

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

**DIVISIÓN DE
INGENIERÍA QUÍMICA**

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESAROLLO

**“LABORATORIO VIRTUAL DE OPERACIONES UNITARIAS PARA
INGENIEROS QUIMICOS Versión 2”**

AGUILAR GARCIA HERBIN MIGUEL

MATRICULA: 201620813

ORGANISMO:

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

ASESOR:

INGENIERO: GÓMEZ GÓMEZ TAGLE RAÚL

COACALCO DE BERRIOZABAL ESTADO DE MÉXICO A ENERO 2024

AGRADECIMIENTOS

A los docentes

Quiero agradecer a cada uno de los profesores quienes supieron guiarme en esta etapa escolar, que sin duda alguna a su arduo trabajo supieron sacar lo mejor de mí en cada clase. Gracias por mostrarnos las capacidades que se esconden dentro de nosotros.

A mi tutor Ingeniero Químico Industrial Raúl Gómez Gómez Tagle

Le agradezco muy profundamente por su dedicación, su paciencia, su apoyo, sus consejos y sus correcciones los cuales me sirvieron como correcciones en diferentes puntos académicos, por ser una gran parte importante para que este trabajo esté terminado, sin su apoyo no hubiera llegado a esta etapa tan anhelado de un estudiante

A mis amigos Calalpa López Brayan, Martínez Franco Axel Edwin y a Moreno Santa Cruz Karen Daniela

Un agradecimiento especial a cada uno de ustedes que no dudaron en brindarme su amistad, por las horas compartidas y las reuniones realizando tarea y compartir grandes historias de vida. Cuando a finales de semestre me enferme estuvieron al tanto de mi salud.

Axel sin duda el mejor amigo siempre dándome consejos e incluyéndome en sus fiestas familiares, por estar ahí incondicionalmente sin pedírselo.

Brayan tu carácter siempre destacó entre todos, tus ocurrencias que siempre sacaban risas en momentos de enojo.

Daniela última en llegar al grupo pero sin duda desde el momento que llegaste formaste parte fundamental y aportaste grandes momentos.

Agradezco su amistad a cada uno de ustedes les deseo lo mejor y éxito.

A mi familia

Su apoyo incondicional por guiarme y apoyarme en las diferentes etapas de mi vida.

Mi abuela Rosalinda por enseñarme a leer y motivarme para sacar una carrera.

Mi abuelo Gustavo por enseñarme a trabajar el campo.

Mi hermano Jair por ser un ejemplo y apoyarme a su manera.

Especialmente a mi madre Ana Bertha García Vera por sacrificar su juventud, el tiempo de estar con sus hijos para que nunca nos faltara nada, sin tu amor y sin tu compañía y sobre todo tu guía no sería la persona que soy hoy en día, lo que tengo es gracias a ti.

RESUMEN

El presente informe técnico de Proyecto de Investigación y Desarrollo plantea, el desarrollo y conclusión de un laboratorio virtual, efectuado en época de pandemia y para cursos virtuales. El uso de laboratorios virtuales permitió cubrir una necesidad primordial durante este periodo de alerta mundial. Por otro lado, el desarrollo de programas con un enfoque en la aplicación de procesos químicos, fortalece los conocimientos adquiridos mediante la teoría y orienta a la resolución de problemas y desarrollo de nuevos procesos químicos. Es así, que los laboratorios virtuales sirven como herramienta para estudiantes que forman parte de la carrera de ingeniería química.

Durante la pandemia de COVID-19, los laboratorios virtuales se quedaron para ser aplicados en educación superior de IQu. Gracias al uso de laboratorios virtuales, muchas instituciones pudieron brindar una educación de calidad, incluso aportar herramientas de aprendizaje a alumnos enfrentado retos a una vida laboral productiva y profesional. Aun aunados a eventos como la pandemia del COVID-19.

Capítulo I, La justificación que sostiene la viabilidad del laboratorio virtual, planteando los problemas a resolver de manera priorizada y por último, se establecen los objetivos generales y específicos que se buscan alcanzar.

Capítulo II, Marco teórico abordando temas como flujo de fluidos, tuberías, bombas, intercambiadores de calor, absorción, reactores y destilación.

Capítulo III, Desarrollo e ilustra la toma de decisiones designando los softwares y sitios web elegidos para llevar a cabo el proyecto.

Capítulo IV, Resultados obtenidos de una prueba del laboratorio virtual, cuyo objetivo es conocer las variables que implican en buen funcionamiento y viabilidad.

Capítulo V, Conclusiones obtenidas por los resultados previos.

Capítulo VI, Enumera las competencias desarrolladas y aplicadas que engloban el proyecto.

Bibliografía y Cibergrafía

Capítulo VII, se citan las fuentes de información utilizadas a lo largo del trabajo presentado.

Anexo VIII, Muestra una sección de información complementaria en forma de anexo.

NOMBRE DE LA PLATAFORMA: "LABORATORIO VIRTUAL
DE PROCESOS QUÍMICOS."

LINK PARA ACCEDER AL LABORATORIO VIRTUAL:

classroom.google.com

LA CLAVE DE ACCESO: 7r6tdv6

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN	8
1.2 JUSTIFICACIÓN	11
1.3 PROBLEMAS A RESOLVER	13
1.4 OBJETIVOS	14

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	40
2.2 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA	48

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO	51
3.1 COCO SIMULATOR	51

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS	62
---------------	----

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES	68
-----------------	----

CAPÍTULO VI

6. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	69
-------------------------------	----

CAPÍTULO VII

7. FUENTES DE INFORMACIÓN	70
---------------------------	----

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS	75
-----------	----

I. INTRODUCCIÓN

“Si una persona es perseverante, aunque sea dura de entendimiento, se hará inteligente; y aunque sea débil se transformara en fuerte”.

Leonardo Da Vinci (1452-1519), famoso como pintor, escultor, arquitecto ingeniero y científico.

El presente trabajo tiene como objetivo implementar una herramienta digital llamada Laboratorio Virtual (LV). Esta herramienta es un sitio virtual de aprendizaje que se accede desde cualquier dispositivo electrónico (smartphone o preferentemente Laptop de más de 2 GB en RAM).

Un laboratorio virtual (LV) es flexible, permite a los estudiantes modificar los valores de las diferentes variables estudiadas, más aun cuando se trata de variables de tipo termodinámico. Con lo anterior, se pueden explorar resultados experimentales más rápido que en un laboratorio tradicional, realizando prácticas de forma segura muy cercanas a la realidad. Los estudiantes pueden mejorar sus habilidades y conocimientos a través de esta estrategia virtual. La educación a través de LV juega un papel muy importante en el desarrollo de aplicación y desarrollo del conocimiento en los estudiantes.

(Sheppard et al., 2008)

Sin embargo, los conceptos y los principios los LV permiten desarrollar habilidades profesionales fundamentales, tales como la solución de problemas, el diseño de equipo industrial, procesos químicos industriales e identificación de fallas.

(Feisel & Rosa, 2005; Wankat & Oreovicz, 2015)

Los costos de software especializado en ingeniería química no es de fácil acceso y este factor es una limitante. Para reducir dichas limitaciones, los académicos buscan constantemente tecnologías emergentes que permitan contar con laboratorios más inclusivos y a la vez efectivos. Entre estas tecnologías, los laboratorios virtuales se

están volviendo muy populares en la educación de la ingeniería y las ciencias.

(Potkonjak et al., 2016).

El LV, incluye los siguientes temas: Flujo de fluidos, Bombas y Tuberías, a su vez, éstos comprenden la información teórica, test y videos para el fortalecimiento de conocimientos previamente obtenidos en clases. Por otro lado, los temas que comprenden: reactores, intercambiadores de calor, absorción y destilación incluye el LV información teórica, simulaciones para llevar a cabo una simulación.

En la actualidad, las industrias están obligadas a utilizar software sofisticado que soporten e implementen nuevas funcionalidades a los procesos de producción autónomos. Es decir, la ingeniería de software aporta a la dinámica en el área de la automatización industrial, resaltando mejoras significativas en la configuración de sistemas implementados en este campo. Dentro del LV se incluyen videos y simulaciones que abarcan a las principales operaciones unitarias, pertinentes para la formación del alumno como ingeniero químico, carrera que ofrece el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN

El Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco (TESCo) fue creado el 4 de Septiembre de 1996, como Organismo Público Descentralizado de Carácter Estatal, con Personalidad Jurídica y Patrimonio Propios; con objeto de formar profesionales e investigadores aptos para la aplicación y generación de conocimientos, con capacidad crítica y analítica en la solución de problemas, con sentido innovador para incorporar los avances científicos tecnológicos al ejercicio responsable de la profesión, de acuerdo a los requerimientos del entorno, el Estado y el País.

MISIÓN

Es una institución pública de Educación Superior Tecnológica que forma de manera integral profesionistas e investigadoras e investigadores, con creatividad e innovación, capaces de resolver problemas de su ámbito laboral y de apoyar el desarrollo tecnológico; a través de la oferta de programas educativos de licenciatura y posgrado reconocidos por su calidad, con un enfoque de responsabilidad social basado en valores y el respeto al medio ambiente.

VISIÓN

Consolidarse como una institución pública de Educación Superior Tecnológica que fomenta la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico vinculado con las empresas e instituciones nacionales e internacionales a través de su alumnado, egresadas y egresados, profesoras, profesores, investigadoras e investigadores con enfoque en las áreas de automatización y control, manufactura avanzada y desarrollo sustentable.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA

OBJETIVO DE LA CARRERA

Formar profesionistas en Ingeniería Química competentes para investigar, generar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico, que le permita identificar y resolver problemas de diseño, operación, adaptación, optimización y administración en industrias químicas y de servicios, con calidad, seguridad, economía, usando racional y eficientemente los recursos naturales, conservando el medio ambiente, cumpliendo el código ético de la profesión y participando en el bienestar de la sociedad.

MISIÓN

La carrera de Ingeniería Química del Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco será reconocida como formadora de profesionistas con un perfil integral para la toma de decisiones, con la capacidad de resolver necesidades industriales y sociales de la región y del Estado en base a una formación científica-tecnológica sólida e interdisciplinaria que fomente el aprovechamiento de recursos, energía y la mitigación de riesgos e impacto ambiental.

VISIÓN

La carrera de Ingeniería Química del Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco será reconocida por:

- Formar egresados con la capacidad de diseñar, seleccionar, operar, optimizar y controlar procesos en industrias químicas y de servicios de su entorno integrados a la globalización, de manera íntegra y con respeto absoluto al medio ambiente.

- Sus laboratorios con un enfoque de procesos y ciencias básicas actualizándose tecnológicamente con equipo pertinente para dar el mejor servicio en la enseñanza y formación de los estudiantes, a la investigación y al servicio tecnológico a las empresas.
- Por contar con un programa certificado por instituciones gubernamentales y privadas reconocidas a nivel nacional e internacional.
- Contar con una planta docente con el perfil idóneo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería química, manteniéndose en constante formación y actualización vinculada al perfil de egreso del estudiante.
- La calidad y factibilidad de sus proyectos para cubrir las necesidades inherentes a la industria y a la sociedad.
- Facilitar la movilidad estudiantil y de su profesorado que apoyen al desarrollo de capacidades, habilidades y aptitudes que le permiten innovar y generar una visión globalizada de su función tecnológica en la sociedad.

Dirección: Av. 16 de septiembre # 54, C.P. 55700, Col. Cabecera municipal, Coacalco de Berriozábal, Estado de México

Teléfonos: 01 (55) 2159 4324, 2159 4325 y 2159 4468

webmaster@tesco.edu.mx

1.2 JUSTIFICACIÓN

El laboratorio virtual es una herramienta didáctica que apoya y/o complementa a un laboratorio físico, desarrollando simulaciones de operaciones unitarias de importancia para la formación del ingeniero químico en un entorno seguro.

La población de alumnos de ingeniería química dentro del tecnológico de estudios superiores de Coacalco ha incrementado de manera importante, tomando como referencia desde su fundación en septiembre del 2010, hasta la. Obteniendo actualmente una demanda exponencial de estudiantes a la carrera de Ingeniería Química, los laboratorios se ven sobrepasados a la alza de la población, más en el laboratorio de operaciones unitarias.

En este último laboratorio, se desarrollan asignaturas tales como: laboratorio integral, procesos de separación, fisicoquímica, entre otras. Como diagnóstico se prevé la saturación del laboratorio, provocando una dispersión en el desarrollo de actividades en un ambiente interactivo.

Desde la concepción de la nueva normalidad como consecuencia de la actual pandemia el uso de los laboratorios físicos han sido nulos, provocando un déficit de concebir conocimiento desde un ambiente interactivo.

Por protocolo de seguridad el número de alumnos dentro de los laboratorios físicos se verán limitados. Sin embargo, el laboratorio virtual establece soluciones para ser aplicadas a corto, mediano y largo plazo, debido a la robustez de los simuladores para ingeniería química.

El uso del LV proporciona mayor versatilidad para el docente y establece un amplio repertorio de temas de interés acorde al temario vigente en el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. El personal docente tendrá acceso al laboratorio y se podrá emplear lo siguiente: la aplicación de exámenes, videos de apoyo y ejecutar

simulaciones.

El laboratorio virtual enlista entre sus virtudes organizar al alumnado de acuerdo con las normas sanitarias establecidas por la actual pandemia global. El cual da la posibilidad de siempre generar una atmósfera que provee información, interacción, producción y exhibición en un ambiente seguro.

La interacción con los simuladores es crítica para el ingeniero químico debido a la amplia aplicación en la industria y los diferentes simuladores que hay en el mercado, los simuladores recrean situaciones y son diseñados para comprobar el funcionamiento de determinado proceso. Como beneficios se añaden la versatilidad de contar con una amplia variedad de equipos ya que en la actualidad no se cuenta con ellos de manera física.

1.3 PROBLEMAS A RESOLVER

- Como parte de la problemática se detecta la falta de recursos del laboratorio físico en cuanto a materiales y equipo, por lo que se plantea el apoyo con un laboratorio virtual.
- La población estudiantil dentro de la carrera de Ingeniería Química se encuentra en un ascenso constante y no se cuenta con el espacio suficiente en el Laboratorio Físico para atender a todos los grupos.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo general

- Implementar una estrategia académica de trabajo de Laboratorio Virtual y una plataforma en línea que le permita al estudiante complementar y fortalecer las competencias, basados en las asignaturas que forman al plan de estudios en la carrera de ingeniería química del Tecnológico de estudios Superiores de Coacalco.

Objetivos específicos

- Desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas con el apoyo de sesiones de un Laboratorio Virtual.
- Complementar los conocimientos adquiridos en prácticas que no se pueden realizar dentro de las instalaciones.
- Originar un ambiente seguro para la realización de actividades de manera interactiva.
- Generar material de apoyo al cuerpo docente y alumnado como son: videos, cuestionarios y simulaciones.
- Almacenar en la plataforma material didáctico actualizado para apoyo a las asignaturas de procesos industriales y de operaciones unitarias.

2. MARCO TEÓRICO

SIMULACIÓN

La simulación se define como una técnica para efectuar en forma rápida un proceso con base en una representación del mismo, mediante modelos matemáticos. La solución de éstos se lleva a cabo por medio de programas de computadora y permite predecir o tener un mejor conocimiento del comportamiento del proceso.

(Victor Hugo Martínez., 2000, b. pág 34.)

La simulación desde la perspectiva de la ingeniería química, está vinculada al cálculo de los balances de materia, energía y eventualmente la cinética, termodinámica y velocidad de transferencia de un proceso, cuya estructura, y datos preliminares de los equipos que los componen. Es sabido que en la simulación convergen diversas corrientes del saber, como es el análisis de los métodos numéricos para la solución de ecuaciones tanto algebraicas como diferenciales, el modelado de procesos, operaciones unitarias y fenómenos de transporte, estimación de propiedades fisicoquímicas, etc. Laboratorios virtuales su función es simular el ambiente de un laboratorio real con la implementación de simulaciones para tener un desarrollo de las mismas en un ambiente, reforzando los conocimientos de dicho campo.

OPERACIÓN UNITARIA

Los procesos en la industria química siempre pueden subdividirse en unidades básicas llamadas operaciones unitarias.

Las operaciones unitarias son cada una de las acciones necesarias de transporte, adecuación y/o transformación física o química.

El número de estas operaciones básicas no es muy grande y generalmente sólo unas cuantas de ellas intervienen en un proceso determinado.

(Sr. Carlos A. Bizama Fica. 2010. pág 1)

TIPOS DE OPERACIONES UNITARIAS

Las operaciones unitarias más comunes se producen en Reactores, intercambiadores de Calor, bombas, mezcladores y separadores, y en cada proceso y/o operación unitaria se cambian las condiciones de una determinada cantidad de materia de una o más de las siguientes formas:

- Modificando su masa o composición
- Modificando el nivel o calidad de la energía que posee
- Modificando sus condiciones de movimiento

(sr. Carlos A. Bizama Fica. 2010.pág.1)

Cada operación unitaria tiene una fuerza impulsora, un gradiente en alguna propiedad, que da cuenta del mecanismo principal de transferencia:

Caso	mecanismo	gradiente impulsor
transferencia de masa	difusión	concentración
transferencia de calor	conduccion, conveccion, radiacion	temperatura
transferencia de cantidad de movimiento	razonamiento	velocidad

(Daniel Nolas, 2012. pag 1).

