



بنام خدا

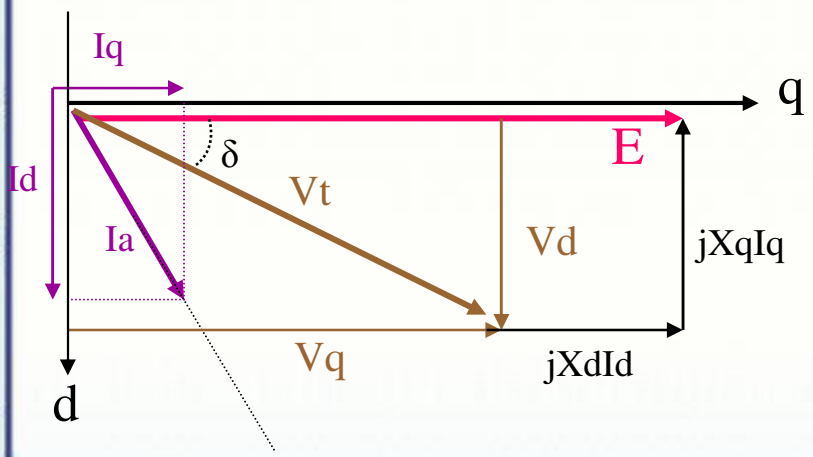
مبحث دوازدهم

ماشینهای الکتریکی III ماشینهای الکتریکی III

توان و گشتاور در ماشین
سنکرون قطب برجسته



توان در ماشین سنکرون قطب برجسته



روش اول :

$$\left. \begin{aligned} I_d &= \frac{E - V_t \cos \delta}{X_d} \\ I_q &= \frac{V_t \sin \delta}{X_q} \end{aligned} \right\} 1$$

$$P = P_d + P_q = 3V_t I_d \cos(90 - \delta) + 3V_t I_q \cos(\delta)$$

$$= 3V_t I_d \sin \delta + 3V_t I_q \cos \delta \quad \xrightarrow{1} \quad P = 3V_t \frac{E - V_t \cos \delta}{X_d} \sin \delta + 3V_t \frac{V_t \sin \delta}{X_q} \cos \delta$$

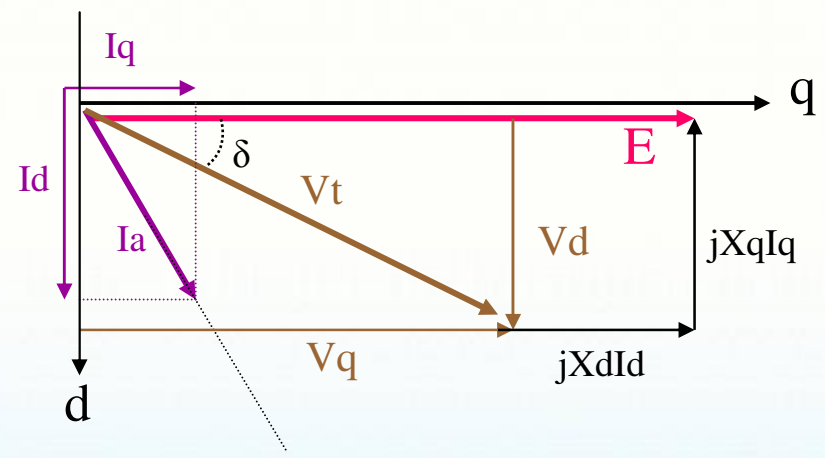
$$\xrightarrow{\quad} P = 3 \frac{EV_t}{X_d} \sin \delta + 3 \frac{V_t^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2 \delta$$

توان ناشی از تحریک
توان رلوکتانسی



توان در ماشین سنکرون قطب برجسته (ادامه)

به همین ترتیب برای توان راکتیو هم داریم :



$$\left. \begin{aligned} I_d &= \frac{E - V_t \cos \delta}{X_d} \\ I_q &= \frac{V_t \sin \delta}{X_q} \end{aligned} \right\} 1$$

$$Q = Q_d + Q_q = 3V_t I_d \sin(90 - \delta) + 3V_t I_q \sin(-\delta)$$

$$= 3V_t I_d \cos \delta - 3V_t I_q \sin \delta \quad \xrightarrow{1} \quad Q = 3V_t \frac{E - V_t \cos \delta}{X_d} \cos \delta - 3V_t \frac{V_t \sin \delta}{X_q} \sin \delta$$

$$\xrightarrow{\quad} Q = 3 \frac{E V_t}{X_d} \cos \delta - 3 \frac{V_t^2 \cos^2 \delta}{X_d} - 3 \frac{V_t^2 \sin^2 \delta}{X_q}$$



