

**PARTICIPACIÓN DE VEHÍCULOS CONECTADOS A LA RED (V2G) PARA
OPTIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RESIDUAL PARA EL
SECTOR RESIDENCIAL MEDIANTE UNA OPTIMIZACIÓN LINEAL.**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**PARTICIPACIÓN DE VEHICULOS
CONECTADOS A LA RED (V2G) PARA
OPTIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGIA
ELECTRICA RESIDUAL PARA EL SECTOR
RESIDENCIAL MEDIANTE UNA
OPTIMIZACIÓN LINEAL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: MARLON SAÚL GUEVARA MORA
TUTOR: EDWIN MARCELO GARCÍA TORRES

Quito -Ecuador
2023

Marlon Saúl Guevara Mora

PARTICIPACIÓN DE VEHÍCULOS CONECTADOS A LA RED (V2G) PARA OPTIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RESIDUAL PARA EL SECTOR RESIDENCIAL MEDIANTE UNA OPTIMIZACIÓN LINEAL.

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2023

Carrera de Electricidad

Breve reseña histórica e información de contacto.



Marlon Saúl Guevara Mora (Y'1998). Realizó sus estudios de nivel secundario en la Institución Educativa John Harman de la ciudad de Quito. Estudiante de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Campos de interés: energías renovables, respuesta a la demanda, generación distribuida, micro-redes. mguevaram3@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Edwin Marcelo García Torres (Y'1978 -SM10) Se graduó en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Politécnica Salesiana y de Máster en Gestión de Energía. Actualmente se encuentra trabajando para su doctorado en Ingeniería con la Universidad Pontificia Bolivariana. Área de interés: respuesta a la demanda, sistemas de automatización. Actualmente es miembro del GIREI (Grupo de Investigación en Redes Eléctricas Inteligentes - Smart Grid Research Group). egarcia@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2023 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO - ECUADOR

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Marlon Saúl Guevara Mora con documento de identificación N° 1724008113 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 20 de octubre del año 2023

Atentamente,



Marlon Saúl Guevara Mora
1724008113

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Marlon Saúl Guevara Mora con documento de identificación No. 1724008113, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Participación de vehículos conectados a la red (V2G) para optimizar el consumo de energía eléctrica residual para el sector residencial mediante una optimización lineal”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de octubre del año 2023

Atentamente,



Marlon Saúl Guevara Mora
1724008113

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Marcelo García Torres con documento de identificación N° 1803087400, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PARTICIPACIÓN DE VEHÍCULOS CONECTADOS A LA RED (V2G) PARA OPTIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELECTICA RESIDUAL PARA EL SECTOR RESIDENCIAL MEDIANTE UNA OPTIMIZACIÓN LINEAL, realizado por Marlon Saúl Guevara Mora con documento de identificación N° 1724008113, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de octubre del año 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal dashed line.

Ing. Edwin Marcelo García Torres, MSc
1803087400

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
2 MARCO TEÓRICO	2
2.1 TIPOS DE VEHICULOS ELECTRICOS	3
2.1.1 Battery Electric Vehicle (BEV)	3
2.1.2 Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)	3
2.1.3 Extender-range Electric Vehicles (EREV)	3
2.1.4 Vehicle Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	3
2.1.5 Hybrid Electric Vehicle (HEV)	3
2.2 VEHICLE TO GRID (V2G)	4
2.3 VEHICLE TO HOME (V2H)	4
2.4 BATERÍAS	4
2.4.1 Profundidad de descarga:	5
2.4.2 Capacidad:	5
2.4.3 Descarga Profunda:	5
2.4.4 Ciclos de carga y descarga	5
2.5 TIPOS DE CARGA Y DESCARGA	6
2.5.1 Carga Super lenta:	6
2.5.2 Carga Lenta:	6
2.5.3 Carga Semi-rápida	6
2.5.4 Carga Rápida	6
2.5.5 Carga Ultra-rápida	7
2.6 DEMANDA RESIDENCIAL	7
2.7 OPTIMIZACIÓN LINEAL (OP)	7
2.8 DESPACHO ENERGÍA	7
3 PROBLEMA	8
4 PSEUDOCODIGO	8
4.1 CASOS DE ESTUDIO	9
4.1.1 Caso 1: País de Ecuador	9
4.1.2 Caso 2: País de Alemania	10
4.1.3 Caso 3: Micro-red de la Universidad Politécnica Salesiana (U.P.S.)	11
5 CONCLUSIONES	12
5.1 TRABAJOS FUTUROS	12
6 REFERENCIAS	12
6.1 MATRIZ DE ESTADO DEL ARTE	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de los tipos de carga	7
Tabla 2. Comparación de los resultados	12
Tabla 3: Matriz de estado del arte.	18

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Vehículo Eléctrico (VE)	3
Figura 2. Vehicle-To-Grid (V2G)	4
Figura 3. Ciclo de Carga y Descarga	6
Figura 4. Demanda Residencial	7
Figura 5. Despacho de Energía (DE)	8
Figura 6. Compra de energía - País de Ecuador.	9

Figura 7. Venta de energía - País de Ecuador.....	9
Figura 8. Potencia de la batería - País de Ecuador.	9
Figura 9. Comparación de compra y venta - País de Ecuador.....	10
Figura 10. Compra de energía – País de Alemania.	10
Figura 11. Venta de energía – País de Alemania.....	10
Figura 12. Potencia de la batería – País de Alemania.	10
Figura 13. Comparación de compra y venta – País de Alemania.....	11
Figura 14. Compra de energía – Microrred de la UPS.	11
Figura 15. Venta de energía – Microrred de la UPS.	11
Figura 16. Potencia de la batería – Microrred de la UPS.	11
Figura 17. Comparación de compra y venta – Microrred de la UPS.....	12

PARTICIPACIÓN DE VEHÍCULOS CONECTADOS A LA RED (V2G) PARA OPTIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RESIDUAL PARA EL SECTOR RESIDENCIAL MEDIANTE UNA OPTIMIZACIÓN LINEAL

Resumen

En el presente documento, se desarrollará un modelo de optimización, el cual irá analizando durante el día, si es conveniente realizar el proceso de compra – venta de energía eléctrica en el sector residencial. Esto se debe a varios factores, unos claros ejemplos son el alto valor generado en las facturas de consumo, los blackout, etc.

Para todo ello la solución que se plantea es poder dar un soporte a la red para que no colapse. Con esto lo que busca tratar es que el usuario residencial pueda comprar o vender energía a la red, esto se va a lograr gracias a la intervención de los vehículos eléctricos los cuales tuvieron una gran innovación directamente en el campo vehicular, estos vehículos inteligentes son denominados Vehicle-To-Grid o del vehículo a la red (V2G), dichos vehículos tienen incorporada la tecnología denominada bidireccional, la cual tiene la habilidad de consumir y entregar energía eléctrica a la red. Como tal dicho algoritmo del modelo va a trabajar con 3 casos de estudio que son: Ecuador, Alemania y la Micro-red de la Universidad Politécnica Salesiana, teniendo en cuenta los valores monetarios de cada uno de ellos. Además, se podrá observar 4 diferentes gráficas de cada uno de los casos de estudio dichas gráficas están distribuidas por compra, venta, potencia y la comparación de las dos primeras. Con el fin de dar a conocer si es factible realizar el proceso.

Abstract

In this document, an optimization model will be developed, which will analyze throughout the day whether it is convenient to carry out the process of purchasing and selling electrical energy in the residential sector. This is due to several factors, clear examples are the high value generated in consumer bills, blackouts, etc.

For all this, the solution proposed is to be able to provide support to the network so that it does not collapse. What it seeks to address with this is that the residential user can buy or sell energy to the network, this will be achieved thanks to the intervention of electric vehicles which had great innovation directly in the vehicle field, these intelligent vehicles are called Vehicle-To-Grid or vehicle to grid (V2G), these vehicles have incorporated so-called bidirectional technology, which has the ability to consume and deliver electrical energy to the grid. As such, said model algorithm will work with 3 case studies which are: Ecuador, Germany and the Micro-grid of the Salesian Polytechnic University, taking into account the monetary values of each of them. In addition, you can see 4 different graphs of each of the case studies, these graphs are distributed by purchase, sale, power and the comparison of the first two. In order to make known if it is feasible to carry out the process.

