

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica



TESIS

**ALGORITMO DE BALANCE DE MATERIA DEL NIVEL DE
UN TANQUE DE SISTEMA INESTABLE**

**Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Químico**

Presentado por:

Martínez Tarazona, Arturo Enrique

Asesor:

Dr. Edgardo Octavio Carreño Cisneros

Huacho – 2020

Título de la tesis

**ALGORITMO DE BALANCE DE MATERIA DEL NIVEL DE
UN TANQUE DE SISTEMA INESTABLE**

Dr. Edgardo Octavio Carreño Cisneros

Asesor

Miembros del jurado

Dr. SALCEDO MEZA MÁXIMO TOMAS

Presidente

Dr. SÁNCHEZ GUZMÁN ALBERTO IRHAAM

Secretario

M(o) IMAN MENDOZA JAIME

Vocal

Dedicatoria

Este estudio lo dedico a mi madre y padre, que con su esfuerzo ante la adversidad de la vida me han logrado sacar adelante.

Agradecimiento

Agradezco a mi asesor por el apoyo y tiempo dedicado en mi orientación de la tesis,
a mis profesores por guiarme en mi formación profesional.

ÍNDICE

Título de la tesis	ii
Miembros del jurado	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Indice	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2 Formulación del problema	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos Seleccionar la materia prima más idónea	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación de la investigación	16

1.5 Delimitación del estudio	16
1.6 Viabilidad de estudio	16
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Antecedentes.....	17
2.1.1 Internacionales	17
2.1.2 Nacionales.....	19
2.2 Bases teóricas.....	22
2.3 Definiciones conceptuales.	26
2.4 Formulación de la hipótesis	27
2.4.1. Hipótesis general.....	27
2.4.2. Hipótesis específicas.....	27
CAPÍTULO III.....	28
<i>METODOLOGÍA</i>	28
3.1 Diseño metodológico	28
3.1.1. Tipo de investigación.....	28
3.1.2. Nivel de investigación.....	28
3.1.3. Enfoque.....	28
3.2. Población y muestra.....	28
3.3. Operacionalización de variables e indicadores.....	28

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Técnicas para el procesamiento de la información	29
CAPÍTULO IV	30
RESULTADOS.....	30
4.1 Análisis de los resultados.....	30
Desarrollo. Modelo matemático para la fermentación.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO V	34
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1 Discusión de resultados.....	34
5.2 Conclusiones	36
5.3 Recomendaciones	36
CAPÍTULO VI.....	37
FUENTES DE INFORMACIÓN	37
6.1. Fuentes bibliográficas	37
6.2 Fuentes hemerográficas	38
6.3 Fuentes documentales	39
6.4 Fuentes electrónicas	39
ANEXO 01: Matriz de consistencia	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema del balance de masa.	23
Figura 2. Etapas de diseño de procesos.	25

RESUMEN

El objetivo del estudio fue establecer un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas. La investigación fue básica a un nivel explicativo, basado en caso. Los resultados demuestran que mediante las expresiones matemáticas haciendo uso de las ecuaciones diferenciales y los pasos sistematizados se pueden establecer un sistema para llevarlo al diseño de un algoritmo del proceso químico de mezcla de un sistema inestable. Concluyéndose que es posible establecer un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas, con ello se lograría tomar decisiones en diferentes escenarios con mayor rapidez y confiabilidad.

Palabras Clave: Algoritmo, simulación, sistema inestable, sistemas.

ABSTRACT

The objective of the study was to establish an algorithm of matter balance of the level of an unstable system tank that allows the solution of problems. The research was basic at an explanatory, case-based level. The results show that by means of mathematical expressions making use of differential equations and systematized steps, a system can be established to lead it to the design of an algorithm for the chemical process of mixing an unstable system. Concluding that it is possible to establish a matter balance algorithm of the level of an unstable system tank that allows the solution of problems, with this it would be possible to make decisions in different scenarios with greater speed and reliability.

Keywords: Algorithm, simulation, unstable system, systems.

INTRODUCCIÓN

Cada día los procesos químicos requieren más atención para una eficiente producción limpia de sus productos. El balance de materia y energía, basado en la ley de conservación de la materia, juega un rol fundamental en las operaciones unitarias al establecer los fundamentos y principios de los sistemas y por ende de los procesos a evaluar. En ese aspecto, los flujos continuos muchas veces se ven interrumpidos al establecer su concentración al punto objetivo, es así que los fluidos líquidos requieren de diseño de equipos que cumplan las especificaciones técnicas establecidas para desempeñar su función correspondiente, con apoyo de agitadores, los que permiten homogenizar las mezclas.

Actualmente resolver un problema de ingeniería requiere de procedimientos metodológicos sistematizados, organizados de manera lógica y adecuada, de tal forma que represente un sistema. En ese marco las matemáticas nos ofrecen la herramientas, símbolos y reglas para representar y abstraer un sistema real probablemente único pero asociado a modelos de mayor tamaño.

Por ello, el ingeniero recurre a hipótesis las mismas que requerirán ser corroboradas evaluando sus características y funciones. Resolver esta incógnita muchas veces se requiere de sistemas de ecuaciones, las que sería engorrosas en resolverlas llevando a lo largo de sus soluciones a limitaciones o restricciones en su procesamiento. Es necesario que se realicen procesos mediante simulaciones apoyadas o complementadas con la computación a fin de lograr fundamentalmente velocidad en el cálculo en la solución de problemas complejos.

