

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: <b>Instrumentación y control</b>
Carrera: <b>Ingeniería Bioquímica</b>
Clave de la asignatura: <b>BQM - 0523</b>
Horas teoría-horas práctica-créditos <b>3-2-8</b>

## 2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
Instituto Tecnológico de Tuxtepec del 17 al 21 de Enero de 2005	Representantes de las academias de Ingeniería Bioquímica.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
Institutos Tecnológicos de Colima, Tepic Abril del 2005	Academia de Ingeniería Bioquímica.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la reunión nacional de evaluación
Instituto Tecnológico de Tepic del 25 al 29 de abril del 2005	Comité de Consolidación de la carrera de Ingeniería Bioquímica.	Definición de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Bioquímica.

### 3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

#### a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Matemáticas V		Ingeniería de Biorreactores.	
Matemáticas IV	Operaciones con números complejos	Ingeniería de Bioseparaciones.	
Métodos Numéricos	Solución de ecuaciones diferenciales.	Operaciones Unitarias I, II y III.	
	Solución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales	Ingeniería de Servicios.	
Balance de Materia y Energía	Balances de materia y energía	Ingeniería de Procesos.	Simulación
Dibujo asistido por computadora	Diagramas	Ingeniería de Proyectos.	Ingeniería básica
			Fundamentos de ingeniería de detalle
		Ingeniería de Costos.	Estimación de costos

#### b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Los fundamentos de la instrumentación y control de equipos y procesos, que le permitirán participar en grupos multidisciplinarios en el diseño y operación de plantas industriales para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de manera óptima.

### 4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Aplicará los criterios para seleccionar los instrumentos de medición para equipos empleados en procesos bioquímicos.

Comprenderá las bases de diseño de sistemas de control de procesos y equipos que le permitan optimizar el funcionamiento de una planta industrial

## 5.- TEMARIO

1	Terminología y simbología para instrumentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Importancia de la medición e instrumentación.</li> <li>1.2 Clases de instrumentos. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1 Ciegos.</li> <li>1.2.2 Indicadores.</li> <li>1.2.3 Registradores.</li> <li>1.2.4 Transmisores.</li> <li>1.2.5 Transductores.</li> <li>1.2.6 Convertidores.</li> <li>1.2.7 Controladores.</li> </ul> </li> <li>1.3 Simbología y terminología ISA.</li> <li>1.4 Terminología SAMA.</li> <li>1.5 Códigos y convenciones.</li> <li>1.6 Tipos de diagramas. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.6.1 Diagramas de tubería e instrumentación.</li> <li>1.6.2 Instalación de instrumentos.</li> <li>1.6.3 Localización de instrumentos.</li> <li>1.6.4 Tableros.</li> </ul> </li> <li>1.7 Especificaciones.</li> </ul>
2	Elementos primarios de medición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Medidores de Presión. <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 De deformación mecánica (Bourdon, espiral, hélice).</li> <li>2.1.2 De columna hidrostática.</li> <li>2.1.3 De diafragma (celdas PD).</li> <li>2.1.4 Electrónicos (de cuarzo).</li> </ul> </li> <li>2.2 Medidores de Flujo. <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Tipo turbina.</li> <li>2.2.2 Placa orificio.</li> <li>2.2.3 Medidor magnético.</li> <li>2.2.4 Tubo Vénturi.</li> <li>2.2.5 Anubar.</li> <li>2.2.6 Pitot.</li> <li>2.2.7 Ultrasonido.</li> </ul> </li> <li>2.3 Medidores de Temperatura. <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 Elementos bimetálicos (termostatos).</li> <li>2.3.2 Termopar.</li> <li>2.3.3 RTD.</li> <li>2.3.4 Termistor.</li> <li>2.3.5 Pirómetros.</li> </ul> </li> </ul>

