

**GESTIÓN MULTI OBJETIVO DE UNA PLANTA VIRTUAL DE ENERGÍA
PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN MERCADO MINORISTA, CON
RESTRICCIÓN EN LAS EMISIONES DE CO₂**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
GESTIÓN MULTI OBJETIVO DE UNA PLANTA VIRTUAL DE ENERGÍA
PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN MERCADO MINORISTA, CON
RESTRICCIÓN EN LAS EMISIONES DE Co₂**

**AUTOR:
JEFFERSON STEVEEN PADILLA RAMOS**

**TUTOR:
EDWIN MARCELO GARCÍA TORRES**

Quito D.M., agosto 2021

Jefferson Steven Padilla Ramos

GESTIÓN MULTIOBJETIVO DE UNA PLANTA VIRTUAL DE ENERGÍA PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN MERCADO MINORISTA, CON RESTRICCIÓN EN LAS EMISIONES DE Co2

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2021

Ingeniería Eléctrica

Breve reseña historia e información de contacto:



Jefferson Steven Padilla Ramos (Y'1995). Estudiante de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Su trabajo se basa en Gestión Multiobjetivo de una Planta Virtual de Energía para la Participación en un Mercado Minorista, con Restricción en las Emisiones de CO₂. Áreas de interés: Generación distribuida, respuesta a la demanda, microrredes, energía renovable. jpadillar1@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

©2021 Universidad Politécnica Salesiana
QUITO-ECUADOR

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo, Edwin Marcelo García Torres declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación “*GESTIÓN MULTIOBJETIVO DE UNA PLANTA VIRTUAL DE ENERGÍA PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN MERCADO MINORISTA, CON RESTRICCIÓN EN LAS EMISIONES DE CO2*”, realizado por Jefferson Steveen Padilla Ramos, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito D.M., agosto de 2021



.....
Ing. García Torres Edwin Marcelo
C.C.: 1803087400

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Jefferson Steven Padilla Ramos, con documento de identificación N° 1718247990, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor/es del trabajo de grado/titulación intitulado: *“GESTIÓN MULTIOBJETIVO DE UNA PLANTA VIRTUAL DE ENERGÍA PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN MERCADO MINORISTA, CON RESTRICCIÓN EN LAS EMISIONES DE CO2 ”*, mismo que 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 aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito D.M., agosto de 2021



.....
Jefferson Steven Padilla Ramos

C.C.: 1718247990

1. ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	2
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Plantas virtuales	5
2.2 Tipos de VPP	7
2.3 Componentes básicos de VPP.....	7
2.3.1 Recursos energéticos distribuidos (DER)	7
2.3.2 Arquitectura de control	7
2.4 Sistema energético y las VPP.....	8
3. RECURSOS DISTRIBUIDOS	8
3.1 Generación fotovoltaica	9
3.1.1 Generación eólica.....	9
3.1.2 Generación a diésel	10
3.1.3 Banco de baterías	10
3.1.4 Capacidad nominal.....	10
3.1.5 Índice de carga e índice de descarga	11
3.1.6 DOD	12
3.2 RD	12
3.3 Programas RD	12
3.4 Mercado minorista de electricidad	13
3.5 Administración de microrred de energía.....	14
4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
4.1 Flujo de decisiones	15
4.2 Gestión multiobjetivo de la VPP.....	17
4.3 Caso de estudio	22

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	23
6. CONCLUSIONES	25
7. TRABAJOS FUTUROS	26
8. REFERENCIAS	26
8.1 Matriz de estado del arte	32
8.2 Resumen de Indicadores	60

2. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. De arriba hacia abajo: VPP control centralizado, VPP control descentralizado y VPP control distribuido.....	8
Figura 2. Estructura del Mercado Eléctrico Minorista [69].	14
Figura 3. Flujo de información, mercado DA.	16
Figura 4. Flujo de información, mercado RT.....	16
Figura 5. Sistema de prueba de tres nodos.....	22
Figura 6. Decisiones de despacho VPP, escenario 1.....	24
Figura 7. Decisiones de despacho VPP, escenario 2.....	24
Figura 8. Decisiones de despacho VPP, escenario 3.....	24
Figura 9. Decisiones de despacho VPP, escenario 4.....	24
Figura 10. Beneficios por escenario.....	25
Figura 10. Indicador de matriz de estado del arte, gestión multiobjetivo de la VPP	60
Figura 12. Formulación del problema para la gestión multiobjetivo de la VPP	60
Figura 13. Solución al problema para la gestión multiobjetivo de la VPP	61

3. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales actores del mercado de RD [49].	13
Tabla 2. Índices	17
Tabla 3. Sets	17
Tabla 4. Parámetros	17
Tabla 5. Variables	18
Tabla 6. Datos de planta de energía convencional	22
Tabla 7. Datos de demandas	22
Tabla 8. Datos del modelo de tres nodos	22
Tabla 9. Datos de la unidad de almacenamiento	23
Tabla 10. Datos de escenarios	23
Tabla 11. Previsión de generación fotovoltaica	23
Tabla 12. Despacho del mercado DA	23
Tabla 13. Despacho del mercado RT	24
Tabla 14. Matriz de estado del arte	32

GESTIÓN MULTI OBJETIVO DE UNA PLANTA VIRTUAL DE ENERGÍA PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN MERCADO MINORISTA, CON RESTRICCIÓN EN LAS EMISIONES DE CO₂

Resumen

En esta investigación se propone una heurística con un enfoque de programación estocástica, considerando dos objetivos fundamentales, el primero es maximizar el beneficio esperado de la VPP, mientras que el segundo se refiere a la reducción de emisiones de CO₂. Para lo cual, se considera una VPP que integra una planta de energía convencional, dos demandas flexibles, una unidad de almacenamiento y generación fotovoltaica. Además, la VPP participa en los mercados pool, incluidos los mercados de energía diaria (DA) y los mercados de energía en tiempo real (RT). En primera instancia se determina las decisiones de programación del mercado de energía de DA y luego el VPP programa sus decisiones de despacho en el mercado RT para cada período de tiempo. Por último, se despacha las unidades considerando las propiedades técnico-económicas y la programación previa. Los resultados demuestran que la heurística permite establecer estrategias para el despacho de energía de la VPP en los mercados DA y RT, al mismo tiempo que se reducen las emisiones CO₂, pues en algunos escenarios es posible abastecer la demanda sin despachar la generación convencional.

Palabras Clave: Mercados de energía, plantas de energía, gestión del lado de la demanda, generación de energía distribuida, plantas de energía virtual, ventas al por menor.

Abstract

In this research, a heuristic with a stochastic programming approach is proposed, considering two fundamental objectives, the first is to maximize the expected benefit of PPV, while the second refers to the reduction of CO₂ emissions. For which, a VPP is considered that integrates a conventional power plant, two flexible demands, a storage unit and photovoltaic generation. In addition, VPP participates in pool markets, including DA daily energy markets and real-time (RT) energy markets. In the first instance, the DA's energy market scheduling decisions are determined and then the VPP schedules its dispatch decisions in the RT market for each period. Finally, the units are dispatched considering the technical-economic properties and the previous programming. The results show that the heuristic allows establishing strategies for the dispatch of energy from the VPP in the DA and RT markets, while CO₂ emissions are reduced, since in some scenarios it is possible to supply the demand without dispatching the conventional generation.

Keywords: Power markets, power plants, demand side management, distributed power generation, virtual power plants, retailing.

1. Introducción

El planeta se ha enfrentado a varios problemas en los últimos años. Una de las amenazas de mayor cuidado son los gases de efecto invernadero, debido a que producen el aumento de la temperatura del planeta [1].

La generación de energía eléctrica está dominada por los combustibles fósiles, lo que produce un deterioro de la situación ambiental a nivel mundial, así como el agotamiento de fuentes de energía primaria no renovables. En consecuencia, la generación de energía renovable es una solución al problema del calentamiento global y es muy común identificarla como recursos energéticos no distribuidos (REND) [2], [3]. Los REND han sido explotados de forma amplia para mitigar la crisis medioambiental y energética que se ha presentado en los últimos años, mientras que las cargas flexibles se han empleado para suavizar el impacto que ejerce la demanda creciente de electricidad [4], [5].

La creciente inclusión de los REND y la expansión cada vez mayor de las cargas flexibles plantea nuevos desafíos para el correcto funcionamiento de los sistemas de energía, así como para la seguridad de estos. Problemas como fluctuaciones producidas por generadores distribuidos, así como la intermitencia de energía dependen de las condiciones meteorológicas. Una de las soluciones más relevantes para mitigar los problemas relacionados a la generación distribuida son las plantas de energía virtual (VPP) [6], [7].

La VPP es una entidad virtual que agrupa dispositivos físicos como unidades de generación renovables, generación convencional y cargas flexibles por medio de sistemas sofisticados en cuanto a información y software se refiere [8], [9]. Todos los elementos de la VPP participan en el funcionamiento del sistema de energía y en el mercado eléctrico, por lo que los REND pueden influenciar en el costo de energía, siempre y cuando exista una cantidad

significativa de participantes o integrantes de la VPP [10]. Por esta razón varios investigadores han propuesto diversas soluciones a los problemas asociados a la programación de la VPP en los mercados de energía, así como su modelo de gestión.

En América la universidad de Minnesota presenta un modelo de vehículos conectados a la red en donde una VPP gestiona la demanda de los vehículos eléctricos con el fin de minimizar el costo de generación total y permite su participación en el mercado mayorista de electricidad en Texas. El estudio considera precios y reglas reales del consejo de confiabilidad eléctrica de Texas (ERCOT) [11]. Existen tres escenarios que se evalúan para la retribución de vehículos eléctricos. En el primer escenario, los vehículos eléctricos se cargan y descargan sobre una base de precio fijo del mercado minorista, en el segundo caso la base de precio varía en el tiempo y en el tercero la VPP comparte el 50% de la recompensa total con los vehículos eléctricos que participan [12], [13].

Por otro lado, la Universidad de Dakota del sur analiza el impacto de la demanda creciente de los centros de datos. Hasta el 2013 la demanda de energía para los centros de datos era de 91 TWh, lo que equivale a 34 centrales térmicas de carbón funcionando a su máxima capacidad. El estudio propone la agregación y control de los recursos energéticos renovables y los centros de datos mediante una VPP. En donde, el centro de datos y la VPP participan en un programa de respuesta a la demanda (RD) para aliviar la congestión de la red y mejorar la eficiencia del mercado [14].

A nivel de Europa se ha desplegado una gran cantidad de energía renovable y energía distribuida en los últimos años. El mercado equivalente a las VPP y a la generación distribuida alcanzó 547 millones de euros en Alemania en 2015, lo equivalente a 10000 MW, mientras que en 2016 Reino Unido realizó una inversión de 565 millones de

libras que equivale a 10500 MW. La previsión mundial para el mercado de las VPP pretende alcanzar una inversión de 2.100 millones de dólares anuales hasta el 2025, equivalente a 45.000 MW [15], [16].

En [17] se detalla las partes fundamentales de la política europea con respecto a las fuentes de energía renovable. Dentro de este marco, se plantea un modelo de VPP que integra recursos de generación distribuida como: cogeneración de calor, electricidad acoplada en la calefacción y electricidad en base a fuentes de energía renovable. Además, se determina que una estrategia óptima de licitación se logra al compensar incertidumbres referentes a la electricidad con el uso de fuentes de energía renovables y precios del mercado [18].

En [19] se presenta un estudio detallado de los beneficios de una VPP en Australia occidental para 67 viviendas. El sistema se diseña para integrar paneles solares fotovoltaicos, sistemas de agua caliente con bombas de calor, baterías de vanadio y mecanismos de gestión de la demanda. De este sistema, la potencia producida por la fuente fotovoltaica es de 810 kW, mientras que la capacidad de carga y descarga de las baterías es de 700 kWh.

Por otro lado, en [20] se desarrolla una VPP que puede participar en el mercado minorista. El modelo consta de dos etapas, en la primera la generación distribuida es parte del modelo VPP, mientras que la segunda consiste en un modelo centralizado [20].

Por otro lado, la red eléctrica de África no ha tenido cambios representativos por más de 40 años, esto implica problemas al momento de platear el concepto de una VPP.

En [21] presenta un análisis detallado para la creación de un mercado eléctrico en donde la VPP es el eje central. Sin embargo, para África las barreras tecnológicas son enormes.

La investigación realizada por la Universidad de Berlín proporciona un análisis de los requisitos necesarios para la

participación de varias VPP en el mercado eléctrico liberalizado de Europa. Además, describe un modelo de gestión que integra varias fuentes de energía distribuida como las renovables [22].

En [23] propone un sistema de gestión eficiente de una VPP, que concede grandes beneficios para las empresas proveedoras y reduce los costos para los consumidores y prosumidores. Además, considera que las inversiones en fuentes de energía renovable y en sistemas de almacenamiento de energía son diferentes para cada hogar que participa en la VPP. Esto sirve de incentivo para que los prosumidores comercialicen su excedente de energía en el sistema [24].

En el mercado chino el desarrollo de las VPP se encuentra muy avanzado, una muestra de ello es el estudio descrito en [25], en este se detalla un modelo que permite coordinar el mercado mayorista y el mercado minorista para que el precio de los productores del mercado minorista sea en tiempo real, con el fin de obtener una alta integración de energía renovable.

En [26] se establece un modelo de despacho óptimo de VPP considerando la RD y la participación de las centrales de generación convencional en un programa de emisiones de carbono sobre un ambiente incierto. Para esto, la investigación aplica un modelo probabilístico con el fin de predecir la producción de energía renovable, mientras que para la gestión de la demanda se considera el almacenamiento de energía y los vehículos eléctricos. En este contexto, la VPP consta de unidades de generación eólica, turbinas de gas, unidades fotovoltaicas, cargas flexibles y sistemas de aire acondicionado.

En el mercado de Japón existen mecanismos que incentivan la penetración de energía renovable, en especial la tecnología fotovoltaica. En donde, el costo de la producción de energía renovable es elevado a comparación con otros países. Sin embargo, el costo de generación de los sistemas

fotovoltaicos domésticos alcanza la paridad con el costo de energía de la red. Por otro lado, el precio de generación de las centrales fotovoltaicas está por encima del costo de energía de la red, aunque se proyecta que en un futuro próximo se alcance la paridad de costos. La alta inclusión de energías renovables genera muchas restricciones en la red, esto aumenta el costo de las mejoras.

Por lo anterior, la VPP y la RD se emplean para mejorar el ajuste entre la oferta y la demanda, al mismo tiempo que se mejora la eficiencia de los costos controlados por el Ministerio de Energía Comercio e Industria (METI) [15][27]. Además el mercado de los vatios negativos se plantea como un incentivo para la RD, debido a que se conserva la demanda máxima de electricidad según acuerdos previos con los agregadores que controlan el flujo de las transacciones [28].

En [29] se menciona que Corea del Sur pretende generar de 40.4 a 85.9 TWh de electricidad con fuentes de energía renovable para 2024. Para esto se considera que las políticas sobre los precios internacionales del petróleo son factores que influyen en el cambio de fuentes de energía, sin embargo, el estándar que regula las normas de la energía renovable tiene mayor influencia en Corea del Sur.

En Europa el mercado líder de electricidad es el Nord Pool, este realiza todas las operaciones en base a la hora de Europa central y a dos tipos de subastas: diarias e intra-diarias. Por otro lado, las subastas del día siguiente son dobles y se realizan antes de las 12 según la hora central de Europa y para cada hora del siguiente día.

Una vez obtenidas las licitaciones, el mercado Nord Pool ordena las ofertas por mérito independientemente de la hora de presentación, de esta forma se asegura de emparejar las ofertas con los precios más bajos y altos [30].

Al norte de América la comisión federal de regulación de energía de los Estados

Unidos (FERC) publicó un modelo de mercado estándar denominado plataforma de mercado eléctrico mayorista (WPMP), que ha sido adoptado de forma común en la mayor parte de mercados eléctricos mayoristas de Norte América. El modelo WPMP consiste en mercados energéticos centralizados, reservas de mercados, servicios auxiliares para el equilibrio y un mercado financiero de derechos de transmisión que administran los ISO y RTO. El modelo del mercado eléctrico posee mecanismos como los mercados de capacidad que se encargan de asegurar la inversión de nuevas fuentes de generación [31]. Los mercados de energía se dividen en 2 componentes esenciales, el primero se trata de un mercado en tiempo real (RT) o spot y el segundo es un mercado a plazo fijo (DA) [11].