Dentro de ese contexto, de apoyo o enfoque para resolver los problemas mediante simulación, se hacen necesario del uso de pasos secuenciales, lógicos y apoyados de reglas

que permitan modelar la secuencia lógica de como resolver problemas de ingeniería química, como es el caso, Por ello, se requiere establecer un algoritmo que permita simular y procesar el balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas en sistemas continuos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

Actualmente los sistemas inestables de procesos industriales vienen suscitando mucha atención en el ámbito industrial, tales como determinar estrategias para controlar los mismos con apoyo de la informática. Los balances de materia y energía significan cambios físicos o químicos y estas se rigen principalmente en la ley de la termodinámica y la conservación y transformación de la materia.

Anteriormente los ingenieros químicos para llevar a cabo y tomar decisiones en la industria requerían de mucha experiencia, muchas veces no era la adecuada, pero que se cumplían los objetivos y metas establecidas. Hoy día con el crecimiento de la población y con ellas sus necesidades, las condiciones de operación dentro de una planta ha cambiado por la complejidad de los procesos y de sus operaciones, requiriéndose de precisión y rapidez para lograr un rendimiento óptimo

La gestión en la industria de los procesos químicos requiere de técnicas específicas y sistemáticas asistida por computadoras para su estudio, control y/o automatización, preservando el medio ambiente y el uso responsable de la energía. Hoy día esta situación se apoya de diversos mecanismos, como la de algoritmos para determinar la secuencia sistemática y lograr la solución a problemas de balance de materia, con apoyo de la matemática, actualmente no existe un algoritmo elaborado que supere a otro de la misma categoría.

Por lo que se hace necesario un estudio a fin de lograr la estructuración de un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas en la industria de procesos químicos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo el diseño de un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable permite la solución de problemas?

1.2.2 Problemas específicos Seleccionar la materia prima más idónea

- ¿Es posible seleccionar el modelo adecuado para la solución del problema balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable?
- ¿Cómo desarrollar un ejemplo de solución de algoritmo?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general

Establecer un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Seleccionar el modelo adecuado para la solución del problema balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable.
- Desarrollar un ejemplo de solución de algoritmo.

1.4 Justificación de la investigación

Es estudio se justifica porque la optimización de los procesos químicos con apoyo de las matemáticas para lograr el manejo de las diferentes variables en el tiempo, se pretende incorporar una nueva herramienta mediante algoritmos que ayuden a tomar decisiones, siendo además un potencial mecanismo para preservar el medio ambiente y optimización de la energía.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación espacial

El estudio se ha realizado en consideración a la literatura existente.

Delimitación temporal

El estudio se ha llevado a cabo durante el periodo de noviembre de 2020 a marzo de 2021

Delimitación social

La investigación abarca la optimización de procesos referenciados en un ejemplo.

1.6 Viabilidad de estudio

El estudio es viable en cuanto se cuenta con literatura y casuística para la modelación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacionales

Morales, Calvache, Cifuentes y Murcia (2017). En su trabajo “Algoritmo matemático de la separación de un sistema binario mediante electrodiálisis”. El estudio tuvo como objetivo implementar un modelo matemático que, usando modelos teóricos y diferentes simplificaciones, represente una separación mediante electrodiálisis de una disolución acuosa binaria. Las ecuaciones planteadas modelan los fenómenos de transferencia de masa que ocurren a lo largo del módulo de electrodiálisis y tienen en cuenta algunas hipótesis simples para facilitar el modelamiento del proceso. El modelo también usa ecuaciones que describen el consumo energético de la separación, el cual, junto a la pureza obtenida para el soluto, permite estimar la viabilidad de la técnica. Al tener en cuenta todas las simplificaciones se logra modelar y solucionar de una forma más corta y sencilla el proceso de electrodiálisis.

Vázquez (2019). En su tesis “Reutilización óptima de agua de purgas de procesos térmico industriales mediante algoritmos evolutivos” tuvo como objetivo presentar un nuevo enfoque para la reutilización óptima de agua de purgas procedente de equipos térmicos industriales, mediante el aprovechamiento energético de las mismas. Esta estrategia de integración energética es introducida a través de la implementación de una estructura que representa la red de intercambio de calor en un proceso de producción de embutidos. La mayoría de estudios han considerado trabajar la integración térmica mediante una superestructura de los flujos y

posibles intercambios y optimizan posteriormente el modelo resultante mediante herramientas de Programación Matemática. Al contrario, en este proyecto, el proceso de interés es formulado como un modelo de simulación asistido por el paquete computacional Aspen Plus. Este modelo incluye el equipo necesario para la reutilización de la energía térmica del agua de purgas del proceso térmico considerando sus respectivos parámetros de operación, así como las reacciones químicas correspondientes. En base a este modelo, se define un problema de optimización que toma en cuenta una función objetivo relacionada con la minimización de los costos totales anuales, que toman en cuenta el costo de inversión del equipo de intercambio de calor nuevo, así como los costos de operación de los calentadores formando parte del proceso. Las variables de decisión las constituyen las condiciones operativas del intercambiador de calor incluido en el modelo creado. Debido a sus características, el problema de optimización correspondiente es resuelto mediante técnicas metaheurísticas, fáciles de adaptar cuando sólo se dispone de una simulación como evaluación de la función objetivo. En este caso, dos Algoritmos Evolutivos, Estrategias Evolutivas y Evolución Diferencial, fueron elegidos e implementados en Matlab. La relación entre el simulador y el optimizador se efectúa mediante una interfaz en Excel-VBA, que permite tratar e interpretar los flujos de información de cada módulo. Los experimentos computacionales realizados sobre este ejemplo demuestran la relevancia de la propuesta, ya que confirman la justificación económica de colocar un intercambiador nuevo, con un área lejos de ser despreciable y provocando una disminución de los costos totales anuales del proceso considerado.

