Ministerio de Cultura y Educación **(Programa del año 2016)**
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingenieria de Procesos
Area: Procesos Químicos

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Instrumentación y Control	Ing. Química	6/97-2/03	2016	2° cuatrimestre
Instrumentación y Control	Ing. en Alimentos	Ord.C.S.38/11	2016	2° cuatrimestre
Dinámica y Control de Procesos	Ing. Química	Ord.C.D.024/12	2016	2° cuatrimestre
Dinámica y Control de Procesos	Ing. en Alimentos	Ord.C.D.023/12	2016	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
RODRIGUEZ, MARIA LAURA	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
IRIARTE, MARIA ELENA	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
OVIEDO, OSVALDO RUBEN	Responsable de Práctico	A.1ra 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	4 Hs	Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
08/08/2016	18/11/2016	15	120

IV - Fundamentación

Cualquier ingeniero que opere o diseñe una planta industrial debe contar con conocimientos mínimos de automatización de procesos. Un adecuado sistema de control automático permite operar una planta de manera económica, segura y cumpliendo con las normativas de cuidado del medio ambiente. Para poder automatizar un proceso es necesario poder medir algunas variables y tomar medidas sobre otras. La Instrumentación y Control de Procesos tiene como propósito fundamental el análisis, diseño y automatización de procesos en diversos sectores de la industria.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

a) Capacitar al alumno para desarrollar las siguientes actividades en el campo del control automático:
- Comprender en detalle el comportamiento dinámico de los procesos en el estado transitorio - 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.

b) Consolidar una formación básica a partir de la cual el alumno pueda especializarse en la materia.

VI - Contenidos

TEMA 1: Introducción al control de procesos

1.1 Introducción
1.2 Ejemplo introductorio:
1.2.1 Control por realimentación
1.2.2 Control anticipativo
1.3 Definiciones y conceptos básicos relativos a los sistemas de control de procesos:
1.3.1 Variable de proceso
1.3.2 Punto de consigna
1.3.3 Variable manipulada
1.3.4 Variable de perturbación.
1.4 Señales e instrumentos de un sistema de control de proceso: 1.4.1 Sensor
1.4.2 Transmisor
1.4.3 Controlador
1.4.4 Actuador o elemento final de control.
1.5 Niveles de control de procesos:
1.5.1 Control regulatorio básico, CRB
1.5.2 Control regulatorio avanzado, CRA
1.5.3 Control multivariable, CM
1.5.4 Optimización en línea, OL
1.6 Diseño del sistema de control

TEMA 2: Modelización del comportamiento dinámico de procesos

2.1 Introducción
2.2 Consideraciones generales acerca del modelado matemático de procesos:
2.2.1 Principios fisicoquímicos
2.2.2 Grado de detalle
2.2.3 Consistencia
2.2.4 Concepto de régimen nominal de operación.
2.3 Ecuaciones de conservación y tipos de modelos:
2.3.1 Formulación de modelos de parámetros globalizados
2.3.2 Formulación de modelos de parámetros distribuidos

TEMA 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

TEMA 4: Análisis dinámico en el dominio de Laplace: Función de transferencia

4.1 Introducción
4.2 La transformada de Laplace
4.3 Resolución de ecuaciones diferenciales lineales
4.4 Funciones de transferencia de modelos entrada-salida

4.5 Análisis cualitativo del comportamiento dinámico de un sistema y concepto de estabilidad
4.6 Diagramas de bloques

TEMA 5: Análisis dinámico en el dominio de la frecuencia: Respuesta en frecuencia
5.1 Introducción
5.2 Respuesta en frecuencia
5.3 Diagramas de Bode de sistemas simple
5.3.1 Ganancia estática
5.3.2 Integrador puro
5.3.3 Retardo de primer orden
5.3.4 Adelanto de primer orden
5.3.5 Tiempo muerto o retardo puro
5.3 Respuesta en frecuencia de sistemas constituidos por varias funciones de transferencia en serie

TEMA 6: Modelos Dinámicos empíricos para control de procesos
6.1 Introducción
6.2 Metodología general
6.3 El método de la curva de reacción
6.4 Métodos estadísticos

TEMA 7: Control por realimentación
7.1 Introducción
7.2 Instrumentación de un lazo simple de control
7.3 Controladores analógicos PID
7.4 Controladores digitales
7.5 Selección de las acciones de control

