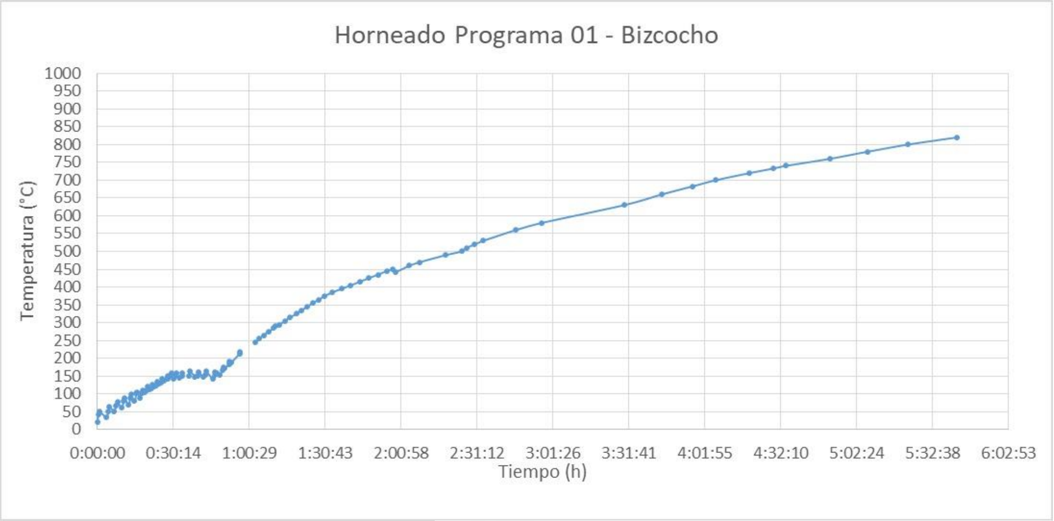
Control Automático I

Trabajo Práctico Introductorio

Realimentación

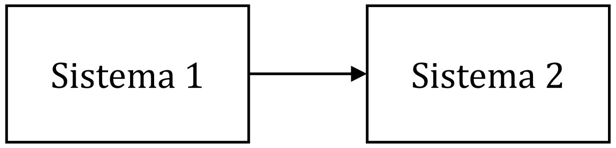
- Sistemas dinámicos:

  Aquellos cuyo comportamiento cambia a lo largo del tiempo, en general como respuesta a algún estímulo externo.
- Ejemplos:
  - Un horno cuya temperatura se incrementa gradualmente al ser encendido.
  - Un vehículo cuya velocidad depende de la potencia aplicada, terreno, pasajeros, etc.
  - Una enfermedad infecciosa tanto a nivel individuo como social.

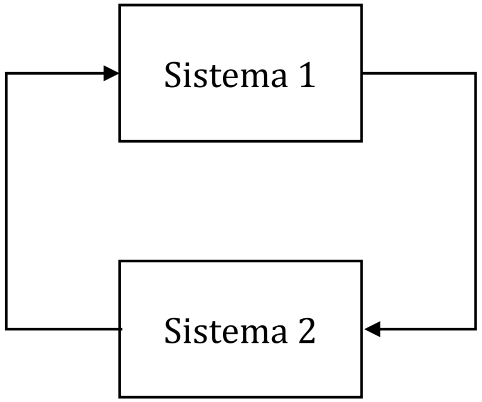


Realimentación

En términos generales, realimentación es cuando dos o más sistemas dinámicos están interconectados de forma tal que cada uno influencia al otro y sus dinámicas quedan acopladas.



Lazo abierto



Lazo cerrado

Los sistemas realimentados no son intuitivos y son más complejos de analizar.

Realimentación

Ejemplos:

- Ecosistemas: conejitos y zorros.
- Regulación de temperatura, glucemia, presión en el cuerpo.
- Calentamiento global (realimentación positiva).

