

DESEMPEÑO DE UN MOTOR PETERS PJ 2 W USANDO EMULSIONES DE DIÉSEL Y AGUA

PERFORMANCE OF A PETERS PJ 2 W ENGINE USING DIESEL AND WATER EMULSIONS

¹Diego Roberto Pucuji Pillajo, ²Washington Germán Erazo Laverde, ³Pablo Bonilla Balladarez, ⁴Naranjo Hernández Alberto

^{1,4}Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Quijano y Ordoñez y Marques de Maenza s/n.

²Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva – Carrera de Mecánica Automotriz, Av. Maldonado y 4ta Transversal

³Universidad Central del Ecuador – Facultad de Ciencias Químicas, Francisco Viteri s/n y Gato Sobral

e – mail: ¹diegopucuji@outlook.com, ²wgerazo@espe.edu.ec, ³pablo2us@yahoo.com, ⁴janaranjo@espe.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro VI Edición 2017, No.1 (19)

RESUMEN

En esta investigación se realiza el análisis de los parámetros característicos y emisiones de un motor Petters PJ 2 W de dos cilindros, al usar como combustible emulsiones con 5, 10, 15 y 20% de agua, 10.5 al 12% de surfactante y combustible diésel. Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el motor a velocidad constante y aceleración variable utilizando emulsiones de combustible muestran incremento en el torque, rendimiento térmico y la potencia efectiva, de la misma forma en el consumo específico de combustible. Respecto a las emisiones de gases contaminantes, los óxidos de nitrógeno (NOx) disminuyeron para todos los rangos de potencia de prueba al usar emulsiones de combustible, a diferencia, las emisiones de monóxido de carbono (CO) aumentan en altos regímenes de potencia en comparación con los resultados obtenidos para el combustible diésel. La emulsión diésel con el 20% de agua es la que presenta mejores resultados en los parámetros mecánicos y genera menor emisión de óxidos de nitrógeno (NOx).

Palabras Clave:

Emulsión de combustible
Motores diésel
Automóviles - combustible
Combustible diésel

ABSTRACT

In this research is realized the exhaust gas emissions and characteristic parameters analysis of a bi-cylindric Petters PJ 2W engine, using for fuel, emulsions with 5, 10, 15 and 20% of water, 10.5 to 12% of surfactant and diesel fuel. The result obtain in the variable acceleration and constant velocity engine test presented: torque, thermal efficient, and power effective increment, similar results in the consumption fuel. Respect to exhaust gas emission, the nitrogen oxides (NOx) decrement for all power ranges with use of diesel fuel and water emulsion, differently in the carbon monoxide emission (CO) as increment in high power regiment respect to results obtain with use of neat diesel fuel. The diesel emulsion with 20% presented the rather results in the mechanic parameter and generate nitrogen oxides (NOx) emissions less.

Keywords:

Fuel emulsion
Diesel engine
Fuel-automobile
Diesel fuel

1. INTRODUCCIÓN

Los problemas medioambientales y los precios cada vez más elevados de los combustibles fósiles en el mercado internacional, condicionan la búsqueda de alternativas para paliar esta situación [1].

Los resultados reportados en los parámetros como torque y potencia presentan que las emulsiones de combustible incrementan el torque esto debido a que cuando la carga es quemada en el interior del cilindro, el agua se vuelve vapor con las altas presiones, y esto puede ser la razón principal del aumento del torque [1].

Las limitaciones impuestas por las normativas de emisiones no solo han obligado a desarrollar mejores sistemas de combustión y post combustión, si no que a la vez llevó consigo a la industria petrolera en la carrera tecnológica para lograr emisiones aún menores [2].

Varias investigaciones reportan buenos resultados en los parámetros del motor y en la emisiones de gases contaminantes. Canfield menciona que al añadir agua a el combustible baja la temperatura de la flama y amortiza la formación de NOx térmicos en los motores de combustión interna [3]. Lif, dice que el contenido de agua afecta en dos informes: el primero es reducir la temperatura pico en el cilindro, resultando en la reducción del nivel de NOx formados. El segundo es el fenómeno de las micro explosiones debido a la diferencia volátil entre agua y diésel [4].

