

Implicaciones de la penetración de vehículos eléctricos y autogeneración en el sistema eléctrico colombiano.

Luisa Fernanda Bedoya Vélez, Ing. Universidad Nacional de Colombia, *lufbedoyave@unal.edu.co*
Carlos Jaime Franco Cardona, PhD. Universidad Nacional de Colombia, *cjfranco@unal.edu.co*

1. Descripción general.

La creciente preocupación por el deterioro del medio ambiente (IEA, 2015) ha llevado a un aumento en los avances y desarrollos de tecnologías como los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica, afrontando así el desafío global que constituye la búsqueda de alternativas energéticas sostenibles y que brinden seguridad de suministro. Teniendo en cuenta, que de los desarrollos y avances en tecnología de almacenamiento de energía eléctrica, depende la viabilidad de muchas tecnologías emergentes, así, por ejemplo, para el caso de los vehículos eléctricos permite la competencia con los actuales vehículos de combustión, considerando que se reducirían los costos como consecuencia de la eliminación de una de las barreras tecnológicas importantes para el despliegue en cuestión de autonomía (Egbue & Long, 2012), y algo semejante ocurre con la autogeneración, donde dicha evolución conducirá a un sistema autónomo y confiable en cuanto a gestión de intermitencia, que cada vez reduce los precios, llevándolo a ser mucho más asequible.

Las políticas para incentivar el uso de fuentes no convencionales y el planteamiento de estrategias que impulsan el despliegue masivo de vehículos eléctricos, vienen acompañados de cambios en la demanda de energía, prueba de ello son los estudios presentados por (Papadopoulos, Skarvelis-Kazakos, Grau, Cipcigan, & Jenkins, 2010), (Pillai, Putrus, Georgitsioti, & Pearsall, 2014), (Zhang, Hu, Han, Zhang, & Zhou, 2015), donde se hace evidente que para aprovechar la evolución que vienen teniendo estos sistemas, se hace necesario realizar estudios y previsiones como el presentado en este trabajo, sirviendo como herramienta para identificar las ventajas e inconvenientes que se pueden presentar y de este modo estar preparados para enfrentar los cambios que exigen los avances tecnológicos que finalmente conducen a mejorar el rendimiento del sistema eléctrico.

En consecuencia, los resultados obtenidos con esta investigación, evalúan los impactos en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) de Colombia que se darán por la entrada de dos tecnologías en conjunto, los vehículos eléctricos y la micro generación con paneles solares, que a su vez se verán impactadas positivamente por los desarrollos tecnológicos que vienen teniendo los sistemas de almacenamiento de energía.

2. Metodología

Para analizar la problemática presentada en este estudio, se abordó el problema desarrollando un modelo de simulación en Dinámica de Sistemas ya que es una opción adecuada por tratarse de un sistema complejo (Sterman, 2000) y con esta herramienta se facilita la visualización de los efectos generados por los cambios en las variables que lo conforman, permitiendo evaluar las posibles consecuencias de la entrada en el sistema eléctrico de nuevas tecnologías que por el lado de los vehículos eléctricos requieren altas demandas de energía y por el lado de la autogeneración implican retiro de la demanda que en algunos casos es solo temporal pues pueden necesitar un respaldo de la red que les garantice el suministro eléctrico.

Para realizar el análisis se construyeron escenarios posibles que incluyen diversas hipótesis y de este modo se evaluó el impacto que tendría el desarrollo tecnológico de las baterías en el Sistema Interconectado Nacional de Colombia, al promover una mayor penetración de los vehículos eléctricos particulares y la micro generación a nivel residencial usando sistemas solares fotovoltaicos.

3. Resultados

Para el análisis de la penetración de vehículos eléctricos (VE) y sistemas de micro generación a partir de paneles solares (SFV) en el Sistema Interconectado Nacional, se desarrollaron cuatro

escenarios, los cuales se construyen a partir de dos ejes principales: % de penetración de las tecnologías VE y SFV y momento de la recarga de las baterías, representados por los ejes horizontal y vertical.

El modelo desarrollado vincula dinámicamente tres módulos: uno de los vehículos eléctricos, otro de la micro generación residencial, y finalmente uno del Sistema Interconectado Nacional, adicionalmente, todos los módulos se ven afectados por el desarrollo tecnológico de las baterías.

Los resultados de la simulación indican que la incorporación del vehículo eléctrico a las redes de distribución de energía eléctrica genera un impacto técnico y económico por lo cual es importante proponer políticas para mitigar estas repercusiones. Del mismo modo el aumento de generación de energía a partir de sistemas fotovoltaicos aumenta el nivel de autoconsumo lo cual tiene implicaciones en el comportamiento del sistema eléctrico.

La magnitud del impacto en la red ocasionado por la demanda de energía necesaria para cargar las baterías, dependerá de cuándo, dónde y cómo se realice la carga de las mismas. Este procedimiento se realizará cuando el vehículo no se utiliza y necesita ser recargado para un próximo ciclo de transporte, coincidiendo esta situación típicamente con la llegada al lugar de trabajo o bien al finalizar la jornada laboral.

4. Conclusiones

Las condiciones favorables que permite el desarrollo tecnológico de las baterías tanto para los sistemas fotovoltaicos como para los vehículos eléctricos, contribuirán a una rápida adopción de dichas tecnologías, lo cual como se evidencia en este estudio tiene un efecto sobre la curva de carga constituyéndose como un reto para los operadores del sistema.

Los resultados resaltan la importancia de identificar como debe prepararse el sistema para soportar la entrada de los vehículos eléctricos y la autogeneración. Cabe resaltar que ante penetraciones altas de vehículos eléctricos, hay efectos críticos en la curva de carga y adicionalmente, bajo escenarios de alta adopción de generación solar se evidencia la necesidad de inyectar los excedentes a la red como una alternativa para hacer más eficiente el sistema eléctrico.

Con la entrada en el sistema de vehículos eléctricos y micro generación fotovoltaica, el diseño e implementación de políticas es un factor clave que hace posible aprovechar los excesos de generación en las horas valle y de este modo alcanzar una seguridad energética por medio del uso eficiente de los recursos y la energía ya disponible, evitando efectos catastróficos que ponen en riesgo la estabilidad de la red.

La metodología empleada permite establecer, a través de escenarios y análisis de sensibilidad, que de acuerdo con la combinación de sistemas fotovoltaicos instalados y la cantidad de vehículos eléctricos en el mercado, se pueden proponer horarios de carga que sean favorables para el sistema.

Referencias

- Egbue, O., & Long, S. (2012). Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. *Energy Policy*, 48, 717–729.
- IEA. (2015). Energy and Climate Change. *World Energy Outlook Special Report*, 1–200. <https://doi.org/10.1038/479267b>
- J. D. Sterman, Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, vol. 19. Irwin/McGraw-Hill Boston, 2000.
- Papadopoulos, P., Skarvelis-Kazakos, S., Grau, I., Cipcigan, L. M., & Jenkins, N. (2010). Predicting electric vehicle impacts on residential distribution networks with distributed generation. *2010 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, VPPC 2010*. <https://doi.org/10.1109/VPPC.2010.5729009>
- Pillai, G. G., Putrus, G. A., Georgitsioti, T., & Pearsall, N. M. (2014). Near-term economic benefits from grid-connected residential PV (photovoltaic) systems. *Energy*, 68, 832–843. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.085>
- Zhang, N., Hu, Z., Han, X., Zhang, J., & Zhou, Y. (2015). A fuzzy chance-constrained program for unit commitment problem considering demand response, electric vehicle and wind power. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 65, 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.10.005>