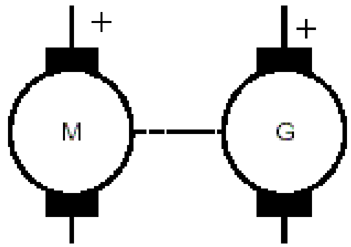
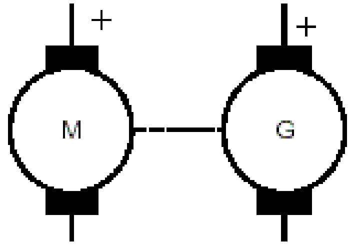
Análisis de Sistemas Lineales

Modelado de sistemas electromecánicos

Contenido

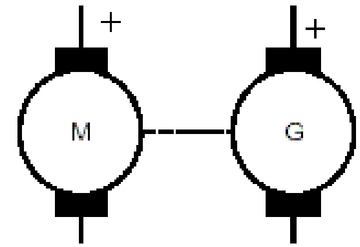


- Motor CD controlado por armadura
- Motor CD controlado por campo
- Generador de CD
- Ejemplos
- Ejercicios

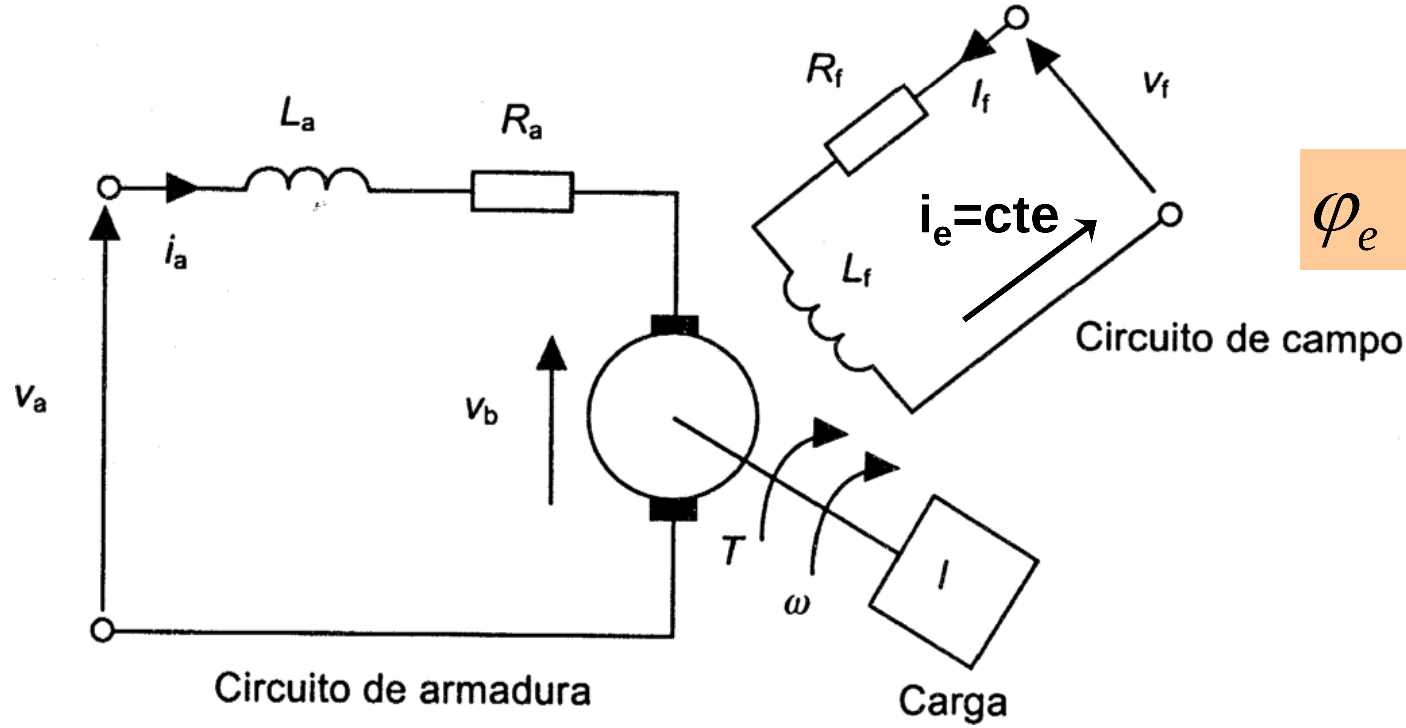


MOTOR CD CONTROLADO POR ARMADURA

Motor CD con campo constante controlado por armadura

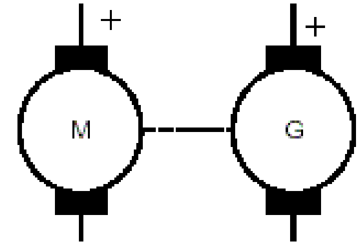


- En un motor controlado por armadura, la corriente de campo i_e se mantiene constante y el motor se controla variando la tensión de armadura u_a



$$\varphi_e = K_e \cdot i_e(t)$$

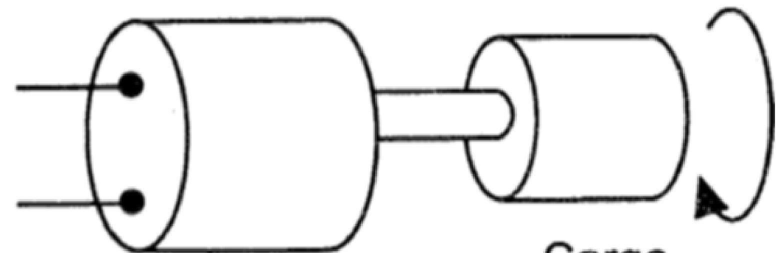
Ecuaciones del motor de CD con campo constante

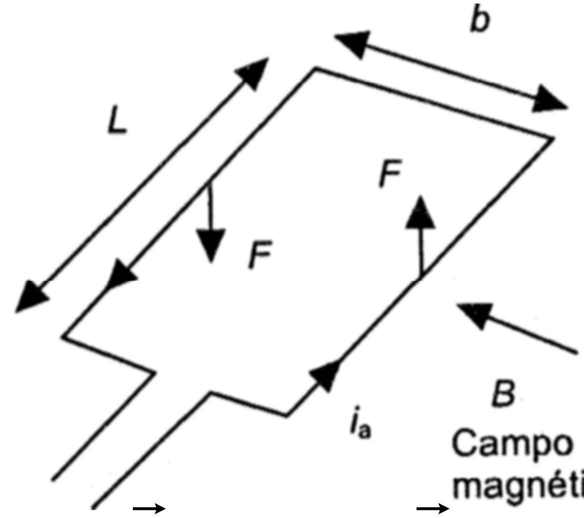


Con un campo constante las ecuaciones del motor se simplifican

$$u_i = K' \cdot \varphi_e \cdot \omega(t)$$

$$u_i = K_1 \cdot \omega(t)$$



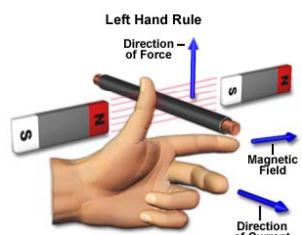


$$M_M \propto i_a$$

$$M_M = K'' \cdot N \cdot B \cdot i_a L \cdot b$$

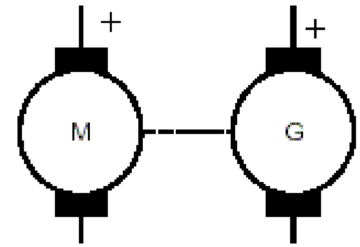
$$M_M = K'' \cdot \varphi_e \cdot i_a$$

$$M_M = K_2 \cdot i_a$$

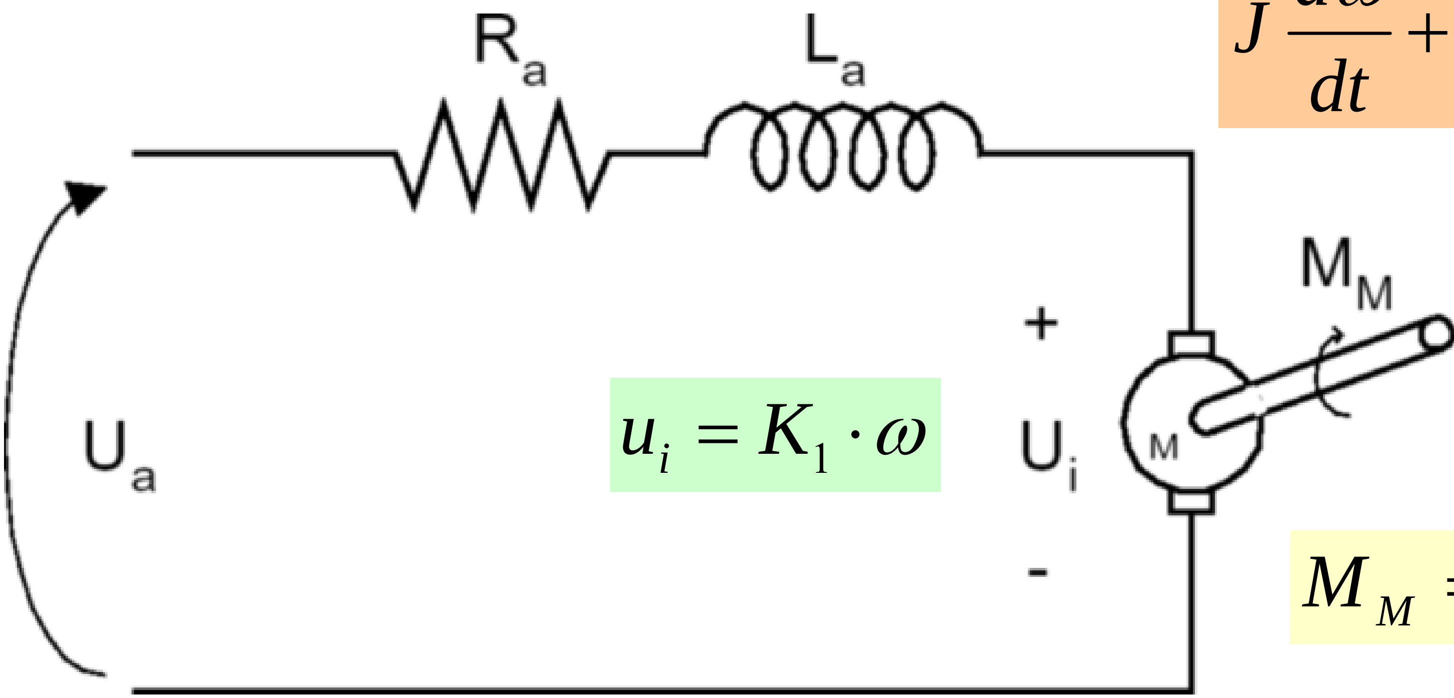


$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Motor de CD controlado por armadura



