

Evolución científica y tendencias del Procesamiento Digital de Señales en el diagnóstico de fallas eléctricas: Un análisis bibliométrico (2019-2025)

Scientific Evolution and Trends in Digital Signal Processing for Electrical Fault Diagnosis: A Bibliometric Analysis (2019-2025)

Steven Gherard Santamaría Oblitas
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
ssantamariaob@unprg.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-9190-562X>

Recibido: 10/10/2025
Aprobado: 18/12/2025
Publicado: 20/12/2025

Cómo citar este trabajo:

Santamaría Oblitas, S. G. (2025). Evolución científica y tendencias del Procesamiento Digital de Señales en el diagnóstico de fallas eléctricas: Un análisis bibliométrico (2019-2025). *Revista Reflexiones De La Sociedad Y Economía*, 2(2), 121-148. <https://doi.org/10.62776/rse.v2i2.55>



© El autor. Este artículo es publicado por la Revista Reflexiones de la sociedad y economía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, Perú, como acceso abierto bajo los términos de la Licencia *Creative Commons Atribución 4.0 Internacional* (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Esta licencia permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) el contenido para cualquier propósito, incluido el uso comercial.

RESUMEN

El Procesamiento Digital de Señales (DSP) ha cobrado creciente relevancia en el diagnóstico de fallas eléctricas, particularmente en un contexto de transformación digital de los sistemas eléctricos. En este marco, el presente estudio tiene como objetivo analizar los patrones y tendencias de la producción científica sobre DSP aplicado al diagnóstico de fallas entre 2019 y 2025, mediante un enfoque bibliométrico. Para ello, se analizaron 1,063 documentos recuperados de la base de datos Scopus utilizando herramientas como Bibliometrix (R-Studio) y VOSviewer. Se evidenció un crecimiento sostenido en la producción académica, articulado en tres etapas: ajuste, expansión y consolidación. Se identificó un núcleo reducido de autores altamente productivos (Lotka), así como un conjunto de revistas especializadas que concentran la diseminación temática (Bradford). China, India y Corea del Sur lideran en volumen de publicaciones, configurando una hegemonía investigativa asiática. Desde una perspectiva temática, se evidenció una convergencia metodológica hacia el uso de transformadas tiempo-frecuencias combinadas con inteligencia artificial, y un desarrollo semántico interdisciplinario anclado en ingeniería eléctrica, ciencias computacionales y energía. El estudio proporciona una visión integral de la evolución científica del campo, aportando insumos estratégicos para investigadores y tomadores de decisiones. Entre las limitaciones se encuentra el uso exclusivo de Scopus y el análisis centrado en metadatos. Se sugiere como línea futura la incorporación de análisis cualitativos y otras bases de datos.

Palabras clave: Procesamiento Digital de Señales, diagnóstico de fallas eléctricas, bibliometría, inteligencia artificial.

ABSTRACT

Digital Signal Processing (DSP) has become increasingly important in electrical fault diagnosis, particularly in the context of the digital transformation of electrical systems. Within this framework, this study aims to analyze the patterns and trends in scientific production on DSP applied to fault diagnosis between 2019 and 2025, using a bibliometric approach. To this end, 1,063 documents retrieved from the Scopus database were analyzed using tools such as Bibliometrix (R-Studio) and VOSviewer. A sustained growth in academic production is evident, articulated in three stages: adjustment, expansion, and consolidation. A small core of highly productive authors was identified (Lotka), as well as a set of specialized journals that concentrate the dissemination of the topic (Bradford). China, India, and South Korea lead in publication volume, establishing an Asian research hegemony. From a thematic perspective, a methodological convergence toward the use of time-frequency transforms combined with artificial intelligence is evident, along with an interdisciplinary semantic development grounded in electrical engineering, computer science, and energy. The study provides a comprehensive view of the field's scientific evolution, offering strategic input for researchers and decision-makers. Limitations include the exclusive use of Scopus and the metadata-centric analysis. The incorporation of qualitative analyses and other databases is suggested as a future direction.

