

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

Realizado por:

MARÍA CAROLINA RAMOS CHÁVEZ

Director del proyecto:

Ing. Javier Martínez Gómez, Ph.D.

Como requisito para la obtención del título de:

**MAGISTER EN ECOEFICIENCIA
INDUSTRIAL MENCIÓN EFICIENCIA
ENERGÉTICA**

Quito, septiembre de 2021

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, MARÍA CAROLINA RAMOS CHÁVEZ, con cédula de identidad # 100354861-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M Carolina Ramos', with a large, stylized flourish above the name.

FIRMA

100354861-5

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

Realizado por:

MARÍA CAROLINA RAMOS CHÁVEZ

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MAGISTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL
MENCIÓN EFICIENCIA ENERGÉTICA**

ha sido dirigido por el profesor

JAVIER MARTÍNEZ GÓMEZ, Ph.D.

quien considera que constituye un trabajo original de
su autor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Javier', with a stylized flourish at the end.

FIRMA

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

JESÚS LÓPEZ VILLADA PhD.

EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO PhD.

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

FIRMA



FIRMA

Quito, septiembre de 2021

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

Para someter a:

To be submitted:

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

¹Maria Carolina Ramos Chávez, ²Javier Martínez-Gómez, ³Jhonatan Meza, ⁴Deepa Jose, ⁵S. Anthoniraj

1,2Universidad Internacional SEK, Quito 170134, Ecuador

3Instituto Superior 17 de Julio, Ibarra, Ecuador

⁴KCG College of Technology, Karapakkam, Chennai-600097, India

⁵Department of CSE, MVJ College of Engineering
Whitefield, Bangalore – 560067

***AUTOR DE CORRESPONDENCIA:**

Teléfono: 0939392419; email: mcramos.mee@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Estudio y análisis de eficiencia energética en vehículos eléctricos

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

Resumen.

El objetivo principal de la Respuesta a la Demanda (RD) es administrar la demanda requerida, mediante la asignación de los recursos existentes de manera que permitan su uso sin la necesidad de aumentar la capacidad de generación nueva. La RD, enfocada a la carga de la red por la inserción de Vehículos Eléctricos (EVs), promueve un gran énfasis en el impacto que causan en los sistemas eléctricos. Por tanto, este trabajo desarrolla una respuesta óptima a la demanda respecto al impacto generado por los EVs, además de los diferentes tipos de cargas hacia la red eléctrica con diversos escenarios. Se presenta un modelo heurístico que se basa en el algoritmo húngaro en MatLab, es decir, en este trabajo específico se pretende lograr la adecuada asignación de recursos energéticos para la carga de EVs. Planteando varios escenarios de carga que se enfocan en RD entre los que se han modelado y determinado los tipos de cargas que se utilizarán: a) lentas, (b) rápidas y (c) ultrarrápidas que permiten evaluar los diferentes comportamientos. También se describe los diferentes tipos de baterías y qué vehículos eléctricos las están utilizando, además de tener una demanda de respuesta aprovechando la inserción de energías convencionales y no convencionales y a su vez también con la influencia de la radiación solar en invierno. y los casos de verano a la carga de EVs serán los que procedan de energías renovables.

.

Palabras clave: Asignación de recursos, Algoritmo húngaro, Respuesta a la demanda, vehículos eléctricos, emparejamiento.

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

Abstract.

The primary objective of the Response to Demand (DR) is to manage the re-quired demand, by allocating existing resources in a way in which to allow it to be used without the need to increase new generation capacity. The DR, focused on the grid load due to the insertion of Electric Vehicles (EVs), it promotes a great emphasis on the impact they cause on the electrical systems. Therefore, this work develops an optimal response to demand with respect to the impact generated by EVs, in addition to the different types of loads towards the electrical network with various scenarios. A heuristic model is presented that is based on the Hungarian algorithm in MatLab, that is, in this specific work it was intended to achieve the adequate allocation of energy resources for the charging of EVs. Posing several load scenarios that focus on DR among which the types of loads that will be used have been modeled and determined: a) slow, (b) fast and (c) ultra-fast that allowed us to evaluate the different behaviors. It also describes the different types of batteries and which EVs are using them, as well as having a response demand taking advantage of the penetration of conventional and unconventional energies and in turn also with the influence of solar radiation in winter and summer cases to the EVs load will be those coming from renewable energies.

Keywords: Resource Allocation, Hungarian Algorithm, Demand Response, Electric Vehicles, Matching. First Section.

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

Introducción.

La energía renovable como alternativa aparece en las últimas décadas en lugar de las centrales eléctricas convencionales. Su mayor beneficio está respaldado por la fácil instalación en lugares cercanos a la carga y también por no tener demasiadas pérdidas o variaciones de voltaje y costos de inversión.

En muchos países del continente y del mundo, como Ecuador hace algunos años, las principales fuentes de generación eléctrica eran a través del uso de combustibles fósiles. Actualmente y con un plan de electrificación que apunta a incrementar la producción de energía eléctrica mediante el uso de energías renovables al 80% para el 2025. Actualmente, abril de 2020, el 60,75% de la potencia nominal en generación en el país era de fuentes renovables, en el por otro lado, el 39,25% se realizó a través de plantas de generación de combustibles fósiles (Diesel, bunker, Fuel oil, etc.).

Sumado a esto, las pérdidas de transmisión y distribución en el país que rondan el 12,20%, sin embargo, con una demanda de electricidad que aumenta exponencialmente y a su vez la disponibilidad de combustibles fósiles está disminuyendo, la brecha entre el recurso de generación y la demanda está creciendo a un ritmo alarmante.

El modelo para resolver el problema de la eficiencia energética de los EVs es un problema de optimización NPL (programación no lineal), debido a la cantidad de variables involucradas y también a las restricciones propuestas. Por lo tanto, las técnicas propuestas han sido evaluadas en escenarios que abordan diferentes tipos de dispositivos eléctricos con diferentes requerimientos energéticos, en diferentes escalas se ha comparado el desempeño de la técnica con diferentes líneas de base [1-4]. Por otro lado, la inserción de vehículos eléctricos EVs nos brinda una opción más factible para reducir los combustibles fósiles y también reducir el alto impacto que producen en el medio ambiente. De tal manera que los concesionarios y productores de automóviles han insertado propuestas e innovaciones tecnológicas enfocadas a los vehículos eléctricos

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

que han ido aumentando en muy poco tiempo, estas innovaciones han dado como resultado la mitigación de las emisiones de CO₂ al medio ambiente. Sin embargo, al insertar generación eléctrica a partir de energías renovables y que varían según el tiempo en los sistemas de distribución, provocan una mayor necesidad de confiabilidad y estabilidad en la red y generan un equilibrio al optimizar para los vehículos eléctricos incluidos en la red [4-5], tanto que es posible reducir la contaminación del aire.