Kannan & Rakkiyanna mencionan que el uso de las emulsiones de combustible en el motor registran mejoramiento en la eficiencia térmica al freno y destacan que la emulsión con el 15% de agua fue la que presento mejor desempeño y menores emisiones, también detalla entre sus resultados que el valor del poder calorífico del combustible disminuye en proporción a la cantidad de agua añadida a la emulsión de combustible [5].

En otro parámetro Sudrajad, menciona que en los resultados se presenta disminución en la temperatura de los gases de escape y reducción en el consumo de combustible en comparación con el diésel base [6]. Las emulsiones de combustible son sustitutos directos para el diésel en todas sus

aplicaciones incluyendo motores de encendido por compresión turbinas de combustión, hornos y calderos [7].

Dantas, realizó un combustible emulsionado utilizando 15% de surfactante para todas las microemulsiones de combustible, las cuales se utilizaron en un motor diésel de inyección directa, de ello menciona que las emisiones de NOx decrecen con el incremento de agua en la formulación y reporta también que las microemulsiones reducen la opacidad de los gases de combustión [8].

La adición de agua en forma emulsión en el combustible tiene efectos positivos en la eficiencia de la combustión, el torque incrementa con el contenido de agua en todo el rango de revoluciones. Cuando es quemada la mezcla en el cilindro el agua se torna a vapor y produce altas presiones [4].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño que pretendido en esta investigación es experimental, a partir de un problema se formuló una hipótesis, para confirmar la hipótesis se planteó el experimento en el cual se utilizó instrumentos, técnicas de medición, análisis y comparación.



Figura 1. Diseño experimental

Para la prueba en el motor se utilizó emulsiones con el 5, 10, 15 y 20 % de agua, 10.5 al 12% de tensoactivo y el resto de combustible diésel. Estas muestras de fueron utilizadas en el motor Peters PJ 2 W bicilindro del banco de pruebas PLINT TE-16 el cual fue sometido a variaciones de aceleración y velocidad constante (1500 rpm)

con esta prueba se obtuvo los valores de potencia, torque, consumo de combustible y rendimiento térmico efectivo.



Figura 2. Banco de pruebas PLINT TE-16

Para obtener los valores de opacidad se utilizó el opacímetro NDO-6000 que posee una precisión de ±1%.



Figura 3. Opacímetro NDO-6000

El par efectivo en unidades producido por el motor se puede medir a partir de la fuerza indicada en la balanza en y el la longitud del brazo de palanca en [2].

$$M_e = FL \tag{Ec. 1}$$

La potencia efectiva se obtiene a partir del par efectivo que el motor entrega a un régimen de giro (n) [2].

$$N_e = M_e \omega \tag{Ec. 1}$$

$$\omega = 2\pi n \tag{Ec. 2}$$

El consumo volumétrico de combustible se calculó determinando el tiempo que el motor se tarda en consumir una cantidad específica de combustible, el cálculo del consumo másico se lo obtuvo indirectamente utilizando la densidad de la muestra.

$$\dot{V}_f = \frac{V_{prueba}}{t} \tag{Ec. 1}$$

$$\dot{m}_f = \dot{V}_f \times \rho_f \tag{Ec. 2}$$

El consumo específico de combustible se obtuvo a partir del cálculo entre el consumo másico de combustible y la potencia efectiva [2].

$$g_{ef} = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \tag{Ec. 1}$$

El rendimiento térmico efectivo es la relación que existe entre la potencia efectiva desarrollada por el motor y la potencia térmica del combustible [2].

$$\eta_e = \frac{N_e}{\dot{m}_f PCI} \tag{Ec. 1}$$

Para obtener los valores de emisiones de CO y NOX se empleó el analizador de gases de combustión TESTO 350-XL (ver figura 3), que posee un tiempo de respuesta de 40s para CO y NO2 y de 30s para NO.