Battisti, Machado y Marangoni (2018). En su trabajo “Otimização via algoritmo simulated annealing da separação da mistura álcool isobutílico-acetato de isobutílica através da destilação por oscilação de pressão”. [Optimización mediante algoritmo de recocido simulado de la separación de la mezcla de alcohol isobutílico-acetato de isobutílica mediante destilación por

oscilación de presión]. Tuvo como objetivo proponer la aplicación del algoritmo de recocido simulado para optimizar el proceso de purificación del acetato de isobutilo mediante destilación por oscilación de presión. La metodología aplicada integró diferentes aplicaciones con el propósito de simulación de procesos (Aspen Plus®), comunicación de datos (Excel®) y cálculos interactivos (Matlab®). Se optimizaron siete variables de diseño y operación simultáneamente. Se investigaron dos parámetros del algoritmo, la temperatura inicial y el factor de caída de la temperatura, con el fin de garantizar el mejor desempeño en la búsqueda del mínimo global. De acuerdo con los resultados obtenidos, la configuración que presentó el menor costo total anual representó un ahorro de alrededor del 34,3% anual en comparación con la configuración tomada como base. Esta reducción se obtuvo mediante la temperatura inicial más alta, es decir, con la mayor probabilidad de aceptación, y también, con un factor de caída de temperatura más lento. Así, se evidenció la viabilidad de utilizar la metodología aquí propuesta para la optimización aplicada a la purificación de la mezcla azeotrópica alcohol isobutílico-acetato de isobutilo mediante destilación por oscilación de presión, con el fin de hacer este proceso más competitivo económicamente.

2.1.2 Nacionales

Rivas y Bayona-Oré (2019) en su estudio “Algoritmos de Minería de Proceso para el Descubrimiento Automático de Procesos”. Objetivos. Analizar registros de eventos para gestionar y ejecutar procesos empresariales es el modelado de procesos. Material y métodos. El estudio se realizó considerando las técnicas sistemáticas sobre directivas originales de la literatura, considerando la planificación, revisión y revisión de los resultados. Para conocer que algoritmos han sido desarrollados para el descubrimiento automático de procesos de negocios, se realizó una revisión de literatura de los artículos publicados en el periodo 2004-2017. Como

resultado de la revisión 20 artículos primarios fueron identificados y analizados. Un total de 20 diferentes algoritmos fueron identificados. En el desarrollo de los algoritmos se han utilizado diferentes enfoques con predominio del enfoque general de algoritmo. Los algoritmos identificados en su mayoría utilizan redes Petri como técnica de modelamiento de procesos.

.

Rubiños (2020). En su estudio “Diseño de un algoritmo predictivo para monitoreo temprano de redes de agua potable en la ciudad de Lima “. En la actualidad, la cobertura de agua potable en el país aún es insuficiente, sobre todo en las zonas rurales del país; de manera similar este problema se presenta en las zonas periurbanas de Lima. Es por ello, que la presente investigación plantea una propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona de estudio, para lo cual se toma en consideración que el caudal requerido será brindado por SEDAPAL. Sedapal tiene que velar por la calidad del servicio ofrecido, sin embargo, esto se ve perjudicado sustancialmente por las fugas de agua potable de emergencias, (del medidor a la red) las cuales podrían ser manejadas de una mejor manera si se tuviera información referente a proyecciones e información estadística al respecto. Por lo que el “Diseño de un algoritmo predictivo para monitoreo temprano de redes de agua potable en la ciudad de Lima, 2019” podría facilitar dicha labor ya que se analizará la información con la que ya se cuenta para lograr un mejor desempeño del servicio mejorando los tiempos de respuesta a las emergencias y controlando y monitoreando el abastecimiento de agua potable en la ciudad de Lima. En ese sentido, el método utilizado plantea una propuesta de mejora en el proceso de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

Sandoval y Campos (2019). En su tesis “Modelamiento y Simulación del Proceso de Obtención del Gas de Síntesis Mejorado, mediante el Método Modular Simultáneo “. Tuvo como objetivo

Modelar y simular el proceso de obtención del gas de síntesis mejorado, mediante el método modular simultáneo. Para la formulación del diagrama de flujo, parámetros y condiciones de operación del proceso de obtención de gas de síntesis mejorado, se tomaron como referencia algunos datos plateados por Reklaitis. G (1986), desarrollando un programa computacional “METANACIÓN.m” codificado en el lenguaje de programación MatlabR202014a para visualizar diferentes escenarios virtuales de un proceso de obtención de gas de síntesis mejorado, en el que se aumentó la concentración de metano en la corriente del producto final. Para ello se realizó un análisis de grados de libertad del proceso, balances de materia y energía, tomando como referencia el diagrama de flujo y los parámetros de operación (flujos, composiciones, temperaturas y presiones) de fuentes bibliográficas. Los resultados obtenidos en la investigación fueron: $N^1_{CO} = 110$ lbmol/h. $N^1_{H_2} = 319$ lbmol/h y $N^1_{CH_4} = 17$ lbmol/h cuyos valores corresponden a los flujos molares de los componentes CO, H₂ y CH₄, en la corriente de alimentación respectivamente; así como $N^1_{CO} = 24$ lbmol/h., $N^6_{H_2} = 62$ lbmol/h, $N^6_{CH_4} = 100$ lbmol/h y $N^6_{H_2O} = 14$ lbmol/h cuyos valores corresponden a los flujos molares de los componentes CO, H₂, CH₄ y H₂O en la corriente del producto respectivamente. Así mismo las temperaturas calculadas de las corrientes de entrada al reactor y la temperatura de la corriente de salida del intercambiador II que ingresa al mezclador, siendo estas temperaturas: 398°F y 483,01 °F respectivamente, los cuales se contrastaron con los resultados teóricos presentes en la bibliografía. Se concluye que al eliminar el 99% de agua a través de un separador, favorece el rendimiento de la producción de metano, con la finalidad de incrementar el potencial energético del gas de síntesis resultante.

