



Laboratorio de Control de Procesos Industriales

Práctica 1

Controlador PID con anti-windup

INTRODUCCIÓN

REGULADORES PID

La idea básica del controlador PID es simple y similar a la toma de decisión del ser humano basada en el conocimiento del pasado, presente y predecir el futuro. El controlador PID hace lo mismo para el control automático. Da tres partes para la señal de control:

- Una parte proporcional a la ocurrencia de error (acción de control dada por la información del presente).
- Una parte proporcional a la integral de error pasado (acción de control dada por toda la información pasada).
- Una parte proporcional a la derivada del error (acción de control dada la dirección de cambios en el futuro).

Matemáticamente, lo anteriormente expresado se puede escribir como;

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + k_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Donde k_p es conocida como la ganancia proporcional, k_i es la ganancia integral y k_d es la ganancia de derivada. El primer término en la Ecuación (1) es el bloque proporcional del controlador, el segundo término es el bloque integral y el tercero es el bloque de derivada.

Aunque muchos de los aspectos de un sistema de control se pueden entender a partir de la teoría de control lineal, algunos efectos no lineales deben ser tomados en cuenta a la hora de implementar un controlador como por ejemplo:

- Un motor tiene limitada su velocidad,
- Una válvula tiene límites máximo y mínimo de apertura.
- Una fuente de alimentación de energía de un dispositivo eléctrico es finita, etc.

Para un sistema de control con un amplio rango de condiciones de operación, puede suceder que la variable de control alcance los límites prefijados del actuador. Cuando esto pasa, el bucle realimentado permanece en su límite independientemente de la salida del proceso. Si se usa un controlador con acción integral, el error continuará siendo integrado, incrementando aún

más su valor. Esto significa que el término integral puede volverse muy grande y producirse el efecto llamado “windup”.

Para evitar que ocurra este fenómeno hay dos formas:

1. Introducir limitadores en las variaciones de la referencia tal que la salida del controlador nunca alcance los límites del actuador.

Esto, a menudo, produce límites en el funcionamiento del controlador y no evita el windup causado por las perturbaciones.

2. Otra forma es el re-cálculo de la integral: cuando la salida se satura, la integral es recalculada tal que su nuevo valor proporciona una salida en el límite de la saturación.

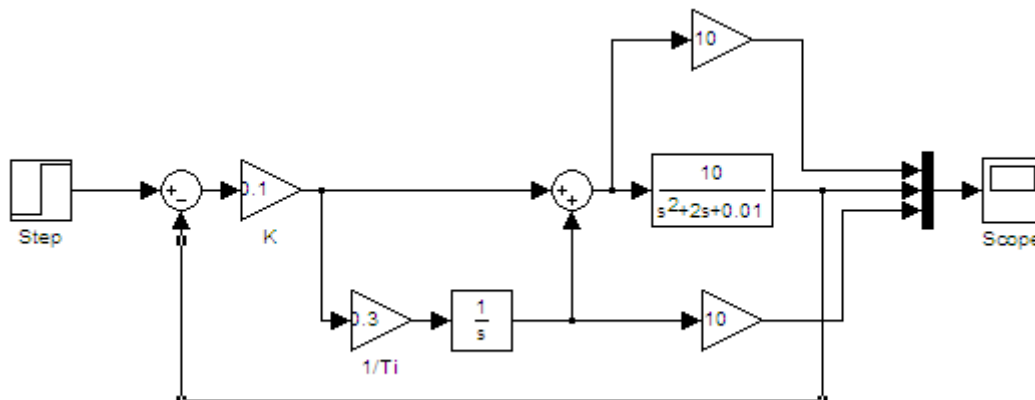
Este último caso va a ser objeto de esta práctica.

OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

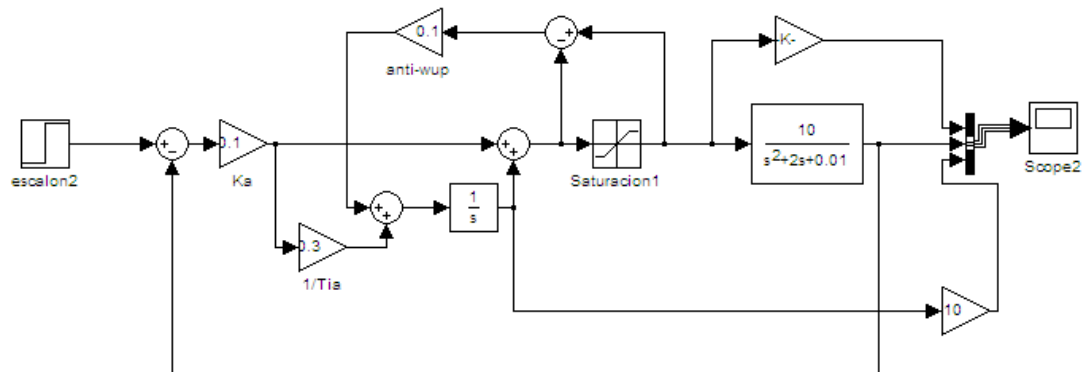
1. Implementar en Matlab Simulink el modelo de una planta cualquiera junto con su regulador PID.
2. Valorar los efectos producidos por el regulador en la señal de salida de la planta para el caso lineal y no lineal.
3. Valorar los efectos producidos en la señal de salida cuando el PID incorpora la parte antiwindup.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Dado el siguiente diagrama de bloques, se pide implementarlo en Simulink y obtener conclusiones sobre el efecto del regulador PID en la señal de salida de la planta.



2. Empleando el modelo anterior, agregue un bloque de saturación en la entrada de la planta de 0.005 y -0.005. Compare los efectos con el caso anterior y obtenga conclusiones.
3. Agregue la parte antiwindup al modelo anterior tal como se muestra en el siguiente diagrama de bloques. Obtenga conclusiones.



4. Repetir de 1 a 3 para la siguiente planta:

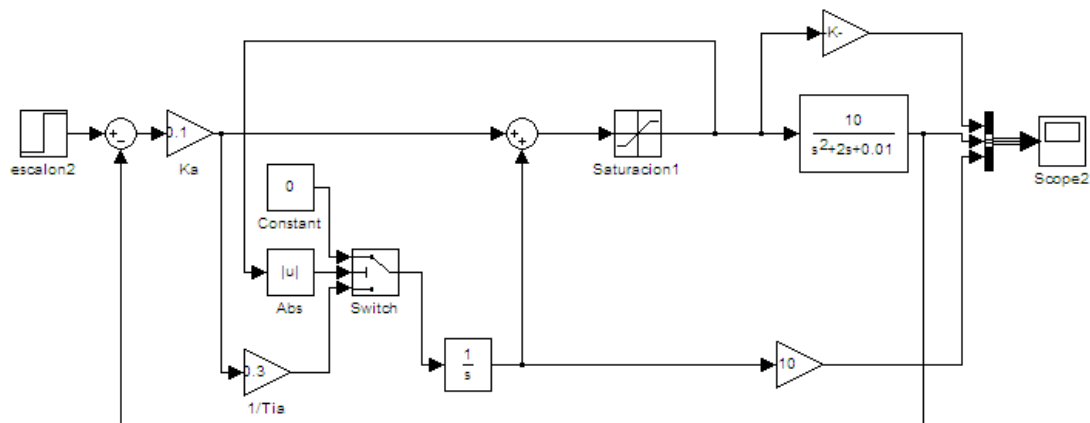
$$G(s) = \frac{2000}{(s+1)(s+2)}$$

INTEGRACIÓN CONDICIONAL

La integración condicional es una alternativa de control al método anterior. En este método la integración se conmuta a off, cuando el control está muy lejos del estado estacionario.

De esta manera, la acción integral sólo es usada cuando se satisfacen ciertas condiciones; de otra manera, el término integral se mantiene constante. El método también es llamado "*Amarre del Integrador*".

5. Dado el siguiente diagrama de bloques se pide implementarlo en Simulink. Compare los resultados con los obtenidos con el método del re-cálculo de la integral en el ejercicio 3

