



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 19 de marzo de 2025.-

VISTO el Expediente ID N°: 8171450, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura "Control Automático de Procesos" correspondiente a la carrera Ingeniería Química – Plan 2023, y

CONSIDERANDO

Que la presentación realizada obedece a la implementación del nuevo Diseño Curricular aprobado por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional – Ordenanza CSU N° 1875.

Que dicho Programa Analítico cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.
Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
RESUELVE:**

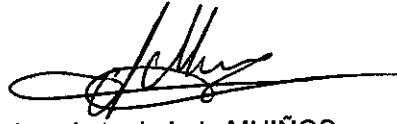
ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura "Control Automático de Procesos" para el Quinto Nivel de la carrera Ingeniería Química - Plan 2023, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 122

UTN
FRRo
C.D.
S.R.


Ing. Rubén Fernando CICCARELLI
Decano


Ing. Antonio Luis MUIÑOS
Secretario Académico

Carrera: Ingeniería Química**Asignatura: Control Automático de Procesos**

Programa analítico - Plan 2023 (Ord. N° 1875)

Datos administrativos de la asignatura

Nivel en la carrera:	V	Modalidad de dictado:	Anual
Plan:	2023	Tipo de asignatura:	De la especialidad
Bloque de conocimiento:	Tecnologías aplicadas		
Área de conocimiento:	Especialidad		
Carga horaria presencial semanal:	4 hs. cátedra	Carga horaria total:	96 hs. reloj
Carga horaria no presencial semanal:	0 hs. reloj	% de horas reloj no presenciales:	0 %

Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursada/s:

- Diseño, simulación, optimización y seguridad de procesos
- Operaciones Unitarias II

Para cursar y rendir debe tener aprobada/s:

- Balances de Masa y Energía
- Matemática Superior Aplicada
- Química Analítica

Asignaturas correlativas posteriores

Asignatura/s que la requieren cursada:

- No corresponde

Asignatura/s que la requieren aprobada:

- Proyecto final

Presentación. Fundamentación.

El control automático es la disciplina que permite la operación estable de los procesos productivos. Por tanto, esta asignatura prepara al futuro ingeniero químico para operar y optimizar los procesos químicos cumpliendo con los requerimientos de calidad y productividad, maximizando el aprovechamiento de las materias primas y el rendimiento de los productos, haciendo un uso racional de la energía, minimizando el impacto ambiental asociado, de forma segura hacia las personas y las instalaciones.

El diseño de los sistemas de control automático implica identificar los objetivos del proceso, seleccionar los parámetros a medir, especificar los valores deseados, seleccionar los algoritmos

y configuraciones de control y transmitir la acción de control a los elementos de acción final para modificar las variables manipuladas, en función de asegurar los objetivos establecidos.

El lazo de realimentación es la configuración de control automático más utilizada; está conformado por la instrumentación de control y el proceso. En este sentido, es fundamental el conocimiento del fenómeno fisicoquímico involucrado y su dinámica, lo cual determina la naturaleza y eficacia de la automatización y los ajustes de los algoritmos de control requeridos.

Objetivos establecidos en el DC

- Aplicar los criterios de selección de componentes para el control automático de procesos en plantas industriales.
- Desarrollar esquemas de control de equipos y procesos industriales aplicando criterios de diseño de lazos de control y operabilidad para asegurar su estabilidad.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)	Nivel de aporte
CG.7. Comunicarse con efectividad.	Alto
CG8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. ¹	-----
CG8.a. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable.	Medio
CG8.b. Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.	Medio
CG.10. Actuar con espíritu emprendedor.	Medio
Competencias específicas de la carrera	Nivel de aporte
CE.1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	Alto
CE.2. Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	Alto
CE.4. Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos,	Alto

¹ La competencia definida en el DC se desdobra indicando los ejes establecidos en el Anexo I – Contenidos curriculares básicos – Ingeniero Químico de la Res. Ministerial 1566/2021.

técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.

CE.6. Optimizar procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental. Medio

CE.11. Realizar análisis de riesgo, asesorar y/o implementar diseño seguro para organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene. Bajo

Contenidos mínimos establecidos en el DC

- Teoría del control. Estabilidad.
- Componentes tecnológicos (sensores, comunicación, PLC, SCADA)
- Interfases hombre-proceso.
- Dinámica de procesos.
- Criterios de ajuste y performance.
- Esquemas de control de equipos y procesos industriales.
- Criterios de diseño de lazos de control y operabilidad en plantas de proceso.

Contenidos desarrollados

Eje conceptual N° 1. Introducción y conceptos fundamentales del control automático de procesos (20 horas reloj).

