

1. Datos Generales de la asignatura

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre de la asignatura: | Síntesis y Optimización de Procesos |
| Clave de la asignatura: | IQF-1024 |
| SATCA¹: | 3-2-5 |
| Carrera: | Ingeniería Química. |

2. Presentación

| |
|--|
| <p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Caracterización de la asignatura. Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Químico herramientas para diseñar, seleccionar, y optimizar procesos químicos en plantas industriales de acuerdo a tecnologías limpias para el sector industrial con criterios de sustentabilidad.</p> <p>Esta materia representa la parte integradora de los conocimientos adquiridos en las operaciones unitarias y los aspectos económicos que se deben tener en cuenta en el desarrollo de todo proyecto de una planta química. Para lograr el objetivo es necesario que el estudiante logre colaborar en equipos interdisciplinarios y multiculturales, con actitud innovadora, espíritu crítico, disposición al cambio y apego a la ética profesional.</p> <p>El empleo de las técnicas modernas de comunicación, así como la necesidad de un segundo idioma son indispensables en ésta materia para la investigación y formulación de problemas prácticos. Esta materia da soporte a las materias de Simulación de Procesos e Seminario de Ingeniería de Proyecto.</p> |
| <p>Intención didáctica</p> <p>El temario está organizado en cuatro temas. En el primer tema se abordan los fundamentos básicos del análisis y síntesis de procesos industriales con/sin transformación química, revisando las leyes heurísticas y métodos algorítmicos de síntesis y análisis. El segundo tema se refiere a la integración de energía. En éste tema se emplean dos tipos de métodos de cálculo que son el de diagramas de contenidos de calor y el método de punto de pliegue. Se calculan los requerimientos de áreas de las redes formadas y se considera la revisión de redes de intercambiadores de calor existentes. El tercer tema toma en cuenta la evaluación económica de procesos. Con la idea de validar la viabilidad económica del proceso, se desarrollan las técnicas y análisis económicos globales y particulares que sirvan en la toma de decisiones en la implementación de procesos nuevos o adecuación de los existentes. Finalmente en el cuarto tema se aborda la optimización de procesos, donde el estudiante pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en las operaciones unitarias, intercambiadores de calor y diseño de reactores, para realizar la modelación de procesos y terminar con la optimización de una variable de un equipo y la programación dinámica de un proceso sencillo, sin recirculación. Se sugiere que se diseñen problemas con datos de procesos concretos, de tal forma que el estudiante se acostumbre a manejar cifras y cantidades anuales reales conduciéndolo a una práctica profesional real.</p> |

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El enfoque sugerido para la materia requiere llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades intelectuales, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis y trabajo en equipo; propiciando el trabajo de inducción-deducción y análisis-síntesis. Por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y optimizar. Al elegir la secuencia en un proceso, es el estudiante quien debe aprender a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación. Las actividades consideradas como parte de este programa se enfocan hacia la participación proactiva del estudiante en el desarrollo y adaptación de plantas de procesos. Lo anterior requiere de la suma de conocimientos que el estudiante ha venido adquiriendo a lo largo de su carrera. Para lograr lo anterior el estudiante no solo debe interiorizarse en el conocimiento del proceso sino que también en los aspectos económicos y de optimización. El docente debe fomentar la inquietud del estudiante en la solución de problemas que involucren diversas alternativas para un proceso y su efecto no solamente en su viabilidad tecnológica sino en el alcance económico del mismo.

La capacidad de evaluar las alternativas económicas disponibles de un proceso y la optimización de las variables que intervienen en él, forman en el estudiante una actitud analítica. La tarea del docente es crear en el estudiante esa actitud para su desarrollo profesional futuro.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| Lugar y fecha de elaboración o revisión | Participantes | Evento |
|--|--|---|
| Instituto Tecnológico de Villahermosa del 7 al 11 de septiembre de 2009. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Centla, Chihuahua, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Tepic, Toluca, Veracruz y Villahermosa. | Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias. |
| Instituto Tecnológico de Celaya del 8 al 12 de febrero de 2010. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Centla, Chihuahua, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, | Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias. |

| | | |
|---|--|--|
| | Pachuca, Parral, Tapachula, Toluca, Veracruz y Villahermosa. | |
| Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 19 al 22 de marzo de 2013. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Campeche, Cd. Madero, Celaya, Centla, Chihuahua, Coacalco, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Mérida, Matamoros, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Tapachula, Tijuana, Toluca, Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa. | Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería Química, del SNIT. |
| Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX). | Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX. |

4. Competencia(s) a desarrollar

| Competencia(s) específica(s) de la asignatura |
|--|
| Adapta, selecciona, desarrolla, optimiza y evalúa económicamente un proceso o tecnología nueva, elaborando un informe para tomar decisiones, considerando la factibilidad ambiental. |

5. Competencias previas

- Aplica balances de materia y energía.
- Diseña equipos de transferencia de calor y masa.
- Realiza cálculos de flujo de fluidos.
- Aplica los conceptos de ingeniería de costos y análisis financiero
- Maneja paquetería básica.
- Realiza lectura de comprensión en un segundo idioma.

