

Def. Natężenia prądu

$$\frac{\Delta q}{\Delta t} = i - \text{definicja przyrostowa}$$

$$i = \left(\frac{\Delta q}{\Delta t}\right)_{\Delta t \rightarrow 0} - \text{definicja matematyczna}$$

i - natężenie prądu

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$\Delta \approx 0$ - bardzo mały odstęp

Wyrażenie na ładunki elektryczny otrzymujemy z def. prądu.

$$dq = i \cdot dt$$

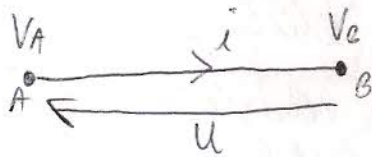
$$\int dq = \int i \cdot dt$$

$$q = \int i \cdot dt$$

$$q = \int i \cdot dt$$

q - ładunki elektryczny

Napięcie



$$V_A > V_B$$

$$u = V_A - V_B$$

V_A - potencjał punktu A
 V_B - potencjał punktu B

Napięcie jest to różnica potencjałów.

$$\Delta q \cdot u = \Delta W$$

$$\Delta q = i \cdot \Delta t$$

$$\Delta W = u \cdot i \cdot \Delta t - \text{definicja energii}$$

$$p = \frac{\Delta W}{\Delta t} - \text{moc chwilowa}$$

$$p = \left(\frac{\Delta W}{\Delta t}\right)_{\Delta t \rightarrow 0} = \frac{dW}{dt}$$

Moc chwilowa jest pochodną z energii po czasie.

Wyrażenie na energię (elektryczną)

$$dW = p \cdot dt$$

$$\int dW = \int p \cdot dt$$

$$W = \int u \cdot i \cdot dt$$

$$W = \int p \cdot dt$$

Stożek czasowy - jest to wielkość, po której dana wielkość fizyczna zmienia swoje wartości (rosnie lub maleje) e wzry.

$$e \approx 2.71$$

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

Gęstość prądu - przepływ prądu następuje prostopadle do powierzchni (tylko przy tym założeniu ta definicja jest poprawna)

$$j = \frac{\Delta i}{\Delta s}$$

Obwód elektryczny - połączone w sobie elementy tak, że istnieje co najmniej jedna droga dla prądu, odwrócaniem graficznym obwodu jest schemat. Na schemacie podane są za pomocą odpowiednich symboli elementy obwodu i sposób ich połączenia.

Łuk - zbiór elementów połączonych tak, że usunięcie któregokolwiek z nich powoduje przerwa.

Element obwodu - część obwodu nie podzielną pod względem funkcjonalnym. W pewnym elemencie ogólnie mogą zachodzić trzy rodzaje procesów energetycznych. Proces wytwarzania, proces konwersji i proces rozprowadzenia. Najczęściej w elemencie występują dwa rodzaje przemian. W elemencie idealnym występuje tylko jeden rodzaj przemiany energetycznej.

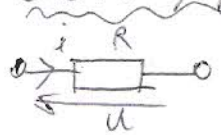
Elementy działające na aktywne (i oddają energię) i pasywne (odbierają energię). Elementy pasywne działają na elementy zachowawcze i odwrotnie.

Element bilansujący - to element, który ma zdolność gromadzenia energii, takim elementem w obwodzie elektrycznym jest cewka lub kondensator. Cewka gromadzi energię w polu magnetycznym, kondensator w polu elektrycznym.

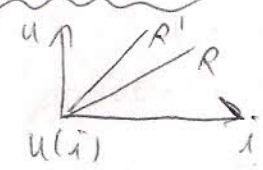
Element rozpraszający - zamiana energii elektrycznej na inną (np. ciepło - zamiana energii elektrycznej na mechaniczną).

Opis elementów - stanowią albo równanie algebraiczne, albo równanie różniczkowe. Opis jest to układem między prądem i napięciem na końcach tego elementu. Równanie może być liniowe lub nieliniowe.

