



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2374>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de revisión

Evaluación de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética. Análisis documental

Evaluation of micro grid models and their energy management. Documentary analysis

Avaliação de modelos de micro redes e sua gestão energética. Análise documental

Byron Fernando Chere-Quiñónez ^I

bchere8077@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1886-6147>

Alcira Magdalena Vélez-Quiroz ^{II}

alcira.velez@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0133-1744>

Correspondencia: bchere8077@utm.edu.ec

***Recibido:** 12 de septiembre de 2021 ***Aceptado:** 20 de septiembre de 2021 * **Publicado:** 30 de octubre de 2021

- I. Ingeniero Eléctrico, Estudiante Investigador de Posgrado de la Maestría de Investigación en Electricidad, Mención Sistemas Eléctricos de Potencia en la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Doctorando en la Cujae- La Habana Cuba, Magíster en Gerencia Educativa, Ingeniera Eléctrica en Sistema Eléctrico de Potencia, Docente Investigadora de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Resumen

El propósito de este trabajo, es realizar una revisión bibliográfica de los de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética: para lo cual se basó en una investigación cualitativa de carácter documental. La técnica empleada fue de análisis documental de fuentes bibliográficas con énfasis en el análisis de contenido y análisis crítico. Para alcanzar el propósito se consultaron 08 trabajos de investigación/artículos, los cuales fueron seleccionados a través de la utilización del buscador Google Académico, para la selección de artículos de investigación científica, trabajos de grados, tesis de doctorado, libros que abordan la temática se tomaron en consideración criterios de búsqueda: selección de palabras clave, selección de trabajos científicos como artículos de revista, tesis de maestría, publicados en los últimos 5 años. Se concluye que los modelos para la implementación de las micro redes permiten gracias al uso de tecnología digital una mejor gestión de la energía en la que el usuario, por medio del uso de contadores inteligentes, pasa a ser un elemento activo de la red; además se debe destacar la mejora en la calidad de la energía debido al uso de electrónica de potencia, la reducción en el consumo, la posibilidad que tiene la red de actuar autónomamente y la integración de sistemas de cogeneración.

Palabras clave: evaluación, modelos, red eléctrica, gestión energética.

Abstract

The purpose of this work is to carry out a bibliographic review of the models of the electrical microgrid and its energy management: for which it was based on a qualitative documentary research. The technique used was documentary analysis of bibliographic sources with an emphasis on content analysis and critical analysis. To achieve the purpose, 08 research papers / articles were consulted, which were selected through the use of the Google Scholar search engine, for the selection of scientific research articles, degree works, doctoral thesis, books that address the subject. they took into consideration search criteria: selection of keywords, selection of scientific works such as journal articles, master's thesis, published in the last 5 years. It is concluded that the models for the implementation of micro networks allow, thanks to the use of digital technology, better energy management in which the user, through the use of smart meters, becomes an active element of the network; In addition, the improvement in energy quality due to the use of power electronics, the reduction in consumption, the possibility for the network to act autonomously and

the integration of cogeneration systems should be highlighted.

Keywords: evaluation, models, electrical network, energy management.

Resumo

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica dos modelos de microrrede elétrica e sua gestão energética, para a qual se baseou em uma pesquisa documental qualitativa. A técnica utilizada foi a análise documental de fontes bibliográficas com ênfase na análise de conteúdo e na análise crítica. Para tanto, foram consultados 08 artigos de pesquisa, os quais foram selecionados por meio da ferramenta de busca Google Scholar, para a seleção de artigos de pesquisa científica, trabalhos de graduação, teses de doutorado, livros que abordassem o assunto, levaram em consideração critérios de pesquisa: seleção de palavras-chave, seleção de trabalhos científicos como artigos de periódicos, dissertação de mestrado, publicados nos últimos 5 anos. Conclui-se que os modelos de implementação de micro redes permitem, graças à utilização da tecnologia digital, uma melhor gestão da energia em que o utilizador, através da utilização de contadores inteligentes, passa a ser um elemento activo da rede; de referir ainda a melhoria da qualidade da energia devido à utilização da electrónica de potência, a redução do consumo, a possibilidade de a rede actuar de forma autónoma e a integração dos sistemas de cogeração.

Palavras-chave: avaliação, modelos, rede elétrica, gestão de energia.