Normalmente se clasifican las operaciones unitarias en función de la propiedad materia, energía o cantidad de movimiento que se transfiere en la operación o la que sea más relevante. No obstante, la operación no vendrá controlada necesariamente por las tres transferencias estará limitada máximo por dos. De acuerdo con el criterio de cuál es la transferencia más relevante. Las operaciones unitarias se clasifican en:

- Operaciones de transferencia de materia
- Operaciones de transferencia de energía

- Operaciones de transmisión simultánea de materia y energía
- Operaciones de transporte de cantidad de movimiento

El proyecto de investigación y desarrolló se centra en incorporar 5 operaciones unitarias vitales para el desarrollo del Ingeniero Químico en su etapa formativa. las cuales son:

- Destilación
- Flujo de fluidos
- Intercambiadores de calor
- Absorción
- Reactores

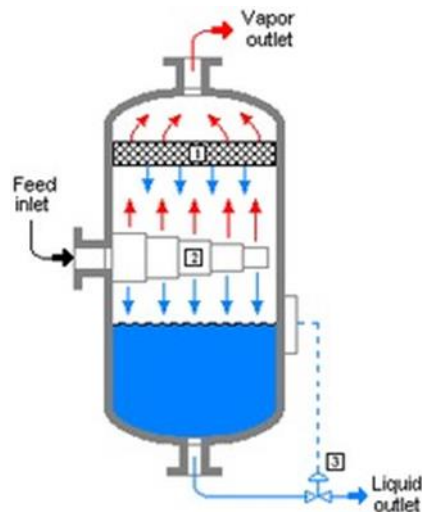
DESTILACIÓN

La destilación se basa en la separación entre dos o más líquidos con diferencia entre los puntos de ebullición de las sustancias que conforman la mezcla a separar. La destilación es una operación unitaria utilizada en la separación de sustancias miscibles. El proceso de separación consiste en hacer hervir una mezcla, normalmente una disolución, y condensar después, por enfriamiento, los vapores que se han producido.

En una columna de destilación la mezcla se deposita en el hervidor en donde se calienta la mezcla. Al hervir la mezcla, se genera una corriente de vapor que conforme asciende por la columna se enriquece del componente más volátil (menor punto de ebullición). Esta corriente se condensa en el condensador. Una parte de este vapor condensado regresa a la columna como reflujo y otra parte se extrae como líquido destilado. La corriente de líquido de reflujo desciende por gravedad (del condensador hacia los platos) y se va enriqueciendo con el componente más pesado. Este proceso de enriquecimiento-empobrecimiento en determinados componentes se lleva a cabo en etapas sucesivas de la columna. Una mezcla binaria con diferentes puntos de ebullición comenzará a hervir a una temperatura intermedia entre los puntos de

ebullición de los dos componentes, produciendo un vapor que es más rico en el componente más volátil. Condensando el vapor se obtiene un líquido enriquecido notablemente en este componente más volátil, mientras que el líquido que queda en el fondo estará enriquecido en el componente menos volátil.

(LÓPEZ ESTRADA, F. R. 2008, pág 38)



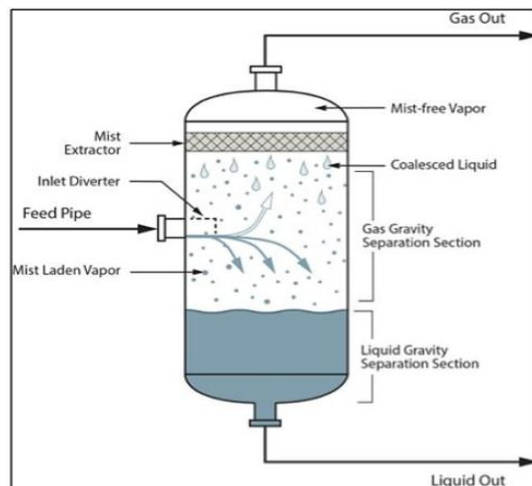
(Dominio Público. imagen 2007)

TIPOS

• Destilación simple.

En este tipo de destilación, primero se introduce líquido en un recipiente de calentamiento. La carga líquida se hierve lentamente y los vapores se extraen con la misma rapidez con que se forman, enviándolos a un condensador donde se recolecta el vapor condensado (destilado). La primera porción de vapor condensado es más rica en el componente más volátil A. A medida que se procede con la vaporización, el producto vaporizado es más pobre.

(C.J. GEANKOPLIS. EDICION 3. 1998. Pág. 719)

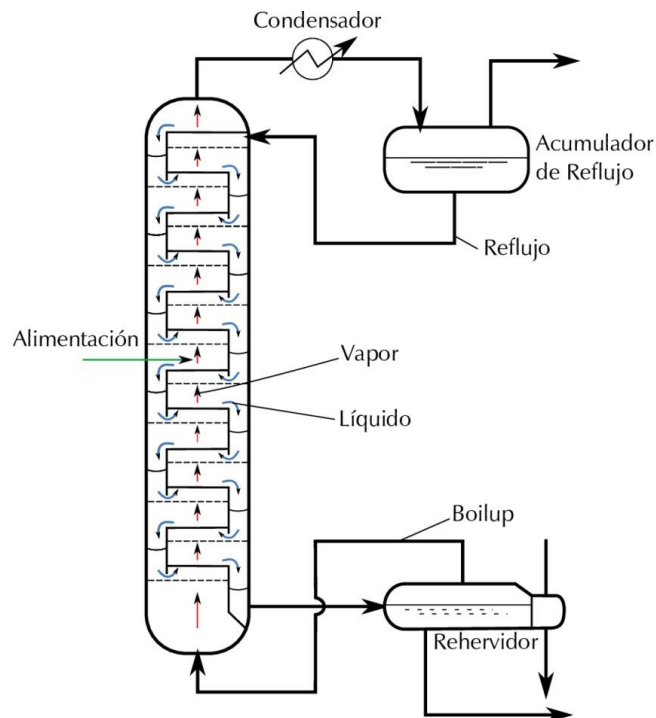


(Imagen de PetroSkills 2020)

• Destilación fraccionada.

Se realiza mediante una columna de fraccionamiento, que está formada por diferentes placas en las que se produce sucesivamente la vaporización y la condensación, garantizando una mayor pureza en los componentes separados. este proceso puede llevarse a cabo de forma continua o por lotes según las condiciones y la pureza requerida.

(Adams R., Johnsonr. 1979.)

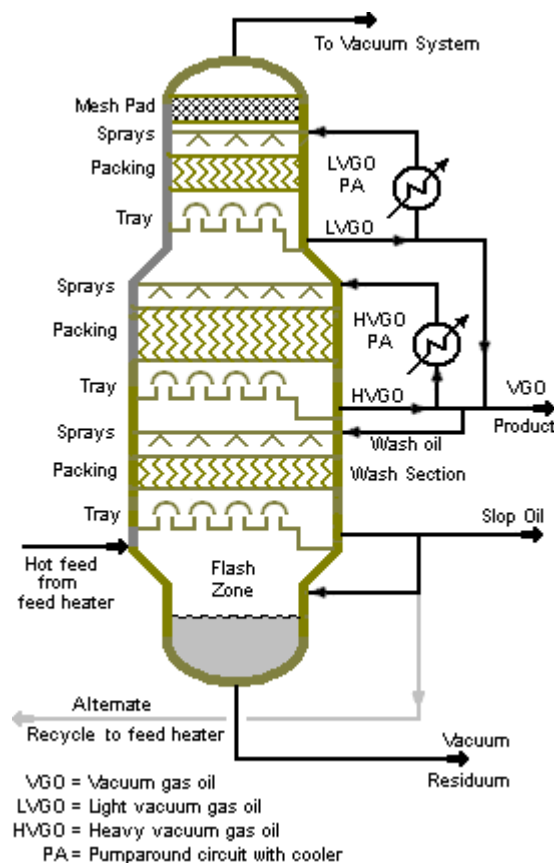


(Creative Commons Genérica de Atribución. 2010)

- **Destilación al vacío.**

Es una forma de destilación (sencilla o fraccionada) que se efectúa a presión reducida. El montaje es muy parecido a los otros procesos de destilación, con la salvedad de que el conjunto se conecta a una bomba de vacío o trompa de agua, lo cual permite destilar líquidos a temperaturas inferiores a su punto de ebullición normal. Muchas sustancias no pueden purificarse por destilación a presión atmosférica porque se descomponen antes de alcanzar sus puntos de ebullición normales. Otras sustancias tienen puntos de ebullición tan altos que su destilación es difícil o no resulta conveniente. En estos casos se emplea la destilación a presión reducida. Un líquido comienza a hervir a la temperatura en que su tensión de vapor se hace igual a la presión exterior, por tanto, disminuyendo esta se logrará que el líquido destile a una temperatura inferior a su punto de ebullición normal.

(Germán Fernández. 2012)



(Mbeychok. 29 September

FLUJO DE FLUIDOS

El flujo de fluidos estudia el movimiento de los caudales, las fuerzas que provocan o impulsan el movimiento (bombas y turbinas), así como la interacción entre el fluido y el medio que lo transporta (tuberías). La mecánica de fluidos continuos propone un modelo unificado de estudio para sólidos deformables, sólidos rígidos y fluidos. Para el caso de fluidos distingue además entre los líquidos y los gases, el fluido incomprensible considera que la densidad es constante y se verifica en los líquidos y el flujo compresible tiene en cuenta la compresibilidad y se aplica principalmente a los gases.

Propiedades de los fluidos

Densidad ρ : Se define como la masa por unidad de volumen. Sus unidades en el sistema internacional son $[\text{kg/m}^3]$. Para un fluido homogéneo, la densidad no varía de un punto a otro y puede definirse mediante.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Peso específico: se define como el peso por unidad de volumen. En el sistema internacional sus unidades son $[\text{N/m}^3]$. Para un fluido homogéneo $\gamma = mg/V = \rho g$, mientras que para un fluido no homogéneo.

$$\gamma = \gamma(x, y, z, t) = g \frac{dm}{dV} = \rho g$$

Volumen específico: Se denomina así al volumen ocupado por la unidad de masa. Para un fluido homogéneo se define como $v = V/m = 1/\rho$, mientras que en el caso general de un fluido no homogéneo tendremos que hablar de su valor en un punto.

$$v = v(x, y, z, t) = \frac{dV}{dm} = \frac{1}{\rho}$$

Viscosidad: se refleja la resistencia al movimiento del fluido y tiene un papel análogo al del rozamiento en el movimiento de los sólidos, la viscosidad esta siempre presente en mayor o menor medida tanto en fluidos compresibles como incompresibles, pero

no siempre es necesario tenerla en cuenta. En el caso de los fluidos perfectos o no viscosos su efecto es muy pequeño y no se tiene en cuenta, mientras que en el caso de los fluidos reales o viscosos su efecto es importante y no es posible despreciarlo.

Presión: Se define como el valor absoluto de la fuerza por unidad de superficie a través de una pequeña superficie que pasa por ese punto y en el sistema internacional su unidad es el Pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Mientras que en el caso de los sólidos en reposo, las fuerzas sobre una superficie pueden tener cualquier dirección, en el caso de los fluidos en reposo la fuerza ejercida sobre una superficie debe ser siempre perpendicular a la superficie.

Dilatación térmica. Se caracteriza por el coeficiente de dilatación de volumen, que representa el aumento relativo del volumen producido por un aumento de la temperatura, y está definido como:

$$\alpha_v = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$$

Es importante y básico para el Ingeniero Químico el conocer y entender los principios básicos de la mecánica de fluidos, es esencial en el análisis y diseño de cualquier sistema en el cual el fluido es el elemento de trabajo (gases, refrigerantes, vapor, aire comprimido, agua, etc.) como pueden ser los sistemas de tuberías para la conducción de reactivos y productos, redes de servicios auxiliares para las necesidades de calentamiento o enfriamiento, la generación de electricidad que se requiere para un trabajo se genera por medio del trabajo de una turbina, especificaciones de un compresor para obtener algún gas a presión, selección de la bomba para mover un líquido, etc.

(Mataix, Claudio. Mecánica de fluidos y Máquinas hidráulicas, 1996, pag 5-7.)

TUBERÍAS

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos, sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: como lo son aceites, gas, vapor etc. En la industria de materiales, en especial en el segmento de la tubería, se podrán encontrar variaciones respecto a la calidad, el tipo de material o aleación y el uso que se le da a cada tipo de tubo.

(Edison Herrera Núñez. 2012. Pág 3).

LAS TUBERÍAS EN LOS PROCESOS QUÍMICOS

En la fabricación/construcción, montaje / instalación de las tuberías se deben utilizar sólo materiales nuevos, los que deben de cumplir con la correspondiente especificación de materiales de tubería (EMT). La Especificación de materiales de tubería (EMT) es un documento que establece el conjunto de componentes de tubería, sus materiales, clase, características y requerimientos constructivos para el manejo de un servicio dentro de un rango de operación determinado (presión - temperatura). Los materiales usuales son: acero, acero inoxidable, aluminio, plomo, asbesto, cemento, cobre, concreto, hierro forjado, hierro fundido, hierro negro, latón, cerámica vitrificada, plásticos y vidrio. Dado la amplia cantidad de materiales usados dentro de la industria para equipos y más para tuberías, los materiales se pueden englobar en dos grupos en metálicos y no metálicos.

(AGUILAR RAMIREZ NAYELY LIZETH. 2014. a, Pág. 25).

Materiales metálicos en tuberías

El uso de materiales metálicos en ingeniería es importante ya que facilitan de una manera más eficiente el trabajo y ofrecen mayor resistencia a muchas condiciones, ya que tienen un conjunto común de propiedades que los hacen más útiles en casi todas las aplicaciones cotidianas e industriales, entre esas propiedades se encuentran la resistencia a la corrosión, al desgaste y choque, su ductilidad, dureza,

conductividad eléctrica y térmica, entre otras.

Los metales no se utilizan por lo general en su forma pura, más bien, los elementos secundarios se añaden a propósito para mejorar o modificar su comportamiento. Esta adición de elementos secundarios se llama de aleación.

Los metales ferrosos tienen como base en su composición hierro, son los más importantes en la fabricación de tuberías y en función de la importancia que el hierro guarda en su composición; se mencionan a continuación algunas características generales.

Hierro dúctil

A menudo las líneas de conducto de agua, gas y drenaje se hacen con hierro dúctil debido a su resistencia, ductilidad y relativa facilidad de manejo. Ha sustituido al hierro forjado en muchas aplicaciones. Varias clases de conductos de hierro dúctil están disponibles para su uso en sistemas que manejan un intervalo de presiones.

Los tubos en hierro fundido dúctil son elementos de alta tecnología, calidad y desempeño, usados comúnmente en sistemas de acueducto y alcantarillado con o sin presión, sistemas de riego e instalaciones industriales.

Acero (Steel)

Los tubos estándar se utilizan en sistemas hidráulicos, condensadores, intercambiadores de calor, sistemas de combustibles de motores y en sistemas industriales de procesamiento de fluidos.

Los tamaños estándar de tuberías se denominan por medio de su tamaño nominal y número de cédula. Los números de cédula están relacionados con la presión permisible de operación y el esfuerzo permisible de acero en la tubería.

El rango de números de cédula va de 10 a 160, y los más altos indican un espesor mayor. Debido a que todas las cédulas de tubería de un tamaño nominal dado tienen el mismo diámetro exterior, las más grandes tienen un diámetro nominal pequeño. Las series más completas de tubería de acero disponibles son las cédulas de 40 y 80.

Acero al carbón

Aceros de media y baja aleación La tubería de acero al carbón, aceros de alta (más de 0.50% de C), media (0.35% a 0.50% de C) y baja aleación (de 0.08% a 0.35% de C) y otras aleaciones con excepción de los aceros inoxidables, deben cumplir con las dimensiones y requerimientos de (ASME B36 10M: 2004) En esta aleación el carbón es el elemento que controla en forma esencial las propiedades de las aleaciones, la cantidad de manganeso, que proporciona la dureza, está limitada a 1.65% y los contenidos de cobre y silicio son mínimas.

El acero de baja aleación es suave y dúctil, es el que se utiliza más para producción, se usa para hojas de lata, lamina para carrocería, elementos estructurales. El acero de media se usa para fundiciones de acero de altas resistencias y para forjas como ejes de ferrocarril, engranes, etc. Y el acero de alta sirve para forjas como llaves de tuercas y herramientas en general, aunque actualmente se utilizan los aceros de baja aleación ultrarresistentes, que son más baratos pero recibe un tratamiento para hacerlos más resistentes.

Acero inoxidable

Debe cumplir con las dimensiones y requerimientos de (ASME B36 19M: 2004) o equivalentes. El acero al carbón tiene poca resistencia a la corrosión, a la oxidación y al impacto, para superar este problema se ha desarrollado aceros aleados que contiene elementos que mejoran sus propiedades y de esas aleaciones salen los aceros inoxidables, que se componen de hierro y cromo que es el elemento que proporciona la resistencia a la corrosión. Otros elementos que están presentes en estas aleaciones son níquel, molibdeno, manganeso, silicio y titanio.

Materiales plásticos en tuberías

Existe una variedad amplia de aplicaciones donde tiene ventajas por su peso ligero, facilidad de instalación, resistencia a la corrosión y a los productos químicos. Por ejemplo están la distribución de agua y gas, drenaje y aguas residuales, producción de petróleo y gas, irrigación y muchas aplicaciones industriales.

Entre ellos están las variedades de polietileno (PE), Poliamida (PA) polipropileno (PP), Cloruro de polivinilo (PVC), cloruro de polivinilo clorado (CPVC). Debido a que ciertas

tuberías y tubos se encuentran en los mismos mercados que los metales, donde ha sido común la existencia de estándares. Muchos productos de plásticos se adecuan a los estándares que hay para tamaños de tuberías de hierro, de hierro dúctil o tamaño de tubería de cobre.

Polietileno

Material termoplástico más utilizado debido a su bajo costo y a sus múltiples propiedades como son dureza a temperatura ambiente, buena flexibilidad en un amplio rango de temperaturas, excelente resistencia a la corrosión, propiedades aislantes, no tóxico y baja transmisión de vapor de agua.

Existe de baja densidad y de alta densidad. Las tuberías fabricadas con este material son flexibles, fuertes y resistentes a la corrosión, por lo que se utilizan para transportar productos corrosivos y abrasivos. Cloruro de polivinilo (PVC) Plástico termoestable, se usa extensamente por su alta resistencia química y sus habilidades únicas para mezclarse con aditivos para producir un gran número de compuestos con un amplio rango de propiedades físicas y químicas.

Cloruro de Polivinilo clorado (CPVC)

Este material no soporta altas temperaturas y es ampliamente resistente a ácidos, bases y alcoholes, no es tóxico y se le puede usar en transporte de alimentos. Cloruro de Polivinilo clorado (CPVC). Este material ofrece las mismas propiedades del PVC la única diferencia es que se puede usar a temperaturas mayores y ofrece un mayor tiempo de vida útil, pero su alto costo restringe el uso de este tipo de material. Este material es ideal para el servicio de agua potable.

