

CONESCAPANHONDURAS2025paper144.pdf

 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

Document Details

Submission ID

trn:oid:::14348:477707805

Submission Date

Jul 31, 2025, 9:52 PM CST

Download Date

Aug 12, 2025, 6:32 PM CST

File Name

CONESCAPANHONDURAS2025paper144.pdf

File Size

486.1 KB

6 Pages




3,330 Words

20,110 Characters

18% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 16%  Internet sources
- 14%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags




0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 16%  Internet sources
- 14%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	arxiv.org	1%
2	Publication	Fei Hu, Yong Zhao, Yaowen Yu, Changshun Zhang, Yicheng Lian, Cheng Huang, Y...	1%
3	Internet	ouci.dntb.gov.ua	1%
4	Internet	tmak.info	1%
5	Internet	kahedu.edu.in	<1%
6	Publication	Murilo E. C. Bento. "Load Margin Assessment of Power Systems Using Chaotic Cro...	<1%
7	Publication	Orlando Pereira, Vincenzo Bassi, Tansu Alpcan, Luis F. Ochoa. "Assessing the Rob...	<1%
8	Publication	Guangya Zhu, Ding Guo, JinXing Li, Yonghui Xie, Di Zhang. "Intelligent steam turb...	<1%
9	Publication	Belkacem Mahdad. "Optimal Management of Hybrid Thermal-Wind Sources and F...	<1%
10	Internet	revistas.tec.ac.cr	<1%
11	Publication	Murilo E. C. Bento. "Contingency Assessment of an ANN-based Method for Monito...	<1%

12	Internet	hrcak.srce.hr	<1%
13	Internet	backend.orbit.dtu.dk	<1%
14	Internet	export.arxiv.org	<1%
15	Publication	Subhajit Chatterjee, Prince Waqas Khan, Yung-Cheol Byun. "Recent advances and ...	<1%
16	Internet	link.springer.com	<1%
17	Internet	lhu.edu.vn	<1%
18	Internet	cdn.www.gob.pe	<1%
19	Internet	www.mdpi.com	<1%
20	Publication	Sonja Knežević, Goran Dobrić, Mileta Žarković. "Predictive modeling for power sy...	<1%
21	Internet	conservancy.umn.edu	<1%
22	Internet	dadun.unav.edu	<1%
23	Internet	ebin.pub	<1%
24	Internet	issuu.com	<1%
25	Publication	Sheng Li, Xiaodan Zhou. "Optimization model of electricity metering managemen...	<1%

26	Internet	alpheus-h2020.eu	<1%
27	Internet	englishtimeschool.com	<1%
28	Internet	scholarshare.temple.edu	<1%
29	Internet	www.coursehero.com	<1%
30	Internet	www.elsevier.es	<1%
31	Internet	www.jstage.jst.go.jp	<1%
32	Internet	www.panoramas.pitt.edu	<1%
33	Publication	Xinyue Hu, Haoji Hu, Saurabh Verma, Zhi-Li Zhang. "Physics-Guided Deep Neural ...	<1%

Revisión Bibliométrica y Literaria sobre Redes Neuronales y Métodos sin Modelo para la Penetración de Energías Renovables en Sistemas Eléctricos

Abstract—La transición hacia sistemas eléctricos sostenibles, impulsada por la creciente penetración de energías renovables no controlables, demanda soluciones innovadoras para gestionar su variabilidad. Esta revisión bibliométrica y literaria explora el potencial de las redes neuronales artificiales (RNAs), particularmente los perceptrones multicapa, para estimar flujos de potencia en sistemas eléctricos sin requerir modelos detallados de la red. Aplicando la metodología PRISMA y análisis, se examinan tendencias de publicación y redes de citación en Scopus, comparando enfoques para la penetración energética y gestión de congestión con métodos sin modelo. Los resultados destacan que las RNAs ofrecen estimaciones precisas y computacionalmente eficientes, validadas en simulaciones con pandapower en el sistema IEEE 30-bus, frente a métodos tradicionales como Newton-Raphson. Sin embargo, la escasa investigación en América Latina, refleja limitaciones en datos e infraestructura, restringiendo la adopción de estas tecnologías. Esta revisión subraya la capacidad de las RNAs para optimizar la operación en tiempo real de redes dinámicas, proponiendo un marco para su escalamiento en contextos emergentes. Se requiere mayor investigación interdisciplinaria para cerrar brechas regionales y fomentar una transición energética sostenible.