En los mercados de Asia los minoristas poseen las funciones de una entidad mediadora que adquiere electricidad desde la oferta y realiza la venta en el lado de la demanda, a los consumidores que no participan de forma directa en el mercado eléctrico [32]. Las transacciones de electricidad de las empresas minoristas ocurren en lado de la oferta y demanda. En la oferta, la adquisición de electricidad, por parte de los minoristas, se realiza mediante firmas de contratos físicos según los requerimientos del mercado eléctrico a varios niveles [33]. Además, el consumidor minorista puede adquirir un porcentaje de electricidad en los mercados de mediano y largo plazo y en el mercado diario por adelantado. Una vez que se receptan todas las transacciones se establece el equilibrio entre la energía adquirida y la electricidad vendida en el mercado en tiempo real (RT) [34].

El determinar la energía óptima que se negocia en los mercados de energía diaria (DA) y mercados de energía en tiempo real RT, así como, el despacho óptimo de las unidades de generación y consumo del VPP representan un gran problema, debido a la

composición y naturaleza del VPP, pues incluye unidades de generación y consumo, por consiguiente, este puede comprar y vender en los mercados de energía en los momentos adecuados.

El objetivo de la planificación es aumentar la utilidad del VPP, por lo cual, este participa en los mercados de energía DA para que las decisiones se tomen con un día de antelación y en el mercado RT que se despacha minutos antes de la entrega de energía.

Por lo general, una VPP comercializa energía en el mercado DA, mientras que su participación en el mercado RT compensa la desviación de horarios. No obstante, las VPP pequeñas prefieren comercializar su energía únicamente en el mercado RT, del mismo modo, las VPP pueden comercializar su energía en los mercados a largo plazo siempre y cuando su participación en la red sea significativa [35].

La finalidad de una VPP es optimizar la operación integrada de recursos como: demandas, instalaciones de energía renovable, unidades de generación convencional y almacenamiento. Estas unidades poseen algunas características técnico-económicas, en donde cada una pretende alcanzar su propio objetivo sujeto a limitaciones técnicas. Además, las unidades del VPP se interconectan a través de una red que impone limitaciones de balance de energía como: flujos a través de las líneas, inyección de potencia en los nodos y ángulos de voltaje, a estas se les conoce como externalidades por combinar las restricciones de las unidades que por consecuencia afectan a los programas de la VPP [36].

Por lo anterior se deduce que la programación de la VPP se vuelve un problema complejo, debido a las características socio económicas de las unidades y las externalidades descritas por la red, además, el problema se complica más al trabajar con múltiples fuentes de energía como: gas, calor y electricidad.

En base al problema descrito, en esta investigación se propone una heurística que permita conocer la programación de una VPP con el fin de maximizar su beneficio, mientras se reduce las emisiones de CO₂. La programación permite determinar la potencia óptima que se negocia en los mercados de energía, así como la potencia de salida de las unidades que forman parte de esta. Para lo cual se considera una VPP que consta de recursos de producción y consumo, estos incluyen: centrales de generación convencional, unidades de generación renovable, demandas flexibles e instalaciones de almacenamiento.

Por otro lado, la VPP solo podrá participar en los mercados DA y RT, en donde para tomar decisiones de programación se considera las incertidumbres asociadas al mercado como: los niveles estocásticos de energía renovable y el precio del mercado.

De aquí en adelante, la investigación se organiza de la siguiente manera. En las secciones 2 y 3 se describen todos los sistemas que componen una VPP, así como el funcionamiento del mercado eléctrico minorista. En la sección 4 se presenta la formulación del problema y el caso de estudio. En la sección 5 se presenta los resultados de la investigación, por último, en la sección 6 y sección 7 se presentan las conclusiones de la investigación y trabajos futuros.

2. Marco Teórico

2.1 Plantas virtuales

El concepto de Virtual Power Plant (VPP) surgió a finales de la década de 1990. Esta ha ido evolucionando hasta convertirse en una solución viable para los problemas de la red y los desafíos relacionados con la integración de grandes cantidades de Fuentes de Energía Renovable (FER) en la red eléctrica existente de manera rentable [37]. Otra solución que está recibiendo mucha atención son las Smart

Grids, estas poseen muchas similitudes con las VPP y microrredes. Una microrred es un sistema de energía físico integrado que puede operar en paralelo o en una isla de la red eléctrica principal, mientras que una VPP se basa en sistemas de software que coordina la cartera de Recursos Energéticos Distribuidos (DER), que están conectados a la red eléctrica principal [38].

Una de las funciones más relevantes de las VPP es el manejo de los perfiles de carga de los consumidores, esto facilita la toma de decisiones por parte del operador, cuando se requiere una acción sobre el SEP[39].

En este contexto, una VPP consta de varios recursos distribuidos, incluyendo: generación renovable y distribuida. Estos recursos, ubicados en varios puntos de la red de distribución, pueden ser gestionados por una sola entidad centralizada. Por lo que, la potencia de la VPP corresponde a la suma de las potencias individuales de los generadores distribuidos.

Es evidente que, la inyección de potencia de los generadores distribuidos requiere de una red bidireccional. Por lo que, se emplea el concepto de Red Inteligente, esto permite reducir la demanda y por consecuencia afecta a la oferta.

La VPP se denomina virtual, debido a que, esta emplea redes de comunicación para interconectar y controlar dispositivos físicos mediante un software. En las VPP los sensores se utilizan para recopilar datos a través de una infraestructura de telecomunicaciones segura, estos datos se convierten en información útil que ayuda al operador del sistema a ejecutar acciones de control [40]. Por otro lado, la empresa Siemens define una Central Eléctrica Virtual como un grupo de recursos energéticos distribuidos (generación, cargas controlables y almacenamientos como: micro CHP, turbinas eólicas, pequeñas centrales hidroeléctricas, grupos electrógenos de respaldo, cargas flexibles y baterías), que se ejecutan colectivamente por una entidad de

control central [41], [42]. Por tanto, una Central Eléctrica Virtual se puede definir como el conjunto de pequeños sistemas de generación de energía y sistemas de almacenamiento conectados telemáticamente de forma segura para ser gestionados de forma remota y en tiempo real por un operador del sistema.

La mayoría de las definiciones de centrales eléctricas virtuales que existen se centran en el uso de recursos renovables, sin embargo, existe suficiente especificidad en ellos para controlar los perfiles de carga, lo que indica que mediante la central virtual es posible controlar la demanda. En sus inicios, una central eléctrica virtual se relacionaba únicamente con la generación de energía, pero es una entidad que también comprende sistemas de almacenamiento y sistemas de telecomunicaciones.

En este contexto, las VPP aportan a la política energética de forma significativa, porque, estas tienen la capacidad de gestionar los recursos distribuidos. Por lo tanto, se puede ver la importancia de las centrales virtuales para el nuevo modelo energético al que debe migrar el mundo actual, con el fin de satisfacer la demanda mediante el uso de fuentes renovables. Es así como, la VPP puede contribuir a modificar la curva de demanda y aliviar la carga. Entre las ventajas más llamativas del uso de VPP se encuentran:

- El uso de VPP permite un control avanzado de la demanda de energía en el sistema.
- Generación local a través de tecnologías limpias como: cogeneración, solar, eólica y pequeñas centrales hidroeléctricas, que por su autoconsumo muchas veces evitan pérdidas de transmisión y distribución. De la misma forma, se ahorra energía y se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Reducir la demanda en horas pico mediante sistemas de control de carga, esto ahorra generación en plantas convencionales e incluso se puede prescindir de la existencia de algunos de ellos que solo se utilizan en períodos pico.
- El uso de plantas de generación virtual proporciona seguridad en el sistema, debido a la flexibilidad que estos ofrecen para incorporar diferentes tecnologías al sistema, combinadas con protocolos de control de carga.
- La reducción del calentamiento global mediante el uso de energías limpias y su incorporación masiva al sistema.

2.2 Tipos de VPP

Las centrales virtuales se dividen en:

- Plantas de Energía Virtual para control de carga RD.
- Plantas virtuales de suministro alternativo (lado de la oferta).
- Plantas de Energía Virtual de Activo Mixto.
- Plantas Eléctricas Mayoristas (Subasta Mayorista).

Las plantas de control buscan reducir la demanda de energía, para variar sus propuestas de suministro de energía a menores costos. Para lo cual, se necesita de medidores inteligentes bidireccionales.

Estos contadores inteligentes tienen acceso a elementos inteligentes dentro del punto a controlar, ya sea una residencia o una industria. En otros casos, se pueden utilizar terminales con puertos de telecomunicación en los que se conoce el comportamiento del elemento conectado en cada receptáculo. La información recopilada se almacena en una base de datos, esta es de utilidad para los operadores de la red, pues les permite ejecutar acciones como la desconexión

parcial de carga. Lo anterior contribuye de forma directa a la reducción de la demanda [39].

2.3 Componentes básicos de VPP

Los tres componentes básicos de una VPP (cartera de recursos energéticos distribuidos, arquitectura de control y función en el sistema energético) se pueden utilizar para distinguir entre los diferentes tipos de VPP.

2.3.1 Recursos energéticos distribuidos (DER)

La agregación de los DER en una cartera coordinada y gestionada permite a la VPP actuar como una entidad grande similar a una central eléctrica convencional, lo que permite una mejor integración de los DER en el sistema energético centralizado existente [43]. Existen tres tipos de DER: generación distribuida (GD), cargas controlables y sistemas de almacenamiento.

La primera se refiere a los generadores renovables distribuidos en diferentes puntos de la red. La segunda corresponde a los electrodomésticos eléctricos representativos, que se pueden desconectar para disminuir la demanda [44]. La tercera son los sistemas de almacenamiento, estos proporcionan flexibilidad a la red, puesto que ofrecen energía de respaldo y actúan como carga, cuando se carga, o como generador, cuando se descarga [45].

2.3.2 Arquitectura de control

Existen tres arquitecturas de control diferentes en una VPP (Figura 1). La VPP de control centralizado es una entidad que recopila la información de todos los dispositivos se denomina VPP centralizada, esta administra de todos los DER considerando las limitantes de los dispositivos y las preferencias de los usuarios [46]. Los VPP de control descentralizado se operan en diferentes niveles, por ejemplo, VPP locales, regionales y de gran escala. La entidad que agrupa una cantidad pequeña de DER, situados en el mismo lugar geográfico,

se denomina VPP local. Este proporciona toda la información a una entidad superior denominada VPP regional [47].

A diferencia de los VPP de control centralizado y descentralizado, una VPP de control distribuido no tiene acceso directo a los DER. Este se encarga de proporcionar información referente a precios, energía y parámetros del mercado, estos sirven para crear estrategias de control individuales. [48].



Figura 1. De arriba hacia abajo: VPP control centralizado, VPP control descentralizado y VPP control distribuido.

2.4 Sistema energético y las VPP

Las VPP, en base sus funciones complementarias, se dividen en dos tipos técnicas y comerciales [49]. Una VPP comercial crea un perfil operativo que

representa su cartera de DER, permitiendo el comercio de energía en el mercado mayorista, sin embargo, no se limitan a agregar DER conectados a un sistema de distribución o desde una ubicación geográfica [50]. Por otro lado, una VPP técnica agrega DER de una ubicación geográfica conectada al mismo sistema de distribución y toma en cuenta los impactos del sistema, así como las características operativas de estos, por ejemplo, capacidades, pronósticos de producción, pronósticos de consumo y obligaciones contractuales, además, proporciona servicios auxiliares y la posibilidad de equilibrar la red directamente.

Los VPP se diseñaron originalmente para tratar problemas en la red de distribución (aspecto técnico) y con el comercio de energía o la flexibilidad en los mercados de energía (aspecto comercial), además, son una respuesta emergente de las empresas de servicios públicos y los operadores de redes a los crecientes flujos de energía intermitentes de fuentes descentralizadas. Por lo tanto, la distinción técnica / comercial se refiere a los VPP implementados por las empresas de servicios públicos o los operadores del sistema de distribución, con un enfoque en la integración de los DER en la red y los mercados de energía [24].

3. Recursos Distribuidos

El uso de generadores renovables no convencionales tiene un enorme efecto en el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP), debido a que están sujetos a condiciones meteorológicas y no proporcionan una potencia de energía fija, por lo que, pueden provocar desbalances y colapsos en el sistema. Por otro lado, esta clase de energía es una fuente de producción limpia, a comparación con la generación convencional que emplea fuentes de energía no renovable [51], [52].

3.1 Generación fotovoltaica

Consiste en aprovechar la radiación solar, mediante paneles fotovoltaicos, para producir energía eléctrica. La radiación solar produce radiación electromagnética por medio de un haz de luz, excitando un material generalmente de silicio, además, el proceso se repite en arreglos conectados en serie y/o paralelo. En los últimos años se ha explotado en gran cantidad los componentes base para el ensamblaje de paneles solares, como consecuencia, se ha reducido el precio de la generación de energía. La producción de energía fotovoltaica es útil en regiones de difícil acceso a la red convencional [53]. Existen varios factores que inciden en la generación de energía, como la Información sobre radiación global, la temperatura ambiente y las características técnicas del panel fotovoltaico.

Las ecuaciones (1) y (2) definen las condiciones de trabajo de una celda fotovoltaica [54].

$$T_{cell} = T_{amb} + \frac{NOCT - 20}{800} G \quad (1)$$

$$P_{stc} = \frac{G}{1000} [1 + \alpha (T_{cell} - 25)] \quad (2)$$

$$= P_{ph}$$

Donde:

- G → Irradiación solar
- T_{amb} → Temperatura ambiente
- $NOCT$ → Condiciones de temperatura
- α → Coeficiente de potencia-temperatura
- T_{cell} → Temperatura de la celda
- P_{ph} → Potencia de salida de la celda
- P_{stc} → Potencia bajo condiciones estándar de funcionamiento

El cálculo de la energía generada por las celdas fotovoltaicas se obtiene mediante la ecuación (3).

$$3.24 \cdot M_{pv} [1 - 0.0041(T_t - 8)] S_t \quad (3)$$

$$= E_t$$

Donde:

- E_t → Potencia generada
- M_{pv} → Capacidad de cada celda fotovoltaica
- T_t → Temperatura ambiente
- S_t → Datos de radiación

La función de costos para una central fotovoltaica se representa por las ecuaciones (4) y (5) [55].

$$F(P_s) = (a \cdot I^p \cdot P_s) + (G^E \cdot P_s) \quad (4)$$

$$a = \frac{r}{[1 - (1 + r)^{-N}]} \quad (5)$$

Donde:

- P_s → Generación solar en MW
- a → Coeficiente de anualización
- I^p → Costo de inversión en \$/MW
- G^E → Costo de operación y mantenimiento
- N → Vida útil de la central
- r → Tasa de interés

3.1.1 Generación eólica

Consiste en aprovechar el viento para producir energía eléctrica. La energía cinética del viento se transforma en energía mecánica, mediante un aerogenerador flexible para equilibrar los errores producidos por la predicción del viento. El generador requiere diversos parámetros relativos del viento, que son fundamentales para su dimensionamiento, estos incluyen: velocidad del viento, variaciones diarias, variaciones mensuales y estacionarias de los sitios con factores favorables. Con la ecuación (6) se calcula la potencia generada por un aerogenerador [56].

$$P = \frac{1}{2} (\rho \cdot A \cdot u^3) \quad (6)$$

Donde:

- P → Potencia generada
- p → Densidad del aire,
- A → Área de barrido por el viento
- u → Velocidad del viento

La función de costos para una central eólica se representa por las ecuaciones (7) y (8) [55].

$$F(P_e) = (a \cdot I^p \cdot P_e) + (G^E \cdot P_E) \quad (7)$$

$$a = \frac{r}{[1 - (1 + r)^{-N}]} \quad (8)$$

Donde:

- P_e → Generación eólica en MW
- a → Coeficiente de anualización
- I^p → Costo de inversión en \$/MW
- G^E → Costo de operación y mantenimiento
- N → Vida útil de la central
- r → Tasa de interés

3.1.2 Generación a diésel

Los generadores a diésel, empleados en sistemas a grandes escalas, son usados para alimentar sitios aislados y para respaldo de cargas críticas, además, son muy confiables y se adaptan rápidamente a los cambios de la demanda [57], [58]. Por otro lado, este tipo de generadores tienen alta dependencia de combustibles fósiles, esto los hace ineficientes y contaminantes para el medio ambiente, además, su costo de operación es alto y la fluctuación de precios es constante [59]. El costo de la generación a diésel se presenta en la ecuación (9) [55].

$$C_i = \sum_{i=1}^{NG} a_i + b_i \cdot P_{Gdi} + C_i \cdot P_{Gdi}^2 \quad (9)$$

Donde:

- a_i → Factor de arranque del generador

- b_i → costo de combustible por potencia generada.
- P_{Gdi} → Potencia de salida del generador de diésel
- NG → Número de generadores.