## 5.- TEMARIO (Continuación)

		<p>2.4 Medidores de Nivel.</p> <p>2.4.1 Flotador.</p> <p>2.4.2 Tubo de vidrio.</p> <p>2.4.3 Desplazamiento.</p> <p>2.4.4 Burbujeo (Válvula de purga).</p> <p>2.4.5 Columna hidrostática.</p> <p>2.4.6 Medidor de capacitancia.</p> <p>2.4.7 Celdas de presión diferencial.</p> <p>2.4.8 Ultrasonido.</p> <p>2.5 Otros elementos primarios de medición.</p> <p>2.5.1 Humedad relativa.</p> <p>2.5.2 Viscosidad.</p> <p>2.5.3 pH.</p> <p>2.5.4 Composición.</p> <p>2.5.5 Oxígeno disuelto.</p> <p>2.5.6 Conductividad.</p> <p>2.5.7 Turbidez.</p> <p>2.5.8 Peso y fuerza.</p> <p>2.5.9 Velocidad, rapidez y frecuencia.</p> <p>2.5.10 Color.</p> <p>2.5.11 Densidad y peso específico.</p> <p>2.5.12 Tiempo, posición, flama, voltaje, potencia, posición</p>
3	Modelación de un sistema de control de primer orden.	<p>3.1 Circuitos de control y terminología.</p> <p>3.1.1 Tipos de circuito de control.</p> <p>3.1.2 Flujo de información.</p> <p>3.1.3 Elementos del circuito de control.</p> <p>3.1.4 Tipos de variables.</p> <p>3.1.4.1 Manipulada.</p> <p>3.1.4.2 Controlada.</p> <p>3.1.4.3 De desviación.</p> <p>3.1.5 Tipos de señales.</p> <p>3.1.6 Tipos de sistemas.</p> <p>3.1.6.1 Lineales.</p> <p>3.1.6.2 No lineales.</p> <p>3.1.7 Perturbación y funciones de perturbación.</p> <p>3.1.8 Función de transferencia.</p>

## 5.- TEMARIO (Continuación)

		<p>3.2 Definiciones de estrategias de control automático.</p> <p>3.2.1 Control on-off.</p> <p>3.2.2 Control SISO y MIMO.</p> <p>3.2.3 Control retroalimentado.</p> <p>3.2.4 Control inferencial.</p> <p>3.2.5 Control anticipado.</p> <p>3.3 Sistema de primer orden.</p> <p>3.3.1 Obtención de la función de transferencia de un sistema de primer orden.</p> <p>3.3.2 Obtención de la respuesta de un sistema de primer orden en computadora.</p>
4	Sistema de segundo orden	<p>4.1 Análisis de riesgos.</p> <p>4.1.1 Control retroalimentado en bloques.</p> <p>4.1.2 Algebra de los diagramas de bloques.</p> <p>4.1.3 Desarrollo de funciones de transferencia.</p> <p>4.2 Sistemas de segundo orden.</p> <p>4.2.1 Ecuación de la función de transferencia de un sistema de segundo orden.</p> <p>4.2.2 Respuestas de un sistema de segundo orden.</p>
5	Diseño de controladores.	<p>5.1 Tipos de controladores.</p> <p>5.2 Control proporcional (P).</p> <p>5.2.1 Respuesta a lazo cerrado de un sistema de primer orden con un controlador P.</p> <p>5.3 Control proporcional integral (PI).</p> <p>5.3.1 Respuesta a lazo cerrado de un sistema de primer orden con un controlador PI.</p> <p>5.4 Control proporcional integral derivativo (PID).</p> <p>5.4.1 Respuesta a lazo cerrado de un sistema de primer orden con un controlador PID.</p> <p>5.5 Sintonización de controladores</p>

## 5.- TEMARIO (Continuación)

6	Elemento final de control	6.1 Tipos de elementos finales de control. 6.2 Características. 6.2.1 Porcentaje igual. 6.2.2 Lineal. 6.2.3 Cierre rápido. 6.3 Dimensionamiento. 6.4 Dispositivos auxiliares.
---	---------------------------	---

## 6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Ecuaciones diferenciales.
- Números complejos.
- Balances de materia y energía.
- Variables de procesos químicos.
- Transformada de LaPlace.
- Métodos numéricos.