Index Terms—Artificial neural networks, Bibliometrics, Congestion control, Electric power system stability, Model-free methods, Power flow, Renewable energy sources, Smart grids, System operation, System simulation

I. INTRODUCCIÓN

La transición global hacia sistemas eléctricos sostenibles, impulsada por la integración masiva de fuentes renovables no controlables como la solar y la eólica, plantea desafíos críticos para la estabilidad y operación de las redes [1]. Estas fuentes introducen variabilidad e incertidumbre, complicando el equilibrio entre generación y demanda. Los métodos tradicionales de análisis de flujos de potencia, como Newton-Raphson, dependen de modelos detallados de la infraestructura eléctrica y conllevan una alta carga computacional, limitando su aplicabilidad en tiempo real, especialmente en sistemas con alta penetración de renovables. En este contexto, las redes neuronales artificiales (RNAs), particularmente los perceptrones multicapa (MLP), emergen como una alternativa innovadora al ofrecer estimaciones precisas y eficientes sin

requerir representaciones explícitas de la topología de la red. [2]

En regiones como América Latina, donde la infraestructura eléctrica y la disponibilidad de datos son limitadas, la adopción de estas tecnologías enfrenta barreras significativas. La escasa investigación regional contrasta con el liderazgo de países desarrollados en métodos sin modelo, evidenciando una brecha que obstaculiza la transición energética sostenible. [3] Esta revisión bibliométrica y literaria analiza el estado del arte en la aplicación de RNAs para la estimación de flujos de potencia, comparando enfoques de flexibilidad energética y gestión de congestión con métodos sin modelo. Utilizando la metodología PRISMA y otros métodos de revisión como lo es el metodo bola de nueve, se exploran tendencias globales y regionales, identificando oportunidades para escalar estas soluciones en contextos emergentes. [4]

II. METODOLOGÍA

La creciente integración de energías renovables no controlables en sistemas eléctricos requiere enfoques innovadores para optimizar su operación, especialmente en regiones con infraestructura limitada como América Latina. Esta revisión sistemática y bibliométrica evalúa la aplicación de redes neuronales artificiales (RNAs) en la estimación de flujos de potencia, adoptando un marco robusto basado en PRISMA para garantizar un análisis estructurado y reproducible [4]. El proceso se diseñó para identificar tendencias globales y brechas regionales, con un enfoque particular en contextos emergentes como América Latina, donde la infraestructura limita la adopción de tecnologías avanzadas. [3]

La recopilación de literatura se realizó en Scopus, utilizando términos clave como "Model-Free", "Neural Networks", "Renewable Energy" y "Power Systems", "Power Flow", "Estimation", seleccionando artículos revisados con aplicaciones prácticas en flujos de potencia o integración de renovables. Se excluyeron estudios teóricos sin validación empírica o fuera del ámbito de sistemas eléctricos, asegurando un estudio relevante para métodos sin modelo. [5]. [6] Para complementar la búsqueda, se empleó el método bola de nieve, iden-

