ISSN: 1870-056X

Revista CiBIyT

Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Publicación de difusión científica e investigación multidisciplinaria

Simulación dinámica de una columna debutanizadora de la industria petroquímica usando *Unisim Design*

Año XVII, número 48, septiembre-diciembre de 2021

Costo de recuperación: $ 55.00 M.N.

ISSN: 1870-056X
Revista
CiBIyT
Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Publicación de difusión científica e investigación multidisciplinaria

Consejo de Arbitraje

Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo
Dr. Jorge Álvarez Mena
Dr. Jorge Bedolla Hernández
Dr. Marcos Bedolla Hernández
Dr. Saúl Cano Hernández
Dra. María Enedina Carmona Flores
Dr. Miguel Ángel Carrasco Aguilar
Dra. Shirley Carro Sánchez
Dr. Jorge Luis Castañeda Gutiérrez
Dr. Jorge Castillo Tejas
Dr. José Manuel Cervantes Vázquez
Dra. Barbarela Dávila Carmona
Dr. Nery Delgadillo Checa
Dr. Héctor Domínguez Martínez
Dr. Arturo Elías Domínguez
Dra. Adelina Espejel Rodríguez
Dr. Norberto Farfán García
Dra. Rosa María Flores Hernández
Dr. Vicente Flores Lara
Dra. Leticia Flores Pulido
Dr. Abelardo Flores Vela
Dr. Alan Augusto Gallegos Cuéllar
Dr. Brian Manuel González Contreras
Dr. Antonio Guevara García
Dra. María Elena Hernández Hernández
Dr. Héctor Hugo Hernández Mendoza
Dra. Lidia Patricia Jaramillo Quintero
Dra. Friné López Medina
Dra. Araceli López y López
Dra. Ana Berta Luna Miranda
Dra. Margarita Martínez Gómez
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras
Dr. Roberto Morales Caporal
Dr. Miguel Ángel Munive Rojas
Dr. Arturo Ortiz Arroyo
Dr. José Erasmo Pérez Vázquez
Dr. Fernando Pérez Villaseñor
Dr. Alberto Portilla Flores
Dr. Edgar Alfredo Portilla Flores
Dr. P. Malaquías Quintero Flores
Dr. Federico Ramírez Cruz
Dra. Gloria Ramírez Elías
Dr. Carlos Alberto Reyes García
Dr. J. Margarito Rivera Badillo
Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada
Dr. Héctor Rosas Lezama
Dr. Rogelio Alberto Sánchez Cortés
Dr. Carlos Sánchez López
Dra. Alejandra Torres López
Dr. Adrián Trevera Juárez
M. C. Antonio Durante Murillo
M. C. Verónica Hernández Ruiz
M. A. María Elena Jiménez Lorenzini
M. C. Marlon Luna Sánchez
M. C. Juventino Montiel Hernández
M. I. A. Carlos Pérez Corona
M. C. Carlos Santacruz Olmos
M. C. Ángela Suárez Rojas

ISSN: 1870-056X
Fecha: septiembre-diciembre de 2021

Índice

Simulación dinámica de una columna debutanizadora de la industria petroquímica usando ***Unisim Design*** 3

Salario mínimo y su poder adquisitivo 11

Trabajo colaborativo. Clases en línea: curso de Métodos numéricos 15

Integración de un ERP, hardware especializado y asistente virtual utilizando protocolos de comunicación TCP/IP 19

Revista CiBIyT

Directorio editorial

Arnulfo Sánchez Cortés
Director y Editor

Ivonne Ilhuicatzi Cortés
Coordinador Editorial

Roberto Carlos Cruz Becerril
Coordinador de Arbitraje

Silvia Tomasa Rivera del Ángel
Asesora Editorial

José Botello Hernández
Coordinador de Diseño Gráfico y Edición

María Isabel Silva Aldrete
Corrección y Maqueta

María de los Ángeles Patiño Dorantes
Denise Ivonne González Salcedo
Traductoras

Revista CiBIyT está indizada en Latindex

Revista CiBIyT, septiembre-diciembre de 2021, año 17, número 48, es una publicación cuatrimestral de difusión científica e investigación multidisciplinaria, fundada en 2004. Editada por Arnulfo Feliciano Sánchez Cortés. Mariano Matamoros 702, Col. Centro, Apizaco, Tlax. C. P. 90300, Tel: 24 14 17 58 44, e–mail: cibiyt@hotmail.com y cibiyt@gmail.com.

Reserva de Derechos de uso exclusivo de título otorgado por el INDAUTOR: 04–2007–090509361300-102. ISSN: 1870–056X, con Licitud de Título y Licitud de Contenido en trámite. Impresa por *Digitimagen*, Esmeralda 501, San Luis Apizaquito, Apizaco, Tlax. C.P. 90401, Tel: 24 11 13 03 60. Este número se terminó de imprimir el 30 de diciembre de 2021 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

El **material de investigación publicado es original e inédito** en las áreas de Ingeniería, de Ciencias Sociales y de Ciencias Exactas. La **autorización** para la publicación de los artículos es **responsabilidad exclusiva de los autores.** Cada artículo es propiedad intelectual de su autor(es), así como la institución de procedencia del autor(es) es propietaria del resultado de esas investigaciones. Las opiniones expresadas por los autores no reflejan la posición del editor. Se podrá autorizar solo la reproducción parcial de los contenidos para fines académicos y sin fines de lucro con previa autorización del editor y con la mención de la fuente. Los requisitos de publicación aparecen en cada número publicado.

Fotografía tomada de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cc/Colonne_distillazione.jpg

Agradeceremos sus comentarios y sugerencias a:
cibiyt@hotmail.com
cibiyt@gmail.com

Requisitos de publicación para la *Revista CiBIyT*

1.– Sobre los artículos y el material para publicar:

§ El enfoque de los contenidos debe referirse al área de las ciencias básicas y la tecnología así como ciencias sociales y administrativas, educación continua y formación de profesionales, educación basada en competencias, enseñanza virtual, TIC y nuevas tecnologías educativas, docencia y comunicación.

§ Los contenidos promoverán el conocimiento, la difusión, el análisis y la investigación de las ciencias básicas, la tecnología, las ciencias sociales y administrativas, la pedagogía y comunicación.

§ Se empleará un lenguaje claro y sencillo sin que se afecte la calidad científica del artículo ni se atente contra el español.

§ Se recibirán todos los artículos sin compromiso de ser publicados, ya que esto dependerá de la respuesta del Comité Técnico y/o el dictamen de pares.

§ Los artículos serán originales e inéditos y deberán estar siendo considerados para su publicación en otra revista, impresa o electrónica, y se ajustarán a las normas éticas internacionales de propiedad intelectual y autoría.

§ La publicación y su contenido será responsabilidad de cada autor, por lo que tanto la Revista CiBIyT como el editor no son responsables en caso de reclamo de derechos de autor. El responsable del artículo deberá entregar al editor una carta de compromiso ético donde declara que es el propietario intelectual del artículo y que es una obra original, resultado de su trabajo de investigación y reflexión documentada.

§ Con el hecho de enviar los artículos a nuestra dirección física o electrónica, los autores conceden los «derechos de autor» a Revista CiBIyT. Por lo tanto, los trabajos enviados para publicación no deberán tener «derechos de autor» otorgados a terceros, a la fecha de envío del artículo. En ningún caso, la propiedad intelectual, que es propia de los autores, se verá afectada por esos derechos.

2.– Envío–recepción:

Los documentos se entregarán al ***M. C. Arnulfo Sánchez Cortés*** en la Coordinación Académica de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología (turno vespertino) o por correo electrónico a cibiyt@hotmail.com o cibiyt@gmail.com.

3.– Lineamientos del documento:

§ El **texto** deberá presentarse en procesador de textos **Word**, **sin formato especial** y en **una sola columna**. Las **tablas**, en hoja de cálculo **Excel**. Las **fórmulas matemáticas en JPEG**. Una carta compromiso en la que se incluye el compromiso ético y una tabla de revisión debidamente apliada al artículo. Estos dos documentos serán enviados previamente por el editor.

§ Se empleará la **fuente Times New Roman** tamaño 11 puntos, interlineado de 1.5. En los caracteres griegos, se debe usar la misma fuente **Times New Roman**.

§ Las **referencias**, las **notas** y las **citas textuales** se anotarán de acuerdo con los lineamientos de la **APA**.

4.– Se requiere para la entrega de cada artículo:

§ **Impresión** completa del artículo por publicar, que indique el orden del artículo, tablas, figuras, etc.

§ Nombre completo, correo electrónico y lugar de trabajo del autor o autores.

§ Título del artículo (no más de 200 caracteres) en **español** e **inglés**.

§ Incluir introducción, antecedentes, metodología, resultado o discusión, conclusiones, agradecimientos (en su caso) y referencias bibliográficas.

§ **Resumen** del artículo con **palabras clave** (no más de 150 palabras) en **español** e **inglés**.

§ Se deberá solicitar la publicación del artículo. En caso de ser aceptado, se entregará un convenio de **no conflicto de intereses**.

§ Los **dibujos**, **fórmulas** e **imágenes** se entregarán **por separado en formato JPEG o TIF en escala de grises (CMYK) con resolución superior a 150 pixeles/pulg**., y en un tamaño mínimo de **1024 x 768** o **768 x 1024 pixeles.** Se debe cuidar que los dibujos o imágenes no hayan sido publicados y deben respetarse los derechos de autor.

§ Referencias al final del artículo: Mercado, H. S. (1996*); ¿Cómo hacer una tesis?* (2ª ed). México: LIMUSA. pp 23, 24–30

§ Referencias dentro del texto: (Mercado, H.S. 1996).

§ El número de artículos que se podrán enviar es ilimitado con la salvedad de que solo se publicará uno por autor en cada edición.

5.– Notificación de recepción de documentación:

§ Una vez que se haya recibido su documentación completa y el artículo, el autor será notificado por correo electrónico u oficio, mediante acuse de recibo y también se le informará si su proyecto fue aceptado por el Comité Técnico para participar en la edición correspondiente.

§ De la misma forma, una vez editado se enviará una separata electrónica en formato PDF, correspondiente a una copia fiel del artículo, incluyendo descriptores de volumen, número, año, y páginas, a fin de que el autor revise la prueba de galeras y dé su visto bueno.

6.– Facultades del Comité Técnico:

Cada artículo será analizado por el Editor y por los miembros del Comité Técnico quienes realizarán un arbitraje ciego y considerarán su aceptación o rechazo y sugerirán cambios, en caso de ser necesario. El Comité se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos por publicar; asimismo se definirá la fecha de publicación.

Nota: Las funciones del Comité Técnico y del Editor conllevan exclusivamente fines académicos.

7.– Descalificación:

Todos los trabajos recibidos serán revisados por el Comité Técnico y serán descalificados aquellos que no sean inéditos ni originales.

8.– Permisos:

Será responsabilidad de los autores obtener los permisos de otros autores para citar o emplear materiales publicados sin importar el carácter del material empleado: tesis, reportes, artículos, memorias, etc.

9.– Aclaraciones o dudas:

Favor de dirigirlas al Editor a **cibiyt@hotmail.com** o **cibiyt@gmail.com**

10.– Fechas de recepción de documentación:

1 al 31 de octubre para el periodo de enero-abril.
1 al 28 de febrero para el periodo de mayo–agosto.
1 al 30 de junio para el periodo de septiembre-diciembre.

Simulación dinámica de una columna debutanizadora de la industria petroquímica usando *Unisim Design*

Dynamic Simulation of a Debutanizing Column of the Petrochemical Industry Using Unisim Design

*Adilene Fernández Vázquez, Amelia Pérez Villanueva, Arturo Ortiz Arroyo, Arturo Elías Domínguez, María Verónica Hernández Ruiz, Elsa Hynmar Fernández Martínez, Ángel Castro Agüero, Fernando Pérez Villaseñor**

Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

**fernando.perez@uatx.mx*

Fecha de recepción: 17 de agosto de 2021. Fecha de aceptación: 22 de octubre de 2021

Resumen

En este trabajo se utilizó Unisim Design para explorar la dinámica y el control de un proceso de purificación de nafta ligera mediante una columna debutanizadora, que consta de 48 platos, así como un condensador, un rehervidor y un intercambiador de calor interetapas el cual está colocado entre los platos 38 y 39. A su vez, la alimentación a dicha columna está constituida por cuatro grupos de compuestos: gases ligeros, butanos, nafta ligera y nafta pesada. El objetivo del proceso es obtener gasolina debutanizada como producto de fondos y butanos y gases ligeros en el domo de la columna. Las propiedades termodinámicas fueron estimadas usando la ecuación de estado de Peng Robinson, debido a que las corrientes de proceso consisten esencialmente de hidrocarburos. En la formulación del modelo dinámico, inicialmente se resolvió el proceso en el modo de estado estacionario de Unisim Design, para verificar el balance de materia y el dimensionamiento de equipos. Posteriormente, se construyó el modelo dinámico a partir de la información disponible del diseño de equipos y la implementación de los lazos de control. Finalmente, los resultados obtenidos con el modelo dinámico fueron consistentes con los datos de operación del proceso.

