

## CONTROL Y AUTOMATISMO DE PROCESOS (Química)

### Criterios de evaluación

1. Se realizarán dos exámenes cuatrimestrales, uno de la parte de teoría de Control y otro de Instrumentación, así como el final de junio, septiembre y diciembre.
2. Los parciales serán:
  - Independientes
  - Deberán ser aprobados por separado
  - Se guardan hasta diciembre, siempre que no haya agotado las convocatorias de junio y septiembre, pero no se compensan.Ejemplo:  
1P-4 y 2P-4 (en junio) si no se presenta en septiembre, no corre convocatoria.  
1P-7 y 2P-4 (en junio) aparecerán suspensos y si no se presenta en septiembre le corre convocatoria a no ser que diga expresamente que no se le guarde el parcial que tiene aprobado.  
1P-7 y 2P-4 (en junio) en septiembre únicamente se tendrá que examinar del segundo cuatrimestre.
3. Prácticas:
  - Durante todo el año y obligatorias.
  - Cada uno de los grupos entregará el guión correspondiente
  - Sin realizar las prácticas, no se puede aprobar la asignatura
  - Cuando se haya faltado a dos sesiones de prácticas, sin justificación, el/los alumnos deberán realizar un examen final de las mismas para su aprobación.
4. Tanto el cuatrimestre como el parcial de junio, septiembre etc., correspondiente a la teoría de Control, podrá ser realizado con apuntes o sin ellos. Este aspecto se comunicará en el momento oportuno.
5. Se hace obligatorio entregar correctamente rellenas las fichas para el mejor conocimiento y seguimiento del alumno por parte de los profesores.

### Control de Procesos

- TEMA 1. INTRODUCCIÓN: Objetivos, concepto general de Control.- Importancia del Control de Procesos.- Control básico.- Control avanzado.- Leyes en las que se basa el Control de Procesos.- Lenguajes utilizados. Introducción a los balances en estado no estacionario.
- TEMA 2. COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE LOS SISTEMAS LINEALES DE PRIMER ORDEN: Sistemas lineales.- Variable de desviación.- Sistemas de primer orden no capacitivos.-Sistemas de primer orden capacitivos puros.
- TEMA 3. COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE LOS SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN: Clases de sistemas de segundo orden y respuesta dinámica.- Procesos multicapacitivos como sistemas de segundo orden.- Procesos de segundo orden originados por la presencia de controladores.- Sistemas de segundo orden inherentes.
- TEMA 4. SISTEMAS DE ORDEN SUPERIOR: Dinámica de sistemas con tiempo muerto.- Dinámica de sistemas con respuesta inversa.
- TEMA 5. CONTROL FEEDBACK: Concepto de control Feedback.- Tipos de controladores Feedback (P, PI, PID).- Comportamiento dinámico de los procesos controlados por Feedback; sistema SERVO y sistema REGULADOR.
- TEMA 6. ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS FEEDBACK: Concepto de estabilidad.- Métodos para analizar la estabilidad: Criterio RouthHurwitz, criterio de los polos y criterio de Root-Locus.
- TEMA 7. DISEÑO DE CONTROLADORES FEEDBACK: Cálculo de parámetros según el tipo de controlador.- Criterios semiempíricos: Método de COHEN y COON.- Selección del tipo de controlador.
- TEMA 8. ANÁLISIS DE RESPUESTA DE FRECUENCIA: Concepto de respuesta de recuencia.- Respuesta de sistemas de primer orden ante una perturbación sinusoidal.- Diagramas de Bode y Niquist.
- TEMA 9. DISEÑO DE CONTROLADORES FEEDBACK USANDO TÉCNICAS DE RESPUESTA DE FRECUENCIA: Criterios de estabilidad de Bode. Técnica de ajuste de Ziegler-Nichols.
- TEMA 10. CONTROL AVANZADO: En cascada, Feed-Forward, ratio, selectivo, split-range y control adaptivo.
- TEMA 11. CONVERTIDORES: P/I, I/P, A/D y D/I.
- TEMA 12. VÁLVULAS DE CONTROL: Introducción.- Materiales para la fabricación del cuerpo. Tipos de válvulas más importantes.- Cavitación y «Flashing».- Dimensionado de válvulas para líquidos, gases y vapores.- Criterios de selección de válvulas de control.

