



Planificación Anual Asignatura CONTROL DE PROCESOS Año 2023



DOCENTE RESPONSABLE							
Nombre y Apellido	MARCELO ISMAEL GALBAN						
Categoría Docente	PROFESOR ADJUNTO						
MARCO DE REFERENCIA							
Asignatura	CONTROL DE PROCESOS					Código:	Q10.0
Carrera	INGENIERIA QUIMICA						
Plan de estudios	Ingeniería Química 2004 - Ord.C.S.Nº 2396/04 (1)						
Ubicación en el Plan							
5º año - 1º cuatrimestre (1)							
Duración	Cuatrimestral			Carácter	Obligatoria	Carga horaria total (h)	120 h
Carga horaria destinada a la actividad (h)							
Experimental	0 h	Problemas ingeniería	30 h	Proyecto - diseño	30 h	Práctica sup.	0 h
Asignaturas correlativas	Cursadas	Operaciones Unitarias III (Q52.0) - Procesos Químicos I (Q12.0)					
	Aprobadas	Operaciones Unitarias I (Q50.0) - Operaciones Unitarias II (Q51.0) - Electrotecnia (E11.0)					
Requisitos cumplidos	Seminario de Introducción a la Ingeniería Química (X5.4) - Inglés (X1.1) - Curso de Comunicaciones técnicas						
Contenidos mínimos							
Conceptos generales sobre el control de procesos químicos. Modelos Matemáticos. Respuesta transitoria. Estabilidad y respuesta de sistemas controlados. Respuesta en frecuencia. Optimización de sistemas. Control de lazos múltiples. Simulación y control de distintos procesos químicos. Instrumentación. Aspectos tecnológicos de la instrumentación moderna de planta.							
Depto. al cual está adscrita la carrera	Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos						
Área	TECNOLOGIAS APLICADAS A PROCESOS INDUSTRIALES (TAPI)						
Nº estimado de alumnos	10						
OBJETIVOS							
<p>Objetivo General: El/la estudiante debe: desarrollar capacidades para diseñar y optimizar sistemas de control de procesos químicos.</p> <p>Objetivos Específicos: La/el estudiante debe:</p> <p>Ser capaz de identificar y formular problemas de control de procesos químicos; de identificar y organizar los datos provistos en los problemas de control de procesos químicos.</p> <p>Ser capaz de realizar búsqueda creativa de soluciones, generar diversas alternativas y seleccionar con criterio la más adecuada en un contexto particular.</p> <p>Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo modelado, de evaluar y optimizar el diseño.</p> <p>Ser capaz de elaborar informes y comunicar recomendaciones de manera efectiva.</p> <p>Ser capaz de usar lo que ya se conoce sobre los sistemas de control de procesos químicos e identificar lo que es relevante conocer.</p> <p>Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas, y comprender las especificaciones de las mismas.</p> <p>Ser capaz de respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo, promoviendo una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.</p> <p>Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita; y comprender textos técnicos en idioma inglés.</p> <p>Ser capaz de hacer una búsqueda bibliográfica por medios diversos, seleccionar el material relevante y hacer una lectura comprensiva y crítica del mismo.</p>							
APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACION BASICA Y/O PROFESIONAL							
<p>Esta cátedra tiene la particularidad de ser netamente integradora en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química. En ella se "convierten" los procesos químicos estáticos -analizados en cátedras anteriores-, en procesos químicos dinámicos, situación ésta que exige la existencia de diferentes estrategias de control con la finalidad de mantener la estabilidad de los mismos. Para su desarrollo se aplican conocimientos de cátedras anteriores como matemática, física, termodinámica, fisicoquímica, fenómenos de transporte, reactores químicos, operaciones unitarias y procesos químicos.</p> <p>El desarrollo se inicia con la introducción a la temática de control en los procesos químicos, la elección de diferentes estrategias de control posibles y la transformada de Laplace como herramienta matemática indispensable para el análisis de los sistemas lineales. La elaboración de modelos matemáticos dinámicos (reactores químicos, tanques de descarga, intercambiadores, mezcladores, recipientes a presión, secaderos, etc.) la incorporación de diferentes estrategias de control para cada uno de los procesos químicos y la obtención de la cantidad necesaria de lazos de control en función de los grados de libertad. A ellos luego se agregan los controladores y el análisis de la respuesta transitoria. El estudio se sustenta con la simulación de cada proceso en Simulink de Matlab, lo que permite encontrar los valores de los parámetros del/los</p>							

