



Recarga de vehículos eléctricos mediante una optimización entera mixta con participación de respuesta de la demanda

Recharge of electric vehicles through a mixed whole optimization with participation of the demand response

Jair Josue Salazar Lopez^{1*}, Edwin Marcelo García Torres¹, Diego Francisco Carrión Galarza¹

¹Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

*Autor de correspondencia: jsalazarl3@est.ups.edu.ec

RESUMEN– Las micro redes de edificios comerciales jugarán un papel importante para una ciudad inteligente, al tener actividades de carga de vehículos eléctricos (EV) puede causar degradaciones del rendimiento y sobrecargas en el sistema de distribución. Se propone minimizar los costos en el consumo de energía eléctrica de un edificio tipo comercial cuando se realiza la recarga de vehículos eléctricos, se lo realizará mediante instalación de paneles fotovoltaicos para lo cual en el estudio se tomará el horario de atención del edificio cumpliendo la necesidad de la demanda, para el proceso de optimización se hará por medio de un despacho mediante asignación de recursos. Un resultado integral obtenido de las pruebas de simulación se demostró que la estrategia propuesta tiene resultados satisfactorios y alta eficiencia.

Palabras clave– *Micro redes, vehículos eléctricos, edificio comercial, demanda.*

ABSTRACT– The micro networks of commercial buildings will play an important role for an intelligent city, since having electric vehicle charging (EV) activities can cause performance degradation and overloads in the distribution system. It is proposed to minimize the costs in the consumption of electric energy of a commercial type building when the recharging of electric vehicles is carried out, it will be carried out by means of installation of photovoltaic panels for which in the study the opening hours of the building will be taken fulfilling the need of the demand, for the optimization process it will be done through a dispatch through allocation of resources. An integral result obtained from the simulation tests showed that the proposed strategy has satisfactory results and high efficiency.

Keywords– *Micro networks, electric vehicles, commercial building, demand.*

1. Introducción

Las micro redes de edificios comerciales jugarán un papel importante en una ciudad a fin de mejorar el autoconsumo de energía fotovoltaica y reducir el impacto en la red eléctrica emitida por un gran número de cargas de vehículos eléctricos (EV), para lo cual la coordinación de carga de vehículos eléctricos (EV) no solo reduce la diferencia entre el pico de carga con una mayor velocidad sino también disminuye la pérdida del sistema y mejora la calidad de la energía eléctrica (PQ) [1–3]. Con el aumento de las preocupaciones ambientales, la elección del transporte juega un papel destacado en el desarrollo sostenible. En este contexto, el vehículo eléctrico y la

respuesta a la demanda (DR, siglas en inglés “Demand Response”) tienen impactos indispensables en la futura red inteligente, sin embargo, el crecimiento actual es lento debido a la falta de infraestructuras para una carga adecuada, como es de esperar, las “estaciones de carga rápida” se ubicarían principalmente en lugares residenciales y comerciales ligeros [4–6].

En [7] se propone un enfoque probabilístico para la carga óptima de vehículos eléctricos (EV) en sistemas de distribución. Los costos de la demanda y las pérdidas de energía en el sistema se minimizan, sujetos a un conjunto de restricciones que considere las características de carga inteligente de los EV y los aspectos operativos de la red eléctrica. Sin gestión del lado de la demanda, un aumento

Citación: J. Salazar, E. García y D. Carrión, “Recarga de vehículos eléctricos mediante una optimización entera mixta con participación de respuesta de la demanda”, *Revista de I+D Tecnológico*, vol. 16, no. 2, pp. (no modificar), 2020.

Tipo de artículo: Original. **Recibido:** 21 de enero de 2020. **Recibido con correcciones:** 12 de marzo de 2020. **Aceptado:** 7 de julio de 2020.

