Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingenieria de Procesos
Area: Procesos Químicos

(Programa del año 2025)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 06/08/2025 12:49:40)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Dinámica y Control de Procesos	INGENIERÍA QUÍMICA	OCD Nº 21/2022	2025	2° cuatrimestre
Dinámica y Control de Procesos	INGENIERÍA QUÍMICA	OCD Nº 21/2022	2025	2° cuatrimestre
Dinámica y Control de Procesos	INGENIERÍA QUÍMICA	Ord 24/12-17/22	2025	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
RODRIGUEZ, MARIA LAURA	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
BELZUNCE, PABLO SANTIAGO	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
MIRANDA, ANGEL FEDERICO	Auxiliar de Laboratorio	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	3 Hs	4 Hs	1 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
04/08/2025	14/11/2025	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.
La Instrumentación y el Control de Procesos tiene como propósito fundamental el análisis, diseño y automatización de procesos. En esta asignatura se analiza la dinámica del proceso o subproceso bajo estudio, se establecen modelos

matemáticos dinámicos que los describen, y se diseñan sistemas de control.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- Plantear leyes de conservación de masa, calor y cantidad de movimiento sobre los procesos o unidades de proceso
- Resolver los modelos matemáticos en estado no estacionario que los describen para comprender en detalle el comportamiento dinámico de los mismos.
- Diseñar correctamente estrategias sencillas de control con el fin de lograr que el proceso opere de forma estable alrededor del punto de consigna siguiendo una dinámica adecuada, haciendo uso de funciones de transferencia.
- Analizar estrategias más complejas de control para alcanzar un control más eficiente según la dinámica del proceso
- Aplicar conocimientos de instrumentación para participar en la gestión de adquisición de un sistema de control
- Resolver problemas sencillos del control de una planta en operación

VI - Contenidos

TEMA 1: Introducción al control de procesos. Modelización del comportamiento dinámico de procesos

1.1 Ejemplo introductorio. 1.2 Control por realimentación. 1.3 Control anticipativo. 1.4 Definiciones y conceptos básicos relativos a los sistemas de control de procesos: Variable de proceso, Punto de consigna, Variable manipulada, Variable de perturbación, 1.5 Señales e instrumentos de un sistema de control de proceso: Sensor, Transmisor, Controlador, Actuador o elemento final de control. 1.6 Niveles de control de procesos: Control regulatorio básico, CRB, Control regulatorio avanzado, CRA, Control multivariable, CM, Optimización en línea, OL, 1.7 Diseño del sistema de control. 1.8 Modelización del comportamiento dinámico de procesos. Introducción. Consideraciones generales acerca del modelado matemático de procesos. Principios fisicoquímicos. Concepto de régimen nominal de operación. 1.9 Ecuaciones de conservación y tipos de modelos: Formulación de modelos de parámetros globalizados, Formulación de modelos de parámetros distribuidos.

TEMA 2: Análisis de la dinámica de procesos en el dominio del tiempo

2.1 Introducción
2.2 Linealización de modelos dinámicos de procesos
2.3 Sistemas lineales de primer orden
2.4 Sistemas de segundo orden
2.5 Sistemas de orden superior

TEMA 3: Análisis dinámico en el dominio de Laplace: Función de transferencia

3.1 Introducción
3.2 La transformada de Laplace
3.3 Resolución de ecuaciones diferenciales lineales
3.4 Funciones de transferencia de modelos entrada-salida
3.5 Análisis cualitativo del comportamiento dinámico de un sistema y concepto de estabilidad
3.6 Diagramas de bloques

TEMA 4: Análisis dinámico en el dominio de la frecuencia: Respuesta en frecuencia

4.1 Introducción
4.2 Respuesta en frecuencia
4.3 Diagramas de Bode de sistemas simple
4.3.1 Ganancia estática
4.3.2 Integrador puro
4.3.3 Retardo de primer orden
4.3.4 Adelanto de primer orden
4.3.5 Tiempo muerto o retardo puro
4.3 Respuesta en frecuencia de sistemas constituidos por varias funciones de transferencia en serie

TEMA 5: Modelos Dinámicos empíricos para control de procesos

5.1 Introducción
5.2 Metodología general
5.3 El método de la curva de reacción
5.4 Métodos estadísticos

TEMA 6: Control por realimentación

6.1 Introducción
6.2 Instrumentación de un lazo simple de control
6.3 Controladores analógicos PID
6.4 Controladores digitales
6.5 Selección de las acciones de control

TEMA 7: Análisis Dinámico y diseño de lazos de realimentación

7.1 Introducción
7.2 Diagrama de bloques y respuesta de un lazo simple de control
7.3 Criterios de estabilidad en lazo cerrado
7.4 Efecto de las acciones básicas de control sobre la respuesta en lazo cerrado

TEMA 8: Sintonización de controladores PID

8.1 Introducción
8.2 Sintonización de controladores de realimentación
8.3 Criterios de calidad de respuesta
8.4 Selección del tipo de controlador
8.5 Métodos de sintonización de controladores

TEMA 9: Control regulatorio avanzado: Control de procesos con grandes tiempos muertos.