Figura 4. TESTO 350-XL

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de los resultados al utilizar emulsiones de combustible indican incremento en el torque cuando el motor se mantiene a 1500 rpm en comparación a los resultados que genera el diésel neto, esto puede surgir debido a que se generan micro explosiones por la diferencia de volatilidad del agua, además el agua se evapora en la cámara de combustión y esto hace que se produzcan elevadas presiones del vapor del agua contribuyendo a generar mayor torque efectivo del motor.

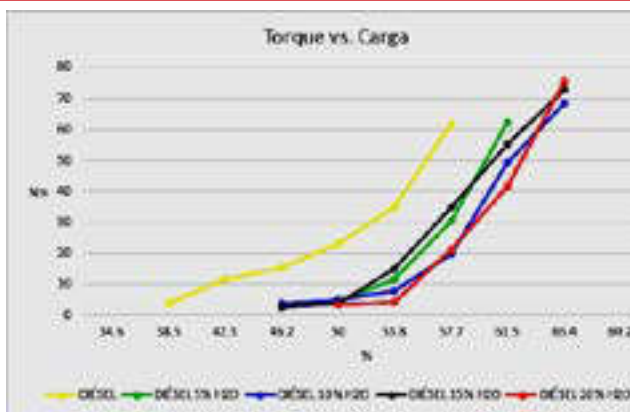


Figura 5. Torque generado por el motor

La potencia en esta prueba presenta similares características debido a que la velocidad del motor se mantiene y el torque aumenta cuando se adiciona agua como emulsión en el combustible, esto independientemente de la cantidad de combustible que es inyectado.

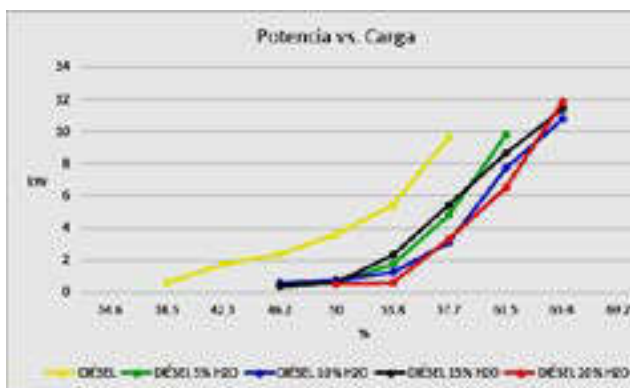


Figura 6. Potencia generada por el motor

El consumo específico de combustible aumenta para todas las emulsiones debido a la viscosidad que afecta en el patrón de pulverización de combustible y también a que el valor de la densidad es mayor para las emulsiones diésel.

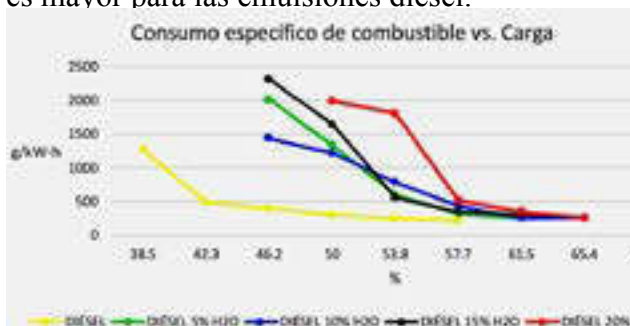


Figura 7. Consumo específico de combustible

El consumo específico de combustible es mayor en comparación al diésel a pesar de que las emulsiones presentan mayor potencia generada por el motor.



Figura 8. Consumo específico a máxima carga de la prueba

Con el uso emulsiones de combustible el rendimiento térmico mejora ya que estas poseen un menor valor calorífico, en esto se refleja que las emulsiones con el 15 y 20% de agua aprovechan de mejor forma la energía generada en la combustión.

