zespólone**
2. Sygnały **jednowymiarowe** (np. napięcie, prąd w określonym miejscu) i **wielowymiarowe** (np. fala elektromagnetyczna)
3. Sygnały **deterministyczne** i **stochastyczne** (*losowe funkcje czasu*)
4. Sygnały **analogowe, dyskretne i cyfrowe**



Ciągły czas
i zbiór wartości



Dyskretny czas
i ciągły zbiór wartości



Dyskretny czas
i zbiór wartości

12

Klasyfikacja sygnałów

Ze względu na dziedzinę sygnały dzielimy na:

- ciągłe w czasie (zazwyczaj oznaczone jako $x(t)$, $y(t)$)
- dyskretne w czasie (oznaczone jako $x(t_n)$, n -numer próbki)

Ze względu na zbiór wartości sygnały dzielimy na:

- z ciągłą amplitudą
- z dyskretną amplitudą

Sygnały ze względu na dziedzinę i wartości, można podzielić na cztery klasy:

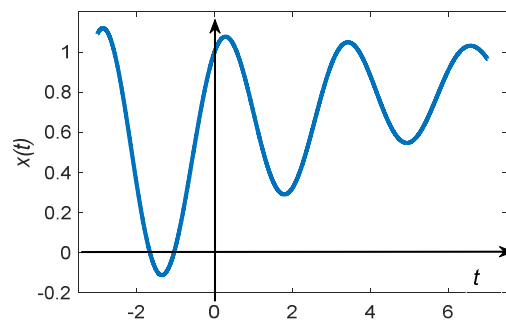
- z czasem ciągłym i ciągłe w amplitudzie
- z czasem ciągłym i dyskretne w amplitudzie
- z czasem dyskretnym i ciągłe w amplitudzie
- z czasem dyskretnym i dyskretne w amplitudzie (cyfrowe).

13

Klasyfikacja sygnałów

Sygnał ciągły w czasie i amplitudzie

Większość rzeczywistych sygnałów ma charakter ciągły (sygnały analogowe), np. prędkość, dźwięk, napięcie elektryczne, temperatura, ciśnienie, ...



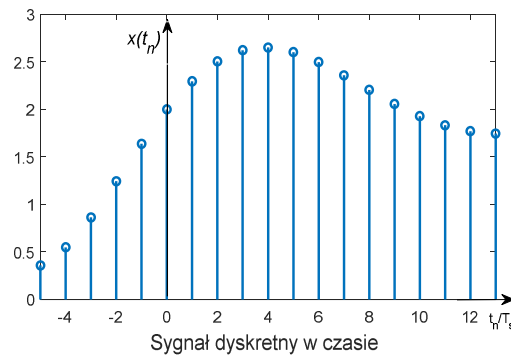
Sygnał ciągły w czasie

14

Klasyfikacja sygnałów

Sygnał dyskretny w czasie

Oznaczenia: $x(t_n)$, n - liczba całkowita, czas zmienia się w sposób dyskretny. Sygnały dyskretny w czasie powstają zazwyczaj w wyniku próbkowania sygnałów analogowych. Sygnałami dyskretnymi mogą być także ciągi liczb np. ciąg notowań dziennych kursu złotówki do euro. Sygnały dyskretny mogą być przetwarzane przez komputery oraz cyfrowe procesory sygnałowe

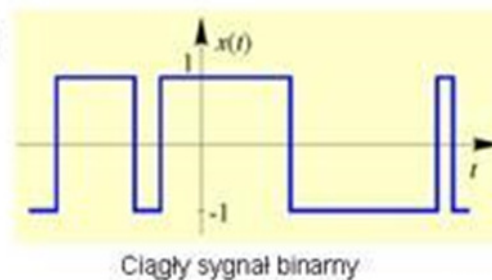


15

Klasyfikacja sygnałów

Sygnał ciągły binarny

Sygnały ciągły binarny jest ciągły w czasie, i przyjmuje tylko dwie wartości binarne 1 i 0 lub 1 i -1.



