



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
Sistemas de Control II  
TRABAJO PRÁCTICO 1

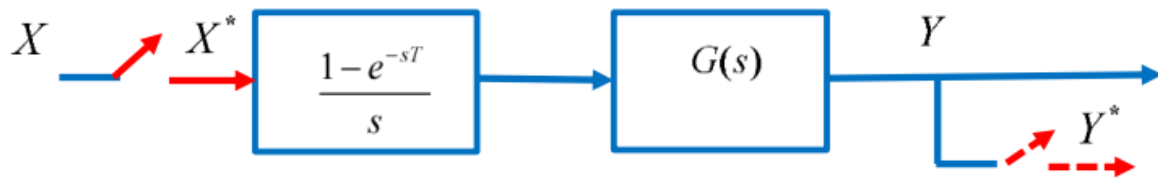
Alumno:  
Gonzalez Bruno

Profesores:  
Ing. Laboret

Año 2025. Córdoba, Argentina

## Análisis sistema de lazo abierto

Se tiene un sistema de compuesto por una planta  $G$  y un conjunto muestreador-retentor de orden zero:



Se define  $G(s)$ :

$$G(s) = \frac{5}{s^2 + 3s}$$

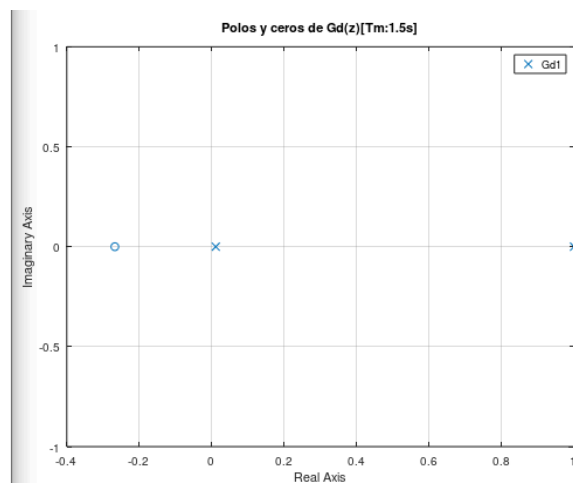
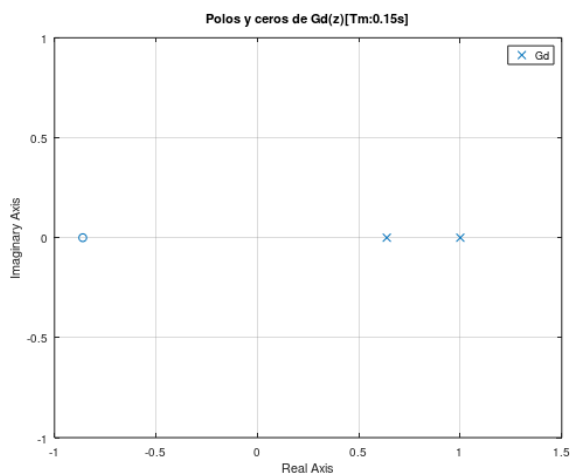
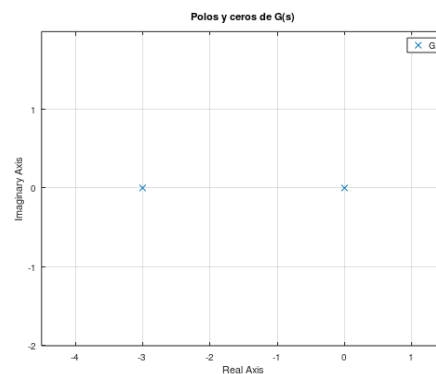
Al discretizar con un Tiempo de muestreo  $T_m = 0.15s$  :

$$Gd[z] = \frac{0.04868z + 0.04191}{z^2 - 1.63z + 0.63}$$

Al discretizar con un Tiempo de muestreo  $T_m = 1.5s$  :

$$Gd1[z] = \frac{1.951z + 0.5216}{z^2 - 1.011z + 0.011}$$

- Análisis Gráfico:



- Análisis Teórico:

Correspondencia en el mapeo plano “s” a plano “z”:

$$s = \sigma + j\omega ; z = e^{sT} = e^{(\sigma+j\omega)T} = e^{\sigma T} \cdot e^{j\omega T}; \text{ por lo tanto } r = e^{\sigma T}$$

