

EMULADOR DE PERFILES DE CARGA DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO PARA APLICACIÓN EN SISTEMAS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA BASADO EN HIDROGENO

Jorge Vilema ^(*), Marjorie Balderramo ^(*), Wilton Agila ^(*)
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación ^(*)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
jorovile@espol.edu.ec ^(*), mbalderr@espol.edu.ec ^(*),

Resumen

Hoy en día, se analizan distintas tecnologías emergentes que puedan reemplazar a los combustibles fósiles en diferentes aplicaciones, entre ellas están las Celdas de Combustible de Membrana Polimérica, las cuales convierten de manera directa la energía química almacenada en un combustible (generalmente hidrogeno) en energía eléctrica.

El presente trabajo se fundamenta en el diseño y análisis de un emulador de la demanda de potencia eléctrica de un vehículo eléctrico tipo Kart, cuya implementación permita analizar el comportamiento eléctrico de sistemas híbridos de suministro de energía basado en hidrogeno como alternativa a los combustibles fósiles empleados actualmente en los vehículos.

Las características seleccionadas del hardware e instrumentación del emulador de carga que permitirá configurar distintos escenarios de operación que se le pudiesen presentar al vehículo eléctrico con el objetivo de validar esta aplicación dentro del entorno de las fuentes de energía renovable.

Palabras Claves: DAQ, PEMFC

Abstract

Today, various emerging technologies that could replace fossil fuels in different applications, among them are the Fuel Cell Membrane Polymer analyzes, which directly convert the chemical energy stored in a fuel (usually hydrogen) into energy power.

This work is based on the design and analysis of an emulator of the demand for electric power of an electric vehicle Kart type, whose implementation allows to analyze the behavior of hybrid electric power supply systems based on hydrogen as an alternative to fossil fuels used currently in vehicles.

Selected features and instrumentation hardware load emulator that lets you configure different operating scenarios that could present him to the electric vehicle in order to validate this application within the environment of renewable energy sources.

Keywords: DAQ, PEMFC

1. Introducción

El ingreso de países emergentes a una economía de escala exige una demanda potencialmente creciente de la energía, la situación energética actual se ve condicionada por ciertos factores en particular con respecto a la disminución en la producción de hidrocarburos.

Adicional a ello, el mayor consumo energético corresponde al transporte, siendo los vehículos propulsados por motores térmicos los responsables de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero; emisiones tales como el monóxido de carbono CO, dióxido de carbono CO₂, compuestos nitrogenados y sulfurados. Debido a esto es hora de impulsar a tope el uso de fuentes de energías renovables y sus derivados, lo que conlleva a la búsqueda de combustibles alternativos y su especial implementación en vehículos eléctricos.

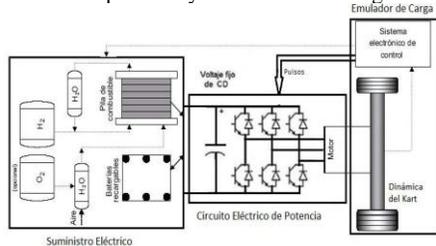
2. Descripción del escenario.

Se trata de diseñar y validar una plataforma abierta que permita generar de forma automática la demanda de potencia del vehículo eléctrico en diversos escenarios de trabajo.

Por tanto el diseño del emulador de carga permitirá caracterizar el comportamiento eléctrico del sistema de suministro de energía alternativo usado en el vehículo para reducir los efectos de contaminación y dependencia del petróleo, en este caso, se usa como suministro de energía la pila de combustible de hidrogeno, para lo cual se debe conocer la descripción, funcionamiento y potencia que genera esta.

2.1 funcionamiento.

En la Figura 2.1 de la aplicación desarrollada en el presente proyecto se pueden identificar 3 bloques principales, los cuales se corresponden al sistema de suministro de energía eléctrica, el circuito eléctrico de potencia y el emulador de carga.



2.1 Bloques del sistema

La potencia eléctrica entregada por el sistema de suministro de energía al Kart, es generada principalmente por la celda de combustible cuya tensión de salida es en corriente directa variable, por tanto, es necesario incorporar un convertidor dc-dc en línea con la pila para estabilizar la tensión de la pila de combustible.

