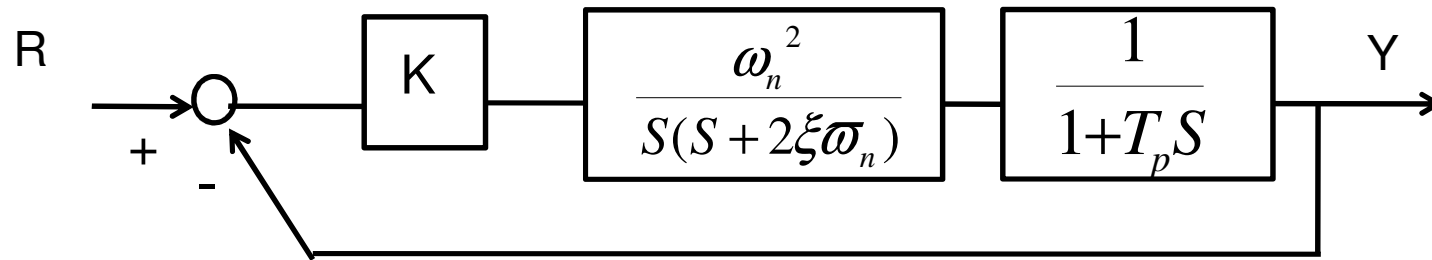


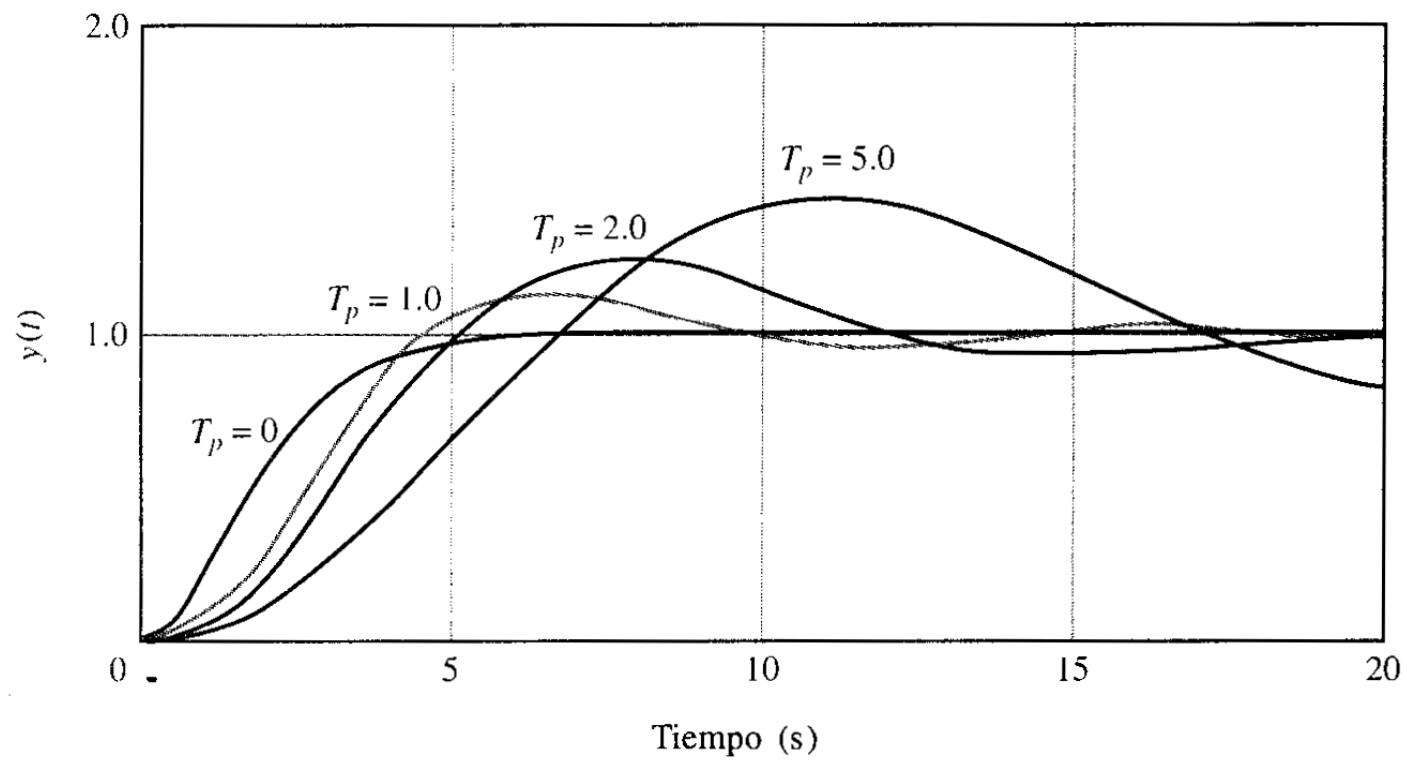
- EFECTOS DE AGREGAR CEROS O POLOS EN LA GANANCIA DE LAZO
- ACCIONES DE CONTROL
- Fadel: “Agregado de ceros o polos en la ganancia de lazo-PID”
- Refs.: Kuo caps. 7.7 y 7.8)

(Ver: Kuo caps. 7.7 y 7.8)

