

**PROGRAMA EDUCATIVO**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**  
**EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: CONTROL DE BIOPROCESOS**

**CLAVE: E-COBP-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante determinará las características de instrumentación y de un sistema de control utilizadas en un bioproceso a través de un análisis detallado de los sensores y los sistemas de control, así como la implementación de estrategias de control respaldadas por simulaciones para la toma de decisiones en el desarrollo de bienes y servicios biotecnológicos.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Integrar el conocimiento para el desarrollo, la optimización e innovación de bioprocesos a través de la gestión y el manejo sostenible de los recursos para contribuir a la consolidación de la competitividad que permita generar bienes y servicios biotecnológicos con impacto regional, nacional e internacional.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
<b>ESPECÍFICA</b>	<b>9</b>	<b>4.68</b>	<b>ESCOLARIZADA</b>	<b>5</b>	<b>75</b>

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Introducción al control de Bioprocesos.	10	5
II. Instrumentación y control de Bioprocesos.	15	10	25
III. Simulación y control de Bioprocesos.	20	15	35
<b>Totales</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>75</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Optimizar la eficiencia de los bioprocesos mediante la integración del conocimiento para generar bienes y servicios biotecnológicos.	Examinar el bioproceso mediante la determinación de los parámetros de operación y rendimientos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	Genera evidencias que demuestran la implementación del proyecto, recolección y evaluación de datos, así como un análisis para evaluar el impacto de la innovación.
	Establecer los parámetros de operación y rendimientos del bioproceso mediante el análisis de datos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	
Implementar los bioprocesos optimizados a través de la integración del conocimiento para la innovación de bienes y servicios biotecnológicos.	Definir los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos.	Genera evidencias que demuestran la implementación de todas las etapas y elementos que conforman al proyecto (factibilidad económica, estudio de mercado, estudio técnico y financiero, etc.).
	Gestionar los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos.	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

<b>Unidad de Aprendizaje</b>	I. Introducción al control de Bioprocesos.					
<b>Propósito esperado</b>	El estudiante comprenderá los conceptos básicos de un sistema de control para obtener un diagnóstico e identificar fallas en un bioproceso.					
<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Horas del Saber</b>	10	<b>Horas del Saber Hacer</b>	5	<b>Horas Totales</b>	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Conceptos básicos del control de bioprocesos.	Definir los componentes básicos del control de bioprocesos: sensor, transmisor, controlador y elemento final de control.	Establecer los componentes básicos del control de bioprocesos. Demostrar las operaciones básicas de los componentes de control de bioprocesos.	El estudiante desarrollará el aprendizaje autónomo mediante la investigación y aplicación de conceptos teóricos y prácticos. El estudiante promoverá el pensamiento analítico a través de la asimilación de conceptos para identificar problemas, analizarlos y proponer soluciones creativas y efectivas. El estudiante desarrollará la observación, la reflexión, el sentido crítico y la capacidad deductiva ante las problemáticas y necesidades de su entorno para tomar decisiones éticas. El estudiante desarrollará
Niveles de automatización	Identificar los niveles de automatización (manual, semiautomatizado y automatizado)	Determinar los niveles de automatización: manual, semiautomatizado y automatizado.	
Características de los instrumentos de medida.	Describir los instrumentos de medida utilizados en un bioproceso.	Determinar las características de los instrumentos de medida de acuerdo con su precisión, confiabilidad y capacidad para monitorear en tiempo real para controlar y optimizar un bioproceso.	
Técnicas de Transformada de Laplace y Linealización.	Identificar las técnicas de Transformada de Laplace y Linealización, en el análisis de la dinámica de bioprocesos y en el diseño de sistemas de control.	Establecer los problemas específicos del control de bioprocesos. Determinar las técnicas de Transformada de Laplace y Linealización, en el análisis de la	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

		dinámica de bioprocesos y en el diseño de sistemas de control.	resiliencia manejo de estrés y flexibilidad El estudiante ejercerá liderazgo y responsabilidad para la obtención de resultados confiables y reproducibles.
Identificación de fallas y diagnóstico de bioprocesos	Describir las fallas y diagnóstico de un bioproceso. Describir los problemas específicos del control de bioprocesos.	Establecer las herramientas para la detección de fallas y diagnóstico en bioprocesos.	
Tipos de controles	Describir los controles PID y PB y su aplicación en el control de bioprocesos.	Demostrar el uso de los controles PID y PB de bioprocesos.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Mapas conceptuales Análisis de casos Simulación	Cañón Equipo de cómputo Internet Pintarrón Aula Artículos científicos Paquetería básica de office.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden y analizan los conceptos básicos de un sistema de control de bioprocesos. Los estudiantes conocen las fallas y problemas que se pueden presentar en un sistema de control de	A partir de un portafolio de evidencia sobre los conceptos básicos de un sistema de control de bioprocesos, describir los tipos de	Ejercicios prácticos Rúbrica

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

bioproceso Los estudiantes identifican las técnicas de linealización en un bioproceso, a escala laboratorio e industrial.	control, y las técnicas de linealización de un bioproceso.	
--	--	--

