



EM 737

CLASE 3

Sistemas de Excitación

LUIS S. VARGAS
Area de Energía

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Chile



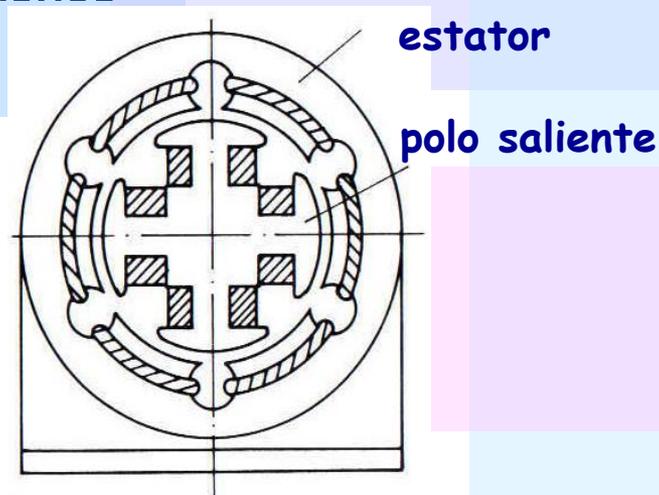
INDICE

- **Introducción**
- **Descripción física**
- **Descripción matemática**
- **Circuito equivalente**
- **Análisis de régimen permanente**

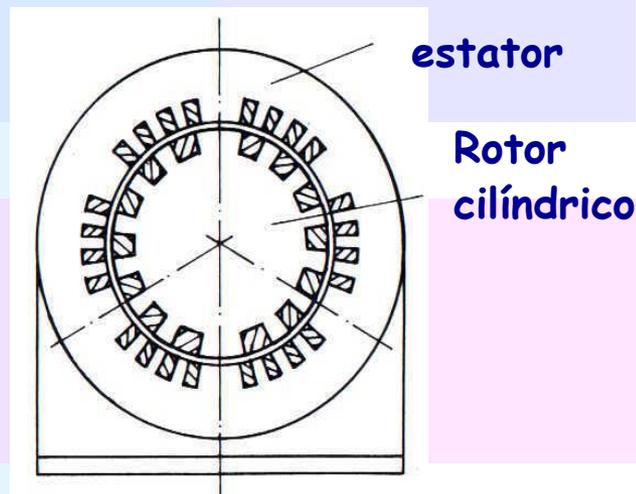


Estructura General

- Máquina eléctrica rotatoria --> Estator y Rotor
- **Estator:** devanado consistente en espiras agrupadas en tres fases separadas por 120°
- **Rotor:** espiras concentradas en torno a polos y alimentadas con corriente continua a través del colector
- **Formas constructivas:** polos salientes (gran importancia para Chile), rotor cilíndrico