Keywords: Digital Signal Processing, electrical fault diagnosis, bibliometrics, artificial intelligence.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, el avance del Procesamiento Digital de Señales (DSP, por sus siglas en inglés) ha transformado la manera en que se abordan los problemas de monitoreo y diagnóstico en sistemas eléctricos. Su aplicación en la detección temprana de fallas ha permitido desarrollar redes más eficientes, seguras y resilientes ante eventos anómalos (Mohapatra et al., 2024; Zhang et al., 2025). El uso de transformadas rápidas de Fourier (FFT), de wavelets y de Hilbert-Huang ha optimizado el análisis de transitorios eléctricos, brindando interpretaciones en tiempo real que facilitan la toma de decisiones automatizadas en subestaciones y redes inteligentes (smart grids) (P. Kumar et al., 2025; Singh et al., 2024). Estos avances han sido impulsados, además, por el crecimiento de la inteligencia artificial (IA) y el machine learning, que potencian la capacidad de diagnóstico predictivo en entornos industriales y de alta tensión (Huang et al., 2023; Liu et al., 2024).

En este contexto, la literatura reciente muestra un incremento notable en la integración del DSP con sistemas embebidos, drones y plataformas IoT para la supervisión de líneas de transmisión, transformadores y generadores (Li, 2023; Z. Wang, 2025). Las tendencias globales apuntan hacia un ecosistema interdisciplinario que une ingeniería eléctrica, computación e instrumentación, reflejando una convergencia tecnológica que redefine el paradigma del mantenimiento predictivo. A nivel industrial, la digitalización de las redes eléctricas y la necesidad de reducir tiempos de interrupción impulsan la investigación en algoritmos más precisos, adaptativos y energéticamente eficientes (Cheng et al., 2024; Patel et al., 2024). Sin embargo, la acelerada evolución del campo plantea interrogantes sobre la consolidación del conocimiento científico y la dirección futura de la investigación.

Pese a los avances logrados, persiste la necesidad de comprender cómo ha evolucionado la producción científica sobre DSP en el diagnóstico de fallas eléctricas, qué tendencias temáticas predominan y cuáles son los actores e instituciones más influyentes. Los estudios existentes suelen centrarse en casos experimentales o comparativos, dejando vacíos respecto a la estructura global del conocimiento y las interconexiones entre líneas de investigación (K. H. Kim et al., 2024; Rahman et al., 2023). En consecuencia, el problema de investigación se orienta a responder la pregunta: ¿Cómo ha evolucionado la producción científica y cuáles son las tendencias predominantes en el uso del Procesamiento Digital de Señales para el diagnóstico de fallas eléctricas entre 2019 y 2025? Esta interrogante busca vincular la dinámica investigativa con la madurez teórica y metodológica del campo.

La literatura evidencia una expansión sustancial en la cantidad de publicaciones y la diversidad de enfoques. Según los estudios revisados, el DSP se aplica en la detección de armónicos, descargas parciales, cortocircuitos y defectos incipientes mediante modelos híbridos que combinan aprendizaje profundo y análisis tiempo-frecuencia (Alim et al., 2023; Zhou, 2025). Investigaciones como las de Gao et al. (2023) y Das et al. (2022) destacan la eficacia del uso de convolutional neural networks y transformadas wavelet en la identificación de patrones de fallas en condiciones de ruido. Asimismo,

autores como y Rahman et al. (2023) señalan que la IA mejora la sensibilidad del diagnóstico, permitiendo la automatización de los sistemas de protección eléctrica.

En el plano bibliométrico, los trabajos previos muestran un interés creciente en cuantificar la evolución de estas investigaciones, identificando revistas, países e instituciones líderes (Khan et al., 2023; A. Kumar, 2024; Singh et al., 2024). No obstante, la mayoría de los estudios se limitan a análisis parciales o periodos cortos, sin ofrecer una visión integral de la estructura del conocimiento ni de los clústeres temáticos emergentes. Estudios como los de (Lin et al., 2024) y (Pan et al., 2022) sugieren la existencia de tres grandes líneas de desarrollo: el modelado de fallas con redes neuronales, la optimización de señales con wavelets y la integración del DSP con sistemas inteligentes distribuidos, aunque carecen de una síntesis cuantitativa global.

