

materia

Procesos de Química Industrial

unidade didáctica 2

Creación de procesos

Eva Rodil Rodríguez

Departamento de Enxeñaría Química
Escola Técnica Superior de Enxeñaría

titulación

Grao de Enxeñaría Química



VICERREITORÍA DE ESTUDANTES,
CULTURA E FORMACIÓN CONTINUA



unidade didáctica 2

Creación de procesos

Eva Rodil Rodríguez

Departamento de Enxeñaría Química
Escola Técnica Superior de Enxeñaría



© Universidade de Santiago de Compostela, 2013



Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.g>

Deseño
Unidixital
Servizo de Edición Dixital
da Universidade de Santiago de Compostela

Edita
Vicerreitoría de Estudantes,
Cultura e Formación Continua
da Universidade de Santiago de Compostela
Servizo de Publicacións
da Universidade de Santiago de Compostela

Imprime
Unidixital
Dep. Legal: C 48 - 2013
ISBN 978-84-9887-965-0

ADVERTENCIA LEGAL: reservados todos os dereitos. Queda prohibida a duplicación, total ou parcial desta obra, en calquera forma ou por calquera medio (elec-trónico, mecánico, gravación, fotocopia ou outros) sen consentimento expreso por escrito dos editores.

MATERIA: Procesos de Química Industrial
TITULACIÓN: Grao de Enxeñaría Química
PROGRAMA XERAL DO CURSO
Localización da presente unidade didáctica

BLOQUE I.- ANÁLISE E DESEÑO DE PROCESOS QUÍMICOS

Unidade I.- Introducción á análise e ao deseño de procesos de fabricación

Avaliación do problema primitivo e creación de problemas específicos
Exemplo de problema primitivo
Análise selección de alternativas
Pasos no deseño de procesos

Unidade II. Creación de Procesos

Introdución
Creación dunha base de datos preliminar
Experimentos de laboratorio
Síntese preliminar de procesos
Deseño dun caso base
Planta Piloto
Simulación de procesos
Exemplos

Unidade III. Heurísticas para a síntese de procesos

Introdución
Obxectivos
Heurística de reactivos e produtos
Heurística de procesos de transformación química
Heurística de operacións de separación
Heurística de procesos de intercambio de calor
Heurística de cambios de presión
Heurística de tamaños e separación de sólidos
Consideracións nas condicións de operación nun proceso

Unidade IV. Síntese de Secuencias de separación

Introdución
Obxectivos
Criterios de selección de métodos de separación
Secuencia óptima para columnas de destilación simple
Secuencias de separación con columnas de destilación
Destilación en presenza de azeótropos
Destilación reactiva
Procesos de separación para mesturas gasosas
Procesos de separación para sistemas sólido-fluído

Unidade V. A implantación e funcionamento de plantas químicas.

Normativas

Implantación de plantas de proceso químico: Relación co entorno
O impacto de los accidentes industriais: social, económico e político
Normativas: A Directiva Seveso e o Regulamento REACH
A seguridade nunha planta de proceso

BLOQUE II.- PROCESOS DE QUÍMICA INDUSTRIAL.

Unidade VI.- Procesos químicos: Estudio detallado

Proceso de refino do petróleo
Proceso de obtención da alumina/aluminio
Proceso do cemento
Proceso do formaldehído, etc...

BLOQUE III.- PRÁCTICAS DE CAMPO

Unidade VII.- Visita a Empresas

Realizárase unha visita a empresas relacionadas cos contidos teóricos da materia.

PROGRAMA DOS SEMINARIOS DE AULA DE INFORMÁTICA

Práctica 1.-Introdución ao simulador AspenHysys

Práctica 2.-Heurísticas en AspenHysys

Práctica 3.-Separacións e Secuencias de separación en AspenHysys

Práctica 4.- Simulación dun proceso químico en AspenHysys

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Presentación | 7 |
| Os obxectivos | 7 |
| A metodoloxía | 8 |
| Os contidos | 8 |
| 1. Introducción | 8 |
| 2. Creación dunha base de datos preliminar | 9 |
| 2.1. Datos propiedades termofísicas | 9 |
| 2.2. Datos medio ambientais e de seguridade | 10 |
| 2.3. Custo materias primas e produtos | 11 |
| 3. Experimentos de laboratorio | 11 |
| 4. Síntese preliminar de procesos | 11 |
| 4.1. Especificación materias primas e produtos | 12 |
| 4.2. Unidades de Operación do proceso | 12 |
| 4.3. Etapas na síntese de procesos | 13 |
| 4.4. Proceso continuo ou descontinuo | 14 |
| 4.5. Árbore de síntese | 14 |
| 4.6. Heurísticas | 15 |
| 5. Deseño dun caso base | 16 |
| 5.1. Diagramas de fluxo | 16 |
| 5.1.1 Diagrama de bloques (BFD) | 16 |
| 5.2.2. Diagrama de proceso (PFD) | 17 |
| 5.2.3. Diagrama de tubarías e instrumentación (P&I) | 19 |
| 5.2. Integración de procesos | 20 |
| 6. Planta Piloto | 20 |
| 7. Simulación do proceso | 21 |
| Actividades propostas | 21 |
| Avaliación da UD | 22 |
| Anexo | 23 |
| Bibliografía | 24 |

PRESENTACIÓN

Esta unidade didáctica (en adiante, UD) denominada «Creación de procesos» forma parte da materia «Procesos de Química Industrial», optativa da Orientación Enxeñaría de Procesos, que se imparte no primeiro semestre do 4º curso do Grao en Enxeñaría Química. Nesta materia trátase a descrición e análise dos procesos químicos industriais máis amplamente establecidos, tendo en conta non só as materias primas implicadas e os produtos obtidos, senón tamén a descrición detallada do propio proceso e a análise e control das súas variables fundamentais. Faise un estudo detallado de procesos de química industrial: descrición, diagrama de fluxo, unidades de operación e sistemas de control, e por último se aborda a simulación de procesos.