3.1.3 Banco de baterías

Las baterías son dispositivos que almacenan energía eléctrica y trabajan con fuentes de energía continua, sirven como respaldo en caso de ausencia de energía eléctrica proveniente de la red convencional. Esta tecnología posee un alto costo, necesita mantenimiento y la vida útil es reducida, además, se debe controlar que la temperatura de las celdas no supere los 25°C. Por otro lado, la eficiencia está estrechamente relacionada con los materiales de construcción, la temperatura de funcionamiento, la calidad de construcción y el estado de carga y descarga [60].

El costo de las baterías depende de sus características técnicas, por ejemplo, vida útil, temperatura de trabajo y corrientes de trabajo. La ecuación (10) representa el costo de un banco de baterías de plomo ácido [55].

$$Cb = a \cdot I_{IB} + C_{O\&M} + C_R + \frac{C_c}{n_b} \quad (10)$$

Donde:

- a → Factor de recuperación de la inversión
- I_{IB} → Inversión inicial.
- $C_{O\&M}$ → Costo de operación y mantenimiento
- C_R → Costo de reemplazo de las baterías.
- C_c → Costos de carga de las baterías
- n_b → Eficiencia de las baterías

3.1.4 Capacidad nominal

Se refiere a la cantidad de energía eléctrica que puede almacenar una batería en condiciones normales, las unidades de medida son los amperios-hora. Por ejemplo, una batería de 10 amperios hora y 12 voltios,

puede almacenar una energía de $12 \times 10 = 120 \text{Wh}$.

3.1.5 Índice de carga e índice de descarga

En general, se utilizan dos tipos de modelos para describir los sistemas de baterías, el primero se basa en la ecuación del Estado de Carga (SOC) y el segundo es una ecuación basada en la Fuerza Electromotriz (EMF) para carga y descarga. La energía excesiva de los Sistemas Híbridos de Energía Renovable (HRES) se utiliza para cargar el banco de baterías. La energía de respaldo, almacenada en el banco de baterías, se utiliza cuando la demanda de carga no se satisface a través de los HRES. El banco de baterías aumenta su eficiencia cuando los HRES no disponen de suficiente generación de energía. El tamaño de la batería varía según el límite superior de la Profundidad de Descarga (DOD), el calor y la vida útil. En los HRES, la batería se encarga de almacenar energía y equilibrar la energía entre el suministro y la demanda de carga. La potencia de entrada de la batería puede ser positiva o negativa debido al proceso de carga y descarga. El estado de carga se evalúa con respecto a la productividad y el consumo de tiempo como se presenta en la ecuación (11).

$$P_{pv}^T + P_{WIND}^T + P_{BIO}^T = P_{DEMAND}^T \quad (11)$$

Donde:

- P_{pv}^T → Energía generada por cada instalación fotovoltaica
- P_{WIND}^T → Energía generada por cada turbina eólica.
- P_{BIO}^T → Potencia generada por cada planta de biomasa.
- P_{DEMAND}^T → Potencia demandada por el sistema.

Para que la capacidad de la batería sea estable y no cambie se emplea la ecuación (12).

$$P_{pv}^T + P_{WIND}^T + P_{BIO}^T > P_{DEMAND}^T \quad (12)$$

Cuando la potencia híbrida del sistema es mayor que la demanda de carga, la batería se estará cargando. La cantidad de carga de la batería en el instante (t) se calcula mediante la ecuación (13).

$$E_{battery}^T + E_{battery}^{T-1} \cdot (1 - \tau) + \left[(P_{pv}^T + P_{WIND}^T + P_{BIO}^T) - \frac{P_1^T}{n_{inverter}} \right] n_{bc} \quad (13)$$

Donde:

- $E_{battery}^T$ → Cantidad de carga de la batería
- T → Tiempo de carga del banco de baterías.
- P_1^T → Demanda de energía en una hora en particular.
- n_{bc} → Eficiencia de carga del banco de baterías.
- $n_{inverter}$ → Eficiencia del inversor
- τ → Tasa de auto descarga por hora

$$P_{pv}^T + P_{WIND}^T + P_{BIO}^T < P_{DEMAND}^T \quad (14)$$

Cuando la potencia híbrida del sistema es menor que la demanda de carga, la batería se estará descargando. El banco de baterías de se configurará a una capacidad nominal, la cual será el límite de descarga.

$$E_{battery}^T + E_{battery}^{T-1} \cdot (1 - \tau) + \left[\frac{P_1^T}{n_{inverter}} - (P_{pv}^T + P_{WIND}^T + P_{BIO}^T) \right] n_{bf} \quad (15)$$

Donde:

- n_{bf} → Eficiencia de la descarga del banco de baterías.

3.1.6 DOD

Es la cantidad de carga que se extrae de una batería en el período Q_d , que se relaciona con la cantidad total de carga y se expresa en porcentaje (Ecuación 16) [61].

$$DoD = \frac{Q_d}{C} \cdot 100\% \quad (16)$$

Donde:

Q_d → Cantidad de carga consumida
 C → Cantidad máxima de carga disponible.

3.2 RD

La RD se refiere a los cambios voluntarios por parte de los consumidores finales de sus patrones habituales de uso de la electricidad, en respuesta a las señales del mercado [62]. La RD reduce la carga máxima, el costo de la electricidad y mejora la confiabilidad del sistema, además, permite a los consumidores de electricidad participar en el equilibrio de carga de energía [63]. Los electrodomésticos controlables en edificios que contribuyen a la RD, incluyendo edificios comerciales, son: sistemas de calefacción (por ejemplo, ventilación y aire acondicionado), sistemas HVAC, electrodomésticos (por ejemplo: Lavavajillas, secadoras y congeladores), almacenamiento de energía (por ejemplo, Baterías de vehículos eléctricos, bombas de calor y refrigeración) y procesos industriales (por ejemplo, prensa de rodillos) [48].

3.3 Programas RD

Hay dos tipos de programas de recuperación ante desastres: RD explícita e implícita. Estos se activan en diferentes momentos y tienen diferentes propósitos en los mercados. Los consumidores pueden participar en ambos programas, y suelen recibir una factura más baja al participar en un programa de precios dinámicos (RD implícita), mientras que,

reciben un pago directo por participar en un programa de RD explícita [64].

La RD explícita, también llamada programa de RD basada en incentivos, se divide en tradicional (Control directo de carga, precios interrumpibles) y basada en el mercado (Programas de RD de emergencia, programas de mercado de capacidad, programas de licitación por demanda y servicios auxiliares) [48].

La RD implícita, a veces denominada programa de RD basada en precios, se refiere al programa voluntario en el que los consumidores están expuestos a precios de electricidad o tarifas de red que varían en el tiempo, por ejemplo, una tarifa de día / noche [65]. Los programas basados en precios dependen del costo de producción de la electricidad en diferentes momentos, además, de las preferencias y limitaciones de los propios consumidores. En algunos países nórdicos, los clientes tienen la oportunidad de participar en programas basados en precios, por ejemplo, Tiempo de Uso (TOU), precios máximos críticos y precios en tiempo real [48].

Los actores en los mercados de RD incluyen: productores, operadores de red (Operadores de sistemas de transmisión (TSO), Operaciones de Sistemas de Distribución (DSO)), minoristas, agregadores, Respuesta de Equilibrio (BRP), formuladores de políticas y consumidores (propietarios y ocupantes de edificios). Además, aparecen nuevos actores (por ejemplo, agregadores) y nuevos roles (por ejemplo, servicio de agregación de minoristas) en el mercado de energía. Las principales relaciones entre los actores del mercado de RD se muestran en la Tabla 1.

La potencia gestionada por medio del RD debe estar dentro de los límites expresados en la ecuación (16) [66].

$$0 \leq P_{RD}(t) \leq P(t)_{max}^{RD} \quad (16)$$

Donde:

P_{RD} → Potencia de RD
 $P(t)_{max}^{RD}$ → Potencia máxima de RD.

Tabla 1. Principales actores del mercado de RD [49].

Actores	Ofertas	Usuarios
Agregador	Pago por pérdida de energía BRP	BRP
	Acceso al mercado	Consumidor
	Incentivos RD	Operador del sistema de transmisión (TSO)
	Servicios Auxiliares Tarifa	Operación del sistema de distribución (DSO)
Proveedor / minorista	Servicio de equilibrio de red Tarifa	Consumidores
	Paquete de incentivos y contratos para el programa RD implícito	
Regulador	Incentivos RD Regulaciones RD	Todos los actores
	Conocimiento de manejo de RD	
	Perfil de demanda	Agregador
Consumidor	Control directo	Proveedor / minorista
	Los grandes consumidores pueden proporcionar directamente flexibilidad energética al mercado de RD	Mercado de RD

3.4 Mercado minorista de electricidad

El objetivo del mercado eléctrico minorista es permitir la venta de energía, por parte de los minoristas, a los mercados mayoristas de energía. En este contexto, el mercado minorista se regula por las empresas eléctricas, estas imponen tarifas poco atractivas para los productores minoristas de electricidad, debido a que el costo de

inversión para producir energías renovables es elevado.

En los últimos años, se ha promovido la liberalización de los mercados minoristas de electricidad, esto ha tenido un gran impacto en los mercados mayoristas, pues existe una mayor producción de generación distribuida por parte de los minoristas. El efecto de pasar a un mercado minorista de electricidad competitivo dio lugar a precios más bajos de electricidad en los estados con una alta participación de clientes y precios más altos, en los estados con poca participación de usuarios. Así mismo, la eficiencia del mercado eléctrico minorista aumenta, debido a que, el costo marginal para los minoristas disminuye. Por otro lado, los precios bajos impulsan a la inclusión de un número mayor de unidades de generación y por consecuencia nuevos programas para la red de distribución, estos son: RD y GD [67].

Existen programas de RD que se emplean para reducir la demanda de los usuarios, estos son: RD basado en precios y RD basada en incentivos. En el primer programa, los clientes negocian precios con la empresa distribuidora, con el fin de controlar sus consumos. En el segundo programa, los usuarios permiten que el distribuidor controle sus cargas según le convenga, a cambio de retribuciones financieras

Los actuales programas de RD basados en precios, en la mayoría de los mercados minoristas, incluyen precios por Tiempo de Uso (TOU), Precios en Tiempo Real (RTP), Precios Máximos Críticos (CPP) y Precios de Bloque Creciente (IBC). Los actuales programas de RD basados en incentivos incluyen: Control Directo de Carga (DLC), RD de Emergencia (EDR) y Recompensa de Demanda (DB)[68]. A continuación se describen los programas de RD basado en precios [67].

TOU: corresponde a tarifas que dependen de algunos factores como: días de la semana, temporada y hora. Estas tarifas se socializan

con los usuarios finales, debido a que estos pueden ajustar su consumo.

RTP: Las tarifas minoristas reflejan los cambios de precios del mercado mayorista en RT a cada hora o media hora. Algunos programas RTP simplemente transfieren los precios del mercado mayorista por hora sin margen, mientras que otros programas definen una tarifa minorista basada en las variaciones de precios del mercado mayorista.

CPP: Las tarifas minoristas aumentan significativamente durante momentos de eventos críticos, por ejemplo, períodos de precios de mercado mayoristas extremadamente altos y condiciones de emergencia del sistema eléctrico.

IBC: es una tarifa que depende del nivel de consumo de los usuarios finales y el grupo al que este pertenece.

A continuación se describen los programas de RD basado en incentivos [67].

DLC: Los operadores de la red controlan de forma remota las cargas de los clientes durante los períodos en donde los precios de la electricidad son altos o cuando la fiabilidad de la red se ve amenazada.

EDR: Los programas EDR generalmente ofrecen reembolsos u otros incentivos a los clientes minoristas para reducir la carga durante eventos críticos. Las tarifas minoristas generalmente no se modifican.

DB: Los grandes clientes minoristas ofrecen reducción de carga a un precio que están dispuestos a reducir.

3.5 Administración de microrred de energía

Los minoristas pueden adquirir energía eléctrica en el mercado eléctrico mayorista a través de dos recursos diferentes: el primero son los mercados mayoristas y el segundo son los contratos mayoristas [68].

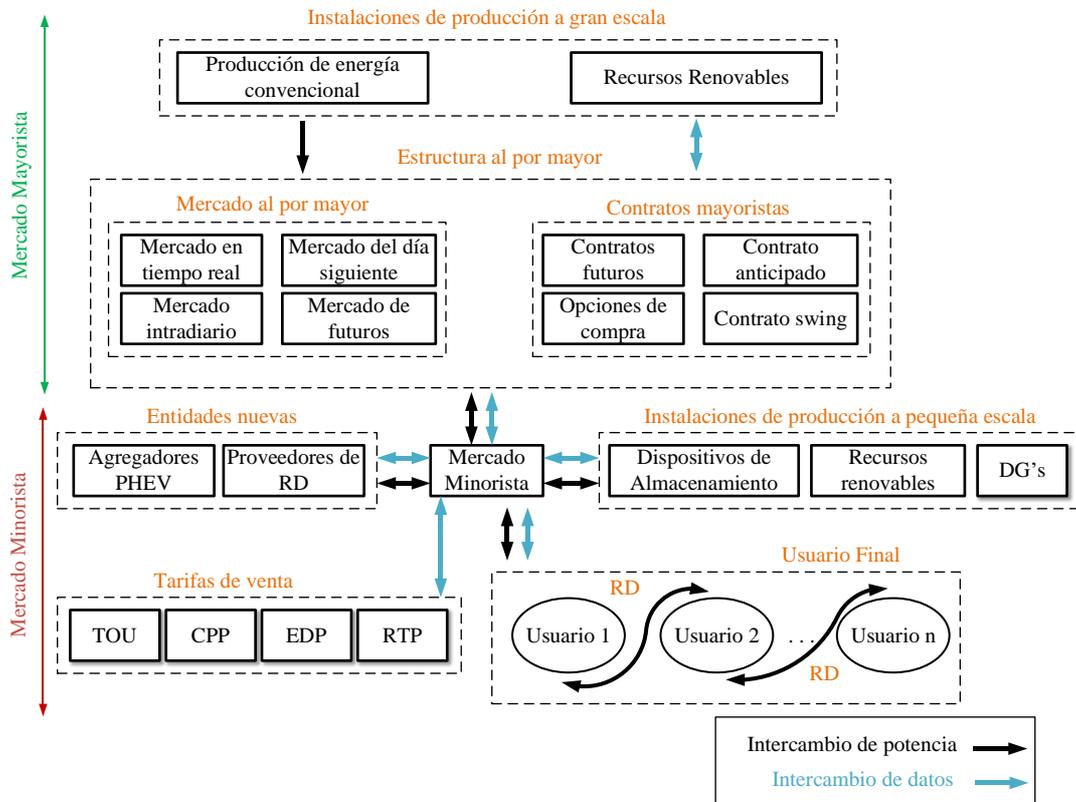


Figura 2. Estructura del Mercado Eléctrico Minorista [69].

El mercado mayorista, el mercado diario (DAM), el mercado en tiempo real (RTM), el mercado de reserva (RM) y el mercado intradiario (IDM) son los mercados más utilizados por los minoristas para comprar su energía obligada [22]. Las instalaciones de producción de energía a gran escala participan en el mercado de venta al por mayor, sin embargo, algunos minoristas prefieren adquirir parte de su energía eléctrica a través de contratos bilaterales firmados con generadores de energía a pequeña escala.

Por otro lado, algunos minoristas prefieren adquirir su energía obligada a unidades de producción de energías deterministas, por ejemplo, motores de gas o diésel. Esto les permite protegerse contra las incertidumbres asociadas con el precio de la electricidad y el consumo de los clientes [68].

La RD se define como los cambios en el uso de la electricidad por parte de los clientes finales y sus patrones de consumo normales, en respuesta a cambios en el precio de la electricidad a lo largo del tiempo, o a los pagos de incentivos diseñados para inducir a un menor uso de electricidad, cuando el precio de la energía en el mercado mayorista es alto, o cuando está en peligro la fiabilidad del sistema [68], [69].

Cuando se trata de los programas de RD basados en precios, la RD se implementa a través de tarifas de servicios públicos aprobadas o acuerdos contractuales en los mercados eléctricos, según los cuales el precio de la energía eléctrica varía con el tiempo para alentar a los clientes al ajuste de sus patrones de consumo [67].

Con respecto al mercado minorista, los agregadores de PHEV pueden coordinar los programas de carga y descarga para reducir el costo de adquisición de los minoristas en el mercado competitivo de electricidad [70].