Palabras clave: Simulación dinámica, *Unisim Design*, destilación, debutanizadora.

Abstract

In this work the Unisim Design process simulator is used to explore the dynamics and control of a continuous process close to an operation point of design in steady state. The study case is a debutanizer distillation column, having 48 plates, with a condenser, a reboiler and a pump around energy recovery system placed between the plates 38 and 39. The flow feed to the column contains four groups of compounds: gases, butanes, and light and heavy naphtha. The process aim is to obtain butane free gasoline as a product on the bottom flow and butanes in the dome of the column. The thermodynamic properties were estimated using the Peng Robinson's equation of state. In the present work it is shown the simulation process, using the simulation software in steady state to correctly size the equipment. Subsequently, it is exported to dynamic mode where it was rigorously simulated including the control loops systems. Finally, the results obtained are compared with the actual information of the process.

Keywords: Dynamic simulation, *Unisim Design*, distillation, debutanizer.

1. Introducción

La simulación, desde el punto de vista de la Ingeniería Química, involucra la solución de las ecuaciones de balance de materia y energía para procesos químicos en estado estacionario o dinámico, así como del dimensionamiento de los equipos involucrados en un proceso.

En la actualidad, la simulación de procesos requiere la aplicación de software para la solución de los modelos que describen los procesos químicos, físicos y biológicos, así como otros procesos técnicos y operaciones unitarias [1]. Esta es una herramienta que se ha hecho indispensable para la solución adecuada de los problemas de procesos, tal es el caso de *Unisim Design*, software que predice con gran precisión propiedades físicas y de transporte, así como la solución de cinéticas de reacción. El simulador en su interfaz de usuario incluye más de cincuenta operaciones unitarias que permiten representar equipos de proceso, sistemas de control y funciones lógicas [2].

Dentro de las múltiples operaciones unitarias con las que cuenta el simulador, se encuentra la destilación, que es el proceso industrial de separación más utilizado. La destilación es una operación unitaria que consiste en la separación de los componentes de una mezcla por evaporación y condensación en etapas sucesivas [3]. La separación se basa en la diferencia de volatilidades relativas de los componentes, lo que tiene como consecuencia la formación de un vapor de composición diferente a la del líquido del que procede. Es evidente que mientras mayor sea la diferencia de volatilidades relativas entre las especies involucradas en la mezcla que se pretende purificar, mayor será la separación que se puede conseguir [4].

La destilación es el proceso de separación más utilizado en la industria de procesos químicos, por tal motivo ha sido ampliamente estudiada y, particularmente, la simulación de procesos en estado dinámico permite implementar el proceso en condiciones muy cercanas a la operación real, situación que es de gran ayuda en el análisis de riesgos para la toma de decisiones, ya que permite profundizar en las variables que afectan significativamente al funcionamiento del proceso, así como evaluar múltiples escenarios de operación.

Recientemente, Ramos y Texas realizaron un análisis comparativo de datos reales contra la simulación, lo anterior para el cambio del tipo de crudo en una planta combinada [5], Coaguila y Pillco realizaron un estudio basado en el diseño y simulación de una columna de destilación multicomponente para obtener productos derivados de petróleo [6], por su parte Luyben llevó a cabo la simulación en *Aspen Dynamics* de un proceso de destilación por lotes [7]. El objetivo de este trabajo es construir el modelo de simulación dinámica de una columna debutanizadora, que consta de 48 platos, un condensador, un rehervidor y un intercambiador de calor interetapas, con la finalidad de analizar el comportamiento dinámico del sistema con relación a datos de operación del proceso.

2. Metodología

Descripción del proceso

En la Figura 1, se puede ver una descripción del proceso, en la cual la separación de butanos-gasolinas se lleva a cabo en la torre debutanizadora (105-E), en donde el flujo de alimentación se separa en corrientes de gas licuado de petróleo (LPG) por el domo y gasolina debutanizada por el fondo. La columna cuenta con un intercambiador de calor interetapas (266-C1), el cual está ubicado entre los platos 38 y 39 de los 48 platos que la conforman.

La corriente de alimentación (247) es precalentada en la red de intercambiadores 13-C1 y 113-C2 para luego ser alimentada a la columna en el plato 23. La carga térmica de los precalentadores 13-C1 y 113-C2 es suministrada por la corriente del fondo (251) de la debutanizadora.

Los vapores del domo de la debutanizadora se condensan totalmente en el condensador 115-C y fluye al tambor de reflujo 105-F. La corriente de reflujo (252) se alimenta al plato número 1 por medio de la bomba 115-J/JA, mientras el producto LPG del domo (253) se transporta al límite de batería.

2.1. Caracterización de corrientes

Se cuenta con información detallada de algunas corrientes de proceso, entre ellas la corriente de alimentación (247), la cual esta compuesta por gases, butanos, nafta ligera y pesada; sin embargo, solo se conoce el flujo molar total de dichas corrientes, por lo cual, en primera instancia, fue necesario caracterizar las composiciones del flujo de alimentación para realizar la simulación en estado estable. Los componentes considerados se presentan en el anexo 1. Lo antes mencionado fue realizado con *Unisim Design* 4.60 usando la función de optimización «Fluid Optimizers».

2.2. Simulación en estado estacionario

Es conocida información real del comportamiento del proceso como balances de materia y energía, diagrama de flujo del proceso (Fig. 1) y diagramas de tuberías e instrumentación que contienen los detalles mecánicos de equipos, tube-

rías y válvulas, así como también los lazos de control, sin embargo, las corrientes intermedias de la columna debutanizadora son desconocidas, mismas que fueron estimadas con la simulación en estado estacionario.

La Fig. 1 muestra el proceso, sus condiciones de operación normal y el esquema básico de control, e ilustra los equipos y corrientes principales del proceso.

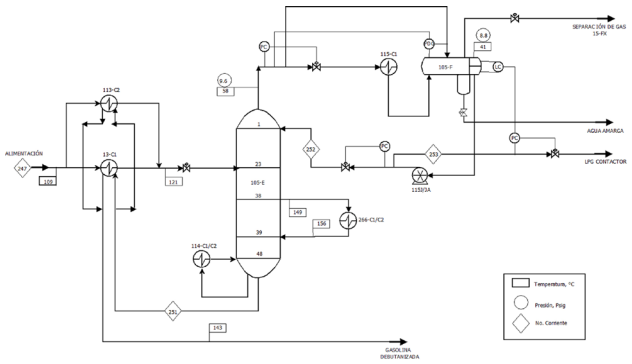

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso.

A continuación, se describen los pasos a seguir (Fig. 2) para desarrollar una simulación por medio del software de modelado de procesos *Unisim Design* [8].

2.3. Simulación en estado dinámico

Una vez que las corrientes intermedias de la columna debutanizadora son conocidas, así como sus propiedades, se procede a construir la simulación en estado dinámico, siguiendo la metodología que se muestra en la Figura 2. Debe activarse el modo dinámico en la barra de herramientas de *Unisim Design* a partir del Paso 6 y proceder con el diseño del proceso, incluyendo equipos complementarios, válvulas y lazos de control para emular el comportamiento dinámico del proceso en tiempo real.

3. Resultados

3.1. Caracterización de corriente

Para realizar la simulación en estado estable es indispensable conocer las composiciones de los componentes de los cuatro grupos que conforman la alimentación. En el caso del grupo de los gases, se conocen todos los componentes y su respectiva composición. Para los tres restantes, se agregan a la lista de componentes correspondientes a cada grupo con un valor inicial en la composición, se ingresa a la función de «Fluid Optimizers» y se trabaja en el Spreadsheet (hoja de cálculo) donde se agregan los parámetros a optimizar. En la Figura 3, se muestra el modelo donde se realiza la caracterización de la corriente de alimentación.

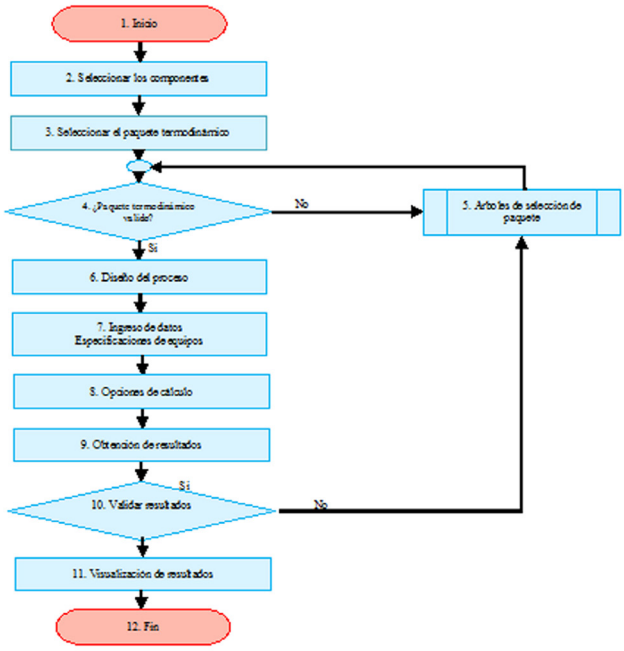

Figura 2. Etapas de simulación en Unisim Design

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1, mismos que se encuentran dentro del porcentaje de desviación permitido (10% para este caso), por tal motivo estos valores fueron considerados válidos para trasladarse a la simulación en estado estacionario.

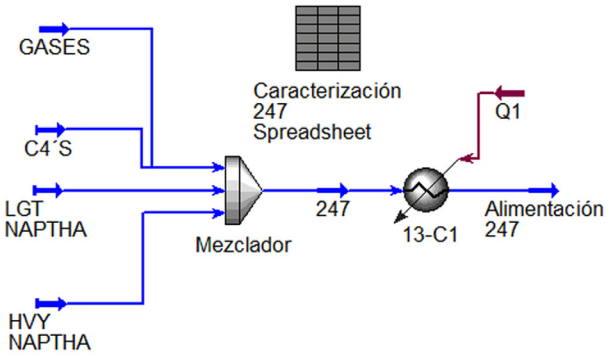

Figura 3. Esquema de caracterización de la corriente de alimentación (247)

Tabla 1: Resultados de caracterización de corriente de alimentación (247)

Corriente	Variable	Valor USD	Valor real	Error
Alimentación (247)	Peso molecular	76.79	76.7609	1.43716E-05
	Densidad (Kg/m^3)	576.1	575.2	0.00024482
	Flujo másico (Kg/h)	324800	324678	1.41193E-05
	Flujo molar (Kgmol/h)	4230	4230	0
	Flujo volumétrico líquido estándar (m^3/h)	474	475.8	0.001431186

3.2. Simulación en estado estacionario

La simulación en estado estacionario se construyó a partir de un esquema convencional, el cual será la base para obtener los parámetros de las corrientes intermedias, el intercambiador de calor interetapas (266-C1) fue ubicado en el plato 38 para elevar la temperatura de 149°C de la corriente extraída a 156°C en su ingreso al plato 39. En la Figura 4 se muestra la simulación en estado estacionario.

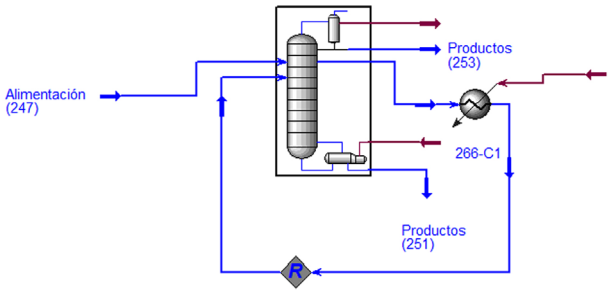

Figura 4. Simulación en estado estacionario

En la Tabla 2, se muestran los resultados de la simulación en estado estacionario los cuales son comparados contra los datos reales del proceso. Una vez que se verifica que los resultados son consistentes con la información del balance de materia, la simulación en estado estacionario se consideró como punto de partida para el modelo dinámico.