DOI:

Copyright: 2020 J. Salazar, E. García y D. Carrión. This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

en la cantidad de vehículos eléctricos (EV) podría provocar sobrecargas en alimentadores de distribución [8]. Los beneficios potenciales de las micro redes son multifacéticos, pero desde la perspectiva de los adoptantes, hay dos grandes grupos: 1) el costo, la eficiencia y los beneficios ambientales (incluidos posibles créditos de emisiones) de calor y energía combinados (CHP) y 2) los beneficios PQR de la generación y el control en el sitio [9].

En [10] se enfoca en escenarios de carga diurna para vehículos eléctricos en estacionamientos de edificios comerciales, donde la mayoría de los vehículos tienen un tiempo de estacionamiento prolongado que cobran durante el día, cuentan con importantes llegadas y salidas de vehículos estocásticos, así el precio de la electricidad altamente dinámico, aquello va de una gestión de carga de transacciones en tiempo real del sistema de gestión energética del edificio (BEMS) [11]. El modelo de optimización de costos operativos es establecido considerando las incertidumbres potenciales e índices de satisfacción del cliente [12].

El trabajo [13] implementa los EV en el primer y cuarto cuadrantes PQ, es decir, los EV inyectan / retiran potencia reactiva de la rejilla mientras se carga, [14] muestra que el enfoque óptimo de carga y descarga de EV puede ayudar a disminuir desajustes estimados en la micro red lo que es importante para aliviar las penalizaciones por falta de coincidencia de ofertas. Propone estrategias de gestión energética para la utilización económicamente viable de vehículo a la red en competencia mercados de electricidad donde las variaciones del precio de la electricidad son altas [15]. Las estrategias discutidas aún pueden complementarse con una estrategia de optimización de carga, un verdadero edificio de oficinas está equipado con un gran sistema fotovoltaico y una unidad de calefacción y suministro eléctrico (CHP) y las mediciones de la demanda eléctrica, perfiles y sistema fotovoltaico y un modelo de simulación para la unidad CHP están disponibles [9], [16].

En los siguientes artículos [17–20] se propone minimizar el costo operativo de la micro red y el costo de la protección ambiental mediante un modelo de despacho económico método para tomar diferentes variaciones temporales de producción y consumo de energía, y así determina el horario de despacho óptimo y energía contratada de la empresa de servicios públicos,

Aliviando la asimetría de información entre los propietarios de vehículos eléctricos y las agencias de distribución de la red con menores costos, reuniendo todos estos elementos discretos como parte de los EV cargadores intercambiables-almacenamiento inteligentes estación integrada y demostración de ingeniería.

El propósito del presente artículo es minimizar los costos en el consumo de energía eléctrica de un edificio tipo comercial cuando se realiza la recarga de vehículos eléctricos, se lo realizará mediante instalación de paneles fotovoltaicos para lo cual en el estudio se tomará el horario de atención del edificio y dos diferentes tipos de cargas que son la rápida y la lenta, en el proceso se lo hará mediante un despacho por asignación para cubrir la respuesta a la demanda.

En adelante este documento se organiza de la siguiente manera. En la sección II se hace un marco teórico de lo que son vehículos eléctricos y sus tipos de carga. En la sección III se denota la formulación de un modelo basado en despacho por asignación. En la sección IV se exponen los resultados del modelo propuesto. En la sección V finalmente exponemos nuestras conclusiones.

2. Marco Teórico

2.1 Micro-Red

Es aquel sistema de generación eléctrica bidireccional que permite la distribución de electricidad desde los proveedores hasta los consumidores, mediante la integración de las fuentes de generación de origen renovable utilizando tecnología digital, con el objetivo de ahorrar energía, reducir costes e incrementar la fiabilidad, puede considerarse una red inteligente, también es vista como una pieza importante que conforma una gran red inteligente. Los elementos que conforman son: sistemas de generación distribuida; sistemas de almacenamiento de energía; técnicas para la gestión de cargas; sistemas de monitorización y control del flujo de potencia; y técnicas y procedimientos de mantenimiento preventivo.