Máquina de Polos Salientes

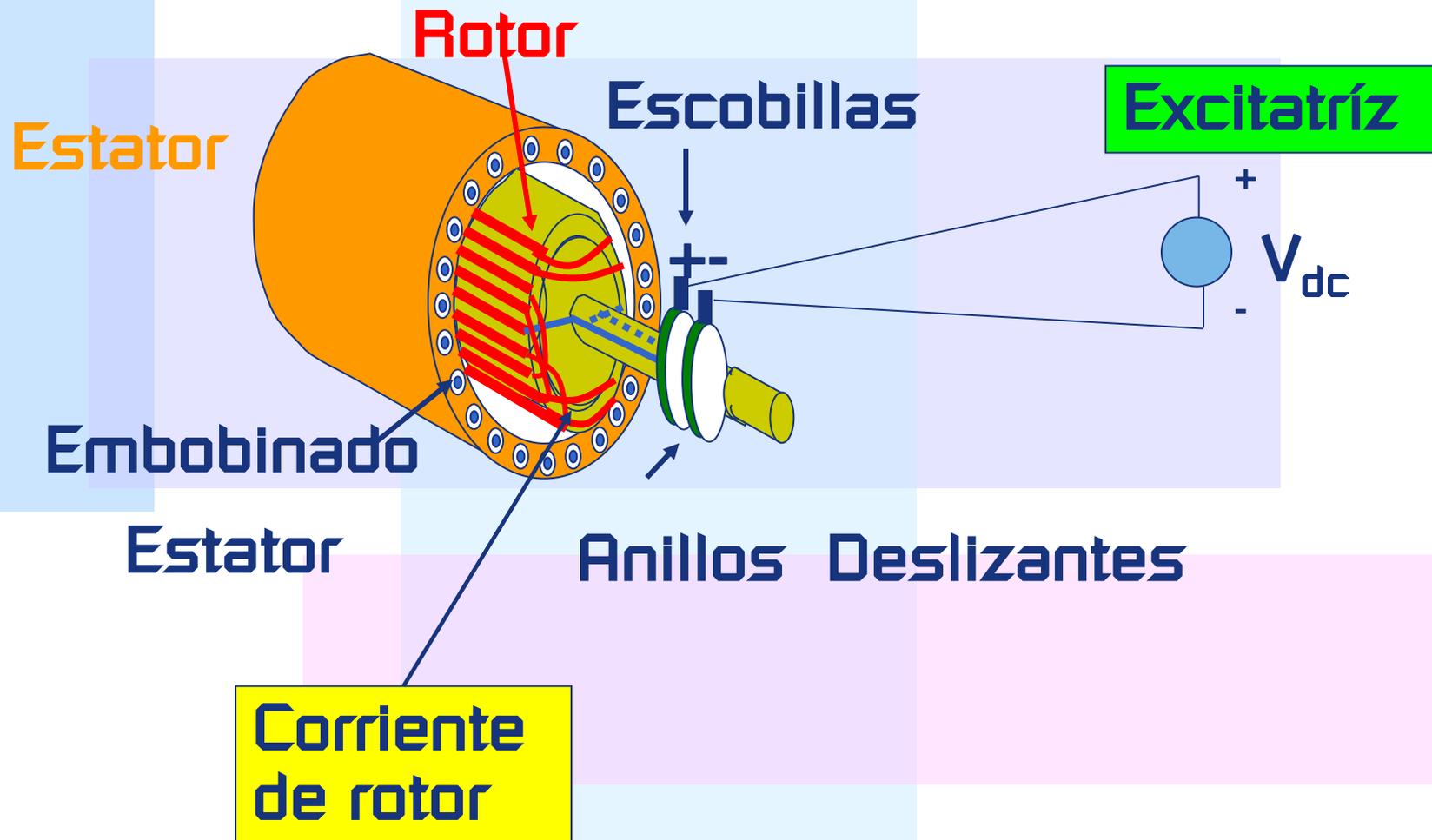


Máquina de Rotor Cilíndrico



Estructura General

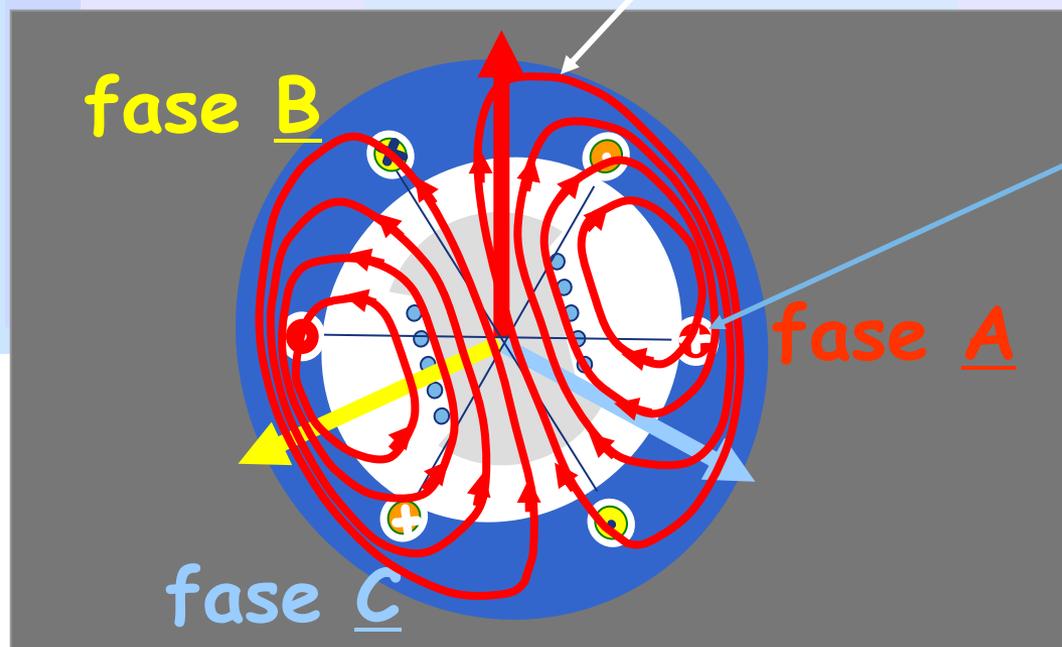
Embobinado





Estructura General

Líneas de
Campo Magnético

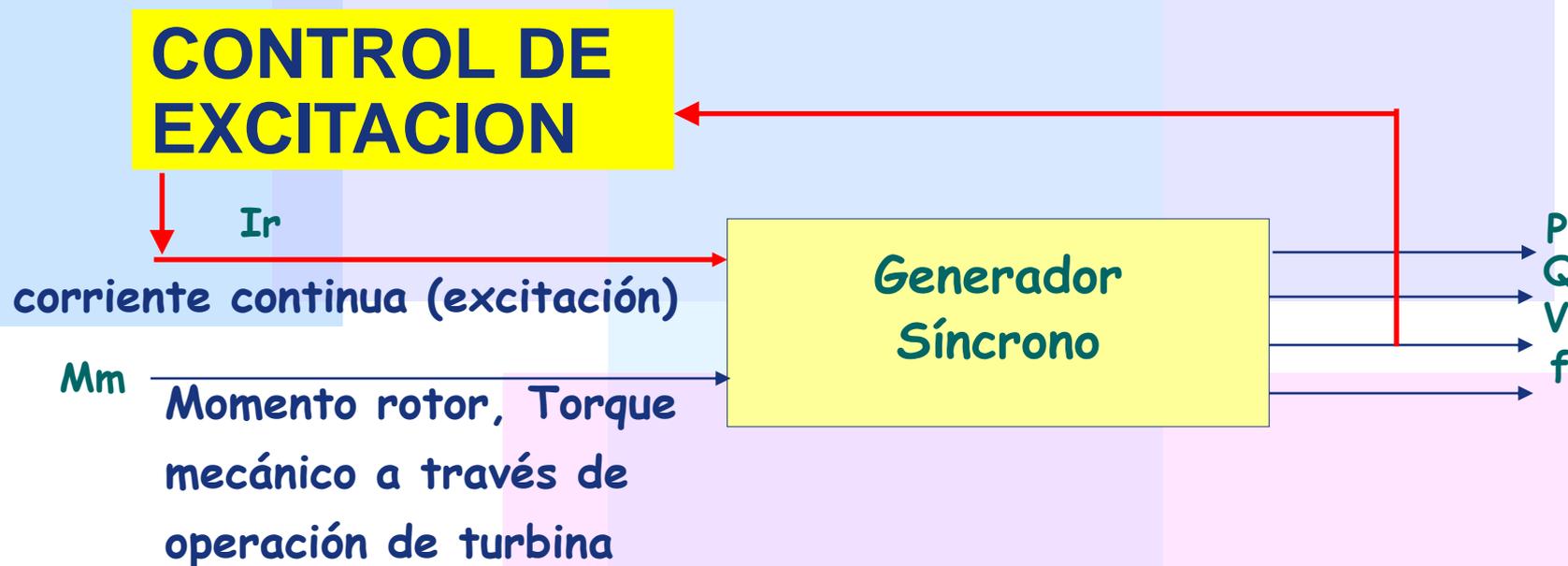


Fuente: PowerLearn



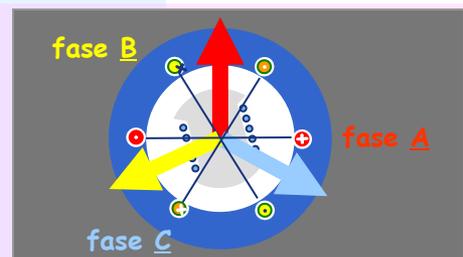
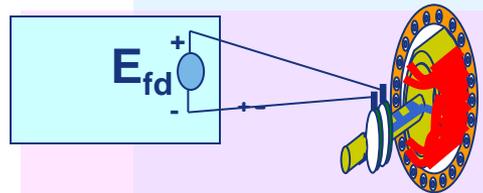
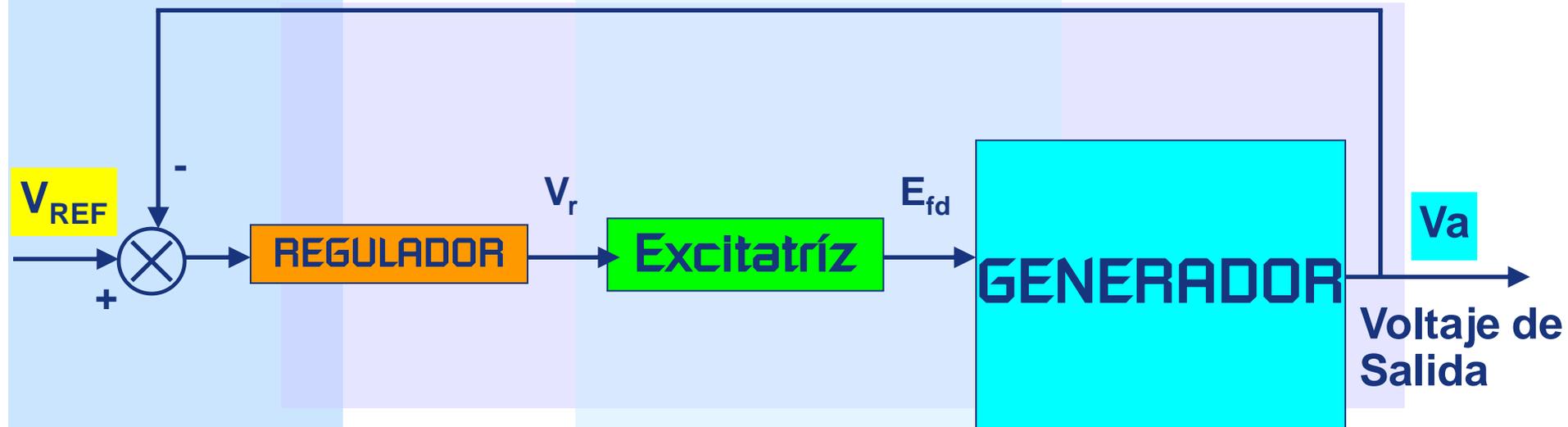
Estructura General