3.3. Simulación en estado dinámico

El objetivo de la simulación en modo dinámico es describir las fluctuaciones de las variables de un proceso con respecto al tiempo, por ejemplo: temperatura, presión, flujo molar y flujo másico, entre otras. Lo anterior con la finalidad de reproducir el comportamiento del proceso en tiempo real y analizar el comportamiento del sistema de control, tal como se encuentra especificado en los diagramas de tubería e instrumentación (DTI).

Para trasladar el modelo básico de estado estacionario al modo dinámico se colocaron los equipos y accesorios complementarios de acuerdo con los DTI, tales como controladores, elementos de control, válvulas, bombas, divisores, entre otros. Se capturaron las especificaciones de equipos, lazos de control e indicadores de proceso requeridos para construir el modelo de simulación dinámica.

Una vez estabilizado el modelo, se pueden manipular las variables proceso para realizar el análisis del comportamiento dinámico de la debutanizadora. Por ejemplo, el controlador de flujo másico (FIC-100) de la corriente de alimentación (247), es de vital importancia para la estabilidad del proceso, ya que debe mantener el flujo lo más cercano posible al valor nominal que es de 324,700 kg/h. La corriente 247 es una mezcla de gases, butanos, nafta ligera y pesada, misma que fluye a través de una red de intercambiadores de calor de tubo y coraza (113-C1 y 113-C2), el elemento de control del FIC-100 es la válvula FV-305, que como se ilustra en la Figura 5, en ese instante tiene una apertura de 84.93%, debido a la reacción a una perturbación realizada al lazo de control, que si funciona de forma adecuada, una vez eliminada la perturbación, el controlador posicionará la válvula en una posición de apertura «segura».

Tabla 2: Resultados estado estable

Corriente	Variable	Valor USD	Valor real	Error (%)
Alimentación (247)	Peso molecular	76.61500555	76.7609	0.000361241
	Densidad (Kg/m^3)	575.6482617	575.2	6.07331E-05
	Flujo másico (Kg/h)	324057.7228	324678	0.000364977
	Flujo molar (Kgmol/h)	4229.69	4230	5.37085E-07
	Presión (Kg/cm^2_g)	13	13	0
	Temperatura (°C)	109	109.2	0.00033544
Gasolina debutanizada (251)	Peso molecular	94.17	93.01	0.015554523
	Densidad (Kg/m^3)	579.3	561.4	0.101662608
	Flujo másico (Kg/h)	246100	243870	0.008361669
	Flujo molar (Kgmol/h)	2613	2621.81	0.001129144
	Presión (Kg/cm^2_g)	10.3	10.3	0
	Temperatura (°C)	171.2	175	0.04715102
Reflujo de la columna (252)	Peso molecular	49.87	50.25	0.00571867
	Densidad (Kg/m^3)	544.4	528.5	0.090511605
	Flujo másico (Kg/h)	135300	136143	0.00383411
	Flujo molar (Kgmol/h)	2713	2709	0.000218023
	Presión (Kg/cm^2_g)	8.8	8.8	0
	Temperatura (°C)	41.67	40.1	0.153288848
Destilado (253)	Peso molecular	49.87	50.25	0.00571867
	Densidad (Kg/m^3)	544.4	528.5	0.090511605
	Flujo másico (Kg/h)	80540	80807	0.001091753
	Flujo molar (Kgmol/h)	1615	1607.92	0.001938821
	Presión (Kg/cm^2_g)	9.6	9.6	0
	Temperatura (°C)	41.67	40.1	0.153288848

En el intercambiador de calor interetapas (266-C1) se requiere que la temperatura de entrada al plato 39 sea de 156°C, por lo que es necesario un lazo de control de temperatura (TIC-100), el cual como se puede observar en la Figura 6, tiene un set point de 156°C que coincide con el valor medido (PV), que se logra con una apertura de la válvula de control de 43.37%, en este sentido se considera que el lazo de control funciona adecuadamente.

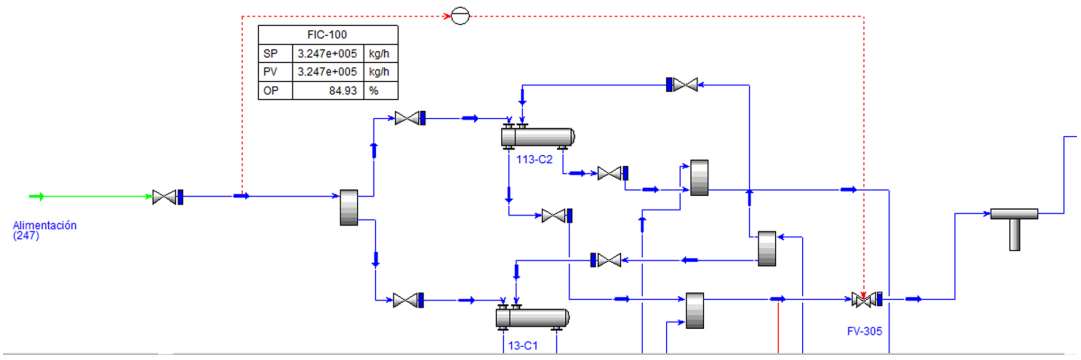

Figura 5: Red de intercambiadores de calor para precalentamiento de la alimentación

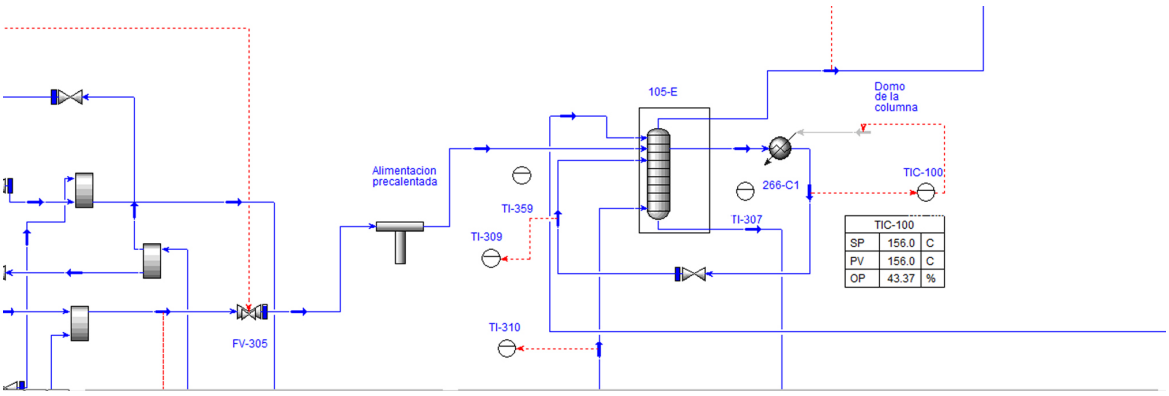

Figura 6. Columna debutanizadora con pump around

Continuando con la construcción del modelo, en la salida del domo de la columna se debe mantener una presión constante de 9.6 kg/cm^2 manométricos, además un sensor de presión diferencial cuyo objetivo es medir la diferencia de presiones entre la salida del domo de la columna y el tambor de reflujo (105-F). Esta diferencia se debe mantener en 0.8 kg/cm^2, para satisfacer las condiciones anteriores, se colocan los lazos de control de presión (PIC-306) y presión diferencial (PDIC-307). A continuación la mayor parte del vapor pasa a través del condensador (115-C1), la temperatura del tambor de reflujo proveniente del condensador (115-C1) debe mantenerse en 41°C, en la Fig. 7 se muestran los respectivos lazos de control, para el PIC-306 que se mantiene en 9.597 kg/cm^2 manométricos a una apertura de válvula de 63.47%, el controlador PDIC-307 indica 0.8007 kg/cm^2, mientras el *set point* es 0.8 kg/cm^2; por último, el controlador de temperatura TIC-102 muestra un valor de 41°C que coincide con la programación del *set point*.

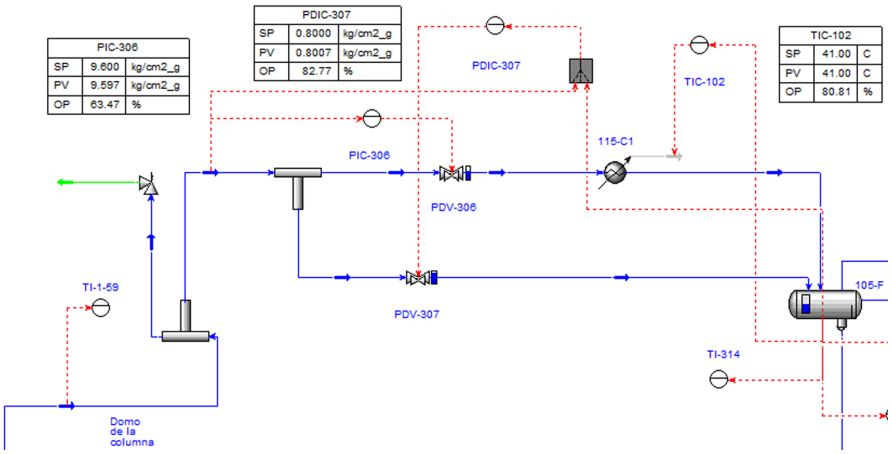

Figura 7. Domo, condensador y tambor de reflujo de la columna debutanizadora

En el tambor de reflujo 105-F, se realiza la separación de vapor y líquido, el vapor se divide en dos fracciones: una se envía al separador 15-FX ubicado en otra área de proceso, y en caso de que la presión sobrepase los 13 kg/cm^2 manométricos, se abrirá la válvula de relevo; sin embargo, el controlador de presión del tambor de reflujo 105-F, el PIC-308 debe mantener la presión en 8.8 kg/cm^2 manométricos, el controlador mantiene la válvula PV-308 con un 0% de apertura, manteniendo la presión manométrica del tambor en 8.797 kg/cm^2, posteriormente, la bomba 115-J mueve el líquido a través de un divisor para alimentar la corriente de reflujo (252) a la columna y obtener el destilado (corriente 253).

El nivel del tambor de reflujo 105-E se logra con el controlador LIC-308, cuyo *set point* es de 50% y debido a que está en cascada, se envía una señal al controlador de flujo de destilado FIC-310, indicando un *set point* de 135.9 m^3/h, para lograrlo, la apertura de la válvula FV-310 es de 64.27%, en el caso de la corriente de reflujo a la columna (252) el controlador de flujo FIC-309 debe tener un *set point* de 258 m^3/h, que se logra con una apertura de 48.9% de la válvula FV-309. En la bota del tambor de reflujo 105-F, el líquido de salida es agua amarga, la bota del tanque de tres fases cuenta con el controlador de nivel LIC-309, que generalmente está ajustado a cero, debido a que normalmente no se produce agua amarga en la debutanizadora.

El modelo de la columna debutanizadora 105-F se realizó en dos partes: los platos y el tanque de fondos. La salida del tanque de fondos se divide en dos corrientes, una entra al intercambiador de calor 114-C1 y la corriente remanente se divide a su vez en otras dos corrientes, una es el producto de fondos o gasolina debutanizada y la complementaria es el flujo de entrada a los intercambiadores de calor 113-C2 y 13-C1. El tanque de fondos debe mantener una temperatura de 174°C, lo que se consigue por medio del controlador de temperatura TIC-101 y el intercambiador de calor 114-C1. La corriente complementaria de la salida del tanque de fondo pasa a través de la válvula de control TV-313, que es el elemento de control del TIC-313. Este controlador regula el flujo de líquido de calentamiento de los intercambiadores de calor 113-C2 y 13-C1 manteniendo la temperatura de salida de los intercambiadores en 121°C. La segunda fracción de la corriente complementaria del tanque de fondos se mezcla con la corriente de salida de los intercambiadores de calor 113-C2 y 13-C1, esta corriente es parte del lazo de control de nivel (LIC-307) del fondo de la torre 105-E, que mantiene el nivel de líquido en 60%. En la Figura 9 (véase p.10), se muestra la construcción de los lazos de control correspondientes al fondo de la debutanizadora.

