

Deiturak/Apellidos:Izena/Nombre:.....
 Berezitasuna/Especialidad: Grado en Ing. EI y A Ikasgaia/Asignatura: Regulación Automática
 Ikasturtea/Curso: 3º Taldea/Grupo: 01 N.A.N./D.N.I.: Data/Fecha: 07-01-2020

Examen Teórico-Práctico (7 puntos)

1. **(3,5 puntos)** Con el propósito de eludir el empleo de cables excesivamente gruesos y pesados para accionar cierto ascensor de un rascacielos, se opta por emplear un motor lineal síncrono al objeto de impulsar su cabina.

El diagrama de bloques de la Figura 1 representa, de forma simplificada, el sistema de control de la posición vertical, y , de la cabina de dicho ascensor, habiéndose despreciado el efecto del rozamiento entre la parte móvil del motor lineal síncrono y sus raíles de guiado.

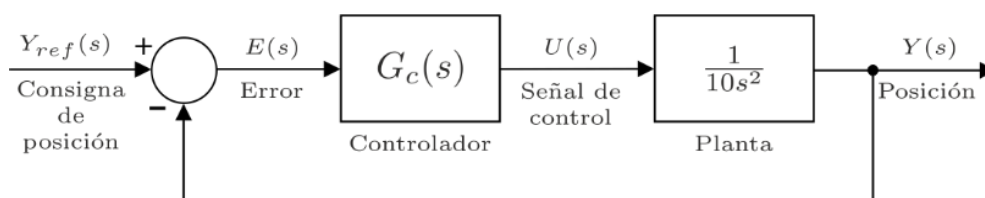


Figura 1. Sistema de control de la posición vertical de la cabina de un ascensor.

Se pide lo siguiente:

- (0,75 puntos)** Si se emplea una simple ganancia K , positiva, a modo de controlador, hallar los polos de lazo cerrado del sistema de control en función de K . A la vista de dichos polos de lazo cerrado, razonar cómo se comportaría el sistema controlado para cualquier valor de K entre 0 e ∞ . Razonar, asimismo, cómo influiría un aumento del valor de K .
- (0,75 puntos)** Definir con precisión qué representa el lugar geométrico de las raíces, apoyándose a tal fin en un diagrama de bloques genérico. Aplicando directamente dicha definición, y sin realizar cálculo alguno, representar el lugar geométrico de las raíces correspondiente al sistema de la Figura 1 cuando se utiliza una simple ganancia K , positiva, a modo de controlador.
- (1,75 puntos)** Diseñar el compensador $G_c(s)$ necesario para que, en lazo cerrado, el sistema de control de posición resultante presente un máximo sobreimpulso del 20,788% y un tiempo de establecimiento de 4 segundos (según el criterio del 2%).

En el caso de precisarse, aplíquese el método de la vertical para situar el cero del compensador.

- (0,5 puntos)** Por lo que respecta al compensador diseñado en el apartado precedente, argumentar por qué no es aconsejable, en este caso particular, aplicar el método de cancelación cero-polo para situar su cero. Y, en general, explicar en detalle por qué no deben cancelarse polos ubicados en el semiplano real positivo de s .

2. (2,5 puntos) Considérese ahora que se pretende diseñar, en el dominio de la frecuencia, un compensador de adelanto alternativo para el mismo sistema de control de posición de la Figura 1. A tal objeto, se pide:
- a) (0,25 puntos) Supóngase que la planta reflejada en la Figura 1 se excita con la señal $u(t) = \sin(\omega t)$. Deducir cuál sería la expresión de la señal $y(t)$ que se obtendría, una vez alcanzado el régimen permanente, a la salida de dicha planta.
 - b) (0,25 puntos) Hallar la ganancia, K , del compensador necesario para lograr que el sistema de control de la Figura 1 presente un error en régimen permanente del 2% ante referencias en forma de parábola.
 - c) (1 punto) Basándose en el diagrama de *Bode*, deducir qué margen de fase se obtendría utilizando como controlador únicamente la ganancia K hallada en el apartado precedente. A la vista de dicho margen de fase, ¿cómo se comportaría el sistema de control de la Figura 1?
 - d) (0,75 puntos) Completar el diseño del compensador iniciado en el apartado b) para lograr que, además de un error en régimen permanente del 2% ante referencias en forma de parábola, el sistema de control de la Figura 1 presente un margen de fase de 50° .
 - e) (0,25 puntos) En el diseño completado en el apartado precedente, ¿es imprescindible introducir cierto margen de seguridad cuando se estima la fase máxima que ha de aportar el compensador? Explíquese detalladamente por qué.
3. (1 punto) Con el objetivo de gobernar una planta asimilable a un sistema de primer orden, se opta por emplear un controlador I-P sintonizado siguiendo el método de asignación de polos y ceros. A tal fin, se utilizan las siguientes fórmulas de sintonía:

$$K_p = \frac{2\xi_d \omega_{nd} T - 1}{K}; \quad T_i = \frac{K_p K}{T \omega_{nd}^2},$$

donde K y T representan, respectivamente, la ganancia y la constante de tiempo de la planta a controlar, y ξ_d y ω_{nd} son el coeficiente de amortiguamiento y la frecuencia natural a obtener en lazo cerrado.

- a) (0,5 puntos) A la vista de dichas fórmulas de sintonía, deducir razonadamente cuál es el máximo tiempo de establecimiento exigible en lazo cerrado sin que el sistema de control se torne inestable. Considérese que $0 < \xi_d < 1$.
- b) (0,5 puntos) Haciendo uso de la aproximación trapezoidal de *Tustin*, deducir rigurosamente la ecuación en diferencias a programar en cualquier soporte digital para implementar un controlador I-P con un período de muestreo h . A tal objeto, considérese que la señal de control, la referencia y la variable controlada se denominan, respectivamente, u , r e y .