

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: <b>Control e Instrumentación</b>
Carrera: <b>Ingeniería Química</b>
Clave de la asignatura: <b>QUM – 0504</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 Aguascalientes del 9 al 13 de agosto de 2004.	Representantes de las Academias de Ingeniería Química de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería Química
Institutos Tecnológicos de Celaya, Cd. Madero, Durango y Parral.	Academias de la carrera de Ingeniería Química	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la Reunión nacional de evaluación curricular
Instituto Tecnológico de Durango del 22 al 26 de noviembre de 2004.	Comité de Consolidación de la Carrera de Ingeniería Química.	Definición de los Programas de Estudio de la Carrera de Ingeniería Química.

## 3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

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

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Matemáticas V	Solución de ecuaciones diferenciales (transformación de Laplace)  Series de Taylor  Operaciones con números complejos		
Balances de materia y energía	Balances de materia y energía		
Operaciones unitarias I	Estática de los fluidos  Dinámica de los fluidos		
Métodos numéricos	Newton, Raspón, Runge, Kutta		

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

- Proporcionar los principios de la modelación al diseño de sistemas de control automático de procesos químicos.
- Proporcionar los principios de los diferentes elementos de medición aplicables a la detección de variables que se presentan en los procesos químicos.

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

Adquirirá los elementos para seleccionar el tipo de control a utilizar, estimar sus valores de sintonización en sistemas de control simple retroalimentado y la instrumentación de procesos en Ingeniería Química.

## 5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Simbología y diagramas de instrumentación	1.1 Simbología ISA 1.2 Características de los instrumentos (Simbología SAMA) 1.3 Precisión 1.4 Histéresis 1.5 Rango 1.6 Alcance
2	Modelación dinámica de sistemas de control	2.1 Definiciones: Entrada, salida, planta, sistema, control, sistema de control, lazo abierto, lazo cerrado, sistema lineal, sistema no lineal, variable controlada, variable manipulada, variable de desviación, función de transferencia, diagramas a bloques en el dominio de Laplace  2.2 Modelos de procesos químico 2.3 Linearización de procesos no lineales 2.4 Simulación dinámica simple de procesos en computadora
3	Modelación dinámica de sistemas de control	3.1 Sistemas de primer orden 3.2 Sistemas de segundo orden 3.3 Sistemas de orden superior
4	Sistemas de control automático con retroalimentación	4.1. Diagramas de Bloques. 4.2. Desarrollo de funciones de transferencia. 4.3. Tipos de sistemas de control retroalimentado. 4.4. Comportamiento dinámico de sistemas de control retroalimentado. 4.5. Estabilidad de sistemas de control retroalimentado.
5	Diseño de controladores	5.1 Diseño de controladores 5.1.1 Basados en respuesta en el dominio de Laplace 5.1.2 Basados en otros dominios
6	Sistemas de control avanzado	6.1 Control en cascada 6.2 Control anticipatorio

		6.3 Control inferencial
7	Elementos finales de control	<p>7.1 Tipo de Válvulas automáticas de control de caudal</p> <p>7.2 Características de caudal inherente en válvulas de globo</p> <p>7.3 Dimensionamiento de válvulas de Globo</p>
8	Elementos primarios de medición	<p>8.1 Medidores de Presión. (Manómetros)</p> <p>8.1.1 De deformación mecánica (bourdon, espiral, hélice)</p> <p>8.1.2 De columna hidrostática</p> <p>8.1.3 De diafragma (celdas PD)</p> <p>8.1.4 Electrónicos (de cuarzo).</p> <p>8.2. Medidores de Flujo</p> <p>8.2.1 Tipo Turbina</p> <p>8.2.2 Placa orificio.</p> <p>8.2.3 Medidor magnético.</p> <p>8.2.4 Tubo Vénturi.</p> <p>8.2.5 Anubar.</p> <p>8.2.6 Pitot.</p> <p>8.2.7 Ultrasonido.</p> <p>8.2.8 Coriolis.</p> <p>8.3. Medidores de Temperatura</p> <p>8.3.2 Elementos bimetálicos (termostatos).</p> <p>8.3.3 Termopar.</p> <p>8.3.4 RTD.</p> <p>8.3.5 Termistor.</p> <p>8.3.6 Pirómetros</p> <p>8.4. Medidores de Nivel</p> <p>8.4.1. Flotador.</p> <p>8.4.2. Tubo de vidrio.</p> <p>8.4.3. Desplazamiento.</p> <p>8.4.4. Burbujeo (Válvula de purga).</p> <p>8.4.5. Columna hidrostática.</p> <p>8.4.6. Medidor de capacitancia</p> <p>8.4.7. Celdas de presión diferencial</p> <p>8.4.8. Ultrasonido</p>

