

Apellidos: _____ Nombre: _____

IMPORTANTE

- ⊖ Duración del examen: 90 minutos
- ⓘ No olvide anotar el nombre y los apellidos en todas las hojas de examen, incluido el enunciado de examen
- ⓘ No se permite ningún tipo de documentación
- ⓘ Las respuestas se entregarán en hojas de examen
- ⓘ Se entregarán las hojas de examen, incluido el enunciado de examen, dobladas por la mitad

1. (30 puntos) Sea el sistema de control digital mostrado en la figura 1.

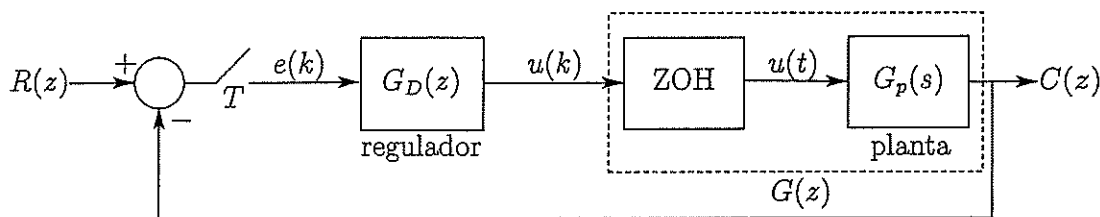


Figura 1: Sistema de control digital considerado.

Si se considera

$$G(z) = \frac{z}{(z - 1/2)},$$

determine el período de muestreo T al que ha de operar el sistema para que su respuesta oscile a 50 Hz si se introduce un regulador PD real del que se sabe que tanto el cero como el polo son reales, esto es,

$$G_D(z) = K_D \frac{z - c}{z - p}, \quad c, p \in \mathbb{R}.$$

2. (30 puntos) Justifique la función de transferencia de un controlador PID digital si se aplica el método de integración (aproximación) trapezoidal como método de diseño dis-

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

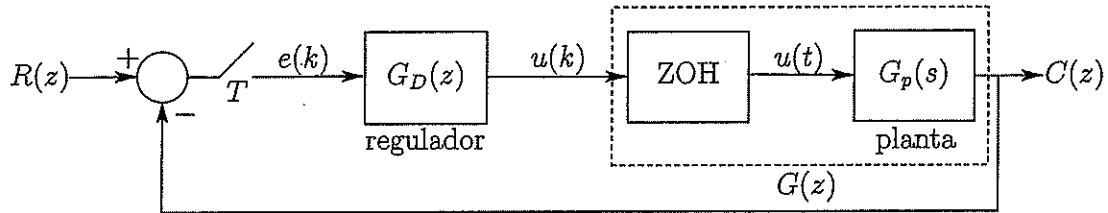


Figura 2: Sistema de control digital considerado.

Si para una planta $G(z)$ de orden 2 cuya expansión en potencias de z obedece a

$$G(z) = 1 \cdot z^{-1} + \dots,$$

se opta por un filtro FIR $F(z) = a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}$ a fin de diseñar un controlador $G_D(z)$ de forma que la respuesta en lazo cerrado del sistema presente un tiempo de establecimiento mínimo, con un error en régimen permanente nulo y sin oscilaciones en régimen permanente ante una entrada escalón unidad, ¿qué implicaciones tendría en el sistema regulado el hecho de que se incorpore una restricción adicional a las ya mencionadas cuando se procede con el diseño del regulador $G_D(z)$ y es que la constante estática de error de velocidad $K_v = 2/3$? Se asume un período de muestreo T de 1 s.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