**Polo** agregado en el camino directo (dentro del lazo)

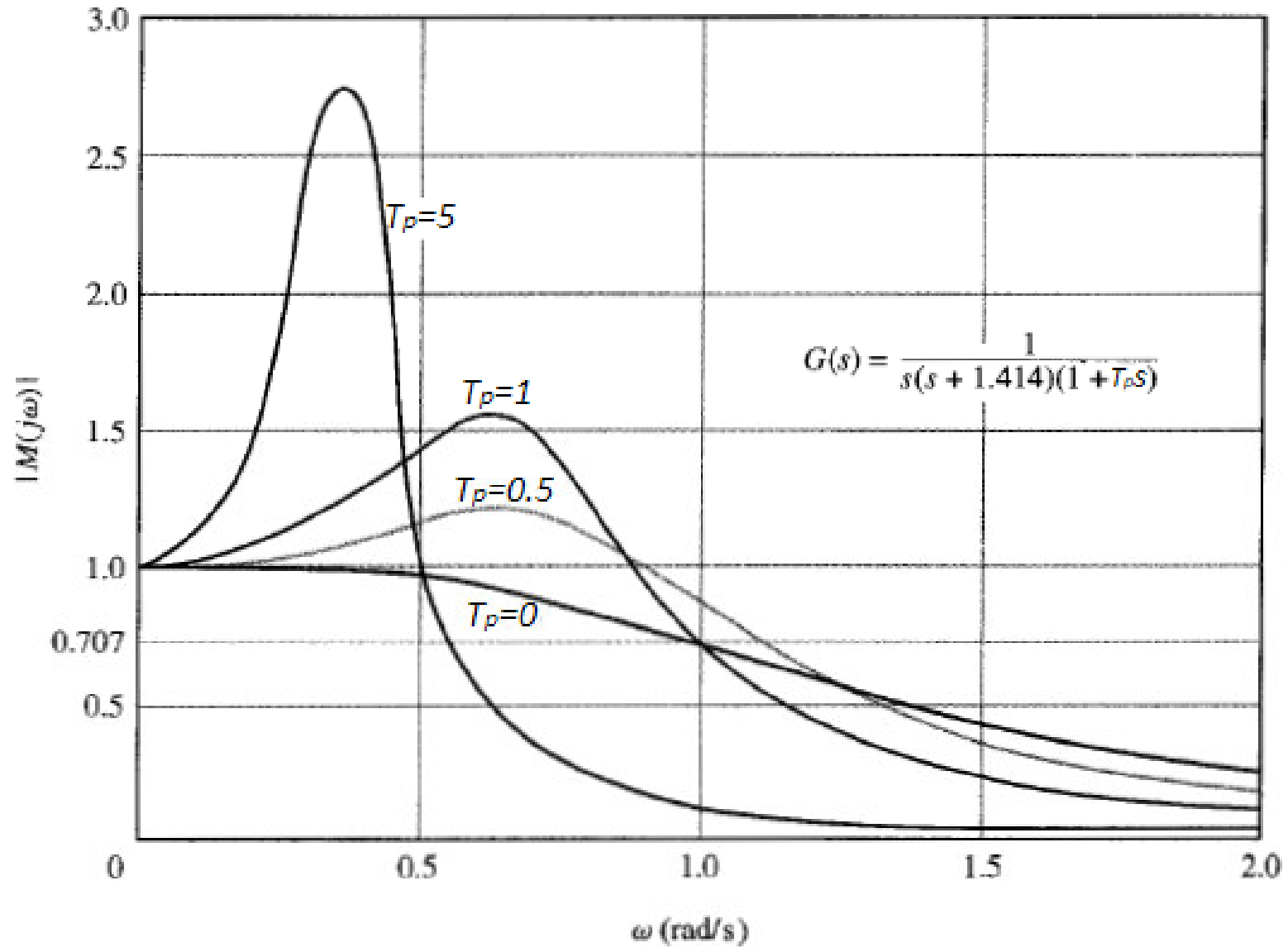


LGR?



$\xi=1$   
 $K=1$

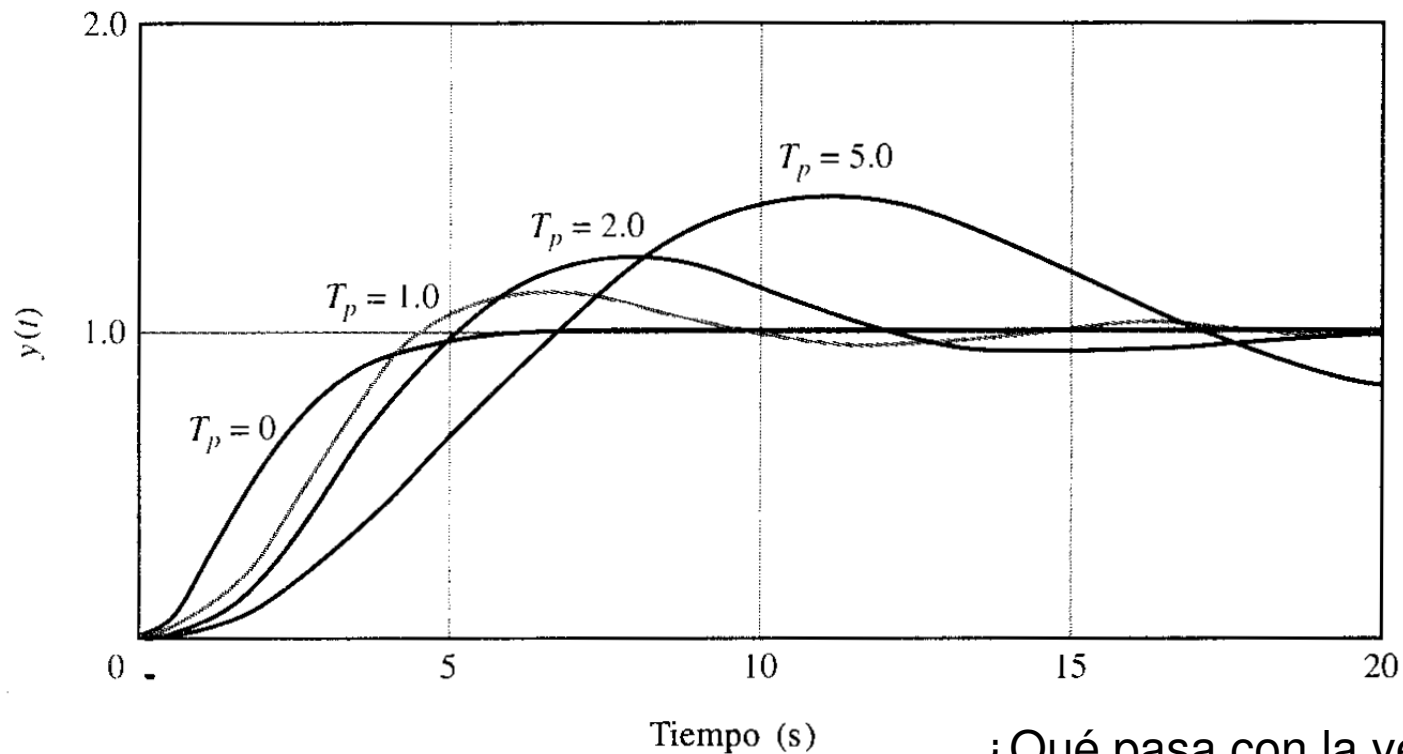
### Respuesta en frecuencia a lazo cerrado, $T(j\omega)$



## Polo agregado en el camino directo

*la adición de un polo a una función de transferencia de trayectoria directa tiene generalmente el efecto de incrementar el sobrepaso máximo del sistema en lazo cerrado. (Kuo)*

**En general el efecto de añadir un polo a la ganancia de lazo de un sistema realimentado hace que el sistema a lazo cerrado sea menos estable, más lento y por lo tanto disminuye el ancho de banda.**