TEMA 13. RUIDO GENERADO POR LAS VÁLVULAS DE CONTROL: Origen del ruido en válvulas: vibraciones mecánicas, ruido aerodinámico y ruido hidrodinámico.- Cálculo del NPA en válvulas: métodos gráfico y analítico.- Reducción del NPA de origen aerodinámico.- Cálculo del NPA de origen hidrodinámico.

TEMA 14. ESQUEMAS TÍPICOS DE CONTROL EN LA INDUSTRIA QUÍMICA: Calderas de vapor.- Secaderos.- Evaporadores.- Columnas de destilación. Intercambiadores de calor. Dosificación en continuo por medio de tolvas.

TEMA 15. COLOCACIÓN DE LOS CONTROLES ADECUADOS EN DIAGRAMAS SENCILLOS CON FINES A SU APLICACIÓN AL PROYECTO FIN DE CARRERA.

### **Instrumentación Industrial**

TEMA 16. INTRODUCCIÓN:

- 16.1. Introducción y definición de control e instrumentación.
- 16.2. Lazos de control. Feedback y Feedforward. Definiciones en control.
- 16.3. Tipos de instrumentos. Calibración y errores en los instrumentos de medida.
- 16.4. Símbolos básicos y terminología utilizada en el control de procesos.

TEMA 17. TRANSMISORES:

- 17.1. Definición de transmisor y tipos.
- 17.2. Transmisores neumáticos.
  - 17.2.1. Transmisor de presión diferencial por equilibrio de fuerzas.
  - 17.2.2. Transmisor de presión por equilibrio de desplazamientos.
  - 17.2.3. Transmisor de temperatura por equilibrio de fuerzas.
- 17.3. Transmisores electrónicos.
- 17.4. Estudio analítico de los transmisores. Curvas de respuesta y conclusiones.

TEMA 18. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE PRESIONES (I).

- 18.1. Conceptos y unidades de presión.
- 18.2. Medidores de presión mecánicos.
  - 18.2.1. Medida directa. Tubo en U e inclinado.
  - 18.2.2. Elásticos. Tubo Bourdon. Fuelle y Diafragma.
- 18.3. Medidores electromecánicos.
  - 18.3.1. Transmisores electrónicos de equilibrio de fuerzas. Resistivos, Magnéticos, Capacitivos, Extensiométricos, Piezoeléctricos.

TEMA 19. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE PRESIONES (II).

- 19.1. Elementos electrónicos de vacío. Mecánicos y electrónicos.
  - 19.1.1. Vacuómetros mecánicos.
  - 19.1.2. Vacuómetros electrónicos.
- 19.2. Calibración de los instrumentos de presión.
- 19.3. Consideraciones generales para la instalación de manómetros.
- 19.4. Manorreductor.

TEMA 20. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE CAUDALES (I).

- 20.1. Concepto de caudal y formas de expresarlo.
- 20.2. Clasificación de los medidores de caudal.
  - 20.2.1. Medidores volumétricos.
  - 20.2.2. Medidores másicos.
- 20.3. Caudalímetros basados en medidas de presión diferencial.
  - 20.3.1. Orificio medidor o diafragma.
  - 20.3.2. Tobera.
  - 20.3.3. Tubo de Venturi.
  - 20.3.4. Tubo de Pitot.
  - 20.3.5. Tubo Annubar.
- 20.4. Aplicación de los diferentes medidores.

TEMA 21. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE CAUDALES (II).

- 21.1. Aparatos medidores de caudal de área viable
  - 21.1.1. Rotámetros
  - 21.1.2. Medidores de embolo.
- 21.2. Aparatos medidores de caudal por velocidad.
  - 21.2.1. Vertederos
  - 21.2.2. Turbinas
  - 21.2.3. Sondas ultrasónicas
- 21.3. Aparatos medidores de caudal por fuerza. - Medidores de placa
- 21.4. Aparatos medidores de caudal por tensión inducida. Medidores magnéticos.
- 21.5. Aparatos medidores de caudal de desplazamiento positivo. Disco oscilante, pistón oscilante, pistón alternativo, rotativos.
- 21.6. Aparatos medidores de caudal de torbellino.
- 21.7. Medidores de caudal másico. Medidores térmicos.
- 21.8. Medidores de caudal másico basados en el efecto Coriolis.

