



APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS UTILIZANDO HYSYS EN LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA

Felipe Galleguillos Madrid, María. E. Gálvez
Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas
Departamento de Ingeniería Química.

Objetivos

- Evaluar el uso del simulador comercial HYSYS en el desarrollo de proyectos, en la asignatura Operaciones Unitarias III.
- Aplicar metodologías activas para el desarrollo de competencias especializadas y genéricas.

Características de la asignatura

- Ubicada en el último semestre de la carrera
- Contempla actividades de cátedra, ayudantía, taller y laboratorio.
- El objetivo de la asignatura es aplicar los principios que rigen las operaciones de transferencia de masa al cálculo y evaluación de procesos y equipos en los que se desarrollan estas operaciones.
- Es una asignatura integradora de competencias que los estudiantes deben tener desarrolladas al egresar.

Competencias especializadas

- Calcular y evaluar la velocidad de transferencia de masa en procesos industriales.
- Realizar balances de masa y energía en procesos y equipos en los que se desarrolla transferencia de masa entre fases.
- Seleccionar y operar equipos en los cuales ocurre transferencia de masa entre fases.
- Organizar, analizar y evaluar información relacionada con el uso eficiente de equipos en operaciones de transferencia de masa.

Competencias genéricas

- Capacidad de análisis, síntesis y evaluación de la información.
- Actuar proactivamente cuando ocurren desviaciones o dificultades.
- Proponer mejoras aunque no haya un problema concreto que ser solucionado.
- Cumplir compromisos mostrando autodisciplina, organización y responsabilidad.
- Conocimiento y comprensión de la realidad del entorno social, económico y político.
- Capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios.

Resumen de contenidos

- Fundamentos de las operaciones de transferencia de masa.
- Absorción.
- Humidificación, acondicionamiento de aire.
- Destilación.
- Extracción líquido – líquido.
- Extracción sólido - líquido.
- Secado.
- Laboratorio.

Justificación asignatura seleccionada

- Es una asignatura integradora que incluye los seis objetivos instruccionales de la taxonomía de Bloom:
 1. Conocimiento
 2. Comprensión
 3. Aplicación
 4. Análisis
 5. Síntesis
 6. Evaluación

Justificación de la metodología activa: Aprendizaje Basado en Proyectos

- El proyecto permite desarrollar experiencias de aprendizaje que relacionan al estudiante con problemas complejos del mundo industrial. Involucra distintas áreas.
- Se desarrollan en forma integral capacidades, habilidades, actitudes y valores.
- Permite debatir ideas, hacer predicciones, diseñar planes, recolectar y analizar datos, comunicar ideas, reformularse el problema.

Justificación del uso de HYSYS

- Software útil para aplicaciones específicas de la industria petroquímica (procesos de separación)
- Permite acceder a amplias bases de datos termodinámicos útiles para establecer el equilibrio de fases.
- Permite diseñar equipos, procesos y sistemas, complejos de resolver en forma manual; con la ventaja de dirigir la atención a la fenomenología del proceso y no al cálculo mismo.
- Es un software específico para Ingeniería Química, entregando por lo tanto, un valor agregado al egresado de la carrera, al momento de insertarse en el campo profesional.

Actividades previas

- Previo al desarrollo del proyecto los estudiantes conocen y aplican HYSYS trabajando con talleres especialmente diseñados para el logro de este objetivo. Los talleres planificados en esta etapa consideran los contenidos desarrollados en cátedra y los alumnos deben realizar los cálculos en papel y comparar con la utilización de HYSYS.

Etapas del proyecto

- Planteamiento de la investigación
- Planeación.
- Orientación.
- Recolectión de datos.
- Análisis de datos.
- Reporte del proyecto.

Planteamiento de la investigación

El procesamiento de crudos con altos contenidos de azufre es un problema frecuente en la industria petroquímica, ya sea por un factor de costos o por la entrada en operación de nuevas unidades de tratamiento de productos pesados. El tratamiento de gases ricos en H_2S se realiza en plantas de aminas las cuales tienen la función de extraer parte del H_2S presente en el gas y así quitar la condición de gas ácido. Usted debe proyectar un sistema que pueda procesar $20 \text{ NMm}^3/\text{d}$ de un gas con una concentración de $18,01\% \text{ v/v}$ de H_2S , para utilizarlo como combustible en unidades específicas de la planta. El gas de salida debe contener a lo más $0,02\% \text{ v/v}$ de H_2S . La columna de absorción opera a $5 \text{ kgf/cm}^2\text{g}$.

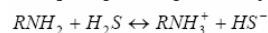
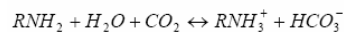
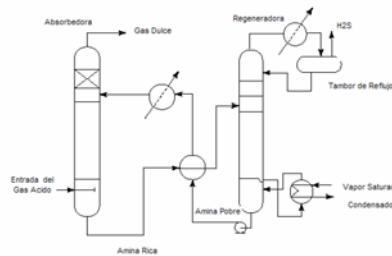
Desarrollo del proyecto

- **Planeación:** los estudiantes organizados en grupos de dos integrantes planifican las etapas del proyecto, considerando dedicación total de tres semanas de trabajo.
- **Orientación:** una vez a la semana los estudiantes se reúnen en el laboratorio de computadores en donde el alumno ayudante controla y orienta el desarrollo del proyecto.

Desarrollo del proyecto

- **Recolección de datos:** para esta aplicación los estudiantes recopilan información relacionada con el proceso de absorción de H₂S en aminas y el manejo adecuado de las condiciones de operación.
- En este punto los alumnos estudian el proceso en profundidad y llegan a la conclusión de que necesitan información adicional para desarrollar el proyecto.

