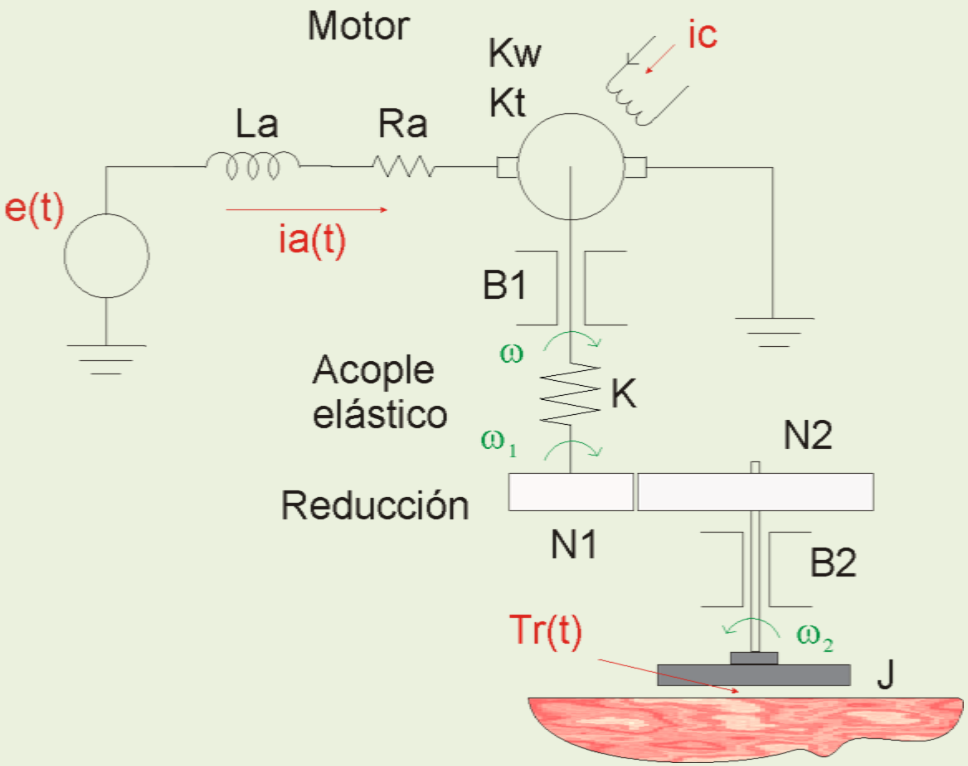
TEORÍA DE CONTROL

Ejercicio Pulidora

Ejercicio Pulidora

La figura representa, en forma esquemática, la planta de un sistema de pulido de superficies. La misma está compuesta por un motor de corriente continua controlado por armadura, una reducción y un acople elástico.



El motor posee un rozamiento en el eje de valor B1, la herramienta de pulido se acopla al motor a través de un acople elástico K y una reducción a engranajes cuya relación es N1/N2. La herramienta presenta un momento de inercia J y un rozamiento B2. El esfuerzo de pulido sobre la superficie es representado por una cupla resistente Tr.

