



UNIVERSIDAD DE CHILE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA
COORDINACION DOCENTE

**BT65A TALLER DE DISEÑO DE PROCESOS
10 UD**

(CURSO EQUIVALENTE A IQ58B TALLER DE DISEÑO DE PROCESOS)

HORARIO : Lunes 16:15: 17:45 y 18:19:30 hrs.
PROFESORES : Jesús Casas de Prada E-MAIL = jecasas@ing.uchile.cl
María Elena Lienqueo Contreras E-MAIL = mlienque@ing.uchile.cl
AUXILIARES : Dario Sepulveda y Gian Lagomarsino

OBJETIVOS

Generales:

- Desarrollo de un proyecto grupal de diseño conceptual para un proceso productivo asistido por computador.
- Elaboración de un diagrama de flujos e instrumentación para un proceso productivo con los estándares de ingeniería.

Específicos:

- Aprender metodologías de ingeniería de procesos, criterios de diseño heurísticos y el uso de programas computacionales para realizar simulaciones de procesos productivos y tratamiento de efluentes en las áreas de química, metalurgia, alimentos y biotecnología, de modo de concebir y crear nuevos diagramas de flujos e instrumentación, así como también mejorar los diagramas de procesos existentes.
- Aprender y utilizar métodos de integración de energía, diseño de sistemas de separación y elaboración de diagramas de flujos con los estándares de ingeniería para la síntesis de productos y tratamiento de efluentes de la industria de procesos.
- Integrar los conocimientos aprendidos en la carrera.

CONTENIDOS:

1- Introducción.

Recursos químicos. Operaciones y procesos industriales. Conceptos y fundamentos. Perspectiva histórica. Interacción entre ciencia e ingeniería de procesos.

2- Diseño del Diagrama de Flujos.

Estrategia de síntesis. Información preliminar. Proceso batch, continuo o semicontinuo. Reciclo, purga, división de corrientes, estructura de entrada y salida del proceso, economía potencial. Representación de diagramas de flujos. Construcción estandarizada de diagramas de flujos (PFD) y diagramas de instrumentación (PID), de procesos productivos.

3- Elección del Reactor y Selección de Caminos de Reacción.

Síntesis de laboratorio vs. planta industrial. Elección del reactor y caminos de reacción. Análisis de producción y consumo. Especiación y distribución de flujos de material.

4- Diseño del Sistema de Integración de Energía.

Requerimientos mínimos de calentamiento y enfriamiento. Número mínimo de intercambiadores. Diseño de redes de mínima energía. Integración energética dentro del proceso productivo. Cogeneración, Conversión de Energía, Combustibles.

5- Diseño del Sistema de Separación.

Tecnologías de separación. Estructura de los sistemas de separación. Reducción de la carga de separación. Secuenciamiento de operaciones. Selección de fenómenos de separación. Redes de intercambio de materia. Comparación entre alternativas de separación.

6- Programación de Procesos Discontinuos.

Programación de productos y operaciones. Carta Gantt. Planificación de la producción. Modelos simples de operaciones discontinuas. Plantas multiproducto y multipropósito.

7- Trabajo en Clases, Talleres y Visitas Industriales.

Discusión de temas de ingeniería de procesos. Exposición de tareas, trabajos y actividades de proyecto. Trabajo en taller computacional de simulación de procesos industriales. Visitas a plantas industriales productoras de compuestos químicos, metales, alimentos, etc., y de tratamiento de efluentes.

-

ACTIVIDADES

Cátedras-Talleres	1-2 sesiones/semana.
Visitas a Industrias	2-3 visitas/semestre.
Talleres de Simulación Computacional	3-4 talleres/semestre.
Trabajos de Diseño Conceptual de Procesos	1 trabajo/semana.
Proyecto de Diseño de un Diagrama de Flujos e Instrumentación para un Proceso Productivo	1 proyecto/semestre.

Las materias del curso se expondrán oralmente en clases de cátedra Las clases tienen el carácter de taller, donde se discutirán abiertamente los temas del curso y los alumnos realizarán exposiciones de sus tareas trabajos y actividades de proyecto. En horas de clase auxiliar se trabajará en un taller de simulación computacional de procesos químicos y se realizaran 2-3 vistas a plantas industriales.

EVALUACION

El curso se evaluará mediante la realización y presentación oral y escrita de un proyecto final (nota grupal) y trabajos semanales referentes a las etapas de diseño conceptual de un proceso industrial asistido por computador (nota individual). Las visitas industriales serán evaluadas mediante trabajos de auditoría de procesos (nota grupal) y habrá un Examen Final de todos los temas vistos en el curso (nota individual).

NE = Nota de Ejercicios (Trabajos Semanales + Auditoria de Procesos) ≥ 4.0

NC = Nota de Controles (Proyecto + Examen)/2 ≥ 4.0

NF = Nota Final (NE + NC)/2

BIBLIOGRAFIA

- 1- Douglas J.M. "Conceptual Design of Chemical Processes". McGraw-Hill, New York, USA, 1988.
- 2- Mah R.S.H., "Chemical Process Structures and Information Flows". Butterworths. Boston, USA, 1990.
- 3- Rudd D.F., G.J. Powers and J.J. Siirola. "Process Synthesis". Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1973.
- 4- Perry R.H. and D.W. Green (eds.). "Perry's Chemical Engineers' Handbook". 7th Edition, McGraw Hill, USA., 1998.
- 5- Sinnott R.K. "Chemical Engineering Design". Chemical Engineering, Vol. 6, Pergamon Press, Oxford, UK., 1993.
- 6- Smith R. "Chemical Process Design". McGraw-Hill, USA, 1995.
- 7- Seider W.D., J.D. Seader and D.R, Lewin "Process Design Principles - Synthesis, Analysis and Evaluation". John Wiley and Sons, USA., 1999.