Para la carga de los EVs, sus estaciones de carga serán las que contengan la energía almacenada en este caso procedente de energías renovables, como claro ejemplo una de ellas es la energía que viene del sol o también llamada fotovoltaica, esta energía se inyecta en el sistema de distribución en el momento en que se genera, lo que nos proporciona una energía limpia, óptima y sin tantas pérdidas, lo que evita afectar a la red. La inmensa cantidad de energía solar es altamente efectiva y ayuda porque llega a la tierra aproximadamente 101 PWh por hora, que en cifras aproximadas es la misma cantidad que la demanda mundial de energía, es decir, la energía renovable Fotovoltaica (PV), está mejorando gradualmente como parte de la solución.

Diferentes innovaciones tecnológicas entre las que tenemos: vehículos eléctricos de batería, vehículos eléctricos híbridos y vehículos de pila de combustible de hidrógeno [6-8], la alta posibilidad y riesgo de degradación de la batería, es decir, la vida útil de la batería se acorta cada vez más dependiendo sobre la relación de carga y descarga que se lleve a cabo.

La eficiencia energética aplicada al consumo óptimo de recursos en las estaciones de carga denota la forma en que se lleva a cabo el cambio en el suministro eléctrico y al mismo tiempo cómo varía el consumo de electricidad por los consumidores ante las respectivas empresas distribuidoras y con los patrones de precios esperados establecidos por un tiempo en el que se incentiven, con el fin de reducir consumos

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

y minimizar picos en épocas de alta demanda de consumo eléctrico y evitar inconvenientes o peligros de fallas en el sistema [9]. El objetivo primordial de la eficiencia energética es gestionar la demanda requerida, mediante la asignación de los recursos existentes de manera que permita su aprovechamiento sin necesidad de incrementar nueva capacidad de generación. El tema de la eficiencia energética nos ofrece un interés comercial muy positivo, pero aún no tiene una madurez concreta en otras áreas, como es el caso de la residencial [10].

En este documento, el problema de asignación de recursos energéticos se considera a partir de un concepto de eficiencia energética en los procesos de optimización utilizando el algoritmo Munkres de Matlab que resuelve problemas de asignación en un período de tiempo que en este caso ha sido analizado por horas. A tiempo por un día. De acuerdo con lo anterior, el modelo heurístico propuesto permitirá modelar un sistema óptimo de respuesta a la demanda que minimice el impacto de la carga de vehículos eléctricos en un sistema de distribución, de esta forma se propone una estrategia que logre lograr adecuadamente la asignación de recursos energéticos referido a la literatura sobre vehículos eléctricos. Se introducen algunos índices que nos permitirán estimar la efectividad del modelo propuesto.

El modelo para resolver el problema de RD para EVs es un problema de optimización de NPL (programación no lineal), debido a la cantidad de variables involucradas y también a las restricciones propuestas. Por lo tanto, las técnicas propuestas se han evaluado en escenarios que abordan diferentes tipos de dispositivos eléctricos con diferentes necesidades energéticas, en diferentes escalas el rendimiento de la técnica se ha comparado con diferentes líneas de base [11]. Por otro lado, la inserción de vehículos eléctricos EV nos brinda una opción más factible para reducir los combustibles fósiles y también reducir el alto impacto que producen en el medio ambiente. De tal manera que los concesionarios y productores de

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

automóviles han insertado propuestas e innovaciones tecnológicas enfocadas a los vehículos eléctricos que se han ido incrementando en muy poco tiempo, estas innovaciones han tenido como resultado la mitigación de las emisiones de CO₂ al medio ambiente [12]. Sin embargo, al insertar generación eléctrica a partir de energías renovables y que varían según el tiempo en los sistemas de distribución, provocan una mayor necesidad de fiabilidad y estabilidad en la red y generan un equilibrio mediante la optimización de los vehículos eléctricos incluidos en la red [4]., tanto es así que es posible reducir la contaminación de la atmósfera. Diferentes innovaciones tecnológicas entre las que tenemos: vehículos eléctricos de batería, vehículos eléctricos híbridos y vehículos de pila de combustible de hidrógeno [13], la alta posibilidad y riesgo de degradación de la batería, es decir, la vida de la batería se hace cada vez más corta dependiendo de la carga y relación de descarga que se realiza.

La energía renovable como alternativa aparece en las últimas décadas en lugar de las centrales eléctricas convencionales. Su mayor beneficio está respaldado por la fácil instalación en lugares cercanos a la carga y también por no tener demasiadas pérdidas o variaciones de voltaje y costos de inversión. Estar insertando en la red de distribución eléctrica conlleva demasiados desafíos ya que tiene una aleatoriedad de generación. ¿Con qué sistemas de almacenamiento como baterías de alta capacidad surgen, que ayudarán a contener la red?

La inmensa cantidad de energía solar es altamente efectiva y ayuda porque llega a la tierra es aproximadamente de 101 PWh por hora [10], que en cifras aproximadas es la misma cantidad que la demanda mundial de energía, es decir, que la Fotovoltaica (PV) la energía renovable está mejorando gradualmente como parte de la solución [11]. Para cargar los EVs, sus

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

estaciones de carga serán las que contengan la energía almacenada en este caso procedente de energías renovables [9]. Como claro ejemplo, una de ellas es la energía que procede del sol o también llamada fotovoltaica, esta energía se inyecta en el sistema de distribución en el momento en que se genera, lo que nos proporciona una energía limpia, óptima y sin tantas pérdidas, lo que evita el impacto en la red. El presente trabajo muestra el estudio del impacto de la carga asumida por la red al insertar EVs, se utilizó el Algoritmo Húngaro para la asignación de los recursos energéticos al contar con una estación de carga, en la que ingresan 4 vehículos aleatoriamente durante 24 horas, para lo cual se debe tener en cuenta que la carga será diferente, por lo que se ha presentado que existen 4 tipos de carga: carga lenta, carga rápida y dos cargas ultrarrápidas.

