

Motivación: problemas y etapas en el diseño del control de sistemas complejos

Antonio Sala
Universitat Politècnica de Valencia

Notas sobre Control de Sistemas Complejos

Presentación en vídeo: <http://personales.upv.es/asala/YT/V/cscmot.html>

<http://personales.upv.es/asala/YT/V/csceta.html>

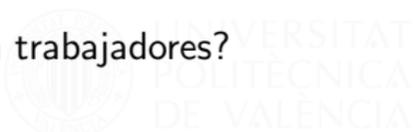
Motivación

- En los “exámenes” de asignaturas teóricas de control, se proporciona un modelo $y(s) = G(s)u(s) + H(s)d(s)$ y se pide hacer “fórmulas” para que $y \approx r$.
- En la “vida real”, el que contrata a un “ingeniero de control” (o “ingeniero de procesos”) quiere “ganar dinero” (asegurar calidad, eficiencia, volumen de producción, fiabilidad de planta)...
- Hay MUCHAS preguntas a hacerse antes de poner Matlab a calcular con $G(s)$ y $H(s)$...
 - ¡Quizás el dinero esté en esas cuestiones previas, y no en ver si la sobreoscilación es del 3% o del 5%! ¿Para qué sirve “el control” en el esquema general de las cosas?

Motivación (II)

Si el objetivo de un proceso es producir 5 l/m de gel de baño con ciertas tolerancias de composición (referencias primarias)...

- ¿Por qué necesito controlar “la temperatura del tanque 4”?
- ¿Por qué no está mejor aislado térmicamente dicho tanque?
- ¿Por qué su punto de operación ha de ser 35 °C y no 50°C?
- ¿Por qué uso una válvula de vapor de 5 l/m para controlarla en vez de una resistencia de 4 Kw? ¿Por qué no de 2 l/m?
- ¿Por qué tengo que poner un sensor de caudal de vapor?
- ¿Por qué el modelo es $G(s) = 1/(s + 1)$ en vez de un modelo en elementos finitos/ derivadas parciales (Navier-Stokes, tablas termodinámicas)?
- ¿Por qué diseñar un controlador “por realimentación del estado” en vez de “PID”? ¿Por qué no simplemente “P”?
- ¿Cómo funcionará el control si se suelta el “cable 5”? ¿Morirán trabajadores?
¿Necesito lógica de supervisión/alarmas/gestión de fallos?



Control sistemas complejos: problema a resolver

Etapas -1: Proyecto de la instalación. [ingenieros de control **deberían participar**]

Etapas 0: Estrategia, planificación de producción. [esto no lo hacen ingenieros de control]

Etapas 1: Optimización: selección punto de operación (de “todo el proceso”).

Etapas 2: Selección de:

- 1 Variables a controlar z
- 2 Actuadores u

Etapas 3:

- 1 Seleccionar objetivos de control (**estáticos** e_{pos} , **dinámicos** tiempo/frecuencia)
- 2 Seleccionar sensores y que permitan conocer el “estado” del proceso (y perturbaciones) con suficiente precisión para conseguir esos objetivos.

Etapas 4: Por último, diseñar control $u(s) = K(s)y(s)$ (que tenga en cuenta posibles errores de modelado significativo –**control robusto**–).

¿Qué pintamos los de “control”?

Un buen “ingeniero de control de procesos industriales” debe conocer no sólo **teoría** (Laplace, Bode, Álgebra lineal, Estadística) e **implementación** (instrumentación electrónica, Matlab, SCADA, C++, Grafset), sino también **tecnologías específicas** (válvulas, inversores, vapor, fluidos, mecanismos, ...).

- Las ideas de “control” deben formar parte del trabajo de “proyecto” del proceso.
 - dimensionar: ¿Qué potencia es necesaria para calentar “en 2 horas”? ¿Dónde situar actuadores para minimizar interferencia (acoplamiento)?
 - ¿Dónde y qué instrumentación llevará el proceso?
 - Modelado y simulación antes de construir
 - Identificación experimental en prototipos, análisis estadístico de resultados experimentales.

Conclusiones

- Decir que “la ganancia del regulador es $K_p = 7.1$ ” sólo es la solución a problemas “de examen de control”.
- Los problemas de “ingeniería de procesos” requieren, antes de eso:
 - considerar por qué se controla/mide algo,
 - qué tecnología de actuación es mejor en términos prestaciones vs. precio,
 - qué tecnología de sensores es la más adecuada,
 - qué complejidad y precisión del modelo es necesaria
 - Qué tecnología de implementación/comunicaciones se usará (PLC, SCADA, remoto, PC industrial)...
 - Qué pasará cuando las cosas fallen
- Sin una “buena” solución a esos problemas de ingeniería, un “buen” controlador **no** ayudará a **mejorar calidad/rendimiento/volumen de producción**. Con una “muy buena” solución a ellos, a veces no hace falta pensar mucho en el control, y da igual $K_p = 7.1$ o $K_p = 12.1$; se deja como viene de fábrica.