



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

ANÁLISIS DEL MODELO MATEMÁTICO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN CONTINUA

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	☒
Multidisciplinario	☐
Director de tesis pregrado	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	LARICO PACO JUAN DE DIOS
Escuela Profesional	INGENIERIA ELECTRONICA
Celular	995993535
Correo Electrónico	jdlarico@unap.edu.pe

- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

Análisis del modelo matemático de una columna de destilación continua.

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)

La destilación es un proceso de separación y purificación de componentes, en la industria petroquímica. El punto de ebullición de un líquido es la temperatura a la cual a la presión de vapor del líquido iguala a la presión en el líquido, propiciando la formación de burbujas y por consiguiente el paso hacia la fase gaseosa. El control de columnas de destilación ha sido un tema de especial interés en el área de: (1) síntesis de procesos, (2) dinámica de procesos y (3) control de procesos; debido a que las columnas de destilación son altamente no-lineales y sus correspondientes modelos linealizados son difíciles de controlar alrededor del punto de operación.



El modelo dinámico de la columna de destilación binaria es un tema importante el cual se realizará por medio de las ecuaciones de equilibrio. Se presenta la linealización y reducción de dicho modelo para propósitos de control; a partir del modelo linealizado se realiza un análisis en estado estacionario con el fin de analizar el lazo de control de composición con los reflujos de líquido y de vapor como variables manipuladas; conocido como lazo de control LV . Finalmente se presenta el proceso de diseño de un controlador descentralizado basado en modelo (e.g. Controlador K inverso), al igual que el proceso de diseño de un controlador con dos grados de libertad H_∞ ; el proceso de diseño del controlador H_∞ realizado se basa en replicar los datos obtenidos, con el fin de validar el modelo dinámico desarrollado en este trabajo. Por último, se presenta un análisis de robustez y estabilidad de dichos controladores. La principal contribución de este proyecto es modelar dinámicamente el proceso de destilación y por tanto brindar herramientas que permitan comprender dicho proceso al interior de una columna empacada, permitiendo así estudiar diversas estrategias de control.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Columna de destilación binaria, Ecuación de estado, Funciones de Transferencia, Sistema de control.

IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

En la actualidad el uso de nuevas tecnologías demanda Ingenieros Electrónicos capacitados en el empleo y dominio avanzado de softwares de simulación, ya que estos permiten estimar una respuesta de sistemas complejos a situaciones reales de ingeniería para evaluar y analizar el comportamiento de las sustancias previo a la ejecución en la industria. No obstante, los programas de simulación comercial presentan un alto costo sobre sus licencias y la restricción de su uso masivo no ha permitido el desarrollo de los conocimientos necesarios para generar un algoritmo que estime las condiciones de simulación de un proceso. Bajo esta premisa, un ingeniero Electrónico debe ser capaz de diseñar procesos industriales sin depender del uso de herramientas comerciales, generando respuestas rápidas y precisas a problemas reales de la industria. Además, los motivos que llevan a realizar este estudio es establecer modelos matemáticos y algoritmos de programación para la simulación de procesos con enfoque didáctico y de aprendizaje con potencial de aplicación a problemas reales.

V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

Los trabajos que se puede señalar son los siguientes:

Burgos Sistema de control PID de flujo y composición de tope de una columna de destilación binaria de una mezcla de Agua Etanol a presión atmosférica. En este trabajo, se diseñó un sistema de control PID de flujo y composición de tope de una



columna de destilación binaria de una mezcla de agua-etanol a presión atmosférica, se analizó el modelo dinámico del proceso multivariable y se obtuvo un modelo dinámico de primer orden más tiempo muerto para cada perturbación a la que fue sometida el proceso para cada variable de interés, construyéndose así una matriz de transferencia de las variables de porcentaje de apertura de la válvula de flujo de destilado, de flujo de vapor hacia el flujo de destilado y la composición de destilado. A través del método de Ziegler y Nichols se obtuvo un conjunto de parámetros de entonamiento para controladores PI apropiados para la columna. Por otro lado, Maldonado, En su trabajo Control Difuso de temperatura en la unidad de recuperación de solvente para una planta piloto de extracción sólido-líquido por lotes. Este estudio, se enmarcó dentro de la modalidad de proyecto factible, cuyo fin es solucionar un problema real.