Estudio del proceso de absorción.



- Los datos entregados por el alumno ayudante.

		Corriente de Gases Ácidos
Capacidad de Diseño	NMm ³ /d	130
Flujo	NMm ³ /d	20
Presión	Kg/cm ² g	5
Temperatura	°C	42
Composición		%mol
H ₂ S		18.01
H ₂		1.43
N ₂		0.55
O ₂		0.05
CO		0.00
CO ₂		1.41
Metano		8.89
Eetano		31.73
Propano		23.34
Propeno		0.23
i-Butano		4.06
n-Butano		5.81
i-Pentano		1.90
n-Pentano		1.81
Pentenos		0.00
C ₆ ⁺		0.97
H ₂ O		0.00

- **Análisis de datos:** se van simulando y evaluando los diferentes escenarios de las propuestas.
- En este punto surge la duda, de que amina utilizar, es por esto, que los alumnos deben investigar la eficiencia de las aminas para este proceso.

Tipos de Aminas

- Los alumnos guiados por el alumno ayudante, generan problemáticas referente al tipo de amina y al uso de esta, como por ejemplo, los rangos de concentración, selectividad y problemas operacionales.
- Se verificó la existencia de al menos 4 tipos de aminas utilizadas en petroquímica, donde las más utilizadas son MEA, DEA, MDEA.
- Las aminas más efectivas para este tipo de proceso actualmente son la DEA, MDEA.

Selección del Tipo de Amina.

■ Características de la DEA.

Ventajas de usar DEA:

- La DEA se usa en soluciones acuosas del 20 al 35% en peso.
- Gran resistencia a la degradación por CS₂.
- Menores pérdidas por evaporación.
- Rápida absorción de CO₂.

Desventajas de usar DEA:

- Su baja reactividad.
- Mayor velocidad de recirculación.
- Alta energía de regeneración.
- Se degrada.
- Produce Corrosión y Erosión
- Mayor costo.

■ Características de la MDEA.

Ventajas de usar MDEA.

- La MDEA se usa en soluciones acuosas del 20 al 50% en peso.
- Menor presión de vapor y menos pérdidas por evaporación.
- Estable térmica y químicamente.
- Alta resistencia a la degradación.
- Pocos problemas de corrosión.
- Son selectivas en la remoción de H₂S y no forman Carbonatos.

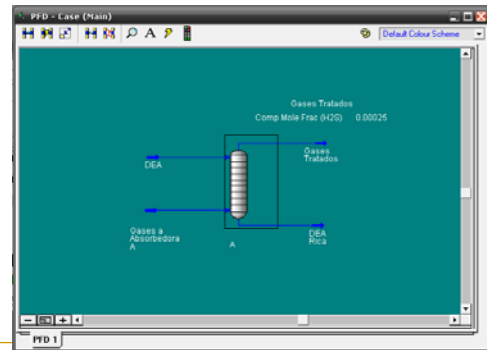
Desventajas de usar MDEA.

- Bajas velocidades de reacción con CO₂.
- Tendencia de formar espuma a altas concentraciones.
- Alto costo.

Reporte del proyecto

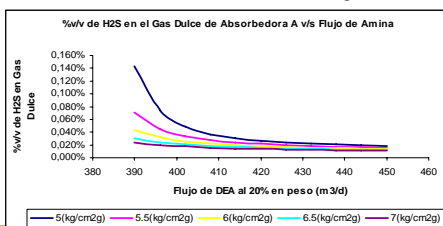
- El proyecto fue reportado mediante un informe escrito y una presentación de cada grupo de trabajo en la cual se mostraron los resultados de las simulaciones y la evaluación técnica y económica de las propuestas.

Salida del Simulador



Mejor Propuesta...

- La idea que , más resalto fue el aumento en las presiones de operación, ya que, al aumentar la presión se favorece el proceso de absorción, lo cual implica un gasto menor en las cantidades de amina utilizada, con el fin de obtener un 0,02% v/v de H₂S en el gas dulce.



Evaluación

- La aplicación del simulador como herramienta de trabajo, apporto en el desarrollo de criterios ingenieriles en relación al manejo adecuado de variables de operación para el aumento de la eficiencia de procesos y/o equipos de transferencia de masa. En este punto se puede decir que el simulador apoya el desarrollo de competencias especializadas relacionadas con la capacidad de análisis de procesos industriales.
- A través de la observación del desempeño de los estudiantes en el desarrollo de problemas y cálculos realizados por ellos en la actividad de cátedra; no se evidencio una relación directa entre la aplicación del simulador y la calidad del aprendizaje conceptuales.

- Entre los contenidos del curso, se estudian fundamentalmente sistemas binarios y el simulador presenta la ventaja potencial de apoyar el análisis de sistemas multicomponentes.
- El uso del simulador resulto ser un elemento altamente motivador, durante el desarrollo del curso. Los estudiantes se involucraron con la ejecución del proyecto trabajando con entusiasmo, interés y rigurosidad en análisis de datos y tomas de decisiones.
- Esta metodología activa no aportó en el incremento de los índices de aprobación de la asignatura, los que históricamente se mantienen bordeando el 70%.
- El manejo de este tipo de herramienta potencia el desarrollo de competencias especializadas en los futuros profesionales, aportando un valor agregado al momento de su egreso e inserción el campo profesional.

- En el caso particular de los ingenieros de ejecución en procesos químicos, el simulador contribuye en el logro de un mayor nivel de madurez en el análisis de problemas industriales reales, entregando herramientas para la evaluación técnica de equipos, procesos y plantas.

FIN