



1. Energías convencionales y alternativas

Análisis del comportamiento de un motor encendido por compresión funcionando con el sistema dual diésel-gas natural.

Universidad Nacional de Itapúa

Sebriano Paredes, César Jesús.

cj.sebriano@gmail.com

Cano Coscia, Eugenio José.

eugenio.cano@eby.gov.py

Riveros Saavedra, Waldy Aníbal.

warsaavedra@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar cuantitativamente la utilización de gas natural comprimido (GNC) proveniente del Chaco paraguayo, en la operación de motores diésel en forma dual, haciendo un mínimo de modificaciones en los mismos. Para el uso de GNC, se añadió, una cámara de mezcla de gas en el múltiple de admisión de aire y un kit de conversión (consta de un regulador de presión de gas y el sistema electrónico de conmutación del regulador) a un motor diésel bicilindro acoplado a un banco de pruebas. En el sistema dual, el motor mostró un rendimiento térmico similar en comparación con el funcionamiento a diésel exclusivo para cargas medias a elevadas y menores rendimientos a bajas cargas. El análisis de costes mostró viabilidad económica en ciertos rangos de sustitución, resultando importante para la promoción de la explotación del gas natural en Paraguay, considerando que el 100% de los derivados del petróleo son importados.

Palabras-clave: sistema dual; banco de pruebas; kit de conversión.

Abstract:

The objective of this work is to quantitatively evaluate the use of Compressed Natural Gas (CNG) which comes from the Paraguayan Chaco, in the operation of diesel engines in a dual form, making a minimum of modifications in them. For the use of CNG, a cross-flow gas mixing chamber was added to the air inlet manifold, a conversion kit (consisting of a gas pressure regulator and the electronic regulator switching system), to a Diesel engine coupled to a test bank. In the dual system, the engine showed a similar thermal performance compared to the exclusive diesel operation for medium to high loads and lower performance at low loads. The analysis of costs showed economic viability in certain ranges of substitution, being important for the promotion of the exploitation of the natural gas in Paraguay, considering that 100% of the oil derivatives are imported.

Keywords: Dual system; test bank; Conversion kit.



Introducción

En la operación dual diésel-gas, básicamente, la combustión se inicia con una pequeña cantidad de diésel inyectado como combustible piloto (método convencional de arranque) y luego se produce la combustión del gas natural que ingresa en el motor, junto con el aire de baja presión. Todos los ajustes de sincronización de la bomba inyectora se mantuvieron a los valores de fábrica para no afectar la intercambiabilidad inmediata de la operación a solo diésel, en el caso de que el gas natural no esté disponible. El grado de sustitución de diésel por gas natural depende de las condiciones de funcionamiento del motor, variando típicamente de 30% a 70%. Cuando el motor opera en el rango de velocidades programado, el consumo de diésel disminuye de forma automática a medida que aumenta el flujo de gas natural. Esto ocurre como resultado de la acción del sistema de regulador centrífugo de la bomba inyectora, que reajusta el flujo de diésel de alta presión con el fin de mantener la velocidad del motor.

Metodología

Banco de pruebas del motor

Para la realización de las pruebas fue necesario el montaje de un banco de pruebas de motores de combustión interna que consta de los siguientes componentes:

- Motor diésel TY295BG de 2 cilindros.
- Kit de conversión, TA98 140 HP, 200 Bar (trabajo), TA GAS Technology.
- Acoplamiento entre el motor y el freno con cardan de doble junta universal.
- Freno electromagnético de corrientes parasitas TELMA CC200.
- Armario y panel de mediciones, con los elementos electrónicos.
- Bancada móvil y robusta que soporta las partes citadas.

Las mediciones de los parámetros se iniciaron con el motor funcionando a diferentes cargas, y usando como combustible diésel 100%; esto para obtener datos de control. Se realizaron las anotaciones de velocidad, fuerza del par y temperatura del motor, humos de escape y tiempo; todos ellos a un determinado consumo volumétrico de diésel. Realizadas las mediciones de control, se reinició el funcionamiento del motor en posición diésel-gas, registrando los mismos datos (a diferentes porcentajes de sustitución y niveles de carga) para luego compararlos con los de control.

