

ISSN 2523-6776

Volumen 1, Número 2 — Abril — Junio - 2017

# Revista de Ingeniería Tecnológica

ECORFAN®



**ECORFAN-Taiwán**

## **Indización**

- RESEARCH GATE
- GOOGLE SCHOLAR
- HISPANA
- MENDELEY

## **ECORFAN-Taiwán**

### **Directorio Principal**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD.

### **Director Regional**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD.

### **Director de la Revista**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC.

### **Edición Tipográfica**

TREJO-RAMOS, Iván. BsC.

### **Edición de Logística**

SERRUDO-GONZALEZ, Javier. BsC.

Revista de Ingeniería Tecnológica, Volumen 1, Número 2, de Abril a Junio 2017, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: [www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María ISSN 2523-6776. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

## **Consejo Editorial**

BELTRÁN-MIRANDA, Claudia. PhD  
Universidad Industrial de Santander, Colombia

BELTRÁN-MORALES, Luis Felipe. PhD  
Universidad de Concepción, Chile

RUIZ-AGUILAR, Graciela. PhD  
University of Iowa, U.S.

SOLIS-SOTO, María. PhD  
Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia

GOMEZ-MONGE, Rodrigo. PhD  
Universidad de Santiago de Compostela, España

ORDÓÑEZ-GUTIÉRREZ, Sergio. PhD  
Université Paris Diderot-Paris, Francia

ARAUJO-BURGOS, Tania. PhD  
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

SORIA-FREIRE, Vladimir. PhD  
Universidad de Guayaquil, Ecuador

## **Consejo Arbitral**

VGPA. MsC

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

EAO. MsC

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

MMD. PhD

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

BRIIIG. PhD

Bannerstone Capital Management, U.S.

EAO. MsC

Bannerstone Capital Management, U.S.

OAF. PhD

Universidad Panamericana, México

CAF. PhD

Universidad Panamericana, México

RBJC. MsC

Universidad Panamericana, México

## Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en el área de: Ingeniería Tecnológica

En Pro de la Investigación, Enseñando, y Entrenando los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión de la Editora en Jefe.

Como primer artículo está *Análisis de la viscoelasticidad de sustancias en la industria alimenticia con ultrasonido y LabVIEW* por OCAMPO-MARTÍNEZ, Rafael, OLIVO-FLORES, Marco Antonio, SOTELO-MARTÍNEZ, Samuel y ESPINOS-BARRIOS, Norick con adscripción la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, como siguiente artículo esta *Estudio para la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible* por GARCÍA-ARÁMBULA, Cintia Germania, IRIGOYEN-CAMPUZANO, José Rafael, UZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, Nicolás Cristóbal y LÓPEZ-ZUMARÁN, Iván Alejandro con adscripción en la Universidad Tecnológica de Durango, como siguiente artículo esta *Desarrollo de aplicación LBS para estaciones de servicio en Córdoba, Ver* por ZAMORA-HERNÁNDEZ, Abigail, HOUBRON-PASCAL, Eric, BAUTISTA-HERNÁNDEZ, Adrián y GONZÁLES-LÓPEZ, Gloria Inés con adscripción la Universidad Veracruzana, como siguiente artículo esta *Medición y visualización de temperatura y presión en Isoteniscopio mediante Arduino* por SALAZAR-VALLE, E., MORALES-IBARRA, V., MIRANDA-AGUILAR, F. y MIRANDA-HERRERA, M. con adscripción en la Universidad Tecnológica de Torreón y el Instituto Tecnológico de la Laguna, como siguiente artículo está *Algoritmo rápido para extracción de características de señal mioeléctrica empleando coeficientes cepstrales* por ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio, ROJAS-RODRÍGUEZ, Rafael, ORTÍZ-CARRANCO, Araceli y CORTÉS-ABURTO, Obed con adscripción en la Universidad Politécnica de Puebla, como siguiente artículo está *Migración del sistema de control de máquina cortadora de Tubo Haven 873* por GONZÁLEZ-GÓMEZTAGLE, Aldo, SÁNCHEZ-LÓPEZ, Héctor Javier, ROJAS-RAMÍREZ, Erick y REYES-OCAMPO, José.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Análisis de la viscoelasticidad de sustancias en la industria alimenticia con ultrasonido y LabVIEW</b> OCAMPO-MARTÍNEZ, Rafael, OLIVO-FLORES, Marco Antonio, SOTELO-MARTÍNEZ, Samuel y ESPINOS-BARRIOS, Norick	1-12
<b>Estudio para la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible</b> GARCÍA-ARÁMBULA, Cintia Germania, IRIGOYEN-CAMPUZANO, José Rafael, UZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, Nicolás Cristóbal y LÓPEZ-ZUMARÁN, Iván Alejandro	13-16
<b>Desarrollo de aplicación LBS para estaciones de servicio en Córdoba, Ver</b> ZAMORA-HERNÁNDEZ, Abigail, HOUBRON-PASCAL, Eric, BAUTISTA-HERNÁNDEZ, Adrián y GONZÁLES-LÓPEZ, Gloria Inés	17-26
<b>Medición y visualización de temperatura y presión en Isoteniscopio mediante Arduino</b> SALAZAR-VALLE, E., MORALES-IBARRA, V., MIRANDA-AGUILAR, F. y MIRANDA-HERRERA, M.	27-32
<b>Algoritmo rápido para extracción de características de señal mioeléctrica empleando coeficientes cepstrales</b> ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio, ROJAS-RODRÍGUEZ, Rafael, ORTÍZ-CARRANCO, Araceli y CORTÉS-ABURTO, Obed	33-43
<b>Migración del sistema de control de máquina cortadora de Tubo Haven 873</b> GONZÁLEZ-GÓMEZTAGLE, Aldo, SÁNCHEZ-LÓPEZ, Héctor Javier, ROJAS-RAMÍREZ, Erick y REYES-OCAMPO, José	44-51

*Instrucciones para Autores*

*Formato de Originalidad*

*Formato de Autorización*

## Análisis de la viscoelasticidad de sustancias en la industria alimenticia con ultrasonido y LabVIEW

OCAMPO-MARTÍNEZ, Rafael†\*, OLIVO-FLORES, Marco Antonio, SOTELO-MARTÍNEZ, Samuel y ESPINOS-BARRIOS, Norick

*Departamento de mecatrónica, Universidad Tecnológica de San Juan del Rio*

Recibido 3 de Abril, 2017; Aceptado 8 de Junio, 2017

### Resumen

Existen varias propiedades en las sustancias, la viscoelasticidad es una de ellas. La mayoría de las sustancias pueden ser analizadas mediante ultrasonido y abarcan una amplia variedad de aplicaciones dentro de la mecatrónica y la robótica. Las pruebas acústicas no son invasivas y pueden usarse desde sistemas de detección de robots, discriminar superficies, encontrar defectos en piezas fabricadas o distinguir productos buenos y productos defectuosos. El objetivo de esta investigación es mostrar esta última aplicación para distinguir entre dos tipos de productos sin necesidad de abrir los contenedores y con la opción de realizarlo en la línea de producción para aceptar o rechazar el producto. Se utilizan sensores ultrasónicos, así como un generador de funciones a fin de emitir y recibir una señal ultrasónica que será detectada con equipo de medición mediante un osciloscopio y posteriormente es analizada a través de un instrumento virtual desarrollado en LabVIEW. Además, es posible realizar el análisis con el uso de la transformada rápida de Fourier (FFT). Aunque en este trabajo se enfoca para productos de la industria alimenticia por sus características puede tener aplicaciones en muchas otras áreas donde se evalúe de forma no invasiva la calidad de líquidos.

### Viscoelasticidad, ultrasonido, LabVIEW

**Citación:** OCAMPO-MARTÍNEZ, Rafael, OLIVO-FLORES, Marco Antonio, SOTELO-MARTÍNEZ, Samuel y ESPINOS-BARRIOS, Norick. Análisis de la viscoelasticidad de sustancias en la industria alimenticia con ultrasonido y LabVIEW. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-2:1-12

### Abstract

There are several properties of substances; the viscoelasticity is one of them. Almost all of substances could be analyzed by ultrasonic, and the applications can be spread on to wide areas like mechatronics and robotics. The acoustics test is not invasive and you can use it in detections systems for robots or you can discriminate surfaces, good or bad quality products or found defects. The goal of this paper is evaluate products and them could be accepted or rejected in production lines. This work uses two sensor one of them send the ultrasonic signal and the other receive the signal target, a function generator creates the signal emitted. After the signal is sensed by the ultrasonic receptor this signal would be acquired and after that will be analyzed by a virtual instrument developed in LabVIEW. The analysis of the signal could be done using FFT tool and LabVIEW software. Although this paper focus in food industry products could be applied in so many enterprises, who need evaluate the quality of their products and this test is not invasive.

### Viscoelasticity, ultrasonics, LabVIEW

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: rocampom@utsjr.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.



## Introducción

La viscoelasticidad de las sustancias describe como los materiales tienen tanto propiedades elásticas como viscosas. La respuesta de las ondas ultrasónicas transmitidas a través de los materiales puede ser relacionada con la composición y estructura del material. La señal de alta frecuencia (Ultrasónico 20 kHz a 100 MHz) puede ser usada para realizar evaluaciones no destructivas de productos y aplicarse en el control de calidad de diferentes procesos industriales.

El ultrasonido es un tipo de onda mecánica que puede propagarse dentro de las sustancias y de esta forma relacionarse con la composición de los materiales. El sonido y el ultrasonido pueden ser usados para describir la propagación de una perturbación mecánica con diferentes rangos de frecuencia. Tanto las ondas de sonido como de ultrasonido pueden propagarse en fluidos (Gases y líquidos) como en sólidos.

Cuando una onda ultrasónica pasa a través de un material su velocidad y atenuación pueden ser descritas por:

$$k = \frac{\omega}{c} + i\alpha$$

Donde:

$k$	=	Número de onda complejo
$\omega$	=	Frecuencia angular
$c$	=	Velocidad ultrasónica
$i$	=	Número imaginario
$\alpha$	=	Coefficiente de atenuación

La atenuación es una reducción de la amplitud de la onda cuando una onda ultrasónica se propaga a través de un medio y esta es causada por la pérdida de energía de la onda entre otras razones.

Varios factores afectan la amplitud y la forma de onda de la onda ultrasónica tales como: La dispersión del haz ultrasónico, la absorción de energía, la no linealidad de los materiales, las interfaces donde tiene lugar la transmisión, los defectos del material entre otras. El coeficiente de atenuación  $\alpha$  se determina experimentalmente de la variación de la amplitud pico con la distancia de propagación de la onda y puede ser definido en decibelios por metro (dB/m) o en Neperio por metro (Np/m).

Las mediciones con ultrasonido se han hecho desde hace muchos años y pueden ser aplicadas a varias áreas de investigación, una ventaja de uso de esta técnica es que pueden ser utilizadas en la evaluación de pruebas no destructivas de alimentos y además no requieren de contacto directo con los productos.

Los efectos de la viscosidad atenúan la amplitud de la señal cuando esta viaja a través de las sustancias, la frecuencia resulta atenuada también por otros componentes en el medio, la temperatura también tiene un importante efecto en la atenuación ya que esta estrechamente relacionada con la viscosidad de las sustancias. El uso de técnicas con ultrasonido se ha incrementado en la industria alimenticia ya que por los requerimientos sanitarios tienen la ventaja de no entrar en contacto directo con los productos y proporcionan información útil de las propiedades físico-químicas de estos pudiéndose aplicar en el aseguramiento de la calidad de procesos de manufactura industriales.

Otras ventajas de métodos de evaluación con técnicas ultrasónicas son: Medición rápida, exactitud, limpieza y puede ser usado en materiales opacos, no requiere alta potencia.

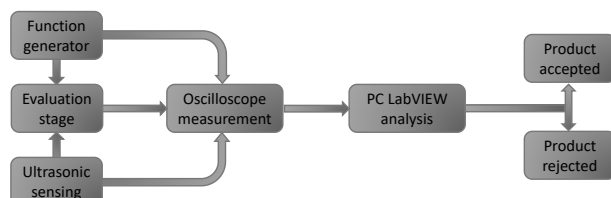
El ultrasonido es generado mediante un transductor el cual tiene un cristal que al ser excitado por un pequeño pulso eléctrico por el efecto piezoeléctrico tomara la energía eléctrica convirtiéndola en una vibración mecánica que produce una onda que se propaga como un pulso ultrasónico, después la energía transferida propagada dentro del material regresa y es detectada mediante otro elemento piezoeléctrico convirtiéndola una vez más ahora a energía eléctrica.

La señal ultrasónica reflejada puede proporcionar una medición en tiempo real de la densidad y viscosidad de fluidos. La respuesta de la señal puede estar en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia y pueden utilizarse para analizar una mezcla particular de líquidos.

El equipo de medición es importante para evaluar el éxito de este tipo de pruebas, en años recientes la tecnología ha tenido importantes cambios y actualizaciones de manera que ahora los instrumentos actuales incorporan software poderoso y opciones de conectividad que permite comunicarse con diferentes sistemas.

## Metodología

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de las etapas de adquisición (sensado, medición), operación (análisis), programación y resultados.



**Figura 1** Diagrama a bloques de la metodología

Fuente: Elaboración propia

### A. Etapa de adquisición

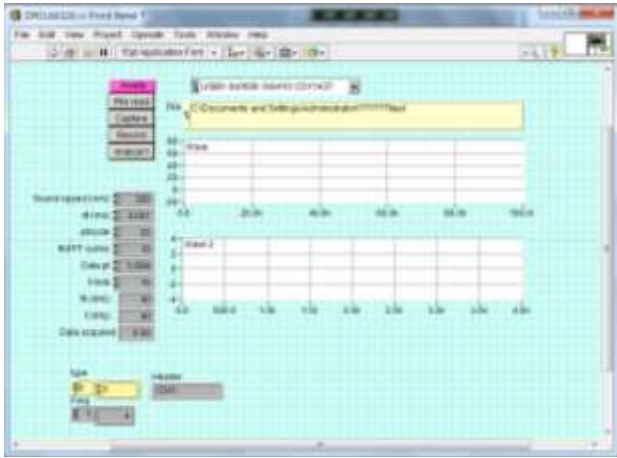
Esta etapa utiliza un sensor ultrasónico para que con un generador de señales en el rango de 40 000 Hz actúe como emisor dirigiendo una señal hacia el producto contenido en un envase para posteriormente adquirir la señal reflejada por otro sensor ultrasónico fungiendo como receptor, además es necesario sincronizar la captura mediante la entrada auxiliar del osciloscopio Tektronix por lo que se realizó un circuito para activar un pulso que genere una onda de choque al producto al ser evaluado y al mismo tiempo se capture la señal ultrasónica resaltando la respuesta en el momento que la onda de choque es aplicada al producto.

### B. Operación

Los productos a ser analizados se deberán situar frente a un juego de sensores ultrasónicos. A través de un divisor se manda la señal generada tanto al sensor emisor como al canal 2 del osciloscopio y la señal de salida captada por el sensor receptor que corresponde a la onda reflejada se conecta al canal 1 del osciloscopio de manera que se observarán las dos señales para posteriormente capturarlas apoyándose en la sincronización por medio de la entrada auxiliar del osciloscopio al momento de la generación de la onda de choque en el producto.

### C. Programación gráfica en LabVIEW

La figura 2 muestra el instrumento virtual que consiste de dos gráficas principales. Estas gráficas corresponden al producto evaluado y muestran las respuestas de las señales en el momento de su captura y cuando se generó la onda de choque. Las respuestas evidencian los distintos productos o en su caso la condición de calidad de un producto bueno contra uno defectuoso.



**Figura 2** Interface gráfica en LabVIEW

*Fuente: Elaboración propia mediante LabVIEW.*

La configuración inicial debe ser ajustada de acuerdo a los parámetros de la prueba. En el instrumento virtual los parámetros se ajustan de la siguiente manera: La frecuencia central y de referencia será ajustada a 40 kHz de acuerdo a la frecuencia utilizada por el generador de frecuencias, se adquirirán 10 M de datos.

En el cuadro de recursos VISA se debe configurar la comunicación vía el puerto USB que es el utilizado en el osciloscopio, este se actualizará cuando el osciloscopio este conectado y se encienda. En la parte inferior se encuentra un encabezado con algunos otros parámetros necesarios para la lectura de la información del osciloscopio.

Una vez iniciada la ejecución del instrumento virtual, la programación entrará en un ciclo infinito desplegando el mensaje "Ready" y responderá a los siguientes comandos:

**File read:** Cuando este comando se ejecute, se habilita usar una ruta a través del cual se habilitarán sub VI's para almacenar las pantallas con la información capturada en algún evento.

**Capture:** En esta opción la medición previamente adquirida en el osciloscopio se carga en el programa y es desplegada en la gráfica superior del panel frontal del instrumento virtual.

**Record:** Almacena la información en la ruta especificada, pudiendo grabar diferentes pruebas cuando el usuario lo requiera, con esta opción aún cuando no haya corridas con los productos, se puede recuperar información almacenada de alguna corrida determinada y continuar con la etapa de análisis.

**Analyze:** En esta opción se ejecuta el análisis de la señal, mediante la programación realizada en el instrumento virtual con LabVIEW se realiza una serie de pasos para medir las señales y determinar las características de las señales asociadas a los dos tipos de productos diferentes y finalmente se despliega la información en la pantalla inferior del panel frontal del instrumento virtual.

## Resultados

Esta sección describe los componentes del sistema explicando la integración al proyecto y las relaciones entre ellos, en la parte final muestra los resultados obtenidos en el análisis mediante el software LabVIEW.

### A. Sensores

Hay dos transductores acústicos, uno de ellos es usado para producir una onda ultrasónica generada mediante una señal eléctrica y la otra es usada para la detección del eco convirtiendo ahora la señal acústica en la señal eléctrica usada para el análisis. La figura 3 muestra una imagen del transductor acústico empleado.



**Figura 3** Transductor acústico

*Fuente: Google imágenes*

### B. Generador de funciones

El papel del este dispositivo electrónico es generar vibraciones de sonido en el transductor acústico, hay una amplia variedad de tipos y marcas disponibles en el mercado con elevadas prestaciones y sofisticadas funciones. Este generador produce una señal periódica sinusoidal de 40 kHz la cual será la señal de referencia utilizada en el sistema. La figura 4 muestra el generador de funciones utilizado, este equipo puede generar diferentes formas de ondas con una resolución de frecuencia del orden de 1  $\mu$  Hz y cuenta con capacidad de modulación AM, FM, Burst, PM y barrido de frecuencias.



**Figura 4** Generador de funciones

*Fuente: Google imágenes*

### C. Osciloscopio

El sistema de captura de datos se realizó con un osciloscopio digital marca Tektronix DPO3012 a 100 MHz, frecuencia de muestreo de hasta 2.5 GS/s, 2 canales y puerto USB 2.0 en la parte posterior para comunicación con PC. La figura 5 muestra una imagen del osciloscopio utilizado.



