



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Ingeniería



"LAS MALVINAS
SON ARGENTINAS"

PROGRAMA ANALÍTICO

FACULTAD: INGENIERIA

DEPARTAMENTO: ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA

PLAN DE ESTUDIO: 1994

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

ORIENTACIÓN: No posee

ASIGNATURA: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CÓDIGO: 9141

DOCENTE RESPONSABLE:

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Dídimo Ramón Zárate	Ingeniero Mecánico Electricista	Profesor Adjunto	Exclusiva

EQUIPO DOCENTE:

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Dídimo Ramón Zárate	Ingeniero Mecánico Electricista	Profesor Adjunto	Exclusiva
Diego José Muñoz	Magister en Ciencias de la Ingeniería	Jefe de Trabajos Prácticos	Semi-Exclusiva
Pablo M. de la Barrera	Doctor en Control de Sistemas	Jefe de Trabajos Prácticos	Exclusiva
Pablo Daniel Donolo	Doctor en Ciencias de la Ingeniería	Ayudante de Primera	Semi-Exclusiva

AÑO ACADÉMICO: 2021

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 5TO. AÑO

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
9130	-
0405	-

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Horas Totales		(120 h.)
Semanales		(8 h.)
Teóricas		(50 h.)
Prácticas	Resolución de problemas	(40 h.)
	Laboratorio	(30 h.)
	Proyecto	(... h.)
	Trabajo de campo	(... h.)
Teórico-Prácticas		(... h.)



FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:

Automatización y Control es una asignatura obligatoria dentro del plan de estudios y se ubica en el 9no cuatrimestre de la carrera Ingeniería Química. En esta etapa de la carrera los estudiantes ya han estudiado, en asignaturas previas, los balances de masa y energía que intervienen en diferentes procesos, así como también los equipos involucrados. En tal sentido, es una asignatura integradora de conocimientos previamente adquiridos. Por el contrario, desde el punto de vista del área del conocimiento relacionada con la teoría de control aplicada a procesos químicos, es una asignatura básica.

Los contenidos incluyen todos los contenidos indicados en el plan de estudios vigente de la carrera Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la UNRC, a lo que se agrega el estudio de automatización basada en controladores lógicos programables, todo lo cual aporta a lo establecido como actividades reservadas para el Ingeniero Químico, que expresan: "el profesional debe ser capaz de calcular y proyectar instalaciones de control".

Se aborda una metodología de enseñanza teórico-práctica, con mención a sistemas reales para introducir conceptos teóricos, y abordar luego la resolución asistida de problemas cerrados. Se complementa el abordaje de los temas con experiencias de simulaciones con programas específicos y prácticas en laboratorio.

OBJETIVOS PROPUESTOS:

OBJETIVOS GENERALES:

Se trata de cubrir necesidades pertinentes al ámbito de la educación básica en la Ingeniería química. En tal sentido, los objetivos primordiales de la asignatura se relacionan, tanto con la comprensión de la naturaleza de los problemas de control, como con una aproximación sistemática hacia sus soluciones. En relación a las metas enunciadas, se trabaja en torno a principios generales que permiten establecer que:

- el sujeto de estudio es el control de un proceso químico, con todas sus dificultades y desafíos;
- existe una gran diversidad de herramientas y metodologías de diseño con las que el alumno deberá estar familiarizado antes de intentar la resolución de un problema de control;
- diseñar un sistema de control no es solamente la resolución de un problema matemático, sino que involucra la aplicación de todos los conocimientos de ingeniería adquiridos en los años previos;
- para el diseño de cualquier esquema de control simple y efectivo, es esencial una comprensión profunda de los fenómenos físicos y químicos que tienen lugar en los procesos involucrados;
- el problema central a ser resuelto es seleccionar, en cada caso, la mejor de las diversas configuraciones alternativas de control posibles.

Además de los objetivos y principios generales enunciados, se aspira a que, en cada una de las partes en que se divide el programa se alcancen ciertos objetivos específicos, los que se enuncian a continuación:

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Eje Temático I

- * Que el estudiante adquiera conocimientos acerca de qué se entiende por automatización de un proceso químico;
- * que obtenga conocimientos básicos acerca del funcionamiento de los Controladores Lógicos Programables;



- * que sea capaz de desarrollar programas para automatizar secuencias simples de automatización;
- * que incorpore conocimientos básicos acerca de los diferentes sensores y actuadores que se utilizan para la automatización de procesos industriales.

