

Reactor Experimental para Identificar los Parámetros de Producción de Biodiesel B (100) a partir de Aceite Vegetal Usado.

Stalin Arciniegas A, Gerardo Collaguazo G Universidad Técnica del Norte (UTN),
Ibarra - Ecuador

Resumen – El presente proyecto tiene como objetivo identificar los parámetros de producción de biodiesel B(100) a partir de aceite vegetal usado. El aceite vegetal será transportado desde un tanque de almacenamiento hacia el reactor, pasando por un medidor de flujo que permitirá saber la cantidad de aceite que ingresa al reactor, el aceite será calentado por medio de una resistencia de calefacción y agitado hasta alcanzar la temperatura de transesterificación para el ingreso del metóxido que también será medido por un sensor de flujo.

Índices – *Automatización industrial, Tanque Reactor, LabVIEW.*

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversas investigaciones respecto a los parámetros óptimos para la producción de biodiesel a partir del aceite vegetal usado. Éstas se encuentran solamente en fuentes eminentemente divulgativas como lo es el internet. Lo cual genera un grado de desconfianza respecto de su valor científico. Por ello es importante realizar una comprobación objetiva del contenido de aquellas. Para de esta manera, con los resultados positivos que se pretenden obtener, plasmar esta información en documentos confiables, preferentemente escritos, que sirvan de apoyo a futuras investigaciones sobre el tema. Y, por lo tanto, queden determinadas fehacientemente las características y requerimientos necesarios para producir biodiesel (b100), mediante la forma mencionada

Este estudio comprende la realización de un diseño que identificará los parámetros óptimos para la transesterificación en el proceso de producción de biodiesel. Esto se lo consigue, con la correcta recolección de datos en el reactor, con lo que se puede determinar qué grado de influencia tiene la variación de los parámetros como velocidad de agitación, temperatura y nivel. Consecuentemente, esto será posible luego de someter al

aceite vegetal usado a una serie de cambios tantos; físicos, químicos y mecánicos dentro del reactor, con el fin de obtener los parámetros ideales para su producción.

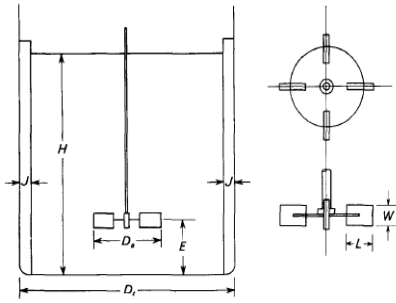
En este sentido, hay que resaltar que el biodiesel que se obtenga del aceite vegetal usado con los parámetros óptimos, tendrá una particularidad muy especial, que se traduce en la protección del ambiente. Pues dispersado aquel al aire, a través de los motores a combustión, existirán cero emanaciones de gases tóxicos, los cuales, en cambio, sí son producidos por el diesel obtenido a base de petróleo. Incluso, contribuirá a la no contaminación de los ríos en razón de que el desecho del aceite vegetal usado será reutilizado y no arrojado a aquellos. Finalmente, es importante mencionar que el biodiesel obtenido con los procedimientos indicados provee al motor una energía similar a la del diesel a base de petróleo, por lo que se convierte en una fuente energética alternativa.

Este artículo está organizado de la siguiente forma en la Sección II, se habla del diseño del tanque reactor. La automatización del proceso se habla en la sección III. La sección IV los agradecimientos. En la Sección V las referencias. Y finalmente en la Sección VI la bibliografía.

II. DISEÑO DEL REACTOR

A. *Descripción*

Se trata de diseñar el reactor para almacenar 60 litro de producto que soporte físicamente y químicamente. Dentro del reactor se tendrá el aceite vegetal usado y el metóxido que es una sustancia muy corrosiva por lo cual nos lleva a usar acero inoxidable como material. Se dimensionara las aspas con la intención de proporcionar una buena homogenización e intercambio de calor. (Ver Fig. 1)



H = 43,5 cm D_t = 43,5 cm D_a = 14,15 cm
 E = 14,16 cm W = 3 cm L = 3,6 cm

Figura 1. diemencionamiento del reactor

B. Cálculo de espesor de las paredes del reactor

El espesor es uno de los factores importantes, porque no pueden existir fugas ni derrames del material, este se lo calculo con la siguiente fórmula:

$$T_d = \frac{0,0005D(H - 30,48)G}{S_d} + C.A$$

- T_d = espesor de diseño
- D = Diámetro del tanque (43 cm)
- H = Altura (53 cm)
- G = densidad (0,0017 kg/cm³)
- S_d = Esfuerzo de diseño (662,85 kg/cm²)
- C.A. = Corrosión permisible

$$S_d = \frac{\text{Resistencia ultima del material}(S_u)}{\text{factor de diseño}(N)}$$

Forma de carga	Material Dúctil
Repetida	S _u /8

T_d = 1,24x10⁻⁵ cm

C. Flujo dentro del reactor

El tipo de flujo que se produce en el tanque agitador depende de las características del fluido, proporciones del tanque y sobre todo el aspa de agitación, para nuestro caso se escogió una aspa de 3 palas inclinadas con flujo radial y flujo axial con la finalidad de obtener homogenización en todo el reactor.

1) Flujo axial

Flujo axial de denomina a todo lo que permiten un flujo desprendido del rodete y presenta recirculación, esto quiere decir que el fluido debe retorna a la zona central de las palas del agitador, (ver figura 2)

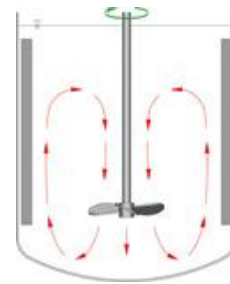
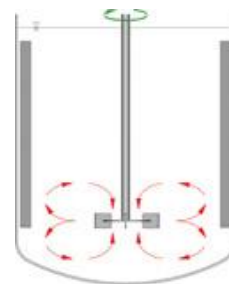


Figura 2. Agitador de flujo axial

2) Flujo radial

Los agitadores de flujo radial proporcionan una alta velocidad tangencial aunque baja capacidad de impulsión. (Ver figura 3)



III. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO

A. Control en lazo abierto

Los sistemas de control en lazo abierto actuarán con una señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada esto quiere decir que no existe realimentación o una referencia para que el controlador pueda realizar un óptimo control.

