Actividad Práctica Nº2: Diseño de controladores en variables de estado en tiempo continuo

Se debe redactar un informe que debe realizarse de manera individual por cada estudiante. Dicho informe debe contener:

1- todos los resultados correctos de las consignas dadas.

2- un resumen de las lecciones aprendidas, relacionadas a los Indicadores de logro de la competencia en la que cada estudiante se está formando, descritas en https://fcefyn.aulavirtual.unc.edu.ar/course/view.php?id=408#section-12.

3- detalles de problemas que aparecieron, las fuentes de datos, enlaces etc., repositorios GitHub generando así Recomendaciones finales o Conclusiones parciales de la actividad.

Una vez finalizado, titular el archivo del informe del modo Apellido_Nombre_TPN2.pdf y subir un único archivo en la solapa correspondiente con los ejercicios resueltos.

Calificación del avalúo: Para que la actividad Nº2 esté completa, deben resolverse correctamente todos los ítems propuestos. Si alguno de los ítems falta, la actividad no será considerada como realizada.

Caso de estudio 1. Sistema de tres variables de estado

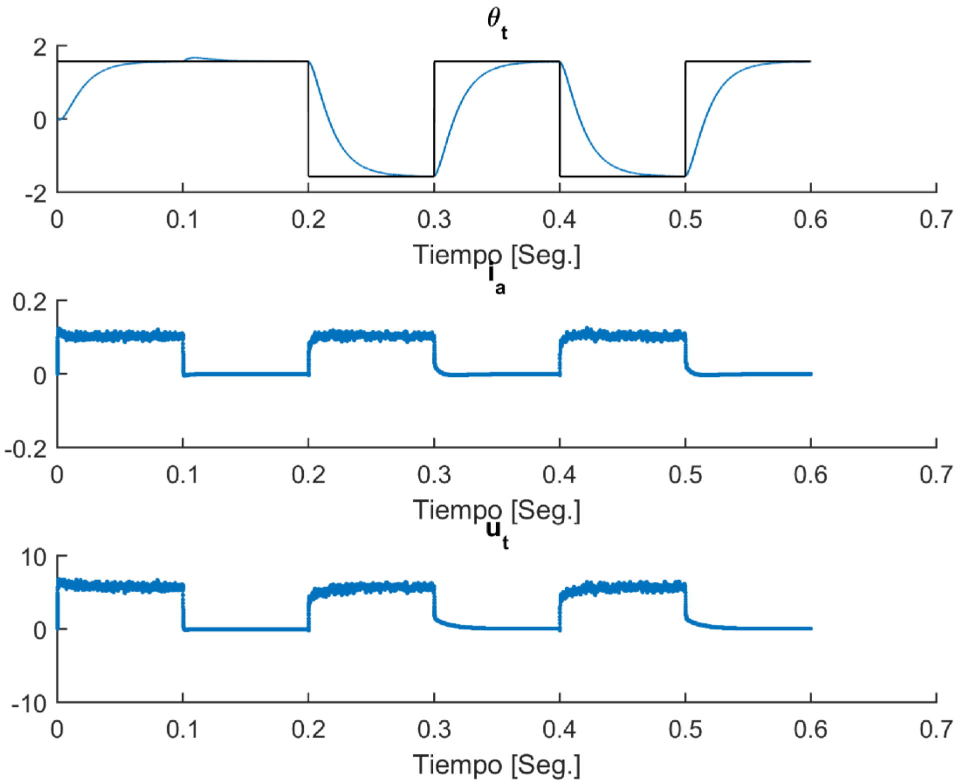

Fig. 1. Evolución del ángulo cuando el controlador en variables de estado tiene perturbaciones en su operación.

Dadas las ecuaciones del motor de corriente continua con torque de carga T_L no nulo, con los parámetros L_{AA}=5 10^{-3}; J=0.004; R_A=0.2; B=0.005; K_i=6,5 10^{-5}; K_m=0.055:

$$\frac{di_a}{dt} = -\frac{R_A}{L_{AA}} i_a - \frac{K_m}{L_{AA}} \omega_r + \frac{1}{L_{AA}} v_a \tag{1}$$

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{K_i}{J} i_a - \frac{B_m}{J} \omega_r - \frac{1}{J} T_L \tag{2}$$

$$\frac{d\theta_t}{dt} = \omega_r . \tag{3}$$

Ítem [1] Implementar un sistema en variables de estado que controle el ángulo del motor, para consignas de $\pi/2$ y $-\pi/2$ cambiando cada 2 segundos y que el T_L de 1,15 10^{-3} aparece sólo para $\pi/2$, para $-\pi/2$ es nulo. Hallar el valor de integración Euler adecuado. El objetivo es mejorar la dinámica del controlador que muestra la Fig. 1.

Ítem [2] Considerar que no puede medirse la corriente y sólo pueda medirse el ángulo, por lo que debe implementarse un observador. Obtener la simulación en las mismas condiciones que en el punto anterior, y superponer las gráficas para comparar.

Caso de estudio 2. Sistema no lineal de cuatro variables de estado

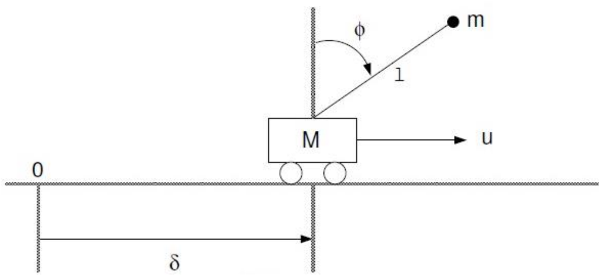

Fig. 2. Sistemas para modelar, extraído de [1].

Para el caso del esquema del péndulo invertido de la Fig. 2 donde el modelo es,

$$\begin{cases} (M+m)\ddot{\delta} + ml\ddot{\phi}\cos\phi - ml\dot{\phi}^2 \operatorname{sen}\phi + F\dot{\delta} = u \\ l\ddot{\phi} - g\operatorname{sen}\phi + \ddot{\delta}\cos\phi = 0 \end{cases} \tag{4}$$

Con las variables de estado $x = \begin{bmatrix}\delta & \dot{\delta} & \phi & \dot{\phi}\end{bmatrix}^T$, y los valores de los coeficientes de m=0,1; F=0,1; l=1,6; g=9,8; M=1,5. Determinar Δt y el tiempo de simulación adecuados.

Ítem [3] Calcular un controlador que haga evolucionar al péndulo en el equilibrio inestable, partiendo de una condición inicial nula en el desplazamiento y termine en -10 metros manteniendo la vertical. Determinar el ángulo máximo que puede alejarse de la vertical en t=0 para que el sistema cumpla el objetivo de control.

Ítem [4] Incorporar un observador para el caso en que sólo puedan medirse el desplazamiento δ y el ángulo ϕ, repetir las simulaciones para las condiciones anteriores y graficar los resultados en gráficas superpuestas.

Ítem [5] Calcular un controlador que haga evolucionar al péndulo en el equilibrio estable, partiendo de una condición inicial nula en el desplazamiento y el ángulo en π que termine en 2 metros evitando las oscilaciones de la masa *m*, considerando que es una grúa. Una vez que δ=2 modificar a *m* a un valor 10 veces mayor y volver al origen evitando oscilaciones.

Ítem [6] Incorporar un observador para el caso en que sólo puedan medirse el desplazamiento δ y el ángulo ϕ, repetir las simulaciones para las condiciones anteriores y graficar los resultados en gráficas superpuestas para el equilibrio estable.

[1] Sontag. Mathematical control theory 1998. Pag 104. http://www.sontaglab.org.