Para  $T_m=0.15s$ :

$$p1=e^{0 \cdot 0.15} = 1 \quad \text{El polo en el origen del plano “s” se ubica en } z=1$$

$$p2=e^{-3 \cdot 0.15} = 0.6376 \quad \text{El polo en } s=-3 \text{ se ubica en } z=0.63$$

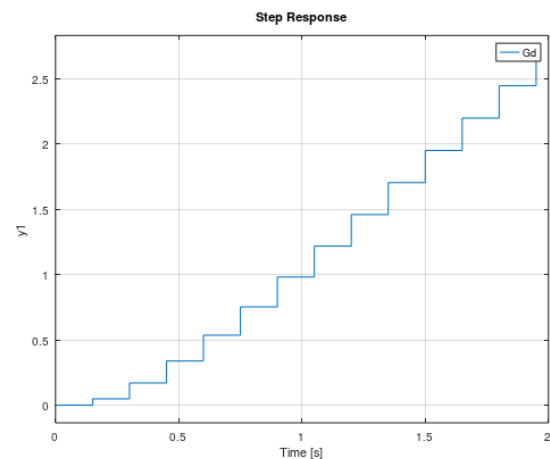
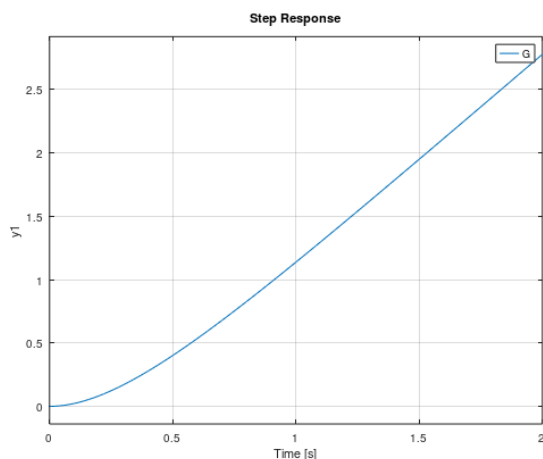
Para  $T_m=1.5s$ :

$$p1=e^{0 \cdot 1.5} = 1 \quad \text{El polo en el origen del plano “s” se ubica en } z=1$$

$$p2=e^{-3 \cdot 1.5} = 0.011 \quad \text{El polo en } s=-3 \text{ se ubica en } z=0.011$$

Se observa el efecto de la variación del tiempo de muestreo sobre la ubicación de los polos. Al aumentar el  $T_m$ , los polos del plano z se corren hacia la izquierda. El polo en el origen del plano “s” se mantiene invariable frente a la variación de  $T_m$  ya que su parte real es 0.

- Respuesta al escalón de  $G(s)$  y  $G_d[z]$ :



Se parte de un sistema inestable debido a la presencia de un polo en el origen, y el sistema continúa siendo inestable ya que el polo en el origen se ubica en  $z=1$ .

## Análisis sistema discreto

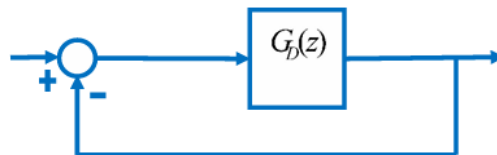
- Determinación del tipo de sistema:

En el plano “s”, el tipo de sistema estaba determinado por la cantidad de polos en el origen (integradores  $\frac{1}{s}$ ), por lo tanto, al realizar el mapeo al plano “z”, podemos identificar al tipo de sistema a partir de la cantidad de polos en  $z=1$  (integradores puros  $\frac{1}{(z-1)}$ ).

En nuestro caso:

$$G_d(z) = \frac{0.048682 (z+0.8609)}{(z-1) (z-0.6376)} \quad \text{Por lo tanto, se trata de un sistema de tipo 1.}$$

- Análisis de error en estado estable de lazo cerrado:



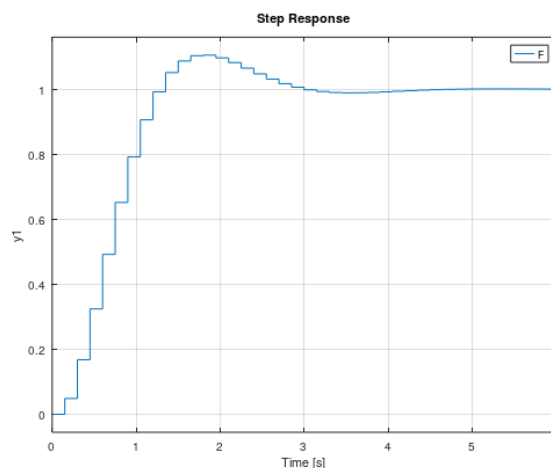
$$F = \frac{0.048682 (z+0.8609)}{(z^2 - 1.589z + 0.6795)}$$

$$E[z] = \frac{R[z]}{1+G[z]}$$

Siendo la entrada un escalón:

Por ser un sistema de tipo 1,  $ess=0$ .

