



GUÍA DOCENTE 2024/25

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología

Ciclo Indiferente

Plan INQUI15b - Máster Universitario en Ingeniería Química

Curso Indiferente

ASIGNATURA

504251 - Control avanzado de procesos químicos

Créditos ECTS : 4,5

DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

El objetivo de la asignatura es aplicar conocimientos de control para analizar sistemas complejos y diseñar los controladores más apropiados. Partiendo de las herramientas básicas de control analógico ya estudiadas en el grado, se estudiará el control digital, así como el control multivariable y el control predictivo con modelos. Posteriormente se abordará el control integral de una instalación partiendo del conocimiento del control individual de los equipos principales. En algunas asignaturas del máster, los alumnos han calculado y diseñado equipos, unidades y procesos, siempre en estado estacionario y esta asignatura las complementa reflejando la realidad de cambios dinámicos en el funcionamiento de las operaciones y los procesos, poniendo de manifiesto la necesidad de analizar y diseñar sistemas de control para esas operaciones y procesos.

La asignatura requiere conocimientos básicos previos de control de procesos, adquiridos en los grados de ingeniería. También requiere un mínimo conocimiento de programación en Matlab y Simulink.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos

Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas

Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas

Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño

Dirigir y supervisar todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la ingeniería química

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Tras cursar la asignatura, el alumnado será capaz de:

- Construir un modelo dinámico de un sistema complejo formado por diferentes operaciones unitarias.
- Analizar modelos dinámicos lineales multivariables.
- Diseñar/sintonizar los controladores más apropiados para procesos multivariables.
- Desarrollar esquemas de control convencionales para el control de operaciones unitarias y el control global de instalaciones, demostrando una comprensión clara de su dinámica.
- Mejorar la capacidad para usar o desarrollar herramientas de control en entornos de matlab y simulink.
- Escribir informes técnicos (con fecha límite) sobre diseño y análisis de sistemas de control y sobre estudios basados en simulaciones dinámicas de procesos.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

Tema 1 Control de sistemas con dinámicas difíciles. Dinámica de procesos difíciles. Procesos con grandes tiempos muertos. Compensación del tiempo muerto. Procedimiento de diseño. Control de sistemas con respuesta inversa.

Tema 2 Técnicas de control basadas en modelos. Propiedades de IMC. Control IMC con un grado de libertad. Control IMC con dos grados de libertad. Implementaciones de IMC con realimentación del estado del modelo. Parámetros de PI y PID a partir de diseños IMC. Sintonización y síntesis de IMC de un grado de libertad para procesos con incertidumbre.

Tema 3 Introducción a los sistemas de datos muestreados. La interfase ordenador-proceso. Muestreo y reconstrucción de señales continuas. Efecto del periodo de muestreo. Descripción matemática y modelado teórico de sistemas muestreados. Modelado empírico de sistemas muestreados. Conceptos básicos de las transformadas Z. Inversión de transformadas Z. Funciones de transferencia impulsoriales.

Tema 4 Análisis dinámico de sistemas discretos. Respuestas en lazo abierto. Características de las funciones de transferencia impulsoriales en lazo abierto. Análisis de sistemas en lazo cerrado. Estabilidad.

Tema 5 Diseño de controladores digitales. Consideraciones preliminares. Aproximación digital de los controladores clásicos PID. El controlador digital y su diseño. Síntesis directa: diferentes aproximaciones. Diseño para el problema de regulación.

Tema 6 Control de procesos multivariables. La naturaleza de los sistemas multivariables. Generación de modelos



lineales. Dinámica en lazo cerrado. Interacción de lazos de control. Matriz de ganancias relativa y selección de lazos. Diseño de lazos de control sin interacción. Diseño de controladores multilazos. El coste de la perturbación como medida de la resiliencia frente a perturbaciones. Diagnóstico C&R en diagramas de flujo.

Tema 7 Control multivariable centralizado. Principios generales. El algoritmo DMC para una sola variable: representación del modelo; el problema SISO; formulación partiendo de una función de transferencia; estrategia de implementación. DMC multivariable. Implementación y extensiones. Model Algorithmic Control. Generalized Predictive Control. Restricciones. Esquemas comerciales.

Tema 8 Control de reactores. Reactores de mezcla perfecta. Reactores batch y reactores semicontinuos. Reactores tubulares: adiabático simple, lechos adiabáticos con enfriamiento entre etapas, lechos adiabáticos con inyección de alimentación fría entre etapas, reactores multitubulares.

Tema 9 Control de cambiadores de calor. Introducción. Fundamentos de cambiadores de calor. Control de cambiadores de calor de servicios. Control de intercambiadores de calor de proceso. Gestión de energía en plantas. Sistemas de intercambio entre la salida y la alimentación al reactor.