## TEMA 22. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE NIVELES

- 22.1. Introducción.
- 22.2. Clasificación de los instrumentos de nivel.
  - 22.2.1. Medidores de nivel de líquidos.
    - 22.2.1.1. Instrumentos de medida directa.
    - 22.2.1.2. Instrumentos de presión hidrostática.
    - 22.2.1.3. Instrumentos de empuje.
    - 22.2.1.4. Instrumentos basados en las características eléctricas del líquido.
  - 22.2.2. Medidor de nivel de sólidos.
    - 22.2.2.1. Medidores discontinuos.
    - 22.2.2.2. Medidores continuos.
- 22.3. Aplicación de cada uno de estos medidores según el tipo de líquido o sólido a medir.

## TEMA 23. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE TEMPERATURAS (I).

- 23.1. Escalas termométricas: equivalencias y formas de expresar la temperatura.
- 23.2. Velocidad de respuesta de los instrumentos termométricos.
- 23.3. Medidores termométricos basados en la variación de volumen.
  - 23.3.1. Termómetros de líquido en vidrio.
  - 23.3.2. Termómetros de dilatación diferencial de sólidos o bimetálicos.
  - 23.3.3. Termómetros de bulbo y capilar.
- 23.4. Termómetros de resistencia (RTD).
- 23.5. Termistores (NTC).
- 23.6. Termopares (TC).
- 23.7. Pirómetros de radiación.
  - 23.7.1. Pirómetros ópticos.
  - 23.7.2. Pirómetros de radiación total.
- 23.8. Otros termómetros.
- 23.9. Comparación de los distintos instrumentos destinados a la medida de temperaturas y consideraciones a tener en cuenta en la selección del mejor.

## TEMA 24. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE TEMPERATURAS (II).

- 24.1. Termopares tipo estándar.
- 24.2. Termopares no estandarizados.
- 24.3. Protectores y aislantes.

## TEMA 25. INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE HUMEDADES.

- 25.1. Definición de magnitudes fundamentales.
- 25.2. Cartas psicométricas.
- 25.3. Medidores de humedad y punto de rocío.
  - 25.3.1. Humedad en aire y gases.
  - 25.3.2. Humedad en sólidos.
  - 25.3.3. Cálculo del punto de rocío.
- 25.4. Tabla comparativa de los medidores de humedad y punto de rocío.

## **Bibliografía**

- STEPHANOPOULOS, G.: *Chemical Process Control: An introduction to theory and practice*. Prentice-Hall.- Nueva Jersey, Prentice-Hall 1984.
- COUGHANOWR, D.: *Process systems Analysis and Control* (Segunda edición). Nueva York. Mc Graw-Hill. 1991.
- LUYBEN, W.: *Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineering*. Nueva York. McGraw-Hill. 1990.
- CREUS, A.: *Instrumentación Industrial*. Barcelona. Marcombo. 1989.
- CONSIDINE, D. and ROSS, S.: *Manual de Instrumentación Aplicada*. Barcelona. C.E.C.S.A. 1984.
- GREENE, R.: *Válvulas: Selección, uso y mantenimiento*. Nueva York. McGraw-Hill. 1990.
- OLLERO DE CASTRO, P. y FERNÁNDEZ CAMACHO, E: *Control e instrumentación de procesos químicos*. Madrid. Síntesis S.A. 1997.

## **Prácticas de Control y Automatismo de Procesos**

1. Estudio de un proceso real de primer orden y determinación de su función de transferencia.
2. Medida de la temperatura mediante un pirómetro óptico.
3. Calibrado de un termopar mediante un circuito galv-nométrico.
4. Sistema real de segundo orden: estudio de la ganancia.
5. Medida de nivel por borboteo y ultrasonidos
6. Medida de nivel y presión diferencial con un transmisor eléctrico.
7. Simulación de distintos procesos por ordenador (I).
8. Simulación de sistemas de control (FEEDBACK) mediante módulos.
9. Simulación de procesos mediante ordenador (II).
10. Control del pH usando un microprocesador.
11. Control de nivel en un tanque mediante distintos controladores (P,PI,PID) ajustables mediante un microprocesador.
12. Control de caudal haciendo uso de un controlador con acciones PID.