

PROCESOS QUÍMICOS II

- ✘ El sistema de cursada será por suma de puntos con dos exámenes parciales debiéndose sumar 110 puntos entre ambos con mas de 30 en cada uno de ellos.
- ✘ Se deberán realizar dos proyectos que complementarán la evaluación.
- ✘ Se tomarán dos coloquios para promocionar la asignatura.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

La penetración de un nuevo proceso en el ámbito industrial debe cumplir criterios de viabilidad técnica y económica.

El desarrollo de nuevas tecnologías requiere de diferentes etapas

Estudios de mercado

Investigación básica

Investigación aplicada

Estudios económicos de rentabilidad

Comercialización

Arranque y operación de la planta

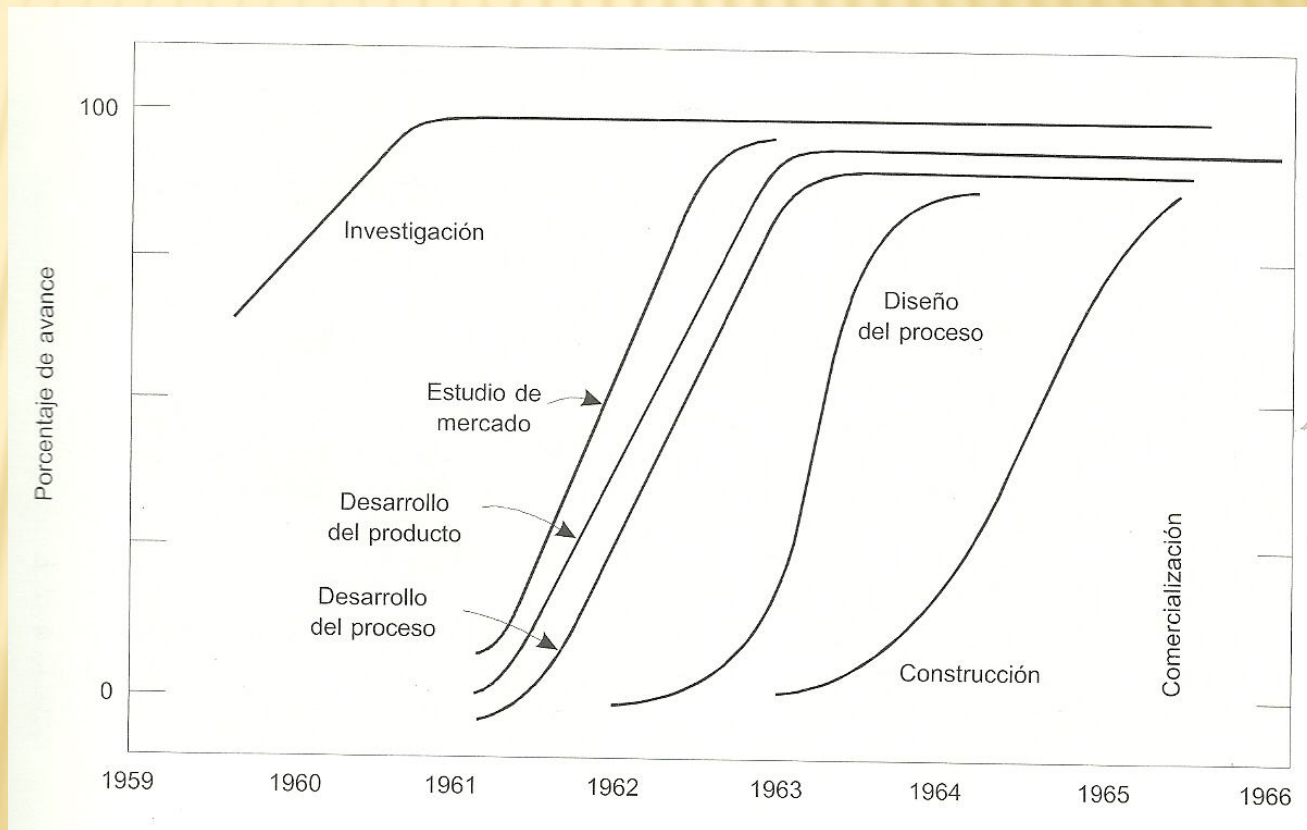
La función de la ingeniería de procesos o de la ingeniería de diseño es la de crear sistemas de procesos que transformen económicamente materias primas, energía y experiencia en productos útiles

Los sistemas de proceso son perecederos, por lo que el tiempo juega un importante papel.



El deseo de reducir el tiempo que ha de transcurrir entre el descubrimiento inicial en una investigación y su comercialización es enorme, puesto que simplemente el ahorro de un año puede producir beneficios que se miden en millones de dólares.

