



IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 5.5 HP UTILIZANDO COMBUSTIBLE GASIFICADO POR MEDIO DE UN REACTOR PANTONE

Wilmar Leonardo Rondón Romero, Arly Darío Rincón Quintero, Miguelángel Cala Cala, Andrea Stephania Vargas Santana, Jonathan Alberto Gomez Santos

**Unidades Tecnológicas de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

Este proyecto inicia como la segunda fase de la investigación llevada a cabo en un motor de combustión interna de 5.5 HP (4.1 KW) y la aplicación de un sistema Pantone que usa combustible gasificado, teniendo como resultado una reducción en los gases contaminantes, de hasta 69% para el CO, 44.56% para CO₂ y 79.78% para HC, en comparación con los valores obtenidos del motor funcionando solo a gasolina, además del aumento en un 44% del O₂, razón por la cual los gases de escape son inoloros e incoloros.

Esta segunda fase, evalúa la eficiencia de este motor funcionando con una mezcla ideal de 70% de agua y 30% de gasolina en la generación de energía eléctrica mediante un generador síncrono de 3 KW. En la primera etapa, se realiza la recopilación y revisión de información de este sistema, con ello se lleva a cabo el diseño del banco de pruebas (incluyendo el tablero de carga) seleccionando el mecanismo de acople al generador; posteriormente la construcción y puesta en funcionamiento. La etapa final se compone de una serie de pruebas para verificar y demostrar el correcto funcionamiento del conjunto, se realizan pruebas en vacío, dejando la salida en circuito abierto, luego se evalúa la eficiencia en la generación, variando la carga de manera paulatina hasta llegar a la capacidad máxima del generador.

Por último, los resultados obtenidos indican una potencia eléctrica de 1260w a una frecuencia constante de 57 Hz, un voltaje de 70 V, y una corriente de 18.

Palabras clave: generador eléctrico; potencia; combustible

Abstract

This project starts as the second phase of the investigation carried out on a 5.5 HP (4.1 KW) internal combustion engine and the application of a Pantone system that uses gasified fuel, having as a result a reduction in pollutant gases up to 69% for CO, 44.56% for CO₂ and 79.78% for HC, compared to the values obtained from the engine running on gasoline only, in addition to a 44% increase in O₂, which is why exhaust gases are odorless and Colorless.

This second phase, evaluates the efficiency of this engine running with an ideal mixture of 70% water and 30% gasoline in the generation of electric energy through a synchronous generator of 3 KW. In the first stage, the information collection and revision of this system is carried out, with this, the design of the tests bank (including the load board) is carried out, selecting the coupling mechanism to the generator; Followed, the construction and start-up. The final stage consists of a series of tests to verify and demonstrate the correct operation of the assembly, vacuum tests are performed leaving the output in open circuit, then the efficiency in the generation is evaluated, varying the load gradually until arriving To the maximum capacity of the generator.

Finally, the results obtained indicate an electrical power of 1260w at a constant frequency of 57 Hz, a voltage of 70 V, and a current of 18.

Keywords: electric generator; power; fuel

1. Introducción

Hoy en día es indispensable el abastecimiento de energía eléctrica tanto para el desarrollo social como para el desarrollo tecnológico, por lo cual el suministro de este recurso es indispensable. Los equipos eléctricos requieren el suministro de fuentes de energías estables y confiables para su normal funcionamiento, como es el caso de las bombillas y los motores. La potencia requerida se puede obtener de máquinas eléctricas rotativas como los generadores síncronos.

En este trabajo se hace una explicación minuciosa de la selección de cada elemento y material utilizado para el desarrollo de este proyecto, en donde se explican las razones de su uso y se exponen sus características, continuado, con la construcción y el ensamble general de la base, banco de pruebas y acople del generador síncrono al motor de combustión interna.

Para verificar su correcto funcionamiento y para obtener medidas eléctricas se realizaron una serie de pruebas junto con sus resultados.

Finalmente, se desarrolla el análisis de los resultados, en donde se explica cada uno de ellos y se interpreta mostrando el cumplimiento de cada fase y objetivos expuestos.

2. Desarrollo del trabajo de grado

Este proyecto se realiza conforme a la metodología y etapas planteadas, comenzando por la realización de planos, seguido de la selección de los elementos y materiales adecuados, finalizando con la fabricación, acople, pruebas de funcionamiento y análisis de estos

2.1. Primera etapa

2.1.1. Realización de planos.

En esta etapa se realizan los planos por medio de SolidWorks del banco de pruebas en donde se establece el tamaño y la distribución de los elementos requeridos, tales como, bombillos, frecuencímetro, amperímetro, voltímetro e interruptores. Como se puede observar en la Ilustración 1.