**Figura 5** Osciloscopio Tektronix

*Fuente: Google imágenes*

### D. LabVIEW

LabVIEW es una plataforma de programación que permite el diseño de sistemas de prueba de todos tamaños y en muchas áreas y aplicaciones. Ofrece también integración con software propietario incorporando hardware y comunicación de última generación de National Instruments. Cuenta también con herramientas para solucionar problemas de manera rápida y eficiente. La pantalla de inicio del software LabVIEW de National Instrument se muestra en la Figura 6.

LabVIEW es un entorno de programación para el desarrollo de aplicaciones, similar al desarrollo de sistemas comerciales utilizando el lenguaje C o BASIC.

Sin embargo, LabVIEW difiere de estos programas en un aspecto importante: los lenguajes de programación mencionados se basan en líneas de texto para crear el código fuente, mientras que LabVIEW utiliza lenguaje de programación gráfico llamado "código G" para crear informes basados en gráficos de bloques de programas.

Este lenguaje es muy intuitivo y fácil de aprender, también es muy flexible, debido a que permite cambios y actualizaciones de hardware y software.

El sistema está equipado con un compilador gráfico que permite alcanzar alta velocidad. También es posible incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes de programación.



**Figura 6** Pantalla de inicio de LabVIEW

*Fuente: Software LabVIEW.*

Los programas desarrollados por LabVIEW se llaman instrumentos virtuales (VI's por sus siglas en inglés), porque su apariencia y operación imitan un instrumento real. Sin embargo, son análogos a las funciones creadas con lenguajes de programación convencionales.

Los VI's tienen una parte de usuario interactiva y otra parte del código fuente, y aceptan parámetros de otros VI's. Todos los VI's tienen un panel frontal y un diagrama de bloques. Los menús contextuales contienen las opciones utilizadas para crear y modificar los VI's.

A continuación, se enumeran las partes de un Instrumento Virtual y el procedimiento necesario para poder comunicar el sistema de medición con el osciloscopio utilizando el puerto USB y el protocolo asociado:

### Panel frontal

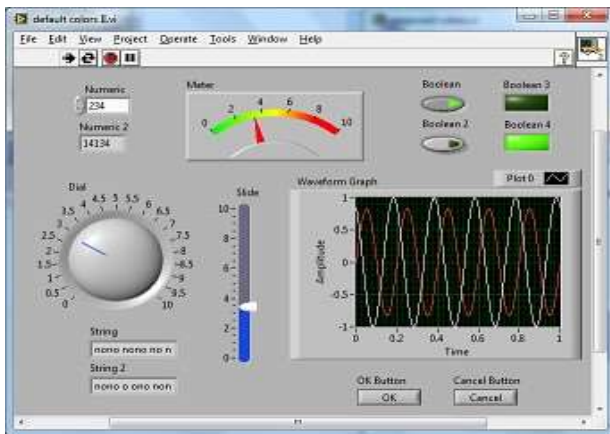
Es la interfaz gráfica con el usuario VI. Esta interfaz incluye entradas del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, interruptores, potenciómetros, gráficos, etc.

Cada uno puede definirse como un control o un indicador. El primero sirve para introducir parámetros en VI, mientras que los indicadores se utilizan para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de cualquier operación, un ejemplo del panel frontal es mostrado en la Figura 7.

### Diagrama de bloques

La figura 8 muestra un diagrama de bloques elaborado en LabVIEW el cual puede contener diferentes estructuras de control tales como: Secuencias, casos, lazos iterativos y condicionales, constantes, variables y elementos propios del lenguaje gráfico empleado por el programa, cada uno de estos elementos tiene su correspondencia con el panel frontal elaborado para que juntos conformen el Instrumento Virtual (VI) diseñado. El diagrama de bloques es el código fuente del VI.

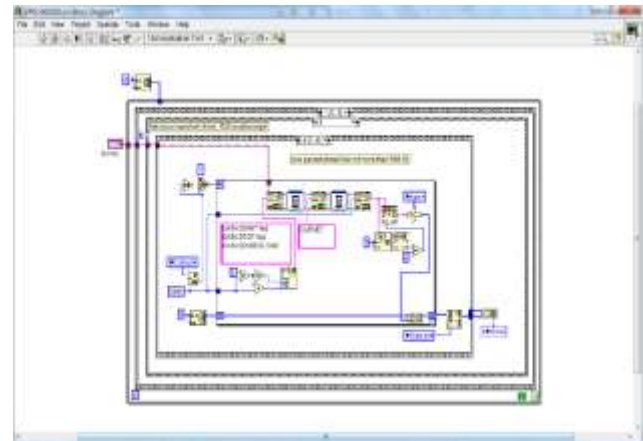
En el diagrama de bloques es donde se hace la implementación del VI para controlar o realizar cualquier procesamiento de entradas y salidas que se crearon en el panel frontal. El diagrama de bloques incluye funciones integradas y bibliotecas que incorpora estructuras de LabVIEW. Las funciones y estructuras del "código G" son nodos elementales.



**Figura 7** Panel frontal de un VI

*Fuente: Software LabVIEW.*

Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el panel frontal están incorporados en el diagrama de bloques a través de las terminales. El diagrama de bloques se construye conectando varios objetos juntos, como si fuera un circuito. Los cables conectan las terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes y a través de ellos fluyen los datos.

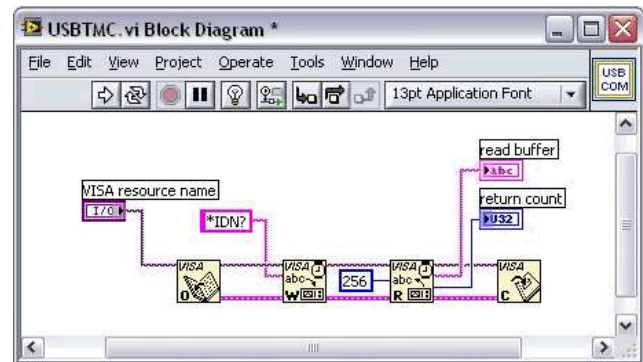


**Figura 8** Diagrama de bloques de un VI

*Fuente: Elaboración propia mediante LabVIEW*

## Comunicación VISA

VISA significa Virtual Instrument Software Architecture, fue la comunicación utilizada para la adquisición de señales a través de la plataforma LabVIEW. La figura 9 muestra la estructura funcional de VISA.



**Figura 9** Estructura de comunicación VISA

*Fuente: Software LabVIEW*

VISA es un estándar desarrollado para configurar, programar y conectar interfaces tales como sistemas de instrumentación GPIB, VXI, PXI, Serial, Ethernet y USB como se muestra en la figura 10.





**Figura 10** Comunicación VISA

*Fuente: Google imágenes*

VISA proporciona la interfaz de programación entre las herramientas de hardware y entornos como: LabVIEW, LabWindows/CVI y Measurement Studio para Microsoft Visual Studio.

NI-VISA es un software propietario de National Instruments, que ha sido desarrollado para implementar el estándar VISA I/O, que incluye bibliotecas de software, utilidades y programas de configuración a través de otros programas como National Instruments VISA Interactive Control y Measurement and Automation Explorer entre otros. Se ha desarrollado equipo de comunicación y medición de laboratorio, los cuales son reconocidos por los principales fabricantes de normas de instrumentos, la comunicación por puerto USB es actualmente uno de los estándares más aceptados.

## Conexión USB

La conexión USB a través de VISA es independiente de la plataforma, el bus y el entorno, haciéndolo independiente si un programa se crea en una máquina que utiliza el sistema operativo Windows o Mac OS X, ya que la interfaz de programación de aplicaciones (API) es la misma. El bus USB es un bus de comunicación basado en mensajes, que significa que una PC y un dispositivo USB se comunican enviando comandos y datos a través del bus como texto o datos binarios. Cada dispositivo USB tiene su propio conjunto de comandos, dichos comandos son enviados a un instrumento a través de funciones de lectura y escritura NI-VISA, se necesita información del fabricante para obtener una lista de comandos del instrumento.

Desde la versión de software 3.0 de NI-VISA se pueden utilizar dos tipos de recursos: INSTR USB y USB RAW.

Los dispositivos USB que cumplen con el protocolo USB Test y Measurement Class (USBTMC) utilizan la clase de recursos USB INSTR. Además, tales dispositivos no necesitan ninguna configuración adicional para comunicar el software.

Todos los demás instrumentos que no cumplen con la especificación USBTMC son USB RAW. En el presente reporte se utilizó un osciloscopio Tektronix del tipo USBTMC por lo que sólo se presenta el procedimiento relacionado a este tipo de instrumento, omitiéndose el de tipo USB RAW, cabe mencionar que la configuración de éste último puede ser más complicada dependiendo del tipo de protocolo utilizado por el fabricante del instrumento, por lo que puede ser necesario investigar con el proveedor para obtener detalles del protocolo de comunicación utilizado por el dispositivo.

## Procedimiento de conexión USB Instrumentos de clase INSTR

Estos dispositivos utilizan un estilo de comunicación 488.2 existen en librería, funciones simples que se puede utilizar como: VISA Open (Inicio), VISA Close (Terminar), VISA Read (Leer) y VISA Write (Escribir) de la misma manera como si estuviera comunicando con instrumentos GPIB.

La Figura 9 corresponde a un instrumento virtual (VI) de LabVIEW que muestra las funciones de comunicación vía USBTMC. La comunicación comienza identificando el nombre del dispositivo USB entonces se abre la sesión de VISA, en el ejemplo de la figura, el comando \* IDN nos dará la identificación del dispositivo que se utiliza, la última función VISA Close se utiliza para terminar la comunicación.

## Evaluación de productos

El sistema se desarrolló para evaluar las características de la viscoelasticidad de dos productos, uno de ellos corresponde a crema de maíz o producto A y el otro a crema de cebolla o producto B, la etapa inicial abarca sólo dos tipos de sustancias para que el sistema pueda diferenciar entre ellos, una etapa posterior puede ser la evaluación de una sola variable y su impacto en solo un producto con características más específicas, que podrían ser: ¿Cuánto alcohol existe en un licor? o ¿Cuánta cantidad de agua hay en la leche? entre otros correlacionando la prueba a evaluar la calidad del producto en cuestión.

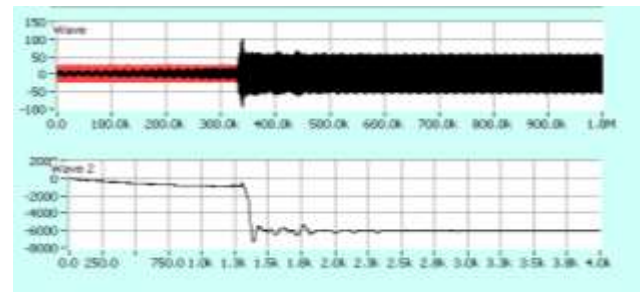
En la etapa de evaluación los diferentes productos se encuentran en recipientes similares en cuanto al tamaño y el material, por lo que la única diferencia es la composición de la sustancia debido a que uno de ellos es más viscoso que el otro.

Las condiciones de la prueba, tales como: temperatura, golpe de onda de choque, etc. deben ser similares para obtener mejores resultados en las mediciones y el análisis de las señales.

Aunque ha habido muchas pruebas en la evaluación de productos, por razones de espacio para este artículo sólo se muestran dos figuras con las respuestas típicas para cada producto analizado.

## Gráficas del producto A

Las figuras 11 y 12 muestran el comportamiento típico en el producto A.



**Figura 11** Respuesta uno del producto A

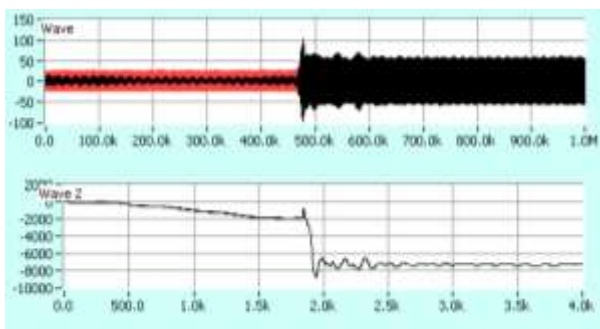
*Fuente: Elaboración propia mediante LabVIEW.*

El gráfico superior de las figuras muestra las señales de referencia y de respuesta de los sensores ultrasónicos, así como la perturbación generada por la onda de choque, por ejemplo, para evaluar las características de viscoelasticidad del producto A. En la parte inferior de las figuras se muestra la respuesta del producto evaluado, una vez completado el análisis de las señales capturadas.

Las figuras 11 y 12 muestran la respuesta de evaluación del producto A y tienen un rendimiento similar en ambos gráficos.



De acuerdo con los resultados obtenidos en la etapa experimental se puede observar que la amplitud de las señales capturadas y analizadas tienen resultados similares y consistentes por el tipo de producto analizado. Cuando se genera la onda de choque, el producto presenta una perturbación que interactúa con las señales de los transductores, mientras que la perturbación no está presente, la señal se mantiene sin desplazamiento.



**Figura 12** Respuesta dos del producto A

*Fuente: Elaboración propia mediante LabVIEW.*

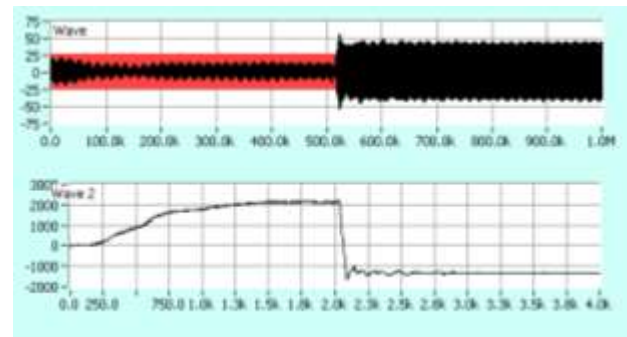
### Gráficas del producto B

La figura 13 y 14 muestran la respuesta típica en el producto B.

En las Figuras 13 y 14 los resultados obtenidos en ensayos con el producto B tienen una respuesta similar en las dos figuras que corresponden a la evaluación de la viscoelasticidad del producto B.

Sólo se presentan dos gráficos representativos de las pruebas realizadas con cada una de las cremas.

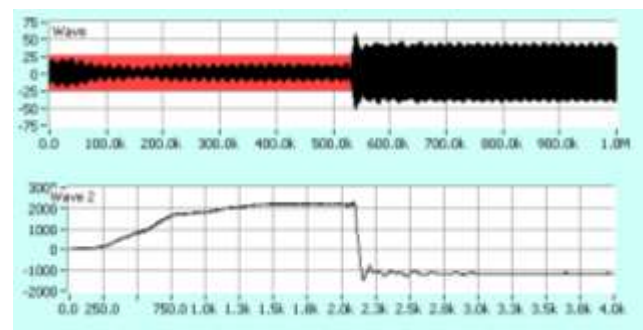
Es importante tener en cuenta las diferentes variables que afectan a la medición, tales como la temperatura ambiente y la humedad, la fuerza y la velocidad de la onda de choque también la ubicación de los sensores que deben estar en la posición central del contenedor para tener una medición que sólo corresponda a las características del producto evaluado.



**Figura 13** Respuesta uno del producto B

*Fuente: Elaboración propia mediante LabVIEW.*

Las respuestas presentadas en los gráficos tienen una variación en la amplitud y los gráficos analizados muestran una diferencia entre los productos evaluados, el análisis a través de la FFT con labVIEW también podría evaluar la diferencia cuando los productos se someten a una perturbación que se genera con la onda de choque.



**Figura 14** Respuesta dos del producto B

*Fuente: Elaboración propia mediante LabVIEW.*

Este tipo de resultados están orientados a una aplicación industrial en una línea de proceso que podría ser para el aseguramiento de calidad en una empresa donde la mayor parte de las pruebas se realizan con sólo dos categorías de productos: aceptados o rechazados.

### Conclusiones

Aunque el análisis de alimentos con ultrasonido se ha utilizado durante mucho tiempo, nuevas herramientas de software acompañadas de nuevas generaciones de tecnología, dispositivos e instrumentos permiten dar una nueva proyección al trabajo de investigación realizado hasta ahora, incorporando las ventajas de las innovaciones, los recursos de los equipos informáticos modernos y de software.

En la etapa de evaluación se realizarán pruebas con diferentes tipos de sustancias, sin embargo se reportan solo dos tipos de productos: Producto A que corresponde a crema de maíz y producto B correspondiente a crema de cebolla, en ambos productos se observó repetibilidad en las mediciones y en los diferentes productos una amplitud y amortiguación diferente debido a la diferencia en su composición química.

Una etapa siguiente del desarrollo del sistema podría ser la evaluación cuantitativa de la respuesta de las señales utilizando un análisis de la respuesta en frecuencia que puede ser aplicado a uno o varios productos.

Este tipo de análisis abarcan un rango amplio de aplicaciones dependiendo de la naturaleza del proceso y puede adecuarse a las necesidades de la industria regional y/o evaluación de la calidad de los productos mediante la inspección en línea.

### Referencias

- Aboonajmi, M., & Faridi, H. (2016). Nondestructive quality assessment of Agro-food products. In Iranian International NDT Conference. Tehran (pp. 1-9).
- Beranek, L. L., Beranek, L. L., Beranek, L. L., & Beranek, L. L. (1988). *Acoustical measurements* (p. 781). Melville, NY: Acoustical Society of America.
- Costley, R. D., Boudreaux, G., Balasubramaniam, K., & Simpson, J. A. (1999). Waveguide sensor for liquid and slurry properties. In *Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation* (pp. 1171-1176). Springer US.
- Chivers, R. C., Russell, H., & Anson, L. W. (1995). Ultrasonic studies of preserved peaches. *Ultrasonics*, 33(1), 75-77.
- Davis, J. L. (2000). *Mathematics of wave propagation*. Princeton University Press.
- Dutta, A. K., & Samal, K. (1958). Propagation of Ultrasonic Waves in Liquids. *Nature*, 181(4608), 563-563.
- Greenwood, M. S., Skorpik, J. R., Bamberger, J. A., & Harris, R. V. (1999). On-line ultrasonic density sensor for process control of liquids and slurries. *Ultrasonics*, 37(2), 159-171.
- Gunasekaran, S. (2000). *Nondestructive food evaluation: Techniques to analyze properties and quality*. CRC Press.
- Ihara, I. (2008). Ultrasonic sensing: fundamentals and its applications to nondestructive evaluation. *Sensors*, 287-305.

Kim, J. O., & Bau, H. H. (1989). Instrument for simultaneous measurement of density and viscosity. *Review of scientific instruments*, 60(6), 1111-1115.

McClements, D. J. (1995). Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends in Food Science & Technology*, 6(9), 293-299.

Metwally, K., Lefevre, E., Baron, C., Zheng, R., Pithioux, M., & Lasaygues, P. (2016). Measuring mass density and ultrasonic wave velocity: A wavelet-based method applied in ultrasonic reflection mode. *Ultrasonics*, 65, 10-17.

Suryanarayana, C. V. (1992). Propagation of ultrasonic waves in liquids: a new model. *Ultrasonics*, 30(2), 104-106.