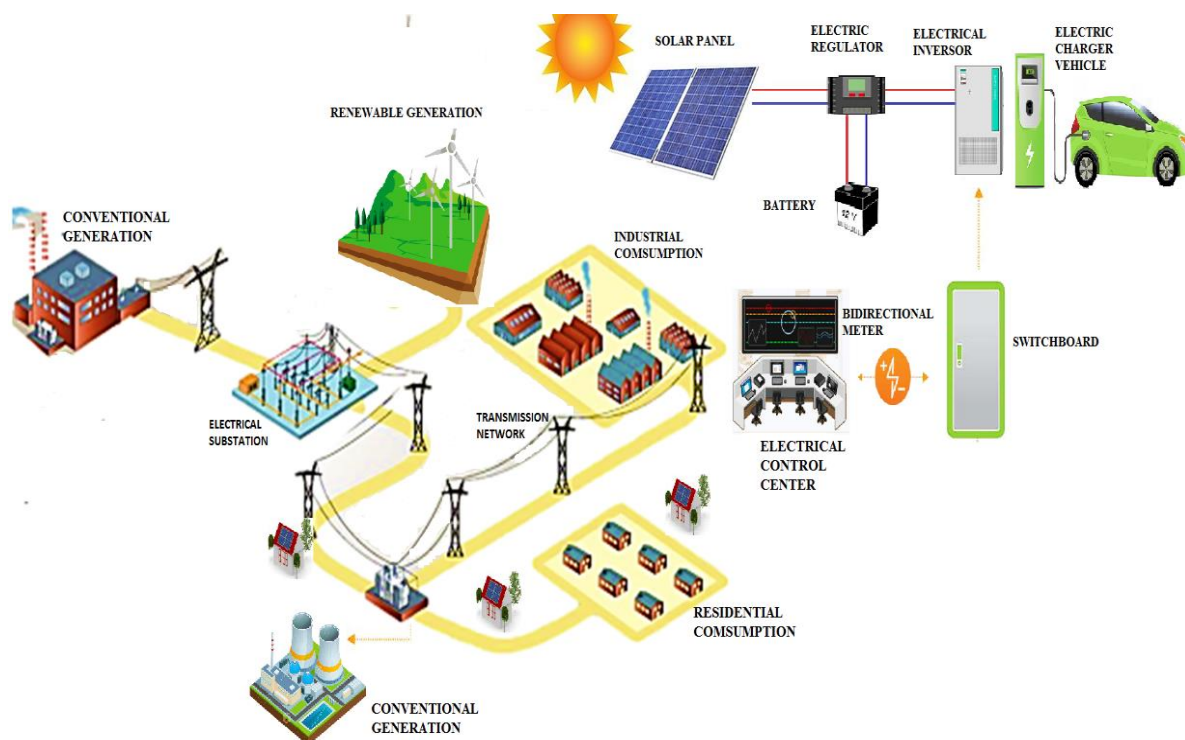


Figura 1. Asignación de recursos.

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

Materiales y Métodos.

Vehículos eléctricos EVs

Dado que las preocupaciones sobre el agotamiento del petróleo y la seguridad del suministro siguen siendo tan graves como siempre, y frente a las consecuencias del cambio climático debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, se considera cada vez más que se buscan alternativas a las tecnologías tradicionales. transporte por carretera. Vehículos eléctricos Los vehículos eléctricos se consideran una tecnología prometedora, que podría conducir a la descarbonización de la flota de vehículos ligeros y a la independencia del petróleo. Los vehículos eléctricos a batería, también llamados EVs, son vehículos totalmente eléctricos con baterías recargables y sin motor de gasolina. Los vehículos eléctricos a batería almacenan electricidad a bordo con paquetes de baterías de alta capacidad. La energía de la batería se utiliza para alimentar el motor eléctrico y todos los componentes electrónicos a bordo. Los BEV no emiten emisiones nocivas o peligros causados por vehículos tradicionales que funcionan con gasolina. Los vehículos eléctricos se cargan con electricidad de una fuente externa. Los cargadores de vehículos eléctricos (EVs) se clasifican según la velocidad con la que recargan la batería de un vehículo eléctrico.

Entre los componentes que componen un vehículo eléctrico, podemos observar:

- Batería

Acciona el motor eléctrico. Su capacidad se define en Ah. El diseño de la batería incluye cálculos complejos que determinan varios parámetros de la batería.

- Convertidor de potencia

La energía eléctrica almacenada en la batería es CC fija que debe convertirse en CC variable o CA variable, que depende del tipo de motor eléctrico utilizado para impulsar las ruedas.

- Motor eléctrico

En la etapa anterior se utilizaron motores de inducción de la serie DC. Ahora el alcance se ha desplazado a máquinas eléctricas especiales.

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

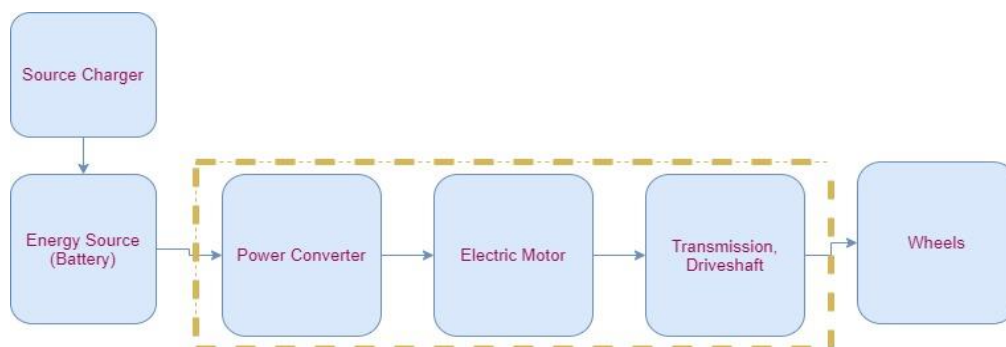


Figura 2. Diagrama de bloques con la estructura de los vehículos eléctricos.

El uso de vehículos eléctricos es una de las soluciones más plausibles ya que son muy amigables con el medio ambiente, no emiten gases nocivos y es un medio para proteger el medio ambiente, así como una forma de utilizar la energía eléctrica que llega de fuentes limpias y naturalmente [once]. Se puede decir que los EVs tienen hasta un 80% más de eficiencia en comparación con los vehículos tradicionales y, al ser más ergonómicos, son menos complejos debido a su motor eléctrico y batería recargable.

Tabla 1. Consumo de energía eléctrica en EVs según marca de fabricación [15].

BRAND	kWh
Audi E-tron	95
BMW i3	22
BYD E6	54
Chevrolet Volt	16
Citroen C-Zero	14,5
Ford focus	23
Hyundai Ioniq	28
KIA Soul	27
Mercedes ED	36
Mercedes SLS AMG	60
Mitsubishi i-MiEV	16
Nissan Leaf	24
Opel Ampera	16
Opel Ampera-e	60
Peugeot iOn	14,5
Peugeot Partner Electric	22,5
Renault Fluence ZE	22

Renault Kangoo ZE	24
Renault Twizy	6,1
Renault Zoe	22
VW e-Golf	26,5
VW e-UP	18,7
Tesla Model III	90
Tesla Model S	85
Tesla Model X	75
Tesla Roadster	53

Los beneficios que transmiten los EVs han incrementado sus mercados de producción como son: Renault, Kia, Nissan y General Motors. Los cuales han ganado popularidad entre los consumidores que son en su mayoría países industrializados que han propuesto como método de reducción de la contaminación en sus países.