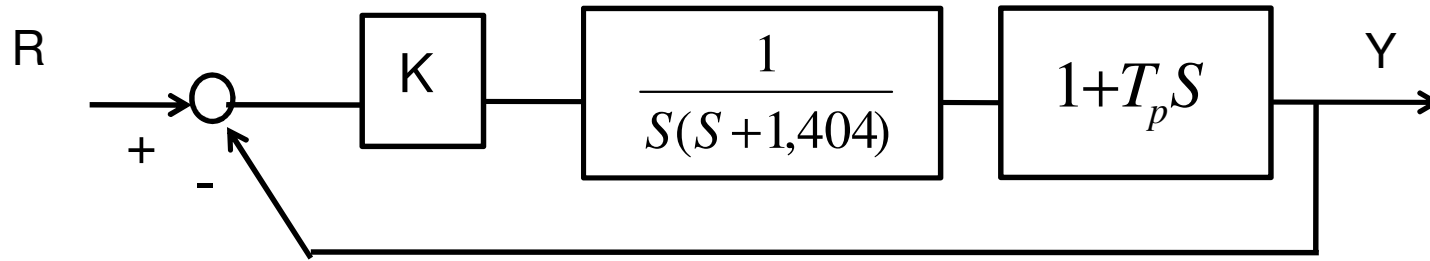


$$\xi=1$$
$$K=1$$

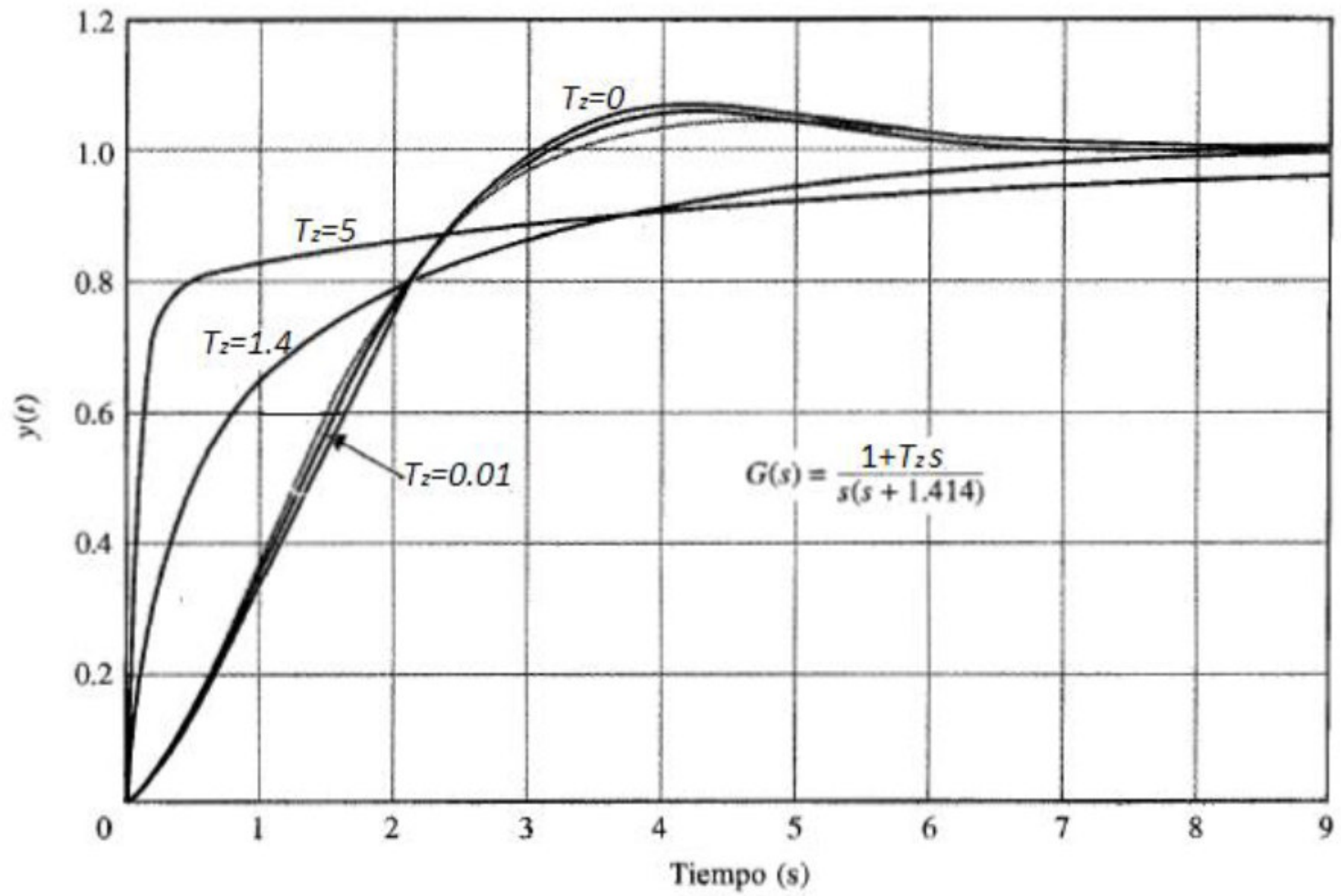
¿Qué pasa con la velocidad?

## Cero agregado en el camino directo

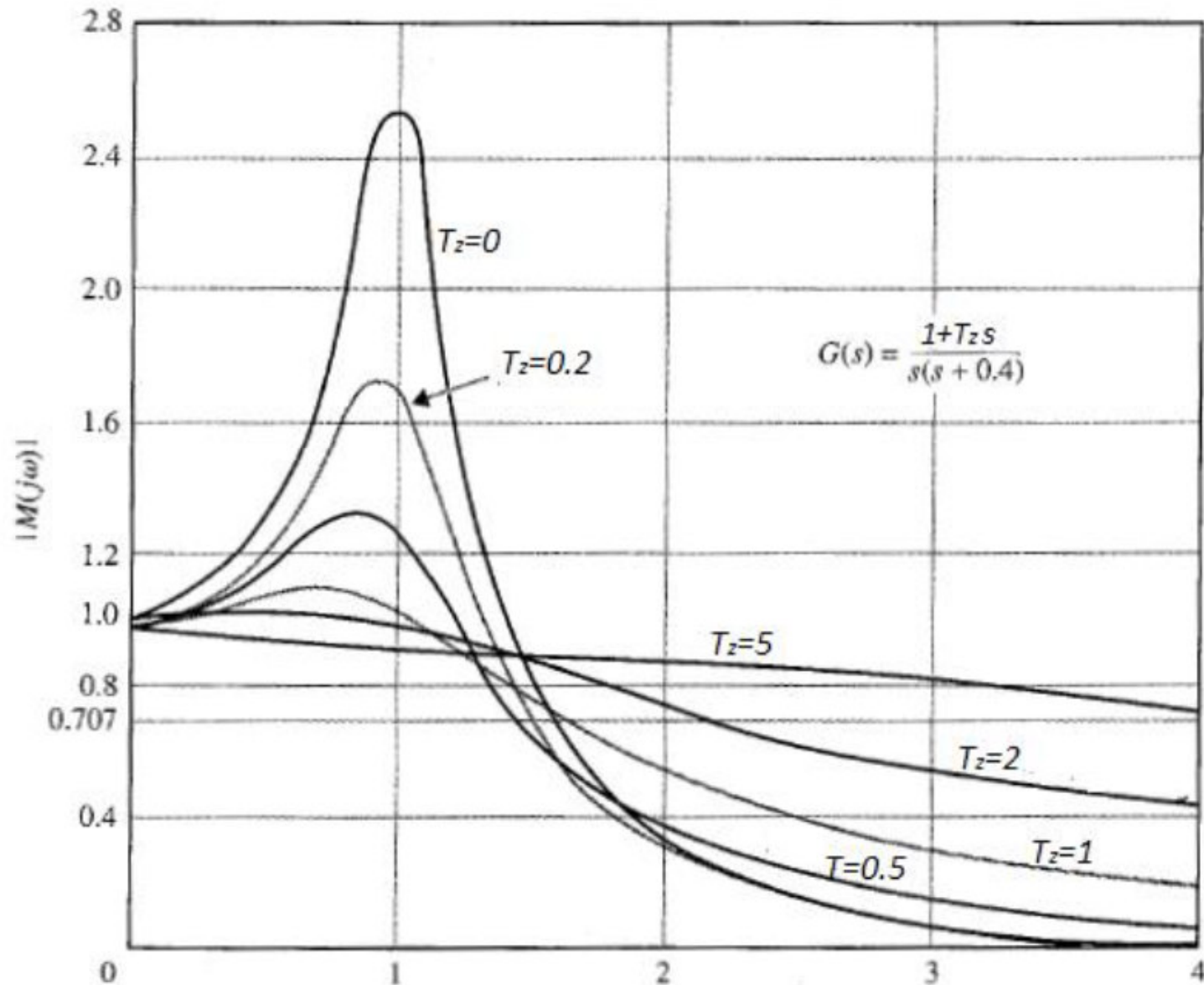
(dentro del lazo)