Polipropileno

Tercer termoplástico más importante en ventas, dueño de una gran resistencia química, al impacto a la humedad, a la abrasión al transporte de sustancias corrosivas y al calor, cuenta con buena dureza superficial, notable flexibilidad y no es tóxico, puede ser usado en un rango de temperaturas de -10 °C a 105 °C.

No debe usarse con sustancias aromáticas, ácidos fuertemente oxidantes, halógenos e hidrocarburos halogenados. Su aplicación en el campo de la tubería es común

utilizarlos en transporte de gas natural y en líneas de baja presión, aire comprimido, agua acondicionada, etc.

Poliestireno

Termoplástico transparente, inodoro e insípido, poco resistente al ambiente, es poco resistente por los disolventes orgánicos y aceites, usando en tubería cuando se trata del tipo de alto impacto. Se usa para elaborar espuma de poliestireno en la elaboración de empaques y sellos.

Teflón Resina de fluorocarbono

Más utilizados por contar con una excelente resistencia química y al impacto, no es permeable. Puede ser utilizado en servicios con rangos de temperaturas de -28°C a 232°C .

Es resistente a muchas sustancias químicas y solventes excepto con metales alcalinos fundidos. Tubería no metálica Se deben inspeccionar visualmente, todas las tuberías y accesorios antes de su instalación en campo, para asegurar que no han sufrido daños ni desperfectos durante las fases de transporte y almacenamiento de material. No se aceptan tuberías o componentes de tuberías con reparaciones, los defectuosos se deben reemplazar por nuevos.

(AGUILAR RAMIREZ NAYELY LIZETH. 2014. a, Pág. 33 - 41).

CÓDIGOS Y NORMAS

Un código identifica los requerimientos generales para el diseño, materiales, fabricación, montaje, pruebas e inspección de los sistemas de tuberías. Por ejemplo, ASME B31.3-Process Piping es clasificada como un código de diseño. Este código es el que comúnmente se usa para plantas de procesos.

Una norma contiene detalladamente los parámetros de diseño y construcción y los requerimientos normalizados de dimensiones y tolerancias para los componentes individuales de la tubería, como son los tipos de válvulas, tes, bridas y otros

dispositivos en línea para completar un sistema de tubería.

Una especificación, como el nombre lo indica, da información más específica y datos en el componente; y ASTM considera especificaciones del material, ASTM A105 es la “especificación para acero forjado al carbono para aplicaciones de tubería”.

American society of mechanical engineers (ASME) B31, códigos para presión de tuberías

Antes del trabajo de diseño de ingeniería, se debe establecer qué norma, código o especificación aplica para el proyecto. Sin esto es imposible deliberar un proyecto que tenga niveles internacionales de seguridad y la calidad de ingeniería necesaria para que una licencia de operación sea concebida.

En la actualidad, las secciones siguientes de asme B31, código para tuberías de presión, son publicadas:

- ASME B31.1, POWER PIPING.
- ASME B31.2, FUEL GAS PIPING.
- ASME B31.3, PROCESS PIPING.
- ASME B31.4, LIQUID TRANSPORTATION SYSTEMS FOR HYDROCARBONS, LIQUID PETROLEUM GAS, ANHYDROUS AMMONIA, AND ALCOHOL.
- ASME B31.5, REFRIGERATION PIPING.
- ASME B31.8, GAS TRANSMISSION AND DISTRIBUTION PIPING SYSTEMS.
- ASME B31.8S, MANAGING SYSTEM INTEGRITY OF GAS PIPELINES.
- ASME B31.9, BUILDING SERVICES PIPING.
- ASME B31.11, SLURRY TRANSPORTATION PIPING SYSTEMS.
- ASME B31. G, MANUAL FOR DETERMINING REMANANING STRENGTH OF CORRODED PIPELINES.
- ASME B31, STANDARDS OF PRESURE PIPING.

El grupo de códigos ASME B31, previamente conocido como ANSI B31, cubre la presión en tuberías. Fué creada por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos e incluye, tubería de gas, tubería de proceso, sistema de tubería de transporte de hidrocarburos líquidos y otros líquidos, tubería de refrigeración y componentes de transferencia de calor, y servicios de tubería para la construcción.

(SMITH, P. (2007) Pág 11,13,23,24.)

Hoy en día la elaboración o especificación de cualquier material debe sustentarse en códigos y normas, en donde podemos encontrar los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación, pruebas, etc.

Se debe tener en cuenta que todos los materiales que se emplean deben de estar sustentados bajo códigos y normas. De todos los códigos y normas que se mencionó el que se utiliza más en la especificación de las tuberías es el código ASME B31, indica la especificación de tuberías a presión en el cual describe los requisitos mínimos de los materiales, diseño, fabricación, ensamble, soporte, instalación, examen, inspección y pruebas de los sistemas de tuberías sujetas a presión o vacío.

Este código consiste en secciones que se publican como documentos independientes por su sencillez, en los cuales se encuentra especificaciones sobre materiales de tuberías y accesorios y métodos de prueba de la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), especificación de la asociación Americana de Soldadura (AWS), y las normas de la Sociedad de Fabricantes de Estandarización de Válvulas y accesorios (MSS).

(Armando Pérez Martínez, 2018, pag 5-6)

Codificación de Colores de las tuberías en las plantas Industriales

Color de etiqueta	Color de texto	Color	Contenido de tubería
rojo	Blanco		Fluidos de extinción de incendios
naranja	Negro		Fluidos tóxicos y corrosivos
Amarillo	Negro		Fluidos inflamables
marrón	Blanco		Fluidos combustibles
Verde	Blanco		Potable, refrigeración, alimentación de calderas y otras aguas.
Azul	Blanco		Aire comprimido
Púrpura	Blanco		Definido por el usuario
gris			
negro			
Blanco	Negro		Definido por el usuario

(Editorial e información de compra de la guía A13.1-2007)

VISIBILIDAD DEL MARCADOR DE TUBERÍA Y REQUISITOS DE TAMAÑO

El estándar A13.1 de ANSI establece que «los marcadores deben ubicarse de modo que sean fácilmente visibles para el personal de la planta desde el punto de enfoque normal». Deben decirle al instante todo lo que necesita saber sobre el contenido de la tubería, la dirección del flujo y si el contenido es peligroso o seguro.

Diámetro exterior de tubería o revestimiento	Longitud del campo de color	Altura de letra
3/4 in - 1 1/4 in (19-32 mm)	5 pulgadas (127 mm)	1/2 pulg. (13 mm)
1 1/2 pulg. - 2 pulg. (38-51 mm)	8 pulg. (203 mm)	3/4 pulg. (19 mm)
2 1/2 in - 6 in (64-152 mm)	12 pulg. (304 mm)	1 1/4 pulg. (32 mm)
8 pulg. - 10 pulg. (203-254 mm)	24 pulg. (609 mm)	2 1/2 pulgadas (64 mm)
10 pulg. (254 mm) o más grande	32 pulg. (812 mm)	3 1/2 pulgadas (89 mm)

(Editorial e información de compra de la guía A13.1-2007)

BOMBAS

La bomba hidráulica es un dispositivo que transforma energía mecánica (torque y velocidad del motor) en hidráulica (caudal). Cuando una bomba opera, cumple dos funciones: primero, su acción mecánica crea un vacío en la succión lo cual permite que la presión atmosférica fuerce líquido del tanque o reservorio hacia la entrada de la misma bomba. Segundo, la misma acción entrega este líquido a la salida de la bomba y lo empuja hacia el circuito hidráulico generando una energía de presión y movimiento.

Es importante destacar que una bomba produce movimiento del líquido (caudal), las bombas no generan presión. Se genera el caudal necesario para el desarrollo de la presión en el sistema, la cual es realmente resultado de la resistencia al flujo.

(Solorzano, Ricardo. 2016)

Bombas Centrífugas

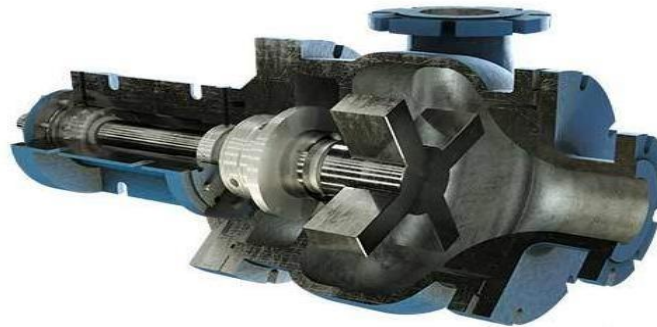
Las bombas centrífugas son un tipo de bomba hidráulica que transforma energía mecánica en energía cinética de presión a un fluido. Las bombas centrífugas aumentan la velocidad de los fluidos para que estos puedan desplazarse grandes distancias.

Bombas dinámicas

Estos son el tipo más común de bomba utilizada en la industria química. Son bombas altamente eficientes, de diseño y operación simple, y generalmente menos costosas que otros tipos de bombas.

Todas las bombas centrífugas extraen líquido en el impulsor por succión, causando un vacío. Esta característica de la bomba centrífuga también la hace propensa a la cavitación, especialmente con bajas presiones de admisión. Una desventaja importante de la bomba centrífuga es que tiene poca potencia de aspiración y necesita inundarse para comenzar a bombear.

La bomba dinámica (centrífuga), debido a sus características, conforman la clase de bombas hidráulicas de más aplicación dentro de la industria ya que son las más utilizadas para bombear líquidos en general y permiten movilizar grandes cantidades de agua.



(Bombas Centrífugas 2021)

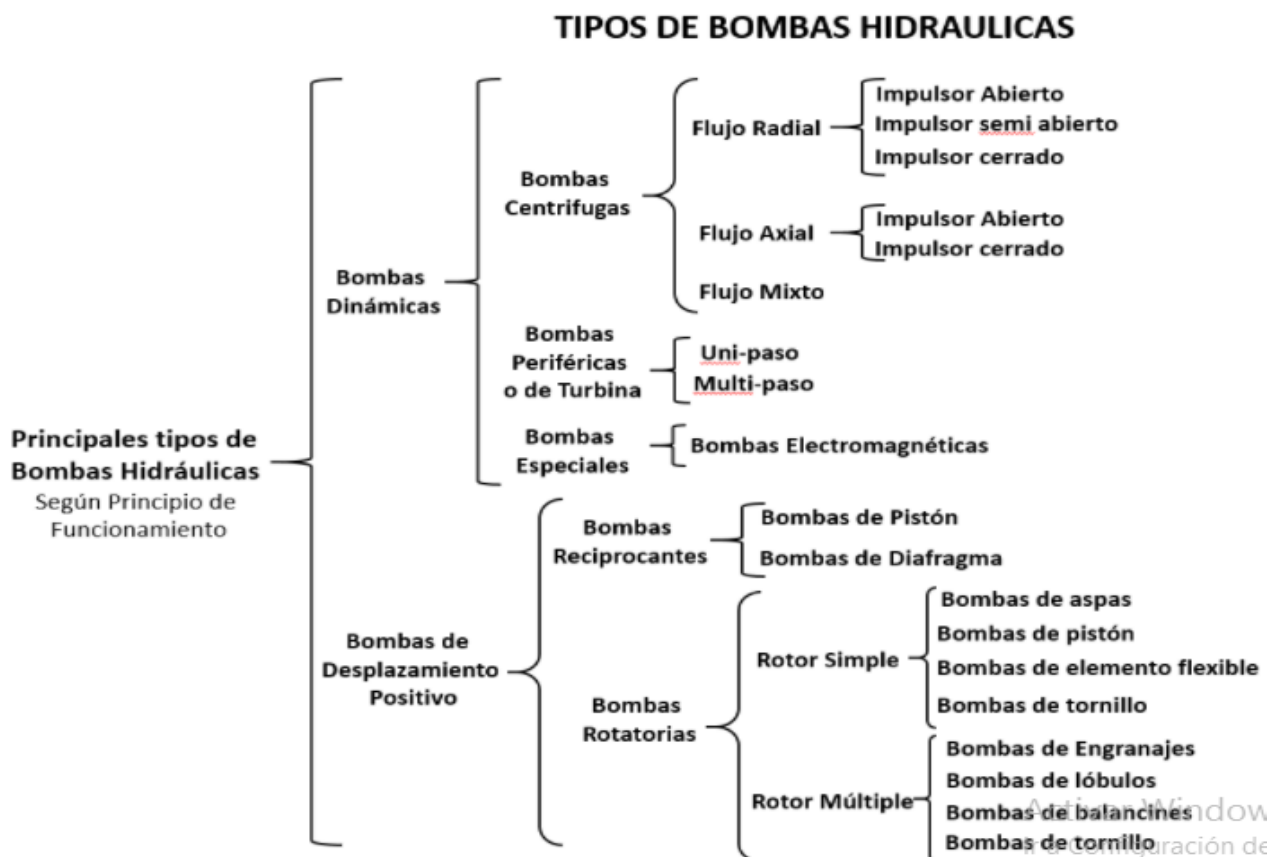
Bombas de desplazamiento positivo: Estos son todos los tipos de bombas rotativas e incluyen bombas de engranajes, tornillos, paletas giratorias y pistones. Son más eficientes que las bombas centrífugas en el movimiento de fluidos de alta viscosidad y pueden entregar altas presiones de bombeo. Las bombas de desplazamiento positivo también pueden mover fluidos de baja presión de vapor, que fluyen a velocidades más bajas y crean más resistencia.

Bombas de diafragma: Estas bombas también son un tipo de bomba de desplazamiento positivo y mueven líquidos o mezclas de líquidos y gases a través de un diafragma alternativo. Tienen una serie de ventajas sobre otros tipos de bombas de desplazamiento positivo. En primer lugar, no tienen componentes internos de desgaste, lo que reduce considerablemente el mantenimiento. Tampoco requieren ningún sellado o lubricación, lo que elimina el riesgo de fugas de vapor de aceite y la contaminación del fluido del proceso.

Bombas de turbina: Estas bombas tienen impulsores similares a turbinas con dientes orientados radialmente para mover el líquido. Las bombas de turbina

combinan la versatilidad de una bomba centrífuga con las altas presiones de descarga de las bombas de desplazamiento positivo. Sin embargo, no son adecuados para el transporte de líquidos con contenido sólido,

(Recuperdo: StackPath. 2016)



(Tipos De Bombas Hidráulicas 2019)

INTERCAMBIADOR DE CALOR

Un intercambiador de calor sigue este principio en su esfuerzo por alcanzar la eculización. El calor penetra en la superficie, lo que separa el medio caliente del frío con mucha facilidad. Por lo tanto, es posible calentar o enfriar fluidos o gases que tengan niveles de energía mínimos. La teoría de la transferencia de calor de un medio

a otro, o de un fluido a otro, está determinada por varias reglas básicas:

El calor siempre se transferirá de un medio caliente a un medio frío.

Siempre debe haber una diferencia de temperatura entre los medios.

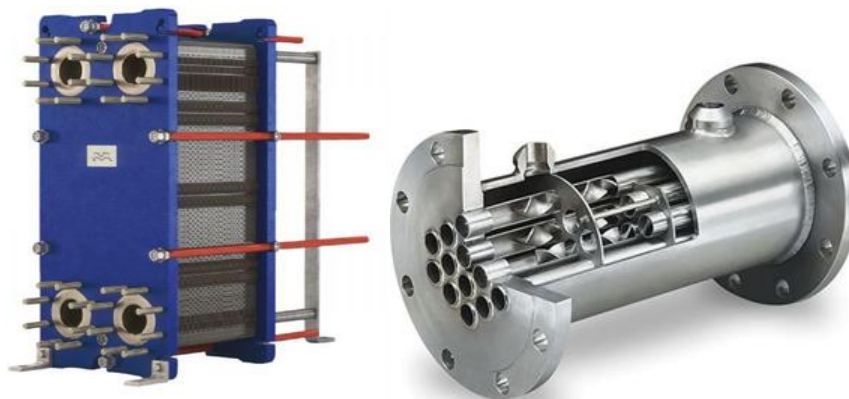
El calor perdido por el medio caliente es igual a la cantidad de calor ganado por el medio frío, excepto por las pérdidas a los alrededores.

Un intercambiador de calor es un equipo que transfiere continuamente calor de un medio a otro. Hay dos tipos principales de intercambiadores de calor: directos e indirectos.

- Intercambiador de calor directo, donde ambos medios están en contacto directo entre sí. Se da por sentado que los medios no se mezclan. Un ejemplo de este tipo de intercambiador de calor es una torre de enfriamiento.
- Intercambiador de calor indirecto, donde ambos medios están separados por una pared a través de la cual se transfiere el calor.

Los intercambiadores de calor indirectos están disponibles en varios tipos principales (placa, carcasa y tubo, espiral, etc.) En la mayoría de los casos, el tipo de placa es el intercambiador de calor más eficiente. En general, ofrece la mejor solución a los problemas térmicos, brindando los límites más amplios de presión y temperatura dentro de la restricción del equipo actual.

(Torrella Alcatraz, 2015 cap 6. Pag 366-369.)



(Alfa laval 2020)

ABSORCIÓN

Se denomina desorción, desabsorción o stripping a la operación unitaria inversa cuya finalidad es eliminar o recuperar uno o varios componentes minoritarios de una corriente líquida por transferencia a una corriente gaseosa.

Consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa con la ayuda de un solvente líquido con el, cual forma solución (un soluto, o varios solutos, se absorben de la fase gaseosa y pasan a la líquida). Este proceso implica una difusión molecular turbulenta o una transferencia de masa del soluto a través del gas, que no se difunde y está en reposo, hacia un líquido, también en reposo.

(Franco, C. A., Ojeda, E. D. (2008).

El proceso de absorción es una operación de transferencia de materia donde se mezcla un gas que se pone en contacto con un líquido, para disolver de manera selectiva uno o más componentes de este el líquido.

