Taller 3

Descripción de la actividad. Esta actividad permitirá a los estudiantes profundizar su comprensión en control y optimización. El taller puede ser desarrollado por máximo tres estudiantes. Debe ser sometido en la plataforma en un archivo .ZIP que incluya un PDF con el desarrollo de cada punto y los códigos de cada punto.

1. Considere un modelo simple en espacio de estado de un robot manipulador con las siguientes dinámicas

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 \\ 9{,}8 \sin x_1 - x_2 + u \end{bmatrix} \tag{1}$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \tag{2}$$

El modelo linealizado alrededor de $x = 0$, $u = 0$ tiene la forma

$$\frac{d}{dt}\Delta x = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 9{,}8 & -1 \end{bmatrix} \Delta x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \Delta u, \tag{3}$$

$$\Delta y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \Delta x. \tag{4}$$

- Usando MATLAB u otro lenguaje compruebe que las trayectorias de estado del sistema no lineal sin control, $u = 0$, coinciden con la Figura 1 para las condiciones iniciales $x_1(0) = 1$ y $x_2(0) = 0$.
- Encontrar una ley de control óptima por realimentación de estados $u = -kx$ que minimice J dada por

$$J = \int_0^\infty \left(y^2 + u^2\right) dt. \tag{5}$$

es decir con los siguientes pesos en la función de costo

$$Q = c^T c = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad R = [1]. \tag{6}$$

- Simular el sistema en lazo cerrado con la ley de control previamente encontrada para las condiciones iniciales $x_1(0) = 1$ y $x_2(0) = 0$ y para 10 segundos.

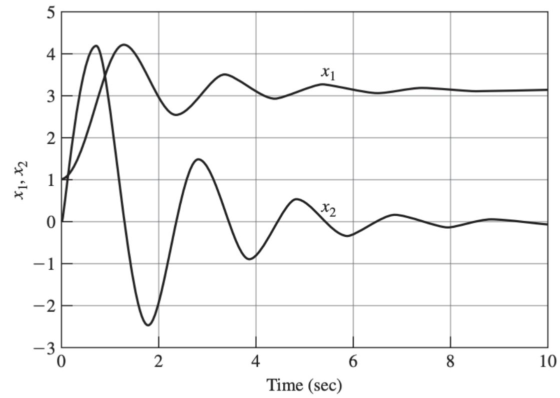

Figura 1: Trayectorias sin control.

- Graficar los siguientes planos de fase (i.e., x_1 vs x_2) con cada eje que vaya desde -10 a 10 (i.e., un cuadrado 10×10). Un plano de fase del sistema linealizado sin control. Un plano de fase del sistema no lineal sin control. Un plano de fase del sistema linealizado en lazo cerrado. Un plano de fase del sistema no lineal en lazo cerrado.

2. Resolver el siguiente problema de optimización convexo usando un algoritmo de primal-dual saddle-point en tiempo continuó. Compare el resultado usando KKT algebraicamente y el comando fmincon.

$$\begin{array}{ll} \text{minimizar} & \frac{1}{2}x^\top \begin{bmatrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} -8 \\ -3 \\ -3 \end{bmatrix}^\top x \\ \text{sujeto a} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} x = 1. \end{array}$$

3. Realizar la optimización para las funciones de prueba 2D: PEAKS, Himmelblaus, Rastigin, Circles, Rosenbrock y Shaffer. Averiguar como usar el comando particleswarm de MATLAB y comparar con el comando ga. La comparación de resultados puede ser en términos de que tan cerca están del óptimo global (consultar valor teórico) y número de iteraciones.