

	Facultad de Ingeniería - UNJu	DOC N° 2023-IP-00-R-TP-108
	Ingeniería de procesos	Rev.: A Página 2 de 9
	PROCESOS BATCH	Fecha: 08-11-2023

ÍNDICE

1. Objeto	3
2. Alcance	3
3. Normas aplicables	3
4. Documentos de referencia	3
5. Actividades	4

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de un proceso batch.	4
Figura 2: Sistema de separación de sólidos mediante centrífuga.	7
Figura 3: Proceso producción productos A, B y C.	9

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de productos	4
Tabla 2. Velocidad de reacción	4
Tabla 3: Planta multiproducto A, B y C.	5
Tabla 4: Planta multiproducto A, B y C.	5
Tabla 5: Tiempo de procesamiento	6
Tabla 6: Planta multiproducto A y B.	6
Tabla 7: Parámetros de operación de centrífuga	6
Tabla 8: Planta producción A, B y C.	9

	Facultad de Ingeniería - UNJu	DOC N° 2023-IP-00-R-TP-108
	Ingeniería de procesos	Rev.: A Página 3 de 9
	PROCESOS BATCH	Fecha: 08-11-2023

1. Objeto

El objeto de este Trabajo Práctico es estudiar a nivel de ingeniería conceptual de los procesos *batch* en relación a los procesos continuos.

2. Alcance

El alcance es el estudio de los procesos *batch* y análisis comparativo relacionado a procesos continuos, determinación de duración de ciclo, tipo y longitud de campaña, políticas de transferencia, unidades en paralelo, tamaño de lote, dimensionamiento de equipos y volumen y costo de inventario de inventarios. Además, se incluye el modelado de un sistema, su resolución y análisis de dicha solución.

3. Normas aplicables

- **ISA** (Instrument Society of America). ANSI/ISA-88.01-1995, Batch Control.
- **Guía GEMMA** (Guide d'Études des Modes de Marches et d'Arrets – Guía para el estudio de modos de puesta en marcha y parada).
- **AISI**: American Iron and Steel Institute (AISI 304, AISI 316, AISI 904, etc.), AISI and SAE Material Specifications.
- **ASTM**: American Society of Testing Materials.
- **ASME**: American Society of Mechanical Engineers.

4. Documentos de referencia

- Seid, Esmael Reshid y Lee, Jui-Yuan. 2015. Synthesis, Design and Resource Optimization in Batch Chemical Plants. s.l. : Taylor & Francis Group, 2015.
- Biegler, Lorenz, Grossmann, Ignacio y Westerberg, Arthur. Systematic Methods of Chemical Process Design. s.l. : Prentice Hall.
- Seider, Warren D., y otros. 2016. Product and Process Design Principles. Synthesis, Analysis and Evaluation. 4th edition. s.l. : Wiley, 2016.
- Turton, Richard, y otros. 2018. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes. 5th edition. s.l. : Prentice Hall, 2018.

	Facultad de Ingeniería - UNJu	DOC N° 2023-IP-00-R-TP-108
	Ingeniería de procesos	Rev.: A Página 4 de 9
	PROCESOS BATCH	Fecha: 08-11-2023

