

Deiturak/Apellidos: Izena/Nombre:

Berezitasuna/Especialidad: **Grado en Ing. El y Automática y Grado en Ing. Eléctrica**

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

Ikasturtea/Curso: **3** Taldea/Grupo: **01** N.A.N./D.N.I.: Data/Fecha: **10-12-2021**

— Examen Práctico (3 puntos) —

NOTA IMPORTANTE: Si, al ejecutar el M-file (Script) a desarrollar en el examen, se bloquean en algún punto, no se corregirá nada de lo programado a partir de dicho punto. Además, deben marcarse en forma de comentarios los inicios de cada uno de los apartados requeridos.

1. **(1,8 puntos)** La empresa en la que trabajas, VivaElControl, está a punto de cerrar un contrato con una importante empresa aeronáutica. Antes de cerrar la contratación, la empresa aeronáutica pone a prueba vuestra capacidad de responder a sus necesidades en cuanto a diseño de controladores. La aplicación concreta que se os propone es el control de cabeceo de un avión pequeño. La función de transferencia que relaciona el ángulo de cabeceo con la tensión aplicada al actuador de los alerones es la siguiente:

$$\frac{\theta(s)}{U(s)} = \frac{K_H}{s(s + p_1)}$$

donde $K_H = 11,4$ [rad/(V·s²)] y $p_1 = 1,4$.

La empresa desea conseguir, en lazo cerrado, un tiempo de establecimiento de 0,6 segundos y un sobreimpulso máximo de un 10%. Se pide crear un fichero M-file (Script), denominado **diseñCabeceo.m**, que realice automáticamente las siguientes acciones:

- a) **(0,5 puntos)** Implantar las ecuaciones de sintonía de un controlador PD. A la hora de la implementación, se debe prever que las especificaciones de comportamiento puedan admitir o no sobreimpulso en la respuesta temporal. Las ecuaciones de sintonía son las siguientes:

$$K_P = \frac{\omega_{nd}^2}{K_H}; T_d = \frac{2\xi_d\omega_{nd} - p_1}{K_H K_P},$$

- b) **(0,4 puntos)** Analizar, 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? ¿Cuál sería el ancho de banda del sistema?

En una reunión de proyecto, otra persona de tu empresa ha planteado un diseño alternativo. En este caso, el controlador que propone tiene la siguiente función de transferencia:

$$G_c(s) = -11,1560 \frac{s + 1,4}{s + 13,3333}$$

Dada la importancia del posible contrato con la empresa aeronáutica has decidido validar este diseño alternativo en tu mismo Script.

- c) **(0,3 puntos)** A partir de la función de transferencia de cabeceo y el controlador alternativo propuesto, analizar (con un único comando de Matlab o sin ni siquiera ninguno), la estabilidad/inestabilidad de la solución. **Justificar debidamente la respuesta.**

- d) (0,3 puntos) En este mismo escenario, comprobar si la ganancia del controlador ($K_c = -11,1560$) es adecuada para lograr los polos deseados en lazo cerrado y decidir si es preciso modificarla o no para lograrlos efectivamente.
- e) (0,3 puntos) Una vez asegurado el diseño alternativo, representar la respuesta frecuencial del sistema en lazo cerrado, así como su respuesta temporal ante una entrada escalón unitario.

2. (1,2 puntos) Con el fin de validar el comportamiento del controlador diseñado en el apartado a) del ejercicio anterior, éste se ha digitalizado mediante el método de *Tustin*, obteniéndose la siguiente ecuación en diferencias:

$$u_k = -u_{k-1} + K_p \left(1 + \frac{2\beta T_d}{h}\right) \theta_{ref_k} + K_p \left(1 - \frac{2\beta T_d}{h}\right) \theta_{ref_{k-1}} - K_p \left(1 + \frac{2T_d}{h}\right) \theta_k - K_p \left(1 - \frac{2T_d}{h}\right) \theta_{k-1}$$

Construir y configurar un modelo en Simulink, denominado **validaCabeceo.slx**, para la validación por simulación del sistema de control, teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:

- Previamente, a continuación del Script del ejercicio anterior:
 - Obtener el periodo de muestreo en función de las especificaciones de comportamiento.
 - Reflejar los coeficientes de la ecuación en diferencias.
 - Considerar que $\beta = 0$.
- La señal de control que se le aplica a la planta deberá estar limitada al intervalo ± 10 V.
- Configurar el solver con un método de paso variable, que como máximo sea de 10 msec.
- Determinar las referencias al sistema de control y el tiempo de simulación en base a la siguiente tabla:

TABLA 1. REFERENCIAS ANGULARES

Intervalos [s]	0-2	2-4	4-6	6-8
θ_{ref} [rad]	$\pi/4$	$\pi/2$	0	$-\pi/4$

- Presentar en una gráfica la referencia de ángulo, así como la respuesta del sistema de control. De la misma manera, presentar en otra gráfica la señal de control obtenida por el controlador y la obtenida tras el limitador.
- Vista la señal de control, **razonar** si se cumplirán las especificaciones exigidas al comportamiento del ángulo de cabeceo.

Instrucciones para salvar los ficheros y subirlos a eGela

1. Crear en el PC una carpeta con el nombre **Apellido1Apellido2Nombre**
2. Guardar los archivos en esa carpeta
3. Una vez finalizado el examen práctico, comprimir la carpeta y entregar (subir) el archivo **Apellido1Apellido2Nombre.zip** a eGela. Una vez guardado el entregable en eGela pasará a estado en calificación.
4. Borrar la carpeta creada en el PC