

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Instrumentación y Control de Procesos
Clave de la asignatura:	BTF -1424
SATCA¹:	3 – 2 – 5
Carrera:	Ingeniería en Biotecnología

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura brinda al egresado la capacidad de seleccionar los instrumentos de medición y las estrategias de control básico, para la operación de un proceso biotecnológico con condiciones seguras y dentro de los estándares de calidad establecidos.</p> <p>La importancia de ésta radica en que el control de procesos químicos y bioquímicos atiende la naturaleza dinámica de las diferentes operaciones unitarias y a la consiguiente necesidad de conocer y regular las variables deseadas en cada caso, para que éste se ajuste a los requerimientos óptimos de operación en términos de rendimientos técnicos, económicos y de seguridad.</p> <p>Por otro lado, la característica dinámica de los procesos biotecnológicos permite al alumno, trasladar los conocimientos adquiridos en otras asignaturas como Análisis Instrumental, Balance de Materia y Energía, Operaciones Unitarias e Ingeniería de Bioprocesos, y complementar el tratamiento del funcionamiento estático o de régimen permanente.</p>
Intención didáctica
<p>Esta asignatura consta de cuatro temas. Los contenidos conceptuales de la instrumentación, así como el estudio de los elementos finales de control, se presentan en el primer tema y los siguientes se enfocan al modelado dinámico de procesos, el estudio del control de procesos y diferentes técnicas de control.</p> <p>En el primer tema se pretende dar un panorama de los principios de operación de los elementos primarios de medición, específicamente los de presión, flujo, nivel y temperatura, que son los más usuales en el control de procesos.</p> <p>Se desarrollan en el segundo tema los modelos dinámicos a partir de ecuaciones de la conservación de masa y energía y, se estudian los procesos de primer orden y orden superior, a partir de estas ecuaciones. Se estudia el comportamiento ante diversos tipos de entrada específica y se sugiere realizar simulación dinámica, así como desarrollar modelos a partir de experimentación, para enriquecer la modelación de sistemas.</p> <p>En el tercer tema se estudia el comportamiento de sistemas a lazo abierto y cerrado, utilizando control clásico y se abordan diferentes formas de sintonización de controladores.</p> <p>Finalmente en el cuarto tema, se estudian algunas de las estrategias de control de procesos utilizados en la industria, como son: control relacional, en cascada y anticipatorio.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 9 al 12 de diciembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca y Veracruz.	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 13 de diciembre de 2013 al 3 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Toluca, El Llano Aguascalientes y Superior de Álamo Temapache.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 4 al 7 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, CRODE Celaya, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca, Veracruz y CIBIOGEM.	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes, Celaya y Purísima del Rincón.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica la simbología de la instrumentación, selecciona los instrumentos de medición y las estrategias de control básico y conoce algunas estrategias de control avanzado, para la

operación de un proceso biotecnológico con condiciones seguras y dentro de los estándares de calidad establecidos.

5. Competencias previas

- Realiza balances de materia y energía de diversos procesos químicos o bioquímicos.
- Resuelve ecuaciones diferenciales utilizando la técnica de Laplace, así como diversos métodos numéricos.
- Realiza operaciones con números complejos y Transformadas de Laplace.
- Maneja el entorno MatLab y Simulink.
- Maneja simuladores como Aspen Plus u otros.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Elementos primarios y finales de control	1.1 Simbología y diagramas de instrumentación 1.1.1 Simbología ISA 1.1.2 Terminología SAMA 1.2 Elementos Primarios de medición. 1.2.1 Medidores de presión 1.2.2 Medidores de Flujo 1.2.3 Medidores de nivel 1.2.4 Medidores de temperatura. 1.3 Elementos finales de control. 1.3.1 Tipos de válvulas automáticas de control de caudal. 1.3.2 Características de caudal inherente en válvulas de globo. 1.3.3 Dimensionamiento de válvulas de globo.
2	Modelación dinámica de sistemas de control	2.1 Definiciones 2.2 Modelos de procesos químicos 2.3 Linearización de procesos no lineales 2.4 Sistema de primer orden 2.5 Sistema de segundo orden 2.6 Sistema de orden superior.
3	Diseño de controladores	3.1 Diagramas de Bloques. 3.2 Desarrollo de funciones de transferencia. 3.3 Control Proporcional 3.4 Control Proporcional Integral 3.5 Control Proporcional Integral Derivativo 3.6 Estabilidad 3.7 Sintonización de controladores.
4	Técnicas adicionales de control	4.1 Control relacional 4.2 Control en cascada 4.3 Control anticipatorio

