

Diseño e implementación de un UPS utilizado en vehículos eléctricos

Proyecto de Tesis de Maestría

Posgrado en Ingeniería Electrónica

Asesores: Dr. Andrés A. Valdez Fernández / Dr. Gerardo Escobar Valderrama (ITESM)

Motivación y antecedentes

El primer vehículo eléctrico (EV) comercial basado en baterías recargables de plomo y ácido data de 1852. Mientras que el primer vehículo con motor de gasolina se patentó en el año de 1886. Es claro que el desarrollo de los coches a gasolina evolucionó de forma más acelerada que el de los VE, esto se debió principalmente a su alto costo, menor autonomía y la producción en serie de Ford. Sin embargo, una parte fundamental para el desarrollo de los vehículos eléctricos también lo han sido el desarrollo de las baterías, como ejemplo, podemos comentar que la primera generación de baterías de plomo eran pesadas, costosas y de gran tamaño. Posteriormente, una segunda generación de baterías de Níquel-Cadmio ya en el siglo XX presentaban problemas de autonomía y tiempos de carga extremadamente lentos [1],[2].

En la actualidad, una tercera generación de baterías de Ion-Litio presentan con respecto a las primeras dos generaciones menor peso, tamaño y costo, así como un tiempo de carga mucho menor. Adicional, la electrónica de potencia juega un papel muy relevante en el diseño e implementación de los EVs ya que está inmersa en cada una de sus etapas, como son, el sistema de transmisión, el cargador de baterías, fuentes de corriente alterna dentro del vehículo y el sistema de iluminación [3]. El uso de fuentes ininterrumpidas de voltaje (UPS) dentro del vehículo ha tomado gran relevancia, las cuales proporcionan al usuario, como una prestación adicional, un voltaje de corriente alterna para su uso en diferentes dispositivos como lo son laptops, bocinas móviles, videojuegos, motores de bombeo, etc. Para este propósito, los UPSs permiten generar un voltaje de 110/230 VAC a partir del bus interno de alto voltaje del EV, permitiendo así que la conversión de energía se logre de manera más segura, eficiente y a menor costo [4].

El uso de UPSs vehiculares puede ser agrupados en dos grandes grupos de acuerdo al voltaje de salida, los llamados onda sinusoidal modificada (MSW) y onda sinusoidal real (TSW). Típicamente, los UPS más utilizados a nivel comercial son los llamados MSW ya que presentan menor costo, sin embargo, su uso no es recomendado en cargas como son cargadores de batería, hornos de microondas entre otros [5]. En este tipo de cargas los voltajes MSW pueden afectar la operación y aumentar la disipación de calor [6]. Un requerimiento en este tipo de dispositivos es la inclusión de aislamiento eléctrico desde el bus de DC de alto voltaje del EV y la salida de voltaje de AC. Esto permite protección de choque eléctrico y sobretensiones, adicional provee reducción de ruido al sistema de distribución del EV [7].

Objetivo

La presente propuesta de tesis tiene como objetivo general el estudiar, diseñar e implementar una fuente ininterrumpida de voltaje trabajando en lazo cerrado que permita generar un voltaje de salida TSW para aplicación en vehículos eléctricos.

Propuesta y actividades

En la presente propuesta de tesis se estudia el UPS mostrado en la Figura 1. Este sistema consta de un inversor de alta frecuencia que proporciona un voltaje alterno de alta frecuencia, un transformador que provee aislamiento eléctrico, un rectificador puente completo y un inversor de baja frecuencia con un filtro rLC para eliminar la frecuencia de conmutación y generar a su salida un voltaje TSW. Para el diseño del control se propone el modelado del sistema completo para lo cual se prevee que la estructura de control utilizada para regular el bus de DC sea un controlador PI actuando sobre el error de voltaje en el bus de DC y un esquema de modulación simple. Mientras que para generar el voltaje de corriente alterna a la salida del sistema se prevee que el

Materias por cursar

Se propone cursar 2 de las siguientes 3 materias en el semestre Agosto-Diciembre/2022:

1. Automatización de procesos
2. Detección y estimación
3. Sistemas Electrónicos Embebidos

Bibliografía

- [1] S. Kouro, M. Malinowski M, K. Gopakumar, K et. al., "Recent advances and industrial applications of multilevel converters," *IEEE Trans. Ind. Electronics*, Vol. 57, Issue 8, pp. 2553-2580, jun. 2010.
- [2] A.F. Zobaa and R.C. Bansal, *Handbook Of Renewable Energy Technology*, World Scientific Press, 2011.
- [3] Dhananjay Kumar Rajesh K. Nema Sushma Gupta, "A comparative review on power conversion topologies and energy storage system for electric vehicles," *International Journal of Energy Research*, pp. 1-13, April 2020.
- [4] S. Aragon-Aviles, A. Trivedi, and S.S. Williamson, "Smart Power Electronics Based Solutions to Inter- face Solar-Photovoltaics (PV), Smart Grid, and Electrified Transportation: State-of-the-Art and Future Prospects," *Applied Sciences*, Vol. 10, no. 14, pp. 4988, June 2020.
- [5] M. Parvez, M. F.M. Elias, N. A. Rahim, F. Blaabjerg, D. Abbott and S.F. Al-Sarawi, "Comparative Study of Discrete PI and PR Controls for Single-Phase UPS Inverter," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 45584- 45595, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2964603.
- [6] D. Ronanki and S.S. Williamson, "Evolution of Power Converter Topologies and Technical Consider- ations of Power Electronic Transformer-Based Rolling Stock Architectures," *IEEE Trans. on Transportation Electrific.*, Vol. 4, No. 1, pp. 211-219, March 2018.
- [7] J.E. Huber and J.W. Kolar, "Applicability of Solid-State Transformers in Today's and Future Distribution Grids," *IEEE Trans. on Smart Grid*, Vol. 10, No. 1, pp. 317-326, Jan. 2019.
- [8] G. Escobar, Andrés A. Valdez, J. Leyva-Ramos and P. Mattavelli, "An adaptive control for UPS to compensate unbalance and harmonic distortion using a combined capacitor/load current sensing," *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, Vol. 54, No. 2, pp. 839-847, april 2007.