

Facultad de Ingeniería - UNJu
Ingeniería Química

Ingeniería de Procesos

Introducción



Prof. ADS: Romina Gisela Huaranca
Prof. Adjunto: Demetrio Humana

Objetivos Generales

- Analizar, diseñar y sintetizar *flowsheets* de procesos en forma sistemática y sistemática.
- Determinar la estructura de un proceso de producción y las variables necesarias para resolverlo.
- Evaluar distintos procesos utilizando criterios técnicos.
- Realizar el diseño de un proceso y su optimización.
- Analizar la operación: puesta en marcha, régimen y parada.
- Analizar procedimientos de localización de fallas y de cuellos de botella.
- Evaluar el riesgo y la confiabilidad del diseño de un proceso.
- Conocer procesos tradicionales y nuevos procesos.

Objetivos Específicos

- Conocer diagramas de flujos de procesos.
- Conocer condiciones de operación de equipos y unidades de procesos.
- Conocer la topología del proceso.
- Conocer los métodos de diseño de equipos, líneas y accesorios.
- Realizar perfiles de temperatura y presiones.
- Realizar balances de materia, energía y cantidad de movimiento.
- Proponer modificaciones de procesos que conduzcan a una mejora técnica y económica de la operación.
- Proponer modificaciones que den lugar a ahorro y recuperación de energía.
- Saber utilizar simuladores de procesos.
- Implementar sistemas de control para procesos y plantas.
- Conocer metodologías de análisis de riesgo y confiabilidad del diseño de un proceso.
- Analizar el riesgo del diseño de un proceso de producción.
- Etc.

Definiciones básicas

- Diseño de procesos
- Síntesis de procesos
- Análisis de procesos
- Optimización de procesos

Diseño de Procesos

- El diseño de procesos es una actividad creativa y evolutiva, los problemas de este tipo se resuelven en grupos de trabajo interdisciplinarios.
- Implica crear un proceso o diagrama de flujo para obtener ciertos productos a partir de determinadas materias primas, el conocimiento y el tipo de modelos a utilizar. El núcleo central de la tarea de diseño en ingeniería de procesos, comprende la visión general de descomposición del problema global en subproblemas o etapas independientes, está constituido por el lazo iterativo síntesis / análisis / evaluación -optimización

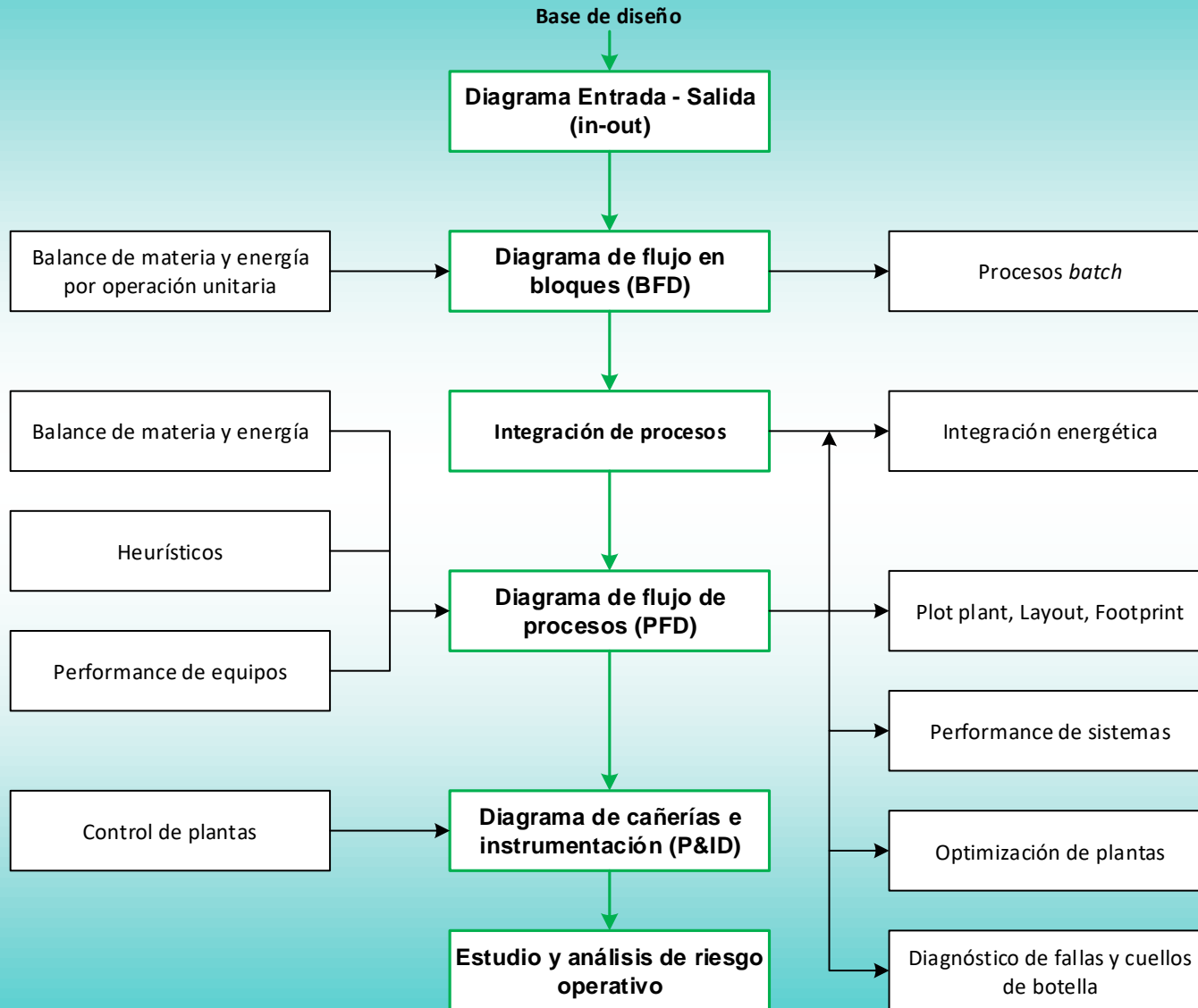
Síntesis de Procesos

- Es una de las tareas más complejas y exigentes confrontadas por el ingeniero químico. La etapa de síntesis en el diseño de procesos es el paso creativo que implica la determinación y generación del conjunto de alternativas estructurales posibles capaces de cumplir con los objetivos especificados. La síntesis de procesos involucra decisiones en dos espacios distintos:
 - a) el espacio de las diferentes alternativas estructurales, definidas por la topología y la naturaleza de las interacciones entre las unidades.
 - b) el espacio de los diseños alternativos para cada una de las unidades de operación que componen el sistema.
- El problema de síntesis puede ser definido simplemente como una tarea de invención de la estructura y la determinación de las condiciones operativas del proceso. De acuerdo a Westerberg (1980) la síntesis de procesos es la actividad de toma de decisiones para conjeturar, por ejemplo,
 - a) cual de las muchas partes componentes disponibles debieran usarse, o b)
 - b) como estas partes deberían interconectarse o ensamblarse para estructurar la solución óptima a un dado problema de diseño.

Análisis de Procesos

- Implica la investigación de las características de cada alternativa generada, por ejemplo, mediante la evaluación de las variables de salida, conociendo las características del sistema y las variables de entrada. Por lo general se utilizan reglas heurísticas con las cuales es posible reducir el número de estructuras generadas en la etapa de síntesis.

Esquema conceptual de IP



Casos para analizar

Cuál es la presión que marca el instrumento?



PI1



- DIÁMETRO: 63 mm
- INTERNOS: Tubo bourdón de latón
- VISOR: Policarbonato
- CAJA: Inoxidable
- ROSCA: 1/4 BSPT de bronce

PI2



Botella de PET llena de aire en S. S. de Jujuy

PI1:
PI2:



Qué pasa cuando se traslada a Susques?

PI1:
PI2:



PI1



- DIÁMETRO: 63 mm
- INTERNOS: Tubo bourdón de latón
- VISOR: Policarbonato
- CAJA: Inoxidable
- ROSCA: 1/4 BSPT de bronce

PI2

Botella de PET llena de aire en Susques

PI1:
PI2:



Qué pasa cuando se traslada a S. S. de Jujuy?.