Palabras Clave: *vehículos, V2G, bidireccional, compra, venta, potencia, optimización.*

Keywords: *vehicles, V2G, bidirectional, purchase, sale, power, optimization.*

1 Introducción

En los años de 1832 y 1839, el tema de vehículos eléctricos solo era una fantasía, cuando su creador el empresario escocés Robert Anderson desarrolló el primer vehículo puramente eléctrico, con este desarrollo hoy en día se los puede encontrar en la mayoría de las calles del mundo. Sin embargo, las personas creen que su funcionamiento solo consiste en un simple proceso de conectar y desconectar su enchufe, cuando realmente es un proceso mucho más complejo como lo es el tipo de carga (super lenta, lenta, rápida, etc.), la capacidad de la batería, etc. [1], [2].

Con esto nuevas tecnologías han sido incorporadas, como la Bidireccionalidad. [1], [3]–[7]. Esta es una implementación para los vehículos eléctricos, los cuales no solamente consumen energía proporcionada por la red, sino que también ayudan suministrándola, en otras palabras, reciben y brindan energía a la red. Con esto se dio paso a los nuevos vehículos eléctricos los cuales son los Vehicle-To-Grid (V2G), este tema fue propuesto por el Dr. Willet Kempton, dicho Dr. propuso que los vehículos eléctricos actúen de forma que puedan absorber una cantidad de energía eléctrica después almacenarla y cuando la demanda sea baja pueda devolverle dicha energía para poder equilibrar o balancear parcialmente la red eléctrica cuando la demanda sea alta y tener una reducción en la contaminación [8], [9]. En base a esto, se puede considerar la posibilidad de tener una fuente alterna con la cual el sector residencial pueda auto sustentarse y ser de igual manera ser un poco auto independiente de las empresas distribuidoras de energía eléctrica [10].

En la parte de América Latina específicamente en Argentina el modelo de la optimización lineal se lo utiliza para el modelamiento en sistemas interconectados de generación eléctrica, con lo cual el modelo de optimización lineal de este país garantiza una gran exactitud en los sectores

de generación y transmisión junto con transporte de gas natural el cual es indispensable para el abastecimiento de los generadores, dando un ahorro en el costo operativo total [11], [12].

En el modelo de OP que se utiliza en Ecuador es en el despacho hidrotérmico, el cual plantea una solución a las limitaciones inherentes en las unidades térmicas e hidráulicas del sistema eléctrico en corto plazo, la solución que posee es que va mejorando la distribución hidrotérmica, por medio de la programación lineal teniendo en cuenta la disponibilidad de las centrales.

Otro caso práctico del modelo de OP dentro del país de Ecuador es que sirve para la gestión de la energía residual en base a vehículos eléctricos, el cual plantea una metodología la cual permita gestionar la energía sobrante del vehículo como un componente para la respuesta a la demanda.

Por último, el modelo OP en Europa se lo utiliza como una herramienta cuyo principal objetivo es informar a los clientes que están involucrado en el despacho económico [13], [14].

2 Marco teórico

Los vehículos eléctricos o (VE) poseen una serie de ventajas en comparación a los vehículos convencionales de combustión, ya que estos poseen una autonomía de gastos la cual es de 1 a 10 y de carga es de aproximadamente de 6 u 8 horas, esto puede variar dependiendo del modelo y del fabricante [4], [15]. El ahorro que se tiene en el mantenimiento de estos vehículos es de aproximadamente del 70% menos en comparación a los automóviles convencionales, esto se debe a que no posee en su totalidad todos los componentes. Como consecuencia la reducción que posee hace que no disponga de piezas como sistema de dirección manual y sistema de motorización convencional como es: motor, mangueras, alternador, radiador, correas, etc. [14], [16]. Por consecuencia de la reducción estos vehículos trabajan con un

banco de baterías, un inversor o un convertidor de energía, las baterías como tal pueden estar de forma individual o se las encuentran en las bombas, esto se debe a como se lo fabrico y como está diseñado [7]. En la figura 1. se presenta un auto 100% eléctrico cual es amigable como el ambiente el cual no contamina con gases de CO_2 , además este tipo de vehículos solo necesitan un centro de carga para poder tener recargadas sus baterías y poder movilizándose.



Figura 1. Vehículo Eléctrico (VE)

2.1 Tipos de vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos poseen una serie de tipos los cuales están clasificados de acuerdo con su tipo de nivel de si son 100% eléctricos, híbridos, etc. Es por ello por lo que a continuación se va a describir cada uno de los tipos de vehículos eléctricos:

2.1.1 Battery Electric Vehicle (BEV)

Estos vehículos son totalmente eléctricos porque la energía que posee se extrae directamente de la batería que posee. Suelen disponer de sistemas de recuperación de energía la cual funciona mediante el frenado y la desaceleración esto se debe gracias a su electrónica avanzada la cuál puede recargar la batería del vehículo, aunque la mayor parte de la carga que realizan no es suficiente para cargar en totalidad [17], [18].

2.1.2 Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV).

Estos vehículos no disponen de una batería recargable, si no que utilizan una pila de hidrógeno, de la cual da energía para el movimiento del vehículo. La electricidad se generada por medio de una reacción química en la que oxidación del hidrogeno la cual va perdiendo electrones los cuales se

encuentran encapsulados y como tal generan electricidad que luego da movimiento al vehículo. Una de las ventajas más imprescindibles que tiene este tipo de vehículos es la que puede ir almacenando hidrogeno en su interior sin importar el tiempo que esta guardado y además posee la facilidad de transportarse sin perder sus cualidades químicas. Además, los FCEV poseen la etiqueta ambiental de cero emisiones [19], [20].

2.1.3 Extender-range Electric Vehicles (EREV)

Estos vehículos tienen instalado un motor de combustión el cual por lo general suele ser de gasolina y uno o varios motores eléctricos. Es por ello que los vehículos (EREV) poseen la habilidad particular en sus ruedas traseras dicha habilidad se trata de que puedan realizar la recarga de la batería, la cual se encarga de suministrar electricidad a los motores. Pero la desventaja más importante es que no pueden realizar viajes largos [17], [21].

2.1.4 Vehicle Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

Estos vehículos poseen en su interior dos motores uno de combustión el cual funciona con gasolina y un motor eléctrico el cual funciona con energía eléctrica. Se entiende por híbrido que ambos motores poseen la habilidad de mover el vehículo en caso de cualquier motor no esté funcionando como es debido [16].

Las ventajas que posee estos vehículos son varias una de ella es que tiene autonomía de 20 [Km] y cuando su batería necesite recargar solo se debe de conectar a la red eléctrica. Además, realiza un aporte al medio ambiente ya que no contamina [22].

2.1.5 Hybrid Electric Vehicle (HEV).

Estos vehículos son muy similares a los vehículos (BEV), pero con una pequeña diferencia que radica en la batería la cual tiene una capacidad mucho más reducida para la alimentación del motor eléctrico y solo se puede recargar por medio del sistema de frenos, con lo cual la velocidad

se ve afectada [22], [23]. Tienen un rango de potencia muy bajo por no general nomas de 1[km], por lo tanto, hace que sean ideales para ahorrar combustible en vías urbanas. Además, poseen una certificación ECO la cual valida que son amigables con el ambiente [24], [25].

2.2 Vehicle To Grid (V2G).

La tecnología V2G que poseen ciertos vehículos eléctricos es que permite que la energía que tiene de reserva se aprovechada para la ayuda a la red, la cual posteriormente se la recuperara como p. ej. Las marcas de vehículos convencionales como lo es Nissan con su vehículo Nissan Leaf, Toyota con los vehículos de hidrogeno los cuales pueden aportar con electricidad al momento de la reacción química de dicho elemento [26]–[28].

Con lo cual se quiere dar a conocer que los V2G ofrece una solución para ayudar a la red eléctrica no solo consumiendo si no también entregando cuando sea requerido, con esto en muchos países se realiza compra y venta de energía por medio de estos vehículos con el fin de poder tener ingresos monetarios [28], [29]. Además, como dato extra según las estadísticas de Facua y Ocu en España una familia promedio de 3 personas consume 3500 [kW/año] y al día consume 9 [kW] con lo cual los autos V2G aportan de electricidad a varios usuarios durante algunos días.

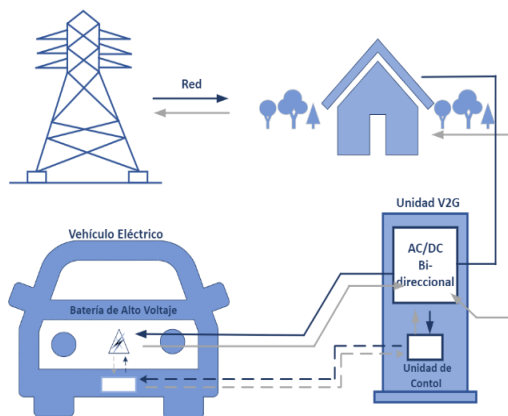


Figura 2. Vehicle-To-Grid (V2G).

