

### EFECTO DE LA SATURACIÓN SOBRE LA REACTANCIA SÍNCRONA ( $X_s$ )

El valor de la  $X_s$  es constante en la parte lineal de la característica de magnetización de la máquina. Sin embargo, cuando la máquina tiende a saturarse su reactancia disminuye. Con las características de vacío y cortocircuito puede obtenerse la reactancia síncrona (en forma aproximada).

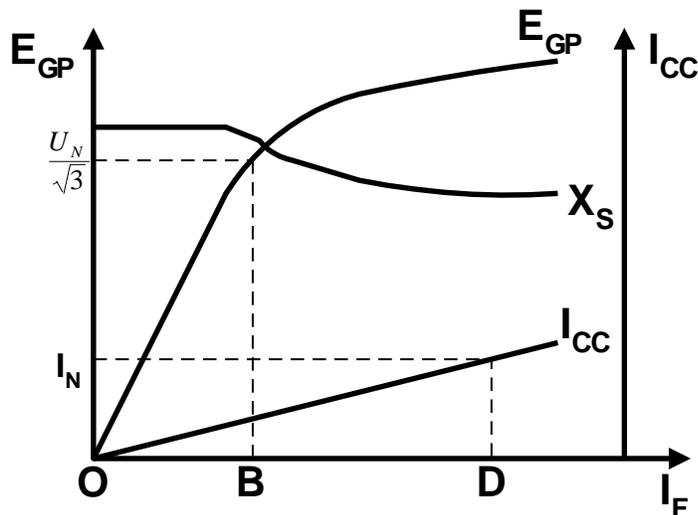


Fig. Reactancia síncrona.

### RAZÓN DE CORTOCIRCUITO ( $R_{cc}$ )

Se define como:

$$R_{cc} = \frac{I_{OB} \text{ (Corriente de campo que permite obtener la } U_N \text{ en vacío)}}{I_{OD} \text{ (Corriente de campo que permite obtener la } I_N \text{ en cortocircuito)}}$$

en forma práctica (teniendo en cuenta la saturación) podemos decir:  $X_s = \frac{I}{R_{cc}} \text{ (p.u.)}$

Nota: Por razones económicas las máquinas se proyectan con valores de  $R_{cc}$  pequeña. Para máquinas modernas  $\rightarrow R_{cc} \approx 0,55$

La relación de cortocircuito ( $R_{cc}$ ) es una medida del tamaño físico de la máquina síncrona, su factor de potencia y velocidad.

Cabe indicar que la reactancia síncrona ( $X_s$ ) para un determinado valor de carga es afectado por las condiciones de saturación existentes, mientras que la relación de cortocircuito ( $R_{cc}$ ) es un valor constante que está definido a la tensión nominal.

## EFECTO DE LA ( $R_{CC}$ ) EN EL COMPORTAMIENTO DEL GENERADOR

La relación de corto circuito ( $R_{CC}$ ) afecta al comportamiento de los generadores, principalmente en los siguientes aspectos:

- En la regulación de tensión
  - En la estabilidad de la máquina
  - En la operación en paralelo
  - En la corriente de cortocircuito
  - En la autoexcitación
- 
- **En la Regulación de Tensión :** Tener una baja  $R_{CC}$  equivale a tener una elevada reactancia síncrona ( $X_s$ ), por lo tanto su regulación de tensión es grande, es decir, pobre.
  - **En la Estabilidad de la Máquina :** Como mencionamos, tener una baja  $R_{CC}$  significa un alto valor de  $X_s$ , por lo tanto el límite de estabilidad es bajo, dado que este es inversamente proporcional a la  $X_s$ .
  - **En la operación en Paralelo :** Tener una baja  $R_{CC}$  dificulta la operación en paralelo de generadores, debido al que el alto valor de  $X_s$  reduce la potencia de sincronización; que es la que mantiene el sincronismo entre las máquinas. Es más esta potencia de sincronización se reduce más aún cuando la interconexión es a través de una línea cuya impedancia se suma a las reacciones de los generadores. Esto hace que las máquinas sean más sensibles a las variaciones de carga y de tensión.
  - **En la Corriente de Cortocircuito :** Evidentemente tener reducido valor de  $R_{CC}$  significa tener un menor nivel de corriente de cortocircuito ( $I_{CC}$ ), debido a la mayor reactancia síncrona ( $X_s$ ). Cabe indicar que la corriente de cortocircuito ( $I_{CC}$ ) se reduce rápidamente producto de la desmagnetización del generador, puesto que en la condición de cortocircuito prácticamente el generador alimenta a un circuito inductivo puro. Por lo tanto, para reducir el nivel de cortocircuito no es necesario tener una alta reactancia síncrona.
  - **En la Autoexcitación :** Las máquinas que alimentan líneas de transmisión (L.T.), largas no se deben de diseñar con valores bajos de ( $R_{CC}$ ) y altos valores de  $X_s$ , debido a que se pueden presentar sobretensiones producto de la excitación debido al efecto capacitivo de la línea de transmisión.

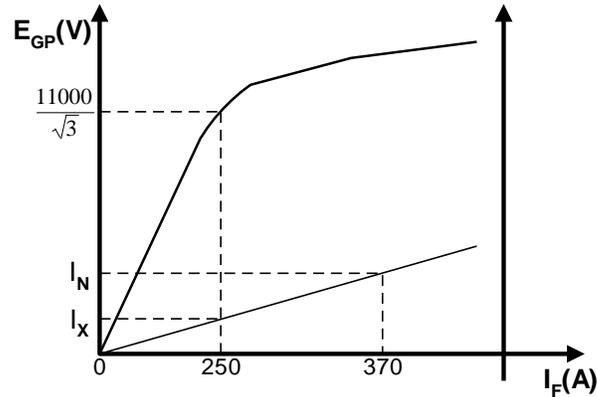
Pero la tendencia es a construir generadores síncronos con bajo valor de ( $R_{CC}$ ) debido a los sistemas de excitación modernos son fácilmente controlables y de respuesta rápida

### EJEMPLO 1

Un alternador de rotor cilíndrico, trifásico, conectado en estrella, de 11 kV, 50 MVA y 60 Hz necesitó una corriente de campo de 250 A para generar 11 kV en la prueba de circuito abierto. Una prueba en cortocircuito dio una corriente a plena carga cuando la corriente de campo era de 370. Despreciando la saturación y la resistencia del estator, determinar:

- El ángulo de potencia
- La regulación de tensión
- La potencia desarrollada cuando la máquina entrega corriente a plena carga a la tensión nominal y con un factor de potencia en atraso de 0.8

Alternador de rotor cilíndrico,  $3\phi$ , conexión Y, 11 kV, 50 MVA, 60 Hz



$$I_N = \frac{50MVA}{\sqrt{3} \times 11KV} \quad \boxed{I_N = 262432A} \quad \frac{262432}{I_X} = \frac{370}{250} \quad \boxed{I_X = 1773119A} \quad X_s = \frac{\left(\frac{11000}{\sqrt{3}}\right)}{1173,19} \quad \boxed{X_s = 3.58 \Omega}$$

Hallar el ángulo  $\delta$  cuando  $\cos \Phi = 0.8$  inductivo.

$$E_{gf}^2 = (U \cos \Phi)^2 + (U \sin \Phi + I_a X_s)^2 = 14,153 \text{ Voltios}$$

$$P = 50 \text{ Mva} \times 0.8 = 40 \text{ Mva.} = (3 \times 14153 \times 11 / 1.7321) \sin \delta / 3.58$$

$$\sin \delta = 0.53 \quad \delta = 32.1^\circ$$

$$\text{La regulación} = \left\{ \frac{14153 - 11000/1.7321}{11000/1.7321} \right\} \times 100 = 122.85 \%$$

La potencia entregada es 40 Mva.