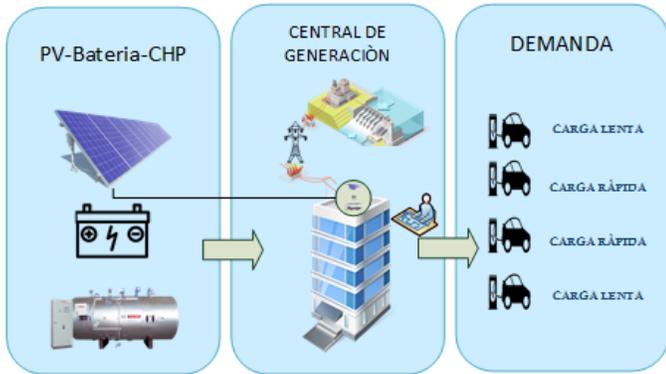


Figura 1. Estructura de una micro-red para un edificio

2.2 Panel Fotovoltaico

El punto de potencia máxima de un panel solar fotovoltaico es el parámetro que expresa el punto de funcionamiento para la cual la potencia entregada es máxima, se obtiene multiplicando el voltaje máximo V_{Pmax} por la corriente máxima I_{Pmax} por el factor de forma, dando un valor de potencia en Watts, cuando el panel opera a este punto se obtiene el mayor rendimiento posible.

$$P_{max} = V_{OC} I_{SC} FF \quad (1)$$

Dónde: V_{OC} : voltaje de circuito abierto, I_{SC} : corriente de cortocircuito, FF: factor de forma valores comunes suelen estar entre 0.7 y 0.8.

2.3 Vehículos Eléctricos

Los vehículos privados tienen una gran aleatoriedad. Sin embargo, se muestra que los hábitos de uso de vehículos eléctricos a gran escala deben seguir la distribución normal. x es el momento cuando finaliza el último viaje del auto eléctrico. El auto con batería de litio con capacidad de aproximadamente 30kWh. Los comportamientos de carga y descarga de los vehículos eléctricos de los usuarios obedecen a una distribución normal, y el modelo es como sigue [17]:

$$f_s(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_s} * e^{-\frac{(x-\mu_s)^2}{2\sigma_s^2}}, & \mu_s - 12 < x \leq 24 \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_s} * e^{-\frac{(x+24-\mu_s)^2}{2\sigma_s^2}}, & 0 < x \leq \mu_s - 12 \end{cases} \quad (2)$$

Donde: valor medio = $\mu_s = 16.5$, desviación estándar = $\sigma_s = 3.5$. El modelo de

kilometraje diario del vehículo es el siguiente:

$$f_d(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_d * x} * e^{-\frac{(\ln x - \mu_d)^2}{2\sigma_d^2}} \quad (3)$$

Donde: $\mu_d = 3.1$, $\sigma_d = 0.87$. μ_d y σ_d son las expectativas y variaciones de la función de distribución respectiva.

2.4 Estación de carga lenta

Este tipo de carga utiliza un nivel de voltaje convencional, es decir un voltaje de 240 Voltios y 16 Amperes de corriente, entregando en ese punto una potencia aproximada de 3.8 kW. Con este nivel de potencia, la batería se demora en cargar en un tiempo aproximado de 8 horas, siendo óptima para la recarga de vehículos eléctricos en la zona horaria nocturna, ubicadas en domicilios.

2.5 Estación de carga Semi- Rápida

Este tipo de carga utiliza un nivel de voltaje convencional, es decir un voltaje de 240 (VAC) y 32 Amperes de corriente, entregando en ese punto una potencia aproximada de 7.7 kW. Con este nivel de potencia, la batería se demora en cargar en un tiempo aproximado de 4 horas, siendo óptima para la recarga de vehículos eléctricos en la zona horaria nocturna, en lugares como garaje de viviendas unifamiliar o garajes comunitarios.