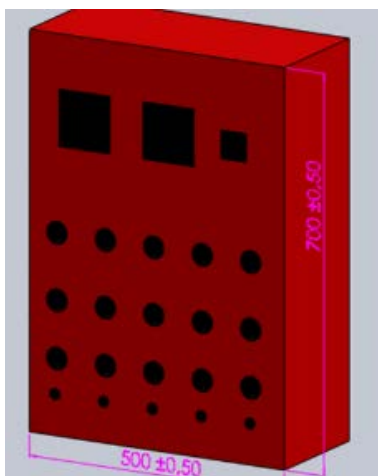


Ilustración 1. Bosquejo del banco de pruebas

Para la base se establece el tamaño que abarca el acople del motor de combustión interna con el generador síncrono, se busca que este acople se nivele para su correcto funcionamiento, además se define el tamaño de las llantas teniendo en cuenta el peso aproximado que debe soportar. Esto se observa en la



Ilustración 2. Bosquejo de la base (soporte generador y motor)

2.2. Segunda etapa

2.2.1. Seleccionar el generador

Generador síncrono 2.9 kW, se selecciona un generador síncrono de 2,9 kW por la potencia requerida al realizar los respectivos cálculos, además este generador cuenta con sistema brushless lo cual facilita su manejo y evita el constante mantenimiento al no tener que reemplazar las escobillas y anillos por el desgaste de los mismos, cuenta con un tamaño ideal que facilita su manejo.

Marca Hudy con las siguientes especificaciones técnicas; monofásico, refrigeración por ventilador, sistema brushless, 2 polos, protección frade $IP = 20$, Potencia máximo $KVA = 2.9$, auto excitado, $n: 3600 \text{ RPM}$ a 60 Hz . $V_{out} = 120$ (Otras características en el anexo A.).



Ilustración 3. Generado.

2.2.2. Tercera etapa: Construcción del banco

2.2.2.1. Primera etapa: adquisición

Se adecua una caja metálica de lámina con dimensiones (70x50x28 cm) ancho, alto y profundo respectivamente que tiene una cubierta móvil y cuenta con acceso de cerrojo, para las verificaciones previas también brinda un aislamiento evitando la humedad u otros agentes se adquiere con las medidas ya mencionadas para dar una buena distribución de los elementos y se logre un buen entendimiento.



Ilustración 4. Tablero original.

2.2.2.2. Segunda etapa: perforación

Se demarca la ubicación previa de cada elemento que se ubican en la cara frontal de la caja para posteriormente hacerle el proceso de perforación con la herramienta correspondiente (taladro, pulidora) a la forma del orificio. Llegando a ubicarlos en el espacio más conveniente como se muestra a continuación.

El Frecuencímetro se instala en la parte superior izquierda, el Voltímetro en la parte superior central y el amperímetro en la parte superior derecha para quedar simultáneos con el fin de facilitar la lectura de los datos para quien se encuentre manejando el banco. Las bombillas se encuentran distribuidas en tres hileras cada una de estas con 5 bombillas de 200 w para un total de 15 bombillas y un consumo de 3000w.

Los pulsadores se encuentran ubicados en la parte lateral izquierda de cada hilera para dar paso a la primera y segunda línea de la red aumentando su carga en 1000 w por cada uno y en su tercera hilera se ubican pulsadores independientes para que su carga sea progresiva hasta lograr el mayor consumo mencionado anteriormente. Estos se instalan al perforar el banco con broca de $\frac{1}{2}$ pulgada traen un ensamble de rosca sencilla esta misma perforación se hace en un costado por donde pasa el cable principal que va hasta el generador en este se hace presión con pisa cable evitando un desajuste o la desconexión.

2.2.2.3. Tercera etapa: ensamble de piezas

En esta etapa se ensamblan las piezas en el lugar delimitado, en cada plafón se conectan 2 cables de 10 cm para posteriormente hacer su debida conexión y se acoplan al banco con 2 tornillos de 2 cm de longitud y sus tuercas dejando un ajuste preciso y el manejo adecuado a los conectores. Los elementos de medición (Frecuencímetro, Voltímetro y amperímetro) están sujetos con tuerca obteniendo la presión necesaria para no desajustar al interior del banco se instalará un taco de seguridad el cual se apoya en un riel de 10 cm y se sujeta con tornillo de 4 mm. Este interrumpirá una de las líneas para lograr la protección requerida.