Vogt, T. K., Lowe, J. S., & Cawley, P. (2004). Measurement of the material properties of viscous liquids using ultrasonic guided waves. *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control*, 51(6), 737-747.

Wrobel, B. M. (2012). Ultrasonic measurement and characterization of liquid-particle flow.

## Estudio para la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible

GARCÍA-ARÁMBULA, Cintia Germania<sup>†\*</sup>, IRIGOYEN-CAMPUZANO, José Rafael, UZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, Nicolás Cristóbal y LÓPEZ-ZUMARÁN, Iván Alejandro

*Universidad Tecnológica de Durango*

Recibido 2 de Abril, 2017; Aceptado 19 de Junio, 2017

### Resumen

La producción de biodiesel a partir de aceites vegetales, ha tomado gran importancia en la industria de los biocombustibles, dado que el uso de fuentes renovables en el mundo responde a intereses ambientales, tecnológicos, económicos y sociales. La presente investigación, está orientada a la producción de biodiesel a partir del uso de aceite comestible de canola al 100%. Se establecieron las condiciones de operación del proceso considerando el hidróxido de potasio (KOH) en diferentes niveles de concentración como catalizador, en combinación con alcohol etílico al 96% (v/v) para el proceso de esterificación y transesterificación; las muestras se agitaron por un período de 3 h a temperatura ambiente y a 40°C, después se dejaron reposar por 24 h y se procedió a la etapa de decantación y lavado del producto final. El rendimiento promedio de transesterificación fue de 50%, empleando KOH 3% (p/v) a 40°C, la humedad promedio fue de 0.05% y el valor promedio de pH fue igual a 7. Se recomienda utilizar el hidróxido de potasio en la producción de biodiesel a escala industrial, dado su alto porcentaje de efectividad en el proceso de transesterificación.

### Biodiesel, hidróxido de potasio, transesterificación

**Citación:** GARCÍA-ARÁMBULA, Cintia Germania, IRIGOYEN-CAMPUZANO, José Rafael, UZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, Nicolás Cristóbal y LÓPEZ-ZUMARÁN, Iván Alejandro. Estudio para la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible. *Revista de Ingeniería Tecnológica* 2017. 1-2:13-16

### Abstract

Biodiesel production from edible vegetable oils has become important for biofuel industries due to the usage of renewable energy sources, which responds to environmental, economic, social and technological concerns. This work is oriented to biodiesel synthesis from pure canola oil. Transesterification and esterification operation conditions were established considering potassium hydroxide (KOH) as catalyst at different concentration and ethanol 96% (v/v); all the samples were stirred for 3 h at two temperatures: room temperature and 40 °C. Samples were allowed to rest for 24 h and then were decanted and purified. Transesterification average yield is 50% using KOH 3% (p/v) at 40 °C, average humidity was 0.05% and a pH value was 7. It is recommended to use KOH and industrial scale because of its effectiveness in transesterification processes.

### Biodiesel, potassium hydroxide, transesterification

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: utdurango@utd.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La principal fuente de energía a nivel mundial y en México son los combustibles fósiles, sin embargo su uso y explotación han traído consigo problemáticas ambientales, sociales y económicas, tales como la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), aumento en el precio del petróleo, así como conflictos de orden político entre los países, cuyo principal origen refiere al crecimiento demográfico y a la industrialización a nivel global.

Por lo anterior, los usos de fuentes renovables como el aire, el sol, la biomasa para la producción de energía adquiere cada día más importancia. Particularmente los biocombustibles presentan una relevancia en la industria del petróleo, dado que pueden sustituir al gas butano, a la gasolina y al diésel de origen fósil. El bioetanol es un biocombustible que se producen en gran escala en países como Estados Unidos y Brasil, así mismo el biogás ha sido utilizado en Alemania y Reino Unido; Sin embargo, el Biodiesel es el biocombustible que presenta menor porcentaje de emisión de GEI, generados en el proceso de combustión, este se obtiene a partir de la reacción de esterificación y transesterificación de aceites vegetales y animales, los cuales reaccionan con alcoholes de baja densidad en presencia de un catalizador de tipo homogéneo o heterogéneo. En la presente investigación, se utilizó hidróxido de Potasio (KOH), el cual está clasificado como básico homogéneo. Este tipo de catalizador proporciona velocidades de reacción mayores a los catalizadores heterogéneos, sin embargo se debe tener control de la temperatura y la cantidad de catalizador utilizada. Los más comúnmente utilizados son el hidróxido de sodio (NaOH) y el hidróxido de potasio (KOH), pero el uso de este último presenta la ventaja de que la glicerina producida es menos tóxica.

El hidróxido de potasio, fue utilizado en tres diferentes concentraciones, 1, 3 y 5 % (p/v), diluidas en alcohol etílico al 96%. Estas soluciones fueron mezcladas por un tiempo de tres horas a temperatura ambiente y a 40°C, posteriormente se dejaron reposar por un periodo de 24 horas, luego se realizó la separación de los productos finales y se procedió a la etapa de lavado y secado, finalmente se determinaron el porcentaje de transesterificación y el rendimiento en todas las muestras analizadas.

Dentro del proceso de caracterización de biodiesel se midió el porcentaje de humedad, el pH, y se analizó el contenido de metales pesados mediante MP-AES, cuyo método proporciona la digestión ácida de la muestra en un dispositivo de recipiente cerrado, usando control de temperatura de calentamiento por microondas.

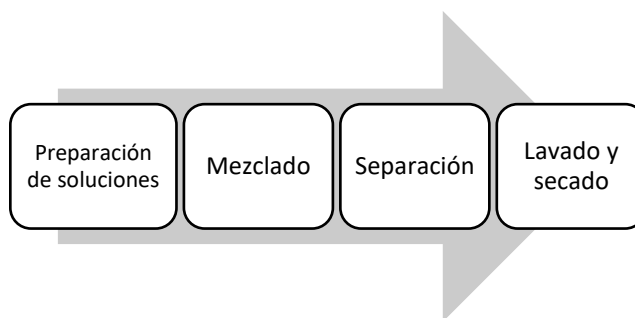
## Objetivo

Estudiar la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible

## Desarrollo

### a) Producción de Biodiesel

Se seleccionó aceite de canola como materia principal para la producción del biodiesel y se continuó con el siguiente proceso:



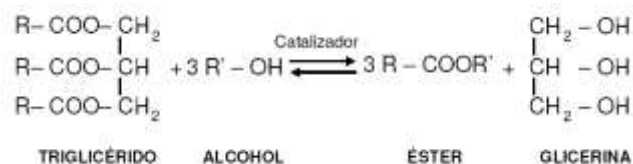
**Figura 1** Proceso de producción de biodiesel

Se realizaron los siguientes cálculos estequiométricos:

Peso molecular del etanol	46 kg/kmol
Gramos de etanol	2.38 g
Densidad	0.833 Kg/L
Moles de aceite	965 kg/kmol

**Tabla 1** Cálculos molares

Se procedió a realizar las diluciones de etoxido, considerando 20 g de aceite comestible virgen en tres niveles de concentración de KOH (1, 3, 5) % p/v, con tres repeticiones, para generar la reacción de transesterificación, como a continuación se muestra:



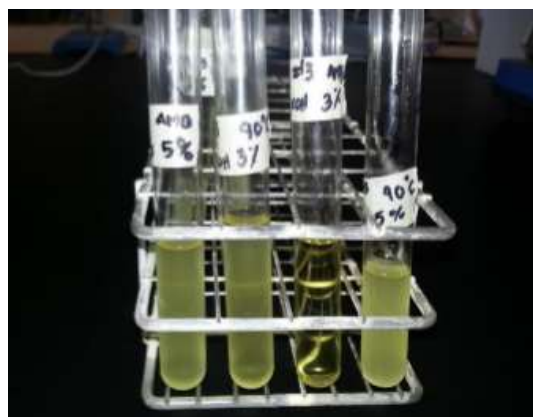
**Figura 2** Reacción general de transesterificación

A continuación se mezcló por un tiempo de tres horas y se dejó reposar por un periodo de 24 h, se procedió a la separación de los productos de la reacción, obteniéndose biodiesel y glicerina, como se muestra en la figura 3.



**Figura 3** Proceso de mezclado del biodiesel

Una vez separado el biodiesel, este fue sometido a un proceso de secado para retirar el excedente de agua, utilizando una parilla de agitación por una hora, a una temperatura de 50°C, como se observa en la siguiente figura:



**Figura 4** Separación y secado del biodiesel

### b) Caracterización de Biodiesel

Se determinó el porcentaje de humedad, el rendimiento de biodiesel a partir de la medición del volumen total de la mezcla de la reacción respecto al volumen obtenido de la fase menos densa (Biodiesel). Así mismo, se midió el pH de producto final, con ayuda de un potenciómetro.

Dentro de los parámetros importantes que se consideraron fue la presencia de metales pesados, para la cual fue necesaria una digestión ácida de las muestras para analizarlas por la técnica MP-AES.

## Resultados

### a) Porcentaje de transesterificación

Temperatura	1% p/v	3% p/v	5% p/v
Ambiente	33.51	40.66	40.66
40°C	33.51	37.08	<b>44.68</b>

**Tabla 2** Cálculo de porcentaje de transesterificación del aceite vegetal

De acuerdo a la tabla 2, el mayor porcentaje de transesterificación se obtiene a una concentración del 5% de KOH, con una temperatura en el proceso de 40°C sin embargo, el aplicar calor para acelerar el proceso de catálisis, representa un costo de producción mayor.

#### b) Porcentaje del rendimiento

Temperatura	Concentración p/v		
	1%	3%	5%
T° Ambiente	37.5	45.5	45.5
40°C	37.7	50	41.5

**Tabla 3** Cálculo del porcentaje de rendimiento

En la tabla anterior, se muestra que el mayor rendimiento se obtuvo en concentraciones de 3% p/v, en temperatura ambiente y a 40°C, por lo que hace referencia, que esta concentración es la adecuada para una producción a mayor escala. Se observa que a temperatura de 40° C, se obtiene el mayor rendimiento, dado que el aceite es mas degradado con el calor, el cual permite una formación de dienos y trienos conjugados con el ácido linoléico es oxidado.

#### c) Medición de parámetros físicos

T° Ambiente			
Concentración	1%	3%	5%
pH	7	7	6
Humedad	0.07	0.08	0.12
Temperatura de 40°C			
Concentración	1%	3%	5%
pH	7	7	7
Humedad	0.06	0.08	0.09

**Tabla 4** Medición de parámetros físicos

De acuerdo a la tabla anterior, el potencial de hidrógeno de la mayoría de las muestras se encuentra en un rango de neutralidad, lo que indica que la relación estequiométrica considerada, es la adecuada para propiciar que reacción de transesterificación se realice adecuadamente. Además de que se cumple con el establecido con parámetro de calidad del biodiesel para su uso en motores de combustión sin que se ocasione daño al sistema. Finalmente el análisis MP-AES, utilizado para la identificación de metales pesados, indico que dada la naturaleza del aceite 100% puro de canola, no se encontraron cantidades de metales pesados significativas.

#### Agradecimientos

Se agradece el apoyo para la realización de este proyecto a el Ingeniero Eduardo Salas Castillo Jefe del Departamento de Energías Renovables de la Universidad Tecnológica de Durango, así mismo, a la Dr. Karla Ortega Valdez por su colaboración en el desarrollo técnico del mismo, y al Ingeniero Arturo Frago Corral Rector de la Universidad Tecnológica de Durango.

#### Conclusiones

De acuerdo a la presente investigación el proceso de transesterificación, mediante catálisis básica representa un método efectivo para la producción de biodiesel, a partir del uso de KOH, a una concentración del 3% p/v y etanol al 96%, a una temperatura ambiente.

El porcentaje de transesterificación y el rendimiento no varía significativamente en una concentración mayor a la ya mencionada, sin embargo considerando costos, producir a temperatura ambiente es recomendable en procesos de producción a mayor escala.

El uso de aceite 100% puro, permite que la reacción de transesterificación se presente con mayor eficiencia en comparación con aceites reciclados, dado que su grado de insaturación es menor.

Se recomienda realizar una caracterización más específica, con técnicas más sofisticadas como cromatografía y espectrofotometría.

### Referencias

- Atadashi, I.M., Aroua, M.K., Abdul Aziz, A. 2010. High quality biodiesel and its diesel engine application: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 1999-2008.
- Bhatti, H. N., Hanif, M. A., Qasim, M., Rehman, A-U. 2008. Biodiesel production from waste tallow. *Fuel*. 87: 2961-2966.
- Dorado, M del P. 2001. Desarrollo y ensayo de nuevos biocombustibles para motores diesel procedentes de diversas semillas oleaginosas y de grasas vegetales usadas. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería rural. Universidad de Córdoba. Andalucía España. 275p.
- Enweremadu, C.C. y Mbarawa, M.M. 2009. Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13: 2205-2224.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 2002. Grasas y Aceites Animales y Vegetales. Método de la Determinación de la densidad (masa por volumen convencional). NTC 336. Bogotá D.C. 11p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 2002. Grasas y Aceites Animales y Vegetales. Determinación del contenido de impurezas insolubles NTC 240. Bogotá D.C. 7p.
- Janaun, J., Ellis, N. 2010. Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 1312-1320.
- Ma F. Hanna H.A. 1999. Biodiesel production: a review. *Bioresour Technol*. 79, 1-15.
- Monteiro, M. R., Ambrozini, A. R., P. Lião, L. M., Ferreira, A. G. 2008. Critical review on analytical methods for biodiesel characterization. *Talanta*. 77: 593-605.
- Rashid, U., Anwar, F., Knothe, G. 2009. Evaluation of biodiesel obtained from cottonseed oil. *Fuel Processing Technology*. 90: 1157-1163.
- Universidad Mayor de San Andrés. 2007. Proyecto: "Adecuación Tecnológica de la Obtención de biodiesel". La Paz-Bolivia. Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPROQ). 145 p.
- Zuleta, E.C., Bonet, J.D., Díaz, L.C., Bastidas, M.J. 2008. Optimización del proceso de obtención de biodiesel a partir de aceite de palma y etanol, mediante el método de superficie de respuesta. Universidad Popular del Cesar, Valledupar. Centro de Investigación y Desarrollo tecnológico del Cesar. 6(1): 76-80.



## Desarrollo de aplicación LBS para estaciones de servicio en Córdoba, Ver

ZAMORA-HERNÁNDEZ, Abigail†\*, HOUBRON-PASCAL, Eric, BAUTISTA-HERNÁNDEZ, Adrián y GONZÁLES-LÓPEZ, Gloria Inés

*Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Campus Córdoba-Orizaba, Veracruz-México*

Recibido 12 de Abril, 2017; Aceptado 9 de Junio, 2017

### Resumen

Un grupo de investigadores de la Universidad Veracruzana en el campus Córdoba-Orizaba, ha efectuado estudios de análisis de riesgo en estaciones de servicio (gasolineras) de la ciudad de Córdoba, Ver. Esto ha evidenciado la carencia de información acerca de la localización de las estaciones y sus características, no solo en esta ciudad sino a nivel nacional. Los datos recopilados mediante un levantamiento físico se han integrado a una base de datos en una aplicación web, que empleando además tecnología de Sistemas Basados en Localización, muestran en un mapa real las Estaciones de Servicio (ES) de la ciudad, con una breve descripción de cada una, así como establecimientos de interés cercanos. Esta aplicación de software facilita el acceso inmediato y permanente a la información desde cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet. Esta herramienta será de gran utilidad para futuros estudios de contaminación tanto de suelos y agua por derrame de hidrocarburos, así como de emisiones a la atmósfera.

### SBL, software, estaciones de servicio

**Citación:** ZAMORA-HERNÁNDEZ, Abigail, HOUBRON-PASCAL, Eric, BAUTISTA-HERNÁNDEZ, Adrián y GONZÁLES-LÓPEZ, Gloria Inés. Desarrollo de aplicación LBS para estaciones de servicio en Córdoba, Ver. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-2:17-26

### Abstract

A group of researchers at the Universidad Veracruzana in the Córdoba-Orizaba campus has carried out risk analysis studies for service stations in Córdoba, Ver. city, which has evidenced the lack of information about the location of the stations and their characteristics, not only for this city but also for the whole country. The data collected through a physical survey integrate as a database in a web application, which applies Location Based Systems technology to show in a real map the Service Stations (SS) of the city, with a brief description of each one and nearby interesting places. This tool will be very useful for future studies of contamination of soils and water by hydrocarbon spills, as well as emissions to the atmosphere.

### LBS, Software, service stations

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: azamorah@yahoo.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los servicios basados en localización (Location Based Services, LBS), engloban un conjunto de aplicaciones que incorporan a la información de posición otros datos relativos al entorno, con el fin de proporcionar un servicio de valor añadido al usuario. Estos servicios nacen de la convergencia de Internet, las comunicaciones inalámbricas y las tecnologías de posicionamiento, y están muy ligados a conceptos emergentes como la inteligencia ambiental o el espacio inteligente. Durante los últimos años, diversas circunstancias han impulsado el desarrollo de los sistemas de localización (Casar, 2005).

La ciudad de Córdoba se localiza en el centro del Estado Veracruz, y como cualquier ciudad conurbada tiene problemas con el tráfico que se complica en horarios específicos. Por sus avenidas circulan vehículos para transporte de personal, de escolares, de servicio urbano, suburbano y pesado: éstos últimos, llevan mercancías desde el norte del país hacia Sudamérica, desde el puerto de Veracruz hacia las zonas industriales y metropolitanas del centro del país, así como a las zonas industriales de los alrededores.

Estos vehículos cargan combustible en estaciones cercanas a la carretera, pero cuando no disponen del tipo que requieren, lo buscan dentro de la ciudad. Al desconocer qué ES se encuentran en funciones, el tipo de combustible que expenden, así como los servicios que ofrecen, no pueden determinar las vialidades o accesos que les permitan planificar de manera óptima el acceso a dichos lugares.

De acuerdo al Estudio de Medición de la Calidad del Aire efectuado en 2013, se determinó que los vehículos automotores son las principales fuentes de contaminación en Córdoba, por encima de la actividad industrial.

El documento contempla promover la participación de los diversos actores de los municipios, conocer el grado de vulnerabilidad local producto del cambio climático, encontrar soluciones innovadoras y efectivas a los problemas de gestión ambiental para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero y otros contaminantes, proponiendo que se implemente de manera inmediata efectuar cambios de ruta del transporte urbano (ICLEI, 2016).

La falta de información acerca de las estaciones de servicio contribuye a que los vehículos automotores prolonguen sus recorridos, lo que conlleva a que se incremente su desgaste, así como la emisión de contaminantes durante el trayecto y como consecuencia se empeore el tránsito de la ciudad, generando retrasos en puntos de vital importancia para otros usuarios y que además puede propiciar accidentes (SEMARNAT, 2015).