Esta UD pertence o bloque I de Análise e deseño de procesos químicos, na UD precedente o estudantado debe acadar coñecementos sobre a avaliación do problema primitivo e a análise e selección de alternativas. Esta UD pretende dar unha idea global de cales son os pasos necesarios para a creación dun proceso químico, as técnicas dispoñibles e os coñecementos necesarios para poder implantalas.

Os contidos desta unidade didáctica serán desenvolvidos nunhas 7 horas distribuídas da seguinte maneira: 4 horas de clases expositivas, contidos teóricos, 2 horas de traballo do alumnado nas clases interactivas e 1 hora de titoría en grupo para dar as primeiras indicacións necesarias para desenvolver o traballo en grupo.

Esta UD ten un carácter xeral e pode ser utilizada non só no grao para o que está formulada senón para todos aqueles que desexen estudar os pasos necesarios para a *creación dun proceso químico*.

OS OBXECTIVOS

O obxectivo desta UD e coñecer globalmente os pasos necesarios para poder chegar o deseño dun proceso químico. Ao rematar a UD o estudantado será capaz de:

- Seleccionar os datos necesarios para o deseño de procesos e crear unha base de datos preliminar
- Coñecer as etapas a desenvolver para chegar a un diagrama de fluxo de procesos tendo en conta: reaccións, operacións de separación, operacións de cambio de presión e temperatura, etc...
- Seleccionar as unidades de operación e chegar o diagrama de fluxo detallado do proceso.
- Entender a necesidade de construír unha planta piloto para comprobar os equipos principais do proceso

- Coñecer a importancia que teñen os simuladores comerciais para obter datos e para a resolución de balances de materia e enerxía.

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

Os contidos teóricos desenvolveranse nas **clases expositivas**, clases presenciais nas que o profesor presentará, con axuda de medios audiovisuais da aula os contidos da UD en liñas xerais. Antes da clase, o alumnado terá a súa disposición, no contorno virtual, unha copia do material utilizado polo profesorado.

Nas **clases interactivas (seminarios)**, clases presenciais nas que o profesorado formulará e resolverá detalladamente exercicios da UD, axudándose de medios audiovisuais, bases de datos accesibles vía web, programas de simulación, etc.. Entregaráselle ao alumnado un boletín de exercicios no que se abordaran os diferentes conceptos vistos nas clases expositivas. Parte destes exercicios do boletín serán resoltos nestas clases interactivas mentres que outra parte será resolta polo alumnado de xeito autónomo. Así mesmo, algún destes exercicios poderanse propor como traballo individual ou en grupo a entregar o profesor.

Traballo en grupo realizaranse fóra da aula, fóra das clases presenciais. O alumnado terá unha clase presencial onde se indicarán os grupos de traballo e se lle dará a información e o material necesario para a realización dun traballo en grupo. Farase un seguimento do mesmo mediante titorías individualizadas ou de grupo. O obxectivo é fomentar o manexo de bibliografía e información así como a capacidade de traballar de xeito colectivo a hora de enfrontarse a problemas de creación de procesos industriais.

Titorías en grupo clases presenciais nas que se resolverán dúbidas formuladas polo propio alumnado ou polo profesor.

OS CONTIDOS

1.Introdución

Un proceso químico é un conxunto de operacións químicas ou físicas ordenadas para a transformación dunhas materias iniciais en produtos finais diferentes. Un produto é diferente doutro cando teña distinta composición, este nun estado distinto ou haxa cambiado as súas condicións.

Na descrición xeral de todo proceso químico existen diferentes operacións unitarias involucradas, unhas baséanse en reaccións químicas e outros en cambios unicamente físicos; cambios de fase, procesos de separación, cambios de tamaño, etc. Podemos dicir que calquera proceso químico que se poida deseñar consta dunha serie de operacións físicas e químicas, cada unha destas operacións e unha operación unitaria dentro do proceso global.

Todo proceso químico industrial xorde pola necesidade de satisfacer unha demanda existente, ben dun produto, dun servizo ou dunha tecnoloxía. O interese social ou a rendibilidade económica de satisfacer esta

demanda leva ao enxeñeiro a executar os seguintes pasos para a creación dun proceso (Turton e col., 2003):

a) Procura dunha idea ou dun produto en base a unha necesidade existente ou mellora dalgún xa existente no mercado, acondicionándoo ás novas esixencias do mesmo, *problema primitivo*.

b) Contraste desta idea co mercado. Ver a rendibilidade da idea en función das condicións da demanda e da oferta.

-Se a idea ten aceptación: iniciar a creación do proceso.

-Se a idea non é válida, se modifica ou se descarta.

c) Desenrolo do proceso, *creación dunha base de datos*, realizando a investigación necesaria:

-Básica se é un proceso novo (coñecemento científico).

-Aplicada para obter un coñecemento científico-técnico.

d) Aplicación do coñecemento científico-técnico alcanzado para idear aplicacións, procesos e sistemas de produción axustados a obtención do produto, *síntese preliminar do proceso e finalmente deseño dun caso base*:

- Síntese preliminar do proceso

- Deseño dun caso base

- Simulación do proceso

- Realización do prototipo ou planta piloto.

- Redimensionado a escala industrial, e contraste co mercado mediante o estudo da viabilidade e rendibilidade do proceso referido ó mercado. Se o proceso é rendible se pasa ao deseño do proceso a escala industrial. Se non, se abandona ou se redeseña.