$$K=1$$

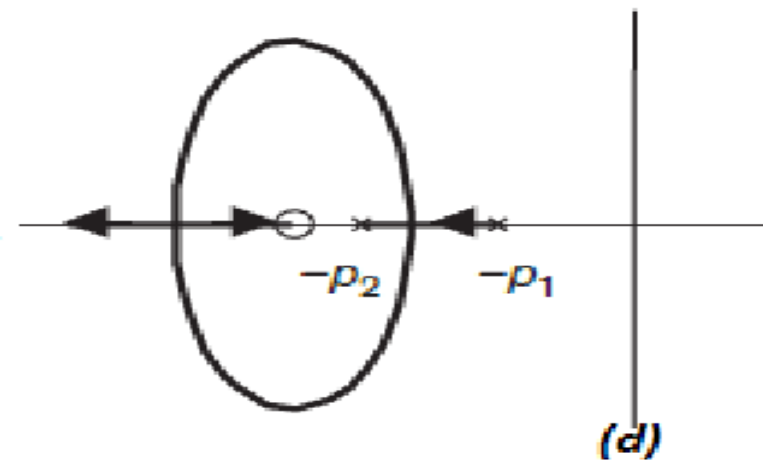
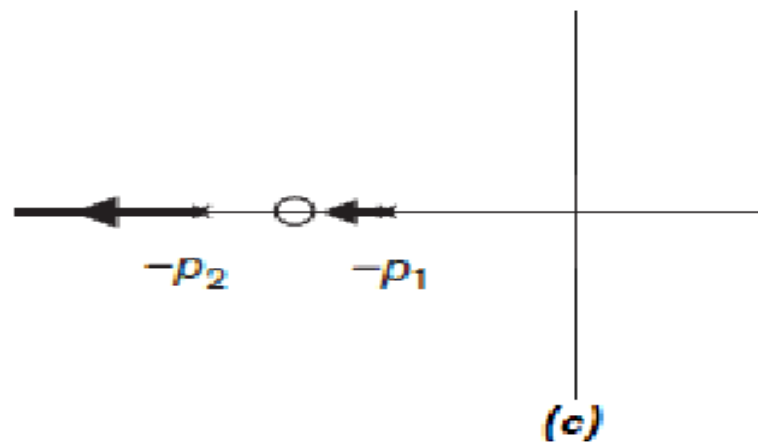
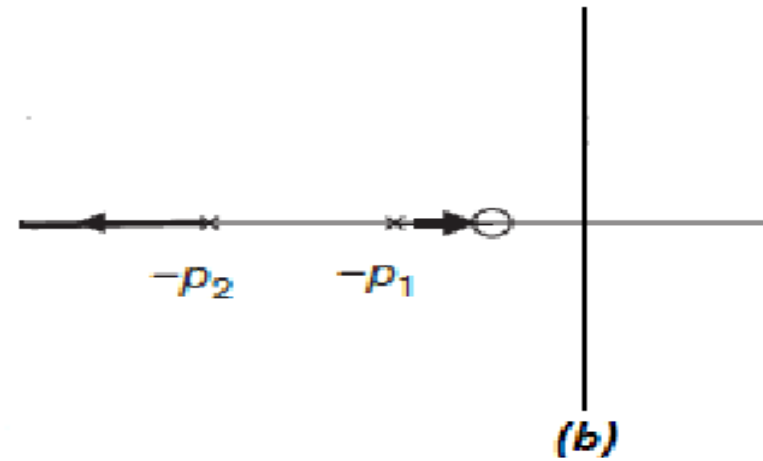
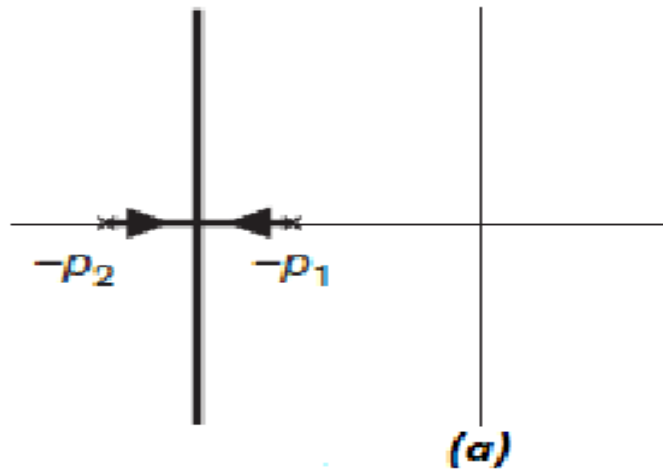


# Respuesta en frecuencia a lazo cerrado, $T(j\omega)$

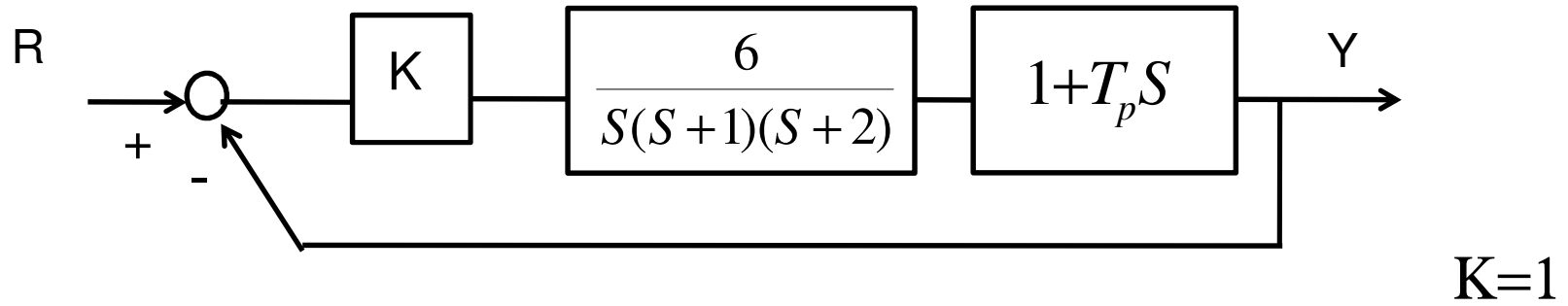




**En general añadir un cero en la función de transferencia de lazo abierto incrementa el ancho de banda del sistema de lazo cerrado y por lo tanto disminuye el tiempo de subida de la respuesta al escalón a lazo cerrado.**