Contenidos: Introducción y conceptos fundamentales. Variable controlada; manipulada; perturbaciones; valores de consigna. Teoría de control; realimentación negativa y concepto de estabilidad en lazos de control. Control en avance; en cascada; por rango partido y de relación. Instrumentación local y remota. Señales de comunicación. Principio de funcionamiento y criterios de selección de medidores de caudal y válvulas automáticas de control. Interface hombre-proceso. Paneles de control, alarmas y cortes. Diagramas de lazos de control simples. Simbología e interpretación de planos de cañerías e instrumentos y representaciones gráficas. Introducción a PLC, SCADA y DCS.

Eje conceptual N°2. Esquemas de control de equipos, operaciones unitarias básicas y procesos industriales (12 horas reloj).

Contenidos: Terminología y simbología generales empleadas en control de procesos, esquemas de controles: de nivel; caudal en bombas centrífugas y de desplazamiento positivo y ventiladores; presión, caudal y sistemas anti-surge en compresores; en sistemas de almacenamiento de líquidos; en sistemas de almacenamiento y transporte de sólidos granulados; de temperatura en intercambiadores de calor; de temperatura y sistemas de seguridad en hornos y calentadores a fuego; de composición; nivel; caudal, temperatura en

columnas de rectificación y de destilación; control de unidades frigoríficas; en secaderos de aspersión; de lecho fluido y rotativos; control en reactores.

Eje conceptual Nº 3. Introducción al modelado para control automático de procesos en la variable tiempo (8 horas reloj).

Contenidos: Elaboración de balances de masa, energía y cantidad de movimiento en estado transitorio que relacionen la respuesta dinámica de la variable controlada en función de la variable manipulada y de perturbación. Concepto de variable de desviación. Modelado de sistemas típicos: Sistema hidráulico auto-regulante y no auto-regulante; sistema masa-resorte; tiempo muerto, sistemas de orden superior, introducción al concepto de constante de tiempo y a las funciones forzantes.

Eje conceptual Nº 4. Diagramas en bloque y su álgebra (4 horas reloj).

Contenidos: Álgebra de diagramas en bloque. Relación entre los diagramas en bloque y tecnológicos. Determinación de la función de transferencia por medio de ecuaciones diferenciales. Ecuaciones de balance y tecnológicas. Interpretación y utilidad de las funciones forzantes especiales: impulso, escalón, rampa y sinusoidal. Dinámica de procesos.

Eje conceptual Nº 5. Sistemas de primer orden (16 horas reloj).

Contenidos: Sistema de primer orden. Analogías con diferentes sistemas físicos. Elemento fundamental en que se basa dicha analogía. Elemento de capacidad y elemento de resistencia. Elemento de retardo de primer orden, interpretación y ejemplos. Determinación de la función de transferencia de un sistema de primer orden. Constante de tiempo y ganancia estática, formas para su determinación. Análisis de respuestas de sistemas de primer orden a funciones forzantes: impulso, escalón y rampa. Concepto de error dinámico. Análisis en frecuencia de sistemas de primer orden, diagramas de Nyquist y Bode.

Eje conceptual Nº 6. Sistemas de segundo orden (4 horas reloj).

Contenidos: Elemento de retardo de segundo orden. Respuesta a una función escalón: Hipo, crítica e hiper-amortiguada. Sobrepaso y relación de decaimiento (*overshoot* y *decay ratio*). Concepto de frecuencia natural y resonancia. Análisis en frecuencia de sistemas de segundo orden, diagramas de Nyquist y Bode. Principio de funcionamiento y selección de elementos de medición de temperatura: termocuplas y termo-resistencias.

Eje conceptual Nº 7. Sistemas de orden superior (8 horas reloj).

Contenidos: Sistemas de orden superior. Aproximaciones a sistemas con elementos de tiempo muerto y sistemas de primero o segundo orden. Sistemas con respuesta inversa. Respuesta a una función forzante escalón. Análisis en frecuencia de sistemas de orden superior, diagramas de Nyquist y Bode.

Eje conceptual Nº 8. Algoritmos de control (24 horas reloj).