Introducción

El aumento significativo de la demanda de electricidad; así como los requerimientos de calidad en su suministro los cuales son cada vez más exigentes, han obligado a que gradualmente se avance hacia un nuevo concepto de red eléctrica. En tal sentido, a diferencia de las redes eléctricas tradicionales las redes inteligentes comprenden tanto al sistema de transmisión y distribución, como a los generadores y a los usuarios. Sumado a lo anterior se tiene que, a las redes inteligentes le distinguen la incorporación de tecnología digital lo cual permite un flujo de información bidireccional entre generadores y consumidores, disminuyéndose así los costos de generación y transmisión, mejorando al mismo tiempo la eficiencia y la confiabilidad y, por último, favorecen la integración de sistemas de energías renovables y de almacenamiento.

Es importante entonces definir el término “red inteligente” el cual ha tenido con el transcurso del tiempo diferentes definiciones y connotaciones, concordando algunas de éstas en que es la modernización sostenible de la red eléctrica, confluencia en el uso de las tecnologías de información y comunicación para gestionar y operar de forma inteligente la generación, transmisión, distribución, consumo y el mercado de la energía eléctrica, (Gers, 2017).

Otras de las definiciones refieren a las redes eléctricas inteligentes como aquellas que son capaces de anticiparse y responder ante las perturbaciones del sistema, de tal forma que se puedan corregir fallas con antelación, dando cabida a todas las opciones de generación y almacenamiento, que permiten la participación activa de los consumidores, optimizan la utilización de activos, la operación eficiente y facilitan la integración de los recursos de energía renovable en cada parte de la red eléctrica. Ahora bien, autores, como (Chen & Wei, 2018, pág. 86), además de (Dobakhshari, Salehi, & Ranjbar, 2016), han definido una microrred señalando que; “es un sistema de energía controlable que consiste en fuentes de generación distribuidas, cargas, sistemas de almacenamiento de energía y operaciones descentralizadas de redes eléctricas”. Pero al hablar de micro redes inteligentes según (Salehi, Azizi, & Ranjbar, 2016), definidas como una componente de la red inteligente, siendo que forma parte de la red de distribución pudiendo a su vez autoabastecerse y funcionar de forma independiente.

Ahora bien, en relación a la gestión energética, se tiene que se ha considerado que la red eléctrica del futuro requiere un salto cualitativo, en virtud de administrar mejor los recursos energéticos, favorecer la protección del medioambiente y responder a los requerimientos cada vez más exigentes de calidad de servicio y producto. Una de las formas de generación de energía en la que se ha venido haciendo énfasis es en la energía solar; sin embargo, es importante partir del conocimiento y el impacto negativo sobre el medio ambiente, que pueden producir los sistemas autónomos de generación de energía solar (Rakesh, Anbazhagan, & Jayabal, 2019).

Autores como (Bordón, Schenberger, Berterame, Chezzi, & Penco, 2018), plantean una táctica para la gestión de una micro red, proponiendo un algoritmo de asignación de energía que lo aplica en un caso de estudio a través de la simulación con el fin de evaluar escenarios distribuidos de generación y consumo energético, dándole como resultado la obtención de un análisis técnico, económico y de sustentabilidad de la configuración adecuada de sistema eléctrico. Del mismo modo, por otra parte, (Sánchez, 2020), propone el control del modo de operación de un conjunto

de micro-redes eléctricas interconectadas entre sí mediante un bus común, pero aisladas de la red eléctrica principal, esto con el fin de proteger la vida útil de las baterías, también de un diseño de una arquitectura basada en sistemas multi-agente; dado al extenso uso que tiene este tipo de modelos en gestión energética de micro-redes, facilitando su modelado y el diseño de sistemas de control. La tecnología de Sistema Multi-Agente (MAS) tiene muchas propiedades deseables como autonomía, habilidad social, reactividad y proactividad. Es ampliamente aceptada como plataforma tecnológica para implementar procesos de automatización y monitoreo dentro del ambiente de una micro-red. Como resultado demuestra con una simulación los beneficios de emplear un Sistema Multi-Agente (MAS), como una plataforma para estudiar las tecnologías de comunicación, monitorización y control de micro-red en tiempo real. Es evidente que continuamente existe un crecimiento del consumo de electricidad, obligando a incrementar la generación de la misma (Jarrin, 2017, pág. 2). En esta misma idea, “La actual infraestructura de electricidad incluye capacidades de monitoreo hasta los medidores de los consumidores y los medidores de los clientes finales de los negocios para propósitos de facturación” (García et al., 2010: p.3). Lo antes expuesto permite inferir el objetivo de este ensayo centrado en realizar una revisión bibliográfica de los de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética.