4. Formulación del problema

El problema que representa la gestión de una VPP se debe a la complejidad asociada a la

toma de decisiones, a causa de las características técnico-económicas que representan las unidades que componen el VPP, así como las externalidades impuestas por la red. Además, se debe considerar las incertidumbres que representa el mercado como: los niveles de producción estocásticos de energía renovable y los precios.

El problema de gestión de una VPP es la toma de decisiones con incertidumbre, estas tienen repercusión en la utilidad del VPP, así como en la operación técnica de las diferentes unidades. Por lo cual, es necesario un enfoque de programación estocástica, en donde la VPP tiene como objetivo maximizar el beneficio esperado, mientras que se reducen las emisiones de CO₂.

Por otro lado, los mercados de energía en los que la VPP podrá comercializar su energía son: DA y RT. En primera instancia se determina las decisiones de programación del mercado de energía DA, en segunda instancia el VPP programa sus decisiones de despacho en el mercado RT para cada período de tiempo. Por último, se despacha las unidades considerando las propiedades técnico-económicas y la programación previa.

Para lograr la gestión de la VPP es necesario abordar, el flujo de información de los mercados DA y RT para la toma de decisiones, el modelo de gestión multiobjetivo de la VPP y el caso de estudio, los cuales se describen a continuación.

4.1 Flujo de decisiones

El Sistema de Gestión de Energía (EMS) toma decisiones para participar en los mercados eléctricos en dos etapas, como lo son las decisiones de programación en los mercados de energía DA y RT.

En la primera etapa el EMS decide las estrategias de oferta y licitación del VPP en el mercado de energía, estas decisiones se recolectan con un día de anticipación y para todos los períodos del día siguiente. Una vez despachado el mercado DA, se informa al

EMS sobre los horarios del VPP, así como los precios en el mercado de energía. La VPP se gestiona en base a la información recopilada por los mercados de energía, por lo que, se realiza una secuencia de 5 aspectos clave (Figura 3):

1. El EMS conoce los horarios y precios en el mercado de energía DA para el día actual D. También, se conocen los horarios del VPP, así como los precios en el mercado de energía RT para los períodos de tiempo anteriores al día actual.
2. El despacho de las unidades de la VPP, para el día siguiente, se realiza en base a la información disponible en el EMS
3. El EMS evalúa los datos inciertos relacionados con los niveles de producción estocástica renovable disponible y los precios en los mercados de energía para todos los períodos del día siguiente.
4. El EMS recibe las estrategias de oferta y licitación del VPP en el mercado de energía DA para el período D+1 y envía las decisiones al operador del mercado.
5. El precio que adopta el mercado DA, para un período adelantado de un día, se almacena en el EMS, así como sus horarios.

En la segunda fase el EMS muestra las elecciones de oferta y licitación, de manera periódica, en el mercado de energía de RT. Una vez que este se liquida en cada período de tiempo, el EMS obtiene la energía programada y el costo. Esto sirve para el despacho de las unidades de la VPP. Estas elecciones de despacho integran el grado de cargas de energía, el estado de compromiso y la producción de energía de las centrales eléctricas convencionales, la energía producida y transferida a las unidades de almacenamiento y la energía producida por las instalaciones de producción renovable estocástica.

La elección y el flujo de información para la programación de la VPP en el mercado de energía RT se resumen en 8 pasos:

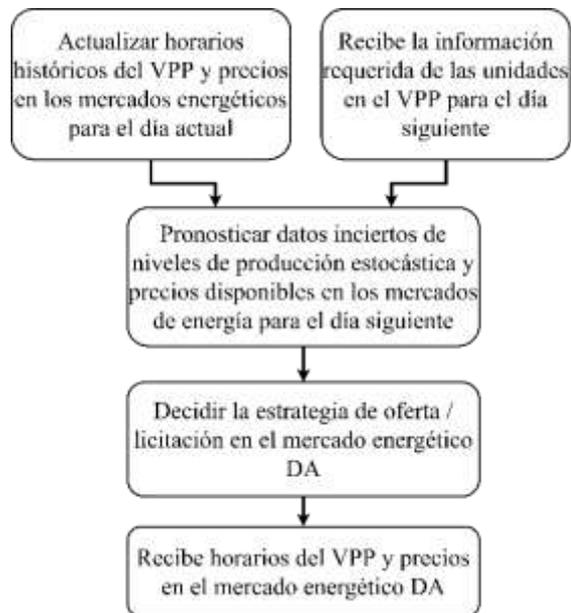


Figura 3. Flujo de información, mercado DA.

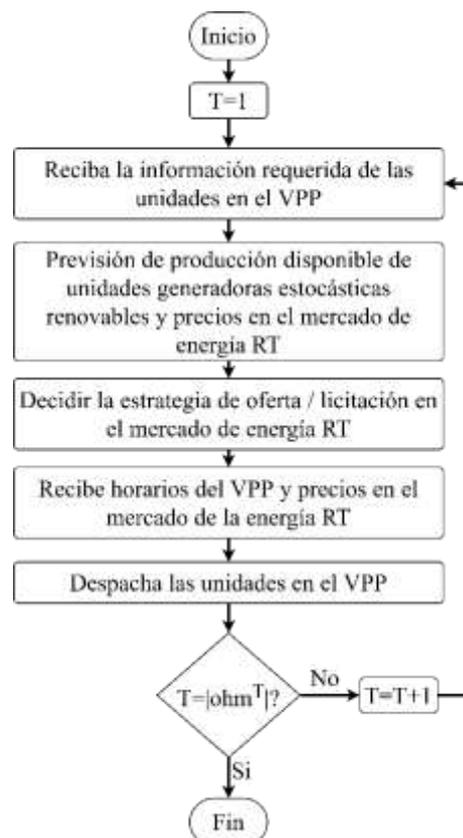


Figura 4. Flujo de información, mercado RT

1. El EMS conoce los horarios de la VPP y los costos en los mercados energéticos liquidados en períodos anteriores.
2. Configuración del período $\tau = 1$.
3. La información referente a las unidades disponibles y despachas en el período τ se almacena en la EMS.
4. El EMS evalúa los datos inciertos involucrados con los niveles de producción estocástica renovable disponible y los costos en el mercado de energía RT para los períodos de tiempo restantes del día actual. Se considera que el EMS conoce el nivel de producción de energía disponible de las unidades generadoras renovables estocásticas en el período de tiempo τ .
5. El EMS muestra las decisiones de oferta y licitación en el mercado de energía RT para el período de tiempo τ .
6. Se informa al EMS sobre los horarios del VPP y el precio en el mercado de energía RT para el período de tiempo τ .
7. Las unidades de la VPP se despachan en base a la información de la EMS en el período τ .
8. Se actualiza el período $\tau = \tau + 1$. Si $\tau = |\Omega^T|$? Se regresa al paso 3, caso contrario, el período actual termina.

4.2 Gestión multiobjetivo de la VPP

El modelo de programación estocástica para el despacho de unidades de la VPP, así como su participación en los mercados de energía DA y RT se presenta a continuación.

Tabla 2. Índices

Nomenclatura	
C	Plantas de energía convencional.
d	Demandas
ℓ	Líneas de la red
n	Nodos de la red
r	Unidades generadoras estocásticas renovables
$r(\ell)$	Nodo receptor de la línea de red ℓ
s	Unidades de almacenamiento
$s(\ell)$	Nodo del extremo de envío de la línea de red ℓ .

t	Períodos de tiempo
V	Iteraciones del algoritmo
ω	Escenarios

Tabla 3. Sets

Nomenclatura	
Ω^C	Plantas de energía convencional
Ω_n^C	Plantas de energía convencional ubicadas en el nodo n
Ω^D	Demandas
Ω_n^D	Demandas ubicadas en el nodo n .
Ω^L	Líneas de red
Ω^M	Barras del sistema, que se conectan a la red
Ω^N	Nodos de la red
Ω^R	Unidades generadoras estocásticas renovables
Ω_n^R	Unidades generadoras estocásticas renovables ubicadas en el nodo n
Ω^S	Unidades de almacenamiento
Ω_n^S	Dispositivos de almacenamiento, que se colocan en la barra n .
Ω^T	Etapas
Π^{DA}	Realizaciones de escenarios de parámetros inciertos que enfrenta el VPP a la hora de determinar las decisiones de programación en el mercado energético DA.

Tabla 4. Parámetros

Nomenclatura	
B_ℓ	Susceptancia de la línea ℓ [S].
$C_c^{C,F}$	Costo en línea de la planta de energía convencional c [\$/h].
$C_c^{C,V}$	Costo variable de la central eléctrica convencional c [\$/MWh].
\underline{E}_d^D	Consumo mínimo de energía de la demanda d a lo largo del horizonte de planificación [MWh].
E_{st}^S	Límite inferior de la energía almacenada en unidades de almacenamiento en el período de tiempo t [MWh].
\overline{E}_{st}^S	Límite superior de la energía almacenada en unidades de almacenamiento en el período de tiempo t [MWh].
\underline{P}_c^C	Producción mínima de energía de la central eléctrica convencional c [MW].
\overline{P}_c^C	Producción máxima de energía de la central eléctrica convencional c [MW].
\underline{P}_{dt}^D	Límite inferior del consumo de energía de la demanda d en el período de tiempo t [MW].
\overline{P}_{dt}^D	Límite superior del consumo de energía de la demanda d en el período de tiempo t [MW].

$\overline{P_s^{S,C}}$	Capacidad de carga de las unidades de almacenamiento [MW].
$\overline{P_s^{S,D}}$	Capacidad de descarga de unidades de almacenamiento [MW].
$\overline{P^V}$	Capacidad de potencia de los activos de consumo en el VPP [MW].
$\overline{P^G}$	Capacidad de potencia de los activos de generación en la VPP [MW].
$R_c^{C,D}$	Límite de rampa descendente de la central eléctrica convencional c [MW / h].
$R_c^{C,U}$	Límite de aumento ascendente de la central eléctrica convencional c [MW / h].
$R_d^{D,D}$	Descenso del límite de demanda d [MW / h].
$R_d^{D,U}$	Límite ascendente de demanda d [MW / h].
U_{dt}^D	Utilidad de la demanda d adquirida del consumo de energía en el período de tiempo t [\$/ MWh].
β	Parámetro de ponderación para modelar la compensación entre la ganancia esperada y el CVaR
Δt	Duración de los períodos de tiempo [h].
$\eta_s^{S,C}$	Eficiencia de carga de la unidad de almacenamiento s [%].
$\eta_s^{S,D}$	Eficiencia de descarga de la unidad de almacenamiento s [%].

Tabla 5. Variables

Nomenclatura	
e_{st}^S	Energía almacenada en unidades de almacenamiento en el período de tiempo t [MWh].
P_{ct}^C	Generación de energía de la central eléctrica convencional c en el período de tiempo t [MW].
P_{dt}^D	Consumo de energía de la demanda d en el período de tiempo t [MW].
P_t^{DA}	Energía negociada en el mercado de energía DA en el período de tiempo t [MW].
$P_{\ell t}^L$	Flujo de potencia a través de la línea en el período de tiempo t [MW].
P_{nt}^M	Energía programada para ser comprada / vendida a (si es negativa / positiva) los mercados de energía DA y RT en el nodo n y en el período de tiempo t [MW].
$P_{rt\omega}^{R,A}$	Nivel de producción disponible de la unidad generadora de energía renovable estocástica r en el período de tiempo t [MW].
P_t^{RT}	Energía negociada en el mercado de energía RT en el período de tiempo t [MW].

$P_{st}^{S,C}$	Nivel de potencia de carga de la unidad de almacenamiento s en el período de tiempo t [MW].
$P_{st}^{S,D}$	Nivel de potencia de descarga de la unidad de almacenamiento s en el período de tiempo t [MW].
μ	Variable auxiliar utilizada para linealizar la métrica CVaR [\$/].
ρ	Medida de valor de riesgo [\$/].
ζ	Beneficio total obtenido por el VPP a lo largo del horizonte de planificación [\$/].

El modelo de gestión con aversión al riesgo en el mercado de energía DA se presenta a continuación.

$$\max_{\Phi}^T DA, S \quad \sum_{\omega \in \Pi^{DA}} \pi_{\omega} \zeta_{\omega} + \beta \left[\rho - \frac{1}{1-\alpha} \sum_{\omega \in \Pi^{DA}} \pi_{\omega} \zeta_{\omega} \right] \quad (17)$$

$$\min_{\Phi}^T \sum_{c \in \Omega_n^C} P_{ct\omega}^C \quad \forall n \in \Omega^M, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (18)$$

$$\zeta_{\omega} = \sum_{t \in \Omega^T} \left[\lambda_{t\omega}^{DA} P_t^{DA} \Delta t + \sum_{d \in \Omega^D} U_{dt}^D P_{dt\omega}^D \Delta t - \sum_{c \in \Omega^C} (C_c^{C,F} u_{ct}^C + C_c^{C,V} P_{ct\omega}^C \Delta t) \right], \quad \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (19)$$

$$-\zeta_{\omega} + \rho - \mu_{\omega} \leq 0, \quad \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (20)$$

$$0 \leq \mu_{\omega}, \quad \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (21)$$

$$\sum_{c \in \Omega_n^C} P_{ct\omega}^C + \sum_{r \in \Omega_n^R} P_{rt\omega}^R + \quad (22)$$

$$\sum_{s \in \Omega_n^S} (P_{st\omega}^{S,D} - P_{st\omega}^{S,C}) \quad -\pi \leq \delta_{nt\omega} \leq \pi, \quad \forall n \in \Omega^N \setminus n:ref., \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} & - \sum_{\ell | s(\ell)=n} P_{\ell t\omega}^L \\ & + \sum_{\ell | r(\ell)=n} P_{\ell t\omega}^L \\ = & P_{nt\omega}^M + \sum_{d \in \Omega_n^D} P_{dt\omega}^D, \quad \forall n \in \Omega^M, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \end{aligned} \quad \begin{aligned} & \underline{P}_t^V \leq P_t^{DA} \leq \overline{P}^V, \quad \forall t \in \Omega^T \quad (29) \\ & \underline{P}_t^V \leq P_t^{DA} + P_{t\omega}^{RT} \leq \overline{P}^V, \quad \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \quad (30) \\ & -\overline{P}_n^M \leq P_{nt\omega}^M \leq \overline{P}_n^M, \quad \forall n \in \Omega^M, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (31) \end{aligned}$$

$$\sum_{c \in \Omega_n^C} P_{ct\omega}^C + \sum_{r \in \Omega_n^R} P_{rt\omega}^R \quad \sum_{t \in \Omega^T} P_{dt\omega}^D \Delta t \geq \underline{E}_d^D, \quad \forall d \in \Omega^D, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (32)$$

$$+ \sum_{s \in \Omega_n^S} (P_{st\omega}^{S,D} - P_{st\omega}^{S,C}) \quad \underline{P}_{dt}^D \leq P_{dt\omega}^D \leq \overline{P}_{dt}^D, \quad \forall d \in \Omega^D, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} & - \sum_{\ell | s(\ell)=n} P_{\ell t\omega}^L \\ & + \sum_{\ell | r(\ell)=n} P_{\ell t\omega}^L \end{aligned} \quad (23) \quad \begin{aligned} & -R_a^{D,D} \Delta t \leq P_{dt\omega}^D - P_{d(t-1)\omega}^D \\ & \leq R_a^{D,U} \Delta t, \quad \forall d \in \Omega^D, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (34) \end{aligned}$$

$$= \sum_{d \in \Omega_n^D} P_{dt\omega}^D, \quad \forall n \in \Omega^N \setminus n \in \Omega^M, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad \underline{P}_c^C u_{ct}^C \leq P_{ct\omega}^C \leq \overline{P}_c^C u_{ct}^C, \quad \forall c \in \Omega^C, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (35)$$

$$P_t^{DA} + P_{t\omega}^{RT} = \sum_{n \in \Omega^M} P_{nt\omega}^M, \quad \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (24) \quad -R_c^{C,D} \Delta t \leq P_{ct\omega}^C - P_{c(t-1)\omega}^C \leq R_c^{C,U} \Delta t, \quad \forall c \in \Omega^C, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (36)$$

$$P_{\ell t\omega}^L = B_\ell (\delta_{s(\ell)tw} - \delta_{r(\ell)tw}), \quad \forall \ell \in \Omega^L, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (25) \quad e_{st\omega}^S = e_{s(t-1)\omega}^S + \eta_s^{S,C} P_{st\omega}^{S,C} \Delta t - \frac{P_{st\omega}^{S,D}}{\eta_s^{S,D}} \Delta t, \quad \forall s \in \Omega^S, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (37)$$

$$-P_\ell^{-L} \leq P_{\ell t\omega}^L \leq P_\ell^{-L}, \quad \forall \ell \in \Omega^L, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (26)$$

$$\delta_{nt\omega} = 0, \quad n:ref., \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (27) \quad \underline{E}_{st}^S \leq e_{st\omega}^S \leq \overline{E}_{st}^S, \quad \forall s \in \Omega^S, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (38)$$

$$0 \leq P_{st\omega}^{S,C} \leq \overline{P_s^{S,C}}, \quad \forall s \in \Omega^S, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (39)$$

$$0 \leq P_{st\omega}^{S,D} \leq \overline{P_s^{S,D}}, \quad \forall s \in \Omega^S, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (40)$$

$$0 \leq P_{rt\omega}^R \leq \overline{P_{rt\omega}^{R,A}}, \quad \forall r \in \Omega^R, \forall t \in \Omega^T, \forall \omega \in \Pi^{DA} \quad (41)$$

La función objetivo (17) incluye dos términos:

$\sum_{\omega \in \Pi^{DA}} \pi_{\omega} \zeta_{\omega}$	<p>Representa la utilidad esperada lograda por el VPP</p>
$-\frac{\rho}{1-\alpha} \sum_{\omega \in \Pi^{DA}} \pi_{\omega} \zeta_{\omega}$	<p>Es el factor CVaR</p>

La variable CVaR se multiplica por el parámetro no negativo β , lo que permite que el VPP modele la compensación entre el beneficio esperado y el CVaR. En contraste, el mayor beneficio se obtiene cuando $\beta = 0$, pues el riesgo de las decisiones de programación tiene una menor repercusión en el despacho. Sin embargo, para valores incrementales de β , el beneficio disminuye porque el riesgo de las decisiones de programación posee una mayor repercusión.

