



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
ELÉCTRICA**
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Ingeniería de Ejecución en Electricidad
Mención Sistemas de Energía
Modalidad Vespertina

CONTROL AUTOMÁTICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS CÁTEDRA 9

PRIMER SEMESTRE 2018
PROF. MATÍAS DÍAZ

Agenda



- SISTEMAS DE CONTROL EN CASCADA
- EJEMPLO APLICADO

Agenda



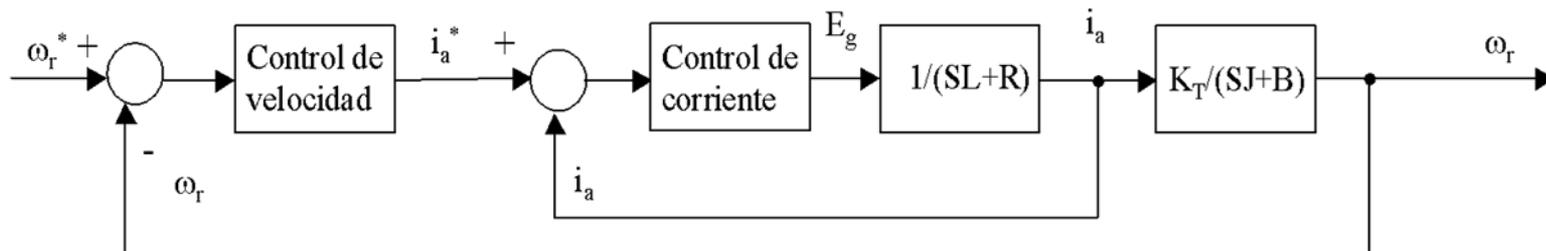
- SISTEMAS DE CONTROL EN CASCADA
- EJEMPLO APLICADO

Controladores en Cascada



Existen algunas aplicaciones donde se necesitan lazos de control anidados. El ejemplo mas típico es el caso de controladores de máquinas eléctricas. En esta aplicación se usan habitualmente dos lazos, un lazo de velocidad externo e internamente un lazo de corriente.

La siguiente figura muestra esta construcción:



Controladores en Cascada



La característica principal de estos esquemas de control es que el lazo interno es bastante más rápido que el lazo externo. Por ejemplo en la prueba 2, el lazo de corriente es 10 veces más rápido que el lazo de velocidad. De esta forma los compensadores se pueden diseñar en forma desacoplada.

Para el diseño de los lazos de control se utiliza habitualmente una frecuencia de al menos 70 o 100Hz para el lazo de corriente y alrededor de 5Hz para el lazo de velocidad. El coeficiente de amortiguamiento utilizado es habitualmente cercano a [0.7-0.8] pero esto depende de la aplicación.

Controladores en Cascada



La armadura del motor se alimenta utilizando un fuente de voltaje variable V_a . Si se mantiene la corriente de campo i_f constante, las ecuaciones diferenciales del motor de corriente continua se escriben como:

$$V_a = R_a I_a + L_a \frac{d}{dt} I_a + E_a$$

Ecuación de Armadura

$$V_f = R_f I_f + L_f \frac{d}{dt} I_f$$

Ecuación de Campo

$$E_a = k_t \omega_r$$

Back EMF

$$J \frac{d}{dt} \omega_r + B \omega_r = T_e - T_m$$

Ecuación Mecánica

$$T_e = k_t I_a$$

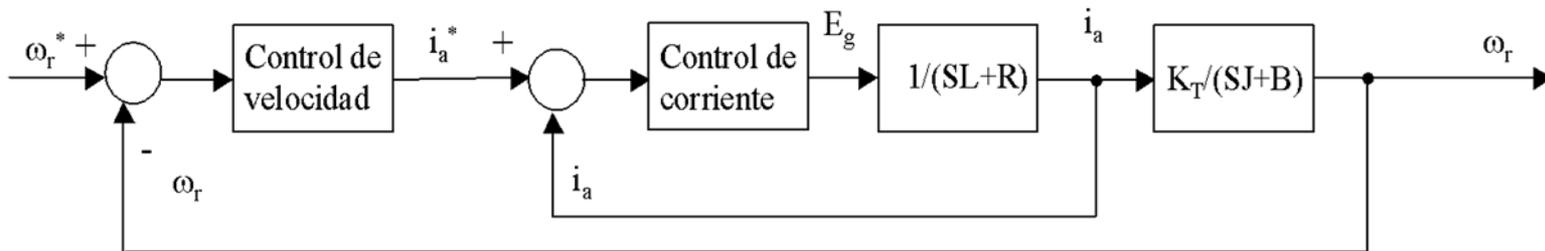
Torque Eléctrico

Donde K_T es una constante que depende de aspectos constructivos del motor y del flujo de operación, R_a y L_a son la resistencia e inductancia de los devanados, ω_r es la resistencia rotacional, J y B son la inercia rotacional y el coeficiente de fricción respectivamente.

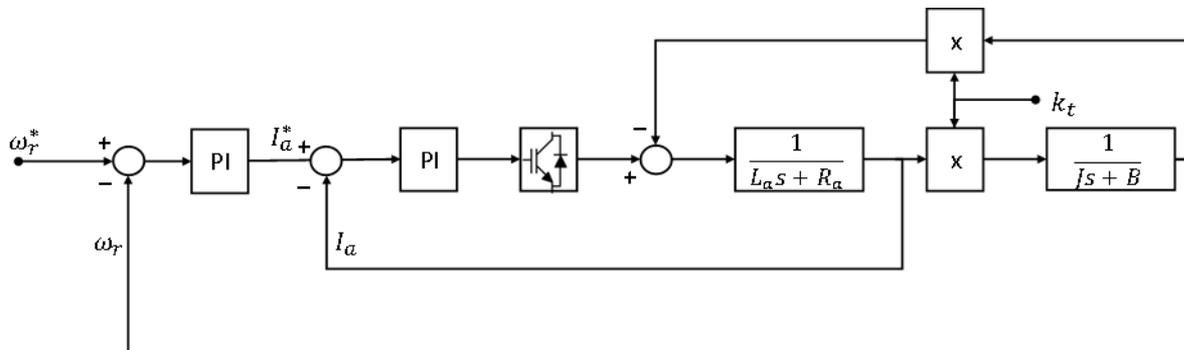
Controladores en Cascada



Versión simplificada



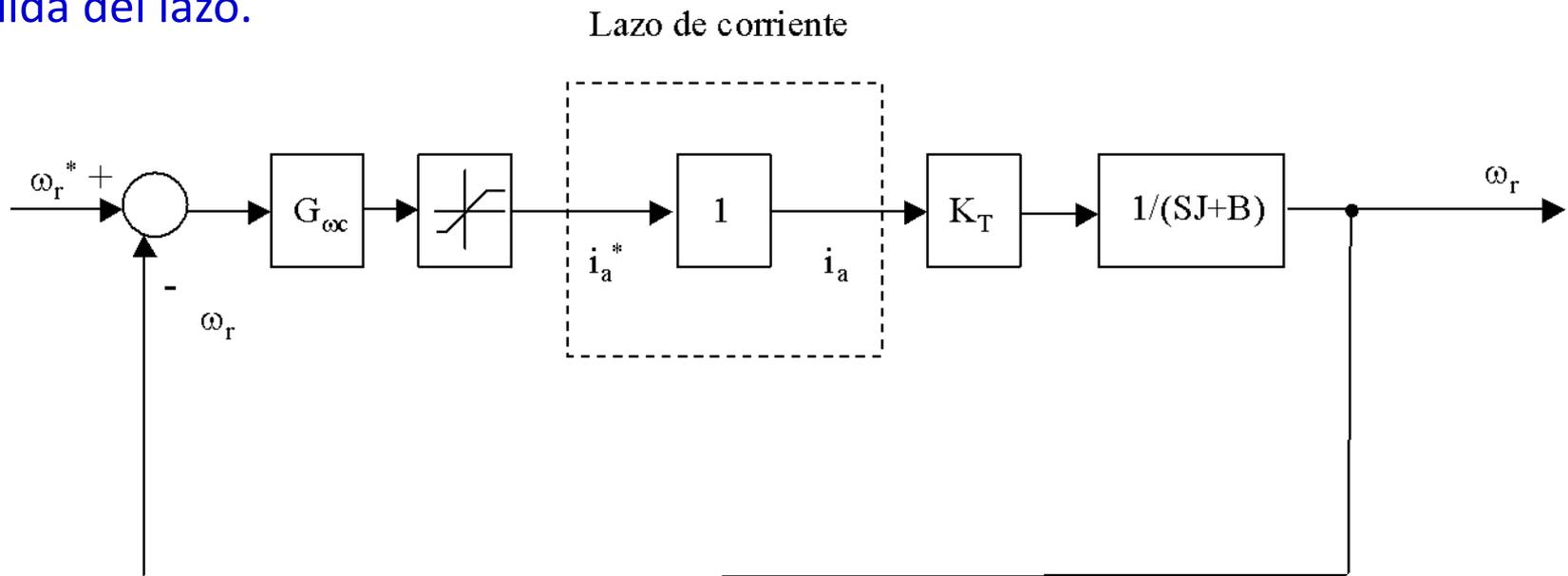
Versión completa



Controladores en Cascada



El diseño del lazo de velocidad se hace considerando que el lazo de corriente es muy rápido y que además se encuentra diseñado para cero error en estado estacionario a entrada escalón. En este caso se puede considerar el lazo de corriente como un bloque de ganancia uno. En otras palabras, desde el punto de vista del lazo de velocidad, toda corriente de referencia i_a^* a la entrada del lazo de corriente aparece instantáneamente como una corriente real i_a a la salida del lazo.



Agenda



- SISTEMAS DE CONTROL EN CASCADA
- EJEMPLO APLICADO