Eje Temático II

- * Que el estudiante adquiera conocimientos acerca de qué es y qué implica el control de un proceso químico;
- * que obtenga una base racional para el estudio de la asignatura;
- * que sea capaz de describir las necesidades e incentivos de un control de procesos;
- * que analice las características de un sistema de control y formule los problemas que deberán ser resueltos durante el diseño.

Eje Temático III

- * Que el estudiante comprenda la necesidad de desarrollar un modelo matemático para conocer el comportamiento de un sistema, como paso previo al diseño de un controlador para un proceso químico;
- * que sea capaz de adquirir una metodología de trabajo a fin de modelar un proceso utilizando las ecuaciones de balance;
- * que reconozca el alcance y las dificultades del modelado matemático para su utilización en control de procesos.
- * que se domine el método operacional de la transformada de Laplace como herramienta para la resolución de ecuaciones diferenciales.

Eje Temático IV

- * que el estudiante adquiera conocimientos sobre el comportamiento dinámico de los diversos procesos típicos ante cambios en la entrada y perturbaciones.

Eje Temático V

- * Que se discuta la noción de lazo de realimentación;
- * que se conozcan los elementos físicos necesarios para la implementación de lazos realimentados;
- * que se identifiquen los modos básicos de control realimentado y su efecto en la respuesta de un proceso químico;
- * que analicen las características de estabilidad de un sistema con control y se visualice el procedimiento de diseño de un controlador apropiado para un sistema dado.

Eje Temático VI

- * Que se visualice que existen situaciones en las que no puede ser aplicado el control realimentado clásico para lograr una respuesta deseada en un sistema dado;
- * que el alumno posea una visión global de las técnicas de control avanzado más difundidas en la industria.

COMPETENCIAS:

La asignatura pretende desarrollar en el estudiante las siguientes competencias genéricas y capacidades asociadas específicas:

- *Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.*

- a) Capacidad para identificar y formular problemas. Trabajando sobre todas las capacidades componentes 1.a.1 - 1.a.4
- b) Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada. En particular sobre la capacidad componente 1.b.1.
- c) Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución. En particular sobre las capacidades componentes 1.c.1., 1.c.4, y 1.c.5.
- d) Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas. Trabajando sobre todas las capacidades componentes 1.d.1 - 1.d.4



- *Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.*
 - a) Capacidad para concebir soluciones tecnológicas. En particular sobre las capacidades componentes 2.a.2, 2.a.3 y 2.a.5.
 - b) Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería. En particular sobre las capacidades componentes 2.b.2, 2.b.3, 2.b.3 y 2.b.7.

- *Competencia para gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería*
 - a) Capacidad para planificar y ejecutar proyectos de ingeniería. En particular sobre la capacidad componente 3.a.7
 - b) Capacidad para operar y controlar proyectos de ingeniería. . En particular sobre las capacidades componentes 3.b.1, 3.b.2 y 3.b.3.

- *Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.*
 - a) Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles. En particular sobre la capacidad componente 4.a.3
 - b) Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas. En particular sobre las capacidades componentes 4.b.2 y 4.b.3.

- *Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.*
 - a) Capacidad para emplear las formas de pensamiento apropiadas para la innovación tecnológica. En particular sobre las capacidades componentes 5.c.1 y 5.c.2.

- *Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.*
 - a) Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas. En particular sobre las capacidades componentes 6.a.1, 6.a.2 y 6.a.3.
 - b) Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos. En particular sobre las capacidades componentes 6.b.1, 6.b.2, 6.b.5 y 6.a.6.
 - c) Capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo. En particular sobre las capacidades componentes 6.c.1, 6.b.3, 6.c.4 y 6.c.5.

- *Competencia para comunicarse con efectividad.*
 - a) Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio. En particular sobre las capacidades componentes 7.a.1 y 7.a.5.
 - b) Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas. En particular sobre las capacidades componentes 7.b.1, 7.b.3, 7.b.4 y 7.b.5

- *Competencia para aprender en forma continua y autónoma.*
 - a) Capacidad para reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida. En particular sobre las capacidades componentes 9.a.1, 9.a.2 y 9.a.3.
 - b) Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje. En particular sobre las capacidades componentes 9.b.1 y 9.b.2.