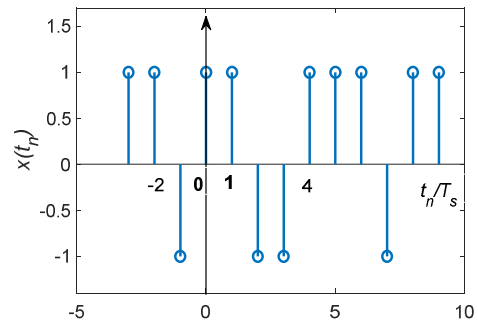
16

Klasyfikacja sygnałów

Dyskretny sygnał binarny

Oznaczenia: $x[n]$, n - liczba całkowita, numer próbki.

Sygnały dyskretne w czasie mają również dyskretne wartości 0 i 1 lub 1 i -1.

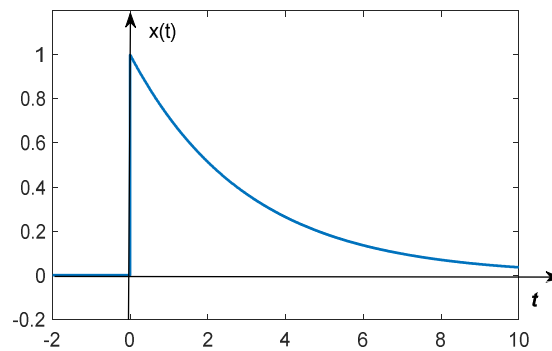


Dyskretny sygnał binarny

17

Klasyfikacja sygnałów

Sygnał o nieskończonym czasie trwania

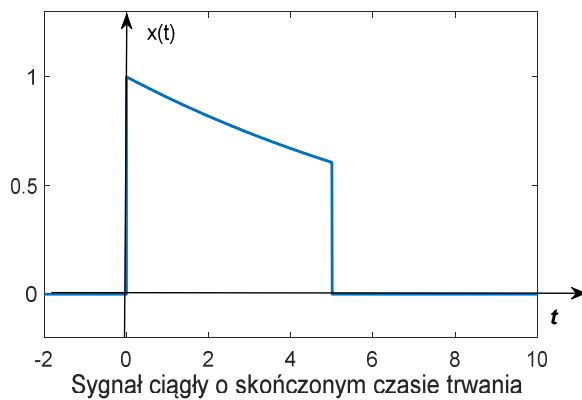


Sygnał ciągły o nieskończonym czasie trwania

18

Klasyfikacja sygnałów

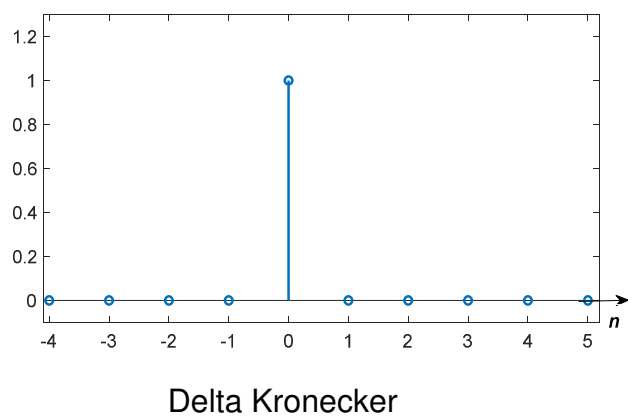
Sygnał o skończonym czasie trwania



19

Klasyfikacja sygnałów

Sygnał *dyskretny* o skończonym czasie trwania
– sygnał impulsowy – delta Kronecker



20

Sygnaty elektromagnetyczne - EM



James Clerk Maxwell (1831-1879)

James Clerk Maxwell
sformułował matematyczny opis
zjawisk elektromagnetycznych w
postaci tzw. **równań Maxwella**

Przewidział istnienie
fal elektromagnetycznych

21

Wykorzystanie sygnałów EM w telekomunikacji

- ✦ **TELEKOMUNIKACJA:** Nadawanie, odbiór lub transmisja informacji jakiegokolwiek natury, w szczególności znaków, sygnałów, pisma, obrazów lub dźwięków, za pomocą przewodów, fal radiowych bądź optycznych lub innych środków wykorzystujących energię elektromagnetyczną.
- ✦ Telekomunikacja ogranicza się do formy przesyłanych wiadomości, pomijając ich treść merytoryczną (różnica pomiędzy przesyłaniem informacji w systemach informacyjnych)

22

Teletransmisja

- ✦ **Teletransmisja** to dział telekomunikacji odpowiedzialny za przesyłanie sygnałów telekomunikacyjnych od nadajnika do odbiornika drogą przewodową lub z wykorzystaniem fal elektromagnetycznych.
- ✦ **Teletransmisję przewodową** można podzielić na teletransmisję:
 - *kablową (z wykorzystaniem przewodów głównie miedzianych)*
 - *falowodową*
 - *światłowodową*
- ✦ **Teletransmisja radiowa** wykorzystuje radiolinie i urządzenia radiowe nadawczo-odbiorcze.