Este tipo de control se los utilizara para sistemas bien definidos donde la salida puede ser resultado de un cálculo matemático, como es el caso de un accionamiento de un motor por frecuencia variable para nuestro agitador. (ver figura 4)

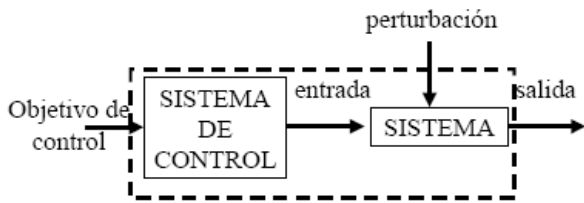


Figura 4. Diagrama de bloques control en lazo abierto

B. Control en lazo cerrado

Este tipo de control se lo utilizara cuando haya cambios de carga en el proceso y este provocara alteraciones en la variable controlada con mayor o menor efectividad y también para saber en qué estado se encuentra nuestra planta, por medio de una realimentación medida en la salida de control, para nuestro caso se utiliza un control en lazo cerrado para el control de temperatura del reactor.

(ver figura 5)

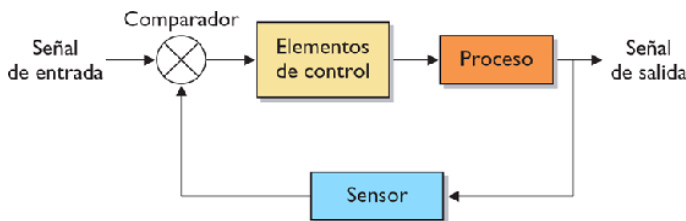


Figura 5. Diagrama de bloques de un control en lazo cerrado

C. Modelamiento Matemático de la planta.

El modelamiento matemático de la planta nos permitirá determinar matemáticamente a nuestro reactor y determinar qué tipo de control aplicar para mantenerlo estable, para eso vamos a determinar las variables que influyen en el proceso, como es la capacidad de generar calor de la resistencia de calefacción, la capacidad de absorber el calor de la sustancia y la perturbación de la temperatura ambiente. (Ver figura 6)

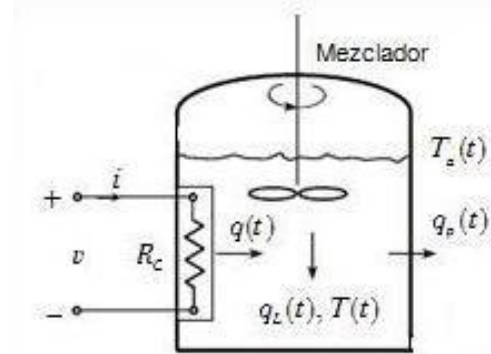


Figura 6. Diagrama de variables en el reactor

Con estas variables se puede determinar las ecuaciones como son las siguientes:

- $q_L(t) = C_T \frac{dT}{dt}$
- $q_p(t) = \frac{T(t) - T_a(t)}{R_p}$
- $q(t) = C_T \frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_a(t)}{R_p}$

La ecuación final nos queda que la capacidad de calor generada por la resistencia es igual a la capacitancia térmica de la sustancia más la diferencia de temperaturas entre la temperatura de la sustancia y la temperatura ambiente sobre la resistencia térmica de las paredes del reactor, despejando y aplicando la transformada de Laplace nos queda.

$$T(s) = \frac{Q(s)}{C_T s + \frac{1}{R_p}} + \frac{T_a(t)}{R_p C_T s + 1}$$

Donde:

$$C_T = mC_e$$

$$m = 53.8 \text{ Kg (masa)}$$

$$C_e = 2 \frac{J}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \text{ (calor espezifico)}$$

$$Rp = 58 \frac{W}{\text{m } ^\circ\text{C}} \text{ (Resistencia Térmica acero inoxidable)}$$

Donde nos quedara el siguiente diagrama de bloques (figura 7).

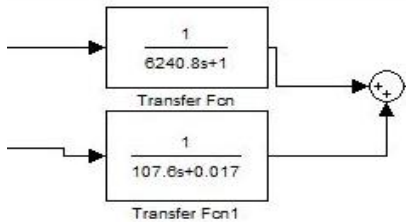


Figura 7. Diagrama de bloques modelo matemático

D. Control PID

Un control PID es un mecanismo que nos permite por medio de una realimentación que calcula el error entre un valor adquirido y el valor que se quiere obtener, para aplicar un ajuste el proceso, el algoritmo de cálculo se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo, para obtener el PID ideal para nuestra planta recurrimos al software Matlab y a su aplicación SISOTOOL, donde podemos escoger el tipo de sistema de control. (Ver Figura 8).

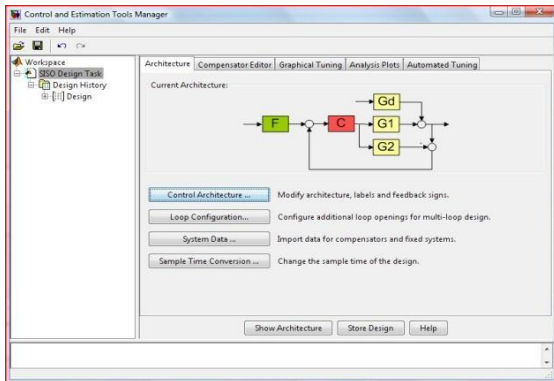


Figura 8. Aplicación de SISOTOOL de Matlab

Del resultado del SISTOOL tenemos un controlador PI, con su reacción a la función paso, (Ver figura8) y con los siguientes valores

$$P = 12556$$

$$I = 0,02$$

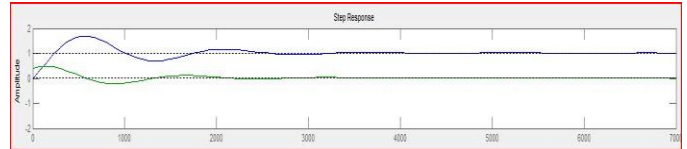


Figura 8. Función paso a la planta

E. Calculo de potencia del motor

Para el cálculo de potencia del agitador que sea capaz de mover la sustancia dentro del reactor, vamos a calcular el número de Reynold y por medio de una curva característica (ver figura 9) determinaremos el número de potencias para luego obtener la potencia.