- *Competencia para diseñar y desarrollar proyectos simples relacionados con sistemas de control.*



EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS:

EJE TEMÁTICO I: Elementos de Automatización para un Proceso Químico

Contenidos:

1.- Elementos de Automatización: Controladores Lógicos Programables.

- 1.1 Introducción
 - Contexto Histórico
 - Relés
- 1.2 Estructura y Operación.
 - Estructura interna de un PLC
 - Operación de un PLC
- 1.3 Conceptos de Programación.
 - Instrucciones Básicas
- 1.4 Criterios de Selección
 - Factores cuantitativos
 - Factores cualitativos
- 1.5 Sensores y Actuadores
 - Sensores o elementos de entrada
 - Actuadores o elementos de salida

Contenidos Adicionales del Capítulo.

- El Conjunto de Instrucciones
 - Instrucciones de enclavamiento
 - Contadores
 - Temporizadores
 - Monoestables
 - Control Maestro
 - Manipulación de datos
 - Instrucciones matemáticas
- El Cableado Eléctrico
 - Cableado de las entradas
 - Cableado de las salidas
 - Criterios de selección del tipo de entradas y salidas

EJE TEMÁTICO II: El Control de un Proceso Químico: Características y Problemas Asociados

Contenidos:

2.- Incentivos para el control de un proceso químico.

- 2.1 Supresión de la influencia de las perturbaciones externas.
- 2.2 Asegurar la estabilidad del proceso.
- 2.3 Optimización de la performance de un proceso químico.

3.- Aspectos del diseño de un sistema de control de procesos.

- 3.1 Clasificación de las variables en un proceso químico.
- 3.2 Elementos de diseño de un sistema de control.
 - Formulación de los objetivos de control
 - Selección de las variables a medir
 - Selección de las variables manipuladas
 - Selección de la configuración de control
 - Diseño del controlador
- 3.3 Metodología de trabajo



3.4 Aspectos del control de una planta química completa

EJE TEMÁTICO III: Modelado del comportamiento estático y dinámico de un proceso químico.

Contenidos:

4.- Desarrollo de un modelo matemático

- 4.1. ¿Por qué necesitamos de modelos matemáticos para el control de procesos?
- 4.2. Variables de estado y ecuaciones de estado para procesos químicos.
- 4.3. Elementos adicionales del modelo matemático.
 - Ecuaciones de velocidad de transporte
 - Ecuaciones cinéticas
 - Relaciones de equilibrio de reacción y fase
 - Ecuaciones de estado
- 4.4. Tiempo muerto.
- 4.5. Dificultades del modelado.
 - Pobre conocimiento del proceso
 - Parámetros conocidos con poca precisión
 - Tamaño y complejidad del modelo

Contenidos Adicionales del Capítulo.

Ejemplos adicionales de Modelado Matemático

5.- Consideraciones sobre el modelado con propósitos de control

- 5.1. El modelo de *entrada - salida*.
- 5.2. Grados de libertad.
- 5.3. Grados de libertad y controladores de proceso.
- 5.4. Formulación del alcance del modelado en un control de proceso.
 - Objetivos de control
 - Las perturbaciones esperadas y su impacto
 - Fenómenos físico - químicos en un proceso
- 5.5. Linealización de sistemas no lineales
 - Linealización de sistemas de una variable
 - Variables de desviación

6.- Transformada de Laplace

- 6.1. Definición de la Transformada de Laplace.
- 6.2. Transformada de Laplace de algunas funciones básicas.
 - Función exponencial
 - Función rampa
 - Funciones trigonométricas
 - Funciones trasladadas
 - Función pulso unitario
 - Función impulso unitario
- 6.3. Transformada de Laplace de derivadas.
- 6.4. Transformada de Laplace de integrales.
- 6.5. Teorema del valor final.
- 6.6. Teorema del valor inicial.