La Universidad Veracruzana ha participado en diversos proyectos en colaboración con el gobierno local de la ciudad de Córdoba, a través del grupo de investigación en el Laboratorio de Gestión y Control de la Contaminación Ambiental (LABGECA). Uno de sus proyectos recientes está relacionado con el análisis de riesgo por incendio en las gasolineras de esta ciudad (Sánchez, 2017), para contribuir al programa de protección civil local. Es partir de esta investigación que se nota la carencia de información sobre los lugares que expenden combustible, sus características específicas así como establecimientos cercanos.

Por lo anterior, se ha desarrollado una aplicación web que muestra en un mapa la localización de las ES en la ciudad de Córdoba (Bautista, 2017) que fungirá como herramienta para el LABGECA para futuros estudios relacionados con la contaminación del aire y agua por combustibles en la misma ciudad, pero que también puede ser de utilidad a la población en general.

## Metodología

### Análisis preliminar

Se revisan los resultados de la investigación sobre el análisis de riesgo en Estaciones de Servicio (ES) en la ciudad de Córdoba, Ver. (Sánchez, 2017). Al recopilar algunos datos sobre la localización de las estaciones y sus características, se hace evidente la falta de información, tanto formal como casual, de las características de las ES no sólo en Córdoba sino en todo México.

Con datos de (Sánchez, 2017) se analiza la información de 30 ES en la zona de estudio, especificando para cada una: sus coordenadas geográficas, el número de islas que dispone, los tipos de combustible que expende, así como los servicios adicionales que pueden obtenerse en los alrededores, como son: sanitarios, tiendas de conveniencia, refaccionarias, hospitales, entre otros.

### Marco de referencia.

Se hizo una búsqueda exhaustiva de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Flores y Marceleño, 2013) y Sistemas Basados en Localización (SBL) (Ecured, 2017), con funciones similares a las que se requieren; se observa que al menos en México no hay herramienta alguna que permita visualizar la ubicación de todas las ES para una ciudad.

Existen algunas páginas web de compañías distribuidoras de combustible o gasolineras, que solo hacen referencia las ES que pertenecen a su cadena de clientes (Bautista, 2017).

A continuación se describen algunas aplicaciones que son de utilidad por presentar características y funciones similares.

### Grupo ORSAN

El Grupo ORSAN es un grupo de gasolineras que nace en San Nicolás de los Garza, N. L., en 1968 para la venta y distribución de combustibles en México (ORSAN, 2017). Tiene tres divisiones de acuerdo al tipo de negocio, pero solo dos hacen referencia a las ES:

- Gasolineras ORSAN
- ECNORSA (energéticos centrifugados del norte S.A. de C.V).

En el estado de Veracruz el Grupo ORSAN posee 10 gasolineras (Figura 1), todas ubicadas en el sur; ECNORSA no distribuye combustible en Veracruz (Ecnorsa, 2017).



**Figura 1** Gasolineras en el Estado de Veracruz del grupo ORSAN (ORSAN, 2017)

Los marcadores de posición de cada ES indican algunos datos adicionales, como dirección y el folio asignado por PEMEX para la distribución de combustible.

## GasBuddy

Es una aplicación de software gratuita desarrollada para usuarios, que muestra las estaciones de gasolina más cercanas (Figura 2), comentarios de los clientes y los precios de la gasolina. Con 60 millones de descargas en todo el mundo, se considera la "aplicación comunitaria de gasolina más grande del mundo" (AARP, 2017).

Dicha aplicación está constituida por un conjunto de aplicaciones móviles, y un sitio web que recopilan y publican información generada por los usuarios acerca de los precios del combustible (Figura 2). Es una compañía tecnológica fundada en el año 2000 por Dustin Coupal y Jason Toews en Minneapolis, Minesota, EE. UU. Su objetivo principal fue crear un sitio web que ayudara a la gente a encontrar los precios más baratos de la gasolina cerca de los usuarios (INC, 2011).



**Figura 2** Mapa de precios del combustible, zona continental de los EE UU (GasBuddy, 2017)

Actualmente, la compañía lleva por nombre GasBuddy/OpenStore LLC, ofreciendo, además, soluciones de marketing enfocado a la creación de sitios web y aplicaciones móviles.

Su sitio web y la aplicación galardonada tienen los precios de combustible más precisos en tiempo real, acerca de más de 140,000 estaciones en Estados Unidos, Canadá y Australia (OpenStore, 2016).

## FUELMAP

FuelMap es una aplicación móvil creada por WikiCamps PTY LTD, que integra una base de datos de estaciones de gasolina y precios de combustible de toda Australia. Toda la información de la estación se agrega y edita por los mismos usuarios; también pueden agregar los precios actuales del combustible, que luego se comparten con otros usuarios de FuelMap. La información almacenada es proporcionada por los usuarios de la aplicación. La ubicación de las gasolineras se muestra en un mapa en la aplicación, teniendo una etiqueta del precio de la gasolina (Figura 3) (FuelMap, 2017a).



**Figura 3** Encuentre la gasolinera más cercana. Listado con panel lateral (FuelMap, 2017b)

Esta aplicación de software se distribuye de manera gratuita para varias plataformas como: IOS, Android y Windows. Se basa en el trabajo colaborativo de miles de usuarios que contribuyen con sus aportaciones a enriquecer el contenido que se ofrece (FuelMap, 2017a).

## Otros

Para la ciudad de Córdoba existen algunas páginas web que despliegan anuncios publicitarios de algunas gasolineras como: SuperGas de Córdoba (SuperGas, 2017) (Figura 4), Ferchegas (Ferchegas, 2017) y Rendigas (Rendigas, 2017), sin embargo no son interactivas y solo muestran datos generales como su logo y dirección física en forma de texto.



**Figura 4** Pagina web de SuperGas (SuperGas, 2017)

La herramienta “Traza tu ruta”, de la Guía de Pemex (Figura 5), permite conocer las ES que se encuentran a lo largo de una ruta “origen-destino” en un mapa nacional de carreteras, con auxilio de la herramienta acercar/alejar (GuiaPemex, 2017).



**Figura 5** Traza tu ruta, opción gasolineras (GuiaPemex, 2017)

Por último, Hidrosina (Hidrosina, 2017) permite buscar en su pagina web las gasolineras que pertenecen a su cadena de distribución (Figura 6).



**Figura 6** Estaciones de Hidrosina en el Estado de Veracruz (Hidrosina, 2017)

Considerando las herramientas tecnológicas aquí descritas, se puede observar lo siguiente: no hay una herramienta específica para la ciudad de Córdoba ni para el estado de Veracruz, que muestre la localización de las ES y los servicios que ofrecen. Las más completas solo existen en otros países, lo que reafirma la necesidad de desarrollar una herramienta propia.

## Tecnología para el desarrollo de la aplicación de software

Como metodología para el desarrollo de software se eligió la Programación Extrema (XP por sus siglas en ingles), una metodología ágil que promueve el trabajo en equipo, la comunicación fluida entre todos los participantes, la simplicidad en las soluciones implementadas; se basa en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo. Se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico (Letelier y Penadés, 2006).

Para el desarrollo de la base de datos (BD) se adoptó el modelo relacional, la cual se accesa mediante instrucciones en lenguaje SQL (Structured Query Language). Esta base de datos (BD) está incrustada en páginas dinámicas de lenguaje de marcas de hipertexto (HTML, Hypertext Markup Language) para su consulta vía web.

Para la administración de la BD de manera local y remota, se emplea PhPMyAdmin (PHPMYAdmin, 2017) y el lenguaje Php (Hypertext Preprocessor) (Palomo, 2015), que facilita la independencia entre el diseño y el contenido dinámico de la web.

Para la interfaz gráfica en la web, se emplean las hojas de estilo (CSS, Cascading Style Sheets), lenguaje que permite describir el estilo que presentan los documentos HTML, separando el contenido de la presentación y que permite controlar el estilo, así como el formato de múltiples páginas web al mismo tiempo (W3C, 2017).

Para mostrar en el mapa, los datos de cada ES registrados en la BD, se recurre a varias herramientas: JavaScript como lenguaje de interacción con la API (Application Programming Interface), de Google Maps, mediante pequeños fragmentos de código (scripts), que se incrustan en los archivos HTML así como JQuery, para manipular el árbol DOM (Document Object Model), manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción (Van Lancker, 2014).



Figura 7 Diagrama general de componentes de la aplicación de software

De esta manera se ha diseñado una aplicación de software (Figura 7) que puede acceder a la información almacenada en una base de datos relacional en un servidor remoto, mediante consultas dinámicas desde una página web.

### Desarrollo de la aplicación de software

#### Requerimientos del usuario.

La herramienta permite representar 30 ES en la Ciudad de Córdoba, Ver., de las que se han registrado los siguientes datos: coordenadas geográficas, número de islas de despacho, tipo de combustible que se ofrece, así como los servicios adicionales que ofrecen (Sánchez, 2017).

Además, es posible localizar alguna ES de acuerdo a un criterio de búsqueda definida por el usuario requiera. Los resultados son representados en un mapa de la ciudad donde además es posible observar otros sitios de interés, como: supermercados, parques, restaurantes, hospitales, entre otros.

#### Diseño

La BD relacional está integrada por diferentes tablas identificadas a partir del análisis de requerimientos del usuario (Figura 8).



Figura 8 Modelo Entidad-Relación de la BD de la aplicación

La tabla “Estacion” define las características de cada ES y hace uso de algunos catalogos (Proveedor y Ciudad); se hace notar que los registros de la tabla Ciudad se relacionan con la tabla Estado, esto facilita la definición de municipios homónimos en diferentes lugares de la República.



Las tablas “Estacion-Cercanías”, “Estacion-Combustible” y “Estacion-Servicios” son tablas enlace que hacen posible el tipo de relación M:N entre las ES y los catalogos correspondientes: cercanías, combustible y servicios.

El usuario accede a la página web SiGas (<http://sigas.iiuv.org/>) elaborada con Html y Css que muestra: del lado derecho un mapa de la ciudad de Córdoba y del lado izquierdo un panel de búsqueda. El mapa se genera con la API de Google y en él se representan a las ES con globos de geolocalización, generados mediante una transacción procesada con Php y SQL al servidor que aloja a la BD. Las características de cada ES se despliegan con Javascript directo en la API. El panel de búsqueda está elaborado en Html-Css y la interacción se efectúa mediante JavaScript, para que el servidor pueda generar los nuevos resultados en el mapa.

Esta aplicación muestra su funcionamiento con datos de la ciudad de Córdoba, pero posee una plataforma flexible que permite ser utilizada para cualquier ciudad que desee utilizarla. El acceso a los datos internos de BD en la aplicación está restringido sólo a usuarios autorizados para efectuar modificaciones. Con este propósito, se deberán autenticar previamente con un nombre de usuario y su clave correspondiente.

## Resultados

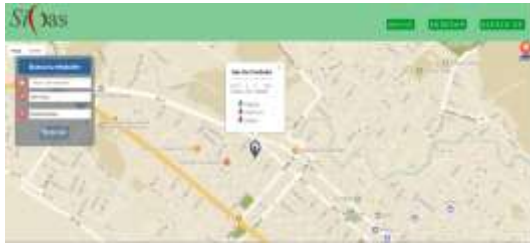
Este proyecto inicia en marzo de 2017 como una colaboración entre el LABGECA y la Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad Veracruzana, logrando obtener una tesis de licenciatura que concluyó en julio del mismo año.

El sistema web se ha denominado “Sistema de información sobre gasolineras” o SiGas (<http://sigas.iiuv.org/>) ofrece en la página inicial (Figura 9) un panel del lado izquierdo con las diferentes opciones de búsqueda que pueden realizarse con la BD; al centro se despliega la simbología que se emplea para distinguir el tipo de combustible que cada estación expende, al cerrarlo se puede apreciar en el mapa un marcador para cada ES, con su correspondiente símbolo identificador.



**Figura 9** Página inicial de SIGAS (<http://sigas.iiuv.org/>)

Para poder localizar alguna ES se puede realizar una búsqueda por tres posibles criterios: número de estación, los servicios que dispone y sitios de interés en las cercanías. El primer criterio requiere que el usuario proporcione el número de estación, que corresponde al identificador oficial con el que Pemex registra a la ES. El segundo criterio permite buscar aquellas ES que ofrecen los servicios básicos (agua y aire), refaccionaria y cajero automático. Por último, el criterio de cercanías permite definir el tipo de asistencia que necesita, entre las que se pueden encontrar: tienda de autoservicio, hospital, hotel, supermercado, restaurantes (Figura 10) o fábricas.



**Figura 10** Búsqueda de ES que en sus cercanías tengan restaurantes

Se ha elegido la vista Street View de la API de Google Maps para facilitar la visualización con íconos, de los diferentes sitios de interés cercanos, mediante la simbología propia de esta plataforma.

Esta herramienta será de gran utilidad para el grupo de trabajo de LABGECA, que tiene contemplado en próximos trabajos efectuar estudios de análisis de riesgo de contaminación de aire y de agua causado por ES para la zona urbana de Córdoba.

### Agradecimientos

A las autoridades de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana de la región Veracruz, y al LABGECA por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

### Conclusiones

El SiGas es una aplicación de software que ofrece una herramienta dinámica para la localización de ES en la Ciudad de Córdoba, Ver., que integra en una base de datos 30 ES que obtenidas mediante un levantamiento físico (Sánchez, 2017). Mediante herramientas de servicio basadas en localización, se ha constituido una aplicación de software, que permite a los usuarios consultar por internet la ubicación de las ES en un mapa de la ciudad, lo cual permite identificar otros sitios de interés.

Este desarrollo tiene contemplado en un futuro, hacer una versión para dispositivos móviles, con la finalidad de explotar su capacidad de procesamiento. Así mismo, se espera lograr mediante difusión, que cada ES tenga su propia cuenta de acceso para hacer los cambios de precio cuando lo requieran y lograr participación colaborativa.

### Referencias

AARP. (2017). No salgas de casa sin estas aplicaciones, ¿Planeas un viaje por la carretera? Con estas apps tienes información a la mano. AARP The Magazine: Turismo, Consejos para viajar. Recuperado de: <http://www.aarp.org/espanol/turismo/consejos-para-viajar/info-2017/apps-aplicaciones-viajar-carretera.html>.

Bautista, A. (2017). Sistema de Información Geográfica para la localización de estaciones de servicio en la ciudad de Córdoba, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ing. Informática, Universidad Veracruzana. Región Veracruz.

Casar C., José R. (2005). Tecnologías y servicios para la sociedad de la información. Consejo Social de la Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: [http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Organos%20de%20Gobierno/Consejo%20Social/Actividades/tecnologias\\_servicios\\_para\\_sociedad\\_informacion.pdf](http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Organos%20de%20Gobierno/Consejo%20Social/Actividades/tecnologias_servicios_para_sociedad_informacion.pdf)

Ecnorsa. (2017). ECNORSA Nosotros. Energéticos Centrifugados del Norte S. A. de C. V. Recuperado de: <http://www.ecnorsa.com.mx/about>

EcuRed. (2017a). Sistemas de Información Geográfica. EcuRed: Conocimiento con todos y para todos. EcuRed: Enciclopedia colaborativa en la red cubana. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/SIG>



Flores, F. y Marceléño, S. (2013). Sistemas de Información Geográfica. Maestría en Desarrollo Económico Local de la Universidad Autónoma de Nayarit. Recuperado de: [http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/posgrados/MDEL/progr\\_estudio/Optativas/sistem\\_informa\\_geogra.pdf](http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/posgrados/MDEL/progr_estudio/Optativas/sistem_informa_geogra.pdf)

Ferchegas. (2017). Gasolineras Córdoba-Orizaba. Ferchegas. Recuperado de: <http://ferchegas.com/gasolineras/gasolineras-cordoba/>

FuelMap. (2017a). What is Fuel Map. Fuel Map. Recuperado de: <http://fuelmap.com.au/>

FuelMap. (2017b). Screenshots. Fuel Map. Recuperado de: <http://fuelmap.com.au/images/thumbnails/screenshot2.jpg>

GasBuddy. (2017). USA National Gas Price Heat Map. GasBuddy. Recuperado de: <https://www.gasbuddy.com/GasPriceMap?z=4>

GuiaPemex. (2017). Traza tu ruta. Guía Pemex. Recuperado de: <http://guiapemex.pemex.com/SitePages/home.aspx#!>

Hidrosina. (2017). Estaciones en el Estado de Veracruz. Grupo Hidrosina. Recuperado de: <http://web.hidrosina.com.mx/>

ICLEI. (2016). Programa de Acción Climática Municipal de Córdoba, Ver. 1a Edición 2016. Recuperado de: [http://pacmun.cordoba.gob.mx/assets/material/01\\_PACMUN\\_Cordoba\\_Veracruz\\_Abril-2017.pdf](http://pacmun.cordoba.gob.mx/assets/material/01_PACMUN_Cordoba_Veracruz_Abril-2017.pdf)

INC. (2011). Creating Apps to Fuel Growth: How mobile apps spurred the growth of GasBuddy.com into a successful web business. INC Magazine. Recuperado de: <https://www.inc.com/articles/201105/small-business-success-stories-gasbuddy.html>

Jiménez, L. A. (2007). Gasto público y desarrollo humano en los municipios de Veracruz, 1995-2004, los casos de Córdoba y Orizaba. Tesis de Maestría. Instituto De Investigaciones Dr. José Ma. Luis Mora. Ciudad de México, México.

Letelier, P., y Penadés, M. (2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). Revista de Ciencia y Técnica Administrativa. Recuperado de: <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>

OpenStore. (2016). Gasbuddy Open Store. LinkedIn. Recuperado de: [https://www.linkedin.com/company/gb-internet-solutions?trk=extra\\_biz\\_viewers\\_viewed](https://www.linkedin.com/company/gb-internet-solutions?trk=extra_biz_viewers_viewed)

ORSAN. (2017). Nosotros. Corporativo ORSAN. Recuperado de <https://www.orsan.com.mx/corporativo>

Palomo, M. (2015). Programación en PHP a través de ejemplos Universidad de Cádiz, Departamento de lenguajes y sistemas informáticos. Recuperado de: [http://servicio.uca.es/softwarelibre/publicaciones/apuntes\\_php](http://servicio.uca.es/softwarelibre/publicaciones/apuntes_php)

PHPMYAdmin. (2017). Bringing MySQL to the web. Recuperado de: <https://www.phpmyadmin.net/>

Rendigas. (2017). Página web de Gasolinera RendiGas. Recuperado de: <http://www.gasolinerarendigas.com/>

Sánchez L., Monserrath. (2017). Análisis comparativo del Riesgo que representan Estaciones de Servicio ubicadas en dos zonas de la Ciudad de Córdoba, Ver. Trabajo Teórico Práctico de Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana.

SEMARNAT. (2015). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional del proyecto “periférico Córdoba-Orizaba”, en el Estado de Veracruz. Secretaria del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT) - Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA). Recuperado de: <http://apps1.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/ver/estudios/2015/30VE2015V0006.pdf>

Van Lancker, L. (2014). JQuery: El framework Javascript de la web 2.0. España: Ediciones ENI.  
W3C. (2017). Guía breve de CSS. World Wide Web Consortium (W3C). Recuperado de: <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/HojasEstilo>

SuperGas. (2017). Gasolinera Super Gas de Córdoba. Super Gas. Recuperado de: <http://supergas.sitiosprodigy.mx/>

## Medición y visualización de temperatura y presión en Isoteniscopio mediante Arduino

SALAZAR-VALLE, E.†\*, MORALES-IBARRA, V., MIRANDA-AGUILAR, F. y MIRANDA-HERRERA, M.