Tendo permanentemente presente os temas de seguridade dos operarios, usuarios e poboación en xeral, tanto durante a construción da instalación como durante a explotación da mesma, transporte e almacenamento de materias primas e produtos elaborado sou semielaborados e por suposto durante o uso final dos mesmos e en caso de accidente ou catástrofe.

Tamén hai que ter moi presente o medio ambiente durante todas as etapas do proceso, de maneira que a pegada medioambiental do proceso produtivo sexa a menor posible. Esta formulación incidirá tanto na sostibilidade medio ambiental, como na económica e social do proceso.

En resumo, pódese dicir que para a creación dun proceso industrial é necesario levar a cabo toda unha serie de etapas clave para que este resulte rendible.

2. Creación dunha base de datos preliminar

Unha vez teñamos definido o problema primitivo, o *produto*, o seguinte paso na creación dun proceso lévanos a busca bibliográfica. É necesario crear unha base de datos incluíndo materias primas, produtos desexados, produtos intermedios e subprodutos. Precisamos coñecer destes compoñentes as propiedades termofísicas básicas: peso molecular, temperatura normal de ebulición, temperatura de fusión e conxelación,

propiedades críticas, entalpías estándar, enerxía libre de Gibbs de formación; presións de vapor, densidades, capacidades caloríficas, calores latentes en función da temperatura.

Se temos reaccións químicas presentes tamén será necesario ter información sobre velocidades de reacción, conversións, distribución de produtos, presión, temperatura, etc. Sempre que teñamos procesos de separación e necesario posuír datos de equilibrio; datos de equilibrio líquido-vapor, líquido-líquido, gas-líquido, etc.

E por último, pero non menos importante, non podemos esquecernos da importancia dos datos relacionados co medio ambiente (MSDSs, regulamento REACH) e coa seguridade; datos de toxicidades, inflamabilidade, etc.

2.1. Datos propiedades termofísicas

Para propiedades termofísicas básicas normalmente podemos recorrer a bases de datos bibliográficas como: *Perry's Chemical Engineering Handbook* (Perry and Green, 1997), *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (CRC Press, Boca Raton, FL, anual). Tamén podemos buscar información en bases vía web como pode ser *SciFinder Scholar* e *isi Web of knowledge*, estas son bases de datos moi potentes e moi actualizadas, son moi útiles cando por exemplo queremos atopar datos de equilibrios necesarios para os procesos de separación.

Ademais hai que ter en conta que existen simuladores de procesos comerciais como o *AspenHysys* ou o *Chemcad* que posúen unha librería de base de datos de máis de 1000 compostos químicos, moi útiles en deseño de procesos.

2.2. Datos medio ambientais e de seguridade

Como xa se indicou con anterioridade e moi necesario posuír datos de toxicidade e inflamabilidade das materias primas, produtos desexados, produtos intermedios e subprodutos que interveñen no proceso produtivo, estes poden atoparse en bibliografía en manuais como por exemplo: *Perry's Chemical Engineering Handbook* (Perry and Green, 1997), *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (CRC Press, Boca Raton, FL, anual), etc.

É necesario coñecer as fichas de seguridade de todos os compostos e estás pódense atopar na *web do Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene noTraballo* (INSHT), na *Environmental Protection agency* (EPA), etc.

Cuestións ambientais a ter en conta no deseño de procesos químicos

- No manexo de residuos tóxicos: o 97% dos xerados pola industria química e nuclear é auga residual. No proceso de deseño, é esencial que se inclúan instalacións para eliminar os contaminantes residuais perigosos destas correntes acuosas.
- É moi importante mecanismos de reacción para diminuír a toxicidade dos subprodutos. A medida que se determinan as

operacións de reacción as e necesario avaliara toxicidade de todas as substancias químicas, especialmente aquelas recuperadas como subprodutos. Os mecanismos que involucran grandes cantidades de substancias químicas tóxicas deben substituírse por outras alternativas, salvo en circunstancias excepcionais.

- Redución e reutilización de residuos: As preocupacións medioambientais poñen maior énfase na reciclaxe, non só para substancias químicas que non reaccionasen, senón tamén para produtos e subprodutos.
- Evitar eventos no rutineiros. Reducir o risco de accidentes e derrames a través da redución dos fenómenos transitorios, baseándose no funcionamento nominal de estado estacionario, con sistemas de control e detección de fallos.
- Obxectivos, restricións e optimización del deseño. Os obxectivos ambientais a miúdo non están ben definidos porque as funcións obxectivo económico involucran medidas de rendibilidade, mentres que o valor da redución da contaminación non é a miúdo facilmente cuantificable economicamente.

2.3. Custo das materias primas e produtos

Para poder avaliar a oferta e a demanda do produto que queremos sintetizar no noso proceso é necesario facer estudos de mercado e avaliar o prezo dos compostos. Para atopar o prezo común dos compostos químicos podemos recorrer a xornais como o *Chemical Market Reporter*, que podemos atopalo vía web ou en bibliotecas universitarias.

3. Experimentos de laboratorio

Nos casos onde non se atopan datos de propiedades termofísicas ou datos de equilibrio de mesturas na bibliografía e necesario recorrer a facer experimentos nos laboratorios.

4. Síntese preliminar de procesos

Dada a complexidade e a magnitude do problema de síntese de proceso unha das estratexias a seguir para abordar a síntese preliminar de procesos basease en subdividilo en subproblemas máis sinxelos, cun determinado enfoque, factible de ser abordado coas ferramentas dispoñibles. Cada subproblema pódese abordar con diferentes enfoques de resolución, nesta UD imos desenrolar o enfoque *top-down* e de xeración da arbore de síntese baseado no libro de Seider, Seader e Lewin (2004).