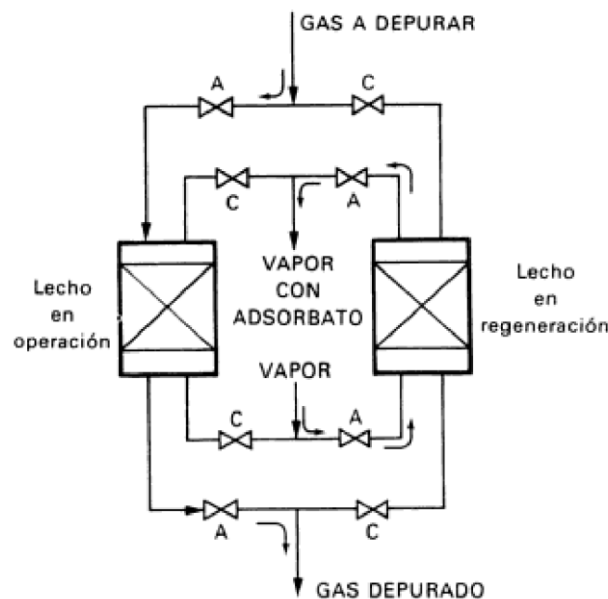
Consiste en la eliminación de algunos componentes de una fase fluida mediante un sólido que los retiene. La adsorción es un fenómeno de superficie. Las moléculas, átomos o iones adsorbidos están confinados en la superficie de los poros del sólido, unidos por fuerzas de Van der Waals o por verdaderos enlaces químicos.

La absorción de gases es una operación unitaria en la cual se disuelve en un líquido uno o más componentes solubles de una mezcla gaseosa y se emplea cuando se desea transferir un componentes volátil de una mezcla líquida a un gas.

(Valiente, 2010).

Solamente los sólidos que poseen una superficie específica (área superficial por unidad de peso) elevada serán adsorbentes de interés (carbón activo, gel de sílice, alúmina, etc.) Como dato he de indicar que un gramo de carbón activo dispone de una superficie adsorbente superior a 1000 m². La operación inversa es la desorción, usada para la regeneración del adsorbente y para la recuperación del soluto, si éste es económicamente interesante. La operación de adsorción se realiza colocando dos

lechos adsorbentes en paralelo. En un momento determinado uno de ellos está en operación y el otro se está regenerando. La adsorción se emplea para eliminar la humedad de una corriente gaseosa. Se utiliza como adsorbente gel de sílice. También se emplea para eliminar olores de corrientes gaseosas, en este caso se usa carbón activo como adsorbente. Para recuperar disolventes del aire ambiente y a nivel doméstico los filtros de carbón activo se utilizan para eliminar malos olores y sabores del agua.



(Germán Fernández. 2014)

Esta operación se lleva a cabo de manera continua en equipos llamados torres o columnas, son equipos cilíndricos y suelen ser de gran altura, dichas torres pueden ser empacadas o de platos los flujos de contracorriente entre el gas y el líquido se realiza dentro en contracorriente dentro de la torre. La corriente gaseosa se introduce por la base de la columna y sale por el domo, la corrientes liquida se alienta por el domo y se descarga por la base.

REACTORES QUÍMICOS

Es una operación en donde ocurre un cambio estructural en la composición debido a la reacción química, por lo tanto, un reactor es cualquier recipiente donde ocurre una

reacción química.

Una de las ramas en el estudio de reactores químicos es desarrollar el diseño más adecuado, con una metodología independiente del tamaño y reacción que se lleva a cabo mediante un sistema homogéneo u heterogéneo.

Sistemas homogéneos: Aquel que presenta una sola fase y por tanto su composición es idéntica en cualquier parte del sistema.

Sistema heterogéneo: cuando se requiere la presencia de más de una fase para que la reacción se lleve a cabo.

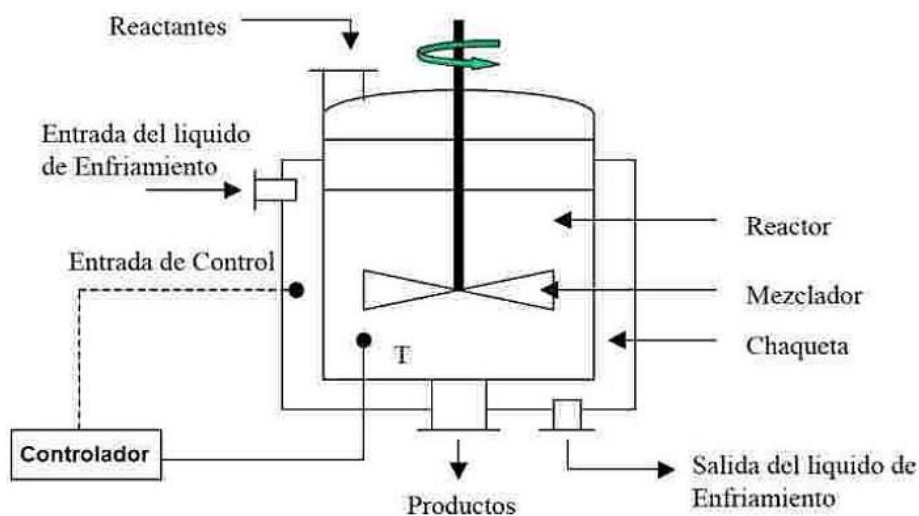
Clasificación de los Reactores

Reactor intermitente (batch):

Durante su manejo en este tipo de reactor se realizan las siguientes operaciones

- Se agrega una carga de reactivos
- Se lleva el reactor a condiciones de operación
- Se mantiene a estas condiciones por un lapso determinado, durante los cuales se realiza la reacción
- Se lleva al reactor a las condiciones necesarias para descargar el producto
- Se lava el reactor

Con los cinco pasos anteriores se conforma el llamado ciclo de operación las características principales en los reactores de este tipo es la variación de las concentraciones dentro del reactor con el tiempo.



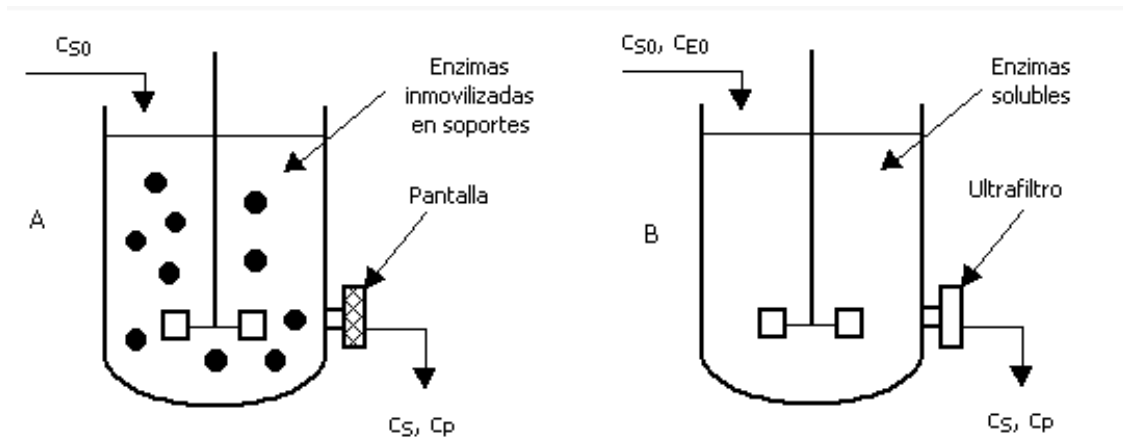
(Reactor batch o intermitente, 2020)

Reactor continuo:

Un reactor de mezcla completa es un tanque, el cual, viene equipado con un mecanismo de agitación continua que garantiza una mezcla completa dentro de él, garantizando de esta manera que toda la masa reaccionante sea uniforme en todas sus propiedades.

Un flujo estable de alimentación de reactivos y un flujo estable de salida de producto. Para una posición fija a través del tiempo no varían el grado de reacciones y al variar el tiempo se tiene distintas composiciones. Permite tener mejor control sobre la calidad de los productos, lo cual los hace ideales en el caso de que se desee lograr producciones grandes. Dentro de esta clasificación, de reactores por operación, se tienen los siguientes reactores muy usados en los procesos químicos: reactores continuos tipo tanque con agitación (CSTR por sus siglas en inglés).

(Vicenta Muñoz Andrés, Ángel Maroto Valiente. 2013)



(Reactor CSTR, 2018)

El reactor CSTR, también llamado reactor de contra mezclado, opera normalmente en estado estable y generalmente la mezcla en el reactor está muy bien mezclada; no existen variaciones espaciales en concentración, temperatura, o velocidad de reacción, en el tanque. La concentración y la temperatura son las mismas en cualquier punto del reactor, por lo que también son las mismas a la salida del reactor: se tienen condiciones de equilibrio.

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

SIMULADORES DE PROCESOS QUÍMICOS

En toda área de conocimiento, es bien sabido que hay un lenguaje gráfico y hasta matemático en algunos casos de manera muy particular. Por otro lado, hay un procedimiento metodológico para resolver un problema en ingeniería de procesos y consiste en representarlo de una manera adecuada y lo más real posible que permita representar un equipo de proceso, etc. Por lo general, las herramientas lógicas matemáticas brindan un marco útil para representar mediante un sistema de símbolos y reglas, el comportamiento de los sistemas reales.

Sin embargo, los simuladores de procesos químicos (SPQ) por la complejidad de lo que pretenden resolver, las principales dificultades que se plantean son principalmente:

Encontrar la solución de un sistema de ecuaciones algebraicas no lineales, efectuar la integración numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales mediante ecuaciones discretas en diferencias finitas que aproximan a las soluciones de las ecuaciones diferenciales continuas.

Por otra parte, los métodos numéricos son una clase de algoritmos para resolver una amplia variedad de problemas matemáticos, únicamente se emplean operaciones lógicas y aritméticas; por consiguiente, pueden implementarse fácilmente sobre computadoras digitales. Con el continuo avance tecnológico, se observa la evolución de diferentes procesos pertenecientes a diversos campos (no sólo a la industria química) que, mediante la incorporación de nuevos métodos y tecnología en el diseño, han avanzado hacia alternativas más interesantes y próximas a la óptima buscando acercarse a los resultados esperados en un proceso real.

(Cuevas, M. 2000.)

Para utilizar un lenguaje común, se adopta un simbolismo esquemático que permite visualizar la topología (esquema estructural del proceso), que constituye el diagrama de flujo o flowsheet.

El SPQ está vinculado al cálculo de los balances de materia, energía y eventualmente cantidad de movimiento; de un proceso cuya estructura, y los datos preliminares de los equipos que lo componen, son conocidos. Por lo que, los SPQ son la herramienta más importante, junto a las técnicas de optimización, en la etapa de análisis. Esto es, el lenguaje de tipo esquemáticos generado para resolver diversas viables para un proceso dado, (flowsheets o diagramas de flujo), deberán evaluarse cada una de ellas. Ello implica el cálculo de los respectivos balances, los servicios auxiliares, etc. Con estos datos, que abarcan las propiedades de todas las corrientes del proceso, ya sean extensivas o intensivas (temperatura, presión, composiciones, estado de agregación) estamos en condición de obtener un costo estimativo, además de otros datos importantes, tales como las emisiones al medio ambiente, etc.

La simulación de procesos en Ingeniería Química nos impone recurrir someramente a la historia de la simulación, su definición y las áreas que abarca. En los primeros pasos, la simulación de procesos se basaba principalmente en circuitos analógicos, utilizando los fenómenos de analogía.

Por lo anterior, un simulador de procesos químicos es una herramienta computacional que combina ciencia, tecnología e ingeniería y permite a los ingenieros modelar y optimizar procesos complejos, ahorrando tiempo y recursos como resultado. Existen varios beneficios de utilizar un simulador de procesos, desde reducir riesgos y costos hasta predecir parámetros importantes.

(Iglesia, O. y Paniagua, C. 2013.)

En 1950 se inician las primeras aplicaciones de la programación lineal a la industria

petroquímica en la creación de modelos que simulan la mezcla de gasolinas y de aceites. Los primeros programas fueron escritos inicialmente para grandes ordenadores VAX, IBM, etc. y gradualmente para ordenadores personales tipo IBM-PC o compatibles, reduciéndose su precio.

Posteriormente, a partir del uso masivo de la computadora digital, y de la revolución que implica la informática en todos los campos de la ingeniería, se evolucionó lentamente de la simulación analógica a la digital, habiendo prácticamente desaparecido la simulación digital en muchas aplicaciones.

(Creus Solé A. (1989) pág 13)

Históricamente, es en el año 1974 que aparece el primer simulador de procesos químicos, (el FLOWTRAN). A partir de allí se ha generado una sucesión de acontecimientos que permiten en la actualidad la existencia de varios y eficientes simuladores comerciales. Para los SPQ es importante conocer las condiciones iniciales de un proceso como la presión, temperatura, volumen, concentración, flujo, etc. y así poder obtener resultados o valores de salida, para poder estimar el comportamiento real del sistema bajo esas condiciones.

(Scenna y col., 1999).

Los de SPQ empezaron a difundirse a partir de la cuarta generación de computadoras, que se caracterizó por la sustitución de las memorias de ferrita por circuitos integrados, cuando la velocidad de procesamiento alcanzada y los costos empezaron a ser atractivos para las industrias debido a su factibilidad de eficiencia y económicos, principalmente por la industria petroquímica.

Para el ingeniero químico, una simulación tiene como objetivo poder representar las transformaciones químicas y/o físicas a través de los modelos matemáticos que impliquen balance de materia y energía, acoplados en el equilibrio de fases y con la

cinética de las ecuaciones. Esto se realiza con el fin de predecir el comportamiento en un proceso, en el que cual algunos datos de los equipos utilizados son de conocimiento general. Los modelos matemáticos que son utilizados en las simulaciones incluyen ecuaciones lineales, no lineales y diferenciales. Que representan a los equipos de las operaciones del proceso, sus especificaciones y las propiedades fisicoquímicas.

(Gil, García & Rodríguez, 2016).

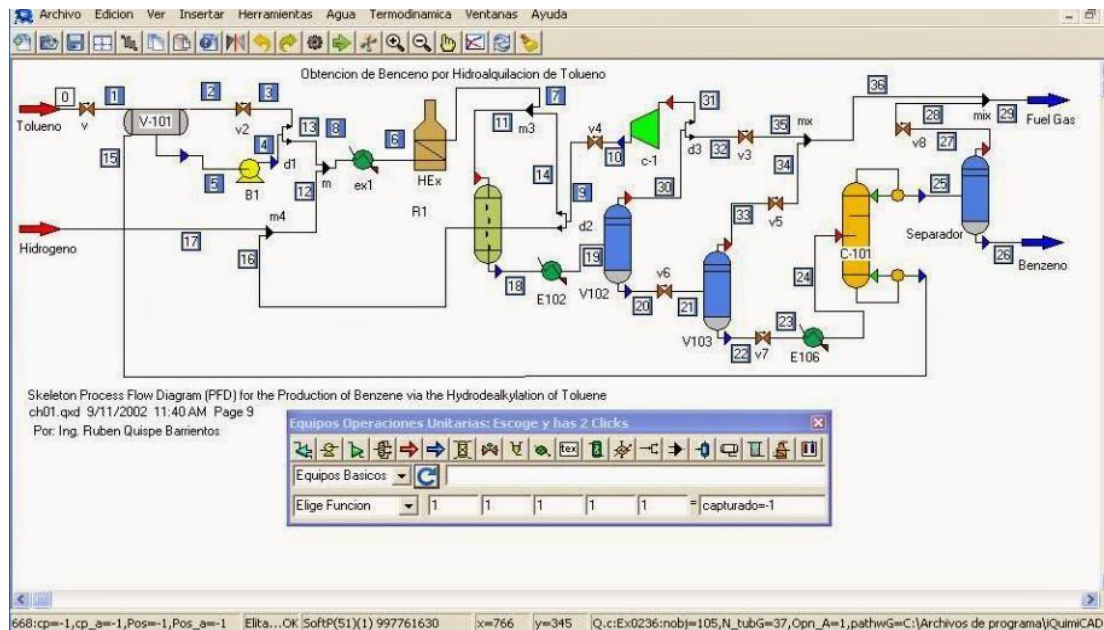
Existe actualmente una gran variedad de simuladores de procesos comerciales, de las cuales son poderosas herramientas de cálculo en procesos industriales, con enormes bases de datos y un fuerte respaldo de bibliotecas para cálculos de equipos y bibliotecas de modelos para cálculos termodinámicos, que le dan al simulador la ventaja de una gran versatilidad. Ejemplos de estos simuladores de procesos de propósitos generales son: Aspen Plus y Speedup (de Aspen Technology, USA), Pro II (de Simulations Sciences, USA), Hysys (de Hyprotech, Canada), Chemcad (de Chemstations, USA), etc. Aspen Plus, Pro II y Chemcad son simuladores de procesos en estado estable, Speedup es un simulador de procesos dinámico y Hysys es útil para los dos tipos de simulación.

Los simuladores modernos deben permitir la selección de los modelos de propiedades termodinámicas adecuados para la naturaleza de los componentes químicos, estado de agregación y condiciones de operación. Las corrientes del proceso (Figura 1) pueden ser:

- 1.- Gases a baja y alta presión.
- 2.- Soluciones líquidas con componentes no polares, polares y electrolitos a baja y alta presión.
- 3.- Sólidos en suspensión o finamente divididos.

(Victor Hugo Martínez., 2000, a. pág 37.)

Figura 1. Diagrama de Proceso Químico (Edgar Herrera 2015)



CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE SIMULACIÓN

Las herramientas de simulación pueden clasificarse según diversos criterios:

Según el tipo de procesos (batch o continuo).

Si involucra el tiempo (estacionario o dinámico -incluye a los equipos batch-).

Si maneja variables estocásticas o determinísticas, variables cuantitativas o cualitativas, etc. Las características de los distintos tipos de herramientas de simulación generalmente utilizadas, son:

Simulación cualitativa y cuantitativa

La simulación cualitativa tiene por objeto principalmente el estudio de las relaciones causales y las tendencias temporales cualitativas de un sistema, como así también la propagación de perturbaciones a través de un proceso dado.

Se denominan valores cualitativos de una variable, a diferencia del valor numérico (cuantitativo), a su signo; ya sea absoluto, o bien con relación a un valor dado o de referencia. Por lo tanto, en general se trabaja con valores tales como (+, -, 0).

La simulación cuantitativa, por otro lado, es aquella que describe numéricamente el comportamiento de un proceso, a través de un modelo matemático del mismo. Para ello se procede a la resolución de los balances de materia, energía y cantidad de movimiento, junto a las ecuaciones de restricción que imponen aspectos funcionales y operacionales del sistema.