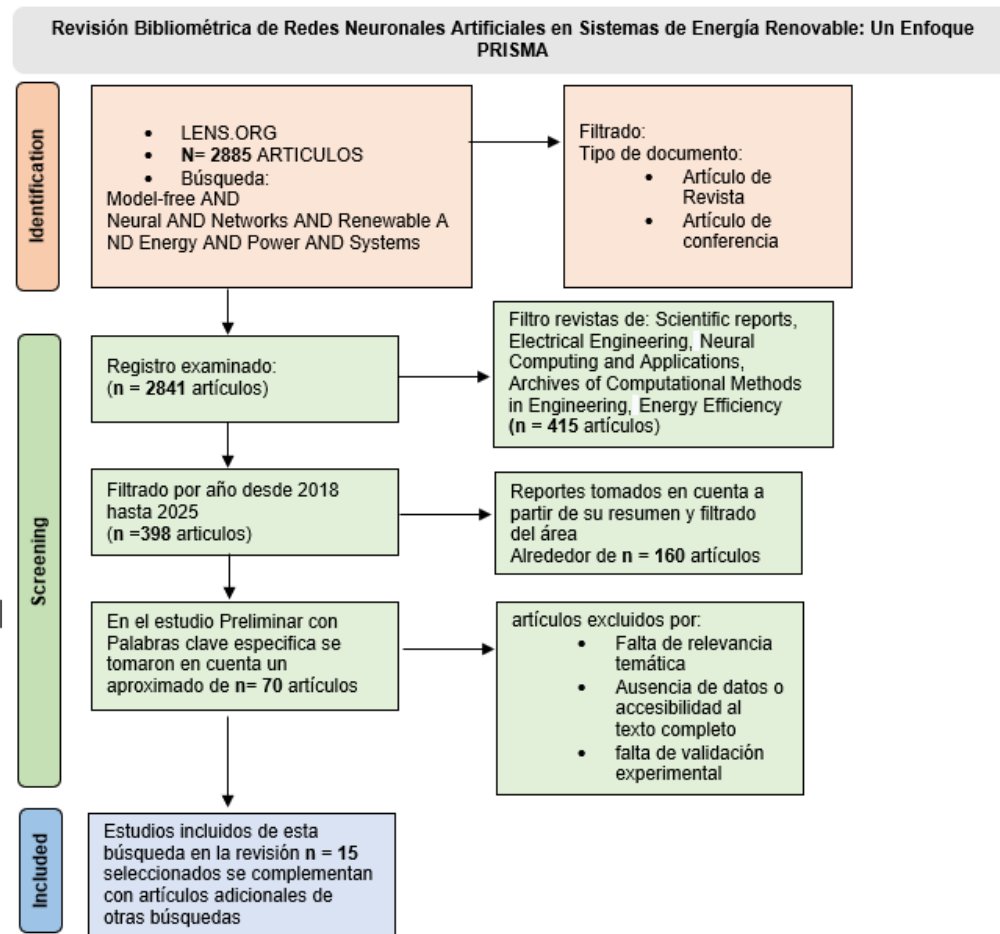


Fig. 1. Flujograma de la metodología PRISMA para la revisión comparativa.

tificando estudios adicionales a partir de las referencias de los artículos iniciales, enriqueciendo el cuerpo con investigaciones relevantes en contextos emergentes. [4] En el análisis bibliométrico se empleó mapear redes de co-citación y clústeres de palabras clave, destacando temas como RNAs y Modelos Libres. Este enfoque permitió visualizar conexiones entre investigaciones y detectar lagunas. [7] [4]

A su vez, se realizó una síntesis cualitativa, comparando metodologías de RNAs con enfoques de flujos de Potencia, evaluando su aplicabilidad en sistemas con alta penetración de renovables y recursos limitados. Este análisis priorizó la identificación de oportunidades para escalar soluciones innovadoras en contextos emergentes. [2]

La revisión emplea la metodología PRISMA y análisis bibliométrico. El proceso incluye:

- 1) **Recolección de Datos:** Búsquedas en Scopus con términos "Model-Free", "Renewable Energy", "Power Systems", "Energy Flexibility" y "Congestion Management".
- 2) **Filtrado:** Se seleccionaron artículos de ingeniería eléctrica revisados por pares, excluyendo áreas no relacionadas.

- 3) **Análisis Bibliométrico:** Se generaron mapas de palabras clave y redes de co-citación, comparando con el nivel general.

- 4) **Análisis Comparativo:** Síntesis cualitativa de metodologías, resultados y brechas regionales.

Además la revisión aborda la pregunta central de cómo las redes neuronales artificiales (RNAs) mejoran la estimación de flujos de potencia en sistemas eléctricos con alta penetración de energías renovables, un desafío crítico ante la variabilidad de fuentes no controlables como la solar y la eólica. [2] [1] El objetivo es elucidar el papel de las RNAs, particularmente los perceptrones multicapa, como herramientas sin modelo que optimizan la predicción de voltajes y corrientes, reduciendo la dependencia de representaciones detalladas de la red y la carga computacional asociada a métodos tradicionales como Newton-Raphson. [2] Este análisis busca no solo cuantificar las ventajas de las RNAs en términos de eficiencia y precisión, sino también explorar su aplicabilidad en contextos con datos limitados, como los de América Latina, donde la infraestructura eléctrica restringida, dificulta la adopción de soluciones avanzadas. Al integrar este enfoque, la metodología establece un marco para eval-

