16 Компл. форма на осн. закони. Мощност

$\sum_k i_k(t)=0$ 1-ви закон на Кирхоф

$$\boxed{\sum_k i_k(t)=\sum_k i_{km}\sin(\omega t+\psi_{ik})=0}$$

$\sum_k u_k(t)=0$ **2**-ри закон на Кирхоф

$$\boxed{\sum_k u_{km}\sin(\omega t+\psi_{uk})=0}$$

Синус величина:

$$i_k(t)=\sqrt{2}I_k\sin(\omega t+\psi_{ik})$$

$$\dot{i}_k(t)=\dot{I}_k e^{j\omega t},\quad \dot{I}_k=I_k e^{j\psi_{ik}}$$

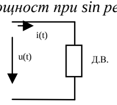
$$\sum_k \dot{I}_k e^{j\omega t}=0$$

$$\sum_k \dot{I}_k=0,\quad \sum_k \dot{I}_k=\sum_k \dot{I}e_k$$

Компл. форма на закона на Ом.

$$\dot{U}_k=Z_k\dot{I}_k\Rightarrow\sum_k Z_k\dot{I}_k+\sum_k\dot{U}_k=\sum_k\dot{E}_k$$

Мощност при sin режим



1.моментна мощност – p

$$p=p(t)=u(t)i(t)$$

$$p(t)=2UI\sin(\omega t+\psi_u)\sin(\omega t+\psi_u-\varphi)$$

$$\boxed{p(t)=UI\cos\varphi-UI\cos(2\omega t+2\psi_u-2\varphi)}$$

- изменя се по хрмоничен закон с честота 2ω около една средна честота/не зав. от t/.

$p_{av}=P=UI\cos\varphi$, ако токът и напрежението не са във фаза φ≠0, съществуват интервали от време за които

$$\cos(2\omega t+2\psi_u-2\varphi)>\cos\varphi$$

и моментаната мощност е отрицателна вел. за тези интервали. През тях дори двуполюсникът да е пасивен връща ен. към източника към които е вкл. При φ=0 в двуполюсника има резонанс p(t)≥0. В този случай не се извършва ен. колебание м/у двуполюсника и източника.

2.активна мощност

$$P=p_{av}=\frac{1}{T}\int_0^T p(t)dt$$

$$P=\frac{1}{T}\int_0^T\left[UI\cos\varphi-UI\cos(2\omega t+2\psi_u-\varphi)\right]dt$$

$\boxed{P=UI\cos\varphi}\quad P=\left[W\right]\text{ват}\quad\cos\varphi_{\text{мощноста}}^{\text{фактор}}$

3.пълна мощност

$\boxed{S\triangleq UI}\quad S=\left[V.A\right]$

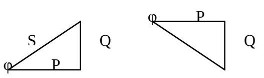
4.реактивна мощност

$$Q\triangleq UI\sin\varphi,\quad Q=[VAR]$$

$$\varphi>0\Rightarrow Q>0,\quad\varphi<0\Rightarrow Q>0$$

Триъгълник на мощностите

φ>0 φ<0

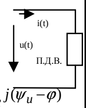


$$P=UI\cos\varphi=S\cos\varphi=Q\cot g\varphi$$

$$Q=UI\sin\varphi=S\sin\varphi=Ptg\varphi$$

$$S=UI=\frac{P}{\cos\varphi}=\frac{Q}{\sin\varphi}=\sqrt{P^2+Q^2}$$

Комплексна мощност:



$$u(t)=\sqrt{2}U\sin(\omega t+\psi_u)$$

$$i(t)=\sqrt{2}I\sin(\omega t+\psi_i)$$

$$\dot{U}=Ue^{j\psi_u},\quad\dot{I}=Ie^{j\psi_i}=Ie^{j(\psi_u-\varphi)}$$

$$I^*=Ie^{-j\psi_i}\rightarrow\text{комплексно спрегнато}$$

$$\boxed{\dot{S}\triangleq\dot{U}I^*}$$

$$\dot{S}=\dot{U}I^*=Ue^{j\psi_u}Ie^{-j\psi_i}=UIe^{j\overbrace{(\psi_u-\psi_i)}^{\varphi}}=$$

$$=\underbrace{UI}_{S}e^{j\varphi}=Se^{j\varphi}$$

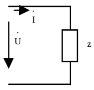
$$\boxed{\dot{S}=Se^{j\varphi}}$$

$$\dot{S}=Se^{j\varphi}=S\left(\cos\varphi+j\sin\varphi\right)=$$

$$=S\cos\varphi+jS\sin\varphi=P+jQ$$

$$\boxed{\dot{S}=P+jQ}$$

Модул на компл. мощност е пълната мощност.



$$\mathrm{mod}\left[\dot{S}\right]=S,\arg\left[\dot{S}\right]=\varphi$$

$$\mathrm{Re}\left[\dot{S}\right]=P,\mathrm{Im}\left[\dot{S}\right]=Q$$

$$\dot{S}=\dot{U}I^*,\quad\dot{U}=Z\dot{I},\quad\dot{S}=Z\underbrace{\dot{I}I^*}_{I^2}=ZI^2$$

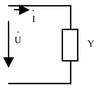
$$\Rightarrow\boxed{\dot{S}=ZI^2}$$

$$Z=R+jX$$

$$\dot{S}=(R+jX)I^2=RI^2+jXI^2=P+jQ$$

$$\boxed{\begin{array}{l}P=RI^2-\quad\text{активна}\\ Q=XI^2-\quad\text{реактивна}\quad\text{мощност}\end{array}}$$

$$\dot{S}=\dot{U}I^*,\quad\dot{I}=Y\dot{U},\quad I^*=Y^*U^*$$



$$\dot{S}=Y^*\underbrace{U^*\dot{U}}_{U^2}=Y^*U^2$$

$$\Rightarrow\boxed{\dot{S}=Y^*U^2}$$

$$Y=G-jB,\quad Y^*=G+jB$$

$$\dot{S}=\left(G+jB\right)U^2=GU^2+jBU^2=P+jQ$$

$$Z=R+jX$$

$$\dot{S}=(R+jX)I^2=RI^2+jXI^2=P+jQ$$

$$\boxed{\begin{array}{l}P=RI^2-\quad\text{активна}\\ Q=XI^2-\quad\text{реактивна}\quad\text{мощност}\end{array}}$$

За даден пасивен елемент ако $\mathrm{Re}[\dot{S}]>0$ казваме че пасивния двуполюсник консумира активна мощност от останалата вер. ако $\mathrm{Re}[\dot{S}]<0$, двуполюсника отдава активна мощ. на ост. вер./само с вериги с взаймна индуктивност/.

Компл. мощност на източници.

$\boxed{S_{гн}\triangleq\dot{E}\dot{I}}$ - при несъответсвие на посоките се пише знак ‘-’

$\boxed{S_{гт}\triangleq\dot{U}I^*{}_e}$ - при несъответсвие на посоките се пише знак ‘-’

$\mathrm{Re}[\dot{S}]>0$ - генератора предава активна мощност във веригата.

$\mathrm{Re}[\dot{S}]<0$ - раб. в консуматорен режим