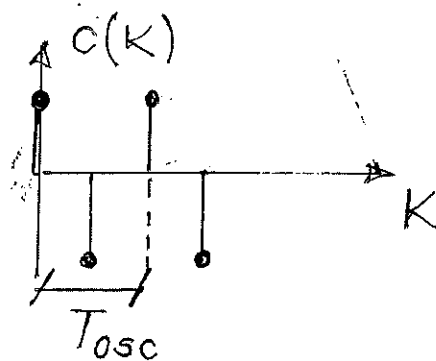
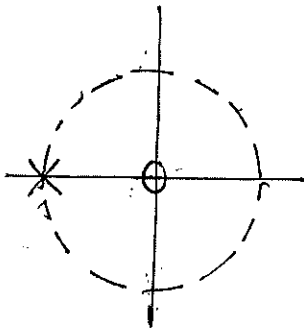
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Apellidos:		Pág.:
Nombre:	Fecha:	
Titulación:		
Asignatura:	Curso / grupo:	

①

$$G_D(z) = K_D \cdot \frac{z - 1/2}{z + 1}, \text{ CON } K_D \downarrow \downarrow$$



$$T_{osc} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = 2 \cdot T \rightarrow T = 0.01 \text{ s (10 ms)}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The text is set against a light blue, abstract background that resembles a stylized 'C' or a wave. Below the text, there is a horizontal orange bar with a slight gradient and a drop shadow effect.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Apellidos:		Pág.:
Nombre:	Fecha:	
Titulación:		
Asignatura:	Curso / grupo:	

②

$$U(z) = K_p E(z) + K_i \frac{T}{2} \frac{(1+z^{-1})}{(1-z^{-1})} E(z) + \frac{K_d}{T} (1-z^{-1}) E(z)$$

$$G_{PID}(z) = \frac{k_1 + k_2 z^{-1} + k_3 z^{-2}}{1-z^{-1}} \left\{ \begin{array}{l} k_1 = K_p + \frac{K_i T}{2} + \frac{K_d}{T} \\ k_2 = \frac{K_i T}{2} - K_p - \frac{2K_d}{T} \\ k_3 = \frac{K_d}{T} \end{array} \right.$$

$$u(k) = u(k-1) + k_1 e(k) + k_2 e(k-1) + k_3 e(k-2)$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, dark blue font. The '99' is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue background with a white arrow pointing to the right, and a white arrow pointing to the left, creating a sense of motion or direction.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Apellidos:		Pág.:
Nombre:	Fecha:	
Titulación:		
Asignatura:	Curso / grupo:	

3

$$F(z) = a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}$$

$$L(z) = \frac{1}{(1-z^{-1})}; \quad E(z) = P(z)N(z) = N(z)$$

$$1 - F(z) = (1-z^{-1})N(z) \left\{ \begin{array}{l} \text{COCIENTE: } N(z) = 1 + (1-a_1)z^{-1} \\ \text{RESTO: } 1 - a_1 - a_2 = 0 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} K_{1/2} &= \lim_{z \rightarrow 1} \left[\frac{1-z^{-1}}{z} \cdot G_D(z)G(z) \right] \\ &= \lim_{z \rightarrow 1} \left[(1-z^{-1}) \cdot \frac{F(z)}{(1-z^{-1})N(z)} \right] \\ &= \frac{F(z=1)}{N(z=1)} = \frac{2}{3} \rightarrow K_{1/2} = \frac{1}{N(1)} = \frac{2}{3} \rightarrow N(1) = \frac{3}{2} \end{aligned}$$

$$N(1) = \frac{3}{2} = 1 + (1-a_1) \cdot 1 \Rightarrow a_1 = 0.5$$

$$1 - a_1 - a_2 = 0 \Rightarrow a_2 = 0.5$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$= 0.5z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots$$

IMPLICACIONES; A FALTA DE MÁS INFORMACIÓN SOBRE $G(z)$, ES QUE EL SISTEMA HA DE SER DE TIPO 1, PRESENTANDO UN INTEGRADOR SIMPLE, SI SE PRETENDE SATISFACER TODOS LOS REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The text is set against a light blue background that resembles a stylized map of the city of Cartagena. Below the text, there is a horizontal orange and yellow gradient bar.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70