5. Actividades

- Identifique las diferencias que se presentan en los diagramas PFD para un proceso *batch* y un proceso continuo. Tome como referencia el proceso de dehidrodealquilación de tolueno presentado en (Turton, y otros, 2018) y el proceso de producción de aminoácidos (https://cbe.statler.wvu.edu/files/d/450550ca-9cab-4688-a9b8-f73bc1c72707/batch-production_of_amino_acids.pdf). Incorpore consumos específicos de materia prima para cada caso.
- La Figura 1 muestra una planta batch típica para la producción de un solo producto. El lote comienza con el bombeo del reactivo A al reactor R-101 durante 30 minutos. La corriente es previamente calentada hasta 40°C por el intercambiador de calor E-101. Una vez finalizada la carga de reactivo A, se adiciona reactivo B durante un tiempo de 2,5 horas, durante el cual procede la reacción química para producción de C. Finalizada esta etapa, la mezcla es bombeada durante 30 minutos hacia el cristalizador CR-101, donde se enfría a una temperatura de 15°C. La suspensión permanece en el cristalizador durante 5 horas. Posteriormente se bombea a una centrifuga CE-101 para separar el producto sólido C de la solución remanente, opera un tiempo de 2 horas. Finalmente se seca el producto en un secadero de bandejas a 120°C durante 1 hora.
 - Clasificar cada una de las unidades de proceso de acuerdo a su modo de operación (batch o semicontinuo)
 - Realice un diagrama de Gantt asociada con la operación de las diferentes unidades.

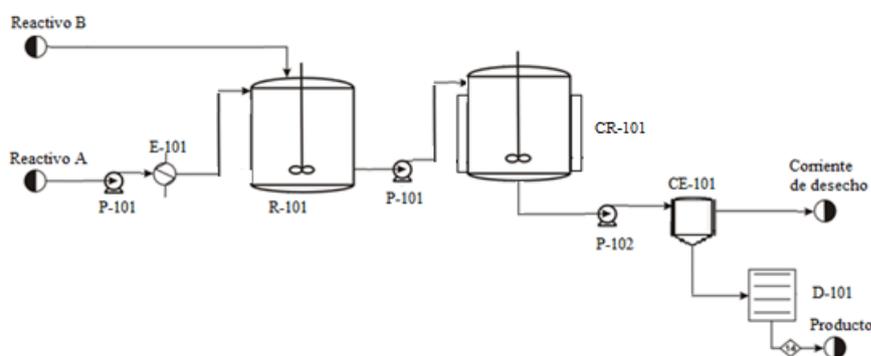


Figura 1: Ejemplo de un proceso batch.

- Una planta de procesamiento produce tres productos A, B y C. Con la información presentada en las siguientes tablas determine el número de lotes y el tamaño del reactor para producto.

Tabla 1. Producción de productos

Producto	Producción anual (t)	Producción en 500 h (t)
A	150	12,5
B	210	17,5
C	360	33,0

Tabla 2. Velocidad de reacción

Proceso		A	B	C
V _{reac}	m ³ /kg producto	0,0073	0,0095	0,0047
t _{ciclo}	h	6,0	9,5	18,5

	Facultad de Ingeniería - UNJu	DOC N° 2023-IP-00-R-TP-108
	Ingeniería de procesos	Rev.: A Página 5 de 9
	PROCESOS BATCH	Fecha: 08-11-2023

4. Dados los tiempos de procesamiento de tres productos A, B y C en la Tabla 3, determinar con un diagrama de Gantt el makespan y la duración del ciclo para la fabricación de dos lotes de A, un lote de B y 1 lote de C para los siguientes casos.
- Política ZW con secuencia AABC y secuencia BAAC.
 - Igual al caso a) pero con política NIS.
 - Igual al caso a) pero con política UIS.

Tabla 3: Planta multiproducto A, B y C.

	Tiempo de procesamiento [h]		
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
A	5	4	3
B	3	1	3
C	4	3	2

Tiempo de limpieza nulo

5. Para una planta *batch* multiproducto que produce A, B y C cuyos tiempos de proceso están dados en la Tabla 4, se requiere determinar la cantidad de lotes de cada producto que se puede producir en un tiempo de operación de 500 h (tiempo de operación anual es 6000 h), usando las siguientes estrategias:
- Campaña de producto simple para cada producto.
 - Campaña de producto mixto secuencia ABCABC....
 - Campaña de producto mixto, secuencia CBACBA....
 - Dar las ventajas y desventajas de usar campaña de producto simple y campaña de producto mixto.

Utilice el Diagrama de Gantt para representar cada una de las campañas.

Tabla 4: Planta multiproducto A, B y C.