Previa á síntese de procesos temos a avaliación do *problema primitivo* que se caracteriza por: un número enorme de alternativas e altamente combinatorio e ten como obxectivo descubrir as mellores alternativas sen unha busca exhaustiva.

Unha vez que temos clara as alternativas sobre as que se vai traballar chega a etapa de sínteses preliminar de procesos é a etapa durante a creación do proceso, onde se seleccionan as partes, compoñentes e as interconexións entre esas partes para crear o diagrama de fluxo.

Polo tanto, inicialmente o único que coñecemos é o produto que queremos obter e as materias primas necesarias para elo, Figura 1, é dicir temos definido o problema.



Figura 1.- Esquema do problema do proceso de síntese

Neste momento o que debemos é analizar unha serie de parámetros que veremos a continuación e que nos van levar a decidirmos por un proceso ou outro.

4.1. Especificación de materias primas e produtos

Na primeira etapa da síntese preliminar de procesos débese definir as especificación da materia prima, produtos e subprodutos. Debemos definir os seguintes puntos:

- Fluxo máscico (base de cálculo).
- Composición das correntes (fracción máscica ou fracción molar de cada especie química).
- Fase: sólida, líquida ou gasosa.
- Forma (por exemplo, distribución de tamaño de partícula e forma, en caso de sólidos).
- Temperatura.
- Presión.

Outras propiedades intrínsecas serán necesarias coma viscosidade, peso molecular medio, color, etc, esta parte entraría dentro da investigación e busca bibliográfica.

4.2. Unidades de Operación do proceso

As unidades de operación utilizadas nun proceso industrial son numerosas, para simplificar o seu estudo imos clasificalas en sete tipos básicos de procesos:

1.- Reactores químicos:

Ao situalo no diagrama de fluxo debemos ter en conta unha serie de consideracións, por exemplo a presión e a temperatura de reacción xa que vai afectar directamente no grao de conversión, velocidade de reacción, etc.

2.- Procesos de separación de sustancias químicas:

Aparecen en numerosas ocasiones son necesarios siempre que desexemos cambiar a composición dunha corrente, o método utilizado depende das propiedades físicas dos compoñentes da corrente. Este punto abordárase con detalle na UD IV.

3.- Procesos de separación mecánica (separación de fases):

Normalmente separación de compoñentes que se atopan en fases distintas.

4.- Cambios de Temperatura:

Normalmente necesítanse quentar ou arrefriar correntes do proceso

5.- Cambios de Presión:

Normalmente aumentar o diminuír a presión de correntes do proceso utilizando para elo bombas, compresores de gas, turbinas de gas ou válvulas de expansión.

6.- Cambios de Fase:

Poden ser de líquido a vapor ou viceversa, poden levarse a cabo en columnas flash, intercambiadores de calor, válvulas, etc..

7.- Mestura ou separación de correntes ou ramas:

Para poder combinar ou separar unha ou máis correntes

4.3. Etapas na síntese de procesos

A maneira de introducir no proceso as unidades de operación que imos utilizar baséase no método introducido por Rudd, Powers, y Siirola (1973) no seu libro *Process Synthesis* e pode sintetizarse seguindo a táboa 1.

Táboa 1. Pasos na síntese de procesos

| Pasos | Operación Unitaria do Proceso |
|--|--|
| Procesos de transformación química | Reactores químicos |
| Distribución dos compostos químicos combinando materias primas, produtos e subprodutos | Mestura |
| Eliminación de diferenzas de composición | Separación |
| Eliminación en diferenzas en temperatura, presión e fase | Cambios de temperatura, presión e fase |
| Integración de tarefas (converter as etapas en unidades de operación) | |

4.4. Proceso continuo ou discontinuo

Nesta etapa é necesario definir o modo de procesamento se vai ser continuo ou discontinuo. Un proceso continuo é aquel onde a alimentación se envía continuamente a unha serie de equipos nos que cada unidade realiza unha operación, os produtos subprodutos e residuos deixan o proceso de forma continua. Un proceso discontinuo é aquel onde unha cantidade finita de produto se fabrica durante un período de tempo (horas a días), está constituído por unha serie de operacións básicas que teñen lugar en intervalos discretos de tempo, o esquema de ambos procesos pode verse na Figura 2.

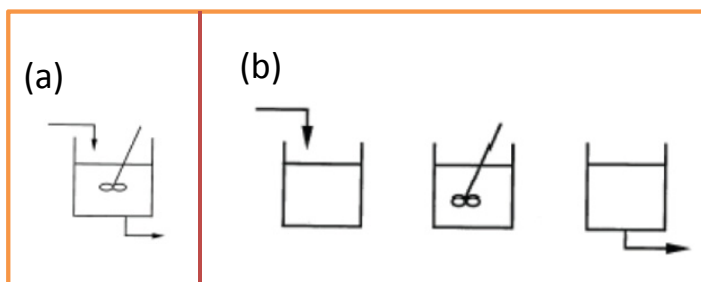


Figura 2. (a) Proceso continuo e (b) proceso discontinuo

Na táboa 2 están recollidas as características de tipo de procesamento continuo ou discontinuo.

