

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

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

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

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

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.

| Objetivo Educativo | Actividades de Aprendizaje | Fuentes de Información |
|---|---|-------------------------------|
| 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">• 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.• Identificar y discutir 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 industriales, los símbolos y normas utilizadas en instrumentación. | 1, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 14 |

UNIDAD 2.- Elementos primarios de medición..

| Objetivo Educativo | Actividades de Aprendizaje | Fuentes de Información |
|---|--|----------------------------------|
| <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"> • Investigar y discutir en clases sobre la teoría básica de la temperatura, flujo, nivel y presión. • Realizar una investigación documental sobre los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de medidores para las variables físicas. • Realizar un foro de discusión sobre los tipos de medidores más empleados en la industria bioquímica. • Aplicar criterios de selección de medidores de temperatura, nivel, flujo, presión entre otros. • Realizar una visita industrial, donde puedan observar los diferentes instrumentos empleados en los equipos de proceso. | <p>1, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 14</p> |

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

| Objetivo Educativo | Actividades de Aprendizaje | Fuentes de Información |
|--|--|-------------------------------------|
| <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"> • Investigar los conceptos de los elementos y sistemas básicos de control, discutiéndolos posteriormente en sesión grupal. • Buscar y seleccionar información de las leyes del comportamiento físico de sistemas. • Discutir en clases modelos matemáticos de sistemas de primer orden de problemas clásicos de procesos de químicos. • Deducir modelos matemáticos lineales de procesos bioquímicos en el dominio de Laplace en talleres de trabajo. | <p>3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, y 15</p> |

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

UNIDAD 4.- Sistema de segundo orden.

| Objetivo Educativo | Actividades de Aprendizaje | Fuentes de Información |
|--|--|-------------------------------|
| <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"> • Investigar ejemplos típicos de funciones transferencia de sistemas de segundo orden. • Discutir en sesión grupal los modelos matemáticos que representen sistemas de segundo orden en bloques. • Discutir funciones de transferencia mediante álgebra de bloques de sistemas de segundo orden de procesos químicos. • Simular la respuesta en el tiempo utilizando un simulador comercial de sistemas de segundo orden. | 3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15 |

UNIDAD 5.- Diseño de controladores.

| Objetivo Educativo | Actividades de Aprendizaje | Fuentes de Información |
|--|---|-------------------------------|
| <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"> • Investigar sobre los diferentes tipos de controladores y sus principales características de control. • Elaborar diagramas de bloques y discutirlos en el salón de clases. • Buscar y seleccionar información de los modos de control y sintonización. • Explicar el comportamiento de los diferentes modos de control y sus combinaciones en los procesos. • Seleccionar el control adecuado para un proceso. | 3, 4, 5, 10, 12, 13, 14 y 15 |

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

UNIDAD 6.- Elemento final de control.

| Objetivo Educativo | Actividades de Aprendizaje | Fuentes de Información |
|--|--|-------------------------------|
| <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"> • Realizar una investigación documental y electrónica de los diferentes tipos de controladores finales de procesos. • Comprender el funcionamiento, características y dimensionamiento de los controladores finales. • Identificar la diferencia entre características inherente e instalada. • Conocer los criterios para la selección de válvulas de control. | 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 C_v de una válvula