2.3 Vehicle To Home (V2H)

La tecnología V2H posee una serie de similitudes con la tecnología V2G, pero con una diferencia la cual es que poseen un receptor que es la residencia la cual funciona como un receptor de la energía del vehículo [13], [21]. Para que este sistema pueda entrar en funcionamiento se requiere que dicho vehículo cuente con un cargador que posea la tecnología Bidireccional la cual pueda entregar y consumir energía eléctrica. Además de un sistema de denominado “HEMS” (Home Energy Managment System) dicho sistema reduce el costo de recargar las baterías al realizarse durante el día. Ahí es cuando se observa que los precios de energía son considerablemente bajos y de la misma venderlos cuando el costo aumente [30].

Como dato extra en los últimos años la marca de vehículos Volkswagen desea incorporar en la mayoría o en todos sus vehículos una materia mucho mayor la cual estaría abarcando una capacidad de al menos 77 [kWh]. Con dicha capacidad estos vehículos podrían satisfacer el consumo el cual es aproximadamente de 5 a 10 [kWh] a lo largo del día [31].

2.4 Baterías

Una batería se podría decir que es un capacitor, ya que su habilidad es la de almacenar energía la cual se encuentra guardada en su interior y la cual se encuentra forma química para después poderla utilizar en forma de electricidad.

Su construcción se constituye de un material denomino celda dicho dispositivo posee la facultad electroquímica la cual en su interior almacena la energía, se conforma de dos elementos llamados electrolito y electrodo [16], [20].

Este primer electrolito elemento posee la característica de que tiene una gran cantidad de iones, la cual es una sustancia que tiene dentro de ella a los electrodos.

El segundo elemento es el electrodo el cual está confirmado de un material

semiconductor esto con el fin de proporcionar características químicas.

- Tensión.
- Índice de capacidad.
- Profundidad de descarga.
- Capacidad, etc.

2.4.1 Profundidad de descarga:

Este término se lo entiende como la capacidad que se entrega por cada hora [Ah], durante el tiempo que esta la descarga de la batería y la capacidad nominal, normalmente se lo conoce como DOD o (Depth Of Discharge) [17], [32].

En la Ec. (1) se describe la fórmula de la profundidad de descarga la cual presenta 3 variables y 2 constantes, con esta ecuación se puede saber la capacidad de descarga de la batería que entrega durante un periodo de tiempo.

$$DoD = \frac{C.kte.*Tpo.dcrq./60}{Pr.D.bat.cargada.} * 100\% \quad (1)$$

Donde:

DOD= Profundidad de descarga o Depth Of Discharge.

C.kte= Corriente constante [A].

Tpo.dcrq.= Tiempo de descarga en horas.

Pr.D.bat.cargada.= Profundidad de descarga de una batería cargada.

2.4.2 Capacidad:

Este término es la capacidad que tiene la batería de cuanta cantidad de energía eléctrica puede suministrar y aceptar durante una unidad de tiempo [Ah]. Además, posee diferentes tipos de capacidad como son: la nominal, la real y la disponible [15], [20].

La capacidad se la puede calcular por medio de la integral entre corriente la cual circula por la batería durante un periodo de tiempo.

En la Ec. (2) se describe la fórmula de la capacidad de la batería la cual presenta 5 variables, esta ecuación ayuda a saber la capacidad que tiene la batería para almacenar energía en su interior.

$$C = \int_{t1}^{t2} i * \partial t \quad (2)$$

Donde:

C= capacidad de la batería.

t1= tiempo 1.

t2= tiempo 2

i= corriente.

∂t= derivada con respecto al tiempo.

2.4.3 Descarga Profunda:

El funcionamiento de las baterías como comúnmente se las conoce es el de almacenar la energía en su interior. Con lo cual se crean altos niveles de descarga de energía. Por lo tanto, esto conlleva a que su vida útil tenga un desgaste mucho mayor, es por esto es que creo una nueva clase de batería denominada batería de descarga profunda [18], [20].

Este tipo de baterías ofrecen varias cualidades las cuales son que brindan un gran porcentaje el cual es de 60 al 80% de su capacidad nominal en el momento de la carga y aparte de no presentar inconvenientes. La infraestructura que posee unas placas mucho más gruesas y con un espacio mucho más pequeño esto se debe a que pueda tener una reacción química más eficaz.

En la Ec. (3) se describe la fórmula de la Capacidad Real de la batería la cual presenta 4 variables, esta fórmula da a conocer cuál es la capacidad real que tiene la batería para almacenar energía; de igual manera de esta fórmula se puede despejar la variable de Profundidad de Descarga con la cual se puede saber la vida útil que va a tener la batería.

$$Cap_{real} = \frac{C}{Pr.D} \quad (3)$$

Donde:

Cap_{real}= capacidad real de la batería.

C= Capacidad.

Pr.D= Profundidad de Descarga.

2.4.4 Ciclos de carga y descarga

En la figura 3. se observa el ciclo de la batería el cual está compuesto en [p.u.] esta

curva está compuesta por los ejes “X” & “Y”, el eje “X” de muestra las horas que realiza los diferentes ciclos la batería en este caso se llega hasta la hora 16, ya que es casi lo máximo que la batería sigue trabajando hasta llegar a un estado de descansado , en cambio el eje “Y”, muestra la potencia que tiene la batería.

Es por ello que se toma la potencia de 40 [kW] la cual va subiendo lo que significa va el tiempo de carga va ir incrementando hasta llegar a 1.00 [p.u.], luego de ese proceso de carga, tiene el proceso de descarga el cual va disminuyendo ya que la batería realiza varias baterías y la energía que tiene se va desgastando hasta llegar en este caso a 0.6 [p.u.], luego de eso vuelve a realizar el mismo proceso de carga y descarga.

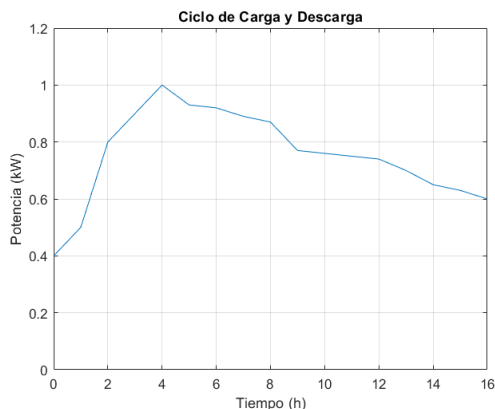


Figura 3. Ciclo de Carga y Descarga.

2.5 Tipos de carga y descarga

Existen una serie de variedades en el tipo de carga para la parte vehicular estos tipos de carga se los puede clasificar por según la velocidad y el tiempo (tiempo empleado en cargar la batería). Para que la batería puede recargar depende de la potencia la cual entrega la electrolinera (gasolinera eléctrica) [32].

Hoy en día se presentan varios tiempos de recarga los cuales pueden ir desde los más lentos hasta los más rápidos. El tipo de carga que son los lentos son aquellos los cuales se los puede recargar directamente en el domicilio y los otros son los más rápidos

los cuales pueden alcanzar una velocidad de carga entre los 5 y 10 minutos. Como tal se presentarán los tipos carga más utilizados en los autos eléctricos [27].

2.5.1 Carga Super lenta:

La carga super lenta se la utiliza en la parte residencial la cual por no poseer una apropiada instalación eléctrica el tiempo de carga es de aproximadamente entre 10 y 12 horas esto se debe a que la corriente que circula es de máximo 10 [A].

El tiempo de recarga para el 100% de la batería tiende a tardar y refleja que su promedio en la demanda máxima de la potencia es desde los 2.2 hasta los 2.4 [kW], es por ellos que su tiempo de recarga es muy largo [4], [15].

2.5.2 Carga Lenta:

La carga lenta hoy en día es la más común, ya que el tiempo de carga para que alcance el 100% de su batería es de 6 a 8 horas esto se debe a que su nivel de voltaje trifásico es de 240 [V] en AC la corriente al igual que la potencia máxima son de 16 [A] y 3.8 [kW] respectivamente.

Como recomendación de los fabricantes es que se cargue la batería del vehículo en horas de la noche para que no afecte a la hora de conducir [9], [26].

2.5.3 Carga Semi-rápida

La carga semi-rápida posee algunas similitudes con el anterior tipo de carga, pero de igual manera posee diferencias que las definen a cada tipo. Esta carga puede alcanzar el 100% de su capacidad en aproximadamente entre 3 a 4 horas.