2.2.2.4. Cuarta etapa: cableado

Se utiliza en la instalación un cable calibre 10 de 2 m de longitud que va desde la fuente hasta el banco de pruebas este se encarga de transmitir la tensión y corriente que consume la carga en su extremo terminal de ojo y en el otro el taco de seguridad el cual se dispara si se sobrepasa los 30 A que va en serie con toda la carga, posteriormente se conectara al voltímetro y frecuencímetro paralelos a este e interrumpiendo la línea para la conexión serie del amperímetro y de esta manera lograr el correcto funcionamiento de estos elementos las bombillas se instalan paralelamente se le da su alimentación con el control como se ha mencionado anteriormente.

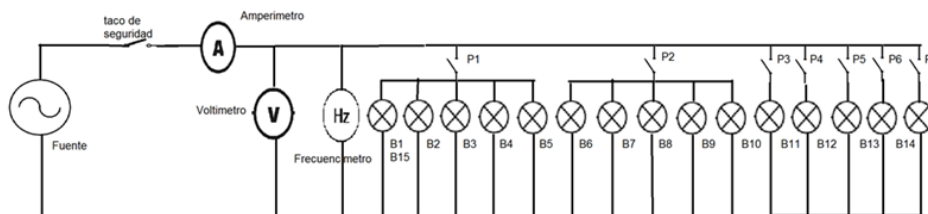


Ilustración 5. Esquema del circuito.

3. Pruebas de generación

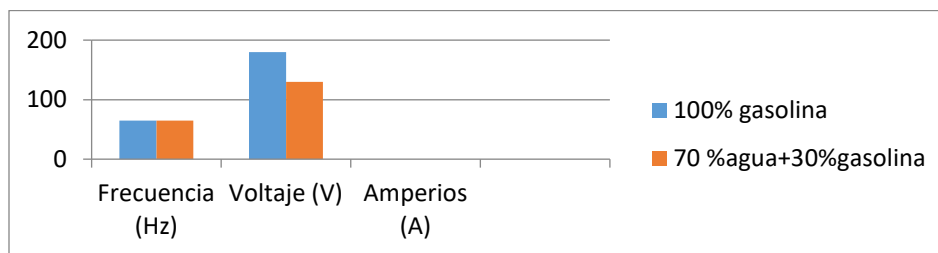
Teniendo ya el acople del motor de combustión interna con reactor Pantone y el generador síncrono al cual se le conecta en sus bornes el banco de pruebas, se procede a poner en funcionamiento este sistema.

Inicialmente se encendió el motor utilizando combustible 100% gasolina, es decir con su sistema de arranque original, se esperó un tiempo aproximado de 2 min en el que el reactor adquiere su temperatura de funcionamiento, y el burbujeador agita la mezcla (70%agua+30%gasolina) con esto se genera el nuevo combustible que será inyectado a la admisión del motor, al haber cumplido esto se puso en funcionamiento el sistema Pantone.

Al tener el sistema Pantone en funcionamiento, el motor comienza a transmitir la potencia hacia generador por medio del acople araña instalado anteriormente, al recibir potencia se activa el generador para así comenzar a entregar la energía proporcionado por este. Se acciona el taco de seguridad que se encuentra al interior del banco de pruebas y se realizan las pruebas correspondientes.

3.1. GRAFICAS COMPARATIVAS

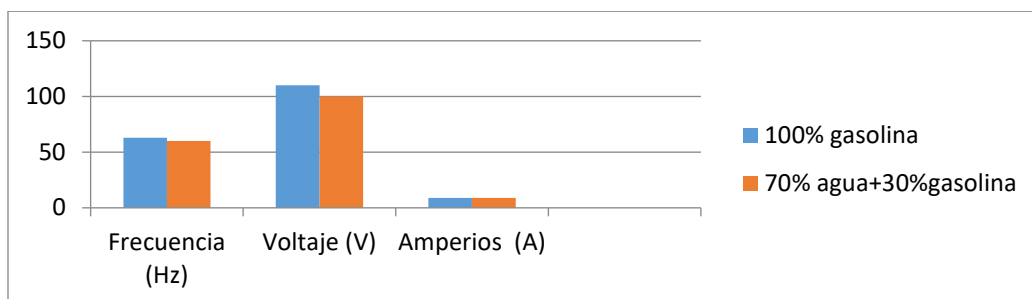
Grafica 1. Comparación gasolina-mezcla, en vacío.