<b>Unidad de Aprendizaje</b>	II. Instrumentación y control de Bioprocesos.				
<b>Propósito esperado</b>	El estudiante comprenderá el funcionamiento de sensores, transmisores y válvulas utilizados en un bioproceso para establecer estrategias de control.				
<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Horas del Saber</b>	15	<b>Horas del Saber Hacer</b>	10	<b>Horas Totales</b> 25

Temas	Saber	Saber Hacer	Ser y Convivir
	Dimensión Conceptual	Dimensión Actuacional	Dimensión Socioafectiva
Sensores y transmisores	Describir las funciones y diferencias de sensores y transmisores en el control de bioprocesos.	Establecer las funciones y diferencias de sensores y transmisores en el control de bioprocesos.	El estudiante desarrollará el aprendizaje autónomo mediante la investigación y aplicación de conceptos teóricos y prácticos. El estudiante promoverá el pensamiento analítico a través de la asimilación de conceptos para identificar problemas, analizarlos y proponer soluciones creativas y efectivas. El estudiante desarrollará la observación, la reflexión, el
Componentes y tipos de biosensores.	Definir los términos (escala, rango y cero del instrumento) que relacionan la combinación de sensor/transmisor en el control de bioprocesos.	Establecer la escala, rango y cero del instrumento que relacionan la combinación de sensor/transmisor en el control de bioprocesos.	
Tipos de transmisores	Definir las características (actuador y cuerpo), acción, dimensionamiento y		

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	accesorios de las válvulas, y su importancia en los bioprocesos como elementos finales de control.		sentido crítico y la capacidad deductiva ante las problemáticas y necesidades de su entorno para tomar decisiones éticas. El estudiante desarrollará resiliencia manejo de estrés y flexibilidad El estudiante ejercerá liderazgo y responsabilidad para la obtención de resultados confiables y reproducibles.
Baroreceptores.	Describir los baroreceptores (enzimáticos, microbianos, receptores de membranas y anticuerpos) utilizados en bioprocesos.	Documentar las aplicaciones de baroreceptores (enzimáticos, microbianos, receptores de membranas y anticuerpos) utilizados en bioprocesos.	
Miniaturización del proceso analítico	Describir las ventajas de la miniaturización, uso de la nanotecnología y microfluídica en bioprocesos.	Documentar las ventajas de la miniaturización, uso de la nanotecnología y microfluídica en bioprocesos.	
Válvulas de control Tipo de válvulas de control	Clasificar las válvulas de control según el tipo de vástago: recíproco y rotatorio.  Describir las consideraciones adicionales de las válvulas de control: correcciones de viscosidad, vaporización instantánea y cavitación.	Establecer las características, clasificación, acción, dimensionamiento, accesorios e importancia de las válvulas de control en los bioprocesos.  Documentar las consideraciones adicionales de las válvulas de control.	
Estrategias de control	Explicar las estrategias de control en bioprocesos: por retroalimentación, por acción precalculada, control de razón, en cascada, por sobreposición y control selectivo, de proceso multivariable.	Demostrar las estrategias de control en bioprocesos para garantizar la calidad y productividad del bioproceso.	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Medidores de temperatura Medidores de presión Medidores de flujo	Describir las características de medidores de temperatura, presión y flujo utilizados en un bioproceso.	Documentar las características de los medidores de temperatura, presión y flujo utilizados en un bioproceso.	
Tópicos de automatización	Describir la integración de tecnologías y técnicas avanzadas para mejorar la eficiencia, reproducibilidad y calidad de los bioprocesos, incluyendo el uso de sensores, controladores e inteligencia artificial.	Documentar la integración de tecnologías y técnicas avanzadas para mejorar la eficiencia, reproducibilidad y calidad de los bioprocesos.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Mapas conceptuales Análisis de casos Simulación Proyectos grupales y/o individuales	Cañón Equipo de cómputo Internet Pintarrón Aula Artículos científicos Paquetería básica de office. y/o individuales	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	X

**Proceso de Evaluación**

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican la aplicación y uso de sensores, transmisores, válvulas e instrumentos de medición utilizados un sistema de control de bioprocesos.</p> <p>Los estudiantes comprenden los principios básicos de las estrategias de control de bioproceso.</p>	<p>A partir de un caso práctico realizar un informe de las funciones de los sensores, transmisores, válvulas e instrumentos de medidas, así como de las distintas estrategias que se deben llevar a cabo en el control de un bioproceso.</p>	<p>Ejercicios prácticos</p> <p>Rúbrica</p>

Unidad de Aprendizaje	III. Simulación y control de Bioprocesos.					
Propósito esperado	El estudiante realizará la simulación y linealización de control adaptativo para diseñar un sistema de control de bioprocesos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	20	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales	35

