

Curso

# **SISTEMAS Y CONTROL**

## **Clase 03**

**Fotogramas de los pizarrones de clases filmadas**

Prof. Rafael Canetti

Instituto de Ingeniería Eléctrica,  
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República  
Montevideo, Uruguay.  
Año 2021

Este material fue elaborado como material de apoyo para ser utilizado por los estudiantes de este curso de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República (UdelaR).

No está autorizado su uso con fines comerciales. No está autorizada su edición, recorte o modificación. Ni tampoco su uso sin indicar adecuadamente su origen.

"Sensitividad" o "SENSIBILIDAD" de una magnitud frente a un parámetro.

$$G = G(A)$$

$$G = G(A_1, A_2, \dots, A_p)$$

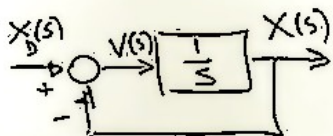
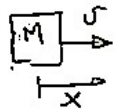
$$dG = \frac{\partial G}{\partial A_1} \cdot dA_1 + \frac{\partial G}{\partial A_2} dA_2 + \dots + \frac{\partial G}{\partial A_p} dA_p$$

$$\left(\frac{dG}{G}\right) = \underbrace{\frac{A_1}{G} \frac{\partial G}{\partial A_1}}_{\sum_{A_1}^G} \left(\frac{dA_1}{A_1}\right) + \underbrace{\frac{A_2}{G} \frac{\partial G}{\partial A_2}}_{\sum_{A_2}^G} \left(\frac{dA_2}{A_2}\right) + \dots + \underbrace{\frac{A_p}{G} \frac{\partial G}{\partial A_p}}_{\sum_{A_p}^G} \left(\frac{dA_p}{A_p}\right)$$

Efectos "interesantes" que se pueden obtener a través de la realimentación

1) Posibilidad de estabilizar sistemas inestables.

Ej:



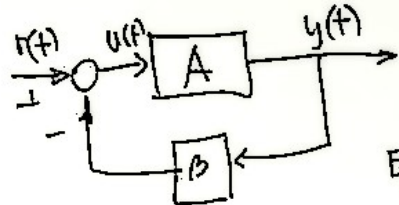
$$\frac{X(s)}{X_D(s)} = \frac{1}{s+1}$$



2) Disminuir la dependencia respecto parámetros que varían

Ej:  $u \rightarrow [A] \rightarrow y$      $y(t) = A u(t)$

hip  $A \gg 1$   
 $\beta \ll 1$   
 $A\beta \gg 1$



$$G = \frac{y(t)}{u(t)} = \frac{A}{1+A\beta} \approx \frac{1}{\beta} \quad \boxed{G \approx \frac{1}{\beta}}$$

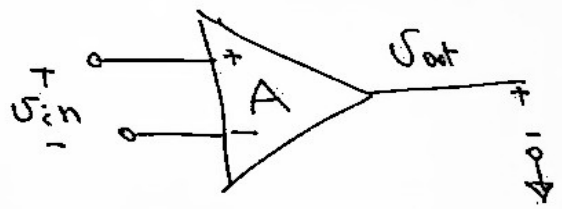
Ej:  $\begin{cases} A = 1000 \\ \beta = 0.1 \end{cases} \quad G = \frac{1000}{101} = 9.901$

$$\sum_A^G = \frac{A}{G} \cdot \frac{\partial G}{\partial A} = \frac{A(1+A\beta)}{A} \cdot \frac{(1+A\beta) - A\beta}{(1+A\beta)^2} = \frac{1}{1+A\beta} = \frac{1}{101}$$