Contenidos: Algoritmos de controladores: sí – no (on–off), proporcional (P), proporcional + integral (PI), proporcional + derivativo (PD); proporcional + integral + derivativo (PID). Realimentación negativa. Paso de avance, paso de realimentación. Acción proporcional, ganancia y banda proporcional; relación con los sistemas de control de nivel, concepto de rango o *span*. Tiempo integral y tiempo derivativo: definición e interpretación física. Criterios de ajuste, performance y operabilidad de lazos de control: relación de decaimiento de $\frac{1}{4}$, mínimo IAE, ISE e ITAE, sobrepaso del 5% y mínimo tiempo de estabilización. Métodos de ajuste del último período o Ziegler-Nichols y relación con el ajuste por métodos de análisis en frecuencia (Nyquist

y Bode). Estudio de la estabilidad en los lazos de control mediante el análisis en frecuencia. Margen de fase y de ganancia. Método de ajuste de la curva de reacción según los lineamientos del control robusto. Aplicación al control de sistemas de orden superior más tiempo muerto en lazo de realimentación con algoritmo PID en base a los métodos de ajuste antes detallados.

Bibliografía obligatoria:

Smith, C.A. & Corripio, A.B. (2005). *Control Automático de Procesos*. Editorial Limusa-Wiley SA.
Roca Cusido, A. (2014). *Control automático de procesos industriales*. Editorial Díaz de Santos.

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

Caporale, J. & Ferrari, L. (2023). *Apuntes de la cátedra de Control Automático de Procesos*. UTN FRRO. Rosario, Santa Fe, Argentina: Sin publicar.

Stephanopoulos, G. (1984). *Chemical Process Control: An introduction to theory and practice*. Editorial Prentice-Hall.

Perry et. al. (1976-2018). *Manual del Ingeniero Químico (5ª Edición y posteriores)*. Sección *Control de Procesos*. Editorial McGraw-Hill.

Creus Solé, A. (2006). *Instrumentación Industrial*. Editorial Alfaomega.

Metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación

El equipo docente diseña e implementa estrategias de aprendizaje activas y centradas en el estudiantado orientadas al desarrollo de las competencias de egreso, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Química. Se configuran también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. A los efectos, se especifican las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura. Estos apartados se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.

Carrera: Ingeniería Química
Asignatura: Control Automático de Procesos
Planificación Ciclo Lectivo 2025

Metodología y estrategias de enseñanza-aprendizaje. Generalidades.

El alumnado cuenta con el material básico de estudio y la bibliografía de consulta desde el inicio del ciclo lectivo. Previo a cada clase, se comunicarán los temas a tratar y se motivará al alumnado a la lectura del material proporcionado, con el fin de fomentar la preparación para el siguiente encuentro. Cada tema se inicia con una introducción general por parte del equipo docente, que ilustra su aplicación en el ámbito profesional e industrial. La clase (exposición dialogada) se desarrolla con el objetivo de lograr un aprendizaje significativo, vinculando los conceptos con experiencias prácticas.

Además, se propone la realización de los siguientes trabajos prácticos grupales que contemplan diversas metodologías.

TP1. Cuestionario general de sistemas de instrumentación y control (teórico-práctico).

TP2. Problemas de dinámica de sistemas (resolución de ejercicios y problemas cerrados).

TP3. Estudio y simulación de sistema de primer orden vía circuito RC (formación experimental en laboratorio físico - ingeniería eléctrica).

TP4. Estudio y simulación de sistemas de orden superior formado por sistema compuesto de termómetro con vaina (formación experimental en laboratorio físico - ingeniería química).

TP5. Ajuste de lazos de control (aprendizaje basado en modelado matemático, empleo de herramientas computacionales de simulación).

Los/as alumnos/as deberán conformar grupos debiendo adoptar un nombre que los identifique con el fin responder a los requerimientos de los trabajos prácticos. El grupo deberá entregar, en tiempo y forma, las respuestas del cuestionario (TP1), los problemas resueltos (TP2) y los informes (TP3, TP4 y TP5) que correspondan. Luego se evalúan y se realiza la correspondiente retroalimentación, indicando las correcciones que deberán realizar en cada caso (evaluación formativa).

Metodología y estrategias de evaluación. Generalidades.

Tipos de evaluación		Instrumentos y recursos de evaluación	
Finalidad o función	Agente evaluador		
☐ Diagnósticas	☐ Autoevaluación	☐ Clases	☒ Cuestionarios
☒ Formativas	☒ Heteroevaluación	☒ Trabajos prácticos	☐ Portafolios
☒ Sumativas	☐ Evaluación por pares	☐ Proyectos	☒ Exámenes parciales
	☐ Otra: Especificar	☐ Exposiciones orales	☐ Otro: -

Se realiza tanto evaluación formativa como sumativa mediante la presentación de informes de trabajos prácticos, resolución de problemas, cuestionario y la realización escrita de exámenes parciales teórico-prácticos.

Evaluación formativa.