controlador/controladores que mejor se adecuan para cada caso en particular. Luego continúa con el estudio del comportamiento de los sistemas pero desde el punto de vista frecuencial, se analiza la estabilidad de los mismos a través de diferentes métodos, tales como: Lugar de las Raíces, Routh-Hurwitz, Bode y Nyquist. A partir de ellos se realiza la sintonización de los controladores.

Con respecto a los sistemas no lineales y a estrategias de control no convencionales, se lleva a cabo el análisis de sistemas de control por adelanto, inferencial y por compensación de tiempo muerto, como así también con sistemas de control con lazos múltiples, acompañado por los posibles instrumentos y transductores que se podrían instalar.

DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

Actividades y estrategias didácticas

Las clases se llevan a cabo durante el primer cuatrimestre con una carga horaria de 8 hs., divididos de la siguiente forma: 4 hs. para el desarrollo de las clases teóricas y 4 hs. para los trabajos prácticos. Se toman dos parciales desarrollados en la PC, con sus respectivos recuperatorios. Como condición de cursada se exige la presentación de un trabajo de diseño (TD) que tiene por objetivo la aplicación práctica y la integración de todos los temas vertidos durante el cursado de la asignatura. Para la promoción se debe aprobar la presentación del trabajo de diseño (TD) además realizar la defensa oral del mismo. Algunos temas teóricos son acompañados del trabajo en softwares específicos con el fin de aplicar "in-situ" los conceptos y fundamentalmente de crear un ambiente de discusión. Se hace hincapié en la lectura de revistas y catálogos dedicados al tema, especialmente cuando se estudian diferentes tipos de instrumentos (especificaciones, rangos de trabajo, exactitud, etc), particularmente a la hora del armado del trabajo de diseño.

La resolución de trabajos prácticos se lleva a cabo en papel y luego se transfiere a una PC, donde se realizará el análisis de los datos. La simulación de procesos se lleva a cabo en el software SIMULINK de MATLAB, muchas veces simultáneamente, en vistas de realizar análisis y comparaciones entre los datos obtenidos.

En ciertos trabajos prácticos de la cátedra "Laboratorio de Procesos", se trabajara con equipos automatizados a escala piloto del Departamento de Ingeniería Química, que permiten el desarrollo de trabajos donde se retoman los temas y se analiza el software, el hardware y la ejecución del mismo.

Con "Procesos Químicos I" y "Procesos Químicos II", se realizan trabajos conjuntos donde a los ejemplos simulados oportunamente se les incorporan diferentes estrategias de control, logrando así la integración de conocimientos.

Esta cátedra por su ubicación en el Plan de Estudios y sus contenidos tiene la particularidad de contribuir no solo con la formación de ciertos tópicos de conocimiento en el/la alumno/a sino también en incrementar su experiencia en el diseño de los procesos.

Por ello desde el cuerpo docente se trata de ampliar la visión en la resolución de las problemáticas de operación de una planta química, esto es, considerar que los requerimientos de óptimo funcionamiento deben abarcar otros aspectos, tales como: mantener la seguridad de todo el proceso, alcanzar las especificaciones de producto y operacionales, cumplir con la reglamentación ambiental y sobre todo lograr las necesidades del mercado.