Armijo (2017). En su artículo “Separación mediante membranas. III Permeado de gases en sistemas de múltiples etapas a flujo variable” tuvo como objetivo presentar los procedimientos

de cálculo para el permeado de mezclas binarias de gases en sistemas de múltiples etapas, de flujo variable y área de membrana constante. Material y métodos. Empleó el procedimiento de cálculo por Thomass para resolver la matriz tridiagonal del proceso, haciendo uso de la variable de tanteo por el método de burbuja. Las composiciones del permeado y rechazo se calculan con el método del punto burbuja, y los balances de materia se resuelven simultáneamente con el algoritmo de Thomas. Concluyendo que los métodos de cálculo usados en el diseño de destiladores de mezclas multicomponentes pueden aplicarse al permeado de gases mediante membranas en arreglo de etapas múltiples o cascada.

2.2 Bases teóricas

Según Fito, Castelló y Tarrazó (2020) las actividades de transformación originadas en cada proceso se rigen por la primera ley de la termodinámica, es decir, “ la materia y la energía ni se crean ni se destruyen, solo se transforman” (p. 11); por lo se pueden definir el balance general como:

$$\text{ENTRADAS} + \text{GENERACIÓN} = \text{SALIDADS} + \text{ACUMULACIÓN}$$

En ese sentido es necesario considerar los sistemas estacionarios y los transitorios, los primeros deberían funcionar en un tiempo infinito, mientras que los transitorio depende del tiempo, es decir la operación unitaria funciona por cargas, variando sus propiedades físicas y químicas.

En necesario indicar que según Muñoz y Maroto (2013) que la ley de la termodinámica no es del ámbito universal, siendo la excepción n las reacciones nucleares o cuando la materia alcanza un movimiento cercano a la velocidad de la luz.

Lo importante tener en cuenta que al diseñar o analizar proceso químico, se debe considerar el principio de conservación de la materia, sus cálculos permiten la solución de problemas de ingeniería química.

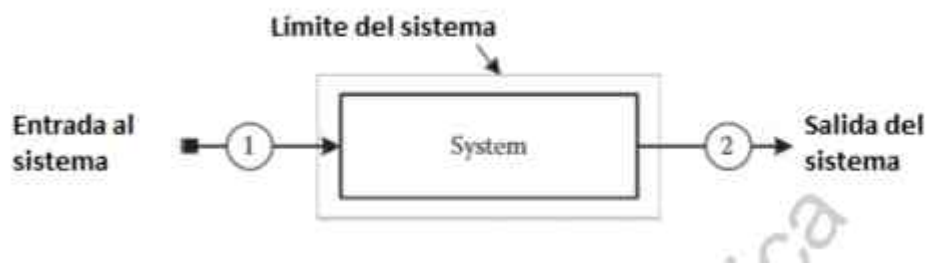


Figura 1. Sistema del balance de masa.

Fuente: Ghasem, N. (2005) "Principles of Chemical Engineering Processes. Material and Energy Balances"

Es una condición básica para trabajar con balance de materia que el ingeniero defina previamente el sistema, considerándolo como: un conjunto de elementos que interactúan entre sí y cumplen un objetivo, para ello se deben establecer claramente el límite y los flujos de alimentación del mismo. Por lo que, según Ghasem (2015), el sistema es una parte de un macrosistema y es definido desde una perspectiva real o imaginaria. "Si no existen flujos de entrada y salida, se reduce al concepto básico la conservación de la materia dentro de un sistema cerrado o aislado" (UTN Facultad Regional La Plata).

Es posible definir dos tipos de balance de materia (Felder, 2013): el diferencial, aquel que pone de manifiesto la ocurrencia de un sistema en un determinado momento; el balance de integrales que explica lo que sucede entre dos instantes dados de tiempo. Se describe en procesos por lotes (p. 86).

Balance de integrales o que describen lo que ocurre entre dos instantes determinados.

En el ámbito de los balances de materia estas evidencian su éxito en las operaciones industriales observándose su eficiencia en la agitación y mezcla de líquidos, por lo que el término mezcla se aplica a los procesos no homogéneos mezclados, para lo cual es necesario la agitación, cuyos propósitos según su objetivo tenemos la suspensión de partículas, donde los tanques se agitan

(según su forma) con más frecuencia en tanque o recipientes. En este proceso el agitador provoca que el líquido circule por el tanque originando un movimiento Tangencial. El impulso de flujo axial es originado por las hélices (McCabe; Smith y Harriott, 2007, p259-260). El uso de tanque para mezclas se ve principalmente en los procesos de la industria alimentaria ya que estas sustancias generalmente no son puras (Diaz, 2018, p, 24).