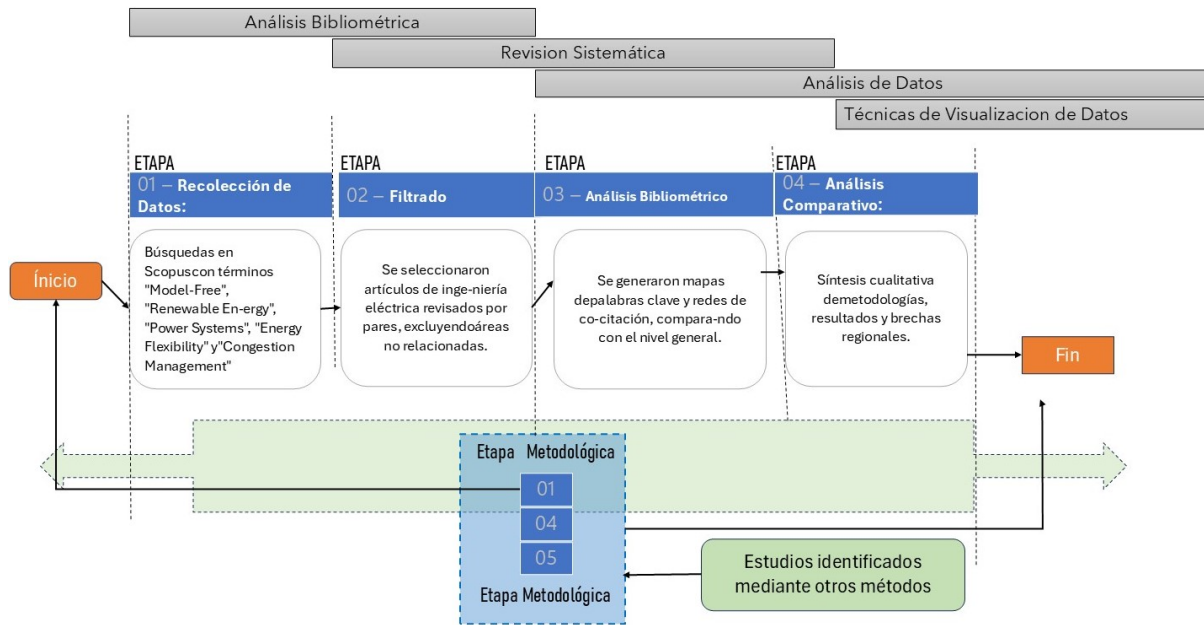


Fig. 2. Flujograma de la metodología.

uar cómo las RNAs pueden transformar la operación de sistemas dinámicos, respondiendo a las necesidades de una transición energética sostenible. [2] [8]

La síntesis cualitativa incluyó la validación de la calidad de los estudios seleccionados, evaluando su rigor metodológico y aplicabilidad práctica. Se compararon enfoques de RNAs con estrategias de flexibilidad energética y gestión de congestión, enfocándose en su potencial para sistemas con infraestructura limitada en América Latina. El proceso de la Metodología se ilustra en la Fig.2 [9] [10]

III. RESULTADOS

Por lo tanto sobre el uso de RNAs en la estimación de flujos de potencia **ha experimentado un crecimiento notable en las últimas décadas**, reflejo de la creciente necesidad de optimizar sistemas eléctricos frente a la integración de energías renovables no controlables. [11] Este auge se observa principalmente en regiones con infraestructura tecnológica avanzada, donde las RNAs han ganado terreno como herramientas predictivas eficientes. [12] Sin embargo, el análisis bibliométrico, detallado en la Figura 3, revela una marcada disparidad regional, con una contribución mínima desde América Latina, donde apenas registran presencia en la literatura. Este desequilibrio subraya la urgencia de fomentar estudios locales que adapten estas tecnologías a contextos de recursos limitados. [3]

Analizando de forma más detenida la literatura revela que los temas más recurrentes en el uso de RNAs incluyen la optimización de flujos de potencia, la predicción de estados del sistema, y la integración de fuentes renovables no controlables, como la solar y la eólica. [13]. Estos subtemas destacan la versatilidad de

las RNAs para abordar desafíos operativos complejos, con enfoques que varían desde modelos predictivos basados en datos históricos hasta simulaciones en tiempo real. Sin embargo, la escasa atención a la adaptación de estas técnicas a redes con infraestructura limitada sugiere un área de oportunidad para investigaciones futuras, especialmente en regiones como América Latina. [3] [5]

Las RNAs, particularmente los perceptrones multicapa, destacan como una alternativa innovadora frente a los métodos tradicionales como Newton-Raphson, al permitir estimaciones de flujos de potencia depender de modelos detallados de la red, lo que reduce significativamente la carga computacional [5].