Simulación estacionaria y dinámica.

La simulación en estado estacionario implica resolver los balances de un sistema no involucrando la variable temporal, por lo que el sistema de ecuaciones deseara estudiar o reflejar en el modelo las variaciones de las variables de interés con las coordenadas espaciales (modelos a parámetros distribuidos); por lo que, se utiliza un sistema de ecuaciones diferenciales a derivadas parciales (según el número de coordenadas espaciales consideradas).

SIMULADORES DE PROCESOS QUÍMICOS COMPLEJOS

Debe diferenciarse la noción de un simulador general de procesos químicos de un programa de simulación de equipos o unidades operacionales aisladas. Es decir, mientras que para estas últimas sólo se requiere el modelo del equipo y un sistema de entrada/salida de datos para comunicarse eficientemente con el usuario, programar un simulador de uso general implica varios problemas adicionales.

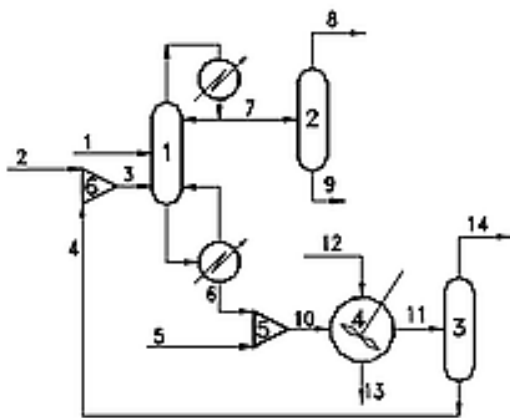
Deberá programarse la forma de interacción de los equipos de acuerdo al flowsheet de la planta; además de la metodología de ingreso de los datos, tanto de la estructura (flowsheet) como de cada unidad individual. Obviamente, dependerá del tipo de estructura del flowsheet (con reciclos, lineal, etc) la complejidad matemática para resolver los balances correspondientes, ya que por lo general deberá recurrirse a métodos iterativos.

Los simuladores de procesos pueden dividirse en los siguientes tipos según la filosofía bajo la cual se plantea el modelo matemático que representa el proceso a simular:

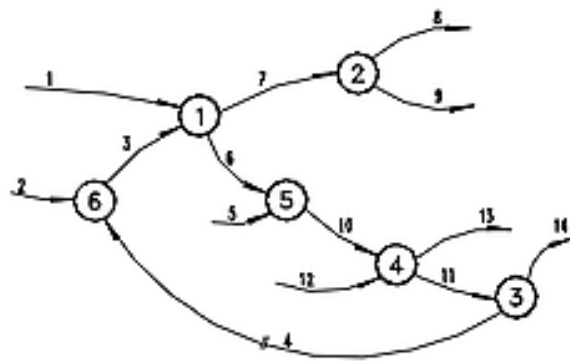
- simuladores globales u orientados a ecuaciones
- simuladores secuenciales modulares
- simuladores híbridos o modular secuencial-simultáneo

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SIMULADORES GLOBALES U ORIENTADOS A ECUACIONES

- Cada equipo se representa por las ecuaciones que lo modelan.
- El modelo es la integración de todos los subsistemas.
- Desaparece la distinción entre variables de proceso y parámetros operativos, por lo tanto se simplifican los problemas de diseño.
- Resolución simultánea del sistema de ecuaciones algebraicas (no lineares) resultante.
- Mayor velocidad de convergencia.
- Necesita una mejor inicialización (mejor cuanto mayor sea el problema a resolver).
- A mayor complejidad, menor confiabilidad en los resultados y más problemas de convergencia (soluciones sin sentido físico).
- Más difícil de usar por "no especialistas".
- Por ejemplo, en la Siguiete Figura, se muestra un esquema de un proceso genérico y su traducción al diagrama de flujo de información, que resulta más útil para el manejo de la información.



PROCESO



D F I

SIMULADORES MODULAR SECUENCIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAMENTE REMARCABLES

Biblioteca de módulos (equipos)

Flowsheet: Equivale a un grafo orientado o digrafo

Orden de resolución fijo (iteraciones)

Tres niveles de iteración (se incorpora otro si se desea optimizar)

1. Cálculos fisicoquímicos.
2. Módulos en sí (ej. flash, columna, etc).
3. Variables de iteración (reciclos).
4. Optimización

Características Relevantes:

Modelos individuales resueltos eficientemente.

Fácilmente comprendido por ingenieros "no especialistas en simulación".

Métodos de convergencia robustos (Sustitución Directa, Wegstein, etc).

La información ingresada por el usuario (relacionable con equipos o corrientes).
resulta fácilmente interpretable.

Poco versátiles, pero muy flexibles, muy confiables y bastante robustos.

(Recuperado: Facultad de ingeniería Olavarría.)

PROCESOS QUÍMICOS CONTINUOS, ESTÁTICOS Y/O DINÁMICOS

Proceso Continuo: Es aquel en el que la operación no se detiene. Las diversas partes de la estructura de un proceso en general siempre está recibiendo una alimentación continua y de igual manera están lanzando un producto en forma continua. En la mayoría de los procesos de plantas de procesos químicos o no químicos el proceso continuo se utiliza porque de esta forma se logra mantener un ritmo de producción constante, se consigue más fácilmente el estado estacionario en los equipos de producción y económicamente es más conveniente, ya que los arranques o los paros pueden ser más costosos que en una operación continua.

Proceso Estacionario: implica resolver los balances de un sistema no involucrando la variable temporal, por lo que el sistema de ecuaciones deseara estudiar o reflejar en el modelo las variaciones de las variables de interés con las coordenadas espaciales (modelos a parámetros distribuidos); entonces deberá utilizarse un sistema de ecuaciones diferenciales a derivadas parciales (según el número de coordenadas espaciales consideradas).

Proceso Dinámica: plantea los balances en su dependencia con el tiempo, ya sea para representar el comportamiento de equipos batch, o bien para analizar la evolución que se manifiesta en el transiente entre dos estados estacionarios para un equipo o una planta completa. En este caso, el modelo matemático estará constituido por un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias cuya variable diferencial es el tiempo, en el caso de modelos a parámetros concentrados. En caso contrario, se deberá resolver un sistema de ecuaciones diferenciales a derivadas parciales, abarcando tanto las coordenadas espaciales como la temporal (parámetros distribuidos).

(Sergio C. sistemas y modelos.)

2.2 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA

La situación mundial de la industria química a fines del siglo XIX, es el empleo y el desarrollo del procesamiento de los combustibles fósiles (principalmente petróleo y gas natural) y esto desencadenó el desarrollo de la industria química moderna. Actualmente hay más de 2,500 productos basados en el petróleo en los mercados, siendo la base para la fabricación de plásticos, fibras y colorantes. Se estima que el 10%, 21%, y 4% de la producción mundial de gas natural, combustibles derivados del gas natural licuados y de petróleo crudo, respectivamente, se utilizan para el desarrollo de la industria química.

(Danner 1999)

En México se han realizado diversas actividades para el desarrollo de tecnología, así como para la optimización de procesos mediante el uso de sustancias químicas. En el sector industrial, también se han desarrollado programas para la mejora de procesos o sustitución de sustancias peligrosas, con la finalidad de reducir la generación de residuos peligrosos, mejorar el rendimiento de los procesos, y eliminar gastos por el manejo de residuos y optimizar el consumo de materias primas.

En un principio los objetivos de la industrialización fueron producir mayor cantidad de bienes, sustituyendo la fuerza del hombre o de los animales por la fuerza de las máquinas (vapor, carbón, petróleo, etc); posteriormente, fueron otros los factores (calidad, seguridad, sustentabilidad) los que motivaron la innovación y evolución de los procesos y productos.

(Ruíz N., J. septiembre,2003, a. pág 84.)

La primera etapa de industrialización, se caracteriza por la utilización de las máquinas de vapor y de carbón para fabricación de bienes y para transporte de mercancías sobre agua y sobre vías férreas. En esta etapa se realizó gran parte de la experimentación y los descubrimientos científicos en la física y la química, se avanzó en la medición más precisa y exacta del tiempo, se inventaron las comunicaciones telegráficas, todo lo anterior durante el siglo XIX.

(Cortada, James W, 2000, pág 53)

La segunda etapa significativa fue cuando se consolidaron las tecnologías electro-mecánicas y se construyeron las grandes infraestructuras de producción en serie, junto con las técnicas de inspección, metrología y control de calidad. En esta etapa se inventaron las comunicaciones telefónicas y radiofónicas y se innovaron constantemente los trasportes terrestres y aéreos. Se mejoraron los procesos de explotación, refinación masiva de combustibles fósiles como el carbón, petróleo, gasolina, gas, etc., hasta mediados del siglo XX.

(Ruíz N., J. septiembre,2003, b. pág 85)

La tercera etapa o era de la información, se identifica con los avances en las comunicaciones electrónicas por televisión, la invención del transistor, la aparición de las computadoras, el descubrimiento de nuevos materiales derivados de la petroquímica como los plásticos, la innovación de los medios de transporte incluidos los espaciales. Como parte de esta tercera etapa se descubrieron nuevas fuentes de energía como la nuclear, solar, geotérmica, eólica y la del hidrógeno. También se desarrollaron tecnologías para control automático de procesos, para manejo de bases de datos, para comunicación vía Internet/Intranet y para la administración del conocimiento junto con la gestión de la calidad como bases para la producción segura y sustentable de los procesos industriales del siglo XXI.

La cuarta revolución industrial, un término acuñado en la Feria de Hannover de 2011 para describir cómo esta revolucionará la organización de las cadenas de valor globales. Mediante la creación de “fábricas inteligentes”, la cuarta revolución industrial genera un mundo en el que sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperan entre sí de una manera flexible en todo el planeta. Esto permite la absoluta personalización de los productos y la creación de nuevos modelos de operación. La cuarta revolución industrial, no obstante, no solo consiste en máquinas y sistemas inteligentes y conectados. Su alcance es más amplio. Al mismo tiempo, se producen oleadas de más avances en ámbitos que van desde la secuenciación genética hasta la nanotecnología, y de las energías renovables a la computación cuántica. Es la fusión de estas tecnologías y su interacción a través de los dominios físicos, digitales y biológicos lo que hace que la cuarta revolución industrial sea fundamentalmente diferente de las anteriores.

(SCHWAB, K. (2016) pág 13).

3. DESAROLLO

El presente trabajo de Laboratorio Virtual se enfoca en el departamento de Ingeniería Química, abarcando como temas principales las siguientes operaciones unitarias: Reactores, Intercambiadores de calor, Absorción y Destilación área en donde se enfoca principalmente el presente trabajo.

Como base de trabajo se realizó una profunda investigación de los simuladores de procesos disponibles para Ingeniería Química, los cuales sobresalen: COCO SIMULATOR y WINSIM DESIGN II. Éstos por tener la virtud de ser softwares de aplicación gratuita de forma legal. Sin embargo, el software empleado para todas las simulaciones realizadas fué COCO SIMULATOR, este último en particular, es el más empleado en las universidades que ofrece la carrera de ingeniería química.

Por otro lado, se usó la plataforma classroom siendo la más empleada durante la pandemia del COVID 19

3.1 COCO SIMULATOR

A look into the CAPE-OPEN kitchen of



COCO (CAPE-OPEN to CAPE-OPEN) es un entorno de simulación de estado estable que cumple con CAPE-OPEN sin cargo que consta de los siguientes componentes:

COFE: el entorno de hoja de flujo CAPE-OPEN es una interfaz gráfica de usuario intuitiva de flujos químicos. COFE tiene solución secuencial algoritmo que utiliza flujos de rotura automáticos.

Las hojas de flujo COFE se pueden usar como operaciones de la unidad CAPE-OPEN; para que pueda usar las hojas de flujo COFE como operación unitaria dentro de las hojas de flujo COFE (en las hojas de flujo) o dentro de otros simuladores.

TEA - La termodinámica de COCO para aplicaciones de ingeniería, es basado en el código de la biblioteca termodinámica de ChemSep e incluye un banco de datos de más de 430 de uso común productos químicos. El paquete exhibe más de 100 métodos de cálculo de propiedades con sus derivados analíticos o numéricos.

COUSCOUS - el paquete simple de operaciones de la unidad CAPE-OPEN se envía con COCO. Contiene un divisor, un mezclador, intercambiadores de calor, bombas y reactores entre otras operaciones unitarias. ChemSep-LITE, una versión limitada de ChemSep con un máximo de 40 compuestos y 300 etapas, puede servir como una unidad de destilación de equilibrio en COCO Se puede obtener una versión completa del simulador de columna de equilibrio y no equilibrio en <http://www.chemsep.com/>. ChemSep-LITE está incluido en el COCO instalación.

CORN: el paquete de números de reacción CAPE-OPEN que viene con COCO facilita especificando cualquier tipo de reacción cinética o de equilibrio. Unidades de reactor simples, como reactores de conversión, CSTR y reactores de flujo de enchufe que puede usar el paquete CORN con el paquete COUSCOUS.

Una vez elegido el software y la plataforma de almacenamiento de datos, se procedió a la selección de asignaturas con sus respectivos temas a simular con COCOSIMULATOR.

Una vez contando con simulaciones como base del Laboratorio, se tomaron temas pertinentes como lo son: flujo de fluidos, tuberías y bombas. Se desarrollaron éstos temas partiendo de las definiciones y material didáctico, en éste caso videos del tema en cuestión. Para posteriormente efectuar un test, para así tener evidencia de los conocimientos adquiridos.

Ya que se agrupó el trabajo anterior los cuales son: Simulaciones, prácticas, manuales, videos y test's. Se procedió a elegir una herramienta en línea que permita almacenar información, videos, ejemplos de simulaciones de procesos, etc esto para implementar el Laboratorio Virtual. se consideró a la plataforma classroom.

En el desarrollo de la plataforma se distribuye de la siguiente forma:

Todos los temas

MANUALES 📖

MATERIAL DIDACTICO 📚

Absorción 💠

Bombas 💣

Tuberías ☐

Flujo de Fluidos 💧

Destilación ☐

Intercambiador de Calor 🔥

Reactores Químicos 🚚

A continuación, se efectuaron simulaciones de los temas anteriores con su práctica correspondiente, como siguiente objetivo se formuló un manual por práctica realizada. Esto con el propósito de describir paso a paso la elaboración de la simulación en cuestión obteniendo una interacción con el simulador de manera metódica.

Inicio

Calendario

Clases impartidas

Para revisar

Laboratorio Virtual de Proces...

Clases archivadas

Ajustes

Tablón

Trabajo de clase

Personas

Calificaciones

Todos los temas

MANUALES

MANUALES DE SIMULACION COCO

Publicado: 14:51

1 alumno

SE PRESENTA 3 MANUALES COMO MATERIAL DE APOYO

MANUAL DE SIMULACIO... PowerPoint

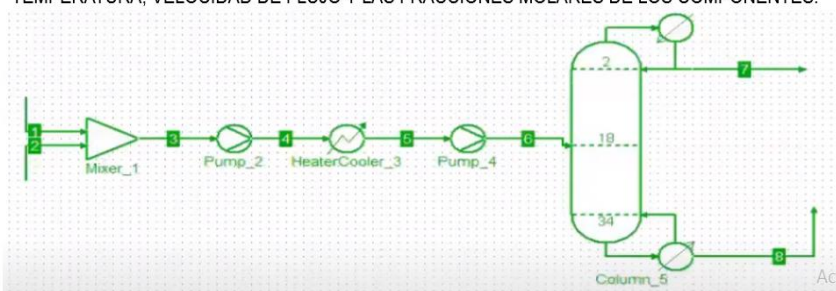
MANUAL DE SIMULACIO... PowerPoint

MANUAL DE SIMULACIO... PowerPoint

MANUAL DE DESTILACIÓN

REALIZAR UNA DESTILACIÓN DE UNA MEZCLA DE AGUA CON HEXANOL. EL PROCESO INICIA CON ENTRA DE DOS CORRIENTES A UN MEZCLADO, DONDE UNA ENTRADA TIENE UN FLUJO DE 250 MOL/S, TEMPERATURA DE 25°C. PRESIÓN 1 ATM Y 0.2 DE FRACCIÓN MOLAR DE AGUA. LA SEGUNDA CORRIENTE TIENE UN FLUJO DE 550 MOL/S A 40° C Y 1 ATM CON FRACCIÓN MOLAR DE HEXANOL DE 0.3. DEL MEZCLADOR SALE UNA CORRIENTE HACIA UNA BOMBA QUE TIENE UNA EFICIENCIA ADIABÁTICA DE 0.9 LO CUAL DESPLAZA LA MEZCLA A UN INTERCAMBIADOR DE CALOR QUE TIENE UNA TEMPERATURA DE SALIDA DE 350K. LA MEZCLA, DESPUÉS DE ESTOS PROCESOS, LLEGA A OTRA BOMBA CON EFICIENCIA ADIABÁTICA DE 0.9 A 151987.5PA, LO CUAL FINALMENTE DESPLAZA LA MEZCLA HACIA UN DESTILADOR DE 35 PLATOS, CON ENTRADA EN EL PLATO 18.

OBTENGA EL REPORTE GENERAL PARA CADA CORRIENTE EN EL CUAL MUESTRE LA PRESIÓN, TEMPERATURA, VELOCIDAD DE FLUJO Y LAS FRACCIONES MOLARES DE LOS COMPONENTES.



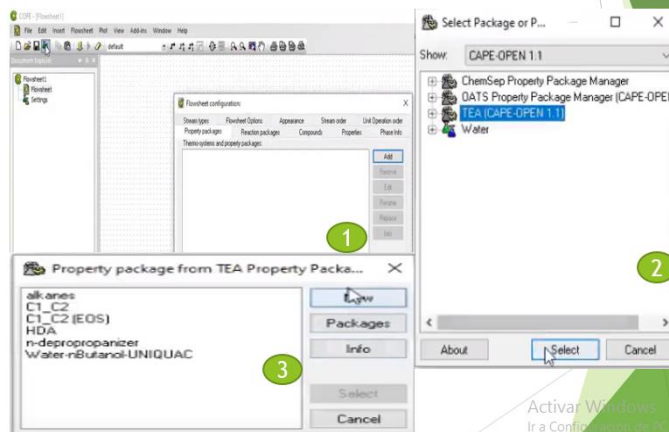
Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

PASO #1: CARGAR LOS COMPONENTES

1.- En la parte superior izquierda dar clic en el icono de "matraces" se abrirá una pestaña donde se dará clic en "Add".