7.- Solución de ecuaciones diferenciales lineales mediante Transformada de Laplace

- 7.1. Un ejemplo característico y el procedimiento de solución.
- 7.2. Transformada inversa de Laplace: Expansión de Heaviside.
 - Raíces reales y distintas del polinomio $P(s)$



- Raíces complejas y distintas del polinomio $P(s)$
- Raíces múltiples del polinomio $P(s)$
- 7.3. Ejemplos de resolución de ecuaciones diferenciales lineales usando Transformada de Laplace.

Contenidos Adicionales del Capítulo.

- Números Complejos
- Introducción
- Definición
- Igualdad y desigualdad
- Adición y substracción
- Producto y cociente
- Potencias y raíces
- La función exponencial
- Consideraciones sobre la representación vectorial de números complejos

8.- Funciones de transferencia y los modelos de entrada – salida

- 8.1. Función de transferencia de un proceso con una única salida.
- 8.2. Función de transferencia matricial de un proceso con múltiples salidas.
- 8.3. Polos y ceros de una función transferencia.
- 8.4. Análisis cualitativo de la respuesta de un sistema.

EJE TEMÁTICO IV: Análisis del comportamiento dinámico de los procesos químicos.

Contenidos:

9.- Comportamiento dinámico de sistemas de primer orden

- 9.1. ¿Qué es un sistema de primer orden?
- 9.2. Procesos modelados como sistemas de primer orden.
- 9.3. Respuesta dinámica de un proceso capacitivo puro.
- 9.4. Respuesta dinámica de un sistema con retardo de primer orden.
- 9.5. Sistemas de primer orden con constante de tiempo y ganancia variables.

10.- Comportamiento dinámico de sistemas de segundo orden

- 10.1. ¿Qué es un sistema de segundo orden?
- 10.2. Respuesta dinámica de los sistemas de segundo orden.
Características de una respuesta sub amortiguada.
- 10.3. Procesos multicapacidad como sistemas de segundo orden.
Capacidades sin interacción.
Capacidades interactuantes.
- 10.4. Procesos de segundo orden en sí mismos.
- 10.5. Sistemas de segundo orden originados por la presencia de controladores.

11.- Comportamiento dinámico de otros sistemas de interés

- 11.1. Sistemas multicapacitivos.(o de orden superior)
- 11.2. Dinámica de sistemas con tiempo muerto.
Aproximación polinomial del tiempo muerto
Aproximación de sistemas multicapacitivos
- 11.3. Dinámica introducida por los ceros de una Función Transferencia
- 11.4. Dinámica de sistemas con respuesta inversa.



EJE TEMÁTICO V: Análisis y diseño de sistemas de control realimentado.

Contenidos:

12.- Introducción al control realimentado.

- 12.1. Concepto de control realimentado.
- 12.2. Tipos de controladores.
 - Controlador Proporcional.
 - Controlador Proporcional – Integral.
 - Controlador Proporcional – Integral - Derivativo.
- 12.3. Variantes en algoritmos de control PID.
 - Forma paralela de controladores PID.
 - Forma serie de controladores PID.
 - Equivalencia entre formas paralelo y serie.
 - Forma expandida de controladores PID.
- 12.4. Elementos básicos de los controladores realimentados.
 - Funciones adicionales de los controladores PID.
 - Realimentación positiva y realimentación negativa.

13.- El equipamiento de los sistemas de control de procesos.

- 13.1. Elementos físicos de un sistema de control.
- 13.2. Dispositivos de medición (sensores).
 - Sensores de flujo.
 - Sensores de presión
 - Sensores de temperatura.
 - Analizadores de composición.
- 13.3. Transductores.
- 13.4. Elementos de Control final.

14.- Comportamiento dinámico de procesos con control realimentados

- 14.1 Diagrama en bloques y respuesta de lazo cerrado.
- 14.2 Efecto del controlador proporcional sobre la respuesta de lazo cerrado de un proceso.
 - Sistemas de primer orden.
 - Sistemas de segundo orden.
- 14.3. Efecto de la acción de control integral.
- 14.4. Efecto de la acción de control derivativa.
- 14.5. Efecto compuesto de las acciones de control.
 - Efecto del controlador PI
 - Efecto del modo PID

15.- Análisis de la estabilidad de sistemas realimentados.