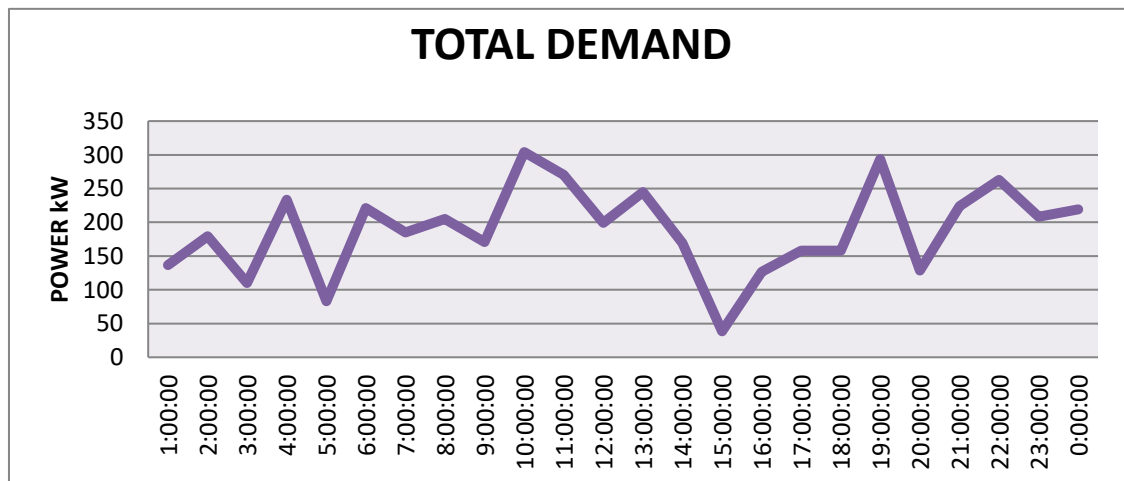


Figura 3. Demanda total en función de la potencia kW

Baterías de vehículos eléctricos

El uso de almacenamiento de energía se vuelve obligatorio cuando dichas microrredes se utilizan para suministrar energía de calidad a las cargas. Las microrredes tienen dos modos de funcionamiento, a saber, modo conectado a la red e isla. Durante el modo isla, la responsabilidad principal del almacenamiento es el equilibrio energético. Durante el modo conectado a la red, el objetivo es evitar la propagación de la intermitencia de la fuente renovable y las fluctuaciones de carga a la red [11]. Estos equipos o más bien dispositivos que se utilizan para el almacenamiento de energía producida de forma química para luego ser convertida en energía eléctrica en el momento de su uso [14]. Existen diferentes y diversos

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

tipos de materiales a partir de los cuales se construyen las baterías, pero los más utilizados son las baterías de iones de litio. En los materiales que componen la batería tenemos una pequeña celda eléctrica que está formada por un elemento electroquímico formado por un electrolito y dos electrodos en su interior [14]. Este electrolito está cargado con una inmensa cantidad de iones y sustancias que contienen los electrodos, estos son semiconductores y permiten que la batería almacene energía [15].

Tipo de carga

Se tiene tres categorías para los tipos de carga, que se dividen según sus características (tipo de potencia, tiempo y hay varios otros parámetros eléctricos) que determinan la velocidad de carga de la batería (100%). La Tabla 2 muestra la carga de una batería de 24 kWh de capacidad.

Tabla 2. Características de los tipos de carga de baterías para vehículos eléctricos [15].

Tipo de carga	Tipo de alimentación	Número de fases	V	I	Tiempo de carga (24 kWh)
Lenta	C. Alterna	1	127 V	16-30 A	6-8h
		2	230V	16-30 A	6-8h
Rápida		3	400V	64 A	3-4h
Ultra rápida	C. Contina	1+, 1-	400V	400 A	15-30 min

Se tiene características muy importantes para las baterías de iones de litio las cuales se posicionan como las principales en el mercado, entre las más conocidas se encuentran su peso y nivel de voltaje. La condición del peso reducido se debe a que tiene electrodos de Litio y Carbono. Ya que el Litio, al ser un metal muy reactivo, tiene una inmensa energía potencial que se almacena en sus átomos, los cuales se encuentran contenidos en espacios extremadamente reducidos, lo que conduce a una batería con un volumen menor y una mayor cantidad de carga. Cuánto con un nivel de voltaje muy alto de 4V por celda (4V / celda) y también tiene un número de ciclos de carga / descarga que no afecta su desempeño [14], [15].

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

Energía fotovoltaica

La energía solar es una de las energías renovables de más rápido desarrollo en el mundo. El mercado mundial de la energía solar fotovoltaica ha ido superando las proyecciones futuras del mercado y los gigantes mercados sin explotar recién están despertando [16], la gran inclusión de la energía solar ha sido en gran magnitud debido a la forma limpia y su constante fuente de producción de energía. Este tipo de producción de energía eléctrica depende totalmente de las horas de sol que captan los paneles solares, la radiación es otro factor muy importante, por lo que se obtienen diferentes valores de radiación que para nuestro estudio hemos considerado para invierno y verano como se muestra en Figura 4.