En este sentido, el presente estudio se justifica por la necesidad de ofrecer una visión panorámica y sistematizada del desarrollo científico del campo, identificando su evolución temporal, los núcleos de investigación y las tendencias conceptuales predominantes. Mediante un análisis bibliométrico basado en la base de datos Scopus, procesado con Bibliometrix y VOSviewer, se busca caracterizar la estructura intelectual, las redes de colaboración y las áreas emergentes de investigación entre 2019 y 2025. De esta manera, el trabajo no solo contribuye al entendimiento de la dinámica científica del DSP en diagnóstico de fallas eléctricas, sino que también proporciona una referencia para orientar futuras investigaciones y fortalecer la cooperación interdisciplinaria (Aria & Cuccurullo, 2017).

METODOLOGÍA

El presente estudio obedece a un corte positivista–cuantitativo con diseño exploratorio–descriptivo, orientado a caracterizar la evolución, colaboración y tendencias del DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2019–2025). Las unidades de análisis fueron los metadatos (título, autores, afiliaciones, palabras clave, fuente, país, citas y referencias) extraídos de Scopus.

Estrategia de búsqueda: Consulta en Scopus el 09/10/2025 usando la ecuación:

TITLE-ABS-KEY ("digital signal processing" OR dsp OR "signal analysis" OR "wavelet transform*" OR fft OR "fast fourier transform" OR "short-time fourier transform" OR stft OR "hilbert transform") AND TITLE-ABS-KEY ("fault detection" OR "fault diagnosis" OR "power system*" OR "electrical grid*" OR "transmission line*" OR "distribution network*" OR "partial discharge" OR "power quality") AND TITLE-ABS-KEY (classification OR "feature extraction" OR "pattern recognition" OR "time-frequency analysis" OR "harmonic analysis" OR "transient analysis") AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (OA,"all")).

Se identificaron 1 063 documentos (2019–2025), incluyendo artículos, revisiones, conferencias y capítulos; se excluyeron duplicados, trabajos no pertinentes y registros incompletos.

Los datos se procesaron con Bibliometrix (R) y VOSviewer (v1.6.20) para indicadores de productividad (NP, autores, instituciones), impacto (citas, h, m) y colaboración (coautoría y países). Se evaluó Ley de Lotka y Ley de Bradford (cumplimiento parcial). Se generaron mapas temáticos y coocurrencia de palabras clave, redes de colaboración internacional, coautoría institucional y Three-Field Plot.

Se ejecutaron las visualizaciones con VOSviewer y Datawrapper. Para replicabilidad, se documentaron búsqueda, limpieza y análisis; datos, cadenas de búsqueda y gráficos se depositaron en un repositorio de acceso abierto, siguiendo principios de Ciencia Abierta.

RESULTADOS

Durante el periodo 2020–2025, la producción científica sobre Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas mostró un crecimiento sostenido con una tasa anual del 4,42 %, reflejando un interés creciente de la comunidad investigadora internacional. Se identificaron 1 063 documentos publicados en 282 fuentes científicas, con una participación de 3 846 autores, de los cuales el 24,65 % colaboraron en redes internacionales, lo que evidencia un alto nivel de cooperación transnacional (véase Figura 1). Cada publicación tuvo en promedio 4,25 coautores, sugiriendo una estructura colaborativa robusta. Además, se registraron 2 609 palabras clave y 8 741 referencias, indicadores de una diversidad temática y un amplio sustento bibliográfico. El promedio de 13,39 citas por documento y una edad media de 2,24 años confirman la vigencia y relevancia actual del campo, consolidándolo como un dominio en expansión dentro de la ingeniería eléctrica y las ciencias computacionales (Aria & Cuccurullo, 2017).