2.- Se seleccionará el paquete de "TEA(CAPEOPEN 1.1)" y dar clic en "Select".

3.- En la nueva pestaña que se añadirá dar clic en "New" para poder cargar los componentes a utilizar en la simulación.

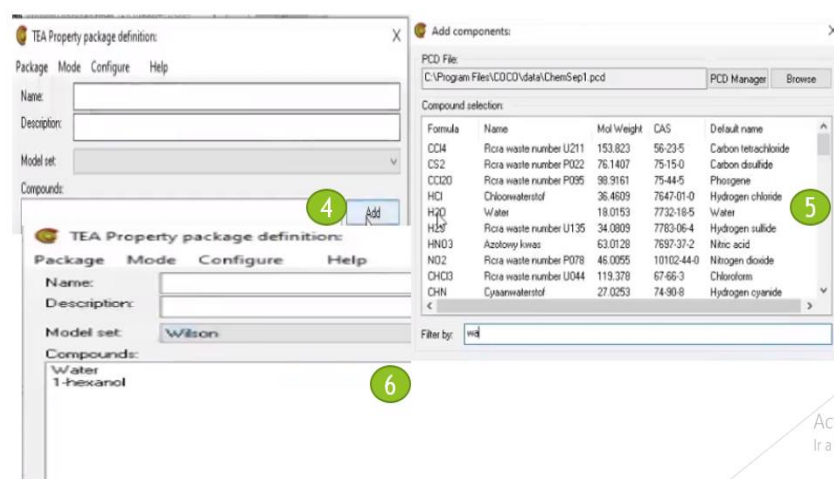


Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

4.- Para cargar los componentes dar clic en "Add".

5.- Buscar los componentes a utilizar "Filter by" los componentes se buscan en inglés.

6.-En "Model set" seleccionar el modelo matemático Wilson.



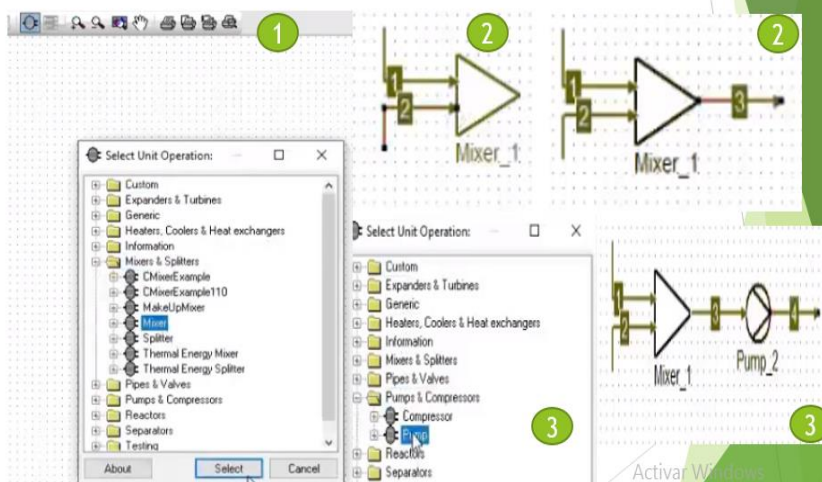
Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

PASO #2: AGREGAR LAS UNIDADES DE OPERACIÓN

1.- En la parte superior dar clic en el icono de "Select Unit Operation" y en Mixers & Splitters seleccionar "Mixer".

2.- Agregar las corrientes de entrada y salida del mezclador.

3.- En "Select Unit Operation" seleccionar "Pump", y conectar su corriente de entrada y salida respectivamente.



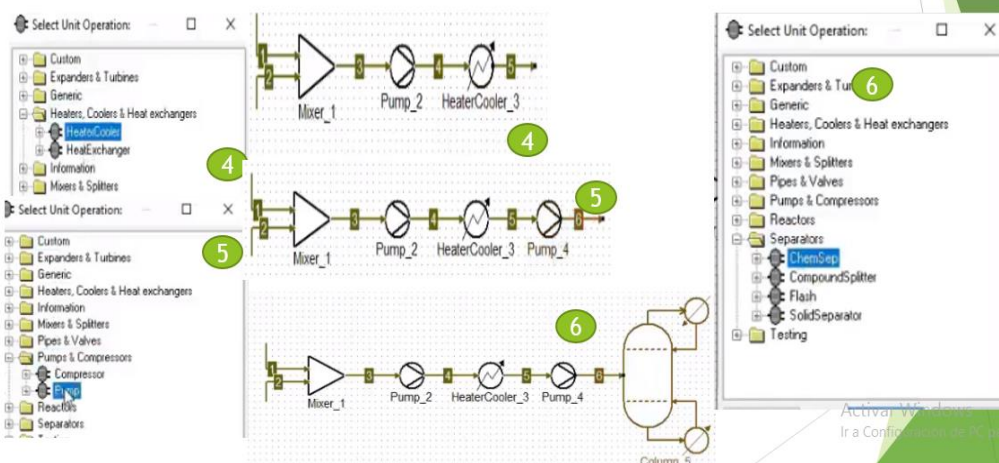
Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

4.- Seleccionar "HeaterCooler" y conectar la entrada y salida de sus corrientes.

5.- Seleccionar nuevamente "Pump" y conectar sus entradas y salidas.

6.- Por último se selecciona en "Separators" la columna de "ChemSep".

las últimas 3 corrientes no se conectan hasta configurar la columna de destilación.



Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

PASO #3: INICIO DE PROCESO Y SUS ESPECIFICACIONES

Se analiza el planteamiento del problema para realizar un análisis de cada uno de los componentes de la simulación.

1.- Se selecciona la corriente a modificar en esta caso es la corriente 1, se da doble clic en la corriente y se modifica con los parámetros que proporciona el problema.

2.- Modificar los datos de la segunda corriente con fracción mol.

name	1	unit	name	1	unit
Stream			Stream		
Connections			Connections		
Overall			Overall		
pressure	N/A	atm	pressure	1	atm
temperature	N/A	°C	temperature	25	°C
mole fraction [1-hexanol]	N/A		mole fraction [1-hexanol]	0.8	
mole fraction [water]	N/A		mole fraction [water]	0.2	
flow	N/A	mol / s	flow	250	mol / s
MW	N/A	kg / mol	MW	0.085342894	kg / mol
Compound flows			Compound flows		

name	2	unit	name	2	unit
Stream			Stream		
Connections			Connections		
Overall			Overall		
pressure	N/A	atm	pressure	1	atm
temperature	N/A	°C	temperature	40	°C
mole fraction [1-hexanol]	N/A		mole fraction [1-hexanol]	0.3	
mole fraction [water]	N/A		mole fraction [water]	0.7	
flow	N/A	mol / s	flow	550	mol / s
MW	N/A	kg / mol	MW	0.043263135	kg / mol
Compound flows			Compound flows		

3.- Seleccionar la primera bomba y modificar la eficiencia adiabática.

4.- Seleccionar intercambiador de calor y modificar el incremento de temperatura.

5.- Seleccionar la segunda bomba y modificar el incremento de presión y la eficiencia adiabática.

Unit operation Pump_2:

Unit specification complete

Reports:

Status:

Include in Toolbar

Accept warnings

Unit Pump_2:

General Report Pump Ports

Edit

Pressure increase: 0 Pa

Outlet pressure: 100000 Pa

Energy demand: 0 J/s

Adiabatic Efficiency: 0.9

Energy defined by energy stream

Unit operation HeaterCooler_3:

Unit specification complete

Reports:

Status:

Include in Toolbar

Accept warnings

Unit HeaterCooler_3:

General Report Heater / Cooler Ports

Edit

Outlet temperature: 350 K

Specified heat duty: 0 J/s

Heat duty from energy stream

Pressure drop: 0 Pa

Unit Pump_4:

General Report Pump Ports

Edit

Pressure increase: 151987.5 Pa

Outlet pressure: 100000 Pa

Energy demand: 0 J/s

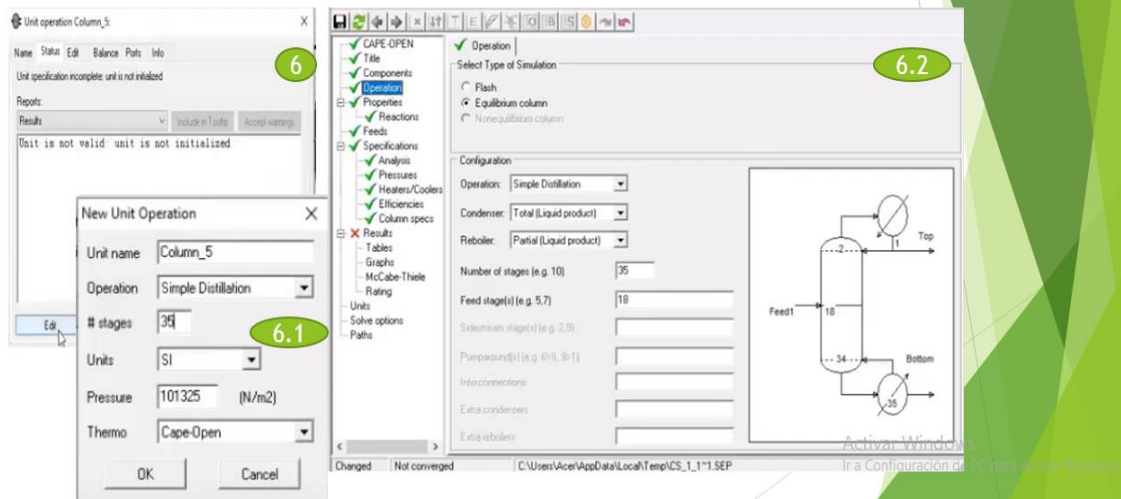
Adiabatic Efficiency: 0.9

Energy defined by energy stream

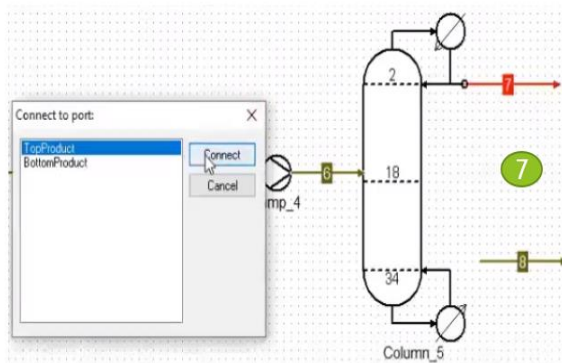
6.- Para modificar las especificaciones seleccionar la columna con doble clic.

6.1.- Se abrirá una pequeña pestaña en la cual se modificara "stage", el cual es el numero de platos.

6.2.- En automático se abrirá una pestaña general donde se modificara el plato de alimentación.



7.- Una vez configurada la columna de destilación, se procederá a conectar las últimas 3 corrientes empezando con la primera salida, en la cual se seleccionara "TopProduct", posteriormente la segunda salida y por ultimo la corriente de entrada que proviene de la segunda bomba.

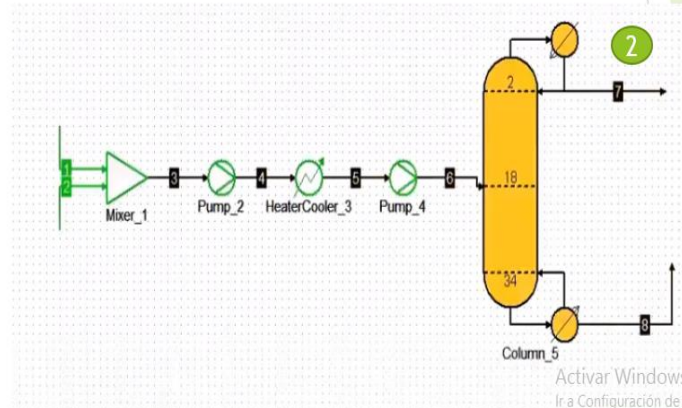
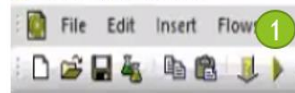


PASO #4: CORRE SIMULACION

1.- En la parte superior izquierda dar clic en analizar.

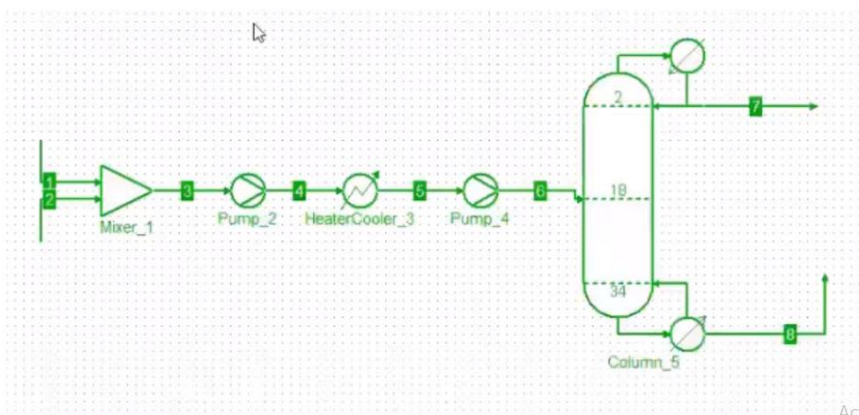
2.- La simulación empezara a correr

COFE - [Flowsheet1:1]



Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

A finalizar de correr la simulación de pondrá en verde, lo cual nos indica que la simulación no tuvo ningún problema en llevarse a cabo.



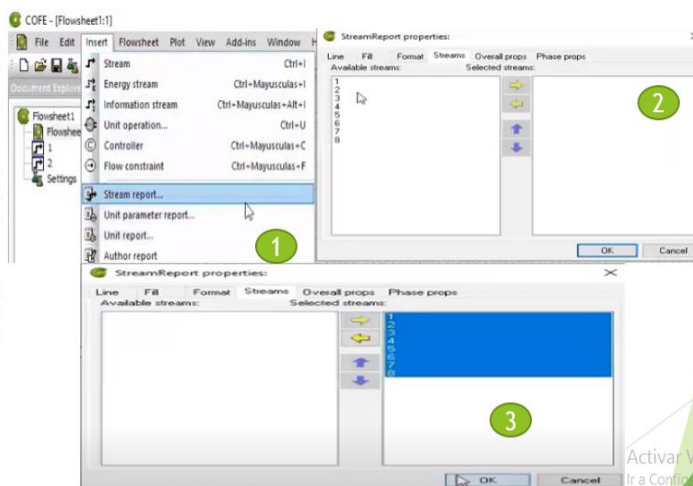
Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

PASO #5: TABLA DE RESULTADOS

1.- En la parte superior izquierda dar clic "Insert" y buscar la opción "Stream report".

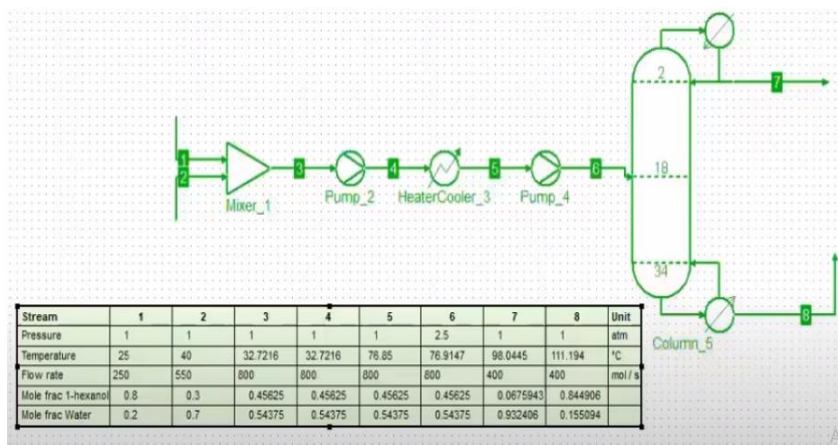
2.- Seleccionar todas las corrientes que se deseen ver los resultados.

3.- Una vez seleccionadas todas las corrientes dar clic en "Ok".



Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

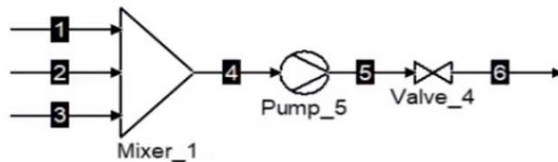
PASO #6: RESULTADOS



Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

Practica de bombas por modelo de PENG-ROBINSON

COMPLETAR LOS DATOS DE LA SIGUIENTE TABLA, CON APOYO DEL DIAGRAMA UTILIZANDO EL MODELO PENG-ROBINSON.



Corriente	1	2	3	4	5	6
Flujo molar (Kmol/h)						
Agua	10	0	0			
Etanol	0	15	0			
Metanol	0	0	15			
Flujo total	10	15	15			
Temperatura (°C)	50	70	40			
Presión (bar)	1	1	1	1	4	2
Entalpía (Kcal/mol)						

Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

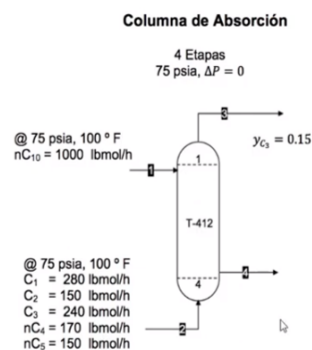
Practica de destilación

UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE PENG-ROBINSON CALCULAR CUAL SERIA EL FLUJO DEL ABSORBENTE N-DODECANO, PARA PODER OBTENER EN 15% DE PUREZA DE PROPANO EN LA CORRIENTE 3.

Datos:

n-dodecano= nC10

Pureza del propano= y_{C3}



Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

Para el desarrollo de las prácticas visitar la plataforma de classroom.