2.6 Estación de carga rápida

Este tipo de carga utiliza un nivel de corriente eléctricas más altas que las anteriores tiene como objetivo entregar la energía en corriente continua, obteniendo una potencia de salida aproximadamente de 50 kW. Con este nivel de potencia, la batería se carga un 60 % en un tiempo aproximado de 15 minutos, tiempo que es concedida por el cliente para su repostaje con un vehículo de combustión interna. Este tipo de carga al tener mayor potencia y exigencias, implica cambios o adecuaciones a las redes eléctricas actuales [6].

3. Planteamiento del Problema

3.1 Formulación del Problema

Para resolver el problema de consumo de energía eléctrica de un edificio comercial se propone la instalación de paneles fotovoltaicos y se aplicará un despacho óptimo simplificado por asignación de recursos el cual nos permitirá minimizar los costos al recargar

vehículos eléctricos en un sistema de distribución eléctrico con diferentes tiempos de carga. Para obtener los resultados esperados al instalar un sistema fotovoltaico para una óptima respuesta a la demanda, primero calcularemos la energía generada por el panel fotovoltaico, obteniendo estos datos se modela la inserción de cuatro vehículos eléctricos aleatorios, considerando las estaciones de recarga para baterías de los EVs, estas estaciones son capaces de entregar energía simultáneamente. Finalmente, se despacha mediante la utilización de un proceso por asignación de recursos optimizando así la respuesta a la demanda.

3.2 Aleatoriedad de lo EVs

El análisis se lo hace hora a hora durante un día de operación del edificio que cumple 14 horas al día, en la cual la estación de recarga de EVs posee cuatro islas, en las que se despacha energía de manera concurrente, es decir que la carga va a ser distinta por cada hora [21]. Existe una mínima posibilidad de que la carga sea la misma cada hora debido a que la demanda no es fija por lo cual podemos decir que podrá haber horas en las que están siendo utilizadas las cuatro islas de carga en la estación o a su vez no exista ninguna isla siendo ocupada [22].

3.3 Sistema fotovoltaico

El efecto fotovoltaico es utilizado como base para la producción de energía eléctrica en los paneles solares mediante la radiación. Para nuestro estudio es necesario saber las HPS (horas pico solar) como se muestra en la ecuación (4) este cálculo depende de I y R, en donde I representa la potencia de irradiación incidente y R la irradiación.

$$HPS = \frac{R}{I} [h] \quad (4)$$

El cálculo de la energía que produce un panel fotovoltaico E_{panel} se puede conocer al utilizar ecuación (5) en la cual I_{panel} viene dado como la corriente alcanzada durante un día y r_{panel} es el rendimiento del panel fotovoltaico, en nuestro trabajo se propone un rendimiento de entre el 85% y 95%.

$$E_{panel} = I_{panel} * HPS * r_{panel} \quad (5)$$

Es muy recomendable usar el 90% de rendimiento al momento de calcular la energía del panel. Para el estudio

se utilizó en la estación de carga paneles solares de 100kW para satisfacer la demanda de EVs [23]. También podemos calcular la potencia P_{panel} generada por el panel hora a hora como podemos observar en la ecuación (6) en donde I_{panel} es la corriente máxima a una hora específica y V_{panel} es el voltaje del panel solar.

$$P_{panel} = I_{panel} * V_{panel} \quad (6)$$

3.4 Optimización entera mixta para los costos de carga

El problema de la asignación de grupos fotovoltaicos de producción de electricidad consiste en la decisión de qué grupos fotovoltaicos que hay que acoplar en cada hora del día (o semana) de manera que: se minimicen los costes variables de generación (incluyendo costes de la red), se suministre la demanda en cada hora, se mantenga un cierto nivel de reserva rodante, se respeten los parámetros de funcionamiento de los grupos fotovoltaicos (mínimos técnicos, potencia nominal).

