



Planificaciones

7643 - Instrumentación y Control

Docente responsable: ZANINI ANIBAL JOSE ANTONIO

OBJETIVOS

El Control de Procesos - con sus accesorios tecnológicos como la instrumentación de plantas, la tecnología de los sistemas computerizados, las redes de campo y las válvulas de control - constituye una disciplina fundamental de la Ingeniería Química. En la actualidad, es imposible concebir una planta química tecnológicamente eficiente, económicamente rentable y adecuada a la protección humana y ambiental sin el concurso de esta especialidad: Las exigencias cada vez más estrictas en cuanto a control de calidad, seguridad y rendimiento imponen el control automático, que pasa a ser no sólo un recurso tecnológico más sino una disciplina formal y científicamente establecida y de participación obligatoria en la formación del Ingeniero Químico y también en otras ingenierías. Las posibilidades sin límite de la aplicación de computadores a los procesos industriales se realizan y concretan por medio del control, que con su amplia base matemática y física constituye además un elemento formativo fundamental de la estructura mental y cultural de un profesional de la Ingeniería.

Los objetivos de la materia son:

Hacer que el alumno adquiera formación, estructura intelectual, manejo tecnológico, capacidad de cálculo, de análisis y de diseño en:

- Dinámica de los sistemas y equipos de proceso, con énfasis en el comportamiento frente a las perturbaciones reales de planta.
- Dinámica y funciones de los sistemas de control, tanto clásicos como avanzados.
- Sistemas controlados, reuniendo las dinámicas de los procesos, de los sistemas de medición y de los sistemas de control, con énfasis en los sistemas computerizados.
- Capacidad para evolucionar hacia sistemas más avanzados, con la formación básica requerida. Proveyendo además las capacidades adecuadas para la realización de proyectos

CONTENIDOS MÍNIMOS

PROGRAMA SINTÉTICO

Control automático. Procesos controlados. Estabilidad. Lazos de control. Diferentes enfoques.

Mediciones. Toma de información. Características instrumentales. Mediciones de variables de proceso.

Conversión analógica/digital y D/A.

Herramientas matemáticas de control lineal: transformadas de Fourier y Laplace. Propiedades. Funciones de transferencia. Análisis frecuencial y temporal. Programas computacionales de aplicación.

Dinámica Lineal. Elementos. Balances. Sistemas de 1er. orden, 2do. orden y órdenes superiores. Elementos no lineales. Combinaciones. Sistemas complejos. Controladores. Respuesta frecuencial. Modelos matemáticos. Estabilidad. Circuito cerrado: Respuesta a cambios de set-point y perturbaciones. Diagramas frecuenciales y en el plano complejo. Respuesta temporal. Programas computacionales de aplicación. Ajuste. Optimización clásica.

Sistema multilazo: Cascada. Anticipatorio (feedforward). Predictor. Control de relación. Controladores adaptativos. Aplicaciones. Sistemas acoplados.

Aplicaciones. Actuadores. Ubicación matemática en el circuito de control. Cálculo de válvulas.

Características. Aplicación al control de las variables más comunes. Aplicaciones a las operaciones comunes: Control de intercambiadores de calor, evaporadores, reactores, secadores, columnas de destilación, calderas de vapor. Aplicaciones a industriales.

Control por computadoras y microprocesadores. Control digital. Control distribuido. Controladores lógicos programables (PLC). Controladores auto-ajustables.

Simulación de sistemas. Fundamentos de programas simuladores. Simulación de sistemas dinámicos.

Simulación de sistemas controlados.

Formulación en espacio de estado de los problemas de control automático. Sistemas multivariables.

Controlabilidad y observabilidad. Sistemas discretos. Estabilidad de sistemas lineales y no lineales. Redes neuronales y sistemas expertos.

PROGRAMA ANALÍTICO

TEMA 1:

Generalidades.

Control automático. Procesos controlados. Estabilidad. Circuitos de control. Métodos de ataque: Sistemas lineales y no lineales. Control continuo y discreto. Control digital. Generalización del concepto de control automático. Función de decisión. Ingeniería de sistemas. Proceso controlado. Excitaciones de ensayo. Diagramas de bloques y de flujo de señal.