PI1:
PI2:

Casos



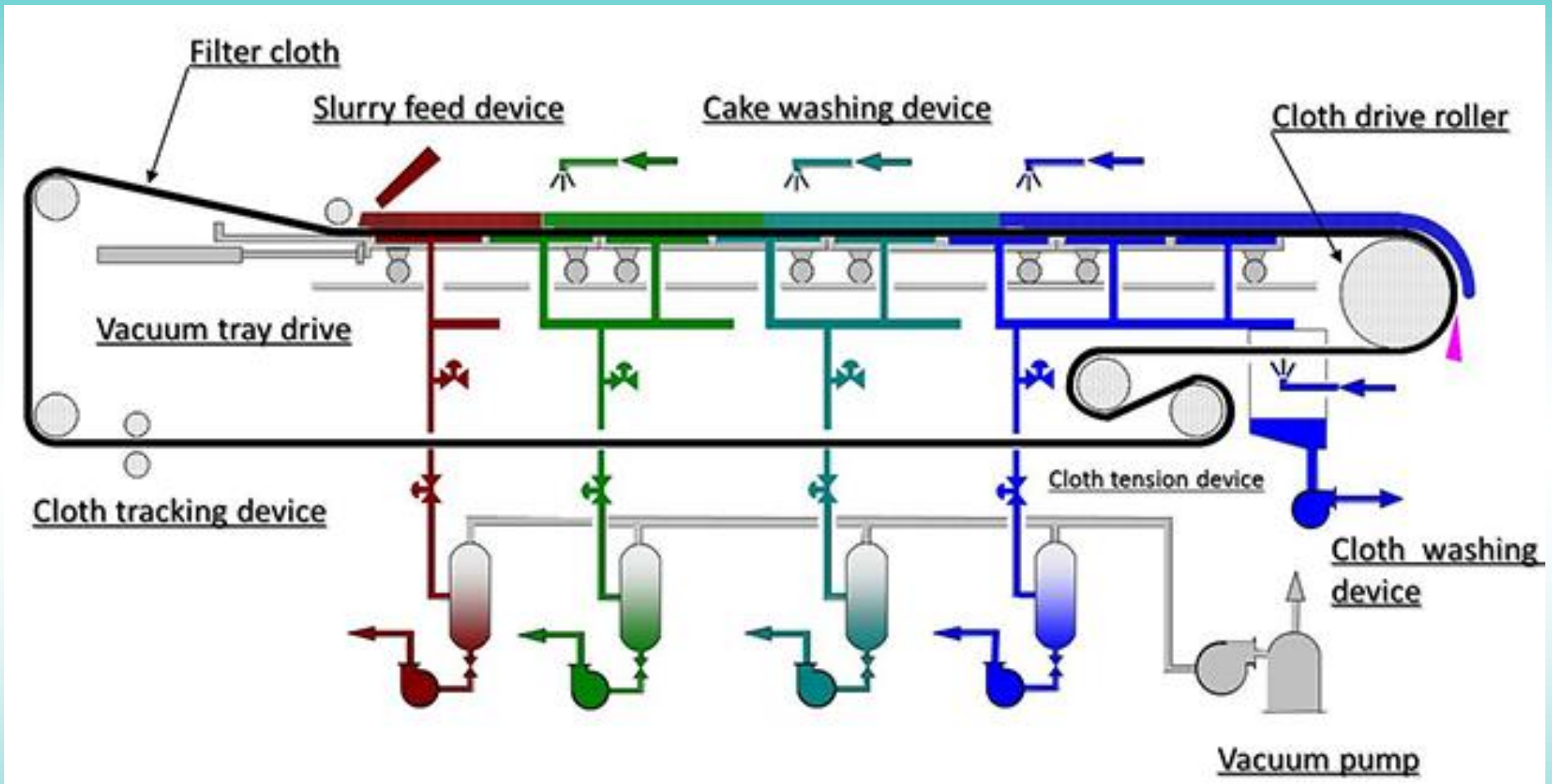
Filtración en San Salvador
de Jujuy



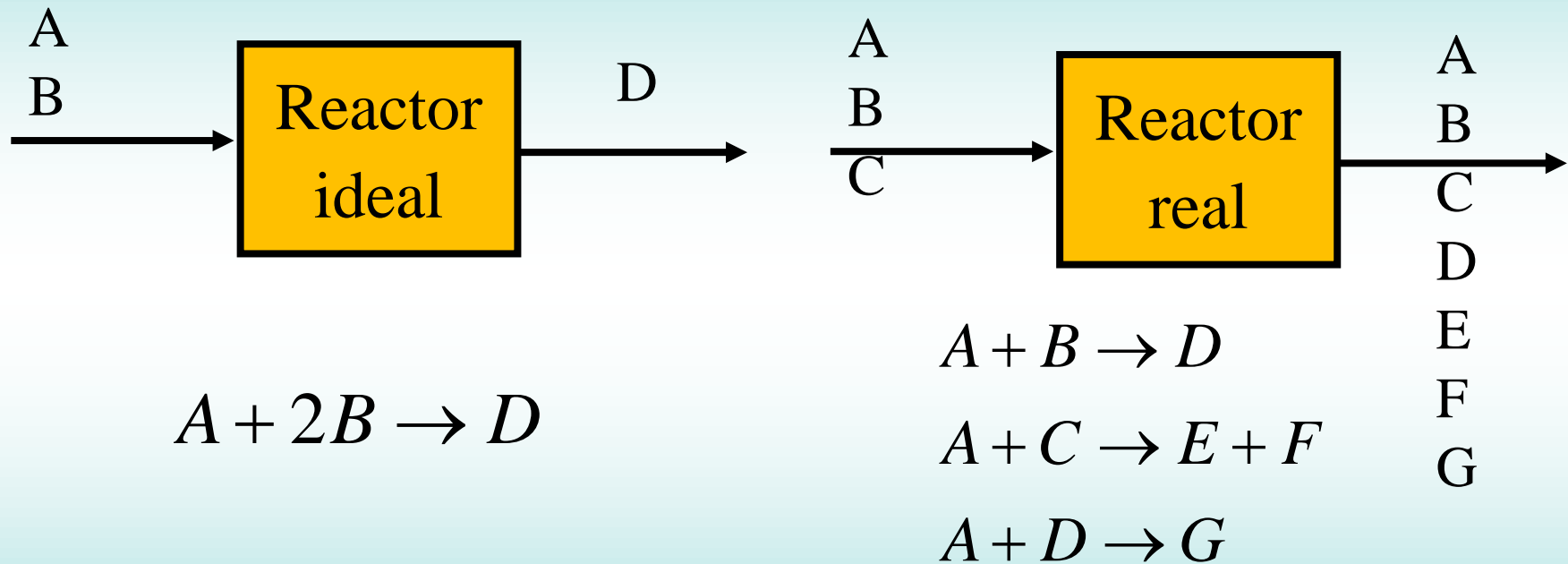
Filtración en Susques



Donde se obtiene una torta
con menor humedad?



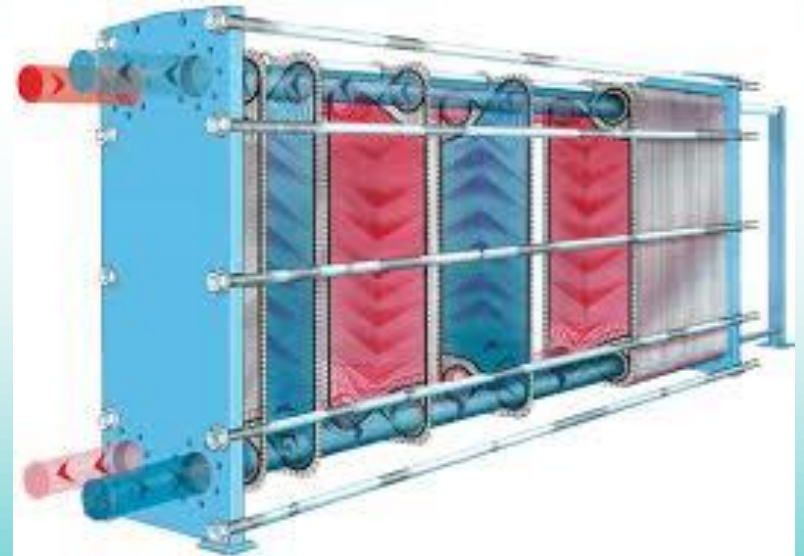
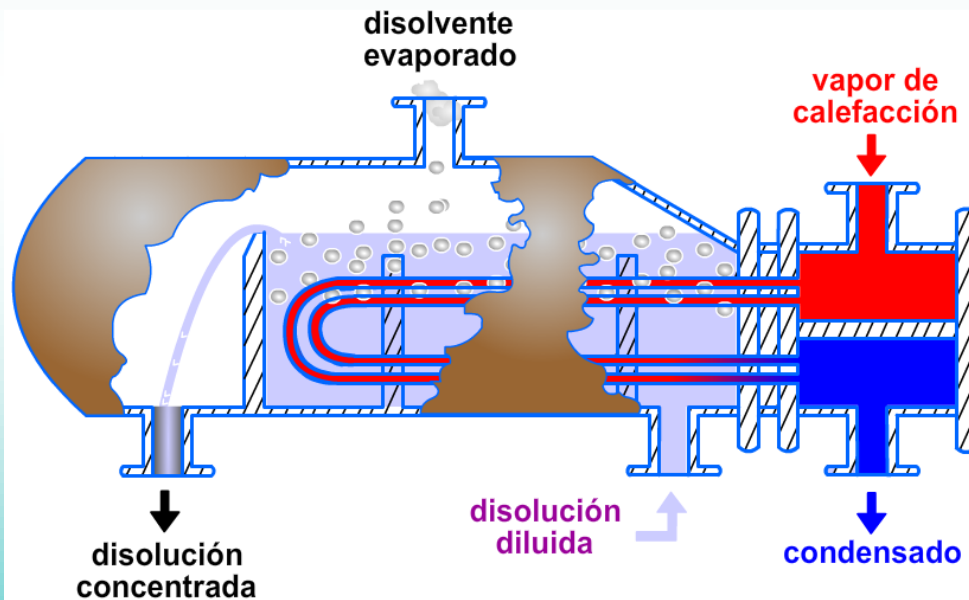
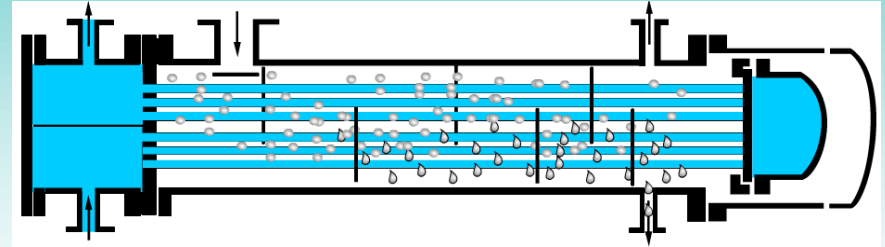
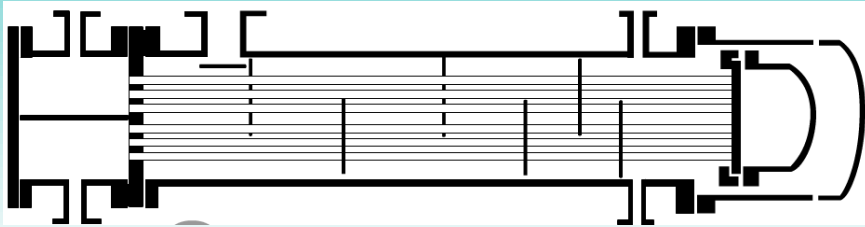
Reactor ideal vs Reactor real