Táboa 2. Característica do proceso en continuo e en discontinuo.

| Proceso continuo | Proceso discontinuo |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Condicións de operación estacionarias• Gran escala de produción• Cada equipo realiza unha función específica• Calidade de produto constante• Velocidade de produción constante• Alta automatización• Pouca man de obra | <ul style="list-style-type: none">• Funcionamento intermitente• Ciclo de operación• Pequena escala de produción• Plantas flexibles, multiproducto e multipropósito.• Grandes tempos de procesamento ou residencia.• Reacciones lentas. Fluxos Pequenos• Produtos de calidade variable• Velocidade de produción variable• Esixentes en man de obra• Procedementos de sínteses complexos• Condicións de control estritas |

4.5. Arbore de síntese

A árbore de síntese vaise construíndo o mesmo tempo que se van analizando as etapas das distintas alternativas propostas do proceso estudado, e vanse eliminando alternativas do diagrama de fluxo cando se

consideran non rendibles. Un exemplo de como é unha árbore de síntese pódese ver na figura 3.

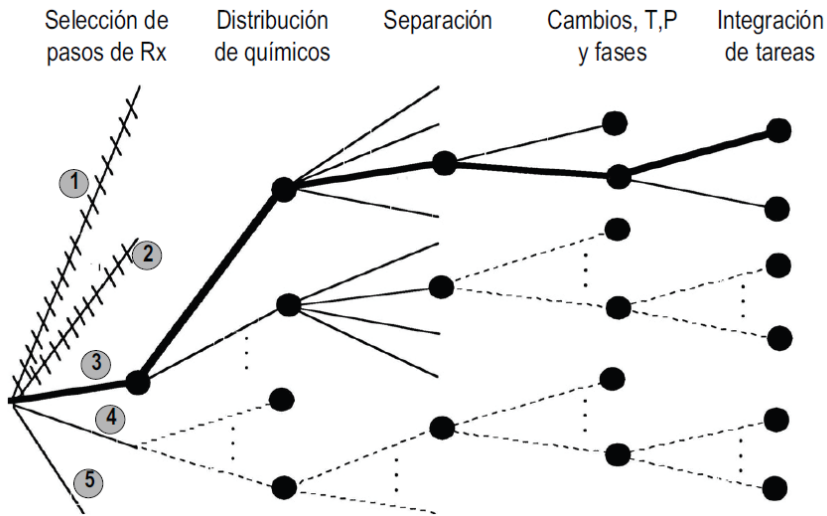


Figura 3.- Desenvolvemento da árbore de síntese

4.6. Heurísticas

Utilización de principios baseados na experiencia para confirmar a idoneidade do deseño dun proceso. As Heurísticas son métodos de cálculo e guías para: verificar deseños de novos procesos, estimar o tamaño do equipamento e o seu rendemento, axudar a resolver problemas con sistemas de operación, verificar se os resultados de simulacións computacionais son razoables, dar valores razoables para un simulador de procesos, obter custos aproximados das unidades de procesos e desenvolver o deseño preliminar dun proceso (Walas, 1990).

Sempre hai que ter en conta cando se utilizan as heurísticas que son axudas para a solución dun problema, non obstante poden fallar e ás veces son moi difíciles de xustificar, xa que:

- 1.- Unha heurística non garante unha solución
- 2.- Pode contradicir outras heurísticas
- 3.- Pode reducir o tempo de solucionar un problema
- 4.- A súa aceptación dependendo do contexto inmediato en vez dun estándar absoluto

En resumo, unha Heurística é unha afirmación relacionada co tamaño do equipo, condicións operacionais e o rendemento dun equipo que reduce a necesidade de cálculos. A pesar das súas limitacións son guías moi valiosas para a creación de proceso, estudaranse con detalle na UD III.

5. Deseño dun caso base

E necesario desenvolver un, dous ou máis dos diagramas de fluxo máis factibles da árbore de sínteses para consideracións máis detalladas.

5.1. Diagramas de fluxo

A forma máis efectiva de comunicar información sobre un proceso é a través dos diagramas de fluxo. Existen tres tipos de diagramas esenciais para o enxeñeiro químico que veremos a continuación nos seguintes apartados.

5.1.1 Diagrama de bloques (BFD)

É o máis simple, está constituído por unha serie de bloques conectados con correntes de entrada e saída.

As características principais dos diagramas de bloques son:

- 1.- As operacións móstranse mediante bloques
- 2.- A maioría das liñas de fluxo represéntanse con frechas que van na dirección de fluxo.
- 3.- A dirección de fluxo é de esquerda a dereita mentres sexa posible.
- 4.- As correntes lixeiras (gases) van por enriba e as pesadas (líquidos e sólidos) van por debaixo.
- 5.- Só se dá información crítica do proceso
- 6.- Se as liñas se cruzan a horizontal e continua e a vertical se corta.

Hai dous tipos de diagramas de bloques:

- Diagrama de bloques de proceso: dá unha visión xeral do proceso de produción sen entrar en detalles. Cada bloque representa unha función do proceso e podería consistir en varios equipos. É o punto de partida para o desenvolvemento dun PFD, figura 4.

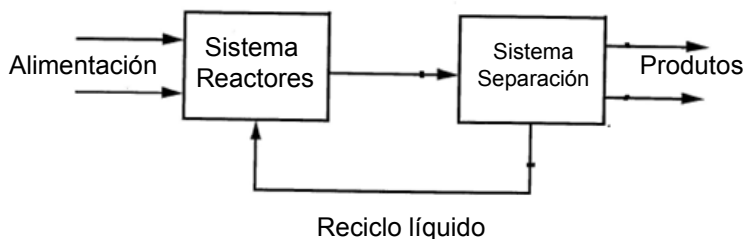


Figura 4.- Exemplo diagrama de bloques de proceso xenérico.

- Diagrama de bloques de planta: cada bloque representa un proceso químico completo. Dá unha idea de que fai na planta e como interactúan os diferentes procesos, figura 5.