TEMA 2:

Mediciones. Toma de información. Características instrumentales. Errores. Elementos de circuitos. Transmisión. Mediciones de temperatura, presión, caudal, variables químicas. Mediciones por microondas y por radioactividad. Circuitos. Leyes. Otras mediciones. Conversión analógica/digital y D/A.

TEMA 3:

Elementos matemáticos del control lineal; transformadas de Fourier y Laplace. Propiedades. Tratamiento de excitaciones de ensayo y funciones de transferencia por transformada de Laplace. Cálculo operacional. Aplicaciones a las funciones comunes. Pasaje a campo frecuencial. Análisis frecuencial y tratamientos por Bode y Nyquist. Inversión. Respuesta temporal. Solución de ecuaciones diferenciales: Respuesta libre y forzada. Métodos de análisis temporal.

Programas computacionales de aplicación. Tratamiento y ejercicios.

TEMA 4:

Dinámica Lineal. Elementos. Balances. Variables de desviación. Identidad funcional de sistemas físicamente distintos: Sistemas 1er. orden, 2do. orden y órdenes superiores. Respuesta a las distintas excitaciones. Análisis frecuencial. Elemento tiempo muerto. Combinaciones. Sistemas típicos de control de procesos. Sistemas complejos. Controladores: Tecnología. Sistemas electrónicos y de microprocesadores. Sistemas computerizados. Funciones de transferencia de los tipos comunes. Respuesta frecuencial. Componentes funcionales. Tratamiento matemático. Controles con integral y derivativo compensados.

TEMA 5:

Simulación de sistemas. Fundamentos de programas simuladores. Estructuración. Simulación de sistemas dinámicos. Resolución matemática. Aplicaciones a los distintos casos de dinámica de sistemas. Simulación de sistemas controlados. Manejo y aplicaciones. Sistemas estructurados sobre computadoras tipo PC.

Computadores de proceso. Implementación. Programas.

Aplicaciones en adquisición de datos y en control.

TEMA 6:

Estabilidad. Ecuación característica. Criterios por raíces, Routh-Hurwitz y frecuenciales: Bode y Nyquist. Controlabilidad. Condiciones límites. Márgenes de ganancia y fase. Otros criterios: Temporales y frecuenciales. Análisis y diseño de sistemas de control. Lazo cerrado: Respuesta a cambios de set-point y perturbaciones. Diagrama de Black-Nichols. Aplicaciones. Respuesta temporal de sistemas con control P, PI, PID. Offset. Oscilaciones límites. Efecto de los componentes y modificación de los mismos. Análisis a set-point y perturbación. Programas computacionales de aplicación. Simulaciones. Amortiguación óptima: Ajuste práctico de sistemas de control. Optimización clásica: Por ecuación característica y criterio ITAE. Optimización Parseval.

TEMA 7:

Sistemas multilazo: Cascada, Control en Adelantopatorio, Predictor de Smith, Control de relación. Controles adaptativos. Aplicaciones. Sistemas acoplados. Planteo. Desacoplamiento. Diseño de sistemas de control por síntesis directa. Aplicaciones. Simulaciones de los distintos sistemas.

TEMA 8:

Organos de acción final: su ubicación matemática en el circuito de control. Cálculo de válvulas. Programas de aplicación. Características. Posicionadores. Compuertas. Aplicaciones. Control de las variables más comunes: Temperatura, presión, caudal, nivel, densidad, pH. Variables químicas. Funciones de tiempo y programadas. Aplicaciones a las operaciones comunes: Control de intercambiadores de calor, evaporadores, reactores, secadores, destilación, calderas de vapor: Sistemas de seguridad y control de uno, dos y tres variables. Aplicaciones a industrias: Alimenticias, petróleo, química, celulosa y papel, petroquímica.

TEMA 9:

Control por computadoras y microprocesadores. Estructura. Implementación. Control digital directo (DDC). Algoritmos. Conversión. Programación. Tecnología. Sistemas de jerarquía. Estudio del sistema computerizado del laboratorio. Control distribuido. Aplicaciones. Estructura. Controladores lógicos programables (PLC) Sistemas lógicos. Programación. Aplicaciones. Controladores auto-ajustables. Redes de campo. Comunicaciones. Buses de campo. Tecnologías.