*Universidad Tecnológica de Torreón  
Instituto Tecnológico de la Laguna*

Recibido 21 de Abril, 2017; Aceptado 7 de Junio, 2017

### Resumen

Hoy en día existen diferentes programas de código abierto, los cuales permiten de una forma asequible realizar u optimizar pequeños procesos industriales y de investigación. En el presente trabajo se pretende tomar lecturas de presión y temperatura en un isoteniscopio, lo cual permite al alumno realizar gráficas y comprobación de comportamiento de estas variables físico-químicas, un isoteniscopio de forma tradicional se acompaña de una bomba generadora de vacío, un medidor de presión de tubo en U, una resistencia eléctrica para generar calor en la muestra a estudiar y es manipulable por el laboratorista. En el desarrollo de este trabajo se pretende sustituir el medidor de presión de tubo en U por un sensor de presión diferencial MPX5100DP y agregar un sensor de temperatura LM35, ambos sensores presentan sus lecturas de forma analógica, estas señales son adquiridas y manipuladas por una tarjeta arduino uno, para posteriormente ser mostradas en un display, estos cambios en el isoteniscopio permiten disminución de errores en la lectura, poca manipulación de los instrumentos y lecturas rápidas. Con los cambios a realizar en este equipo se pretende renovar isoteniscopios utilizados de forma manual en laboratorios

### Isoteniscopio, sensor, display

**Citación:** SALAZAR-VALLE, E., MORALES-IBARRA, V., MIRANDA-AGUILAR, F. y MIRANDA-HERRERA, M. Medición y visualización de temperatura y presión en Isoteniscopio mediante Arduino. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-2:27-32

### Abstract

Nowadays there exists different software of open source, which allows an affordable to performance or optimization small of process industrials and of investigation. In the present task we intend acquire readings of the pressure and temperature in an isoteniscope, this allows the student to plat graphs and check behavior of these physicochemical variables, An traditional isoteniscope is accompanied by vacuum generator and a pressure gauge in a U-tube, an electrical resistance that generates heat in the sample to be analyzed this in order to be for the laboratory worker. In the development of this task it intended to replace the U-tube pressure gauge by a differential pressure sensor MPX5100DP and Add a temperature sensor LM35, both sensors present their readings in an analog form, these signals are acquired and manipulated by an arduino card one, which later will be shown in a display, These changes in the isoteniscope allow reduction of errors in the reading, less manipulation of the instruments, faster readings etc. With the changes to be made in this instruments it is intended to renew isoteniscopes that are now used manually in educational and research laboratories.

### Isoteniscope, sensor, display

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: esalazar@utt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En el laboratorio de Físico-química del Instituto Tecnológico de la Laguna, se sugiere en los programas de estudio realizar prácticas de laboratorio sobre el calor latente de vaporización para diferentes sustancias (por lo general solventes), las mediciones se realizaban de forma manual y análoga. En la actualidad estas prácticas no se realizan debido al mal estado de los equipos de medición utilizados en el isoteniscope. Durante el desarrollo de este trabajo se presenta una tecnología, la cual permite realizar mediciones de temperatura y presión de forma digitalizada.

Para realizar esta mejora se usará un medidor de presión diferencial MPX5100DP el cual mide la presión de vapor que genera la muestra a estudiar, la presión se mostrará en el indicador digital. En el proceso que maneja el isoteniscope la muestra es sometida a temperaturas de alrededor de los 100 °C que es en donde la muestra a estudiar se evapora, es importante el monitoreo de la temperatura a la cual se somete, se utiliza una resistencia eléctrica para llevar la muestra a las temperaturas deseadas, se utilizará un sensor de temperatura LM35, este presenta sus mediciones en el indicador digital.

Ambos datos de presión y temperatura serán obtenidos por medio de una tarjeta arduino uno y mostrados en un indicador digital, la presión en kilo pascales (kPa) y la temperatura en grados centígrados (°C). En el desarrollo del presente artículo se muestran algunos conceptos básicos como lo son, usos y funcionamiento del isoteniscope, tipos de presiones, la presión de vapor, calor latente, tarjeta y sensores utilizados para el monitoreo de variables Físico-químicas (temperatura y presión), observaciones del trabajo realizado, resultados y conclusiones.

## Usos y funcionamiento del Isoteniscope

El isoteniscope es uno de los equipos utilizados durante las prácticas de laboratorio, este consta de un bulbo de vidrio de aproximadamente 0.02 m. de diámetro, conectado a un tubo en U (figura 1). El funcionamiento de este dispositivo se basa en que la presión de vapor en el bulbo debe equilibrarse con una presión externa para que el líquido alcance el mismo nivel en las dos ramas del tubo en U. La presión registrada en estas condiciones es igual a la presión atmosférica menos la presión de vapor. Para hacer una determinación del calor latente, se llenan las  $\frac{3}{4}$  partes del bulbo y  $\frac{3}{4}$  partes del tubo en U con la solución a analizar, la presión se reduce para que el líquido del bulbo hierva desplazando el aire del isoteniscope, se toman lecturas de presión con un manómetro y la temperatura con un termómetro de mercurio, para restablecer el sistema se permite la entrada de aire hasta equilibrarlo, se repite la operación para obtener diferentes lecturas y llegar a los resultados de la sustancia a estudiada.



**Figura 1** Isoteniscope de uso común

## Tipos de Presión

La presión se define como la fuerza normal que ejerce un fluido por unidad de área, es decir fuerza por unidad de área.

Las presiones absoluta, manométrica y de vacío (figura 2) son todas positivas y se relacionan entre sí mediante las siguientes ecuaciones.

$$\text{Presión manométrica} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} \quad (1)$$

$$\text{Presión de vacío} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}} \quad (2)$$

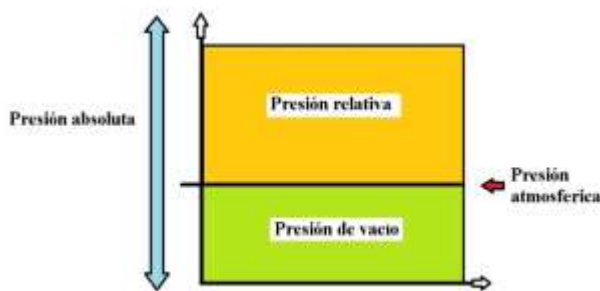


Figura 2 Gráfica de presiones

## Calor latente de Vaporización

Para pasar de la fase líquida a la fase de vapor se necesita una absorción de energía por parte de las moléculas líquidas, ya que la energía total de éstas últimas es menor que la de las moléculas gaseosas. En el caso contrario, en la condensación, se produce un desprendimiento energético en forma de calor. El calor absorbido por un líquido para pasar a vapor sin variar su temperatura se denomina calor de vaporización. Se suele denominar calor latente de vaporización cuando nos referimos a un mol.

## Tarjeta Arduino

La tarjeta Arduino uno (figura 3) es una herramienta y plataforma electrónica de código abierto, flexible y sencillo de utilizar. Con ella es posible crear objetos o entornos interactivos. Esta plataforma puede detectar o afectar el entorno recibiendo entradas de diversos sensores y activando algunos actuadores respectivamente.

La tarjeta posee un microcontrolador que se programa mediante el lenguaje de programación Arduino. Los ficheros de diseño de referencia pueden ser adaptables a las necesidades del usuario puesto que se encuentran disponibles bajo una licencia abierta. Arduino ofrece ventajas en cuanto a asequibilidad, multiplataforma trabajando con Windows, Mac y Linux; su entorno de programación es simple, además de que su programación y sus dispositivos son ampliables mediante librerías y módulos, los cuales el usuario puede utilizar a necesidad de su proyecto a desarrollar.

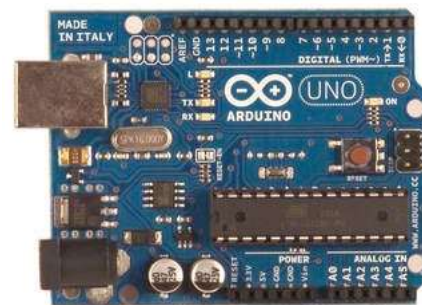


Figura 3 Tarjeta Arduino uno

## Sensor de Temperatura LM35

El sensor LM35, es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV (150 °C = 1500 mV). Está calibrado directamente en grados Celsius.

La tensión de salida es proporcional a la temperatura y tiene una precisión garantizada de 0.5 °C a 25 °C, baja corriente de alimentación (60  $\mu$ A) y bajo costo, no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo externamente, (figura 4).



Figura 4 Sensor de temperatura LM35

### Sensor de presión diferencial MPX5100DP

El Sensor MPX5100DP es un sensor piezo-resistivo, el cual ofrece un cambio de la resistencia eléctrica con la deformidad /contracción como resultado de la presión aplicada, están formados por elementos cristalinos interconectados en puente Wheatstone con otros resistores que suministran el ajuste de cero, la sensibilidad y la compensación de la temperatura. Un transmisor de presión inteligente reúne la tecnología de sensor a su propia electrónica.

Típicamente debe proveer las siguientes características:

- Señal digital de salida.
- Interfaz de comunicación digital.
- Compensación de presión y temperatura.
- Estabilidad.
- Fácil instalación y calibración.

- Alta confiabilidad.

El transductor piezo-resistivo MPX5100DP (figura 5) es un sensor de presión de silicio diseñado para una amplia gama de aplicaciones, particularmente aquellos que emplean un microcontrolador o microprocesador, ya que cuenta con entradas A/D las cuales proporcionan una señal de salida analógica precisa proporcional a la presión aplicada.



Figura 5 Sensor de presión MPX5100DP

### Resultados

Al equipo de prácticas de laboratorio que se muestra en la figura 6, se le adaptaron el sensor de presión MPX5100DP y el sensor de temperatura LM35 para la realización de las mediciones requeridas, las cuales son mostradas en el indicador digital que se muestra en la figura 7, donde pueden ser observadas para su captura e interpretación.



Figura 6 Equipo de prácticas de laboratorio



**Figura 7** Sistema lector de sensores de presión y temperatura

Para obtener el funcionamiento de este sistema de lectura de presiones y temperaturas se realizó un programa para la placa Arduino uno se muestra en la figura 8.

```

Archivo: Editor Programa: Herramientas: Ayuda
resistencia12_07-2017

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12,13,5,4,3,2);

float temp ();
float presion ();

void setup()
{
  lcd.begin(16,2);
  lcd.print("TEMP.= C");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("PRESION= kPa");
}

void loop()
{
  float temperatura = temp();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print(temperatura);
  delay(200);

  float presiones = presion();
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print(presiones);
  delay(200);
}

float temp ()
{
  int dato;
  float tr;
  dato=analogRead(A0);
  tr= (500.0 * dato)/1023;
  return(tr);
}

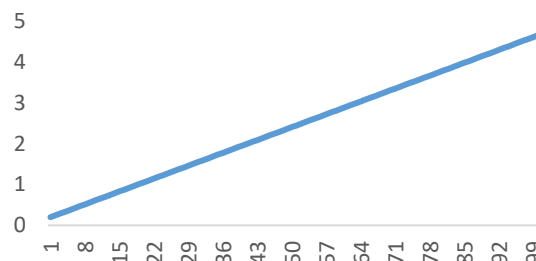
float presion ()
{
  float dato2;
  float pr;
  dato2=analogRead(A2);
  pr= ((dato2-102)/100)/1024;
  return(pr);
}

```

**Figura 8** Programa en Arduino

En la figura 9, se puede observar la respuesta y linealidad del sistema, se muestra la presión vs voltaje generado, mediciones realizadas con el sensor de presión, estas lecturas analógicas son recibidas por la tarjeta arduino, manipuladas y mostradas en el indicador digital.

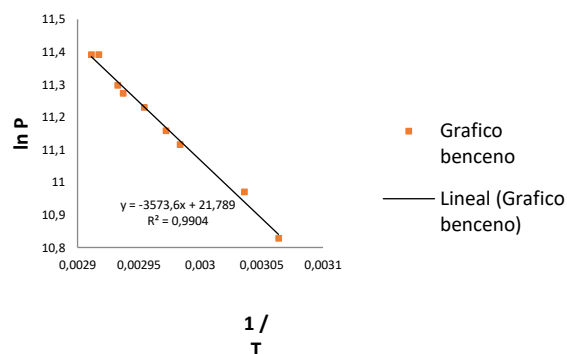
Voltaje de salida VS. presión.



**Gráfico 1** Gráfica voltaje presión

Se realizaron pruebas con el isoteniscopto para el cálculo de la entalpia de vaporización para soluciones de benceno las cuales presentaron respuestas satisfactorias debido a la similitud de su comportamiento.

Calculo de la entalpia del benceno.



**Gráfico 2** Gráfica del cálculo de entalpia

## Agradecimiento

Se agradece a la Universidad Tecnológica de Torreón por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo y al cuerpo académico de innovación, integración y desarrollo de tecnologías.



## Conclusiones

Con la mejora realizada en la medición de las lecturas de temperatura y presión, se realizan las prácticas de vapor latente con precisión, confiabilidad y repetibilidad, se reduce el tiempo de la realización de las prácticas. Una de las ventajas obtenidas al utilizar sensores electrónicos y programación de código abierto es que permite ampliaciones y/o modificaciones del programa. Como trabajo futuro se podrán obtener diferentes variables de la muestra de laboratorio a estudiar, agregando sensores al sistema, y controlar desde la arduino el sistema de calefacción (en este caso la resistencia eléctrica) para mantener la temperatura controlada y saber los valores exactos ya que son un factor importante en los métodos de vaporización.

## Referencias

- Brian W. Evans. 2008 *Arduino Programming Handbook: A Beginner's Reference*, Editorial, USA, 2 edición.
- Pons Muzzo, Gaston. 1987 *Fisicoquímica*, Editorial. Universo S.A. Primera edición.
- Maron. Lando, 1970 *Fisicoquímica Fundamental* Editorial. Lima Primera edición.
- Cengel, Boles, *Termodinámica* ISBN 978-607-15-0743-3, Séptima edición, Capítulo uno.
- Torrente, *Arduino. Curso práctico de formación*, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México ISBN: 978-607-707-648-3, Primera Edición
- Capparelli, 2013 *Fisicoquímica básica*. Universidad Nacional de La Plata, E-Book. ISBN 978-950-34-0972-5, Primera Edición.
- Lozano, 2017, *Arduino Práctico*. I.S.B.N: 978-84-415-3838-2, Edición 2017.
- Engel, Reid, 2017, *Introducción a la fisicoquímica: termodinámica*, Editorial Pearson Educación, ISBN-9702608295, 9789702608295.
- Espinoza, Panozo, Cardozo, 2005, *Bioseguridad y Seguridad Química en Laboratorios*, Registro de la Propiedad Intelectual bajo Depósito Legal N° D. L. 2-1-1038-05 ISBN.: 84-8370-300-9, Primera Edición.
- Vega, Konigsberg, 2001, *La teoría y la práctica en el laboratorio de química general para ciencias Biológicas y de la salud*, Universidad Autónoma Metropolitana, ISBN: 970-654-909-9.
- Sociedad Americana de Química, 2003, *Seguridad en los laboratorios químicos académicos, Volumen I Prevención de accidentes para estudiantes universitarios*, ISBN 0-8412-7412-6.
- Maron, Prutton, 2002, *Fundamentos de fisicoquímica*, ISBN 968-18-0164-4 Editorial Limusa. 9788441534193, Editorial Anaya.



## Algoritmo rápido para extracción de características de señal mioeléctrica empleando coeficientes cepstrales

ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio†\*, ROJAS-RODRÍGUEZ, Rafael, ORTÍZ-CARRANCO, Araceli y CORTÉS-ABURTO, Obed

*Universidad Politécnica de Puebla*

Recibido 11 de Abril, 2017; Aceptado 29 de Junio, 2017

### Resumen

Se presenta una plataforma Hardware/Software con un amplificador de instrumentación para señal mioeléctrica superficial, elemento de procesamiento para pre-procesamiento y extracción de características de 8 canales en menos de 250ms y una tasa del 94% de clasificaciones correctas con tan solo 10 o 20 coeficientes.

**Señal mioeléctrica superficial, extracción de características, procesamiento en tiempo real, coeficientes cepstrales**

### Abstract

A Hardware/Software platform with an instrumentation amplifier for surface myoelectric signal, preprocessing and features extraction of 8-channel in less than 250ms and a 94% rate of correct classifications with only 10 to 20 coefficients.

**Surface myoelectric signal, feature extraction, rt, cepstrum coefficients**

**Citación:** ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio, ROJAS-RODRÍGUEZ, Rafael, ORTÍZ-CARRANCO, Araceli y CORTÉS-ABURTO, Obed. Algoritmo rápido para extracción de características de señal mioeléctrica empleando coeficientes cepstrales. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-2:33-43

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: salvador.arroyo@uppuebla .edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Para el control de dispositivos tales como prótesis, en especial prótesis paralelas, brazos robots, y mecanismos paralelos, existen técnicas como son los comandos por voz, las contracciones voluntarias (señal mioeléctrica) mediante técnicas invasivas o no invasivas entre otras.

El uso de las señales mioeléctricas es de las más utilizadas [1]; esto se debe en parte a que se puede adquirir por métodos no invasivos [2] sin perder información que se pueden emplear como características para clasificar el tipo de movimiento que se desea realizar.

La adquisición de la señal mioeléctrica de forma no invasiva o superficial (sMES), para emplearla como señal de control es un método reciente, ya que aunque la sMES contienen una gran cantidad de información y gran número de características se puede extraer de ella, el tiempo de procesamiento puede ser mayor a 250ms haciendo que el control no se realice en el llamado tiempo real. Por lo que es importante que se implemente una técnica que permita la extracción de características de varios canales de sMES (por lo menos 4) en un tiempo de procesamiento menor al cuarto de segundo, para que no se perciba la sensación de retardo entre el momento en que se realiza la contracción y la activación del sistema a ser controlado.

A continuación describimos el sistema tanto en su parte hardware como software que nos permite extraer las características de la señal y utilizarlas para control de prótesis o sistemas mecánicos paralelos. El módulo hardware estará conformado por filtros y amplificadores; mientras que la parte de software que también es implementada en hardware dedicado, mostrara las operaciones que se realizan para obtener las características tanto en tiempo como en frecuencia de la sMES.

## Método de extracción de sMES

En la figura 1 se muestra un diagrama a bloques del sistema completo, tanto la parte hardware como parte de los algoritmos de procesamiento que se realizarán dentro de un ordenador o dentro de un DSPic; dispositivo que se emplea para realizar el procesamiento de la señal.

De izquierda a derecha, la primera parte del microsistema, muestra el sensor mioeléctrico, que es portátil, superficial, de grado médico, y construido con una aleación de Ag/AgCl, de 15mm de diámetro y una separación de 20mm entre cada uno de ellos.