Si cada uno de estos procesos no se hubiese iniciado hasta que toda la información hubiera estado disponible, la escala de tiempo se habría alargado.



La estrategia de la ingeniería de procesos ayuda a utilizar mejor el escaso tiempo disponible durante el diseño de un proceso y ayuda al ingeniero a tomar decisiones críticas basadas en una información limitada.

La ingeniería de procesos continúa actuando una vez que se ha completado el diseño y la construcción de la nueva planta. Por tanto, muchas de las estrategias de la ingeniería de procesos son aplicables tanto en producción como en diseño

Cada sistema de Procesos comienza como un problema primitivo

Problema primitivo

- Declaración de una necesidad

Soluciones al problema original

- Existen alternativas de solución del problema original

Esta síntesis de alternativas es el primero y más crítico paso hacia la solución de un problema primitivo

Un proceso químico está vinculado al tratamiento de materiales mediante transformaciones fisicoquímicas y/ó biológicas, y/ó procesos de separación física

En forma genérica se denomina proceso a la unidad ó sistema estructural de transformación por medio del cual los materiales que ingresan se transforman en los productos deseados.

Este sistema estructural está compuesto por módulos encargados de realizar tareas específicas. Los equipos están conectados por medio de las corrientes que los vinculan.

Esta topología del proyecto se visualiza mediante un esquema estructural del proceso ó flowsheet.

Por consiguiente, la tarea de diseño lleva implícita la necesidad de seleccionar dentro de un espacio de posibilidades, aquellas alternativas que, en base a un criterio predeterminado, cumplan con los objetivos deseados. En la búsqueda de lograr un planteo formal del problema de diseño, conviene plantear una función objetivo adecuada a ser optimizada. El marco económico constituye la fuente cuyo veredicto resulta inevitable de contemplar en toda actividad de ingeniería. Por lo tanto, costos de operación, inversión, tasa de retorno, etc., son criterios que generalmente se tienen en cuenta en la función objetivo a optimizar.

Aspectos Adicionales a ser contemplados

Elasticidad: habilidad del proceso para tolerar condiciones adversas tales como perturbaciones o variación en los parámetros

Flexibilidad que se refiere a la capacidad estructural y operativa del proceso para mantenerse funcionando con la mejor performance cuando las condiciones operativas corresponden a un rango de condiciones de diseño.

Las etapas secuenciales aconsejadas para realizar la tarea de diseño, comprenden:

1

- Definición del problema

2

- Establecimiento de la función objetivo, determinación de los criterios en función de los cuales deben seleccionarse alternativas,