TEMA 10:

Formulación en espacio de estado de los problemas de control automático. Tratamiento matricial. Variables de estado. Sistemas multivariables. Simulación. Controlabilidad y observabilidad. Observadores de estado.

Conceptos. Control por observador. Sistemas discretos. Estabilidad de sistemas lineales y no lineales:

Nociones de Métodos Lyapunov. Optimización de sistemas controlados: Nociones de principio del máximo.

TEMA 11.

Organización de la información. Comunicaciones. La comunicación entre los sistemas. Los antecesores: La era neumática. La era electrónica. Los protocolos de comunicación. Los sistemas computerizados supervisorios: Las distintas plataformas de operación. Las redes de comunicación. Los sistemas digitales de control distribuido. Las áreas clasificadas y la seguridad intrínseca. El bus de campo ("fieldbus"). Arquitectura. Los protocolos de comunicación digital: Avances y ventajas. Configuración y diagnósticos remotos "on line". Intercambiableidad. Sistemas abiertos. Interoperabilidad. Accesos a multivariables. Funciones avanzadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Chemical process control - Stephanopoulos,G.Ed. Prentice-Hall,1988
- Control automático de procesos - Smith-Corripio. Ed. Limusa,1991
- Ingeniería de control moderna - Ogata, K. Ed. Prentice-Hall. 2002
- Process control - Harriot, P. Ed. McGraw-Hill.
- Teoría de Control para Procesos Industriales – Zanini, A. AADECA - 2006
- Apuntes de clase – ver página web de la materia.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

Teórico práctico con prácticos en computadora y planta

Modalidad de Evaluación Parcial

La materia se evalúa mediante:

- un parcial dividido en dos partes a mediado y fin del cuatrimestre
- un trabajo práctico de simulación
- un coloquio integrador final

El parcial y el trabajo práctico no tienen nota sino que estarán aprobados o desaprobados.

Cada parte del parcial tendrá un recuperatorio.

La nota final será la del coloquio integrador.

CALENDARIO DE CLASES

| Semana | Temas de teoría | Resolución de problemas | Laboratorio | Otro tipo | Fecha entrega Informe TP | Bibliografía básica |
|------------------------|---|--------------------------|-------------------------|------------|--------------------------|---------------------|
| <1> 09/03 al 14/03 | Introducción | Motivación | | | | |
| <2> 16/03 al 21/03 | Control Simple – Por qué realimentar | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <3> 23/03 al 28/03 | Modelos Físicos | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <4> 30/03 al 04/04 | Modelos Matemáticos | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <5> 06/04 al 11/04 | Sistemas Discretos | Ejercitación – Consultas | Práctica en Laboratorio | | | |
| <6> 13/04 al 18/04 | Ajuste de los Modelos | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <7> 20/04 al 25/04 | Diagramas Frecuenciales | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <8> 27/04 al 02/05 | | Ejercitación – Consultas | | Evaluación | | |
| <9> 04/05 al 09/05 | Análisis - Lugar de las Raíces | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <10> 11/05 al 16/05 | Reguladores Clásicos | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <11> 18/05 al 23/05 | Conversión de PIDs | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <12> 25/05 al 30/05 | Ajuste de Controladores | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <13> 01/06 al 06/06 | Ajuste de Controladores en Plantas Con Retardos | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <14> 08/06 al 13/06 | Tratamiento de Perturbaciones | Ejercitación – Consultas | Práctica en Laboratorio | | | |
| <15> 15/06 al 20/06 | Otros Esquemas de Control – Multilazos | Ejercitación – Consultas | | | | |
| <16> 22/06 al 27/06 | | Ejercitación – Consultas | | Evaluación | | |

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

| Oportunidad | Semana | Fecha | Hora | Aula |
|-------------|--------|-------|-------|------|
| 1º | 8 | 25/09 | 18:00 | a20 |
| 2º | 9 | 02/10 | 18:00 | a20 |
| 3º | 15 | 27/11 | 18:00 | a20 |
| 4º | 16 | 04/12 | 18:00 | a20 |