En la Tabla 3, se comparan los resultados del modelo de simulación dinámica construido en *Unisim Design* respecto a los datos reales del proceso, las corrientes que muestran mayor porcentaje de error son la corriente 251 de gasolina debutanizada y la de reflujo hacia la columna (252), que corresponden a 1.769 % en la presión y 1.2842 % mismos que pueden considerarse dentro del margen de error experimental permitido y, por lo tanto, validar los resultados de la simulación dinámica del proceso. Una vez que el modelo dinámico reproduce el comportamiento del sistema, este puede ser utilizado para analizar modificaciones que permitan modos de operación más segura y eficiente.

4. Conclusiones

En este trabajo se construyó el modelo de simulación dinámica de un proceso de destilación partiendo de la simulación en estado estable, obteniéndose las propiedades de

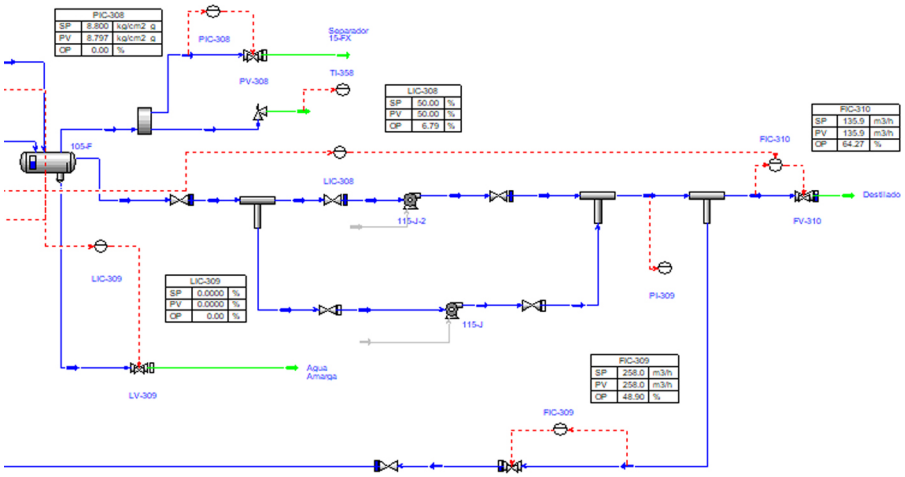

Figura 8. Sistema de bombeo de reflujo y productos de la columna debutanizadora

las corrientes intermedias de la columna debutanizadora. El modelo dinámico reproduce dentro del margen de error experimental el comportamiento del proceso real, lo que constituye una poderosa herramienta de análisis, debido a que pueden realizarse perturbaciones en variables críticas del proceso y evaluar sus efectos de forma segura lo que facilita la evaluación escenarios de operación y en su caso proponer mejoras en el rendimiento del proceso.

Referencias

CARVALHO, Nuno. (2017). *Modelización y simulación de una columna de destilación utilizando nuevos modelos predictivos*. Director: Ismael Díaz. Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

UNISIM® DESIGN SUITE. *Simple, Powerful, Flexible: The Model Solution for Process Industries* [en línea]. Honeywell, Houston, s.d. [ref. de 5 de marzo 2018]. Disponible en Web: https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/brochures/2149-HPS-BRO-UniSim-Design-R460.pdf.

MARCILLA GOMIS, A. *Destilación*. Introducción a las operaciones de separación, 1998, vol. 1, pp. 197-212.

HENLEY, E.; SEADER, J. *Procesos de separación*. Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química, 2000, vol. 1, pp. 1 - 20.

RAMOS, Jesús; TEXAS, Ana Lilia. *Análisis comparativo de datos reales contra la simulación mediante un software comercial por cambio del tipo de crudo en una planta combinada*. Director: René de la Mora. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuidad de México, 2013.

COAGUILA, Walter Orlando; PILLCO, Daniel. *Diseño y simulación de una columna de destilación multicomponente para obtener productos derivados de petróleo*. Director: Víctor García. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos-Perú, 2013.

ELSEVIER *Aspen Dynamics simulation of a middle-vessel batch distillation process* [en línea]. Department of Chemical Engineering, Lehigh University, Bethlehem, s.d. [ref. de 7 de marzo 2018]. Disponible en Web: www.elsevier.com/locate/jprocont

MARTINEZ, Omar.; PORRAS, Romel. *Simulación de sistemas de control en procesos del sector oil & gas a través del software Aspen HYSIS y conexión a rockwell automation con el estándar de comunicación OPC*. Director: Andrés Escobar. Tesis de licenciatura, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2015.

Tabla 3: Resultados del modelo dinámico de la debutanizadora 105-E.

Corriente	Variable	Valor USD	Valor real	Error (%)
Alimentación (247)	Peso molecular	76.79	76.7609	1.43716E-05
	Densidad (Kg/m^3)	578.1	575.2	0.002541899
	Flujo másico (Kg/h)	324700	324678	4.59134E-07
	Flujo molar (Kgmol/h)	4228	4230	2.23552E-05
	Presión (Kg/cm^2_g)	13	13	0
	Temperatura (°C)	109	109.2	0.00033544
Gasolina debutanizada (251)	Peso molecular	93.2	93.01	0.0004173
	Densidad (Kg/m^3)	546.2	561.4	0.073306479
	Flujo másico (Kg/h)	246000	243870	0.007628558
	Flujo molar (Kgmol/h)	2639	2621.81	0.004298821
	Presión (Kg/cm^2_g)	11.67	10.3	1.769158262
	Temperatura (°C)	174	175	0.003265306
Reflujo de la columna (252)	Peso molecular	49.54	50.25	0.019963862
	Densidad (Kg/m^3)	541	528.5	0.055940976
	Flujo másico (Kg/h)	149400	136143	0.948199845
	Flujo molar (Kgmol/h)	3016	2709	1.284277106
	Presión (Kg/cm^2_g)	9.58	8.8	0.785640496
	Temperatura (°C)	42.12	40.1	0.253754641
Destilado (253)	Peso molecular	49.54	50.25	0.019963862
	Densidad (Kg/m^3)	543.6	528.5	0.081632653
	Flujo másico (Kg/h)	78690	80807	0.068634701
	Flujo molar (Kgmol/h)	1589	1607.92	0.013845651
	Presión (Kg/cm^2_g)	17.4	17.4	0
	Temperatura (°C)	42.2	40.1	0.274252026
Límite de batería (Gasolina debutanizada)	Peso molecular	93.2	93.01	0.0004173
	Flujo molar (Kgmol/h)	2639	2621.73	0.004339191
	Flujo másico (Kg/h)	246000	243866	0.007657488
	Presión (Kg/cm^2_g)	7	7	0
	Temperatura (°C)	142.5	143	0.001222554
Domo de la columna	Peso molecular	49.54	50.25	0.019963862
	Flujo molar (Kgmol/h)	4605	4317	0.445062372
	Flujo másico (Kg/h)	228100	216951	0.264087909
	Presión (Kg/cm^2_g)	9.597	9.6	9.76563E-06
	Temperatura (°C)	59.77	58	0.093130202

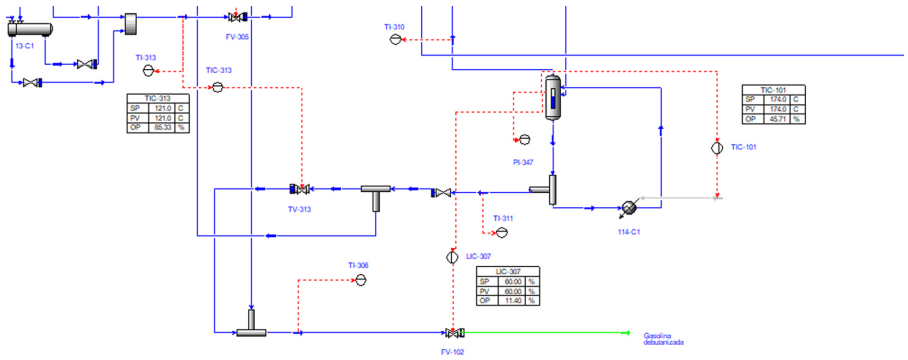

Figura 9. Rehervidor y producto de fondo de la columna debutanizadora

Anexo 1

Lista de componentes considerados en la corriente de alimentación (247)

Componentes			
Gases	***Butanos***	***Nafta ligera***	***Nafta pesada***
H_2O	i-Butane	i-Pentane	n-C11
SO_2	n-Butane	n-Pentane	n-C12
CO	1-Butene	Cyclopentane	n-C13
CO_2	cis2-Butene	n-Hexane	n-Hex-CC5
N_2	tr2-Butene	2-Mpentane	N-pentylcyclopentane
O_2	13-Butadiene	Mcyclopentan	N-heptylcyclopentane
H_2S	Cyclobutane	1-Hexene	N-octylcyclopentane
Hydrogen	i-Butene	Benzene	1-undecene
Methane		n-Heptane	1-dodecene
Ethane		3-Mhexane	1-tridecene
Ethylene		Ecyclopentan	n-Hexyl-BZ
Propane		1-Heptene	n-Pentyl-BZ
Propene		Toluene	n-Heptyl-BZ
		n-Octane	Phenyl-CC6
		2-Mheptane	N-butylbenzene
		n-Pcycpentan	
		1-Decene	
		n-Pcychexane	
		1-Octene	
		E-Benzene	
		n-Nonane	
		2-Moctane	
		n-Bcycpentan	
		1-Nonene	
		n-PBenzene	
		n-Decane	
		2-Mnonane	
		n-BBenzene	

Salario mínimo y su poder adquisitivo

Minimum Wage and its Purchasing Power

Rogelio A. Sánchez Cortés[1], Nelly Flores Luján[2], Gloria Ramírez Elías[3]
Luis Corona Velázquez[4], José Luis Moreno Rivera[5]

[1]rogelios_@prodigy.net.mx, [2]angelne87@hotmail.com, [3]glory1708@hotmail.com,
[4]lcoronav@gmail.com, [5]moreno_rivera@hotmail.com

Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Ciencias Económico–Administrativas

Fecha de recepción: 3 de septiembre de 2021. Fecha de aceptación: 28 de octubre de 2021

Resumen

En primer término, se hablará de lo que corresponde al salario. Desde el punto de vista de la etimología, la palabra salario viene de latín salarium, que significa sal, por lo cual también es importante hacer mención del denominado sueldo que corresponde sinónimamente a la dicción soldada, que era la paga que recibían por sus servicios los hombres consignados a servicios de las armas, por ello, el salario se considera como una de las segundas instituciones fundamentales del derecho individual del trabajo. Se considera como la fuente de la vida material de una familia y el ingreso que tendrá un trabajador para tener una existencia humana digna, por lo tanto cuando se habla de la declaración de los derechos sociales, también se habla de todo un sistema de normas que traducen los principios de la justicia y del bienestar de los hombres y sus familias por lo tanto se puede decir que salario es la remuneración al factor trabajo y la finalidad de este artículo corresponde a llevar a cabo un análisis cuantitativo del poder adquisitivo del mismo.

Palabras clave: Salario real, derecho, retribución y prestaciones.

Abstract

First of all, we will talk about what corresponds to the salary, from the point of view of etymology the word salary comes from the Latin salarium, which means salt, for which it is also important to mention the so-called salary that corresponds synonymously to the diction Soldier, which was the pay that men consigned to the service of arms received for their services, therefore, the salary is considered as one of the second fundamental institutions of individual labor law. It is considered as the source of the material life of a family and the income that a worker will have to have a dignified human existence, therefore when talking about the declaration of social rights, one also talks about a whole system of norms that they translate the principles of justice and the well-being of men and their families, therefore it can be said that salary is the remuneration for the labor factor and the purpose of this article corresponds to carrying out a quantitative analysis of its purchasing power.

Keywords: Real salary, law, remuneration and benefits.

