

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Reactores Químico
Carrera:	<b>Ingeniería Química</b>
Clave de la asignatura:	<b>IQF-1021</b>
SATCA*	<b>3-2-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Químico la capacidad para modelar, simular y diseñar reactores, en los diferentes procesos de producción haciendo un uso eficiente de la materia y la energía.

Para integrarla se ha hecho un análisis de las diferentes áreas requeridas para llevar a cabo una reacción química, identificando los temas que tienen una mayor aplicación en el quehacer del ingeniero químico.

Permite la aplicación de los balances de materia y energía, cinética química, equilibrio químico, ecuaciones diferenciales ordinarias, métodos numéricos, uso de software especializado integrándolos en un todo. Las competencias adquiridas en esta asignatura se aplican en instrumentación y control de procesos, síntesis y optimización de procesos, simulación de procesos y seminario de ingeniería de proyectos.

### Intención didáctica.

Se organiza el temario, en cuatro unidades. Las unidades uno, dos y tres inician con la clasificación de los tipos de reactor, sus ecuaciones de diseño, para la solución de problemas.

La unidad cuatro proporciona el conocimiento de los diferentes reactores heterogéneos.

## 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

### Competencias específicas:

- Diseñar reactores homogéneos continuos y discontinuos, isotérmicos y no isotérmicos, adiabáticos y no adiabáticos.
- Seleccionar sistemas que combinen los diferentes tipos de reactores.
- Calcular la conversión en reactores químicos mediante la distribución de tiempos de residencia y diferentes modelos.
- Conocer los fundamentos de los reactores heterogéneos.
- Conocer nuevas tecnologías en reactores químicos.
- Conocer los fundamentos de reactores de última generación.

### Competencias genéricas:

#### Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Conocimientos generales básicos.
- Conocimientos básicos de la carrera.
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua.
- Conocimiento de una segunda lengua.
- Habilidades básicas de manejo de la computadora y uso de software.
- Habilidades de gestión de información.
- Solución de problemas.
- Toma de decisiones.

#### Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica.

\* Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
IT de Villahermosa Del 7 al 11 de septiembre de 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: IT de Aguascalientes IT de Celaya IT de Chihuahua IT de Durango IT de La Laguna IT de Lázaro Cárdenas IT de Matamoros IT de Mérida IT de Minatitlán IT de Orizaba IT de Pachuca IT de Parral IT de Tapachula IT de Tepic IT de Toluca IT de Veracruz IT de Villahermosa ITS de Centla	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la formación y desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ingeniería Química
Instituto Tecnológico de Fecha	Representante de la Academia de Ciencias Básicas	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
IT de Celaya Del 8 al 12 de febrero de 2010	Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes de: IT de Aguascalientes IT de Celaya IT de Chihuahua IT de Durango IT de La Laguna IT de Lázaro Cárdenas IT de Matamoros IT de Mérida IT de Minatitlán IT de Orizaba IT de Pachuca IT de Parral IT de Tapachula IT de Toluca IT de Veracruz IT de Villahermosa ITS de Centla	Reunión Nacional de Consolidación de la carrera de Ingeniería Química

#### 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

- Diseñar reactores homogéneos continuos y discontinuos, isotérmicos y no isotérmicos, adiabáticos y no adiabáticos.
- Calcular la conversión y concentraciones de salida de reactores no ideales.
- Conocer los fundamentos y tipos de los reactores heterogéneos aplicados en la industria.

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Resolver problemas de cálculo diferencial e integral.
- Realizar balances de materia y energía de procesos abiertos y cerrados.
- Aplicar la ecuación de diseño de equipos de transferencia de calor.
- Calcular la cinética química de reacciones químicas.
- Calcular propiedades termodinámicas.
- Comprender los mecanismos de transporte.