Fuente: Autor

En la Grafica 1, se puede observar los dos valores de generación combustible puro y mezcla, se realizó una comparación de los resultados obtenidos donde se incluyeron los datos únicamente frecuencia y voltaje ya que no presenta ningún consumo de corriente. Son relativos los resultados obtenidos en los ensayos en donde se operó el Sistema Pantone y en los valores de su frecuencia operando el motor en condiciones originales.

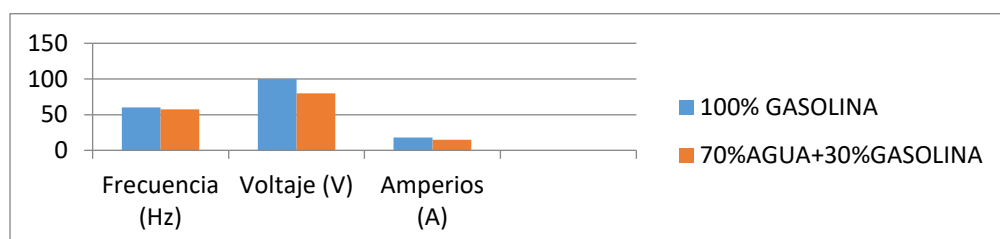
Grafica 2. Comparación gasolina-mezcla, carga 1Kw.



Fuente: Autor

En la Grafica 2, se puede observar los dos valores de generación combustible puro y mezcla, se realizó una comparación de los resultados obtenidos donde se incluyeron todos los datos de frecuencia, voltaje y amperaje ya que presenta un consumo de corriente muy significativo. Es notable la diferencia de tensiones se evidencia el decrecimiento del mismo.

Grafica 3. Comparación gasolina-mezcla, carga 2 Kw.

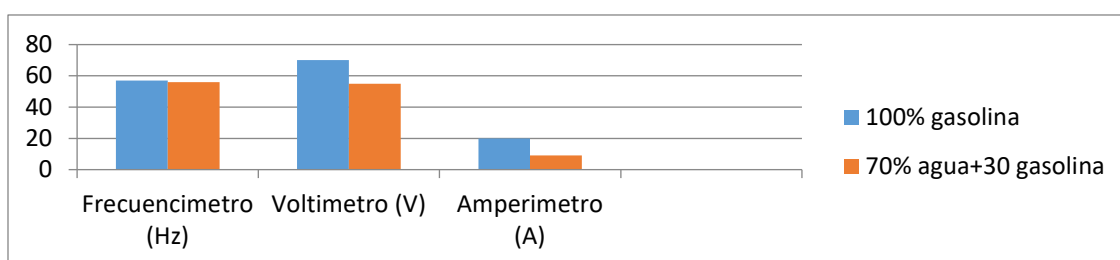


Fuente: Autor

De la Grafica 3, se pudo visualizar claramente la diferencia de tensión emitidos, al operar el motor completamente a gasolina y al hacerlo utilizando el sistema Pantone con una mezcla de combustible 70% agua + 30% gasolina, estos alcanzan una disminución de hasta un 37%

Comparando resultados de voltaje en el cual en 100% gasolina logra un 127 V y con mezcla únicamente 80 v.

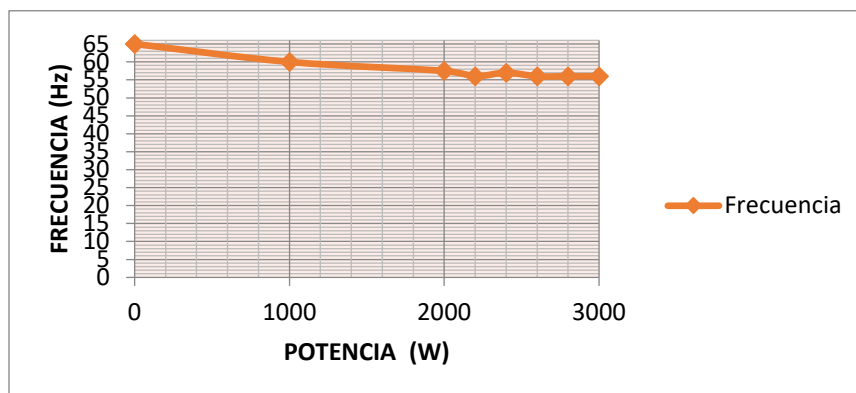
Grafica 4. Comparación gasolina-mezcla, carga 3 Kw.



