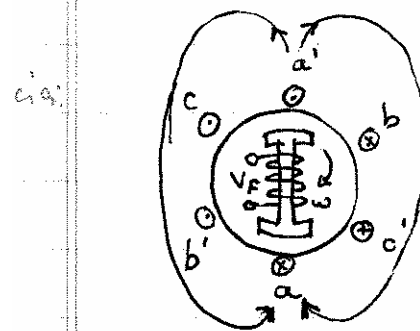
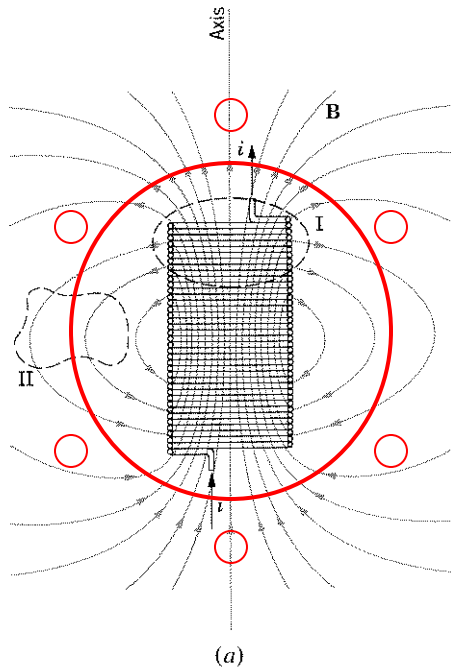


Fundamentos de Transformadores y Máquinas Eléctricas

Dr. Lionel R. Orama Exclusa, PE
Clase 16B

Generador Sincrónico



→ B producido por fuente DC,
B constante en rotor
→ "Prime Mover" aplica torque τ_{app} ,
eje rota

→ Rotación del eje crea $\frac{d\phi}{dt}$, por Faraday

$$e = N \frac{d\phi}{dt}$$

→ Se induce voltaje en los terminales a-a', b-b' y c-c'

Velocidad de Rotación

$$n_m = \frac{120f}{p}$$

Circuito Equivalente

Voltage Interno

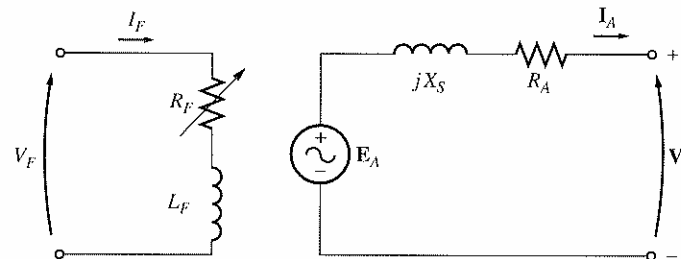
$$E_A = K \Phi \omega_m$$

↑ ↑ ↑ velocidad del eje (const.)
↑ flujo magnético
constante, depende del diseño

$$\Phi \propto I_F$$

E_A varía con la I_F

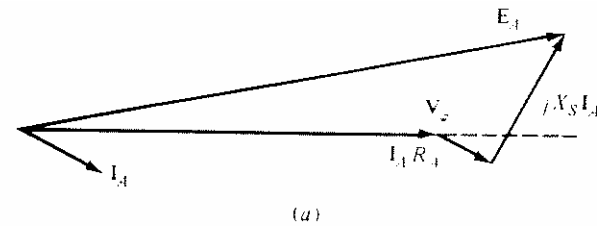
Figure 5-12 | The per-phase equivalent circuit of a synchronous generator. The internal field circuit resistance and the external variable resistance have been combined into a single resistor R_F .