Para calcular el número de Reynolds se utilizara la siguiente fórmula:

$$N_{re} = \frac{nDa^2\rho}{\mu}$$

Dónde:

N_{re} = Numero de Reynolds

$Da = 0,465$ pies (Diámetro del rodete)

$n = 13,33$ RPS (Velocidad)

$\rho = 239$ lb/pie³ (Densidad)

$\mu = 0,054$ lb/pies s (Viscosidad)

$$N_{re} = 8391,32$$

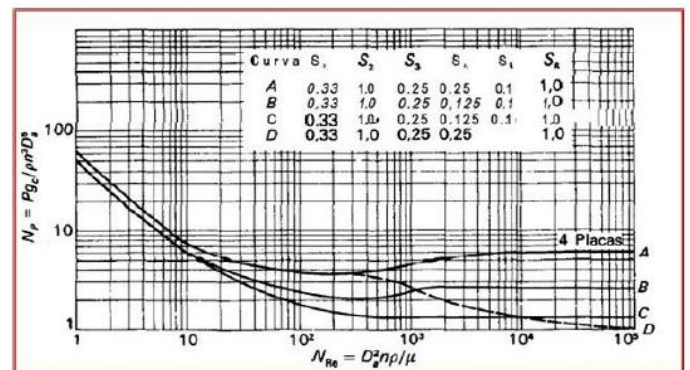


Figura 9. Curva Nro de Reynolds vs Nro de potencias

$$P = \frac{N_p n^3 D a^5 \rho}{g c}$$

P = Potencia
 Da = 0,465 pies (Diámetro del rodete)
 n = 13,33 RPS (Velocidad)
 p = 239 lb/pie³ (Densidad)
 Np = 1,5 (Numero de potencia)
 Gc = 32,17 pies/ s² (Gravedad)

$$P = 236,5 \text{ lb-pie/S} = 0,43 \text{ HP}$$

F. Características del motor

El motor tiene las siguientes características:

Las características del motor se encuentran en la tabla 1

TABLA 1

I. Sensor de flujo para aceite Burkert 8071

Datos de fabricante	
Marca	Siemens 1LA7
Potencia	0,75 Hp
Voltaje	220 YY
Corriente	4.0 A
Velocidad	800 rpm
Protección	IP65

H. Características del inversor de frecuencia

TABLA 2

Datos de fabricante	
Marca	Siemens G110
Potencia	0,75 Hp
Voltaje	220 YY
Corriente	10.0 A

Este sensor de desplazamiento positivo es especialmente diseñado para el control de medición o lote de altamente líquidos viscosos como el pegamento, la miel o el aceite (ver figura 10)

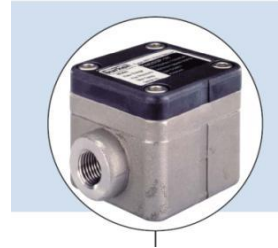


Figura 10. Sensor de flujo burkert 8071

El sensor de tiene las siguientes

características:

TABLA 2

Rango de medición	2-100 l/h
Temperatura máxima de fluido	120 °C (248 °F)
Presión máxima	55 Bares
Viscosidad	Hasta 1 Pa.s
Precisión	≤ ± 1%
Repetitividad	≤ 0.03%
Frecuencia de salida	Colector abierto NPN, max. 25 mA, 4.5 a 24 V DC
K-factor	1000 pulsos/litro

J. Sensor de flujo para metóxido Burkert 8031

Este sensor compacto de bajo flujo Tipo 8031 con rodete y sensor Hall (Ver figura 11) está especialmente diseñado para el uso de líquidos agresivos y sólidos libre, el sensor produce una frecuencia proporcional al caudal señal que se puede transmitir fácilmente y procesados.



Figura 11. Sensor de flujo Burkert 8031

El sensor de flujo tiene las siguientes

características: TABLA 4

Rango de medición	10-100 l/h
Temperatura máxima de fluido	80 °C
Presión máxima	6 Bares
Viscosidad	De 1 Hasta 10 cSt
Precisión	≤ ± 2%
Repetitividad	≤ 0.8%
Frecuencia de salida	Colector abierto NPN, max.11 mA, 5 a 24 V DC
K-factor	10200 pulsos/litro

K. Proceso de adquisición de datos

La adquisición de datos o de señales, consiste en la toma de muestras de un entorno físico y transformarlas en señales eléctricas por medio de sensores para generar datos que puedan ser manipulados por un computador de manera que se puedan ser procesadas en una computadora. Se requiere una

etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital, el elemento que hace dicha transformación se denomina tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

L. DAQ6009

La tarjeta de adquisición de datos DAQ USB-6009 (ver figura

12) es un dispositivo desarrollado por la empresa National Instruments que sirve para crear mediciones de entradas análogas, digitales y para generar niveles de voltaje de salida, se tiene un contador y dos puertos con 8 líneas de entradas y salidas digitales, se puede realizar simultáneamente aplicaciones como registradores de datos, adquisición analógica con alarmas de 14 bits con una frecuencia de muestreo de 48 kS/s, conteo de eventos, hasta control de lazo cerrado y diagrama de bloques del interior de la tarjeta de adquisición de datos lo podemos observar en la figura 13.