$$J\frac{d\omega}{dt} + B\cdot\omega = M_M$$

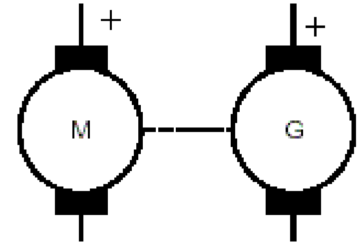


$$u_i = K_1 \cdot \omega$$

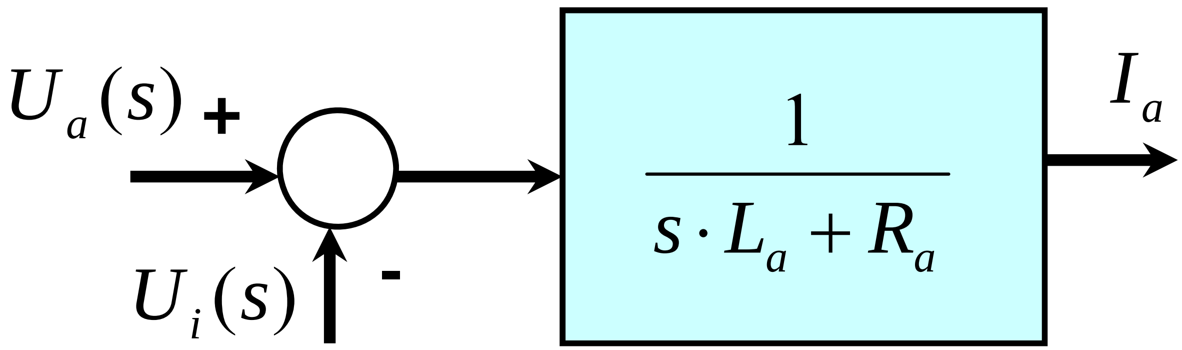
$$M_M = K_2 \cdot i_a$$

$$R_a \cdot i_a + L_a \cdot \frac{di_a}{dt} = u_a - u_i$$

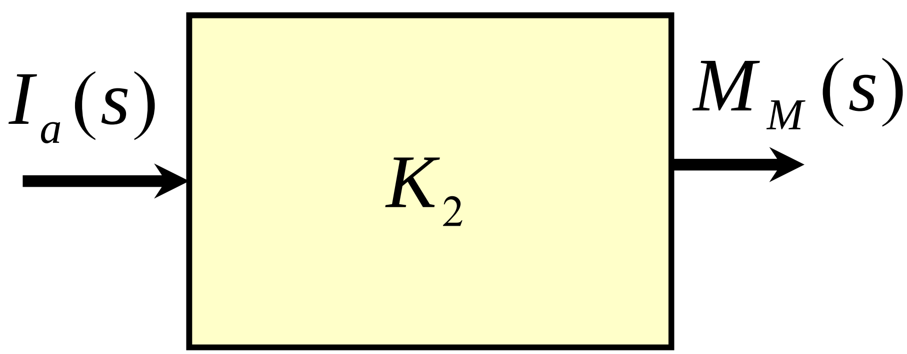
Creando bloques para el motor controlado por armadura (1)



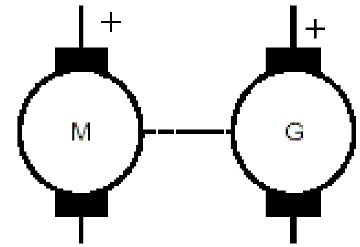
$$[s \cdot L_a + R_a] \cdot I_a(s) = U_a(s) - U_i(s)$$



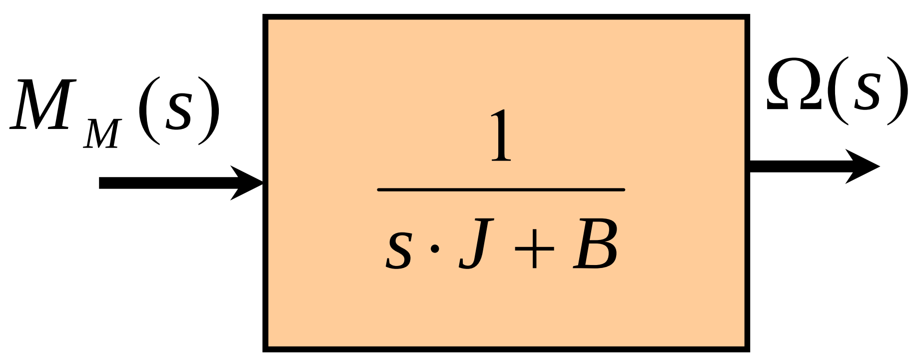
$$M_M(s) = K_2 \cdot I_a(s)$$



Creando bloques para el motor controlado por armadura (2)



$$[s \cdot J + B] \cdot \Omega(s) = M_M(s)$$



$$U_i(s) = K_1 \cdot \Omega(s)$$

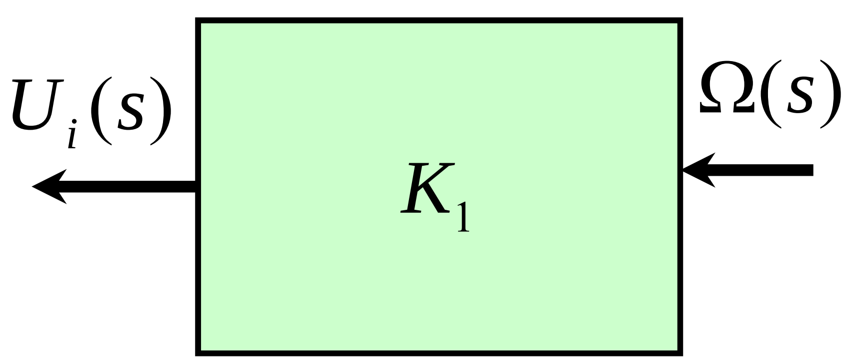
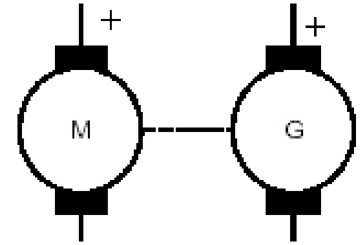
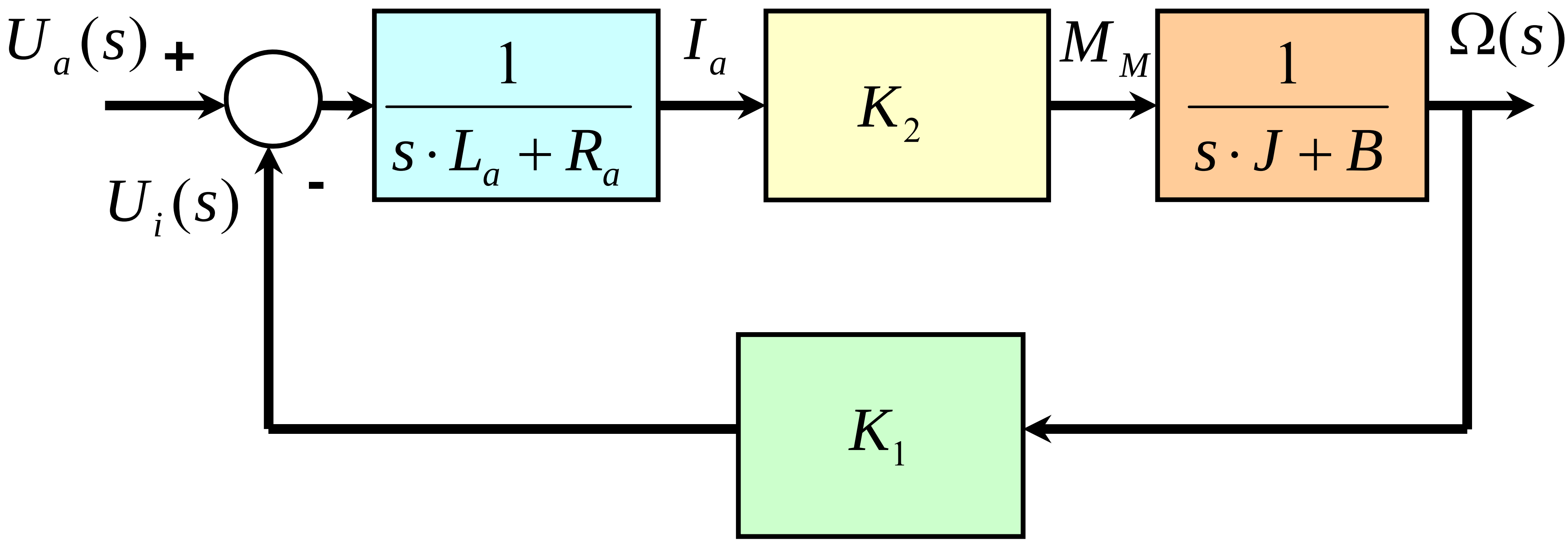
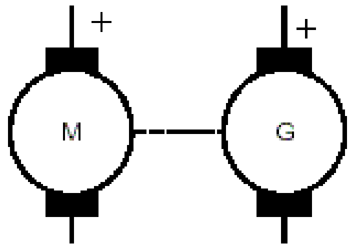


Diagrama de bloques del motor de CD controlado por armadura



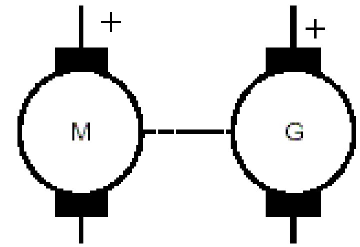


¿Cuál es la función de transferencia?