Su voltaje es trifásico y alcanza una tensión de 240 [V] en AC, con una corriente máxima de 32 [A]. La potencia que puede alcanzar de máximo de 7.7 [kW] [18], [21].

2.5.4 Carga Rápida

La carga rápida posee muchas cualidades, ya que el tiempo de carga de la batería es mucho más corto con lo cual puede alcanzar la carga completa del 100% en aproximadamente 15 a 30 minutos en AC, esto se debe a que las potencias máximas de salida son de alrededor de 43 y 150 [kW],

gracias a esto su tiempo de carga se recorta en gran cantidad [15], [32].

2.5.5 Carga Ultra-rápida

Este tipo de carga en si tiene muchas más cualidades que las anteriores no solo por será la más moderna del mercado si no que aún está en periodo de prueba. La funcionalidad solo se la ve aplicada dentro de vehículos de carga pesada, buses, etc. Ya que en si debe de poseer si o si acumuladores de tipo *supercondensadores*, es por ello por lo que un vehículo de carga liviana no puede soportar este tipo de tecnología hasta el día de hoy.

El tiempo de carga de la batería para el 100% es de aproximadamente 5 a 10 minutos, esto se debe a que el rango de potencia máxima que maneja varía entre 150 y 600 [kW] [9], [33].

Tabla 1. Comparación de los tipos de carga.

Tipo de Carga	Tiempo de carga	Potencia [kW]
Carga Super Lenta	10 a 12 [h]	2.2 a 2.4 [kW]
Carga Lenta	6 a 8 [h]	3.8 [kW]
Carga Semi-rápida	3 a 4 [h]	7.7 [kW]
Carga rápida	10 a 30 [min]	43 a 150 [kW]
Carga Ultrarrápida	5 a 10 [min]	150 a 600 [kW]

2.6 Demanda Residencial

En la figura 4. se observa la curva de demanda residencial. Por lo cual esta curva depende de 2 variables que son la potencia y el tiempo.

Para la potencia se tomó valores desde los 6000 hasta los 7000 [kW] esto se debe a que la carga residencial va variando y puede llegar a picos muy altos en diferentes horas del día. La siguiente variable es el tiempo en esta variable las horas van incremento en múltiplos de 2 hasta completar las 24 horas del día.

La curva de la demanda puede ir variando de cómo vaya consumiendo el usuario al rededor del día.

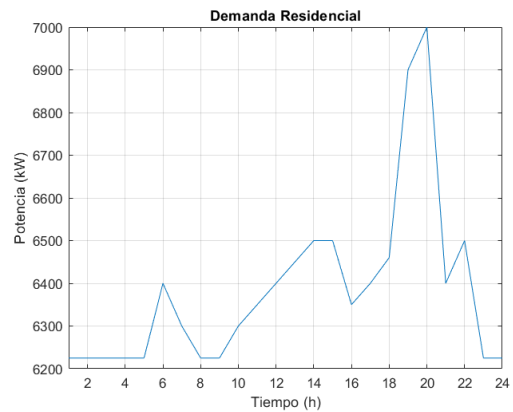


Figura 4. Demanda Residencial.

2.7 Optimización Lineal (OP)

Su origen se basa en el año de 1947 cuando el matemático George Dantzing, formuló por primera vez el modelo de optimización lineal y además del modelo el matemático formulo el algoritmo de Simplex. Esta optimización es una de las herramientas más importantes dentro del campo de la gestión y asignación de recursos, con la cual se estudia todas aquellas situaciones las cuales se pueden encontrar elementos que sean limitados entre diversas actividades.

Es por ello por lo que la OP se enfoca es estudiar como maximizar y minimizar una función lineal tiene la presencia de restricciones lineales las cuales son de igualdad o desigualdad [3].

Con lo cual se puede decir que este modelo ayuda mucho al ámbito económico y gestión, ya que los modelos que se obtienen son más sencillos de resolver y al pesar de las simplificaciones que se hacen las soluciones propuestas logran mejorar con el uso de variables binarias y expresiones no lineales para representar sistemas complejos que las versiones actuales permiten resolver con más eficiencia y exactitud estos modelos [34], [35]

2.8 Despacho Energía

El Despacho de Energía o (DE) es una tarea fundamental para la gestión del sistema de energía actual, su principal intención es el de destruir energía eléctrica a cada planta

generadora o grupo electrógeno (es una maquina la cual tiene como intención mover un generador eléctrico por medio de un motor de combustión) con lo cual posee un enfoque en coordinar y reducir los costos en generación de eléctrica en la mayoría o en todas las centrales que operan el sistema

En la Figura 5. indica un escenario de trabajo el cual consiste en el (DE) donde existe una necesidad especifica de electricidad, su proceso de (DE) consiste en analizar el costo de cada generador y satisfacer el pedido de electricidad el cual necesita producir un menor costo para satisfacer la demanda [36]–[38].

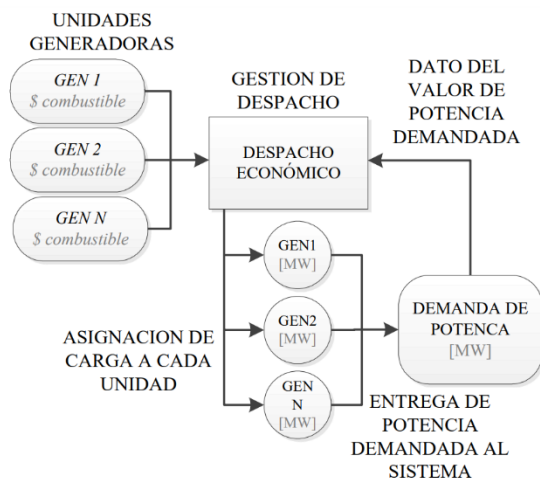


Figura 5. Despacho de Energía (DE).

3 Problema

Hoy en día las problemáticas que afecta a la red eléctrica en el sector residencial son: elevado valor en la factura de consumo, sobrecarga del sistema de distribución, los apagones, etc. Con el fin de corregir estos problemas y mejorar la calidad de energía que llega al usuario final la tecnología ha evolucionado hasta el punto en que los vehículos eléctricos puedan ser parte de esta mejora de energía en la red. El vehículo eléctrico tiene la capacidad de consumir y entregar energía hacia la red, es por esa razón que los vehículos eléctricos tienen una gran importancia y se los denominó vehículos eléctricos V2G o “Vehicle To Grid o de vehículo a la red”.

Es por ello por lo que se enfoca este artículo académico tiene como objetivo principal el de optimizar el consumo y venta de energía eléctrica por medio de los vehículos V2G en usuarios residenciales el cual se basa en la optimización lineal con programas de respuesta a la demanda con pico crítico.

Con esto se quiere dar una alternativa a los usuarios de comprar o vender energía eléctrica mediante el modelo el cual verifica la hora adecuada teniendo en cuenta los valores intra-horarios del mercado eléctrico.

4 Pseudocódigo

Algoritmo

Paso 1: Inicio y Define entradas:

CostVen, CostComp.

Paso 2: Define Salidas:

Pc, Pv, Bdoh,

Paso 3: Inicialización de variables

Pc= zeros(24,1)

Pv= zeros(24,1)

Bdoh= zeros(24,1)

Paso 4: Proceso

Para los valores de $i = 1$ hasta 24

Si $Bdoh(i) > 40$ & $Bdoh(i) < 100$

Y si $CostVen(i) > CostComp(i)$

$Bdoh(i+1) = Bdoh(i) - 10$

$Pv(i) = Pv(i) + 10$

Fin si

Si $Bdoh(i) > 90$ & $Bdoh(i) < 95$

$Bdoh(i+1) = 95$

Caso contrario

$Bdoh(i+1) = Bdoh(i) + 10$

$Pc(i) = Pc(i) + 10$

Fin si

Caso contrario

Si $Bdoh(i) > 90$

$Bdoh(i+1) = Bdoh(i);$

Fin si

si $Bdoh(i) < 40$

$Bdoh(i+1) = Bdoh(i) + 10;$

$Pc(i) = Pc(i-1) + 10;$

Fin si

Fin si

Fin para todo

para el caso de vehículos eléctricos

$Pc = Pc * 53$

$Pv = Pv * 53$

$Bdoh = Bdoh * 53 / 100$

Paso 5: Fin

4.1 Casos de estudio

El modelo de optimización que se emplea en el artículo de investigación tomara la decisión de comprar energía (cargar el vehículo eléctrico) o vender energía (entregar energía almacenada en el vehículo, hacia la red) al mejor costo, en base al costo de la energía que presenta la red en cada instante de tiempo.

