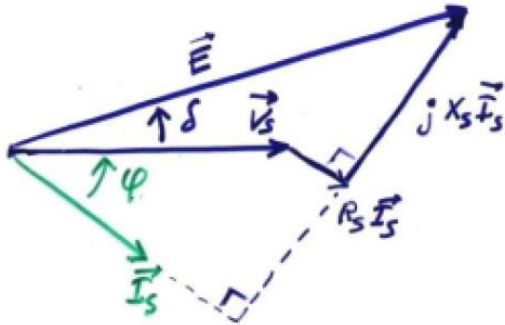


Maquina Síncrona

Calculo de Potencias entregadas por una MS.

Hipótesis:

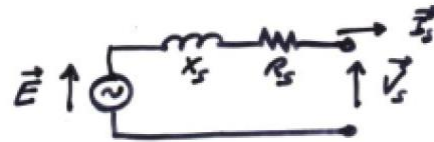
MS polos lisos en régimen lineal.



$$\vec{V}_s = V_{s<0} = V_s$$

$$\vec{I}_s = I_{s<\varphi} = I_s e^{-j\varphi}$$

$$\vec{E} = E_{<\delta} = E e^{j\delta}$$



$$\vec{S} = 3\vec{V}_s \cdot \vec{I}_s^*$$

$$\vec{S} = P + jQ$$

$$P = \text{Re}(3\vec{V}_s \cdot \vec{I}_s^*)$$

$$Q = \text{Im}(3\vec{V}_s \cdot \vec{I}_s^*)$$

$$\vec{V}_s = \vec{E} + (R_s + jX_s)\vec{I}_s$$

$$\vec{I}_s = \frac{\vec{E} - \vec{V}_s}{R_s + jX_s}$$

$$\vec{S} = 3V_s \left(\frac{E e^{j\delta} - V_s}{R_s + jX_s} \right)^* = 3V_s \frac{E e^{-j\delta} - V_s}{R_s - jX_s}$$

$$\vec{S} = \frac{3V_s}{(R_s^2 + X_s^2)} (E \cos\delta - jE \sin\delta - V_s)(R_s + jX_s)$$

$$\vec{S} = \frac{3V_s}{(R_s^2 + X_s^2)} \{ (EX_s \sin\delta + ER_s \cos\delta) + j[X_s(E \cos\delta - V_s) - ER_s \sin\delta] \}$$

$$P = \frac{3V_s}{(R_s^2 + X_s^2)} (EX_s \sin\delta + ER_s \cos\delta)$$

$$Q = \frac{3V_s}{(R_s^2 + X_s^2)} [X_s(E \cos\delta - V_s) - ER_s \sin\delta]$$

Si $R_s = 0$

$$P = \frac{3V_s E}{X_s} \sin\delta$$

$$Q = \frac{3V_s}{X_s}(E\cos\delta - V_s)$$

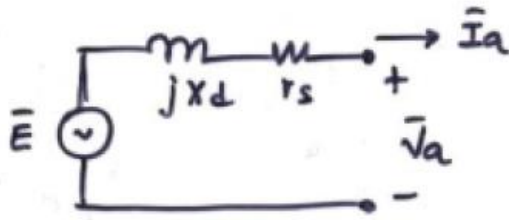
En el caso de régimen permanente a velocidad sincrónica, el par mecánico, si despreciamos R_s , es igual a la potencia eléctrica de salida dividida por la velocidad de giro (constante).

El par mecánico es proporcional al $\sin\delta$.

$$R_s \cong 0 \Rightarrow P_{mecánica} = P_{eléctrica}$$

$$Par = \frac{P_{eléctrica}}{\omega_s} = \frac{3VE}{X_s\omega_s} \sin\delta$$

Modos de Funcionamiento.



Convención de signos: Generador

$$P > 0$$

$$Q > 0$$

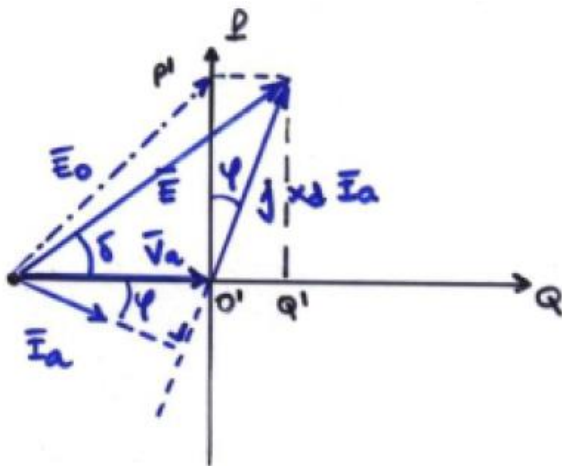
Valores entregados a la red por el generador

Asumo $r_s \cong 0$

Caso 1. Generador Sobre-excitado

$$\overline{O'P'} = X_d I \cos \varphi = \left(\frac{X_d}{3V}\right) 3VI \cos \varphi, \quad P = 3VI \cos \varphi$$

$$\overline{O'Q'} = X_d I \sin \varphi = \left(\frac{X_d}{3V}\right) 3VI \sin \varphi, \quad Q = 3VI \sin \varphi$$



$$\overline{O'P'} = E \sin \varphi \quad P = \frac{\overline{O'P'}}{\left(\frac{X_d}{3V}\right)} = \frac{3VE}{X_d} \sin \delta$$

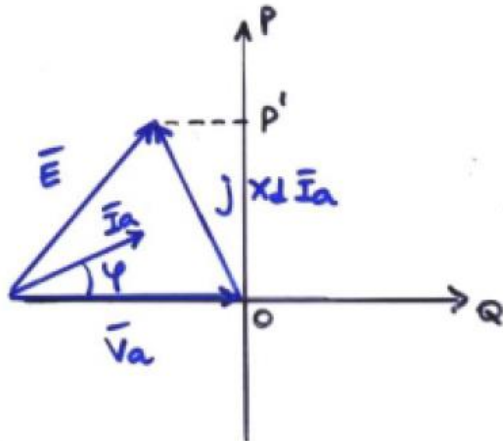
\vec{I}_a atrasa a \vec{V}_a

\vec{E}_0 fem para la que \vec{I}_a en fase con \vec{V}_a y $P_0 > 0$ en este punto no hay intercambio de reactiva.

Se observa que $|E| > |E_0|$

La carga se ve como inductiva y el generador se ve como un capacitor que alimenta dicha carga. La excitación es mayor que la que se requiere para entregar la misma P pero con $Q = 0$.

Caso 2. Generador Sub-excitado



$$P > 0$$

$$Q < 0$$

El generador absorbe reactiva, se ve como una inductancia.