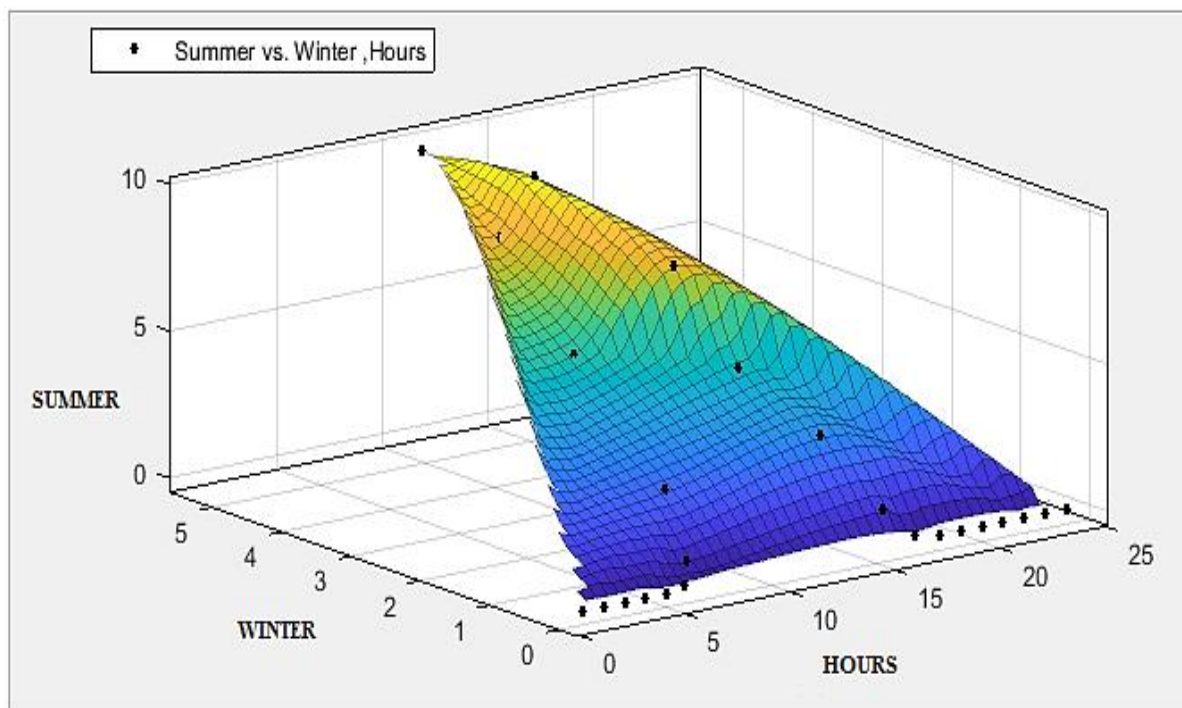


Figura 4. Curvas de radiación del panel solar

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

Metodología y formulación del problema

Se propone un modelo heurístico que se basa en el algoritmo húngaro, es decir, se logra un uso eficiente de los recursos energéticos para la carga de los vehículos eléctricos. También se explican las diferentes baterías y qué tipos de EVs las utilizarán, al mismo tiempo logrando un uso óptimo de los recursos energéticos con el uso de energías convencionales y no convencionales, aprovechando la radiación solar, se proponen dos escenarios de estudio.: invierno y verano. Por ello, el presente trabajo implementa un sistema de eficiencia energética en las estaciones de carga, que desarrolla una respuesta óptima a la demanda en cuanto al impacto generado por los EVs, además de los diferentes tipos de carga hacia la red eléctrica con diversos escenarios. Se propone un modelo heurístico que se basa en el algoritmo húngaro, es decir, se logró un uso eficiente de los recursos energéticos para la carga de los vehículos eléctricos. Al mismo tiempo logrando un uso óptimo de los recursos energéticos con el uso de energías convencionales y no convencionales, aprovechando la radiación solar, se proponen dos escenarios de estudio: invierno y verano. Por ello, el presente trabajo implementa un sistema de eficiencia energética en las estaciones de carga, que desarrolla una respuesta óptima a la demanda en cuanto al impacto generado por los EVs, además de los diferentes tipos de carga hacia la red eléctrica con diversos escenarios. Se propone un modelo heurístico que se basa en el algoritmo húngaro, es decir, se logró un uso eficiente de los recursos energéticos para la carga de los vehículos eléctricos.

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

El presente trabajo implementa un sistema de eficiencia energética en las estaciones de carga, que desarrolla una respuesta óptima a la demanda en cuanto al impacto generado por los EVs, además de los diferentes tipos de carga hacia la red eléctrica con diversos escenarios.

El planteamiento del problema se da como la asignación óptima de recursos energéticos para una respuesta a la demanda basada en el algoritmo húngaro, a través del cual será posible reducir el impacto de carga que producen los EVs en la red de distribución eléctrica, en sus diferentes tipos de carga y en diferentes períodos de tiempo.

Aleatoriedad de los vehículos eléctricos

Para el estudio se realizó un análisis hora tras hora durante un día, para lo cual nuestra estación de carga de EVs cuenta con cuatro islas a través de las cuales se distribuirá la energía de manera aleatoria, es decir, los EVs tendrán un tipo de carga diferente cada hora. y podrán ingresar a cualquiera de las cuatro islas disponibles en la estación, esto significa que ningún tipo de carga es igual y las cuatro islas se pueden ocupar como no se puede usar ninguna.

Asignación de recursos mediante el algoritmo húngaro

El algoritmo húngaro ha sido creado como una solución para la asignación óptima de recursos y la resolución de problemas de asignación, a través del teorema sobre elementos cero de una matriz, se utiliza como plan de asignación óptima, que se refiere a asignar una sola tarea de un conjunto de tareas. a una sola persona dentro de un grupo de personas, todo esto visto desde la eficiencia de cada persona para resolver cada tarea. El modelo a proponer está idealizado en la teoría de un plan de asignación óptimo que no cambia más que un número constante de filas o columnas de la matriz que muestra la eficiencia.

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

Resource allocation
Data entry: Potmax, Potmin
Initialize Islands = 4
Step 1: Expand the sum
$Dem_{TOTAL} = Islas + Dem_{base}$
Step 2: Make the decisions
If 8> = hours> = 16 If PotSis <PotPanel
Assign the PotPanel resource
Else
Assign the PotSolar + Red resources
End If
Else
If 8> = hours> = 16
If PotSis <PotBattery
Assign the Battery resource
Else
Assign the Battery + Network resources
End If
Else
Assign the Red resource
End If
End If
Step 3: Optimal allocation of resources
Step 4: Optimal resource allocation
Case1 = Summer Assignment
Case2 = Winter Assignment
Step 5: Graph
Plot (hours, case1)
Plot (hours, case2)

Análisis de resultados

El objetivo del trabajo presentado es obtener eficiencia energética mediante la asignación de recursos energéticos para obtener una carga óptima en vehículos eléctricos utilizando el algoritmo Munkres de Matlab, se debe tener en cuenta que al lograr distribuir los recursos energéticos disponibles, logramos reducir los picos de demanda de electricidad a la red necesarios para recargar los EVs, lo cual es beneficioso tanto para las empresas distribuidoras eléctricas como para los propietarios de los EVs, los resultados obtenidos en los estudios de caso se detallan a continuación.

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

Casos de estudio

El objetivo del trabajo para obtener eficiencia energética mediante la introducción de vehículos eléctricos a la red y se logró mediante la optimización de los recursos energéticos, se tomaron en cuenta dos casos de estudio en los que se analizó la asignación de recursos energéticos para la respuesta óptima a la demanda tanto en invierno como en verano.

Verano

En este caso, se tiene en cuenta que el índice de radiación solar se encuentra en su punto máximo como se indica en la figura 4 de tal manera que la producción de energía generada por los paneles solares será mayor que el caso de estudio en invierno, sin embargo, el banco de baterías tendrá la misma capacidad tanto en este caso como en el de invierno.

La Figura 5 muestra la demanda base en azul y el efecto sobre la demanda base en rojo cuando los vehículos eléctricos ingresan a la red, teniendo el pico máximo en la noche. Se puede analizar cómo la inserción de EVs afecta la demanda base al incrementar la demanda de la red para este caso en 505.17 kWh [15], de igual forma la figura indica una eficiencia energética a través de la asignación óptima de recursos energéticos como es mostrado en la curva verde, lo que permite reducir la potencia requerida para este caso, es de 308.24 kWh pero aún existen picos significativos, pero se evidencia un aplanamiento significativo de la curva de pico, lo que demuestra que fue posible aplicar eficiencia energética en el momento de la finalización de la carga del vehículo eléctrico para una asignación óptima de los recursos energéticos [15].