#### 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Reactores homogéneos discontinuos	1.1. Tipos de reactores y su clasificación 1.2. Cálculo de reactores isotérmicos 1.2.1. Ecuaciones de diseño 1.2.1.1. Una reacción 1.2.1.2. Reacciones múltiples 1.3. Cálculo de reactores no isotérmicos 1.3.1. Ecuaciones de diseño 1.3.2. Reactores adiabáticos 1.3.3. Reactores no adiabáticos
2	Reactores homogéneos continuos	2.1. Tipos de reactores y su clasificación 2.2. Cálculo de reactores isotérmicos

		<p>2.2.1. Ecuaciones de diseño de reactores tipo tanque agitado.</p> <p>2.2.2. Ecuaciones de diseño de reactores flujo pistón</p> <p>2.3. Cálculo de reactores no isotérmicos</p> <p>2.3.1. Ecuaciones de diseño de reactores tipo tanque agitado adiabático.</p> <p>2.3.2. Ecuaciones de diseño de reactores tipo tanque agitado no adiabático.</p> <p>2.3.3. Ecuaciones de diseño de reactores flujo pistón adiabático.</p> <p>2.3.4. Ecuaciones de diseño de reactores flujo pistón no adiabático.</p>
3	Reactores homogéneos no ideales.	<p>3.1. Conceptos y modelo de mezclado</p> <p>3.2. Función de distribución de tiempos de residencias</p> <p>3.2.1. Distribuciones de tiempos de residencias a partir de mediciones de respuestas (entrada de función escalonadas y de pulsaciones)</p> <p>3.2.2. Distribución de tiempos en estado de mezclado conocido.</p> <p>3.3. Interpretación de datos de respuesta</p> <p>3.3.1. Modelo de dispersión</p> <p>3.3.2. Modelo de tanques con agitación conectados en serie</p> <p>3.4. Conversión en reactores no ideales</p> <p>3.4.1. Modelo de flujo segregado</p> <p>3.4.2. Modelo de dispersión</p> <p>3.4.3. Modelo con flujo laminar</p> <p>3.4.4. Conversiones de acuerdo con el modelo de tanques con agitación conectados en serie</p> <p>3.4.5. Conversiones de acuerdo al modelo del reactor con recirculación.</p>
4	Fundamentos de reactores heterogéneos	<p>4.1. Introducción</p> <p>4.2. Reactores de suspensión</p> <p>4.3. Reactores de lecho fijo</p> <p>4.4. Reactor de lecho fijo fluidizado</p> <p>4.5. Nuevas tecnologías</p>

### 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Investigar los diferentes tipos de reactores, modo de operación, accesorios, etc.
- Deducir, junto con el profesor, las ecuaciones de diseño para cada tipo de reactor homogéneo.
- Establecer una secuencia de cálculo para los diferentes tipos de reactores homogéneos.

- Calcular el tiempo de residencia y conversión en los diferentes tipos de reactores de flujo, homogéneos ideales y no ideales.
- Resolver casos de estudio, para los diferentes tipos de reactores homogéneos.
- Utilizar simuladores comerciales para diseñar los diferentes tipos de reactores indicados.
- Investigar en artículos de revistas técnicas extranjeras acerca de los temas vistos en el curso.
- Conocer los fundamentos de los reactores heterogéneos
- Identificar las nuevas tecnologías en reactores químicos
- Investigar los temas indicados por el profesor sobre procesos industriales en revistas nacionales e internacionales.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Fomentar el uso de la terminología científico-tecnológica.
- Analizar problemas que permitan la integración de contenidos de y entre la asignatura(s) para su solución.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Examen oral o escrito, individual o grupal.
- Reporte de visitas industriales.
- Resumen de lecturas.
- Reporte de problemas resueltos en equipos pequeños.
- Evaluación del desempeño en la presentación ante el grupo de algún tema de la unidad o ejercicio(s) propuestos.
- Reporte de problemas usando algún simulador comercial.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Reactores homogéneos discontinuos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Diseñar reactores homogéneos discontinuos, isotérmicos y no isotérmicos, adiabáticos y no adiabáticos. Seleccionar sistemas que combinen los diferentes tipos de reactores. Calcular la conversión en reactores químicos mediante la distribución de tiempos de residencia y diferentes modelos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los diferentes tipos de reactores.</li> <li>• Desarrollar las ecuaciones de diseño para las diferentes condiciones de operación.</li> <li>• Resolver ejercicios por método diferencial e integral.</li> <li>• Resolver casos de estudio.</li> <li>• Utilizar simulador comercial para la solución de problemas.</li> </ul>