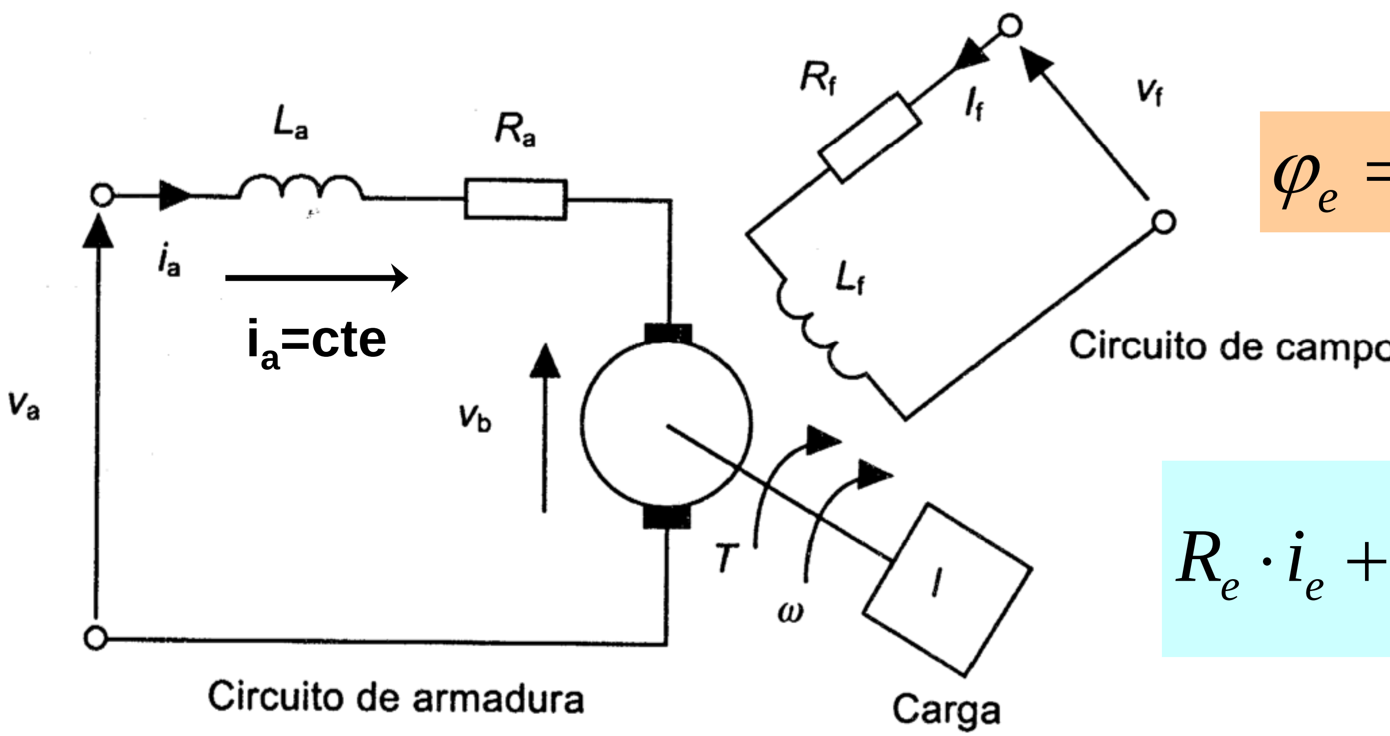


MOTOR CD CONTROLADO POR CAMPO

Motor CD con U de armadura constante controlado por campo



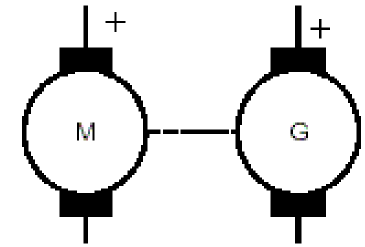
- En un motor controlado por campo, se mantiene constante la corriente de armadura



$$\varphi_e = K_e \cdot i_e(t)$$

$$R_e \cdot i_e + L_e \cdot \frac{di_e}{dt} = u_e$$

Ecuaciones del motor de CD con tensión de armadura constante



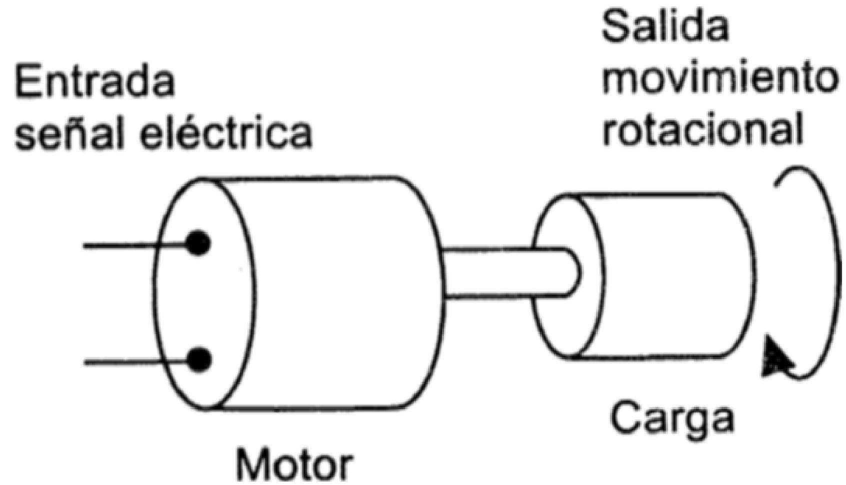
Con la corriente de armadura constante la ecuación del torque del motor se convierte en

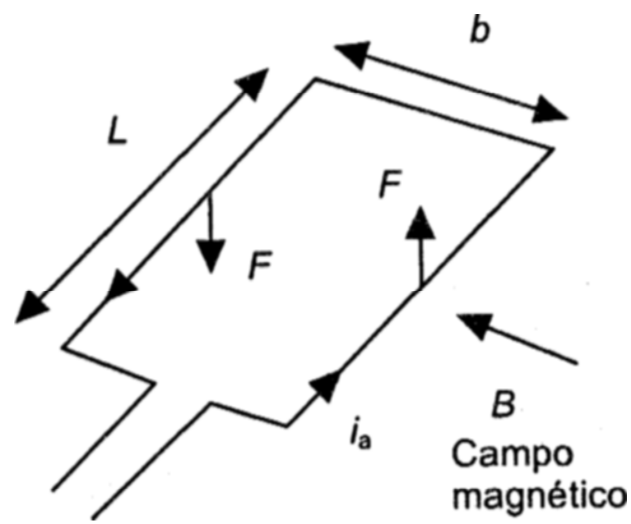
$$M_M = K'' \cdot N \cdot B \cdot i_a L \cdot b$$

$$M_M = K'' \cdot \varphi_e \cdot i_a$$

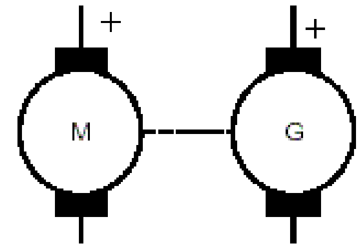
$$M_M = K'' \cdot K_e \cdot i_e \cdot i_a$$

$$M_M = K_3 \cdot i_e$$





Transformando las ecuaciones para el motor controlado por campo



$$M_M = K_3 \cdot i_e$$

$$M_M(s) = K_3 \cdot I_e(s)$$

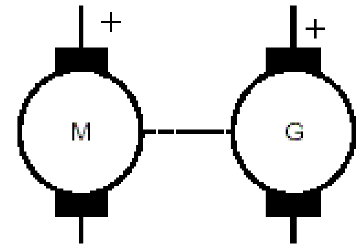
$$R_e \cdot I_e(s) + L_e \cdot s \cdot I_e(s) = U_e(s)$$

$$[s \cdot L_e + R_e] \cdot I_e(s) = U_e(s)$$

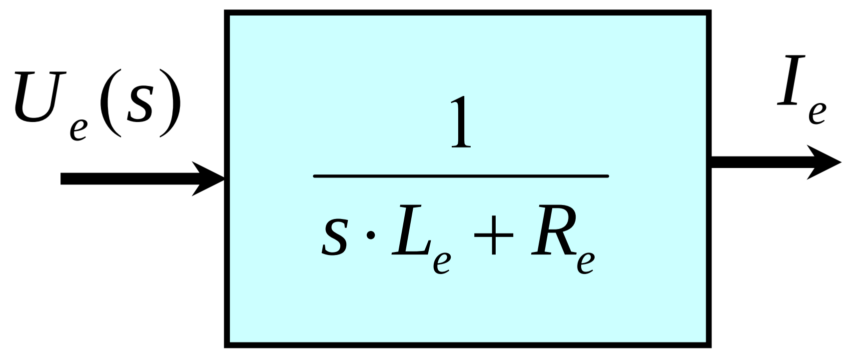
$$J \cdot s \cdot \Omega(s) + B \cdot \Omega(s) = M_M(s)$$

$$[s \cdot J + B] \cdot \Omega(s) = M_M(s)$$

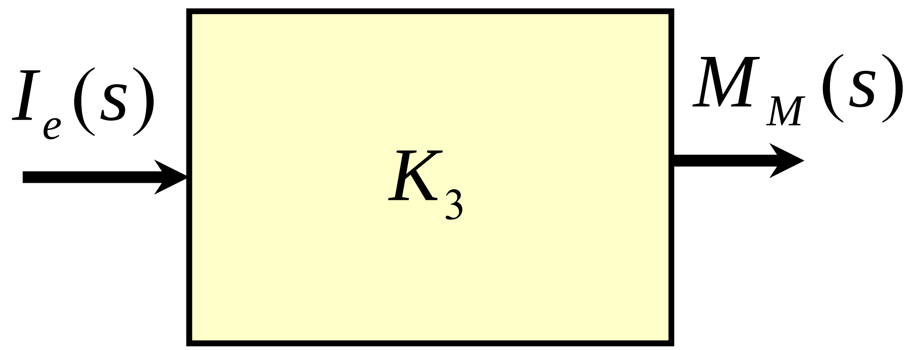
Creando bloques para el motor controlado por campo (1)



