

# 1. POJĘCIA PODSTAWOWE ELEKTROTECHNIKI. SYGNAŁY ELEKTRYCZNE I ICH KLASYFIKACJA

## 1.1. WPROWADZENIE

**WIELKOŚĆ (MIERZALNA)** - cecha zjawiska, ciała lub substancji, którą można wyrazić jakościowo i wyznaczyć ilościowo.

Termin „wielkość” może się odnosić do wielkości w znaczeniu:

- **ogólnym** np.: długość, opór elektryczny, masa;
- **szczególnym** – do **wielkości określonej**, np.: długość danego pręta.

**WARTOŚĆ (WIELKOŚCI)** - wyrażenie ilościowe wielkości określonej na ogół w postaci iloczynu liczby i jednostki miary. np.: długość danego pręta 5,34m.

**JEDNOSTKA (MIARY)** - wielkość określona, zdefiniowana i przyjęta umownie, z którą porównuje się inne wielkości tego samego rodzaju w celu ich ilościowego wyrażenia stosunku do tej wielkości przyjętej umownie.

<b>WIELOKROTNA</b>	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$
<i>oznaczenie</i>	da	h	k	M	G	T
<i>nazwa</i>	deka	hekto	kilo	mega	giga	tera

<b>PODWIELOKROTNA</b>	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$
<i>oznaczenie</i>	d	c	m	$\mu$	n	p
<i>nazwa</i>	decy	centy	mili	mikro	nano	piko

## 1.2. POJĘCIA PODSTAWOWE

### ŁADUNEK ELEKTRYCZNY

Jako ładunek elektryczny należy rozumieć określoną liczbę ładunków elementarnych  $e$  dodatnich lub ujemnych. Gdzie  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$  (kulombów), przy czym  $1\text{C} = 1\text{A} \cdot 1\text{s}$ .

Wyróżniamy następujące stany ładunków elektrycznych:

- ładunki nieruchome o wartości niezmiennej w czasie, którym odpowiadają zjawiska elektrostatyczne;
- ładunki w ruchu lub o wartości zmiennej w czasie, którym odpowiadają zjawiska prądu elektrycznego.

Obszar, w którym występują zjawiska elektryczne wypełniony jest **środowiskiem**. Rozróżniamy środowiska: jednorodne i niejednorodne, izotropowe i anizotropowe, liniowe i nieliniowe.

- **Jednorodne** - *te same właściwości fizyczne w każdej cząstce materii.*
- **Izotropowe** - *te same własności w trzech kierunkach w przestrzeni.*
- **Liniowe** - *jeżeli stałe fizyczne charakteryzujące to środowisko nie zależą ani od natężenia pola magnetycznego, ani od natężenia pola elektrycznego*

Przez stałe fizyczne rozumiemy: przenikalność elektryczną ( $\epsilon$ ), przenikalność magnetyczną ( $\mu$ ), przewodność właściwą ( $\gamma$ ).

### NAPIĘCIE ELEKTRYCZNE

Napięcie jest wielkością charakteryzującą potencjalne pole elektryczne i wyraża się stosunkiem pracy potrzebnej do przeniesienia ładunku dodatniego z punktu  $A$  do  $B$ , do wartości tego ładunku.

Różnicę potencjałów dwóch punktów  $A$  i  $B$  pola elektrycznego nazywamy **napięciem elektrycznym**  $u$  między tymi punktami,

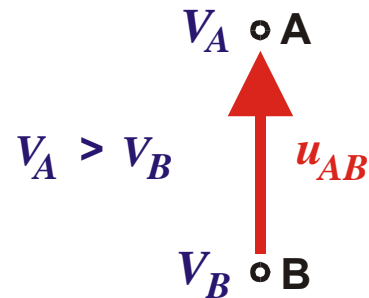
$$u_{AB} = V_A - V_B \quad (1.1)$$

Ponieważ napięcie elektryczne

$$u_{AB} = V_A - V_B = -(V_B - V_A) = -u_{BA} \quad (1.2)$$

jest wielkością skalarną opatrzoną znakiem, nazywamy je skalarem zwrotnym. Jednostką napięcia elektrycznego jest wolt (1V).

**UWAGA:** Przyjmuje się, że strzałka napięcia związana z dwoma punktami środowiska, posiada grot skierowany do punktu o wyższym potencjale (rys.1.1). Jeśli punkt, do którego skierowany jest grot strzałki napięcia posiada potencjał niższy to oznacza, że wartość tego napięcia jest ujemna.