Introducción

En el nuevo derecho mexicano del trabajo, se define como la prestación de un servicio que a cambio se da una remuneración, por lo cual se define como trabajo asalariado si esto se trata de establecer desde un punto de vista analítico, se definirá como la compensación que recibe el obrero a cambio de ceder al patrón su derecho sobre el trabajo realizado. Por tanto, a este mecanismo se le denomina salario y comprende de la totalidad de los beneficios que el trabajador

obtiene por sus servicios, bajo este contexto derivado de una prestación de servicios y de la compensación económica se le otorgan beneficios por efecto de la Ley Federal de Trabajo (LFT) denominadas prestaciones de los cuales se deriva como derecho escalafonario, integración de salario y la cobertura correspondiente a la prestación de orden de seguridad social así como beneficios a sus parientes más cercanos, llámense a estos esposa, hijos, padres y codependientes económicos bajo este tenor se puede citar que de acuerdo con el artículo 84 de la LFT, donde se establece legalmente la integración salarial donde se dice que el salario se integra con los pagos hechos en efectivo, cuota diaria, gratificaciones, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquier otra prestación que se entregue al trabajador por su trabajo. En este sentido, se establece que a trabajo igual salario igual, esto no difiere con respecto a la edad, al sexo, equidad de género, por lo tanto y bajo este contexto, se cita lo que define Francisco Lerdo de Tejada como salario: que es el conjunto de ventajas económicas normales y permanentes al que tiene derecho el trabajador como consecuencia de la labor prestada en virtud de una relación de trabajo convenida en consecuencia y, por lo tanto, a esta retribución denominada salario dentro de un contexto económico y de subsistencia social, por ello, es importante establecer los efectos económicos que el salario representa en todo el entorno de derecho y de subsistencia social es por ello se cita el punto medular de este artículo que es el poder adquisitivo del salario.

Desarrollo

El poder adquisitivo del salario se define como la capacidad de un trabajador al adquirir o comprar bienes o servicios; este poder está estrechamente ligado a los índices inflacionarios igual definidos tales como el costo de la vida. Es por ello que, cuando el poder adquisitivo disminuye por mecánica funcional, disminuye la riqueza de los ciudadanos y esto se define en periodos determinados, por lo tanto, es importante establecer cómo se calcula y las consecuencias de la pérdida del poder adquisitivo el cual va en función directamente del salario y de los niveles inflacionarios dado que, cuanto mayor sea el poder adquisitivo de una persona mayor será su patrimonio. No se puede dejar fuera de este contexto al índice de precios al consumidor (INPC) puesto que está en función de los ingresos y del patrimonio de una persona, es por ello, que se tienen en cuenta tanto el precio de los bienes como de los ingresos que se tengan, por lo tanto, cuando se presenta un incremento de precios llamada de igual forma inflación podría repercutir en la disminución del poder adquisitivo, aunque como ya se ha mencionado no siempre será así, pues se debe de considerar la variabilidad de tiempos y periodos; en consecuencia, por ejemplo, en el caso de una devaluación repercutiría en el poder adquisitivo ya que tanto como los sueldos como los salarios se mantendrían constantes y, por lo tanto, el poder adquisitivo tendría una disminución per cápita obligada, si este escenario se visualiza socialmente los gobiernos establecen una devaluación interna que conlleva una disminución de los salarios (despidos) y una subida en los impuestos indirectos lo que recae en la disminución de dicho poder adquisitivo.

Las consecuencias de la pérdida del poder adquisitivo por lo regular se reflejan en las economías domésticas ya que estas tienen unos ingresos y unos costos fijos como son el costo de una vivienda, alimentación, vestido, etc., por lo tanto, si no se encuentra en una situación de que los costos fijos son mayores que los ingresos repercute, en que no se puede ahorrar, mucho menos llevar a cabo una inversión económica y en estos casos por lo regular como se menciona con anterioridad aumentará el desempleo y en consecuencia el dinero producto de los salarios solo servirá para subsistir.

Cabe destacar que también se debe visualizar que los países emplean su dinero para satisfacer necesidades. Por ello es un requisito indispensable establecer una relación entre el precio que pagan y la cantidad de una determinada moneda que poseen pues esto es su poder adquisitivo, en este mismo orden la cantidad de dinero está condicionada por las tasas o tipos de cambio como lo que sucede con el dólar, se ha subrayado contantemente que el poder adquisitivo se suelen emplear para medir el nivel de riqueza de una persona o entidad durante un periodo de tiempo por ello este poder disminuye al aumentar la inflación y el costo de vida por lo que está directamente relacionado con el índice del precio al consumidor.

Según el contexto que se ha venido manejando, el poder adquisitivo se mide como la capacidad económica que se tiene para la obtención de recursos disponibles es con lo que cuenta una persona para satisfacer sus necesidades y deseos teniendo en cuenta sus ingresos, de esto dependerá su patrimonio por ello es necesario hacer el cálculo correspondiente de nuestro poder adquisitivo.

La inflación, por lo tanto, no implica un menor poder adquisitivo con respecto al ingreso real puesto que el ingreso monetario puede aumentar más rápido que la inflación, en este caso para un índice de precios al consumidor su valor en un año se normaliza a un valor de 100 en el año base por ello una unidad de dinero del poder adquisitivo genera una

fórmula; por ejemplo, un peso mexicano relativo a un índice de precios estándar P en un año dado: 1/(P/100) en este caso el poder adquisitivo del peso disminuye a la vez que el nivel del precio aumenta, por lo tanto, si se da una cantidad C de poder adquisitivo en dinero y t años en el futuro se puede calcular con un valor actual de la siguiente fórmula, donde i es una tasa de inflación anual representada a futuro.

$$C_t = C(1+i)^{-t} = \frac{C}{(1+i)^t}$$

Fórmula para el cálculo del poder adquisitivo

En lo correspondiente al tema de referencia se estableció que con un monto determinado de dinero se pueden adquirir bienes y servicios, esto representa la capacidad de adquisición de tal forma que si lo lleva a la práctica se puede adquirir un total de cinco artículos de cualquier especie teniendo en dinero diez pesos, estos cinco artículos representan el poder de adquisición con la moneda de referencia, por lo tanto si al cabo de un año y por efecto inflacionario los precios de los artículos (cinco) se incrementan en un 25% entonces con diez pesos solo alcanzaría para adquirir cuatro artículos. Esto es un reflejo de la disminución sustancial en que en la capacidad de compra es indefinida por ello en estos días este poder adquisitivo se mide con el denominado índice nacional de precios al consumidor (INPC) este es publicado mensualmente por el Banco de México para poder realizar estos cálculos se basan en un cálculo aritmético de razones y proporciones es decir, en una simple regla de tres planteada de la siguiente manera el INPC de una fecha determinada es al INPC de hoy, como el poder adquisitivo de dicha fecha es al poder adquisitivo de hoy.

Con base en lo anteriormente expuesto es importante hacer mención de la distinción de las constantes variantes que se han citado, todas interrelacionadas con el salario; sin embargo, es importante entender la distinción que para este efecto surge con la denominación del salario real que este el verdadero poder adquisitivo que tiene un salario y se obtiene al descontar los efectos inflacionarios y se calcula dividiendo el salario nominal entre el índice nacional de precios al consumidor.

Es muy frecuente que se generen dudas respecto al salario real y en este entorno también surge la distinción del salario nominal, puede decirse que estos dos conceptos están relacionados entre sí, por ello es importante entender sus diferencias al tratar de establecer la distinción del salario real, es necesario tomar en cuenta el contexto económico en que se encuentra la organización para la cual se presta el servicio; de igual forma se deben tener en cuenta las expectativas económicas y las metas en el mediano y largo plazo de la organización que podrían verse afectadas cuando se calculan los salarios, por ello se define que el salario nominal es la cantidad que un empleado recibe por la realización de un trabajo personal subordinado y el cual se refleja en nómina denomina también cuota diaria esto permite establecer la idea certera del nivel jerárquico del empleado y el valor del dinero que recibe por sus aptitudes, destrezas e intelecto, este salario por lo tanto deberá ser igual a las tareas desarrolladas complementado este razonamiento es necesario tener en cuenta el nivel de los precios correspondientes a los enseres de consumo así como el valor de los servicios que el trabajador requiera de igual forma se contemplan los impuestos por pagar, entre otros gastos considerados normales y de los cuales se deben de tener en cuenta al realizar la estimación del salario nominal.

En el mismo orden de ideas contrario al salario nominal, el salario real, por lo tanto, hace referencia a los derechos y necesidades esenciales, así como los servicios a los que el trabajador puede acceder con su sueldo y que abarcan el número de artículos de consumo que el trabajador puede adquirir así como los servicios a los cuales se puede tener acceso, en este caso definiendo la distinción sustantiva del salario real, por ello es necesario tomar en cuenta la magnitud del salario nominal, el nivel de precios relacionados con los artículos de consumo y los servicios, es aquí donde se equilibra un razonamiento en el que el salario nominal depende de la organización y su nivel económico de tal forma que el salario real es a lo que tiene acceso el trabajador con la oferta de bienes o servicios, ante esto la similitud armónica en este concepto se da esencialmente en la economía del país pues la interacción entre nivel económico de la empresa y oferta de bienes o servicios por parte del estado equilibra dicho efecto y aquí es donde se da como resultado los beneficios del trabajador protegiendo su poder adquisitivo.

Conclusión

Cabe destacar que en las economías y la variación de estas puede suceder que el salario real y el nominal se incrementen equilibradamente y esto trae beneficios al trabajador; sin enbargo si no se da este equilibrio aumentando uno u otro, el trabajador puede verse afectado o en su caso beneficiado, por ejemplo, si el salario nominal sube y se suscita una inflación económica el poder adquisitivo del trabajador disminuye de igual forma del sentido contrario solo que aquí el poder adquisitivo del trabajador aumentaría, bajo

este enfoque se pueden presentar escenarios donde será necesarios aumentar el sueldo o, en su caso, generar despidos, este factor debe tenerse en cuenta desde el punto de vista financiero ya que puede afectar la estructura y el ambiente de trabajo y, en este entorno, es necesario aplicar los elementos de previsión y anticiparse a las posibles consecuencias para normar criterios y evitar complicaciones dando como resultado advertir oportunidades.

Referencias

Ley Federal de Trabajo

https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/ITLP-IS_resultados_a_nivel_nacional.aspx#:~:text=El%20poder%20adquisitivo%20del%20ingreso,al%20primer%20trimestre%20de%202021.

http://mexico.justia.com/federales/leyes/ley-federal-del-trabajo/titulo-tercero/capitulo-vi/

http://cedla.org/publicaciones/obess/salarios-poder-de-compra-en-retroceso/

https://www-bizneo-com.cdn.ampproject.org/v/s/www.bizneo.com/blog/salario-real-y-nominal/amp/?amp_js_v=a6&amp_gsa=1&usqp=mq331AQKKAFQArABIIACAw%3D%3D#aoh=16390774508918&amp_ct=1639077810285&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&amp_tf=De%20%251%24s&ampshare=https%3A%2F%2Fwww.bizneo.com%2Fblog%2Fsalario-real-y-nominal%2F

Trabajo colaborativo. Clases en línea: curso de *Métodos numéricos*

Collaborative Work. Online Classes Numerical Methods Course

José Luis Hernández González[1], Teresa Rodríguez Hernández[2], Iván Hernández Carrasco[3], Joel Gómez Quintero[4], Raúl Porroga Sánchez[5]

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnològico de Apizaco

[1]luis.hg@apizaco.tecnm.mx, [2]teresa.rh@apizaco.tecnm.mx [3]ivan.hc@apizaco.tecnm.mx, [4]joel.gq@apizaco.tecnm.mx, [5]raul.ps@apizaco.tecnm.mx

Fecha de recepción: 29 de agosto de 2021. Fecha de aceptación: 2 de noviembre de 2021

Resumen

La pandemia de Covid19 ha detonado un intenso trabajo en las actividades a distancia, comúnmente denominado home-office y, aunque la gran mayoría de la población menciona que es una actividad reciente y que la sociedad no estaba preparada para ello, Friedman (2006) daba cuenta de dicha actividad en su libro La Tierra es plana. Se retoma esa propuesta de trabajo en línea a través del trabajo colaborativo a distancia para la enseñanza del curso de Métodos numéricos para alumnos del TecNM/IT de Apizaco durante el semestre agosto-diciembre de 2021. Además, se discierne acerca de las limitantes de los contenidos del curso respecto a las librerías incluidas en los nuevos lenguajes de programación para este curso Phyton.

Palabras clave: Trabajo colaborativo, métodos numéricos, software libre, GeoGebra, Phyton.

Abstract

The Covid19 pandemic has triggered intense work in remote activities, commonly called home-office and although the vast majority of the population mentions that it is a recent activity and that society was not prepared for it, Friedman in 2006 reported thats aid activity in his book the earth is flat. He takes up this proposal of work online and through collaborative distance work for the teaching of the course of numerical methods for students of TecNM/IT of Apizaco during the semester August December 2021. In addition, it is discerned about the limitations of the course contents with respect to the libraries included in the new programming languages, for this Phyton course.