23

Zadania teletransmisji

- ✦ Projektowanie i realizacja torów teletransmisyjnych
- ✦ Wielokrotne wykorzystanie łączy telekomunikacyjnych
- ✦ Przeciwdziałanie zakłóceniom i zniekształceniom sygnałów - kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)

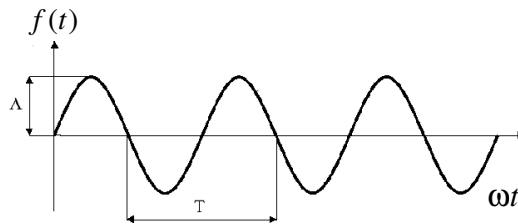
24

Sygnaly sinusoidalne

$$f(x, t) = A \sin(\omega t + kx) \text{ - równanie falowe}$$

Dla $x = \text{const}$

$$f(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \text{ - sygnał sinusoidalny}$$



φ - faza początkowa

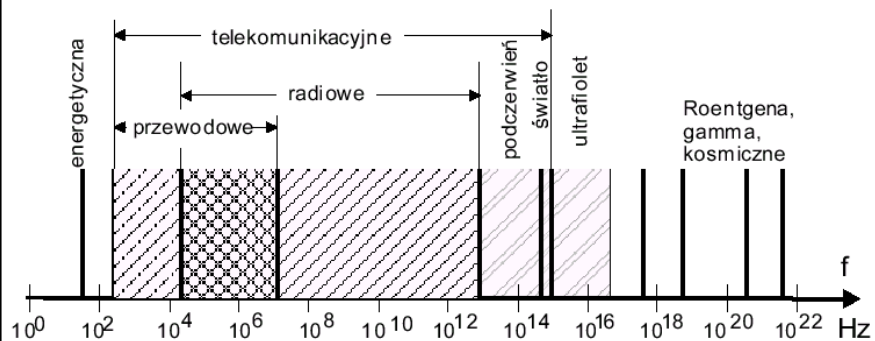
$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \text{ - pulsacja}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ - wektor falowy}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ - Długość fali}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 300 \frac{\text{m}}{\mu\text{s}}$$

Widmo fal elektromagnetycznych



Własności sygnału sinusoidalnego

$$x = A \sin(\theta) \Rightarrow x(t) = A \sin[\theta(t)]$$

$$x(t) = A \sin(2\pi f_0 t + \phi) = A \sin(\omega_0 t + \phi)$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0 \quad \theta(t) = 2\pi f_0 t + \phi = \omega_0 t + \phi$$

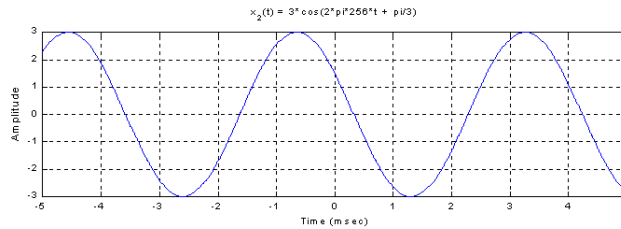
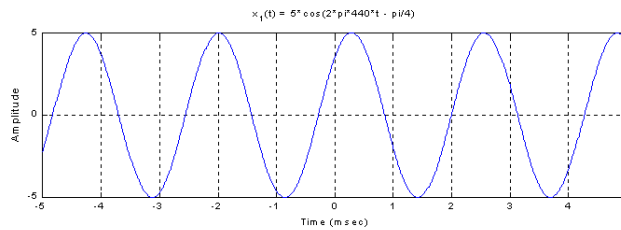
$$\cos(\theta) = \sin(\theta + \pi / 2)$$