Cuestionarios con preguntas cerradas. Se evalúa conocimiento factual y la comprensión de conceptos básicos; se revisan detalladamente las respuestas para identificar patrones, errores comunes, fortalezas y debilidades en la comprensión de los conceptos.

Resolución de problemas cerrados. Se analiza la capacidad para aplicar los principios de ingeniería relevantes al problema, el orden y la claridad del proceso de resolución, la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación práctica, la coherencia de la metodología empleada y los resultados obtenidos.

Informes escritos. Se evalúa la claridad, la organización y la precisión de la información presentada en los informes, incluyendo la descripción de los procedimientos, la presentación de los resultados y la

discusión de las conclusiones. En los casos que corresponda, se solicitan los archivos de las simulaciones para su comparación con el informe.

Evaluación sumativa

Exámenes parciales escritos. Se evalúa la profundidad del conocimiento, la capacidad de aplicación de los conceptos a la resolución de problemas (preguntas y resolución numérica) y la claridad en la comunicación escrita.

Los resultados de las evaluaciones se informan mediante una retroalimentación detallada indicando los puntos fuertes y aquellos que requieren mejora, vía correo electrónico y en forma presencial. Durante las clases el equipo docente expone los errores comunes de cada parcial/ trabajo práctico, haciendo intervenir a los alumnos hasta que considera que el tema queda razonablemente clarificado.

Resultados de aprendizaje. Estrategias de enseñanza-aprendizaje y evaluación.

RA1 Plantear estrategias de diseño de lazos de control mediante la selección de la variable controlada y manipulada para establecer y/u optimizar el control automático en procesos químicos cumpliendo con criterios de seguridad, calidad, productividad y eficiencia energética.

Relación del RA1 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
GG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
-	-	-	-	-	-	X	x	x	-	x
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	x

Ejes conceptuales relacionados con el RA1:

Eje conceptual N°1. Introducción y conceptos fundamentales del control automático de procesos.

Eje conceptual N°2. Esquemas de control de equipos, operaciones unitarias básicas y procesos industriales.

Actividades formativas relacionadas con el RA1:

A1. Exposición dialogada (áulica).

A2. Resolución de ejercicios y problemas cerrados (áulico).

A3. Trabajos prácticos (extra-áulicos).

TP1. Cuestionario general de sistemas de instrumentación y control (teórico-práctico).

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA1:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

I1. Identifica la variable manipulada, la de perturbación y la controlada.

I2. Comprende la correlación fisicoquímica entre las mismas.

I3. Resuelve problemas proponiendo lazos de control adecuados a la necesidad de que una operación unitaria dada opere de forma estable.

Técnicas/ herramientas de evaluación

E1. Evaluación formativa mediante cuestionario con preguntas cerradas.

E2. Evaluación formativa mediante resolución de problemas.

E3. Evaluación sumativa mediante examen teórico-práctico escrito.

RA2| Realizar balances de materia, energía y cantidad de movimiento en estado transitorio analizando la dinámica de fenómenos fisicoquímicos que gobiernan los procesos para seleccionar y sintonizar los controladores más adecuados.

Relación del RA2 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
GG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	x

Ejes conceptuales relacionados con el RA2:

Eje conceptual N°3. Introducción al modelado para control automático de procesos en la variable tiempo.

Eje conceptual N°4. Diagramas en bloque y su álgebra.

Actividades formativas relacionadas con el RA2:

A1. Exposición dialogada (áulica).

A2. Resolución de ejercicios y problemas cerrados (áulico).

A3. Trabajos prácticos (extra-áulicos).

TP2. Problemas de dinámica de sistemas (resolución de ejercicios y problemas cerrados).

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA1:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

I1. Realiza y resuelve problemas de modelado en la variable tiempo de sistemas que relacionan a las variables manipulada, de perturbación y controlada.

I2. Realiza y resuelve problemas de modelado en álgebra de diagramas en bloque indicando el comportamiento causa-efecto de las variables manipulada y de perturbación sobre la controlada.

Técnicas/ herramientas de evaluación

E1. Evaluación formativa mediante resolución de problemas.

E2. Evaluación sumativa mediante examen teórico-práctico escrito.

RA3| Analizar sistemas de primer y segundo orden y orden superior para comprender su comportamiento dinámico y evaluar su respuesta ante diferentes señales de entrada, aplicando herramientas matemáticas y diagramas de Nyquist y Bode para la caracterización y control de procesos químicos.

Relación del RA3 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
GG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	x

Ejes conceptuales relacionados con el RA3:

Eje conceptual N° 5. Sistemas de primer orden.