## 7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Establecer los conocimientos previos de la asignatura.
- Organizar foros de discusión presencial y/o virtual.
- Elaborar ensayos o resúmenes de tópicos de la materia.
- Elaborar guías de lectura.
- Realizar visitas industriales
- Propiciar el uso de las herramientas computacionales para la búsqueda de información y resolución de problemas.
- Organizar talleres de resolución de problemas, diseño de prácticas, desarrollo de prototipos didácticos, análisis de casos y elaboración de proyectos.
- Propiciar la participación activa de los estudiantes mediante la exposición de temas y resolución de problemas.
- Fomentar la participación en eventos de creatividad.
- Fomentar la asistencia a foros académicos.

## 8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Reportes de: prácticas, visitas industriales y conferencias.
- Participación en los foros de discusión.
- Exposición de temas y resolución de problemas.
- Diseño y desarrollo de prácticas de laboratorio y/o prototipos didácticos.
- Informes de análisis de casos y/o desarrollo de proyectos.
- Exámenes escritos u orales.
- Informes de ensayos.

## 9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

**UNIDAD 1.-** Terminología y simbología para instrumentos.

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
El estudiante conocerá la simbología y comprenderá los conceptos empleados en la instrumentación.  Conocerá las normas utilizadas en la instrumentación de los procesos industriales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los conceptos fundamentales de la medición, así como la clasificación de instrumentos empleados en una planta industrial y los discutirá en el salón de clases.</li><li>• Identificar y discutir las distintas simbologías de representación de los instrumentos industriales (ISA y SAMA).</li><li>• Buscar y seleccionar información de normas utilizadas en instrumentación.</li><li>• Identificar en planos de procesos industriales, los símbolos y normas utilizadas en instrumentación.</li></ul>	1, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 14

**UNIDAD 2.-** Elementos primarios de medición..

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
<p>Conocerá los diferentes tipos de instrumentos de medición primarios empleados en planta de procesos bioquímicas.</p> <p>Aplicará los criterios de selección para instrumentos de medición de temperatura, nivel, flujo, presión y otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y discutir en clases sobre la teoría básica de la temperatura, flujo, nivel y presión.</li> <li>• Realizar una investigación documental sobre los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de medidores para las variables físicas.</li> <li>• Realizar un foro de discusión sobre los tipos de medidores más empleados en la industria bioquímica.</li> <li>• Aplicar criterios de selección de medidores de temperatura, nivel, flujo, presión entre otros.</li> <li>• Realizar una visita industrial, donde puedan observar los diferentes instrumentos empleados en los equipos de proceso.</li> </ul>	<p>1, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 14</p>

**UNIDAD 3.-** Modelación de un sistema de control de primer orden.

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
<p>Comprenderá los conceptos fundamentales de los elementos y sistemas de control.</p> <p>Comprenderá los fundamentos del control automático</p> <p>Desarrollará modelos Matemáticos que representen sistemas físicos de primer orden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los conceptos de los elementos y sistemas básicos de control, discutiéndolos posteriormente en sesión grupal.</li> <li>• Buscar y seleccionar información de las leyes del comportamiento físico de sistemas.</li> <li>• Discutir en clases modelos matemáticos de sistemas de primer orden de problemas clásicos de procesos de químicos.</li> <li>• Deducir modelos matemáticos lineales de procesos bioquímicos en el dominio de Laplace en talleres de trabajo.</li> </ul>	<p>3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, y 15</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar la función de transferencia de diferentes sistemas de primer orden y proponerlos en talleres de trabajo.</li> <li>• Elaborar un ensayo sobre ejemplos de sistemas de control de primer orden en la industria bioquímica.</li> </ul>	
--	--	--

**UNIDAD 4.-** Sistema de segundo orden.

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
<p>Diferenciará entre sistemas de primer y segundo orden.</p> <p>Analizará la ecuación de transferencia de sistemas de segundo orden.</p> <p>Obtendrá la respuesta de un sistema de segundo orden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar ejemplos típicos de funciones transferencia de sistemas de segundo orden.</li> <li>• Discutir en sesión grupal los modelos matemáticos que representen sistemas de segundo orden en bloques.</li> <li>• Discutir funciones de transferencia mediante álgebra de bloques de sistemas de segundo orden de procesos químicos.</li> <li>• Simular la respuesta en el tiempo utilizando un simulador comercial de sistemas de segundo orden.</li> </ul>	3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15