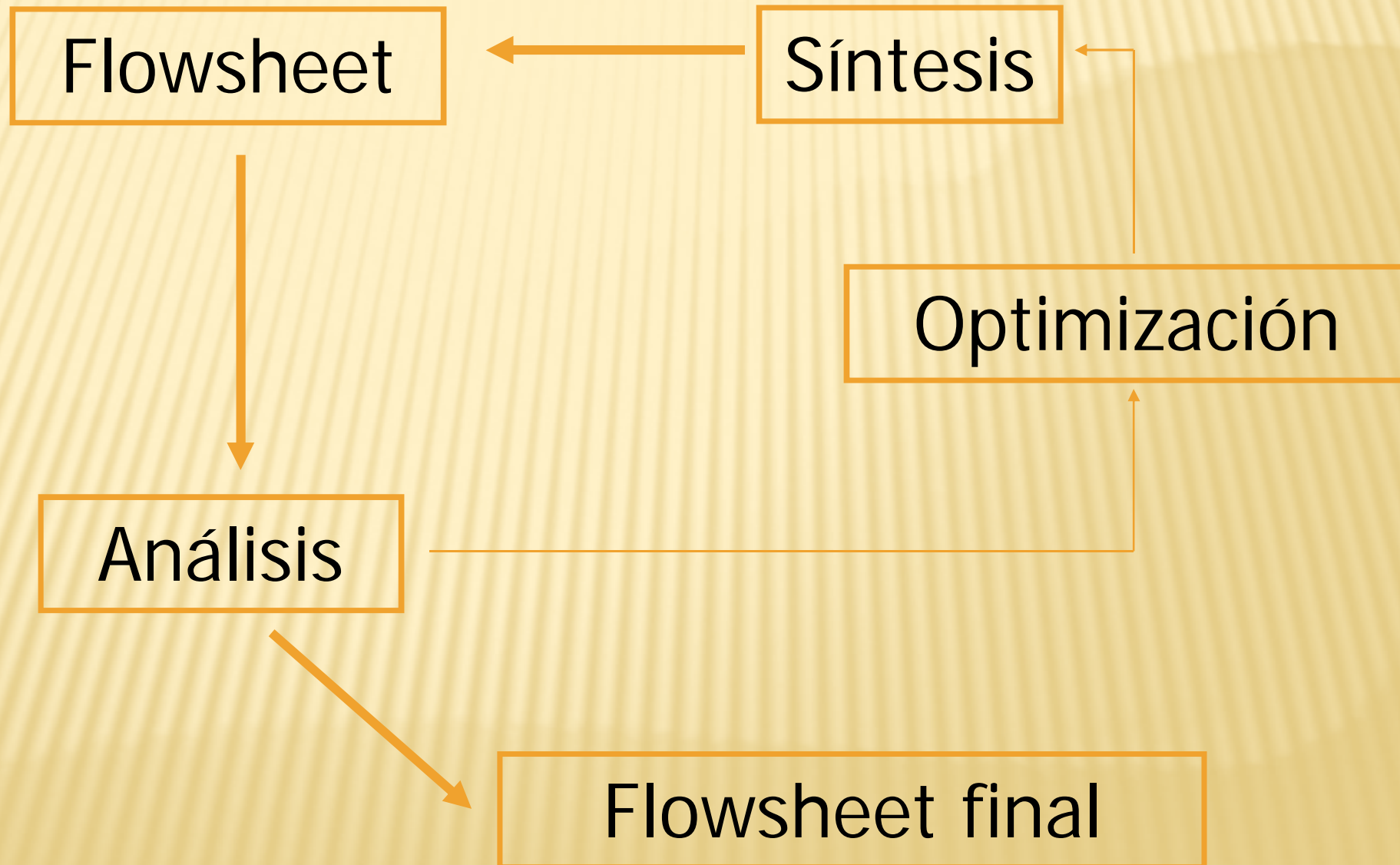
3

- Síntesis del sistema, que implica la génesis del conjunto de alternativas estructurales posibles,

4

- Reducción del espacio de alternativas, seleccionando aquellas que cumplan en forma óptima con las especificaciones establecidas

ETAPAS EN LA TAREA DE DISEÑO



Desarrollo de diagramas de flujo:

1

- Definir las reacciones involucradas

2

- Establecer la distribución de especies

3

- Diseñar los sistemas de separación

4

- Diseñar sistemas de integración energética

5

- Incorporar criterios de seguridad de procesos

6

- Analizar los aspectos ecológicos pertinentes

MODELO MATEMÁTICO DEL SISTEMA

Un modelo es una representación de los aspectos esenciales de un sistema.

Es una abstracción, evita la experimentación y observaciones repetitivas, solo imita la realidad y no incorpora todas las características del sistema real que está siendo estudiado

Modelo matemático del sistema

El modelo matemático de un proceso consiste en una serie de relaciones que se establecen para cada equipo que forma parte del sistema. En general para cada equipo un modelo consiste en una combinación de las siguientes expresiones.