9.1 Introducción
9.2 El problema de control de procesos con elevado tiempo muerto
9.3 El Predictor de Smith
9.4 El predictor de Smith y los errores de modelado
9.5 El Predictor PI
9.6 Control de procesos con respuesta inversa

TEMA 10: Control regulatorio avanzado: Control con variables auxiliares

10.1 Control en cascada
10.2 Control anticipativo
10.3 Control selectivo o control con restricciones
10.4 Control de gama partida

TEMA 11: Control por computadora y Control secuencial de procesos

11.1 Introducción
11.2 Ventajas e inconvenientes del control por computadora
11.3 Funciones de las computadoras en el control y supervisión de procesos
11.3.1 Adquisición y tratamiento de datos
11.3.2 Monitorización y supervisión
11.3.3 Telemando
11.3.4 Control
11.4 Estructuras actuales de los sistemas de control por computador. Buses de campo (fiel bus)
11.5 Control secuencial de procesos
11.5.1 Introducción
11.5.2 Ejemplo ilustrativo
11.6 Autómatas programables o Controladores lógicos programables (PLC)
11.6.1 Estructura de un PLC
11.6.2 Lenguajes de programación
11.6.3 Programación GRAFCET: Ejemplo aplicado al control de un proceso

TEMA 12: Instrumentación de procesos químicos

12.1 Introducción
12.2 Medidores de temperatura

12.3 Medidores de presión y nivel
12.4 Medidores de caudal
12.5 Elementos finales de control: válvulas de regulación automática

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Práctico 1: Modelado Dinámico de Procesos. Linealización de ecuaciones en el dominio del tiempo.
Práctico 2: Funciones de Transferencia y Diagramas de Bloques
Práctico 3: Análisis Dinámico de Procesos en el Dominio de la Frecuencia
Práctico 4: Modelado Empírico de Procesos
Práctico 5: Control por Realimentación
Práctico 6: Diseño de Lazos de Control
Práctico 7: Sintonización de Controladores PID
Práctico 8: Predictor de Smith
Práctico 9: Control Regulatorio Avanzado: Control con Variables Auxiliares
Práctico 10: Control Secuencial de Procesos
Practico 11: Instrumentación de procesos

Los trabajos prácticos 1 al 10 se abordan desde la perspectiva del aprendizaje basado en problemas, se pretende que el estudiante construya su conocimiento sobre la base de problemas y situaciones de la vida real y que, además, lo haga con el mismo proceso de razonamiento que utilizará cuando sea profesional. En cada práctico se plantean problemas a partir de las que se van desprendiendo preguntas a las que el estudiante debe responder, al finalizar el práctico el alumno debe entregar un informe presentando los resultados que será evaluado. El trabajo práctico 11 se evalúa mediante la metodología clase invertida.

VIII - Regimen de Aprobación

METODOLOGÍA DE DICTADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA
A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:
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.

B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO
1) Asistencia al 80% 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)
C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL
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. En el caso de examen oral, la evaluación se llevará a cabo bajo la modalidad de selección de bolilla, organizadas de la siguiente manera:

Bolilla 1: Temas 3, 5, 6, 9 y 11.
Bolilla 2: Temas 3, 5, 7, 8 y 12.
Bolilla 3: Temas 2, 4, 6, 8 y 10.
Bolilla 4: Temas 1, 3, 7, 9 y 11.
Bolilla 5: Temas 2, 5, 7, 10 y 12.
La selección de bolillas organiza el examen, pero el tribunal podrá preguntar sobre cualquier contenido del programa si lo

considera necesario.
D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL
El régimen de Promoción sin examen final no está estipulado en la materia.
E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANtES 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 aspire a 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 Síntesis – 1997.
[2] Chemical Process Control - George Stephanopoulos - Prentice Hall International (1984)
[3] Process systems analysis and control, Donald R. Coughanowr, Lowell B. Koppel, McGraw-Hill (1991)
[4] Instrumentación Industrial, Antonio Creus Solé, 8ª Ed. Alfaomega (2011)
[5] Chemical Engineering Dynamics, John Ingham, Irving J. Dunn, Elmar Heinzle, Jirí E. Prenosil, Jonathan B. Snape, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2007)
[6] Chemical Process Dynamics and Controls, Peter J. Woolf, University of Michigan, Engineering Controls Group, 2009
[7] Process Dynamics and Control, Dale E. Seborg, Thomas F. Edgar, Duncan A. Mellichamp, Francis J. Doyle III, 4th Edition, Wiley (2016).