**UNIDAD 5.-** Diseño de controladores.

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
<p>Conocerá los diferentes tipos de controladores.</p> <p>Evaluará los efectos de los diferentes modos de control (P, PI, PID) en la respuesta de los sistemas.</p> <p>Analizará la estabilidad de sistemas de control automático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar sobre los diferentes tipos de controladores y sus principales características de control.</li> <li>• Elaborar diagramas de bloques y discutirlos en el salón de clases.</li> <li>• Buscar y seleccionar información de los modos de control y sintonización.</li> <li>• Explicar el comportamiento de los diferentes modos de control y sus combinaciones en los procesos.</li> <li>• Seleccionar el control adecuado para un proceso.</li> </ul>	3, 4, 5, 10, 12, 13, 14 y 15

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las diferentes técnicas para la sintonización de controladores.</li> <li>• Aplicar técnicas de sintonización</li> </ul>	
--	---	--

**UNIDAD 6.-** Elemento final de control.

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
<p>Conocerá los tipos de controladores finales que se emplean en los procesos.</p> <p>Seleccionará los elementos finales de control.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una investigación documental y electrónica de los diferentes tipos de controladores finales de procesos.</li> <li>• Comprender el funcionamiento, características y dimensionamiento de los controladores finales.</li> <li>• Identificar la diferencia entre características inherente e instalada.</li> <li>• Conocer los criterios para la selección de válvulas de control.</li> </ul>	1, 4, 6, 8, 11, 13 y 14

**10. FUENTES DE INFORMACIÓN**

1. Coisdine Douglas M. *Manual de Instrumentación Aplicada..* Mc. Graw Hill.
2. Considine, D.M. and Considine, G.D. *Process Instruments and Control Handbook..* Mc.Graw Hill. 1985.
3. Coughanowr, D.R. and Koppel, L.B. *Process System Analysis and Control.* Prentice Hall, 1993.
4. Creus, A. *Instrumentación Industrial..* Alfa Omega Marcombo. 1997.
5. Deshpande, P.B. and Ash, R.H. *Elements and Computer Process Control.* Prentice-Hall, 1981.
6. Hauptmann Peter. *Sensor: Principles and Applications..* Prentice Hall.
7. Marlin, Thomas E. *Process Control. Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance.* Mc. Graw Hill.
8. Norman A. Anderson. *Instrumentation for Process Measurement and Control.* Foxboro.
9. Ogata. *Métodos de Control Moderno..* Prentice Hall. 1999.
10. Ollero, P. y Fernández, E. *Control e Instrumentación de Procesos Químicos.* Ed. Síntesis. 1997.
11. Pallas Areny R. *Sensores y Acondicionadores de Señal.* Marcombo.

12. Seborg, D.E., Edgar, T.F. and Mellichamp. *Process Dynamics and Control*. John Wiley & Sons, 1989.
13. Smith C.A y Corripio A.B. *Principios y Práctica de Control Automático de Procesos*. John Wiley & Sons.
14. Soisson, H.E. *Instrumentación Industrial*. Limusa. 1994.
15. Stephanopoulos, George. *Chemical Process Control. and introduction to Theory and Practice*. Prentice Hall.1984.

## 11. PRÁCTICAS

- Identificar en un proceso real los estándares de simbología.
- Comparación de diferentes instrumentos para medir la misma variable.
- Elaboración de diagramas de procesos reales usando las simbologías (ISA, SAMA).
- Determinación de la constante de tiempo de un sistema de primer orden.
- Aproximación de un proceso real a un sistema de primer orden más tiempo muerto.
- Sintonización de los controladores en cascada.
- Simulación por computadora de un proceso a lazo abierto.
- Diseñar y simular un proceso de instrumentación virtual.
- Determinación del Cv de una válvula