

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Instrumentación y Control
Clave de la asignatura:	AEF-1039
SATCA:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Bioquímica e Ingeniería Química

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

El control de procesos químicos y bioquímicos atiende la naturaleza dinámica de los procesos y la consiguiente necesidad de regular las variables involucradas, para que se ajusten los requerimientos óptimos de operación en términos de rendimiento técnico, económico y de seguridad.

La característica dinámica de los procesos químicos y bioquímicos permite trasladar los conocimientos adquiridos en otras asignaturas y complementar el tratamiento de funcionamiento estático o de régimen permanente de las diferentes operaciones unitarias en los procesos químicos y bioquímicos.

Intención didáctica

Esta asignatura se organiza de la siguiente manera:

El primer tema presenta los contenidos conceptuales de la instrumentación normados por ISA y SAMA. Se estudian los principios de medición de los diferentes sensores y transductores existentes para la detección de las variables más usuales en el control de procesos (presión, flujo, nivel y temperatura), así como los elementos de control más utilizados.

En el segundo tema se desarrollan modelos dinámicos mediante las ecuaciones de conservación de masa y energía para estudiar los procesos a partir del orden proporcionado por dichas ecuaciones. También, se estudia el comportamiento del proceso ante diversos tipos de entrada. Se sugiere realizar simulaciones dinámicas y desarrollar modelos a partir de experimentación, de manera que el conocimiento sea significativo.

El tema tres comprende el estudio del comportamiento de sistemas de lazo abierto y cerrado, utilizando las técnicas del control clásico (PID), incluyendo los diferentes métodos para la sintonización de controladores.

El tema final aborda las técnicas de control de procesos ampliamente utilizadas en la industria, como son: control de relación, en cascada y anticipativo.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Centro Interdisciplinario de	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de



	<p>Investigación y Docencia en Educación Técnica, Acapulco, Aguascalientes, Apizaco, Boca Río, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Chiná, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Victoria, Colima, Comitán, Cautla, Durango, El Llano de Aguascalientes, Huixquilucan, Valle Bravo, Guaymas, Huatabampo, Huejutla, Iguala, La Laguna, La Paz, La Zona Maya, León, Lerma, Linares, Los Mochis, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Puebla, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Valle de Oaxaca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Zacatepec, Altiplano de Tlaxcala, Coatzacoalcos, Cuautitlán Izcalli, Fresnillo, Irapuato, La Sierra Norte Puebla, Macuspana, Naranjos, Pátzcuaro, Poza Rica, Progreso, Puerto Vallarta, Tacámbaro, Tamazula Gordiano, Tlaxco, Venustiano Carranza, Zacapoxtla, Zongólica y Oriente del Estado Hidalgo.</p>	<p>Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Morelia del 10 al 13 de septiembre de 2013.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, CRODE Celaya, Cerro Azul, Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Hidalgo, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Coacalco, Colima, Iguala, La Laguna, Lerdo, Los Cabos, Matamoros, Mérida, Morelia, Motúl, Múzquiz,</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Asignaturas Equivalentes del SNIT.</p>

	Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de México, Orizaba, Pachuca, Progreso, Purhepecha, Salvatierra, San Juan del Río, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tepic, Tlatlauquitpec, Valle de Morelia, Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.	
--	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Selecciona y aplica la instrumentación para el control de procesos químicos o bioquímicos a partir de los requerimientos óptimos de operación.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Realiza balances de materia y energía, de diversos procesos químicos. • Resuelve ecuaciones diferenciales simultáneas, utilizando la técnica de Laplace y diversos métodos numéricos. • Utiliza series de Taylor para realizar linealizaciones de sistemas. • Realiza operaciones con números complejos
--

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Elementos primarios y finales de control	1.1. Simbología ISA 1.2. Terminología SAMA 1.3. Diagramas de Instrumentación. 1.4. Elementos Primarios de medición. 1.4.1. Medidores de Presión 1.4.2. Medidores de Flujo 1.4.3. Medidores de Nivel 1.4.4. Medidores de Temperatura. 1.4.5 Otras variables. 1.5. Tipos de válvulas automáticas de control de caudal. 1.5.2. Características de caudal inherente en válvulas. 1.5.3. Dimensionamiento de válvulas. 1.6 Otros elementos finales de control.
2	Modelación dinámica de sistemas.	2.1. Definiciones 2.2. Modelos de procesos químicos 2.3. Linealización de sistemas. 2.4. Sistema de primer orden 2.5. Sistema de segundo orden 2.6. Sistema de orden superior.

3	Controladores	<p>3.1. Diagramas de Bloques.</p> <p>3.2. Obtención y análisis de funciones de transferencia.</p> <p>3.3. Control Proporcional</p> <p>3.4. Control Proporcional Integral</p> <p>3.5. Control Proporcional Integral Derivativo</p> <p>3.6. Estabilidad</p> <p>3.7. Sintonización de controladores. 3.7.1 Métodos y estrategias.</p>
4	Técnicas de control	<p>4.1. Control de relación</p> <p>4.2. Control en cascada</p> <p>4.3. Control anticipativo</p> <p>4.4. Otras técnicas.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Elementos primarios y finales de control	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica la simbología ISA y terminología SAMA para desarrollar diagramas de instrumentación.</p> <p>Comprende los principios de medición de los instrumentos para su correcta selección.</p> <p>Selecciona el elemento final de control para el óptimo funcionamiento del proceso.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Preocupación por la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las distintas simbologías de representación de los instrumentos industriales (ISA y SAMA). • Buscar y seleccionar información de normas utilizadas en instrumentación. • Identificar en planos de procesos industrial los símbolos y normas utilizadas en instrumentación. • Observar en planta piloto y/o industria la aplicación y montaje de instrumentos • Investigar sobre las siguientes variables: temperatura, flujo, nivel y presión. • Investigar los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de medidores para las variables físicas • Relacionar la ecuación del instrumento para aplicaciones de control clásico.

