



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
 Departamento: Química  
 Área: Tecnología Química y Biotecnología

(Programa del año 2011)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 11/08/2011 19:01:22)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	ING. EN ALIMENTOS	7/08	2011	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
GUARNES, MIGUEL ANGEL	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
GALETTI, AGUSTIN ESTEBAN	Responsable de Práctico	JTP Simp	10 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	4 Hs	2 Hs	1 Hs	7 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
08/08/2011	18/11/2011	15	105

### IV - Fundamentación

Cualquier ingeniero en alimentos que diseñe o que opere plantas industriales debe tener unos conocimientos mínimos de control automático de procesos. Debe conocer los elementos que componen un sistema de control, los principios básicos de la teoría de control, los principios de medición de las variables fundamentales presentes en los procesos industriales.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- a) Capacitar al alumno para desarrollar las siguientes actividades en el campo del control automático:
- Plantear, diseñar y especificar correctamente estrategias sencillas de control
  - analizar y entender estrategias más complejas propuestas por especialistas
  - Diagnosticar y resolver problemas sencillos del control de una planta en operación
  - Participar en la gestión de adquisición de un sistema de control para planta de tipo medio o pequeño
- b) Consolidar una formación básica a partir de la cual el alumno, bien por sí mismo o bien asistiendo a cursos de postgrado, pueda sin problemas hacerse un especialista en la materia

### VI - Contenidos

- Capítulo 1: Introducción al control de procesos**
- 1.1 Introducción
  - 1.2 Ejemplo introductorio: Control por realimentación. Control anticipativo
  - 1.3 Definiciones y conceptos básicos relativos a los sistemas de control de procesos: variable de proceso, punto de consigna, variable manipulada, variable de perturbación.
  - 1.4 Señales e instrumentos de un sistema de control de proceso: sensor, transmisor, controlador, actuador o elemento final de

control

1.5 Niveles de control de procesos: control regulatorio básico, control regulatorio avanzado, control multivariable, optimización en línea

1.6 Diseño del sistema de control

## **Capítulo 2: Modelización del comportamiento dinámico de procesos**

2.1 Introducción

2.2 Consideraciones generales acerca del modelado matemático de procesos: principios fisicoquímicos involucrados, grado de detalle del modelo, consistencia del modelo, régimen nominal de operación.

2.3 Ecuaciones de conservación y tipos de modelos

2.4 Las ecuaciones de conservación en la formulación de modelos de parámetros globalizados

2.5 Las ecuaciones de conservación en la formulación de modelos de parámetros distribuidos

2.6 Ejemplos de modelos dinámicos de procesos

2.7 Integración del modelo matemático del proceso con la descripción matemática del sistema de control

## **Capítulo 3: Análisis de la dinámica de procesos en el dominio del tiempo**

3.1 Introducción

3.2 Linealización de modelos dinámicos de procesos

3.3 Sistemas lineales de primer orden

3.4 Sistemas de segundo orden

3.5 Sistemas de orden superior

## **Capítulo 4: Introducción a la instrumentación de procesos químicos**

4.1 Introducción

4.2 El proceso de medida

4.3 Clasificación de los instrumentos de medida

4.4 Definiciones y conceptos básicos

4.5 La transmisión de la medida

4.6 Instrumentación inteligente

4.7 Calibrado

4.8 Diagramas de tuberías e instrumentos

## **Capítulo 5: Medidores de temperatura**

5.1 Introducción

5.2 Factores involucrados en la medición de la temperatura

5.3 Clasificación de los sensores de temperatura

5.4 Termopares

5.5 Termorresistencias

5.6 Termistores

5.7 Pirómetros de radiación

5.8 Selección del sensor de temperatura

## **Capítulo 6: Medidores de presión y nivel**

6.1 Introducción

6.2 Conversión mecánica-eléctrica

6.3 Elementos primarios para la medida de presión

6.4 medidores de nivel

6.5 Medida del nivel de sólidos

## **Capítulo 7 Medidores de caudal**

7.1 Introducción

7.2 Medidores de presión diferencial

7.3 Medidores de impacto

7.4 Medidores lineales

7.5 Medidores de inserción

- 7.6 Medida de caudal másico con medidores volumétricos
- 7.7 Medidores de caudal másico
- 7.8 Selección de los medidores de caudal

### **Capítulo 8: Elementos finales de control: válvulas de regulación automática**

- 8.1 Introducción
- 8.2 Válvulas de control
- 8.3 Componentes de una válvula de control
- 8.4 Características de caudal de las válvulas de regulación
- 8.5 Dimensionamiento de válvulas de control