- 15.1. La noción de estabilidad.
- 15.2. La ecuación característica.
- 15.3. Criterio de estabilidad de Routh - Hurwitz.
- 15.4. Análisis mediante el método del lugar de las raíces.
 - Condiciones de ángulo y amplitud.
 - Reglas generales para la construcción de los lugares de las raíces.
 - Efecto de la adición de polos a la función de transferencia de lazo abierto.
 - Efecto de la adición de ceros a la función de transferencia de lazo abierto.

16.- Diseño de controladores realimentados.

- 16.1. Reseña de los problemas de diseño.
- 16.2. Criterios de performance simple.
- 16.3. Criterio de performance de la integral en el tiempo.
- 16.4. Selección del tipo apropiado de controlador realimentado.



- 16.5. Controlador de dos posiciones
 - Controlador de dos posiciones aplicado a un sistema de primer orden.
 - Influencia de los parámetros de diseño en la respuesta del controlador de dos posiciones.
- 16.6. Sintonía de controladores.
- 16.7 Métodos semi empíricos de sintonía.
 - Método de la curva de reacción del proceso (Cohen y Coon).
 - Método de Ziegler – Nichols.
 - Método de Tyreus – Luyben.
 - Método de prueba y error en línea.

17.- Análisis de la respuesta en frecuencia de procesos lineales

- 17.1. Respuesta de un sistema de primer orden ante una entrada sinusoidal.
- 17.2. Característica de respuesta en frecuencia de un sistema lineal genérico.
- 17.3. Diagramas de Bode.
 - Sistema de primer orden.
 - Proceso capacitivo puro.
 - Sistema de segundo orden.
 - Sistema de tiempo muerto puro.
 - Sistemas en serie.
 - Controladores realimentados.
- 17.4. Diagramas de Nyquist.
 - Sistema de primer orden.
 - Sistema de segundo orden.
 - Sistema de tercer orden.
 - Proceso capacitivo puro.
 - Controladores realimentados.

18.- Diseño de sistemas de control realimentado usando técnicas de respuesta en frecuencia.

- 18.1. Criterio de estabilidad de Bode.
- 18.2. Margen de ganancia y margen de fase.
- 18.3. Criterio de estabilidad de Nyquist.

19.- Identificación experimental de sistemas.

- 19.1. Conceptos fundamentales.
- 19.2. Métodos directos.
 - Métodos de lazo abierto.
 - Métodos de lazo cerrado.
- 19.3. Método de identificación mediante relé realimentado.

EJE TEMÁTICO VI: Análisis y diseño de sistemas de control avanzado.

Contenidos:

20.- Sistemas de control realimentado con grandes tiempos muertos o respuesta inversa

Introducción

- Procesos no lineales
- Procesos "acoplados" (con interacción)
- Dinámica problemática
- Perturbaciones problemáticas
- 20.1. Procesos con tiempos muertos grandes.
- 20.2. Compensación del tiempo muerto.
- 20.3. Control de sistemas con respuesta inversa.
 - Control PID simple



Compensador de respuesta inversa

21.- Control por avanacción (feedforward) y control de relación

- 21.1. Lógica del control por avanacción.
- 21.2. El problema de diseño de controladores de avanacción.
- 21.3. Aspectos prácticos del diseño de controladores por avanacción.
 - Diseño de controladores por avanacción de estado estacionario.
 - Diseño de controladores por avanacción con dinámica simple.
 - Controladores por avanacción físicamente irrealizables.
 - Sintonía de controladores por avanacción.
- 21.4. Control por avanacción - realimentación.
- 21.5. Control de relación.

22.- Control adaptivo y control inferencial.

- 22.1. Control Adaptivo.
 - Control Adaptivo Diagramado o Programado
 - Control Auto - Adaptivo
- 22.2. Control inferencial.

FORMAS METODOLÓGICAS:

La metodología adoptada para el dictado de la asignatura consta de:

Clases teóricas. Se desarrollan en aula. Son del tipo expositivas, de tipo interactivas en las que los docentes asisten a los estudiantes. En general, las exposiciones de los temas son apoyadas con presentaciones en PowerPoint preparadas por docentes o grupos de estudiantes, según el eje temático en tratamiento. Se imparte formación específica para la elaboración de presentaciones eficientes. La totalidad de los temas desarrollados cuentan con material de estudio elaborado por el equipo docente

Clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollan en aula. Tienen como objetivo la resolución de problemas de aplicación de la teoría previamente desarrollada. Se asiste en su trabajo (individual o en pequeños grupos) a los estudiantes.