Comportamiento Dinámico del Generador



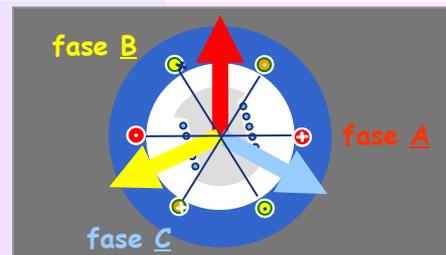
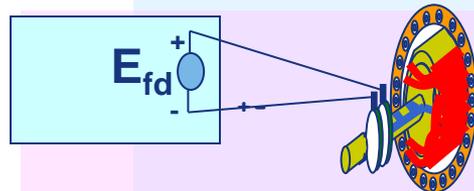
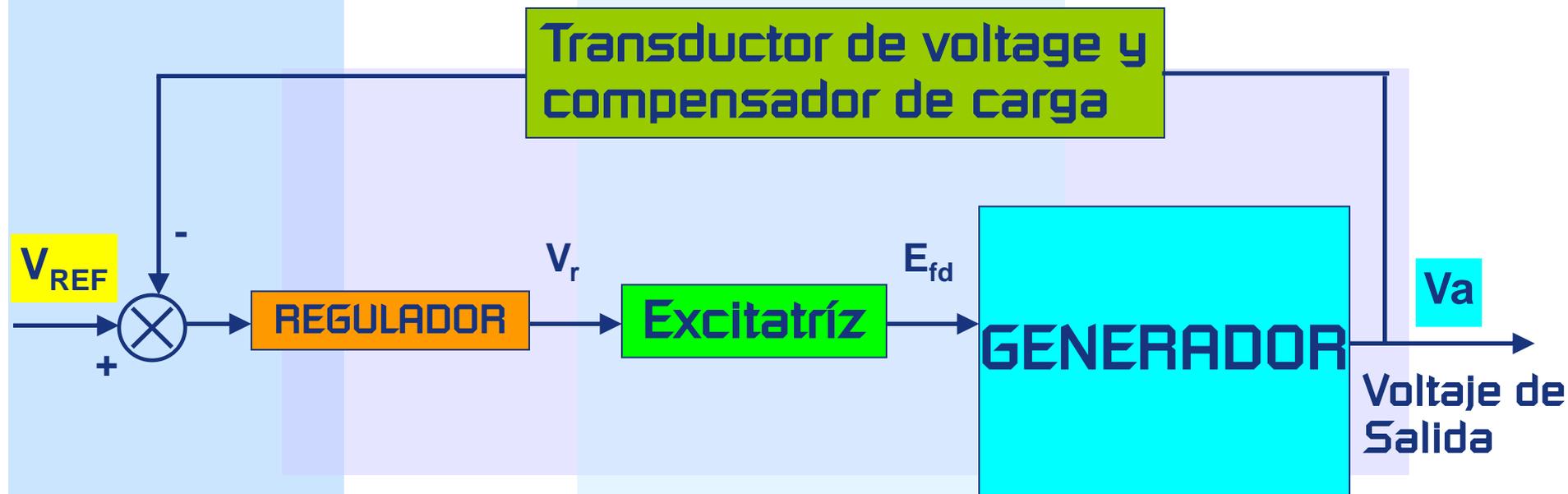