Para lograr una eficiente gestión tanto en el análisis como el procesamiento en el tiempo existen diferentes mecanismos de simulación a menor costo, optimización del tiempo y de recursos, con baja probabilidad de cometer errores las que además pueden adecuarse al uso de la tecnología de información (Hermida et a, 2006).

Para Moreno y Ramírez (2012), la palabra algoritmo proviene de Khwarizmi en honor a un científico matemático de origen Persa quien fusionó el sistema numérico indio con los procesos matemático (álgebra) de occidente, ponen de manifiesto que “algoritmo es una secuencia finita y ordenada de pasos para realizar una tarea en forma precisa” (p. 22). Moreno et al. (2012) clasifican a los algoritmos en tres nociones: a) interacción (repetición de rutinas); b) inducción (proposición lógica) y c) recursión. (p.23).

Entre los que podemos mencionar los algoritmos, tal como lo define Joyanes (2010) “Un algoritmo es un método para resolver un problema mediante una serie de pasos precisos, definidos y finitos” (p. 31).

En ese sentido Mansilla, et al. (2014) manifiesta que:

Un algoritmo es un conjunto finito de reglas bien definidas en su lógica de control que permiten la solución de un problema en una cantidad finita de tiempo. En la resolución

del problema con las reglas mencionadas, el algoritmo realiza un conjunto de pasos cuya ejecución para dar la solución del problema puede ser ejecutada manualmente, mecánicamente o utilizando una máquina de procesamiento electrónico de datos (p. 6, 7).

Por lo que, al estar sometido a reglas, estas deben seguir una secuencia lógica basada en la realidad problemática, donde se sistematiza coherentemente de reglas y procedimientos se ejecutan paso a paso hasta llegar al resultado final propuesto por el usuario.

La simulación se define como una técnica para evaluar en forma rápida un proceso con base en una representación del mismo, mediante modelos matemáticos. La solución de procesos se lleva a cabo por medio de lenguajes computacionales y establece un mejor panorama de visualización del comportamiento del proceso, (Martínez, 2000, 34). En ese aspecto la simulación en ingeniería química se basa principalmente en los principios del balance de materia y energía. Martínez (2000) manifiesta que hay tres tipos de problemas: a) Simulación de problema (análisis); b) el problema de diseño, y c) el problema de optimización.

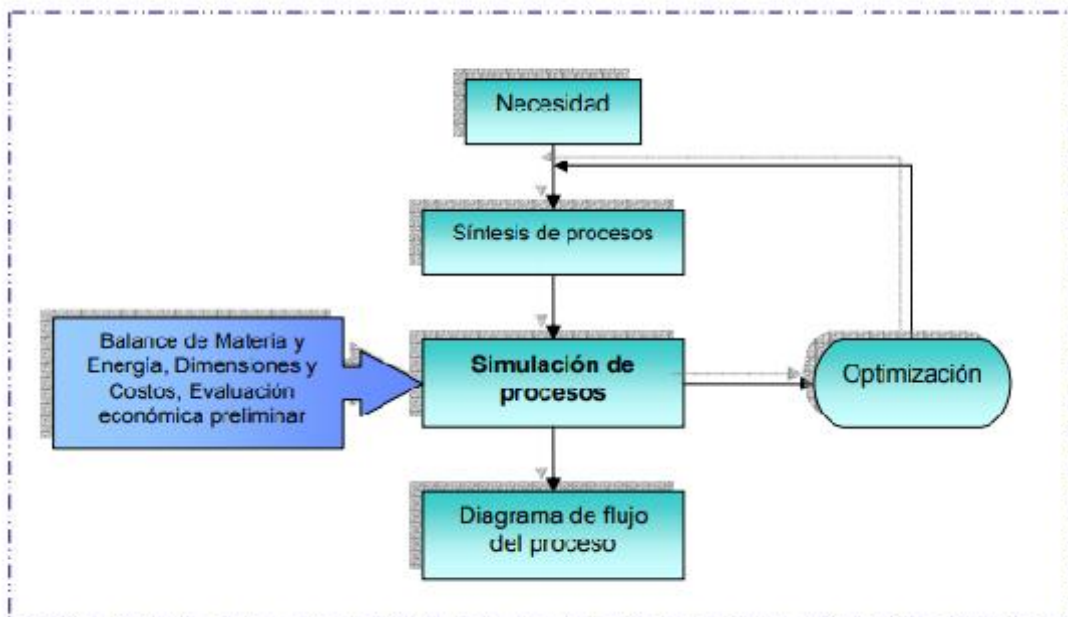


Figura 2 . Etapas de diseño de procesos.
Fuente: Martínez 2000

Clasificación de algoritmos

Muchas veces el usuario plantea la necesidad de conocer que o cuál algoritmo es más eficiente, ante ello existen diferentes estrategias de definirlos, para lo cual se requiere ejecutarlos, en ese sentido Bisbal (2013) manifiesta que cada algoritmo es un conjunto de datos que aportan suficiente información siendo necesario conocer sus propiedades; así mismo manifiesta que su tiempo de ejecución depende de varios factores: el ingreso de datos; el tipo de código generado; el ordenador; la complejidad de tiempo (pag. 50-51). Bisbal (2013), clasifica los algoritmos en cinco: Burbuja, inserción, selección, Merge Sort y Quicksort, siendo los tres primeros presentan pocas dificultades y los últimos muy eficientes (p. 80).