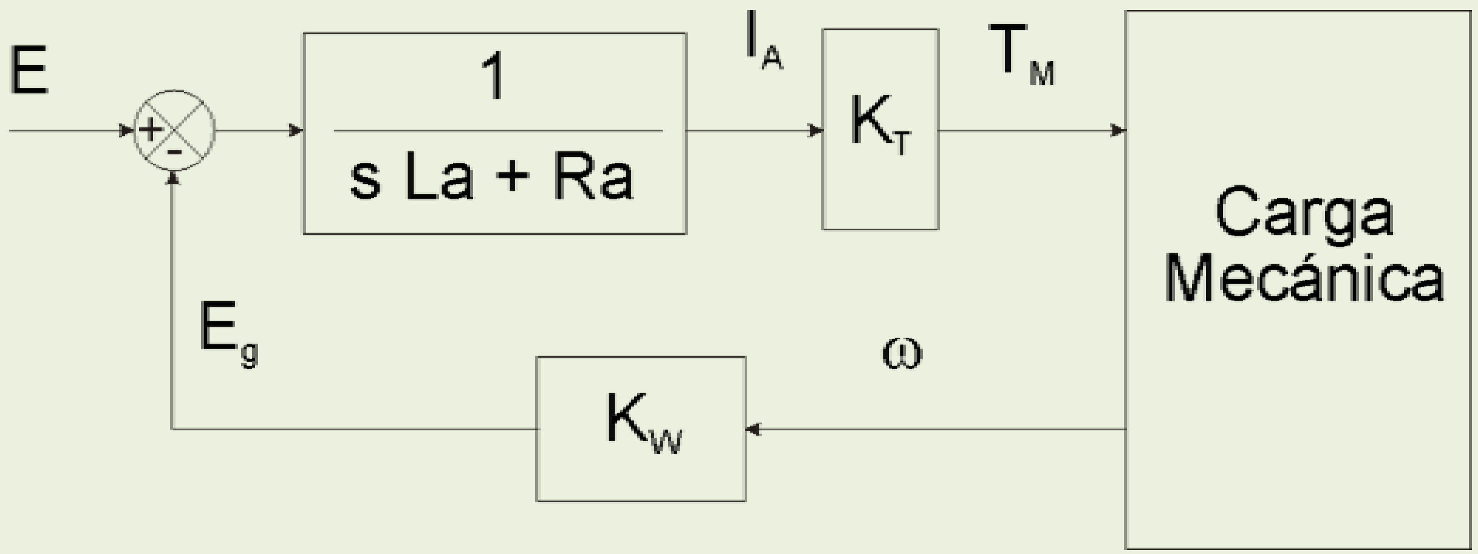
a) Dibuje un diagrama en bloques que represente sistema.
b) A partir del diagrama en bloques determine el valor de la salida en régimen permanente para $e = E_0$ y $Tr = 0$.

Ejercicio Pulidora

El sistema bajo análisis se puede dividir en dos secciones. Una que tiene en cuenta la parte eléctrica del motor de corriente continua, y otra que está formada por la carga mecánica del motor.

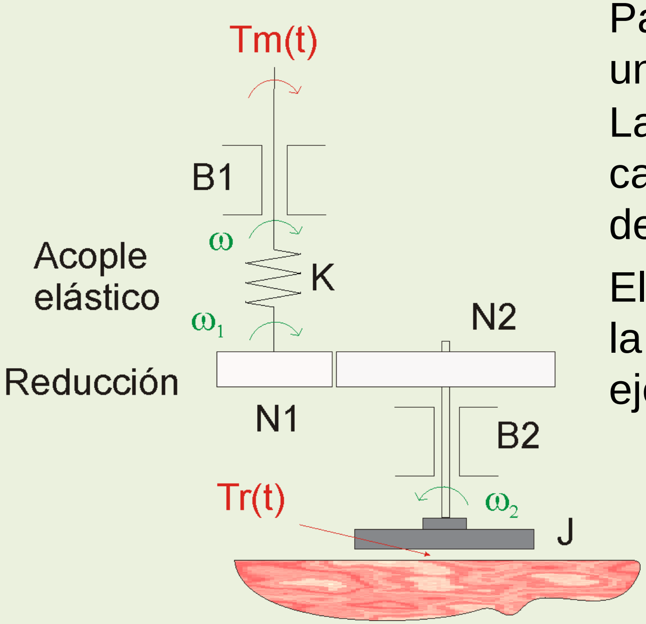
PARTE ELÉCTRICA

El diagrama de la parte eléctrica del motor tiene en cuenta la impedancia eléctrica propia del motor y la realimentación de la FEM inducida debido al movimiento del eje.