Es importante tomar en cuenta que el vehículo eléctrico no permanecerá conectado a la red las 24 horas, vendiendo o consumiendo energía, sino, cuando el usuario, en base a los datos presentados por el modelo de optimización, tome la decisión de comprar o vender energía a la red.

4.1.1 Caso 1: País de Ecuador

Para el primer caso de estudio se eligió al Ecuador, con el fin de verificar si es factible realizar la compra o venta de energía por medio de los vehículos V2G, los valores utilizados para este caso de estudio fueron tomados de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), donde el costo mínimo de compra de energía es de \$0.08 y su valor máximo es de \$0.10. En este caso, también se tomó en cuenta para realizar la venta de energía.

Compra:

En la Figura 6. se observan las horas adecuadas para comprar energía a la red, ya que la energía es más barata, de igual manera se puede apreciar que existe espacios vacíos, los cuales indican que en esos momentos no es recomendable comprar energía a la red, ya que presenta valores muy elevados y la mejor opción es vender energía a la red.

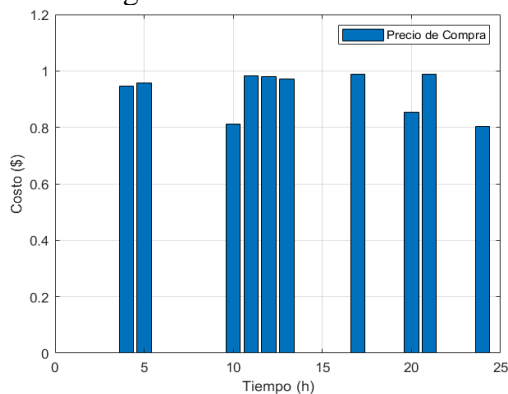


Figura 6. Compra de energía - País de Ecuador.

Venta:

En la Figura 7. se observan 13 intervalos de tiempo, donde resulta mejor realizar la venta de energía hacia la red ya que el costo es mayor, llegando a los \$0.10.

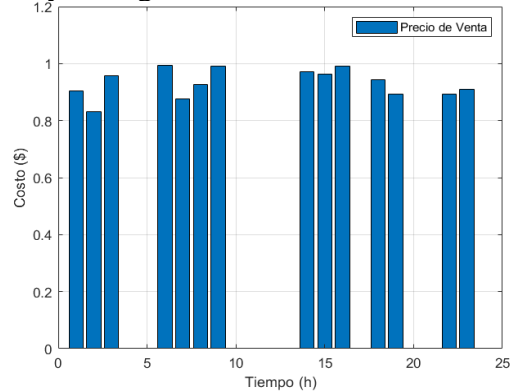


Figura 7. Venta de energía - País de Ecuador.

Potencia de la batería:

En la figura 8. se observa la variación de potencia en la batería, lo que indica cuanta potencia puede recibir o entregar hacia la red en cualquier instante de tiempo, en caso de que el usuario decida vender o comprar energía hacia la red. Se observa que en la hora 20:00 se puede realizar la carga del vehículo, ya que el precio de compra de energía es bajo.

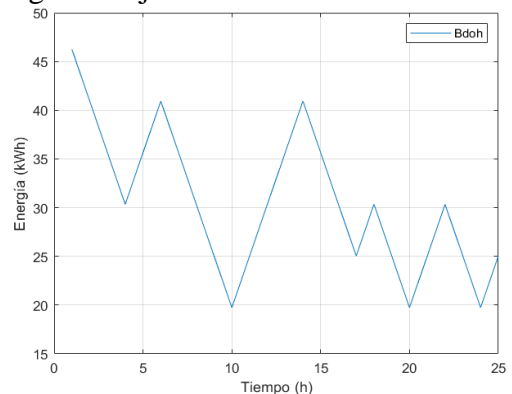


Figura 8. Potencia de la batería - País de Ecuador.

Comparación:

En la figura 9. se realiza la comparación entre los datos obtenidos de compra y venta de energía, se observa que el número de compras fueron de 10, mientras que las ventas realizadas fueron de 14, demostrando que en el caso de Ecuador la venta de energía por medio del vehículo eléctrico sería muy favorable ya que

presenta un margen de ganancia mayor al de la compra de energía.

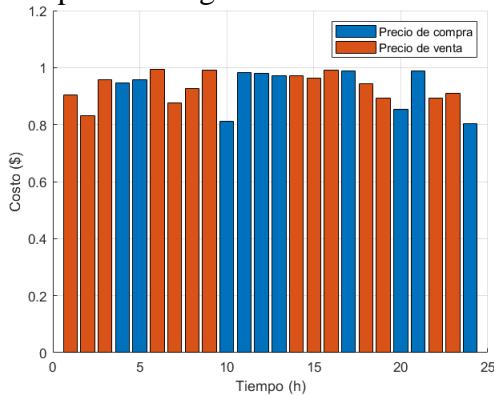


Figura 9. Comparación de compra y venta - País de Ecuador.

4.1.2 Caso 2: País de Alemania

Para este caso de estudio se escogió a Alemania ya que, al contar con un mercado eléctrico internacional, los precios de compra y venta de energía son mucho mejores, en comparación con los presentados en Ecuador. Alemania presenta un costo de compra y venta de energía mínimo de \$0.04 y su valor máximo de \$0.18.

Compra:

En la figura 10. se observan las horas donde es mejor realizar la compra de energía ya que su costo es reducido y accesible, las horas que presentan huecos, indican que en ese instante de tiempo es mejor realizar venta de energía.

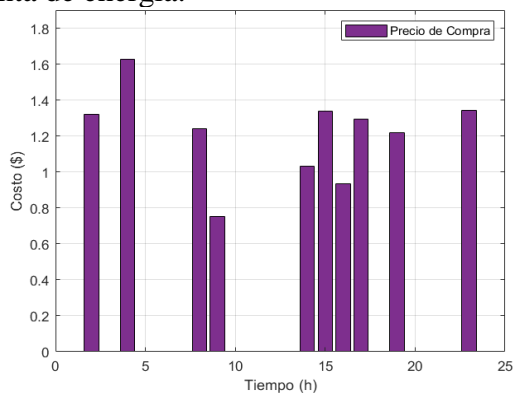


Figura 10. Compra de energía – País de Alemania.

Venta:

En la figura 11. se observan las horas en las que se puede realizar la venta de energía durante el periodo de análisis.

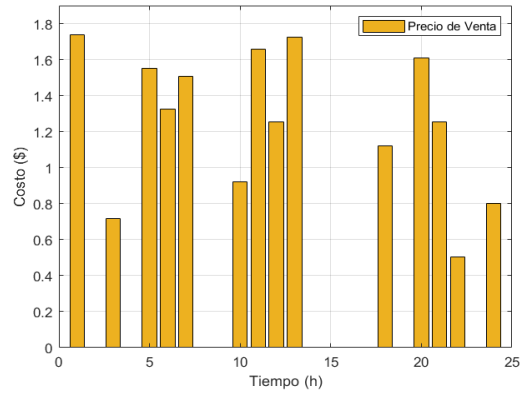


Figura 11. Venta de energía – País de Alemania.

Potencia de la batería:

En la figura 12. se observa cómo va variando la potencia de la batería, indicando que el mejor periodo para vender la energía se presenta entre las 6 y las 9 am, mientras que el mejor periodo para comprar energía y cargar la batería se presenta entre las 15 pm.

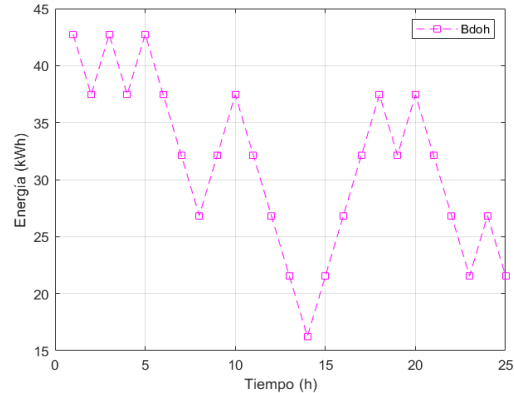


Figura 12. Potencia de la batería – País de Alemania.