Temas	Saber	Saber Hacer	Ser y Convivir
	Dimensión Conceptual	Dimensión Actuacional	Dimensión Socioafectiva
Modelado e identificación de Bioprocesos	Definir el desarrollo de modelos simples de bioprocesos, durante el análisis de los sistemas de control.	Establecer las características y condiciones ambientales de los bioprocesos, en el análisis de los sistemas de control.	El estudiante desarrollará el aprendizaje autónomo mediante la investigación y aplicación de conceptos teóricos y prácticos. El estudiante promoverá el pensamiento analítico a través de la asimilación de
Definición y aplicación de los modelos	Describir los pasos para el desarrollo de la simulación dinámica de bioprocesos: desarrollo del modelo matemático del bioproceso y el sistema de control, la	Establecer los pasos para el desarrollo de la simulación dinámica de bioprocesos.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	



	resolución de las ecuaciones del modelo y el análisis de resultados.		<p>conceptos para identificar problemas, analizarlos y proponer soluciones creativas y efectivas. El estudiante desarrollará la observación, la reflexión, el sentido crítico y la capacidad deductiva ante las problemáticas y necesidades de su entorno para tomar decisiones éticas. El estudiante desarrollará resiliencia manejo de estrés y flexibilidad El estudiante ejercerá liderazgo y responsabilidad para la obtención de resultados confiables y reproducibles.</p>
Desarrollo de modelos matemáticos en ingeniería de procesos	Definir los métodos numéricos requeridos para el desarrollo de la simulación de bioprocesos.	Valorar los métodos numéricos necesarios en la resolución de modelos matemáticos durante la simulación de bioprocesos Determinar los modelos simples de bioprocesos, en el análisis de los sistemas de control.	
Simulación de modelos dinámicos de bioprocesos	Describir los modelos dinámicos de un bioproceso.	Establecer la simulación de modelos dinámicos de bioprocesos para entender el comportamiento no estacionario (crecimiento celular, producción de metabolitos, etc.) a lo largo del tiempo.	
Tipos de programas usados en la modelización y simulación de procesos:	Clasificar los programas (software) específicos que permitan el modelado y simulación de bioprocesos.	Seleccionar el programa (software) adecuado de acuerdo con las necesidades específicas del bioproceso.	
Modelización y simulación de biorreactores.	Describir el comportamiento de un biorreactor bajo diferentes condiciones operativas.	Predecir el comportamiento del biorreactor bajo diferentes condiciones operativas para el control y optimización de bioprocesos.	
Modelización y simulación de operaciones de separación.	Describir el modelado y simulación de las operaciones de los sistemas de separación en bioprocesos.	Establecer el modelado y simulación de las operaciones que permitan optimizar el diseño y funcionamiento de los sistemas de separación.	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Simulación de procesos y estudio de viabilidad económico-financiera.	Describir el análisis financiero del sistema de control de un bioproceso.	Elaborar el análisis financiero de un bioproceso para determinar la viabilidad económica, el potencial de rentabilidad y la sostenibilidad del proyecto.	
Linealización de control adaptativo.	Definir la linealización de control adaptativo de un bioproceso facilitando la determinación de sus variables y parámetros. Describir las ventajas de optimización de la linealización del control adaptativo de un bioproceso.	Determinar la linealización de control adaptativo de un bioproceso. Demostrar las ventajas de optimización de la linealización del control adaptativo de un bioproceso	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Mapas conceptuales Análisis de casos Simulación Proyectos grupales y/o individuales	Cañón Equipo de cómputo Internet Pintarrón Aula Artículos científicos Paquetería básica de office.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	X

### Proceso de Evaluación

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes conocen y analizan el uso de los distintos softwares para modelar y simular los bioprocesos, así como el monitoreo, control y seguimiento para asegurar el óptimo desempeño, detectar fallas y realizar correcciones.	A partir de un caso práctico realizar el modelado y simulación de un bioproceso, así como el monitoreo de las distintas variables de control y evaluar su viabilidad económica financiera	Ejercicios prácticos Rúbrica

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniero Químico, Ingeniero en Biotecnología, Ingeniero en Bioprocesos, Ingeniero Bioquímico o afín. Preferentemente con maestría o Doctorado en Ciencias. Experiencia profesional: Inspector de procesos, jefe de control de calidad.	Al menos un año de experiencia docente a nivel superior.	Capacitación en estrategias didácticas, recursos virtuales y software específico (SuperPro Designer, MATLAB, Phyton y afines).

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Dale E. Seborg	2016	<i>Process Dynamics and Control</i>	California	John Wiley & Sons Inc.	978-1-119-28591-5
Vadrevu S. Hari Rao & Ponnada R. Sekhara Rao	2009	<i>Dynamic Models and Control of Biological Systems.</i>	New York	John Wiley & Son Inc.	978-1441903587

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Denis Dochain	2008	<i>Automatic Control of Bioprocesses.</i>	USA	John Wiley & Son Inc.	978-1848210257
---------------	------	---	-----	-----------------------	----------------

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Chaves, I.D.G	2016	<i>Process Analysis and Simulation in Chemical Engineering</i>	<a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-14812-0">https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-14812-0</a>
Mandenius, C. F., & Titchener-Hooker, N. J.	2013	<i>Measurement, monitoring, modelling and control of bioprocesses</i>	<a href="http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/69554/1/2013_Book_MeasurementMonitoringModelling.pdf">http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/69554/1/2013_Book_MeasurementMonitoringModelling.pdf</a>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	