Modelación dinámica de sistemas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas: Obtiene el modelo matemático de un proceso para analizar su respuesta dinámica.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el concepto de control y modelación de sistemas dinámicos • Investigar las leyes del comportamiento físico de sistemas. • Deducir modelos matemáticos por medio de balances en procesos químicos. • Linealizar términos no lineales utilizando las series de Taylor • Deducir modelos matemáticos lineales de procesos químicos. • Deducir modelos matemáticos lineales de procesos químicos en términos de variables de desviación • Aplicar la transformada de Laplace a los modelos. • Conocer las diferentes funciones de excitación. • Identificar elementos de entrada y salida de sistemas de control en el dominio del tiempo. • Simular la respuesta en el tiempo de sistemas de diferente orden.
Controladores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas: Comprende los modos de control (P, PI, PID) para aplicarlos y modificar la respuesta de los sistemas. Determina los parámetros de ajuste de los controladores a lazo cerrado.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la simbología para diagramas de bloques. • Analiza el comportamiento de los modos de control y sus combinaciones en los procesos • Seleccionar el control adecuado para un proceso. • Determinar la estabilidad de un sistema, utilizando algún método como Routh, sustitución directa o localización de raíces en el plano complejo. • Investigar las diferentes técnicas para la sintonización de controladores. • Aplicar técnicas de sintonización (cálculo de los parámetros). • Comparar las respuestas de lazo cerrado con diferentes conjuntos de parámetros.

<p>analizar información procedente de fuentes diversas</p> <ul style="list-style-type: none"> • 	
Técnicas de control	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas: Selecciona la técnica de control para optimizar la respuesta de un proceso químico</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las técnicas de control más utilizadas en los procesos industriales • Analizar la aplicación de estas técnicas de control • Comparar la respuesta de las diferentes estrategias de control.

8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> • Simulación por computadora de un proceso a lazo abierto y lazo cerrado. • Sintonización de los parámetros de un controlador en simulaciones dinámicas. • Elaboración de diagramas de procesos reales usando las simbologías ISA y SAMA. • Identificación de estándares de simbología en un proceso real. • Sintonización de los controladores en cascada. • Simulación de un proceso mediante instrumentación virtual. • Determinación del tamaño de una válvula. • Determinación de la constante de tiempo de un sistema de primer orden (ejemplo: termómetro). • Comparación de diferentes instrumentos para medir la misma variable. • Realizar mediciones de las diferentes variables
--

9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual y legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. • Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo. • Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o
--

construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Debe aplicarse evaluación:

- **Diagnóstica**, al inicio del curso, sin que se considere para la evaluación sumativa.
- **Formativa**, durante el desarrollo de la asignatura, apoyándose en los instrumentos y herramientas que se señalan a continuación.
- **Sumativa**, al final, para determinar la valoración numérica de la asignatura se debe basar en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

Se recomienda el uso de la coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación.

Todos los productos deben de estar contenidos en el portafolio de evidencias que el alumno integrará durante el desarrollo de la asignatura. El docente tendrá en resguardo dicho portafolio al finalizar el curso. El portafolio de evidencias puede ser electrónico.

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

Instrumentos	Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Mapa conceptual • Problemario • Examen teórico/práctico • Esquemas • Representaciones gráficas o esquemáticas • Mapas mentales • Ensayos • Reportes de prácticas • Resúmenes • Simulaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Rúbrica • Lista de cotejo • Matriz de valoración • Guía de observación

Ejemplos de instrumentos de evaluación.

- **Exámenes de teoría y problemas:** Se realizarán exámenes parciales. Constarán de cuestiones teórico-prácticas y de problemas, planteadas para evaluar el grado de adquisición de las competencias a desarrollar.
- **Actividades Académicas (resolución de casos prácticos):** Se valorará el tratamiento de los contenidos teóricos aplicados, mediante la realización de trabajos monográficos y exposiciones, de las herramientas utilizadas, la estrategia de resolución y las conclusiones.
- **Actividades prácticas:** Se realizarán prácticas en simuladores analizando comportamientos de lazo abierto y lazo cerrado, así como sistemas complejos.

11. Fuentes de información

1. Smith, C. A y Corripio, A. B. (2000), *Principios y Práctica de Control Automático de Procesos*. (1ª Ed.). John Wiley & Sons.
2. Creus S. A., (2010). *Instrumentación Industrial*, (8ª. Ed.). Marcombo
3. Stephanopoulos, G. (2009), *Chemical Process Control: An introduction to Theory and Practice*. (1ª Ed.). PHI Learning.
4. Thomas, E. (2012), *Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance*. (2ª Ed.). Tata Mc-Graw Hill.
5. Coughanowr, D. y LeBlac, S. (2008), *Process System Analysis and Control*. (3ª Ed.), McGraw-Hill
6. Seborg, D., Mellichamp D., Edgar T. y Doyle F. (2010) *Process Dynamics and Control*. (1ª Ed.). John Wiley & Sons.
7. Pallás A. R., (2005). *Sensores y acondicionadores de señal*. (4ª Ed.). Marcombo.
8. Hauptmann, P., (1993), *Sensors: Principles and Applications*. (1ª Ed.). Prentice – Hall.
9. Anderson, N. A., (1997). *Instrumentation for process measurement and control*, Foxboro.
10. Considine, D. M., (1999). *Process/Industrial Instruments and Controls Handbook*. (5ª Ed.). Mc. Graw-Hill.