El voltaje dc regulado alimenta al bloque del

sistema eléctrico de potencia, Cuando la demanda de potencia es alta, como es el caso de una aceleración, las baterías proporcionan la potencia necesaria, pero cuando la demanda es baja, como en condiciones de velocidad crucero, la pila proporciona la potencia. Las baterías se recargan durante los periodos de baja potencia. Así pues dependiendo de los requerimientos de potencia y de energía, la pila se diseña bajo el punto de vista de velocidad crucero, y la pila para proporcionar potencias pico.

3. Programación y configuración del entorno de trabajo

El entorno de trabajo a utilizar es el software de Matlab-Simulink, para emular los perfiles de carga del motor kart, detallando cada elemento usado e indicando su función.

El esquema de la Figura 3.1 se construye a partir de cuatro bloques principales. El motor PMSM, el puente inversor trifásico, el controlador de pulsos y la dinámica del kart estos dos últimos es de donde serán tomadas las señales para ser implementado nuestro emulador de carga y hacer conducir a los IGBT's para simular diferentes escenarios en un motor externo.

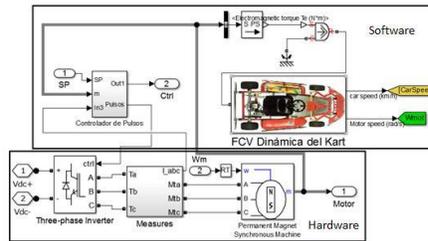


Figura 3.1 Emulador de Carga.

3.1 emulador de carga.

El diagrama de bloques del emulador de perfiles de carga propuesto para caracterizar la respuesta eléctrica del sistema de propulsión del vehículo eléctrico, es presentado en la siguiente figura.

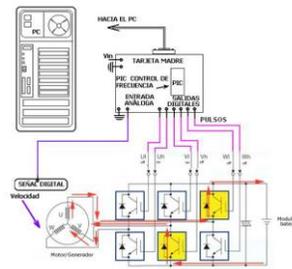


Figura 3.2 Diagrama de Bloques del emulador de carga.

El emulador está compuesto por una tarjeta electrónica (tarjeta madre) para la adquisición de datos que es la NI USB-6008 la cual está

compuesta por un microcontrolador PIC, la misma que se conecta al computador personal PC, a través de una interface USB de alta velocidad. La interface electrónica permite extraer las señales eléctricas de los pulsos a los dispositivos semiconductores IGBT que a su vez accionaran el motor síncrono de magneto permanente, facilitando con ello simular el trabajo del vehículo según los diferentes escenarios operación (carga) que sean seleccionados y configurados en la aplicación desarrollada en el programa de Matlab, permitiendo así realizar una interacción del software con el mundo real.

4. Escenarios de validación

Todas las gráficas de las simulaciones tienen estipulado por programación de software 16seg de duración, lo cual permite obtener los distintos datos de rendimiento del kart, tanto en el consumo de energía, como el desarrollo del motor, los comandos de freno y porcentaje de aceleración están diseñados de tal manera que se pueda simular diversos escenarios de aplicación del kart. En este trabajo se presentan 3 escenarios los cuales definen el comportamiento global de un vehículo eléctrico.

4.1 Primer escenario en arranque de vehículo.

Mediante una función escalón se simula la aceleración al motor para generar el arranque desde el reposo del vehículo, la Figura 4.1 muestra en la parte superior el escalón ingresado que simula la aceleración, como resultado de esto se puede ver en la parte inferior de la gráfica como aumenta la velocidad del vehículo en 4 segundos.



Figura 4.1 Aceleración y velocidad en arranque.

De esto se obtiene datos de y potencias en Vatios de la PEM, batería y del motor respectivamente, las mismas que se grafican en la Figura 4.2. Pudiendo observar un pequeño picos de potencia en el instante inicial donde interviene la batería ya que el kart parte en estático y es allí donde se desarrolla un mayor esfuerzo.

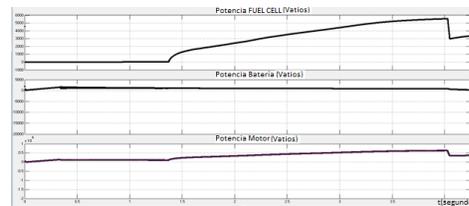


Figura 4.2 Potencias en escenario de arranque.

La siguiente grafica nos muestra los resultados obtenidos del rendimiento y características del motor en los distintos escenarios planteados, del cual se puede decir que se trata de un motor con altas prestaciones, en la Figura 4.3 se muestra una visión global del sistema durante los 16 segundos de simulación, la aceleración, velocidad, torque y potencia del motor respectivamente.