## **6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS**

- Ecuaciones diferenciales
- Series de Taylor
- Números complejos
- Balances de materia y energía
- Estática y dinámica de fluidos
- Transformada de Laplace
- Métodos numéricos
- Manejo de paquetería

## **7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

- Estimar mediante un examen diagnóstico el nivel de aprendizaje y comprensión de los conocimientos previos, con objeto de homogeneizarlos.
- Realizar sesiones grupales con apoyos audiovisuales (videos, filmas, fotos etc.) donde se muestren los instrumentos de control industriales y su evolución desde los instrumentos montados en campo, tableros de control locales, cuartos de control hasta computadoras de control de procesos.
- Realizar investigación en distintas fuentes de información sobre nomenclatura y estándares en simbología de instrumentación.
- Establecer talleres de discusión sobre instrumentación apoyándose en diagramas de flujo de ingeniería (con instrumentación). Se sugiere apoyarse con material de proveedores de equipo de instrumentación.
- Realizar visitas a empresas de la localidad que cuenten con sistemas de control en sus procesos.
- Elaborar material didáctico de apoyo al curso.
- Realizar talleres de trabajo con paquetes computacionales de simulación de procesos.
- Elaborar proyectos finales enfocado al control de procesos sencillos en laboratorio, empleando una computadora.
- Diseñar prácticas para que el alumno las desarrolle en el laboratorio y solicitar el informe correspondiente.
- Fomentar la aplicación de software para la solución de problemas.
- Promover la solución de problemas en forma individual y grupal.
- Realizar presentaciones sobre temas del curso.
- Realizar una recapitulación de los temas principales, al término de cada unidad

## 8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Informes de investigaciones sobre montaje, simbología y características de sensores y transmisores.
- Reportes de las visitas realizadas a la Industria.
- Participación y exposición de algún tema en el desarrollo del curso.
- Proyecto final donde se incluya la documentación completa, exposición del mismo y conclusiones.
- Reportes y actividades realizadas en el laboratorio, de acuerdo a un formato previamente establecido.
- Considerar la participación en las actividades programadas en la materia.
- Aplicar exámenes.

## 9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1.- Simbología y diagramas de instrumentación

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
El estudiante conocerá las normas utilizadas en la instrumentación de los procesos industriales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar 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 industrial los símbolos y normas utilizadas en instrumentación.</li></ul>	3, 5, 8, 9, 10, 11

### Unidad 2.- Modelación dinámica de sistemas de control

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Comprenderá los conceptos fundamentales de los elementos y sistemas de control.  Deducirá el modelo matemático de sistemas físicos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buscar y seleccionar información general de conceptos y definiciones de control</li><li>• Comprender las definiciones de los elementos y sistemas básicos de control.</li><li>• Buscar y seleccionar información de las leyes del comportamiento físico de sistemas.</li><li>• Deducir modelos matemáticos por</li></ul>	1, 2, 3, 4, 6, 7

	<p>medio de balances en procesos químicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linealizar términos no lineales utilizando las series de Taylor</li> <li>• Deducir modelos matemáticos lineales de procesos químicos.</li> <li>• Deducir modelos matemáticos lineales de procesos químicos en términos de variables de desviación</li> <li>• Aplicar la transformada de Laplace a los modelos.</li> <li>• Establecer la función de transferencia de diferentes sistemas.</li> </ul>	
--	---	--

### Unidad 3.- Análisis dinámico de lazo abierto

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Obtendrá la respuesta en el dominio del tiempo de sistemas físicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir las diferentes funciones de excitación.</li> <li>• Identificar elementos de entrada y salida de sistemas de control en el dominio del tiempo.</li> <li>• Simular la respuesta en el tiempo de sistemas de primer orden.</li> <li>• Simular la respuesta en el tiempo de sistemas de segundo orden.</li> <li>• Simular la respuesta en el tiempo de sistemas de orden superior.</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 6, 7