	Tiempo de procesamiento [h]		
	Mezclador	Reactor	Separador
A	2	5	4
B	3	4	3.5
C	1	3	4.5

Tiempo de limpieza nulo

6. Una planta química batch es utilizada para producir 3 productos químicos A, B y C. El tiempo de procesamiento de cada producto es presentado en la

La demanda de mercado de estos productos requiere que la relación de A a B o C sea 1/2/2. Por lo tanto $n_B = n_C = 2n_A$. Determine:

- El número de lotes de A, B y C que puede producirse un periodo de operación de 600 h utilizando campaña de producto simple.
- El número de lotes que puede producirse utilizando una campaña ABCC ABCC...
- ¿Cómo se modifica la respuesta del item a) si el número de lotes de A es dos veces el número de lotes de B y C?
- Si para el caso solicitado en el item a) se requiere una producción de B de 20.000 kg o 17,5 m³ de producto, especifique el volumen de almacenamiento de producto requerido para asegurar que un suministro constante de B puede ser mantenido en las 600 h de operación.

	Facultad de Ingeniería - UNJu	DOC N° 2023-IP-00-R-TP-108
	Ingeniería de procesos	Rev.: A Página 6 de 9
	PROCESOS BATCH	Fecha: 08-11-2023

Tabla 5: Tiempo de procesamiento

Producto	Tiempo (h) por etapas				
	Calentamiento	Reacción/mezclado	Filtración	Destilación	Cristalización
A	1,0	3,0	1,0	2,5	3,5
B	1,5	3,5	1,0	1,5	4,0
C	2,5	2,0	0,5	2,5	3,0

7. Una planta *batch* manufactura dos productos A y B en dos etapas. La demanda de A es de 500.000 lb/año y la demanda de B es de 300.000 lb/año. Considerando un tiempo de operación anual de 6.000 h y los datos proporcionados en la Tabla 6.
- Determinar el tamaño de Lote o Batch asumiendo campaña simple para cada producto.
 - Determinar el tiempo de producción de A y de B.
 - Determinar el volumen del recipiente para cada etapa y los inventarios de producto.
 - Para un ciclo de producción de 500 h, determinar el volumen del recipiente para cada etapa y los inventarios de producto.
 - Repita el ítem d) para un ciclo de producción de AABAABAAB...

Tabla 6: Planta multiproducto A y B.

	Tiempo de procesamiento [h]		Factor de tamaño [ft ³ /lb prod.]	
	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 1	Etapas 2
A	8	3	0,08	0,05
B	6	3	0,09	0,04

Tiempo de limpieza: 4 hs de A a B y 4 hs de B a A

10. En la Figura 2 se muestra un sistema de separación sólido-líquido que utiliza una centrífuga de eje vertical tipo *Peeler* (CE-101). La capacidad máxima de la centrífuga es 200 kg por lote, la velocidad máxima es 1.200 rpm. A la centrífuga se alimenta una suspensión que contiene una concentración de sólidos de 200 g/l. La suspensión está en un tanque agitado que tiene un volumen de 3 m³. El caudal de alimentación a la centrífuga es 6 m³/h. El caudal de lavado del producto es 2 m³/h. Las aguas madres (densidad 1,15 kg/l) se reciben en tanque TK-102 y las aguas de lavado de reciben en un tanque TK-103 ambos de 2 m³.

Los parámetros de operación para cada una de las etapas de la centrífuga están contenidos en la Tabla 7. La duración de las etapas de carga, lavado y descarga dependen del caudal de alimentación y descarga.

Tabla 7: Parámetros de operación de centrífuga

N°	Etapas	Velocidad rotación (rpm)	Tiempo (s)
1	Carga	400	
2	Escurredo	900	600
3	Lavado	800	
4	Escurredo final	1200	800
5	Descarga	50	

Asumiendo que:

TK-101 contiene 3 m³, TK-102 y TK-103 están vacíos y centrífuga detenida.