Comparación:

En la figura 13. se observa la comparación entre la compra y la venta de energía, donde se realizan 10 compras y 14 ventas de energía dando un total de 24 periodos compra y venta. Estos datos indican que Alemania tubo un margen de ganancia considerable, ya que en las horas pico las horas de consumo de energía es muy exigente y el V2G tendría ganancias. Los valores de compra – venta son los mismos que el caso anterior pero las horas para realizar el proceso son diferentes.

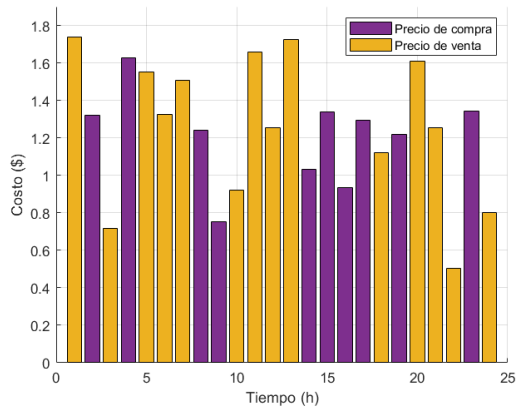


Figura 13. Comparación de compra y venta – País de Alemania.

4.1.3 Caso 3: Micro-red de la Universidad Politécnica Salesiana (U.P.S.).

Para este caso de estudio se toma en cuenta la microrred de la UPS, la cual presenta datos de compra y venta de energía de \$0.05.

Compra:

En la figura 14. se observa las horas en las que es factible realizar la compra de energía a la red, ya que la micro red no podría suministrar la potencia requerida por el vehículo eléctrico, las horas que presentan huecos, indican que en ese instante de tiempo es mejor realizar venta de energía

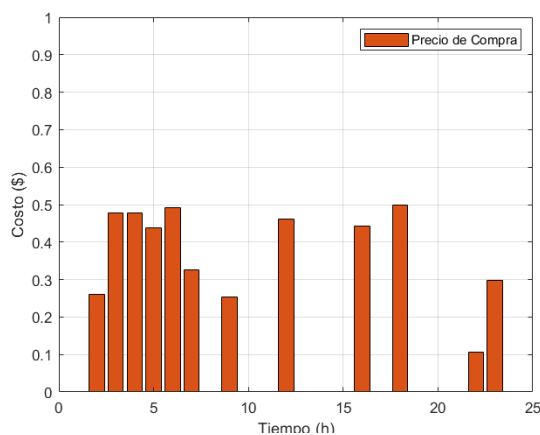


Figura 14. Compra de energía – Microrred de la UPS.

Venta:

En la figura 15. se observan los intervalos de tiempo más factible para realizar la venta de energía, durante el periodo de análisis.

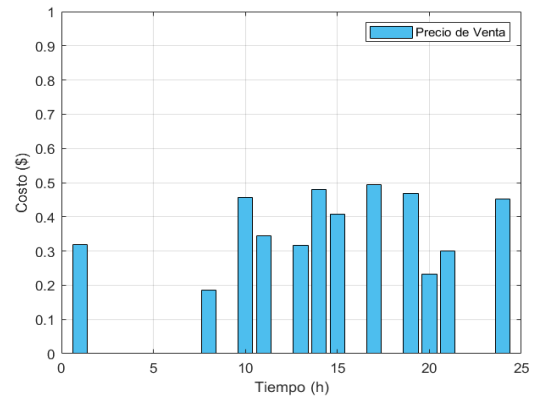


Figura 15. Venta de energía – Microrred de la UPS.

Potencia de la batería:

En la figura 16. se observa cómo va variando la potencia de la batería en función de las horas de compra y venta de energía dependiendo cual hora resulta más factible comprar o vender la energía almacenada en la batería de vehículo eléctrico, se observa que, en el periodo de 8 a 10 am, resulta más factible realizar la venta de energía almacenada en las baterías, hacia la micro red, en la noche exactamente a las 20:00 horas, es más factible comprar energía.

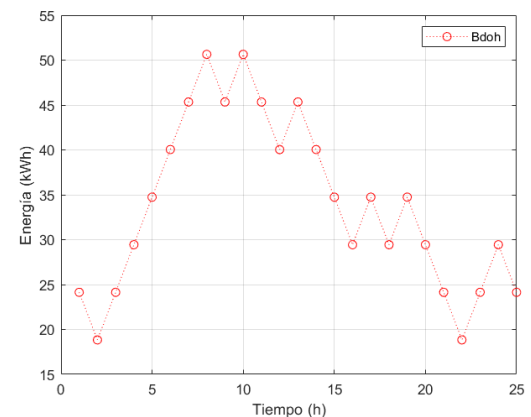


Figura 16. Potencia de la batería – Microrred de la UPS.

Comparación:

En la figura 17. se puede observar una comparación de compra y venta de energía, donde se observa que se realizaron 11 compras y 9 ventas de energía dando un total de 20 periodos compra y venta, mientras que los 4 datos restantes, no resulta factible ni comprar, ni vender energía. Estos datos nos indican que la Micro-red de la Universidad Politécnica Salesiana no tuvo

un margen de ganancia ya que las compras a la red son mayores a las ventas debido a los valores monetarios.

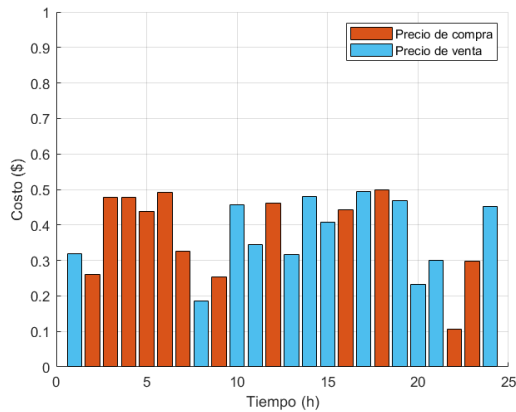


Figura 17. Comparación de compra y venta – Microrred de la UPS.

Tabla 2. Comparación de los resultados.

Casos	Compra	Venta	Potencia [kWh]
Caso 1: Ecuador	10	14	48 a 25 [kWh]
Caso 2: Alemania	10	14	43 a 23 [kW]
Caso 3: Micro-red de la UPS	11	9	25a 25 [kWh]

5 Conclusiones

En la presente investigación generó un modelo el cual optimiza el consumo de energía eléctrica en la recarga de vehículos eléctricos aplicados al V2G y a su vez la venta de energía cuando el sistema lo requiera. El cual proporciona una estimación más confiable para la compra – venta de energía durante el día.

Para dar cumplimiento al objetivo 1: se modeló un algoritmo, el cual va verificando el comportamiento de la batería de acuerdo con el proceso de carga y descarga de la batería del vehículo. Teniendo en cuenta la calidad y la eficiencia de la batería la cual en la mayoría de los casos los V2G utilizan baterías de iones de litio, las cuales tienen una mayor fuerza de densidad de alrededor de los 220 [Wh/kg], con una eficiencia

eléctrica del 88% entre ciclo de red/batería/red, con estos datos la batería del V2G es muy factible a la hora de realizar varios ciclos de carga y descarga ya que no representaría un desgaste muy significativo para el vehículo.

Para dar cumplimiento al objetivo 2: al momento de realizar el óptimo consumo de energía eléctrica en el sector residencial por medio del V2G y la respuesta a la demanda los resultados indican que menor demanda se puede tener un mayor índice de impacto en las unidades definidas, y, en consecuencia, los intervalos del suministro van cambiando de acuerdo con los cambios de transporte que se produzcan en las unidades de acumulación consumida en el V2G.

Para dar cumplimiento al objetivo 3: se desarrolló un algoritmo de gestión el cual se basa en la Optimización Lineal, dicho modelo se va ejecutando durante las 24 horas del día y determina la hora perfecta para vender o comprar energía a la red, teniendo en cuenta las variables de costo de compra y venta de energía, la potencia de la batería, la capacidad nominal del vehículo, etc.

5.1 Trabajos futuros

Comparación entre el Vehicle-To-Grid (V2G) y el Vehicle-To-Home (V2H) y realizar un despacho económico.