Ejercicio Pulidora

PARTE MECÁNICA

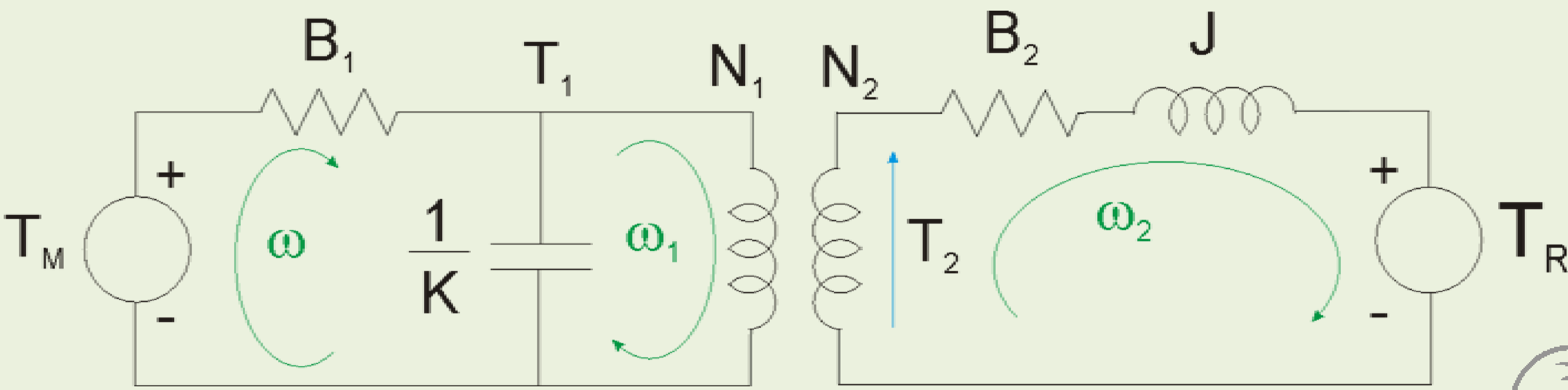


Para la representación de la parte mecánica se va a utilizar un circuito eléctrico equivalente.

La cupla desarrollada en el eje del motor, aplicada a la carga mecánica, genera sobre el elemento B1 la velocidad del eje del motor.

El acople elástico genera una cupla resistente proporcional a la diferencia de posición angular entre el eje del motor y el eje primario de la reducción.

La velocidad del eje secundario de la reducción es dependiente de la diferencia entre la cupla transferida desde el primario y la cupla de carga.



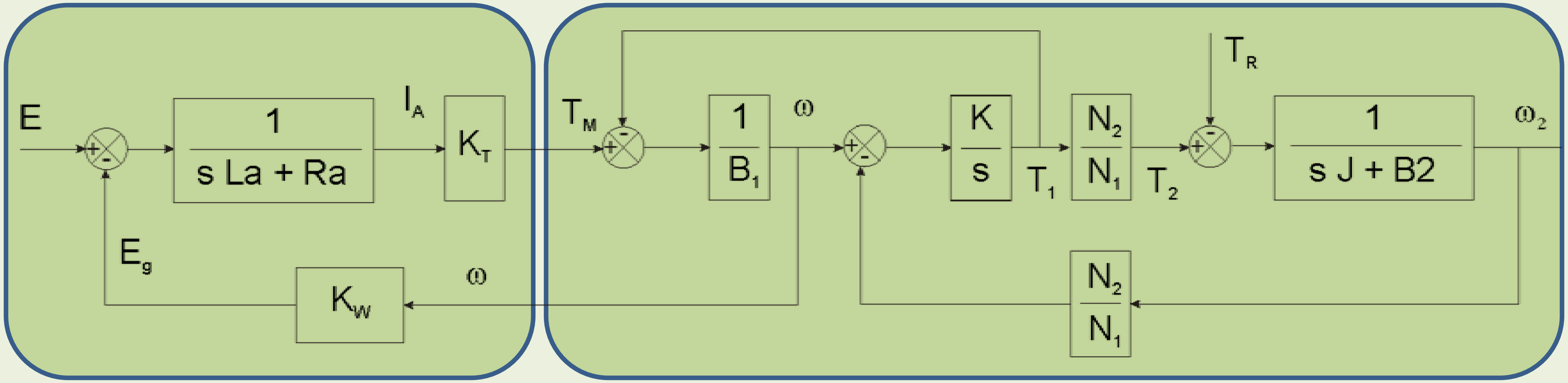
Ejercicio Pulidora

DIAGRAMA EN BLOQUES

Para el diagrama en bloques se utiliza el diagrama de la parte eléctrica y se agregan los bloques que representan las ecuaciones de la parte mecánica.

$$\omega_1 N_1 = \omega_2 N_2 \Rightarrow \omega_1 = \frac{N_2}{N_1}\omega_2$$

$$T_2 = \frac{N_2}{N_1} T_1$$



Parte Eléctrica

Parte Mecánica

Ejercicio Pulidora

SALIDA EN RÉGIMEN PERMANENTE

Para el análisis del sistema a régimen permanente se va a aplicar el teorema del valor final al diagrama en bloques