La velocidad de descarga de sólido es 4 kg/s

La aceleración / desaceleración para las transiciones es 15 rpm/s

Para el lavado de sólido se utilizan dos volúmenes de agua. Considerar densidad aparente del sólido de 1,25 kg/l.



Determinar:

- El tiempo requerido para obtener el primer lote.
- La duración del ciclo sin y con transiciones.
- Cantidad de lotes para el volumen del tanque TK-101.
- Tamaño del lote.
- Cantidad total de agua de lavado requerida.
- El tiempo requerido para centrifugar toda la suspensión sin y con transiciones.
- Volumen total contenido en el tanque TK-102 y TK-103.
- Muestre en un diagrama los estados y las transiciones del sistema de centrifugación.

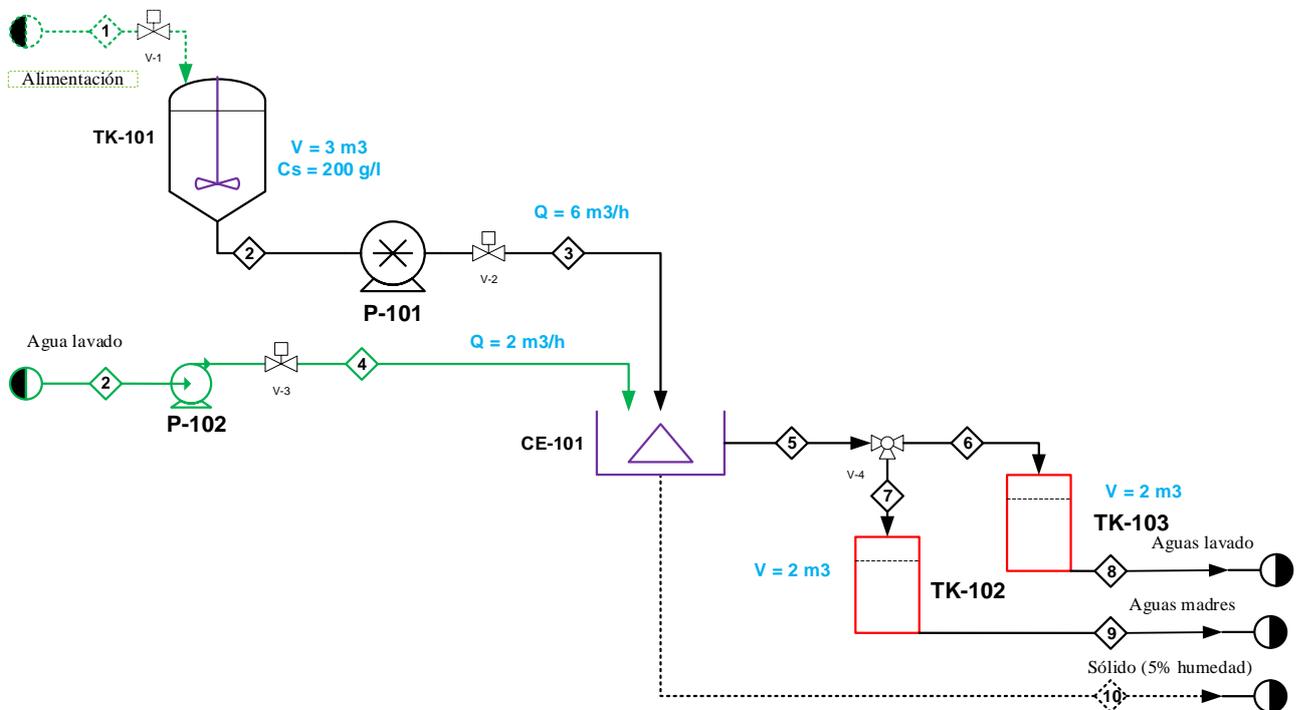


Figura 2: Sistema de separación de sólidos mediante centrifuga.