Tabla 1: Datos medidos y costos calculados usando diésel gas.

| Sustitución | Potencia kw | Carga (%) | Consumo DIESEL (l/h) | Consumo GAS (m3/h) | Costo (Gs/kwh) | Ahorro % |
|-------------|-------------|-----------|----------------------|--------------------|----------------|----------|
| 0% | 13,8 | 74,9% | 4,98 | 0,0 | 1.910 | |
| | 11,4 | 62,1% | 4,19 | 0,0 | 1.939 | |
| | 8,3 | 45,2% | 3,31 | 0,0 | 2.108 | |
| | 5,2 | 28,4% | 2,65 | 0,0 | 2.689 | |
| 37,3% | 13,8 | 74,9% | 3,34 | 1,9 | 1.804 | 5,6% |
| | 11,2 | 61,0% | 2,58 | 2,5 | 2.040 | -4,9% |
| | 8,3 | 45,4% | 1,94 | 2,4 | 2.301 | -9,3% |
| | 5,2 | 28,4% | 1,47 | 1,8 | 2.781 | -3,6% |
| 63,4% | 13,3 | 72,4% | 2,07 | 3,1 | 1.705 | 10,8% |
| | 11,4 | 61,7% | 1,55 | 3,2 | 1.793 | 7,6% |
| | 7,6 | 41,4% | 0,94 | 3,2 | 2.229 | -2,0% |
| | 5,0 | 27,1% | 0,70 | 2,8 | 2.858 | -3,2% |
| 77,9% | 13,8 | 74,9% | 1,55 | 3,3 | 1.500 | 21,5% |
| | 11,5 | 62,5% | 0,92 | 3,9 | 1.681 | 13,2% |
| | 8,3 | 45,2% | 0,44 | 3,8 | 1.994 | 5,4% |

Conclusiones

De acuerdo a las diferentes pruebas realizadas, se puede concluir que:

- El sistema dual proporcionó resultados económicamente viables a alta carga con alto nivel de reemplazo de diésel, no así a baja carga con alto nivel de reemplazo. Los costos (Gs/kWh) disminuyeron para cualquier porcentaje de mezcla del diésel-gas, para cargas elevadas de funcionamiento con respecto a los costos utilizando solamente diésel.
- El rendimiento térmico en el sistema dual es inferior. Pero a medida que se aumentó el reemplazo de diésel y la carga, se llegó a igualar el rendimiento e incluso se superó.
- La temperatura de los gases de escape no tuvieron gran variación con los reemplazos. A elevado de nivel de reemplazo la temperatura de los gases fue más baja a alta carga y ligeramente mayor a baja carga.
- La temperatura del agua en el motor, para el sistema dual, fue ligeramente menor a baja carga y ligeramente superior a alta carga con respecto a la temperatura de funcionamiento con solo diésel.

La utilización del gas natural extraíble en el Chaco paraguayo es una opción energética económicamente viable, dependiendo de la potencia que manejen los motores y de los precios del petróleo en los mercados internacionales.

Desde el punto de vista técnico, el uso de gas natural y diésel no presentó inconvenientes en la operación del motor de combustión interna. Solo es necesario la instalación adecuada del equipo mezclador.

Referencias bibliográficas:

EDIBON. Equipamiento Didáctico Técnico. Termodinámica y Termotecnia. Madrid. España. 2016. Disponible en: <http://www.edibon.com/index.php?lang=es>.

GUNT. Equipos para la educación en ingeniería. Ingeniería Térmica y Climatización. Hamburgo. Alemania. 2016. Disponible en: http://www.gunt.de/static/s1_1.php

Giacosa, D. 1988. Motores Endotérmicos. Barcelona. Ediciones Omega, S.A.

Mantilla G., J. M.; Galeano U., C. H.; Roncancio G., J. (2014). Desempeño y emisiones de un motor de combustión interna con combustible dual Diesel–Gas natural. Ingeniería Energética Vol. XXXVI, 1/2015, pág. 27-37. Enero-Abril. ISSN 1815 – 5901. Bogotá. Colombia. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329138825004>

García P., J (2007). Diseño de una sala de pruebas para motores alternativos de combustión interna. Proyecto Final de Carrera Ingeniería Industrial. Escola Técnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona. Barcelona. España.