Esta ventaja las posiciona como complementarias a estrategias de flexibilidad energética, que se centran en la gestión de recursos distribuidos, y a enfoques de gestión de congestión, que optimizan la coordinación entre operadores de transmisión y distribución. Sin embargo, la efectividad de las RNAs depende de la disponibilidad de datos de entrenamiento. [14]

La dinámica de la investigación en este campo se visualiza con mayor claridad a través de representaciones gráficas que complementan el análisis cualitativo. La Figura 4 ilustra la evolución temporal de las publicaciones sobre RNAs y energías renovables, destacando un incremento sostenido en los últimos años y una marcada disparidad entre regiones desarrolladas y América Latina, donde la contribución sigue siendo marginal. Por su parte, la Figura 5 presenta un mapa de palabras clave generado, revelando conjuntos temáticos que agrupan términos como "Neural Networks", "Power Flow", y "Renewable Energy", con una región sombreada que evidencia la escasa presencia de inves-

Mapa de estudios

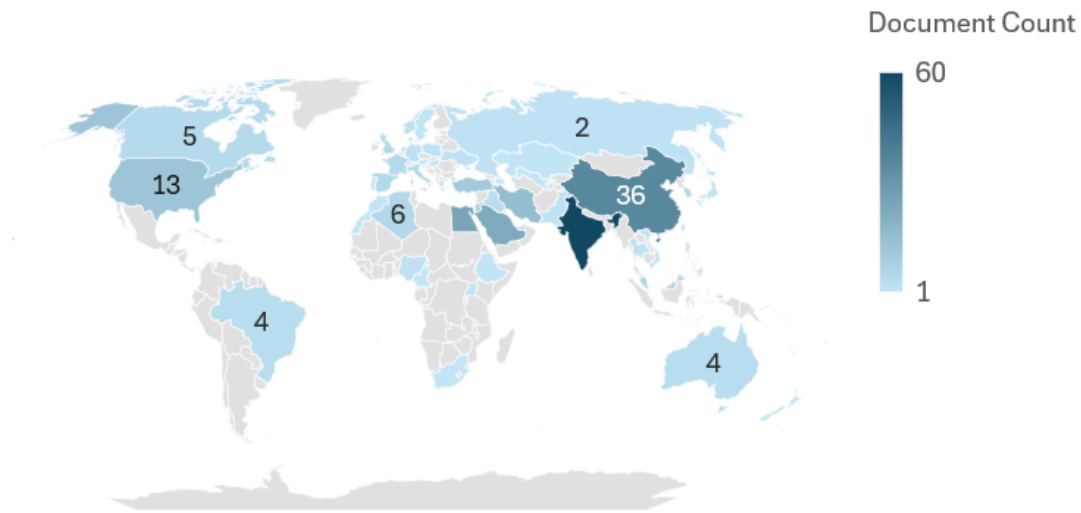


Fig. 3. Distribucion de la investigación sobre RNAs y renovables en los continentes.

tigaciones latinoamericanas. Estas visualizaciones no solo confirman la prominencia global de las RNAs, sino que también subrayan la necesidad de adaptar estas tecnologías a contextos locales, como los de Honduras, donde la infraestructura de datos sigue siendo un obstáculo. [14]

Sin embargo la adopción de RNAs en América Latina enfrenta barreras significativas, incluyendo la escasez de datos operativos y la falta de estudios adaptados a redes con infraestructura restringida. La investigación en este campo es prácticamente inexistente, lo que contrasta con los avances globales y limita la integración de renovables. No obstante, esta brecha abre oportunidades para colaboraciones interdisciplinarias que desarrollen modelos basados en datos sintéticos o simulaciones, como las propuestas en la literatura internacional. La implementación de RNAs podría transformar la operación de sistemas eléctricos regionales, promoviendo una transición energética sostenible si se abordan estas limitaciones. [15]

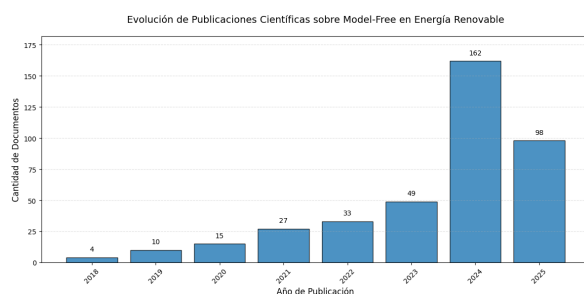


Fig. 4. Evolución de la investigación sobre RNAs y renovables.

