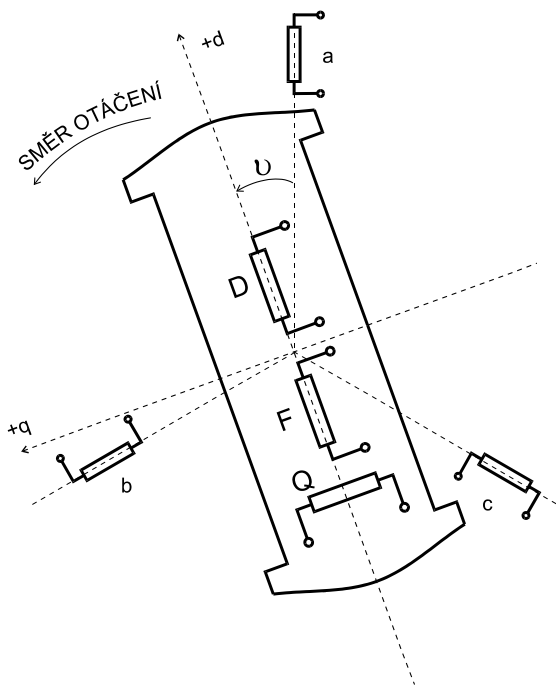


Rovnice chodu alternátoru

Vztahy vycházejí z Parkovy transformace (předpoklad kompletní linearity systému):



$$U_k = -R_k I_k - \frac{d\Psi_k}{dt}$$

kde k je a, b, c, F, D, Q

$$\begin{bmatrix} \Psi_a \\ \Psi_b \\ \Psi_c \\ \Psi_F \\ \Psi_D \\ \Psi_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{aa} & L_{ab} & L_{ac} & L_{aF} & L_{aD} & L_{aQ} \\ L_{ba} & L_{bb} & L_{bc} & L_{bF} & L_{bD} & L_{bQ} \\ L_{ca} & L_{cb} & L_{cc} & L_{cF} & L_{cD} & L_{cQ} \\ L_{Fa} & L_{Fb} & L_{Fc} & L_{FF} & L_{FD} & 0 \\ L_{Da} & L_{Db} & L_{Dc} & L_{DF} & L_{DD} & 0 \\ L_{Qa} & L_{Qb} & L_{Qc} & 0 & 0 & L_{QQ} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \\ I_F \\ I_D \\ I_Q \end{bmatrix}$$

kde:

Indukčnosti statoru vs buzení:

$$L_{aF} = L_{Fa} = L_{aFm} \cos \vartheta$$

$$L_{bF} = L_{Fb} = L_{aFm} \cos \left(\vartheta - \frac{2}{3} \pi \right)$$

$$L_{cF} = L_{Fc} = L_{aFm} \cos \left(\vartheta + \frac{2}{3} \pi \right)$$

Indukčnosti statoru vs tlumič v ose q :

$$L_{aQ} = L_{Qa} = L_{aQm} \cos \left(\vartheta + \frac{1}{2} \pi \right)$$

$$L_{bQ} = L_{Qb} = L_{aQm} \cos \left(\vartheta - \frac{2}{3} \pi + \frac{1}{2} \pi \right)$$

$$L_{cQ} = L_{Qc} = L_{aQm} \cos \left(\vartheta + \frac{2}{3} \pi + \frac{1}{2} \pi \right)$$

Indukčnosti statoru vs tlumič v ose d :

$$L_{aD} = L_{Da} = L_{aDm} \cos \vartheta$$

$$L_{bD} = L_{Db} = L_{aDm} \cos \left(\vartheta - \frac{2}{3} \pi \right)$$

$$L_{cD} = L_{Dc} = L_{aDm} \cos \left(\vartheta + \frac{2}{3} \pi \right)$$

Indukčnosti statoru vlastní:

$$L_{aa} = L_{a0} + L_2 \cos 2\vartheta$$

$$L_{bb} = L_{a0} + L_2 \cos \left[2 \left(\vartheta - \frac{2}{3} \pi \right) \right]$$

$$L_{cc} = L_{a0} + L_2 \cos \left[2 \left(\vartheta + \frac{2}{3} \pi \right) \right]$$