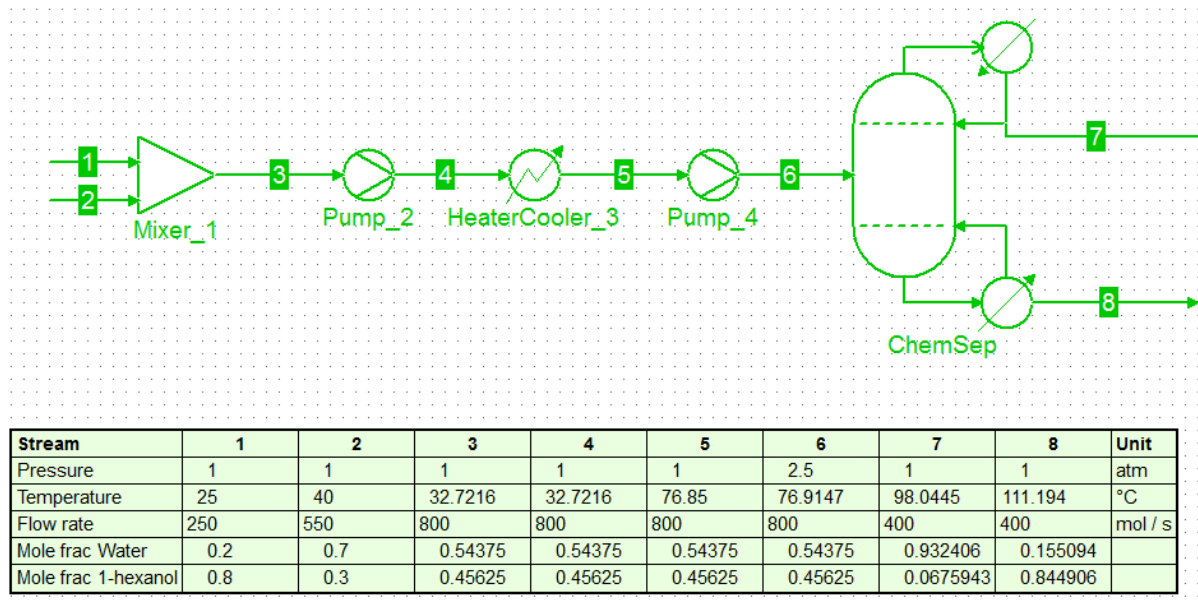
4. RESULTADOS

Se efectuaron simulaciones dentro del laboratorio virtual Classroom con el apoyo del simulador COCO, se analizaron los resultados de las diversas simulaciones con sus componentes correspondientes a cada uno de los diferentes procesos de operaciones unitarias. Para así analizar la fiabilidad de los resultados y se compararon flujos másicos, temperaturas y composiciones esperadas con las obtenidas a partir de la simulación.

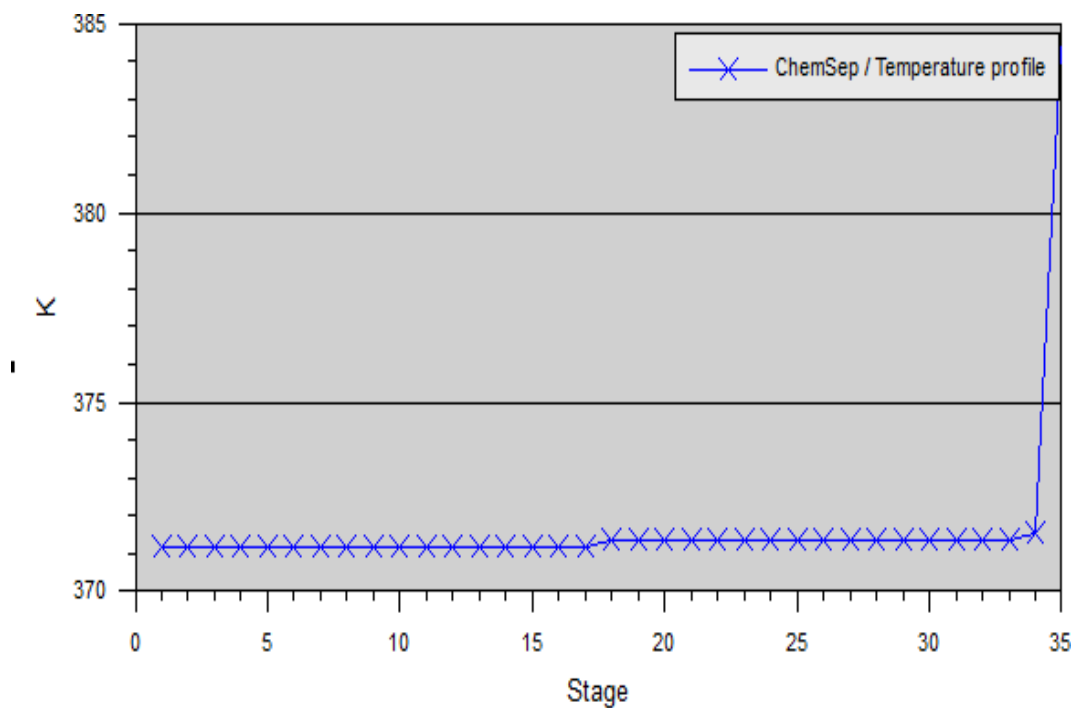
Se realizó un diagrama de flujo, partiendo de flujos de alimentación tomando en cuenta entradas, salidas y reflujo, variables importantes como temperatura, presiones de operación. Y simulador COCO es muy adecuado y tiene muchas ventajas para poder realizar diversas simulaciones a nivel académico.

De la columna de destilación se realizó un pequeño estudio de su comportamiento en relación, temperatura contra cada uno de sus 35 platos, del plato 1 al plato 17 se obtuvo una temperatura constante de 371.19°K , a partir del plato 18 al 33 se obtuvo 371.34°K de manera constante, en general su comportamiento en la torre tuvo gran estabilidad en el proceso.

Resultados de la simulación destilación de agua y hexanol:



GRAFÍA TEMPERATURA VS NÚMERO DE PLATO



PARÁMETROS DE TEMPERATURA POR CADA PLATO

ChemSep		
Parameter	Value	Unit
Temperature profile[0]	371.19	K
Temperature profile[1]	371.19	K
Temperature profile[2]	371.19	K
Temperature profile[3]	371.19	K
Temperature profile[4]	371.19	K
Temperature profile[5]	371.19	K
Temperature profile[6]	371.19	K
Temperature profile[7]	371.19	K
Temperature profile[8]	371.19	K
Temperature profile[9]	371.19	K
Temperature profile[10]	371.19	K
Temperature profile[11]	371.19	K
Temperature profile[12]	371.19	K
Temperature profile[13]	371.19	K
Temperature profile[14]	371.19	K
Temperature profile[15]	371.19	K
Temperature profile[16]	371.19	K
Temperature profile[17]	371.34	K
Temperature profile[18]	371.34	K
Temperature profile[19]	371.34	K
Temperature profile[20]	371.34	K
Temperature profile[21]	371.34	K
Temperature profile[22]	371.34	K
Temperature profile[23]	371.34	K
Temperature profile[24]	371.34	K
Temperature profile[25]	371.34	K
Temperature profile[26]	371.34	K
Temperature profile[27]	371.34	K
Temperature profile[28]	371.34	K
Temperature profile[29]	371.34	K
Temperature profile[30]	371.34	K
Temperature profile[31]	371.34	K
Temperature profile[32]	371.34	K
Temperature profile[33]	371.51	K
Temperature profile[34]	384.34	K

GRAFICA DE RELACIÓN CON EL NÚMERO DE PLATO VS FRACCIÓN MOLAR LIQUIDA DE AGUA Y HETANOL

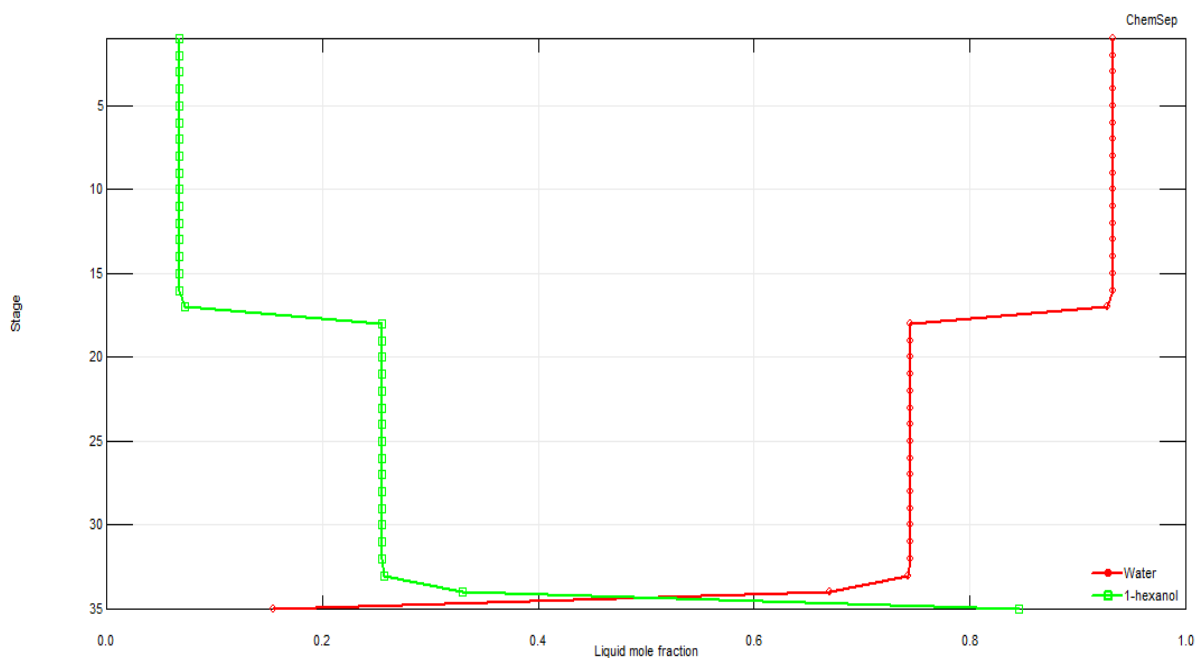
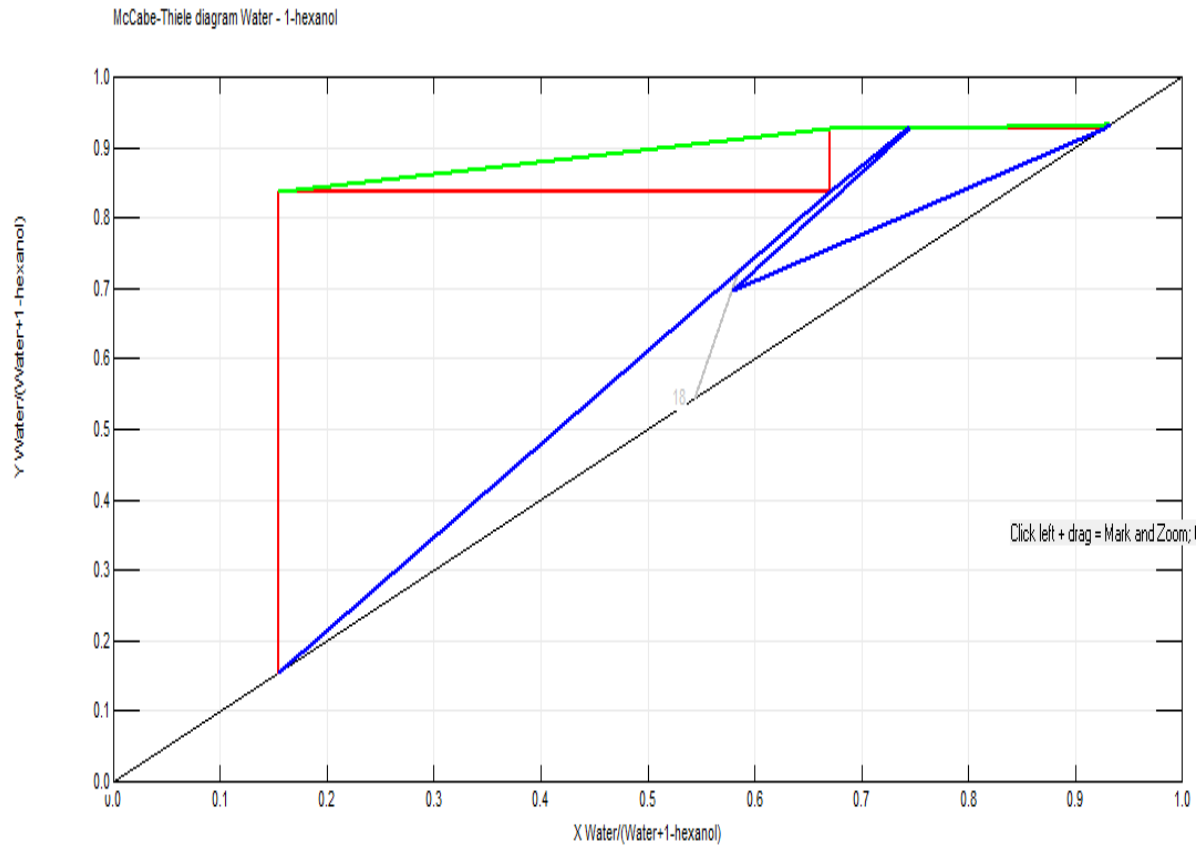


DIAGRAMA DE MCCABE-THILE



DATOS DEL DESEMPEÑO EN LA COLUMNA

Quick column rating

Reference: ChemSep CO Unit D₁

Default internals: Sieve 2ft

Default system factor: 1

Default fraction of flood: 0.75

Default efficiency: 1

Default height liq. feed (m): 0.8

Liq. Maldistribution (%): 8

Max. #/bed: 35

Reboiler res. times (s): 10

Product: 180

System factors:

- ☒ Koch
- ☐ Norton
- ☐ Specified

Efficiencies:

- ☐ Duss-Taylor
- ☒ Traditional

Maldistribution:

- ☒ Klemas
- ☐ Lockett

Buttons: Insert, Auto, Remove, As Design

Section	1	2
Start stage	2	18
End stage	17	34
Internal type	Sieve 2ft	Sieve 2ft
System factor	1	1
Flood fraction	0.75	0.75
Method slope equilibrium li	McCabe-Thie	McCabe-Thie
Efficiency estimated	1	0.62
HETS estimated (m)	0.6	0.968
FPL/Maldistribution	1	1
Area fraction	1	1
Flow parameter	0.02	0.075
Capacity factor (m/s)	0.093	0.085
Diameter section (m)	3.84	4.26
Design stage	2	34
Height section (m)	9.6	16.2
Empty (m3)	0	0
Diameter (m)	4.26	
Height (m)	27.17	

☐ Show details

COSTOS CON DIFERENTES MATERIALES DE FABRICACIÓN

Acero carbono

Simple column costing

ACCR (1/year)	0.32	Copy	Shell TIC (k\$)	452
Uptime (hrs/year)	8016		Internals TIC (k\$)	459
Materials	1	Carbon Steel	Condenser TIC (k\$)	2317
M&S Index (\$)	1600		Reboiler TIC (k\$)	2436
Fuel price (\$/GJ)	12	(1 bbl oil = 6.1 GJ)	AC OPEX (k\$/yr)	302
			LPS OPEX (k\$/yr)	10125
			Total Annual Cost (k\$/yr)	12239

Revestido de acero inoxidable

Simple column costing

ACCR (1/year)	0.32	Copy	Shell TIC (k\$)	630
Uptime (hrs/year)	8016		Internals TIC (k\$)	459
Materials	2.2	Stainless Steel clad	Condenser TIC (k\$)	3197
M&S Index (\$)	1600		Reboiler TIC (k\$)	3362
Fuel price (\$/GJ)	12	(1 bbl oil = 6.1 GJ)	AC OPEX (k\$/yr)	302
			LPS OPEX (k\$/yr)	10125
			Total Annual Cost (k\$/yr)	12874

Acero inoxidable sólido

Simple column costing

ACCR (1/year)	0.32	Copy	Shell TIC (k\$)	832
Uptime (hrs/year)	8016		Internals TIC (k\$)	459
Materials	3.7	Stainless Steel solid	Condenser TIC (k\$)	4197
M&S Index (\$)	1600		Reboiler TIC (k\$)	4413
Fuel price (\$/GJ)	12	(1 bbl oil = 6.1 GJ)	AC OPEX (k\$/yr)	302
			LPS OPEX (k\$/yr)	10125
			Total Annual Cost (k\$/yr)	13595

Revestido de titanio

Simple column costing

ACCR (1/year)	0.32	Copy	Shell TIC (k\$)	915
Uptime (hrs/year)	8016		Internals TIC (k\$)	532
Materials	4.2	Titanium clad	Condenser TIC (k\$)	4605
M&S Index (\$)	1600		Reboiler TIC (k\$)	4843
Fuel price (\$/GJ)	12	(1 bbl oil = 6.1 GJ)	AC OPEX (k\$/yr)	302
			LPS OPEX (k\$/yr)	10125
			Total Annual Cost (k\$/yr)	13913

Titanio sólido

Simple column costing

ACCR (1/year)	0.32	Copy	Shell TIC (k\$)	1433
Uptime (hrs/year)	8016		Internals TIC (k\$)	987
Materials	7.9	Titanium solid	Condenser TIC (k\$)	7168
M&S Index (\$)	1600		Reboiler TIC (k\$)	7538
Fuel price (\$/GJ)	12	(1 bbl oil = 6.1 GJ)	AC OPEX (k\$/yr)	302
			LPS OPEX (k\$/yr)	10125
			Total Annual Cost (k\$/yr)	15907

5. CONCLUSIONES

Se llegó a la creación de un Laboratorio Virtual de Procesos Químicos desarrollado en la plataforma Classroom, en el cual se llevan a cabo múltiples simulaciones del área de ingeniería química, en específico operaciones unitarias y reactores químicos.

El espacio creado alberga múltiples herramientas didácticas como lo son vídeos y test diseñados para cada tema en específico como bombas, tuberías y flujo de fluidos. En automático, al crear el Laboratorio Virtual se provee al estudiante material de apoyo y desempeña un papel importante para respaldar al Laboratorio Físico en cuestión de equipamiento, distribuir el flujo de alumnos, atendiendo la aglomeración y minimizando los tiempos muertos. La clave de acceso al estudiante es 7r6tdv6, el nombre de la plataforma es "Laboratorio Virtual de Procesos Químicos."

