

Diseño y Construcción del Control Electrónico de Potencia y Sistema de Tracción para un Vehículo Eléctrico

**Pablo Rivera Argoti¹, Flavio V. Llumigusin², Santiago D. Quinga², Elizabeth P. Díaz²,
Ernesto M. Roche², Santiago F. Terán², Martha F. Toapanta²**

¹Escuela Politécnica Nacional, Quito, Pichincha, Ecuador, pablo.rivera@epn.edu.ec

²Escuela Politécnica Nacional, Quito, Pichincha, Ecuador, decano.electrica@epn.edu.ec

INTRODUCCIÓN

Con la preocupación de la contaminación ambiental, producida por los vehículos de combustión, algunos centros de investigación e industrias a nivel mundial han encaminado sus estudios al desarrollo del vehículo eléctrico, colocando a éste como una opción atractiva para incorporar el uso de energías limpias y así evitar la contaminación ambiental.

Este proyecto tiene como objeto principal desarrollar una plataforma de vehículo eléctrico la misma que está conformada por varios módulos control construidos de manera separada como: un variador de velocidad con control escalar, diseño del sistema de tracción para acoplar un motor trifásico de inducción con la caja de cambios de un vehículo mini Austin, el convertidor DC-DC elevador, el sistema electrónico de aceleración y frenado, y el cargador del banco de baterías.

El proyecto realizado pretende aportar con información para futuras investigaciones con miras a perfeccionar el funcionamiento del vehículo eléctrico e incorporar el uso de fuentes de energía renovables.

DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

SELECCIÓN DEL MOTOR

La selección del motor se tomó el estudio presentado en (Rodríguez J.,2011), estudio que formó parte del proyecto global. Tomando como base la masa total del vehículo y sus componentes se considera: peso de un vehículo Mini Austin tipo camioneta igual a 550 Kg., 2 ocupantes con un peso total de 140 Kg., peso del banco de baterías 175.4 Kg., peso aproximado del motor eléctrico 100 Kg., dando un total de 965.4 Kg. Con este peso y considerando las resistencias de avance al movimiento; (Emadi E. ,2010), con una pendiente de 14 grados, la potencia del motor eléctrico sugerida para este proyecto es de 15 HP, 220 voltios, 60 Hz, 37.5 amperios. El motor debe ser robusto, libre de mantenimiento y se debe considerar que va a ser alimentado con voltajes no sinusoidales obtenidos del inversor. Se seleccionó un motor trifásico de inducción tipo jaula de ardilla de alta eficiencia.

DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Como parte del proyecto, se realizó el diseño del mecanismo transmisor de potencia del motor eléctrico a la tracción delantera de un prototipo de vehículo eléctrico; (Díaz P., 2011). Se analizaron varias alternativas de sistemas de transmisión. El proceso de selección implicó, desglosar criterios específicos que sustenten a las alternativas a fin de que, una vez valoradas y comparadas, se obtenga la opción que satisfaga las necesidades y requerimientos planteados. Luego del análisis, se decidió por el sistema de transmisión por Banda Dentada en conjunto con el sistema de poleas dentadas respectivas. Una vez seleccionado el mecanismo de transmisión de potencia se procedió a diseñar las partes que lo conforman, esto es, eje estriado a la salida de la caja de cambios, eje del motor eléctrico predeterminado en el dimensionamiento del mismo, tamaño del motor que definiría la distancia entre centros. Luego de diseñadas las partes se procedió a realizar el montaje respectivo en la carrocería del vehículo.

CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA DEL INVERSOR

Las señales de control se basan en la comparación de una señal modulante de menor frecuencia y una señal portadora de mayor frecuencia. La modulante en este caso sinusoidal, define la forma de onda de la corriente en la carga, en cambio, la portadora siempre triangular determina la frecuencia de conmutación de los dispositivos. El dispositivo central de control para el inversor es el microcontrolador dsPIC30F3011; (Microchip, 2008), el mismo que se encarga de la generación de las 6 señales de control SPWM, lectura de transmisores, variación de la

velocidad del motor, sentido de giro, frenado por corriente continua, compensación de torque; (Rivera P.,etal,2006).

El circuito de potencia es un puente inversor trifásico formado por seis IGBTs y seis diodos dispuestos en anti paralelo con los IGBTs. La técnica de control SPWM maneja las conmutaciones de los elementos, para suministrar sobre la carga un sistema de tensiones trifásicas, obtenidas a partir de un voltaje continuo, suministrado por el convertidor DC DC elevador a la entrada del puente inversor.

CONVERSOR DC-DC ELEVADOR

La energía requerida es abastecida por el banco de baterías de 120 Vdc a través del convertidor DC-DC elevador. El convertidor elevador de corriente continua se diseña y construye de acuerdo a referencia (Terán S., et al, 2011). El proyecto del convertidor, inicialmente se realizó con control PI (Puentestar J., et al, 2011), pero puesto que el ruido audible era perceptible debido a la baja frecuencia de conmutación, para el rediseño del nuevo convertidor se trabajó con una frecuencia de conmutación de 20 KHz. El control del convertidor se realizó utilizando lógica difusa mediante dispositivos lógicos programables FPGAs.

RESULTADOS

Luego de realizadas las pruebas prácticas del convertidor e inversor acoplado a toda la plataforma se obtuvieron excelentes resultados en el funcionamiento de un vehículo eléctrico.

A continuación se indican las vistas de los circuitos diseñados y construidos y el montaje del los mismos en el vehículo.



Vista del prototipo de vehículo eléctrico

REFERENCIAS

- Díaz P., (2011), “ Diseño y construcción de un mecanismo transmisor de potencia del motor eléctrico a la tracción delantera de un prototipo de vehículo eléctrico”, Proyecto de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Emadi E., (2010), ”Modern Electric,Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles”, Florida: CRC Press p.20.
- Llumigusin F. Quinga S., (2011), “Diseño y construcción de un convertor de frecuencia con frenado óptimo para vehículo eléctrico”, Proyecto de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Microchip, (2008), “dsPC30F3011 Datasheet”, Microchip Technology Incorporated U.S.A.,
- Puentestar J., Rodríguez L.,(2011). “Diseño y construcción del cargador de un banco de baterías de 96 Vdc e inductancia del convertor DC-DC elevador de 96 Vdc a 311 Vdc a ser utilizados en un vehículo eléctrico”, Proyecto de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Rivera P., Gamboa S., P. Quelal P., (2006),”Design and development of a frequency inverter with the Intel 80C196MC microcontroller”, International Conference on Industrial Application, IEEE.
- Rodríguez J.,Tapia E.,(2011). “Conversión de un vehículo de combustión en plataforma de vehículo Eléctrico”, Proyecto de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Terán S., Roche E. (2011), “Diseño y construcción de un convertor DC-DC boost controlado mediante lógica difusa”, Proyecto de pregrado, Escuela Politécnica Nacional Ecuador,
- Toapanta M., (2012),”Diseño y construcción del sistema de ventilación con control de temperatura y del sistema mecánico de pedales de un vehículo eléctrico”, Proyecto de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.