

# IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR AUTOMATIZADO PARA PRODUCIR BIODIESEL A NIVEL SEMI INDUSTRIAL

*Luis Patajalo, Paúl Soria, Guido Torres, Germán Erazo*

*Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.*

*email : luis\_stalin\_patajalo\_v@hotmail.com*

*, paulsori@hotmail.com, wgerazo@espe.edu.ec.*

## RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño y construcción de un prototipo de reactor de tipo batch, en el cual se realiza una serie de procesos que permite obtener biodiesel a partir de aceites vegetales mediante transesterificación (alcoholisis) utilizando hidróxido de potasio como catalizador. Este reactor tiene una capacidad de producir 12 litros de biocombustible por lote aproximadamente.

## ABSTRACT

The project consists of the design and construction of a prototype batch type reactor, which takes place a number of processes for obtaining biodiesel from vegetable oils by transesterification (alcoholysis) using potassium hydroxide as a catalyst. This reactor has a capacity of 12 liters of biofuel production batch approximately.

Palabras clave: Reactor, biodiesel, aceite vegetal desechado

## I. INTRODUCCIÓN

La producción y utilización de biocombustibles genera interés a nivel mundial, debido a la gran contribución en la diversificación de la oferta energética con la finalidad de reducir la dependencia hacia los combustibles derivados del petróleo y el impacto ambiental que causan los gases producidos por los mismos.

Este proyecto pretende desarrollar una estrategia para atenuar los impactos del consumo de combustibles derivados del petróleo en el medio ambiente, mediante la reutilización de aceites vegetales o grasas animales como materia prima para producir biodiesel que cumpla con normas de calidad como fuente de energía sustituta, para utilizarlo de forma segura en los motores combustión interna a diesel.

La investigación abarca tres campos de ingeniería, las cuales son:

Química.- Estudia las reacciones que se lleva a cabo en el proceso de transesterificación, así como las proporciones

adecuadas de los reactivos que son necesarios para la formación de esteres metílicos (biodiesel).

Mecánica: Contribuye al diseño y construcción de los diferentes elementos que constituye el reactor, y también a la selección de materiales y dispositivos utilizados.

Electrónica: La automatización requiere de conocimientos en este campo para programar y temporizar los diferentes procesos que requiere la producción del biodiesel.

## II. PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

### A. FILTRADO DEL ACEITE USADO

El aceite usado al ser recolectado de diferentes lugares, contiene restos de alimentos, por este motivo es necesario realizar un filtrado y así obtener un aceite menos contaminado.



Figura 1. Aceite vegetal Reciclado

### B. CALENTAMIENTO DEL ACEITE

La transesterificación exceder ya que la presencia del oxígeno y una temperatura mayor combustionaría el aceite.



Figura 2. Plancha de calentamiento

### C. MEZCLA Y AGITACIÓN

Cuando el aceite ha alcanzado la temperatura adecuada, el metóxido (metanol más hidróxido de potasio) debe ser agregado para que se produzca la reacción química de alcoholisis.

La agitación de la mezcla ayuda a que los enlaces de carbonos puedan romperse más fácilmente y agilitar la formación de ésteres metílicos, el tiempo recomendable de agitación es de 40 a 60 minutos y debe realizarse de manera que la mezcla permanezca homogénea durante este intervalo.

### D. REPOSO Y DECANTACIÓN

Aunque los procesos de calentamiento y agitación aceleran la reacción química, es proceso es muy lento y por lo tanto es necesario esperar un tiempo mínimo de 8 horas, en el cual se va a dar una separación de los esterres metílicos formados y el glicerol, Los esterres (biodiesel) van a flotar sobre la glicerina debido a que presenta una densidad menor.

Una vez producida la separación se procede a decantar la glicerina conservando el biodiesel para continuar con el siguiente proceso.



Figura 3. Embudo de decantación

### E. LAVADO

Es importante dentro de la producción del biodiesel, el lavado permite que el combustible obtenido sea de mayor

calidad ya que ayuda a retirar las impurezas, restos de glicerol y KOH.

El lavado se realiza con agua, el volumen de agua a utilizar debe ser un 10% del volumen de combustible. La mezcla debe estar a una temperatura mínima de 45 C, una vez alcanzada la temperatura se agita durante 5 min.