Se genera una transición importante hacia una era digital, con temas establecidos que se desarrollan de manera virtual, obteniendo contenido específico cargado al Laboratorio virtual y de fácil acceso.

Hoy en día, las clases presenciales han vuelto, pero, la herramienta generada (Laboratorio Virtual) puede ser utilizada como una estrategia didáctica complementaria ya sea en clases presenciales o en línea. Esto último, cubre dos objetivos importantes que son: generar un entorno seguro de aprendizaje y complementar los conocimientos adquiridos en los salones de clases.

Por lo consiguiente, se plantea la necesidad de que la academia se vea beneficiada de estos recursos, que son fundamentales para el ingeniero químico. Tomando en cuenta que la división de IQU tiene uno de los mayores índices de crecimiento semestral.

El crecimiento del Laboratorio Virtual es exponencial si las futuras generaciones retoman la presente plataforma, aumentan la cantidad de simulaciones e información y abarcan diversas materias que están por ahora fuera del actual laboratorio.

6. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Diseña, selecciona, opera, optimiza y controla procesos en simulaciones químicas y de servicios con base en el desarrollo tecnológico de acuerdo a las normas de higiene y seguridad, de manera sustentable.

Realiza innovación y adaptación de tecnología en procesos aplicando la metodología científica, con respeto a la propiedad intelectual.

Utiliza un segundo idioma en su ámbito laboral según los requerimientos del entorno.

Presenta aprendizaje autónomo para el desarrollo de las actividades realizadas.

Colabora en equipo, con actitud innovadora, razonamiento crítico y espíritu de liderazgo.

Demuestra actitud creativa hacia el cambio, gestionando tiempos.

Demuestra actitudes de superación continua para lograr metas personales y profesionales con pertinencia y competitividad.

Utiliza las tecnologías de la información y comunicación como herramientas en la construcción de soluciones a problemas de ingeniería y difundir el conocimiento científico y tecnológico.

Planea e implementa sistemas de gestión seguridad e higiene en los diferentes sectores, conforme a las normas nacionales e internacionales.

Se comunica en forma oral y escrita en el ámbito laboral de manera expedita y concisa.

7. FUENTES DE INFORMACIÓN

Scenna, N. J. y col. (1999). Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos. ISBN: 950-42-0022-2.

Gil, I. D., Guevara, J. R., García, J. L., Leguizamón, A. & Rodríguez, G. "Process Analysis and Simulation in Chemical Engineering", (2016). pag 1 Springer International Publishing Switzerland.

(Pérez Pérez, Jennyfer. «HISTORIA DE LA SIMULACIÓN Timeline.» Timetoast Timelines, 2017

Recuperado: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-simulacion-42f0d38f-33d2-4980-991d-f2ca53ecf4f>)

(Creus Solé A. (1989) "Simulación de procesos con PC". España: Ed. Marcombo S.A)

(Martínez Sifuentes, Victor Hugo, y col "Simulación de Procesos en Ingeniería Química", 2000, a pág. 37; Plaza y Valdés Editores, México, Tamaulipas)

(Blancas Carlos, septiembre, 2014) simulación de Procesos
Recuperado:<http://carlosblancasg.blogspot.com/2014/09/>

(Revolución industrial - de industria 1.0 a industria 4.0.)
Recuperado:<https://www.desouttertools.mx/industria-4-0/noticias/1015/revolucion-industrial-de-industria-1-0-a-industria-4-0>. Accedido 31 de marzo de 2021.)

(Ruíz N., J. (2003, a, septiembre). Análisis de la evolución de los procesos industriales. pág 84. <https://www.ineel.mx/boletin032003/aplica.pdf>)

(Ruíz N., J. (2003, b, septiembre). Análisis de la evolución de los procesos industriales. pág 85. <https://www.ineel.mx/boletin032003/aplica.pdf>)

(Ruíz N., J. (2003, c, septiembre). Análisis de la evolución de los procesos industriales. pág 85. <https://www.ineel.mx/boletin032003/aplica.pdf>)

(Cortada, James W., et al. La era del trabajo en redes: cómo lo hacen IBM y otras compañías. Oxford University Press, 2000).

(grandes inventores - museo virtual - oficina Española de Patentes y Marcas. Imagen.

Recuperado:[http://historico.oepm.es/museovirtual/galerias_tematicas.php?tipo=INVENTOR&xml=Savery,%20th Mas.xml](http://historico.oepm.es/museovirtual/galerias_tematicas.php?tipo=INVENTOR&xml=Savery,%20th%20Mas.xml)).

(Segunda Revolución Industrial: imagen, 2004. avances - consecuencias. Recuperado:<https://www.caracteristicas.co/segunda-revolucion-industrial/>)

(«Tercera Revolución Industrial». Crónicas de IMarie, 12 de noviembre de 2019, Recuperado:<https://cronicasdeimarie.com/tercera-revolucion-industrial/>.)

(SCHWAB, K. (2016). La cuarta Revolución Industrial. The Fourth Industrial Revolution,(Penguin Random House.GrupoEditorial),pág,13. Recuperado:[http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20(1).pdf))

(Revolución Industrial: imagen (2020) Aprendiendo a Evolucionar». Predictiva21, 20 de junio de 2020, Recuperado:<https://predictiva21.com/revolucion-industrial-mexico/>.)

(Operaciones Unitarias: Tema 4: Tipos de Operaciones Unitarias Profesor: Sr. Carlos A. Bizama Fica. 2010 pág1. Recuperado:http://gomez2010.weebly.com/uploads/5/8/0/2/5802271/-operaciones-unitarias_1.pdf

(Daniel Nolas 2012. pág 1. Tipos De Operaciones Unitarias - Ensayo.

Recuperado:<https://www.clubensayos.com/Tecnolog%C3%ADa/Tipos-De-Operaciones-Unitarias/249239.html>.)

Maldonado, D. B. (2011). Simulación y modelos matemáticos. EXPEDICION, (7).

LÓPEZ ESTRADA, F. R. (2008, pág 38). "Caracterización y Validación Dinámica de una Planta Piloto de Destilación".

Recuperado:<https://www.cenidet.edu.mx/subplan/biblio/seleccion/Tesis/ME%20Francisco%20%20Ronay%20Lopez%20%20Estrada%202008.pdf>

(C.J. GEANKOPLIS. EDICION 3. 1998. Pág. 719)

(Dominio público. File:Vap-Liq Separator.png. Creado el: 19 de septiembre de 2007

Recuperado:https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Destilaci%C3%B3n_flash&oldid=128253209.)

(Imagen de [PetroSkills](#) 2020

Recuperado:<http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/2014/12/troubleshooting-gas-liquid-separators-removal-of-liquids-from-the-gas/>)

(Creative Commons Genérica de Atribución. File: tray Distillation tower 2010

Recuperado:[https://es.wikipedia.org/wiki/Columna_\(qu%C3%ADmica_industrial\)#/media/File:Tray_Distillation_Tower_EN.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Columna_(qu%C3%ADmica_industrial)#/media/File:Tray_Distillation_Tower_EN.svg))

(Germán Fernández. 2012. Destilación sencilla, fraccionada y a vacío | Química Orgánica.

Recuperado:<http://www.quimicaorganica.net/destilacion.html>.)

(Mbeychok. 29 September 2007. This is a schematic diagram of a typical vacuum distillation column in an oil refinery

Recuperado: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vacuum_Column.png)

(Edison Herrera Núñez. 2012. a, Pág. 3. Tubos y tuberías.

Recuperado: <https://es.slideshare.net/n.ando/tubos-y-tuberias.>)

(AGUILAR RAMIREZ NAYELY LIZETH. 2014. a, Pág. 33-41

Recuperado: <https://AguilarRamirezNayelyLizeth/UNAM/DESARROLLODEPROGRAMADECÓMPUTOPARALAESPECIFICACIÓNDETUBERÍASDEPROCESO.pfd/2014>)

(AGUILAR RAMIREZ NAYELY LIZETH. 2014. b, Pág. 45

Recuperado: <https://AguilarRamirezNayelyLizeth/UNAM/DESARROLLODEPROGRAMADECÓMPUTOPARALAESPECIFICACIÓNDETUBERÍASDEPROCESO.pfd/2014>)

(SMITH, P. (2007) Pág 11,13,23,24. The Fundamentals of Piping Design (Vol. 1). Gulf publishing desing.

https://www.academia.edu/37435800/The_Fundamentals_of_Piping_Design_VOL_1_.)

Armando Perez Martinez. (2018) Pág 5-6. Códigos Normas Unidades y Tuberías. CURSO DE TUBERÍAS PARA PLANTAS DE PROCESO.

Recuperado: <https://es.scribd.com/doc/221111619/0101-TR-Codigos-Normas-Unidades-Tuberias>

(Gómez, Hernando. 2009 «Observatorio de la Soldadura: ASME - B31: Código para tuberías a presión». Observatorio de la Soldadura.

Recuperado: <http://soldando.blogspot.com/2009/05/asme-b31-codigo-para-tuberias->

presion.html.)

(Solorzano, Ricardo.2016 «Principios Ingenieriles Básicos - Bombas Hidráulicas». Hydraulics & Pneumatics.

Recuperado:<https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-en-espanol/article/21886594/principios-ingenieriles-bsicos-bombas-hidrulicas>.)

(Las Bombas Centrifugas 2021 , Funcionamiento características y aplicaciones.

Recuperado:<https://www.bombascentrifugas.net/p/las-bombas-centrifugas.html>.)

(StackPath. 2016

Recuperado:<https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-en-espanol/article/21886594/principios-ingenieriles-bsicos-bombas-hidrulicas>.)

(Tipos de bombas hidraulicas, 2019)

Recuperado:https://portaleselectromecánico.com/CURSOS/MaquinasMecanicas/tipos_de_bombas_hidraulicas.html

Intercambiador de calor 2020 - Definición, funcionamiento, tipos, aplicaciones y mucho más.

Recuperado:<https://www.alfalaval.mx/productos-y-soluciones/transferencia-de-calor/intercambiadores-de-calor-de-placas/intercambiador-de-calor-que-es-y-como-funciona/>.)

(Germán Fernández. 2014 Operación unitaria de adsorción | Industria e Ingeniería Química.

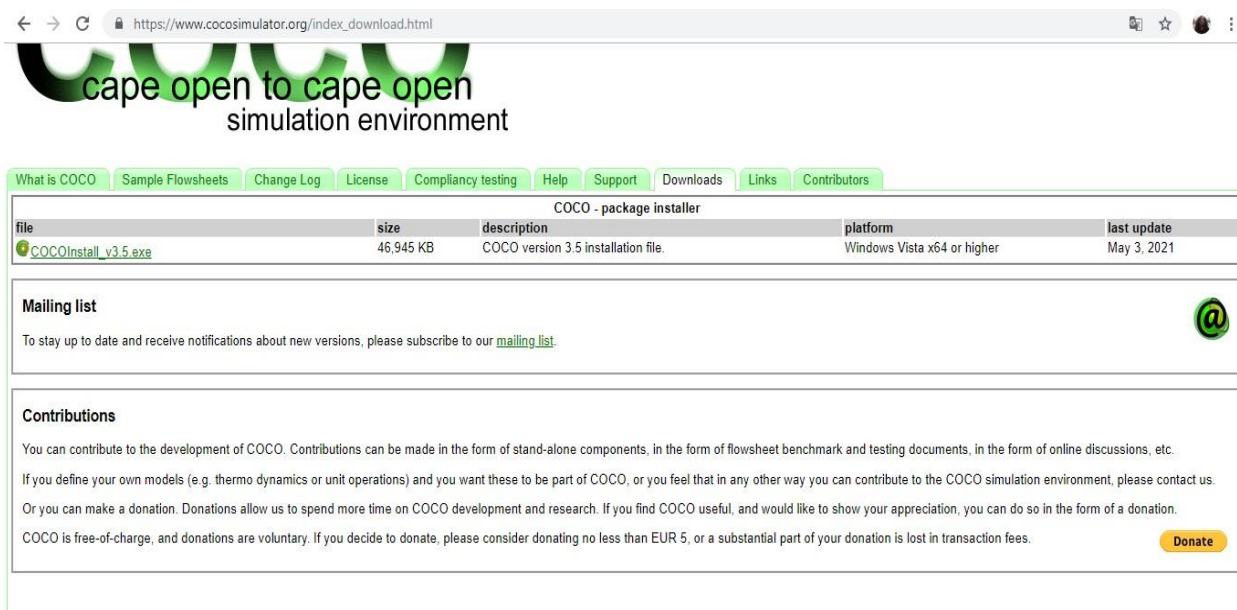
Recuperado:<http://www.industriaquimica.net/adsorcion.html>)

(Vicenta Muñoz Andrés, Ángel Maroto Valiente. (2013). Operaciones unitarias y reactores químicos. Madrid: UNED.)

8. ANEXOS

Simulador COCO descarga libre:

https://www.cocosimulator.org/index_download.html



The screenshot shows the website for the COCO simulator. The header features the text "cape open to cape open simulation environment" with a green graphic. Below the header is a navigation bar with links: What is COCO, Sample Flowsheets, Change Log, License, Compliance testing, Help, Support, Downloads, Links, and Contributors. The main content area is titled "COCO - package installer" and contains a table with the following data:

file	size	description	platform	last update
COCOInstall_v3.5.exe	46,945 KB	COCO version 3.5 installation file.	Windows Vista x64 or higher	May 3, 2021

Below the table, there is a "Mailing list" section with a text input field and a "Subscribe" button. To the right of the mailing list is a green circular icon with an '@' symbol. Below the mailing list is a "Contributions" section with text explaining how to contribute to the development of COCO. At the bottom right of the contributions section is a yellow "Donate" button.

Es difícil encontrar alternativas gratuitas que contengan toda la funcionalidad de los grandes paquetes de simuladores de procesos, tales como Aspen o Aspen Hysys. COCO es una excelente alternativa. Es un simulador secuencial gratuito, de estado estacionario, desarrollado por la empresa Amsterchem. Incluye un entorno para diagramas de flujo de proceso, operaciones unitarias, paquete de cinética de reacciones y paquete termodinámico.

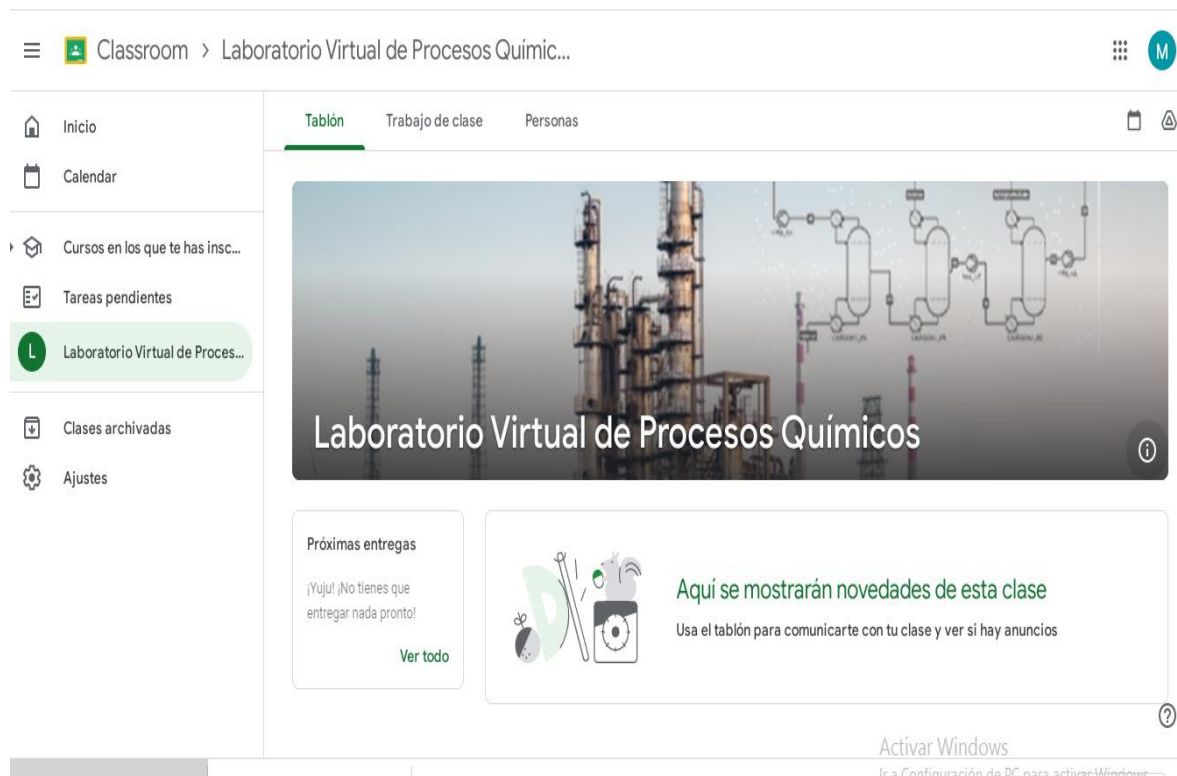
Dentro del ejecutable se incluye también un simulador de procesos de separación (destilación, extracción, absorción) llamado ChemSep, en su versión *light* (máximo de 150 etapas de equilibrio y 10 componentes). Si solo necesitas el simulador de procesos de equilibrio, puedes descargarlo desde el artículo relacionado.

CLASSROOM PLATAFORMA VIRTUAL

classroom.google.com

Nombre de la plataforma : "Laboratorio Virtual de Procesos Químicos."

La clave de acceso: 7r6tdv6.



Google Classroom es una herramienta creada por Google en 2014, y destinada exclusivamente al mundo educativo. Su misión es la de permitir gestionar un aula de forma colaborativa a través de Internet, siendo una plataforma para la gestión del aprendizaje o Learning Management System.

Todas las opciones de esta herramienta están asociadas a una cuenta de Google, de manera que tanto el profesor como los estudiantes deberán tener su Gmail, y su cuenta de Google actuará como su identificador. Esto quiere decir que no tendrás que crear una cuenta específica para esta herramienta, ya que se utilizarán tus identidades de Google.