

Estimación Parámetros de un controlador PI con planta real

Los estudiantes deben realizar un notebook donde se van tomando datos de un sistema real y se va buscando el conjunto de parametros que optimiza el desempeño de un sistema real. Para este proposito se hace uso de la optimizacion Bayesiana.

Descripción

Se requiere estimar los parámetros de un sistema de control PI. La función objetivo consistirá en evaluar el desempeño de un conjunto de parámetros proporcional (K_p) e integral (K_i), en el control de un sistema basado en dos resistores. Las ecuaciones diferenciales que describen el sistema se encuentran detalladas en la pagina <https://apmonitor.com/pdc/index.php/Main/ArduinoModeling2>. Estas ecuaciones diferenciales nos sirven para acceder a una descripción matemática del sistema físico. El controlador se puede definir como se muestra en la figura 1.

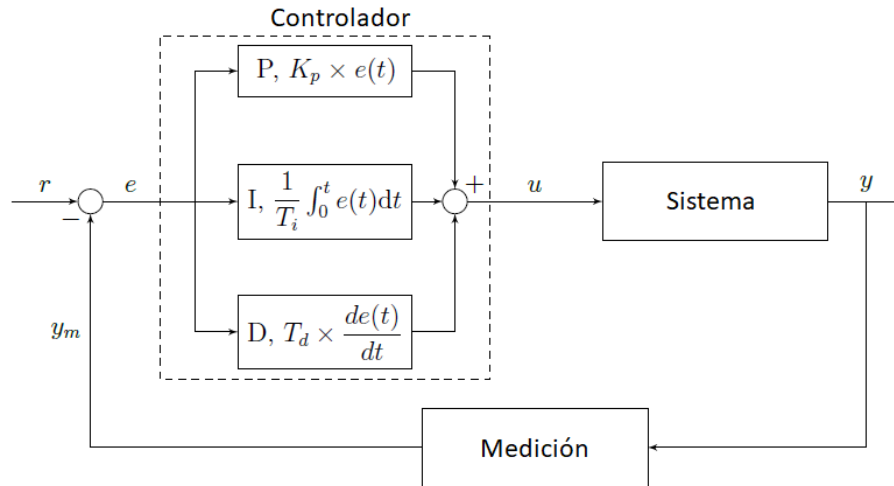


Figura 1: Esquema general de un controlador PID.

Matematicamente, la señal de control se calcula

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{1}{K_i} \int_0^t e(t) dt,$$

donde $e(t)$ es el error el cual significa la diferencia entre la referencia $r(t)$ y la salida $y(t)$. En la literatura existe diferentes esquemas para evaluar el desempeño de los controladores y así poder sintonizar o seleccionar las constantes del controlador PID. Se adopta como función objetivo una medida de desempeño para controladores conocida como la integral del error cuadrático multiplicado por el tiempo (ITSE), la cual se define

$$ITSE = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} t[n](e[n])^2,$$

donde $t[n]$ es el tiempo en el instante n . El ITSE depende directamente de los parámetros del controlador PI empleados.

Para el algoritmo de optimización adoptaremos la optimización Bayesiana, la cual consiste en a partir de puntos conocidos se construye una función sustituta de la función objetivo.

Procedimiento

1. Analizar la pagina para la conexión de la planta <https://apmonitor.com/pdc/index.php/Main/ArduinoSetup> y el notebook propuesto por APMonitor https://github.com/APMonitor/arduino/blob/master/4_PID_Control/Python/test_PID.py.
2. Determinar el tiempo de estabilización de la planta ante la respuesta al escalón, ambos termistores al 100 %. Adicionalmente, determinar el tiempo que le toma a la planta volver al reposo cuando se desactivan ambos termistores al 0 %.
3. Proponer cuales son los rangos de los valores de los parámetros del controlador PI.
4. Programar como se tomaran los datos de la planta (tiempo de ejecución) y la medida de desempeño propuesta (ITSE).
5. Generar 10 puntos aleatorios para los parámetros del controlador PI, y obtener la evaluación de la función objetivo. Se deben aplicar cada set de parámetros y obtener la medida del ITSE en cada uno de los 10 conjuntos. Al finalizar cada conjunto se debe dejar reposar la planta hasta que vuelva a su estado de temperatura inicial.
6. Seleccionar y evaluar un conjunto de parámetros candidato por medio de la optimización Bayesiana. Emplear la función de adquisición *Negative Probability of Improvement* (PI).
7. Incluir el punto candidato anterior al conjunto de datos y generar un nuevo punto candidato. Realizar esta operación al menos 10 veces, o hasta que converja el proceso de optimización.
8. Analizar los resultados y realizar conclusiones.

Entregas

1. La primera entrega sera el 28 de Mayo. Comprende la realización de los puntos 1 al 3.
2. La segundo entrega sera el 30 de Mayo. Comprende la realización de los puntos 4 y 5.
3. La entrega final en la ultima semana de clases. Comprende la realización de los puntos 4 en adelante.

Referencias

APMonitor site. https://apmonitor.com/do/uploads/Main/Lab_B_MIMO_Model.pdf.

EERO HEINÄNEN, A Method for Automatic Tuning of PID Controller following Luus-Jaakola Optimization. Master thesis, 2018.