La función objetivo (18) minimiza la generación de energía de la central eléctrica convencional c en el período de tiempo t y por consecuencia las emisiones de CO₂.

La ecuación (19) define la utilidad para cada escenario. Las restricciones (20) - (21) permiten incorporar la métrica CVaR en el modelo como un conjunto de expresiones lineales.

Las restricciones (22) - (41) definen la región operativa factible del VPP para la realización de cada escenario. El balance de energía entre el consumo y generación se describe mediante la Ecuación (21). De manera similar, la restricción (23) establece el equilibrio de energía en los nodos de red restantes. La ecuación (24) define la energía total comercializada en los mercados de energía DA y RT como la suma de la inyección de energía hacia y desde los nodos conectados a la red principal. La restricción (25) considera el flujo de energía a través de las líneas de la red limitado por su capacidad (26). La restricción (27) fija a cero el ángulo de voltaje en el nodo de referencia, mientras que los ángulos de voltaje en los demás nodos están limitados por (28). El límite de la energía comercializada en los mercados DA y RT se restringe con las Ecuaciones (29) y (30). Esto depende de las capacidades de las unidades que conforman de la VPP.

La restricción (31) impone límites a la inyección de energía en los nodos conectados a la red principal. Las restricciones (32), (33) y (34) establecen las limitaciones técnicas de las demandas, incluido el consumo mínimo de energía durante el horizonte de planificación, la carga de potencia y las limitaciones de rampa, respectivamente. Las rampas de bajada y subida de las centrales eléctricas convencionales se describen mediante las Ecuaciones (35) y (36).

La restricción (37) establece el balance energético en las unidades de almacenamiento delimitado por las capacidades energéticas y denotado en la restricción (38). Las restricciones (39) y (40) limitan los niveles de potencia de carga y descarga de las unidades de almacenamiento, respectivamente. La producción de energía renovable está limitada por su capacidad de generación (Ecuación 40).

Por otro lado, el pseudocódigo para la gestión multiobjetivo y participación de la VPP en los mercados de energía se presenta a continuación.

Algoritmo 1. Programación estocástica para el despacho de una VPP que participa en los mercados de energía

- Paso 1: Parametrizar datos de cargas
Consumo mínimo de energía (ED_min)
Carga de potencia máxima (PD_max)
Carga de potencia mínima (PD_min)
Utilidad (Utility)
Límite de rampa de bajada (RD_up)
Límite de rampa de subida (RD_do)
Caga de potencia inicial (PDO)
- Paso 2: Parametrizar datos de planta convencional.
Límite máximo de producción (PG_max) Límite mínimo de producción (PG_min).
Límite de rampa superior (RG_up).
Límite de rampa inferior (RG_do).
Costo fijo (CF).
Costo Variable (CG).
Potencia inicial (PG0).
Estado inicial de despacho (V0).
- Paso 3: Parametrizar datos de unidades de almacenamiento
Máxima capacidad (ES_max)
Mínima capacidad (ES_min)
Máxima potencia de producción (PS_p)
Máxima potencia de transferencia (PS_n)
Energía inicial (ES0)
- Paso 4: Parametrizar datos de la red
Capacitancia de líneas (PL_max)
Susceptancia de líneas (BL)
- Paso 5: Parametrizar datos de escenarios
Precios del mercado RT (lambda_RT)
Precios del mercado DA (lambda_DA)
- Paso 6: Formular la función objetivo
Hacer para todo ω
$$\pi_\omega \zeta_\omega + \beta \left[\rho - \frac{1}{1-\alpha} \pi_\omega \zeta_\omega \right]$$
- Paso 7: Calcular los beneficios
Hacer para todo t, d, c
$$\lambda_{t\omega}^{DA} P_t^{DA} \Delta_t + U_{dt}^D P_{dt\omega}^D \Delta_t - (C_c^{C,F} u_{ct}^C + C_c^{C,V} P_{ct\omega}^C \Delta_t)$$
- Paso 8: Calcular la métrica condicional de riesgo.
Hacer para todo ω
$$-\zeta_\omega + \rho - \mu_\omega \leq 0$$
- Paso 9: Calcular las restricciones de equilibrio.
Hacer para todo c
$$sum = sum + P_{ct\omega}^C$$
- Hacer para todo r
$$sum1 = sum1 + P_{rt\omega}^R$$

Hacer para todo s
$$sum2 = sum2 + (P_{st\omega}^{S,D} - P_{st\omega}^{S,C})$$

Hacer para todo ℓ
$$sum3 = sum3 + P_{\ell t\omega}^L$$

Hacer para todo d
$$sum4 = sum4 + P_{dt\omega}^D$$

$$sum + sum1 + sum2 - sum3 = P_{nt\omega}^M + sum4$$
- Paso 10: Calcular la energía negociada en los mercados RT y DA.
Hacer para todo t
$$P_t^{DA} + P_{t\omega}^{RT} = \sum_{n \in \Omega^M} P_{nt\omega}^M$$
- Paso 11: Calcular el flujo de energía a través de las líneas
Hacer para todo ℓ
$$P_{\ell t\omega}^L = B_\ell (\delta_{s(\ell)t\omega} - \delta_{r(\ell)t\omega})$$
- Paso 12: Determinar los límites del flujo de energía.
Hacer para todo ℓ
$$-P_\ell^{-L} \leq P_{\ell t\omega}^L \leq P_\ell^{-L}$$
- Paso 13: Determinar el ángulo de referencia.
Hacer para todo t
$$\delta_{nt\omega} = 0$$
- Paso 14: Determinar los límites del ángulo de voltaje.
Hacer para todo t
$$-\pi \leq \delta_{nt\omega} \leq \pi$$
- Paso 15: Determinar los límites de energía negociada en los mercados RT y DA.
Hacer para todo t
$$\underline{P}^V \leq P_t^{DA} \leq \overline{P}^V$$

$$\underline{P}^V \leq P_t^{DA} + P_{t\omega}^{RT} \leq \overline{P}^V$$
- Paso 16: Determinar los límites de energía del mercado.
Hacer para todo n, t, ω
$$-\overline{P}_n^M \leq P_{nt\omega}^M \leq \overline{P}_n^M$$
- Paso 17: Asignar el mínimo consumo a las cargas.
Hacer para todo d, ω
$$\sum_{t \in \Omega^T} P_{dt\omega}^D \Delta t$$
- Paso 18: Establecer el límite de consumo de energía para las cargas.
Hacer para todo d, t, ω
$$\underline{P}_{dt}^D \leq P_{dt\omega}^D \leq \overline{P}_{dt}^D$$
- Paso 19: Establecer la rampa límite para las demandas
Hacer para todo d, t, ω
$$-R_d^{D,D} \Delta t \leq P_{dt\omega}^D - P_{d(t-1)\omega}^D \leq R_d^{D,U} \Delta t$$
- Paso 20: Establecer límites de la generación convencional
Hacer para todo c, t, ω

- $\underline{P_c^C} u_{ct}^C \leq P_{ct\omega}^C \leq \overline{P_c^C} u_{ct}^C$
- Paso 21: Establecer la rampa límite para la generación convencional.
 Hacer para todo c, t, ω
 $-R_c^{C,D} \Delta t \leq P_{ct\omega}^C - P_{c(t-1)\omega}^C \leq R_c^{C,U} \Delta t$
- Paso 22: Determinar la evolución de energía de la unidad de almacenamiento
 Hacer para todo s, t, ω
 $e_{st\omega}^S = e_{s(t-1)\omega}^S + \eta_s^{S,C} P_{st\omega}^{S,C} \Delta t - \frac{P_{st\omega}^{S,D}}{\eta_s^{S,D}} \Delta t$
- Paso 23: Determinar el límite de almacenamiento de energía.
 Hacer para todo s, t, ω
 $\underline{E_{st}^S} \leq e_{st\omega}^S \leq \overline{E_{st}^S}$
- Paso 24: Determinar el límite de carga y descarga de la unidad de almacenamiento.
 Hacer para todo s, t, ω
 $0 \leq P_{st\omega}^{S,C} \leq \overline{P_s^{S,C}}$
 $0 \leq P_{st\omega}^{S,D} \leq \overline{P_s^{S,D}}$
- Paso 25: Establecer el límite de producción de energía fotovoltaica.
 Hacer para todo r, t, ω
 $0 \leq P_{rt\omega}^R \leq \overline{P_{rt\omega}^{R,A}}$
- Paso 26: Resolver el problema usando un solver para MIP.
- Paso 27: Graficar resultados

4.3 Caso de estudio

El caso de estudio para comprobar la heurística propuesta consiste en una VPP que integra una planta de energía convencional (Gen), dos demandas flexibles (L1 y L2), una unidad de almacenamiento (BAT) y una unidad de generación fotovoltaica (PH), el diagrama se observa en la figura 5 y los datos de la red se presentan en la tabla 8. Además, en las Tablas 6-7-9 se detallan los parámetros técnicos y económicos de los dispositivos que conforman la VPP.

Con base en los activos de generación y consumo en la VPP, en cada período los mercados DA y RT pueden comercializar un máximo de 40-60 MW. Por otro lado, la topología que adopta la VPP.

Tabla 6. Datos de planta de energía convencional

Parámetro	Cantidad
Costo variable de producción	\$45/MWh
Costo de O&M	\$10/h
Límite máximo de producción de energía	20MW
Límite mínimo de producción de energía	0MW
Límite de rampa de subida	20MW/h
Límite de rampa de bajada	20MW/h
Estado inicial	Apagado
Producción de energía inicial	0MW

Tabla 7. Datos de demandas

Parámetro	Demanda 1	Demanda2
Consumo mínimo de energía	30 MWh	50 MWh
Carga máxima de potencia en los períodos 1,2,3	20-20-10 MW	30-30-15 MW
Carga mínima de potencia en los períodos 1,2,3	0-0-0 MW	5,5,5 MW
Utilidad en los períodos 1,2,3	40-50-40 \$/MWh	50-60-50 \$/MWh
Límite de aumento	15 MW/h	25 MW/h
Límite de decremento	15 MW/h	25 MW/h
Carga de potencia inicial	10 MW	20 MW

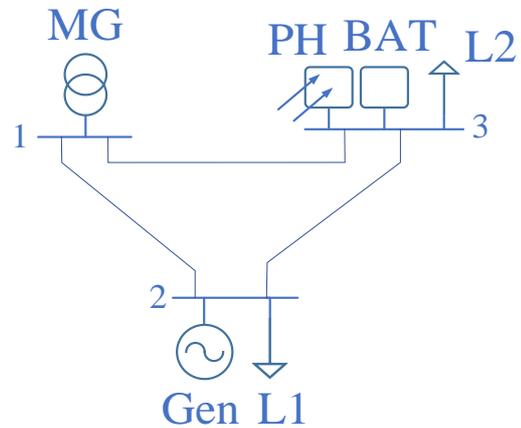


Figura 5. Sistema de prueba de tres nodos

Tabla 8. Datos del modelo de tres nodos

Línea	Desde	Hacia	Suscep.	Capacit.
1	1	2	200	50
2	1	3	200	50
3	2	3	200	50

La primera columna (Tabla 8) es el número de las líneas. La segunda y tercera columna indican los nodos del extremo de envío y de recepción de cada línea. Las columnas cuarta y quinta presentan la susceptancia y capacitancia de cada línea. Las bases que se consideran para el sistema son: 100 MVA y 10 kV.

Tabla 9. Datos de la unidad de almacenamiento

Parámetro	Cantidad
Potencia máxima de carga	10MW
Potencia máxima de descarga	10MW
Nivel máximo de energía	10MWh
Nivel mínimo de energía	5MWh
Nivel inicial de energía	5MWh
Eficiencia de carga	0.9
Eficiencia de descarga	0.9

Se propone el análisis de 4 escenarios, en cada uno se presenta información sobre los precios de los mercados de energía DA y RT. Primero, se consideran 2 escenarios de precios en el mercado de energía DA, con una probabilidad de ocurrencia de 0.4 y 0.6.

En segundo lugar, para cada escenario del mercado DA se consideran 2 escenarios de precio del mercado RT, cada uno con una probabilidad de ocurrencia de 0.4 y 0.6. Los escenarios descritos se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Datos de escenarios

Esc	λ_t^{DA} [\$/MWh]			λ_t^{RT} [\$/MWh]			Prob
	1	2	3	1	2	3	
1	20	40	30	25	50	25	$0.4 * 0.4 = 0.16$
2	20	40	30	10	45	28	$0.4 * 0.6 = 0.24$
3	30	50	40	35	60	35	$0.6 * 0.4 = 0.24$
4	30	50	40	20	55	38	$0.6 * 0.6 = 0.36$

La primera columna indica los escenarios. La segunda, tercera y cuarta columna corresponde a los precios del mercado DA en los períodos de tiempo 1, 2 y

3. Las columnas quinta, sexta y séptima muestran los precios del mercado RT durante los períodos de tiempo 1, 2 y 3. Así mismo, la probabilidad de ocurrencia de los escenarios se ubica en la última columna.

Por último, los niveles de producción disponibles de generación fotovoltaica se modelan a través de los pronósticos de un solo punto descritos en la Tabla 11.

Tabla 11. Previsión de generación fotovoltaica

Período de tiempo	Nivel de previsión [MW]
1	9
2	7
3	1

5. Análisis de resultados

El análisis se centra en la descripción de las unidades despachadas en cada escenario descrito en la formulación del problema, así como la planificación de energía en los mercados DA y RT, del mismo modo, se detalla la utilidad esperada en cada uno de estos. Además, en todos los escenarios se usó un $\beta = 0$ y un $CVaR = 0.8$.

El valor óptimo de la función objetivo es de \$ 3251.11, este corresponde a la suma de la utilidad esperada en los mercados DA y RT. En el despacho de energía del mercado DA (Tabla 12), del primer y tercer período en todos los escenarios, la VPP se comporta como un productor de energía, mientras que, en el segundo período es un consumidor.

Tabla 12. Despacho del mercado DA

Período de tiempo	Potencia despachada [MW]
1	40
2	-60
3	40

Por otro lado, en el despacho de energía del mercado RT, de todos los escenarios en el primer y tercer período, la VPP compra energía, mientras que, en el segundo período se comporta como productor de energía (Tabla 13).

Tabla 13. Despacho del mercado RT

Período de tiempo	Escenarios			
	Potencia [MW]			
	1	2	3	4
1	-86.5	-86.5	-84.0	-86.5
2	41.5	21.5	84.0	56.5
3	-64.0	-64.0	-64.0	-64.0

Los recursos de la VPP compuesta por: generación convencional, generación distribuida y almacenamiento, se despachan en cada período y escenario como se presenta en las Figuras 6,7,8 y 9.