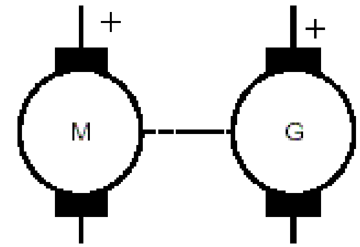
$$[s \cdot L_e + R_e] \cdot I_e(s) = U_e(s)$$



$$M_M(s) = K_3 \cdot I_e(s)$$



Creando bloques para el motor controlado por campo (2)



$$[s \cdot J + B] \cdot \Omega(s) = M_M(s)$$

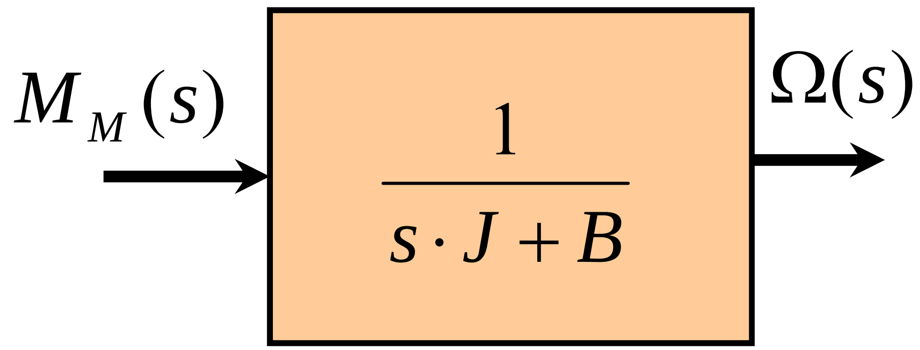
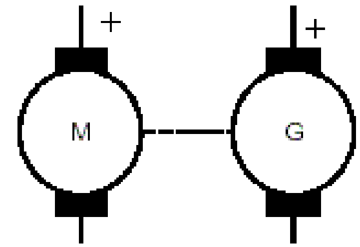
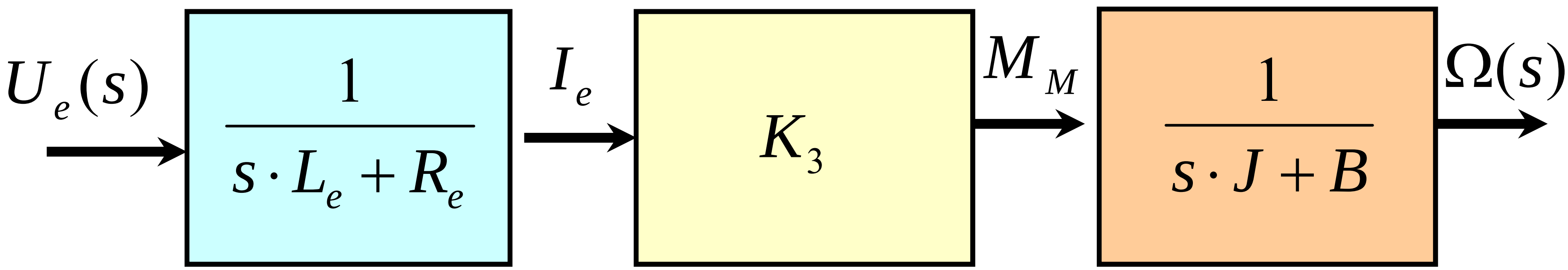
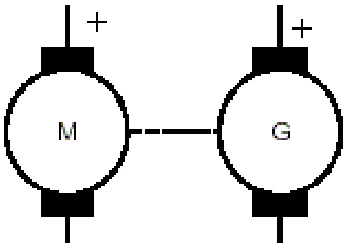


Diagrama de bloques del motor de CD controlado por campo



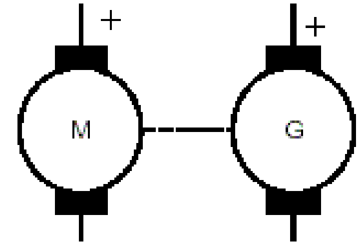


$$\frac{\Omega(s)}{U_e(s)} = \frac{K_3}{JL_e} \frac{1}{\left(s + B/J\right)\left(s + R_e/L_e\right)}$$

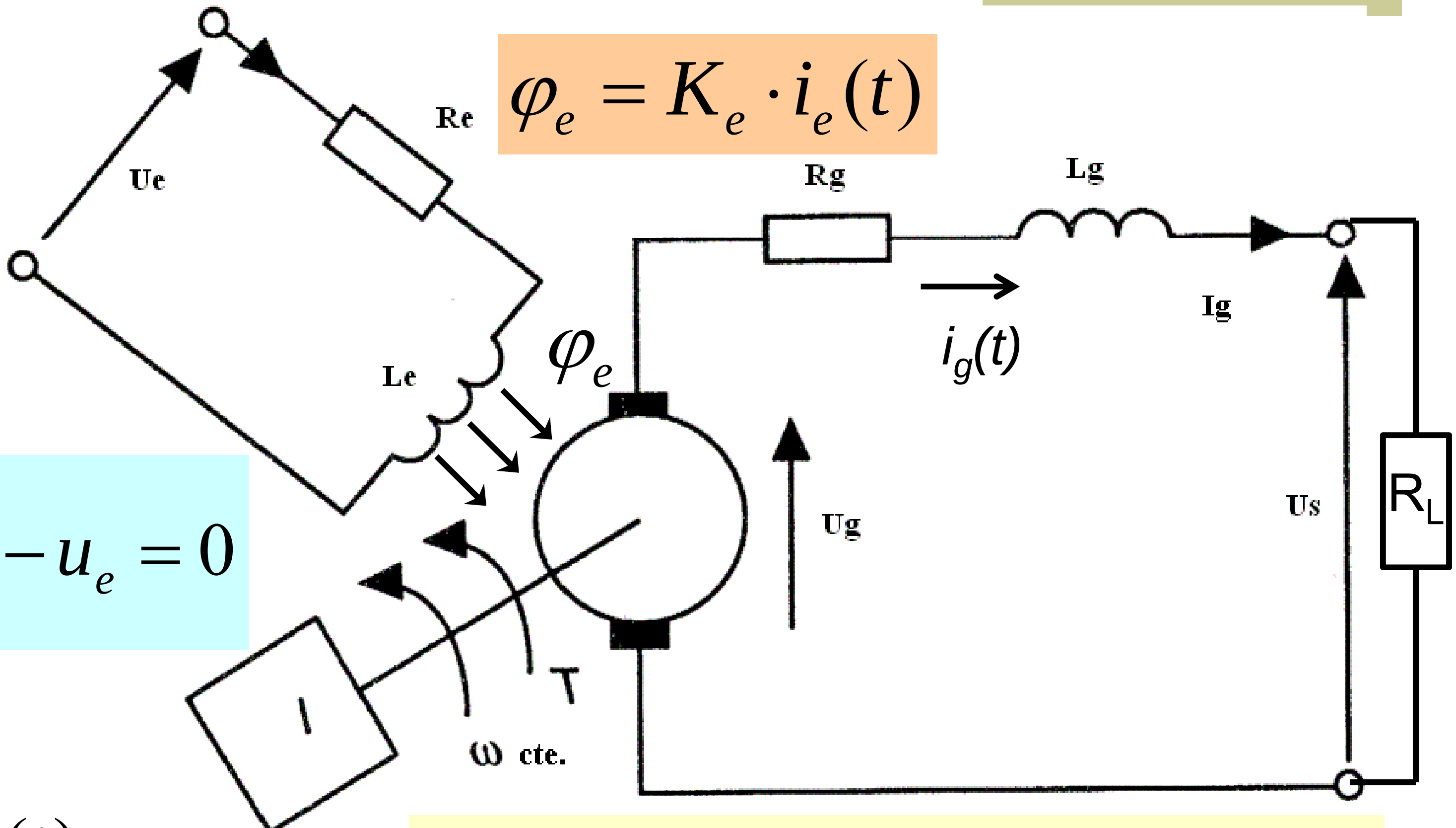


GENERADOR DE CD

Generador de CD a ω cte.



$$\varphi_e = K_e \cdot i_e(t)$$



$$R_e \cdot i_e + L_e \cdot \frac{di_e}{dt} - u_e = 0$$

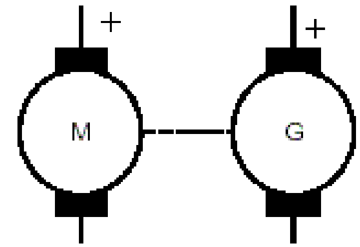
$$u_g = K' \cdot \varphi_e \cdot \omega(t)$$

$$u_g = K_4 \cdot \varphi_e(t)$$

$$R_g \cdot i_g + L_g \cdot \frac{di_g}{dt} + R_L \cdot i_g - u_g = 0$$

$$u_s = R_L \cdot i_g(t)$$

Transformando las ecuaciones del generador de CD



$$R_e \cdot I_e(s) + s \cdot L_e \cdot I_e(s) - U_e(s) = 0$$

$$[R_e + s \cdot L_e] \cdot I_e(s) = U_e(s)$$

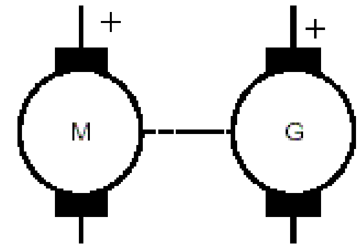
$$\Phi_e(s) = K_e \cdot I_e(s)$$

$$U_g(s) = K_4 \cdot \Phi_e(s)$$

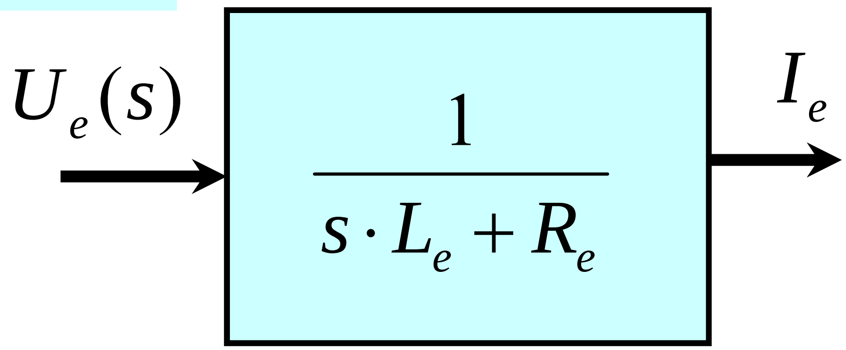
$$R_g \cdot I_g(s) + s \cdot L_g \cdot I_g(s) + R_L \cdot I_g(s) = U_g(s)$$

$$[R_g + R_L + s \cdot L_g] \cdot I_g(s) = U_g(s)$$

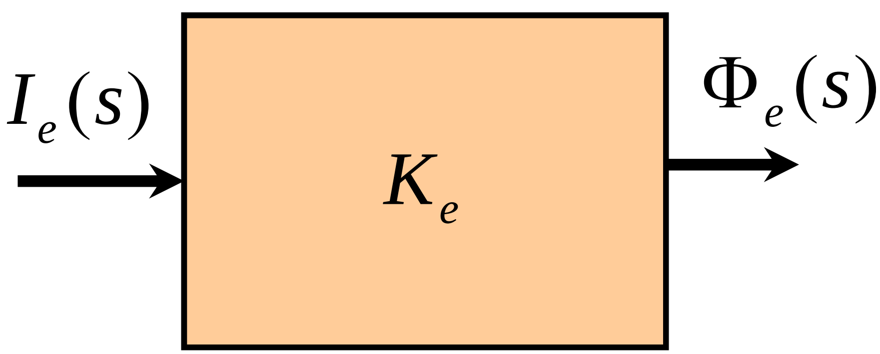
Creando bloques para el generador de CD (1)