Tanto la simulación de diferentes procesos simples, como la posibilidad de cambiar valores en los parámetros o variables, llevada a cabo en softwares específicos, permiten crear ámbitos de discusión basados en el planteo de dificultades y la búsqueda de posibles modificaciones y nuevas alternativas de operación. La finalidad es enriquecer la formación como futuro profesional, brindarle mayor confianza en sí mismo/a, inducir su participación y favorecer la comunicación.

Con lo anteriormente expuesto se pretende favorecer la activa participación de todo el grupo y, paralelamente los obliga a realizar un estudio continuo de todos los temas que se van desarrollando de manera tal de contar con las herramientas suficientes a la hora de desarrollarse como nuevas/os ingenieras/os.

Trabajos experimentales

Trabajo/s de Proyecto-Diseño

Las/los estudiantes en forma grupal de hasta 3 integrantes, deben confeccionar un trabajo de diseño (TD), consistente en la selección de un proceso determinado, teniendo en cuenta los contenidos abordados en la asignatura. Deben presentar un informe escrito y defenderlo oralmente. De este trabajo de diseño se debe entregar avances previamente al primer parcial.

Recursos didácticos

* Recursos bibliográficos a los que tienen acceso en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería.

* Búsqueda en Internet.

* Frente a la importancia que representa el recurso simulación, a partir de la primera unidad se comienza a trabajar con softwares específicos, tales como: Matlab, Simulink de Matlab.

Estrategia de evaluación de los alumnos

Regularización de la asignatura

El cursado de la asignatura se realiza de acuerdo a lo estipulado por la RES CAFI N° 227/04, combinando lo establecido en el Anexo entre los puntos 1.1 y 1.3.

Los exámenes parciales son desarrollados en la PC. Las/los estudiantes en forma grupal de hasta 3 integrantes, deben confeccionar un trabajo de diseño (TD), consistente en la selección de un proceso determinado, teniendo en cuenta los contenidos abordados en la asignatura. Deben presentar un informe escrito y defenderlo oralmente. De este trabajo de diseño se debe entregar avances previamente al primer parcial.

Promoción de la asignatura

Las/los estudiantes en forma grupal de hasta 3 integrantes, deben confeccionar un trabajo de diseño, consistente en la selección de un proceso determinado, teniendo en cuenta los contenidos abordados en la asignatura. Deben presentar un informe escrito y defenderlo oralmente.

La instancia de aprobación por promoción cumple con la Res. CAFI N° 228/04 y se corresponde con la metodología del inciso 3 del Anexo. Para cumplimentar esta instancia, los/las estudiantes deben incorporar al trabajo de diseño todos los instrumentos que conforman el lazo con las especificaciones seleccionadas de acuerdo a los rangos de trabajo operativo, así como también posibles proveedores y costos de los mismos. La defensa se realiza en forma oral.

La/el estudiante que no presente en tiempo y forma esta última opción de promoción, debe rendir un examen final basado en los contenidos de toda la cátedra.

Examen Final

El/la estudiante que no se presente a la opción de promoción, debe rendir un examen final basado en los contenidos de toda la cátedra.

Estrategias de seguimiento del proceso de desarrollo de la asignatura

A través de las continuas consultas y propuestas frente a diferentes alternativas de trabajo y modificaciones del proceso que las/los mismas/os estudiantes deben elegir, se va observando el alcance de entendimiento y conceptualización de los temas necesarios para darles la aplicación práctica correspondiente; luego se evalúa y analiza lo actuado durante el dictado de la misma, y en virtud de lo obtenido se realizarán las modificaciones para el año siguiente, tendientes siempre a mejorar la calidad de la enseñanza.