6. Temario

| No. | Temas | Subtemas |
|-----|-----------------------------------|--|
| 1. | Síntesis y análisis de procesos. | 1.1. Selección de rutas de reacción. 1.2. Desarrollo de diagramas de flujo. 1.3. Selección de procesos de separación. |
| 2. | Integración de Energía. | 2.1. Significado del acercamiento mínimo de energía 2.2. Determinación de redes con el método de diagramas de contenido de calor. 2.3. Determinación de redes con el método del punto de pliegue. 2.4. Predicción de requerimiento de áreas en redes de intercambiadores de calor. 2.5. Revisión de redes de intercambiadores de calor existentes. |
| 3. | Evaluación económica de procesos. | 3.1 Selección de materiales. 3.2. Técnicas de análisis económico de procesos. 3.3. Estimación de costos de inversión y operación |
| 4. | Optimización de Procesos. | 4.1. Modelación de procesos. 4.2. Optimización de una variable 4.3. Programación dinámica. |

7. Actividades de aprendizaje de los temas

| Nombre de tema 1: Síntesis y análisis de procesos. | |
|--|---|
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s): Desarrolla la síntesis de un proceso, basándose en la investigación de reacciones. Emplea las rutas de reacción conocidas para desarrollar un diagrama inicial de flujo. Selecciona los métodos de separación y aplicar las reglas heurísticas para el posicionamiento de los equipos en los procesos de separación.</p> <p>Genéricas: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. Capacidad de comunicación oral y escrita. Capacidad para tomar decisiones. Capacidad para motivar y conducir hacia metas comunes.</p> | <p><input type="checkbox"/> Buscar y seleccionar información de alternativa de reacciones para la obtención de un producto conocido. Exponerlo y discutir en clase.</p> <p>Conocer el desarrollo de síntesis de sistemas de reacción tipo solvay.</p> <p>Investigar qué es un diagrama de flujo y qué contiene. Conocer la simbología de equipos, líneas de entradas y salidas y formas de indicar las corrientes</p> <p>Trabajar en equipo para desarrollar diagramas de flujo iniciales basados en las rutas de reacción y diferentes alternativas de separación.</p> <p>Proponer soluciones rápidas para definir secuencia de separación aplicando las reglas heurísticas.</p> <p>Resolver problemas aplicando los algoritmos de la programación dinámica para seleccionar los procesos de separación.</p> |
| Nombre de tema 2: Integración de Energía. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> | |

| | |
|---|--|
| <p>Comprende el significado del acercamiento mínimo de temperaturas en el diseño de un intercambiador de calor. Aplica el diagrama de contenido de calor para obtener una red de intercambio de calor. Aplica el método del punto de pliegue para obtener una red de intercambio de calor. Realiza la predicción de requerimientos de áreas en redes de intercambiadores de calor. Revisa y modifica redes de intercambiadores de calor existentes.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de comunicación oral y escrita. Capacidad para motivar y conducir hacia metas comunes. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. Capacidad de trabajo en equipo. Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.</p> | <p>Buscar la importancia del acercamiento mínimo de temperaturas en el diseño de los intercambiadores de calor.</p> <p>Investigar en medios electrónicos la importancia de realizar una integración de energía en un proceso y buscar los métodos con que se realiza.</p> <p>Investigar y aplicar las reglas heurísticas relativas al tema. Aplicar el método de diagrama de contenido de calor para obtener una red de intercambio de calor a problemas reales. Trabajar en equipo para aplicar el método del punto de pliegue para obtener una red de intercambio de calor a problemas reales.</p> <p>Calcular el área de todos los equipos de la red de intercambio de calor de los problemas del método de punto de pliegue.</p> <p>Construir e interpretar las curvas de entalpía vs temperatura y la gran curva compuesta.</p> <p>Aplicar las curvas anteriores en la predicción de requerimientos de áreas en redes de intercambio de calor y comparar con la obtenida con el método de punto de pliegue</p> <p>Aplicar los conceptos del método de punto de pliegue, para modificar redes de intercambiadores de calor existentes.</p> |
| <p>Nombre de tema 3: Evaluación económica de procesos.</p> | |
| <p>Competencias</p> | <p>Actividades de aprendizaje</p> |
| <p>Específica(s):</p> <p>Calcula los costos de operación, producción y equipos de un proceso</p> <p>Genéricas:</p> | <p>Investigar conceptos de: capital, inversión, costos, tasa de retorno y beneficio extra. Exponer y discutir en clase.</p> <p>Calcular los costos de producción, precios de venta de un producto y tasa de retorno de un proceso industrial. Investigar cómo se actualiza por año y por capacidad la inversión de un proyecto.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica. Habilidades en el uso de tecnologías de la información y comunicación. Habilidad para trabajar en forma autónoma.</p> | <p>Investigar los diferentes costos de operación que se tienen en un proceso y calcularlos en problemas reales. Calcular el costo de un equipo ya Instalado.</p> |
| <p>Nombre de tema 4: Optimización de Procesos.</p> | |
| <p>Competencias</p> | <p>Actividades de aprendizaje</p> |
| <p>Específica(s):</p> <p>Optimiza técnicamente un proceso</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para aplicar los conocimientos del área. Capacidad para aprender y actualizarse permanentemente.</p> | <p>Calcular los grados de libertad de un proceso sencillo.</p> <p>Aplicar los balances de materia y energía, así como las relaciones termodinámicas para modelar un proceso.</p> <p>Identificar las mejores variables de diseño de un proceso.</p> <p>Aplicar algoritmos para la solución de problemas optimización con uno o más grados de libertad.</p> <p>Aplicar la programación dinámica para optimizar variables de un proceso que no contenga corriente con recirculación.</p> |