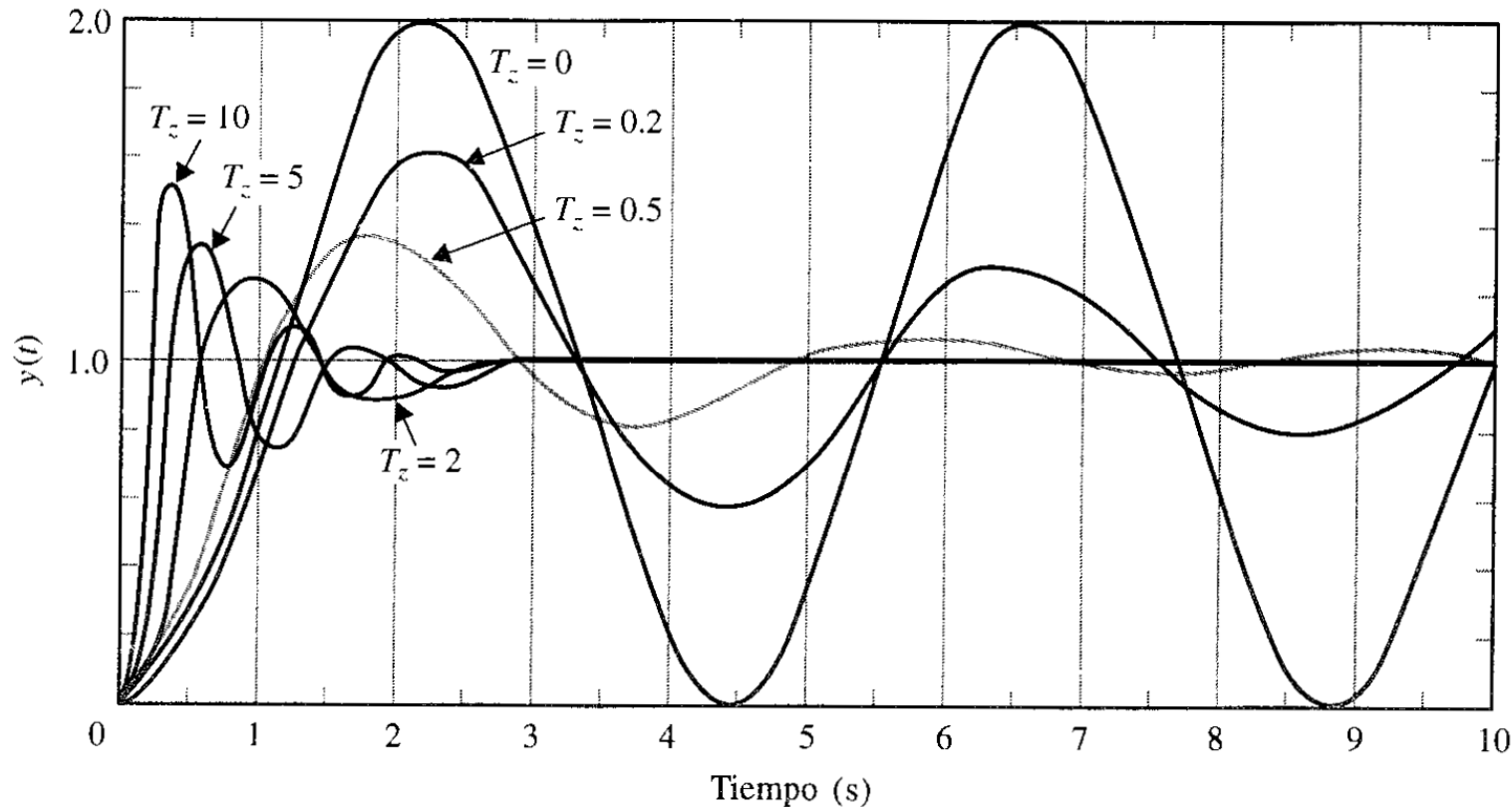


Otro ejemplo, cero agregado en el camino directo (Kuo)

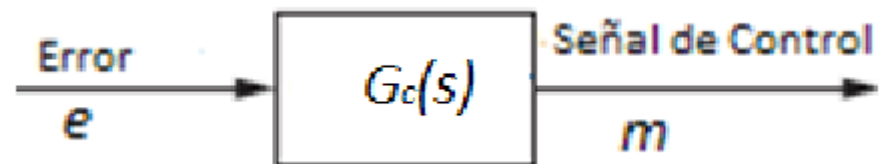
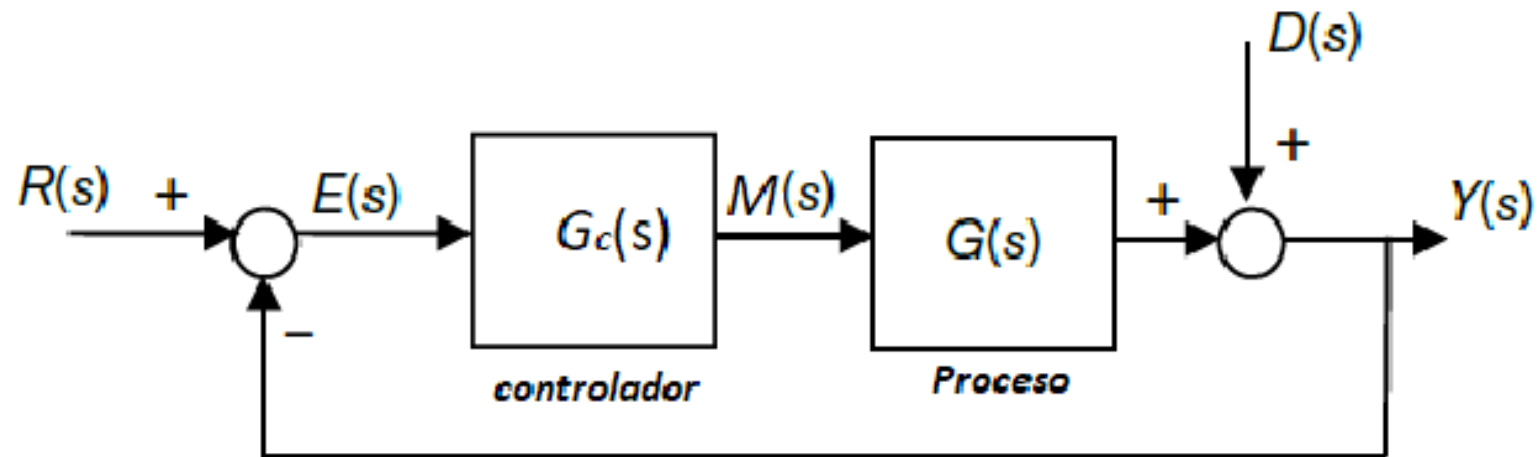


***En general añadir un cero en la función de transferencia de lazo abierto incrementa el ancho de banda del sistema de lazo cerrado y por lo tanto disminuye el tiempo de subida de la respuesta al escalón a lazo cerrado.***