Cronograma

Semana	Unidad Temática	Tema de la clase	Actividades
1	Unidad 1	Introducción. Evolución histórica de los sistemas de control clásico. Incentivos para el control de procesos químicos. Identificación de las distintas variables concurrentes en el proceso. Elementos de hardware de un sistema de control. Configuraciones de control: realimentado, por adelanto, inferencial. Objetivos de control.	Trabajo Práctico N° 1. Objetivos de control.
2		Diagramas de bloques. Resolución por Álgebra de Boole y Regla de Mason. Aplicación de la Transformada de Laplace: Expansión de Heaviside.	Trabajo Práctico N° 2. Diagramas de bloques. Transformada de Laplace.
3	Unidad 2	Desarrollo de modelos matemáticos. Análisis de entradas, salidas, grados de libertad, etc. Función de transferencia o transmitancia. Ejemplos de sistemas químicos, térmicos, etc. Modelos Entrada-Salida. Sistemas lineales y no lineales.	Trabajo Práctico N° 3. Modelos Matemáticos. Linealización. Variables de desviación. Función de Transferencia.
4	Unidad 3	Acciones básicas de control. Controladores lineales y no lineales. Acciones: SI-NO, Proporcional, Integral y Derivativa. Comportamiento de PI, PID. Algoritmos PID. Análisis de cada uno de los controladores. Auto-sintonía a lazo abierto y a lazo cerrado. Controladores Lógicos Programables (PLC).	Trabajo Práctico N° 4. Controladores.
5	Unidad 4	Respuesta transitoria. Respuestas ante entradas escalón, impulso, rampa. Respuesta de 1er. y 2do. orden. Comportamiento de sistemas de orden superior.	Trabajo Práctico N° 5A. Respuesta Transitoria. Sistemas de Primer Orden. Sistemas de Segundo Orden. Aplicación y análisis en softwares específicos.
6		Función retardo. Respuesta inversa.	Trabajo Práctico N° 5B. Respuesta Transitoria. Tiempo muerto. Respuesta Inversa. Aplicación y análisis en softwares específicos.
7		Comportamiento dinámico de los sistemas realimentados. Relación de control.	Trabajo Práctico N° 6. Dinámica, análisis y diseño de control realimentado. Aplicación y análisis en softwares específicos.
8	1er. Parcial.	Consulta.	PRIMER PARCIAL
9	Unidad 5	Estabilidad. Estabilidad absoluta, relativa y error. Ecuación característica. Criterio de Routh. Método del Lugar de las Raíces.	Trabajo Práctico N° 7. Estabilidad. Criterio de Routh-Hurwitz. Método de Lugar de las Raíces. Aplicación y análisis en softwares específicos. Consulta avances Trabajo de Diseño (TD).
10	Unidad 6	Métodos de respuesta en frecuencia. Diagramas de Bode y Nyquist. Margen de fase y de ganancia. Criterios de estabilidad.	Trabajo Práctico N° 8. Respuesta frecuencial. Aplicación y análisis en softwares específicos. Recuperatorio 1º Parcial.

11	Unidad 7	Sintonización de los sistemas de control. Simples criterios de performance. Criterios de error. Métodos de ajuste de los parámetros del controlador: Cohen-Coon y Ziegler y Nichols. Método Lambda.	Trabajo Práctico Nº 9. Optimización de sistemas de control.
12	Unidad 8	Simulación y control de procesos. Control de presión y de caudal en una tubería. Control de nivel. Control de temperatura en un intercambiador.	Explicación del uso del Simulador de Laboratorio Virtual de Control de Procesos
	Unidad 9	Otras estrategias de control. Compensador de tiempo muerto y respuesta inversa. Análisis y diseño de sistemas de control por adelanto. Ventajas de los sistemas realimentados y por adelanto. Relación de control. Sistemas de control adaptivo. Análisis y diseño de sistemas de control inferencial. Generalidades y ejemplos de cada tipo de sistema.	Trabajo Práctico Nº 10. Compensador de tiempo muerto. Compensador de Respuesta Inversa. Control por adelanto. Control inferencial.
13	Unidad 10	Sistemas de control con lazos múltiples. Control en cascada. Sistema de control selectivo: control preventivo, control por subasta. Control de rango partido. Control adaptivo predictivo.	Trabajo Práctico Nº 11. Control de sistemas con lazos múltiples.
14	Unidad 11	Medición de: temperatura, caudal, presión, peso, velocidad y aceleración. Elementos de acción final: válvulas y actuadores. Transductores y transmisores. Transductores inteligentes.	
15	2do. Parcial.	Consulta. Entrega y defensa Trabajo de Diseño (TD).	SEGUNDO PARCIAL. Recuperatorio 2º Parcial. Entrega y defensa Trabajo de Diseño (TD).

