

CURSO DE DOCTORADO: CONTROLADORES PID

- Modelado de sistemas dinámicos (Seminario I, Ignacio)
- Controladores industriales y ajuste empírico (Seminario II, Fernando)
- Ajuste de los parámetros de control en el dominio frecuencial (Seminario II, Fernando)
- Ajuste de los parámetros de control en el dominio temporal (Seminario III, Ignacio)
- Autosintonía. Aspectos generales (Seminario IV, Ignacio)
- Autosintonía. Caso práctico (Seminario IV, Fernando)

Material didáctico:

1. Identificación no Paramétrica (primer seminario)
2. Controladores PID: fundamentos y sintonía (segundo seminario)
3. Ajuste de controladores en el dominio de la frecuencia (segundo seminario)
4. Ajuste de controladores en el dominio temporal (tercer seminario)
5. Autosintonía (cuarto seminario)

--- Alcance del curso

En cualquier problema elemental de control siempre se dispone de una variable medida que debe seguir a un punto de consigna con el mínimo error posible a pesar de las perturbaciones que actúan sobre el proceso. Para conseguirlo se tiene acceso a una señal de control que permite modificar el valor de la variable medida. El problema de control así planteado se resuelve en los controladores con la ayuda del principio de realimentación. Este principio fundamental consiste en comparar la variable de proceso con el punto de consigna y en utilizar esta comparación como mecanismo básico para obtener el valor de la señal de control. Los controladores PID son los más representativos de este tipo de controladores y a ellos está especialmente dedicado este curso. Se analizarán sus características básicas y las técnicas que dan título al curso; la sintonía (ajuste de los parámetros del controlador) y la autosintonía. Sin olvidar los aspectos más importantes a la hora de ponerlas en práctica a través de los reguladores industriales o de los paquetes informáticos.

---- Tema 1 --- El controlador PID (disponible en PDF)

En los últimos veinticinco años se han producido grandes avances en la teoría del control automático, en la electrónica y en la informática que han facilitado la utilización en aplicaciones reales de complejos algoritmos de control. Sin embargo, en regulación de procesos industriales, el controlador PID sigue siendo con mucho el más utilizado. Las razones, por las que los modernos algoritmos de control no han conseguido desplazar al PID, hay que buscarlas no sólo en sus dos grandes ventajas (la robustez y las intuitivas relaciones entre sus parámetros y la respuesta del sistema) sino también en que, dada su flexibilidad, el control PID se ha podido beneficiar de todos esos avances tecnológicos. En este tema se presentan, a modo de repaso, los fundamentos de los controladores PID, las funciones de las tres acciones de control y, lo que es más importante, cuándo y cómo utilizarlas.

---- Tema 2 ---- Aspectos prácticos del controlador PID (disponible en PDF)

Siempre que se va a aplicar un controlador PID a un proceso industrial, bien porque éste controlador sea parte de un regulador industrial monolazo, de un sistema de control distribuido, o porque se haya programado expresamente hay que tener en cuenta ciertas consideraciones prácticas. En este tema se revisan de manera sucinta algunas de las consideraciones, mientras que las de mayor relevancia se analizan con más detalle.

En el contexto del curso sólo se verán las que influyen a la hora de sintonizar el controlador, como son: el algoritmo, la estructura de control, y su discretización.

---- Tema 3 --- Ajuste empírico (disponible en PDF)

La sintonía (ajuste de los parámetros del controlador) es necesaria la primera vez que se pone en marcha una instalación o cuando se detectan cambios sustanciales de comportamiento en el proceso controlado. Hay varias formas de abordar esta tarea, pero lo habitual es hacerlo de forma empírica, combinando técnicas de estimación y fórmulas de sintonía.

En este tema se describen dos técnicas simples de estimación (en lazo abierto y en lazo cerrado) y las fórmulas de sintonías más interesantes para los procesos industriales (con las de Ziegler y Nichols a la cabeza), se comentan las ventajas y desventajas de cada una de ellas, y se dan algunas recomendaciones para su uso.

--- Tema 4 --- Métodos de autosintonía (disponible en PDF)

En este tema se comentan las diferencias entre las distintas estrategias de control que se utilizan en los reguladores industriales, con especial atención a la Autosintonía y a la Sintonía Automática. Se describen a continuación un método concreto de Autosintonía que se basa en el análisis de la respuesta transitoria y un método concreto de Sintonía Automática que se basa en la estimación con el relé, con comentarios a las propuestas de varios autores y a los aspectos de operación de ambos métodos. También se dan algunas recomendaciones para el uso de este tipo de reguladores industriales y se comenta brevemente la existencia de paquetes informáticos con muchas más prestaciones y la posibilidad de conectarse a reguladores industriales de distintos fabricantes.

---- Tema 5 --- Ampliación de las técnicas de estimación (aún no disponible en PDF)

En el tema 3 se describe una técnica de estimación que, a pesar de su bondad y simplicidad, sólo es aplicable a procesos continuos con respuesta temporal en lazo abierto monótona creciente. En este tema se estudian técnicas similares, dentro de lo que hemos dado en llamar métodos gráficos, y otra técnica algo más compleja, el método de los momentos, pero capaces de contemplar otros tipos de respuestas. Estas técnicas de estimación son el complemento perfecto a aquellas fórmulas de sintonía cuyo punto de partida no son los parámetros del modelo de primer orden con retardo puro. No obstante, sólo son aplicables si se dispone de la respuesta del proceso a una entrada escalón. Para salvar esta dificultad se presentan en el tema un conjunto de técnicas que permiten reconstruir (en definitiva, estimar) la respuesta del proceso a un escalón unitario a partir de su respuesta a un pulso, a una rampa saturada o a una entrada arbitraria. Dichas técnicas son bien conocidas en aquellos controladores predictivos que utilizan como modelo del proceso los coeficientes de la respuesta escalón o de la respuesta impulsiva del proceso.

---- Tema 6 --- Ajuste analítico (aún no disponible en PDF)

Las fórmulas de sintonía son el procedimiento más cómodo y en muchos casos el más recomendable para ajustar los parámetros del controlador PID. Entre otras cosas porque recogen la gran experiencia de los autores que las propusieron. Sin embargo también existen muchos otros procedimientos de diseño, analíticos casi todos ellos, que se pueden particularizar al caso de controladores PID. Con la ventaja de que el usuario dispone de algún grado adicional de libertad. En este tema se describen dos tipos de diseño, el primero para ajustar controladores mediante especificaciones en el dominio de la frecuencia y el segundo para especificaciones en el dominio temporal.

---- Tema 7 --- Ejemplos, o mejor repartidos por los temas (aún no disponible en PDF)

Este tema es una recopilación de varios ejemplos de aplicación de los conceptos y técnicas descritas en los temas anteriores.

--- Bibliografía (disponible en PDF)

Seminarios

- 1.- Fundamentos y sintonía
- 2.- Métodos de autosintonía y experiencias del Departamento
- 3.- Ampliación de las técnicas de estimación
- 4.- Ajuste analítico