Keywords: Collaborative work, numerical methods, free software, GeoGebra, Python.

Introducción

Además de los problemas que generalmente aquejan a los cursos de *Métodos numéricos*, la actividad de enseñanza a distancia ha ocasionado nuevas problemáticas que van propiamente desde una nueva óptica de enseñanza (anteriormente basada en pizarrón) a enseñanza en pizarra electrónica y la evaluación formativa, es decir, la ausencia de acciones en el salón de clase y el seguimiento de actividades académicas ha distorsionado el proceso evaluativo, el docente no se percata de las acciones del alumno durante la hora-clase. De manera adicional a tales problemáticas, podemos incluir las propias en la evolución del uso de nuevas tecnologías y, en particular, la evolución de algoritmos y lenguajes de programación. Los contenidos planteados en los temarios y retículas de estudio para las diferentes carreras han sido rebasados desde hace mucho tiempo por algoritmos y funciones ya incluidas en el propio lenguaje de programación.

Desarrollo

Para abordar la problemática, se dividirá la propuesta en dos aspectos:

1.- Contenidos y evolución de los lenguajes de programación y

2.- El esquema de enseñanza a distancia.

Antecedentes

Actualmente en diversas redes sociales, se encuentra el debate respecto a si la «Tierra es plana» y aunque existen dos grupos antagónicos, haremos referencia al libro *La Tierra es plana* de Thomas Friedman, para abordar lo referente a la «nueva modalidad virtual». Friedman refiere que el proceso de comunicación ha detonado en acciones que han acortado la distancia física y han realizado la interacción y trabajo en cualquier lugar. Para ello define una serie de «aplanadores» que son los que han flexibilizado las acciones en el mundo.

Los diez aplanadores son:

1.- Los muros se derrumban y las ventanas se abren.

2.- Netscape sale a la bolsa.

3.- Aplicaciones informáticas para el flujo del trabajo.

4.-El acceso libre a los códigos de fuente.

5.- Subcontratación.

6.- Traslado de fábricas para abaratar los costos.

7.- Cadena de suministros.

8.- Intromisión de los subcontratistas en las empresas contratantes (insourcing).

9.-Acceso libre a la información.

10.- Los esteroides.

De estos diez aplanadores, básicamente, podemos mencionar que, aunque todos contribuyeron a la globalización, los que han permitido la educación a distancia corresponden a los aplanadores dos, tres y cuatro, desde la aparición del internet, pasando por las aplicaciones informáticas lo que aseguraba una efectiva interconexión. Podemos destacar que un parteaguas en la educación son el acceso libre al código y la colaboración en línea, desde programas hasta sistemas operativos «gratis»; además hay que enfatizar el aplanador nueve del acceso libre a la información, el cual ha evolucionado permitiendo el intercambio de altas cantidades de información al instante. Destáquese el aplanador diez, «los esteroides» encaminados al desarrollo de la comunicación inalámbrica, las videoconferencias y la evolución de dispositivos electrónicos, principalmente, el desarrollo en audio y video. Aunque desde el 2006, aparecen tales aplanadores, nótese que la pandemia de Covid-19 los hizo resurgir en la educación. Podemos mencionar que estos dos años han permitido una evolución importante en la educación a distancia.

Respecto a los contenidos de los cursos de *Métodos numéricos*, se ha observado que el desarrollo de aplicaciones, tanto de paga como libre, han evolucionado al grado de que se requieren especialistas en el uso de compiladores y lenguajes de programación. Desafortunadamente las retículas, planes y programas de estudio corresponden a lo más en dos semestres, uno en el aprendizaje de un lenguaje de programación y otro en el desarrollo de algoritmos de métodos numéricos. En la mayoría de los cursos, se ha enfatizado en la construcción de programas relativamente sencillos y su uso en consola. Cabe destacar que una cantidad de herramientas (programas) hace uso de la programación visual y actualmente dinámica. Aunque se han enfocado algunos cursos en el uso de lenguaje C y algunos casos C++, actualmente se ha desarrollado un lenguaje muy flexible denominado Phyton, con la misma complejidad de los lenguajes orientados a objetos o en una condición de facilidad con la simplificación en la declaración de variables y su construcción de ciclos a través de la identación del código. Aunado a la problemática de la evolución de lenguajes y técnicas de programación, existe la falta de actualización en los planes de estudio; en algunos casos, los contenidos datan del año 2010.

En el caso de la educación a distancia, el aprendizaje ha sido lento y se han presentado bastantes problemas, quizás el principal es la falta de interacción con el estudiante. La mayoría de las actividades se concretan a mostrar contenidos en pantalla y los alumnos se encargan de contestar únicamente con monosílabos. Se requiere de docentes experimentados que permitan una interacción mayor durante el desarrollo del curso; sin embargo, aún no se cuenta con las herramientas que permitan medir y observar las actividades que realiza el alumno. Todo ello aunado a las restricciones éticas que impiden obligar a un alumno a tener su cámara prendida, la falta de conectividad del docente o de los alumnos y, principalmente, la ausencia de los alumnos, aunque se muestren como conectados. En este curso, se ha experimentado con dos herramientas adicionales a las usadas en el desarrollo de las clases: GeoGebra y Replit. Además, cabe mencionar que también, para interactuar con el alumno se han utilizado las plataformas: Microsoft Teams para clases sincrónicas y Moodle, para el uso asincrónico respecto al

envío de materiales y apuntes del curso. A continuación, se abundará en Replit, la cual es una IDE colaborativa para la programación en varios lenguajes. En particular para el curso de *Métodos numéricos*, se optó por programar con Phyton.

Desde la óptica de los cursos de *Métodos numéricos*, es posible desarrollar el curso enseñando únicamente los algoritmos y ejemplos del método a mano y, adicionalmente, realizar el proceso de programación en algún lenguaje. Dada la diversidad de cursos previos de programación y aunque los alumnos mencionaron contar con conocimientos básicos de programación en lenguaje C, se mostraron abiertos para trabajar con Phyton.

El curso de *Métodos numéricos* del Plan de estudios para la carrera de Ingeniería Mecatrónica IMCT-2010-229 cuenta con las siguientes unidades de estudio:

I. Introducción a los métodos numéricos.

II. Raíces de ecuaciones.

III. Sistemas de ecuaciones lineales algebraicas.

IV. Ajuste de curvas e interpolación.

V. Derivación e integración numérica.

VI. Ecuaciones diferenciales ordinarias.

Para desarrollar el curso, se ha optado por usar un método híbrido que consiste en comprender y adecuar el lenguaje de programación Phyton con respecto a C y, una segunda parte, el uso de librerías incorporadas.

Descripción. GeoGebra es un software con orientación en matemáticas que permite la manipulación de objetos dinámicos, con la posibilidad de realizar construcciones a través de una serie de secuencias que pueden acompañarse con segmentos de programación. Existen varias vistas con las que el usuario puede trabajar de forma independiente o simultánea. Para el caso de raíces de ecuaciones, el alumno puede observar el proceso de cálculo tanto de forma numé-

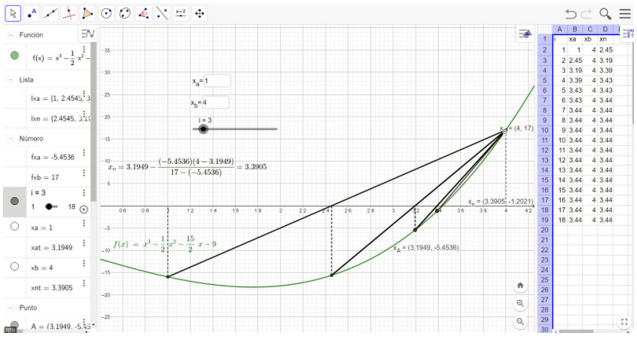

Figura 1. Método de falsa posición en GeoGebra

Para realizar las actividades de programación en Phyton, los alumnos realizaron sus programas en la IDE de Spider de Anaconda. La ventaja es que no requiere realizar la declaración de variables, se simplifica el proceso de programación respecto al uso de ciclos, siendo definidos a través de la identación del programa y permite el uso de librerías gráficas de forma simple.

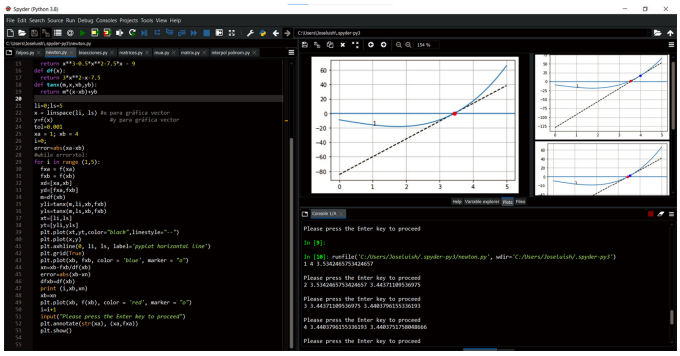

Figura 2. Método de Newton, IDE Spider de Anaconda

Otra característica importante es la de hacer posible el uso del trabajo colaborativo, que ha sido mencionado en los aplanadores de Friedman, y es que los alumnos pueden observar el trabajo directamente en la IDE y es posible interactuar y modificar el programa, a través del uso de un *link* para compartir la interfaz.

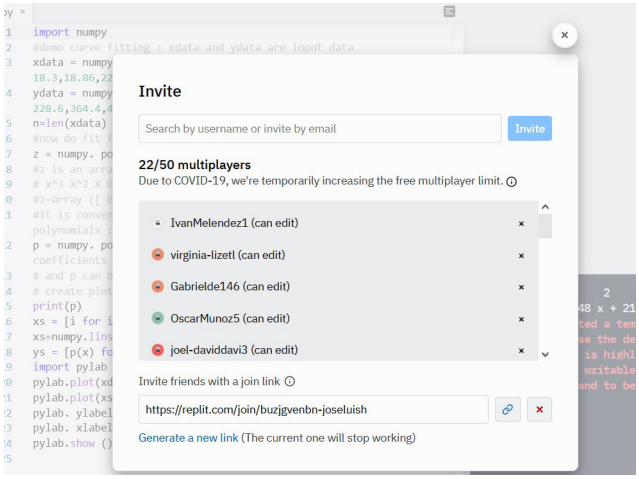

Figura 3. IDE Replit trabajo colaborativo

Ya dentro de la interfaz, en la parte superior derecha, se puede observar quién se encuentra activo trabajando.

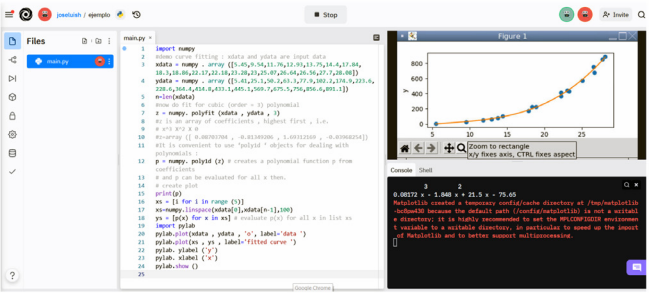

Figura 4. IDE Replit. Ajuste polinomial librería numpy

Resultados

Se deberá considerar el cambio en el enfoque de la enseñanza del curso de *Métodos numéricos* y tal vez, ya no resulte tan conveniente realizar actividades manuales y procesos de programación incorporados en las herramientas utilizadas. Por ejemplo, en el caso de GeoGebra existe la función «Raíces» que permite determinar la raíz y mostrar el punto solución en la gráfica. (Véase el aplanador acceso libre a la información.)

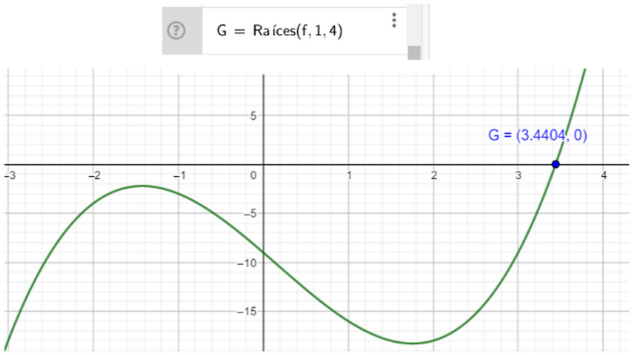

Figura 5. Función incorporada raíz de polinomio, GeoGebra

Para concluir, podemos observar que en realidad ya no se requiere hacer un proceso exhaustivo de programación, que se requiere profundizar en la resolución e interpretación de resultados, ya que hay un conjunto de librerías que incluyen las herramientas necesarias para resolver los problemas planteados en el temario del Curso. La siguiente imagen muestra un fragmento de código reusado que permite realizar el ajuste polinomial determinando la ecuación y mostrar sus gráficas de acuerdo con el aplanador tres Aplicaciones informáticas para el flujo del trabajo.