Fig. 12. DAQ 6009

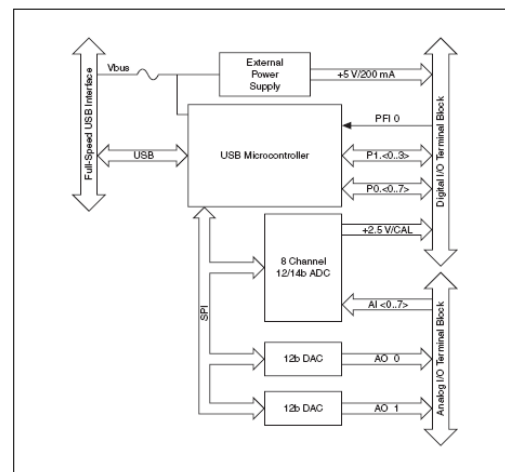


Figura 13. Diagrama de bloques DAQ 6009

M. Software de control

El software de control que se utilizara es el LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) de National Instrument, es un software con una plataforma grafica que permite crear aplicaciones complejas de forma rápida y sencilla, esta plataforma está orientada al desarrollo y aplicaciones de control de instrumentos electrónicos, que se lo conoce como instrumento virtual por eso se guarda los ficheros con la extensión VI (Virtual Instrument).

Por medio del software LabVIEW y la DAQ 6009 podemos interactuar con nuestros dispositivos a través del HMI (Interface hombre maquina), (ver figura 14), el cual nos permite visualizar el comportamiento del reactor de una forma mas amigable.

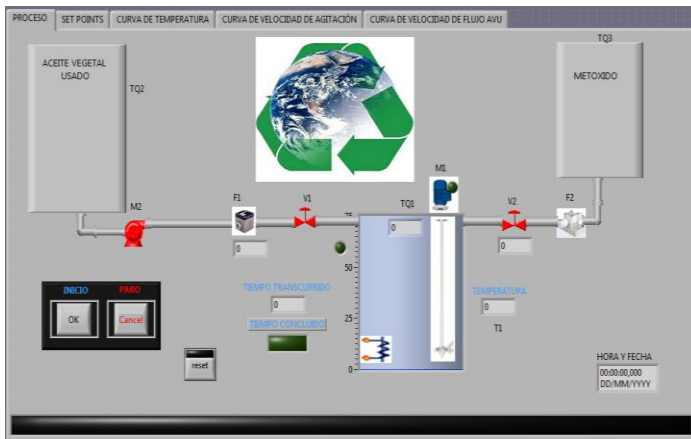


Figura 14. HMI Reactor

En la primera ventana podemos observar el proceso de transesterificación, desde el almacenamiento de aceite donde es impulsada por una bomba positiva a través de un filtro, también es controlada por una electroválvula y medida por un sensor de flujo para aceite, luego se calienta y se agita para homogenizar la temperatura hasta alcanzar la temperatura de transesterificación y dar paso a la entrada del metóxido que también será controlado por una electroválvula y medida por un sensor de flujo.

En la segunda pestaña podemos observar los set point (ver figura 15) del proceso, como es el de temperatura, dosificación de aceite, dosificación de metóxido, tiempo de transesterificación y velocidad de agitación.



Figura 15. Set point

En la tercera pestaña podemos observar la curva de temperatura vs tiempo (ver figura 15) el cual nos permitirá observar y analizar de una mejor manera el comportamiento de la temperatura dentro del reactor.

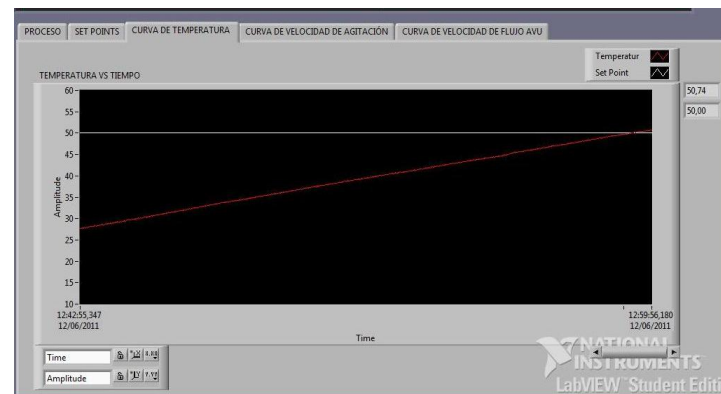


Figura 16. Curva de temperatura vs tiempo

IV.
AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración prestada por la Universidad Técnica del Norte para desarrollar este proyecto y a todos los familiares por el apoyo incondicional.

V. REFERENCIAS

- [1] Robert L. Mott, P.E., "Diseño de elementos de maquinas," Cuarta Edición. Editorial Prentice-Hall. México. 2006.
- [2] R.C Hibbeler, "Mecánica de materiales," Sexta Edición. Editorial McGraw-Hill. México. 2006.
- [3] Warren L. Mc Cabe, Julian C Smith, Peter Harriot, "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química," Cuarta Edición. Mexico. 1998.
- [4] Albert Paul Malvino, "Principios de Electrónica," Sexta Edición. Editorial McGraw-Hill. México. 2002.
- [5] Antonio Creus Solé, "Instrumentación Industrial" Séptima Edición. Edición. Editorial Marcombo S.A. España 2005.
- [6] Katsuhiko Ogata "Ingeniería de control moderna" Editorial Prentice- Hall. Madrid 2003.
- [7] Jose L Vizcaino, José P. Sebastia "LabVIEW entorno grafico de programación" editorial Alfa Omega. Mexico 2007.
- [8] Carlos Alberto Soto" Análisis y diseños de control con aplicaciones en matlab ". Colombia 2009.
- [9] R.C. Hibbeler "Mecánica de materiales", editorial Prentice-Hall sexta edición 2006.
- [10] Características DAQ 6009 (10-10-2010) disponible en <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/201987>
- [11] Sistemas de control (8-10-2010) disponible en Http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_control;
- [12] Calor específico (4-03-2011) disponible en <http://www.valvias.com/prontuario-propiedades-materiales-calor-especifico.php>
- [13] Diseño y calculo de tanques de almacenamiento (20-02-2011) disponible en <http://www.inglesa.com.mx/books/DYCTA.pdf>

VI.
BIOGRAFÍAS



Stalin Arciniegas A., nació en Antonio Ante – Ecuador el 24 de Enero de 1986.