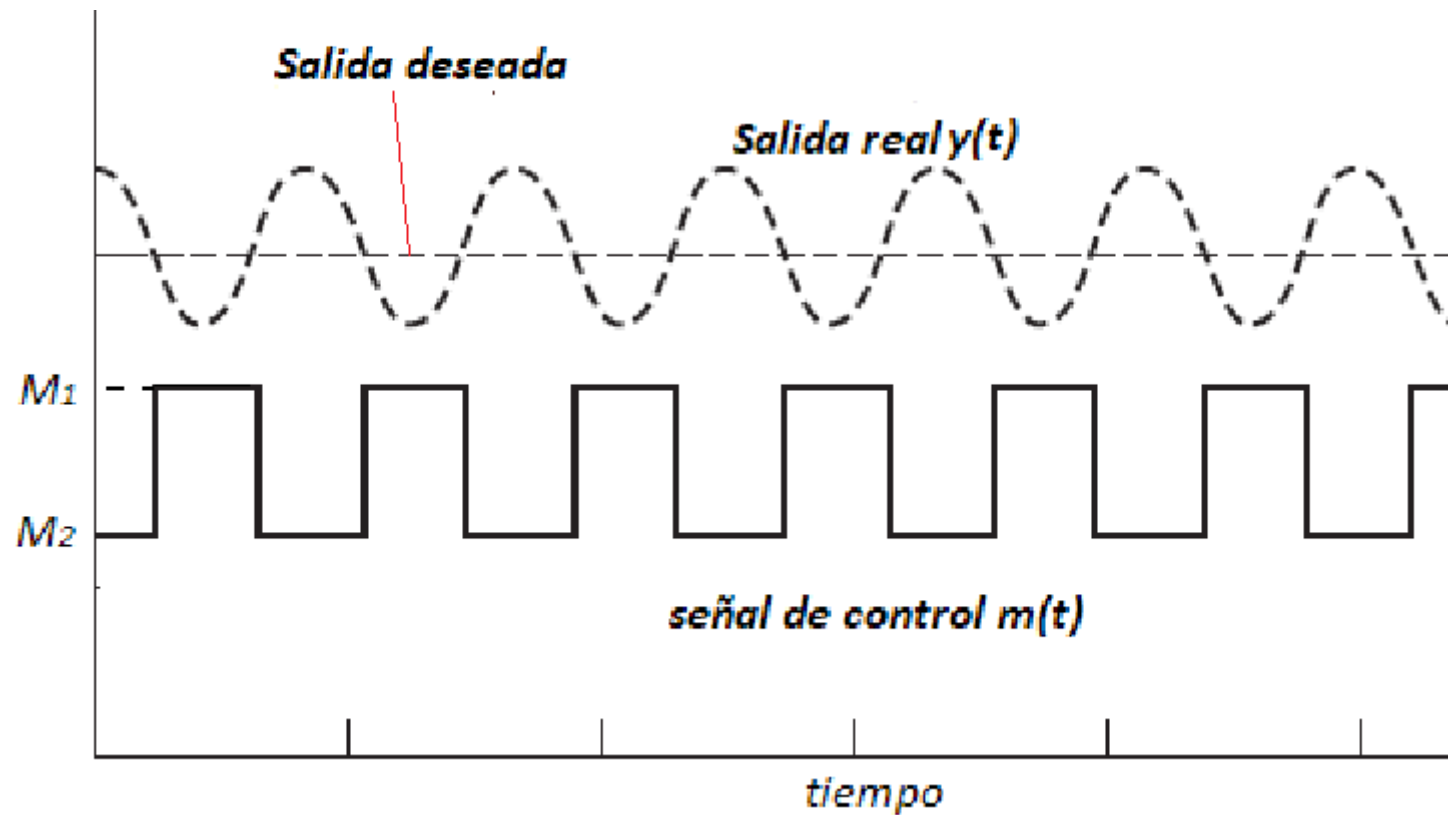
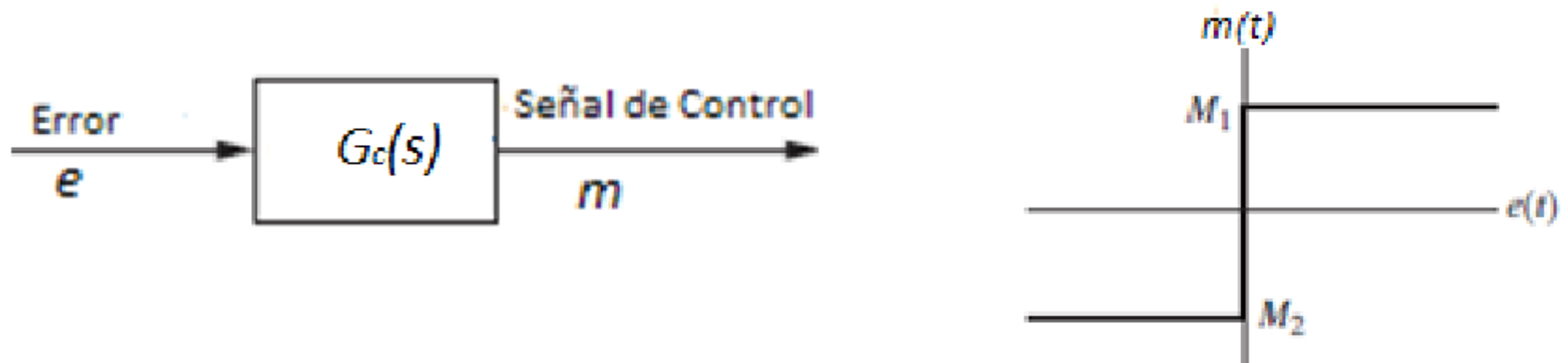
***aun cuando las raíces de la ecuación característica se utilizan generalmente para estudiar el amortiguamiento relativo y la estabilidad relativa de sistemas de control lineales, los ceros de la función de transferencia no deben sobrepasarse en sus efectos en el desempeño transitorio del sistema. (Kuo)***



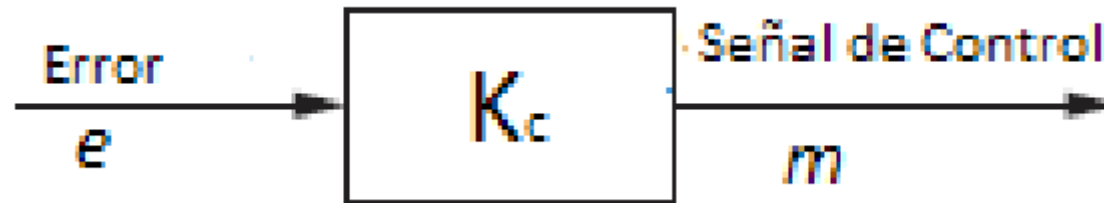
## ACCIONES BÁSICAS DE CONTROL



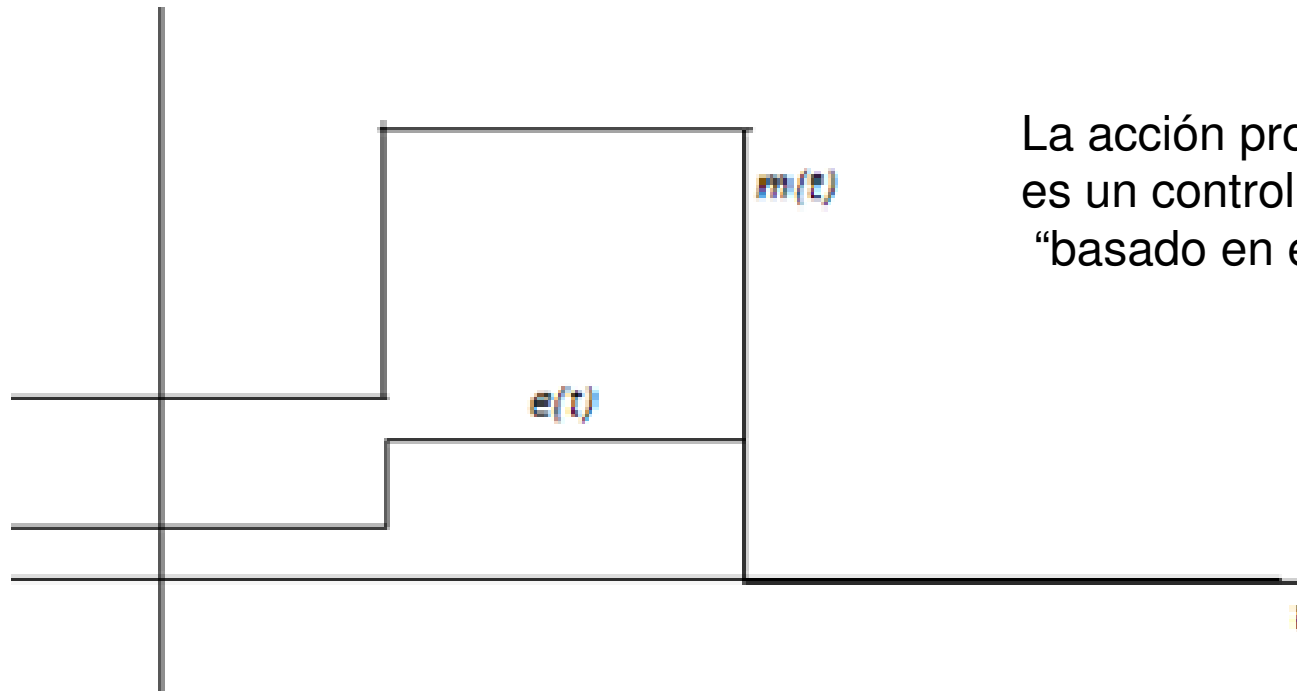
## Acción ON-OFF



## Acción Proporcional “P”



$$m(t) = K_c \times e(t)$$



La acción proporcional  
es un control  
“basado en el presente”