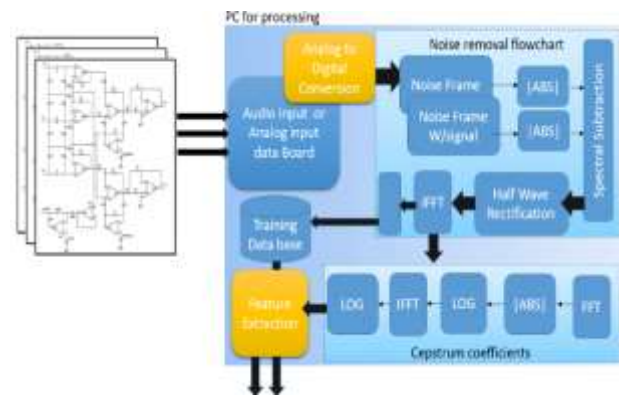


Figura 1 Diagrama a bloques del sistema

## Sistema completo de procesamiento y extracción de características de sMES

Para poder definir las siguientes etapas del bloque de adquisición es necesario conocer las características de la señal en tiempo y frecuencia. La señal mioeléctrica tiene un rango de operación de 0.05Hz a 500Hz con tan solo una amplitud de 5mV si se adquiere desde la superficie de la piel por métodos no invasivos, con los electrodos antes mencionado, con una configuración bipolar para obtener la mayor resolución espacial y mejorar el rechazo al ruido en modo común [3].

Estudios como en [4] demuestran que la mayor cantidad de información de la sMES se encuentra en el rango de 61Hz a 500Hz; por lo que será necesario un amplificador dedicado solo a la eliminación de las señales en la frecuencia de 60Hz.

El diagrama del primer filtro que se tiene a la entrada de los dos electrodos se muestra en la figura 2; este circuito consta de las siguientes etapas: es un circuito denominado “Front-end” para el acoplamiento de las cargas, seguido de un amplificador de instrumentación diferencial; con retroalimentación mediante un amplificador diferencial o DRL (Driven-Right-leg) y por ultimo un filtro pasas bajas de cuarto orden. Se empleó el amplificador de instrumentación CMOS con matrícula TLC2274 para cada uno de los amplificadores necesarios de este módulo. Es importante destacar que se requiere la misma cantidad de componentes por cada canal, y en este diseño se requieren por lo menos 8 canales de señal.

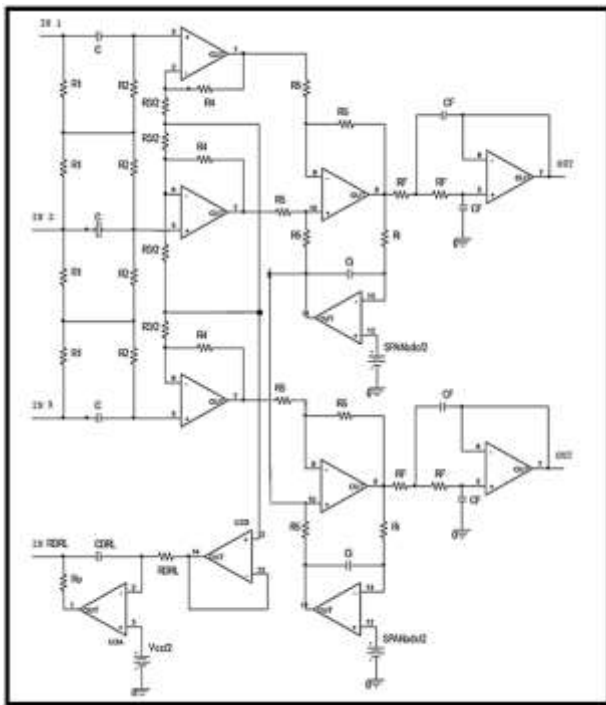


Figura 2 Amplificador de instrumentación

Esquemático de las etapas del amplificador de instrumentación por cada uno de los canales de señal mioeléctrico. Al unir los diferentes canales, el amplificador etiquetado como DRL se comparte.

Dado el rango de frecuencia de operación de la sMES y el rango en el que la mayor cantidad de características registra la señal, como parte del pre-procesamiento de la señal esta la conversión analógica a digital, y la frecuencia de muestreo, en este caso respetando el teorema de Nyquist [4] se emplea una frecuencia de muestreo a 1KHz, cada contracción sostenida se realiza pro 5seg.

El tiempo de cada contracción está dividido en ventanas de 256ms (256 muestras cada uno) con un traslape del 33% y una ventana de haming para disminuir el ruido inherente al proceso de ventaneo [5] obteniendo un total de 19 a 20 ventanas por contracción.

### Procesamiento de la señal para extracción de características

Para describir matemáticamente el procesamiento a la señal sMES, se comienza por describir que la sMES la representamos como  $X(t)$  ya que está en el dominio del tiempo; de los continuos, y se mostrara como  $X(n)$  si ya está discretizada. En la ecuación 1 se muestra el modelo matemático de la señal descrita en [6] sin ningún tipo de procesamiento:

$$x(n) = \sum_{r=0}^{N-1} h(r)e(n-r) + w(n) \quad (1)$$

Donde  $x(n)$  es la sMES “cruda”, la función exponencial  $e(n)$  representa el punto específico en el que se tiene un disparo o impulso de la señal al momento de realizar la contracción; esta función está acompañada de un corrimiento “ $r$ ” dado por el retardo en el tiempo de cada impulso; la función  $h(r)$  es la respuesta al impulso de cada uno de los potenciales de acción por unidad motora (“motor unit action potential”) y por último a toda la función se agrega el término  $w(n)$  que es el ruido Gaussiano con obviamente una densidad de probabilidad que responde a una distribución normal y media en cero.

Por último el otro elemento técnico importante es la selección de una frecuencia de muestreo adecuada. Con el fin de transformar con precisión el espectro de frecuencia completo de una señal, la tasa de muestreo a la que la tabla A / D determina el voltaje de la señal de entrada debe ser al menos el doble de alta que la frecuencia máxima esperada de la señal. Esta relación es descrita por el teorema de muestreo de Nyquist: muestrear una señal a una frecuencia que es demasiado baja da como resultado efectos de “aliasing”.

Para EMG casi toda la potencia de la señal se encuentra entre 10 y 250 Hz y las recomendaciones de los científicos (SENIAM, ISEK) sugieren un ajuste de la banda del amplificador de 10 a 500 Hz. Esto daría lugar a una frecuencia de muestreo de al menos 1000 Hz o incluso 1500Hz para evitar la pérdida de señal. La base de datos final que se construyó, consta de 4 canales de sMES, con los sensores colocados en el antebrazo (parte superior, inferior, izquierda y derecha) los movimientos realizados se realizaron cada uno durante 5 segundos y se realizan en el orden siguiente: apertura, cierre, rotación, izquierda, rotación derecha, muñeca arriba, muñeca abajo.

### Metodología a desarrollar

El trabajo de extraer las características permite identificar cuantas características en el dominio del tiempo o de la frecuencia son las representativas para cada movimiento, estimando frecuencias, ángulos, cruces por cero, entre otros. Es necesario identificar y probar diferentes métodos tales como: algoritmos basados en transformada wavelet, o solamente tiempo como puede ser métodos clásicos estadísticos en el dominio del tiempo, o como reportan algunos autores, alguna combinación de diferentes métodos, con el afán de optimizar el espacio de características.

Antes de aplicar los métodos de extracción de características, se procede a eliminar las frecuencias con valores de cero como en [7], seleccionar la forma correcta de realizar la cuantificación sea uniforme, no uniforme o logarítmica; todos estos procesos se muestran en el diagrama de flujo de la figura 3.

Como se muestra en la figura 3 el bloque de muestro y cuantización, al cuantificar el valor de cada muestra de señal se representa como un valor seleccionado de un conjunto finito de valores posibles. Se conoce como error de cuantificación (o ruido), a la diferencia entre la señal de entrada (no cuantificada) y la señal de salida (cuantificada), que se refiere a que el ruido es lo más bajo posible. Para lograr esto y dependiendo de la aplicación a desarrollar, se pueden utilizar diversas técnicas de cuantificación: uniformes, logarítmicos, no uniformes y cuantificación vectorial.

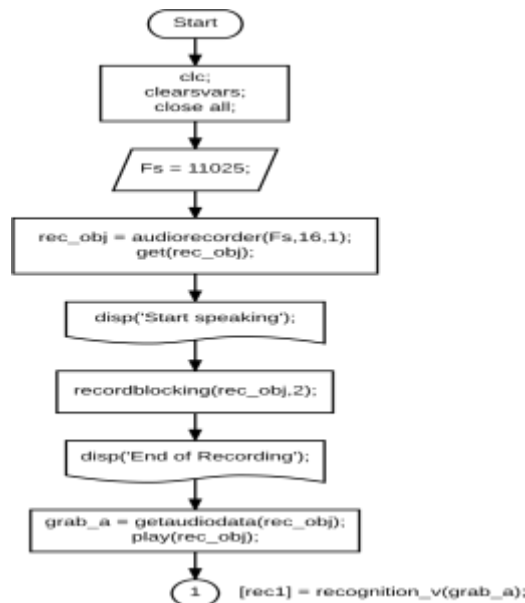


Figura 3 Diagrama de flujo

### Flujo de las etapas de procesamiento para preparar la señal antes de extraer sus características

**Cuantificación Uniforme:** En los cuantificadores uniformes, la de distancia lineal entre los niveles de reconstrucción es siempre la misma, la mayoría de uso de un número de niveles es una potencia de 2. En este caso, no es necesario hacer ninguna suposición sobre la señal a cuantificar, por lo tanto, no proporcionan los mejores resultados. Pero es más fácil y menos costoso de implementar [7].

**La Cuantificación logarítmica:** Se emplea para evitar el desperdicio de niveles de reconstrucción y ancho de banda, por lo que se utiliza un método simple para aumentar la distancia entre los niveles de reconstrucción con el aumento de la amplitud de la señal. Para conseguirlo, se pasa por una señal de compresor logarítmico antes de la cuantificación. Esta señal comprimida se puede cuantificar uniformemente.

Un sistema de salida de la señal pasa a través de un expansor. Esta técnica se llama compresión [8]. Por último tenemos la técnica de vector de cuantización; este método cuantifica los datos en bloques de  $N$  muestras. En dicha cuantificación, el bloque de  $N$  muestras se trata como un vector  $N$ -dimensional. Es la cuantificación que se realizará para nuestro procesamiento; lo importante es encontrar el valor ideal para  $N$  dado todos los parámetros que determinan las características de la señal, como pueden ser frecuencia o amplitud entre otras [9]. Este proceso se realiza midiendo la señal de los momentos que presente periodicidad o se obtiene directamente del periodo según sea el caso.

### Extracción de Características

Consiste en formar un subconjunto de parámetros que describen de manera ideal la información más descriptiva que tiene la función en ese instante que realiza un movimiento específico de la articulación sobre la cual se esté tomando la sMES [9].

**Módulo de reducción de ruido:** Esto es, cualquier componente de voltaje o intensidad no deseada que se superpone con el componente de señal procesada o que interfiera con el proceso de medición. El ruido de un sistema puede clasificarse en uno de los siguientes grupos:

**Ruido interno o inherente:** correspondiente al generado en los dispositivos electrónicos por su naturaleza física (ruido térmico, cargas de ruido de cuantificación, semiconductores de ruido, etc.). El ruido inherente es de naturaleza aleatoria [10].

Ruido externo o interferencia: correspondiente a la que se genera en un punto del sistema como resultado del acoplamiento eléctrico o magnético con otro punto en el propio sistema, o con otros sistemas naturales (maquinas, luces, corriente alterna, artefactos por movimiento, etc.) o hechos por el hombre (motores, equipos, Etc.).

La interferencia de ruido puede ser periódica, intermitente o aleatoria. Por lo general se reduce, minimizando el acoplamiento eléctrico o electromagnético, ya sea a través de blindaje o con la reorientación adecuada de los diversos componentes y conexiones [11].

El ruido puede ser abordado desde dos perspectivas:

- Utilizar métodos que intenten reducir las fuentes de ruido y la propagación, tales como técnicas de cableado, blindaje o diseño de dispositivos con poco ruido. Estas técnicas son las más óptimas ya que no degradan el sistema de rendimiento, aunque su aplicación no siempre es efectiva o posible.

El método de filtrando y promediando la señal, para amortiguar el nivel de ruido contra la señal que se está procesando. Estas técnicas son generalmente las más completa y eficaz, pero a menudo reducen los beneficios (eliminación de los bordes de la señal) del sistema [11].

Para nuestro caso, el sistema a tratar es interno, por lo tanto, se utilizarán el filtrado y el promedio de la señal como se muestra en la figura 5, donde está el diagrama de flujo completo. Para ello se escaneará la señal digitalizada y se eliminarán las zonas silenciosas calculando la energía en un corto tiempo [11].

En este caso se utilizarán segmentos de 10 ms, para calcular la energía media de una señal continua, empleando la ecuación completa. Eq (2):

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt \quad (2)$$

Los límites de integración son infinitos, pero es obvio que no es conveniente manejarlos de esta manera para una trama discreta. Para resolver esta ecuación por ser una integral impropia se propone un límite variable cuando tiende a esos valores, Entonces, en una señal digital, la misma ecuación puede definirse como una suma en lugar de completa. Para una señal discreta  $x[n]$ , finalmente, Como el cálculo de potencia promedio se hará por segmentaciones, entonces la ecuación es como:

$$E = \sum_{k=1}^W |x(k)|^2 w(n-k) \quad (3)$$

Donde  $k$  es tamaño total de la señal,  $w$  siendo una función que depende de la substracción  $n-k$  (segmentos), esto significa que la energía media se medirá en segmentos partiendo de un límite inferior ( $k = 1$ ) donde la variable  $k$  será desplazar todos los valores enteros a  $Wn$  que es la longitud total de nuestros segmentos en cada intervalo de tiempo arbitrario (10 ms en este caso) en la señal [12].

En nuestro caso, hemos grabado previamente conjuntos de datos que nos permiten investigar qué características presenta y que función de mapeo utilizar en un sistema como este. La mayor parte del pre-procesamiento ya está completado, pero puede ser refinado [11].

Necesitamos agregar nuevas características e intentar encontrar un subconjunto adecuado que contenga tanta información para que una función de mapeo pueda crear con éxito una estimación del movimiento que el usuario (en nuestro caso el sujeto de prueba) intenta realizar. En la búsqueda de esto, se encuentra la función de mapeo óptima.

En el camino de reconocer las características de la sMES, la señal preprocesada se introduce en un nuevo bloque para producir una secuencia de vectores o grupos de valores llamados parámetros, los cuales deberían representar la información contenida en el espectro envolvente [12].

El número de parámetros debe ser reducido para evitar saturar la base de datos, porque cuantos más parámetros tienen menos fiables son la representación de resultados y la implementación más costosa [13]. Existen diferentes métodos de análisis para la extracción de características, y se centran en diferentes aspectos representativos.

En este caso analizamos los dos más importantes para el análisis de señal mioeléctrica: Análisis de predicción lineal (LPC), transformada de Fourier (FFT) coeficientes cepstrales en frecuencias específicas. En este documento nos centraremos solo en el último método los coeficientes cepstrales CCFM por sus siglas en ingles.

La parte real del cepstrum utiliza la función logarítmica definida por valores reales, mientras que su parte compleja utiliza la función logarítmica compleja definida para valores complejos. La parte compleja del cepstrum contiene la información sobre la magnitud y fase inicial del espectro, permitiendo la reconstrucción de una señal; su parte real utiliza solamente las magnitudes del espectro [12].

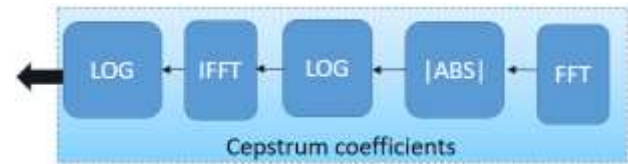


Figura 4 Diagrama a bloques

### Flujo del proceso para calcular el cepstrum de una señal

Desde el punto de vista de bloque hardware la parte de minimizar el costo computacional es que con etapas de “pipeline”, en el mismo bloque de preprocesamiento, segmentación y reducción de ruido, se implementa el algoritmo cepstrum, por lo que se convierte en un método fácil y rápido para obtener las características mioeléctricas. Como se muestra en la figura 6, el algoritmo consiste en transformadas rápidas de Fourier.

A la salida de este último bloque se obtiene por tanto:

$$c(n) = \frac{1}{N_S} \sum_{K=0}^{N_S-1} \log |S_{med}(k)|^2 e^{j \frac{2\pi}{N_S} Kn} \quad (4)$$

Donde el valor  $c(n)$  se conoce como coeficientes cepstrales derivados de la transformada de Fourier.  $N$  es el número de puntos que se calcula la transformación. Esta ecuación puede simplificarse convenientemente considerando que el espectro logarítmico es una función simétrica real.

En los cálculos es habitual utilizar sólo los primeros términos ( $20 \leq n$ ). Además,  $I(k)$  representa una función que traduce la posición de un valor de frecuencia en el rango en el que este contenido. Es posible, al calcular un coeficiente cepstral, transformar el espectro usando escalas definidas por las bandas de Mel [14].

En este caso, este tipo de parámetro se conoce como coeficientes cepstrales a menudo escala de Mel (MFCC). Basándose en el análisis de la predicción lineal también es posible obtener la expresión de los coeficientes cepstrales asociados:

$$C(i) = -\alpha(i) - \sum_{j=1}^{i-1} \left(1 - \frac{j}{i}\right) \alpha(j) c(i-j) \quad (5)$$

Este rango es adecuado para preservar la transición de información entre contracciones o mvc (MCV siglas de Máxima Contracción Voluntaria). Sólo se utilizan los primeros dos coeficientes polinomio ortogonal.

Los coeficientes a y b representan el promedio de la función de tiempo de cada coeficiente cepstral en cada segmento, respectivamente. La función de características en realidad se trata de un vector en tiempo de los coeficientes cepstrales y  $x_t(i)$  y coeficientes polinomiales de primer orden que se representan por  $b(i)$ , donde t es el número de segmento e i es el índice de los coeficientes Cepstral. Como el valor de p se elige como 10, la representación resultante es una función del tiempo de 20 características de los elementos.

$$a = \frac{\sum_{j=1}^p x_j}{p} \quad b = \frac{\sum_{j=1}^p x_j t_j}{\sum_{j=1}^p t_j^2} \quad (6)$$

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

### Comparacion y Resultados

La base de datos de entrenamiento se almacena en un archivo “\*.mat”, todas estas muestras fueron tomadas con el mismo paciente.