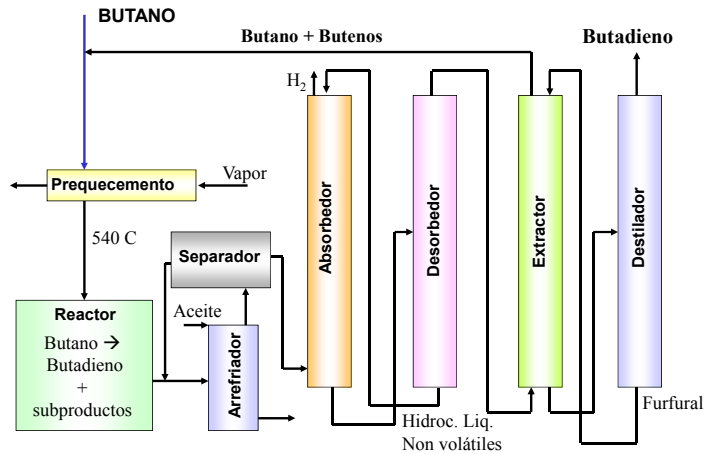


Figura 5.- Exemplo diagrama de bloques de planta para a obtención de Butadieno

5.1.2. Diagrama de proceso (PFD)

Conteñen máis información co diagrama de bloques, teñen a información necesaria para o deseño dun proceso químico. Na figura 6 presentase un exemplo dun diagrama de proceso (PFD) co proceso de obtención de benceno a partir de tolueno e hidróxeno.

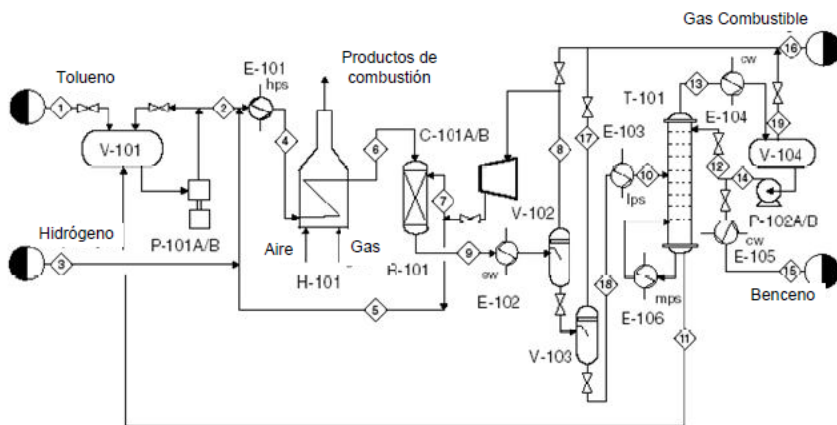


Figura 6.- Exemplo diagrama de proceso (PFD) de obtención de Benceno (Turton e col, 2003).

As características principais dun diagrama de proceso PFD son:

1.- Representáanse os principais equipos no PFD cunha breve descrición (número de equipo e nome descritivo). Se utiliza unha simboloxía determinada, a máis utilizada pódese ver na figura 7 e 8.

2.- Móstranse todas as correntes do proceso e identifícanse por un número. Pódense describir as condicións e composicións directamente no PFD ou en unha táboa resume co acompañe

3.- Móstranse todas as correntes de servizos que se subministran os equipos principais ou que brindan unha función no proceso.

4.- Móstranse os lazos de control básicos, que ilustren a estratexia de control utilizada para que o proceso opere dentro de condicións normais.

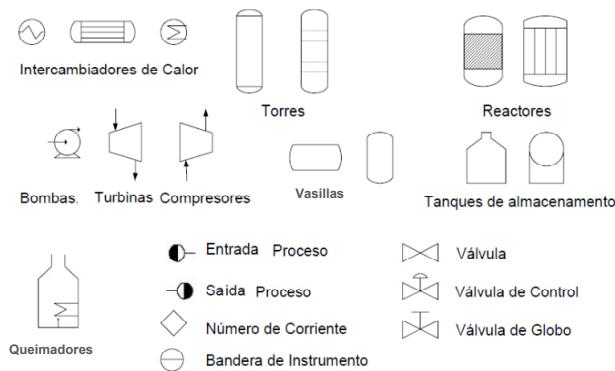


Figura 7.- Símbolos máis utilizados nun PFD

XX- Letras de identificación de cada equipo

- C- Compresor ou Turbina
- E – Intercambiador de Calor
- H- Quecedor
- P- Bomba
- R- Reactor
- T- Torres
- TK- Tanque de Almacenamento
- V- Vasija

- Y- Fai referencia a unha área dentro da pranta
- ZZ- Número asignado para cada item dentro dunha clase de equipo
- A/B – Simboliza unidades que traballan en paralelo ou de reposto que no se amosa no PFD

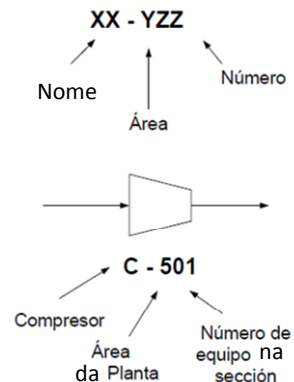


Figura 8.- Convencións utilizadas para os equipo

5.2.3. Diagrama de tubarías e instrumentación (P&ID)

Proporciona a información necesaria (aspectos mecánicos) para a planificación da construción da planta. Un diagrama P&I inclúe toda a

información mecánica da planta exceptuándose a de: condicións de operación (P e T), fluxo das correntes, localizadores de equipos, lonxitude de tubarías, soportes, estruturas e cimentacións.