Eje conceptual N° 6. Sistemas de segundo orden.

Eje conceptual N°7. Sistemas de orden superior.

Actividades formativas relacionadas con el RA3:

A1. Exposición dialogada.

A2. Resolución de ejercicios y problemas cerrados (áulico).

A3. Trabajo práctico (áulico + extra-áulico).

TP3. Estudio y simulación de sistema de primer orden vía circuito RC (formación experimental en laboratorio físico - ingeniería eléctrica).

A4. Trabajo práctico (áulico + extra-áulico).

TP4. Estudio y simulación de sistemas de orden superior formado por sistema compuesto de termómetro con vaina (formación experimental en laboratorio físico - ingeniería química).

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA3:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

I1. Determina funciones de transferencia, constantes de tiempo, ganancias estáticas y respuestas temporales ante entradas forzantes en sistemas de primer y segundo orden y de orden superior.

I2. Realiza análisis en frecuencia mediante diagramas de Nyquist y Bode, aplicando estos conocimientos al estudio de la estabilidad de los sistemas que conforman los lazos de control.

Técnicas/ herramientas de evaluación

E1. Análisis de contenido de los informes de los trabajos prácticos y los archivos de las simulaciones.

E2. Evaluación sumativa mediante examen teórico-práctico escrito.

RA4 Aplicar metodologías de sintonización avanzada, como Ziegler-Nichols y Ajuste Robusto, para optimizar la configuración de lazos de control en procesos químicos, considerando indicadores clave como el sobrepaso, el tiempo de respuesta y el tiempo de estabilización, con el objetivo de maximizar la seguridad operativa, garantizar la calidad del producto, mejorar la productividad y optimizar la eficiencia energética de los procesos.

Relación del RA3 con las competencias de egreso:

Competencias genéricas (tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales)										
GG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8.a	CG8.b	CG9	CG10
-	-	-	-	-	-	X	x	x	-	x
Competencias específicas										
CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11
-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	x

Ejes conceptuales relacionados con el RA3:

Eje conceptual N°8. Algoritmos de control.

Actividades formativas relacionadas con el RA3:

A1. Exposición dialogada.

A2. Resolución de ejercicios y problemas cerrados (áulico).

A3. Trabajo práctico (áulico + extra-áulico).

TP5. Ajuste de lazos de control (aprendizaje basado en modelado matemático, empleo de herramientas computacionales: Programa Classic Control CC5; Matlab/Simulink).

Metodología y estrategias de evaluación relacionadas con el RA3:

Indicadores de logro/ criterios de evaluación

- I1. Identifica la respuesta dinámica de un sistema y la expresa en términos de sistemas de orden superior más tiempo muerto.
I2. Resuelve los problemas de ajuste de controladores mediante la aplicación de métodos de ajuste y la simulación de lazos de control.

Técnicas/ herramientas de evaluación

- E1. Análisis de contenido de los informes de los trabajos prácticos y los archivos de las simulaciones.
E2. Evaluación sumativa mediante examen teórico-práctico escrito.

Distribución de la carga horaria

Tipo de formación	Tiempo (horas reloj)	
	Áulico	Extra-áulico
Teórico-práctica (conceptual)	56	3
Análisis y resolución de ejercicios y problemas tipo de ingeniería (cerrados)	20	6
Instancias supervisadas de formación práctica:		
▪ <i>Formación experimental</i>	12	6
▪ <i>Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos (abiertos)</i>	8	5
▪ <i>Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.</i>	-	-
Tiempo total	96	20

Recursos necesarios

Espacios físicos:

- | | |
|--|---|
| ☒ Aula | ☒ Laboratorio |
| ☒ Gabinete informático | ☐ Planta piloto |
| ☐ Otro: Especificar | |

Recursos tecnológicos de apoyo:

- | | |
|--|---|
| ☒ Proyector multimedia | ☒ Software específico |
| ☒ Notebook/PC | ☐ Aplicaciones en celulares |
| ☐ Equipo de sonido | ☐ Acceso a internet |
| ☒ Aula virtual | ☐ Otro: Software específico: Program Classic Control |

Recursos para desarrollar actividades en laboratorios, empresas, entre otros:

- | | |
|---|---|
| ☒ Elementos de protección (guardapolvo, gafas, guantes, etc.) | ☒ Equipos específicos |
| ☐ Reactivos específicos | ☐ Transporte |
| ☒ Material de vidrio | ☐ Seguro |
| ☐ Otro: | |

Condiciones de aprobación

Condiciones de aprobación directa

Quienes opten por la aprobación directa deben:

AD1. Cumplimentar los requisitos de asistencia según reglamentación vigente.