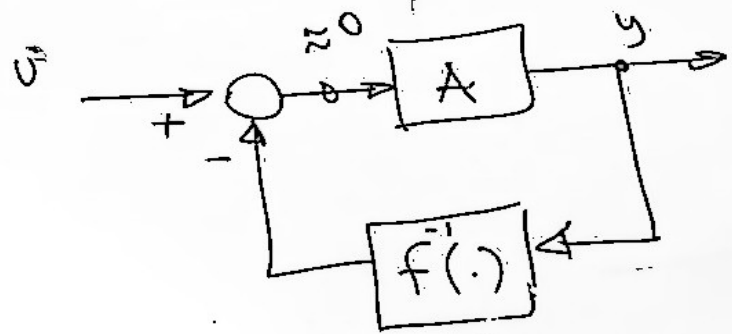
A	G
800	9.877
1000	9.901
1200	9.917

↑ 0.024  
↓ 0.016

# Amp. operacional



$A \gg 1$   
 $R_{in} \gg$   
 $R_{out} \ll$



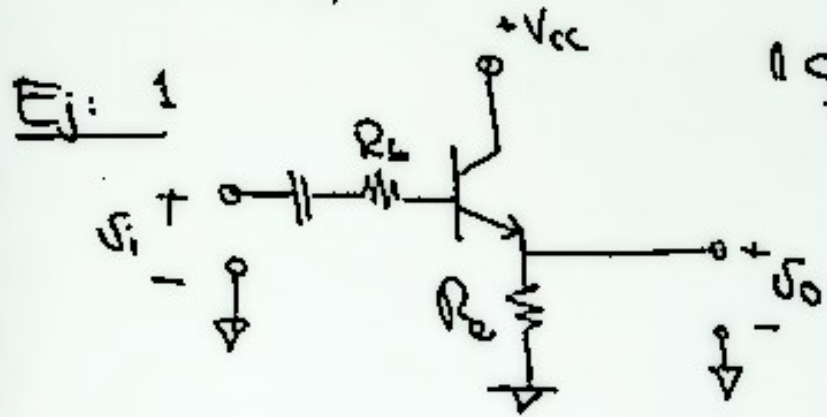
$y \approx f(u)$

$f(\cdot)$   
 $f^{-1}(\cdot)$

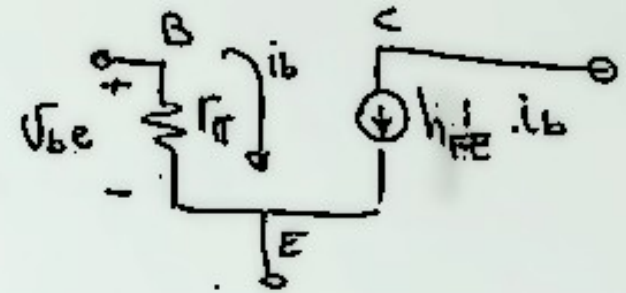
$u \approx f^{-1}(y)$   
 $f(u) \approx y$



LA REALIMENTACION: "A VECES NO ES FÁCIL DESCUBRIRLA"



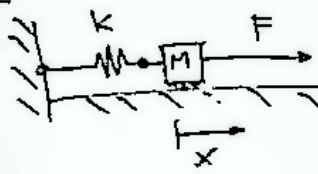
"Seguidor emisor"



LA REALIMENTACION: "A VECES NO ES FÁCIL DESCUBRIRLA"

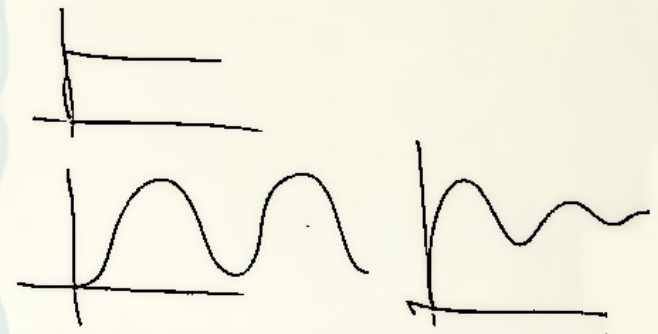
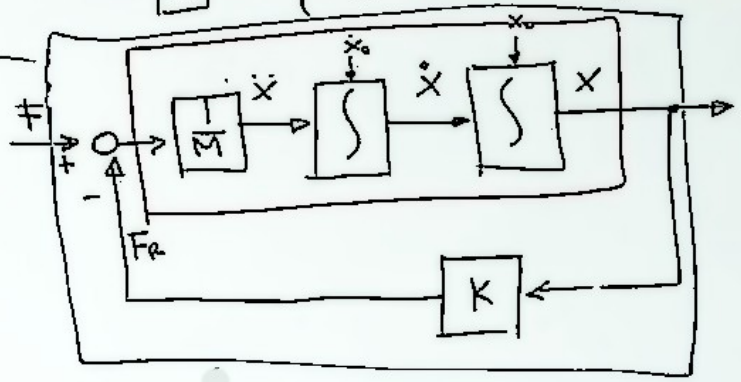
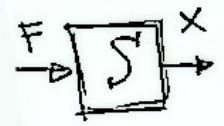
Ej: 2

masa sujeta a una fuerza.



$$\left. \begin{aligned} (F - F_R) &= M \ddot{x} \\ F_R &= kx \end{aligned} \right\} \rightarrow F = M \ddot{x} + kx$$

$$F = M \ddot{x} + kx$$



T conjunto índice (tiempo), orden lineal  $\begin{cases} \mathbb{R}, \mathbb{R}^+ & \text{(tiempo continuo)} \\ \mathbb{Z}, \mathbb{N}, \dots & \text{(tiempo discreto)} \end{cases}$

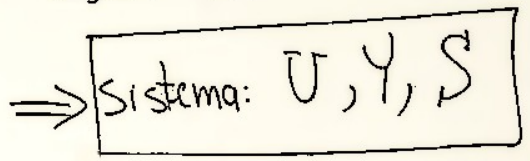
$U_{[t_c, \infty)} : [t_c, \infty) \rightarrow \mathcal{U}$   $[t_c, \infty) \subset T$

$U = \{u_{[t_c, \infty)}\}$  conjunto de entradas

$y_{[t_c, \infty)} : [t_c, \infty) \rightarrow \mathcal{Y}$

$Y = \{y_{[t_c, \infty)}\}$  conjunto de salidas

$\exists S : U \rightarrow Y$



$y_{[t_c, \infty)} = S[u_{[t_c, \infty)}$