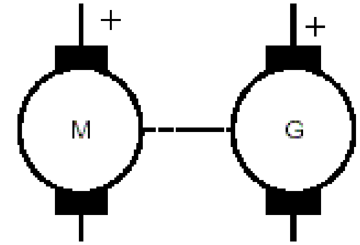
$$I_e(s) = U_e(s) \cdot \frac{1}{[R_e + s \cdot L_e]}$$



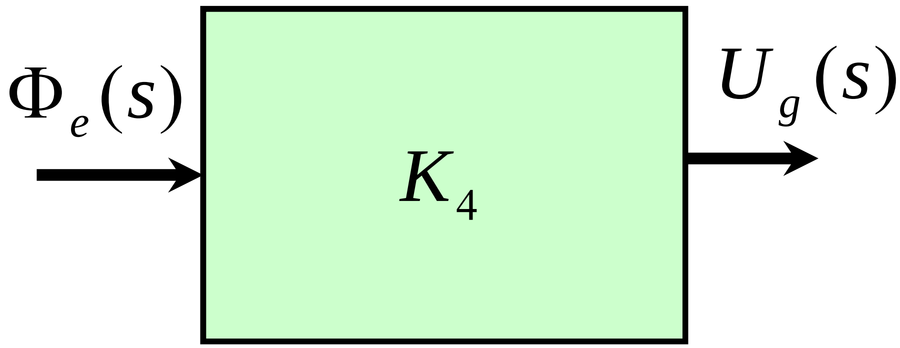
$$\Phi_e(s) = K_e \cdot I_e(s)$$



Creando bloques para el generador de CD (2)



$$U_g(s) = K_4 \cdot \Phi_e(s)$$



$$U_g(s) = [R_g + R_L + s \cdot L_g] \cdot I_g(s)$$

$$U_s(s) = R_L I_g(s)$$

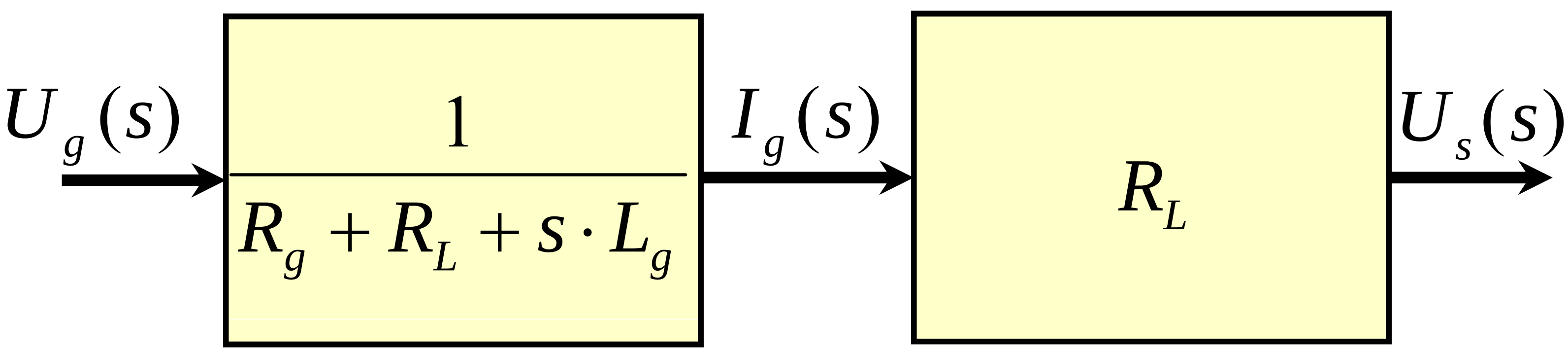
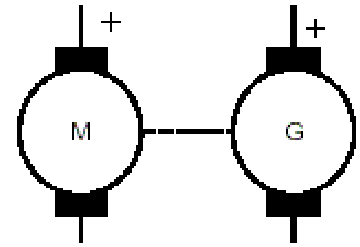
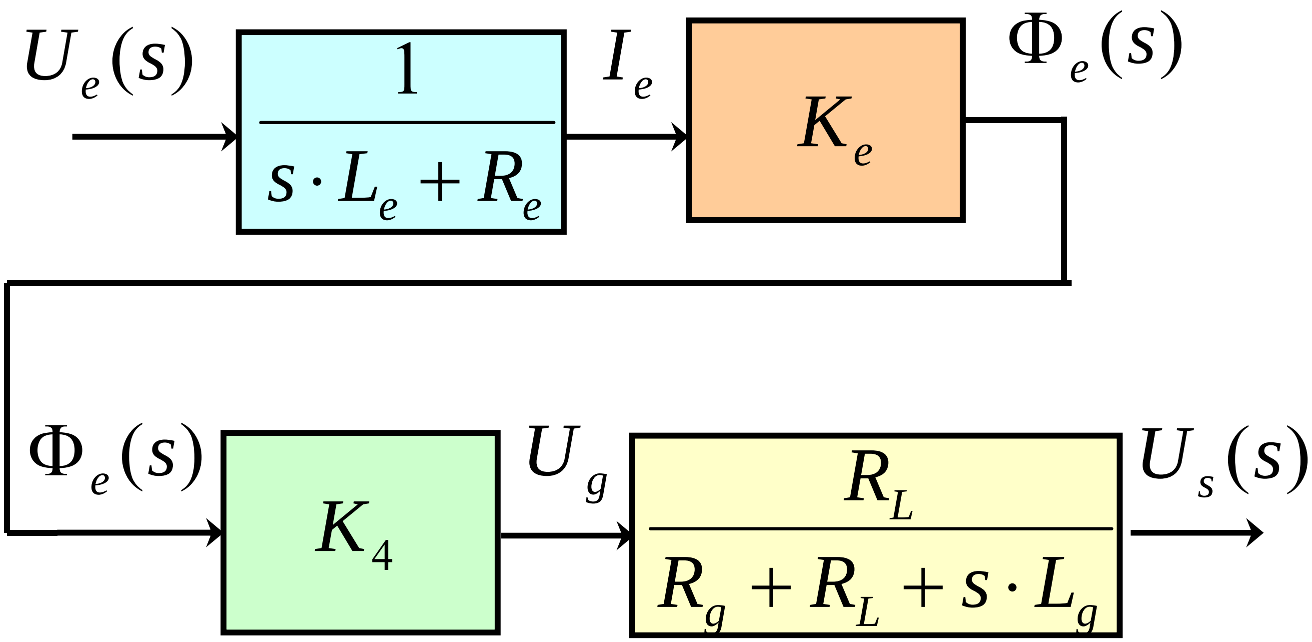


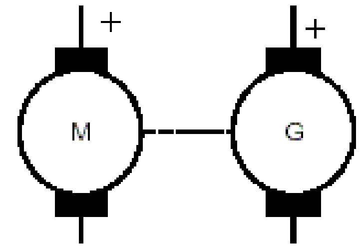
Diagrama de bloques para el generador de CD





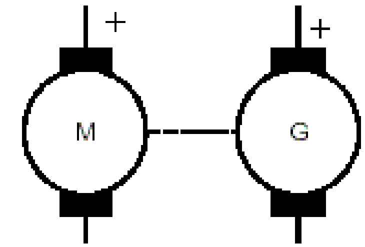
$$\frac{U_s(s)}{U_e(s)} = \frac{K_e K_4}{L_e} \cdot \frac{R_L}{L_g} \cdot \frac{1}{\left(s + \frac{R_e}{L_e}\right)\left(s + \frac{R_g + R_L}{L_g}\right)}$$

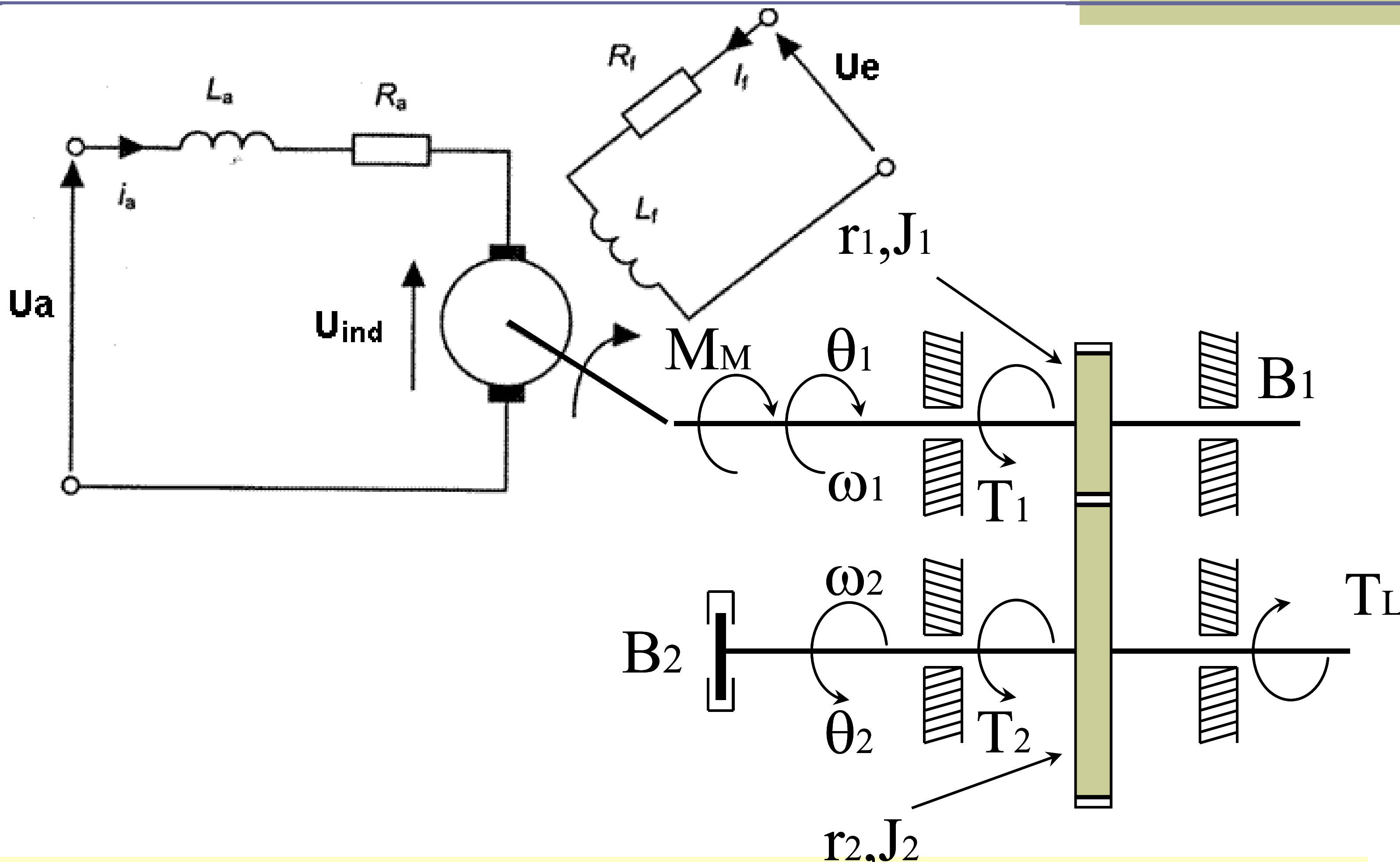
Ejercicio 1: Tacogenerador



- Para el generador de CD, suponga que el campo es constante, por ejemplo de imán permanente; pero, la velocidad es variable y la carga despreciable. Encuentre el nuevo modelo para el llamado tacogenerador.