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

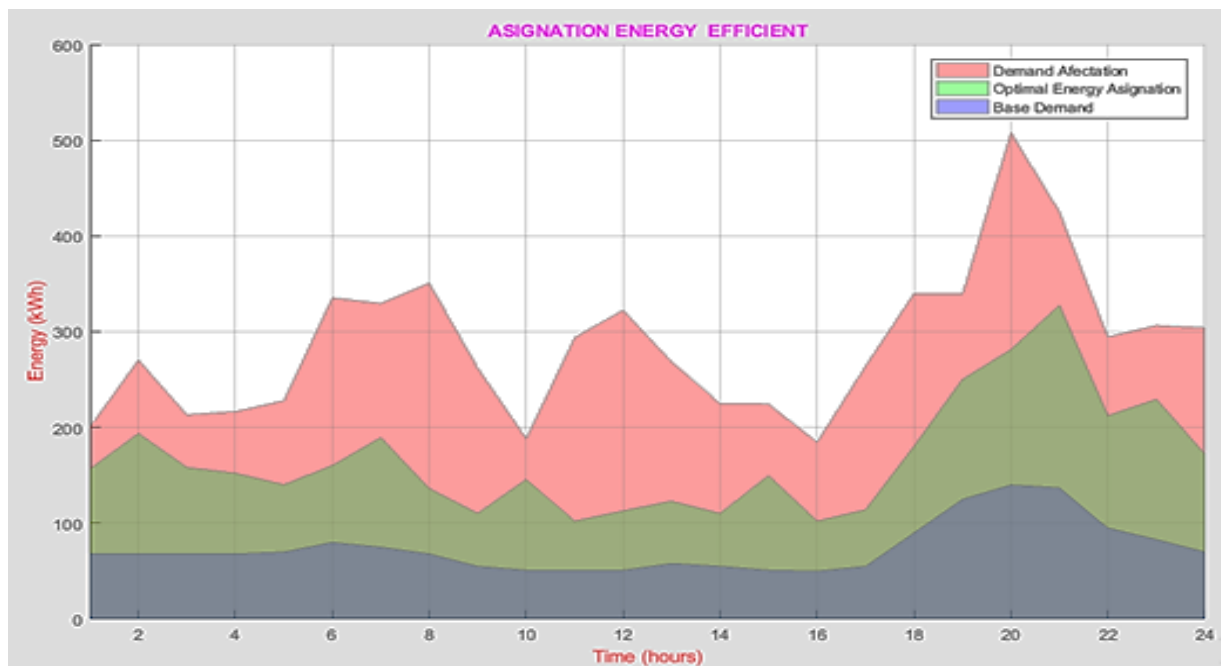


Figura 5. Impacto de la demanda de verano.

En la Figura 6 podemos ver claramente cómo se asignan los recursos energéticos en la estación de carga para el caso de verano, siendo aquí que el mayor recurso a utilizar es el banco de baterías y los paneles solares logrando una disminución significativa de energía de la red [15] .En la asignación de recursos energéticos en verano se puede observar que los paneles fotovoltaicos funcionan desde la mañana hasta algunas horas de la tarde, teniendo una producción que tiene su máximo en las horas del mediodía, esto se debe a la alta solar tasas de radiación que existen en este estudio de caso.

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

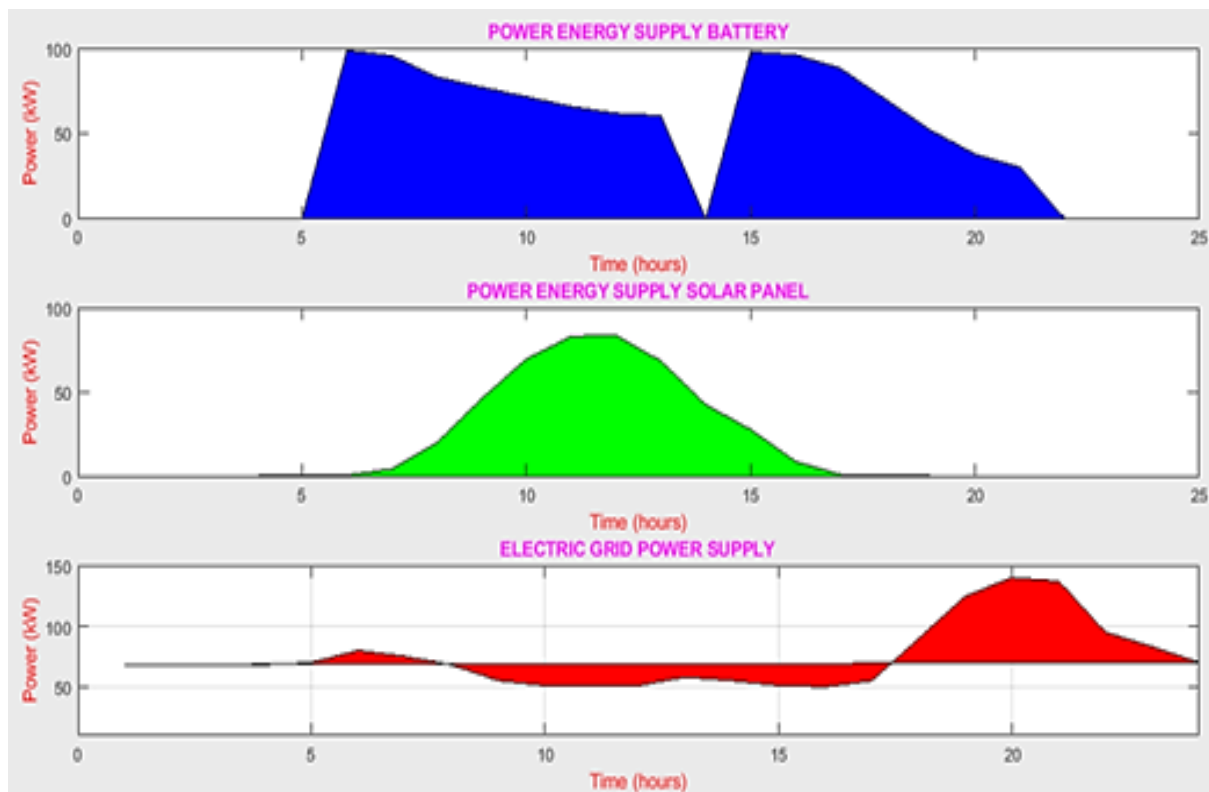


Figura 6. Eficiencia energética mediante la asignación óptima de recursos energéticos en verano

Hay horas de mayor radiación que es donde se utilizan los paneles solares para generar electricidad de esta forma para cubrir la mayor demanda.

Los bancos de baterías se despachan de 5 a.m. a 9 p.m., entregan toda la capacidad que tienen para satisfacer la demanda de energía en la red entrando en vehículos eléctricos, a diferencia de la energía fotovoltaica. El tipo de energía no convencional no se ve influenciado por las temporadas de invierno y verano.

Además, las horas en las que se recargan las baterías es por la noche, consumiendo energía de la red eléctrica, teniendo un impacto menor ya que el banco de baterías se recarga lentamente.

En el caso del verano, las fuentes de energía no convencionales como los

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

bancos de baterías y los paneles solares aportan un 33% a la red a través de la asignación de recursos, mientras que con la ayuda del algoritmo húngaro aportan el 53% de la energía eléctrica, de esta forma alivian la suministro que la red tiene que entregar a la mitad.

Invierno

En este caso, como en verano, se aplica el mismo estudio, pero en el caso del invierno la radiación disminuye notablemente respecto al verano, por lo que la generación de paneles solares será mucho menor de la misma forma.