### Unidad 4.- Sistemas de control automático con retroalimentación

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Comprenderá los efectos de los diferentes modos de control (P, PI, PID) en la respuesta de los sistemas.  Analizará la	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar diagramas de bloques.</li> <li>• Buscar y seleccionar información de los modos de control y sintonización.</li> <li>• Comprender 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>	1, 3, 4, 5, 6, 7

estabilidad de sistemas de control automático.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la estabilidad de un sistema, por análisis de sus raíces en el plano complejo.</li> </ul>	
--	---	--

#### Unidad 5.- Diseño de controladores

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Determinará los parámetros de ajuste de los controladores a lazo cerrado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar las diferentes técnicas para la sintonización de controladores.</li> <li>Aplicar técnicas de sintonización (cálculo de los parámetros).</li> <li>Comparar las respuestas de lazo cerrado con diferentes conjuntos de parámetros.</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 6, 7

#### Unidad 6.- Sistemas de control avanzado

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Comparará las respuestas de algunos de los sistemas de control avanzados vs. el control retroalimentado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buscar y seleccionar información general de conceptos y definiciones de control avanzado.</li> <li>Comprender las definiciones de los elementos y sistemas básicos de control avanzado.</li> <li>Comparar las respuestas de los sistemas de control avanzado vs. control retroalimentado.</li> </ul>	1, 2, 3, 4, 6, 7

#### Unidad 7.- Elementos finales de control

<b>Objetivo Educativo</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>	<b>Fuentes de Información</b>
Seleccionará los elementos finales de control.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender el funcionamiento y características de las válvulas de control.</li> <li>Identificar la diferencia entre características inherente e instalada.</li> <li>Seleccionar la válvula de control.</li> </ul>	3, 5, 8, 9, 10, 11



## Unidad 8.- Elementos primarios de medición

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá los diferentes principios para la medición de las variables temperatura, nivel, flujo y presión.  Identificará algunos medidores de temperatura, presión, nivel y presión.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre la teoría básica de la temperatura, flujo, nivel y presión.</li><li>• Investigar los principios de funcionamiento de los diferentes tipos de medidores para las variables físicas.</li></ul>	5, 8, 9, 10, 11

### 10.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Stephanopoulos, George. *Chemical Process Control: An introduction to Theory and Practice*. Prentice – Hall.
2. Thomas, E., Marlin. *Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance*. McGraw – Hill.
3. Smith, C. A y Corripio, A. B. *Principios y Práctica de Control Automático de Procesos*. John Wiley & Sons.
4. Coughanowr, D. R. y Koppel, L. B. *Process System Analysis and Control*. Prentice – Hall, 1993.
5. Creus, A. *Instrumentación Industrial*. Alfaomega Marcombo.
6. Deshpande, P. B. y Ash, R. H. *Elements and Computer Process Control*. Prentice – Hall, 1981.
7. Seborg, D.E., Edgar, T.F. y Mellichamp. *Process Dynamics and Control*. John Wiley & Sons, 1989.
8. Pallas, Areny R. *Sensores y Acondicionadores de Señal*. Marcombo.
9. Hauptmann, Peter. *Sensor: Principles and Applications*. Prentice – Hall.

10. Anderson, Norman A. *Instrumentation for Process Measurement and Control*. Foxboro.
11. Douglas, M. Coisdine. *Manual de Instrumentación Aplicada*. McGraw – Hill.

## **11.- PRÁCTICAS**

- 1 Simulación por computadora de un proceso a lazo abierto.
- 2 Sintonización de los parámetros de un controlador en simulaciones dinámicas
- 3 Elaborar diagramas de procesos reales usando las simbologías (ISA, SAMA.)
- 4 Identificar en un proceso real los estándares de simbología.
- 5 Sintonización de los controladores en cascada
- 6 Diseñar y simular un proceso de instrumentación virtual.
- 7 Determinación del Cv de una válvula
- 8 Determinación de la constante de tiempo de un sistema de primer orden (ejemplo: termómetro)
- 9 Aproximación de un proceso real a un sistema de primer orden más tiempo muerto (ejemplo: calentamiento de agua en una parrilla.)
- 10 Comparación de diferentes instrumentos para medir la misma variable