Rys.1.1 Strzałkowanie napięcia

## PRĄD ELEKTRYCZNY

Pod pojęciem **prąd elektryczny**, rozumiemy:

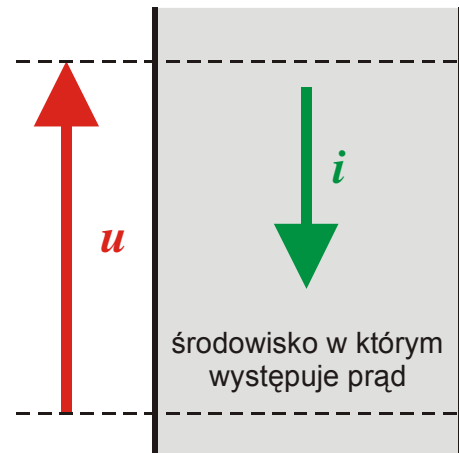
- **zjawisko** uporządkowanego ruchu ładunków elektrycznych przez badany przekrój poprzeczny środowiska występujące pod wpływem działającego pola elektrycznego;
- wielkość skalarną stanowiącą skrót terminu **natężenie prądu elektrycznego**.

**Natężeniem prądu elektrycznego  $i$**  nazywamy granicę stosunku ładunku elektrycznego  $\Delta q$  przenoszonego przez cząstki naładowane w ciągu pewnego czasu  $\Delta t$  poprzez dany przekrój poprzeczny środowiska, do rozpatrywanego czasu, gdy czas ten dąży do zera, tzn.

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad (1.3)$$

Jednostką prądu elektrycznego jest amper (1A),  $[i] = 1A = 1C/1s$ .

**UWAGA:** Prąd elektryczny jest skalarem zwrotnym – oznacza się go za pomocą strzałki o górze skierowanym do obszaru o niższym potencjale (strzałka prądu wskazuje umowny kierunek przepływu ładunku dodatniego), a więc prąd strzałkuje się odwrotnie niż napięcie (rys.1.2.). Zmiana zwrotu prądu lub napięcia jest równoznaczna ze zmianą znaku tej wielkości.



Rys.1.2 Strzałkowanie prądu

Z punktu widzenia środowiska rozróżniamy prądy:

- **przewodzenia** jest to prąd elektryczny polegający na przemieszczaniu się elektronów swobodnych lub jonów w środowisku przewodzącym pod wpływem pola elektrycznego;
- **przesunięcia** jest to prąd elektryczny występujący w dielektryku polegający na przemieszczaniu się ładunków dodatnich i ujemnych wewnątrz atomu bez naruszenia struktury atomowej materii;
- **unoszenia (konwekcji)** to prąd elektryczny polegający na ruchu ładunków elektrycznych wraz z materią w środowisku nieprzewodzącym.

## MOC I ENERGIA ELEKTRYCZNA

Z każdym elementem przewodzącym, oprócz prądu  $i$  oraz napięcia  $u$ , związana jest także **moc**  $p$  określona wzorem

$$p = u i \quad (1.4)$$

Ponieważ  $u = u(t)$ ,  $i = i(t)$ , zatem także  $p = p(t)$ , co podkreśla się często mówiąc **moc chwilowa**. Jednostką mocy jest wat (1W) przy czym  $1W=1J/1s$ .

Przy standardowym strzałkowaniu prądu oraz napięcia moc określona zależnością (1.4) jest **mocą pobieraną** przez element z otoczenia.

Jeśli w chwili $t_0$	
$p(t_0) > 0$ (moc pobierana jest dodatnia)	$p(t_0) < 0$ (moc pobierana jest ujemna)
oznacza to, że moc jest faktycznie	
<b>pobierana</b> przez element z otoczenia	<b>oddawana</b> przez element do otoczenia

**Energia pobrana** przez element w przedziale czasu od  $t_1$  do  $t_2$  jest całką z mocy pobieranej. Oznaczając ją symbolem  $W(t_1, t_2)$  piszemy:

$$W(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt \quad (1.5)$$

Jeśli	
$W(t_1, t_2) > 0$ (energia pobierana jest dodatnia)	$W(t_1, t_2) < 0$ (energia pobierana jest ujemna)
oznacza to, że w przedziale czasu $\langle t_1, t_2 \rangle$ element faktycznie	
<b>pobrał</b> energię z otoczenia	<b>oddał</b> energię do otoczenia

## 1.3. KLASYFIKACJA SYGNAŁÓW

W języku potocznym **sygnał** kojarzy się ze znakiem służącym do przekazywania informacji, np. dźwięk, dym itp. W naszym przypadku będziemy skupiali się wyłącznie na zjawiskach elektrycznych wywołujących falę napięcia lub prądu.