Metodología

Tipo de estudio

El presente trabajo es de carácter cualitativo-documental, ya que el objeto del mismo es realizar una revisión bibliográfica para evaluar modelos de micro red eléctrica inteligente y su gestión energética. Según (Baena, 2017, pág. 65), la investigación documental es una técnica que consiste en la selección y compilación de información a través de la lectura y la crítica de documentos y materiales bibliográficos, bibliotecas, bibliotecas de periódicos, centros de documentación e información. En esta investigación se analizaron una serie de documentos en torno a la temática mencionada, con apoyo de la herramienta Google Académico y otros materiales bibliográficos complementarios.

Técnica de análisis

El estudio fue realizado mediante la técnica de análisis documental de fuentes bibliográficas con énfasis en el análisis de contenido y análisis crítico, lo que permitió la generación de los constructos

de la investigación. En función de esta búsqueda se expone los hallazgos sobre Evaluación de los de modelos de micro red eléctrica inteligente y su gestión energética.

Para alcanzar el objetivo de estudio, la investigación documental se ha realizado utilizando las palabras clave mico red, micro red inteligente, gestión energética mediante la búsqueda a través de Google Académico y de otras fuentes complementarias como, artículos de investigación científica, trabajos de grados, tesis de doctorado, libros que abordan la temática. Cada documento debió cumplir los siguientes criterios para ser seleccionado:

1. Búsqueda de documentos con las palabras claves mencionadas.
2. Seleccionar los artículos, informes de conferencia, libros inherentes a la temática.
3. Identificar la publicación de los últimos 5 años.
4. Asegurar la fiabilidad y la veracidad seleccionando el perfil de las publicaciones realizadas (autor, tipo de estudio, responsable de la edición: editorial, universidad o revista, país, idioma, etc.).

Fases del estudio

El trabajo realiza, en primer lugar, mediante la búsqueda en la literatura especializada de fuentes primarias y secundarias que se abordaran. En segundo lugar, se realizó el análisis de la información encontrada y se establecieron relaciones cercanas con las diferentes visiones de los autores consultados sobre las concepciones y categorías inherente a la Evaluación de los de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética.

En tercer lugar, se realizó el análisis de contenido de la información abordada por los diversos autores. Para (Arbeláez & Onrubia, 2014, pág. 19), el objeto del análisis de contenido cualitativo es “verificar la presencia de temas, palabras o de conceptos en un contenido y su sentido dentro de un texto en un contexto”.

En cuarto lugar, se exponen los resultados más significativos obtenidos de la información recopilada y analizada. Para ello, se realizó una matriz comparativa en base a la revisión bibliográfica acerca del tema en estudio. En total fueron 6 documentos, los cuales se presentan en la tabla 1.

En quinto lugar, el trabajo finaliza con la discusión de los resultados y la presentación de las principales conclusiones del mismo.

Análisis y Discusión de los Resultados

Tabla 1. Matriz comparativa en base a la revisión bibliográfica sobre Evaluación de los de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética.

Autor/año	Título	Tipo de documento	Resultados/Conclusiones
(Tolón , 2013)	“Operación y gestión de microrredes energéticas urbanas en un entorno de sostenibilidad energética y ambiental”	Trabajo de Master	Los criterios de evaluación, modelos y gestión normalmente analizados son: reducción de pérdidas en las líneas, mejora del perfil de tensión, aumento de la eficiencia energética, maximización de la fiabilidad y seguridad del sistema, mejora de la calidad de suministro y minimización de la congestión de las líneas. Últimamente, se han publicado diversos estudios que analizan la optimización de la configuración de microrredes energéticas (estructura, diseño y operación) bajo criterios de sostenibilidad energética, medioambiental y económica.
(Gentil, 2020)	Dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red	Trabajo de Grado	Evaluó el modelamiento de esquemas de generación distribuida con energía solar fotovoltaica para 5 casos de usuarios según su perfil energético en la segunda región con mayor irradiación del país (Costa Atlántica), y una de las mayores con problemas de suministro por intermitencia en su servicio. Para esto, se evaluó el intercambio de energía de las partes según la normatividad que la regula.

Evaluación de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética. Análisis documental.