$$\sin(\theta) = \cos(\theta - \pi / 2)$$

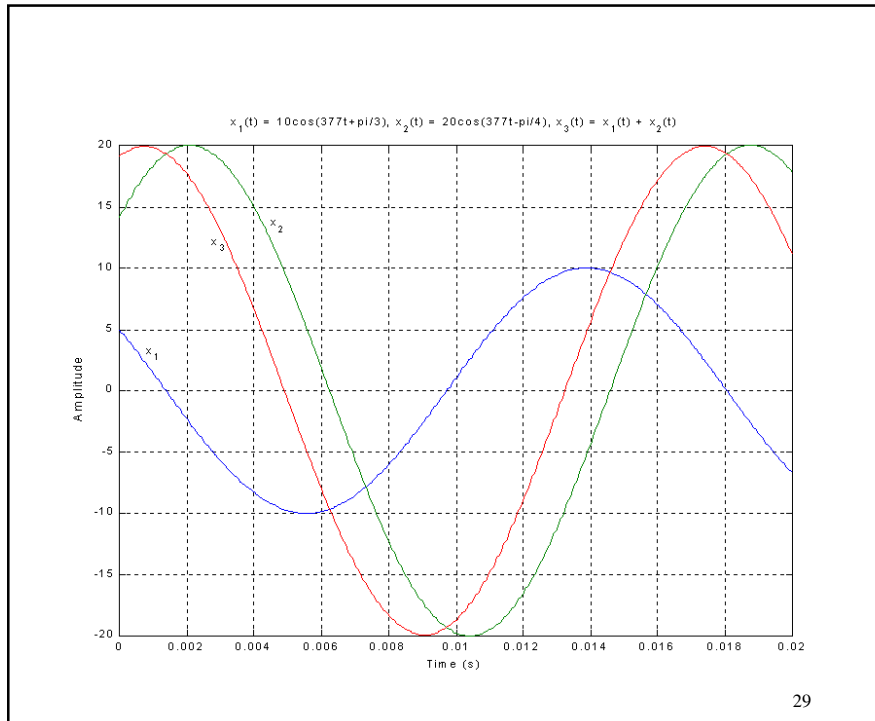
27

$$x_1(t) = 5 \cos(2\pi \cdot 440 \cdot t - \pi / 4)$$

$$x_2(t) = 3 \cos(2\pi \cdot 256 \cdot t - \pi / 3)$$



28



Parametry sygnałów

$$X_{sr} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} x(t) dt$$

Wartość średnia w przedziale

$$X_{sr} = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{2\tau} \int_{-\tau}^{+\tau} x(t) dt$$

Wartość średnia całego sygnału

$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t) dt$$

Energia sygnału

$$P_x = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} x^2(t) dt$$

Moc średnia w przedziale

$$P_x = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{2\tau} \int_{-\tau}^{+\tau} x^2(t) dt$$

Moc średnia całego sygnału

30

Parametry sygnałów

$$X_{sk} = \sqrt{P_x} = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} x^2(t) dt}$$

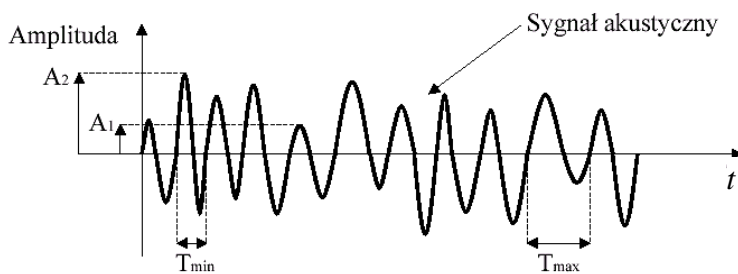
Wartość skuteczna
w przedziale

$$X_{sk} = \sqrt{P_x} = \sqrt{\lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{2\tau} \int_{-\tau}^{+\tau} x^2(t) dt}$$

Wartość skuteczna
całego sygnału

31

CECHY FALI AKUSTYCZNEJ I SYGNAŁU TRANSMISYJNEGO

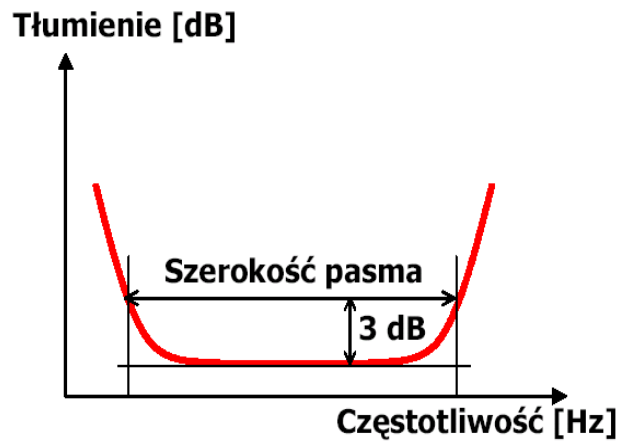


Dynamika $D = \frac{A_2}{A_1}$ *Pasmo* $\Delta f = f_{\max} - f_{\min} \quad [Hz]$

$$f_{\max} = \frac{1}{T_{\min}} \quad f_{\min} = \frac{1}{T_{\max}}$$

32

Definicja szerokości pasma sygnałów



33

Systemy

System to obiekt fizyczny lub abstrakcyjny, w którym można wyodrębnić zespół elementów wzajemnie powiązanych w układy oraz realizujący jako całość funkcję nadrzędną

Systemy mogą służyć do wyjaśnienia zjawisk fizycznych i badać występujące w nich związki przyczynowo-skutkowe.

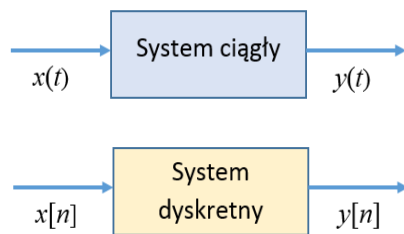
- Systemy jako modele rozważanych zjawisk
- W systemach przyczyna jest reprezentowana przez sygnał wejściowy a skutek jest reprezentowany przez sygnał wyjściowy (odpowiedź systemu)

34

Systemy

- W większości przypadków systemy rozpatruje się z punktu widzenia sygnałów wejściowych i wyjściowych
- System odpowiada na zadany sygnał wejściowy jednym lub więcej sygnałami wyjściowymi

Systemy możemy podzielić na ciągłe i dyskretne.

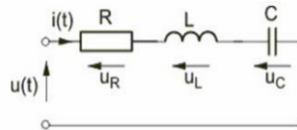


35

Systemy

Szeroka klasa systemów może być reprezentowana przez *równania różniczkowe* (czas ciągły) bądź *różnicowe* (czas dyskretny)

Obwód elektryczny RLC jako przykład systemu ciągłego



Obwód RLC można opisać równaniem różniczkowym

$$\frac{d^2 u_C(t)}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{LC} u_C(t) = u(t)$$

36

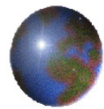
Systemy

Przykład:

System dyskretny II rzędu można opisać równanie różnicowym gdzie $y[n]$ to odpowiedź systemu:

$$y[n] - 0,75 y[n-1] + 0,125 y[n-2] = 3x[n]$$

37



DODATEK 1

Sygnaly wyrażone w DECYBELACH

Decybele

Decybel został wprowadzony, aby ułatwić porównywanie amplitud dwóch sygnałów, szczególnie gdy różnica między nimi jest bardzo duża i wygodniej jest używać wtedy miary logarytmicznej.

Stosunek amplitud dwóch sygnałów (napięcie, prąd) można wyrazić w decybelach zgodnie z poniższym wzorem:

$$k [\text{dB}] = 20 \log_{10} \frac{U_2}{U_1}$$

gdzie: U_2 i U_1 to amplitudy porównywanych sygnałów.

39

Decybele - porównywanie mocy sygnałów

$$k [\text{dB}] = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

$$\begin{aligned} k [\text{dB}] &= 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} = \\ &= 10 \log_{10} \frac{R_2 I_2 I_2}{R_1 I_1 I_1} = 10 \log_{10} \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2 = \\ &= 20 \log_{10} \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{I_2}{I_1} \right) \quad \text{gdy } R_1 = R_2 \end{aligned}$$

40

Decybele – przykłady

Porównania liniowe i logarytmiczne stosunków amplitud sygnałów.

$$\frac{U_2}{U_1}$$

k_u	$k_{u\log}$
0,1	-20dB
0,707	-3dB
1	0dB
1,41	3dB
10	20dB
100	40dB
1000	60dB

$$\frac{P_2}{P_1}$$

k_p	$k_{p\log}$
0,1	-10dB
0,707	-1.5dB
1	0dB
1,41	1.5dB
10	10dB
100	20dB
1000	30dB