Elementos de desempeño de un algoritmo

Villegas y Guerrero (2016) indican que entre los elementos que influyen en un algoritmo tenemos: tiempo de ejecución (considerar el tipo de programa, procesador, características de la computadora, etc.; número de líneas de código (considerar las instrucciones repetitivas); estructura del algoritmo, implementación (es necesario conocer la calidad del algoritmo).

2.3 Definiciones conceptuales.

Acumulación: aumento disminución de la masa en el interior de un volumen.

Recursividad: un objeto es recursivo cuando se define así mismo.

Agitación. Operación unitaria previa a cualquier proceso químico cuyo propósito es unir corrientes.

Pseudocódigo. Lenguaje de propósito general, orientado a la solución del problema mediante algoritmo.

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El establecimiento de un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permitirá la solución de problemas.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La selección de un modelo adecuado para la solución del problema balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable permite diseñar un algoritmo.
- El desarrollo de un ejemplo de solución de algoritmo permitirá conocer la eficiencia de los algoritmos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo básica, se pretende que con los fundamentos matemáticos y sus reglas correspondientes permita elaborar un algoritmo.

3.1.2. Nivel de investigación

La investigación tiene un nivel explicativo

3.1.3. Enfoque.

Cuantitativo y cualitativo

3.2. Población y muestra.

No aplica. Por la naturaleza del estudio se hizo necesario establecer el desarrollo del mismo, dentro de los modelos establecidos por la bibliografía existente en diferentes estudios, que contenga las especificaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos establecidos y establecer las correctas conclusiones en función a las características establecidas en el estudio.

3.3. Operacionalización de variables e indicadores.

Variable	Dimensión	indicador
Algoritmo de balance de materia	Identificación de parámetros	- Concentración salina - Volumen - Tiempo - Kg.
	Secuencia lógica del algoritmo.	- Diagrama de flujo.
Solución de problemas.	- Pseudocódigo.	- .Pseudocódigo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para las técnicas aplicadas en el presente estudio se han considerado:

a) Técnicas de recopilación de información.

Se han considerado diversas estrategias para emplear técnicas en recopilar la información:

Observación. Recopilación bibliográfica

Recolección de datos

Análisis de datos

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información

El diseño del proceso se ha tenido en cuenta los estudios realizados al respecto en los antecedentes y literatura existente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

CASO DEL ESTUDIO

En un sistema inestable se tiene un tanque que contiene 1000 L de una solución de cloruro de sodio cuya concentración es de 15 kg. solución/ L.

El tanque cuenta con sistema de conexión de agua tratada, cuyas tuberías están protegidas para la corrosión, la que ingresa a un flujo de 5 L/min., Se desea conocer después de que tiempo la cantidad de sal que contiene el tanque será de 200 kg. Se tiene conocimiento que la mezcla de la solución diluida sale del tanque a razón de 6 L/min.