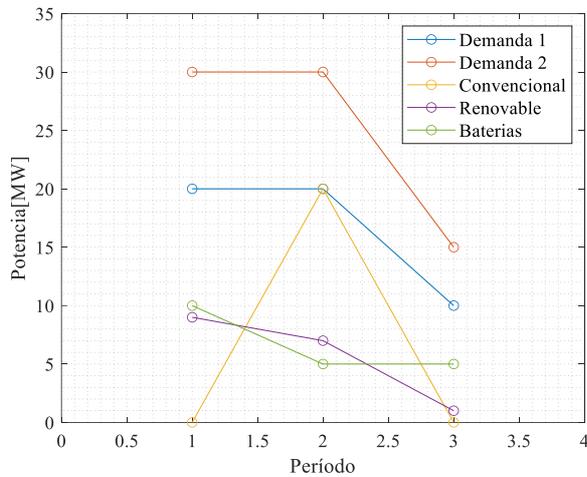


Figura 6. Decisiones de despacho VPP, escenario 1

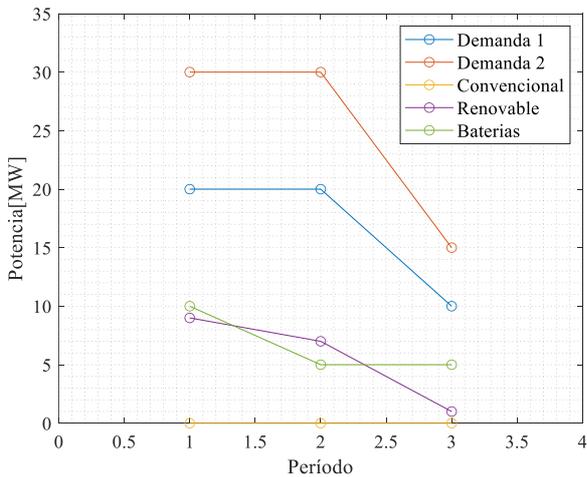


Figura 7. Decisiones de despacho VPP, escenario 2

Considerando que el objetivo es minimizar las emisiones de CO₂, en el escenario 2 (Figura 7) se logra por completo

abastecer la demanda con generación distribuida y las unidades de almacenamiento, sin la generación convencional, en consecuencia, se reduce las emisiones de CO₂. Por otro lado, en los escenarios 1, 3 y 4 la generación convencional se despacha únicamente en el período 2, mientras que en el período 1 y 3 la central convencional no produce energía.

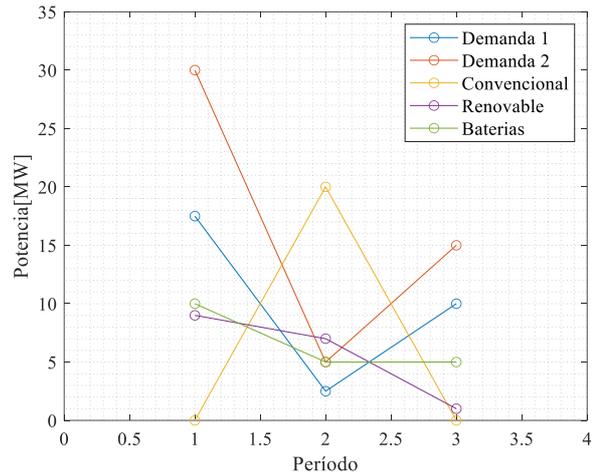


Figura 8. Decisiones de despacho VPP, escenario 3

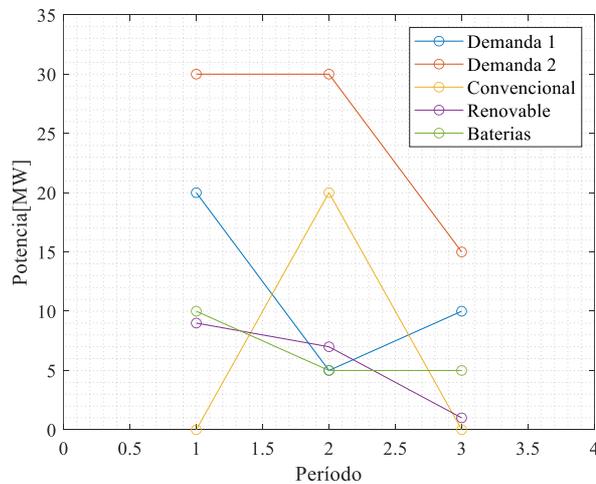


Figura 9. Decisiones de despacho VPP, escenario 4

Por último, el mayor beneficio se obtiene en el escenario 2 (Figura 10), esto coincide con las decisiones de despacho, pues corresponde al abastecimiento de la carga con las unidades de generación distribuida y almacenamiento.

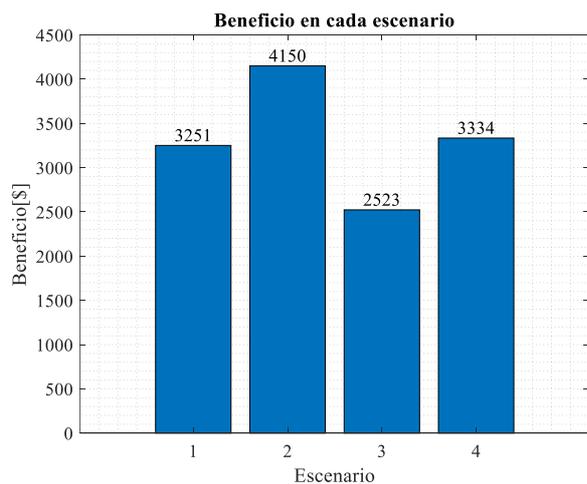


Figura 10. Beneficios por escenario.

6. Conclusiones

El mercado minorista se compone de 4 áreas importantes como: el usuario final, las entidades nuevas y las instalaciones de producción a pequeña escala. Donde, el usuario final se refiere a las estrategias de RD que pueden ser aplicadas a cada usuario, mientras que las instalaciones de producción a pequeña escala y las entidades nuevas comercializan energía con tarifas de venta definidas por los programas de incentivo de RD. Además, los minoristas pueden adquirir energía eléctrica en el mercado eléctrico mayorista a través de dos recursos diferentes: el mercado y los contratos mayoristas.

En este contexto, una VPP puede participar en varios mercados de energía, estos incluyen los DA, que toman decisiones con un día de antelación, y los RT, que se despachan minutos antes de la entrega de energía. Además, las VPP prefieren despachar la mayor parte de su energía en el mercado DA mientras que compensan las posibles desviaciones de los horarios comercializado su energía en el mercado RT.

Por otro lado, los sistemas de gestión de energía emplean dos etapas para su despacho, la primera es una estrategia de oferta y licitación para el despacho de la VPP, por lo cual, se recolectan las decisiones de todos los períodos con un día de antelación. Una vez despachada la energía en el mercado DA, este

informa sobre los horarios de disponibilidad del VPP y los precios del mercado, al EMS.

Del mismo modo, en la segunda etapa se presentan las ofertas y licitaciones para cada período en el mercado RT, en este a medida que se despachan las unidades se obtiene el precio del mercado, por consiguiente, se despachan las unidades de la VPP, estas incluyen cargas de energía, centrales convencionales, producción de energía renovable y unidades de almacenamiento.

La heurística desarrollada permite realizar las estrategias para el despacho de energía de la VPP en los mercados DA y RT, considerando las emisiones de CO₂. Además, se determina los beneficios esperados en cada uno de los períodos, con el objeto de hallar el beneficio óptimo que es la suma de los beneficios individuales.

Se planteó cuatro escenarios, cada uno con diferente probabilidad de ocurrencia, sin embargo, el parámetro de ponderación (β) para modelar la ganancia esperada y el *CVaR* se mantuvo constante.

Con estas premisas se obtuvo un valor óptimo de despacho de \$ 3251.11, esto corresponde al comportamiento de la VPP, en el mercado DA, como generador de energía en el primer y tercer período, mientras que en el segundo la VPP consume energía del mercado RT. Por otra parte, en el mercado RT sucede lo contrario, pues solo en el segundo período la VPP se comporta como productor de energía para comercializarla en el mercado RT, mientras que en los períodos 1 y 3 se adquiere energía del mercado DA.

En contraste con lo anterior se tiene que el escenario que proporciona el mayor beneficio es el segundo, en este se despachan la energía distribuida y las unidades de almacenamiento, sin considerar la energía convencional, en consecuencia, se reducen las emisiones de CO₂ debido a los costos asociados a la liberación de estas en los mercados.

7. Trabajos Futuros

El modelo propuesto en esta investigación describe una heurística para el despacho de las VPP en los mercados DA y RT considerando las incertidumbres mediante un conjunto de escenarios correspondientes a una probabilidad y restricciones de CO₂, no obstante, esto deja en evidencia varias limitantes o desventajas, por ejemplo, para la generación de escenarios se necesita la función de distribución de probabilidad de parámetros inciertos, la cual no siempre está disponible, del mismo modo, debe existir una gran cantidad de escenarios para representar de manera acertada las incertidumbres.

Por lo anterior se propone, como trabajo futuro, una perspectiva de optimización robusta considerando el peor escenario de incertidumbre. En este enfoque se empleará límites de confianza para suplir a los conjuntos de incertidumbre, del mismo modo, se reduciría el costo computacional lo que será de gran utilidad para la toma de decisiones en procesos de tiempo limitado, por ejemplo, el mercado RT.

8. Referencias

- [1] A. Aldegheishem, R. Bukhsh, N. Alrajeh, and N. Javaid, "FaaVPP: Fog as a virtual power plant service for community energy management," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 105, pp. 675–683, 2020, doi: 10.1016/j.future.2019.12.029.
- [2] Z. Liu *et al.*, "Optimal dispatch of a virtual power plant considering demand response and carbon trading," *Energies*, vol. 11, no. 6, p. 121693718, 2018, doi: 10.3390/en11061488.
- [3] M. Cerrato and G. S. Miguel, "Life cycle sustainability assessment of the Spanish electricity: Past, present and future projections," *Energies*, vol. 13, no. 8, 2020, doi: 10.3390/en13081896.
- [4] J. Naughton, H. Wang, S. Riaz, M. Cantoni, and P. Mancarella, "Optimization of multi-energy virtual power plants for providing multiple market and local network services," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 189, no. December, 2020, doi: 10.1016/j.epsr.2020.106775.
- [5] S. M. Nosratabadi, R. A. Hooshmand, and E. Gholipour, "A comprehensive review on microgrid and virtual power plant concepts employed for distributed energy resources scheduling in power systems," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 67, pp. 341–363, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.09.025.
- [6] M. Pasetti, S. Rinaldi, and D. Manerba, "A virtual power plant architecture for the demand-side management of smart prosumers," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 3, 2018, doi: 10.3390/app8030432.
- [7] G. Sun *et al.*, "Stochastic adaptive robust dispatch for virtual power plants using the binding scenario identification approach," *Energies*, vol. 12, no. 10, 2019, doi: 10.3390/en12101918.
- [8] C. Liu, R. J. Yang, X. Yu, C. Sun, P. S. P. Wong, and H. Zhao, "Virtual power plants for a sustainable urban future," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 65, no. November 2020, p. 102640, 2021, doi: 10.1016/j.scs.2020.102640.
- [9] J. L. S. de Argandoña, "Virtual Power Plants (VPP) Aggregating Distributed Energy Resources (DER): A tool for integrating large shares of VRE resources in flexible power system," Universidad Politécnica de Madrid, 2020.
- [10] B. Moreno and G. Díaz, "The impact of virtual power plant technology

- composition on wholesale electricity prices: A comparative study of some European Union electricity markets,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 99, no. September 2018, pp. 100–108, 2019, doi: 10.1016/j.rser.2018.09.028.
- [11] D. P. Brown, J. Zarnikau, P. Adib, C. H. Tsai, and C. K. Woo, “Rising market concentration in Texas’s retail electricity market,” *Electr. J.*, vol. 33, no. 8, p. 106848, 2020, doi: 10.1016/j.tej.2020.106848.
- [12] V. Bhandari, K. Sun, and F. Homans, “The profitability of vehicle to grid for system participants - A case study from the Electricity Reliability Council of Texas,” *Energy*, vol. 153, pp. 278–286, 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.04.038.
- [13] M. T. Kahlen, W. Ketter, and J. van Dalen, “Electric Vehicle Virtual Power Plant Dilemma: Grid Balancing Versus Customer Mobility,” *Prod. Oper. Manag.*, vol. 27, no. 11, pp. 2054–2070, 2018, doi: 10.1111/poms.12876.
- [14] L. Bajracharyay, S. Awasthi, S. Chalise, T. M. Hansen, and R. Tonkoski, “Economic analysis of a data center virtual power plant participating in demand response,” *IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet.*, vol. 2016-Novem, 2016, doi: 10.1109/PESGM.2016.7741726.
- [15] Y. Yorita, “Recent Developments in Virtual Power Plants and Demand Response,” pp. 1–17, 2018, [Online]. Available: <https://eneken.ieej.or.jp/data/8003.pdf>.
- [16] P. Asmus, “Transforming Markets for VPPs in Europe Flexibility and Trading Use Cases Grow in Sophistication and Scale,” 2019.
- [17] J. Z. Riveros, K. Bruninx, K. Poncelet, and W. D’haeseleer, “Bidding strategies for virtual power plants considering CHPs and intermittent renewables,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 103, pp. 408–418, 2015, doi: 10.1016/j.enconman.2015.06.075.
- [18] H. T. Nguyen, L. B. Le, and Z. Wang, “A Bidding Strategy for Virtual Power Plants with the Intraday Demand Response Exchange Market Using the Stochastic Programming,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 54, no. 4, pp. 3044–3055, 2018, doi: 10.1109/TIA.2018.2828379.
- [19] A. B. Benaz, B. Ali, A. Ali, J. Philip, and Pivrikas, “Cost – Benefit Analysis of a Virtual Power Plant Including Solar PV , Flow Battery , Heat Pump , Case Study,” *Energies*, 2020.
- [20] A. Kulmukhanova, A. T. Al-Awami, I. M. El-Amin, and J. S. Shamma, “Mechanism Design for Virtual Power Plant with Independent Distributed Generators,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 4, pp. 419–424, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.08.246.
- [21] S. K. Venkatachary, J. Prasad, and R. Samikannu, “Challenges, opportunities and profitability in virtual power plant business models in Sub Saharan Africa - Botswana,” *Int. J. Energy Econ. Policy*, vol. 7, no. 4, pp. 48–58, 2017.
- [22] A. F. A. RAAB, “Operational planning, modeling and control of virtual power plants with electric vehicles,” 2018, [Online]. Available: <https://www.depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/7400>.
- [23] J. Desu, “Optimization of Virtual Power Plant in the Nordic Electricity Market,” KTH Royal Institute of Technology, 2017.
- [24] L. F. M. van Summeren, A. J.