### **Capítulo 9: Análisis dinámico en el dominio de Laplace: Función de transferencia**

- 9.1 Introducción
- 9.2 La transformada de Laplace
- 9.3 Resolución de ecuaciones diferenciales lineales
- 9.4 Funciones de transferencia de modelos entrada-salida
- 9.5 Análisis cualitativo del comportamiento dinámico de un sistema y concepto de estabilidad
- 9.6 Diagramas de bloques

### **Capítulo 10: Análisis dinámico en el dominio de la frecuencia: Respuesta en frecuencia**

- 10.1 Introducción
- 10.2 Respuesta en frecuencia
- 10.3 Respuesta en frecuencia de sistemas constituidos por varias funciones de transferencia en serie
- 10.4 Sistemas de fase no mínima

### **Capítulo 11: Modelos Dinámicos empíricos para control de procesos**

- 11.1 Introducción
- 11.2 Metodología general
- 11.3 El método de la curva de reacción
- 11.4 Métodos estadísticos

### **Capítulo 12: Control por realimentación**

- 12.1 Introducción
- 12.2 Instrumentación de un lazo simple de control
- 12.3 Controladores analógicos PID
- 12.4 Controladores digitales
- 12.5 Selección de las acciones de control

### **Capítulo 13: Análisis Dinámico y diseño de lazos de realimentación**

- 13.1 Introducción
- 13.2 Diagrama de bloques y respuesta de un lazo simple de control
- 13.3 Criterios de estabilidad en lazo cerrado
- 13.4 Efecto de las acciones básicas de control sobre la respuesta en lazo cerrado

### **Capítulo 14: Sintonización de controladores PID**

- 14.1 Introducción
- 14.2 Sintonización de controladores de realimentación
- 14.3 Criterios de calidad de respuesta
- 14.4 Selección del tipo de controlador
- 14.5 Métodos de sintonización de controladores

### **Capítulo 15: Control regulatorio avanzado: Control de procesos con grandes tiempos muertos. Control con variables**

auxiliares

- 15.1 Introducción

- 15.2 El problema de control de procesos con elevado tiempo muerto
- 15.3 El Predictor de Smith
- 15.4 El predictor de Smith y los errores de modelado
- 15.5 El Predictor PI
- 15.6 Control de procesos con respuesta inversa
- 15.7 Control en cascada
- 15.8 Control anticipativo
- 15.9 Control selectivo o control con restricciones
- 15.10 Control de gama partida
- 15.11 Control multivariable

### **Capítulo 16: Control por computadora**

- 16.1 Introducción
- 16.2 Ventajas e inconvenientes del control por computadora
- 16.3 Funciones de las computadoras en el control y supervisión de procesos
- 16.4 Instrumentación específica para control por computadora
- 16.5 Características del software de los sistemas de control por computadora
- 16.6 Estructura de los sistemas de control por computadora
- 16.7 Señales muestreadas
- 16.8 Estructuras actuales de los sistemas de control y adquisición de datos por computadora: Red Ethernet, USB, wireless, GSM, SMS

### **Capítulo 17: Control secuencial de procesos**

- 17.1 Introducción
- 17.2 Ejemplo ilustrativo
- 17.3 Ecuaciones lógicas
- 17.4 Sistemas lógicos combinacionales y secuenciales: diagramas de contactos, autómatas programables (controladores lógicos programables o PLC), programación GRAFCET

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

- Práctico 1: Introducción a MatLab
- Práctico 2: Modelado de procesos dinámicos
- Práctico 3: Análisis de la dinámica de procesos en el dominio del tiempo
- Práctico 4: Instrumentación
- Práctico 5: Funciones de transferencia
- Práctico 6: Modelado empírico
- Práctico 7: Controladores PID - Control por realimentación
- Práctico 8: Lazos de control - Procesos con grandes tiempos muertos

## **VIII - Regimen de Aprobación**

Promoción: la materia no se aprueba por promoción

Libre: Esta materia no se puede rendir en condición de alumno libre (examen libre)

Prácticas:

Asistencia mayor al 70%

Realización de todas las prácticas y presentación de informe

Parciales:

Se toman dos parciales

Cada parcial se aprueba con 7 puntos

Los alumnos con una nota entre 7 y 6.5 tienen derecho a un coloquio sobre los temas que la cátedra decida que debe ampliar para alcanzar el 70% que le permita aprobar el parcial.