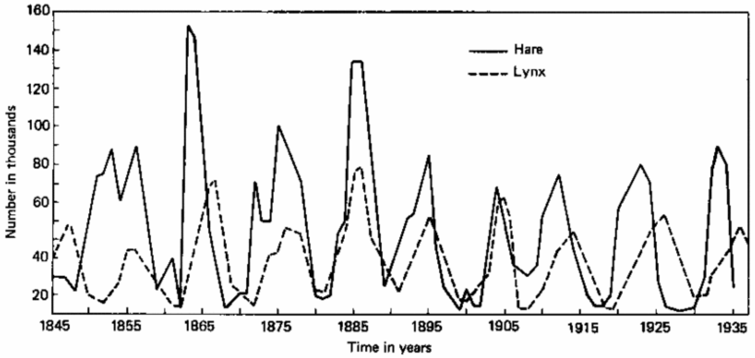
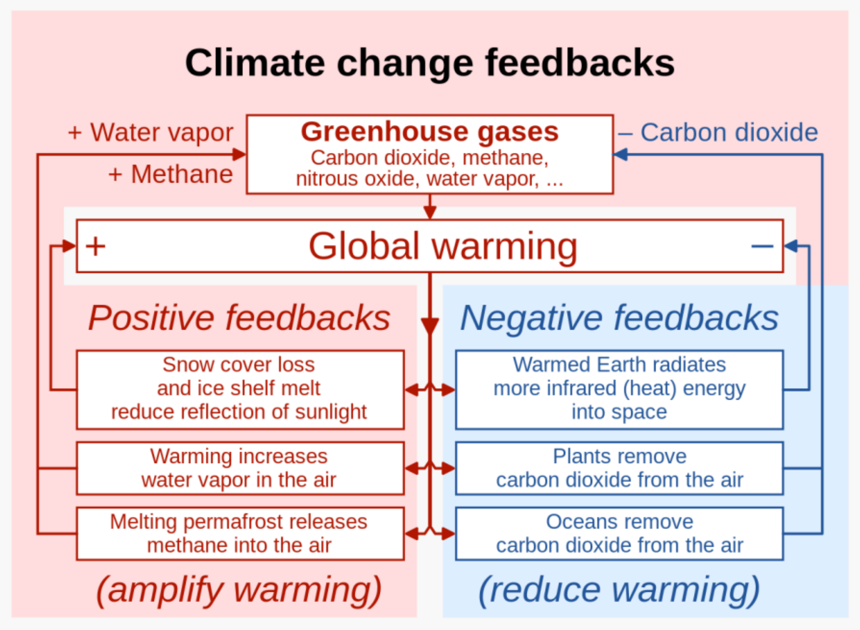


Figure 9-3. Changes in the abundance of the lynx and the snowshoe hare, as indicated by the number of pelts received by the Hudson's Bay Company. This is a classic case of cyclic oscillation in population density. (Redrawn from MacLulich 1937.)



Realimentación

Propiedades:

- Hacer que un sistema sea insensible a influencias externas o cambios en sus elementos individuales.
- Linealizar sistemas no-lineales (electrónica).

Desventajas:

- Puede generar inestabilidad.
- Introduce ruido de sensores al sistema.