Tema 10 Control de columnas de destilación. Fundamentos de control. Esquemas típicos de control. Control inferencial de composición. Columnas de alta pureza. Sensibilidad a perturbaciones. Columnas complejas. Control global.

Tema 11 Control de otras operaciones unitarias. Hornos. Compresores y bombas. Decantadores. Sistemas de refrigeración. Servicios. Extractores líquido-líquido. Evaporadores de efectos múltiples. Secaderos.

Tema 12 Control global de plantas. Procesos integrados. Unidades en serie. Efectos de la recirculación. Interacción entre las secciones de reacción/separación. Análisis de ejemplos. Conceptos básicos del diseño del control global. Procedimiento de diseño. Justificación del procedimiento y ejemplos.

METODOLOGIA (ACTIVIDADES FORMATIVAS)

Actividad Formativa	Horas	Porcentaje presencialidad
Manejo de fuentes y recursos	5	0 %
Trabajo en grupo	20	0 %
Ejercicios	22	100 %
Clases expositivas	23	100 %
Trabajo individual y/o en grupo	42,5	0 %

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	23	6			16				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	33	12,5			22				

Leyenda: M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula
 GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador GCL: P. Clínicas
 TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

Denominación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Resolución de problemas y casos	50 %	80 %
Trabajos y proyectos	20 %	50 %

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

EVALUACIÓN CONTINUA

Realización de trabajos individuales. Valoración del 70 %

Se consideran las siguientes actividades:

- Resolución de ejercicios/problemas/casos prácticos
- Prácticas de ordenador
- Informes escritos

Realización de un trabajo en grupo de 2 personas. El trabajo consistirá en la simulación, análisis y control de un proceso correspondiente a los temas 8-12. Valoración del 30 %

Esta evaluación continua es no presencial, por lo que se aplicará en todas las circunstancias.

Las alumnas y alumnos que deseen cambiar de la evaluación continua a una evaluación final lo deberán solicitar al Profesor/a de la asignatura mediante un escrito antes de la semana sexta del curso o en la semana siguiente a la semana de publicación de los resultados del primer trabajo individual, si ésta es posterior a la semana sexta.

La evaluación final consistirá en un examen presencial que constará de una prueba teórica tipo test y la resolución de ejercicios/problemas.

Las alumnas y alumnos que deseen renunciar deberán comunicarlo al Profesor/a de la asignatura mediante un e-mail antes de la última semana del curso.



CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Los alumnos y alumnas que en la convocatoria ordinaria han optado por la evaluación continua serán evaluados en base a trabajos individuales de los apartados no superados en dicha convocatoria. Esta evaluación continua es no presencial, por lo que se aplicará en todas las circunstancias.

El resto serán evaluados mediante un examen presencial, que constará de una prueba teórica tipo test y la resolución de ejercicios/problemas.

Las alumnas y alumnos que deseen renunciar deberán comunicarlo al Profesor/a de la asignatura mediante un e-mail al menos una semana antes de la fecha del examen.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

- Material suministrado en la plataforma eGela.
- Software MATLAB y SIMULINK

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- Bequette, B.W., "Process control: modeling, design and simulation", Prentice Hall, N.J. (2003)
- Doyle F.J., Gatzke. E.P., Parker, R.S. "Process Control Modules. A Software Laboratory for Control Design", Prentice Hall PTR, New Jersey (2000)
- Luyben, W.L., Tyréus, B.D., Luyben, M.L. "Plantwide Process Control", McGraw-Hill, New York (1998)
- Marlin, T.E., "Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance", McGraw-Hill, New York (1995).
- Ogunnaike, B., Ray, W.H., "Process Dynamics, Modeling and Control", Oxford University Press, New York (1994)
- Seborg, D.E., Edgar, T.F., Mellichamp, D.A. "Process Dynamics and Control 2nd ed.", John Wiley and Sons, New York (2004)

Bibliografía de profundización

- Brosilow, C., Joseph, B., "Techniques of Model-Based Control", Prentice Hall, N.J. (2002)
- Camacho, E.F., Bordons, C., "Model Predictive Control", 2ª ed., Springer-Verlag, London (2007)
- Luyben, W.L. (Ed.) "Practical Distillation Control" Van Nostrand Reinhold, N.Y., (1992)
- Luyben, W.L., "Chemical Reactor Design and Control" John Wiley & Sons, (2007)
- Roffel, B., Betlem, B., "Process Dynamics and Control. Modeling for Control and Prediction", John Wiley & Sons, Ltd., Chichester (2006)

Revistas

- Industrial & Engineering Chemistry Research
- Journal of Process Control
- Annual Reviews in Control
- Computers and Chemical Engineering
- Control Engineering Practice

Direcciones de internet de interés