Datos

D_h Demanda en la hora h [MW]

R coeficiente de reserva rodante con respecto a la demanda [p.u.]

a_t Término lineal del coste de mantenimiento del grupo fotovoltaico t [\$/MWh]

b_t Término fijo del coste de mantenimiento del grupo fotovoltaico t [\$/h]

ca_t Coste de arranque del grupo fotovoltaico t [\$/h]

cp_t Coste de parada del grupo fotovoltaico t [\$/h]

\bar{P}_t Potencia máxima del grupo fotovoltaico t [MW]

\underline{P}_t Potencia mínima del grupo fotovoltaico t [MW]

rs_t Rampa de subida del grupo fotovoltaico t [MW/h]

rb_t Rampa de bajada del grupo fotovoltaico t [MW/h]

Variables

P_{ht} Potencia producida por el grupo fotovoltaico t en la hora h [MW]

A_{ht} Acoplamiento del grupo fotovoltaico t en la hora h [0,1]

AR_{ht} Arranque del grupo fotovoltaico t en la hora h [0,1]

PR_{ht} Parada del grupo fotovoltaico t en la hora h [0,1]

$$\min \sum_{h=1}^H \sum_{t=1}^T (a_t P_{ht} + b_t A_{ht} + ca_t AR_{ht} + cp_t PR_{ht}) \quad (7)$$

$$\sum_{t=1}^T PR_{ht} = D_h \quad H \quad (8)$$

$$\sum_{t=1}^T (\bar{P}_t A_{ht} - P_{ht}) = RD_h \quad H \quad (9)$$

$$\underline{P}_t A_{ht} \leq P_{ht} \leq \bar{P}_t A_{ht} \quad 2HT \quad (10)$$

$$A_{ht} - A_{h-1t} = AR_{ht} - PR_{ht} \quad (H-1)T \quad (11)$$

$$P_{ht} - P_{h-1t} \leq rs_t \quad (H-1)T \quad (12)$$

$$P_{h-1t} - P_{ht} \leq rb_t \quad (H - 1)T \quad (13)$$

$$P_{ht} \geq 0 \quad A_{ht}, AR_{ht}, PR_{ht} \in \{0,1\} \quad (14)$$

Pseudocódigo

Inicializa t (0:1:14)

Inicializa Pi, n, A, B, Carga

Paso 1: Desarrolla aleatoriedad

x=rand(n,1) *range(Pi)+min (Pi)

Paso 2: Desarrolla el tipo de carga

if(x<7.4) si no existe ningún VE

A(i,j)=0;

B(i,j)=0;

End

if (x<8)&&(x>=3.8) si es de carga lenta

A(i,j)=x;

B(i,j)=0.5;

[p,q]=find(A==0.5);

end

if(x<=150)&&(x>=50) si es de carga rápida

A(i,j)=x;

B(i,j)=1;

end

Paso 3: Desarrolla los costos de recursos

$$CR = \sum_r^h clineal(r) * generaprod(r, h) + cfijo * acopl(r, h)$$

$$CPV = \sum_p^h c(t) * P(t, h) + b(t) * A(t, h) + ca(t) * AR(t, h) + cp(t) * PR(t, h)$$

Paso 4: Función objetivo

$$min \sum_{h=1}^H \sum_{t=1}^T (a_t P_{ht} + b_t A_{ht} + ca_t AR_{ht} + cp_t PR_{ht})$$

Paso 5: Gráfica

Gráfica (t, Carga)

Gráfica (t, potencia)

Fin

4. Análisis de resultados

El objetivo fue realizar una optimización que minimiza los costos asociados a la implementación de paneles fotovoltaicos, considerando para el efecto los criterios económicos permitiendo tener un ahorro en el consumo de energía eléctrica mediante despacho por asignación de recursos.

4.1 Casos de estudio

La carga de los vehículos eléctricos afecta de una manera muy grande a la red ya que existe un aumento en el consumo de energía incrementando costos, el trabajo presenta el estudio del despacho óptimo simplificado por medio de asignación de recursos.

La aleatoriedad para la carga de vehículos eléctricos es incierta para lo cual nuestra micro red debe estar dispuesta a cubrir la demanda, se toma en cuenta que el índice de radiación solar está en su punto más alto de tal manera que la producción de potencia que generarán los paneles fotovoltaicos sea la máxima.