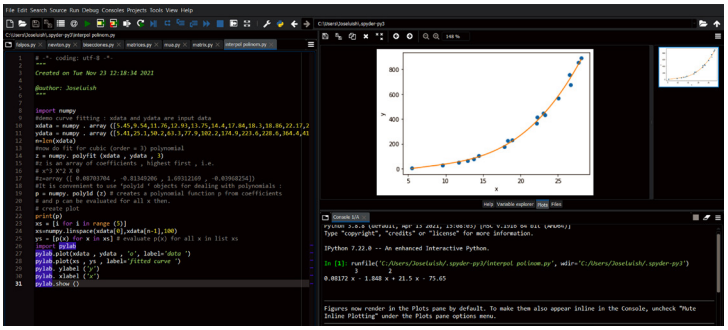

Figura 6. Ajuste polinomial, librería numpy de Phyton

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México/IT Apizaco y a los alumnos: Carmen Clementina Fuentes Larano, N.º control 20370812; Monserrath Carmona Espinoza, N.º control 20370803; Francisco de Jesús Llanos Vázquez, N.º control 20370820; Morgan Joshua López Zavaleta, N.º control 20370716 y Alberto Pichón Martínez, N.º control 20370784 de la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

Referencias

Fangohr. (2015). Fangohr, Hans. *Introduction for Phyton for computacional Science and Engineering*. Consultado el 7 de mayo de 2020, de: https://southampton.ac.uk/~fangohr/training/python/pdfs/Python-for-Computational-Science-and-Engineering.pdf

Friedman. (2007). Friedman, Thomas. *La Tierra es plana*. Mr Ediciones.

GeoGebra. (2021). GeoGebra. Consultado el 12 de marzo de 2021 de:https://www.geogebra.org

Replit. (2021). *Replit. Interfaz colaborativa de programación* (versión gratis). Consultada el 12 de noviembre de 2021 de: https://replit.com

Spider (2021). *Spider V.4.2.5 The scientific Phyton Development Enviroment*. Consultado el 23 de septiembre de 2021 de: https://www.anaconda.com/products/individual.

Integración de un ERP, hardware especializado y asistente virtual utilizando protocolos de comunicación TCP/IP

Cristóbal Rodríguez Sandoval[1], Carlos Pérez Corona[2], José Crispín Hernández Hernández[3] José Federico Ramírez Cruz[4], Eduardo Sánchez Lucero[5].

[1,3,4,5]Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco

[2]Universidad Autónoma de Tlaxcala

Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

[1]crisrodrisando@gmail.com, [2]carlosperezc@uatx.mx, [3]crispin.hh@apizaco.tecnm.mx
[4]federico.rc@apizaco.tecnm.mx, [5]eduardo.sl@apizaco.tecnm.mx

Fecha de recepción: 30 de agosto de 2021. Fecha de aceptación: 19 de octubre de 2021

Resumen

La visión de este trabajo es demostrar la importancia de la incorporación de internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), describiendo los resultados obtenidos en el proyecto desarrollado en colaboración con la empresa Microside Technology S.A. de C.V. el cual tiene el objetivo de crear una conexión entre hardware especializado orientado a distintas tareas, tal como la medición de temperatura, humedad, luz, control de maquinaria, un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés) utilizando protocolos de comunicación TCP/IP, obteniendo de manera directa información desde los sensores, dando como resultado la obtención de datos importantes en tiempo real útiles para la optimización de tiempos, y un asistente virtual que permitirá dar informes cortos en tiempo real de información crucial y realizar ajustes con solo una orden de voz.

Palabras clave: Internet de las cosas, Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), protocolo, TCP/IP, Hardware Especializado, Sensores, Módulo, Asistente virtual

Abstract

The vision of this work is to demonstrate the importance of incorporating of Internet of Things (IoT), describing the results obtained in the project developed in collaboration with the company Microside Technology S.A. of C.V. which has the objective of create a connection between specialized hardware, which has different tasks such as the measurement of temperature, humidity, light, machinery control, an Enterprise Resource Planning (ERP) system using protocols of TCP/IP communication, obtaining information from the sensors, important data in real time, useful for time optimization, and a virtual assistant that will allow short reports in real time of crucial information and make adjustments with just a voice command.

Keywords: Internet of things, enterprise resource planning (erp) system, tcp/ip protocol, specialized hardware, sensors, module, virtual assistant

1. Introducción

Este artículo describe el trabajo realizado en la empresa Microside Technology S.A. de C.V., empresa que se ha interesado mucho en apoyar la innovación tecnológica, incursionando en áreas diferentes a su ramo de la electrónica, debido a que es una empresa dedicada al diseño e implementación de hardware especializado para empresas que lo requieran. Este proyecto unió este conocimiento en conjunto con las TI (Tecnologías de la Información), un área que se complementa perfectamente.

Microside Technology SA de CV, es una empresa espe-

cializada en hardware que tiene el compromiso de ofrecer productos tecnológicos que faciliten la vida y den gran rentabilidad a sus clientes, con lo cual quieren ser conocidos de manera mundial como empresa líder en tecnologías que genera satisfacción a través del uso de sus productos, y para alcanzar esto, implementan el uso de las tecnologías de vanguardia para que sus clientes cumplan sus metas personales y profesionales, y gracias a esta filosofía, es que han decidido incluir dentro de sus servicios y productos, tecnologías que cuenten con el apoyo de nuestra experiencia que es TI, en una colaboración equilibrada y armónica entre hardware y software. Si a esto le damos la capacidad de tener una identidad en el mundo digital, de sensar (*sic*) el entorno donde existe, conectarse a una red, un nivel de procesamiento autónomo y la forma de comunicarse con otros dispositivos [2], estamos definiendo y enfocando nuestro dispositivo al mundo del IoT.

El objetivo de este trabajo se centró en plasmar la importancia de proponer aportaciones que ayuden a la salida del rezago tecnológico a través de lo que es la unión del hardware y software enfocado al IoT. Específicamente, el proyecto del que se habla en este trabajo trata de crear una conexión entre un sistema de ERP, un asistente virtual y hardware especializado, que la empresa Microside fabrica para distintos objetivos como son medición de temperatura, humedad, luz, etc., utilizando protocolos de comunicación TCP/IP, obteniendo de manera directa información desde los sensores, sin necesidad de que alguna persona esté registrando manualmente todo, y evitando el uso de dispositivos que sirven como puente (gateway) entre el hardware especializado y el ERP de código abierto.

Un ERP permite a una empresa gestionar tanto recursos materiales como humanos, llevar una administración sobre procesos internos, ventas, inventarios, relación con clientes, contabilidad, entre otros, al igual que planificar con agilidad acciones para el futuro de la empresa [4]. En el desarrollo de este proyecto se utilizó un ERP de código abierto y modular, lo cual permite que todo aquel usuario interesado en desarrollar o implementar una nueva función o proceso de negocio al sistema de interés, sin la necesidad de realizar una requisición a desarrolladores de proyectos, y, sobre todo, sin pagar por ello. Como último punto, se implementaron comandos de voz para controlar y obtener información esencial a través de un asistente virtual, el cual consiste en un programa cuya interfaz de uso es el reconocimiento y procesamiento de la voz del usuario, de forma que el asistente «comprenda» lo que el usuario le está solicitando y ejecute la acción, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus posibilidades. [10]

Esto permite que, con solo conectar el hardware apropiado a la red desde un punto de acceso, se podrá comunicar directamente con la base de datos del ERP para comenzar a transmitir; el usuario solo tendrá que consultar los datos que desee desde cualquier dispositivo.

2. Antecedentes

2.1. ERP (Enterprise Resource Planning)

Entre los años 60 y 70, existieron muchas organizaciones que utilizaban sistemas simples para llevar su inventario, conocidos como sistemas de planeación y requisición de material (material requirement planning, MRP), los cuales permitían hacer un estimado del uso de la materia prima con relación a la producción, pero no fue hasta después del incidente del Y2K (error del año 2000 o error del milenio), que las empresas comenzaron a utilizar sistemas ERP, los cuales les permitían llevar un mejor control en su planificación y sus costos. Un sistema ERP consiste en una base de datos central, un modelo de procesos y un sistema de control central. Con este sistema, múltiples tareas pueden realizarse en paralelo como el manejo financiero, la administración de recursos humanos, el manejo de la cadena de suministro entre otros [4]. Con un sistema ERP, el desempeño de una empresa puede mejorar a gran escala por la gran facilidad y accesibilidad a los datos generados, aprovechando que se encuentra todo incorporado en un solo sistema, permitiendo su acceso desde cualquier parte.

Sin embargo, una solución ERP tiene algunos problemas y retos como, la integración tediosa y tardada de diferentes componentes adicionales, el uso de recursos innecesarios en la mayoría de ellos, ya que traen herramientas que son predeterminadas por el mismo sistema, pero que el usuario final muy probablemente no utilice y, sobre todo, los costos elevados por actualización del sistema y de creación e implementación de nuevos componentes que el usuario tiene que solicitar al proveedor.

A consecuencia de esto, se propone una solución con un ERP de código abierto y modular, con todas las características de un ERP comercial, con la ventaja de que el usuario puede solicitar solo las herramientas que realmente necesita, como el módulo de contabilidad, el de producción, el CRM (administrador de relaciones con clientes), el de inventario, entre otros; posteriormente, el usuario final puede agregar más módulos si es que así lo requiere, ya sea solicitándolos al proveedor o descargándolos desde una tienda virtual; o en su caso, algún desarrollador de software puede hacer modificaciones o crear el módulo que requiera el usuario.

2.2. Protocolo TCP/IP

El protocolo TCP/IP integrado por dos partes, la capa TCP (protocolo de control de transmisión) la cual está encargada del empaquetado en pequeñas unidades de la cadena de información (mensaje) que se requiere mandar, y la capa IP que es la dirección única a la que se desea mandar la dirección. [4]. De manera más sencilla, TCP es como la estación de paquetería que está encargada de organizar los paquetes que el usuario desea enviar, y la IP es la dirección destino al que se desea enviar.

Ahora bien, teniendo lo anterior claro, es necesario mencionar que TCP/IP está compuesto básicamente por dos tipos de protocolos básicos: TCP y UDP. Estos protocolos tienen fundamentalmente la función similar para la transferencia de datos, sin embargo, ambos difieren en cómo se establece la conexión inicial entre los *hosts*.

Para entender de manera rápida el funcionamiento del protocolo TCP, se debe comprender que este protocolo está orientado a la conexión o protocolo de confianza, ya que se tiene la certeza de que la información enviada llegará al host destino de manera intacta. La operación básica de este protocolo está descrita en los siguientes tres pasos [5]:

1. Enviar un paquete sincronizado con un número inicial para secuencia.

El *host A* quiere establecer una conexión con el *host B*. *A* envía un paquete a *B* con un bit de sincronización el cual anuncia la nueva conexión y el número inicial de secuencia para permitir el seguimiento de los paquetes.

2. Permitir al *host* remoto responder con un «Reconocimiento».

El *host B* responde a la solicitud con un bit de sincronización al igual que con un bit de reconocimiento, paquete que es enviado al *host A*.

3. Completar la negociación enviando un «Reconocimiento final» al *host* remoto.

En este punto el *host A* envía de regreso un paquete final de reconcomiendo y una secuencia de números final que indican que la recepción fue satisfactoria o la conexión está lista para el flujo de datos. [6]

2.3. Hardware especializado

Como una pequeña recapitulación de qué significa hardware, la Real Academia Española [7] define al hardware como el conjunto de los componentes que conforman la parte material (física) de una computadora, a diferencia del software que se refiere a los componentes lógicos (intangibles). Sin embargo, el concepto suele ser entendido de manera más amplia y se utiliza para denominar a todos los componentes físicos de la tecnología, y normalmente se distingue entre hardware básico (los dispositivos necesarios para iniciar el funcionamiento de un ordenador o dispositivo) y complementario (realizan ciertas funciones específicas, como los sensores).

