



## PLAN DE ESTUDIOS 2002

ASIGNATURA: **CONTROL DE PROCESOS I**  
CÓDIGO **Q818**  
ESPECIALIDAD/ES: **Ingeniería Química**

### Contenidos Analíticos:

El lazo cerrado de control; componentes y funciones. La realimentación negativa. El controlador, la válvula reguladora y el medidor transmisor. Señales. Control regulador y servomecanismo. Las perturbaciones. Diagrama de bloques; resolución del lazo cerrado. Condiciones ideales. Ejemplos: control de un intercambiador de calor, de una bomba centrífuga, de un reactor tanque continuo.

Control en cascada y feedforward. Porqué se implementan; condiciones y ventajas. Las perturbaciones como fuente de diseño. Ejemplos: control de un reactor tanque continuo agitado con camisa, control de temperatura de un horno, control del caudal de alimentación (feedforward).

Modelado y dinámica. Objetivo de modelar un proceso, exactitudes, aproximaciones, linealidades y no linealidades. Balances totales de materia de energía; las suposiciones generales y típicas de control de procesos. Las ecuaciones complementarias: transferencia de calor, equilibrio químico, de los gases ideales, de flujo y de velocidad de reacción química. Modelos una entrada una salida y multivariable.

Función de transferencia, definición, modelo lineal aproximado, una entrada una salida, su adecuación al diseño de control de procesos. La transformada de Laplace, utilidad, principales linealizaciones, variables de desviación.

Los procesos difíciles de controlar: la demora y la respuesta inversa. Interacción y no linealidades: el tanque flash, la columna de destilación, la caldera de generación de vapor. Las alinealidades (ganancia y constante de tiempo variables), procesos no lineales, el control de pH. Soluciones tecnológicas: control de reflujo interno, predictores, controladores autoajustables, control de balance de materia y energía.

Respuesta temporal al escalón. Elementos dinámicos simples: integrador, primer y segundo orden, la demora, el cero. Dinámicas de orden superior, la respuesta sigmoidea y los modelos que la aproximan. Caracterización de la respuesta temporal de segundo orden.

Características dinámicas de los procesos de nivel, presión, caudal, temperatura y composición. Selección de las acciones de control. Esquemas de control de variables. Nociones de diseño.

El controlador. Características de las acciones de control PID en lazo abierto y cerrado. La plantilla del controlador real: distintas funciones.

El lazo cerrado. Nociones de estabilidad, ganancia máxima y período último. Raíces de la ecuación característica, influencia de los polos y ceros. Método de Routh-Hurwitz. Ajuste del controlador. Métodos de Ziegler y Nichols en lazo abierto y cerrado. Otros métodos de ajuste, Cohen - Coon, Ciancone. La curva de reacción como ensayo general. Distintos criterios de óptimo para procesos continuos: relación de atenuación 1/4, mínimo IAE. Influencia de las acciones de control sobre la respuesta temporal en lazo cerrado. Criterios empíricos de ajuste. Ajuste de sistemas de control de procesos discontinuos, el reactor batch.

Los límites del lazo simple de control: no cumplir con los objetivos del proceso. Análisis



del lazo (ajustes del controlador, dimensionado de la válvula reguladora), análisis de las perturbaciones como principio de diseño de otros esquemas de control: control en cascada y feedforward. Control en cascada, diseño, funcionamiento, diagrama de bloques, ajustes. Ejemplos: control de temperatura de un horno, control de temperatura de una columna de destilación, control de posición de la válvula.

Compensación feedforward. Principio de diseño, diagrama de bloques. Ejemplo de columna de destilación (caudal de carga). El compensador general adelanto/atraso. Control de balance de materia y energía: el intercambiador de calor (estado estacionario no lineal), control de nivel de tres elementos. Control de relación, los dos esquemas. Ejemplos: relación de reactivos en un reactor y control de combustión (relación aire/combustible).

Esquemas de control de plantas completas, pretratamiento, proceso principal y postratamiento. Nociones de diseño, redundancias de controles. Ejemplos: el tanque intermedio, control con recirculación.

#### **BIBLIOGRAFÍA GENERAL:**

- 1) Marlin T. E.: Process control, McGraw Hill, 1993, biblioteca del Departamento.
- 2) Stephanopoulos G.: Chemical process control, Prentice Hall, 1984, biblioteca del Departamento.
- 3) Guías de la cátedra, manual del simulador Cstation, biblioteca del Departamento.

#### **Bibliografía complementaria:**

- 1) Shinskey F. G.: Process control systems, Mc Graw Hill, 2da, 3ra y 4ta. edición, 1967 - 1996; Energy conservation through control, Academic Press, 1973; Distillation control; Controlling multivariable processes, ISA 1981, biblioteca del Departamento.
- 2) Garcé O. R.: Consideraciones y esquemas de control, DIQ-FI-UNLP, 1974, biblioteca del Departamento.