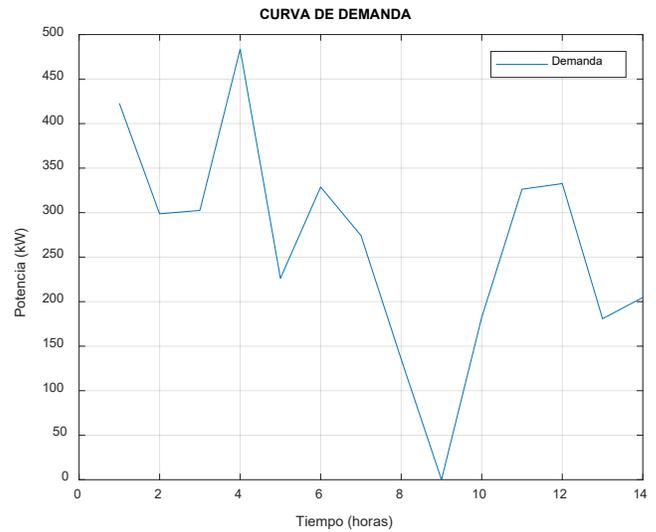


Figura 2. Curva de demanda de las cuatro estaciones

En la figura 2 se observa en cada hora la suma de demanda de las cuatro estaciones debido a la recarga de vehículos eléctricos realizándose de manera aleatoria, resultando que en la hora 9 no se produjo ningún tipo de recarga.

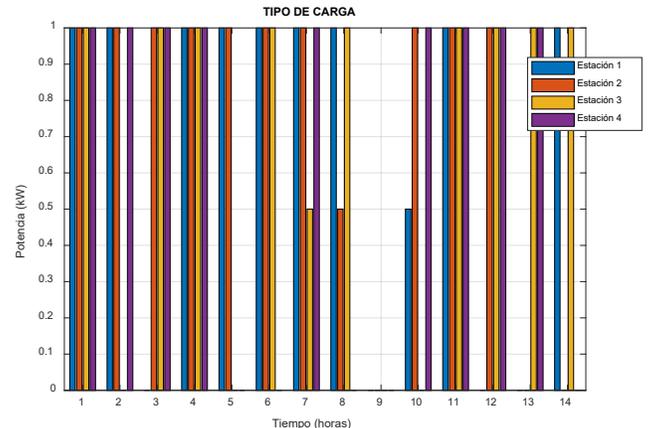


Figura 3. Tipo de carga en cada estación

En la figura 3 se puede notar en cada hora que tipo de carga se produjo de cada una de las cuatro estaciones resultando que en la hora 9 no hubo presencia de carga de vehículos eléctricos en ninguna estación.

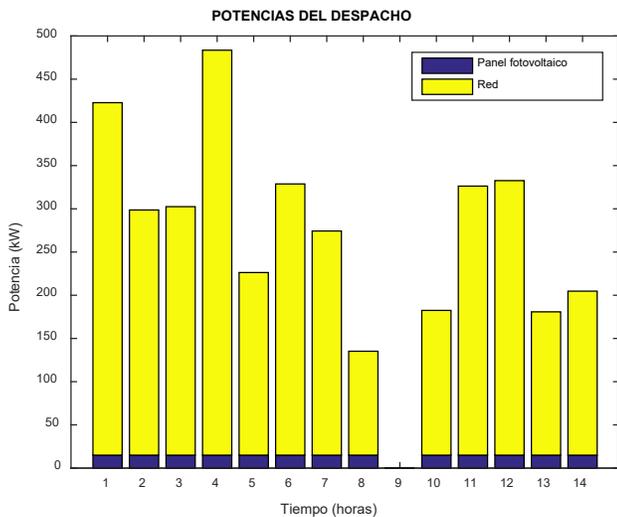


Figura 4. Valores de potencias del despacho

En la figura 4 se encuentra los valores de potencia del despacho que se realiza desde las 9 de la mañana hasta las 23 horas cumpliendo 14 horas y con el valor de demanda, al poseer recursos renovables como paneles fotovoltaicos permite tener un menor consumo a la red de energía.