Control automático

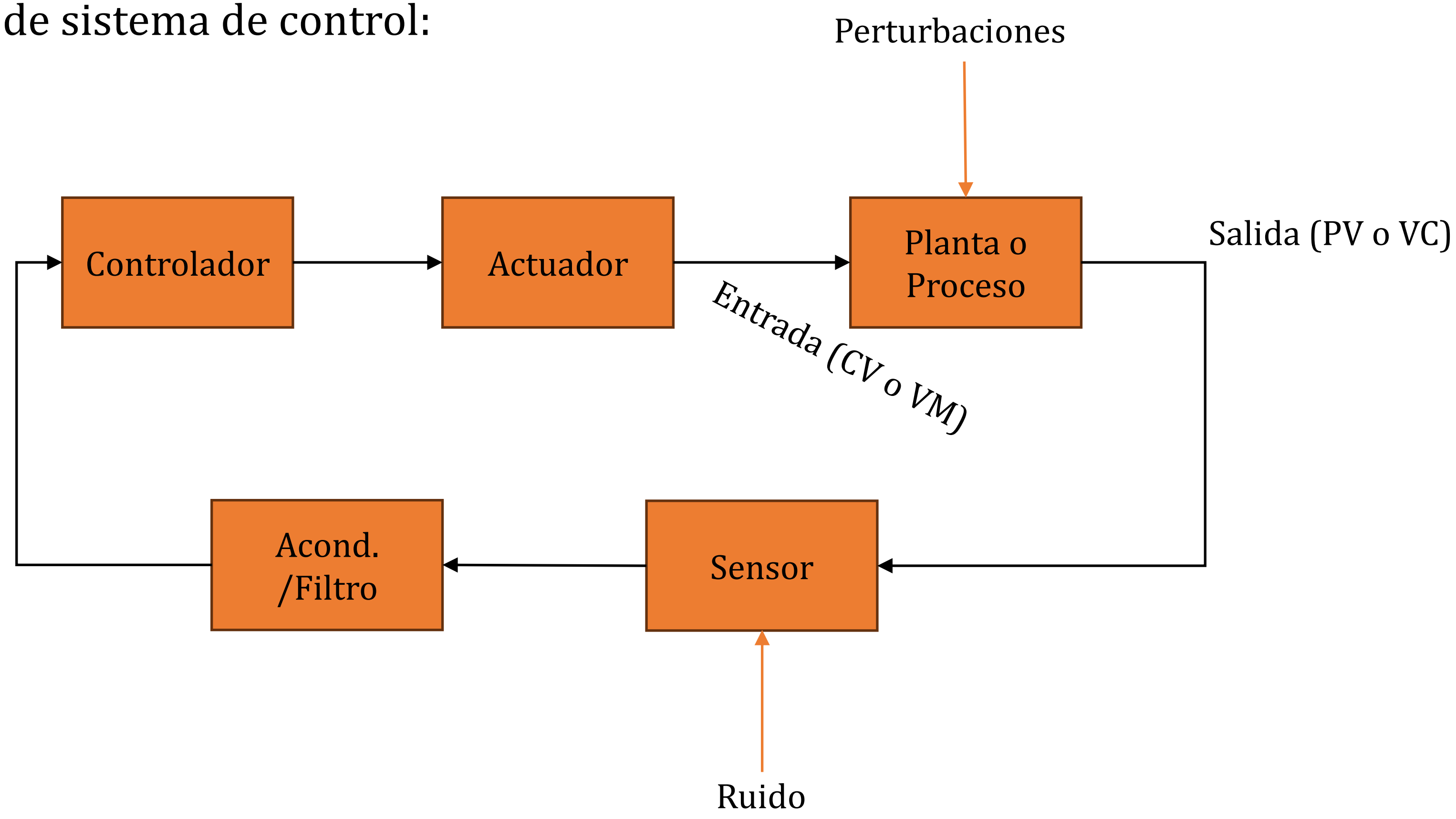
Uso de algoritmos y realimentación en sistemas dinámicos, particularmente relacionados a la ingeniería.

- Electrónica
- Procesos (químicos, alimentos)
- Vehículos
- Robots
- Energías renovables
- Sistemas biológicos
- Economía, tráfico en redes de datos,…