AD2. Aprobar las 5 actividades prácticas propuestas para el ciclo lectivo (TP1, TP2, TP3, TP4 y TP5). Esto implica haber presentado los informes en tiempo y forma y, cuando corresponda, haber presentado las correcciones indicadas por el equipo docente.

AD3. Aprobar dos exámenes parciales (o sus recuperatorios) con una calificación de 6 (seis) o más en cada uno. La nota final resultará del promedio de las evaluaciones aprobadas.

El acogimiento a las evaluaciones de AD es de carácter voluntario. Aquellos/as que optaren por esta modalidad, deberán comunicarlo fehaciente y formalmente por correo electrónico a los/as responsables de cátedra dentro de los 15 días corridos antes de la primera evaluación (ver cronograma adjunto) con el fin de preparar y organizar las evaluaciones debidamente.

Primer parcial: se evalúan conceptos teóricos y prácticos de los ejes conceptuales N°1, 2, 3 y 4 (inclusive) y de los TP1, TP2, TP3 y TP4. Para presentarse al primer parcial es condición necesaria haber aprobado los TP1, TP2, TP3 y TP4.

Segundo parcial: se evalúan conceptos teóricos y prácticos de los ejes conceptuales N°5, 6, 7 y 8 (inclusive) y del TP5. Para presentarse al primer parcial es condición necesaria haberse presentado al primer parcial y tener aprobado el TP5.

Cada parcial tiene un recuperatorio a realizar en la fecha consignada en el cronograma. Solo podrán acceder a la/s etapa/s recuperatoria/s aquellos/as alumnos/as que se hayan presentado a las 2 (dos) instancias precedentes, y que no hayan entregado de forma sistemática exámenes en blanco. Solamente se considera la justificación fehaciente de la inasistencia mediante certificado médico, participación en eventos o jornadas técnicas, debidamente firmadas y selladas. Este hecho deberá ser informado formalmente de forma previa vía correo electrónico a los/as responsables de cátedra.

Condiciones de aprobación no directa (derecho a examen final)

Accederán a la aprobación no directa (derecho a examen final) quienes logren:

AND1. Cumplimentar los requisitos de asistencia según reglamentación vigente.

AND2. Aprobar las 5 actividades prácticas propuestas para el ciclo lectivo (TP1, TP2, TP3, TP4 y TP5). Esto implica haber presentado los informes en tiempo y forma y, cuando corresponda, haber presentado las correcciones indicadas por el equipo docente.

Los/las alumnos/as que al finalizar el cursado tengan trabajos prácticos pendientes o desaprobados, dispondrán de dos instancias adicionales, según el cronograma, para presentar la documentación requerida. En estas instancias, se realizarán preguntas orales y/o escritas sobre dichos trabajos. La

aprobación no directa (AND) se otorgará al contestar correctamente estas preguntas y aprobar los informes entregados.

Modalidad del examen final

Se evalúa a los/as alumnos/as que alcanzaron la AND mediante cuestionarios teórico-prácticos y resolución de problemas con el fin de que puedan demostrar la capacidad de entendimiento de los conceptos y su aplicación. La evaluación se realiza en aula convencional, empleando elementos de escritura, dibujo y calculadora científica.

Recomendaciones para el estudio

- Lectura previa a clases del temario de acuerdo con el programa y planificación de la materia del material bibliográfico de soporte recomendado.
- Complementación de los temas dados en clase con el material bibliográfico de soporte recomendado.

Modalidad y horarios de consulta

- Consultas presenciales:
Jueves de 18:15 a 19:45 horas en sala de profesores del 3° piso. Los alumnos deben enviar como mínimo 3 días antes un correo electrónico a los profesores solicitando la clase de consulta, indicando las personas que van a asistir y adelantando las consultas a realizar de forma detallada (no en forma de temas generales).
- Consultas virtuales:
Estas se coordinarán de forma puntual cuando la etapa anterior no se pudiera convenir debidamente.

Correo/s de contacto:

- lucianoferrari10@yahoo.com.ar (FERRARI; Luciano G.)
- gabyrxmartinez@hotmail.com (MARTINEZ; Gabriela R.)
- ignacio.boullosa@gmail.com (BOULLOSA; Ignacio)

Actividades de docencia

- Reuniones quincenales con el cuerpo docente de la cátedra de Control Automático de Procesos para coordinar el dictado de los temas de cada Eje Conceptual y discutir, evaluar, analizar y dar curso a las necesidades que pudieran surgir entre la parte práctica y teórica de la asignatura.