Docentes de la asignatura

Nombre y apellido	Función docente
Marcelo Ismael Galbán	Profesor Adjunto
Pamela Ramos	JTP
María Fernanda Laborde	Ayudante Diplomado

Recursos materiales

Software, sitios interesantes de Internet

SOFTWARES: MATLAB. SIMULINK for Matlab.

Sitios INTERNET:

<http://iaci.unq.edu.ar>

<http://www.aadeca.org>

<http://www.mathworks.com>

<https://controlautomaticoeducacion.com/>

<https://www.facebook.com/controlautomaticoeducacion>

REVISTAS:

Revista INSTRUMENTACION-MEDICION AND CONTROL. Automatización. Editorial CONTROL.

Revista INGENIERIA DE CONTROL. Automatización. Informática industrial. Ed. SRL.

Principales equipos o instrumentos

La planta piloto de Ingeniería Química posee los siguientes equipos pilotos automatizados: aireación y secado a baja temperatura en silo, plantas piloto de absorción y de reacción y un secadero túnel.

Las prácticas con estos equipos se llevan a cabo en la cátedra "Laboratorio de Procesos" que tiene a su cargo todos los trabajos prácticos a escala piloto de las cátedras de ciclo superior. En el momento de su respectivo desarrollo los alumnos incorporan la parte automatizada de estos equipos.

Espacio en el que se desarrollan las actividades

Aula	x	Laboratorio		Gabinete de computación	x	Campo	
------	---	-------------	--	-------------------------	---	-------	--

Otros

ADEMÁS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA :

Cursada intensiva		Cursada cuatrimestre contrapuesto	
Examen Libre	x		

Estrategia de evaluación de los alumnos para Examen Libre

Es aceptado respetando las mismas condiciones presentadas para la cursada regular.



Programa Analítico Asignatura CONTROL DE PROCESOS (código: Q10.0)



Departamento responsable	Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos	Área	Tecnologías Aplicadas a Procesos Industriales (TAPI)
Plan de estudios	Ingeniería Química 2004 - Ord.C.S.Nº 2396/04 (1)		

Programa Analítico de la Asignatura – Año 2023

UNIDAD 1: Introducción. Evolución histórica de los sistemas de control clásico. Incentivos para el control de procesos químicos. Diagramas de bloques: Regla de Mason. Identificación y análisis de las distintas variables concurrentes en el proceso. Elementos de hardware de un sistema de control. Aplicación de la Transformada de Laplace.

UNIDAD 2: Desarrollo de modelos matemáticos. Modelos de entrada-salida. Análisis de entradas, salidas, grados de libertad, etc. Ejemplos de sistemas químicos, térmicos, hidráulicos, eléctricos. Sistemas lineales y no lineales. Función de Transferencia.

UNIDAD 3: Acciones básicas de control. Controladores lineales y no lineales. Acciones: SI-NO, Proporcional, Integral y Derivativa. Comportamiento de PI, PID. Algoritmos PID. Análisis de cada uno de los controladores. Auto-sintonía a lazo abierto y a lazo cerrado. Controladores Lógicos Programables (PLC).

UNIDAD 4: Respuesta transitoria. Respuestas ante entradas escalón, impulso, rampa. Respuesta de 1er. y 2do. orden. Comportamiento de sistemas de orden superior. Función retardo. Respuesta inversa. Comportamiento dinámico de los sistemas realimentados. Relación de control. Aplicación y análisis en softwares específicos.