TEMA 8: Análisis Dinámico y diseño de lazos de realimentación 8.1 Introducción
8.2 Diagrama de bloques y respuesta de un lazo simple de control 8.3 Criterios de estabilidad en lazo cerrado
8.4 Efecto de las acciones básicas de control sobre la respuesta en lazo cerrado

TEMA 9: Sintonización de controladores PID
9.1 Introducción
9.2 Sintonización de controladores de realimentación
9.3 Criterios de calidad de respuesta
9.4 Selección del tipo de controlador
9.5 Métodos de sintonización de controladores

TEMA 10: Control regulatorio avanzado: Control de procesos con grandes tiempos muertos.
10.1 Introducción
10.2 El problema de control de procesos con elevado tiempo muerto
10.3 El Predictor de Smith
10.4 El predictor de Smith y los errores de modelado
10.5 El Predictor PI
10.6 Control de procesos con respuesta inversa

TEMA 11: Control regulatorio avanzado: Control con variables auxiliares
11.1 Control en cascada
11.2 Control anticipativo
11.3 Control selectivo o control con restricciones
11.4 Control de gama partida

TEMA 12: Control por computadora y Control secuencial de procesos
12.1 Introducción
12.2 Ventajas e inconvenientes del control por computadora

12.3 Funciones de las computadoras en el control y supervisión de procesos
12.3.1 Adquisición y tratamiento de datos
12.3.2 Monitorización y supervisión
12.3.3 Telemando
12.3.4 Control
12.4 Estructuras actuales de los sistemas de control por computador. Buses de campo (fiel bus)
12.5 Control secuencial de procesos
12.5.1 Introducción
12.5.2 Ejemplo ilustrativo
12.6 Autómatas programables o Controladores lógicos programables (PLC)
12.6.1 Estructura de un PLC
12.6.2 Lenguajes de programación
12.6.3 Programación GRAFCET: Ejemplo aplicado al control de un proceso

TEMA 13: Introducción a la instrumentación de procesos químicos
13.1 Introducción
13.2 El proceso de medida
13.3 Clasificación de los instrumentos de medida
13.4 Definiciones y conceptos básicos
13.5 La transmisión de la medida
13.6 Calibrado
13.7 Diagramas de tuberías e instrumentos, P&ID (piping and instrument diagram)

TEMA 14: Medidores de temperatura
14.1 Introducción
14.2 Factores involucrados en la medición de la temperatura
14.2.1 Medición de temperatura en sólidos
14.2.2 Medición de temperatura en fluidos
14.3 Clasificación de los sensores de temperatura:
14.3.1 Termopares
14.3.2 Termoresistencias
14.3.3 Termistores
14.3.4 Pirómetros de radiación
14.8 Selección del sensor de temperatura

TEMA 15: Medidores de presión y nivel
15.1 Introducción
15.2 Conversión mecánica-eléctrica
15.2.1 Galgas extensiométricas
15.2.2 Potenciómetros
15.2.3 Transductores capacitivos e inductivos
15.2.4 Transductores piezoeléctricos
15.3 Elementos primarios para la medida de presión
15.4 Medidores de nivel
15.5 Medida del nivel de sólidos

TEMA 16 Medidores de caudal
16.1 Introducción
16.2 Medidores de presión diferencial
16.3 Medidores de impacto
16.4 Medidores lineales
16.5 Medidores de inserción
16.6 Medida de caudal másico con medidores volumétricos
16.7 Medidores de caudal másico
16.8 Selección de los medidores de caudal

TEMA 17: Elementos finales de control: válvulas de regulación automática
17.1 Introducción
17.2 Válvulas de control
17.2.1 Válvulas de globo o asiento
17.2.2 Válvulas de mariposa
17.2.3 Válvulas de bola
17.3 Componentes de una válvula de control
17.3.1 Cuerpo y componentes internos
17.3.2 Materiales constructivos
17.3.3 Actuadores
17.3.4 Accesorios de válvulas de control
17.4 Características de caudal de las válvulas de regulación
17.5 Dimensionamiento de válvulas de control

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Práctico 1: Modelado de procesos dinámicos
Práctico 2: Análisis de la dinámica de procesos en el dominio del tiempo
Práctico 3: Modelado empíricos de procesos
Práctico 4: Diseño de lazos de control
Práctico 5: Sintonización de controladores PID