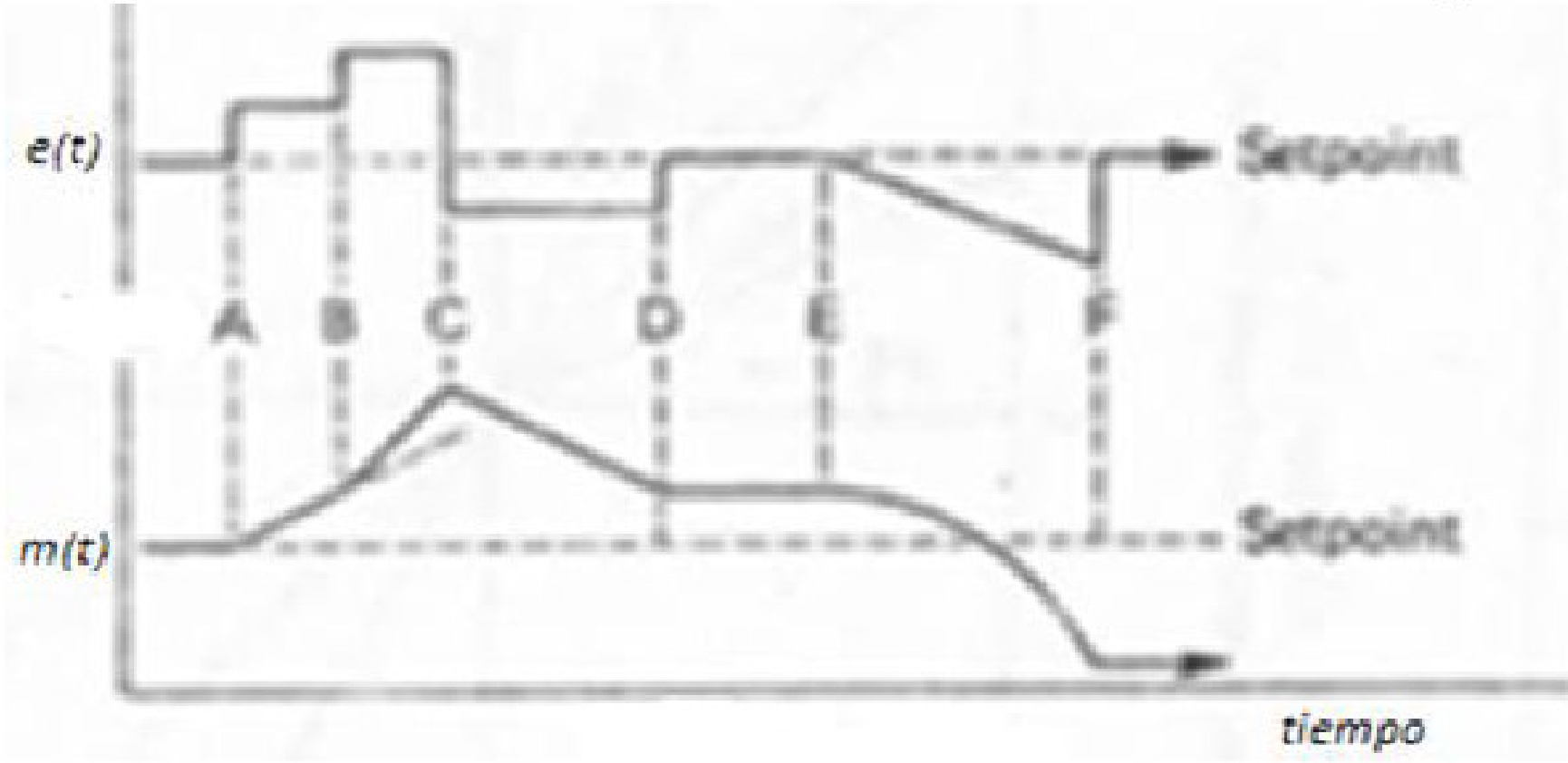
## Acción Integral "I"

$$\frac{d m(t)}{dt} = \frac{1}{T_i} \cdot e(t)$$

$$m(t) = \frac{1}{T_i} \cdot \int_0^t e(t) \cdot dt + \bar{m}$$

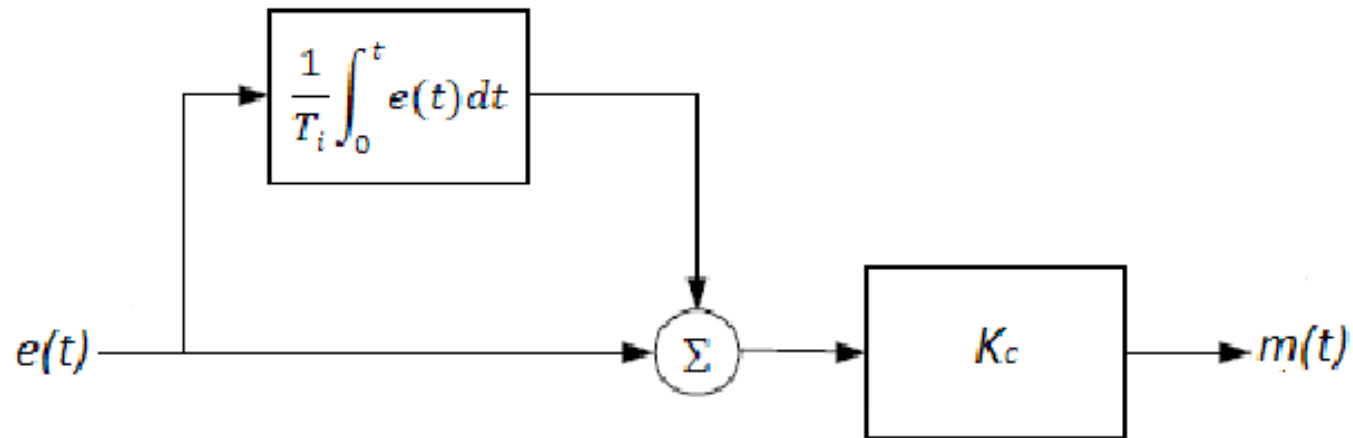
$$\frac{M(s)}{E(s)} = \frac{1}{T_i} \cdot \frac{1}{s}$$

“Tiempo de integración”