### Unidad 2: Reactores homogéneos continuos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Diseñar reactores homogéneos continuos tipo tanque agitado y flujo pistón isotérmicos y no isotérmicos, adiabáticos y no adiabáticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los diferentes tipos de reactores.</li> <li>• Desarrollar las ecuaciones de diseño para las diferentes condiciones de operación.</li> <li>• Resolver ejercicios por método diferencial e</li> </ul>

<p>Seleccionar sistemas que combinen los diferentes tipos de reactores. Calcular la conversión en reactores químicos mediante la distribución de tiempos de residencia y diferentes modelos.</p>	<p>integral.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver casos de estudio.</li> <li>• Utilizar simulador comercial para la solución de problemas.</li> </ul>
--	--

### Unidad 3: Reactores homogéneos no ideales

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Diseñar reactores homogéneos no ideales. Calcular la conversión en reactores químicos mediante la distribución de tiempos de residencia y diferentes modelos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las características de los reactores no ideales.</li> <li>• Determinar la conversión del reactor utilizando los diferentes modelos</li> <li>• Desarrollar las funciones E(t) y F(t) para reactores tipo tanque agitado y tubular.</li> <li>• Analizar casos reales de estudio.</li> </ul>

### Unidad 4: Fundamentos de reactores heterogéneos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer los fundamentos de los reactores heterogéneos. Conocer nuevas tecnologías en reactores químicos. Conocer los fundamentos de reactores de última generación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los fundamentos de los reactores heterogéneos.</li> <li>• Investigar las características y su aplicación de de microreactores, reactores de membrana, destilación reactiva y extracción reactiva.</li> </ul>

### 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. R. E. Hayes, *Introduction to Chemical Reactor Analysis*, Ed., Gordon and Breach Science Publishers, 2001.
2. H. Scott Fogler, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Fourth Edition, 2006, Prentice Hall International Series
3. James J. Carberry, *Chemical and Catalytic Reaction Engineering*, Dover Pubns., 2001.
4. Octave Levenspiel, *Chemical Reaction Engineering*, 3rd., Ed., John Wiley and Sons, Inc., 2004.
5. Octave Levenspiel, *El omnilibro de los reactores químicos*, Repla.
6. Octave Levenspiel, *El minilibro de los reactores químicos*, Repla.
7. Gilbert F. Froment and Kenneth B. Bischoff, *Chemical Reactor Analysis and Design*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 1990.
8. Peter Harriot, *Chemical Reactor Design*, Marcel Dekker, Inc., 2003.
9. *Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup*, McGraw Hill, 2002.
10. Rase H. F., Holmes J. R. *Chemical Reactor Design for Process Plants*, Vol. 1 and 2, John Wiley & Sons, Inc., 1977.
11. Tiscareño Lechuga F. *Diseño de Reactores*. Edit. Reverté, 2005.
12. Kayide Coker A. *Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design*, Gulf Professional Publishing, 2001.
13. Charles G. Hill, *Introduction to chemical engineering kinetics & reactor design*, John Wiley & son
14. De la Peña Manrique, *Introducción al análisis ingenieril de los reactores químicos*, Edit. Limusa

15. Holland Charles D. y Anthony Rayfordg, *Fundamentals of chemical reaction engineering*, Prentice Hall

16. Coulson & Richardson, *Chemical engineering*, Butterworth Heinemann

## **12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS**

- Resolver usando Polymath los problemas indicados para cada unidad/tema.
- Efectuar la simulación mediante Aspen,Hysys, ChemCad, ComSol, Pro II, de los diferentes tipos de reactores (discontinuos, flujo tapón y tipo tanque) considerando:
  - Operación isotérmica, no isotérmica, adiabática, etc.
  - Arreglos en serie o en paralelo.
- Resolver problemas de los diferentes tipos de reactores (discontinuos, flujo tapón y tipo tanque) empleando Matlab.