Gráficamente:

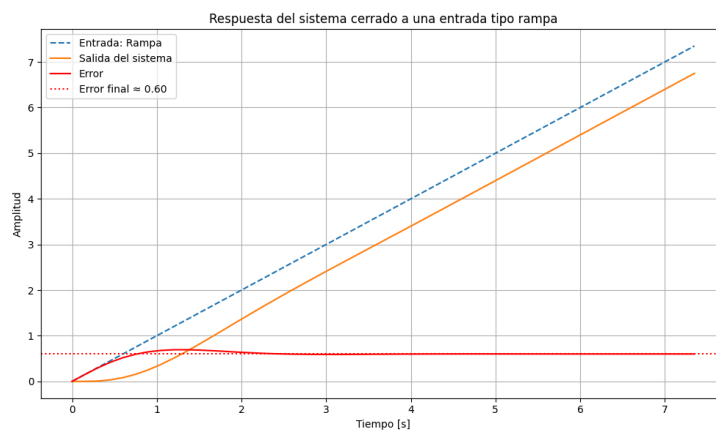
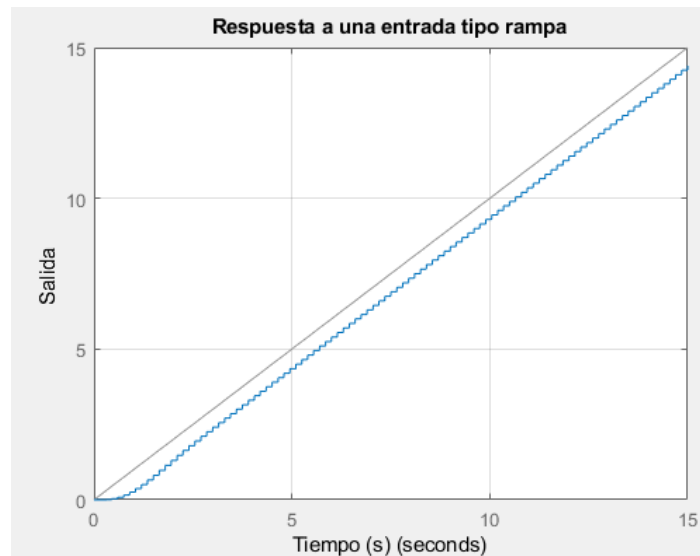


Siendo la entrada una rampa:

$$Kv = \frac{1}{Tm} \lim_{z \rightarrow 1} [(z - 1)Gd[z]] = 0.25$$

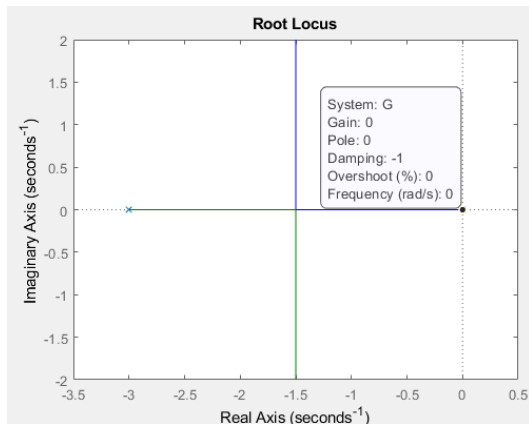
$$e_{ss} = \frac{Tm}{Kv} = 0.6$$

Graficamente:



## Análisis a lazo cerrado con realimentación unitaria

Realizando lugar de raíces se aprecia:



En tiempo continuo, el sistema es siempre estable, excepto para una ganancia 0 debido a la presencia del polo en el origen.

En tiempo discreto, al aumentar el período de muestro 10 veces, la ganancia crítica se reduce, provocando que el sistema se inestabilice para ganancias mayores a 1.42.