**Sygnał elektryczny jest to fala napięcia lub prądu rozchodząca się ze źródła wzdłuż pewnych kierunków zwanych promieniami fali.**

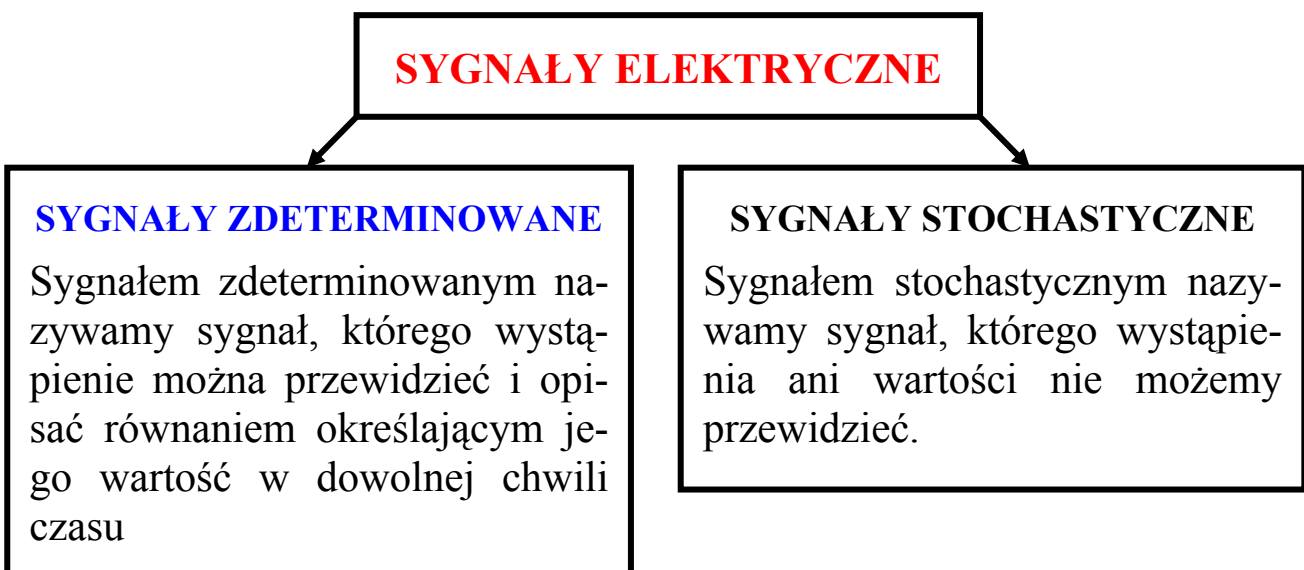
Tak zdefiniowany sygnał opisany jest przez **funkcję** wyrażoną **analitycznie** lub przedstawioną w **postaci wykresu**. W przypadku ogólnym jest to funkcja współrzędnych przestrzennych i czasu.