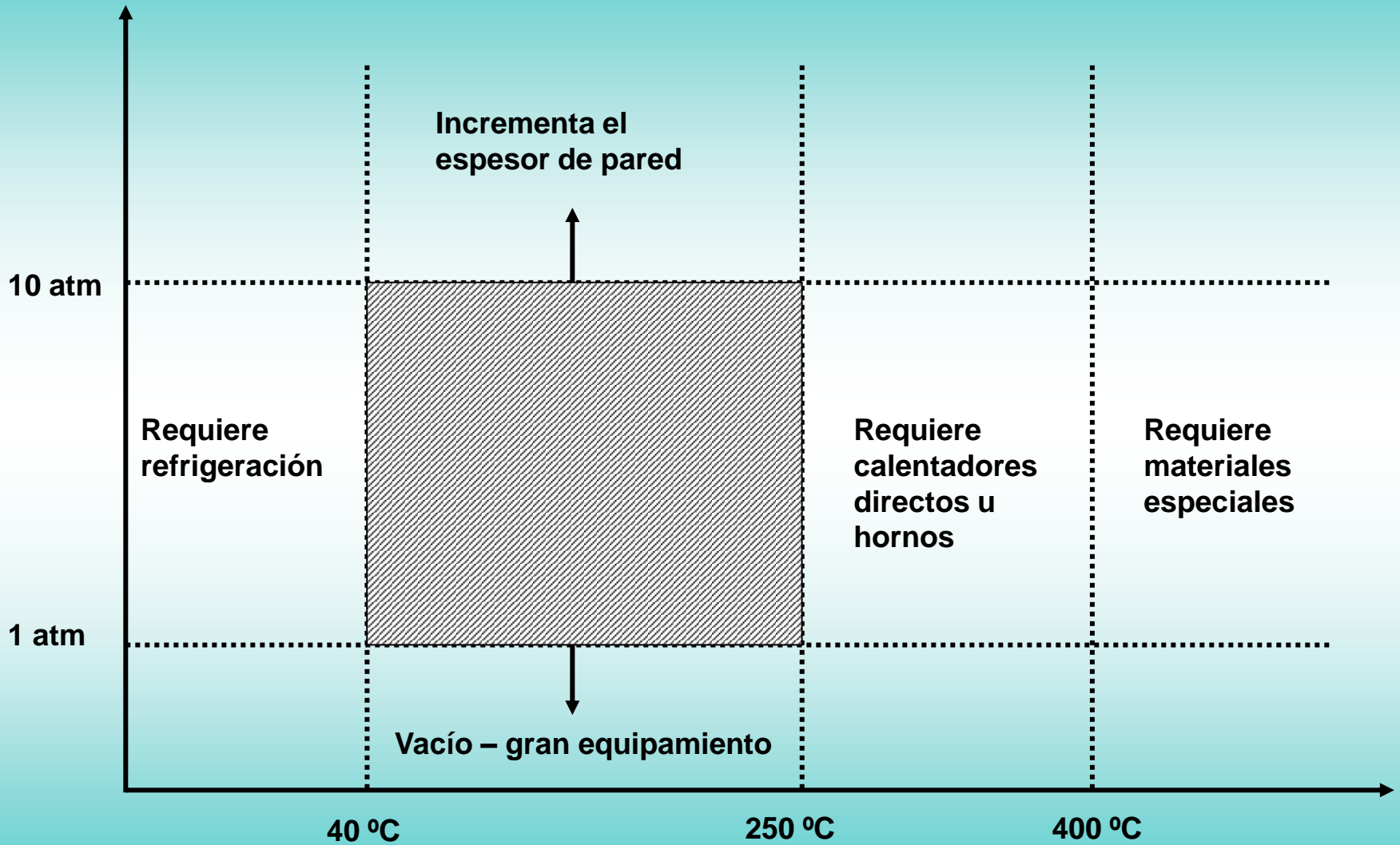
Reactor ideal vs Reactor real

	Reactor Ideal	Reactor Real
Variables de corriente	3	10
Variables del sistema	1	3
Variables totales	4	13
Flujos especificados	1	1
Composición de corriente especificada	0	0
Desempeño del sistema especificado	0	0
Balance de materia	3	7
Ecuaciones totales	4	8
Grados de libertad	0	5

Intercambiador de calor. Cual seleccionar?