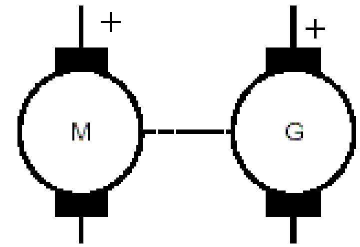
Ejemplo 1: Motor con caja reductora visto desde el eje de salida

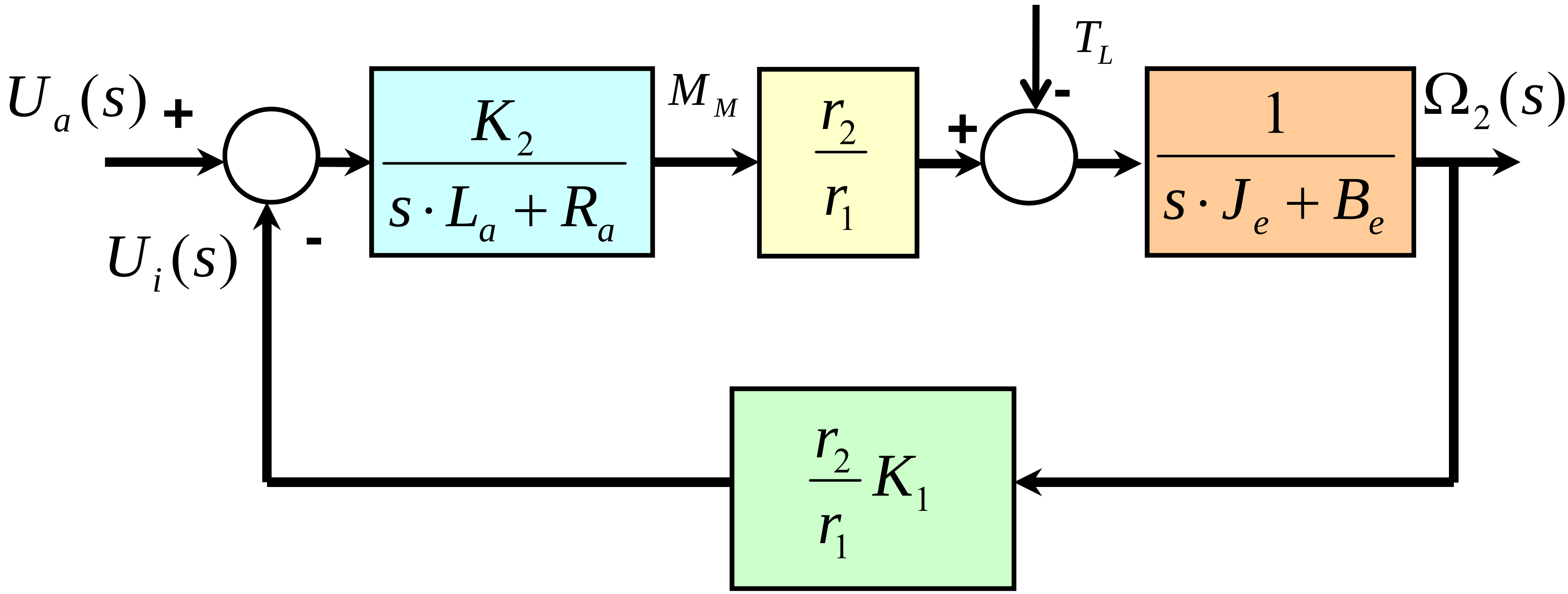




$$\left[J_1\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 + J_2\right]s\cdot\Omega_2(s) + \left[B_1\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 + B_2\right]\cdot\Omega_2(s) = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)M_M(s) - T_L(s)$$

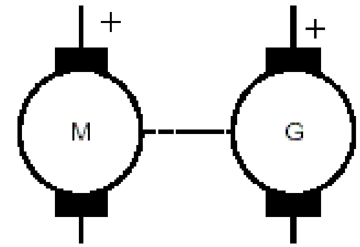
Ejemplo 1: Estructura del modelo del motor-reductor, desde el eje de salida

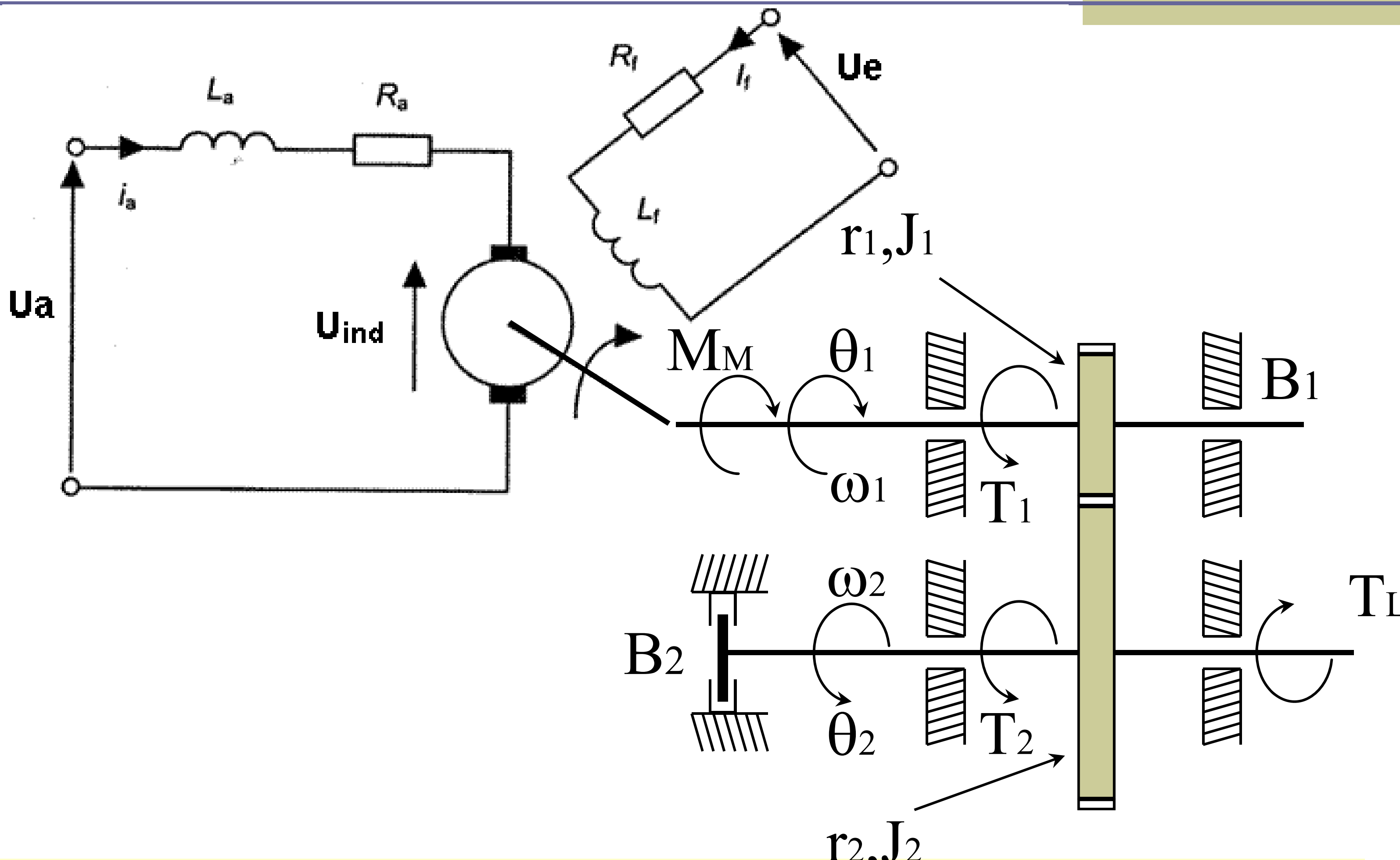




Ejercicio 2: ¿Cómo es el modelo visto desde el eje del motor?

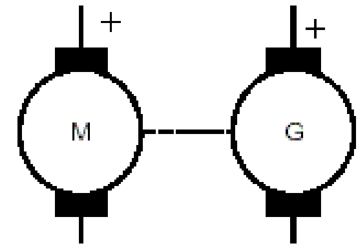
Ejemplo 1: Motor con caja reductora visto desde el eje del motor

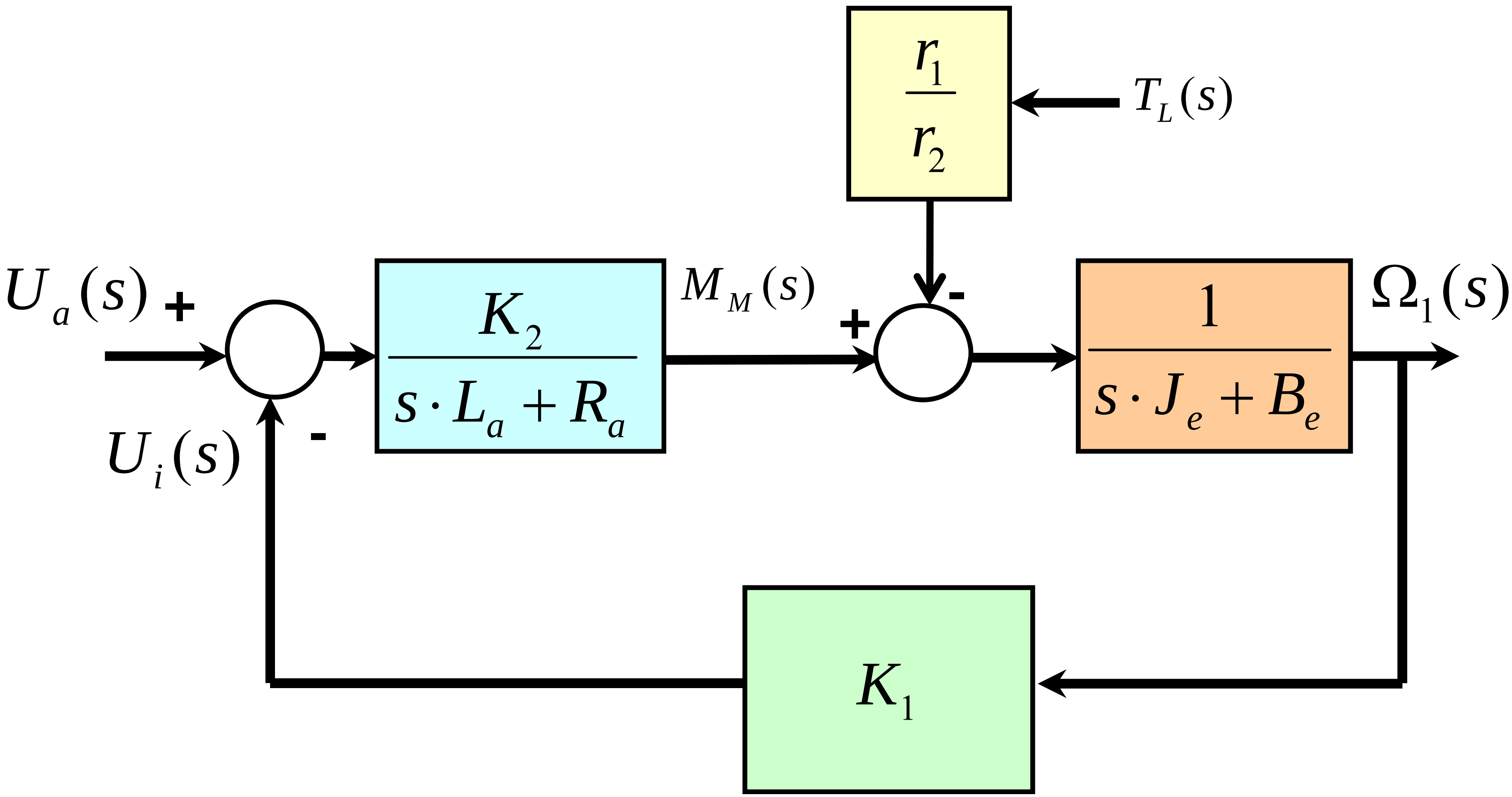




$$\left[J_1 + J_2\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\right]s\cdot\Omega_1(s)+\left[B_1 + B_2\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\right]\cdot\Omega_1(s) = M_M(s) - \left(\frac{r_1}{r_2}\right)T_L(s)$$

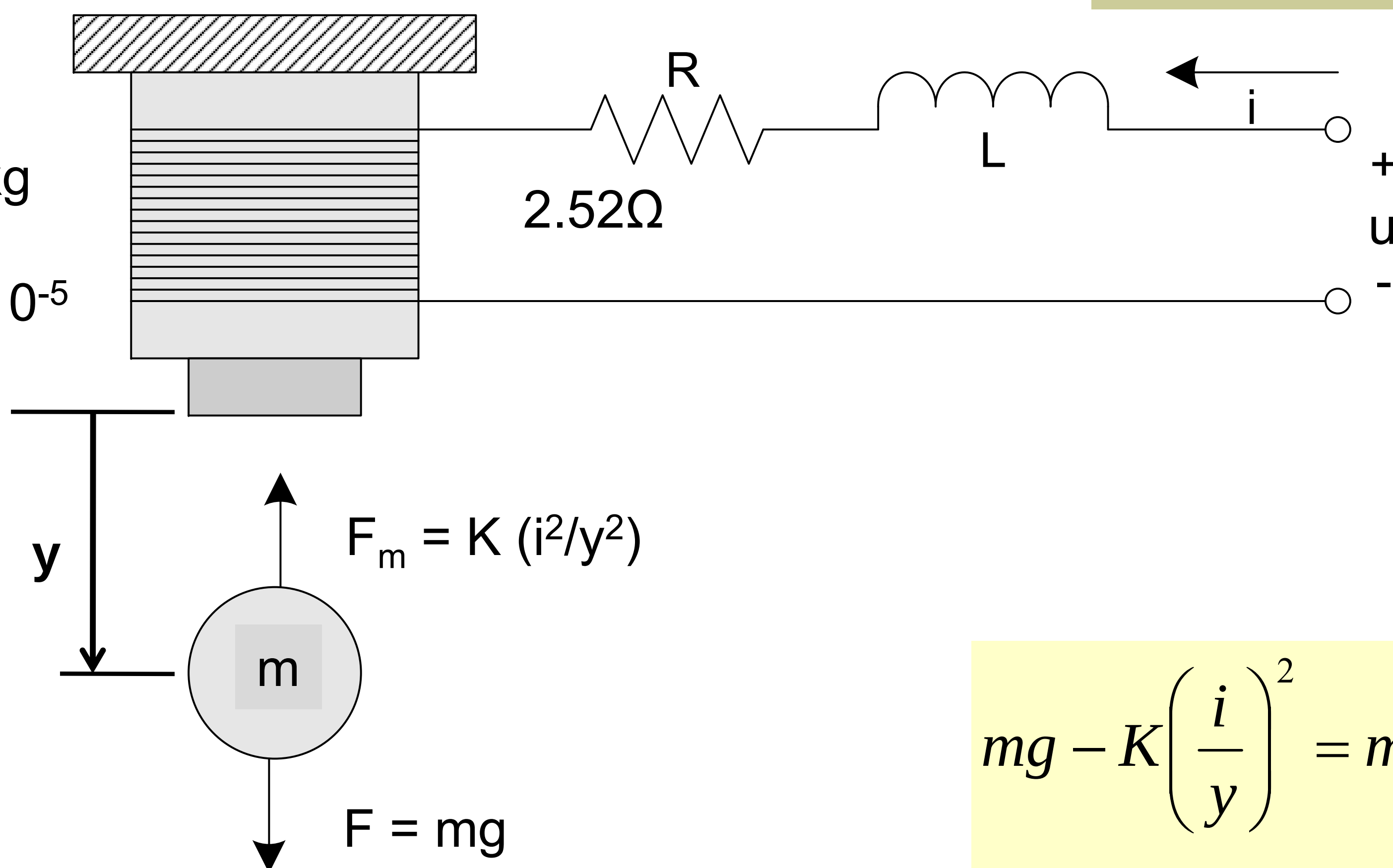
Ejemplo 1: Estructura del modelo del motor-reductor, desde el eje del motor





Ejemplo 2: Levitador magnético

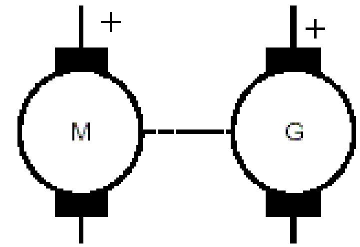
m = 0.02 kg
R = 2.52Ω
K = 7.53x10^{-5}



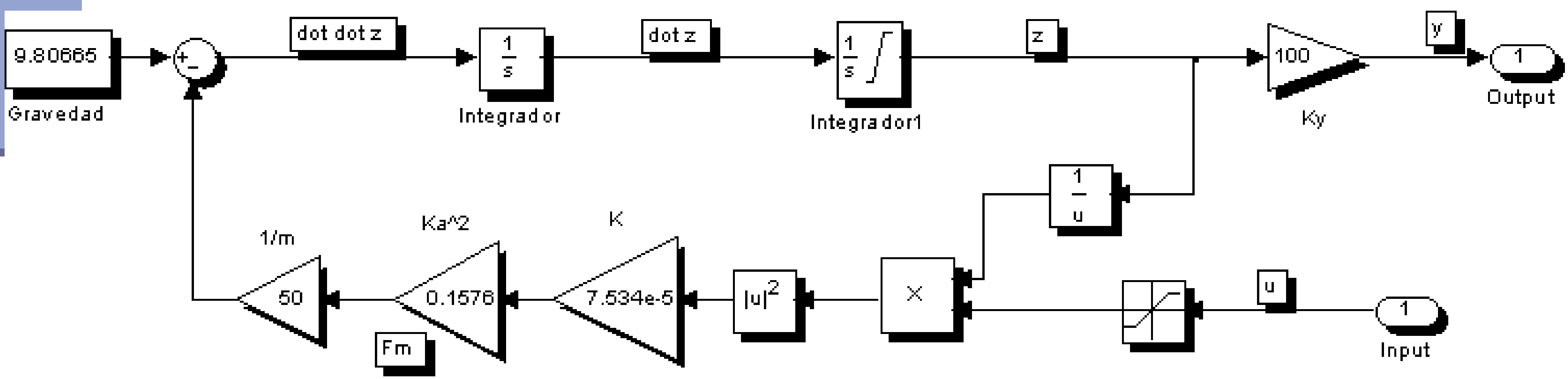
$$mg - K\left(\frac{i}{y}\right)^2 = m\ddot{y}$$

$$u = L\frac{di}{dt} + Ri$$

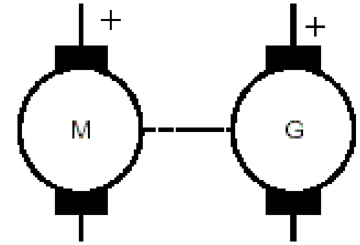
Ejemplo 2: Modelo en Simulink



- Si consideramos que la influencia de L es despreciable, entonces la corriente es proporcional solamente a u(t).
- Note que el modelo para simulación es no lineal.

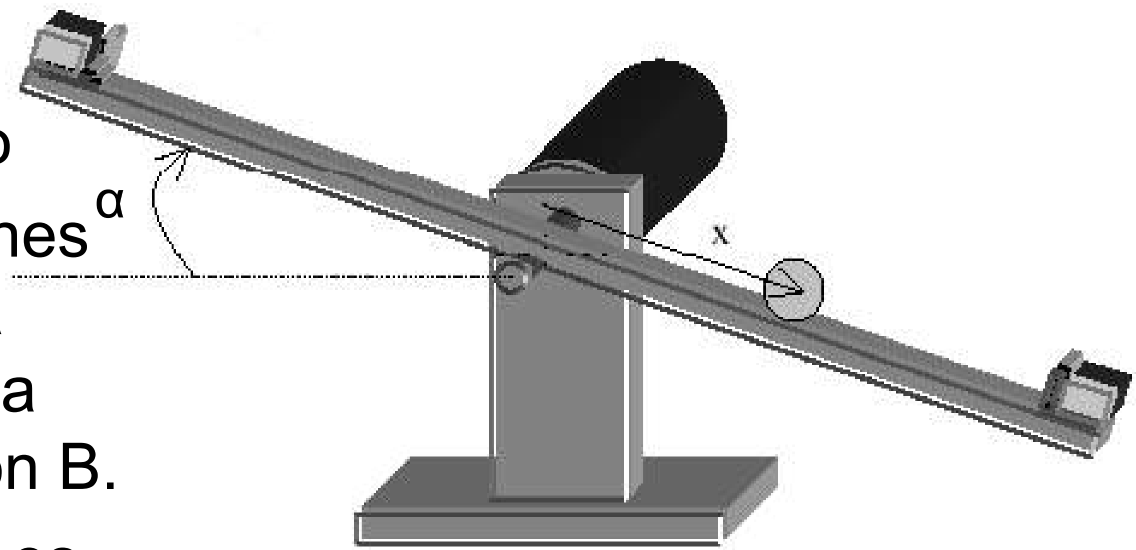


Ejercicio 3: Barra y bola

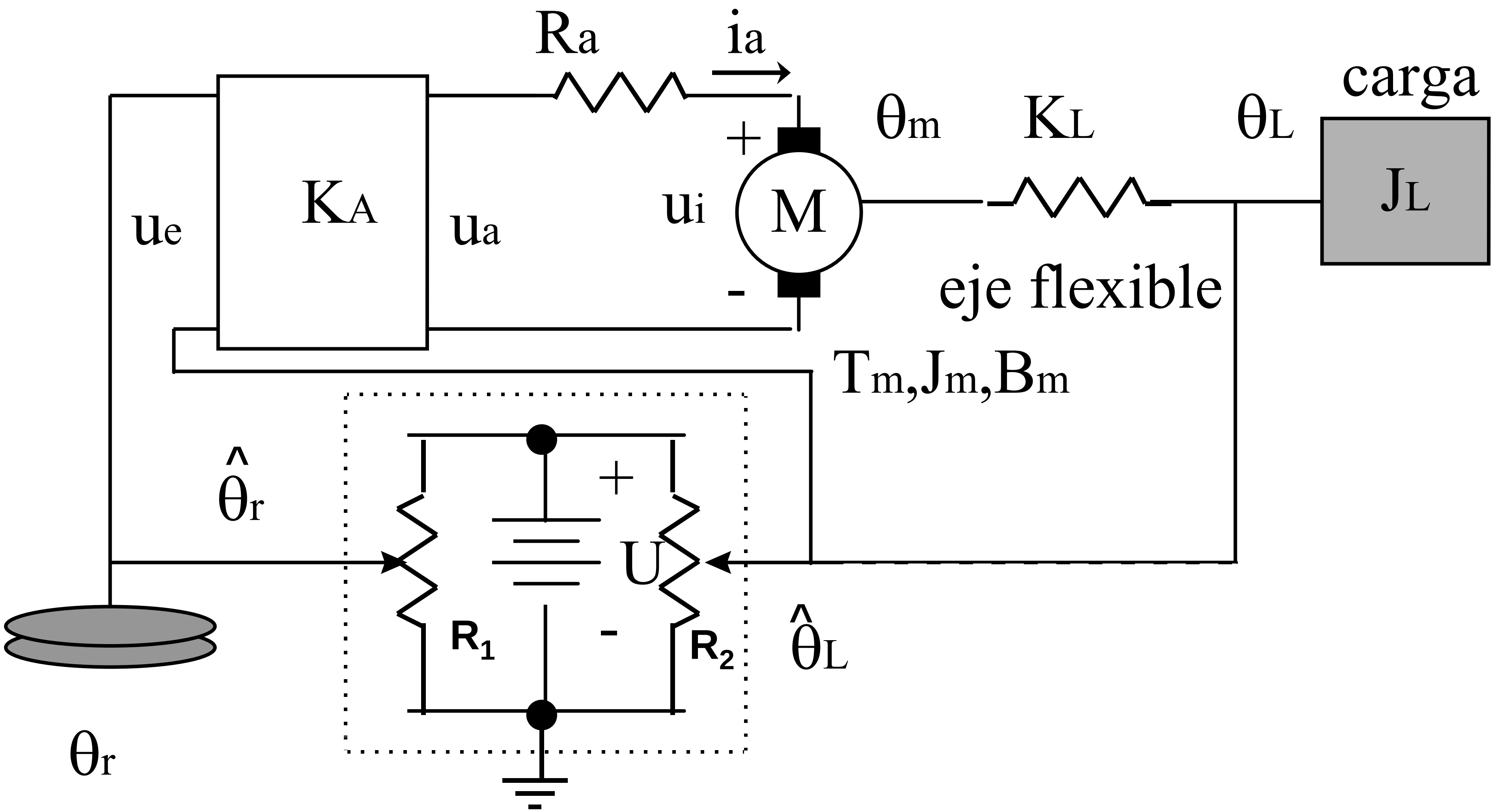


Consideraciones

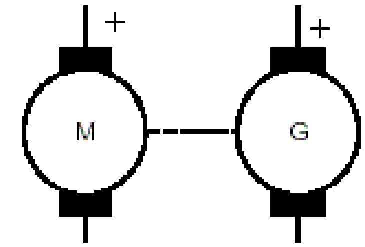
- La bola NO rueda, sino, simplemente se desliza SIN fricción por la barra.
- El ángulo α es pequeño
- El motor de CD de imanes permanentes se acopla directamente al eje de la barra y tiene una fricción B.
- El momento de la bola es despreciable comparado al de la barra

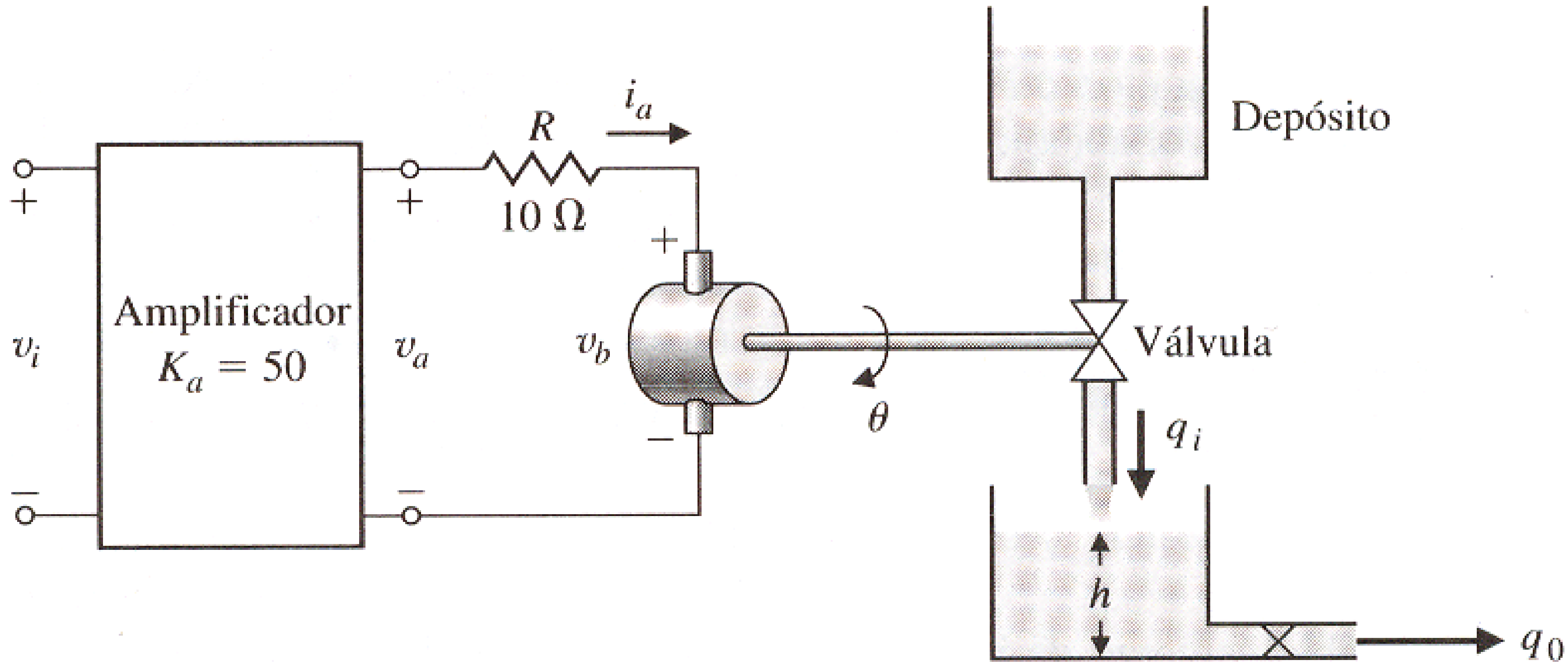


Ejercicio 4: Servo de posición



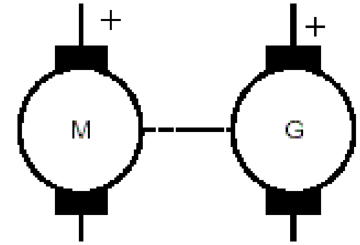
Ejercicio 5: Servoválvula





- Encuentre el modelo para el sistema mostrado. Condiciones: La inductancia L = 100 mH, la constante del motor Km = 20 N-m/A, la constante de f.e.m. Kb = 0.0706 V-s/rad, la fricción B del motor es = 0.2 N-s, La inercia del motor y la válvula es J = 0.006 N-s^2, el área del tanque A = 50 m^2, La resistencia de armadura R = 10 Ω. Suponga que $q_i = 80\theta$, donde θ es el ángulo del eje. El flujo de salida es $q_0 = 50*h$.

Referencias



- Kuo, Benjamin C.. „**Sistemas de Control Automático**“, Ed. 7, Prentice Hall, 1996, México.
- Bolton, William. **Mecatrónica: Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica.** 2ª Ed., Alfaomega, México, 2001.
- Dorf, Richard, Bishop Robert. „**Sistemas de control moderno**“, 10ª Ed., Prentice Hall, 2005, España.