(International Energy Agency, 2020)	Data and statistics	Informe	El abastecimiento de energía eléctrica se ha convertido en una problemática ambiental, ya que los procesos convencionales de transformación de energía tienen una incidencia negativa sobre el medio ambiente. En el año 2017 la producción de electricidad y calor a partir de gas, petróleo y carbón emitió más de 13.000 toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera, A medida que la sociedad evoluciona, crece la dependencia hacia los dispositivos eléctricos y con esto la demanda de electricidad, por esto se han elaborado diversos métodos y normas que permiten dimensionar el impacto del uso de la energía en diferentes sectores de acuerdo a las problemáticas planteadas, es conveniente que la producción de energía eléctrica se apoye en procesos más amigables con el planeta.
(Romero O. f., 2018)	Procedimiento para el dimensionamiento de sistemas autónomos de generación de energía solar fotovoltaica	Artículo de Revista	Se muestra como resultado un algoritmo representado en forma de diagrama de flujo, donde se resume un procedimiento estándar para el diseño de sistemas autónomos de energía solar, con el propósito de brindar a las empresas comercializadoras, una herramienta que permita agilizar los procesos de diseño y venta de estos sistemas, pero a la vez se garantice una implementación ajustada sin aumentar los efectos sobre el medio ambiente.

Evaluación de modelos de micro red eléctrica y su gestión energética. Análisis documental.

(Gers, 2017)	América Latina y el caribe: estado del arte de las redes eléctricas inteligentes	Artículo de Revista	A nivel mundial, el proceso de implementación de redes inteligentes es todavía una iniciativa en desarrollo. El estado del arte mostró que aún no se han realizado grandes proyectos con respecto a este tema. Por lo tanto, todavía hay algunas preguntas abiertas sobre el proceso de normalización, selección de aplicaciones de redes inteligentes y aspectos regulatorios.
(Fonsi, 2016)	Revisión bibliográfica sobre micro redes inteligentes	Artículo de Revista	Se debe destacar la mejora en la calidad de la energía debido al uso de electrónica de potencia, la reducción en el consumo, la posibilidad que tiene la red de actuar autónomamente y la integración de sistemas de cogeneración. Estos son solo algunos de los motivos por los que las micro redes se perfilan como un elemento esencial en las redes eléctricas del futuro que poco a poco están tomando forma a través de distintas experiencias pilotos

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado la revisión de los artículos, corresponde analizar críticamente los resultados. En tal sentido, (Tolón, 2013): ha mencionado como forma de evaluar los modelos de micro red eléctrica y su gestión energética, es a través de la evaluación del aumento de la eficiencia energética, maximización de la fiabilidad y seguridad del sistema. Es por ello que, en la revisión de la literatura, se encontró que, en correspondencia con el mencionado autor, la (International Energy Agency, 2020) ha señalado que a medida que la sociedad evoluciona, crece la dependencia hacia los dispositivos eléctricos y con esto la demanda de electricidad, por esto se han elaborado

diversos métodos y normas que permiten dimensionar el impacto del uso de la energía en diferentes sectores.

En esta misma línea para el mantenimiento del medio ambiente, otro de los autores, como lo es (Romero O. f., 2018), con la elaboración de un procedimiento para el dimensionamiento de sistemas autónomos de generación de energía solar fotovoltaica ha buscado la eficiencia energética garantizando una implementación ajustada sin aumentar los efectos sobre el medio ambiente.

Sin embargo, estudios realizados por (Gers, 2017) ha señalado que aún no se han realizado grandes proyectos con respecto a este tema, aspecto que se ha evidenciado en las investigaciones antes presentadas, al evidenciar procesos de investigación en menor escala.

Por último, (Fonsi, 2016) ha señalado que las micro redes se perfilan como un elemento esencial en las redes eléctricas del futuro que poco a poco están tomando forma a través de distintas experiencias pilotos.

Conclusiones

En materia energética las micro redes se presentan como una opción satisfactoria frente a los desafíos energéticos actuales. En el presente artículo se han expuesto algunos elementos de la evaluación de modelos de micro red y las principales características de este tipo de redes, así como sus beneficios y tecnologías implicadas.

Las micro redes permiten gracias al uso de tecnología digital una mejor gestión de la energía en la que el usuario, por medio del uso de contadores inteligentes, pasa a ser un elemento activo de la red. Por otro lado, y en parte debido a la incorporación de sistemas de almacenamiento tales como baterías, súper capacitores o volantes de inercia los micros redes facilitan la incorporación de sistemas de energía renovables.