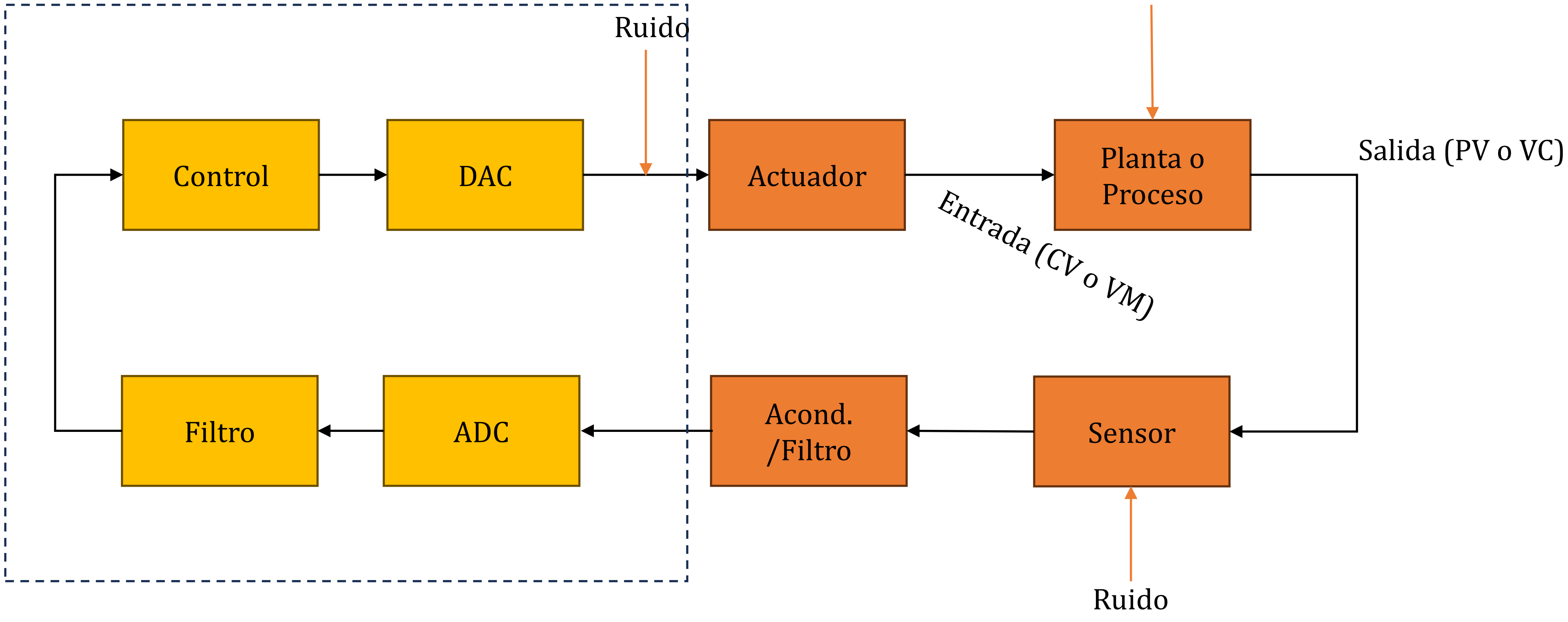

Control automático

Esquema clásico de sistema de control:



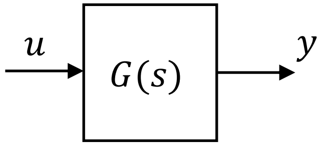
Control automático

Esquema de sistema de control digital:



Control automático

Control Automático I: Sistemas lineales en el dominio de Laplace



$$Y(s) = G(s)U(s)$$

$$G(s) = K\,\frac{\prod_{i=1}^{m}(s - c_i)}{\prod_{i=1}^{n}(s - p_i)}$$

$n \geq m$ propia

$n > m$ estrictamente propia

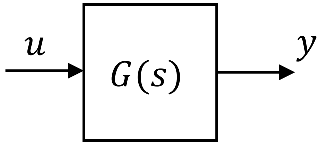
$n < m$ impropia

Ej:

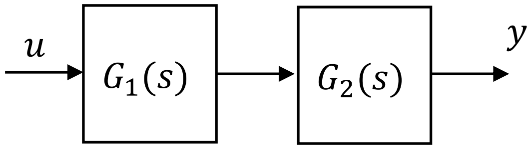
$$G(s) = \frac{(s+1)(s-1)}{(s+2)(s+3)} \qquad G(s) = \frac{(s-1)}{(s+2)(s+3)} \qquad G(s) = \frac{s^2+2s+1}{(s+2)}$$

Control automático

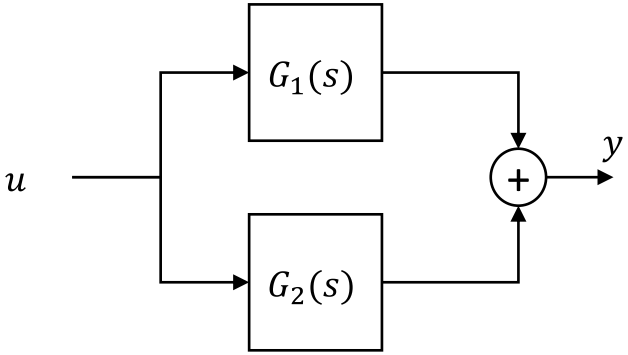
Control Automático I: Sistemas lineales en el dominio de Laplace