Elementy pasywne idealne



$u = i \cdot R$



$R = u/i$

$i = \frac{1}{R} \cdot u$

$i = G \cdot u$

$G = \frac{1}{R}$ - konduktancja

Rezystancja materiału przewodzącego



l, S, ρ

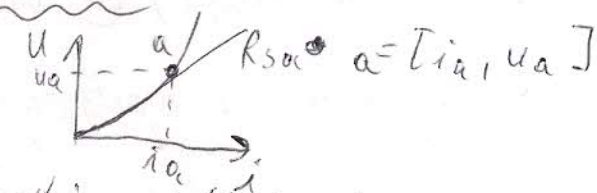
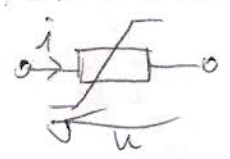
$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$

ρ - rezystywność właściwa

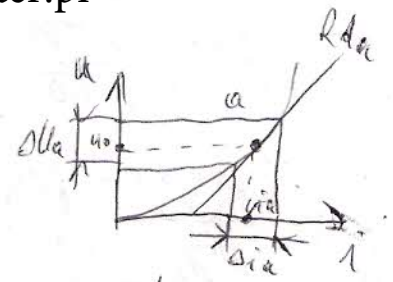
$\frac{1}{\rho} = \gamma$ - konduktancja

<http://www.mbmaster.pl>

Rezystancja nieliniowa



$a = [i_a, u_a]$

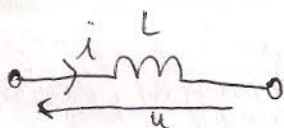


Dla wszystkich elementów nieliniowych wprowadzono się dwa rodzaje rezystancji (statyczne i dynamiczne)

$R_{sa} = \frac{u_a}{i_a}$ - rezystancja statyczna (współczynnik nieliniowy)

$R_{da} = \frac{\Delta u_a}{\Delta i_a}$ $R_d = \left(\frac{\Delta u}{\Delta i} \right)_{i \rightarrow i_a}$ $R_d = \frac{du}{di}$

Idealna indukcyjność



Dwojnik pasywny, który ma zdolności gromadzenia energii (element szkodliwy)

Φ - strumień magnetyczny

Ψ - strumień stojanowy (psi)

$\Phi = \int_S \underline{B} \cdot d\underline{s}$ } cała powierzchnia z i całym stałym indukcją, w której powierzchnie. Obowiązuje dla pola nie pochodzącego powierzchniowo zmienia się.

$$\Phi = S \cdot B$$

S - pole powierzchni
B - indukcja magnetyczna

$$\Psi = z \cdot \Phi$$

z - liczba zwojów

$$L = \frac{\Psi}{i}$$

$$\Psi = L \cdot i$$

$$\Delta \Psi = L \cdot \Delta i$$

~~$\Delta \Psi = L \cdot \Delta i$~~ - zmiana prądu daje zmianę strumienia

~~$U_L = \frac{d\Psi}{dt}$~~ $U_L = \frac{\Delta \Psi}{\Delta t}$ - stosunek zmiany strumienia to napięcie na cewce (olt. przystępnie)

$$U_L = L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} - \text{spadek napięcia}$$

$$U_L = L \cdot \left(\frac{\Delta i}{\Delta t} \right)_{\Delta t \rightarrow 0} = L \cdot \frac{di}{dt}$$

$$U_L = L \cdot \frac{di}{dt} \quad \left. \begin{array}{l} \text{prawo Ohma dla cewki} \\ U_L(i) \end{array} \right\}$$

cewka dla prądu stałego jest zwarcie.

$$di = \frac{1}{L} \cdot U_L \cdot dt$$

$$\int di = \int \frac{1}{L} \cdot U_L \cdot dt$$

$$i = \frac{1}{L} \cdot \int U_L \cdot dt \quad \left. \begin{array}{l} \text{odwrotność prawa Ohma dla cewki} \\ i(U_L) \end{array} \right\}$$

Energia cewki

$$W = \int p \cdot dt = \int u \cdot i \cdot dt = \int L \cdot \frac{di}{dt} \cdot i \cdot dt = L \int i \cdot di = \frac{1}{2} L \cdot i^2$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

Ale wrona na energii (dla cewki) wynika, że nie zależy ona od czasu.

Wzrosty kondensator

kondensator - dwójnik pasywny, który nalaży do elementów, zachowujący się jak kondensator dla prądu stałego i jest przerwą.



$Q = C \cdot U$
↑ pojemności elektryczna

$\Delta U \Rightarrow \Delta Q$ Pomyślmy sobie napięcie ΔU , która pomyślemy zmianę ładunku ΔQ .