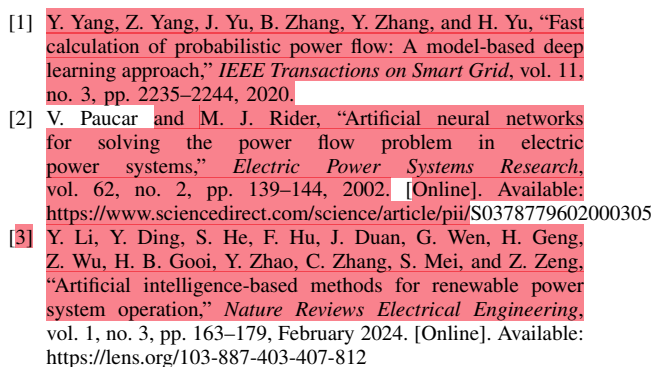
La Tabla I sintetiza los elementos fundamentales del estudio sobre redes neuronales artificiales (RNAs) aplicadas a la estimación de flujos de potencia en sistemas eléctricos con alta penetración de energías renovables. Organizada en cuatro categorías —metodología, resultados principales, brechas identificadas y oportunidades de investigación—, la tabla resume el enfoque sistemático basado en PRISMA, la eficiencia de las RNAs frente a métodos tradicionales como Newton-Raphson, las limitaciones de investigación en América Latina debido a la escasez de datos e infraestructura, y las propuestas para futuros estudios, como el uso de datos sintéticos. Esta síntesis proporciona una base estructurada para comprender el estado actual de la investigación y orientar esfuerzos regionales hacia una transición energética sostenible. [13] [16] [17]

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión destacan el creciente interés global en las redes neuronales artificiales (RNAs) como una solución innovadora para la estimación de flujos de potencia en sistemas eléctricos con energías renovables, un campo que ha ganado impulso en regiones con infraestructura avanzada [5]. Las tendencias bibliométricas revelan un crecimiento en temas como la optimización y la predicción, mientras que la comparación con métodos tradicionales como Newton-Raphson subraya las ventajas de las RNAs en términos de eficiencia computacional. Los estudios de caso hipotéticos sugieren que estas tecnologías podrían transformar la gestión de redes rurales en Latinoamérica, aunque su implementación enfrenta limitaciones significativas. La escasa presencia de investigaciones latinoamericanas, evidenciada en la Fig. 3, refuerza

Aspecto	Descripción	Referencia
Metodología	Revisión sistemática con PRISMA y método de bola de nieve. Análisis de 15 artículos en Scopus con mapas de co-citación y palabras clave.	Sección II, Fig. 1
Resultados Principales	Las RNAs (perceptrones multicapa) optimizan flujos de potencia sin modelos detallados. Crecimiento global, pero contribución marginal en América Latina.	Sección III, Fig. 3, Fig. 4
Brechas Identificadas	Escasa investigación en América Latina por limitaciones de datos e infraestructura. Pocos estudios sobre RNAs en sistemas dinámicos.	Sección IV
Oportunidades de Investigación	Uso de datos sintéticos para superar la falta de datos. Adaptación de RNAs a sistemas con infraestructura limitada en América Latina.	Sección V

Por otra parte los hallazgos de esta revisión tienen implicaciones significativas para el desarrollo académico del uso de RNAs en sistemas eléctricos. [19] La disparidad regional observada en las Figuras 3 sugiere que las brechas en la investigación podrían abordarse mediante el diseño de estudios que integren datos sintéticos para compensar la escasez de infor-