El teorema del valor final dice: $f(\infty) = \lim_{t \to \infty} f(t) = \lim_{s \to 0} \; s\,F(s)$

Para un bloque simple

$$C(s) = G(s)\,\mathrm{R(s)}$$

Si se aplica al bloque una señal de entrada $r(t) = \text{constante} \; = A$

La transformada de Laplace resulta $R(s) = \dfrac{A}{s}$ y $C(s) = G(s)\,\dfrac{\mathrm{A}}{\mathrm{s}}$

Finalmente aplicando el teorema del valor final a la salida del bloque queda:

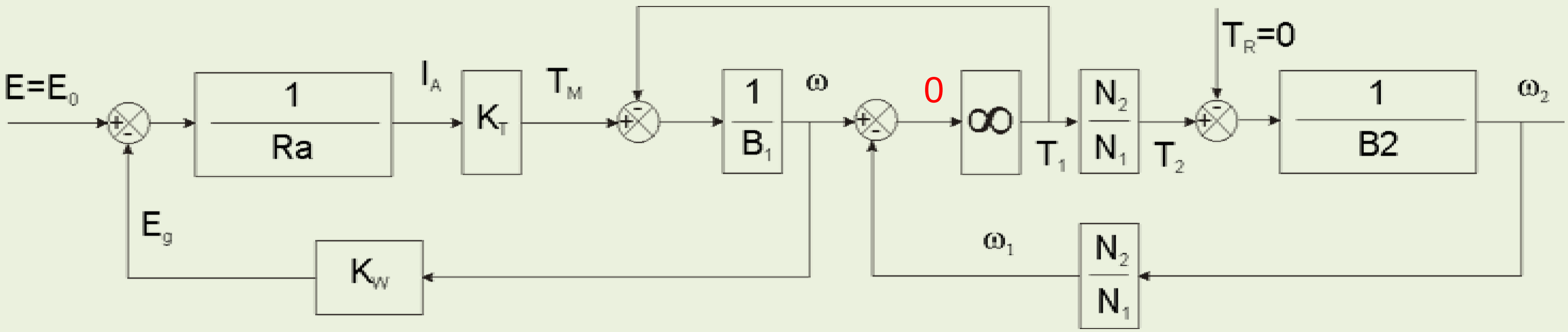
$$c(\infty) = \lim_{t \to \infty} c(t) = \lim_{s \to 0} \; s\;G(s)\frac{A}{s} = A\;\underbrace{\mathrm{G(0)}}_{CTE}$$

Ejercicio Pulidora

SALIDA EN RÉGIMEN PERMANENTE

Haciendo s=0 en el diagrama en bloques, quedan en su interior constantes salvo en el caso del integrador.

Para lograr a la salida de un bloque integrador un valor constante, la entrada debe ser cero ya que si toma algún valor distinto la salida cambiará.

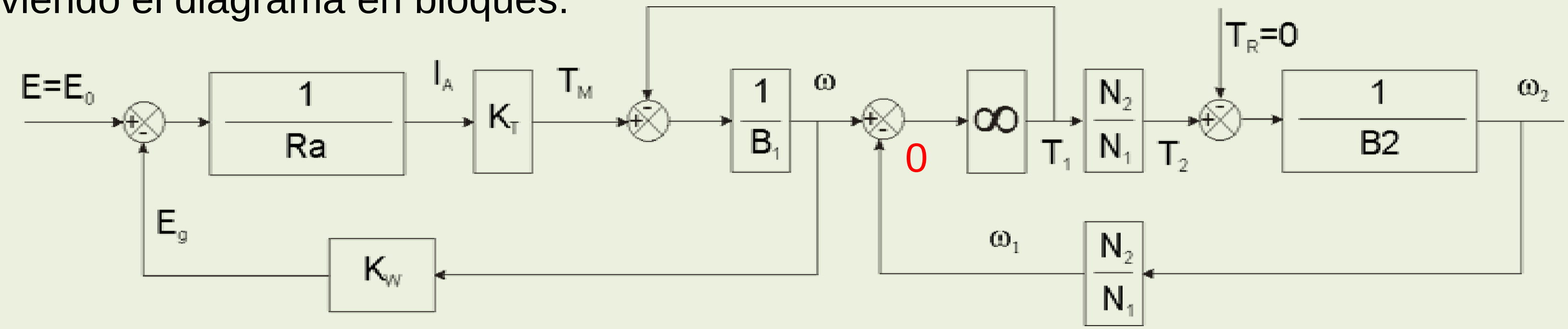


Entonces se cumple que la velocidad relativa de los extremos del acople elástico es cero.

