IQ57A: Dinámica y control de procesos
Capítulo 1: Motivación

J. Cristian Salgado - jsalgado@ing.uchile.cl

Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, Universidad de Chile

August 4, 2008

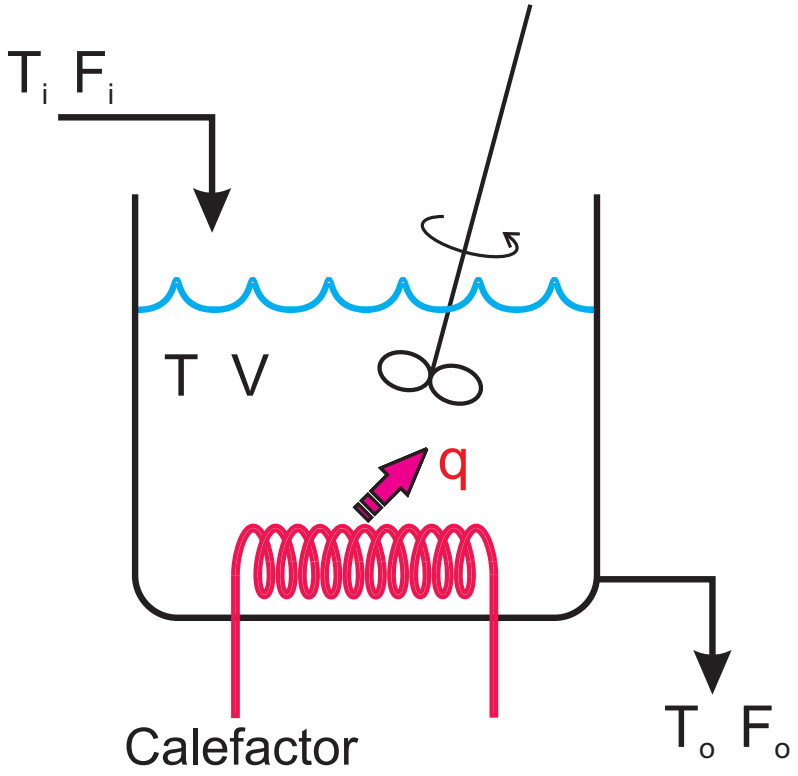
Objetivos

Al final de esta clase usted será capaz de

- Entender la importancia de la modelación dinámica de un proceso.
- Conocer algunos mecanismos y conceptos de control clásico.
- Acoplar un controlador simple a un modelo dinámico de un proceso.
- Conocer el efecto de un controlador simple en la dinámica de un proceso sujeto a perturbaciones.
- Entender porque los procesos deben ser controlados.

Descripción del problema

Considere el siguiente reactor calefaccionado



Objetivo

Mantener la temperatura de salida igual a una cierta temperatura T_{sp} escogida arbitrariamente. El valor de esa temperatura lo llamaremos setpoint.

Estrategia

Estudiar un balance de energía del proceso.

Suposiciones

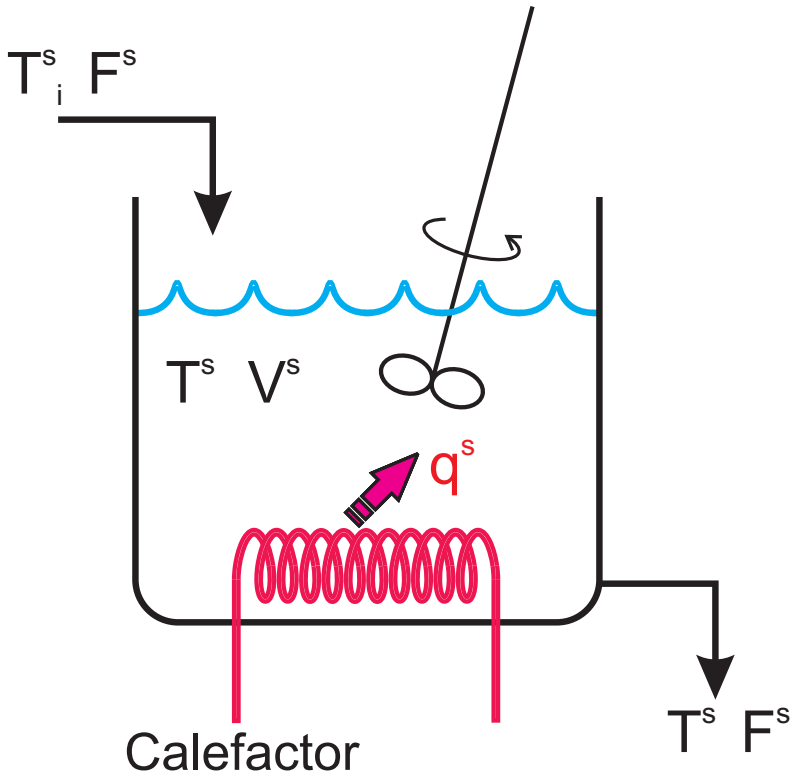
Algunas suposiciones:

1. Líquido de entrada a temperatura T_i
2. Flujos volumétricos constantes e iguales en la entrada y salida $F_i = F_o = F$.
3. Mezclado Perfecto en el reactor:CSTR
4. Calor específico (Cp) y densidad del líquido (ρ) independientes de la temperatura.

Diseño en estado estacionario

Hipótesis de estado estacionario

Las variables del proceso se consideran independientes del tiempo.

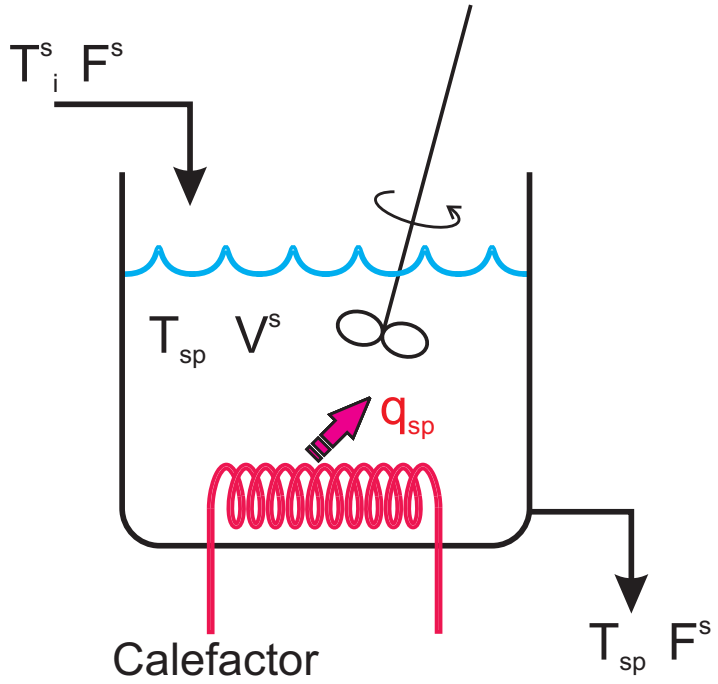


Balance de energía

$$q^s = \rho \cdot F^s \cdot Cp \cdot (T^s - T_i^s)$$

Temperatura setpoint

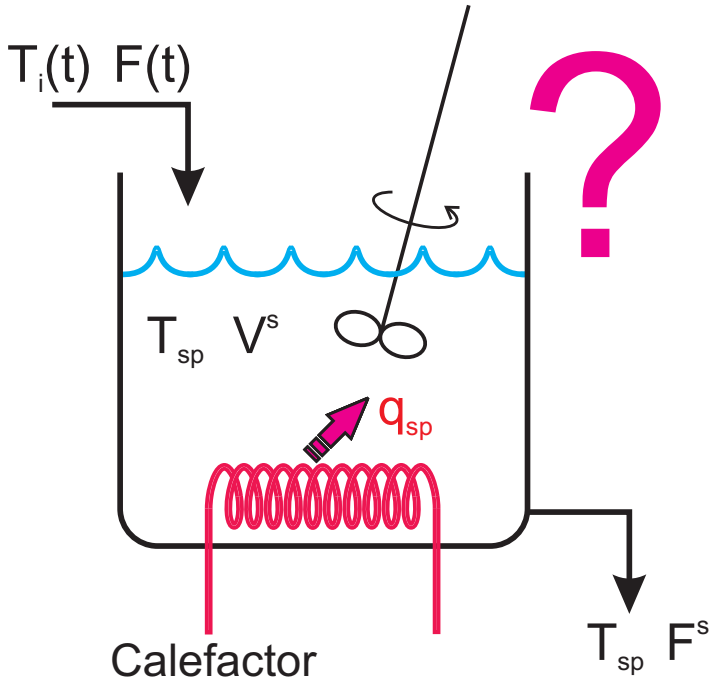
La cantidad de energía necesaria para mantener la temperatura de salida en el nuevo setpoint T_{sp} se puede determinar del balance de energía en estado estacionario: $q_{sp} = \rho \cdot F^s \cdot Cp \cdot (T_{sp} - T_i^s)$



Notar bien que:

- Este diseño asegura $T = T_{sp}$ mientras el sistema se encuentre en estado estacionario.
- La hipótesis de estado estacionario asume que T_i^s y F^s se mantienen constantes.