Figura 1

Indicadores bibliométricos del campo (2020–2025)



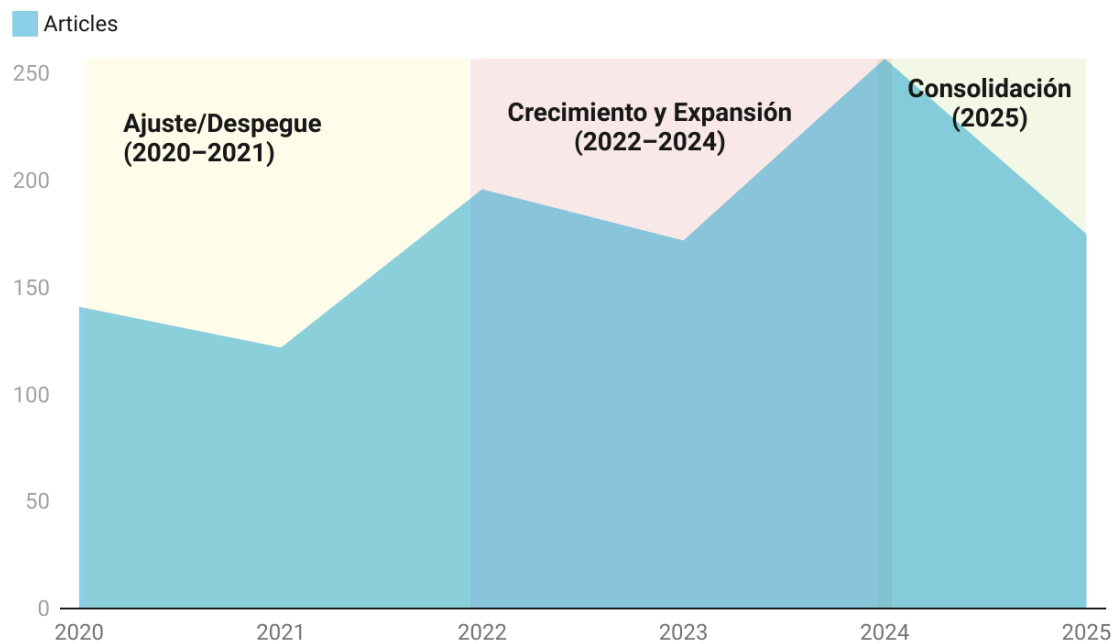
Nota: Indicadores elaborado con Bibliometrix.

La Figura 2 evidencia tres fases bien definidas en la trayectoria 2020–2025. Ajuste/Despegue (2020–2021): la producción desciende de ~145 a ~125 artículos (~–14 %), propia de una etapa de exploración metodológica y reorganización de agendas, con focos incipientes en análisis tiempo–frecuencia. Crecimiento y Expansión (2022–2024): se observa una aceleración sostenida —195 publicaciones en 2022, ligera corrección a

175 en 2023 y pico de 257 en 2024— impulsada por la adopción de FFT, STFT y Wavelet integradas con IA/aprendizaje profundo, mayor colaboración internacional y disponibilidad de datos y plataformas de cómputo que facilitan estudios comparativos y aplicaciones en campo. Normalización/Consolidación (2025): el ajuste a ~170 artículos fijan un nuevo nivel estructural de producción, superior al bienio inicial, indicativo de maduración temática, depuración de líneas de alto impacto y transición desde estudios exploratorios hacia implementaciones robustas y evaluaciones a gran escala. En conjunto, la serie confirma una tendencia ascendente —coherente con la tasa media de crecimiento anual reportada— y el avance del DSP para diagnóstico de fallas eléctricas desde la prueba de concepto hacia su consolidación como tecnología habilitadora en sistemas de potencia.

Figura 2

Evolución anual de las publicaciones sobre Procesamiento Digital de Señales (2020–2025)