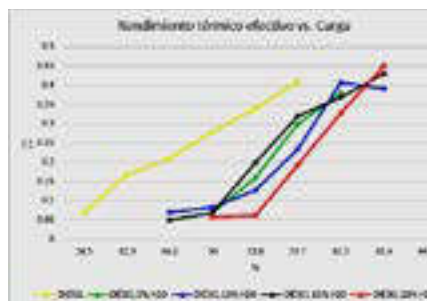


Figura 9. Rendimiento térmico

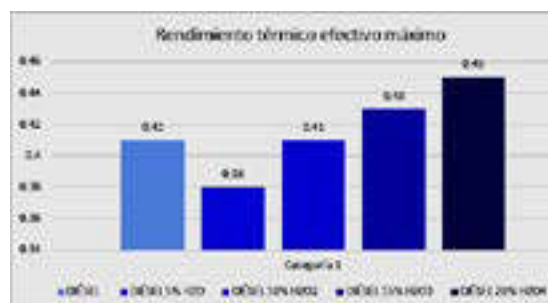


Figura 10. Rendimiento térmico máximo

Al utilizar emulsiones de combustible las emisiones de NOx generadas por el motor disminuyen en todos los rangos de potencia realizados en la prueba, siendo la emulsión con el 20% de agua la que presenta mejores resultados.



Figura 11. Emisiones de NOx

Las emisiones de CO aumentan a elevados regímenes de potencia, esto puede suceder ya que en las propiedades de las emulsiones el valor de la viscosidad aumenta, esto afecta en el patrón de pulverización de combustible y hace que existan gotas de mayor tamaño lo que provoca que no combustionen totalmente dentro del motor.

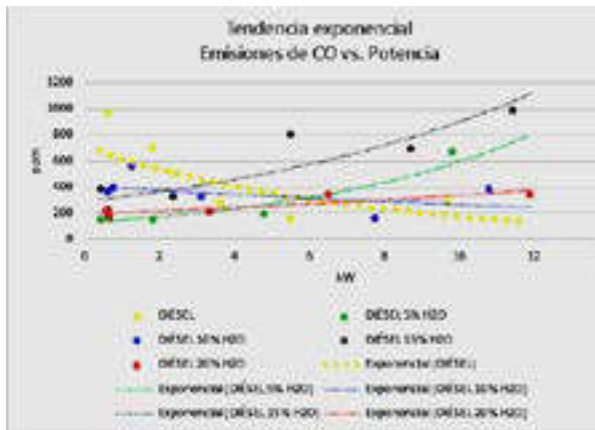


Figura 12. Emisiones de CO

El valor de opacidad aumenta cuando se utiliza emulsiones de combustible, de forma similar sucede en las emisiones de monóxido de carbono (CO) ya que al utilizar un combustible con mayor viscosidad el patrón de inyección y la pulverización se ven afectados.

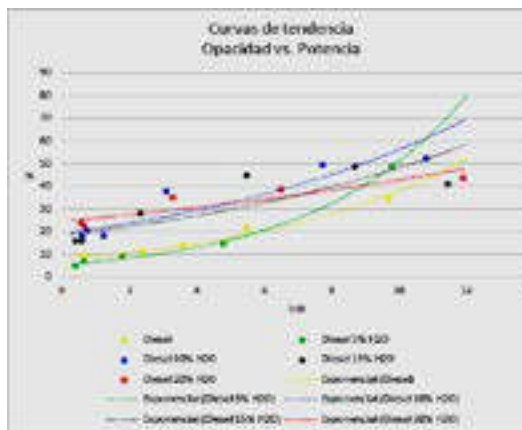


Figura 13. Niveles de opacidad

Los resultados que presentaron las emulsiones de combustible reportan que se disminuye los óxidos de nitrógeno en todos los rangos de potencia del motor, aumentan la potencia y el torque para un régimen de velocidad constante, además incrementan el rendimiento térmico con las emulsiones del 15 y 20% de agua, además aumenta el consumo de combustible y la opacidad generada por el motor.