Fuente: Autor

En la Grafica 4, se evidencian los datos de frecuencia, voltaje y amperaje obtenidos en los diferentes ensayos realizados en las pruebas respectivas, aquí se logra el mayor consumo de la corriente y de la misma manera obtiene los resultados mencionados en la Tabla 2 y Tabla 3. Esta prueba se realizó con la única finalidad de tener otro registro adicional con el cual soportar la investigación.

Grafica 5. Curva frecuencia vs potencia en sistema Pantone.



Fuente: Autor

En la gráfica 5, se observa los datos de frecuencia vs potencia en donde se logra visualizar el comportamiento del sistema pantone, comenzando con la prueba de vacío, seguido con carga de 1000 W, 2000 W, 2200 w, 2400 W, 2600 W, 2800 W y 3000 W. Se evidencia que el valor de la frecuencia disminuye a medida de aumento de carga hasta llegar a 55 Hz a partir de 2600 K.

4. Conclusiones

Después de las pruebas realizadas, tanto de vacío como prueba de carga se puede establecer que el sistema Panteón es una excelente alternativa para generación de energía, como se evidencia este sistema con solo el 30% de gasolina y 70% agua obtiene un 80% de eficiencia de la producida con su sistema original (100% gasolina). Al efectuar la prueba de vacío se obtuvo que la frecuencia y el voltaje alcanzado demuestran un desempeño igual en ambos sistemas, tanto panteón como 100% gasolina

El banco de pruebas suministra las medidas necesarias para verificar la entrega de energía de cualquier fuente, permitiendo realizar estudios necesarios y aportando múltiples usos para el estudiantado.

Este sistema permite por su diseño y construcción ser de fácil traslado lo cual facilita el suministro de energía ante distintas situaciones de una manera económica y eficiente.

Se obtuvo una reducción en los gases contaminantes, de hasta 69% para CO, 44.56% para CO₂ y 79.78% para HC, en comparación con los valores obtenidos del motor funcionando solo a gasolina, además se obtuvo un aumento del 44% de O₂, razón por la cual los gases de escape al funcionar el sistema Pantone son incoloros e inodoros.

5. Referencias

Fuentes electrónicas

- Echaccaya, G. (2012). *Máquinas eléctricas II fime-2012*. [En línea] Available at: <https://es.scribd.com/doc/103691873/GENERADOR-SINCRONO>
- Santos Martín, D. s.f. (2013). *Máquinas eléctricas de corriente alterna*. [En línea] Available at: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-electrica/maquinas-electricas-de-corriente-alterna/material-de-clase-I/capitulo-ii-maquina-asincrona>
- Tapia Peralta, D. G. (2012). *Evaluación energética del sistema Pantone en motores de combustión interna de potencias entre 0,5 y 5 kw*, Cuenca: s.n.
- Ayala, T., 2015. *Turbinasayala*. [En línea] Available at: <http://turbinasayala.blogspot.com.co/>
- Endesa. (2014). *Endesa*. [En línea] Available at: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xv-la-red-electrica
- MaquinasElectricasUnam. (2015). *Máquinas Eléctricas Unam*. [En línea] Available at: <http://maquinaselectricasunam.jimdo.com/temario/m%C3%A1quinas-s%C3%ADncronas/principio-de-funcionamiento/>
- NIKE. (2016). *NIKE Bearings*. [En línea] Available at: <http://www.nke.at/es/noticias/noticias-single/article/lager-fuer-elektrische-maschinen-waelzlager-von-nke-halten-motoren-und-generatoren-am-laufen/>

6. Sobre los autores

- **Wilmar Leonardo Rondón Romero**, Tecnólogo en electromecánica y estudiante de ingeniería electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander. Correo electrónico: rondon-wilmar@hotmail.com
- **Arly Darío Rincón Quintero**, Ingeniero Mecánico, Especialista en Administración de la informática educativa UDES, Magíster en Eficiencia Energética UPV/EHU, Docente de carrera en categoría Asistente en las Unidades Tecnológicas de Santander. Email: arincon@correo.uts.edu.co
- **Miguelángel Cala Cala**, Estudiante de ingeniería electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander. Correo electrónico: miguelangel.96_23@hotmail.com

- **Andrea Stephania Vargas Santana**, Estudiante de ingeniería electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander. Correo electrónico: andreavargass21@hotmail.com
- **Jonathan Alberto Gomez Santos**, Estudiante de ingeniería electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander. Correo electrónico: jonathangomezsantos23@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)