Esquema Básico de un Control de Excitación



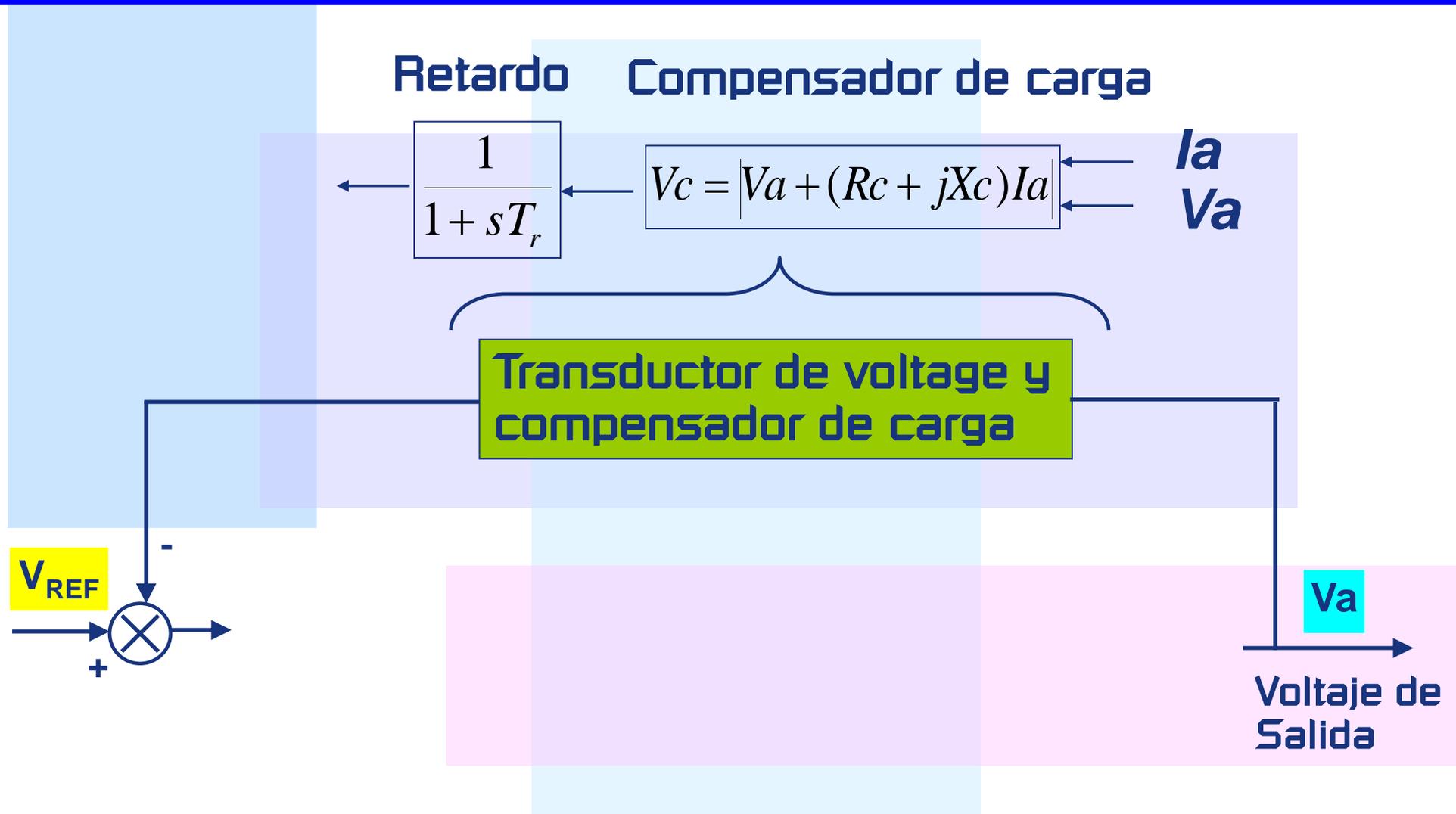


Esquema Básico de un Control de Excitación





Esquema Básico de un Control de Excitación





Limitadores y circuitos de protección

- Límites de sobreexcitación. Limita corriente de rotor
- Voltaje mínimo de salida del generador
- Protección de Volts-per-hertz. Protección de flujo máximo

$$e = d\Phi/dt, e = e_0 \cos \omega t \Rightarrow \Phi = (e_0 \sin \omega t) / \omega$$

- Corriente de armadura

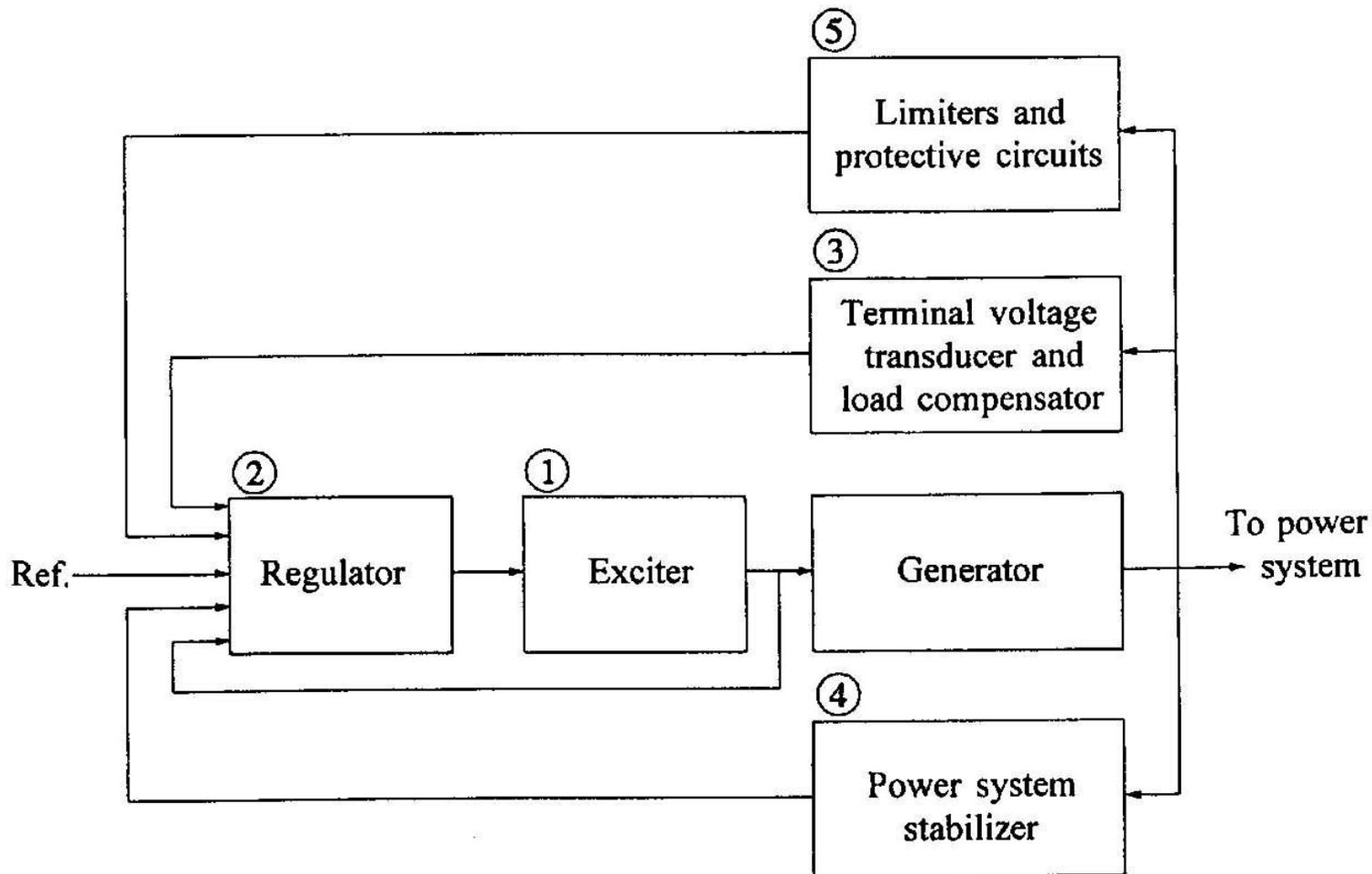


ESTABILIZADOR DE POTENCIA Y OTROS CONTROLES

- El control del voltaje de salida tiene múltiples aplicaciones
- Seguridad Dinámica: Estabilizador de Potencia
- Seguridad Transitoria. Ganancia.



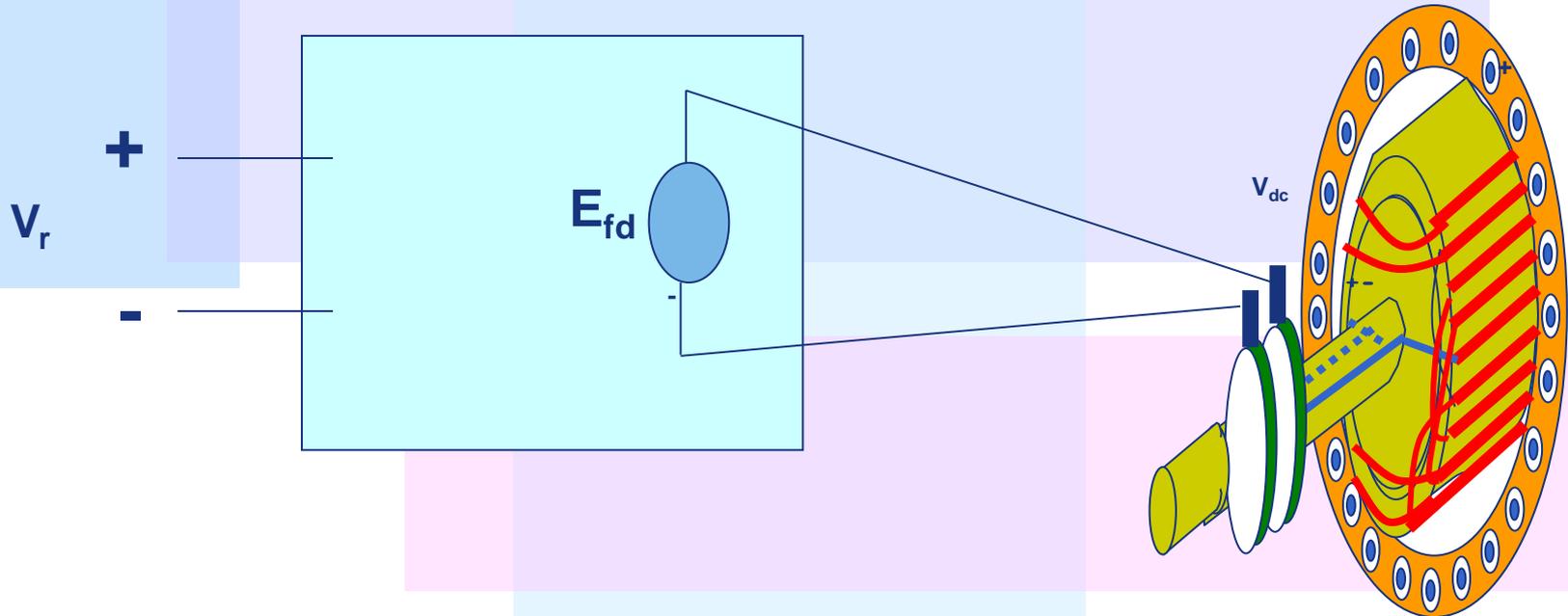
DIAGRAMA GENERAL DEL CONTROL DE EXCITACION





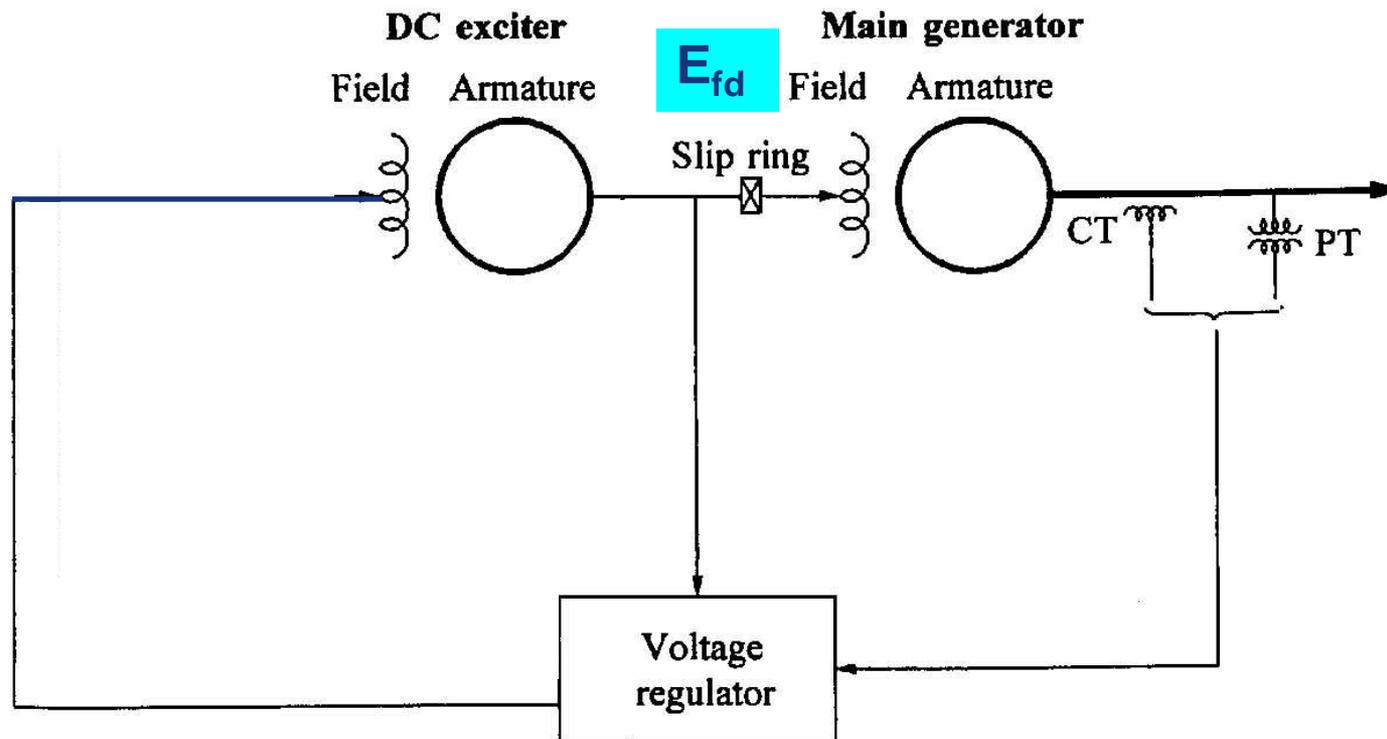
Tipos de Sistemas de Excitación

- Corriente continua (SCE DC)
- Corriente Alterna (SCE AC)
- Sistemas con excitación estática



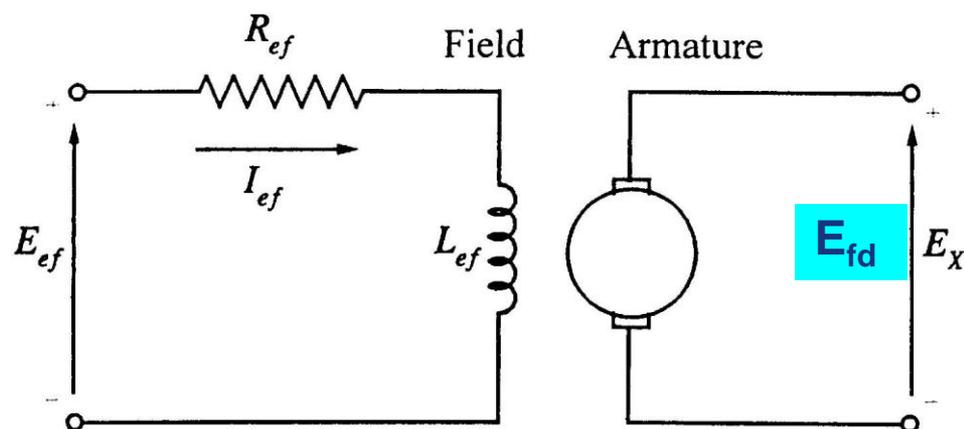
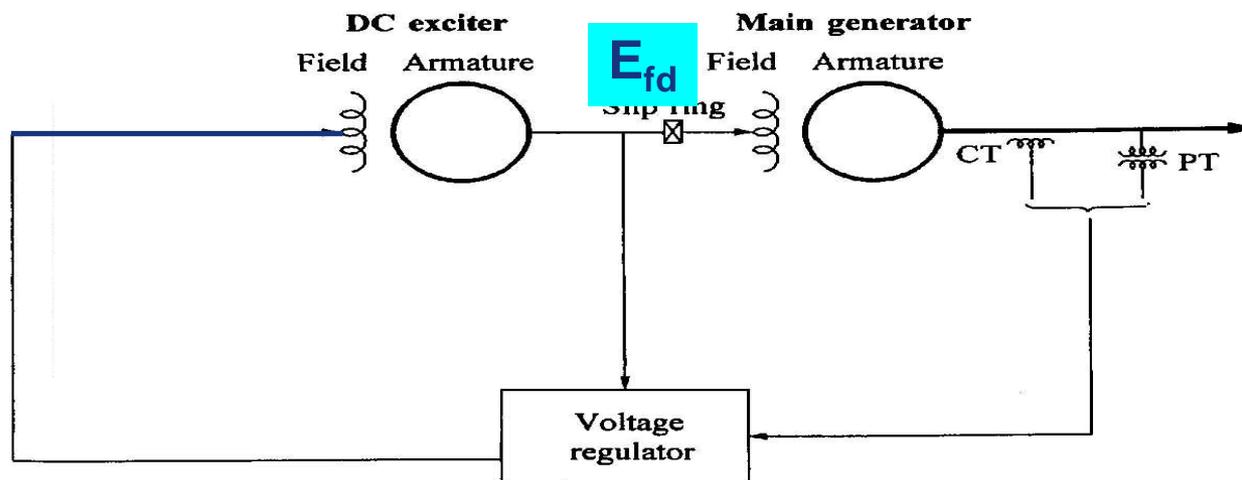


1. Excitación de Corriente Continua





Excitación de Corriente Continua



$$E_{ef} = R_{ef} I_{ef} + \frac{d\psi}{dt}$$

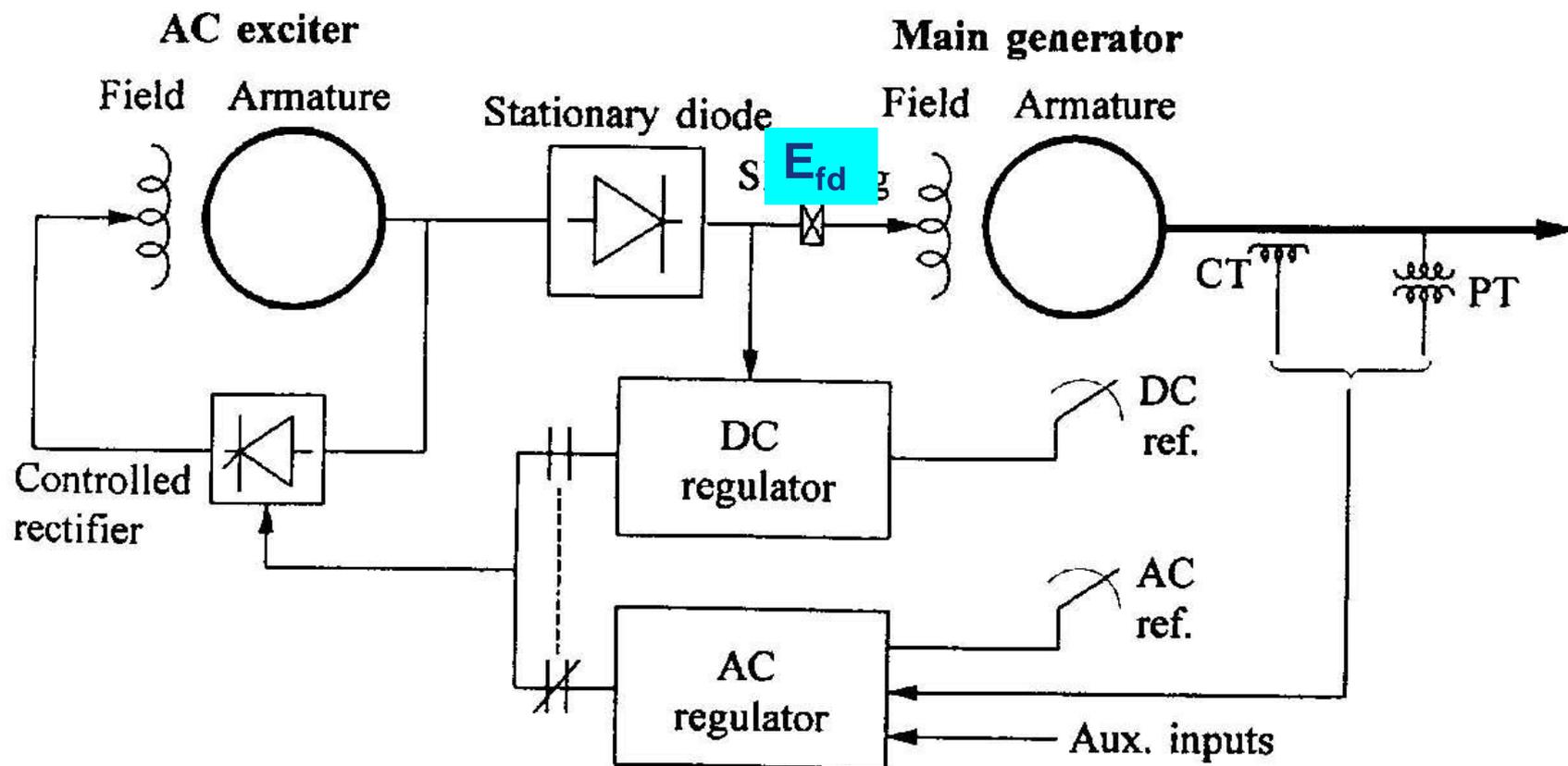
$$\psi = L_{ef} I_{ef}$$

$$\Rightarrow E_x = K_x \psi$$



Excitación de Sistemas de Corriente Alterna

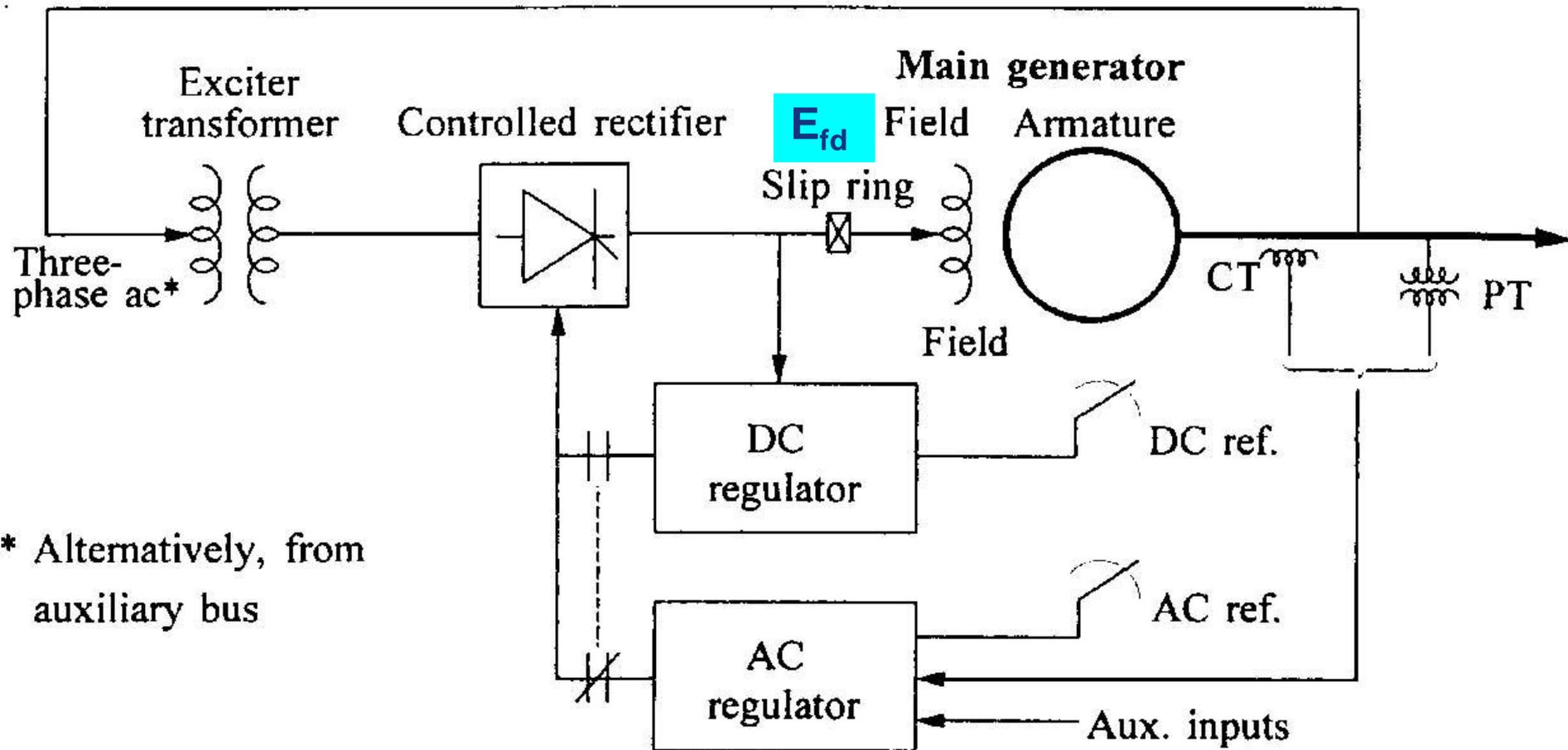
A. Sistemas de Rectificación Estacionarios





Excitación de Sistemas de Corriente Alterna

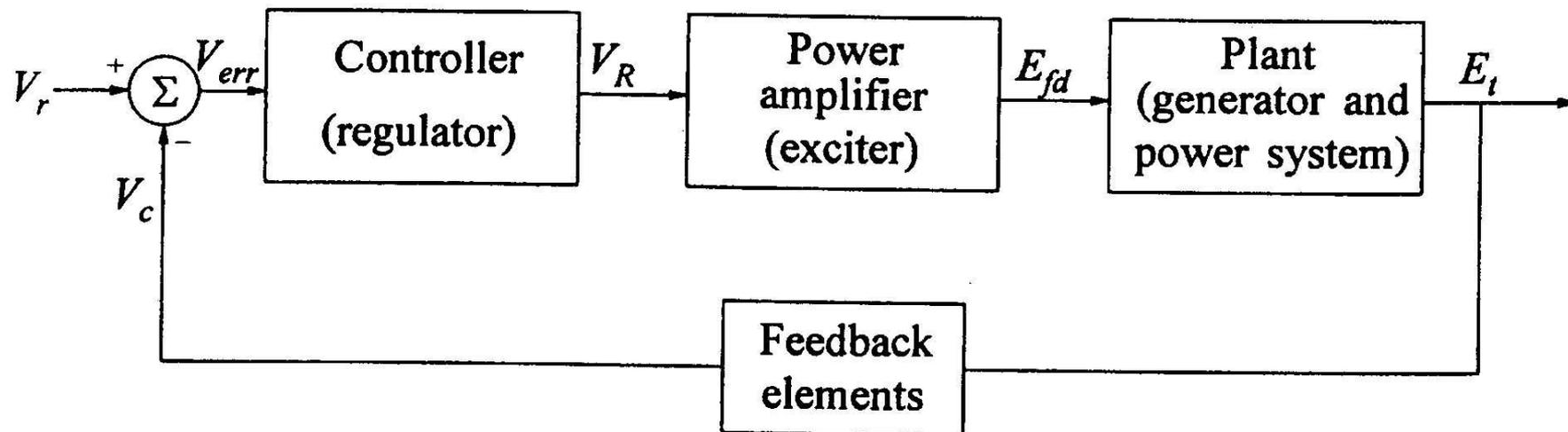
Sistemas de Excitación Estática



* Alternatively, from auxiliary bus



ANÁLISIS del Desempeño de SCE



V_r es el voltaje de referencia del regulador,

E_t es la variable a controlar (el voltaje en bornes del generador o corregido mediante la caída de tensión de la línea de alimentación)

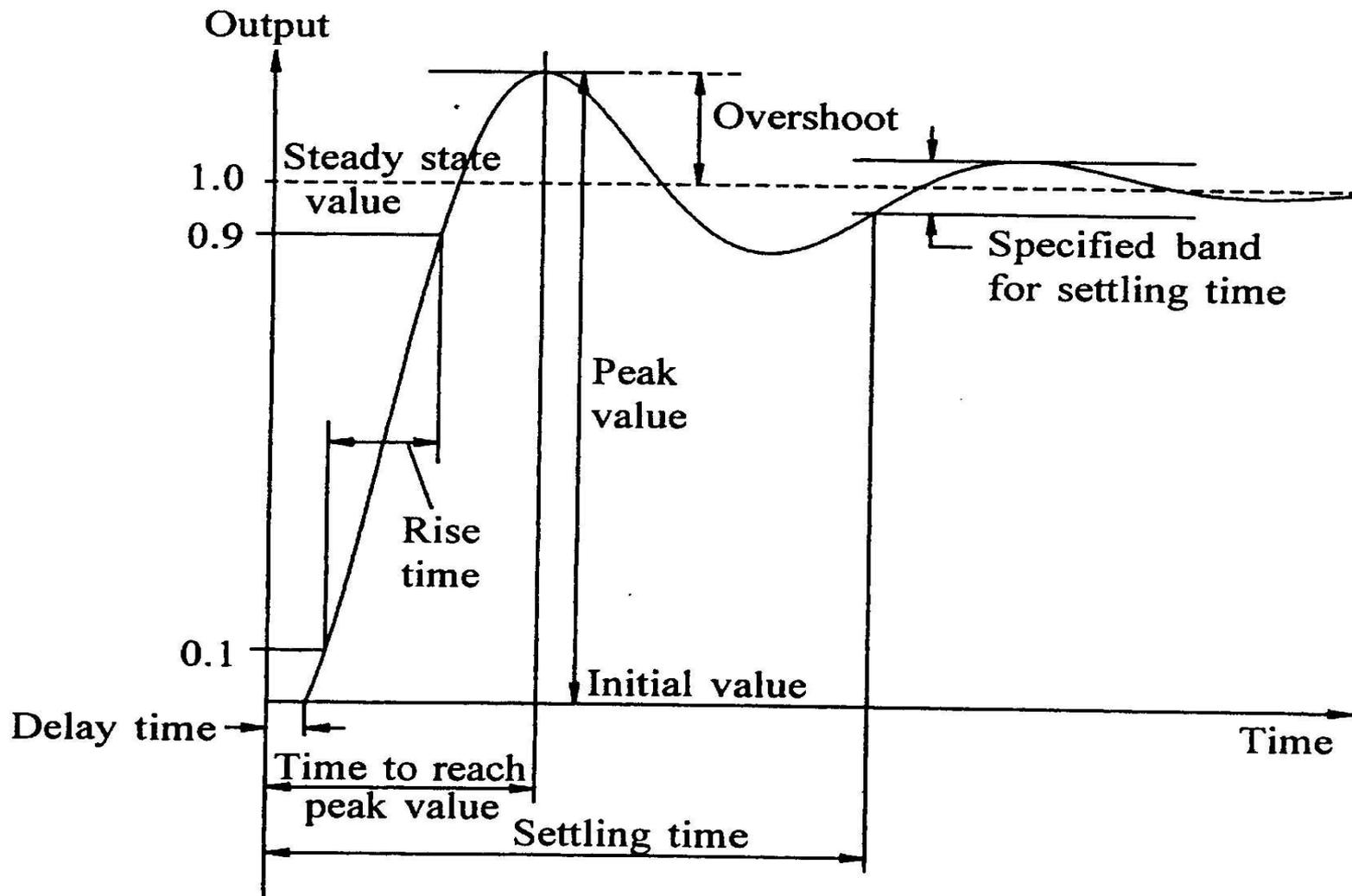
V_c señal filtrada y adaptada en el loop de control

V_r es la señal del excitador

E_{fd} es el voltaje aplicado al rotor de la máquina síncrona



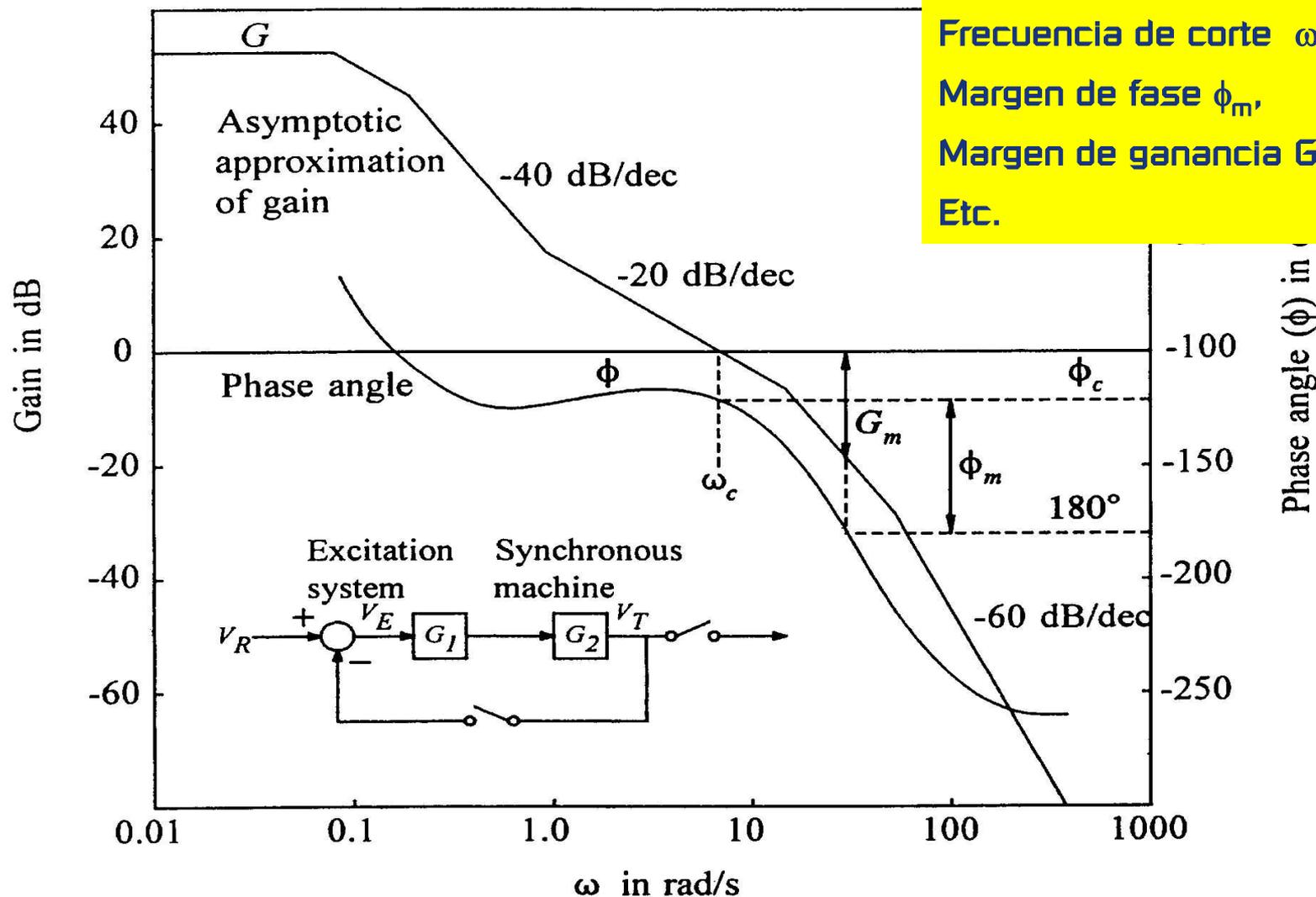
Indicadores Temporales





Indicadores de la Respuesta de Frecuencia

- Ganancia de baja frecuencia G ,
- Frecuencia de corte ω_c ,
- Margen de fase ϕ_m ,
- Margen de ganancia G_m .
- Etc.





Sistema realimentado cerrado