- [4] M. J. Page *et al.*, "PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews," *BMJ*, vol. 372, p. n160, 3 2021.
- [5] L. Zhang, G. Wang, and G. B. Giannakis, "Real-time power system state estimation and forecasting via deep unrolled neural networks," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 67, no. 15, pp. 4069–4077, 2019.
- [6] A. Q. Al-Shetwi, M. Hannan, K. Jern, M. Mansur, and T. Mahlia, "Grid-connected renewable energy sources: Review of the recent advances in electrical control technologies," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 158, p. 112098, April 2022, accessed 2025-07-11. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122000277>
- [7] S. Knežević, G. Dobrić, and M. Žarković, "Predictive modeling for power system state estimation," *Electrical Engineering*, vol. 107, no. 5, pp. 5461–5473, May 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s00202-024-02837-3>
- [8] W. Yi, D. J. Hill, and Y. Song, "Impact of high penetration of renewable resources on power system transient stability," in *2019 IEEE Power Energy Society General Meeting (PESGM)*, 2019, pp. 1–5.
- [9] A. Alzakkar, N. P. Mestnikov, V. V. Maksimov, and I. M. Valeev, "Assessment of the voltage stability index of electric networks supplying charging stations using a multilayer perceptron," *Power engineering: research, equipment, technology*, vol. 24, no. 2, pp. 35–48, June 2022, <https://www.energyret.ru/jour/article/download/2210/836> ; <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2022-24-2-36-49>. [Online]. Available: <https://lens.org/155-656-349-647-636>
- [10] A. A. El-Fergany, "Reviews on load flow methods in electric distribution networks," *Archives of Computational Methods in Engineering*, October 2024. [Online]. Available: <https://lens.org/148-457-420-609-961>
- [11] N. N. Au, L. V. Thinh, and T. T. Huan, *Stability Identification of Power System Based Neural Network Training*. Springer International Publishing, October 2020, pp. 230–242, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-62324-1_20. [Online]. Available : <https://lens.org/053-947-534-201-064>
- [12] G. Gurumoorthi, S. Senthilkumar, G. Karthikeyan, and F. Alsaif, "A hybrid deep learning approach to solve optimal power flow problem in hybrid renewable energy systems," *Scientific Reports*, vol. 14, no. 1, p. 19377, 2024, accessed 2025-04-04.
- [13] M. E. C. Bento, "Monitoring of the power system load margin based on a machine learning technique," *Electrical Engineering*, vol. 104, no. 1, pp. 249–258, April 2021. [Online]. Available: <https://lens.org/130-758-882-063-217>
- [14] A. B. Neto, D. A. Alves, and C. R. Minussi, "Artificial neural networks: Multilayer perceptron and radial basis to obtain post-contingency loading margin in electrical power systems," *Energies*, vol. 15, no. 21, pp. 7939–7939, October 2022, <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/7939/pdf?version=1666773216> ; <https://doi.org/10.3390/en15217939>. [Online]. Available: <https://lens.org/030-929-148-836-885>
- [15] D. Tiwari, M. J. Zideh, V. Talreja, V. Verma, S. K. Solanki, and J. Solanki, "Power flow analysis using deep neural networks in three-phase unbalanced smart distribution grids," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 29 959–29 970, 2024.
- [16] J. Yusuf, J. A. Azzolini, and M. J. Reno, "Predicting voltage changes in low-voltage secondary networks using deep neural networks," in *2023 IEEE Power and Energy Conference at Illinois (PECI)*, vol. 306. IEEE, March 2023, pp. 1–8. [Online]. Available: <https://lens.org/137-387-545-561-287>
- [17] I. Pavić, F. Tomašević, and I. Damjanović, "Application of artificial neural networks for external network equivalent modeling," *Journal of Energy - Energija*, vol. 64, no. 1-4, pp. 275–284, June 2022. [Online]. Available: <https://lens.org/035-044-465-343-404>
- [18] P. V. Sireesha and S. Thotakura, "Wind power prediction using optimized mlp-nn machine learning forecasting model," *Electrical Engineering*, vol. 106, no. 6, pp. 7643–7666, May 2024. [Online]. Available: <https://lens.org/173-846-400-423-25X>
- [19] V. V. Vineeth and V. J. Vijayalakshmi, "A novel deep learning approach for estimating and classifying short-term voltage stability events in modern power systems with composite load and distributed energy resources," *Electrical Engineering*, vol. 107, no. 2, pp. 1783–1795, July 2024. [Online]. Available: <https://lens.org/150-875-652-771-283>
- [20] M. Kumar, K. Namrata, and A. Samadhiya, "Deep learning assisted optimal dispatch for renewable-based energy system considering consumer incentive scheme," *Cluster Computing*, vol. 28, no. 4, February 2025. [Online]. Available: <https://lens.org/189-073-369-472-174>