Análisis del diseño



¿Qué sucede si se producen perturbaciones que afecten el proceso?

Por ejemplo

- Cambios en la temperatura de entrada T_i
- Cambios en el flujo de entrada F

Diseño creativo de un control de temperatura

Suponga que dispone de un sensor de temperatura que puede ubicar en cualquier lugar del reactor y que puede manipular el flujo de energía proveniente del calefactor mediante una válvula.

Actividad

Proponga una metodología que le permita controlar la temperatura de salida del sistema frente a perturbaciones en la temperatura de entrada T_i

10 minutos

"The principle goal of education is to create men who are capable of doing new things, not simply of repeating what other generations have done – men who are creative, inventive and discoverers."
Jean Piaget.

Diseños clásicos

FeedBack

En el esquema feedback la información de salida del proceso se retroalimenta al controlador de manera de definir la acción de control.

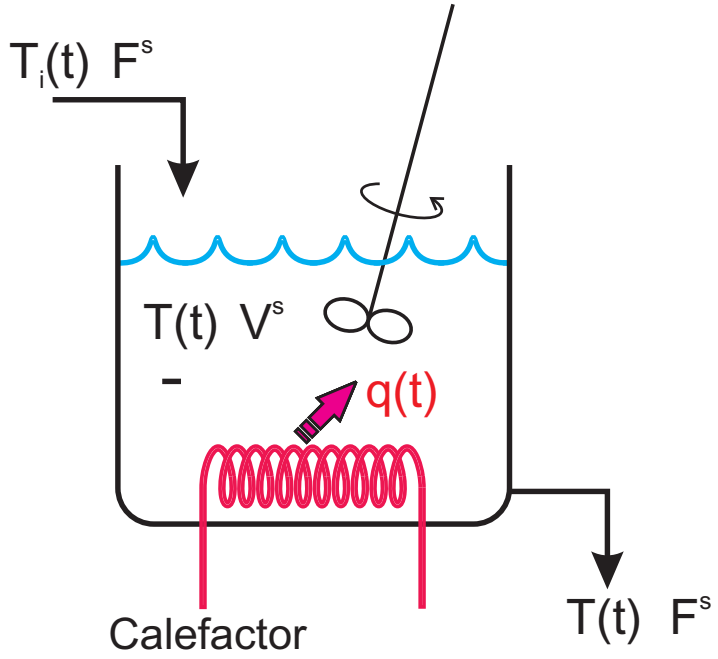
Feedforward

En el control feedforward se mide la magnitud de las perturbaciones y en base a esta información se actúa sobre el proceso adelantando la acción de control.

Diseño en régimen transiente

Objetivo

Deseamos investigar como se comportara el sistema frente a una perturbación en la temperatura de entrada.



Modelo dinámico del proceso

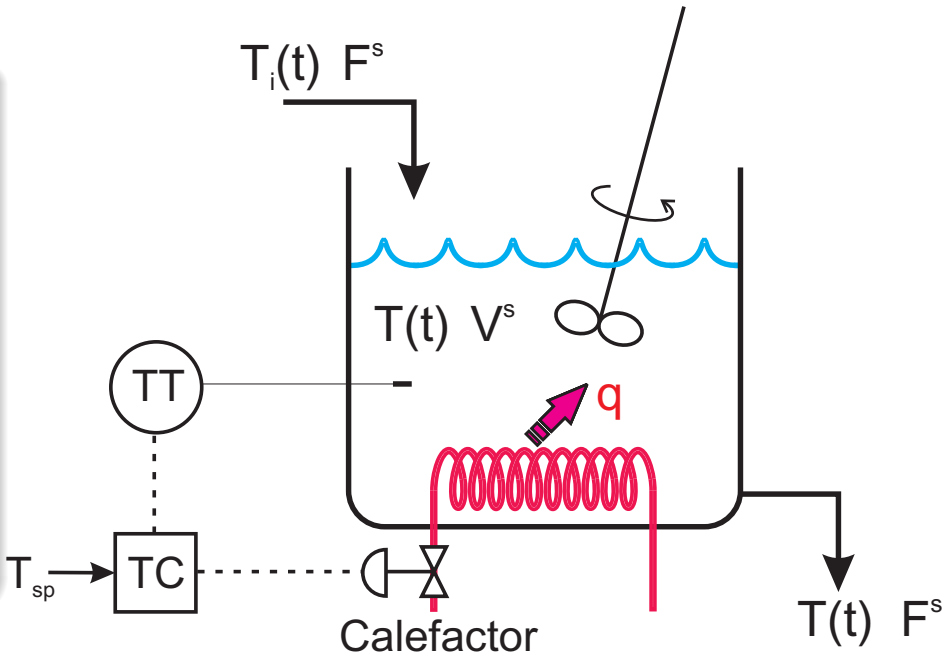
- Las variables del proceso SI se consideran dependientes del tiempo.
- Balance de energía en estado no estacionario.