Laboratorios de simulación. Se desarrollan en el Aula de Informática 1 de la F.I. En estas instancias, en que se trabaja con software dedicado a simulación de procesos y sistemas, el equipo docente explicita los objetivos de cada experiencia. La resolución es individual y se comparte en forma grupal resultados y conclusiones. Los estudiantes deben elaborar y presentar informes sobre lo realizado. Se imparte formación específica, tanto para la utilización del software específico como acerca de la presentación de informes con formato estricto del tipo que luego deberán utilizar si deciden continuar su formación con perfil académico.

Laboratorios de aplicación. Se desarrollan en el Laboratorio de Control y en la Planta Piloto de la F.I. Se realiza aquí la implementación en equipos reales pequeños proyectos propuestos por el equipo docente a diferentes grupos de estudiantes. Los estudiantes deben elaborar y presentar informes sobre lo realizado.

Consultas. El equipo docente de la asignatura se encuentra a disposición para complementar la totalidad de las actividades mencionadas con clases de consulta, personalizadas o en pequeños grupos, para aquellos estudiantes que lo soliciten.



PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:

En la convocatoria para el año 2020, se ha presentado un proyecto PIIMEG, en el que se propone incorporar actividades interdisciplinarias que aborden problemas concretos vinculados con el campo profesional, el proyecto propone el trabajo entre dos asignaturas: Automatización y Control (Ingeniería Química) e Instrumentación Industrial (Ingeniería Electricista). El objetivo es trabajar contenidos específicos de cada asignatura a partir de una problemática común (la necesidad de automatizar y controlar un proceso productivo). Los estudiantes seleccionarán un proceso en el que se involucre un molino coloidal (ya disponible en Planta Piloto de la FI) y estudiarán la manera de realizar una automatización con el correspondiente control. De manera opcional y en la medida de las posibilidades en función de los procesos seleccionados, se propondrá a los estudiantes que lleven a cabo pruebas a escala piloto en la Planta Piloto del Departamento de Tecnología Química. Por último, se realizará la correspondiente investigación evaluativa para medir el proceso de innovación y los resultados que permitan realizar las modificaciones futuras para mejorar el dictado de las asignaturas. En el proyecto participan todos los integrantes de la asignatura.

Se prevé la puesta en marcha del proyecto para el corriente año, luego de las restricciones derivadas de la pandemia de COVID-19.

CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES Y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

AÑO 2022

Fecha	Actividad
21 de Marzo	Presentación de la asignatura, Capítulo 1
28 de Marzo	Capítulo 1 (continuación)
31 de Marzo	<i>Práctico de Simulaciones 1</i>
04 de Abril	<i>Laboratorio de Control 1</i>
07 de Abril	<i>Laboratorio de Control 1, Capítulo 2 y Capítulo 3</i>
11 de Abril	Capítulo 4, Capítulo 5 y Res. de problemas
18 de Abril	Capítulo 6, Capítulo 7 y Res. de problemas
21 de Abril	Capítulo 8, Capítulo 9 y Res. de problemas
25 de Abril	Capítulo 10 y Res. de problemas
28 de Abril	Capítulo 11 y Res. de problemas
02 de Mayo	Capítulo 12, Capítulo 13 y Res. de problemas
05 de Mayo	<i>Práctico de Simulaciones 2</i>
09 de Mayo	Primer Parcial
12 de Mayo	Capítulo 14 y Res. de problemas
XX de Mayo	Recuperatorio del primer Parcial
16 de Mayo	Capítulo 15 y Res. de problemas
19 de Mayo	Capítulo 16 y Res. de problemas
23 de Mayo	Capítulo 17 y Res. de problemas
26 de Mayo	Capítulo 18 y Res. de problemas
30 de Mayo	Capítulo 19, Capítulo 20 y Res. de problemas
02 de Junio	<i>Práctico de Simulaciones 3</i>
06 de Junio	Segundo Parcial



XX de Junio	Recuperatorio del segundo Parcial
09 de Junio	<i>Práctico de Simulaciones 4</i>
13 de Junio	Capítulo 21, Capítulo 22 y Res. de problemas
16 de Junio	<i>Práctico de Simulaciones 5</i>
23 de Junio	<i>Laboratorio de Control 2</i>
27 de Junio	<i>Laboratorio de Control 2</i>
30 de Junio	Tercer Parcial
XX de Julio	Recuperatorio del tercer Parcial

Los recuperatorios de los parciales se tomarán respetando la secuencia indicada en el cronograma; sin embargo, las fechas están supeditadas a la disponibilidad de aulas adecuadas y al cumplimiento de lo prescripto en el Régimen de Estudiantes. En todos los casos se tomarán en horarios no coincidentes con los de las clases normales.

NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

Práctico de Simulaciones 1: Programación de Controladores Lógicos Programables.

Práctico de Simulaciones 2: Introducción a las herramientas de simulación. Respuestas de sistemas de primer orden, segundo orden y orden superior.

Práctico de Simulaciones 3: Respuestas de sistemas a lazo cerrado. Métodos de sintonía de controladores PID.

Práctico de Simulaciones 4: Análisis de la respuesta en frecuencia de sistemas.

Práctico de Simulaciones 5: Identificación experimental de sistemas. Análisis de sistemas de control avanzado.

Laboratorio de Control 1: Implementación de automatizaciones mediante Controladores Lógicos Programables.

Laboratorio de Control 2: Implementación de lazos de control en sistemas de tanques.

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Apunte de la cátedra, elaborado en base a toda la bibliografía citada como de consulta.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Chemical Process Control	Stephanopoulos, G	Prentice-Hall	1984	3 (tres)
Essentials Of Process Control	Luyben, M y Luyben, W	Mc. Graw Hill	1997	0 (cero)
Process Control, Modelling, Design and Simulation	Wayne Bequette B.	Prentice-Hall PTR	2003	



Process Dynamics and Control	Seborg, D. E; Edgar, T. F.; Mellichamp, D. A.	Wiley & Sons Inc.	2004	0 (cero)
Process Control Systems	Shinsky, F.G.	Mc Graw- Hill	1988	0 (cero)
Elements of Computer Process Control With Advanced Control Applications	Desphande, P.B.; Ash, R.H.	Instruments Society of America.	1981	0 (cero)
Ingeniería de Control Moderno.	Ogata, K.	Pearson-Prentice-Hall Inc.	2003	6 (seis)
Control Systems Engineering	Nise, N.S.	J. Wiley & Sons Inc	2011	
Instrumentación Industrial	Creus Solé, A.	Marcombo.	1985 - 1989	2 (dos)
Instrumentación y Control Avanzado de Procesos.	Acedo Sanchez, J.	Diaz de Santos.	2006	0 (cero)
Computer Control of Industrial Processes	Bennett, S. y Linkens, D.	IEE	1982	
Introducción a MATLAB	Sigmon, K.	Dpto. of Mathematics University of Florida.	1992	
Process Systems Analysis and Control.	LeBlanc, S.E. Coughanowr, D. R.	Mc Graw- Hill	2009	
Controladores Lógicos Programables	Bozzutto, A.	F.I.-U.N.R.C.		
Sistemas Digitales de Control de Procesos	Szklanny, S. Beherends, C.	Ed. Control	2006	
Ecuaciones para Controladores PID Universales	Alfaro Ruíz, V.M.	Rev. Univ de CostaRica	2002	
Control de Procesos. Conceptos Básicos, Terminología y Técnicas	Marinsecu, V.F. Godfrid, C.A.	Ed. Control	1993	

HORARIO DE CLASES:

DIA	HORARIO	LUGAR
Lunes	13:00 a 17:00 hs	Aula 1 PPI
Jueves	14:00 a 18:00 hs	Aula de Informática FI

HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS:

Los días y horarios de las clases de consulta, por parte de cada uno de los docentes de la asignatura, se acuerdan en cada ocasión con el/los alumnos que lo soliciten.

REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN:

La evaluación de los contenidos desarrollados, durante el cursado de la asignatura, se realiza de tres modos complementarios:

- en forma permanente, durante el desarrollo de las clases.
- en forma escrita a través de la presentación de informes sobre lo realizado en los prácticos de Simulaciones y Laboratorios.
- en forma escrita a través de la ejecución de tres exámenes parciales teórico-prácticos, al finalizar el *módulo III* (comprende los capítulos 2 a 11), al promediar el *módulo IV* (comprende los capítulos 12 a 16) y al finalizar el *módulo V* (comprende los capítulos 17 a 22).