- Wieczorek, G. J. T. Bombaerts, and G. P. J. Verbong, "Community energy meets smart grids: Reviewing goals, structure, and roles in Virtual Power Plants in Ireland, Belgium and the Netherlands," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 63, no. May 2019, p. 101415, 2020, doi: 10.1016/j.erss.2019.101415.
- [25] G. Luo, Y. He, C. Zhao, X. Zhang, S. Lin, and Y. Zhao, "Coordinated Wholesale and Retail Market Mechanism for Providing Demand-side Flexibility," *iSPEC 2019 - 2019 IEEE Sustain. Power Energy Conf. Grid Mod. Energy Revolution, Proc.*, no. 036000, pp. 2569–2574, 2019, doi: 10.1109/iSPEC48194.2019.8975245.
- [26] E. P. P. & E. Insititute, "Chinese Power System Transformation," 2020.
- [27] Japanese Ministry of Environment, "The Long-term Strategy under the Paris Agreement," vol. 2019, no. June, p. 119, 2019.
- [28] J. Arias, "Solar energy, energy storage and virtual power plants in Japan," *EU-Japan Cent. Ind. Coop.*, no. October, 2018.
- [29] C. Y. Lee and S. Y. Huh, "Forecasting the diffusion of renewable electricity considering the impact of policy and oil prices: The case of South Korea," *Appl. Energy*, vol. 197, pp. 29–39, 2017, doi: 10.1016/j.apenergy.2017.03.124.
- [30] T. Lowder and K. Xu, "The Evolving U . S . Distribution System : Technologies , Architectures , and Regulations for Realizing a Transactive Energy Marketplace The Evolving U . S . Distribution System : Technologies , Architectures , and Regulations for Realizing a Transactive ," no. May, 2020.
- [31] K. Imran and I. Kockar, "A technical comparison of wholesale electricity markets in North America and Europe," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 108, pp. 59–67, 2014, doi: 10.1016/j.epsr.2013.10.016.
- [32] N. E. Koltsaklis and A. S. Dagoumas, "An optimization model for integrated portfolio management in wholesale and retail power markets," *J. Clean. Prod.*, vol. 248, p. 119198, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119198.
- [33] T. Ding *et al.*, "Joint electricity and carbon market for Northeast Asia energy interconnection," *Glob. Energy Interconnect.*, vol. 3, no. 2, pp. 99–110, 2020, doi: 10.1016/j.gloi.2020.05.002.
- [34] B. Sun, F. Wang, J. Xie, and X. Sun, "Electricity Retailer Trading Portfolio Optimization Considering Risk Assessment in Chinese Electricity Market," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 190, no. January 2020, p. 106833, 2021, doi: 10.1016/j.epsr.2020.106833.
- [35] L. Ju, H. Li, J. Zhao, K. Chen, Q. Tan, and Z. Tan, "Multi-objective stochastic scheduling optimization model for connecting a virtual power plant to wind-photovoltaic-electric vehicles considering uncertainties and demand response," *Energy Convers. Manag.*, vol. 128, pp. 160–177, 2016, doi: 10.1016/j.enconman.2016.09.072.
- [36] H. Li, H. Wang, J. Zhou, Z. Tan, J. Yang, and P. He, "Multiobjective Optimization Model considering Demand Response and Uncertainty of Generation Side of Microgrid," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/6957314.
- [37] S. Yu, F. Fang, Y. Liu, and J. Liu, "Uncertainties of virtual power

- plant: Problems and countermeasures,” *Appl. Energy*, vol. 239, no. August 2018, pp. 454–470, 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.01.224.
- [38] S. Howell, Y. Rezgui, J. L. Hippolyte, B. Jayan, and H. Li, “Towards the next generation of smart grids: Semantic and holonic multi-agent management of distributed energy resources,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 77, no. January, pp. 193–214, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.03.107.
- [39] N. M. Tabatabaei, E. Kabalci, and N. Bizon, *Microgrid Architectures, Control and Protection Methods*. 2020.
- [40] K. O. Adu-Kankam and L. M. Camarinha-Matos, “Towards collaborative Virtual Power Plants: Trends and convergence,” *Sustain. Energy, Grids Networks*, vol. 16, pp. 217–230, 2018, doi: 10.1016/j.segan.2018.08.003.
- [41] Siemens, “Siemens expands virtual power plants to industry with new Sinebrychoff contract,” 2020.
- [42] E. M. Urbano and V. Martínez Viol, “Energy Infrastructure of the Factory as a Virtual Power Plant: Smart Energy Management,” *New Trends Use Artif. Intell. Ind. 4.0*, pp. 1–22, 2020, doi: 10.5772/intechopen.88861.
- [43] B. P. Koirala, E. Koliou, J. Friege, R. A. Hakvoort, and P. M. Herder, “Energetic communities for community energy: A review of key issues and trends shaping integrated community energy systems,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 56, pp. 722–744, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.11.080.
- [44] F. Oest, M. Radtke, M. Blank-babazadeh, S. Holly, and S. Lehnhoff, “Evaluation of Communication Infrastructures for Distributed Optimization of Virtual Power Plant Schedules,” 2021.
- [45] M. Kolenc, P. Nemček, C. Gutsch, N. Suljanović, and M. Zajc, “Performance evaluation of a virtual power plant communication system providing ancillary services,” *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 149, pp. 46–54, 2017, doi: 10.1016/j.epr.2017.04.010.
- [46] D. I. Candra, K. Hartmann, and M. Nelles, “Economic optimal implementation of virtual power plants in the German power market,” *Energies*, vol. 11, no. 9, 2018, doi: 10.3390/en11092365.
- [47] D. Kaczorowska *et al.*, “A Case Study on Battery Energy Storage System in a Virtual Power Plant: Defining Charging and Discharging Characteristics,” *Energies*, vol. 13, no. 24, p. 6670, 2020, doi: 10.3390/en13246670.
- [48] Z. Ma, J. D. Billanes, and B. N. Jørgensen, “Aggregation potentials for buildings-Business models of demand response and virtual power plants,” *Energies*, vol. 10, no. 10, 2017, doi: 10.3390/en10101646.
- [49] L. I. U. Dunnan, G. Yuan, W. Weiye, and L. Jiahao, “Optimal scheduling method of virtual power plant based on bi level programming Optimal scheduling method of virtual power plant based on bi level programming,” 2021, pp. 0–6, doi: 10.1088/1755-1315/687/1/012141.
- [50] N. Verkade and J. Höffken, “Collective energy practices: A practice-based approach to civic energy communities and the energy system,” *Sustain.*, vol. 11, no. 11, 2019, doi: 10.3390/su11113230.
- [51] J. Hou, J. Guo, and J. Liu, “An economic load dispatch of wind-thermal power system by using

- virtual power plants,” *Chinese Control Conf. CCC*, vol. 2016-Augus, pp. 8704–8709, 2016, doi: 10.1109/ChiCC.2016.7554747.
- [52] C. Cao, J. Xie, D. Yue, J. Zhao, Y. Xiao, and L. Wang, “A distributed gradient algorithm based economic dispatch strategy for virtual power plant,” *Chinese Control Conf. CCC*, vol. 2016-Augus, no. 51207074, pp. 7826–7831, 2016, doi: 10.1109/ChiCC.2016.7554598.
- [53] J. Ahmad *et al.*, “Techno economic analysis of a wind-photovoltaic-biomass hybrid renewable energy system for rural electrification: A case study of Kallar Kahar,” *Energy*, vol. 148, pp. 208–234, 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.01.133.
- [54] M. Mehrpooya, M. Mohammadi, and E. Ahmadi, “Techno-economic-environmental study of hybrid power supply system: A case study in Iran,” *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 25, no. September 2016, pp. 1–10, 2018, doi: 10.1016/j.seta.2017.10.007.
- [55] G. B. A. Escobar, “Óptima Respuesta a la Demanda y Despacho Económico de Energía Eléctrica en Micro Redes Basados en Árboles de Decisión Estocástica,” Universidad Politécnica Salesiana, 2018.
- [56] R. A. F. Moyón, “Planeación de Despacho Óptimo de Plantas Virtuales de Generación en Sistemas Eléctricos de Potencia mediante Flujos Óptimos de Potencia AC,” Universidad Politécnica Salesiana, 2020.
- [57] R. Hosseinalizadeh, H. S. G, and M. Sadegh, “Economic sizing of a hybrid (PV – WT – FC) renewable energy system (HRES) for stand-alone usages by an optimization-simulation model: Case study of Iran,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 54, pp. 139–150, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.09.046.
- [58] A. A. Al-Shamma’a, F. A. Alturki, and H. M. H. Farh, “Techno-economic assessment for energy transition from diesel-based to hybrid energy system-based off-grids in Saudi Arabia,” *Energy Transitions*, vol. 4, no. 1, pp. 31–43, 2020, doi: 10.1007/s41825-020-00021-2.
- [59] C. Lao and S. Chungpaibulpatana, “Techno-economic analysis of hybrid system for rural electrification in Cambodia,” *Energy Procedia*, vol. 138, pp. 524–529, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.10.239.
- [60] B. Carlos, G.-T. Félix, and A. R. Miguel, *Advances in Industrial Control Model Predictive Control of Microgrids*. 2019.
- [61] M. Murnane and A. Ghazel, “A Closer Look at State of Charge (SOC) and State of Health (SOH) Estimation Techniques for Batteries.” pp. 1–8, 2017.
- [62] M. Vahid-Ghavidel, M. Sadegh Javadi, M. Gough, S. F. Santos, M. Shafie-Khah, and J. P. S. Catalão, “Demand response programs in multi-energy systems: A review,” *Energies*, vol. 13, no. 17, pp. 1–17, 2020, doi: 10.3390/en13174332.
- [63] W. Ko, H. Vettikalladi, S. H. Song, and H. J. Choi, “Implementation of a demand-side management solution for South Korea’s demand response program,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 5, 2020, doi: 10.3390/app10051751.
- [64] P. Bertoldi, P. Zancanella, and B. Boza-Kiss, *Demand Response status in EU Member States*. 2016.
- [65] I. Lamprinos, N. D. Hatziaargyriou, I. Kokos, and A. D. Dimeas, “Making Demand Response a Reality in Europe: Policy, Regulations, and

- Deployment Status,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 54, no. 12, pp. 108–113, 2016, doi: 10.1109/MCOM.2016.1600323CM.
- [66] G. Jáuregui and E. García, “Programación de recursos para una óptima respuesta a la demanda por la penetración de energía renovable en micro-redes,” Universidad Politécnica Salesiana, 2018.
- [67] J. C. Do Prado, W. Qiao, L. Qu, and J. R. Agüero, “The next-generation retail electricity market in the context of distributed energy resources: Vision and integrating framework,” *Energies*, vol. 12, no. 3, 2019, doi: 10.3390/en12030491.
- [68] H. Golmohamadi and R. Keypour, “Retail Energy Management in Electricity Markets: Structure, Challenges and Economic Aspects- a Review,” *Technol. Econ. Smart Grids Sustain. Energy*, vol. 2, no. 1, 2017, doi: 10.1007/s40866-017-0036-3.
- [69] S. Esmaili, A. Anvari-Moghaddam, and S. Jadid, “Retail market equilibrium and interactions among reconfigurable networked microgrids,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 49, no. May, p. 101628, 2019, doi: 10.1016/j.scs.2019.101628.
- [70] F. Lopes, *Electricity Markets with Increasing Levels of Renewable Generation: Structure, Operation, Agent-based Simulation, and Emerging Designs*, vol. 144. 2018.

8.1 Matriz de estado del arte

Tabla 14. Matriz de estado del arte

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2																																
ITEM	DATOS			TEMÁTICA					FORMULACIÓN				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA			SOLUCIÓN PROPUESTA													
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERIAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
1	2018	The impact of virtual power plant technology composition on wholesale electricity prices: A comparative study of some European Union electricity markets	Blanca Moreno Guzmán Díaz	<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 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 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"/>
2	2018	Operational planning, modeling, and control of virtual power plants with electric vehicles	Andreas Franz Alois RAAB	<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 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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA							FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA										
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
3	2018	Optimal dispatch of a virtual power plant considering demand response and carbon trading	Zuoyu Liu Weimin Zheng Feng Qi Lei Wang Bo Zou Fushuan Wen You Xue	<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 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"/>	<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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	2019	FaaVPP: Fog as a virtual power plant service for community energy management	Abdulaziz Aldegheishem Rasool Bukhsh Nabil Alrajeh Nadeem Javaid	<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 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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	2019	An optimization model for integrated portfolio management in wholesale and retail power markets	Nikolaos E. Koltaklis Athanasios S. Dagoumas	<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 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 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"/>	