6 Referencias

- [1] Cajamarca Diego and Garcia Vladimir, “DETERMINACIÓN DE LAS VENTAJAS AMBIENTALES QUE PRESENTA UN VEHÍCULO HÍBRIDO RESPECTO A UN VEHÍCULO NORMAL DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS,” Cuenca. Accessed: Jun. 12,

2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4843/1/UPS-CT001902.pdf>
- [2] Artieda Andrés, “OPTIMIZACIÓN DE TARIFAS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA RESPUESTA A LA DEMANDA POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN LINEAL,” Quito. Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14868/4/UPS-KT01442.pdf>
- [3] Meza Jhonatan, “ÓPTIMA ASIGNACIÓN DE RECURSOS ENERGÉTICOS PARA RESPUESTA DE LA DEMANDA POR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS USANDO ALGORITMO HÚNGARO.” Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15073/4/UPS-KT01470.pdf>
- [4] Larco Galo, “ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA NO UTILIZADA EN MICRO-REDES MEDIANTE MÉTODOS ESTOCÁSTICOS BASADO EN,” Quito . Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19832/1/UPS%20-%20TTS261.pdf>
- [5] Cajamarca Carlos, “ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA LA IMPLEMENTACION DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN CORREOS DEL ECUADOR PARA LA CUIDAD DE CUENCA,” Cuenca. Accessed: Jun. 12, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18593/4/UPS-CT008723.pdf>
- [6] ESPÍN ANDRES, “MEJORA DE LA ESTABILIDAD EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE EL USO DE AUTOS ELÉCTRICOS COMO FUENTES DE INYECCIÓN DE ENERGÍA,” QUITO. Accessed: Jun. 12, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15093/4/UPS%20-%20KT01478.pdf>
- [7] V. Hassija, V. Chamola, S. Garg, D. N. G. Krishna, G. Kaddoum, and D. N. K. Jayakody, “A Blockchain-Based Framework for Lightweight Data Sharing and Energy Trading in V2G Network,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 69, no. 6, pp. 5799–5812, Jun. 2020, doi: 10.1109/TVT.2020.2967052.
- [8] Loachamín Jessica, “ÓPTIMA GESTIÓN DE LA DEMANDA DE UNA MICRO-RED PARA LA MEJORA DEL PERFIL DE VOLTAJE ANTE LA INFLUENCIA DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO,” Quito. Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21312/1/UPS%20-%20TTS550.pdf>

- [9] Martínez Katherine, ““DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO DE BANCOS DE BATERÍA PARA MICRO-REDES CONECTADAS AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CON PARTICIPACIÓN EN PROGRAMAS DE RESPUESTA DE LA DEMANDA,”” QUITO . Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20546/1/UPS%20-%20TTS395.pdf>
- [10] O. A. Paramo Rojas, J. C. Rivera, and G. A. Lopez Alvarez, “Effects on Electricity Markets of a Demand Response Model Based on Day Ahead Real Time Prices: Application to the Colombian Case,” *IEEE Latin America Transactions*, vol. 16, no. 5, pp. 1416–1423, May 2018, doi: 10.1109/TLA.2018.8408436.
- [11] S. Panichtanakom, K. Chalermyanont, and S. Thienmontri, “Study of Plug-in Electric Vehicles Charging by Using Load Shaving Method Based on TOU in Distribution System: A Case Study in Thailand; Study of Plug-in Electric Vehicles Charging by Using Load Shaving Method Based on TOU in Distribution System: A Case Study in Thailand,” 2018.
- [12] L. Yan, X. Ai, Y. Wang, and H. Zhang, “Impacts of electric vehicles on power grid considering time series of TOU,” Oct. 2014. doi: 10.1109/ITEC-AP.2014.6940711.
- [13] H. Krueger, D. Fletcher, and A. Cruden, “Vehicle-to-Grid (V2G) as line-side energy storage for support of DC-powered electric railway systems,” *Journal of Rail Transport Planning and Management*, vol. 19, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.jrtpm.2021.100263.
- [14] P. Kuendee and U. Janjarassuk, “A comparative study of mixed-integer linear programming and genetic algorithms for solving binary problems,” in *2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2018*, Jun. 2018, pp. 284–288. doi: 10.1109/IEA.2018.8387111.
- [15] Catagnia Luis, “ESTIMACIÓN DE COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS BASADO EN LA ÓPTIMA RESPUESTA DE LA DEMANDA,” QUITO . Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19333/1/UPS%20-%20TTS185.pdf>
- [16] D. Yang, X. Le, and Y. Chen, “A robust detection method of vehicle queue and dissipation during evening rush hour,” in *2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering, ICEICE 2011 - Proceedings*, 2011, pp. 1104–1107. doi: 10.1109/ITEC-AP.2014.6940711.

- 10.1109/ICEICE.2011.5778067.
- [17] T. Takahashi, H. Omori, M. Tsuno, T. Morizane, and H. Matayoshi, "A New Type of Wireless V2H System with a Single-Ended Converter Controlled by Resonant Selector and Voltage Changer," Nov. 2020. doi: 10.1109/ICECIE50279.2020.9309695.
- [18] Andrade Katherine, "SISTEMA ÓPTIMO DE GESTIÓN DE MICRO-REDES DISTRIBUIDAS GEOGRÁFICAMENTE QUE PERMITAN MAXIMIZAR LA VENTA DE ENERGÍA BASADOS EN PROGRAMAS DE RESPUESTA DE LA DEMANDA," Quito . Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20494/1/UPS%20-%20TTS385.pdf>
- [19] Jaramillo Patricio, "DESPACHO ESTOCÁSTICO DE UNA MICRO-RED TIPO CAMPUS INTELIGENTE BASADO EN LA ÓPTIMA RESPUESTA DE LA DEMANDA." Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19711/1/UPS%20-%20TTS230.pdf>
- [20] M. Kaddari, M. el Mouden, A. Hajjaji, and A. Semlali, "Reducing energy consumption by energy management and energy audits in the pumping stations," Oct. 2018. doi: 10.1109/REPSGIE.2018.8488820.
- [21] H. Turker, A. Hably, and S. Bacha, "Housing peak shaving algorithm (HPSA) with plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs): Vehicle-to-Home (V2H) and Vehicle-to-Grid (V2G) concepts," in *International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives*, 2013, pp. 753–759. doi: 10.1109/PowerEng.2013.6635704.
- [22] M. S. R. Molina, D. X. O. Ochoa, and F. A. Q. Palomeque, "Comparative analysis of wind and solar micro-generation for an Off Grid system in the city of Cuenca-Ecuador," in *2021 IEEE URUCON*, Nov. 2021, pp. 122–126. doi: 10.1109/URUCON53396.2021.9647295.
- [23] Y. Li, "Scenario-Based Analysis on the Impacts of Plug-In Hybrid Electric Vehicles' (PHEV) Penetration into the Transportation Sector." Accessed: Feb. 02, 2022. [Online]. Available: <https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/stamp.jsp?tp=&number=4362224>
- [24] R. T. Goolsby, "Electric Vehicle Charging and Rural Distribution Systems," in *Papers Presented at the Annual Conference - Rural Electric Power Conference*, Apr. 2021, vol. 2021-April, pp. 73–78. doi: 10.1109/REPC48665.2021.00007.

- [25] A. Kovacs, R. Schmidt, D. Marples, and R. Morsztyn, "End-to-End Integration of the V2G Interface with Smart Metering Systems (Results of the EU Co-funded FP7 Project 'PowerUp')," 2015, pp. 143–157. doi: 10.1007/978-3-319-13656-1_9.
- [26] Sadao Ishii *et al.*, *Bidirectional DC-AC Conversion Topology Using Matrix Converter Technique*. [IEEE], 2010. Accessed: Nov. 20, 2021. [Online]. Available: <https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/stamp.jsp?tp=&number=5543828>
- [27] W. Zhang and J. Wang, "Research on V2G control of smart microgrid," in *Proceedings - 2020 International Conference on Computer Engineering and Intelligent Control, ICCEIC 2020*, Nov. 2020, pp. 216–219. doi: 10.1109/ICCEIC51584.2020.00050.
- [28] H. Wei, Y. Zhang, Y. Wang, W. Hua, R. Jing, and Y. Zhou, "Planning integrated energy systems coupling V2G as a flexible storage," *Energy*, vol. 239, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.energy.2021.122215.
- [29] B. Bibak and H. Tekiner-Mogulkoc, "Influences of vehicle to grid (V2G) on power grid: An analysis by considering associated stochastic parameters explicitly," *Sustainable Energy, Grids and Networks*, vol. 26, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.segan.2020.100429.
- [30] Abbas Rizvi, Xin Ai, Masood Arsalan, Iqbal Sheeraz, Mishkat Jan, and Rehman Haseeb ur, *Electric Vehicles and their Impacts on Integration into Power Grid: A Review*. IEEE, 2018.
- [31] Rajalakshmi B, Soumya U, and Anu G. Kumar, *Vehicle to Grid Bidirectional Energy Transfer: Grid Synchronization using Hysteresis Current Control*. IEEE, 2017.
- [32] Abarca Andrea, "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA BASADO EN LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS EN MICRO-REDES," Quito . Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19895/1/UPS%20-%20TTS289.pdf>
- [33] Edison Agreda, "ESTIMACIÓN DEL COSTO DE VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE ENERGÍA VIRTUAL, BASADO EN LA ELASTICIDAD DE LA DEMANDA APLICANDO POLÍTICA DE PICO CRÍTICO," Quito. Accessed: Jun. 01, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20545/1/UPS%20-%20TTS394.pdf>
- [34] Y. Shang, H. Yu, S. Niu, Z. Shao, and L. Jian, "Cyber-physical co-modeling and