La base de datos se almacena una vez y se puede modificar o expandir como sea necesario, ya que cada usuario tiene su propio archivo M. Las señales se tomaron con el amplificador descrito en la primera sección del trabajo. El programa utiliza herramientas y funciones de procesamiento de señales. Para evaluar el sistema, se obtiene una muestra de señal y se eliminan las características (que se muestran en la figura 5) de esta señal para compararlas con cada una de las características almacenadas en la base de datos. Para esta comparación se utiliza una medida de distancia euclidiana. La medida de distancia más pequeña representa la más similar [15]. La siguiente Tabla 1 enumera las características extraídas (en total 16) con el tiempo de cálculo asociado. Es una medida sobre el tiempo que se tarda en calcular una característica para los 4 canales de sMES y un marco de ventana igual al muestreo descendente.

Rango	Coefficientes	Tiempo	Características
1	AR coefficients	0.04002	5
2	Average Amplitude Value	0.0403	10
3	Average Amplitude Change	0.0422	10
4	Variance	0.0456	1
5	Cepstrum coefficients	0.0561	5
6	Wavelength	0.0566	40

**Tabla 1** Tiempo de cálculo de características

Se toma un segmento de muestra de 10 segundos que se muestra a continuación de la persona 1 que muestra el canal 1 que está alimentando la actividad del pronator. Las ventanas muestran características a 20Hz.



Con el fin de evaluar los resultados, se llevará a cabo un examen más detallado del ángulo de flexión / extensión de la muñeca. Este ángulo se comportó mejor y fue válido para ambos clasificadores.

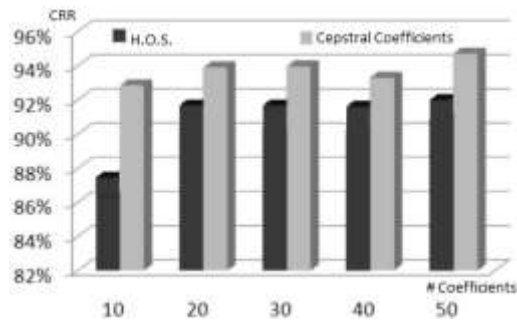


Gráfico 1 Tasa de Reconocimiento

### Reconocimiento correcto de sMES utilizando un número diferente de coeficientes ceptrales y frecuencias

En el primer experimento, el número de componentes de la mezcla,  $M$ , se fijó en 13 y se variaron el número de coeficientes ceptrales y la varianza o las Estadísticas de alto orden. La figura 8 muestra que el rendimiento de ambos sistemas permanece relativamente estancado a partir de 20 coeficientes en adelante. Es interesante observar que a pesar de que el MFCC es principalmente lineal por debajo de 100 Hz, muestra una ganancia de rendimiento constante sobre el coeficiente cepstral.

Estos resultados son buenos; y mas considerando que la Varianza es casi lineal dentro del ancho donde residen frecuencias como las del corazón y por lo tanto los resultados no deben diferir mucho de los coeficientes ceptrales. Se hace otra prueba cuando se expande el ancho de banda para obtener los coeficientes.

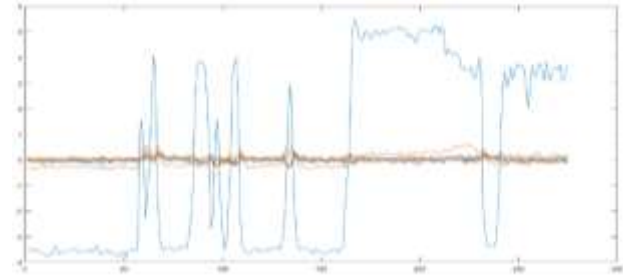


Figura 5 Características extraídas

### Primeros coeficientes ceptrales de la sMES realizando MCV de un solo canal colocado en el antebrazo del usuario sin lesión en extremidad derecha.

En la segunda prueba se amplía a toda la gama de frecuencias de 512,5 Hz. Se muestran en la figura 9 los cinco primeros coeficientes de cepstrum tiene las características más importantes de la señal, por lo que el algoritmo de clasificación sólo necesita procesar la característica de cepstrum para obtener un 88% por ciento de la clasificación correcta con mucho menos proceso computacional.

### Conclusiones

En este trabajo se compara el rendimiento de dos técnicas de extracción de características ampliamente utilizadas para la clasificación de sMES en un sistema biométrico de PCG. En el sistema Cepstrum Coefficient (CC), la configuración óptima da un CRR de 95% mientras que en el sistema de Varianza, el CRR alcanza un pico de 90%. En general, CC hace un mejor conjunto de características en comparación con la variación. Los resultados experimentales muestran que Mel-Scaling no proporciona ningún beneficio sustancial cuando la extracción de características está restringida a la región de baja frecuencia ( $\leq 100$  Hz).

Se especula que la diferencia de rendimiento en el rendimiento es el resultado de la implementación de bancos de filtros en el algoritmo CC y no debido a la Mel-Scaling. Como tal, se pueden hacer trabajos futuros para incorporar bancos de filtrado en otros algoritmos de extracción de características en la región de baja frecuencia para determinar si los bancos de filtrado mejoran también esos algoritmos.

### Referencias

- A.Z. Escudero Uribe, "Desarrollo de una Prótesis con Cuatro Grados de Libertad Activos para Reemplazo por Arriba del Codo", Tesis Doctoral, CINVESTAV, 2002
- K. Englehart, B. Hudgins, P.A. Parker y M. Stevenson, "Classification of the myoelectric signal using time-frequency based representations", *Medical Engineering & Physics*, 1999, Vol. 21, pp. 431-438.
- K. Englehart, B. Hudgins y A.D.C. Chan, "Continuous multifunction myoelectric control using pattern recognition", *Technology and Disability*, 2003, vol. 15 (2), pp. 95 - 103.
- Salazar Gomez Andrés Felipe, "Diseño e Implementación de un Sistema de Control que Utilice Señales Electromiograficas para Activar una prótesis Mioeléctrica". Trabajo de grado exploratorio, EIA. 2005.
- Bronzino, Joseph. "Biomedical engineer handbook". 1 ed. Boca Ratón, Florida: CRC Press - IEEE Press. 1.995.
- Arroyo D. Salvador, Diaz S. Alejandro, "4 channel signal based FPGA architecture for myoelectric features extraction by H.O.S." CASME.2010.5706690 · Source: IEEE Xplore Conference: Circuits and Systems for Medical and Environmental Applications Workshop (CASME), 2010 2<sup>nd</sup>.
- Arroyo D. Salvador, Diaz S. Alejandro, "Mioelectric signal feature extraction based on Higher Order Statistics for parallel elbow control". ISBN 0-7695-2009- 2 Circuits and Systems form Medical and Environmental Applications Workshop CASME2010.
- Arroyo D. Salvador, Diaz S. Alejandro, "Control of a Parallel Myoelectric Elbow Using Higher Order Statistics". ISBN 0-7695-2009- 1st Circuits and Systems form Medical and Environmental Applications Workshop CASME2009.
- Arroyo D. Salvador, Diaz S. Alejandro, "Acquisition and processing Platform of 4 sMES channels Platform". XXIX International Congress on Engineer Electronics, ELECTRO 08.
- Hugh Herr, G. Paul Whiteley. Dudley Childress, Cyborg Techology. Northwestern University Technical Report . 2000.
- Hugh Herr, Roy Kornbluh, New Horizons fot orthotic and prosthetics technology: artificial muscle for ambulation. MIT Media Laboratory. 2003.
- Thomas Andrew. Prosthetics principles. Atlas of Limb prosthetics. 1992 Harold Sears. Advances in arm prosthetics. Motion Control Inc. 1999
- Alireza Khadivi "SEMG Classification for upper limb prosthetics control using higher order statistics", ICASSP 2005.
- Kampas P. "The optimal use of myoelectrodes" MED ORth Tech 2001 [7] Ligth C.M. Chappell P.H. ET AL. "Intelligent multifunction myoelectric control hand prostheses". *Journal of medical eng. Tech*, Vol., 26 No. 4, 2002

Zecca M. Micera S. et al. "Control of multifunctional prosthetic hand by processing. The electromyographic signal." Critical reviews in biomedical engineering. 2002.

## Migración del sistema de control de máquina cortadora de Tubo Haven 873

GONZÁLEZ-GÓMEZTAGLE, Aldo†\*, SÁNCHEZ-LÓPEZ, Héctor Javier, ROJAS-RAMÍREZ, Erick y REYES-OCAMPO, José

Recibido 10 de Abril, 2017; Aceptado 2 de Junio, 2017

### Resumen

La máquina HAVEN 873 se dañó, por lo que la empresa solicitó que se implementará un sistema que pudiese controlar la máquina HAVEN. Como desafortunadamente no se contaban con diagramas eléctricos ni hidráulicos de la máquina, se tuvieron que obtener dichos diagramas. La HMI se reemplazó debido a que no se contaba con el programa de la misma y se debía adquirir la licencia para programarla, de la misma forma el CPU del PLC se pudo energizar, pero al momento de intentar recuperar el programa original solicitaba una contraseña, la cual no se tenía. Durante el desarrollo del proyecto se tuvo el apoyo de un equipo técnico experto en hidráulica, el cual se encargó de obtener las funciones de cada una de las electroválvulas del sistema hidráulico y de proporcionarnos la secuencia de accionamiento de las electroválvulas para poder obtener el funcionamiento de la cortadora de tubo. Al finalizar el proyecto, la cortadora de tubo trabaja adecuadamente y se obtuvo un incremento en la producción del 20% aproximadamente, esto se logró básicamente reduciendo los tiempos muertos en el ciclo de corte del tubo, además se ha dejado preparada para poder implementar un sistema de medición automático, mismo que se encuentra desactivado actualmente.

**Automatización, control, PLC, industria, mantenimiento**

### Abstract

The HAVEN 873 machine was damaged, so the company requested that a system that could control the HAVEN machine will be implemented. As there were unfortunately no electrical or hydraulic diagrams of the machine, these diagrams had to be obtained. The HMI was replaced because the program was not available and we not had the license to program it, also, the CPU of the PLC could be energized, but at the time of trying to recover the original program requested a password, the Which was not. During the development of the project we had the support of a hydraulic technician, who was in charge of obtaining the functions of each of the solenoid valves of the hydraulic system and of providing us the sequence of operation of the solenoid valves in order to obtain the operation of the Tube cutter. At the end of the project, the tube cutter (HAVEN) works properly and an increase in production of approximately 20% was obtained, this was basically achieved by reducing the dead times in the tube cutting cycle, in addition it was left ready to be able to implement a system of automatic measurement, which is currently deactivated.

**Automation, control, PLC, industry, maintenance**

**Citación:** GONZÁLEZ-GÓMEZTAGLE, Aldo, SÁNCHEZ-LÓPEZ, Héctor Javier, ROJAS-RAMÍREZ, Erick y REYES-OCAMPO, José. Migración del sistema de control de máquina cortadora de Tubo Haven 873. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-2:44-51

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: profaldoutvt@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la empresa GRUPO COLLADO S.A. de C.V. cuentan con una máquina cortadora de tubo marca HAVEN modelo 873, la cual sufrió un daño en el sistema de control basado en un PLC ALLEN BRADLEY, SCL 500 y una Interfaz de Usuario (HMI) marca EATON IDT, PanelMate 1000.8 Pg.

Debido a la magnitud de la avería se propuso la migración del sistema de control a un PLC y HMI de la marca SIEMENS, se propuso obtener y modificar los esquemas eléctricos de la cortadora de tubo así como los diagramas del sistema hidráulico y de esta forma implementar un sistema de control.

El PLC utilizado para la implementación fue de la marca SIEMENS, CPU 1214C AC/DC/Rly, con las siguientes características:

- Memoria de trabajo 100KB
- Fuente de alimentación 120/240V AC
- DI14 x 24V DC SINK/SOURCE
- DQ10 x relevador.
- AI2 integradas.
- 6 contadores rápidos.
- 4 salidas de impulso integradas.
- Signal Board amplía I/O integradas
- Hasta 3 módulos de comunicación para comunicación serie
- Hasta 8 módulos de señales para ampliación I/O

- Conexión PROFINET para programación.



**Figura 1** CPU 1214 AC/DC/Rly, SIEMENS

Se adicionó un módulo de entradas y salidas digitales SM 1223 con las siguientes características:

- DI16 x 24V DC SINK/SOURCE
- DQ16 x relevador
- Retardo a la entrada parametrizable.
- Bloques de bornes enchufables.



**Figura 2** Módulo de entradas y salidas SM1223

Se implementó una HMI KTP1000 Basic color PN, con las siguientes características:

- Pantalla de 10.4" TFT, 640 x 480 pixeles.
- 256 Colores 256.
- Manejo táctil o con teclado.

- 8 teclas de función.
- Comunicación PROFINET



**Figura 3** Pantalla táctil KTP1000 Basic Color PN

El software utilizado fue el TIA PORTAL V13. Lo que permitió una integración más sencilla debido a la compatibilidad directa de la HMI y el PLC.

La implementación de este proyecto se realizó en las siguientes fases:

- Obtención de esquemas eléctricos y diagramas hidráulicos.
- Modificación del sistema eléctrico para la implementación del nuevo sistema de control.
- Programación del PLC.
- Puesta en marcha y control general de la máquina.
- Programación de la HMI.

### **Obtención de esquemas eléctricos y diagramas hidráulicos**

Para obtener los diagramas eléctricos fue necesario el rastreo de cada uno de los cables y al mismo tiempo se comprobó la continuidad de los mismos.

Al realizar esta actividad se encontró algunas modificaciones a la máquina, una de ellas fue que el sistema de medición de longitud de corte del tubo, estaba deshabilitada, solo contaba con un par de botones que hacían girar un motor acoplado a un sinfín que desplazaba el tope de medida hacia atrás y hacia adelante, de esta manera el operador controla la medida de corte. Otra adaptación que se observó fue la implementación de un circuito de control para la bomba de lubricación, que tomaba la señal de un sensor y activaba un temporizador configurado como impulso lo que permitía que se activará la bomba del lubricante cada vez que se realizaba un ciclo de corte. También se encontraron algunos empalmes de cables que hacían que la identificación (numeración) de los cables se invirtiera o no coincidiera con los indicadores correspondientes.

Para la obtención de los diagramas hidráulicos se contó con el apoyo de un equipo experto en hidráulica, quien es quien se encarga de dar el mantenimiento al sistema hidráulico, y fue quien proporcionó la información de los movimientos que realiza cada que se acciona una de las electroválvulas presentes en el sistema, así mismo proporcionó la secuencia de activación de electroválvulas para realizar el corte de tubo en forma automática.

### **Modificación del sistema eléctrico para la implementación del nuevo sistema de control**

Para poder realizar las modificaciones fue necesario comprender el funcionamiento y las especificaciones técnicas de la cortadora de tubo, dichas especificaciones se muestran en la tabla 2.1. Una vez que se obtuvieron los esquemas eléctricos, se plantearon las modificaciones que se tenían que realizar para poner en marcha la máquina de corte de tubo.

Electrical:	230v3Ph/380v3Ph/480v3Ph/575v3Ph 120 Amp/70 Amp/60 Amp/50 Amp
Water (water cooled option only):	5-15 GPM at 40 PSIG (20-60 liters/min at 2.8 bar)
Hydraulic Capacity & Fluid:	Model 871/3/4:100 gal. (379 Ltr) of industrial anti-wear hydraulic oil
Grease:	High Pressure grease MOBILITH AW2 or equivalent
Oil For Machine Slides:	TEXACO WAYLUBE #220 or equivalent
Air Line Lubrication:	TEXACO REGAL "A" R&O or equivalent
Air:	80-100 PSIG, 5 SCFM (5.5-7.0 Bar, 0.15 m <sup>3</sup> /min)
Blade Coolant:	FLOOD: Water/cutting oil mixture. Ratio 15:1 (wall thickness 0.070" (1.8mm) or greater Ratio 20:1 (wall thickness less than 0.070" (1.8mm) MIST: As directed by manufacturer of mist spray equipment

**Tabla 1** Especificaciones y requerimientos de la máquina cortadora de tubo HAVEN 873

La primera actividad fue revisar el sistema de medida automático, en dicho sistema se encontró que el encoder de la marca ACCUCODER estaba dañado, y el dispositivo de control de posición no estaba alimentado y no contaba con las conexiones necesarias para poder realizar su función. Se recibió la orden de omitir esta función.

Para el caso de las salidas digitales, se optó por implementar salidas con salida a relevador y cada salida del PLC llevarla a un relevador de control que sería el encargado de activar el actuador correspondiente (Electroválvula, contactor, lámpara, etc.)



**Figura 4** Tablero original de la máquina cortadora de tubo HAVEN 873

### Funcionamiento de la máquina cortadora de tubo HAVEN 873

Para poder realizar la programación de la HAVEN 873 fue necesario entender el funcionamiento de la misma. Para esto se dividió el proceso en dos subsistemas, el almacén, este sistema se encarga de alojar los tubos que serán procesados y a su vez alimenta al sistema de corte. Cada subsistema es controlado por una subrutina del PLC. Como se puede observar en la imagen 4.1, el almacén es la parte que se encuentra del lado izquierdo y la cortadora está del lado derecho.

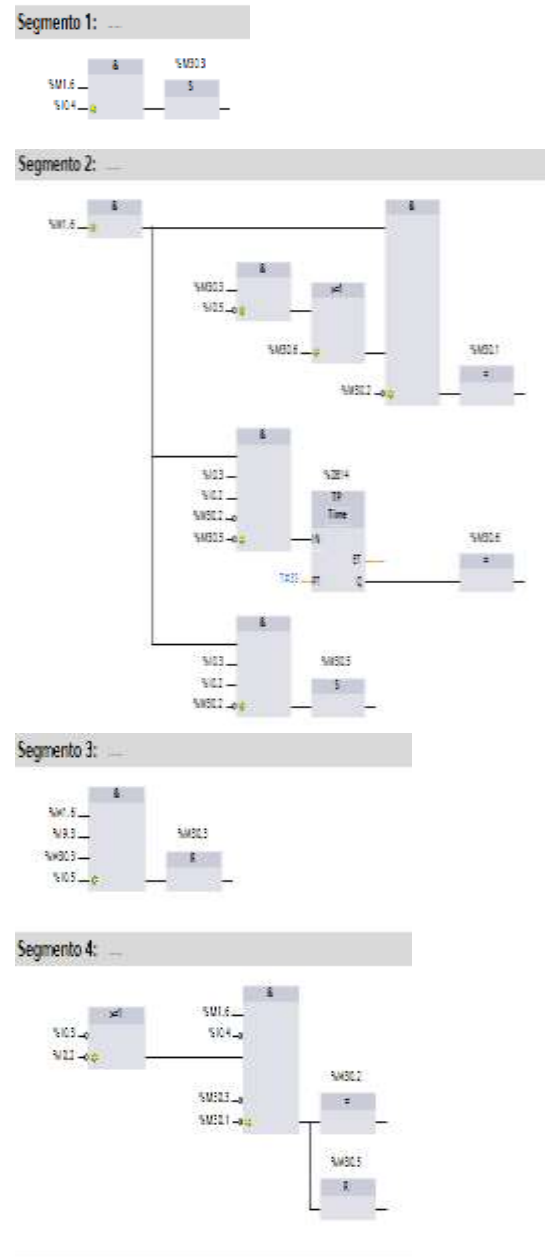


**Figura 5** Esquema de la cortadora de tubo HAVEN 873



El almacén cuenta de un sistema de bandas que permiten alojar paquetes de tubos de 12 metros de longitud, las bandas por medio de un motor son enrolladas y permiten que el paquete de tubos se desplace hacia arriba, y por la geometría de la estructura del almacén, permite que vayan deslizándose tubo por tubo y se acomodan para ser despachados hacia los rodillos que se encargan de trasladar el tubo hacia la cortadora, estos rodillos de traslación siempre están girando.