41

Decybele - jednostki pochodne

Jeśli mamy jeden sygnał to również możemy jego wartość wyrazić w decybelach. W zależności od wartości wielkości odniesienia wyróżniamy następujące jednostki:

$$k [\text{dB}] = 20 \log_{10} \frac{U}{1V}$$

$$k [\text{dB}] = 10 \log_{10} \frac{P}{1W}$$

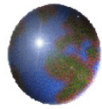
$$k [\text{dBm}] = 20 \log_{10} \frac{U}{1\text{mV}}$$

$$k [\text{dBm}] = 10 \log_{10} \frac{P}{1\text{mW}}$$

$$k [\text{dB}\mu] = 20 \log_{10} \frac{U}{1\mu\text{V}}$$

$$k [\text{dB}\mu] = 10 \log_{10} \frac{P}{1\mu\text{W}}$$

42



DODATEK 2

Reprezentacja sygnału sinusoidalnego
z wykorzystaniem **liczb zespolonych**

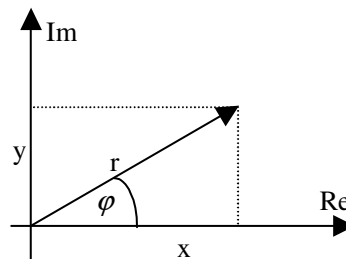
Podstawowe własności liczb zespolonych

$$z = x + jy \quad \operatorname{Re}[z] = x \quad \operatorname{Im}[z] = y \quad j = \sqrt{-1}$$

$$|z| = r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$z = re^{j\varphi} = r \cos \varphi + jr \sin \varphi$$

$$\begin{cases} x = r \cos \varphi & y = r \sin \varphi \\ \varphi = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) \end{cases}$$



Dodawanie i odejmowanie liczb zespolonych

$$Z_3 = Z_1 + Z_2 = (x_1 + x_2) + j(y_1 + y_2)$$

Mnożenie liczb zespolonych

$$Z_3 = Z_1 \cdot Z_2 = (r_1 \cdot r_2) e^{j(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

Dzielenie liczb zespolonych

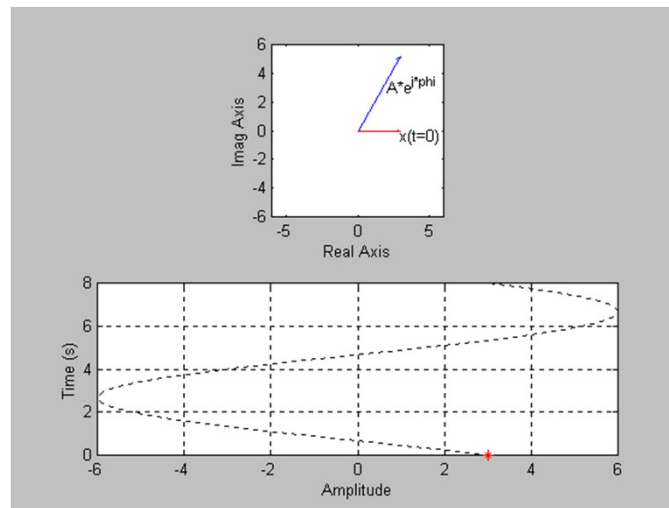
$$Z_3 = \frac{Z_1}{Z_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right) e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

Pierwiastek kwadratowy z liczby zespolonej

$$\begin{aligned} \sqrt{z} &= \sqrt{x + jy} = a + jb & \begin{cases} a^2 - b^2 = x \\ 2ab = y \end{cases} \\ (a + jb)(a + jb) &= x + jy \end{aligned}$$

45

Wirujące wektory wskazowe



46

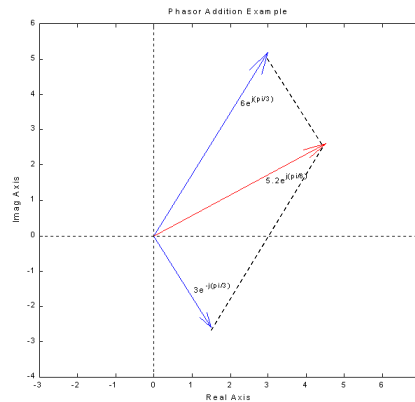
Przykład

$$z_1 = 6e^{j\pi/3}, \quad z_2 = 3e^{-j\pi/3}, \quad z_3 = z_1 + z_2$$

$$z_1 = 3 + j5.1962, \quad z_2 = 1.5 - j2.5981$$

$$z_3 = 4.5 + j2.5981$$

$$z_3 = 5.1962e^{j\pi/6}$$



Przykład – wersja 1

$$x_1(t) = 10\cos(377t + \pi/3) = \text{Re}[10e^{j\pi/3} \cdot e^{j377t}]$$

$$x_2(t) = 20\cos(377t - \pi/4) = \text{Re}[20e^{-j\pi/4} \cdot e^{j377t}]$$

$$x_3(t) = x_1(t) + x_2(t)$$

$$X_1 = 10e^{j\pi/3}, \quad X_2 = 20e^{-j\pi/4}$$

$$X_1 = 5 + j8.66, \quad X_2 = 14.14 - j14.14$$

$$X_3 = 19.14 - j5.48$$

$$X_3 = 19.91e^{-j0.279}$$

$$x_3(t) = \text{Re}[19.91e^{-j0.279} \cdot e^{j377t}]$$

$$x_3(t) = 19.91\cos(377t - 0.279)$$

Przykład – wersja 2

$$x_1(t) = 10 \sin(377t + \frac{5}{6}\pi) = \text{Im} \left[10e^{j\frac{5}{6}\pi} e^{j377t} \right]$$

$$x_2(t) = 20 \sin(377t + \frac{\pi}{4}) = \text{Im} \left[20e^{j\frac{\pi}{4}} e^{j377t} \right]$$

$$x_3(t) = x_1(t) + x_2(t)$$

$$X_1 = 10e^{j\frac{5}{6}\pi} \quad X_2 = 20e^{j\frac{\pi}{4}}$$

$$X_1 = -8.66 + j5 \quad X_2 = 14.14 + j14.14$$

$$X_3 = X_1 + X_2 = 5.48 + j19.14$$

$$X_3 = 19.91e^{j1.29}$$

$$x_3(t) = \text{Im}[19.91e^{j1.29} e^{j377t}]$$

$$x_3(t) = 19.91 \sin(377t + 1.29)$$

$$x_3(t) = 19.91 \cos(377t - 0.28)$$

49

Przykład

$$x_1(t) = 2 \cos(100t + \pi/6) = \text{Re} \left[2e^{j\pi/6} \cdot e^{j100t} \right]$$

$$x_2(t) = 5 \cos(100t - \pi/5) = \text{Re} \left[5e^{-j\pi/5} \cdot e^{j100t} \right]$$

$$x_3(t) = 3 \cos(100t - \pi/6) = \text{Re} \left[3e^{-j\pi/6} \cdot e^{j100t} \right]$$

$$x_4(t) = x_1(t) + x_2(t) + x_3(t)$$

$$X_1 = 2e^{j\pi/6}, \quad X_2 = 5e^{-j\pi/5}, \quad X_3 = 3e^{-j\pi/6}$$

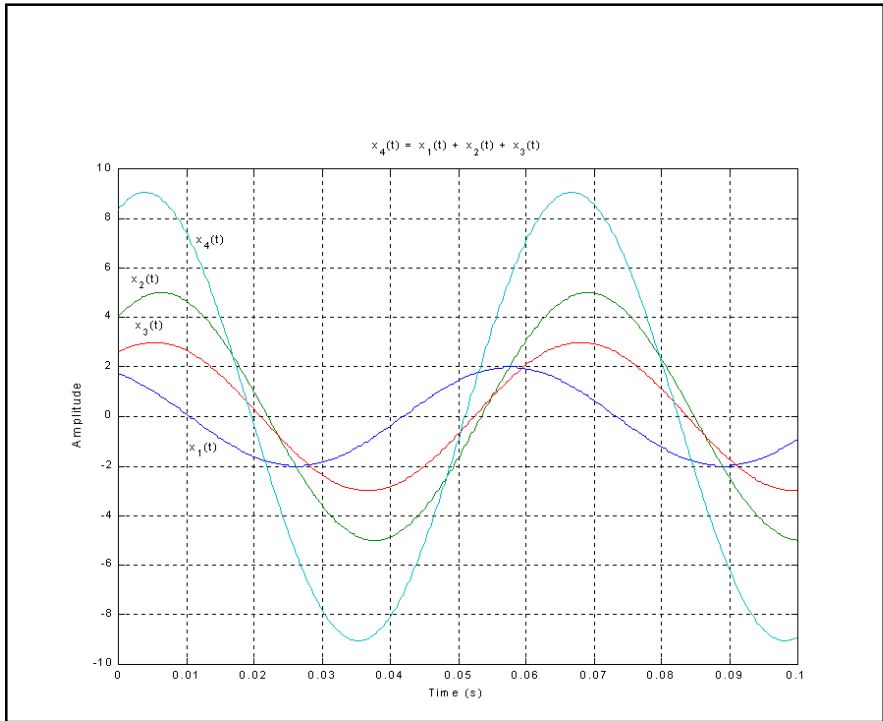
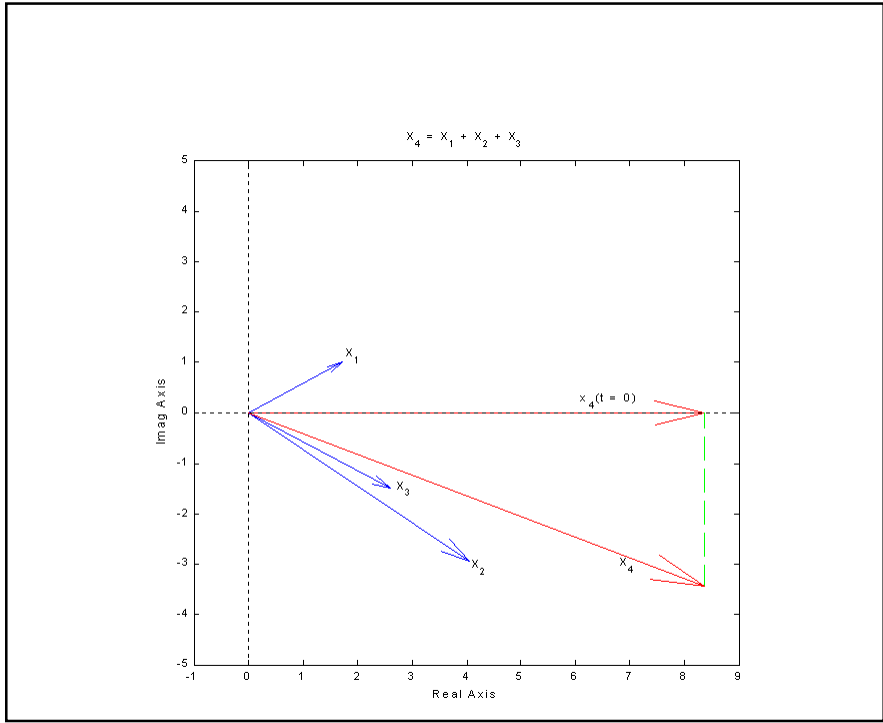
$$X_1 = 1.7321 + j1, \quad X_2 = 4.0451 - j2.9389, \quad X_3 = 2.5981 - j1.5$$

$$X_4 = 8.3752 - j3.4389$$

$$X_4 = 9.0538e^{-j0.3896}$$

$$x_4(t) = \text{Re} \left[9.0538e^{-j0.3896} \cdot e^{j100t} \right]$$

$$x_4(t) = 9.0538 \cos(100t - 0.3896)$$



Wybór sposobu reprezentacji

Wybór reprezentacji sygnałów sinusoidalnych jest w zasadzie dowolny. Należy jednak pamiętać, że w teorii obwodów elektrycznych często wykorzystuje się funkcję sinus jako podstawową, natomiast w teorii sygnałów przeważa konwencja wykorzystująca funkcję cosinus.

W elektrotechnice dodatkowo przyjmuje się moduły wskazów zespolonych równe wartości skutecznej sygnału sinusoidalnego. Mamy wtedy konwencję wg której:

$$\begin{aligned} 100 \sin(144t + 30^\circ) &\rightarrow \frac{100}{\sqrt{2}} e^{j30^\circ} \\ 25 \cos(1000t - 15^\circ) = 25 \sin(1000t + 75^\circ) &\rightarrow \frac{25}{\sqrt{2}} e^{j75^\circ} \end{aligned}$$