Plantel docente de la asignatura

“Control automático de procesos” – Ciclo Lectivo 2025

Apellido; Nombre	Cargo	Dedicación	Comisión/es
FERRARI; Luciano G.	Prof. Tit.	DS	5V01
MARTINEZ; Gabriela R.	JTP	DS	5V01
BOULLOSA; Ignacio	Aux.1	DS	5V01

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Control Automático de Procesos” – Ciclo lectivo 2025

Comisión: 5V01

Primer cuatrimestre					
Sem.	Fecha	Día	Descripción de los temas actividades	Tipo de actividad (1)	Ámbito (2)
01	20-03-25	jue	Explicación de la planificación 2025; Condiciones para la AD y AND: trabajos prácticos; fechas de exámenes parciales; conformación de grupos. Exposición dialogada EC1. Temas: Introducción y conceptos fundamentales. Variable controlada; manipulada; perturbaciones; valores de consigna. Teoría de control; realimentación negativa y concepto de estabilidad en lazos de control. Control en avance; en cascada; por rango partido y de relación. Ejemplo de lazo de control en MS Excel.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
02	27-03-25	jue	Exposición dialogada EC1. Temas: Instrumentación local y remota. Señales de comunicación. Principio de funcionamiento y criterios de selección de medidores de caudal y válvulas automáticas de control.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
03	03-04-25	jue	Exposición dialogada EC1. Temas: Interface hombre-proceso. Paneles de control, alarmas y cortes. Diagramas de lazos de control simples. Simbología e interpretación de planos de cañerías e instrumentos y representaciones gráficas.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
04	10-04-25	jue	1° llamado a examen	-	-
05	17-04-25	jue	Jueves Santo. Festividad cristiana (sin act. Ac.-Ad.)	-	-
06	24-04-25	jue	Exposición dialogada EC1. Temas: Introducción a PLC, SCADA y DCS. Explicación de TP1.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
			TP1: Cuestionario general de sistemas de control.	Teórico-práctica (conceptual)	Extra-áulico
07	01-05-25	jue	Día del trabajador (Feriado inam.).	-	-
08	08-05-25	jue	2° llamado a examen	-	-

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Control Automático de Procesos” – Ciclo lectivo 2025

09	15-05-25	jue	Exposición dialogada EC2. Temas: Simbología usada en control automático, control de nivel y de presión, control de caudal en bombas, sopladores y compresores.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
10	22-05-25	jue	Exposición dialogada EC2. Esquemas de control en operaciones de intercambio de calor y en torres de destilación (con condensación parcial y total). Entrega de cuestionario resuelto (TP1)	Teórico-práctica (conceptual) Evaluación	Áulico
11	29-05-25	jue	Exposición dialogada EC2. Esquemas de control en torres de destilación.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
12	05-06-25	jue	Exposición dialogada EC2. Temas: Esquemas de control en operaciones de secado (por aspersion, por lecho fluido y rotativo) y en reactores.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
13	12-06-25	jue	Exposición dialogada EC3. Temas: Introducción al modelado dinámico de sistemas; concepto de variable de desviación, balances de materia, energía y cantidad de movimiento en estado transitorio, obtención de ecuaciones diferenciales y su linealización, definición del entorno de linealización. Introducción al concepto de entrada-salida y al de función forzante.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
14	19-06-25	jue	Exposición dialogada EC3. Temas: Estudio del sistema hidraulico: definición de resistencia, capacidad y ganancia. Introducción a sistemas de retardo de primer orden (autorregulantes) y capacitivos puros (no auto-regulantes) en la variable tiempo.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
15	26-06-25	jue	Exposición dialogada EC3. Resolución de ejercicios y problemas cerrados. Explicación del TP2.	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Áulico
			TP2: Problemas de dinámica de sistemas en la variable tiempo: Sistemas hidráulicos y térmicos .	Resolución de ejercicios y problemas cerrados	Extra-áulico

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Control Automático de Procesos” – Ciclo lectivo 2025