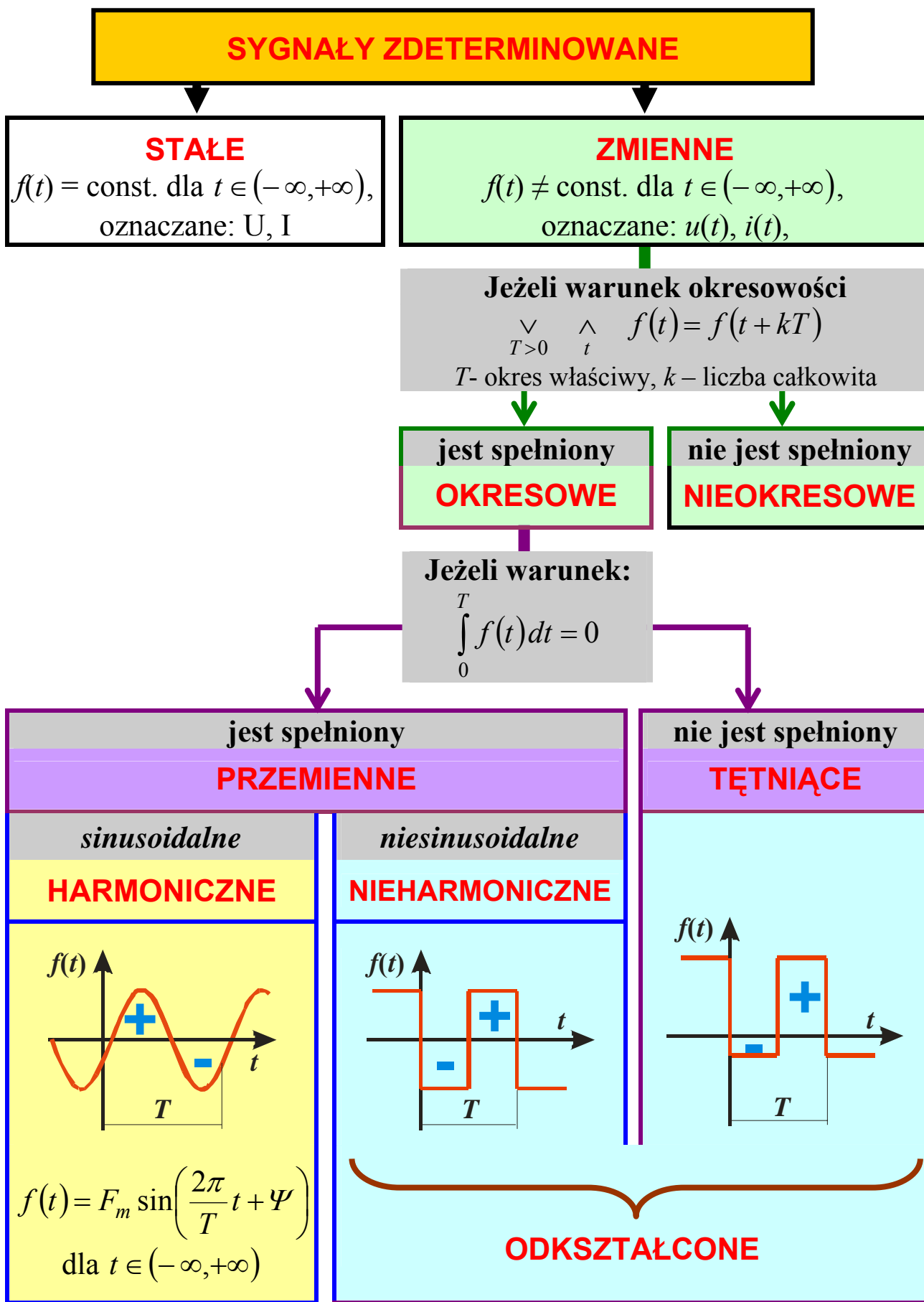
*W teorii obwodów o parametrach skupionych*

**PRZEBIEGI CZASOWE napięcia  $u(t)$  lub prądu  $i(t)$  elektrycznego nazywamy SYGNAŁAMI ELEKTRYCZNYMI.**

Sygnały elektryczne mogą być dowolnymi funkcjami rzeczywistymi czasu, a więc zmiennej rzeczywistej  $t$ .

**Badając zmienności tych funkcji:**





## 1.4. PARAMETRY SYGNAŁÓW OKRESOWYCH

**Wartość chwilowa** - wartość, jaką sygnał przyjmuje w danej chwili.

- **Wartość maksymalna** – największa wartość chwilowa jaką sygnał osiąga – oznaczamy ją jako  $F_m$ .

- **Wartość średnia półokresowa**

$$F_{sr} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} f(t) dt \quad (1.6)$$

jest to średnia arytmetyczna tego sygnału obliczona dla połowy okresu  $T$

- **Wartość średnia całookresowa**

$$F_{srC} = \overline{f(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt \quad (1.7)$$

jest to średnia arytmetyczna tego sygnału obliczona dla jednego okresu  $T$

Uwaga: Sygnały okresowe, których wartość średnia całookresowa jest równa zeru nazywamy sygnałami przemiennymi.

- **WARTOŚĆ SKUTECZNA**

$$F_{sk} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt} = \sqrt{\overline{f(t)^2}} \quad (1.8)$$

Oznaczana  $F_{sk}$  lub samo  $F$

jest to pierwiastek kwadratowy z wartości średniej kwadratu sygnału obliczonej za jeden okres  $T$

(inaczej - pierwiastek kwadratowy ze średniej mocy sygnału)

Uwaga: Wartość skuteczna prądu (napięcia) okresowego jest równa takiej wartości prądu (napięcia) stałego, który przepływając przez identyczną rezystancję  $R$  wydzieliłby w czasie odpowiadającym okresowi  $T$  taką samą ilość ciepła co przebieg okresowy.

- **Współczynnik szczytu**

$$k_a = \frac{F_m}{F} \quad (1.9)$$

stosunek wartości maksymalnej (szczytowej) sygnału do jego wartości skutecznej

- **Współczynnik kształtu**

$$k_k = \frac{F}{F_{sr}} \quad (1.10)$$

stosunek wartości skutecznej sygnału do jego wartości średniej