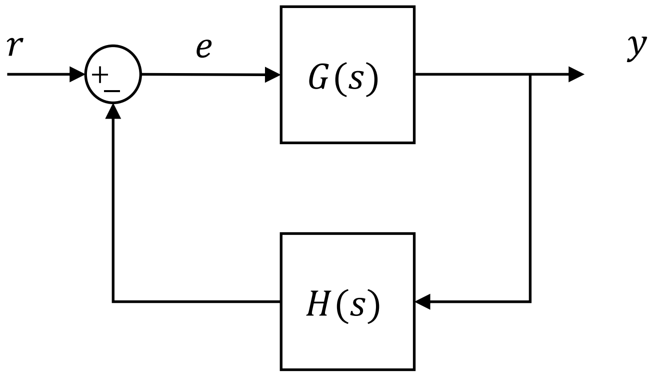
$$Y(s) = G(s)U(s)$$



$$Y(s) = \underbrace{G_2(s)G_1(s)}_{G(s)}U(s)$$



$$Y(s) = \underbrace{(G_2(s) + G_1(s))}_{G(s)}U(s)$$

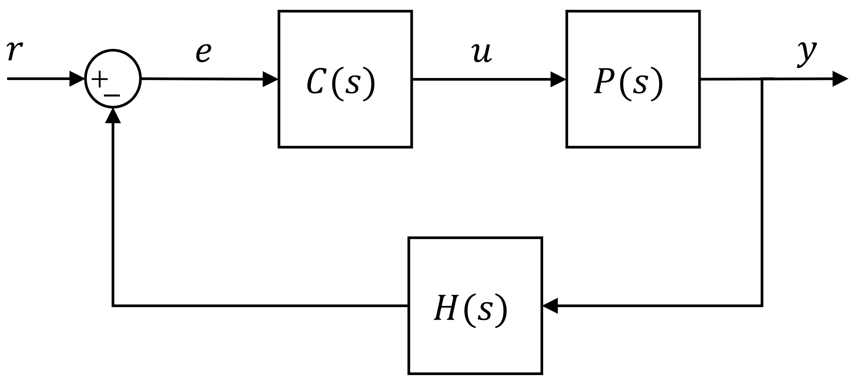


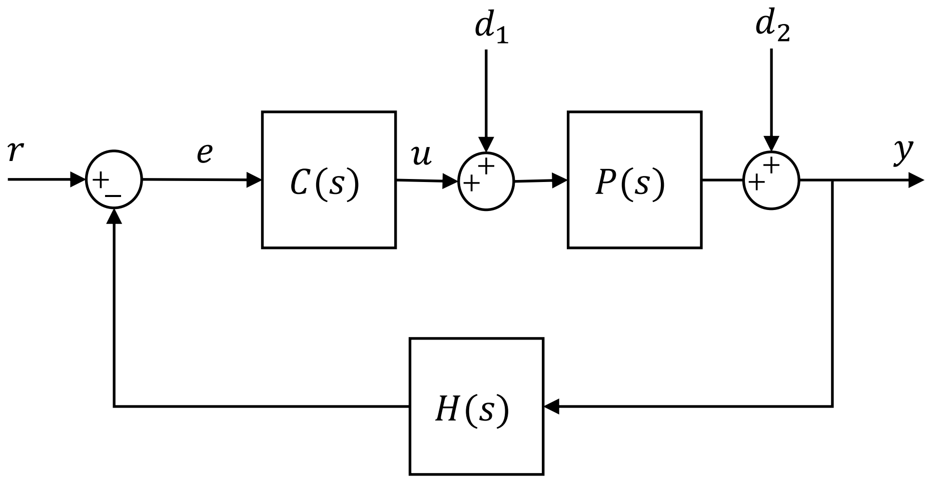
$$Y(s) = \underbrace{\frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}}_{T(s)}R(s)$$