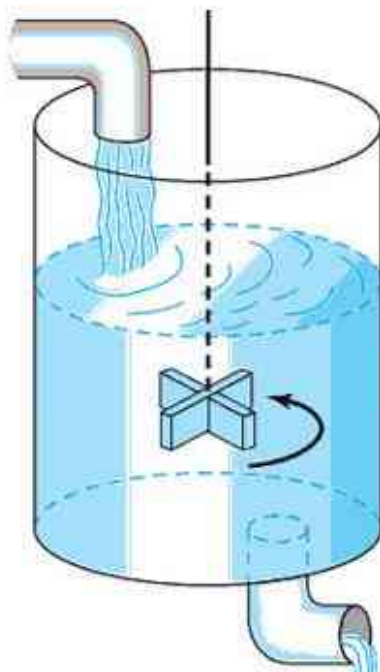
5 L/min

H₂O

15 kg/L

V = 1000 L

t = 0



6 L/min

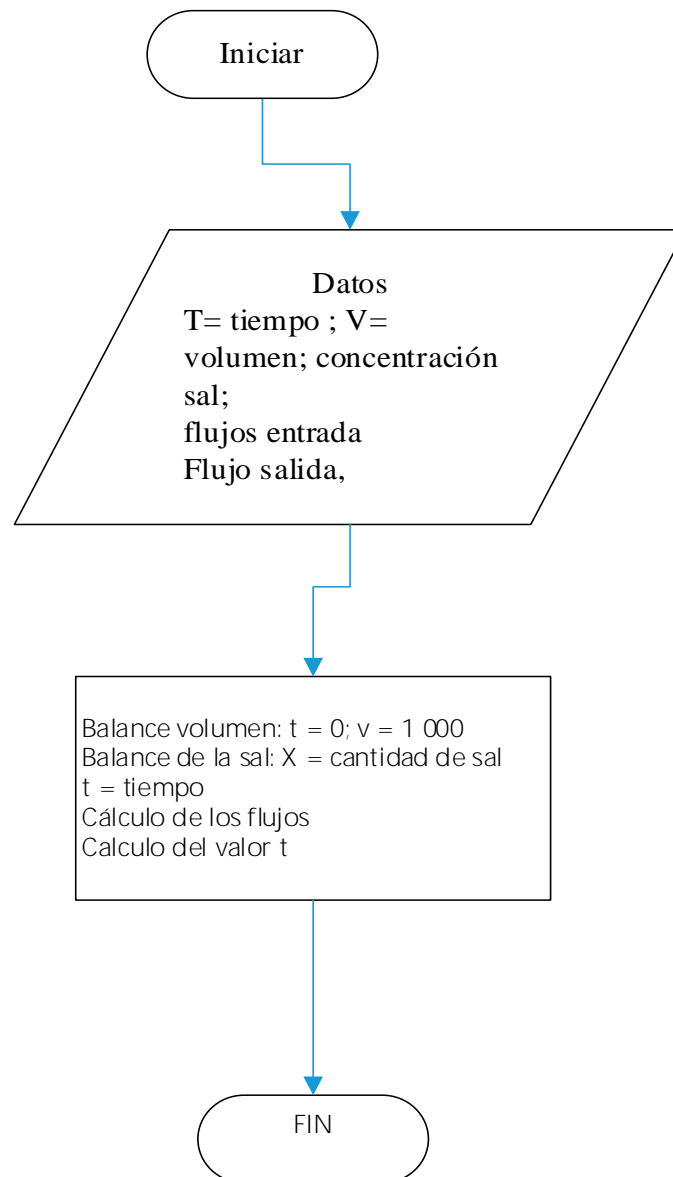
Solución diluida

DISEÑO DEL ALGORITMO

Calcular el tiempo en que la concentración será de 200 kg.

Algoritmo

- 1.- Ingresar los valores: C_{ini} , C_{fin} , V , t ; kg.
- 2.- Calcular Balance del volumen
- 3.- Balance de sal
- 4.- imprimir
5. fin.



Realizar de cálculos:

Balance de volumen.

$$\frac{dV}{dt} = 5 - 6$$

Sabiendo que el tiempo es $t = 0$ y volumen $V = 1\ 000$

Integrando:

$$1\ 000 = V - 0, \text{ donde } V - 1\ 000 = -t$$

Balance de la sal

Datos:

X = cantidad de sal contenida en el tanque en un tiempo t , kg.

T = tiempo, min.

Calculo del flujo de entrada

$$\text{Velocidad de ingreso} = 5 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 0 \text{ (agua tratada)} = 0$$

$$\text{Velocidad de salida} = 6 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \text{ donde: } \frac{6}{(1\ 000 -)}$$

Del balance de materia resulta:

$$\frac{dX}{dt} = 0 - \frac{6}{1\ 000 - }$$

En base a las condiciones iniciales tenemos:

$$t = 0$$

$$x = 1\ 000\ \text{L} * 15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 15\ 000\ \text{kg}.$$

Integrando cada variable.

$$15\ 000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = -6 \frac{\text{kg}}{1\ 000 - }$$

$$\ln \frac{15\,000}{1\,000} = 6 \ln \frac{1\,000 - x}{1\,000}$$

Despejando la variable t

$$t = 1\,000 \left[1 - \left(\frac{15\,000}{15\,000} \right)^{1/6} \right]$$

Donde $x = 200$

Reemplazando:

$$t = 1\,000 \left[1 - \left(\frac{200}{15\,000} \right)^{1/6} \right]$$

$t = 513$ minutos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión de resultados

Según el objetivo establecer un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas, se observa que el modelo de un algoritmo y posteriormente validado mediante procesos de simulación matemática con ecuaciones diferencias en sistemas inestables, permite resolver con mayor claridad el ejemplo planteado, lo que conlleva a acelerar las dificultades en la solución de balance de materia haciendo más rápido y viable, siendo un mecanismo viable para la toma de decisiones. Coincidente con Morales, et al (2017) quien manifiesta en su estudio “Algoritmo matemático de la separación de un sistema binario mediante electrodiálisis” que el modelo matemático también usa ecuaciones que describen el consumo energético de la separación, el cual, junto a la pureza obtenida para el soluto, permite estimar la viabilidad de la técnica. Al tener en cuenta todas las simplificaciones se logra modelar y solucionar de una forma más corta y sencilla el proceso de electrodiálisis; así mismo Battisti et al. (2018) en su trabajo sobre optimización mediante algoritmo de recocido simulado de la separación de la mezcla de alcohol isobutílico-acetato de isobutilo mediante destilación por oscilación de presión, aplica diferentes aplicaciones para lograr la simulación de procesos y con ello viabilizar una metodología para optimización aplicada a la purificación de mezclas. En ese sentido Rubiños (2020) .al diseñar un algoritmo predictivo para monitoreo de redes

de agua potable, logra demostrar que con el método utilizado plantea una propuesta de mejora en el proceso de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

5.2 Conclusiones

Es posible establecer un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas, con ello se lograría tomar decisiones en diferentes escenarios con mayor rapidez y confiabilidad.

- Con la selección del modelo se ha logrado una solución adecuada al problema balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable.
- Se logró el desarrollo de un caso donde se aplicó el algoritmo y las expresiones matemáticas para lograr la solución por medio de algoritmos.

5.3 Recomendaciones

- Implementar y codificar algoritmos a diferentes procesos en la ingeniería química con apoyo de lenguajes de programación libres como el Python.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS DE INFORMACIÓN

6.1. Fuentes bibliográficas

Algar Díaz, M. J. y Fernández de Sevilla Vellón, M. (2019). Introducción práctica a la programación con Python. Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá.

Bisbal Riera, J. (2013). Manual de algorítmica: recursividad, complejidad y diseño de algoritmos. Editorial UOC.