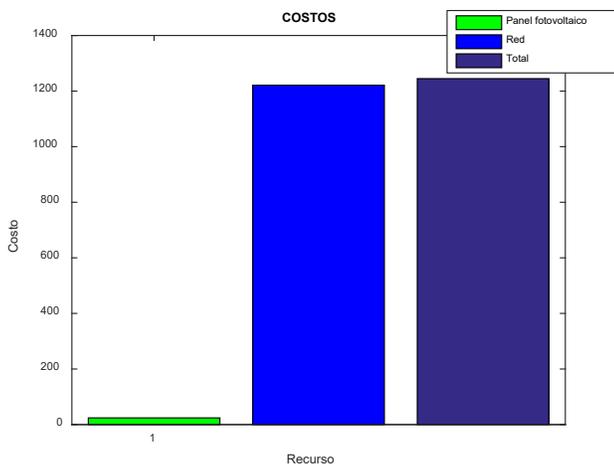


Figura 5. Costos de cada recurso.

Los costos de energía se ven reducidos tal como se muestra en la figura 5 al utilizar paneles fotovoltaicos sin afectar al sistema, estos entregan toda la capacidad que poseen para satisfacer la demanda de potencia, debido al

ingreso de vehículos eléctricos indefinidamente a su tipo de carga de energía y a la hora.

5. Conclusiones

El despacho económico por asignación de recursos verifica que el modo de gestión de energía fragmentada tiene un impacto significativo en la mejora del funcionamiento óptimo de red de distribución. Los resultados numéricos al añadir paneles fotovoltaicos para recargar EV tienen un buen efecto sobre la variación de la carga.

El nivel de voltaje para la carga rápida debe ser fuerte y se va a cumplir al ser un edificio, más acompañado de paneles fotovoltaicos se logra minimizar los costos al recargar vehículos eléctricos en un sistema de distribución eléctrico con diferentes tiempos de carga.

La asignación de recursos aplicada en este artículo se basa en el despacho de energías provenientes de la red eléctrica y el sistema fotovoltaico, este método permite cubrir la aleatoriedad en la que ingresan los vehículos eléctricos a sus estaciones de carga, logrando un aprovechamiento del 100% de este recurso, si se presenta un excedente de energía en los paneles se recarga al banco de baterías.

REFERENCIAS

- [1] N. Liu et al., "A Heuristic Operation Strategy for Commercial Building Microgrids Containing EVs and PV System," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 62, no. 4, pp. 2560–2570, 2015.
- [2] M. Zhang and J. Chen, "The energy management and optimized operation of electric vehicles based on microgrid," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 29, no. 3, pp. 1427–1435, 2014.
- [3] Y. Yang, Q. S. Jia, G. Deconinck, X. Guan, Z. Qiu, and Z. Hu, "Distributed coordination of EV charging with renewable energy in a microgrid of buildings," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 9, no. 6, pp. 6253–6264, 2018.
- [4] M. Shafie-Khah et al., "Optimal Behavior of Electric Vehicle Parking Lots as Demand Response Aggregation Agents," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 7, no. 6, pp. 2654–2665, 2016.
- [5] A. Shukla, K. Verma, and R. Kumar, "Multi-objective synergistic planning of EV fast-charging stations in the distribution system coupled with the transportation network," *IET Gener. Transm. Distrib.* vol. 13, no. 15, pp. 3421–3432, 2019.
- [6] M. Etezadi-amoli, S. Member, K. Choma, J. Stefani, and S. Member, "Rapid-Charge Electric-Vehicle Stations," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 25, no. 3, pp. 1883–1887, 2010.
- [7] A. Arias, M. Granada, and C. A. Castro, "Optimal probabilistic charging of electric vehicles in distribution systems," *IET Electr. Syst. Transp.*, vol. 7, no. 3, pp. 246–251, 2017.