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA																	
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP		GESTIÓN DE DEMANDA		CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA		CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR		VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS		MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS		GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS		POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS		MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA		SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA
6	2017	Challenges, Opportunities and Profitability in Virtual Power Plant Business Models in Sub Saharan Africa - Botswana	Sampath Kumar Venkatachary Jagdish Prasad Ravi Samikannu	<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 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 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 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"/>	
7	2018	Recent Developments in Virtual Power Plants and Demand Response	Yasuo Yorita	<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 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 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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	2018	Mechanism Design for Virtual Power Plant with Independent Distributed Generators	Alfiya Kulmukhanova	<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"/>	<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 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 type="checkbox"/>	<input 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA								
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERIAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
9	2018	The Profitability of Vehicle to Grid for System Participants - A Case Study from the Electricity Reliability Council of Texas	Vivek Bhandari Kaiyang Sun Frances Homans	<input 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 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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	2016	Economic Analysis of a Data Center Virtual Power Plant Participating in Demand Response	Labi Bajracharya	<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 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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	2020	Cost-Benefit Analysis of a Virtual Power Plant Including Solar PV, Flow Battery, Heat Pump, and Demand Management: A Western Australian Case Study	Benaz Behi Ali Baniyadi Ali Arefi Philip Jennings Almantas Pivrikas	<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 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA				FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA													
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
12	2019	Coordinated Wholesale and Retail Market Mechanism for Providing Demand-side Flexibility	Gang Luo Yujun He Chen Zhao Xuan Zhang Shaohua Lin Yue Zhao	<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 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 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"/>
13	2015	Bidding strategies for virtual power plants considering CHPs and intermittent renewables	J. Zapata Riveros K. Bruninx K. Poncelet W. D'haeseleer	<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 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 checked="" 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"/>
14	2018	A Bidding Strategy for Virtual Power Plants with Intraday Demand Response Exchange Market Using Stochastic Programming	Hieu Trung Nguyen Long Bao Le Zhaoyu Wang	<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"/>	<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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA				FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA												
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA
15	2018	Solar energy, energy storage and virtual power plants in Japan	Jonathan Arias	<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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	2018	Optimal Dispatch of a Virtual Power Plant Considering Demand Response and Carbon Trading	Zuoyu Liu Weimin Zheng Feng Qi Lei Wang Bo Zou Fushuan Wen You Xue	<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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	2017	A comprehensive review on microgrid and virtual power plant concepts employed for distributed energy resources scheduling in power systems	Seyyed Mostafa Nosratabadi Rahmat Allah Hooshmand Eskandar Gholipour	<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 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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA				FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA													
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
18	2018	A Virtual Power Plant Architecture for the Demand-Side Management of Smart Prosumers Marco	Marco Pasetti Stefano Rinaldi Daniele Manerba	<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 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"/>					
19	2019	Stochastic adaptive robust dispatch for virtual power plants using the binding scenario identification approach	Guoqiang Sun Weihang Qian Wenjin Huang Zheng Xu Zhongxing Fu Zhinong Wei Sheng Chen	<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 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 checked="" 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"/>					
20	2021	Virtual power plants for a sustainable urban future	Chengyang Liu Rebecca Jing Yang Xinghuo Yu Chayn Sun Peter S.P. Wong Hongying Zhao	<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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA					FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA												
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELÉCTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
21	2020	Virtual Power Plants (VPP) Aggregating Distributed Energy Resources (DER): A tool for integrating large shares of VRE resources in flexible power system	Joel López Sáez de Argandoña	<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 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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	2020	Rising market concentration in Texas's retail electricity market	D. P. Brown J. Zarnikau P. Adib C. H. Tsai C. K. Woo	<input checked="" 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"/>	<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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	2018	Electric Vehicle Virtual Power Plant Dilemma: Grid Balancing Versus Customer Mobility	Micha T. Kahlen Wolfgang Ketter Jan van Dalen	<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"/>	<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"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										RESTRICCIONES DEL PROBLEMA				PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA											
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
24	2019	Transforming Markets for VPPs in Europe Flexibility and Trading Use Cases Grow in Sophistication and Scale	Peter Asmus	<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 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 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"/>
25	2020	Life cycle sustainability assessment of the Spanish electricity: Past, present and future projections	María Cerrato Guillermo San Miguel	<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 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 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"/>
26	2020	Community energy meets smart grids: Reviewing goals, structure, and roles in Virtual Power Plants in Ireland, Belgium and the Netherlands	Luc F.M. van Summeren Anna J. Wiczorek Gunter J.T. Bombaerts Geert P.J. Verbong	<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"/>	<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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA										
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA	
27	2017	Optimization of Virtual Power Plant in the Nordic Electricity Market	Jwalith Desu	<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 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 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"/>
28	2020	Chinese Power System Transformation	Electric Power Planning & Engineering Insititute	<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 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"/>	<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 type="checkbox"/>
29	2019	The Long-term Strategy under the Paris Agreement	Japanese Ministry of Environment	<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 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 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 type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA							
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA
30	2017	Forecasting the diffusion of renewable electricity considering the impact of policy and oil prices: The case of South Korea	Chul Yong Lee Sung Yoon Huh	<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 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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA									
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
31	2020	The Evolving U. S. Distribution System: Technologies, Architectures, and Regulations for Realizing a Transactive Energy Marketplace the Evolving U. S. Distribution System: Technologies, Architectures, and Regulations for Realizing a Transactive Energy Marketplace	Travis Lowder Kaifeng Xu	<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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										RESTRICCIONES DEL PROBLEMA				PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA											
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERIAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
32	2014	A technical comparison of wholesale electricity markets in North America and Europe	Kashif Imran Ivana Kockar	<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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	2021	Electricity Retailer Trading Portfolio Optimization Considering Risk Assessment in Chinese Electricity Market	Bo Sun Fan Wang Jingdong Xie Xin Sun	<input checked="" 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 checked="" 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	2020	Joint electricity and carbon market for Northeast Asia energy interconnection	Tao Ding Runzhao Lu Yiting Xu Qingrun Yang Yuanbing Zhou Yun Zhang Ya Wen	<input checked="" 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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA												
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA	
35	2016	Multi-objective stochastic scheduling optimization model for connecting a virtual power plant to wind-photovoltaic-electric vehicles considering uncertainties and demand response	Ju Liwei Li Huanhuan Zhao Junwei Chen Kangting Tan Qingkun Tan Zhongfu	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒
36	2020	Multiobjective Optimization Model considering Demand Response and Uncertainty of Generation Side of Microgrid	Li Hanfang Wang Huaqing Zhou Jinghan Tan Zhongfu Yang Jiacheng He Puyu	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA								
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERIAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA
37	2019	Uncertainties of virtual power plant: Problems and countermeasures	Yu Songyuan Fang Fang Liu Yajuan Liu Jizhen	<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 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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	2017	Towards the next generation of smart grids: Semantic and holonic multi-agent management of distributed energy resources	Howell Shaun Rezgui Yacine Hippolyte Jean Laurent Jayan Bejay Li Haijiang	<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 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 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"/>
39	2020	Microgrid Architectures, Control and Protection Methods	Tabatabaei Naser Mahdavi Kabalei Ersan Bizon Nicu	<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 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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA											
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
40	2018	Towards collaborative Virtual Power Plants: Trends and convergence	Adu-Kankam Kankam O. Camarinha-Matos Luis M.	<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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	2020	Siemens expands virtual power plants to industry with new Sinebrychhoff contract	Siemens	<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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	2020	Energy Infrastructure of the Factory as a Virtual Power Plant: Smart Energy Management	M. Urbano Eva Martínez Viol Víctor	<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 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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		REFERENCIA	TEMÁTICA							FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA							
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO		IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION
43	2020	A Case Study on Power Quality in a Virtual Power Plant: Long Term Assessment and Global Index Application	Jasiński Michal Kaczorowska Dominika Rezmer Jacek Suresh Vishnu Leonowicz Zbigniew Kostyla Pawel Szymańda Jaroslaw Janik Przemyslaw	<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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	2016	Energetic communities for community energy: A review of key issues and trends shaping integrated community energy systems	Koirala Binod Prasad Koliou Elta Friege Jonas Hakvoort Rudi A. Herder Paulien M.	<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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										RESTRICCIONES DEL PROBLEMA				PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA												
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERIAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA	
45	2021	Evaluation of Communication Infrastructures for Distributed Optimization of Virtual Power Plant Schedules	Oest Frauke Radtke Malin Blank-babazadeh Marita Holly Stefanie Lehnhoff Sebastian	<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 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 checked="" 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	2017	Performance evaluation of a virtual power plant communication system providing ancillary services	Kolenc Mitja Nemček Peter Gutschel Christoph Suljanović Nermin Zaje Matej	<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 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 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"/>
47	2018	Economic optimal implementation of virtual power plants in the German power market	Candra Dodiek Ika Hartmann Kilian Nelles Michael	<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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA															
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP		GESTIÓN DE DEMANDA		CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA		CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR		VPP CON VE		CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS		MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
48	2020	A Case Study on Battery Energy Storage System in a Virtual Power Plant: Defining Charging and Discharging Characteristics	Kaczorowska Dominika Rezmer Jacek Jasinski Michal Sikorski Tomasz Suresh Vishnu Leonowicz Zbigniew Kostyla Pawel Szymanda Jaroslaw Janik Przemyslaw	<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 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 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"/>	
49	2017	Aggregation potentials for buildings- Business models of demand response and virtual power plants	Ma Zheng Billanes Joy Dalmacio Jørgensen Bo Nørregaard	<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 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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA									
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA	
50	2021	Optimal scheduling method of virtual power plant based on bi level programming Optimal scheduling method of virtual power plant based on bi level programming	Dunnan L I U Yuan Gao Weiye Wang Jiahao Liang	<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 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"/>	<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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
51	2019	Collective energy practices: A practice-based approach to civic energy communities and the energy system	Verkade Nick Höffken Johanna	<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 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 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA							FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA									
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA
52	2016	An economic load dispatch of wind-thermal power system by using virtual power plants	Hou Jie Guo Junlin Liu Jizhen	<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 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 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"/>
53	2016	A distributed gradient algorithm based economic dispatch strategy for virtual power plant	Cao Chi Xie Jun Yue Dong Zhao Jingbo Xiao Yichen Wang Lu	<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 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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
54	2018	Techno economic analysis of a wind-photovoltaic-biomass hybrid renewable energy system for rural electrification: A case study of Kallar Kahar	Ahmad Jameel Imran Muhammad Khalid Abdullah Iqbal Waseem Ashraf Syed Rehan Adnan Muhammad Ali Syed Farooq Khokhar Khawar Siddique	<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 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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA								
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
55	2018	Techno-economic-environmental study of hybrid power supply system: A case study in Iran	Mehrpooya Mehdi Mohammadi Mohammad Ahmadi Esmaeil	<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 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 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"/>
56	2018	Óptima Respuesta a la Demanda y Despacho Económico de Energía Eléctrica en Micro Redes Basados en Árboles de Decisión Estocástica	Escobar Gissela Belén Arguello	<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 checked="" 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"/>	<input 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA											
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
57	2020	Planeación de Despacho Óptimo de Plantas Virtuales de Generación en Sistemas Eléctricos de Potencia mediante Flujos Óptimos de Potencia AC	Moyón, Ronald Alex Flores	<input 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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58	2016	Economic sizing of a hybrid (PV - WT - FC) renewable energy system (HRES) for stand-alone usages by an optimization-simulation model : Case study of Iran	Hosseinalzadeh Ramin G Hamed Shakouri Sadegh Mohsen	<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 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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA							FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA										
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGÉTICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
59	2020	Techno-economic assessment for energy transition from diesel-based to hybrid energy system-based off-grids in Saudi Arabia	Al-Shamma'a Abdullrahman Abdullah Alturki Fahd A. Farh Hassan M. H.	<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 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 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"/>
60	2017	Techno-economic analysis of hybrid system for rural electrification in Cambodia	Lao Chhunheng Chungpaibulpat ana Supachart	<input checked="" 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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61	2019	Advances in Industrial Control Model Predictive Control of Microgrids	Carlos Bordons Félix Garcia-Torres Miguel A. Ridao	<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 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 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"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA										
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACION MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA
62	2017	A Closer Look at State of Charge (SOC) and State of Health (SOH) Estimation Techniques for Batteries	Murnane Martin Ghazel Adel	<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 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 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"/>
63	2020	Demand response programs in multi-energy systems: A review	Vahid-Ghavidel Morteza Sadegh Javadi Mohammad Gough Matthew Santos Sérgio F. Shafie-Khah Miadreza Catalão João P.S.	<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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
64	2020	Implementation of a demand-side management solution for South Korea's demand response program	Ko Wonsuk Vettikalladi Hamsakutty Song Seung Ho Choi Hyeong Jin	<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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA											
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERIAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
65	2016	Demand Response status in EU Member States	Bertoldi Paolo Zancanella Paolo Boza-Kiss Benigna	<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 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 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"/>
66	2016	Making Demand Response a Reality in Europe: Policy, Regulations, and Deployment Status	Lamprinos Ilias Hatzigiorgiou Nikos D. Kokos Isidoros Dimeas Aris Dimeas	<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 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 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"/>
67	2018	Programación de recursos para una óptima respuesta a la demanda por la penetración de energía renovable en micro-redes	Jáuregui Gissela García Edwin	<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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA						FORMULACIÓN					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA											
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERIAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
68	2019	The next-generation retail electricity market in the context of distributed energy resources: Vision and integrating framework	Do Prado Josue Campos Qiao Wei Qu Liyan Agüero Julio Romero	<input checked="" 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"/>	<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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
69	2017	Retail Energy Management in Electricity Markets: Structure, Challenges and Economic Aspects- a Review	Golmohamadi Hessam Keypour Reza	<input checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70	2019	Retail market equilibrium and interactions among reconfigurable networked microgrids	Esmaeili Saeid Anvari- Moghaddam Amjad Jadid Shahram	<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"/>	<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 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"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Gestión multiobjetivo de una planta virtual de energía para la participación en un mercado minorista, con restricción en las emisiones de Co2

ITEM	DATOS		TEMÁTICA										FORMULACIÓN				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA								
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	IMPACTO DE VPP EN EL MERCADO ELÉCTRICO	GESTIÓN DE VPP	GESTIÓN DE DEMANDA	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS EN LA RED ELECTRICA	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	VPP CON VE	CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA DE BANCO DE BATERÍAS	MICRO-RED	GESTIÓN - MERCADOS ELÉCTRICOS	GENERACIÓN DISTRIBUIDA	CURVA DE LA DEMANDA	CARGAS DINÁMICAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA	ESTIMACION DE LOS RECURSOS	POLÍTICAS	TECNOLOGÍA	EMISIONES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	HEURÍSTICA	SERIES DE FOURIER	PROGRAMACIÓN MILP	SISTEMAS DE GESTIÓN	ALGORITMO ESTOCÁSTICO	CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS DISTRIBUIDOS	MODELOS ENERGETICOS	CARACTERIZACIÓN DE GENERACION DISTRIBUIDA	SISTEMA DE GESTION	RESPUESTA DE LA DEMANDA	OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
71	2018	Electricity Markets with Increasing Levels of Renewable Generation: Structure, Operation, Agent-based Simulation, and Emerging Designs	Lopes Fernando	<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 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 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"/>
CANTIDAD:			15	14	9	9	2	1	3	2	23	17	4	1	7	9	19	17	5	9	6	1	7	6	6	9	15	5	19	6	6	

8.2 Resumen de Indicadores

Gestión multiobjetivo de la VPP

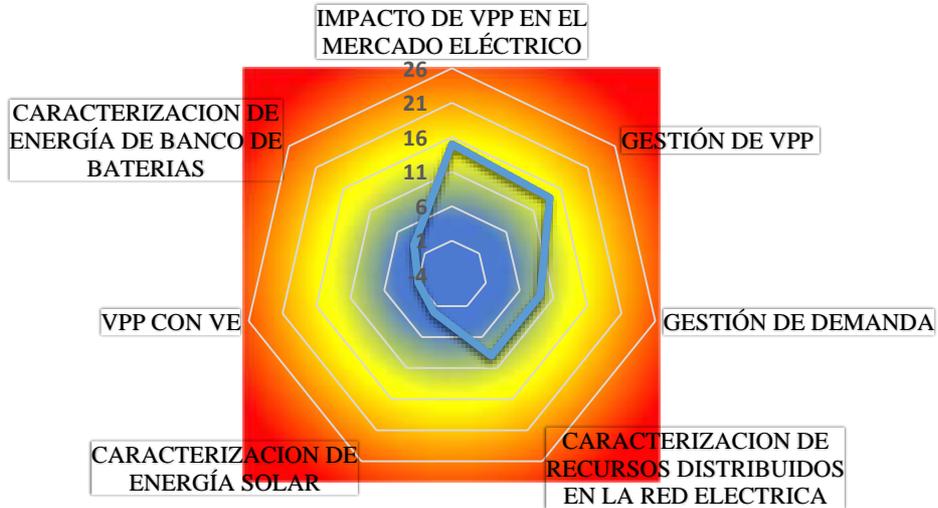


Figura 11. Indicador de matriz de estado del arte, gestión multiobjetivo de la VPP

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

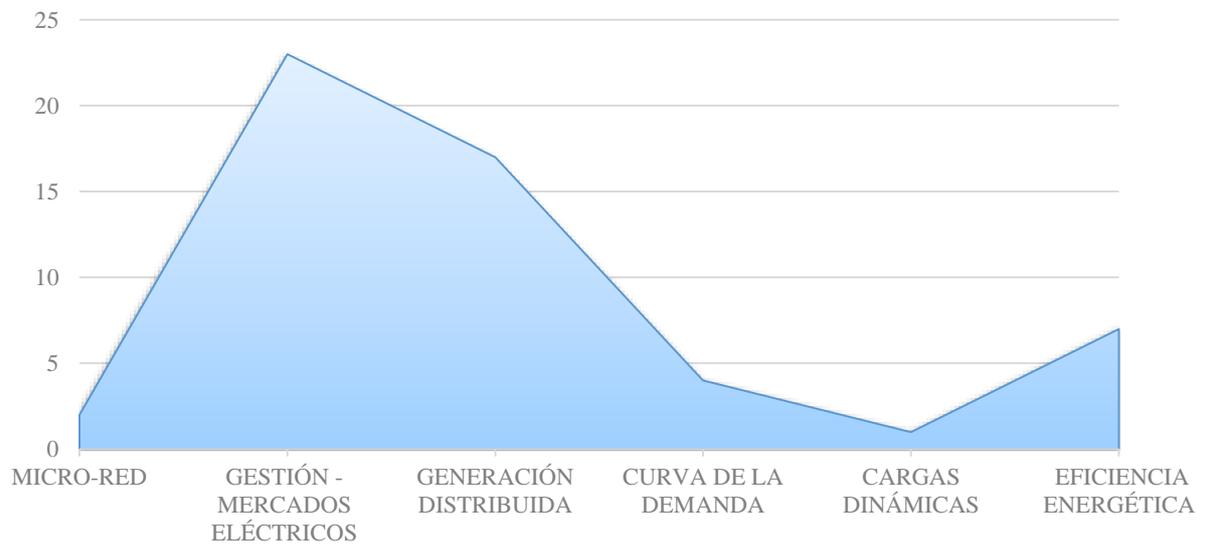


Figura 12. Formulación del problema para la gestión multiobjetivo de la VPP

SOLUCIÓN AL PROBLEMA

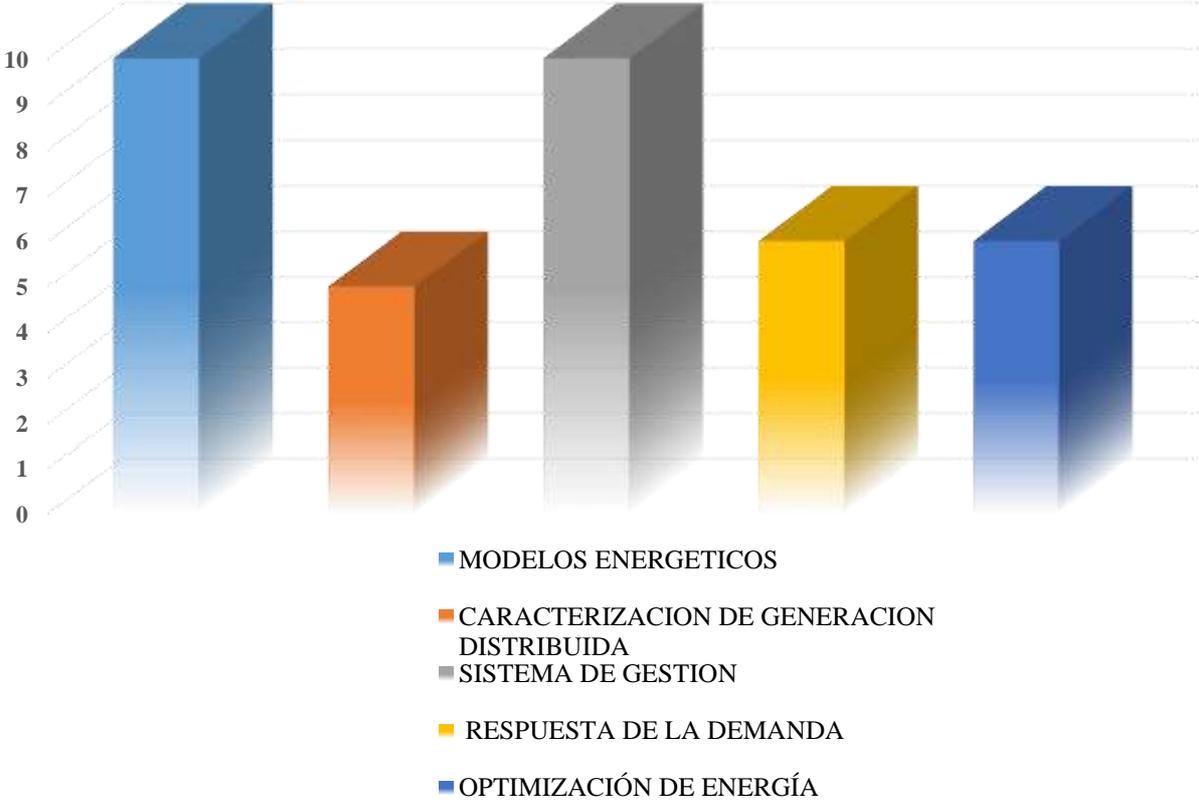


Figura 13. Solución al problema para la gestión multiobjetivo de la VPP