



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.

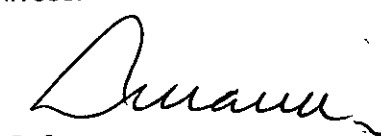
**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
RESUELVE:**

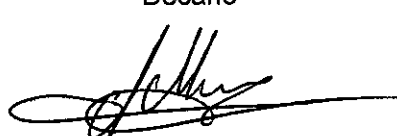
ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura "Control Automático de Procesos" para el Quinto Nivel de la carrera Ingeniería Química - Plan 2023, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.

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.