- optimal energy dispatching within internet of smart charging points for vehicle-to-grid operation,” *Applied Energy*, vol. 303, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.apenergy.2021.117595. 10.1007/978-981-15-5313-4_13.
- [35] R. Shi, S. Li, P. Zhang, and K. Y. Lee, “Integration of renewable energy sources and electric vehicles in V2G network with adjustable robust optimization,” *Renewable Energy*, vol. 153, pp. 1067–1080, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.renene.2020.02.027.
- [36] K. Kiran Kumar and B. Srinivasa Rao, “Modeling and Designing of Plug-in Electric Vehicle Under V2G Compatability,” in *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2021, pp. 391–400. doi: 10.1007/978-981-15-9853-1_33.
- [37] H. Hou, Y. Wang, Y. Chen, B. Zhao, L. Zhang, and C. Xie, “Long-time scale vehicle-to-grid scheduling strategy considering psychological effect based on Weber-Fechner law,” *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 136, p. 107709, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.ijepes.2021.107709.
- [38] R. Chola and S. B. Singh, “A Case Study on 24-h Simulation of V2G System,” in *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2021, vol. 667, pp. 131–140. doi:

6.1 Matriz de Estado del Arte

Tabla 3: Matriz de estado del arte.

ESTABILIDAD DE VOLTAJE DE LARGO PLAZO EN SISTEMAS DE ELÉCTRICOS DE POTENCIA INCLUYENDO CURVAS DE CAPACIDAD DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN BASADO EN EL MÉTODO DE CONTINUACIÓN																							
ITEM	DATOS			TEMÁTICA					FORMULACIÓN DEL PROBLEMA FUNCIONES OBJETIVO				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA			SOLUCIÓN PROPUESTA				
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	CITAS	Vehicle-To-Grid (V2G)	Vehículos Eléctricos	Vehicle-To-Home (V2H)	Demanda Residencial	Micro-Red	Optimización Lineal	Altos valores en las facturas	Ayuda a la red eléctrica	Evitar Blackout	Minimización problemas de la red	Estimación de recursos	Tecnología	Falta de información sobre el tema	Optimización lineal	Sistemas e gestión	Respuesta a la demanda	Compra - venta de energía eléctrica	Verificación de la batería	Ayuda al medio ambiente	Optimización de la energía
1	2010	DETERMINACIÓN DE LAS VENTAJAS AMBIENTALES QUE PRESENTA UN VEHÍCULO HÍBRIDO RESPECTO A UN VEHÍCULO NORMAL DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	2017	OPTIMIZACIÓN DE TARIFAS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA RESPUESTA A LA DEMANDA POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN LINEAL	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	2015	ÓPTIMA ASIGNACIÓN DE RECURSOS ENERGÉTICOS PARA RESPUESTA DE LA DEMANDA POR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS USANDO ALGORITMO HÚNGARO	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	2021	ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA NO UTILIZADA EN MICRO-REDES MEDIANTE MÉTODOS ESTOCÁSTICOS BASADO EN	9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

5	2020	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA LA IMPLEMENTACION DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN CORREOS DEL ECUADOR PARA LA CUIDAD DE CUENCA	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	2018	MEJORA DE LA ESTABILIDAD EN SISTEMAS DE ELÉCTRICOS MEDIANTE EL USO DE AUTOS ELÉCTRICOS COMO FUENTES DE INYECCIÓN DE ENERGÍA	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	2014	A Blockchain-Based Framework for Lightweight Data Sharing and Energy Trading in V2G Network (hybrid particle swarm optimization) algorithm	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	2022	ÓPTIMA GESTIÓN DE LA DEMANDA DE UNA MICRO-RED PARA LA MEJORA DEL PERFIL DE VOLTAJE ANTE LA INFLUENCIA DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	2021	DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO DE BANCOS DE BATERÍA PARA MICRO-REDES CONECTADAS AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CON PARTICIPACIÓN EN PROGRAMAS DE RESPUESTA D	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	2018	Effects on Electricity Markets of a Demand Response Model Based on Day Ahead Real Time Prices: Application to the Colombian Case	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	2014	Study of Plug-in Electric Vehicles Charging by Using Load Shaving Method Based on TOU in Distribution System: A Case Study in Thailand; Study of Plug-in Electric Vehicles Charging by Using Load Shaving Method Based on TOU in Distribution System: A Case Study in Thailand	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

12	2021	Optimal Distributed Generation Placement in Power Distribution Networks: Models, Methods, and Future Research.	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	2021	Vehicle-to-Grid (V2G) as line-side energy storage for support of DC-powered electric railway systems.	18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	2018	A comparative study of mixed-integer linear programming and genetic algorithms for solving binary problem	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	2021	Influences of vehicle to grid (V2G) on power grid: An analysis by considering associated stochastic parameters explicitly	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	2022	ESTIMACIÓN DEL COSTO DE VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE ENERGÍA VIRTUAL, BASADO EN LA ELASTICIDAD DE LA DEMANDA APLICANDO POLÍTICA DE PICO CRÍTICO	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	2022	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA BASADO EN LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS EN MICRO-REDES	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	2022	ESTIMACIÓN DE COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS BASADO EN LA ÓPTIMA RESPUESTA DE LA DEMANDA	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	2011	A robust detection method of vehicle queue and dissipation during evening rush hour	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	2020	A New Type of Wireless V2H System with a Single-Ended Converter Controlled by Resonant Selector and Voltage Changer	22	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	2022	SISTEMA ÓPTIMO DE GESTIÓN DE MICRO-REDES DISTRIBUIDAS GEOGRÁFICAMENTE QUE PERMITAN	32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		MAXIMIZAR LA VENTA DE ENERGÍA BASADOS EN PROGRAMAS DE RESP																				
22	2022	DESPACHO ESTOCÁSTICO DE UNA MICRO-RED TIPO CAMPUS INTELIGENTE BASADO EN LA ÓPTIMA RESPUESTA DE LA DEMANDA	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	2018	Reducing energy consumption by energy management and energy audits in the pumping stations	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
24	2013	Housing peak shaving algorithm (HPSA) with plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs): Vehicle-to-Home (V2H) and Vehicle-to-Grid (V2G) concepts	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	2021	Comparative analysis of wind and solar micro-generation for an Off Grid system in the city of Cuenca-Ecuador	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	2022	Scenario-Based Analysis on the Impacts of Plug-In Hybrid Electric Vehicles' (PHEV) Penetration into the Transportation Sector	19	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	2021	Electric Vehicle Charging and Rural Distribution Systems	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	2015	End-to-End Integration of the V2G Interface with Smart Metering Systems (Results of the EU Co-funded FP7 Project 'PowerUp')	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	2021	Bidirectional DC-AC Conversion Topology Using Matrix Converter Technique	19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	2020	Research on V2G control of smart microgrid	17	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	2022	Planning integrated energy systems coupling V2G as a flexible storage	14	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	2018	Electric Vehicles and their Impacts on Integration into Power Grid: A Review	17	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

33	2017	Vehicle to Grid Bidirectional Energy Transfer: Synchronization using Hysteresis Current	10	☒	☒	☐	☒	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☒	☐	☒	☐
34	2021	Cyber-physical co-modeling and optimal energy dispatching within internet of smart charging points for vehicle-to-grid operation	15	☒	☒	☐	☒	☐	☒	☐	☒	☐	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐
35	2020	Integration of renewable energy sources and electric vehicles in V2G network with adjustable robust optimization	12	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐
36	2021	Modeling and Designing of Plug-in Electric Vehicle Under V2G Compatability	12	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒
37	2022	Long-time scale vehicle-to-grid scheduling strategy considering psychological effect based on Weber-Fechner law	12	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☒
38	2021	A Case Study on 24-h Simulation of V2G System	18	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☒	☐	☒	☐	☒	☐
Total				24	13	16	32	21	27	19	16	15	18	17	16	17	17	16	17	14	17	15	20