8. En la Figura 4 se muestra un diagrama de flujo para producir agua caliente utilizando sistema de colectores solares. El sistema debe ser diseñado para que entregue un caudal continuo de 1 t/h de agua a la temperatura de 90 °C durante 6000 h/año. El caudal máximo de agua es 0,5 t/h a 10 °C. Los parámetros para estudio y diseño del sistema son:

- La radiación solar es 1050 W/m² durante 8 horas.

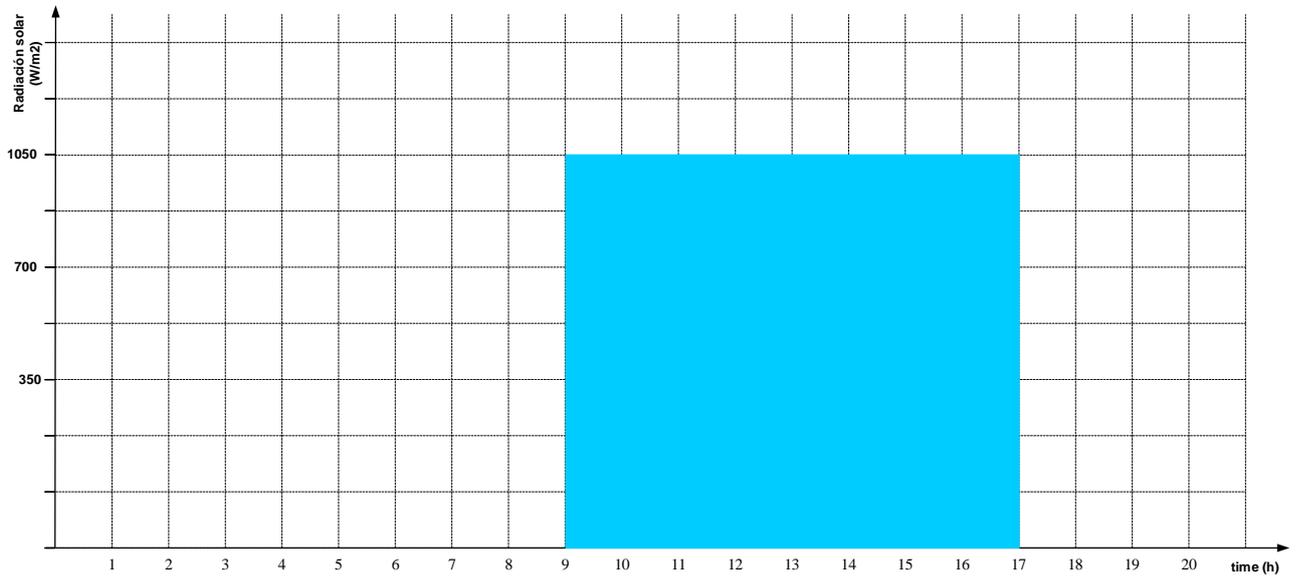


Figura 3: Radiación solar

- La eficiencia de captación de los colectores es 35 %.
- El factor de ocupación del tanque es 75 % para el tanque TK-101 y 70 % para el tanque TK-102.
- Se utilizan cuatro líneas de colectores solares que tienen colectores conectados en serie.

Se solicita:

- Realizar un diagrama de Gantt.
- Determinar la cantidad de energía diaria requerida para entregar un caudal continuo de agua a la temperatura objetivo.
- Determinar el volumen de los tanques.
- Determinar el área de colectores.
- Determinar el volumen mínimo del tanque TK-101.