Observación

Dado un cambio en ΔT_i en la temperatura de entrada se produce un cambio en la misma magnitud en la salida.

Esquema de control feedback

Supongamos que manipulamos la válvula de vapor de manera de entregar calor al sistema y que la diferencia entre la temperatura de salida y su setpoint sea muy pequeña $e = T_{sp} - T$



Ley de control

Ley de control

¿Cómo relacionamos la cantidad de energía que entregamos al sistema (apertura de la válvula de vapor) con la desviación entre la temperatura del sistema y su setpoint?

La ley más simple es la ley proporcional

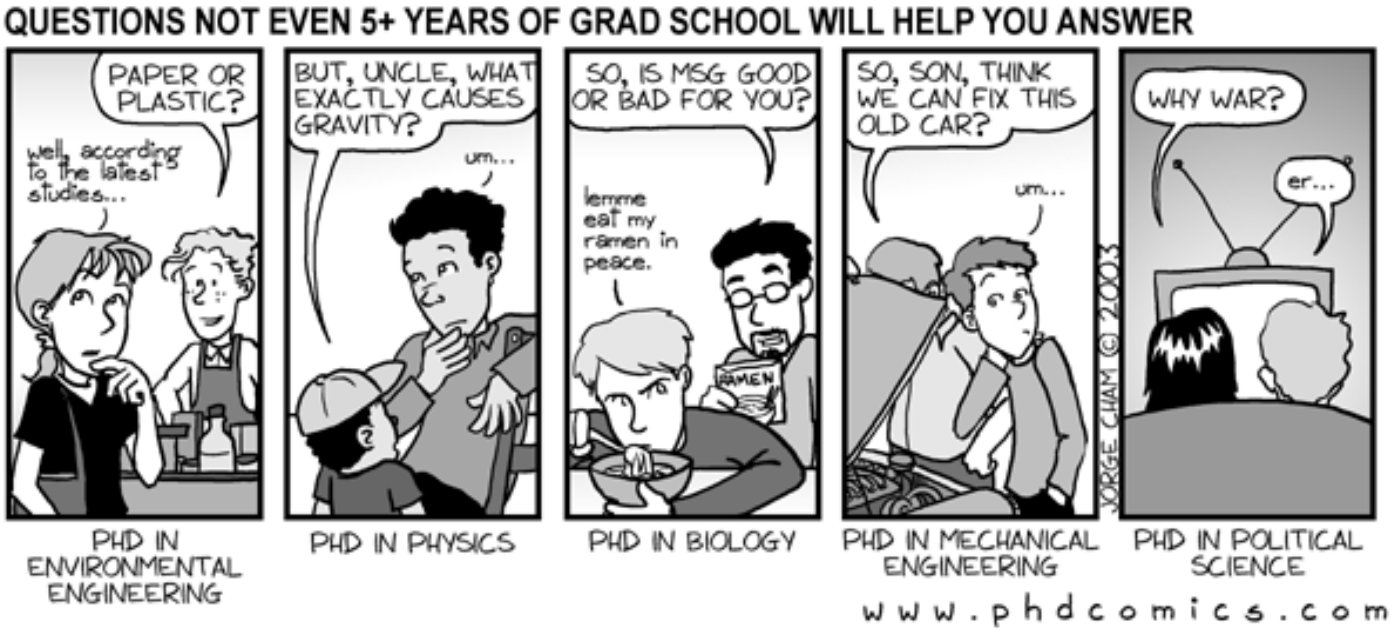
Resultados

- Mientras más grande es la ganancia del controlador proporcional menor será el efecto de la perturbación en el proceso.
- Sin embargo, ganancias del controlador muy grandes pueden desestabilizar el sistema.

Key Points

- El control de procesos es esencial para la operación de una planta.
- El control de procesos consiste en la suma de los equipos, el diseño de la planta y del sistema de control.
- Los principales objetivos del control son:
  - Contrarrestar el efecto de perturbaciones.
  - Asegurar estabilidad del proceso.
  - Optimizar su desempeño.

Preguntas



http://www.phdcomics.com