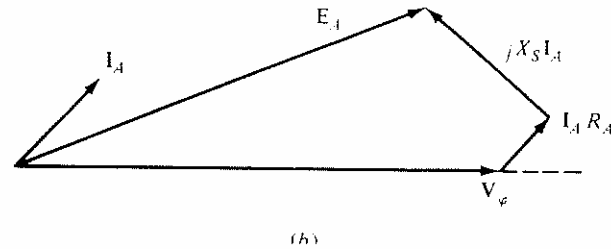
Diagramas de Fasores

$$\bar{E}_A = \bar{V}_\phi + jX_s \bar{I}_A + R_A \bar{I}_A = \bar{V}_\phi + \bar{I}_A (R_A + jX_s)$$

Factor de Potencia
atrasado



Factor de Potencia
adelantado



Torque y Potencia

$$P_{out} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta$$

$$= 3 V_\phi I_\phi \cos \theta$$

$$P = \frac{3 V_\phi E_A \sin \delta}{X_s}$$

capacidad de la máquina

$$\tau_{ind} = \frac{3 V_\phi E_A \sin \delta}{\omega_m X_s}$$

torque aplicado

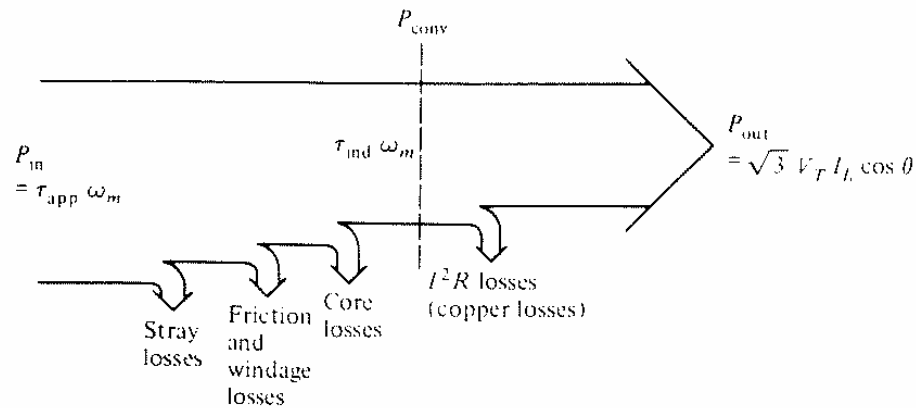
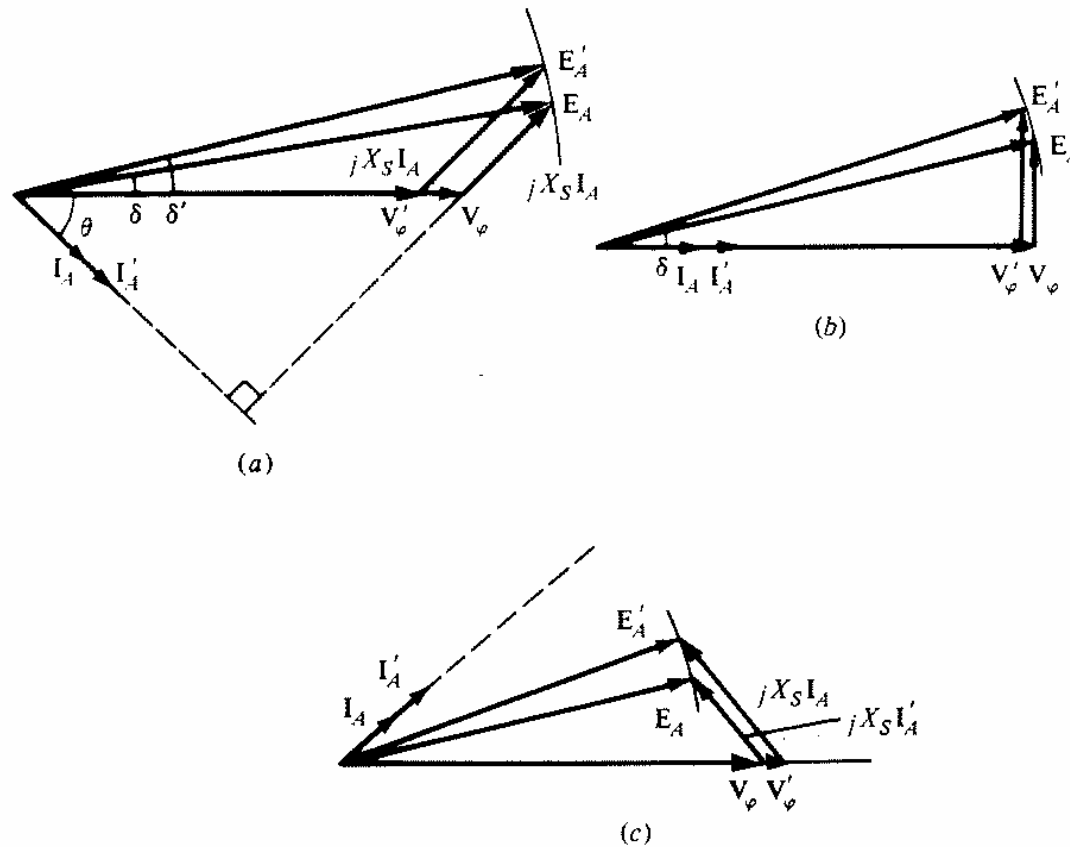