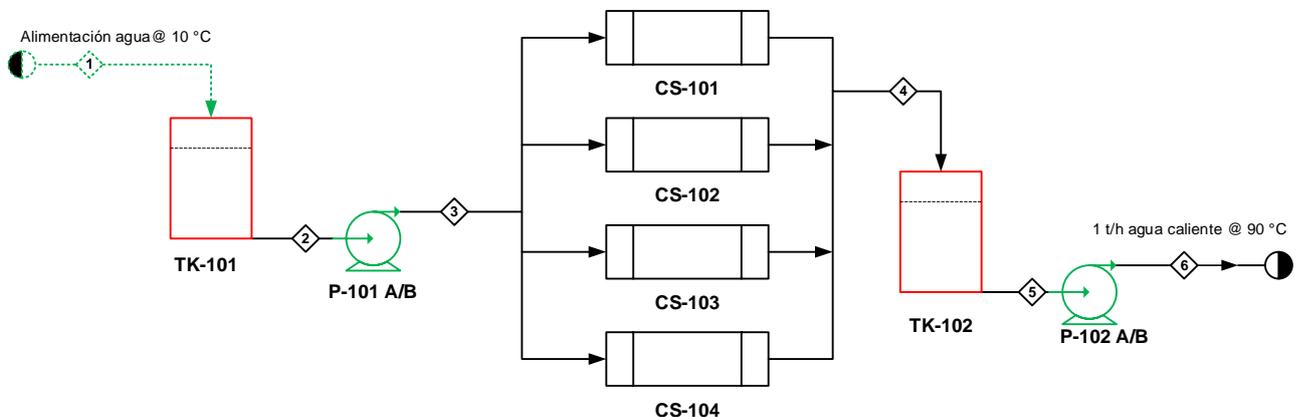


Figura 4: Sistema de calentamiento de agua con energía solar

9. Considere una planta que produce productos A, B y C mostrado en la Figura 5 y sus respectivos datos de proceso dados en la Tabla 8.

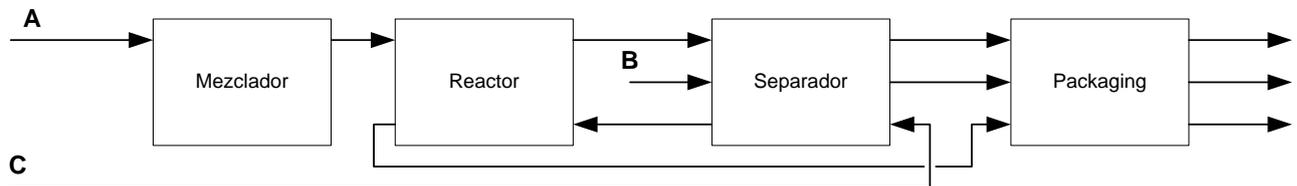


Figura 5: Proceso producción productos A, B y C.

Tabla 8: Planta producción A, B y C.

	Tiempo de procesamiento [h]			
	Mezclador	Reactor	Separador	Empaque
A	1,0	5,0	4,0	1,5
B			4,5	1,0
C		3,0	5,0	1,5

- Clasifique la planta como multiproducto o multipropósito. Justifique su respuesta.
- Represente el diagrama de Gantt considerando campaña de producto simple con secuencia A, B y C.
- Represente el diagrama de Gantt considerando campaña de producto mezclado con la secuencia ABCABC.
- Determine la cantidad de lotes para los dos tipos de campaña para un tiempo de producción de 500 h.

10. Referido al documento *Batch Production of Benzaldehyde Derivatives* (<https://cbe.statler.wvu.edu/files/d/99068733-4038-4bc5-8d1f-5f3102af1e5c/batch-benzaldehyde-derivatives.pdf>):

- Identifique la receta de producción para cada producto, incluya tiempo de procesamiento en cada tarea.
- Identifique si se trata de una planta multiproducto o multipropósito. Justifique y realice un diagrama de bloque.
- Determine la duración del ciclo para cada uno de los productos. Incluir las suposiciones realizadas para la determinación de la duración del ciclo.
- Identifique y justifique el tipo de campaña para cada producto.
- Determine el tiempo de producción anual para la planta y para cada uno de los productos.

Para responder cada uno de los puntos incluya la lista de suposiciones utilizadas.