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Elementos primarios y finales de control	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica la simbología utilizada en la Instrumentación. • Conoce los principios para la medición de las variables de temperatura, nivel, flujo y presión. • Conoce los tipos de medidores de temperatura, presión, nivel y presión. • Conoce los elementos finales de control. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Resolución de casos prácticos. • Trabajo en un contexto internacional. • Aprendizaje autónomo. • Adaptación a nuevas situaciones. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<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 o industria la aplicación y montaje de instrumentos • Investigar sobre la teoría básica de la 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 de control	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los conceptos fundamentales de los elementos y sistemas de control. • Deduce el modelo matemático de procesos químicos y bioquímicos • Obtiene la respuesta en el dominio del tiempo de procesos químicos y bioquímicos, partiendo de los modelos matemáticos y transformados al dominio de Laplace <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Razonamiento crítico • Trabajo en equipo • Aprendizaje autónomo. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar información general de conceptos y definiciones de control • Comprender las definiciones de los elementos y sistemas básicos de control. • Buscar y seleccionar información de las leyes del comportamiento físico de sistemas. • Identificar los diferentes tipos de variables que tienen los procesos químicos y bioquímicos • 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 y bioquímicos en términos de variables de desviación • Aplicar la transformada de Laplace a los modelos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la función de transferencia de diferentes sistemas. • 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 primer orden, segundo orden y de orden superior
Diseño de controladores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los efectos de los diferentes modos de control (P, PI, PID) en la respuesta de los sistemas. • Reconoce la estabilidad de sistemas de control automático. • Determina los parámetros de ajuste de los controladores a lazo cerrado <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Resolución de casos prácticos. • Razonamiento crítico. • Aprendizaje autónomo. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar diagramas de bloques. • Buscar y seleccionar información de los modos de control y sintonización. • Comprender el comportamiento de los diferentes 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.
Técnicas adicionales de control	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce técnicas adicionales del control de procesos biotecnológicos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Toma de decisiones. • Razonamiento crítico • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar información general de conceptos y definiciones de otros controles. • Comprender las definiciones de los elementos y sistemas básicos de diferentes estrategias de control • Comparar las respuestas de las diferentes estrategias de control vs. control retroalimentado clásico.



• Aprendizaje autónomo.	
-------------------------	--

8. Práctica(s)

- Comparación de diferentes instrumentos para medir la misma variable.
- Determinación del Cv de una válvula.
- Elaboración de diagramas de procesos reales usando las simbologías (ISA, SAMA).
- Identificación de estándares de simbología en un proceso real.
- Determinación de la constante de tiempo de un sistema de primer orden (ejemplo: termómetro).
- Aproximación de un proceso real a un sistema de primer orden más tiempo muerto (ejemplo: calentamiento de agua en una parrilla).
- Simulación por computadora de un proceso a lazo abierto y lazo cerrado. (sugeridos: MatLab, Simulink).
- Diseño y simulación de un proceso de instrumentación virtual.
- Sintonización de los parámetros de un controlador en simulaciones dinámicas.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta la asignatura “Instrumentación y Control”, es demostrar el desarrollo y alcance de las competencias de la misma, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, 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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje:

- Participación en clase: Se valorará bien sea con respuestas cortas a temas encargados de investigar, su actitud en todo momento y cuestionamientos a exposiciones de sus compañeros o del docente.

- 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.
- Exámenes escritos y orales: 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 prácticas: Se realizarán prácticas en laboratorio y simuladores, analizando comportamientos de lazo abierto y lazo cerrado, así como sistemas complejos.
- Desarrollo de un proceso biotecnológico. Se elaborará el desarrollo de un proceso que incluya:
a) Descripción del proceso, b) Diagrama de flujo (60x90), Memoria de cálculo de balances de materia y energía, c) Identificación de las variables de cada equipo del proceso y e) Elaboración del Diagrama de Tubería e Instrumentación de una operación unitaria, donde se justifique la implementación de un sistema de control y se muestre la instrumentación completa.

11. Fuentes de información

1. Smith, C. A., Corripio, A. B. (1995). *Principios y Práctica de Control Automático de Procesos*. Limusa. ISBN: 9789681837914. México, D.F.
2. Creus, A. S. (2005). *Instrumentación Industrial*. 7a. Edición. Marcombo. ISBN: 84-267-1361-0 España.
3. Stephanopoulos, G. (1984). *Chemical Process Control: An introduction to Theory and Practice*. Prentice – Hall. ISBN: 0-13-128629-3.
4. Marlin, T. E. 2000. *Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance*. 2nd Edition. McGraw – Hill. ISBN: 9780070393622.
5. Coughanowr, D. R. 1991. *Process System Analysis and Control*. 2nd Edition. Prentice Hall. McGraw-Hill. ISBN 0071008071.
6. Seborg, D. E., Edgar, T. F., Mellichamp. 2010. *Process Dynamics and Control*. 3a. Edition. John Wiley & Sons. ISBN: 0470128674.
7. Deshpande, P. B., Ash, R. H. 1981. *Elements and Computer Process Control*. Instrument Society of America. ISBN-10: 0876644493.
8. Pallas, A. R. (2005). *Sensores y Acondicionadores de Señal*. 4^a. Edición. Marcombo. ISBN: 8426713440.
9. Hauptmann, P., Pownall, T., (1993). *Sensor: Principles and Applications*. First Ed. Prentice – Hall. ISBN-10: 0138057893.
10. Anderson, N. A. (1989). *Instrumentation for Process Measurement and Control*. 3ra. Edición. Foxboro. ISBN: 0-8493-9871-1
11. Considine, D. M. (1982). *Manual de Instrumentación Aplicada*. 6ta. Ed. Compañía Editorial Continental. Vol 1, ISBN: 9682612276, 9789682612275 y Vol 2. ISBN: 9682612284, 9789682612282.
12. Acedo S. J. (2006). *Instrumentación y control avanzado de procesos*. Ediciones Díaz de Santos. ISBN: 84-7978-754-6. España
13. Welty, J., Wicks, C. E., Wilson, R. E., Rorrer, G. L. (2008). *Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer*. 5th Edition. Wiley. ISBN: 978-0470128688. Estados Unidos de América.