UNIDAD 5: Estabilidad. Estabilidad absoluta, relativa y error. Ecuación característica. Criterio de Routh. Método del Lugar de las Raíces. Aplicación y análisis en softwares específicos.

UNIDAD 6: Métodos de respuesta en frecuencia. Diagramas de Bode y Nyquist. Margen de fase y de ganancia. Criterios de estabilidad. Aplicación y análisis en softwares específicos.

UNIDAD 7: Sintonización de los sistemas de control. Simples criterios de performance. Criterios de error. Métodos de ajuste de los parámetros del controlador: Cohen-Coon y Ziegler y Nichols. Método de sintonía Lambda.

UNIDAD 8: Simulación y control de procesos. Control de presión y de caudal en una tubería. Control de nivel. Control de temperatura en un intercambiador. Aplicación y análisis en softwares específicos.

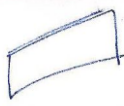



UNIDAD 9: Otras estrategias de control. Compensador de tiempo muerto y respuesta inversa. Análisis y diseño de sistemas de control por adelantado. Ventajas de los sistemas realimentados y por adelantado. Relación de control. Sistemas de control adaptivo. Análisis y diseño de sistemas de control inferencial. Generalidades y ejemplos de cada tipo de sistema.

UNIDAD 10: Sistemas de control con lazos múltiples. Control en cascada. Sistema de control selectivo: control preventivo, control por subasta. Control de rango partido. Control adaptivo predictivo.

UNIDAD 11: Medición de: temperatura, caudal, presión, peso, velocidad y aceleración. Elementos de acción final: válvulas y actuadores. Transductores y transmisores. Transductores inteligentes.

Bibliografía Básica

STEPHANOPOULOS George. "Chemical Process Control". Editorial Prentice Hall. 1989.
LUYBEN William L. "Process modeling, simulation and control for chemical engineers"
ROCA CUSIDÓ Alfred. "Control de Procesos". Ed. Alfaomega. 2º Edición 2002.
SHINSKEY, F. G. "Process Control Systems". Editorial Mc Graw Hill.
COUGHANOWR and KOPPEL. "Process Systems Analysis and Control". Chemical Engineering Series". Editorial Mc Graw Hill.
CREUS SOLE, Antonio. "Simulación y control de procesos por ordenador"
Editorial Marcombo.
CREUS SOLE, A. "Control de procesos industriales". Tomo 16 - Editorial Marcombo.
CREUS SOLE, A. "Simulación de procesos con PC". Tomo 23 - Editorial Marcombo.
DISTEFANO, J. "Retroalimentación y sistemas de control". Editorial Mc Graw Hill.
HARRIOT. "Process Control" de Chemical Engineering Series. Editorial Mc Graw Hill.
SHINSKEY, F. G. "Energy Conservation Through Control". Editorial Mc Graw Hill.
OGATA, K. "Ingeniería de Control Moderna". Editorial Prentice Hall.

Revistas INSTRUMENTACION - MEDICION & CONTROL. Automatización. Editorial CONTROL.	
Bibliografía de Consulta AUSLANDER y otros. "Introducción a los sistemas de Control" FRANKLIN G., POWELL J., EMAMI-NAEINI A. "Control de sistemas dinámicos con retroalimentación". Editorial Addison-Wesley Iberamericana S.A. 1991. FREDERICK D., CHOW J.. "Feedback control problems". International Thomson Publishing. 1995.	
Docente Responsable	
Nombre y Apellido	Marcelo Ismael Galbán
Firma	
Coordinador/es de Carrera	
Carrera	
Firma	 Ing. Laura I. Orifici Coordinadora de Carrera Ingeniería Química DIQyTA - FIO - UNICEN
Director de Departamento	
Departamento	
Firma	 Dra. Ing. Claudia C. Wagner Directora de Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos Facultad de Ingeniería - UNCPBA
Secretaria Académica	
Firma	 Ing. Isabel C. Riccobene SECRETARIA ACADÉMICA Facultad de Ingeniería - UNCPBA