Balance de cantidad de movimiento

Balance de materia

Balance de energía

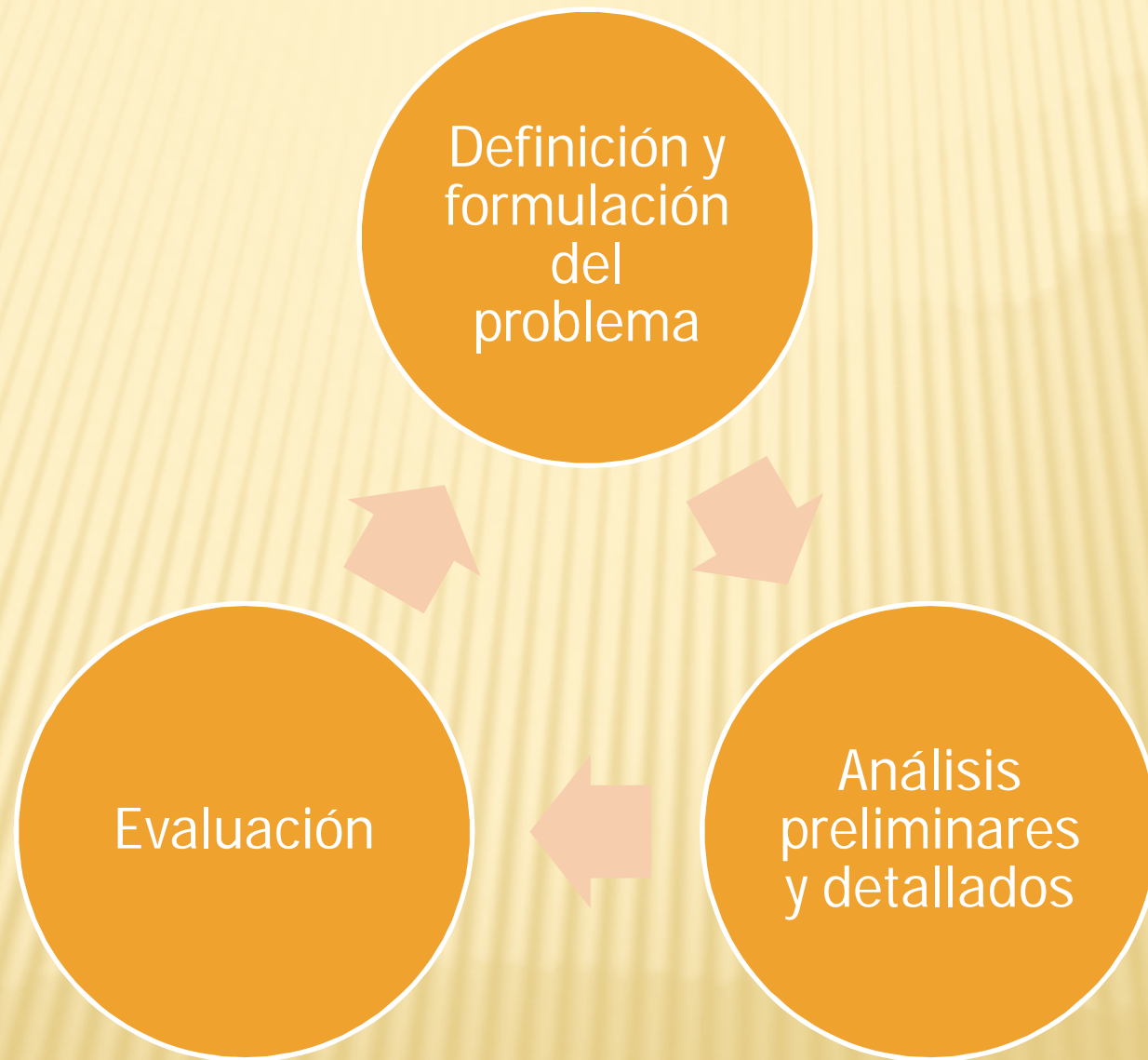
Ecuaciones de diseño

Relaciones termodinámicas y ecuaciones cinéticas

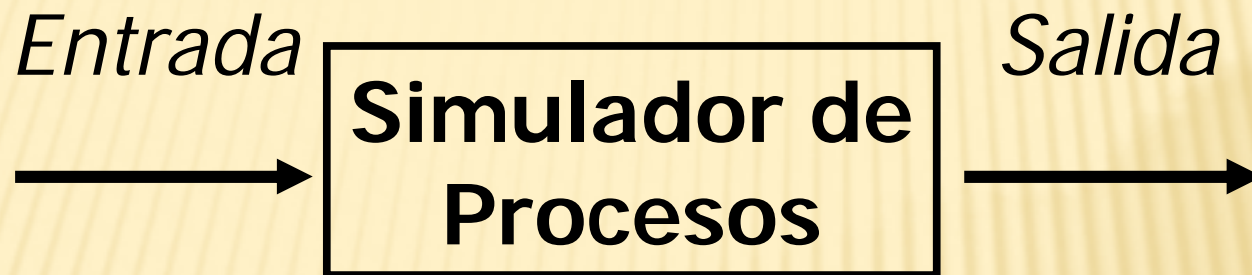


- × Linear vs. no lineal
- × Estado estacionario vs. estado no estacionario
- × Parámetros agrupados vs. parámetros distribuidos
- × Variable continua vs. variable discreta

Cómo construir un modelo



Simulación de procesos



Simular un proceso ó un equipo significa implementar el modelo que lo representa computacionalmente y a partir de dicho programa proponer los valores, variables o parámetros de entrada para obtener los resultados de interés

Ventajas de la simulación

- ✓ Experimentación económica
- ✓ Estudio de conmutabilidad y evaluación de otros planes de acción
- ✓ Extrapolación
- ✓ Ensayo de sensibilidad
- ✓ Estudio de la estabilidad del sistema

Clasificación de los métodos de simulación

```
graph LR; A[Clasificación de los métodos de simulación] --- B[Estado estacionario vs. Estado no estacionario]; A --- C[Parámetros agrupados vs. Parámetros Distribuidos]; A --- D[Deterministas vs. Probabilistas];
```