RESUMEN

El diseño conceptual de procesos consiste en una actividad creativa para la generación de sistemas de producción industrial. Los sistemas industriales se representan a través de un diagrama de flujos, el que corresponde a un conjunto de operaciones unitarias interconectadas a través de un circuito de corrientes de materia y energía, de acuerdo a una estructura y organización definida. Un proceso industrial corresponde a la transformación ó modificación de las propiedades de una corriente en un producto comercial ó corriente efluente de interés.

La estrategia de diseño de procesos consiste en: a) obtener la información de las características del producto de interés, b) elegir y seleccionar los recursos mineros, materiales y suministros energéticos junto con las tecnologías de procesamiento, c) integrar toda esta información en un diagrama de flujos que especifique los equipos, interconexiones y corrientes de entrada y salida del proceso productivo. También se deben especificar las condiciones de operación y los valores de flujo y composición de las principales corrientes del proceso.

Un proyecto de diseño conceptual de procesos es una actividad preliminar de definición de un sistema productivo a partir del cual se cuenta con los antecedentes y fundamentos para realizar posteriormente evaluaciones técnicas, económicas y de impacto ambiental. Además un proyecto de diseño conceptual permite generar el diagrama de flujos de procesos que se utiliza posteriormente para realizar el diseño del sistema instrumentación y control, diseño de equipos, y diseño y operación de la planta industrial.

Los problemas de diseño para nuevos procesos son indefinidos y muy pocas ideas y nuevos diseños se logran implementar a escala comercial. Es por ello, que una estrategia adecuada para desarrollar un proyecto de diseño conceptual es comenzar con la creación de un diagrama de flujos simplificado y realizar cálculos simples para eliminar rápidamente varias alternativas de diseño que no son factibles de realizar. Posteriormente una vez completado el diseño preliminar y demostrada su prefactibilidad se realizan un diseño más riguroso y cálculos más detallados para determinar la factibilidad de implementación del proceso.

El procedimiento de diseño se puede simplificar por descomposición del problema en una jerarquía de decisiones: 1- Especificación de un diagrama de flujos, 2- Elección del reactor y selección del sistema de reacción, 3- Diseño del sistema de separación y selección de las tecnologías de separación, 4- Integración energética y diseño de la red de intercambiadores de calor, 5- Planificación y programación de la producción, 6- Integración y optimización del proceso completo.

APRENDIZAJE Y CAPACIDADES LOGRADAS POR EL ALUMNO

1- Generalidades

- Conocer los fundamentos del diseño de procesos.
- Conocer el desarrollo histórico de algunos procesos durante el siglo XX.
- Identificar equipos y operaciones dentro de un diagrama de flujos.

2- Diseño del Diagrama de Flujos

- Explicar y comprender un diagrama de flujos e instrumentación de procesos (unidades, corrientes, instrumentos, equipos, operaciones, interconexiones, estructura, organización, enfoque sistémico).

- Analizar procesos (información preliminar, operaciones, condiciones de operación, restricciones técnicas, económicas y ambientales, generación de información mediante el uso de cálculos termodinámicos y cinéticos, resolución de balances de masa y energía).
- Conocer y aplicar la metodología de diseño de procesos (aproximación jerárquica, estructura de entrada y salida, elección del reactor y selección de caminos de reacción, síntesis de flujos de material, tecnologías y secuenciamiento del proceso de separación, integración energética y síntesis del proceso completo).
- Representar procesos a través de diagramas de entrada-salida, diagrama de bloques, diagrama de flujos e instrumentación de acuerdo a los estándares de ingeniería de procesos (nomenclatura de diagramas, representación de equipos y operaciones, numeración de equipos y corrientes, tabla resumen de balances de masa y energía). Utilización del programa computacional SuperPro-Designer (simulador estacionario de procesos).

3- Diseño del Reactor y Selección de Caminos de Reacción

- Conocer los diferentes tipos de reacciones.
- Seleccionar caminos de reacción en el caso de rutas alternativas de procesamiento.
- Conocer los diferentes tipos de reactores.
- Analizar el efecto de las condiciones de operación del reactor sobre su rendimiento. (efectos de temperatura, presión y concentración).
- Conocer las formas de distribuir las especies y realizar síntesis de flujos de material.

4- Diseño del Sistema de Integración de Energía

- Conocer y aplicar la metodología de integración energética dentro de un proceso (tecnología Pinch).
- Calcular los requerimientos de calentamiento y enfriamiento dentro de un proceso.
- Diseñar una red de intercambiadores de calor (calcular las cargas de calor mínimas, encontrar la temperatura pinch, calcular el número mínimo de intercambiadores de acuerdo a la primera ley, calcular la red de mínima energía ó máximo número de intercambiadores utilizando la primera y segunda ley de la termodinámica).

5- Diseño del Sistema de Separación

- Conocer las principales tecnologías para separar mezclas homogéneas y heterogéneas.
- Desarrollar estrategias de separación para mezclas y soluciones en sistemas trifásicos (sólido-líquido y gas), mediante la aplicación del conocimiento de operaciones y el uso de reglas heurísticas.
- Definir y resolver problemas de separación mediante el uso de tecnologías y secuencias de separación. (por ejemplo, tratamiento de corrientes de descarte de procesos).

6- Programación de Procesos Discontinuos

- Conocer la estrategia de diseño y la metodología de planificación de la producción en procesos batch.
- Resolver programas de producción simples y confeccionar cartas Gantt para procesos batch.

7- Estudio de Casos

- Aplicación de la metodología de diseño conceptual de procesos.
- Desarrollo de un proyecto de diseño conceptual de un proceso industrial, trabajando en grupo y utilizando programas computacionales de simulación modular de procesos químicos.