VIII - Regimen de Aprobación

METODOLOGÍA DE DICTADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA
METODOLOGÍA:
La metodología adoptada para el dictado de las clases es teórico-práctica. Los principales aspectos serán los siguientes:
- Se explicarán al comienzo de cada clase los conceptos esenciales de cada tema.
- Los alumnos tendrán total libertad para solicitar aclaraciones cuando las explicaciones no sean lo suficientemente claras.
- Los docentes mostrarán a los alumnos la solución de problemas modelo que den lugar a la aplicación de los conceptos introducidos en clase. Luego serán seleccionados otros problemas para resolución por parte de los alumnos de manera que posibiliten la ejercitación de los conceptos, y la resolución de los problemas que los incluyen.
- Se implementarán trabajos prácticos.

REGIMEN DE REGULARIDAD:
Condiciones para promocionar el curso:
Sólo podrán acceder a este régimen los alumnos que cumplan con las condiciones que estipula el régimen de correlatividades para cursar la asignatura y que se encuentren debidamente inscriptos en este curso.

- Condiciones para regularizar el curso:
1) Asistencia al 70% de las actividades presenciales programadas.
2) Aprobación del 100% de las evaluaciones teórico-prácticas, con una calificación de al menos 7 (siete) puntos.
Exámenes parciales: 2 exámenes parciales más un trabajo integrador.
Los alumnos tendrán opción a 2 (dos) recuperatorios por cada parcial (Ord. CS 32/14)

- Condiciones para aprobar el curso:
Accederán al examen final en condiciones de alumno regular los que sean reconocidos en tal situación en la asignatura por sección alumnos. El examen final podrá ser oral u escrito, y podrá comprender cualquier contenido del programa analítico de la materia.

El régimen de Promoción sin examen final no está estipulado en la materia.

Régimen de Promoción con examen final para Alumnos Libres:

Sólo podrán acceder a este régimen los alumnos que registraron su inscripción anual en el período establecido y aquellos que estén comprendidos en alguna de las siguientes opciones:
a. Los alumnos que se inscribieron en el curso como promocionales o regulares y no cumplieron con los requisitos estipulados en el programa.
b. Los alumnos no inscriptos para cursar, que cumplen con las correlativas requeridas para rendir el curso.
c. Los alumnos que han regularizado el curso, pero que no rindieron la asignatura en el plazo establecido. Nota: También será de aplicación toda otra norma vigente para esta categoría de alumnos como la que exige haber regularizado al menos una asignatura de su carrera en el año académico en el que se inscribe para rendir (Ordenanza Rectoral Nº 11/83).
Características de las evaluaciones libres:
• El examen versará sobre la totalidad del último programa, contemplando los aspectos teóricos y prácticos del curso.
• El examen constará de una instancia referida a los Trabajos Prácticos previa al desarrollo de los aspectos teóricos, que se realizará el día fijado para el Examen Final.
• La modalidad del examen final podrá ser escrita u oral de acuerdo a como lo decida el tribunal evaluador.
• El alumno que pretenda rendir un examen libre deberá consultar previamente con el responsable de la asignatura. Este requisito es indispensable para programar las actividades de evaluación prácticas y teóricas.

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] Process systems analysis and control, Donald R. Coughanowr, Lowell B. Koppel, McGraw-Hill 1965.

X - Bibliografia Complementaria

[1] Handbook of Chemical Engineers, Capítulo 8 “Process Control”, McGraw- Hill
[2] Practical Process Control for Engineers and Technicians Wolfgang Altmann, Elsevier 2005
[3] Process modeling, simulation and control for chemical engineers, William L. Luyben, McGraw-Hill, 1996

XI - Resumen de Objetivos

Capacitar al alumno para desarrollar actividades inherentes al campo del control automático, basadas en el análisis dinámico de procesos y en el planteo y diseño de estrategias de control.

XII - Resumen del Programa

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

XIII - Imprevistos

Cuando por razones de fuerza mayor no pudiera dictarse la teoría de las unidades temáticas se entregará material (apuntes o bibliografía). Las prácticas podrán autoadministrarse a partir de las guías correspondientes. En ambos casos existirá la

posibilidad de supervisión o consulta a los docentes de la asignatura.

XIV - Otros