4. CONCLUSIONES

- Las emulsiones de combustible disminuyen las emisiones de NO_x, la emulsión con el 20% de agua es la que obtuvo el menor valor con 226 ppm, comparado al valor de 472.7 ppm emitidas por el diésel neto, estas trabajando a la máxima potencia alcanzada en la prueba.
- Luego de realizar el experimento, el rendimiento térmico generado al trabajar con la emulsión del 20% de agua es mayor para todas las emulsiones, sobrepasando con el 4% al alcanzado por el diésel neto.
- En la ejecución de la prueba, el torque máximo alcanzado es para la emulsión con el 20% de agua, generando 75,68 Nm, este supera por 14 Nm al concebido por diésel neto.
- La potencia máxima que se alcanza en esta prueba es para la emulsión con el 20% de agua que llegó hasta 11.89 kW superando por 2.2 kW al generado por el combustible diésel.
- El consumo específico de combustible es mayor al usar emulsiones de agua y diésel siendo el más alto para la emulsión con el 15% de agua correspondiente a 261 g/kw-h superando por 55 g/kw-h al del diésel neto.
- Los resultados indican que la emulsión con el 20% de agua presenta mejores beneficios en las prestaciones del motor de combustión interna.

REFERENCIAS

- [1] Melo, E., Piloto, R., Goyos, L., Ferrer, N., & Errasti, M. (2013). Investigación experimental de las prestaciones de un motor mono-cilindrico usando combustible diesel emulsionado. Ingeniería Energética, 11-20.
- [2] Payri, F., & Desantes, J. (2011). Motores de combustión interna alternativos. Valencia: Editorial UPV.
- [3] Canfield, C. A. (1999). Effects of

diesel—water emulsion combustion on diesel engine NOx emissions. Florida: University of florida.

- [4] Lif, A., & Holmberg, K. (2006). Water-in-diesel emulsions and related systems. *Advances in Colloid and Interface Science*, 231-239.
- [5] Kannan, T., & Marappan, R. (2011). Thevetia peruviana biodiesel emulsion used as a fuel in a single cylinder diesel engine reduces NOx and smoke. *Thermal Science*, 1185-1191.
- [6] Sudrajad, A., Hirotsugu, F., & Ismail, A. (2011). Experimental Study of Exhaust Emissions of W/O Emulsion Fuel in DI Single Cylinder Diesel Engine. *Modern Applied Science*, 73-79.
- [7] Alternative petroleum technologies [APT]. (2013). Emulsiones Diesel Oil. Recuperado el 10 de 11 de 2015, de Alternative petroleum technologies: <http://www.altpetrol.com/es/2b-pd-doe.html>
- [8] Dantas, A., Fernandes, M., Barros, E., Castro, T., & Moura, M. (2011). Alternative fuels composed by blends of nonionic surfactant with diesel and water: engine performance and emissions. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 521-531.
- [9] Baena, G. (2014). Metodología de la investigación. México: Grupo Editorial Patria.
- [10] Erazo, G. (2013). Evaluación del potencial energético del aceite de piñon en el motor Isuzu serie DMax como fuente alternativa de energía en la ciudad de Latacunga. Utilización como biocombustible en motores diesel en proporsión para reducir la polución. Latacunga.
- [11] Mena, L. (2011). *Compilador de ejercicios de motores de combustión interna diesel-gasolina*. Quito: Imprenta Nueva Aurora.

BIOGRAFÍA



Germán Erazo nació en Latacunga, Ecuador, es Ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial posee estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Administración de Empresas y Magister en Gestión de Energías. Especialista en Gerencia de Proyectos. Técnico Máster CISE Electronics en Electrónica del Automóvil y Vehículos Híbridos. Docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



Diego Roberto Pucuji Pillajo, nació en Quito, estudiante graduado de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, de la carrera de Ingeniería Automotriz, actualmente trabaja como docente en la carrera de Mecánica automotriz del Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva.



Pablo Mauricio Bonilla Valladares, nació en Quito, es Químico, Magister en Nanociencia y Nanotecnología, Posgrado Doctorado en Desarrollo, Innovación y Control de Fármacos, actualmente es Director de la Carrera de Química de la Universidad Central del Ecuador.

Naranjo Hernández Alberto, Ingeniero Automotriz, Laboratorista de Motores de Combustion de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Asesor de Sistemas Automotrices.