La tecnología de la microelectrónica ha dado un impulso tan espectacular a la arquitectura de los ordenadores que en pocos años ha cambiado varias veces la magnitud de sus prestaciones y su complejidad [8]. Si posicionamos a la microelectrónica en el área industrial, podemos verla implementada en todas las tarjetas controladoras de maquinaria, programadas para con tiempos específicos para cada proceso, movimientos exactos, todo esto gracias a los microcontroladores y sensores incorporados en las mismas tarjetas ya mencionadas.

En el caso de este proyecto, se implementó una tarjeta que tiene tres componentes importantes: el microcontrolador (unidad de procesamiento), encargado del control, cálculos, y comunicación con otros componentes de las tarjetas, como los sensores, los cuales son dispositivos capaces de detectar condiciones físicas o químicas que son mejor conocidas como variables de instrumentación, convirtiéndolas en variables electrónicas para su utilización; por último, se tienen los actuadores que tienen la capacidad de convertir energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de algún proceso. Para el caso del proyecto, se implementó el uso de sensores de luminosidad y temperatura, y relevadores como actuadores para casos específicos de uso.

2.4. Internet de las cosas (IoT)

IoT se refiere a «una red mundial de objetos interconectados con una dirección única, basada en protocolos de comunicación estándar» [15] cuyo punto de convergencia es internet. La idea básica detrás de esto es la presencia generalizada alrededor de las cosas de las personas, capaz de medir, inferir, comprender e incluso modificar el entorno. IoT se alimenta de los avances recientes de una variedad de dispositivos y tecnologías de comunicación, pero las cosas incluidas en IoT no son solo dispositivos complejos como los teléfonos móviles, sino que también incluyen objetos cotidianos como alimentos, ropa, muebles, papel, puntos de referencia, monumentos, obras de arte, etc. Estos objetos, que actúan como sensores o actuadores, pueden interactuar entre sí para alcanzar un objetivo común. [1]

2.5. Asistente virtual

Un asistente virtual consiste en un programa cuya interfaz de uso es el reconocimiento y procesamiento de la voz del usuario, de forma que el asistente «comprende» lo que el usuario le está solicitando y ejecuta la acción, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus posibilidades. [10]

La implementación de un asistente virtual para el control de la tarjeta controladora se ide**ó** a partir de los trabajos ya en funcionamiento en domótica para el control de luces, temperatura, riego de patios, etc., pero visto desde el uso industrial, obteniendo de esta manera información relevante de alguno de los procesos, ajustar cierto parámetros entre otras cosas con solo un comando de voz, permitiendo que hasta se pueda implementar una alerta de anomalía en toda una planta voceada por el asistente indicando la anomalía correspondiente. Esto da la posibilidad de integrar una inteligencia artificial para el control automático de estas mismas anomalías.

3. Desarrollo y pruebas

Con la información recabada sobre el protocolo TCP/IP, el hardware especializado fabricado en la empresa Microside Technology S.A. de C.V. y el ERP modular de código abierto por utilizar, se procedió al desarrollo del módulo encargado de monitorizar los sensores incorporados en una tarjeta preparada para medir luminosidad, al igual de permitir el control de relevadores que pueden activar otros dispositivos y leds que pueden ser utilizados para mostrar estatus de funcionamiento, entre otras cosas dependiendo de su configuración.

El desarrollo de este proyecto se dividió en nueve etapas:

Etapa 1. Análisis del sistema ERP de código abierto para conocer su funcionamiento, y análisis de módulos para revisión posterior.

Etapa 2. Prueba de concepto. Desarrollo de un programa basado en una arquitectura cliente-servidor, el cual haría la función de emular el envío de datos de la tarjeta al módulo, utilizando el protocolo TCP/IP para crear la comunicación entre ambos.

Etapa 3. Prueba de los programas cliente y servidor para su posterior corrección en caso de ser necesario.

Se hicieron pruebas de sincronización en las que se aplicó un retardo al procesamiento del cliente, ya que, al no aplicarlo, el procesamiento era demasiado rápido, lo cual provocaba un cuello de botella entre el servidor y el cliente.

Como se muestra en la Tabla 1, solo fueron requeridas cinco pruebas para sincronizar la comunicación de acuerdo con la tasa de transferencia de datos del servidor y el tiempo requerido del cliente para procesarlos, dejando un segundo exacto para obtener un resultado exitoso.

Tabla 1. Pruebas de sincronización

Pruebas de sincronización			
Número de prueba	**Tiempo de retardo (segundos)**	**Cantidad de datos recibidos del sensor**	**Resultado**
1	0	100	Fallido
		1000	Fallido
		10000	Fallido
2	0.4	100	Fallido
		1000	Fallido
		10000	Fallido
3	0.6	100	Fallido
		1000	Éxito
		10000	Fallido
4	0.8	100	Éxito
		1000	Éxito
		10000	Fallido
5	1	100	Éxito
		1000	Éxito
		10000	Éxito

Etapa 4. Preparación de módulo para ERP. Modificar el programa cliente para envío y recepción de datos de y hacia la tarjeta con la que se estuvo trabajando.

Etapa 5. Prueba de comunicación (envío y recepción de datos) entre el programa cliente y la tarjeta con sensores para su posterior corrección. (Fig. 1).

Etapa 6. Diseño y programación de la interfaz de usuario del módulo de ERP (Fig. 2) para interacción con el hardware, envío de instrucciones, recepción de datos de los sensores.

Etapa 7. Pruebas finales del módulo de ERP en conjunto con la tarjeta de sensores.

Etapa 8. La tarjeta de sensores estaba configurada para conectarse con los servicios en la nube del proveedor del asistente personal, lo que permitió programar sobre la misma plataforma del asistente virtual, las instrucciones que permitieran tanto solicitar los datos recibidos en ese momento por la tarjeta y también realizar algunos ajustes por comando de voz.

Etapa 9. Para revisar que no existiera alguna incongruencia entre la comunicación de la tarjeta de sensores con

los servicios en la nube del proveedor del asistente virtual y el módulo para el ERP, se mandaron comandos de voz mientras se estaban tomando medidas desde el módulo, emitiendo los datos de manera correcta.

Fig. 1. Tarjeta de Microside

Fig 2. Interfaz de usuario

4. Resultados

Como resultado del desarrollo anterior, se obtuvo un módulo funcional para el sistema ERP que permite interactuar desde la interfaz de usuario con la tarjeta de hardware de Microside, obteniendo y mostrando los datos registrados por los sensores de temperatura y luminosidad de la tarjeta, los cuales se pueden observar en una gráfica que el módulo muestra para el usuario (Fig. 3) y aparte, al ser conectado el módulo al ERP, guarda los datos en el almacenamiento del mismo sistema.

En las primeras pruebas que se realizaron para comprobar la comunicación entre el módulo del sistema ERP y la tarjeta, hubo problemas en la recepción de algunos datos debido a la velocidad con la que la tarjeta enviaba los datos y con la que el módulo los recibía, por lo que fue necesario implementar un retardo dentro del código del módulo para dar tiempo a que la tarjeta enviara los datos. Después de esta corrección la recepción y el envío de datos se dieron sin ningún problema, mostrando las variaciones de luminosidad y temperatura que captaban los sensores (Tabla 2).

Tabla 2. Medición registrada por sensores

Sensor de luminosidad	
Segundos	**Luminosidad (lm)**
1	86 lm
2	90 lm
3	80 lm
4	82 lm
5	87 lm
6	96 lm
7	100 lm
8	0 lm
9	0 lm
10	0 lm

El usuario podrá visualizar estos datos en una gráfica como se visualiza en la Fig. 3, donde el eje vertical muestra el nivel de lúmenes (nivel de luz) y en el eje horizontal el tiempo transcurrido entre cada medición. Con esto a nivel industrial, la toma de decisiones es más rápida.

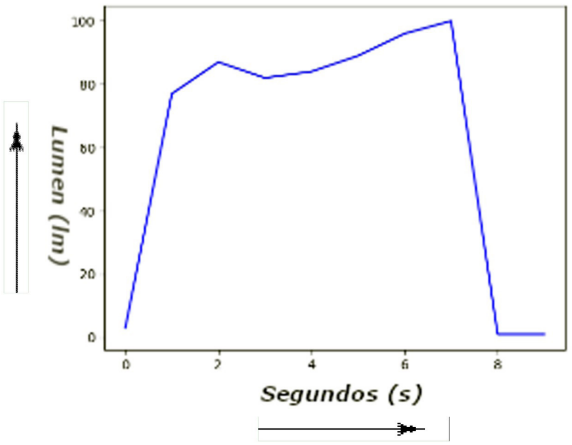

Fig. 3. Gráfica nivel de luz

Por último, la interacción por comando de voz facilitó mucho la obtención de la información al no tener al alcance alguna terminar en la que se pudiera revisar la misma, comprobando así la efectividad del uso de asistentes virtuales en tareas empresariales e industriales.

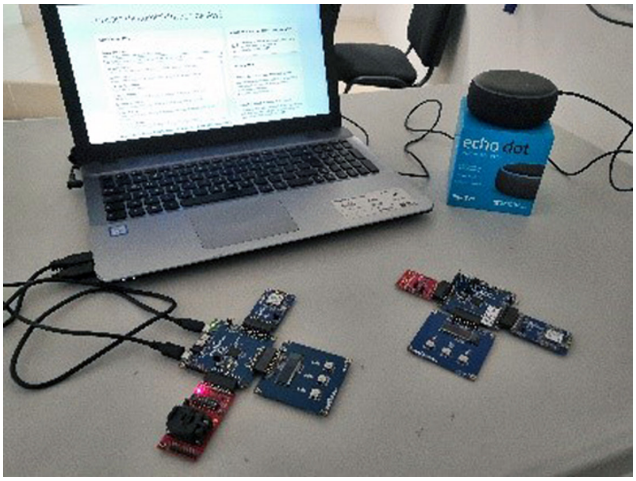

Fig. 4. Conexión del asistente virtual con la tarjeta de sensores

5. Conclusiones

Como se puede ver, las posibilidades que existen entre el hardware y el software son infinitas, siempre han tenido una convivencia armónica; pero desafortunadamente, no se ha explotado demasiado fuera de lo que es solo informática, por eso Microside busca dar el impulso al desarrollo de soluciones que incluyan estas dos áreas, y con este proyecto se demuestra que es posible su desarrollo, para ser incorporadas en distintos rubros de la industria automatizando procesos, acortando así la captura y análisis de datos (Tabla 2), mejorando sus procesos y entrando a la nueva revolución de la industria, la industria 4.0.

6. Agradecimientos

Este proyecto fue resuelto con la ayuda de CONACYT mediante la beca con número de registro 627235, y al Ing. Jesús Adán Cortés Campech, director general de la empresa Microside, por permitir la utilización del proyecto desarrollado para esta publicación.

7. Referencias

[1] Botana, N. R., Sabado, Jorge. (1993). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América latina*. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura, 575,* 21-44.

[2] Agarwal, Anurag, Whitmore, Andrew, Xu, L. D. (2015) The Internet of Things - A survey of topic and trends. *Information Systems Frontiers, 17,* 261-274.

[3] Ahmed, A. A., Ahmed, E. Y. (2013). A framework for ERP System in SME bases on Cloud. *International Journal on Cloud Computing: Services and Architecture (IJCCSA), 3,* 1-14.

[4] Oracle Parkway. (Agosto de 2011). *Guía de administración del sistema: servicios IP.* Oracle Technology Network, https://docs.oracle.com/cd/E24842_01/html/820-2981/index.html

[5] Boquera, M. C. (2003) *Servicios Avanzados de Telecomunicación.* Diaz de Santos.

[6] Rowland, C. H. (1997). Covert channels in the TCP/IP protocol suite. *First Monday, 2,* 5.

[7] Real Academia de la Lengua española (RAE). (2018) *HARDWARE.* https://www.rae.es/dpd/hardware

[8] Vacas, F. S. (2009). *Complejidad y Tecnologías de la Información*. Fundetel.

[9] Botta, A., Donato, W., Persico, V., Pescapé, A. (2015) Integration of cloud computing and Internet of Thing: A survey. *Future Generation Computer Systems, 56, 684-700*.

[10] Definición ABC. (2016) *Definición de asistente virtual.* https://www.definicionabc.com/tecnologia/asistente-virtual.php

La investigación en las Ingenierías

Revista

CiBIyT

Órgano de difusión científica e investigación

latindex

Órgano de Difusión Científica e Investigación

Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología