

Deiturak/Apellidos: Izena/Nombre:

Berezitasuna/Especialidad: **Grado en Ing. EI y A y Grado en Ing. Eléctrica**

Ikasgaia/Asignatura: **Regulación Automática** Praktika taldea/ Grupo de prácticas (GL1, GL2, GL3):

Ikasturtea/Curso: **3** Taldea/Grupo: **01** N.A.N./D.N.I.: Data/Fecha: **15-12-2020**

— Examen Práctico (3 puntos)—

NOTA IMPORTANTE: Si, al ejecutar los M-files (scripts) a desarrollar en el examen, se bloquean en algún punto, no se corregirá nada de lo programado a partir de dicho punto.

1. (1,8 puntos) Se desea controlar el desplazamiento de uno de los 3 ejes que tiene un robot de tipo "Pick-and-Place". Se ha identificado la función de transferencia que relaciona el desplazamiento del eje y la tensión que se aplica al actuador que posibilita el movimiento, siendo la que se muestra a continuación:

$$G(s) = \frac{X(s)}{U(s)} = \frac{K}{s(Ts + 1)},$$

donde $K=2,5 \text{ m/(sV)}$ y $T=0,25 \text{ s}$.

Se pide crear un fichero M-file (script) que realiza automáticamente las siguientes acciones:

- (0,2 puntos) Supóngase que se desea conseguir, en la respuesta del sistema en lazo cerrado, un tiempo de establecimiento de 0,2 segundos y un factor de amortiguamiento de 0,5912. Comprobad, gráficamente, si es posible cumplir con las mencionadas especificaciones siendo el controlador una simple ganancia. **Justificad debidamente la respuesta.**
- (0,2 puntos) Al objeto de diseñar el compensador que permita cumplir con las especificaciones citadas en el apartado a), vuestra/o compañera/o de trabajo ha calculado que el ángulo que debe aportar el compensador es $Ang_Comp = 66,62418^\circ$. Teniendo este dato en cuenta, ubicad el cero y el polo del compensador, empleando el **método de la vertical**.
- (0,5 puntos) Para ajustar la ganancia del compensador, emplead una función específica de *Matlab*, calculando, al mismo tiempo, todos los polos del sistema en lazo cerrado que se obtendrían para ese valor de la ganancia. Por otro lado, calculad, cuáles serían los ceros del sistema en lazo cerrado. Teniendo en cuenta la ubicación de los polos y ceros del sistema en lazo cerrado, ¿creeis que se cumplirán con precisión las especificaciones transitorias? **Justificad debidamente la respuesta.**
- (0,2 puntos) Escoged el periodo de muestro adecuado para digitalizar el controlador diseñado en los apartados precedentes. Justificad el cálculo del periodo de muestreo.
- (0,5 puntos) Analizad, gráficamente, la estabilidad relativa del sistema de control en el dominio de la frecuencia. ¿Es un sistema estable o inestable en lazo cerrado? ¿Por qué? Mostrad, gráficamente, el comportamiento, en el dominio de la frecuencia, del sistema en lazo cerrado. ¿Cuál sería el ancho de banda del sistema?
- (0,2 puntos) La metodología de diseño Model-Based Design aconseja realizar ciertos pasos/ensayos en todo el proceso de diseño e implementación de un sistema de control. Concretamente, ¿qué es lo que aporta el ensayo de prototipado rápido o "rapid control prototyping?"

2. **(1,2 punto)** Supóngase que la función de transferencia que relaciona la velocidad de un motor y la tensión de entrada que se le aplica es la siguiente:

$$G(s) = \frac{\omega(s)}{U(s)} = \frac{K}{Ts + 1},$$

siendo $K=498,25$ rpm/V, y $T = 53$ ms. Suponed que se os ha encomendado la tarea de diseñar y validar el controlador de velocidad a tu compañera/o de trabajo y a ti. **Tu tarea será construir el modelo de Simulink para validar el controlador mediante prototipado rápido (RCP).** Por otro lado, tu colega a diseñado el siguiente controlador PI digital, obteniendo la ecuación en diferencias que se muestra a continuación:

$$u_k = u_{k-1} + K_p \left(b + \frac{h}{2T_i} \right) \omega_{refk} + K_p \left(\frac{h}{2T_i} - b \right) \omega_{refk-1} - K_p \left(1 + \frac{h}{2T_i} \right) \omega_k + K_p \left(1 - \frac{h}{2T_i} \right) \omega_{k-1},$$

donde, $h = 1$ ms, $K_p = 0,059788$ V/rpm y $T_i = 6,673$ ms. En cuanto al parámetro b , éste se ajustará de manera que el cero que aporta el controlador de tipo PI afecte lo menos posible en la respuesta temporal del sistema en lazo cerrado.

Construid y configurar el modelo de Simulink para realizar una prueba RCP, teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:

- Realizad el cálculo de los coeficientes de la ecuación en diferencias en un nuevo *script* de Matlab, basándoos en los valores de los parámetros que se os han proporcionado.
- Construid el modelo en función de los parámetros definidos en el *script*.
- Aseguraos de que el paso de integración del modelo de Simulink coincida con el periodo de muestreo del controlador.
- La tarjeta de adquisición de datos que se espera utilizar es la NI PCI-6014 (si no tenéis opción de elegirla en Simulink, tranquilas/os). La señal de control se enviará a través del canal 2 (de *Simulink*) y la señal proporcionada por el sensor se leerá a través del canal 4 (de *Simulink*).
- La señal de control que se le aplica a la planta deberá estar entre ± 9 V. Asimismo, para construir el controlador digital emplead la señal de salida del limitador para evitar el efecto wind-up.
- Fijar un tiempo de simulación de 8 segundos y estableced como señal de referencia de velocidad un cambio escalonado que pase de 0 rpm a 2000 rpm en el segundo 3.
- Tu compañera/o de trabajo también se ha encargado de caracterizar el sensor, obteniendo la siguiente expresión:

$$velocidadDelMotor [rpm] = m_w \cdot VoltajeDelSensor[V],$$

siendo, $m_w = 444,4444$ rpm/V.

- A pesar de conseguir la expresión del punto precedente, tu colega no tiene muy claro la necesidad de caracterizar el sensor. Explicadle por qué es tan necesaria dicha caracterización en un ensayo de prototipado rápido (podéis responder en el *script* de Matlab).

Pasos a seguir para guardar y subir los ficheros generados:

1. Cread una carpeta con el nombre *Apellido1Apellido2Nombre*.
2. Guardad los ficheros que creéis en dicha carpeta.
3. Comprimid la carpeta y subidla a eGela (egela.ehu.eus): **Agregar entrega** (carpeta comprimida) y **guardar cambios**. El estado de la entrega deberá pasar a *Enviado para calificar*.
4. Eliminar todos los ficheros y carpetas creados.