Estado estacionario vs. Estado no estacionario

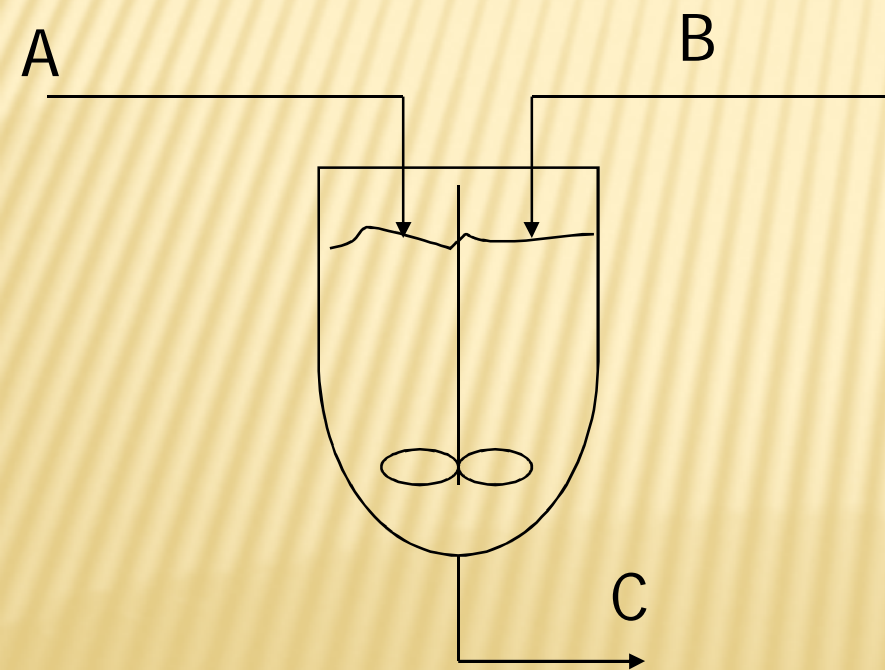
Parámetros agrupados vs. Parámetros Distribuidos

Deterministas vs. Probabilistas

GRADOS DE LIBERTAD

$$f_i = (x_1, x_2, \dots, x_n) = 0; \quad i = 1, \dots, M$$

Caso 1: Contradicción, $M > N$, $M=5$, $N=4$



1. $A + B = C$
2. $K = B/A$
3. $A = 1000 \text{ kg/hr}$
4. $C = 2000 \text{ kg/hr}$
5. $K = 4$

Caso 2: Ninguna libertad, $M=N$,
 $M=4$, $N=4$

1. $A+B=C$

2. $K=B/A$

3. $A=1000 \text{ kg/hr}$

4. $K=4$

Variables: 4 (A,B,C,K)

Ecuaciones: 4

Caso 3: Grados de libertad $N > M$,
 $M=3, N=4$

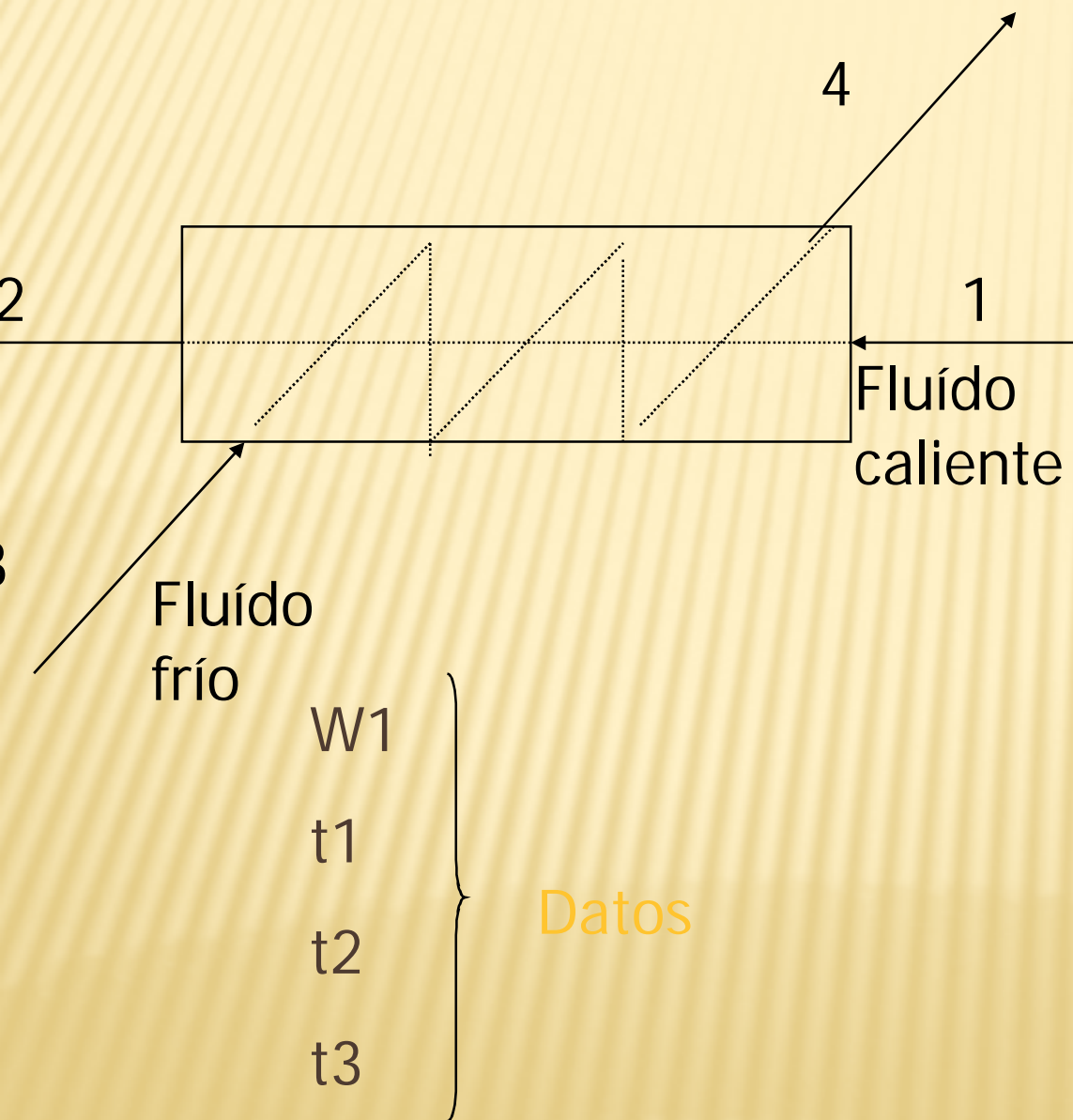
1. $A+B=C$
2. $K=B/A$
3. $A=1000 \text{ kg/hr}$