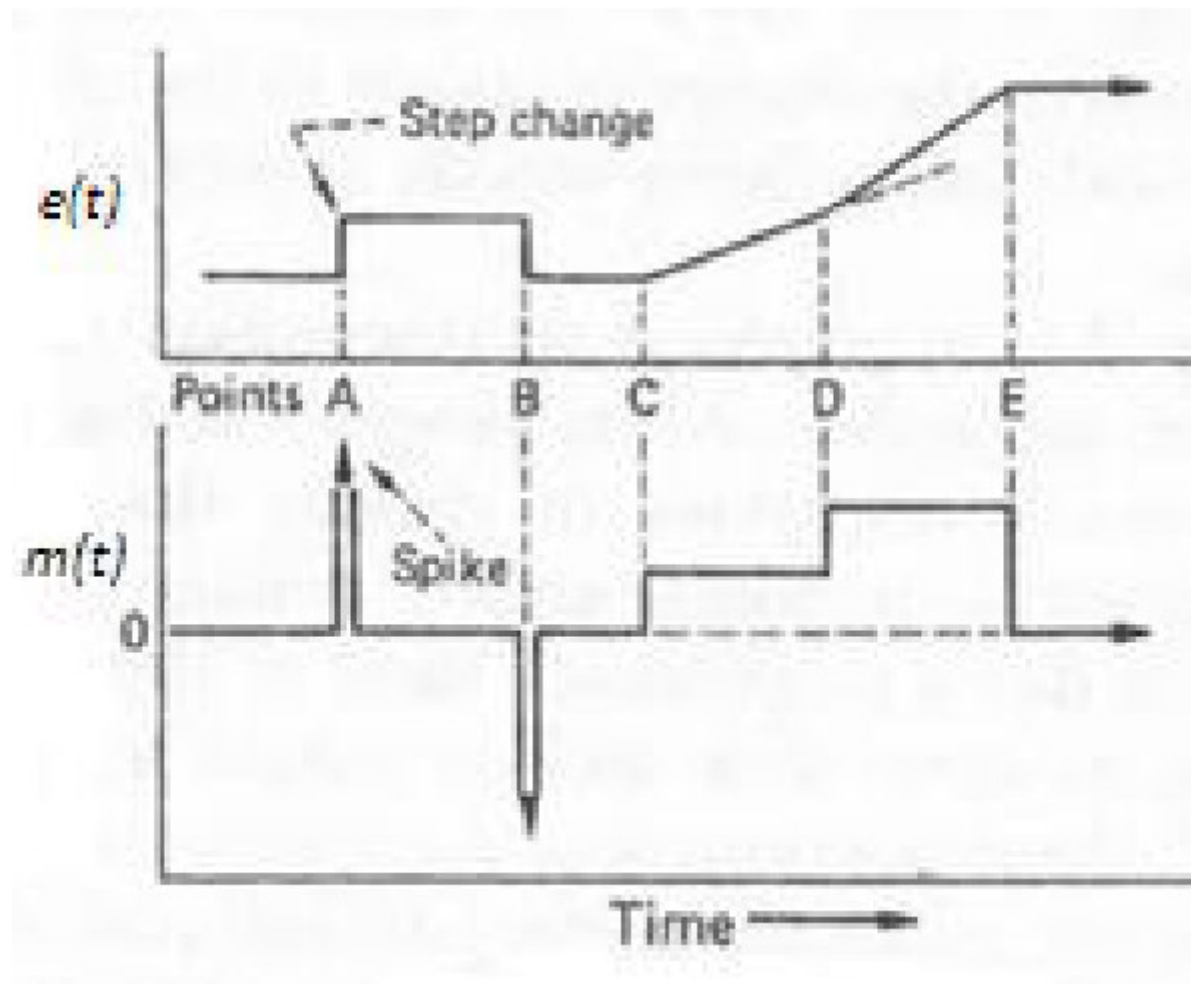
## Acción Proporcional-Integral "PI"

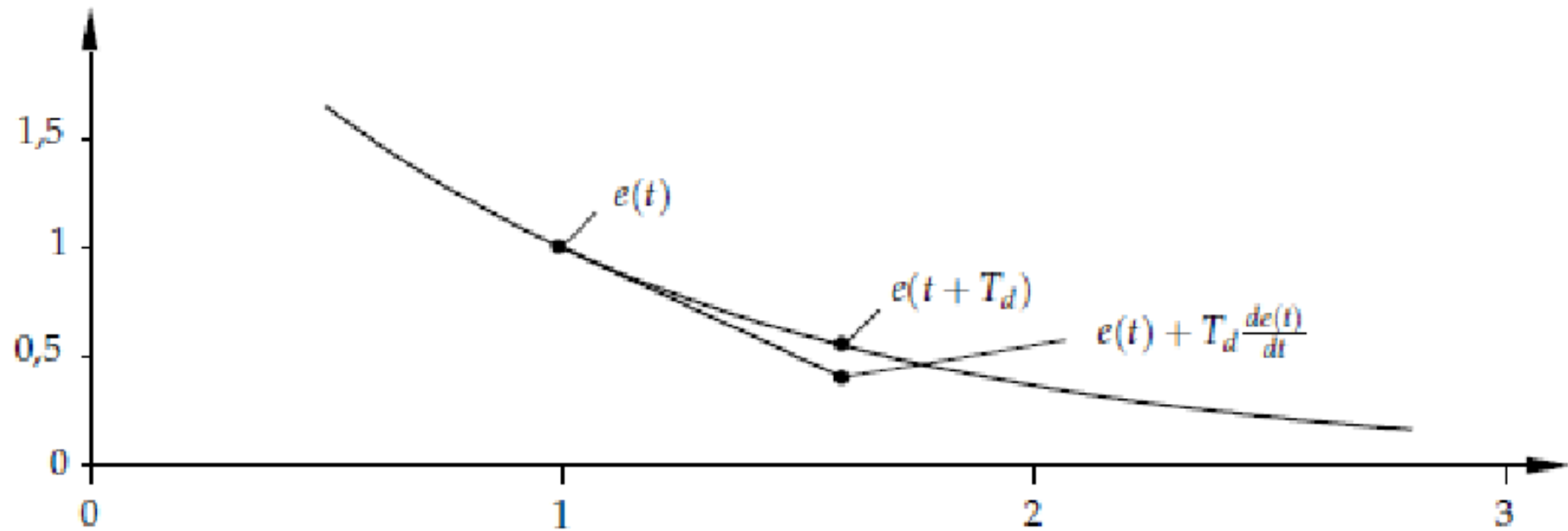


$$M(s) = K_c \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} \right] \cdot E(s)$$

## Acción Derivativa "D"

$$m(t) = T_d \cdot \frac{de(t)}{dt}$$

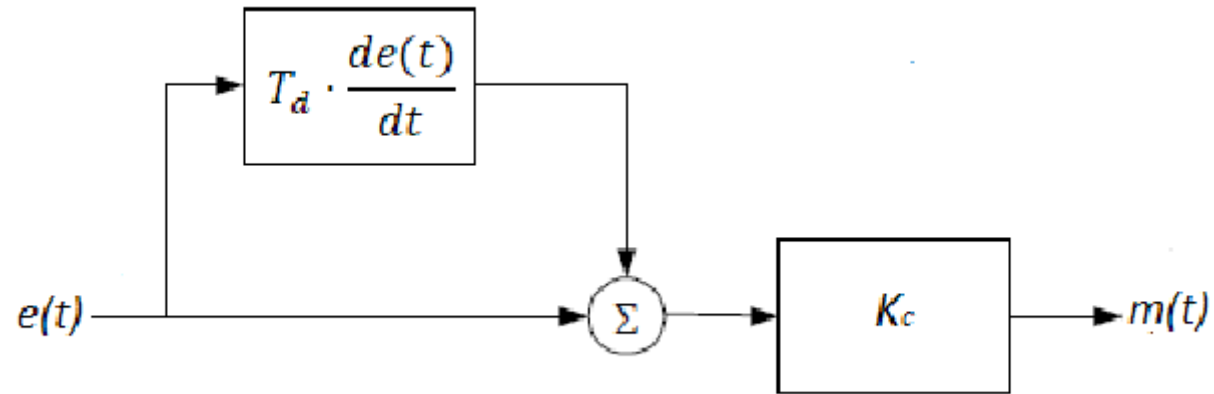




$$e(t + T_d) \approx e(t) + T_d \cdot \frac{de(t)}{dt}$$

$$K_c \cdot \left( e(t_o) + T_d \cdot \frac{de(t_o)}{dt} \right) = K_c \cdot e(t_o + T_d) = m(t_o)$$

## Acción Proporcional-Derivativa "PD"



$$G_{pd}(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = K_c \cdot (1 + T_d s)$$