$\Delta Q = i \cdot \Delta t$
 $i \cdot \Delta t = C \cdot \Delta U$
 $i = C \cdot \frac{\Delta U}{\Delta t}$

$i \stackrel{\text{def}}{=} C \cdot \left(\frac{\Delta U}{\Delta t} \right)_{\Delta t \rightarrow 0} = C \cdot \frac{dU}{dt}$

$i = C \cdot \frac{dU}{dt}$ odwrotnie prawo Ohma dla kondensatorów. $i(U, C)$

$dU = \frac{1}{C} \cdot i \cdot dt$
 $\int dU = \int \frac{1}{C} i \cdot dt$

$U = \frac{1}{C} \int i \cdot dt$ Prawo Ohma dla kondensatorów $U(i)$

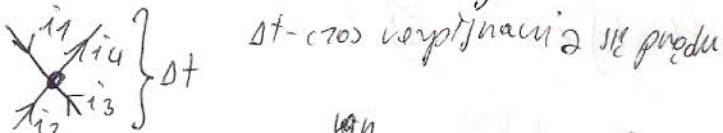
Energia kondensatorów

$W = \int p \cdot dt = \int u \cdot i \cdot dt = \int C \cdot \frac{dU}{dt} \cdot U \cdot dt = C \cdot \int U \cdot dU = \frac{1}{2} C \cdot U^2$

$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ Energia kondensatorów.

Energia kondensatorów podobnie jak dla cewki, nie zależy od czasu.

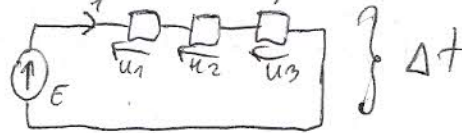
I Prawo Kirchhoffa - wynika z zasady zachowania ładunku elektrycznego.



ładunku wynosi: $\sum_{k=1}^n \Delta q_k = 0$ } Δt
 $\Delta q_1 = i_1 \cdot \Delta t$
 $\Delta q_2 = i_2 \cdot \Delta t$
 $\Delta q_3 = i_3 \cdot \Delta t$
 $\Delta q_4 = i_4 \cdot \Delta t$

$\sum_{k=1}^n i_k = 0$ I Prawo Kirchhoffa

II Prawo Kirchhoffa - wynika z zasady zachowania energii.

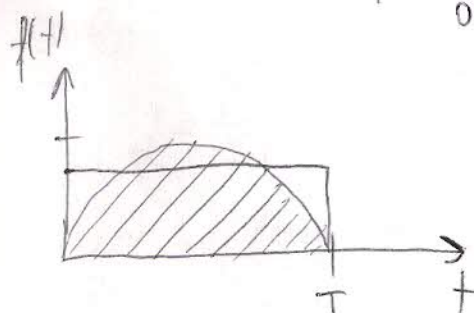


$\Delta W_1 = U_1 \cdot i \cdot \Delta t$
 $\Delta W_2 = U_2 \cdot i \cdot \Delta t$
 $\Delta W_3 = U_3 \cdot i \cdot \Delta t$
 $\Delta W_E = E \cdot i \cdot \Delta t$
 $\sum_{k=1}^n \Delta W_k = 0$

$\sum_{k=1}^n U_k \cdot i = 0$ II Prawo Kirchhoffa.

Wartości średnia na całym okresie

$$F_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$



Wartości średnia - wysokości równoważnego prostokąta o tej samej powierzchni na tym samym okresie.

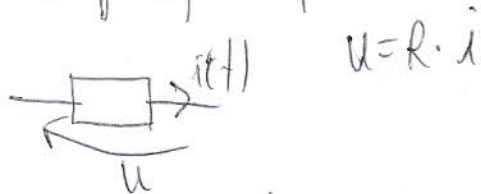
Wartości średnia na półokresu (wprowadzona dla prądów przemiennych)

$$F_{sr0,5} = \frac{1}{2} \int_0^{\frac{T}{2}} f(t) dt$$

Wartości skuteczna

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

Interpretacja tej wielkości na przykładzie wartości skutecznej prądu



$$W = \int p \cdot dt = \int u \cdot i \cdot dt = R \cdot \int i^2 \cdot dt \quad \text{Jeżeli prąd okresowy to } W_T = R \cdot \int_0^T i^2 \cdot dt$$

Wartości skuteczna jest to prąd stały który wydzieli tyle samo ciepła (energii) sposobem ~~przekazywania energii~~ ^{ciepła} jak prąd przemienny. ~~przekazywania energii~~ ^{przekazywania energii}.