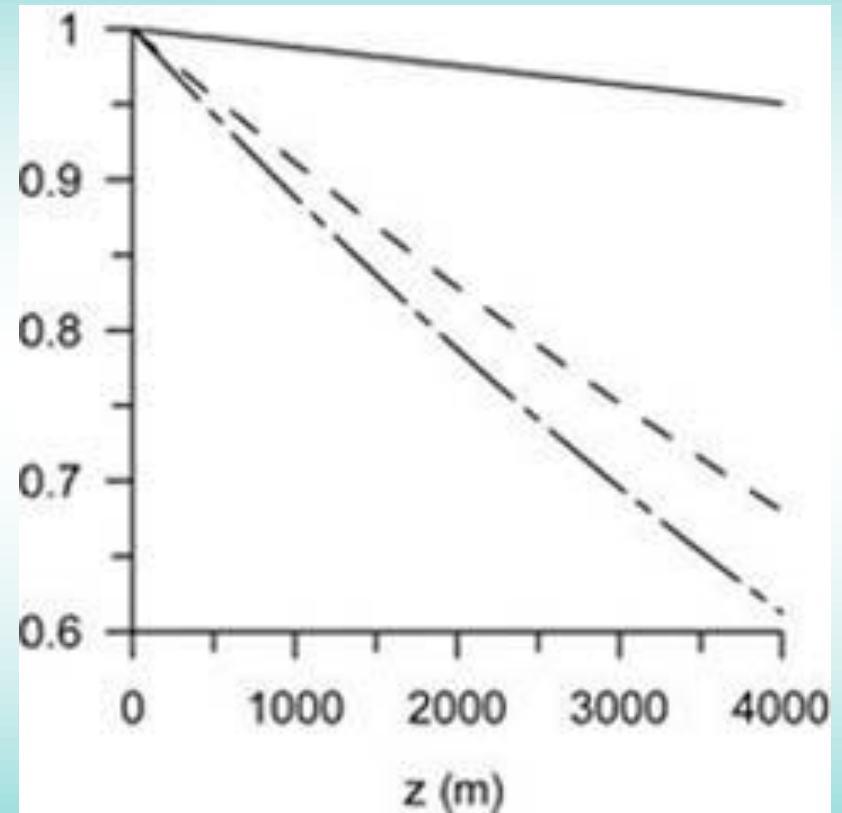


Condiciones de proceso



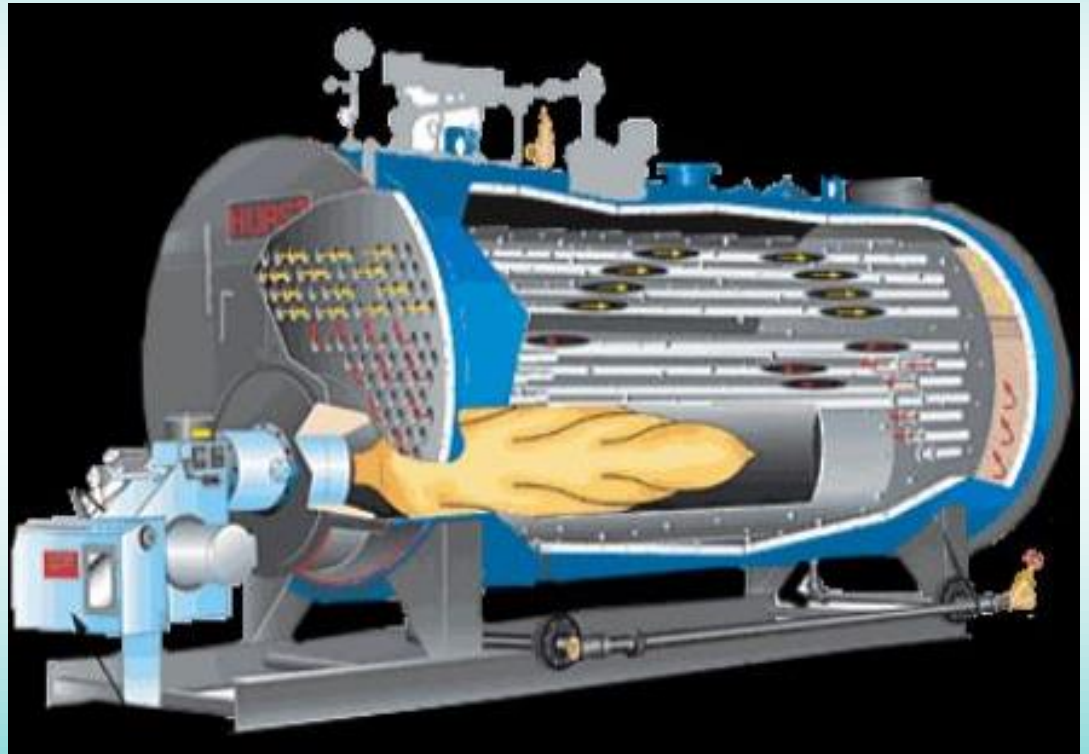
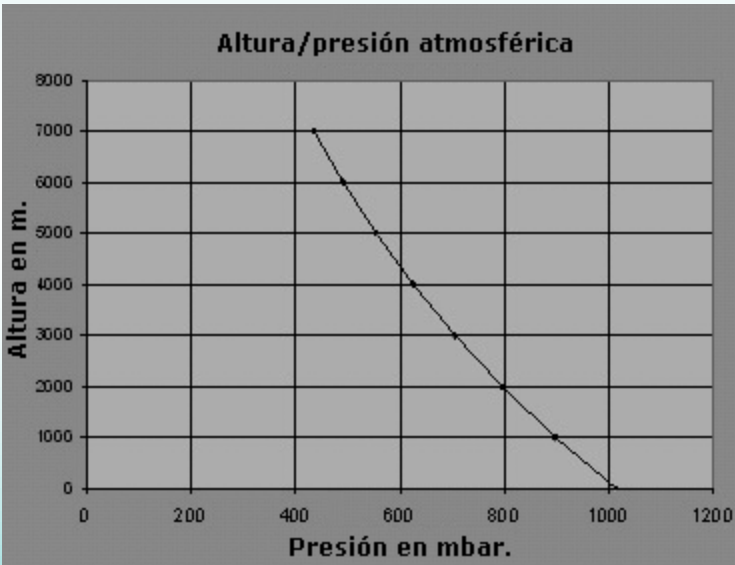
Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna

- La altitud sobre el nivel del mar, z , tiene un efecto importante sobre las condiciones en las que se encuentra el aire y sobre su composición.

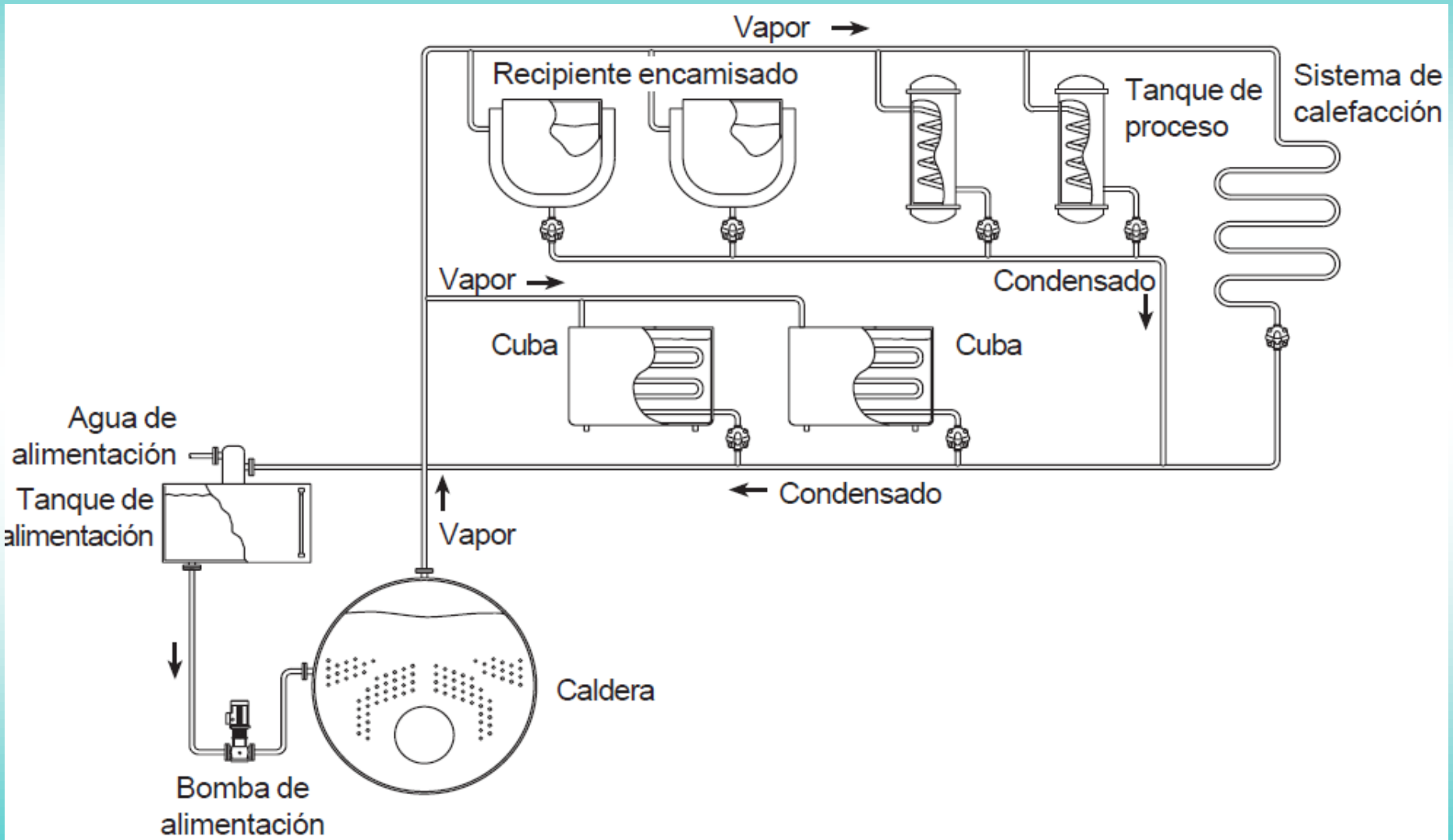


Es necesario sobredimensionar los equipos que transforman energía.

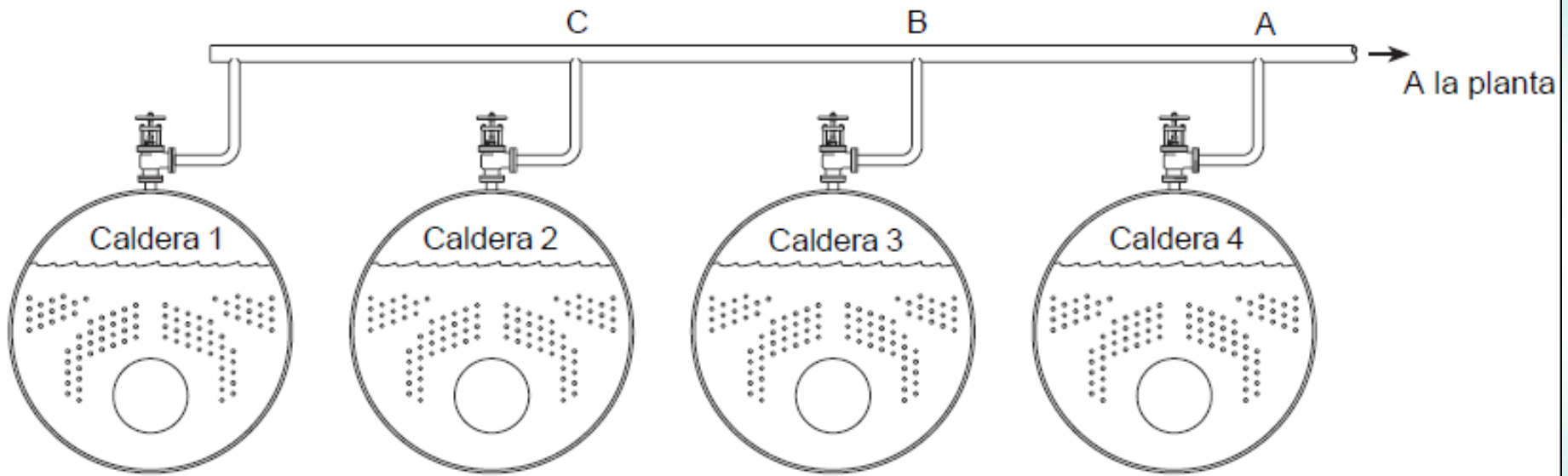
¿La altitud afecta el desempeño?