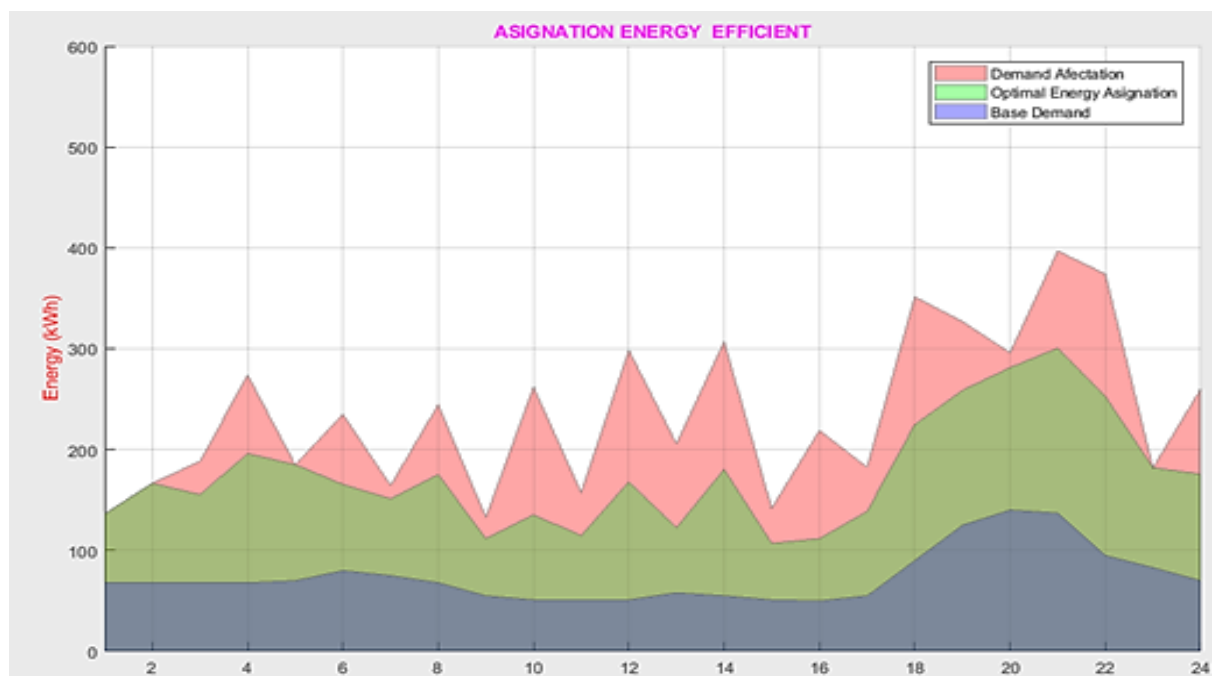


Figura 7. Impacto en la demanda invernal.

Al asignar recursos energéticos mediante el algoritmo húngaro, se puede ver en la figura 7 que la curva de la afectación reduce los picos excesivos que se tenían, optimizando así la respuesta a la demanda de entrada de vehículos eléctricos a la red, a su vez, disminuye la energía que se debe entregar a la red es de 243.7960 kWh, es decir, un 53% menos, logrando el objetivo al reducir el impacto de los vehículos eléctricos al ingresar a la red. En el caso del invierno, se concluye que la demanda más alta o pico se da por la

“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”

noche, debiendo suministrar 398,67 kWh a través de la red. También se observa cómo al destinar recursos se reduce considerablemente el incremento producido por la inserción de EVs, la curva verde muestra cómo se asignan los recursos energéticos optimizando la curva de demanda que produjo picos significativos debido a la inserción de carga de EVs, utilizando el algoritmo de Munkres, fue capaz de reducir considerablemente el impacto de la red a través de la eficiencia energética, optimizando la asignación de recursos energéticos.

Con la ayuda del algoritmo húngaro, las fuentes de energía no convencionales aportan un 52% al sistema, dejando que la red abastezca la mitad de la demanda existente.

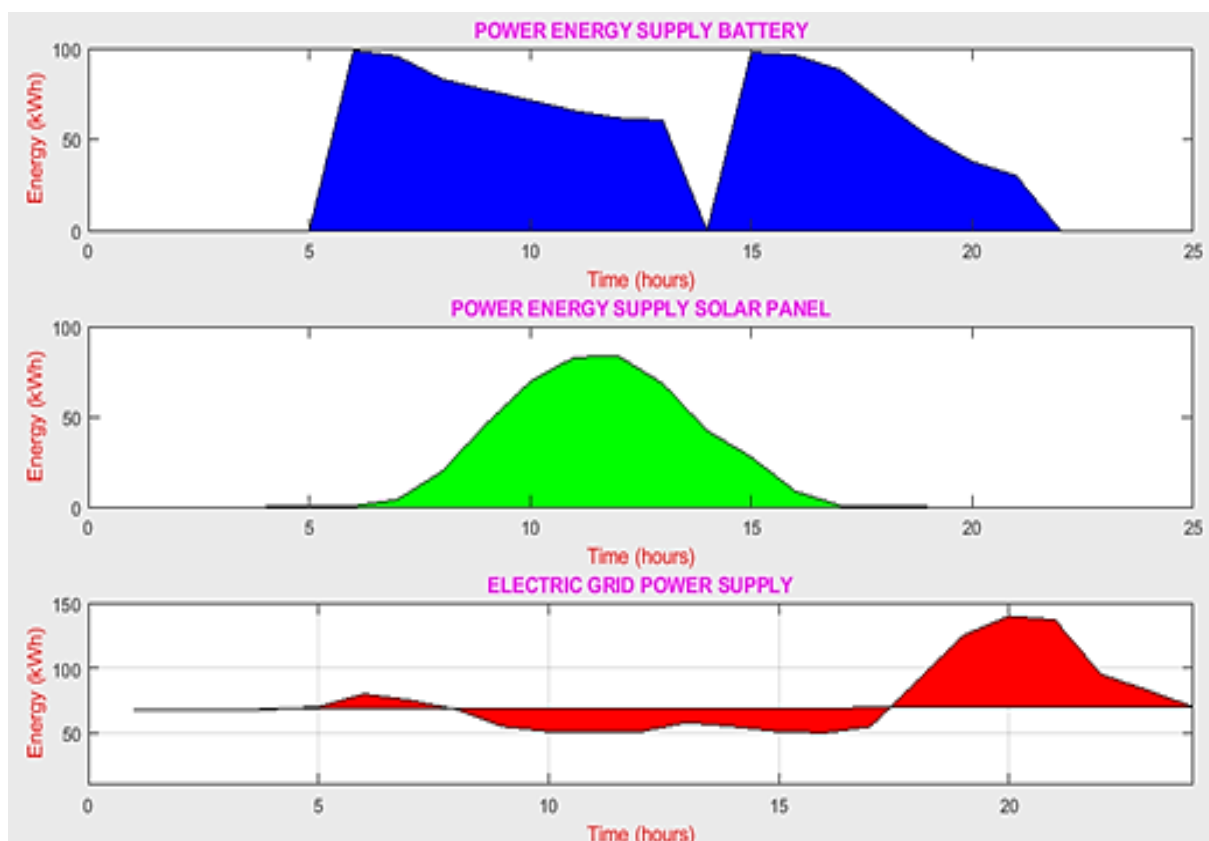


Figura 8 Invierno de asignación de recursos energéticos.

En la figura 8 se puede analizar la forma en que se despachan los recursos energéticos, de tal forma que para el caso de invierno la producción de paneles solares disminuye debido a la baja radiación que existe en este caso, al finalizar el despacho de estos

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

bancos. de las baterías se recargan con el excedente de energía de la red o mediante paneles solares que luego se utilizarán para cargar vehículos eléctricos Con la ayuda del algoritmo húngaro, las fuentes de energía no convencionales contribuyen en un 52% al sistema, dejando la red para suministrar la electricidad. la mitad de la demanda que tienes.

La asignación de recursos energéticos en el caso del invierno varía en comparación con el caso del verano ya que la radiación solar influye en la generación de energía de los paneles solares, reduciendo la potencia generada, sin embargo, la respuesta óptima a la demanda mediante la asignación de recursos para vehículos eléctricos. pueden cubrir toda la energía necesaria sin necesidad de utilizar la red, los bancos de baterías funcionan con normalidad y a plena capacidad de la misma forma en verano e invierno, despachando energía de la mañana a la noche [16].

Al finalizar el despacho los bancos de baterías, se recargarán utilizando la energía suministrada por la red, teniendo en cuenta que la demanda de energía por la noche disminuye y la carga de los bancos de baterías no influye tanto en la red eléctrica mientras se cargan lento.

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

Conclusiones.

- ✓ A través del método húngaro se realiza una solución para la asignación óptima de recursos, basándose en el teorema sobre elementos cero de una matriz, en donde se muestra la eficiencia energética mediante la asignación de recursos energéticos para obtener una carga óptima en vehículos eléctricos.
- ✓ Para el análisis del caso de estudio en verano, se tiene en cuenta que el índice de radiación solar se encuentra en su punto máximo, por lo tanto, se puede analizar como la inserción de EVs afecta la demanda base al incrementar la demanda de la red, así como la asignación óptima de recursos energéticos, por lo que se evidencia un aplanamiento significativo de la curva pico.
- ✓ De igual manera para el caso de estudio en verano, se tiene que el mayor recurso a utilizar es el banco de baterías y paneles solares, donde los paneles funcionan desde la mañana hasta algunas horas de la tarde, en cambio los bancos de baterías se despachan de 5 a.m. a 9 p.m., por lo tanto, el tipo de energía convencional no se ve influenciado por las temporadas de invierno y verano.
- ✓ Para el caso de estudio de invierno, al asignar recursos energéticos mediante el algoritmo húngaro disminuye la energía que se debe entregar en un 53% menos, en el caso del invierno, la demanda más alta o pico se da por la noche.
- ✓ En el caso de estudio de invierno la producción de paneles solares disminuye debido a la baja radiación que existe en este caso, al finalizar el despacho estos bancos de baterías se recargan con el excedente de energía de la red, por lo que se puede observar que, con la ayuda del algoritmo húngaro, las fuentes de energía no convencionales contribuyen en un 52% al sistema.

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS CON MÍNIMA AFECTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA MEDIANTE ASIGNACIÓN DE RECURSOS”**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Selvam R., Velavan R., Soundarrajan A., A sustainable energy management soft computing system for photovoltaic/wind hybrid power generation system, *International Journal of Environment and Sustainable Development*, Vol: 18, Issue: 3, pp: 238-258 10.1504/IJESD.2019.100997, 2019
2. Ramya L.N. A case study on effective consumption of energy using sensor-based switching system, *ICIIECS 2015 IEEE International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems*, 10.1109/ICIIECS.2015.7192908, 2015
3. M. Muratori, B. A. Schuelke-Leech, and G. Rizzoni, “Role of residential demand response in modern electricity markets,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 33, pp. 546–553, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2014.02.027.
4. S. Nan, M. Zhou, and G. Li, “Optimal residential community demand response scheduling in smart grid,” *Appl. Energy*, vol. 210, pp. 1280–1289, 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2017.06.066.
5. J. Wang, H. Zhong, Z. Ma, Q. Xia, and C. Kang, “Review and prospect of integrated demand response in the multi-energy system,” *Appl. Energy*, vol. 202, pp. 772–782, 2017, doi: 10.1016/j.apenergy.2017.05.150.
6. I. Dusparic, A. Taylor, A. Marinescu, F. Golpayegani, and S. Clarke, “Residential demand response: Experimental evaluation and comparison of self-organizing techniques,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 80, no. July, pp. 1528–1536, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.07.033.
7. F. Ruelens, B. J. Claessens, S. Vandael, B. De Schutter, R. Babuska, and R. Belmans, “Residential Demand Response of Thermostatically Controlled Loads Using Batch Reinforcement Learning,” *IEEE Trans. Smart Grid*, pp. 1–11, 2016, doi: 10.1109/TSG.2016.2517211.
8. J. Martínez-Lao, F. G. Montoya, M. G. Montoya, and F. Manzano-Agugliaro, “Electric vehicles in Spain: An overview of charging systems,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 77, no. June, pp. 970–983, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.11.239.
9. P. Nunes and M. C. Brito, “Displacing natural gas with electric vehicles for grid stabilization,” *Energy*, vol. 141, pp. 87–96, 2017, doi: 10.1016/j.energy.2017.09.064.
10. R. Figueiredo, P. Nunes, and M. C. Brito, “The feasibility of solar parking lots for electric vehicles,” *Energy*, vol. 140, pp. 1182–1197, 2017, doi: 10.1016/j.energy.2017.09.024.
11. J. F. Meza-Cartagena et al., “Analysis and Study of Energy Efficiency in the Electric System of the Millennium Education on Schools “SUMAK YACHANA WASI of Imbabura Province in Ecuador,” vol. 29, no. 7, pp. 14040–14050, 2020.
12. E. M. García Torres, B. D. Benalcazar Lopez, and I. M. Idi Amin, “Analysis of the Voltage Profile by the Insertion of Electric Vehicles in the Distribution Network Considering Response to Demand,” 2017 *Int. Conf. Inf. Syst. Comput. Sci.*, pp. 7–13, 2017, doi: 10.1109/INCISCOS.2017.26.
13. M. García, Torres, Edwin and I. Isaac, “Demand response systems for integrating energy storage batteries for residential users,” 2016.
14. P. Moreno and E. M. García Torres, “Respuesta a la Demanda para Smart Home Utilizando Procesos Estocásticos,” *I+D Tecnológico*, vol. 12, 2016.
15. E. M. García Torres and I. Isaac, “Multi-objective optimization for the management of the response to the electrical demand in commercial users,” *INCISCOS 2017 - Int. Conf. Inf. Syst. Comput. Sci.*, pp. 14–20, 2017, doi: 10.1109/INCISCOS.2017.25.
16. 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, doi: 10.33412/idt.v14.2.2075.