El almacén cuenta con varios sensores inductivos que al ser activados permiten detener las bandas y hacer que bajen si es que se presenta un exceso de tubos, para de esta forma mantener tubos listos para ser despachados evitando que se atasquen o se traslapen unos con otros. Es importante mencionar que las bandas se enredan sobre un tubo dispuesto para este fin, pero tiene acoplados un par de sensores que determina cuando las bandas han alcanzado la altura máxima y cuando se encuentran en la posición más baja, con estas señales podemos determinar cuándo las bandas han alcanzado la máxima posición y en ese momento sabremos que ya no hay tubos en las bandas pero aún quedan algunos tubos en el alimentador en espera de ser despachados, así las bandas regresan a la posición más baja y el operador puede abastecer el almacén con un nuevo paquete de tubos, en adición a esta función en automático del almacén se requiere de dos botones (que se implementaron en la HMI) para poder subir o bajar las bandas sin afectar el funcionamiento en modo automático del almacén. El funcionamiento del alimentador en modo automático despacha un tubo y espera que el tubo despachado sea procesado por la cortadora, una vez que el tubo despachado sale del espacio del almacén un sensor se encarga de enviar una señal al PLC para que el almacén despache un nuevo tubo.



**Figura 6** Diagrama a bloques de la rutina que controla el almacén de tubos de la cortadora de tubo HAVEN 873

El sistema de corte de tubo cuenta con un sistema de rodillos de alimentación que giran hacia adelante y hacia atrás de ser necesario, dichos rodillos de alimentación se ajustan de manera manual dependiendo del calibre y forma del tubo y giran hacia adelante cuando se detecta la presencia de un tubo en los rodillos de traslación.



En la figura siguiente se muestran los rodillos de alimentación y la manivela para poder ajustarlos, también se muestra justo después de los rodillos el juego de mordazas, que también deben estar en posición abiertas para poder permitir que los rodillos de alimentación giren.

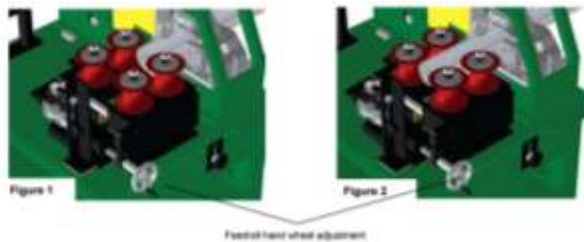


Figura 7 Rodillos de alimentación y mordazas del sistema de corte

Cuando tenemos un tubo en los rodillos de traslación, las mordazas están abiertas y el conjunto de corte se encuentra en posición los rodillos de alimentación giran hacia adelante permitiendo y llevando el tubo hasta la posición de corte, la medida de corte está determinada por un sensor dispuesto sobre un pistón denominado “pistón de medida” que al chocar el tubo con el pistón de medida envía la señal para poder iniciar el ciclo de corte que consiste en cerrar las mordazas lo que evitará que el tubo se mueva al momento de corte y activar la electroválvula que libera el refrigerante que cae sobre donde se realiza el corte, una vez que las mordazas se han cerrado se detienen los rodillos de alimentación, se activa la secuencia de corte que determina si es necesario extraer o contraer el vástago del cilindro de corte, una vez que se realizado el corte, se cierra la electroválvula del refrigerante, se abren las mordazas y se activa el pistón de medida que hace que el tope de medida se levante y permita la salida del tubo cortado, cuando las mordazas se han abierto se activan los rodillos de alimentación, esto permite que el tubo ingrese expulsando la pieza cortada.

Después de un tiempo de 100ms el pistón de medida se desactiva colocando el tope de medida en posición permitiendo continuar con un nuevo ciclo de corte.

Es importante mencionar que el sistema de corte de tubo es accionado por un cilindro de doble efecto que cuando el vástago del cilindro es expulsado realiza un corte y cuando el vástago del cilindro se contrae realiza otro corte. Ese corte se realiza en dos fases, la primera consiste en una cuchilla que rasga el tubo y permite que en la segunda fase la cuchilla de corte realice un corte más limpio.

**Puesta en marcha y control general de la máquina**

Para la puesta en marcha de la cortadora de tubo, una vez que se identificaron las entradas y las salidas se creó la tabla de etiquetas.

Nombre	Tipo de dato	Dirección	Comentario	Activo
C4E TUBO IZD	Bool	140.0		
C4E TUBO DER	Bool	140.1		
B ENCENDER	Bool	140.2		
B STOP AUT	Bool	140.3		
B STOP FCT	Bool	140.4		
L310 FRONT PROX	Bool	140.5		
L311 REAR PROX	Bool	140.6		
L312 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L313 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L314 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L315 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L316 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L317 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L318 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L319 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L320 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L321 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L322 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L323 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L324 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L325 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L326 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L327 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L328 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L329 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L330 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L331 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L332 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L333 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L334 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L335 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L336 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L337 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L338 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L339 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L340 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L341 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L342 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L343 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L344 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L345 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L346 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L347 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L348 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L349 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L350 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L351 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L352 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L353 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L354 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L355 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L356 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L357 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L358 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L359 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L360 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L361 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L362 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L363 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L364 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L365 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L366 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L367 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L368 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L369 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L370 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L371 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L372 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L373 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L374 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L375 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L376 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L377 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L378 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L379 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L380 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L381 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L382 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L383 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L384 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L385 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L386 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L387 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L388 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L389 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L390 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L391 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L392 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L393 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L394 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L395 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L396 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L397 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L398 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L399 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L400 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L401 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L402 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L403 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L404 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L405 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L406 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L407 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L408 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L409 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L410 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L411 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L412 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L413 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L414 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L415 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L416 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L417 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L418 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L419 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L420 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L421 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L422 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L423 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L424 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L425 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L426 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L427 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L428 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L429 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L430 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L431 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L432 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L433 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L434 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L435 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L436 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L437 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L438 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L439 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L440 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L441 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L442 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L443 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L444 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L445 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L446 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L447 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L448 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L449 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L450 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L451 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L452 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L453 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L454 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L455 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L456 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L457 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L458 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L459 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L460 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L461 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L462 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L463 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L464 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L465 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L466 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L467 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L468 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L469 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L470 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L471 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L472 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L473 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L474 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L475 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L476 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L477 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L478 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L479 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L480 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L481 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L482 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L483 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L484 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L485 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L486 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L487 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L488 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L489 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L490 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		
L491 ALMANCE LLENO	Bool	140.6		
L492 ALMANCE LLENO	Bool	140.7		
L493 ALMANCE LLENO	Bool	140.8		
L494 ALMANCE LLENO	Bool	140.9		
L495 ALMANCE LLENO	Bool	140.0		
L496 ALMANCE LLENO	Bool	140.1		
L497 ALMANCE LLENO	Bool	140.2		
L498 ALMANCE LLENO	Bool	140.3		
L499 ALMANCE LLENO	Bool	140.4		
L500 ALMANCE LLENO	Bool	140.5		

Figura 8 Lista de etiquetas de entradas del PLC

Nombre	Tipo de dato	Dirección	Com.	Modif.	Acción
EV11 LUBRIFICACIÓN	Bool	%Q0.0			
EV ABE	Bool	%Q0.1			
EV BOMBA ABE	Bool	%Q0.2			
LRBE(10)	Bool	%Q0.3			
EV PAGA TUBO	Bool	%Q0.4			
LRBE(11)	Bool	%Q0.5			
EV 12	Bool	%Q0.6			
EV PISTON 1	Bool	%Q0.7			
K3 RADIAADOR	Bool	%Q1.0			
LRBE(12)	Bool	%Q1.1			
EV RODILLOS DE ALIMENTACI.	Bool	%Q6.0			
K3 ALMACEN UP	Bool	%Q6.1			
K3 ALMACEN DOW	Bool	%Q6.2			
TUBO IN VEL POT	Bool	%Q6.3			
K1 BOMBA HERRAJICA	Bool	%Q6.4			
TUBO IN VEL CTE(1)	Bool	%Q6.5			
TUBO IN VEL CTE	Bool	%Q6.6			
TUBO OUT VEL CTE	Bool	%Q6.7			
SOL 13	Bool	%Q9.0			
LRBE(13)	Bool	%Q9.1			
LRBE(14)	Bool	%Q9.2			
EV CORTE TRASERO	Bool	%Q9.3			
EV CORTE DELANTERO	Bool	%Q9.4			
EV ABE ADRIAZAS	Bool	%Q9.5			

Figura 9 Lista de etiquetas de salidas del PLC

Como primer paso se verificó que las señales provenientes de los botones y sensores de la máquina estuvieran presentes en la entrada correcta del PLC al ser activados, para eso se crearon pantallas en la HMI donde podemos monitorear el estado de las entradas del PLC.



Figura 10 Pantalla de monitoreo de entradas del PLC en HMI

Como segundo paso creamos una pantalla en la HMI, desde la cual podríamos controlar el estado de las salidas del PLC, esto a su vez actúa sobre los relevadores de control, que a su vez actúan sobre los dispositivos de potencia (solenoides de electroválvulas, contactores y lámparas) los cuales nos producen algún movimiento o acción en la cortadora de tubo.



Figura 11 Pantalla de control de salidas del PLC en HMI

Una vez que corroboramos cada uno de los sensores, botones y actuadores de la máquina de corte de tubo, procedimos a realizar la automatización del almacén de tubo, como lo indica la descripción en el funcionamiento de la máquina, el almacén cuando está vacío, regresa las bandas hasta la posición inferior, que es donde se puede colocar un paquete de tubos nuevos, una vez iniciado el ciclo las bandas suben haciendo llegar los tubos hasta la plataforma que se encarga de alinearlos y evitar que se atasquen, un par de sensores inductivos proporcionan las señales necesarias para indicar cuando deben subir, bajar o detenerse las bandas que suben los tubos.

Una vez que los tubos están en posición, se espera a que el sistema de corte mande una señal al almacén para que este despache un tubo, dicho tubo es despachado por un mecanismo que coloca el tubo sobre los rodillos de traslación que se encargan de llevar el tubo hacia los rodillos de alimentación del sistema de corte. Los rodillos de traslación giran en todo momento y están controlados por un motor hidráulico y la velocidad de traslación se ajusta por medio de una válvula manual.

Una vez que se tuvo el control del almacén de tubo, continuamos con la automatización del sistema de corte, el cual inicia con un pulso que es enviado al almacén de tubo para que este despache un tubo, acto seguido se activan los rodillos de alimentación, los cuales tiene la función de llevar el tubo hasta la posición de corte, esta posición está determinada por un tope de medida que se ajusta manualmente, recordemos que el sistema de medida automático se dejó desactivado, una vez que el tubo llega al tope de media, se activa la electroválvula que gobierna el cierre de las mordazas, se espera un tiempo de cierre de mordazas (250 ms), acto seguido se detienen los rodillos de alimentación y se activan la electroválvula que controla el refrigerante y el PLC manda la señal de corte, se activa un temporizador (500ms), e inicia una etapa de retardo (400ms) que es cuando las mordazas se abren y el tope de medida que esta acoplado a un pistón hidráulico es levantado para permitir la caída del tubo cortado, después del retardo se activan los rodillos de alimentación que introducen el tubo, al introducir el tubo este empuja el tubo cortado y el tope de medida vuelve a su posición para poder iniciar un nuevo corte.

Además del modo automático el operador en modo manual puede controlar cualquier movimiento en forma individual, apertura y cierre de mordazas, corte, arranque y paro de rodillos de alimentación así como sentido de giro, activar y desactivar el refrigerante, arranque y paro del sistema hidráulico, despachar un tubo, subir y bajar las bandas del almacén de tubo, la aplicación también cuenta con un modo protegido por contraseña que permite acceder a los parámetros y control de temporizadores.

### Conclusiones

Una vez terminadas la pruebas y ver el comportamiento de la HAVEN 873 en producción, esto se hizo realizando algunos lotes de producción, para monitorear el correcto funcionamiento de la máquina, se liberó la máquina para trabajar una semana a producción plena. Se obtuvieron los siguientes resultados:

El comportamiento de la máquina era adecuado.

La producción era similar a la producción antes de que la máquina se averiara, teniendo una producción promedio de 2,250 cortes de tubo por hora, cuándo el esperado era de 2,300 a 2,500. Cabe mencionar que el tiempo por corte de tubo tiene una relación directa entre el tiempo y la longitud del corte, pero para el caso de los lotes de la producción de prueba era de 1.60 segundos por corte, por lo que teníamos que reducir el tiempo por corte a 1.44 segundos,

Para lograr el objetivo se realizó un análisis de tiempos y movimientos, donde se determinó que se podrán reducir algunos tiempos de espera en el ciclo de corte, específicamente en la apertura y cierre de las mordazas, así con en el tiempo de corte, para lo cual realizamos los siguientes cambios.

- El tiempo de cierre de mordazas de 250ms a 150ms.
- El tiempo de corte se redujo de 500ms a 300ms.
- Tiempo de apertura de mordazas de 400ms a 300ms

Logrando una reducción de 400ms en la etapa de corte, lo que significó un tiempo de 1.04 segundos por corte, teniendo una producción teórica de 3,461 cortes por hora, si esto lo cerramos a 3,400 corte por hora, tenemos un incremento de la producción en un 36%

Como oportunidad de mejora a esta migración de sistema de control podemos añadirle el control de medición automático, lo cual reduciría tiempos en el cambio de logitudes de corte y podría ayudarnos a eliminar posibles errores humanos.

### Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca por el apoyo otorgado. Así como a las empresas Grupo Collado S. A. de C. V. y MaTEEI que confiaron en nosotros para el desarrollo del proyecto.

### Referencias

Dual-Blade Shear Cutting. [En red]  
 Disponible en:  
<http://www.havencut.com/pdf/dual-blade-shear.pdf>

SIMATIC S7 Controlador programable S7-1200. [En red]  
 Disponible en:  
<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

Pilar Mengual (2014). STEP 7 Una manera fácil de programar PLC de Siemens. Alfaomega. Primera edición. México.

Antonio Creus Solé (2011). NEUMÁTICA E HIDRÁULICA. Alfaomega. Segunda edición. México

SIMATIC STEP 7 Basic V13 SP1. [En red]  
 Disponible en:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/417/109054417/att\\_854702/v1/STEP\\_7\\_Basic\\_V13\\_1\\_esES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/417/109054417/att_854702/v1/STEP_7_Basic_V13_1_esES_es-ES.pdf)

SIMATIC HMI, Panels de operador, Basic Panels. [En red]  
 Disponible en:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/31032678/att\\_25341/v1/hmi\\_basic\\_panels\\_operating\\_instructions\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/31032678/att_25341/v1/hmi_basic_panels_operating_instructions_es-ES_es-ES.pdf)

## Instrucciones para autores

---

### [Título en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor  
*Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva*

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

#### Resumen

Título

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

#### Abstract

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

#### Keywords

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman  
y Negritas No.11**

---

**Cita:** Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor. Título del Artículo.  
Título de la Revista. 2017, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

---

---

† Investigador contribuyendo como primer autor.

# Instrucciones para autores

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

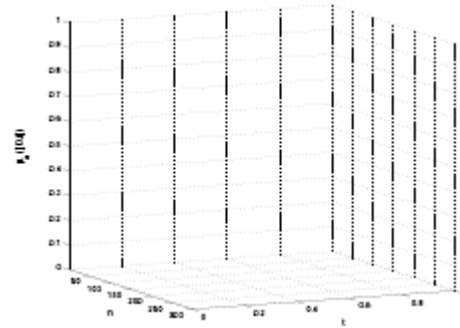
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

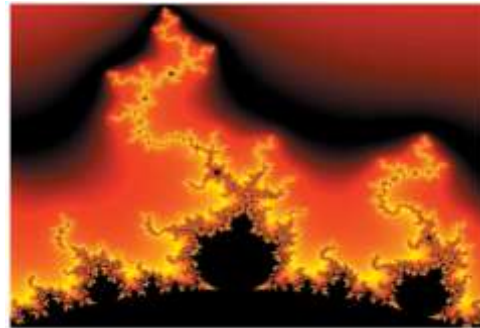
En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]



**Grafico 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

## Instrucciones para autores

---

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

### Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

### Resultados

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

### Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

### Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

### Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

### Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

### Ficha Técnica

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

**Formato de Originalidad**



**Taipei-Taiwan a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_**

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

---

Firma (Signature):

---

Nombre (Name)



**Formato de Autorización**



Taipei-Taiwan a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN- Taiwan a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN- Taiwan to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

\_\_\_\_\_  
Firma (Signature)

\_\_\_\_\_  
Nombre (Name)

# Revista de Ingeniería Tecnológica

“Análisis de la viscoelasticidad de sustancias en la industria alimenticia con ultrasonido y LabVIEW”

**OCAMPO-MARTÍNEZ, Rafael, OLIVO-FLORES, Marco Antonio, SOTELO-MARTÍNEZ, Samuel y ESPINOS-BARRIOS, Norick**

*Universidad Tecnológica de San Juan del Rio*

“Estudio para la síntesis y caracterización de biodiesel a partir de un aceite comestible”

**GARCÍA-ARÁMBULA, Cintia Germania, IRIGOYEN-CAMPUZANO, José Rafael, UZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, Nicolás Cristóbal y LÓPEZ-ZUMARÁN, Iván Alejandro**

*Universidad Tecnológica de Durango*

“Desarrollo de aplicación LBS para estaciones de servicio en Córdoba, Ver”

**ZAMORA-HERNÁNDEZ, Abigail, HOUBRON-PASCAL, Eric, BAUTISTA-HERNÁNDEZ, Adrián y GONZÁLES-LÓPEZ, Gloria Inés**

*Universidad Veracruzana*

“Medición y visualización de temperatura y presión en Isoteniscopio mediante Arduino”

**SALAZAR-VALLE, E., MORALES-IBARRA, V., MIRANDA-AGUILAR, F. y MIRANDA-HERRERA, M.**

*Universidad Tecnológica de Torreón*

*Instituto Tecnológico de la Laguna*

“Algoritmo rápido para extracción de características de señal mioeléctrica empleando coeficientes cepstrales”

**ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio, ROJAS-RODRÍGUEZ, Rafael, ORTÍZ-CARRANCO, Araceli y CORTÉS-ABURTO, Obed**

*Universidad Politécnica de Puebla*

“Migración del sistema de control de máquina cortadora de Tubo Haven 873”

**GONZÁLEZ-GÓMEZTAGLE, Aldo, SÁNCHEZ-LÓPEZ, Héctor Javier, ROJAS-RAMÍREZ, Erick y REYES-OCAMPO, José**