Realizo sus estudios secundarios en el Instituto Tecnológico "17 de Julio", donde obtuvo el título de Bachiller Técnico en la especialidad

de Mecánica Automotriz. Culmino sus estudios en la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Mecatrónica en el 2010. Fue secretario del club de Robótica de la Universidad Técnica del Norte en el periodo 2007-2008, fue también presidente del Club de Robótica de la Universidad Técnica del Norte en el periodo 2008-2009, actualmente trabaja en la empresa Ecuajugos S.A en el departamento Técnico.

Áreas de interés: Robótica, Automatización Industrial, instrumentación industrial, metrología, microcontroladoras, mantenimiento mecánico.

(stalin_bot@hotmail.com, stalin.arciniegas@ec.nestle.com)

Gerardo Collaguazo G., nació en Ibarra- Ecuador el 13 de Junio de 1966. Realizó sus estudios secundarios en el



Colegio Técnico Nacional "17 de Julio", donde obtuvo el título de Bachiller Técnico en la especialidad de Electricidad. Se graduó en la Universitatea Tehnica din Timisoara – Rumania como Ingeniero en Energética en 1995. Actualmente desempeña el cargo

de Profesor accidental en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, Se desempeña como Director de la carrera de Electrónica y Redes de comunicación. Áreas de interés: robótica, control

industrial, redes eléctricas, microcontroladores. (gicollaguazo@utn.edu.ec)

Reactor experimental para identificar los parámetros de producción de biodiesel B (100) a partir de Aceite Vegetal Usado.

Stalin Arciniegas A, Gerardo Collaguazo G Universidad Técnica del Norte (UTN),
Ibarra - Ecuador

Summary- This project aims to identify the parameters of biodiesel B (100) from used vegetable oil. The vegetable oil will be transported from a storage tank to the reactor through a flow meter to let you know the amount of oil entering the reactor, the oil will be heated by a heating resistor and agitated until the temperature of transesterification for the methoxide income will also be measured by a flow sensor.

Indices - Industrial automation, Tank Reactor, LabVIEW..

I. INTRODUCTION

Currently there are several investigations into the optimal parameters for the production of biodiesel from used vegetable oil. They are found only eminently informative sources such as the internet. Which generates a degree of distrust of scientific value. It is therefore important to make an objective verification of the contents of those. For in this way, with the positive results that can be obtained, to translate this information into reliable documents, preferably written, that will support future research on the subject. Y. therefore, are determined reliably the characteristics and requirements needed to produce biodiesel (B100), as mentioned by

This study includes the completion of a design that will identify the optimal parameters for transesterification in biodiesel production process. This was successful, with proper data collection in the reactor, which can determine how much influence does the variation in parameters such as agitation speed, temperature and level. Consequently, this will be possible after submitting the used vegetable oil to a series of many changes: physical, chemical and mechanical in the reactor, in order to obtain the ideal parameters for their production.

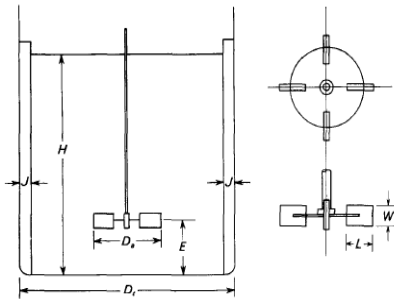
In this sense, we must emphasize that the biodiesel obtained from used vegetable oil with the optimal settings will have a special characteristic, which results in environmental protection. For that dispersed into the air through combustion engine, there will be zero emissions of toxic gases, which, however, they are produced by diesel oil derived base. Even not contribute to the pollution of rivers due to the disposal of used vegetable oil will be reused and not thrown into those. Finally, it is important to mention that biodiesel obtained with the procedures provides the motor with a power similar to petroleum-based diesel, so it becomes an alternative energy source.

This article is organized as follows in Section II, we speak of the design of the tank reactor. Automating the process is discussed in the section III. Section IV acknowledgments. In Section V references. And finally in Section VI the literature.

II. REACTOR DESIGN

A. Description

It is designing the reactor to store 60 liters of product that supports physically and chemically. Within the reactor will take use vegetable oil and methoxide which is a very corrosive substance thus leads us to use stainless steel as a material. Is sized blades intended to provide a good homogenization and heat exchange. (See Figure 1)



H = 43,5 cm Dt = 43,5 cm Da = 14,15 cm
 E = 14,16 cm W = 3 cm L = 3.6 cm

Figure1 reactor diemencionamiento

B. Calculation of thickness of the walls of the reactor

The thickness is an important factor, because there can be no leakage or spillage of material, this is calculated with the following formula:

$$T_d = \frac{0,0005D(H - 30,48)G}{S_d} + C.A \quad 2$$

- Td = espesor de diseño
- D = Diámetro del tanque (43 cm)
- H = Altura (53 cm)
- G = densidad (0,0017 kg/cm³)
- Sd = Esfuerzo de diseño (662,85 kg/cm²)
- C.A. = Corrosión permisible

$$S_d = \frac{\text{Resistencia ultima del material}(Su)}{\text{factor de diseño}(N)}$$

Forma de carga	Material Dúctil
Repetida	Su/8

$$T_d = 1,24 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

C. Flujo dentro del reactor

The type of flow occurs in the surge tank depends on the characteristics of the fluid tank proportions and especially the stirring blade, for our case chose a 3-blade tilt blade with radial flow and axial flow in order to homogenization get around the reactor.

1) axial flow

Axial flow of calls as is permitted detached flow recirculation impeller and presents, this means that the fluid must be returned to the central agitator blades (see figure 2)

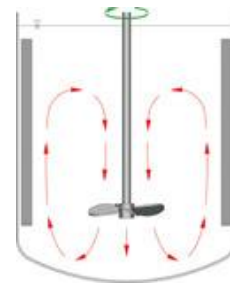
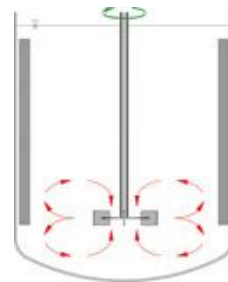


Figura 2. Agitador de flujo axial

2) radial flow

The radial flow agitators provide high tangential velocity but low capacity drive. (See Figure 3)



III. PROCESS AUTOMATITATION

A. Open Loop Control

Control systems in open loop act with an input signal and results in an output signal independent of the input signal this means that there is no feedback or a reference for the controller can perform an optimal control.