16	03-07-25	jue	Exposición dialogada EC4. Temas: Modelado de sistemas y lazos de control por medio de diagramas en bloque y su álgebra. Aplicación de funciones forzantes escalón, impulso y rampa. Entrega de problemas resueltos (TP2)	Teórico-práctica (conceptual) Evaluación	Áulico
	07-07-25	lun	Receso invernal	-	-
	20-07-25	dom	Receso invernal	-	-
Segundo cuatrimestre					
17	24-07-25	jue	Exposición dialogada EC5. Temas: Sistemas de primer orden: Concepto de constante de tiempo y su determinación, resistencia y capacidad, respuesta de los sistemas de primer orden a la señal forzante escalón.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
18	31-07-25	jue	Exposición dialogada EC5. Temas: Respuesta de sistemas de primer orden a la función forzante rampa: Concepto de error dinámico y su interpretación gráfica.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
19	07-08-25	jue	Exposición dialogada EC5. Temas: Respuesta de sistemas de primer orden a las funciones forzantes senoidales; Diagramas de Bode y Nyquist y estudio de la estabilidad de los sistemas.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
20	14-08-25	jue	3° llamado a examen	-	-
21	21-08-25	jue	Exposición dialogada EC5. Explicación del TP3. Estudio de la respuesta de un sistema de primer orden real formado por un circuito resistencia-capacidad (RC) frente a funciones forzantes escalón y senoidales.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
22	28-08-25	jue	Realización del TP3 en laboratorio de Depto. Ing. Eléctrica (uso de osciloscopio) EC5.	Formación experimental (laboratorios, planta piloto, campo, etc.)	Áulico Extra-áulico

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Control Automático de Procesos” – Ciclo lectivo 2025

23	04-09-25	jue	Exposición dialogada EC6. Temas: Sistemas de segundo orden, analogía con el sistema masa-resorte-amortiguador, respuestas hipo, híper y críticamente amortiguadas y con amortiguamiento nulo.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
24	11-09-25	jue	4° llamado a examen. Entrega de informe (TP3).	- Evaluación	- -
25	18-09-25	jue	Exposición dialogada EC7. Temas: Sistemas de orden superior: Desarrollo de sistemas de orden superior. Modelado por sistemas de primer orden en serie. Efecto del tiempo muerto puro. Respuesta frente a funciones forzantes escalón y sinusoidales. Diagramas de Bode y Nyquist.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
26	25-09-25	jue	Explicación y realización del TP4 (EC7): Estudio de la respuesta de un sistema de orden superior formado por un termómetro de mercurio con vaina de glicerina.	Formación experimental (laboratorios, planta piloto, campo, etc.)	Áulico Extra-áulico
27	02-10-25	jue	Exposición dialogada EC8. Temas: Algoritmos Si-No, Proporcional, Integral y Derivativo: Ecuaciones y funciones de cada modo. Interpretación de los tiempos integral (Ti) y derivativo (Td).	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
28	09-10-25	jue	Exposición dialogada EC8. Temas: Método de ajuste de controladores PID por el método de Ziegler-Nichols a lazo cerrado. Simulación de lazos de control con el Program Classic Control 5 (CC5) Entrega de informe (TP4)	Teórico-práctica (conceptual) Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos Evaluación	Áulico
29	16-10-25	jue	Exposición dialogada EC8. Temas: Método de ajuste de controladores PID por el método del coeficiente de robustez "c". Simulación de lazos de control con el Program Classic Control 5 (CC5)	Teórico-práctica (conceptual) Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	Áulico

Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones

“Control Automático de Procesos” – Ciclo lectivo 2025

30	23-10-25	jue	Exposición dialogada EC8. Explicación del TP5: Ajuste de controladores PID y mediante simulación de lazos de control. Explicación del uso de software: Program CC5 y Matlab/Simulink (laboratorio de informática).	Teórico-práctica (conceptual) Formación experimental (laboratorios, planta piloto, campo, etc.)	Áulico Áulico
31	30-10-25	jue	Exposición dialogada EC8. Explicación del TP5 (continuación) Asignación de consignas a cada comisión.	Teórico-práctica (conceptual)	Áulico
32	06-11-25	jue	Discusión de resultados de los métodos de ajuste (EC5). Entrega de informe (TP5)	Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos Evaluación	Áulico
33	13-11-25	jue	Primer parcial para Aprobación Directa (AD)	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico
Finalización segundo cuatrimestre					
Fechas de examen					
-	27-11-25	jue	Segundo parcial para Aprobación Directa (AD)	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico
-	11-12-25	jue	Recuperatorios del primer y/o segundo parcial para AD.	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico
			Entrega de informes pendientes + preguntas orales/escritas sobre los temas asociados a los trabajos prácticos (AND)	Evaluación	Áulico
-	22-12-25	lun	Receso estival		
-	04-02-26	mié	Receso estival		
-	12-02-26	jue	8° llamado a examen	-	-
			Recuperatorio AND	Evaluación (con fecha a reservar)	Áulico
			Entrega de informes pendientes + preguntas orales/escritas sobre los temas asociados a los trabajos prácticos (AND)	Evaluación	Áulico