Aquellos estudiantes que, además de asistir a más del 80 % de las actividades de cátedra y aprobar los Informes de Prácticos de Simulación y Laboratorios, alcancen en cada una de estas evaluaciones una nota igual o superior a 5 (cinco) puntos, adquieren el derecho a rendir el examen final de la asignatura como alumnos regulares.

Aquellos estudiantes que, además de asistir a más del 80 % de las actividades de cátedra y aprobar los Informes de Prácticos de Simulación y Laboratorio, obtengan un promedio de 7 (siete) puntos en las evaluaciones previstas, sin registrar instancias evaluativas con notas inferiores a 5 (cinco) puntos, tendrán derecho a rendir un coloquio integrador cuya aprobación permite promocionar la asignatura.

Se prevé, en el cronograma, una instancia de recuperación por cada uno de los exámenes parciales ordinarios.

La nota obtenida en estas instancias de recuperación reemplaza, en todos los casos, a la nota obtenida en el respectivo parcial.

EXÁMENES FINALES

La evaluación final de los contenidos difiere de acuerdo a la condición final de cursada; así, el examen de los estudiantes *promocionales* consiste en un coloquio integrador oral individual en que el alumno debe demostrar conocimiento conceptual integral de los contenidos de la asignatura. Los estudiantes *regulares* deben aprobar, para acceder a la mencionada instancia oral, un examen escrito de resolución de problemas de la parte práctica de la asignatura. Los estudiantes *libres* deben aprobar, para acceder al examen de resolución de problemas, un trabajo de programación e implementación en PLC y un práctico de simulaciones en PC con contenidos relacionados a lo visto en las clases denominadas “Prácticos de Simulación”. El práctico de simulaciones descripto para los alumnos libres es la única actividad a desarrollar en la fecha del examen de la asignatura, mientras que los estudiantes regulares desarrollan su examen al día siguiente, junto a los libres que correspondiere.

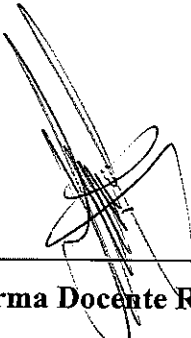
CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXÁMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Parcial/ Recuperatorio/ Trabajo Práctico Coloquio integrador/Otros	Teórico/Práctico	Oral/Escrito/ Mixto		
Parciales	Teórico/Prácticos	Escritos	Alrededor de una semana	Desde el momento en que están corregidos, hasta fin del cuatrimestre.
Recuperatorios	Teórico/Prácticos	Escritos	Alrededor de una semana	Desde el momento en que están corregidos, hasta fin del cuatrimestre.
Prácticos de Simulación	Teórico/Prácticos	Escritos	Variable	Devolución por escrito, con instancia de reelaboración si es necesario



Prácticos Laboratorio	de	Práctico	Escritos	Variable	Devolución por escrito, con instancia de reelaboración si es necesario
--------------------------	----	----------	----------	----------	---

EXÁMENES FINALES	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Promocionales	Coloquio integrador oral individual en que el alumno debe demostrar conocimiento conceptual integral de los contenidos de la asignatura.
Regulares	Consta de dos partes; la primera es un examen escrito de resolución de problemas de la parte práctica de la asignatura. Quienes aprueban esta instancia, acceden a un examen integrador oral individual en que el alumno debe demostrar conocimiento conceptual integral de los contenidos de la asignatura.
Libres	Consta de cuatro partes; la primera consiste en la resolución de un problema de control utilizando PLC; la segunda consiste en un trabajo práctico de simulaciones en PC con contenidos relacionados a lo visto en las clases denominadas “Prácticos de Simulación”; la tercera, reservada a quienes aprueban la primera y segunda parte, es un examen escrito de resolución de problemas de la parte práctica de la asignatura. Quienes aprueban cada una de estas instancias, acceden a un examen integrador oral individual en que el alumno debe demostrar conocimiento conceptual integral de los contenidos de la asignatura.


Firma Docente Responsable


Firma Secretario Académico