This type of control used is the well-defined systems where the output can be the result of a mathematical calculation, such as a motor driving a variable frequency for our shaker. (see Figure 4)

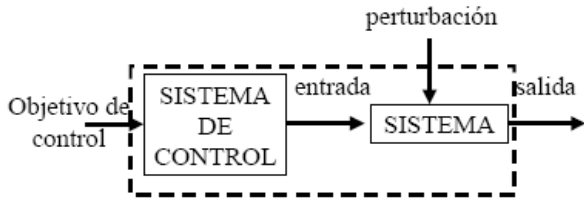


Figura 4. Diagrama de bloques control en lazo abierto

B Close-loop Control

This type of control it will be used when load changes in the process and this causes changes in the controlled variable with varying degrees of effectiveness and also to know in what state our plant, by means of a feedback output as control, in our case using a closed-loop control to control the reactor temperature.

El modelamiento matemático de la planta nos permitirá matemáticamente determine our reactor and determine what type of control applied to keep it stable, so that we will determine the variables that influence the process, as is the ability to generate heat from the heating resistor, the ability to absorb heat from the substance and the temperature perturbation. (See Figure 6)

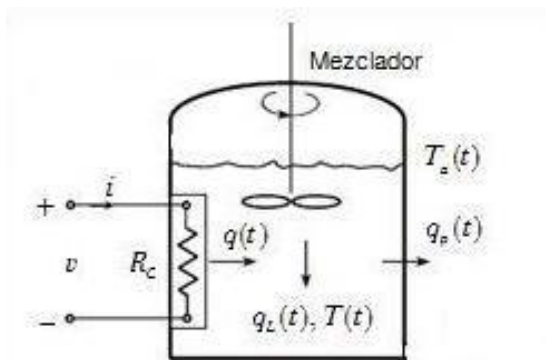


Figure 6. Diagram of variables in the reactor

These variables can be determined by the equations such as the following:

C. Matematic model

- $q_L(t) = C_T \frac{dT}{dt}$
- $q_p(t) = \frac{T(t) - T_a(t)}{R_p}$
- $q(t) = C_T \frac{dT}{dt} + \frac{T(t) - T_a(t)}{R_p}$

(ver figura 5)

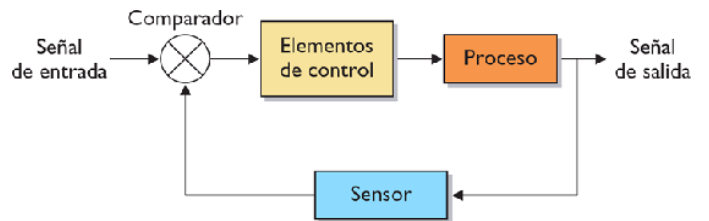


Figura 5. Block diagraman

The final equation we have the ability to heat generated by the resistance is equal to the thermal capacitance of the substance over the temperature difference between the temperature of the substance and the ambient temperature on the thermal resistance of the reactor walls, clearing and applying the Laplace transform we have.

- $T(s) = \frac{Q(s)}{C_T s + \frac{1}{R_p}} + \frac{T_a(t)}{R_p C_T s + 1}$

Where:

$$C_T = mC_e$$

$$m = 53.8 \text{ Kg (masa)}$$

$$C_e = 2 \frac{\text{J}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \text{ (calor espezifico)}$$

$$R_p = 58 \frac{\text{W}}{\text{m } ^\circ\text{C}} \text{ (Resistencia Térmica acero inoxidable)}$$

Where we have the following block diagram (Figure 7).

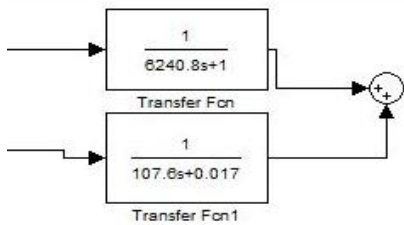


Figura 7. Diagrama de bloques modelo matemático

D. PID control

PID control is a mechanism that allows us through feedback and calculates the error between a value and the value gained is to be obtained, to apply an adjustment process, the calculation algorithm is given in three different parameters: the proportional, integral, and derivative, to obtain the ideal PID for our plant resorted to Matlab and its application software SISOTOOL where we can choose the type of control system. (See Figure 8).

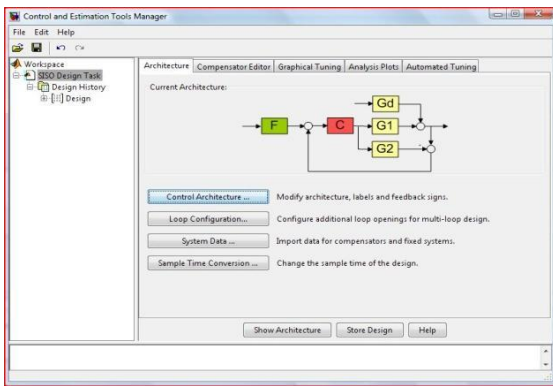


Figura 8. SISOTOOL Application

The outcome of the SISTOOL have a PI controller, with its reaction to the step function, (See figura8) and with the following values

$$P = 12556$$

$$I = 0,02$$

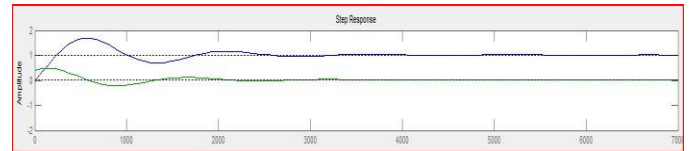


Figura 8. Función paso a la planta

E. Calculation of engine power

To calculate the power of the agitator that is able to move the substance into the reactor, we will calculate the Reynold's number and by a characteristic curve (see Figure 9) determine the number of powers to then get the power.