$$R \cdot \int_0^T i^2 \cdot dt = (R \cdot J)^2 \cdot T \quad | : R$$

$$J = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 \cdot dt}$$

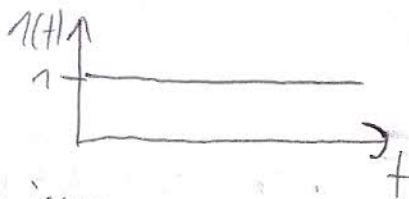
- prąd wartości skutecznej

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 \cdot dt}$$

- napięcie wartości skutecznej

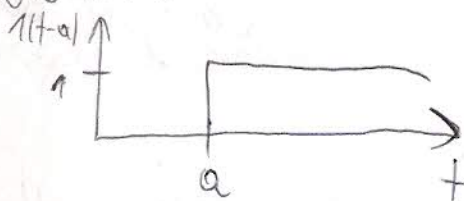
Funkcja jednostkowa (jednostkowa)

$$1(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$$

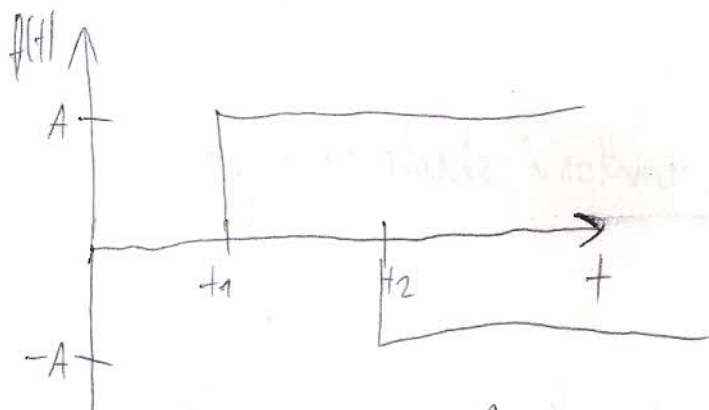
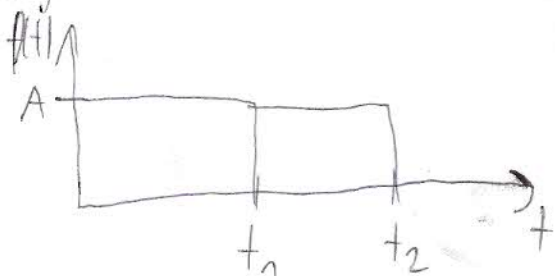


Funkcja jednostkowa z opóźnieniem

$$1(t-a) = \begin{cases} 0 & t < a \\ 1 & t \geq a \end{cases}$$

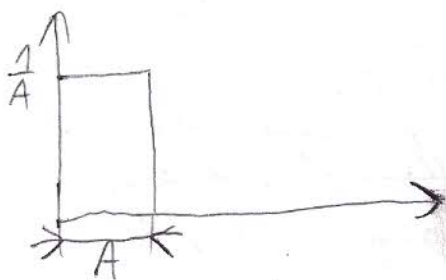


Amplitud



$$f(t) = A \cdot 1(t-t_1) - A \cdot 1(t-t_2)$$

Signal impulsowy Diraca



$$\delta(t, A) = \frac{1}{A} \cdot 1(t) - \frac{1}{A} \cdot 1(t-A) = \frac{1(t) - 1(t-A)}{A}$$

Impuls

$$\delta(t) = \left(\frac{1(t) - 1(t-A)}{A} \right)_{\Delta t \rightarrow 0}$$

w analizie układów trójfazowych wprowadza się wektor jednostkowy tego układu fazowego

$$a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$$

$$j = e^{j\frac{\pi}{2}}$$

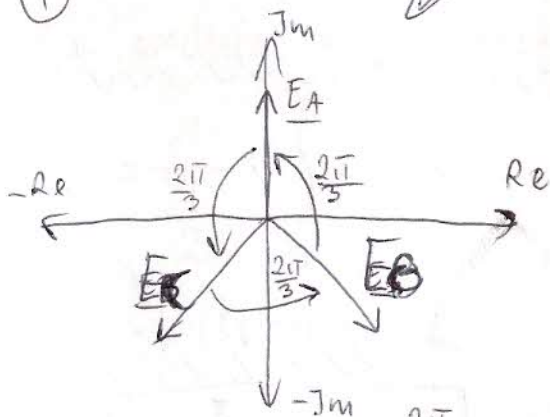
ω - kąta mierzony tego układu fazowego wielofazowego.

$$\omega = \frac{2\pi}{m}$$

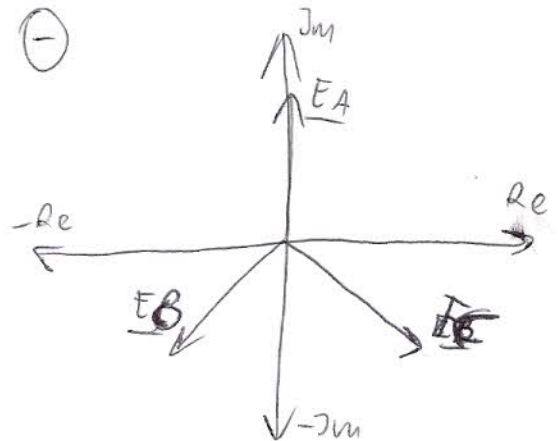
m - liczba faz $m \in \mathbb{N}$

Układ trójfazowy (zgodnie kolejności faz)

(+)



(-)



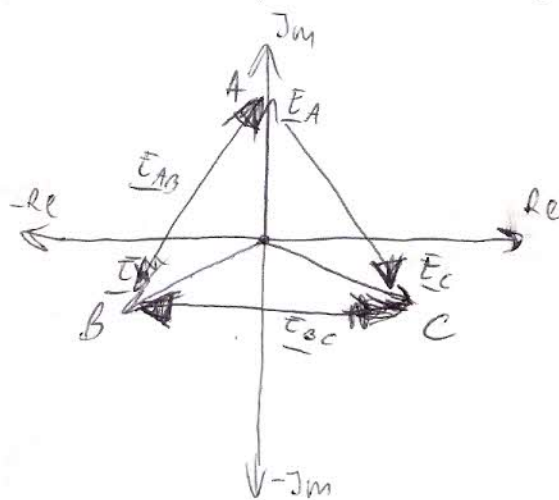
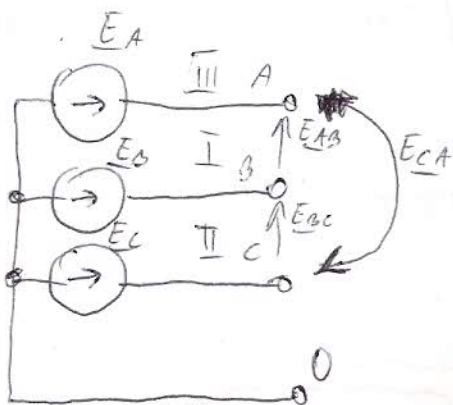
$$\omega = \frac{2\pi}{3} \text{ wektor } a = e^{j\frac{2\pi}{3}} (+)$$

(-)

$$\underline{E}_A, \underline{E}_B = \underline{E}_A \cdot a^1, \underline{E}_C = \underline{E}_A \cdot a^2$$

$$\underline{E}_A, \underline{E}_B = \underline{E}_A \cdot a^{-1}, \underline{E}_C = \underline{E}_A \cdot a^{-2}$$

Układ trójfazowy są to trzy napięcia jednofazowe o tej samej częstotliwości, amplitudzie, przesunięte względem siebie o $\frac{1}{3}$ okresu, czyli o 120° . Wektorem prądu trójfazowego są generatory,



Generator synchroniczny

układ trójfazowy w kolejności zgodnej to ~~faz~~ układ fazy wyprzedza:

W metodzie wektorowej uciążliwy zawsze woli generatora.

Dla gwiazdy (Y)

- prąd fazowy jest równy prądowi przewodowemu
 - napięcie przewodowe jest $\sqrt{3}$ większe od napięcia fazowego $U_p = \sqrt{3} \cdot U_f$.
- (napięcie przewodowe - między przewodami; napięcie fazowe - między fazą a zerem).

Dla trójkąta (Δ)

- prąd fazowy jest $\sqrt{3}$ mniejszy od prądu przewodowego $I_{AB} = \frac{I_A}{\sqrt{3}}$
- napięcie fazowe jest równe napięciu przewodowemu.