- [8] M. R. Sarker, M. A. Ortega-Vazquez, and D. S. Kirschen, "Optimal Coordination and Scheduling of Demand Response via Monetary Incentives," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 6, no. 3, pp. 1341–1352, 2015.
- [9] C. Marnay, G. Venkataramanan, M. Stadler, A. S. Siddiqui, R. Firestone, and B. Chandran, "Optimal technology selection and operation of commercial-building microgrids," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 23, no. 3, pp. 975–982, 2008.
- [10] L. Zhang and Y. Li, "Optimal Management for Parking-Lot Electric Vehicle Charging by Two-Stage Approximate Dynamic Programming," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 8, no. 4, pp. 1722–1730, 2017.
- [11] Z. Liu, Q. Wu, M. Shahidehpour, C. Li, S. Huang, and W. Wei, "Transactive Real-time Electric Vehicle Charging Management for Commercial Buildings with PV On-site Generation," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. PP, no. c, p. 1, 2018.
- [12] Q. Yan, B. Zhang, and M. Kezunovic, "Optimized operational cost reduction for an EV charging station integrated with battery energy storage and PV generation," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 10, no. 2, pp. 2096–2106, 2019.
- [13] J. Wang, G. R. Bharati, S. Paudyal, O. Ceylan, B. P. Bhattarai, and K. S. Myers, "Coordinated Electric Vehicle Charging with Reactive Power Support to Distribution Grids," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 15, no. 1, pp. 54–63, 2019.
- [14] A. T. Eseye, M. Lehtonen, T. Tukia, S. Uimonen, and R. J. Millar, "Optimal Energy Trading for Renewable Energy Integrated Building Microgrids Containing Electric Vehicles and Energy Storage Batteries," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 106092–106101, 2019.
- [15] H. S. V. S. Kumar Nunna, S. Battula, S. Doolla, and D. Srinivasan, "Energy Management in Smart Distribution Systems with Vehicle-To-Grid Integrated Microgrids," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 9, no. 5, pp. 4004–4016, 2018.
- [16] J. Van Roy, N. Leemput, F. Geth, J. Buscher, R. Salenbien, and J. Driesen, "Electric vehicle charging in an office building microgrid with distributed energy resources," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 5, no. 4, pp. 1389–1396, 2014.
- [17] H. Jiang, S. Ning, and Q. Ge, "Multi-objective Optimal Dispatching of Microgrid with Large-scale Electric Vehicles," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 1–1, 2019.
- [18] Y. T. Liao and C. N. Lu, "Dispatch of EV Charging Station Energy Resources for Sustainable Mobility," *IEEE Trans. Transp. Electrification*, vol. 1, no. 1, pp. 86–93, 2015.
- [19] Z. Zhao, K. Wang, G. Li, X. Jiang, and X. Wang, "Economic dispatch of distribution network with inn for electric vehicles and photovoltaic," *J. Eng.*, vol. 2019, no. 16, pp. 2864–2868, 2019.
- [20] D. Xie, H. Chu, C. Gu, F. Li, and Y. Zhang, "A Novel Dispatching Control Strategy for EVs Intelligent Integrated Stations," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 8, no. 2, pp. 802–811, 2017.
- [21] A. El-Zonkoly and L. Dos Santos Coelho, "Optimal allocation, sizing of PHEV parking lots in distribution system," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 67, pp. 472–477, 2015.
- [22] J. F. Meza Cartagena and E. M. García Torres, "Asignación de recursos para la recarga de vehículos eléctricos en estaciones de servicios basado en la respuesta a la demanda," *I+D Tecnológico*, vol. 14, no. 2, pp. 66–73, 2018.
- [23] A. T. Davda, B. Azzopardi, B. R. Parekh, and M. D. Desai, "Dispersed generation enable loss reduction and voltage profile improvement in distribution network-case study, Gujarat, India," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 29, no. 3, pp. 1242–1249, 2014.