8. Práctica(s)

1. Optimizar el aislamiento de una tubería.
2. Optimizar el diámetro de una tubería.
3. Optimizar el reflujo de una columna de destilación.
4. Realizar la síntesis de un problema de tratamiento de agua.
5. Realizar la síntesis de un sistema para contralor las emisiones.
6. En un recipiente colocar un solvente, para medir experimentalmente la cantidad evaporada y comparar con algún modelo.
7. De manera visual, comparar la corrosión de al menos dos materiales.
8. Comparar la transferencia de calor en diferentes equipos, de manera individual, y conectándolos entre ellos de diferentes maneras.
9. Diseñar un diagrama de flujo para reacciones conocidas sugiriendo diferentes procesos de separación.
10. Proponer una secuencia de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas incluyendo sustancias corrosivas, termolábiles, etc. El reporte debe incluir diagrama de flujo y hoja de cálculo.
11. Proponer una síntesis para la obtención de un producto típico de la región y calcular su costo.
12. Elaborar reportes de visitas industriales.
13. Optimizar una red de intercambiadores de calor de una industria de la región.
14. Optimizar la variable de un equipo del laboratorio

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:
- Asistencia a clases.
- Trabajo en equipo.
- Control de la información obtenida de las búsquedas solicitadas, plasmada en documentos escritos, en exposiciones y discusiones.
- Elaboración de reportes escritos de proyectos de síntesis de procesos.
- Presentación de las hojas de cálculo en la selección de procesos de separación haciendo uso de métodos algorítmicos y en la optimización de procesos.
- Realización de prácticas, presentando su debido reporte.
- Evaluación escrita.

11. Fuentes de información

1. Ausstin G. (2012) *Manual de Procesos Químicos en la Industria*. México. Ed. McGraw Hill.
2. Couper, J., R. Penney y J. Fair. (2012). *Chemical Process Equipment, Selection and Design*. USA. Ed. ELSEVIER.
3. Enciclopedia Kirk Othmer. Jhon Willey and Son.2007.
4. Jiménez, A. (2008). *Diseño de procesos en Ingeniería Química*. México. Ed. Reverté
5. Knopf, C.(2012). *Modeling, Analysis and Optimization of Process and Energy Systems*. USA. Ed. John Wiley and Son.
6. Henley, E. y J. Seadler. (2003) *Operaciones de Separación por Etapas de Equilibrio en Ingeniería Química*. México. Ed. Wiley.
7. Perry, R. y D. Green. (2007) *Chemical Engineer's Handbook*. 8a. Ed. USA. Ed. Mc Graw Hill.
8. Peters, M.y K.Timmerhaus. (2002). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. México. Ed. McGraw Hill, 2002.
9. Seider,W, J.Seader, D.Lewin, S.Widagdo.(2008) *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Design*.USA. Ed. Mark Owens.
10. Software libre. <http://www.geogebra.org/cms/>. <http://www.scilab.org/>
11. Ulrich,G. (1997). *Procesos de Ingeniería Química*. México. Ed.Interamericana.
12. Thomas, E. (2001) *Optimization of Chemical Process*.USA. Ed Mc Graw Hill.
13. Vian Ortuño, A. (1995) *Introducción a la Química Industrial*. México. Ed. Alambra.