Os criterios que se seguen para representar un diagrama P&I aparecen na táboa 3 e os criterios para a identificación dos elementos dun sistema de control na táboa 4 e un exemplo dun diagrama P&I na figura 9.

Táboa 3.- Criterios para a elaboración dun P&I

| |
|--|
| Para os Equipos – Mostrar cada peza Incluída |
| Unidade de Reposto Unidades Paralelas Resumo detallada de cada unidade |
| Para as Tubarías - Incluír Todas as liñas incluíndo desaguadoiros |
| Tamaño (usar tamaños estándar) Cédula (espesor) Material de construción Illamentos (espesor e tipo) |
| Para os instrumentos - Identificar |
| Indicadores Gravadores Controladores Mostrar as liñas dos instrumentos |
| Para os Servizos - Identificar |
| Entrada de servizos Saída de servizos Saída para as instalacións de tratamento de residuos |

Táboa 4.- Criterios para a identificación dos elementos dun sistema de control

| | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|
| Situación dos Instrumentos | | |
| ○ Instrumento situado na planta | | |
| -○ Instrumento situado fronte o panel de control na sala de control | | |
| -○ Instrumento situado na parte traseira do panel na sala de control | | |
| Significado das Letras de Identificación (XXX) | | |
| Primeira Letra (X) | Segunda o Terceira Letra (Y) | |
| A | Análise | Alarma |
| B | Chama de queimador | |
| C | Conductividade | Control |
| D | Densidade ou gravidade específica | |
| E | Voltaxe | Elemento |
| F | Fluxo | |
| H | Man (iniciado manualmente) | Alto |
| I | Actual | Indicarb |
| J | Potencia | |
| K | Tempo | Estación de Control |
| L | Nivel | Luz |
| M | Humidade | Medio ou intermedio |
| O | | Orificio |
| P | Presión ou vacio | Punto |
| Q | Cantidade ou suceso | |
| R | Radioactividade ou proporción | Grabación ou impresión |
| S | Velocidade ou frecuencia | Switch |
| T | Temperatura | Transmisor |
| V | Viscosidade | Valvula, regulador |
| W | Peso | Ben |
| Y | | Transmitir ou computar |
| Z | Posición | Manejo |

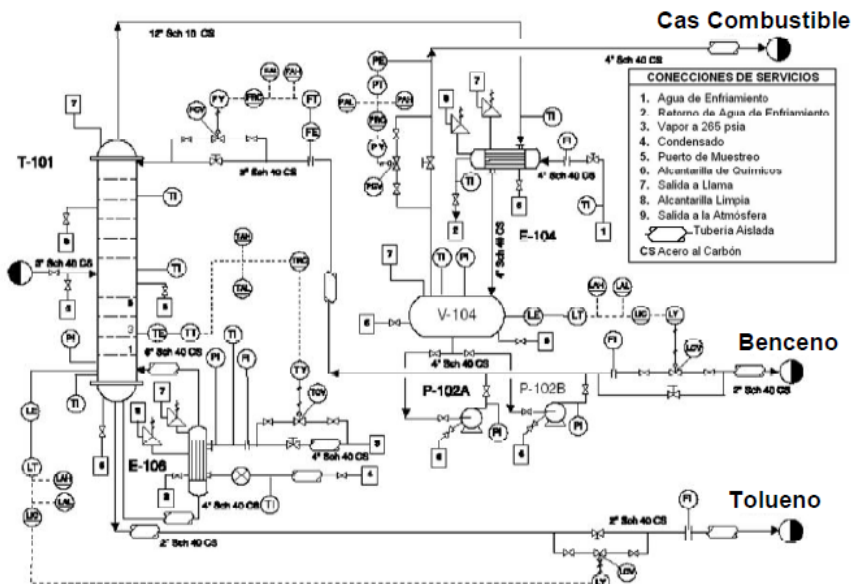


Figura 9.- Exemplo diagrama P&ID para a destilación de benceno na hidrodesalquilación de tolueno [Turton, 2003].

5.2. Integración de procesos

Unha vez formulados os procesos das alternativas máis prometedoras é necesario avaliar ditos procesos de maneira máis eficiente e levar a cabo unha reenxeñería dos procesos para conseguir o devandito obxectivo. En calquera proceso industrial debemos avaliar a posible integración enerxética, é dicir, a maximización da recuperación de calor dentro do mesmo proceso e a minimización de servizo auxiliares. Para lograr este obxectivo requírese unha rede de intercambiadores de calor apropiada, o deseño desta rede non é unha tarefa sinxela. Tamén é necesaria a integración de materia minimizando o gasto de disolventes, materias primas, etc.

6. Planta Piloto

Unha planta piloto é unha planta de proceso a escala reducida. O fin que se persegue ao deseñar, construír e operar unha planta piloto é obter información sobre un determinado proceso físico ou químico, que permita determinar se o proceso é técnica é economicamente viable, así como establecer os parámetros de operación óptimos de dito proceso para o posterior deseño e construción da planta a escala industrial.

7. Simulación do proceso

A simulación é unha ferramenta que se desenvolveu en paralelo aos ordenadores e que se deu por primeira vez en 1966 co programa PACER cando comezou a crise enerxética do petróleo, dende entón a simulación consolidouse como unha ferramenta electrónica que podería significar unha redución aos altos custos que implican a construción dunha planta piloto ou réplica real á hora de probar un proceso industrial. A simulación é unha representación dun proceso a unha menor escala e dunha forma máis sinxela que permite analizar as súas características. A simulación permite efectuar unha avaliación económica preliminar do proceso, predicir posibles fallas ou formas de mellorar o proceso antes de pasar a realidade.