Figura 4. Biodiesel lavado y filtrado

Se necesita un cuidado especial en este proceso, si se excede la cantidad de agua o el tiempo de agitación puede ocasionar una saponificación y el combustible pierde características o hasta puede quedar inservible.

### F. SECADO

Es la etapa final, después de realizar el lavado el agua atrapa las impurezas, que de igual manera se separan por cuestión de densidad del biodiesel y así pueden ser fácilmente retiradas por decantación, pero algunas partículas de agua se quedan en el biocombustible, el secado consiste en eliminar dichas partículas, esto se consigue elevando la temperatura a 100 C que es la temperatura de ebullición del agua.



Figura 5. Biodiesel después del secado

El agua se evapora y se obtiene un biodiesel cristalino

### III. EL REACTOR, CONTENEDORES, ESTRUCTURA Y OTROS COMPONENTES

**Reactor y contenedores:** El reactor fue diseñado para una capacidad de 13 litros, y los contenedores de aceite y metóxido para una capacidad de 2.5 litros. La construcción se realizó en acero inoxidable ASTM 304 de 1.5 mm de espesor se escogió acero inoxidable debido a que algunos de los reactivos son corrosivos, los cortes fueron realizados con plasma, soldadura TIG.



Figura 6. Depósitos de agua y metóxido

**Estructura:** la estructura está construida en acero al carbono estructural ASTM A36 de 20 x 20 x 2 mm soldadura SMAW E601.



Figura 7. Estructura de soporte

**Tubería:** la tubería utilizada es de ½ pulgada de diámetro y conecta los contenedores con el reactor.



Figura 8. Tubería y accesorios

**Resistencia eléctrica:** La resistencia fue construida bajo pedido según nuestro diseño y dimensionamiento, tiene 1300 watt de potencia, voltaje de operación 110V, tiene una longitud de 15 cm, el material es una aleación de cromo y tungsteno para evitar corrosión.

**Agitador:** El agitador es de tipo aspas planas, seleccionamos este tipo de aspas debido a que existe mayor superficie para el arrastre y mantiene una mezcla más homogénea durante la agitación, construido en acero inoxidable longitud del eje 250 mm. Longitud de las aspas 78 mm.



Figura 9. Aspas de agitación

**Motor :** Teniendo en cuenta el volumen, la densidad, la viscosidad cinemática del fluido, el tipo de agitador y las revoluciones requeridas se calculó que el motor debe tener una potencia de 0.27 HP. En diseño se selecciona el superior más cercano disponible en el mercado, por este motivo se adquirió un motor de marca WEQ de 1/3 HP voltaje de operación 110 V.



Figura 10. Motor eléctrico

**Electroválvulas:** encargadas de permitir o cerrar el paso de los fluidos desde los contenedores hacia el reactor, El diámetro es de ½ pulgada, normalmente cerradas de tipo NPT, voltaje de operación 110V . una de bronce y una en acero inoxidable, se selecciono acero inoxidable porque el fluido que controla es metóxido y tanto el KOH como el metanol son corrosivos.



Figura 11. Electroválvulas

**Tablero de control:** en el interior del tablero de control se encuentra un logo 230 RC marca Siemens en el cual se programaron los diferentes procesos para la producción del biodiesel, en la parte externa se ubican diferentes interruptores, luces piloto y otros elementos.

Después de haber detallado cada uno de los componentes les presentamos el diseño del prototipo realizado en el programa Solid Works 2012, y físicamente construido.

