	<b>EXAMEN PARCIAL DE LA ASIGNATURA CONTROL DIGITAL</b> <b>(VALOR 20%)</b> Ingeniería Mecatrónica
	<b>NOMBRE:</b>  <b>FECHA:</b>

**Elementos prohibidos:** Para el desarrollo del parcial, el estudiante NO puede utilizar ningún material externo de apoyo (cuadernos, notas de clase, fotocopias, etc), todo lo necesario lo tiene en las hojas de anexos del parcial.

**Uso Software Matlab y/o Mupad:** El estudiante tiene la posibilidad de usar la herramienta de cómputo. No es necesario entregar ningún archivo por parte del estudiante, esta herramienta sólo se usa como ayuda en la verificación de las respuestas. El estudiante NO puede tener acceso a ningún otro programa ni a Internet durante el parcial.

**Duración del parcial:** 2 horas.

Las soluciones son válidas si se obtienen a partir de las tablas anexas del parcial, todas las expresiones de solución se deben llevar a la mínima expresión algebraica posible y si son numéricas se deben llevar hasta 4 cifras decimales. Una vez iniciado el tiempo de solución no se debe permitir el préstamo de implementos de ningún tipo.

Las ecuaciones necesarias para el desarrollo están dadas a continuación:

Ecuaciones de soporte:

$$Mp = e^{\frac{-\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \cdot 100[\%] \quad w_d = w_n \sqrt{1-\xi^2} \quad t_s = \frac{4,6}{\xi w_n} : \frac{4}{\xi w_n} : \frac{3}{\xi w_n}$$

Ecuaciones como criterios de selección de periodos de muestreo, donde T es el periodo de muestreo:

- Criterio de ancho de banda en lazo cerrado:

$$8\omega_c \leq \omega_s \leq 12\omega_c \quad T_s = \frac{2\pi}{\omega_s}$$

- Criterio de  $\tau$  equivalente en lazo cerrado:

$$0.2\tau_{eq} \leq T_s \leq 0.6\tau_{eq}$$

- Criterio de tiempo de establecimiento  $t_s$  en lazo cerrado:

$$0.05t_s \leq T_s \leq 0.15t_s$$

Diferencias hacia atrás (Método de Euler por atraso):

$$s = \frac{1 - z^{-1}}{T} = \frac{z - 1}{zT}$$

Retenedor de orden cero

$$H_{ZOH}(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s} :::: HG(z) = (1 - z^{-1})Z \left[ \frac{G(s)}{s} \right]$$

Transformación por mapeo

$$z = e^{sT}$$

Criterios necesarios de estabilidad de Jury

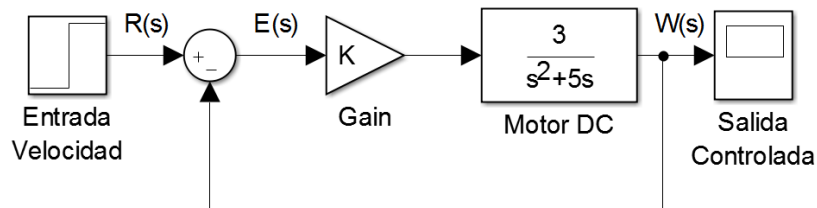
$$|a_0| < a_n$$

$$Q(1) > 0$$

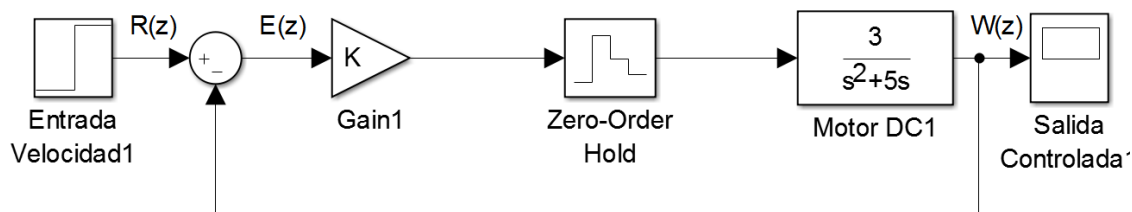
$$(-1)^n Q(-1) > 0$$

Éxitos!!!

1.
  - a. Describa las actividades y herramientas mediante un diagrama de flujo que puede requerir un proceso de identificación fuera de línea y cuál sería la justificación de realizar dicho proceso. (10%)
  - b. Selección múltiple (Marque con una x la o las respuestas correctas, justifique su respuesta): El tipo de señal de entrada o excitación en un proceso de identificación sistemas a partir de modelos de caja negra debería ser: (10%)
    - i. Pulso
    - ii. Escalón
    - iii. Ruido Blanco
    - iv. Señal pseudo-aleatoria
2. La función de transferencia de un motor de corriente directa (Planta) está dada por la expresión  $G_p(s) = \frac{3}{s(s+5)}$ . Considerando que el diagrama de bloques del sistema de control de velocidad angular de este motor se muestra a continuación:

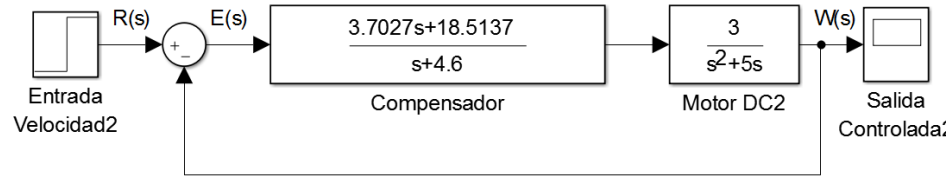


Sistema de control continuo



Sistema de control discreto

- a. Determine el rango de estabilidad de  $k$  para el sistema de control continuo. (5%)
  - b. Discretizar la planta utilizando un retenedor de orden cero ZOH y justifique por qué un periodo de muestreo  $T=1s$  sería válido. (15%)
  - c. Evaluar el rango de estabilidad de  $k$  para el sistema discreto, con un  $T=1s$ . Para comparar sus respuestas es posible usar la herramienta rlocus de Matlab. Es el mismo rango de  $k$  para el sistema continuo que para el discreto? (10%)
  - d. Teniendo claro el análisis del lugar geométrico de las raíces para el sistema discreto, determine el valor de  $k$  para que el sistema estabilizado en lazo cerrado tenga un máximo sobre impulso del 10%. (10%)
3. Dado el siguiente sistema de control, con el uso de un compensador, para el mismo motor del numeral 2.



Sistema de control continuo

- Discretice el compensador usando el método de aproximación por atraso. (5%)
- Plantee la ecuación en diferencias para la señal de control  $u(k)$  y el diagrama de bloques que la representa. (15%)
- ¿Cuál es el error en estado estable ante una entrada rampa unitaria para el sistema discreto? (10%)
- Teniendo en cuenta que la planta es la misma del numeral 2, plantee la función de transferencia discreta en lazo cerrado y grafique la salida  $w(k)$  del sistema controlado para las primeras 5 muestras. (10%)