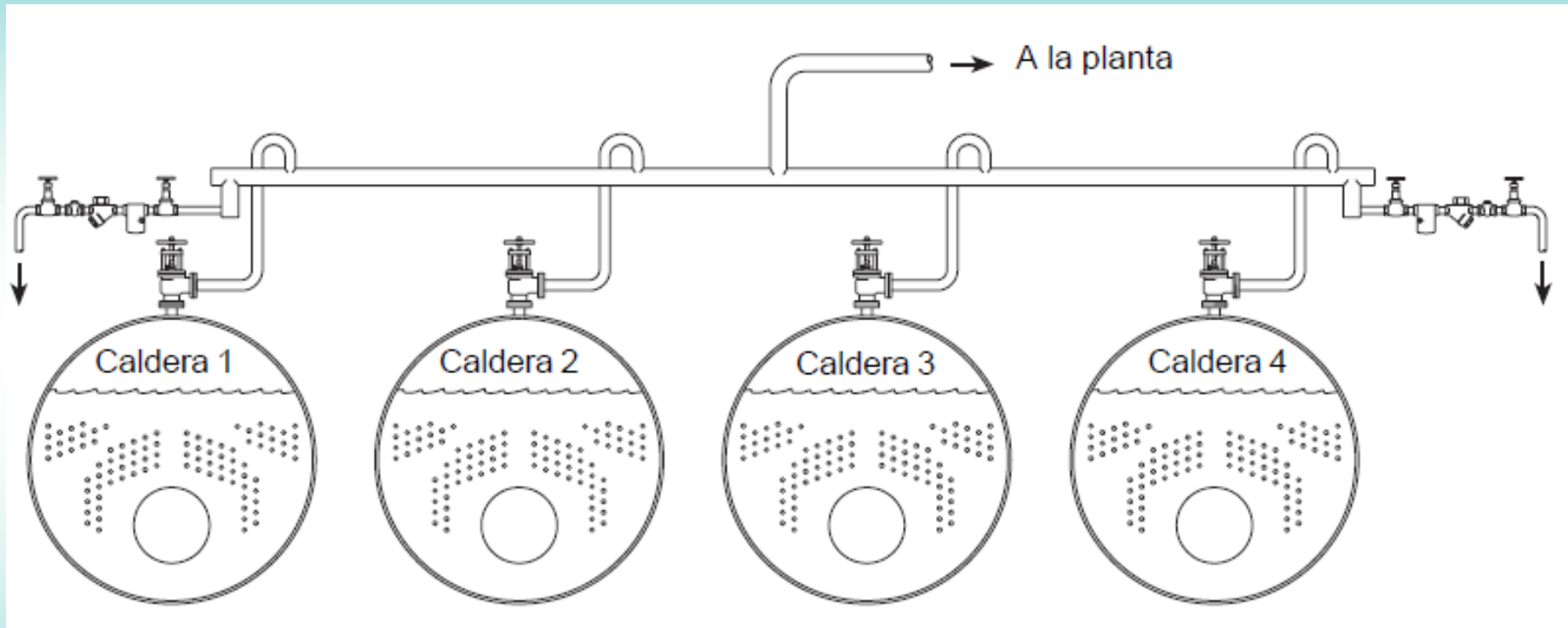
Distribución de vapor



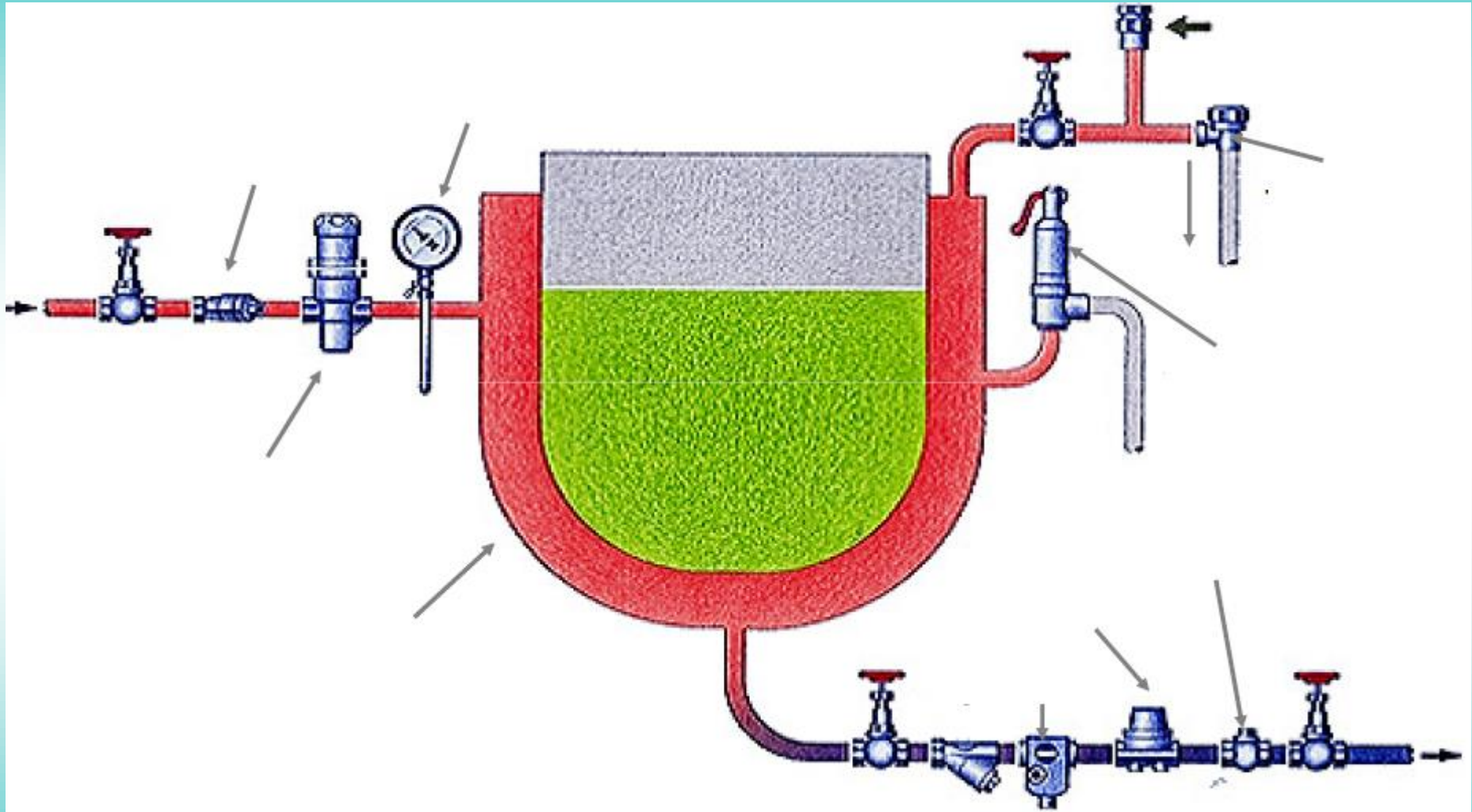
Distribución de vapor



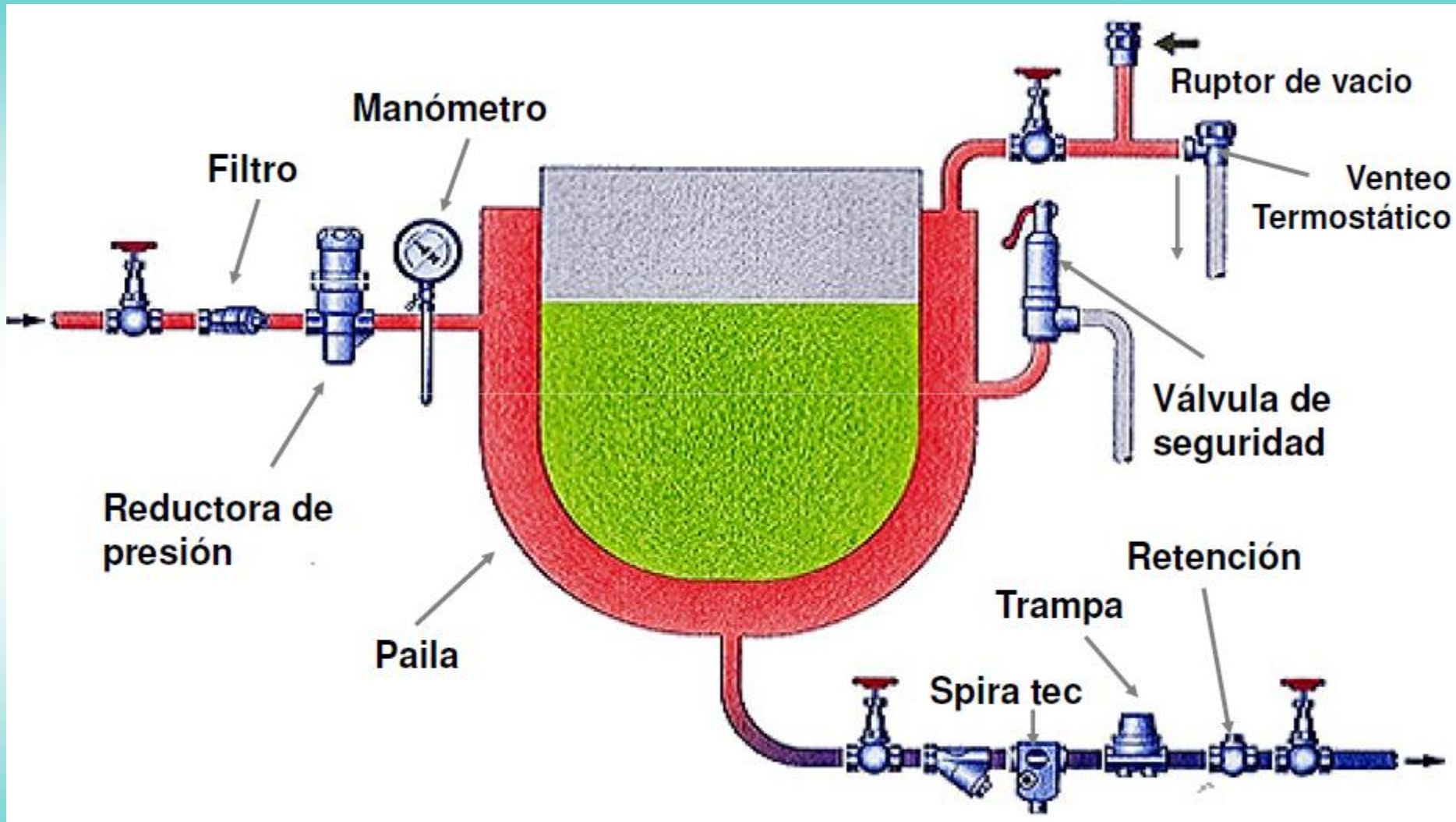
Distribución de vapor



Transferencia de calor



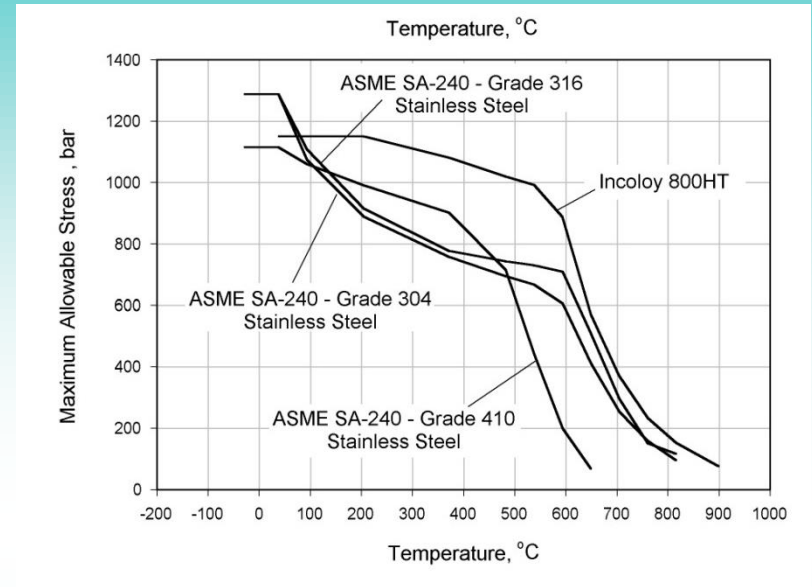
Transferencia de calor



Selección de materiales

- Condiciones de operación
 - Temperatura
 - Presión
- Medio de contacto
 - Corrosivo
 - No corrosivo
- Costo de material

$Costo = f(\text{Temperatura, Presión, Medio de contacto})$

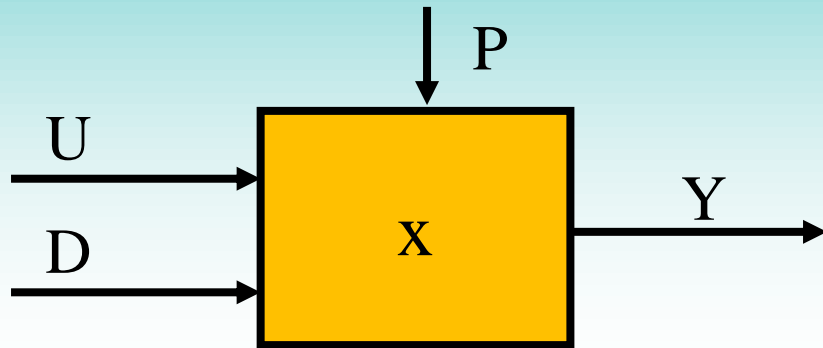


$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} + CA$$

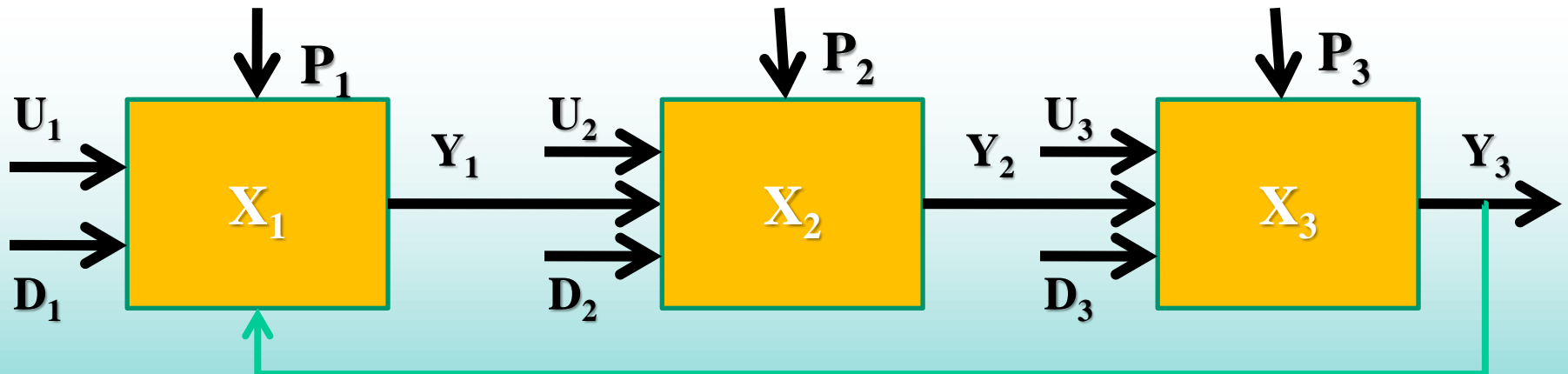
t: espesor de pared (m)

P: presión de diseño (bar); R: radio (m);
S: máximo stress (bar); E: eficiencia de soldadura (0.9); CA: corrosión permitida

Proceso o sistema

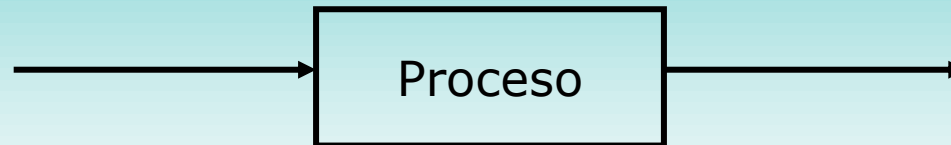


- P: variable de diseño
- U: variables manipuladas
- D: variables inciertas
- X: variables de estado
- Y: variable de salida



Problemas de Ingeniería

Relación entre varios tipos de problemas



Tipo de problema	Dato	Variable
Diseño	Input y Output	Proceso
Performance	Input y proceso	Output
Troubleshooting	Δ Output observado	Causado por Δ Input y/o Δ Output
debottlenecking	Δ Salida o Δ Input deseado	Porción delimitada de proceso de cambio

Problemas de Ingeniería

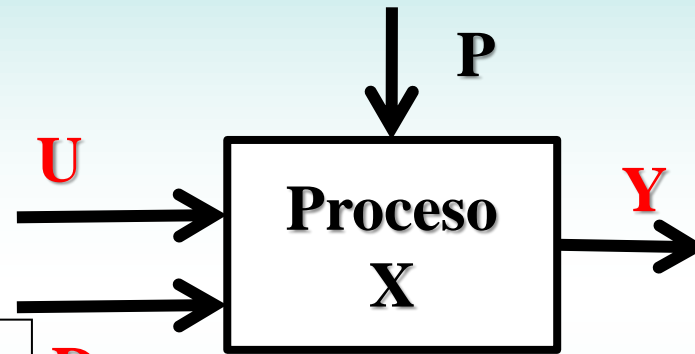
- **Problemas de diseño:** se presenta el diseño de equipo típico de proceso químico, y se discuten las restricciones y limitaciones del equipo.
- **Problemas de análisis / performance:** Las entradas y el proceso se conocen, es necesario conocer las salida del sistemas.
- **Problemas de diagnóstico / troubleshooting:** si se observa un cambio en la salidas de procesos (alteración del proceso, síntoma), se debe identificar la causa (cambio en la entrada, cambio en la *performance* del equipo).
- **Problemas de sistemas de control:** si un cambio en la salida del proceso es indeseable o un cambio en la entrada del proceso es anticipada, debe identificarse una acción compensatoria que puede tomarse para mantener el rendimiento del proceso.
- **Problemas de debottlenecking:** frecuentemente, un cambio en el proceso es necesario o deseado, tal como un *scale-up* (incremento de la capacidad de producción) o permitir un cambio en especificaciones del producto o la materia prima. La identificación de un equipo que limita la capacidad para realizar el cambio deseado o restricciones de cambio es necesaria.

Proceso químico

Problema de diseño

Conocido

Incógnita



Entradas

Alimentación
Reciclo
Servicios
Trabajo
Calor
bfw

D

Proceso
Equipos

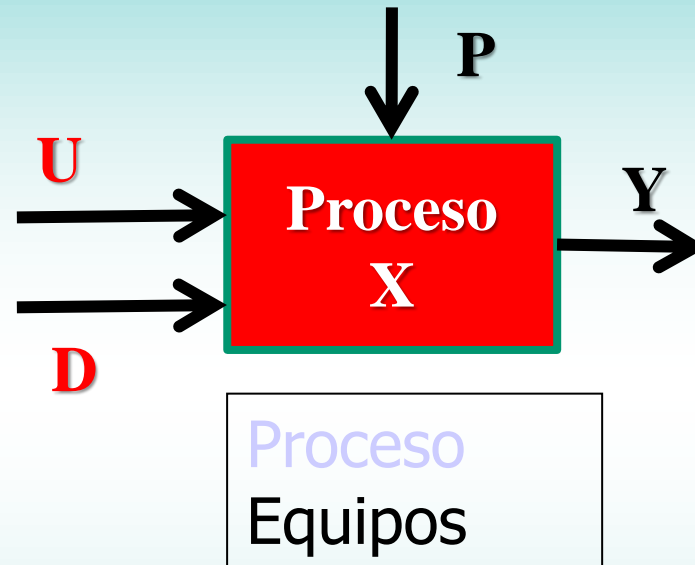
Salidas

Productos
reciclo
Vapor
Condensado
Retorno de cw
Trabajo
Calor

Proceso químico

Problema de performance

Conocido
Incógnita



Entradas

Alimentación
Reciclo
Servicios
Trabajo
Calor
bfw

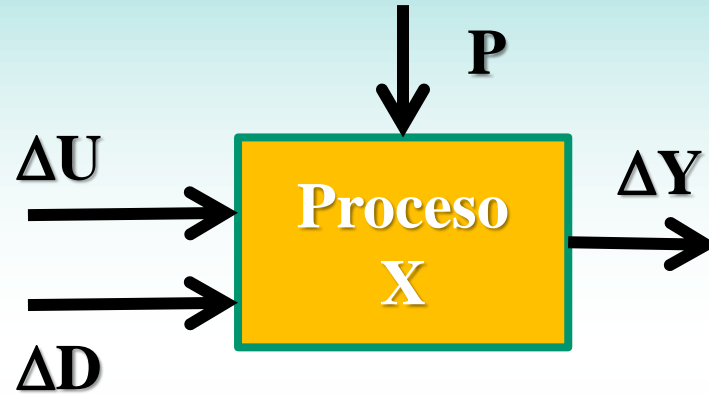
Proceso
Equipos

Salidas

Productos
Reciclo
Vapor
Condensado
Retorno de
cw
Trabajo
Calor

Proceso químico

Problema de diagnóstico de fallas



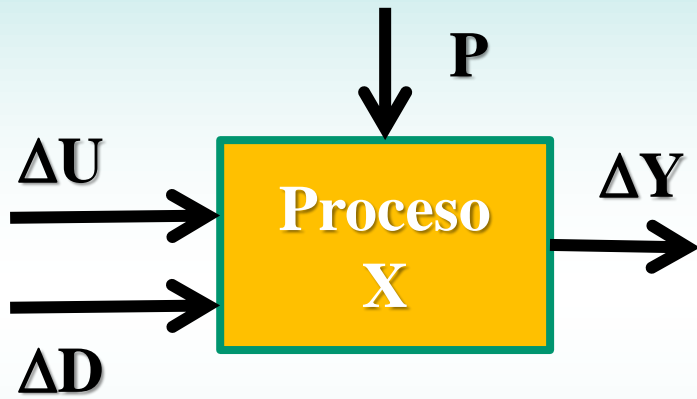
Problema de diagnóstico de fallas:

Se observan cambios no anticipados en la salida.

¿Cuál es la causa?

Debe ser un problema con la entrada o en el proceso.

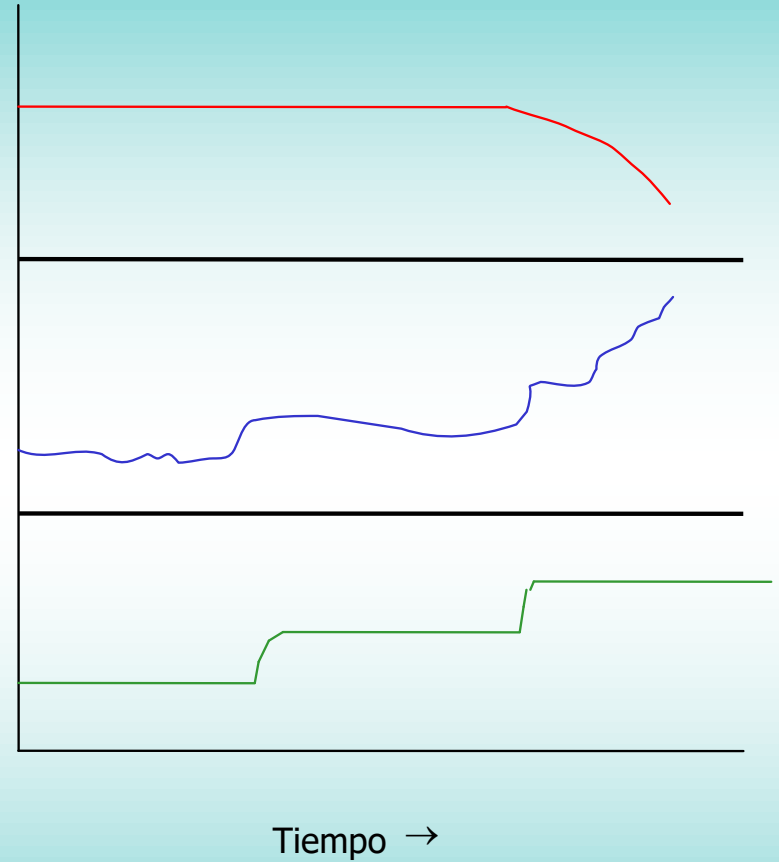
Problema de diagnóstico de fallas



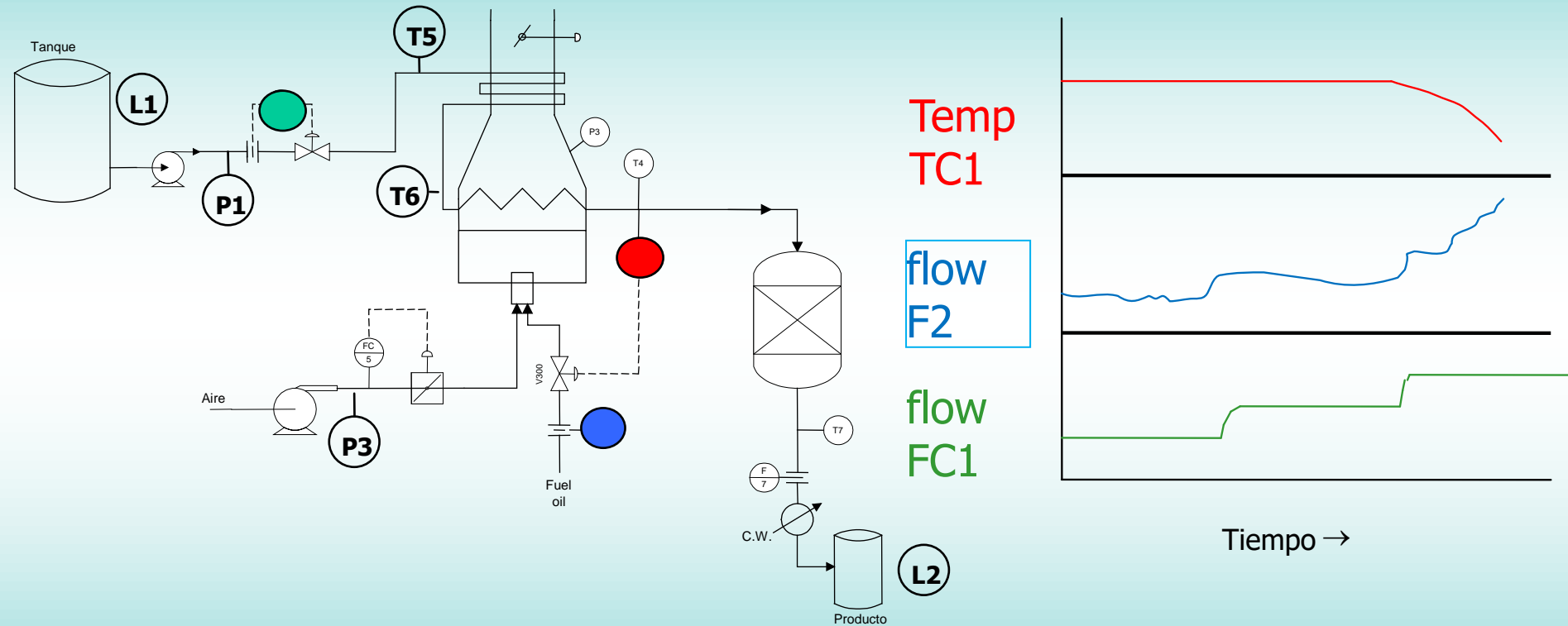
Temp
TC-1

Flow
F2

Flow
FC1

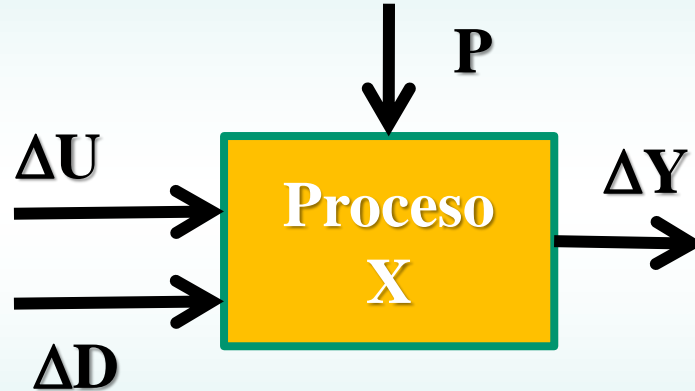


Problema de diagnóstico de fallas



Proceso químico

Problema de cuello de botella



Queremos hacer el cambio en la producción (salida).
¿Qué partes del proceso y / o entrada limitan la capacidad para modificar la entrada?

Caso de estudio

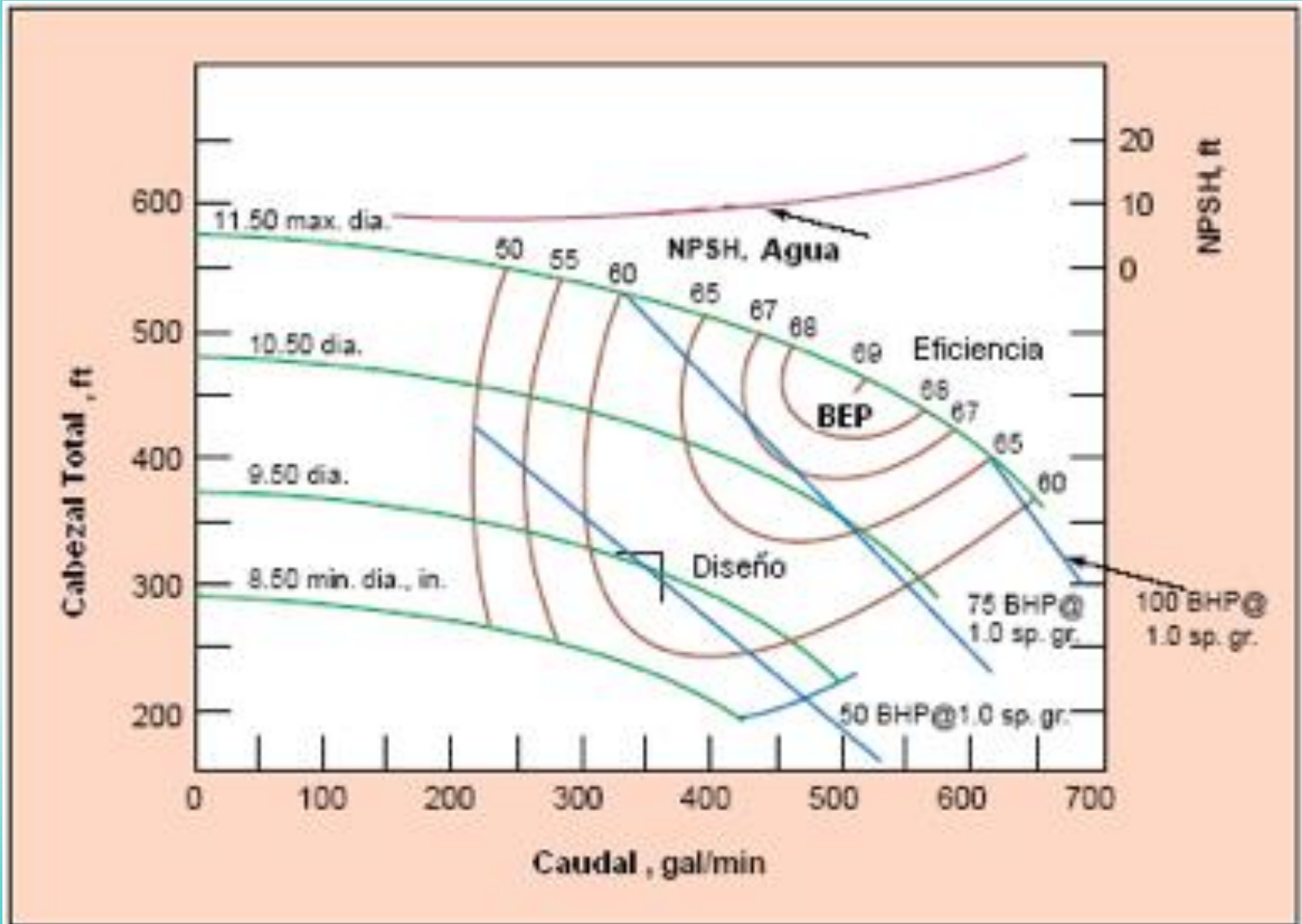
En una planta existente es necesario aumentar la producción un 25 %. Un sector de la planta tiene instalada una bomba para entregar la presión necesaria para vencer las pérdidas por fricción entre la bomba y el reactor para el nuevo escenario.

Asumiendo que la bomba tiene la capacidad suficiente para realizar cumplir con la necesidad de aumentar la producción. ¿Cuál es el % de incremento de la caída pérdida de carga? ¿Cuál es el % de incremento de la potencia requerida?

Caída de presión:

$$\Delta P_f = \frac{2\rho fL_{eq}u^2}{D}$$

Caso de estudio



Temas para Ingeniería de procesos

1. Producción de hidrógeno para uso como combustible para automóviles.
2. Producción de nitrato de litio para uso como aditivo de sal fundida.
3. Producción de azufre a partir de gas natural que contiene H_2S .
4. Producción de soda cáustica al 50 % a partir de $NaCl$.
5. Producción de bioetanol a partir de melaza.
6. Producción de Na_2CO_3 por absorción de CO_2 en soda cáustica.

Temas para Ingeniería de procesos

Continuación

6. Producción de HCl al 32-35 % a partir de Cl₂ e H₂.
7. Producción de silicio monocristalino para celdas fotovoltaicas.
8. Producción de O₂ medicinal, N₂ y argón a partir de aire.
9. Producción de CO₂ en estado líquido para uso industrial.
10. Fraccionamiento de petróleo por destilación primaria (topping).

Temas para Ingeniería de procesos

Continuación

11. Producción de H_3PO_4 al 65 %.
12. Producción de peróxido de hidrogeno medicinal.
13. Producción de cloruro de litio a partir de carbonato de litio.
14. Producción de nanopartícula de SiO_2 .
15. Producción industrial de hipoclorito de calcio para potabilización de agua.
16. Producción de compuestos organolitio.
17. Producción de hierro por proceso Midrex.
18. Producción de soda caustica a partir de Na_2CO_3 .