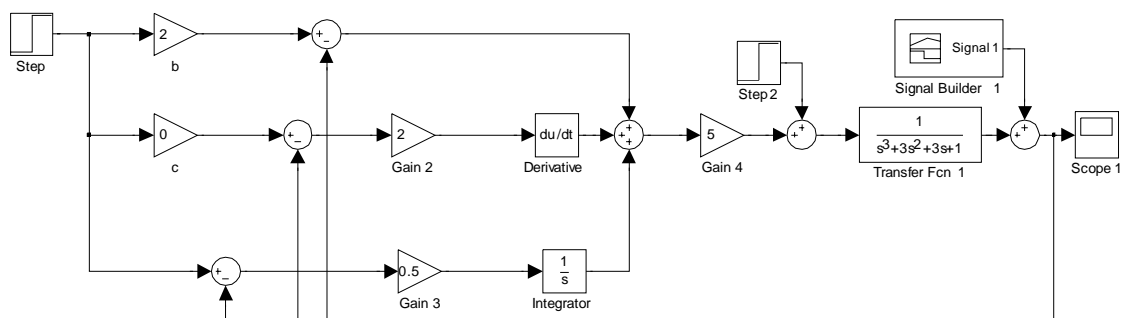


IMPLEMENTACIÓN DE UN PID INDUSTRIAL

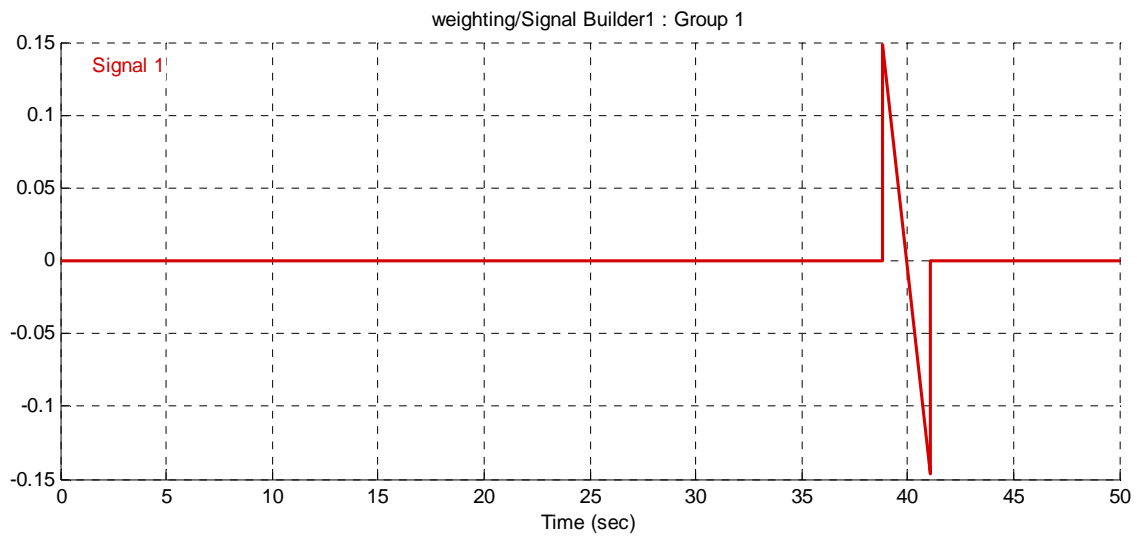
En la implementación de reguladores o compensadores PID en los procesos industriales, es habitual efectuar ciertas modificaciones con el fin de obtener una mejora en el desempeño general del sistema.

Una de estas modificaciones se efectúa sobre el modelo base y consiste en desacoplar la acción derivativa de la señal de error dejándola afectada solamente por la señal de salida del procesos. Con esto se logra atenuar las sobreoscilaciones indeseadas en la respuesta transitoria ante cambios bruscos en la referencia. Sin embargo, esta situación no se da en proceso reales debido a la existencia de elevadas inercias.

1. El objetivo es comprobar el funcionamiento de un regulador PID con setpoint weighting estudiando la evolución de la salida del sistema ante una entrada escalón y perturbaciones de salida. Implementar el siguiente modelo en Simulink.



2. Obtener las respuesta del sistema cuando la entrada es un escalón unitario. Además la planta tiene una entrada de perturbación tipo escalón unitario negativo en $t=25$ seg. y un espúreo en la salida de la forma :



3. Repetir las simulaciones variando los valores de **b** y **c** según la siguiente tabla. Extraer conclusiones.

| | | | | | | |
|----------|---|---|-----|---|---|---|
| b | 0 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | 2 |
| c | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |

NOTAS SOBRE ESTA PRACTICA

A diferencia del esquema que se seguirá en las dos prácticas siguientes, los resultados experimentales obtenidos en esta práctica así como las valoraciones de los resultados deberán entregarse al principio de la práctica 2 para poder aprobar el laboratorio de la asignatura.