Por último, se debe destacarla mejora en la calidad de la energía debido al uso de electrónica de potencia, la reducción en el consumo, la posibilidad que tiene la red de actuar autónomamente y la integración de sistemas de cogeneración. Estos son solo algunos de los motivos por los que las micro redes se perfilan como un elemento esencial en las redes eléctricas del futuro que poco a poco están tomando forma a través de distintas experiencias pilotos.

Referencias

1. Arbeláez, M., & Onrubia, J. (2014). Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la Revista Colombiana Educación y Cultura. *Revista de Investigaciones UCM. Vol.14. Núm. 23*, 14-31.
2. Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación. Serie integral por competencias*. México, D.F.: Grupo editorial Patria.
3. Bordón, C. F., Schenberger, L., Berterame, F., Chezzi, M., & Penco, J. (2018). Estrategia para la Gestión de una Micro Red. 2018 t. . *IEEE 9th Power, Instrum. Meas. MeeEPIM*.
4. Camison, C., Cruz, S., & González, T. (2015). *Gestión de la Calidad, conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid. España: Pearson Educación. Prentice Hall. Madrid. España.
5. Chen, W., & Wei, P. (2018). Socially optimal deployment strategy and incentive policy for solar photovoltaic community microgrid: A case of China. 116. 86-94.
6. Dobakhshari, A., Salehi, A., & Ranjbar, S. (2016). Control of Microgrids: Aspects and Prospects. *International Conference on Networking, Sensing and Control*.
7. Fonsi, J. (2016). *Revisión bibliográfica sobre micro redes inteligentes*.
8. Gentil, A. (2020). *Dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red*. Universidad de los Andes .
9. Gers, M. (2017). América Latina y el caribe: estado del arte de las redes eléctricas inteligentes. *ENERLAC*, 24-41.
10. Hernández, H., Barrios, I., & Martínez, D. (2018). Gestión de la Calidad: Elemento Clave para el Desarrollo de las Organizaciones. *Revistas Criterio ilibre. Vol.16. Núm 28. Bogotá. Colombia.*, 179-195.
11. Hernández, J., Tobón, S., & Vásquez, J. (2015). Estudio del Liderazgo Socioformativo mediante la Cartografía Conceptual. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa. Vol. 2. Núm.8*, 118.
12. International Energy Agency. (2020). *International Energy Agency. Data and statistics*.
13. ISO 9001. (2015). *Sistemas de Gestión de Calidad*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:9001:ed-5v1:es>
14. Jarrin, D. (2017). *Gestión energética para una óptima respuesta a la demanda en micro redes inteligentes. Sede*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

15. León, C., Menéndez, A., Rodríguez, I., López, B., García, M., & Fernández, S. (2018). Importancia de un sistema de gestión de la calidad en la Universidad de Ciencias Médicas. *Revista Archivo Médico de Camagüey. Cuba. Vol. 22. Núm. 6. Nov-dic. 2018*, 18-33.
16. Rakesh, N., Anbazhagan, G., & Jayabal, S. (2019). Design Estimation of the Amount of Solar Radiation Entering Automobile Glazing. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, , 346–370.
17. Romero, K. (2019). Beneficios de un sistema de gestión de calidad adecuado en una empresa. *Revista virtual Pro.Nro. 205. Febrero 2019. Universidad del Zulia. Venezuela.*, 1-14.
18. Romero, O. f. (2018). *Procedimiento para el dimensionamiento de sistemas autónomos de generación de energía solar fotovoltaica*. Colombia : Escuela de Ciencias Básicas, Tecnologías e Ingenierías – Universidad Nacional Abierta y a distancia UNED .
19. Salehi, J., Azizi, S., & Ranjbar, A. (2016). Control of Microgrids: Aspects and Prospects. . *International Conference on Networking, Sensing and Control*, (págs. . 38 - 43). Dobakhshari.
20. Sánchez, A. (2020). . Gestión energética basada en sistemas Multi-Agente para Micro-Redes en modo isla. .
21. Sandoval, F. (2018). *El Sistema de Gestión de Calidad y la Atención al Cliente en el Restaurante el Gourmet Urbano en el Distrito de San Isidro*. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres.
22. Tolón Martín, T. I. (2013). Operación y gestión de microrredes energéticas urbanas en un entorno de sostenibilidad energética y ambiental [Master's Thesis]. Universitat Politècnica de Catalunya.
23. Yáñez, G. (2016). *Propuesta Sistema de Control de Gestión Empresa Chilexpress*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de Economía y Negocios.