Figure 8-15 The power-flow diagram of a synchronous generator.

Efecto de Cambio en la Carga



Ejemplo

GS: 480V, Δ , 60 Hz, 4 polos, $X_s = 0.1 \Omega$, $R_A = 0.015 \Omega$

A plena carga: 1200 A @ 0.8 PF(lag), $P_{F\&W} = 40 \text{ kW}$, $P_{\text{core}} = 30 \text{ kW}$

Ⓐ ¿Cuál es la velocidad de rotación?

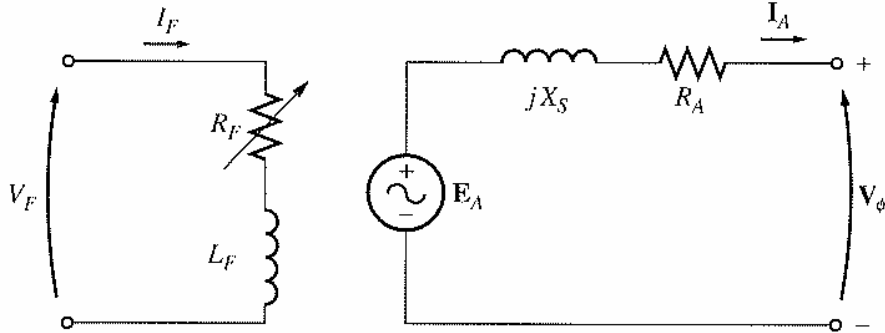
$$n_m = \frac{120 f}{P} = \frac{120(60)}{4} = 1800 \text{ RPM} //$$

$$\omega_m = (1800 \text{ rev/min}) \left(\frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} \right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = 188.5 \text{ rev/s} //$$

Ⓑ ¿Cuánta corriente se debe suplir para tener una V_ϕ sin carga de 480V?

Sin carga $V_\phi = E_A$, de la curva $I_F = 4.5 \text{ A} //$

Curva



[Regreso1](#)

[Regreso2](#)

[Regreso3](#)