Felder, R. y Rousseau, R.W. (2004). “Principios elementales de los procesos químicos”. 3era Ed. Editora Limusa S.S. México.

Fito Suñer, P. J. Castelló Gómez, M. L. y Tarrazó Morell, J. (2020). Balances de materia y energía en ingeniería de bioprocesos. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Ghasem, N. (2005) “Principles of Chemical Engineering Processes. Material and Energy Balances”

Joyanes, A. y Zahonero, I. (2010). Programación en C++, JAVA y UML. 1era Edición. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA Componies. México.

McCabe, W.; Smith, J. y Harriott, P. (2007). Operaciones unitarias en ingeniería química. 7ma edición. Serie: Ingeniería Química. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. México.

Monsalvo Vázquez, R. y María del Rocío Romero Sánchez. (2015). Balance de materia y energía: procesos industriales. Grupo Editorial Patria.

Moreno, E. (2012). Grafos: fundamentos y algoritmos. Editorial ebooks Patagonia - J.C. Sáez

Muñoz A. V. y Maroto A. (2013). Operaciones unitarias y reactores químicos. Madrid, Spain: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia..

Villegas Jaramillo, E. J. y Guerrero Mendieta, L. E. (2016). Análisis y diseño de algoritmos: un enfoque práctico. Bogotá, Editorial Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://bibvirtual.upch.edu.pe:2893/es/lc/cayetano/titulos/129991>.

6.2 Fuentes hemerográficas

Hermida, A. G., Rodríguez, M. S., Padrón, M. V., Domas, L. R., & López, R. R. (2016). Alternativa para realizar análisis de rendimiento de procesos automatizados empleando técnicas de minería de procesos y simulación sobre redes de petri. *Investigación Operacional*, 37(1), 93–103.

Morales Hernández, Y., Calvache, J. A., Cifuentes Aguilera, J., & Murcia Berdugo, N. (2017). Algoritmo matemático de la separación de un sistema binario mediante electrodiálisis. *Revista de Investigación*, 10(1), 161-172. <https://doi.org/10.29097/2011-639X.74>

Rivas, Hernán, M. y Bayona-Oré, S. (2019). Algoritmos de Minería de Proceso para el Descubrimiento Automático de Procesos. *Revista RISTI* 31(03). DOI: 10.17013/risti.31.33–49

6.3 Fuentes documentales

Díaz Torres, R. (2018). Aspectos básicos del Balance de Materia. Machala: Universidad Técnica de Machala, disponible: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14369>

Mancilla Herrera, A., Ebratt Gómez, R., & Capacho Portilla, J. (2014). Diseño y construcción de algoritmos. Universidad del Norte.

Rubiños Jiménez, S. L. (2020). Diseño de un algoritmo predictivo para monitoreo temprano de redes de agua potable en la ciudad de Lima, 2019 <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/5488>

Vázquez Santiago, D. I. (2019). Reutilización óptima de agua de purgas de procesos térmico industriales mediante algoritmos evolutivos. Tesis de maestría en Ingeniería de Procesos. Universidad Autónoma Metropolitana. México. <http://hdl.handle.net/11191/6118>

6.4 Fuentes electrónicas

Armijo Carranza, J. (2017). Separación mediante membranas. III Permeado de gases en sistemas de múltiples etapas a flujo variable. Revista Peruana De Química E Ingeniería Química, 19(2), 37-46. Recuperado a partir de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/13092>

Battisti, R., Claumann, C. A., Machado, R. A. F., & Marangoni, C. (2018). Otimização via algoritmo simulated annealing da separação da mistura álcool isobutílico-acetato de

isobutila através da destilação por oscilação de pressão. In XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Blucher Chemical Engineering Proceedings (pp. 1261-1264)

Martínez Sifuentes, Víctor Hugo, y col “Simulación de Procesos en Ingeniería Química” (2000); Plaza y Valdés Editores, México, Tamaulipas. Recuperado de: <https://n9.cl/ojzg>

Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Facultad Regional La Plata (s/f). Balance de materia. Integración III. Recuperado de: http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/integracion3/UT2_Balance_de_materia.pdf

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Título: ALGORITMO DE BALANCE DE MATERIA DEL NIVEL DE UN TANQUE DE SISTEMA INESTABLE

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general	Variable 1. Algoritmo de balance de materia Dimensiones V1 Identificación de parámetros. Secuencia lógica del algoritmo	Dimensiones V1 Identificación de parámetros. - Concentración salina - Volumen - Tiempo - Kg. Secuencia lógica del algoritmo. - Pseudocódigo.	Enfoque. Cualitativo y cuantitativo Tipo de Investigación Investigación básica Nivel de investigación: Explicativa Diseño: No experimental
¿Cómo el diseño de un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable permite la solución de problemas?	Establecer un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permita la solución de problemas.	El establecimiento de un algoritmo de balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable que permitirá la solución de problemas.			
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
¿Es posible seleccionar el modelo adecuado para la solución del problema balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable?	Seleccionar el modelo adecuado para la solución del problema balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable.	La selección de un modelo adecuado para la solución del problema balance de materia del nivel de un tanque de sistema inestable permite diseñar un algoritmo.	Identificación de parámetros.		
¿Cómo desarrollar un ejemplo de solución de algoritmo?	Desarrollar un ejemplo de solución de algoritmo.	El desarrollo de un ejemplo de solución de algoritmo permitirá conocer la eficiencia de los algoritmos	Variable 2. Dimensiones V2 Solución de problemas		