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

El análisis del modelo matemático de una columna de destilación, contribuirá en la formación e los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la UNA - PUNO.

VII. Objetivo general

Desarrollar el análisis del modelo matemático de una columna de destilación continua, para el laboratorio de Instrumentación y Control de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la UNA - PUNO

VIII. Objetivos específicos

- Desarrollar un Análisis del modelo matemático de una columna de destilación continua, con fines académicos.
- Estudian los parámetros del modelo matemático desde el punto de vista analítico.
- Realizar el análisis de estabilidad del modelo matemático ce la columna de destilación continua.

IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes tareas:

Estado del arte

En esta etapa se recolectará, sistematizará y clasificará la información relativa al modelamiento matemático de columnas de destilación.

Definición del modelo matemático

Se realizará la revisión de desarrollos de investigación reconocidos que plantean modelos de columnas de destilación, se estudiara su funcionamiento y se seleccionara el modelo matemático resultante.

Definición de los parámetros y variables del modelamiento matemático

Se estudiará la información clasificada y relacionada principalmente con el modelamiento de columnas de destilación y se identificaron cada uno de los subsistemas que componen una columna de destilación para así definir las variables con base en el análisis funcional del sistema.



Análisis del modelo en el dominio del tiempo y frecuencia.

Una vez obtenido el modelo matemático del sistema, se describen las variables involucradas en el análisis en el dominio del tiempo y frecuencia para ver la estabilidad de la columna de destilación continua considerando los requerimientos de implementación.

Diseño de experimentos de simulación

Mediante un procedimiento definido, se llevaran a cabo las simulaciones que permitirán validar los resultados obtenidos frente a las respuestas y resultados de las simulaciones en MATLAB.

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

- [1.] Bolton, W. (2001). Ingeniería de Control. 2º Edición. Editorial Alfaomega. México.
- [2.] Burgos, B. (2011). Sistema de control PID de flujo y composición de tope de una columna de destilación binaria de una mezcla de agua-etanol a presión atmosférica. Trabajo de grado de Maestría en Ingeniería de Control de Procesos. UNEXPO-VR Barquisimeto, Venezuela.
- [3.] Corripio, A. (2007). Control Automático de Procesos. Editorial Limusa. México.
- [4.] Ljung, L. (2011). System Identification Toolbox. Getting Started Guide. TheMathWorks, Inc. New York. USA.
- [5.] Maldonado Leal, Y. (2007). Control Difuso de temperatura en la Unidad de Recuperación del Solvente para una planta piloto de extracción sólido-líquido por lotes. Trabajo de grado de Maestría en Ingeniería de Control de Procesos. UNEXPO-VR Barquisimeto, Venezuela.
- [6.] Ogata, K. (1996). Sistema de Control en tiempo discreto. 2º Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana. México.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

El presente proyecto es con fines netamente académicos que contribuirá con la formación de los futuros Ingenieros Electrónicos de la especialidad de Instrumentación y Control.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

En el laboratorio de Instrumentación y Control de la EPIE. UNA.

ii. Impactos económicos



Los estudiantes tendrán el modelo matemático con fines académicos sin costo.

iii. Impactos sociales

Conocimiento de la tecnología.

iv. Impactos ambientales

El proyecto contribuirá con la conservación de medio ambiente con los conocimientos vertidos.

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

01 laptop
Impresión de material bibliográfico
Horas de internet
Materiales de escritorio

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

Puno

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Búsqueda de información	X	X	X	X								
Inicio del modelamiento					X	X	X	X				
Análisis del modelo matemático									X	X	X	X
Fin del proyecto y presentación del informe final												X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
laptop	01	4000	01	4000
Impresión	1 hoja	0.10	1000	100
Horas de internet	1 mes	100	12	1200
Materiales de escritorio y bibliográfico	varios			4700