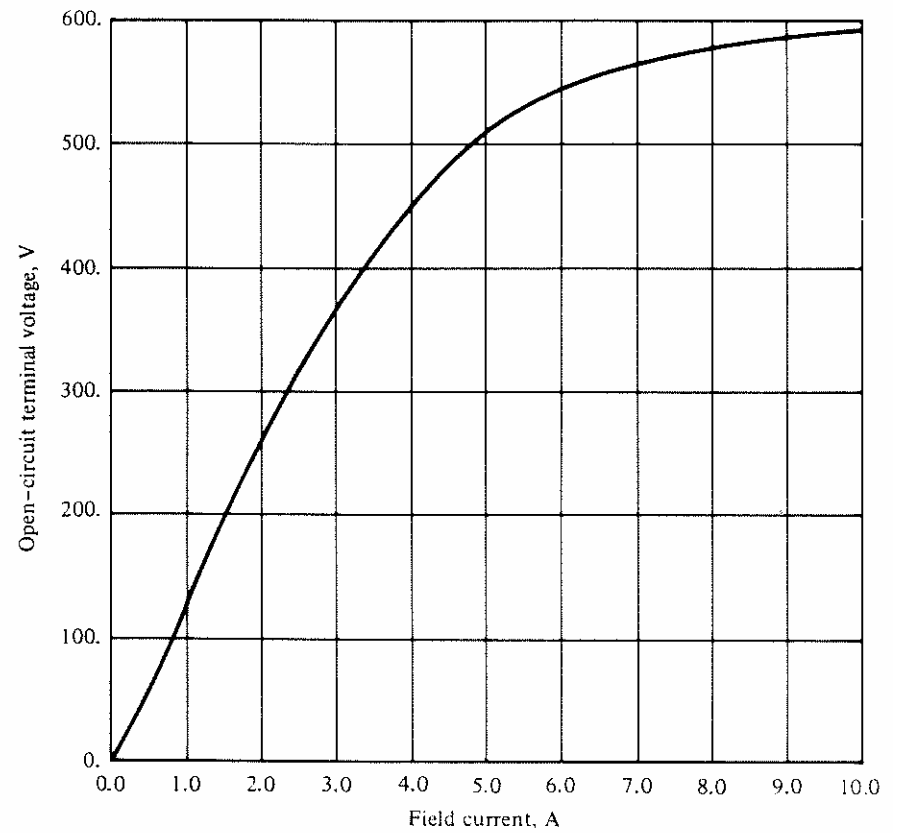
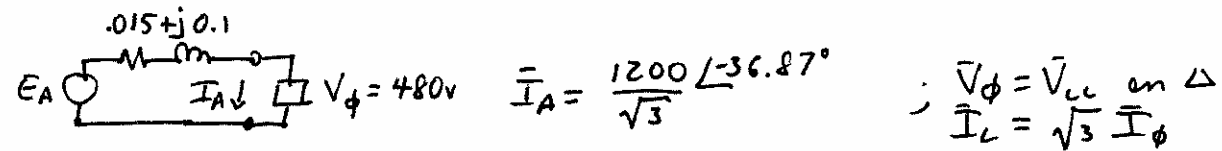


Figure 8-23 Open-circuit characteristic of the generator in Example 8-2.

Ejemplo

- © Con la carga nominal, para mantener voltaje terminal a 480v
¿cuánta será la I_F necesaria?



$$\bar{I}_A = \frac{1200 \angle -36.87^\circ}{\sqrt{3}} \quad ; \quad \bar{V}_\phi = \frac{\bar{V}_{LL}}{\sqrt{3}} \text{ en } \Delta$$

$$\bar{I}_L = \sqrt{3} \bar{I}_\phi$$

$$\bar{E}_A = \bar{V}_\phi + \bar{I}_A (R_A + jX_s) = 480 \angle 0^\circ + (692 \angle -36.87^\circ)(0.15 + j0.1)$$

$$\bar{E}_A = 532.2 \angle 5.3^\circ \text{ V}$$

en la curva $|\bar{E}_A| = 532.2 \text{ V} \rightarrow I_F \approx 5.7 \text{ A}$

Curva

Ejemplo

- ③ ¿Cuánta potencia supe el gen. a plena carga?
 ¿Cuánta potencia supe el "prime mover"? ¿Cuáles η_{eff} ?

$$P_{out} = \sqrt{3} (480V)(1200A)(0.8) = 798KW //$$

$$P_{in} = P_{out} + P_{copper} + P_{core} + P_{FEW} + P_{STEAY}^{*0}$$

$$= 798KW + (3)(692.8A)^2(0.015\Omega) + 30KW + 40KW = 889.7KW //$$

$$\eta_{eff} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{798KW}{889.7KW} \times 100 = 89.7\% //$$

- ④ Si la carga es desconectada subitamente, ¿Qué pasaría con el voltaje de terminales?

$$V_{\phi} = E_A, \text{ en } \Delta \quad V_{\phi} = V_{LL} = E_A$$

$$V_{LL} = 532.2V \quad (\text{ver parte ③}, I_F = 5.7A, E_A = 532.2V)$$

Ejemplo

Ⓣ Si la carga que suple el generador fuera adelantada, ¿qué I_F se necesitaría para mantener el voltaje a 480v?

$$\begin{aligned}\bar{E}_A &= \bar{V}_\phi + \bar{I}_A (R_A + jX_s) \\ &= 480\angle 0^\circ \text{ v} + (692.8\angle +36.87^\circ \text{ A})(0.015 + j1)\Omega \\ &= 450.97\angle 7.86^\circ \text{ v}\end{aligned}$$

$$E_A = 451 \text{ v}, \quad I_F = 4.1 \text{ A}$$

Curva