



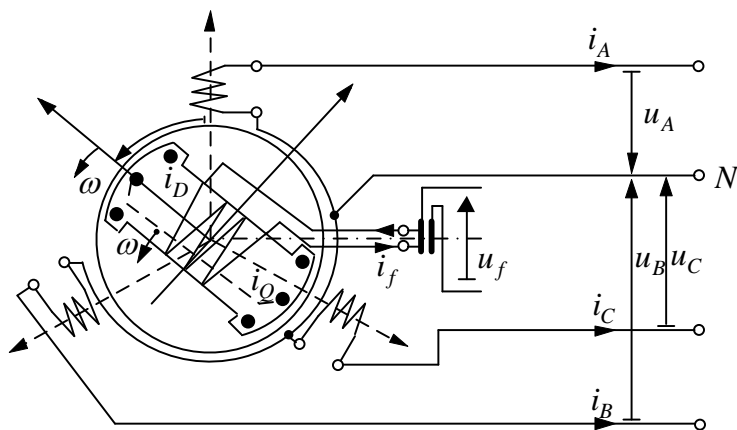
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА
катедра „Електроенергетика“

№15. Описателен модел на синхронен генератор (СГ). Математично описание на електромагнитните процеси във фазни координати.

проф. д.т.н. инж. мат. К. Герасимов

Описателен модел

- Принципно устройство:



2



Описателен модел

- Основни процеси:

–
–

- Опростяващи допускания

- 1) Магнитната система на синхронния генератор е ненаситена, т.е. приема се, че характеристиката на празен ход е праволинейна. Поради това индуктивностите на машината не зависят от м.д.н. (от токовете, които протичат през намотките \dot{y});
- 2) Е.д.н. индуцирани в статорните намотки на генератора са синусоидални с основна честота, тъй като вместо действителните криви на разпределение на м.д.н. и магнитната индукция по периферията на котвата се взема в предвид само първата им хармонична съставка;
- 3) Фазните статорни намотки са разположени симетрично по обвода на статора;
- 4) Надлъжната успокоителна намотка и естествените успокоителни контури по надлъжната ос на ротора се заменят само с един еквивалентен успокоителен контур D . По напречната ос на ротора аналогично се разглежда само един еквивалентен напречен успокоителен контур Q .

3

Математично описание на електромагнитните процеси във фазни координати

- Баланс на напреженията

$$-\frac{d\psi_A}{dt} - r_A \cdot i_A = u_A$$

$$-\frac{d\psi_B}{dt} - r_B \cdot i_B = u_B$$

$$-\frac{d\psi_C}{dt} - r_C \cdot i_C = u_C$$

$$\frac{d\psi_f}{dt} + r_f \cdot i_f = u_f$$

$$\frac{d\psi_D}{dt} + r_D \cdot i_D = 0$$

$$\frac{d\psi_Q}{dt} + r_Q \cdot i_Q = 0$$



където:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Psi = \begin{bmatrix} \psi_A \\ \psi_B \\ \psi_C \end{bmatrix}; \quad \Psi_R = \begin{bmatrix} \psi_f \\ \psi_D \\ \psi_Q \end{bmatrix}; \quad \mathbf{R} = \begin{bmatrix} -r_a & 0 & 0 \\ 0 & -r_a & 0 \\ 0 & 0 & -r_a \end{bmatrix}; \\ \mathbf{R}_R = \begin{bmatrix} r_f & 0 & 0 \\ 0 & r_D & 0 \\ 0 & 0 & r_Q \end{bmatrix}; \quad \mathbf{i} = \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}; \quad \mathbf{i}_R = \begin{bmatrix} i_f \\ i_D \\ i_Q \end{bmatrix}; \quad \mathbf{u} = \begin{bmatrix} u_A \\ u_B \\ u_C \end{bmatrix}; \quad \mathbf{u}_R = \begin{bmatrix} u_f \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{array} \right.$$

Известни:

Неизвестни:

4



Математично описание на електромагнитните процеси във фазни координати

• Потокосцепване:
$$\begin{bmatrix} \psi \\ \psi_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}_{SS} & \mathbf{M}_{SR} \\ \mathbf{M}_{RS} & \mathbf{M}_{RR} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{i} \\ \mathbf{i}_R \end{bmatrix}$$

където:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{M}_{SS} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}; \quad \mathbf{M}_{SR} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}; \\ \mathbf{M}_{RS} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}; \quad \mathbf{M}_{RR} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}; \end{array} \right.$$

• Общо описание:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} -\psi \\ \psi_R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{R} & 0 \\ 0 & \mathbf{R}_R \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{i} \\ \mathbf{i}_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{u}_R \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \psi \\ \psi_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}_{SS} & \mathbf{M}_{SR} \\ \mathbf{M}_{RS} & \mathbf{M}_{RR} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{i} \\ \mathbf{i}_R \end{bmatrix}$$

5

Индуктивности на генератора

$$L_{cp} =$$

$$L_m =$$

$$M_{cp} =$$

където:

$$L_d -$$

$$L_q -$$

$$m_d -$$

$$m_q -$$

$$M_{afd} -$$

$$M_{aDd} -$$

$$M_{aQd} -$$

6



Матрица на индуктивностите

	A	B	C	f	D	Q
A	$L_{\varphi} + L_n \cdot \cos 2\gamma$	$M_{\varphi} + L_n \cdot \cos\left(2\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi} + L_n \cdot \cos\left(2\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi f} \cdot \cos \gamma$	$M_{AD\varphi} \cos \gamma$	$M_{\varphi Q} \cdot \sin \gamma$
B	$M_{\varphi} + L_n \cdot \cos\left(2\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$L_{\varphi} + L_n \cdot \cos\left(2\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi} + L_n \cdot \cos 2\gamma$	$M_{\varphi f} \cdot \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{AD\varphi} \left(\cos \gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi Q} \cdot \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$
C	$M_{\varphi} + L_n \cdot \cos\left(2\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi} + L_n \cdot \cos 2\gamma$	$L_{\varphi} + L_n \cdot \cos\left(2\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi f} \cdot \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{AD\varphi} \left(\cos \gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi Q} \cdot \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$
f	$M_{\varphi f} \cdot \cos \gamma$	$M_{\varphi f} \cdot \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi f} \cdot \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	L_f	M_{Df}	0
D	$M_{AD\varphi} \cos \gamma$	$M_{AD\varphi} \cdot \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{AD\varphi} \cdot \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	M_{Df}	L_D	0
Q	$M_{\varphi Q} \cdot \sin \gamma$	$M_{\varphi Q} \cdot \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right)$	$M_{\varphi Q} \cdot \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right)$	0	0	L_Q

7