Variables: 4 (A,B,C,K)

Ecuaciones: 3

$$\mathbf{F = N - M = 1}$$

ALGORITMO DE SELECCIÓN DE VARIABLES DE DISEÑO



$$1) \quad Q = UA(\Delta t)_{ml}$$

$$2) \quad (\Delta t)_{ml} = \frac{(t_1 - t_4) - (t_2 - t_3)}{\ln \frac{(t_1 - t_4)}{(t_2 - t_3)}}$$

$$3) \quad W1 = W2$$

$$4) \quad W3 = W4$$

$$5) \quad Q = W1cp(t1 - t2)$$

$$6) \quad Q = W3cp(t4 - t3)$$

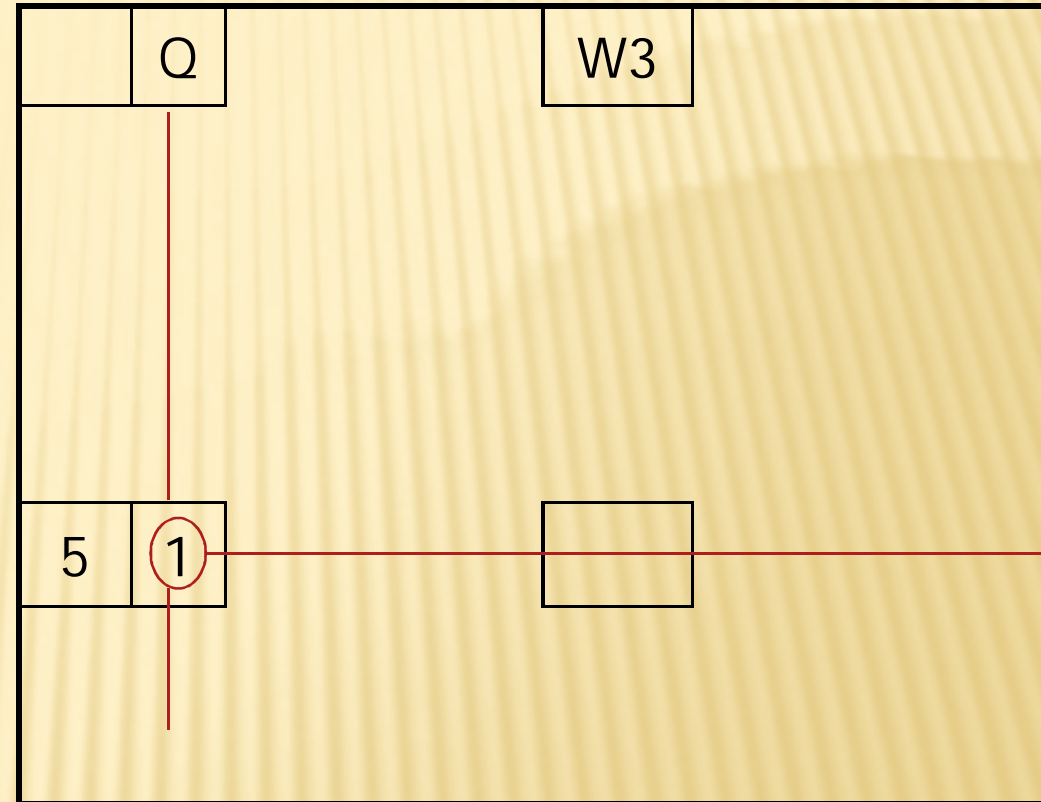
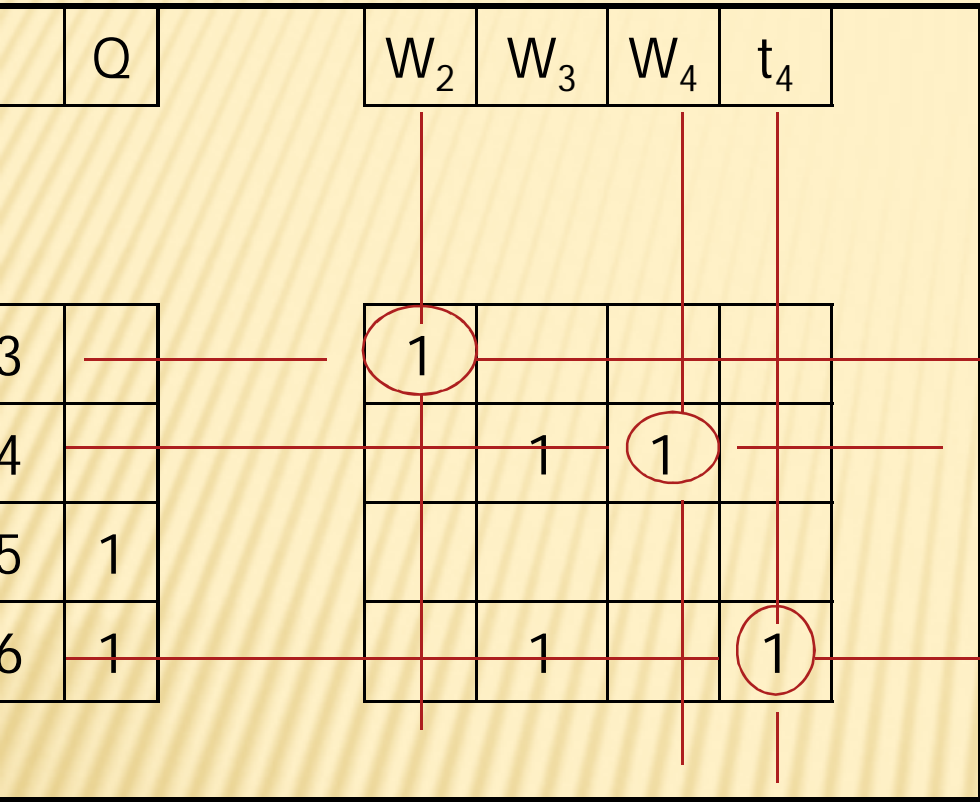
$$7) \quad U = U(W1 \dots W4, t1 \dots t4)$$

$$\mathbf{F = 12 - 7 = 5}$$

MATRIZ DE INCIDENCIA

	Q	A	U	W_2	W_3	W_4	t_4	$(\Delta t)_{ml}$
1	1	1	1					1
2							1	1
3				1				
4					1	1		
5	1							
6	1				1		1	
7			1	1	1	1	1	

	Q	U	W_2	W_3	W_4	t_4	$(\Delta t)_{ml}$
1							
2						1	1
3			1				
4				1	1		
5	1						
6	1			1		1	
7		1	1	1	1	1	