Indukčnosti statoru vzájemné:

$$L_{bc} = -L_{ab0} + L_2 \cos 2\vartheta$$

$$L_{ca} = -L_{ab0} + L_2 \cos \left[2 \left(\vartheta - \frac{2}{3} \pi \right) \right]$$

$$L_{ab} = -L_{ab0} + L_2 \cos \left[2 \left(\vartheta + \frac{2}{3} \pi \right) \right]$$

Po zavedení Parkovy transformace ve statoru (zavedení inerciální soustavy spojené s rotorem):

$$[P] = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos \vartheta & \frac{2}{3} \cos \left(\vartheta - \frac{2}{3} \pi \right) & \frac{2}{3} \cos \left(\vartheta + \frac{2}{3} \pi \right) \\ \sin \vartheta & \sin \left(\vartheta - \frac{2}{3} \pi \right) & \sin \left(\vartheta + \frac{2}{3} \pi \right) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{aligned} [u_{d,q,0}] &= [P] \cdot [u_{a,b,c}] \\ [i_{d,q,0}] &= [P] \cdot [i_{a,b,c}] \\ [\Psi_{d,q,0}] &= [P] \cdot [\Psi_{a,b,c}] \end{aligned}$$

získáme namísto prvních tří napěťových rovnic:

$$U_d = -RI_d - \frac{d\Psi_d}{dt} + \omega\Psi_q$$

$$U_q = -RI_q - \frac{d\Psi_q}{dt} - \omega\Psi_d$$

$$U_0 = -RI_0 - \frac{d\Psi_0}{dt}$$

a magnetické toky jsou:

$$\Psi_d = L_d I_d + L_{dF} I_F + L_{dD} I_D$$

$$\Psi_q = L_q I_q + L_{qQ} I_Q$$

$$\Psi_0 = L_0 I_0$$

L_d je podélná synchronní indukčnost

$$L_d = L_{a0} + L_{ab0} + \frac{3}{2} L_2$$

L_q je příčná synchronní indukčnost

$$L_q = L_{a0} + L_{ab0} - \frac{3}{2} L_2$$

L_0 je netočivá indukčnost $L_0 = L_{a0} - 2L_{ab0}$

Výkon stroje:

$$P_i = U_a I_a + U_b I_b + U_c I_c$$

$$P_i = \frac{3}{2} U_d I_d + \frac{3}{2} U_q I_q + \frac{3}{1} U_0 I_0$$

Momentová rovnice stroje pro dvoupólový stroj je:

$$J_{mot} \frac{d\Omega}{dt} = M_{int} + M_Z$$

$$M_{int} = \frac{P_i}{\Omega} = \frac{3}{2} (\Psi_d I_q - \Psi_q I_d)$$

kde J_{mot} je moment setrvačnosti

Fázorový diagram synchronního stroje v ustáleném synchronním chodu

(veškeré časové změny toků jsou nulové, proudy tlumičem taktéž)

Chod naprázdno: $I_d = I_q = 0$ a $\Psi_q = 0$, tedy $U_d = -\frac{d\Psi_d}{dt} = 0$ a $U_q = -\omega\Psi_d$, tedy pokud se jedná o

ustálený stav musí: $U_d = 0$ a $U_q = U_S = e_V$

Zatížený stav: $U_d = -RI_d + \omega\Psi_q = -RI_d + x_q I_q$

$$U_q = -RI_q - \omega\Psi_d = -RI_q - x_d I_d + e_V$$

Zavedeme fázorový diagram pro velikosti těchto veličin:

$$e_V = U_S + R \cdot \underbrace{(I_d + I_q)}_{\vec{I}} + j \cdot x_d I_d + j \cdot x_q I_q$$

kde: $x_d = x_{ad} + x_\sigma$ a $x_q = x_{aq} + x_\sigma$ jsou podélná a příčná synchronní reaktance (x_d , x_q) a reaktance reakce kotvy v podélné a příčné ose (x_{ad} , x_{aq})