To calculate the Reynolds number using the following formula:

$$N_{re} = \frac{nDa^2\rho}{\mu}$$

Where:

N_{re} = Numero de Reynolds

$Da = 0,465$ pies (Diámetro del rodete)

$n = 13,33$ RPS (Velocidad)

$\rho = 239$ lb/pie³ (Densidad)

$\mu = 0,054$ lb/pies s (Viscosidad)

$$N_{re} = 8391,32$$

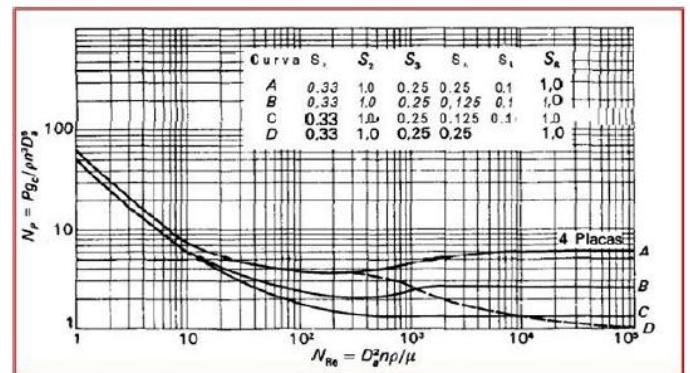


Figura 9. Curva Nro de Reynolds vs Nro de potencias

$$P = \frac{N_p n^3 D a^5 \rho}{g c}$$

P = Potencia
 Da = 0,465 pies (Diámetro del rodete)
 n = 13,33 RPS (Velocidad)
 p = 239 lb/pie³ (Densidad)
 Np = 1,5 (Numero de potencia)
 Gc = 32,17 pies/ s² (Gravedad)

$$P = 236,5 \text{ lb-pie/S} = 0,43 \text{ HP}$$

F. Engine Features

The engine has the following features:

The engine characteristics are found in Table 1

TABLE 1

I. Oil Flow Sensor Burkert 8071

Datos de fabricante	
Marca	Siemens 1LA7
Potencia	0,75 Hp
Voltaje	220 YY
Corriente	4.0 A
Velocidad	800 rpm
Protección	IP65

H. Características del inversor de frecuencia

TABLA 2

Datos de fabricante	
Marca	Siemens G110
Potencia	0,75 Hp
Voltaje	220 YY
Corriente	10.0 A

This positive displacement sensor is especially designed for the measurement or batch control of highly viscous liquids such as glue, honey and oil (see Figure 10)



Figura 10. Fluje sensor 8071

The sensor has the following

características:

TABLA 2

Rango de medición	2-100 l/h
Temperatura máxima de fluido	120 °C (248 °F)
Presión máxima	55 Bares
Viscosidad	Hasta 1 Pa.s
Precisión	≤ ± 1%
Repetitividad	≤ 0.03%
Frecuencia de salida	Colector abierto NPN, max. 25 mA, 4.5 a 24 V DC
K-factor	1000 pulsos/litro

J. Flow Sensor Burkert 8031 methoxide

This compact, low-flow sensor type impeller and 8031 with Hall sensor (see Figure 11) is specially designed for the use of aggressive liquids and solids free, the sensor produces a frequency signal proportional to flow rate can be easily transmitted and processed.



Figura 11. Flow sensor 8031

The sensor has the following

TABLA 4

Rango de medición	10-100l/h
Temperatura máxima de fluido	80 °C
Presión máxima	6 Bares
Viscosidad	De 1 Hasta 10 cSt
Precisión	≤ ± 2%
Repetitividad	≤ 0.8%
Frecuencia de salida	Colector abierto NPN, max.11 mA, 5 a 24 V DC
K-factor	10200 pulsos/litro

Data acquisition process

The data acquisition or signal, is sampling a physical environment and transform them into electrical signals by means of sensors to generate data that can be manipulated by a computer so that it can be processed in a computer.

conditioning stage, which adapts the signal to levels compatible with the element that makes the transformation to a digital signal, the element that makes this transformation is called Data Acquisition Card (DAQ).

L. DAQ6009

The data acquisition card DAQ USB-6009 (see Figure 12) is a device developed by National Instruments is used to create analog input measurements, and to generate digital output voltage levels, it has a counter and two ports with 8 lines of digital inputs and outputs can be performed simultaneously applications such as data loggers, analog acquisition with hardware 14 bits with a sampling frequency of 48 kS / s, count events, to closed-loop control block diagram inside the data acquisition card can be observed in figure 13.



Fig. 12. DAQ 6009

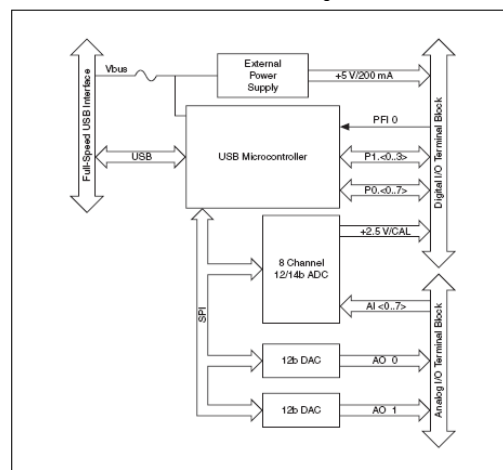


Figura 13. Diagrama de bloques DAQ 6009

Control Software

The control software to be used is the LabVIEW

(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) of National Instrument is a graphical software platform for creating complex applications quickly and easily, this platform is focused on the development and application of electronic control, which is known as virtual instrument so it saves the files with VI (Virtual Instrument).

Using the LabVIEW software and DAQ 6009 can interact with our devices THROUGH the HMI (Human Machine Interface) (see Figure 14), which allows us to visualize the conportamiento the reactor in a more user friendly.