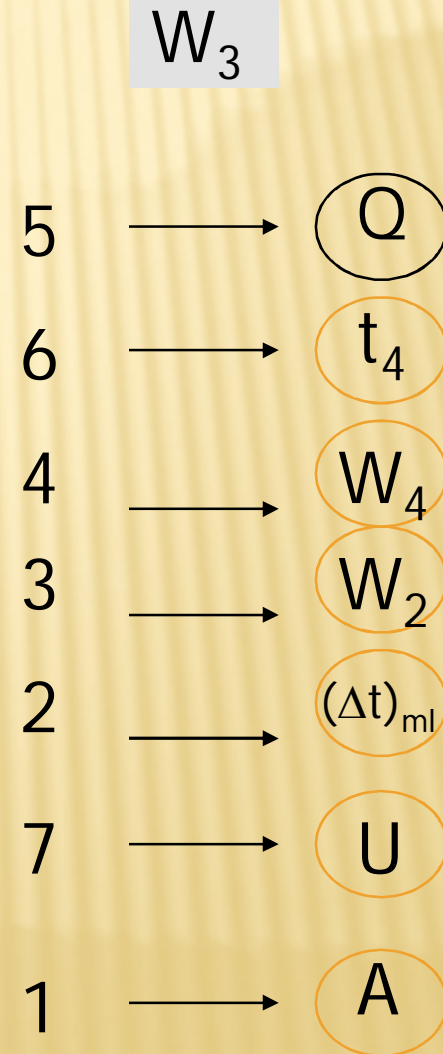


Orden de cálculo

Variables de decisión

Matriz de incidencia reordenada

	W_3	Q	t_4	W_4	W_2	$(\Delta t)_{ml}$	U	A
5	1	1						
6	1	1	1					
4	1			1				
3					1			
2			1			1		
7	1		1	1	1		1	
1		1				1	1	1



Sistemas cíclicos: Método Interativo

$$f_1(x_1, x_2, x_3) = 0$$

$$f_2(x_1, x_2, x_4, x_6) = 0$$

$$f_3(x_3, x_4, x_5, x_6) = 0$$

$$f_4(x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8) = 0$$

$$f_5(x_6, x_7, x_8) = 0$$

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
f_1	1	1	1					
f_2	1	1		1		1		
f_3			1	1	1	1		
f_4			1	1	1	1	1	1
f_5						1	1	1

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
f_1	1	1	1				
f_2	1	1		1		1	
f_3			1	1	1	1	

	x_1	x_2	x_3	x_4		x_6
f_1	1	1	1			
f_2	1	1		1		1

Variables de decisión

X_2

X_1

X_4

	X_2	X_1	X_4	X_3	X_6	X_5	X_7	X_8
f_1	1	1		1				
f_2	1	1	1		1			
f_3			1	1	1	1		
f_4			1	1	1	1	1	1
f_5					1		1	1

$f_1 \longrightarrow X_3$

$f_2 \longrightarrow X_6$

$f_3 \longrightarrow X_5$

Suponer x_7

$f_4 \longrightarrow X_8^{(4)}$

$f_5 \longrightarrow X_8^{(5)}$

NO

$$|X_8^{(4)} - X_8^{(5)}| < \varepsilon$$

SÍ

Fin

Sistemas cíclicos: Método de Combinación de Ecuaciones

$$f_1(x_1, x_2, x_3) = 0$$

$$f_2(x_1, x_2, x_4, x_6) = 0$$

$$f_3(x_3, x_4, x_5, x_6) = 0$$

$$f_4(x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8) = 0$$

$$f_5(x_6, x_7, x_8) = 0$$

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
f_1	1	1	1					
f_2	1	1		1		1		
f_3			1	1	1	1		
f_4			1	1	1	1	1	1
f_5						1	1	1

$$x_8^{(4)} = f(x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$$

$$x_8^{(5)} = f(x_6, x_7)$$

Igualando $x_8^{(4)} = x_8^{(5)}$ se genera la ecuación (6)

$$(6) f(x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) = 0$$

Matriz de Incidencia

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
f ₁	1	1	1					
f ₂	1	1		1		1		
f ₃			1	1	1	1		
f ₄			1	1	1	1	1	1
f ₅						1	1	1
f ₆			1	1	1	1	1	

Matriz de Incidencia

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
f_1	1	1	1					
f_2	1	1		1		1		
f_3			1	1	1	1		
f_5						1	1	1
f_6			1	1	1	1	1	

Matriz de Incidencia reordenada

									X_8
f_5									1

Matriz de Incidencia

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
f_1	1	1	1				
f_2	1	1		1		1	
f_3			1	1	1	1	
f_6			1	1	1	1	1

Matriz de Incidencia reordenada

							x_7	x_8
f_6							1	
f_5								1

Matriz de Incidencia

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
f_1	1	1	1			
f_2	1	1		1		1
f_3			1	1	1	1

Matriz de Incidencia reordenada

						x_5	x_7	x_8
f_3						1		
f_6							1	
f_5								1

Matriz de Incidencia

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_6
f_1	1	1	1		
f_2	1	1		1	1

Matriz de Incidencia reordenada

					x_4	x_5	x_7	x_8
f_2					1			
f_3						1		
f_6							1	
f_5								1

Matriz de Incidencia

	x_1	x_2	x_3	x_6
f_1	1	1	1	

Matriz de Incidencia reordenada

	x_1	x_2	x_6	x_3	x_4	x_5	x_7	x_8
f_1				1				
f_2					1			
f_3						1		
f_6							1	
f_5								1

	x_1	x_2	x_6	x_3	x_4	x_5	x_7	x_8
f_1	1	1		1				
f_2	1	1	1		1			
f_3			1	1	1	1		
f_6			1	1	1	1	1	
f_5			1				1	1

Variables de decisión

x_1

x_2

x_6