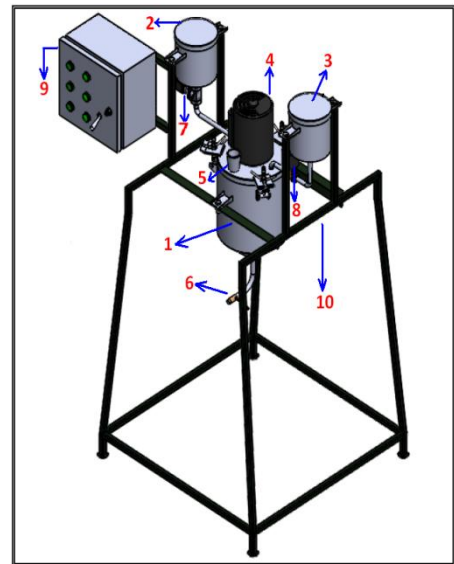


Figura 12. Diseño del Reactor

1. Tanque Principal
2. Tanque de Metóxido
3. Tanque de Agua
4. Motor
5. Orificio de llenado
6. Válvula de decantación
7. Electroválvula del metóxido (EV1)
8. Electroválvula del Agua (EV2)
9. Panel de control
10. Estructura



Figura 13. Reactor construido

#### IV. CONCLUSIONES

- Con la finalización del este proyecto se comprueba la factibilidad de producir biodiesel que cumpla con normas de calidad
- Hay muchos factores que van a influir en la calidad del biocombustible por ejemplo la calidad del aceite, la relación volumétrica de los reactivos y el catalizador, la pureza de los reactivos entre otras, sin embargo las pruebas de laboratorio fueron fundamentales para determinar las proporciones y condiciones adecuadas como temperatura y número de revoluciones en la agitación para que no se produzcan eventos indeseados dentro del proceso de producción del biodiesel.
- El lavado es importante e influye directamente en la calidad del biodiesel que se obtiene, ayuda a reducir el nivel de acidez, un PH neutro o lo más cercano a 7 es lo ideal para la calidad del biodiesel. También elimina residuos de KOH y otras impurezas que pueden estar presentes.
- Automatizar los procesos será de gran utilidad ya que va a permitir tener un control de los tiempos en que cada uno deberá llevarse a cabo sin la necesidad de la intervención humana y puede ser implementado para producir a mayor escala.
- La producción de biodiesel puede optimizarse realizando modificaciones como por ejemplo presurización del sistema, tratamiento previo del aceite, sistemas de depuración y filtrado del producto final, etc.
- La calidad del producto será mejor pero la inversión es muy alta.

#### V. BIBLIOGRAFIA

##### Libros:

Fernández Salgado, Antonio (2010). Guía completa de la biomasa y los biocombustibles. Madrid: Antonio Madrid Vicente

Azocar Ulloa L., Ciudad Bazaul G. y Navia Diez R. (2011). Biodiesel de Aceites Residuales de Fritura. Madrid: EAE (Editorial Academia Española).

Benjumeo Hernández P., Agudelo Santamaría J. y Rios L. (2009). Biodiesel: Producción, Calidad y Caracterización. Medellín: Universidad de Antioquía.

Angulo F., Nevado J. y de Tusalle J. (2008). Eco-combustible - FA Una solución viable. Barcelona: Lozano Estévez.

##### Internet:

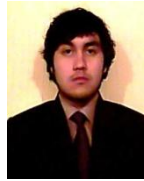
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/248>

<http://www.greenteacher.com/articles/haciendobiodiesel.pdf>

[http://www.a-campo.com.ar/espanol/gest\\_tec/ges\\_tec72.htm](http://www.a-campo.com.ar/espanol/gest_tec/ges_tec72.htm)

<http://es.journeytoforever.org/biocombustibles/reactores-biodiesel/reactor-fondo-conico.cgi>

#### BIOGRAFÍA.



**Paul Soria**, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, estudio en la Escuela Politécnica del Ejército, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices.



**Luis Patajalo**, nació en Loja Ecuador Es ingeniero Automotriz, estudio en la Escuela Politécnica del Ejército, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices



**Guido Torres** Nació en Alausí provincia de Chimborazo en Ecuador, Se graduó como Ingeniero Mecánico en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador y cuenta con un Magíster en Docencia y Administración Educativa en la Universidad Tecnológica Indoamerica de Ambato- Ecuador, es egresado de la Maestría de Gestión de Energía en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Actualmente se desempeña como docente del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica en el área de Diseño y Mecánica Computacional de la Escuela Politécnica del Ejército en la ciudad de Latacunga.



**Germán Erazo** nació en Latacunga, Ecuador, Es Ingeniero Automotriz, ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovables y Administración de Empresas, Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.