X - Bibliografia Complementaria

[1] Handbook of Chemical Engineers, Capítulo 8 “Process Control”, DW Green, McGraw- Hill, 2019
[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
[4] Dynamics and Nonlinear Control of Integrated Process Systems, Michael Baldea, Prodromos Daoutidis, Cambridge University Press (2012)

XI - Resumen de Objetivos

- Plantear leyes de conservación de masa, calor y cantidad de movimiento sobre las unidades de proceso
- Resolver los modelos matemáticos en estado no estacionario que los describen
- Diseñar estrategias sencillas de control
- Analizar estrategias más complejas de control
- Aplicar conocimientos de instrumentación
- Resolver problemas sencillos del control

XII - Resumen del Programa

TEMA 1: Introducción al control de procesos. Modelización del comportamiento dinámico de procesos
TEMA 2: Análisis de la dinámica de procesos en el dominio del tiempo
TEMA 3: Análisis dinámico en el dominio de Laplace: Función de transferencia
TEMA 4: Análisis dinámico en el dominio de la frecuencia: Respuesta en frecuencia

TEMA 5: Modelos Dinámicos empíricos para control de procesos
TEMA 6: Control por realimentación
TEMA 7: Análisis Dinámico y diseño de lazos de realimentación
TEMA 8: Sintonización de controladores PID
TEMA 9: Control regulatorio avanzado: Control de procesos con grandes tiempos muertos. Control con variables
TEMA 10: Control regulatorio avanzado: Control con variables auxiliares
TEMA 11: Control por computadora y Control secuencial de procesos
TEMA 12: Instrumentación de procesos químicos

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

Aprendizajes Previos:

- Formular balances de masa, energía y cantidad de movimiento en estado estacionario y no estacionario, a partir de ecuaciones generales de conservación con reacción química
· Interpretar la fenomenología involucrada en equipos de operaciones unitarias I, II, III, reactores químicos.
- Resolver ecuaciones diferenciales mediante Transformadas de Laplace
- Resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de valor inicial
- Reconocer variables y parámetros de proceso
- Interpretar y graficar perfiles espaciales y temporales de las variables de proceso
- Relacionar variables en una ecuación diferencial o algebraica
- Conjeturar sobre influencia de las variables y los parámetros de diseño en el comportamiento de un sistema
- Leer e interpretar tablas y gráficos
- Leer e interpretar textos técnicos

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica.
Cantidad de horas de Teoría: 3hs
Cantidad de horas de Práctico Aula: 3.5hs (Resolución de prácticos en carpeta)
Cantidad de horas de Práctico de Aula con software específico: 0.5hs (Resolución de prácticos en PC con software específico propio de la disciplina de la asignatura)
Cantidad de horas de Formación Experimental: 0.5h (Laboratorios, Salidas a campo, etc.)
Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería con utilización de software específico: 0.5h (Resolución de Problemas de ingeniería con utilización de software específico propio de la disciplina de la asignatura)
Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería sin utilización de software específico: -(Resolución de Problemas de ingeniería SIN utilización de software específico)
Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería con utilización de software específico: - (Horas dedicadas a diseño o proyecto con utilización de software específico propio de la disciplina de la asignatura)
Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería sin utilización de software específico: - (Horas dedicadas a diseño o proyecto SIN utilización de software específico)

Aportes del curso al perfil de egreso:

1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 3)
1.2. Concebir, diseñar, calcular, analizar y desarrollar proyectos. (Nivel 2)
2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación. (Nivel 2)
2.2. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. (Nivel 1)
2.3. Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad. (Nivel 1)
2.4. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas. (Nivel 3)
2.5. Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados. (Nivel 2)
2.6. Evaluar críticamente ordenes de magnitud y significación de resultados numéricos. (Nivel 2)

3.1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 1)
3.2. Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica. (Nivel 2)
3.3. Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica. (Nivel 3)
3.4. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. (Nivel2)
3.5. Aprender en forma continua y autónoma. (Nivel 2)
3.6. Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo. (Nivel 1)

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	