توان در ماشین سنکرون قطب برجسته (ادامه)

روش دوم: در این روش فرض ما بر آنست که V_d ، I_q و V_q کمیاتی اسکالر می باشند

$$S = P + jQ = 3V_t I_a^*$$

$$= 3(V_q - jV_d)(I_q - jI_d)^* = 3(V_q - jV_d)(I_q + jI_d) \quad ۱$$

$$\text{اما داریم: } ۲ \left\{ \begin{array}{l} I_d = \frac{E - V_t \cos \delta}{X_d} \\ I_q = \frac{V_t \sin \delta}{X_q} \end{array} \right. \quad \text{و} \quad ۳ \left\{ \begin{array}{l} V_d = V_t \sin \delta \\ V_q = V_t \cos \delta \end{array} \right.$$

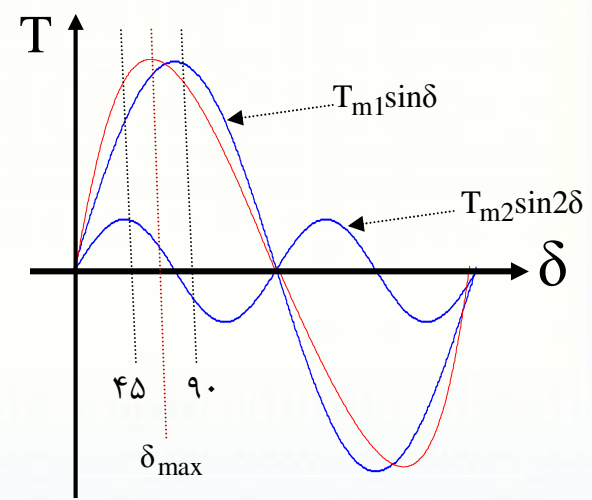
$$\begin{aligned} ۱ \quad ۲ \quad ۳ \rightarrow S &= 3(V_t \cos \delta - jV_t \sin \delta) \left(\frac{V_t \sin \delta}{X_q} + j \frac{E - V_t \cos \delta}{X_d} \right) \\ &= 3 \left(\frac{V_t^2 \sin 2\delta}{2X_q} + \frac{V_t E \sin \delta}{X_d} - \frac{V_t^2 \sin 2\delta}{2X_d} \right) + j3 \left(\frac{E V_t \cos \delta}{X_d} - \frac{V_t^2 \cos^2 \delta}{X_d} - \frac{V_t^2 \sin^2 \delta}{X_q} \right) \\ &= 3 \left(\frac{E V_t}{X_d} \sin \delta + \frac{V_t^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2\delta \right) + j3 \left(\frac{E V_t}{X_d} \cos \delta - \frac{V_t^2 \cos^2 \delta}{X_d} - \frac{V_t^2 \sin^2 \delta}{X_q} \right) \end{aligned}$$



گشتاور در ماشینهای قطب برجسته

$$P = T\omega$$

$$T = \frac{3}{\omega} \left(\underbrace{\frac{EV_t}{X_d} \sin \delta}_{\text{گشتاور ناشی از تحریک}} + \underbrace{\frac{V_t^2}{2} \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right)}_{\text{گشتاور رلوکتانسی}} \sin 2\delta \right)$$



اگر فقط گشتاور رلوکتانسی باشد زاویه حد پایداری $\delta = 45$ است .

اگر فقط گشتاور ناشی از تحریک باشد زاویه حد پایداری $\delta = 90$ است .

در حالت کلی داریم : $45 < \delta_{max} < 90$

هرچه دامنه E بزرگتر و اختلاف X_d و X_q کمتر باشد ، δ به 90 درجه نزدیکتر می شود

و هرچه دامنه E کوچکتر و اختلاف X_d و X_q بیشتر باشد ، δ به 45 درجه نزدیکتر می شود .