Se puede recuperar un solo parcial al finalizar la materia

Exposición: Los alumnos deben realizar la exposición de un tema de instrumentación y control aplicable a la industria de alimentos.

Se evaluará la exposición.

Se debe obtener una nota igual o superior a 7

Condición de regularización:

Parciales: haber aprobado el 100% de los parciales

Exposición: haber aprobado la exposición con nota igual o superior a 7

Examen final:

El examen final será escrito y debe aprobarse con una nota igual o superior a 7

Nota final de la materia

Si se aprueba el examen final, la nota final estará dada por la aplicación de la siguiente ecuación:

$Nota = 0.3 * \text{Promedio de parciales} + 0.3 * \text{Exposición} + 0.4 * \text{Examen}$

## IX - Bibliografía Básica

- [1] Control e instrumentación de procesos químicos – Pedro Ollero de Castro – Eduardo Fernández Camacho - Editorial Sintesis - 1997
- [2] Chemical Process Control - George Stephanopoulos - Prentice Hall International
- [3] Instrumentación y Control Básico de Procesos - J. Acedo Sánchez - Edit: Díaz de Santos - 2006
- [4] Control Avanzado de Procesos Teoría y práctica - J. Acedo Sánchez - Edit: Díaz de Santos - 2003
- [5] Fundamentals of Instrumentation in partnership with the NJATC - Second Edition Edit: DELMAR CENGAGE Learning - 2008
- [6] Process Dynamics and Control Modeling for Control and Prediction
- [7] Brian Roffel, Ben Betlem - Edit: John Wiley & Sons Ltd. - 2006

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] Process Dynamics and Control Second Edition- Dale E. Seborg, Thomas F. Edgar, Duncan A. Mellichamp - Edit: John Wiley & Sons Inc. - 2004
- [2] Handbook of food analysis instruments Edited by Semih Otles - Edit: CRC Press - 2009
- [3] FOOD PROCESSING OPERATIONS MODELING Second Edition Design and Analysis -EDITED BY Soojin Jun Joseph M. Irudayaraj - Edit: CRC Press - 2009
- [4] Handbook of Food Engineering Second Edition Edited by Dennys R. Heldman, Daryl B. Lund - Edit: CRC Press 2007
- [5] FOOD PROCESS ENGINEERING AND TECHNOLOGY -Zeki Berk - Edit: ELSEVIER - 2009
- [6] Página web de la materia: <http://www.evirtual.unsl.edu.ar/> : Curso ICON010
- [7] Mediante este espacio se tiene acceso a las presentaciones de clases, guías de prácticas, programa, cronograma, se pueden realizar actividades, foros, consultas, etc.
- [8] Este espacio, junto con las clases, prácticas presenciales y laboratorios conforman un curso híbrido (blended)

## XI - Resumen de Objetivos

- a) Capacitar al alumno para desarrollar las siguientes actividades en el campo del control automático:
  - Plantear, diseñar y especificar correctamente estrategias sencillas de control
  - analizar y entender estrategias más complejas propuestas por especialistas
  - Diagnosticar y resolver problemas sencillos del control de una planta en operación
  - Participar en la gestión de adquisición de un sistema de control para planta de tipo medio o pequeño
- b) Consolidar una formación básica a partir de la cual el alumno, bien por sí mismo o bien asistiendo a cursos de postgrado, pueda sin problemas hacerse un especialista en la materia

## **XII - Resumen del Programa**

Capítulo 1: Introducción al control de procesos
Capítulo 2: Modelización del comportamiento dinámico de procesos
Capítulo 3: Análisis de la dinámica de procesos en el dominio del tiempo
Capítulo 4: Introducción a la instrumentación de procesos químicos
Capítulo 5: Medidores de temperatura
Capítulo 6: Medidores de presión y nivel
Capítulo 7 Medidores de caudal
Capítulo 8: Elementos finales de control: válvulas de regulación automática
Capítulo 9: Análisis dinámico en el dominio de Laplace: Función de transferencia
Capítulo 10: Análisis dinámico en el dominio de la frecuencia: Respuesta en frecuencia
Capítulo 11: Modelos Dinámicos empíricos para control de procesos
Capítulo 12: Control por realimentación
Capítulo 13: Análisis Dinámico y diseño de lazos de realimentación
Capítulo 14: Sintonización de controladores PID
Capítulo 15: Control regulatorio avanzado: Control de procesos con grandes tiempos muertos. Control con variables auxiliares
Capítulo 16: Control por computadora
Capítulo 17: Control secuencial de procesos

## **XIII - Imprevistos**

--

## **XIV - Otros**

--

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	