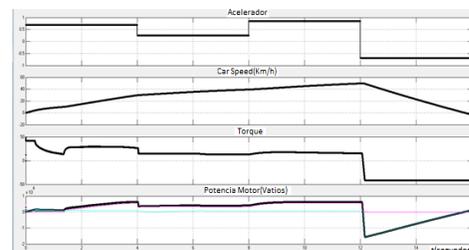


Figura 4.3: Respuesta global del motor.

5. Conclusiones

1. Se analizó el funcionamiento y los componentes de un vehículo eléctrico para parametrizar y configurar el modelo del vehículo en MATLAB.
2. En el modelo global que representa al vehículo se identificaron 3 sistemas principales: sistema Generador de Energía, Sistema Eléctrico y Dinámica del Kart, todos ellos juntos facilitan la validación del emulador de carga.
3. Se desarrolló en MATLAB (simulink) un sistema de electrónica de potencia para emular de manera automática la demanda de potencia eléctrica de un vehículo tipo Karts operando en diverso escenarios de aplicación.
4. El desarrollo de esta plataforma hardware-software permite validar nuevas aplicaciones para las celdas de combustible como suministro de energía alternativo a los combustibles fósiles.
5. El desarrollo permitió generar una lista de dispositivos y equipos comerciales necesarios para una futura implementación del emulador de perfiles de carga, esta lista incluye las respectivas cotizaciones.
6. Los resultados de las simulaciones demuestran que las variaciones de velocidad y torque del vehículo en el periodo de arranque la batería entra a funcionar entregando energía al vehículo, lo cual era de esperar debido a

- que la celda de combustible tiene una respuesta lenta.
7. Para periodos de cruce y aceleraciones la celda de combustible cubre fácilmente las demandas de energía.
 8. En periodos de frenado, se pudo comprobar que la celda de combustible deja de funcionar para dar paso a la batería, en este periodo la batería absorbe energía mediante el proceso de frenado regenerativo incorporado en el vehículo.
 9. En las gráficas de las variables obtenidas del motor, como son: velocidad, torque, potencia, voltaje y corriente demuestran el óptimo rendimiento del mismo en los diferentes escenarios analizados.
 10. Al incorporar tecnologías energéticas alternativas como sistema de propulsión del vehículo en lugar de los sistemas propulsores convencionales con combustibles fósiles, se aporta a la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera. De hecho, el kart eléctrico está tomando gran impulso en el uso de las fuentes de energías limpias y renovables.

[11] LOVINS, A. Twenty Hydrogen Myths. Rocky Mountains Institute. 2003.

[12] BARBIR, F. PEM Fuel Cells, Theory and Practice. 1a edición. EEUU: 2005.433 p. ISBN 0120781425.

[13] <http://www.ecologiahoy.com/emisiones-de-co2>

[14] <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>

[15] www.teinteresa.es/motor/hidrogeno-vehiculos_0_1163885660.html

[16] <http://www.madrimasd.org/informacionIdi/analisis/analisis/analisis.asp?id=21616>

6. Referencias

[1] Fuel Cells Modeling, Control, and Applications / Bei Gou, Woon Ki Na, Bill Diong; CRC Press, 2009.

[2] PEM Fuel Cell Electrocatalysts and Catalyst Layers: Fundamentals and Applications/ Jijun Zhang; Springer Science & Business Media, 2008.

[3] Modeling and Control of Fuel Cells: Distributed Generation Applications / M. H. Nehrir, Mohammad Hashem Nehrir, C. Wang; John Wiley & Sons, 2009.

[4] Fuel Cell Engines / Matthew M. Mench; John Wiley & Sons, 2008.

[5] PEM Fuel Cell Modeling and Simulation Using Matlab / Colleen Spiegel; Academic Press, 2011.

[6] PEM Fuel Cells: Theory and Practice / Colleen Spiegel; Frano Barbir, Academic Press, 2013.

[7] www.fueleconomy.gov

[8] W. HANKACHE, S. CAUX, D. HISSEL, Real time Fuzzy Energy management of Fuel Cell and Ultracapacitor Powertrains. (2009).

[9] KAMPET, T. Report on Research and Development of Energy Technologies. IUPAP Working Group on Energy, 2004.

[10] GRAM. S. Sustainable Energy Catalogue for European Decision-makers. European Scientific Technological Options Assessment.