A simulación de procesos ten unha ampla gama de aplicacións que vai dende a creación do proceso, pasando por formas de optimizalo (variables de la operación, minimización de refugallo e uso da enerxía) ata o adestramento de enxeñeiros, operadores ata a análise de novos procesos para novos produtos e a automatización dos procesos. Todas estas aplicacións non fan máis que darlle un valor engadido á industria e ofrecerlle unha maior competitividade fronte ao mercado.

A simulación de proceso debe levarse a cabo en simuladores comerciais, existe una gran variedade, algúns dos cales son poderosas ferramentas de cálculo con inmensos bancos de datos que conteñen as propiedades físicas de miles de compostos e sustancias químicas, selección de modelos termodinámicos, cálculos de equipos (teórico e real), análises de custo, estado de agregación e condicións de operación, que lle dan ao simulador a vantaxe dunha gran versatilidade.

No noso caso o simulador comercial que se utilizara ao longo da materia será o AspenHysys, nesta UD só se presentará a súa gran utilidade pero non se traballara con el, utilizarase nos seminarios de aula de informática ao longo do semestre.

ACTIVIDADES PROPOSTAS

Ao longo da UD irán propoñéndose exercicios do boletín de problemas, como os exemplos propostos no anexo I, para a súa resolución individual por parte do alumnado. Nestes formularanse problemas enfocados á:

- Creación de bases de datos preliminares
- Creación de síntese preliminar dun proceso
- Diagramas de fluxo

Para facilitar esta actividade, daráselle un exemplo resolto da creación dun proceso, por exemplo o proceso de obtención de cloruro de vinilo, Seider, Seader e Lewin (2004).

Tamén temos prevista a realización dun traballo en grupo vinculado a esta UD. O problema que deberán resolver será máis complexo que os presentados no boletín e deberá apoiarse na bibliografía para a súa resolución. Para a realización desta actividade, terase en conta algunha técnica de aprendizaxe cooperativa.

AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

A avaliación da materia realizarase tendo en conta o conxunto de todas as actividades docentes descritas na metodoloxía. Así para a avaliación global teranse en conta a asistencia e participación en clases (10%), os resultados dos traballos en grupo (15%), os exercicios propostos (15%), así como adquisición dos contidos teóricos desta UD que estes se avaliarán mediante tres ou catro preguntas no exame final da materia (60%).

ANEXO

Exemplos de problemas propostos.

Exemplo 1. Presentouse unha oportunidade para satisfacer unha nova demanda de cloruro de vinilo monómero (VCM), equivalente a 400 mil toneladas por ano. O complexo petroquímico inclúe unha planta que produce un billón de kg por ano deste produto e que non satisfai a nova demanda. Posto que o VCM (cloruro de vinilo monómero) é unha sustancia extremadamente tóxica, recoméndase que as novas instalacións estean deseñadas coidadosamente para satisfacer regulacións gobernamentais de saúde, ambientais e de seguridade. Estuda a posibilidade dunha nova planta para VCM e propón alternativas xustificadas.

Exemplo 2. Proceso para separar continuamente azucre de remolacha moída mediante extracción con disolventes. O azucre debe prepararse de forma cristalina. ¿Que disolvente pode recomendarse? ¿Que cabe facer con a polpa e os disolventes residuais? ¿Qué fonte de enerxía pode utilizarse? ¿Que elementos importantes de equipo de procesos se necesitarán? Deseño planta para a obtención 55 ton/día de azucre

Exemplo 3. Por expansión da actividade agrícola dunha zona xorde o mercado potencial de produtos químicos relacionados. Necesidade local de 10.000 ton/ano de nitrato amónico en forma de disolución acuosa para fins agrícolas (Fertilizantes). Deseño da planta.

BIBLIOGRAFÍA

- CRC *Handbook of Chemistry and Physics* (CRC Press, Boca Raton, FL, annual)
- PERRY R. H., D. W. Green (1997) Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed. McGraw Hill, New York.
- RUDD D.F., G.J. Powers, J.J. Sirola (1973) Process Synthesis Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.
- SEIDER W. D., J.D. Seader, D. R. Lewin (2004) Product and Process Design Principles: Second Edition, Wiley.
- TURTON, R., R.C. Bailie, W.B. Whiting, and J.A. Shaeiwitz (2003) Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Second Edition, Prentice-Hall
- WALAS STANLEY M. (1990) Chemical process equipment selection and design, Butterworth-Heinemann, Boston

Citas de recursos en internet

- *Base de datos isi Web of knowledge:*
<http://www.accesowok.fecyt.es/login/> [CITADO 12 DE XULLO 2012]
- *Base de datos SciFinder Scholar:*
<https://scifinder.cas.org/> [CITADO 12 DE XULLO 2012]
- *NORMATIVA DE SEGURIDADE INDUSTRIAL: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (Insht)*
<HTTP://WWW.INSHT.ES/> [CITADO 12 DE XULLO 2012]
- *NORMATIVA DE SEGURIDADE INDUSTRIAL: Environmental Protection agency (EPA).*
<http://www.epa.gov/> [CITADO 12 DE XULLO 2012]
- *PREZOS MATERIAS PRIMAS E PRODUTOS: CHEMICAL MARKET REPORTER*
<http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/>
[CITADO 12 DE XULLO 2012]



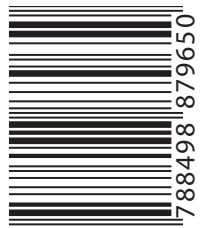
Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade



Impreso en papel 100% reciclado e libre de cloro



SERVIZO DE NORMALIZACIÓN
LINGÜÍSTICA



9 788498 879650