$$E(s) = \underbrace{\frac{1}{1 + G(s)H(s)}}_{S(s)}R(s)$$

Control automático

Control Automático I: Sistemas lineales en el dominio de Laplace





$$Y(s) = \underbrace{\frac{P(s)C(s)}{1 + P(s)C(s)H(s)}}_{T(s)} R(s)$$

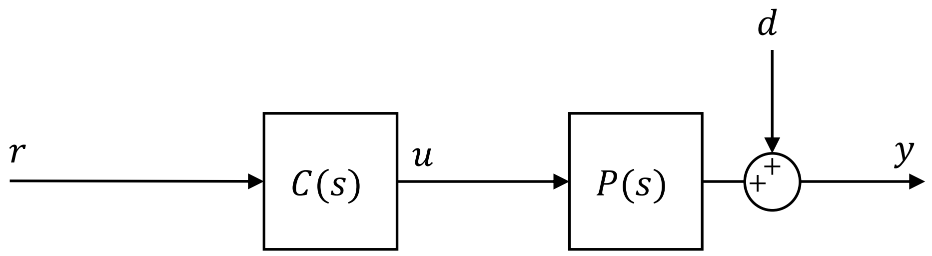
$$E(s) = \underbrace{\frac{1}{1 + P(s)C(s)H(s)}}_{S(s)} R(s)$$

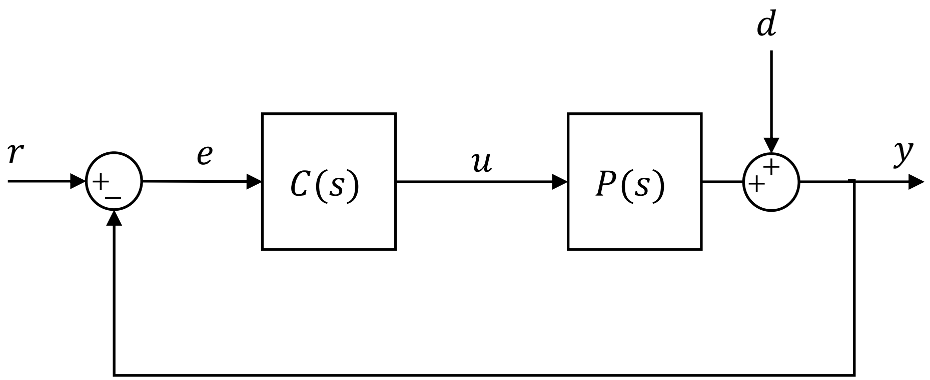
$$\frac{Y(s)}{D_1(s)} = \frac{P(s)}{1 + P(s)C(s)H(s)}$$

$$\frac{Y(s)}{D_2(s)} = \frac{1}{1 + P(s)C(s)H(s)}$$

Control automático

¿Por qué realimentar? Por ejemplo, si quiero que y siga a r





A lazo abierto, idealmente:

$$C(s) = P(s)^{-1}$$

$$Y(s) = P(s)P(s)^{-1}R(s)$$

$$Y(s) = R(s)$$

Pero ante cualquier perturbación:

$$Y(s) = R(s) + D(s)$$

Además, que pasa si no existe $P(s)^{-1}$ o el modelo del proceso tiene incerteza?

$$Y(s) = \frac{P(s)C(s)}{1 + P(s)C(s)}R(s)$$

$$Y(s) = \frac{1}{1 + P(s)C(s)}D(s)$$

Si la ganancia de Lazo $P(s)C(s)$ es grande

$$Y(s) \cong R(s)$$

Modelos de sistemas

Función de transferencia:

- Sistemas lineales invariantes en el tiempo (LIT)
- Una entrada y una salida (SISO)
- Condiciones iniciales nulas (relación entrada-salida).

Ecuación diferencial

$$a_0 y^{(n)} + a_0 y^{(n-1)} + \cdots + a_{n-1}\dot{y} + a_n y =$$

$$b_0 u^{(m)} + b_1 u^{(m-1)} + \cdots + b_{m-1}\dot{u} + b_m u$$

$n > m$ (causal)

Transformada de Laplace

$$a_0 Y(s)s^n + a_0 Y(s)s^{n-1} + \cdots + a_{n-1}Y(s)s + a_n Y(s) =$$

$$b_0 U(s)s^m + b_1 U(s)s^{m-1} + \cdots + b_{m-1}U(s)s + b_m U(s)$$

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \cdots + b_{m-1}s + b_m}{a_0 s^n + a_0 s^{n-1} + \cdots + a_{n-1}s + a_n} =$$

$$= \frac{b_0}{a_0}\frac{\prod_{i=1}^{m}(s - c_i)}{\prod_{i=1}^{n}(s - p_i)}$$