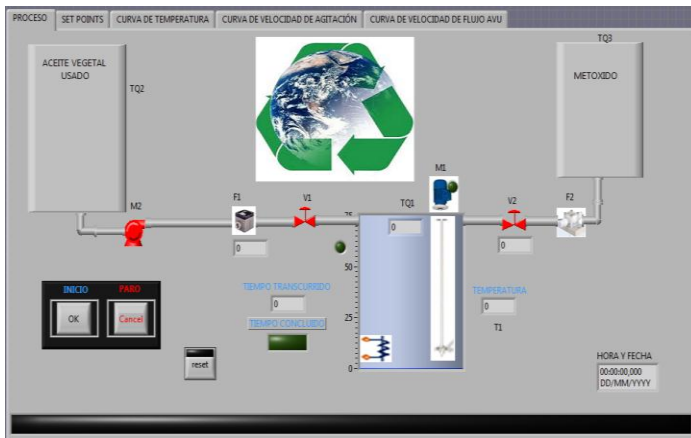


Figura 14. HMI Reactor

In the first window we can see the transesterification process, from where oil storage is driven by a positive pump through a filter, is also controlled by a solenoid valve and measured by a flow sensor for oil, then heated and stirred to homogenize the temperature to the temperature transesterification and give way to the entrance of the methoxide will also be controlled by a valve and measured by a flow sensor.

On the second tab we can see the set point (see Figure 15) of the process, such as temperature, oil dosage, dosage of Methoxide transesterification time and shaking speed.

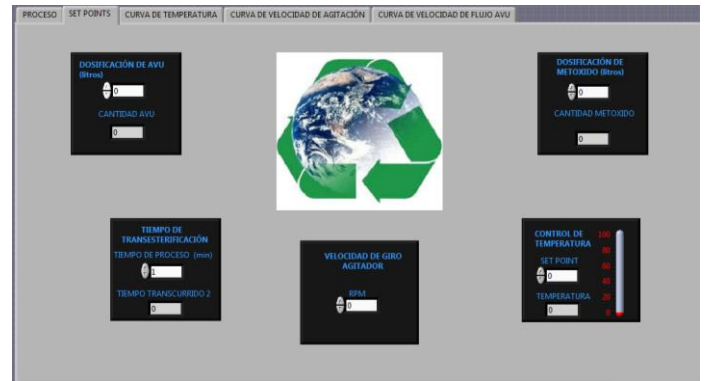


Figura 15. Set point

In the third tab, you can observe the temperature vs. time curve (see Figure 15) which will allow us to observe and analyze in a better way the behavior of the temperature inside the reactor.

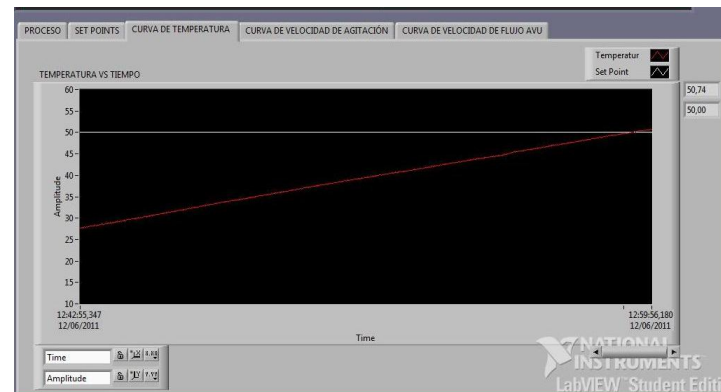


Figura 16. Curva de temperatura vs tiempo

IV. Acknowledgments

The authors acknowledge the assistance provided by the North Technical University to develop this project and all the family for the unconditional support

V. REFERENCIAS

- [1] Robert L. Mott, P.E., "*Diseño de elementos de maquinas,*" Cuarta Edición. Editorial Prentice-Hall. México. 2006.
- [2] R.C Hibbeler, "*Mecanica de materiales,*" Sexta Edición. Editorial McGraw-Hill. México. 2006.
- [3] Warren L. Mc Cabe, Julian C Smith, Peter Harriot, "*Operaciones Unitarias en Ingeniería Química,*" Cuarta Edición. Mexico. 1998.
- [4] Albert Paul Malvino, "*Principios de Electrónica,*" Sexta Edición. Editorial McGraw-Hill. México. 2002.
- [5] Antonio Creus Solé, "*Instrumentación Industrial*" Séptima Edición Edición. Editorial Marcombo S.A. España 2005.
- [6] Katsuhiko Ogata "*Ingeniería de control moderna*" Editorial Prentice- Hall. Madrid 2003.
- [7] Jose L Vizcaino, José P. Sebastia "*LabVIEW entorno grafico de programación*" editorial Alfa Omega. Mexico 2007.
- [8] Carlos Alberto Soto" *Análisis y diseños de control con aplicaciones en matlab*". Colombia 2009.
- [9] R.C. Hibbeler "*Mecánica de materiales*", editorial Prentice-Hall sexta edición 2006.
- [10] Características DAQ 6009 (10-10-2010) disponible
- [11] Sistemas de control (8-10-2010) disponible
- [12] Calor específico (4-03-2011) disponible
- [13] Diseño y calculo de tanques de almacenamiento (20-02-2011) disponible en <http://www.inglesa.com.mx/books/DYCTA.pdf>

VI. BIOGRAFÍAS



Stalin Arciniegas A., born in Antonio Ante

- Ecuador on January 24, 1986.

He did his secondary studies at the Technological Institute "July 17", where he earned a bachelor's degree in the technical field of

auto mechanics. Complete their studies at the Technical University in North Mechatronics career in 2010. He was secretary of the club's Robotics North Technical University in 2007-2008, was also president of the Robotics Club North Technical University in 2008-2009, the company is currently working on Ecuajugos SA Technical Department .

Areas of interest: Robotics, Industrial Automation, industrial instrumentation, metrology, microcontrollers, mechanical maintenance.

(stalin_bot@hotmail.com, stalin.arciniegas @ec.nestle.com)



Gerardo Collaguazo G.,

born in Ibarra, Ecuador on June 13, 1966. He completed

his studies at the National Technical College, "July 17", where he earned a bachelor's degree in the technical field of Electricity. He graduated

from Tehnica Universitatea din Timisoara - Romania as Energy Engineer in 1995. Currently holds the post of Professor accidental Engineering Faculty of Applied Science, Technical University of Northern Serves as Race Director of Electronics and Communication Networks. Areas of interest: robotics, industrial control, electrical networks, microcontrollers. (gicollaguazo@utn.edu.ec)