Por lo tanto $\omega=\omega_1$.

Ejercicio Pulidora

Resolviendo el diagrama en bloques:



$$\omega = \omega_1 = \omega_2 \frac{N_2}{N_1} \qquad (1)$$

$$T_1 \frac{N_2}{N_1} \frac{1}{B_2} = \omega_2 \Rightarrow T_1 = \frac{N_1}{N_2} B_2 \omega_2 \qquad (2)$$

$$I_A = \frac{E_0 - K_W \omega}{R_A} \qquad (3)$$

$$\frac{K_T I_A - T_1}{B_1} = \omega \Rightarrow I_A = \frac{B_1 \omega + T_1}{K_T} \qquad (4)$$

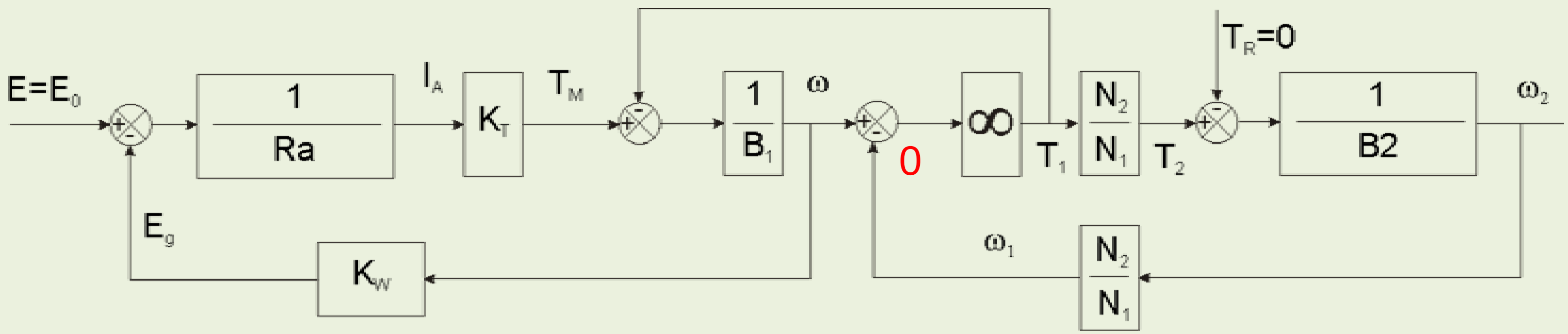
De (3) y(4)

$$E_0 = I_A R_A + K_W \omega = \frac{B_1 R_A}{K_T} \omega + \frac{R_A}{K_T} T_1 + K_W \omega \qquad (5)$$

De (5), (1) y(2)

$$E_0 = \left(\frac{B_1 R_A}{K_T} + K_W \right) \underbrace{\left(\frac{N_2}{N_1} \omega_2 \right)}_{\omega} + \frac{R_A}{K_T} \underbrace{\left(\frac{N_1}{N_2} B_2 \omega_2 \right)}_{T_1} \qquad (6)$$

Ejercicio Pulidora



$$E_0 = \left(\frac{B_1 R_A}{K_T} + K_W\right)\underbrace{\left(\frac{N_2}{N_1}\omega_2\right)}_{\omega} + \frac{R_A}{K_T}\underbrace{\left(\frac{N_1}{N_2}B_2\omega_2\right)}_{T_1}$$

Agrupando:

$$E_0 = \left[\frac{N_2}{N_1}\left(\frac{B_1 R_A}{K_T} + K_W\right) + \frac{N_1}{N_2}\frac{R_A}{K_T}B_2\right]\omega_2 \quad (7)$$

Finalmente:

$$\boxed{\omega_2 = \frac{E_0}{\frac{N_2}{N_1}\frac{R_A}{K_T}\left[\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 B_2 + B_1 + \frac{K_W K_T}{R_A}\right]}} \quad (8)$$