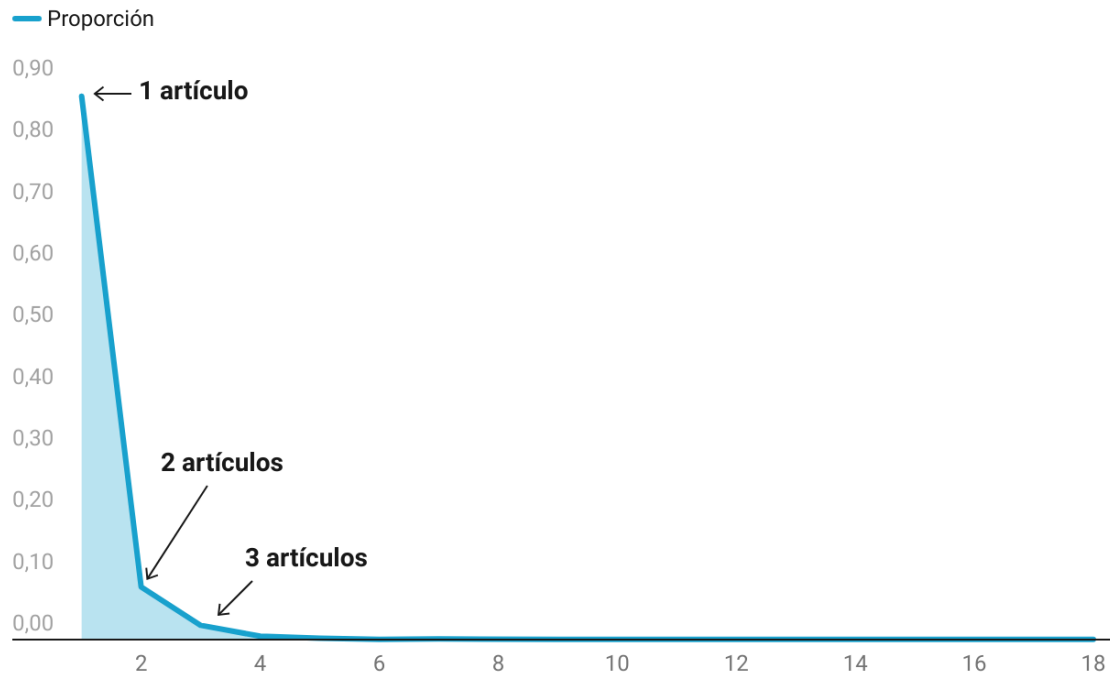
Created with Datawrapper

La Figura 3 representa la distribución de productividad de autores en el campo del Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas, evidenciando un claro cumplimiento de la Ley de Lotka. Esta ley establece que el número de autores que publican n trabajos es inversamente proporcional al cuadrado de n , es decir, pocos autores generan la mayoría de las publicaciones, mientras que la mayoría contribuye con uno o pocos artículos (Lotka, 1926). El gráfico muestra una marcada concentración en la primera categoría (autores con una sola publicación $\approx 85\%$), seguida por un descenso abrupto en los niveles superiores de productividad, lo que confirma un modelo de distribución bibliométrica típica. Este patrón refleja una estructura científica abierta y colaborativa, donde un grupo reducido de investigadores líderes sostiene la

continuidad del campo, mientras que nuevos autores ingresan progresivamente, contribuyendo al dinamismo y expansión temática del área.

Figura 3

Distribución de productividad de autores según la Ley de Lotka (2020–2025)



Creado con Datawrapper

El análisis de la Tabla 1 evidencia la existencia de un núcleo consolidado de autores líderes que concentran la mayor parte del impacto científico en el área de estudio. Destaca Kim Jongmyon, University of Ulsan [This link is disabled.](#), Ulsan, South Korea (Rai et al., 2025), con un h-index = 12, 18 publicaciones y 556 citas totales, lo que refleja una productividad sobresaliente y un impacto sostenido desde 2020 (m-index = 2). Le siguen Khan B. y Mahela Om Prakash, ambos con h-index = 6 y nueve artículos publicados, alcanzando 113 y 142 citas respectivamente, lo que sugiere una participación activa en la consolidación del campo. Asimismo, Wolkiewicz Marcin, con 308 citas y un m-index de 2, evidencia una trayectoria reciente pero de alto impacto, al igual que Pietrzak Przemysław (299 citas) y Abdul Wahab Noor Izzri (271 citas), cuyas publicaciones presentan una media de citación elevada por documento (superior a 45 citas/artículo). Este comportamiento es consistente con el modelo bibliométrico descrito por Aria y Cuccurullo (2017), donde la productividad y el impacto se concentran en un grupo reducido de autores altamente citados, mientras que la comunidad científica restante aporta de manera complementaria a la expansión temática y metodológica del dominio. En conjunto, la Figura 1 y la Tabla 1 reflejan la consolidación de redes colaborativas y el surgimiento de nuevas líneas de investigación en torno al uso del DSP para el diagnóstico inteligente de fallas eléctricas.

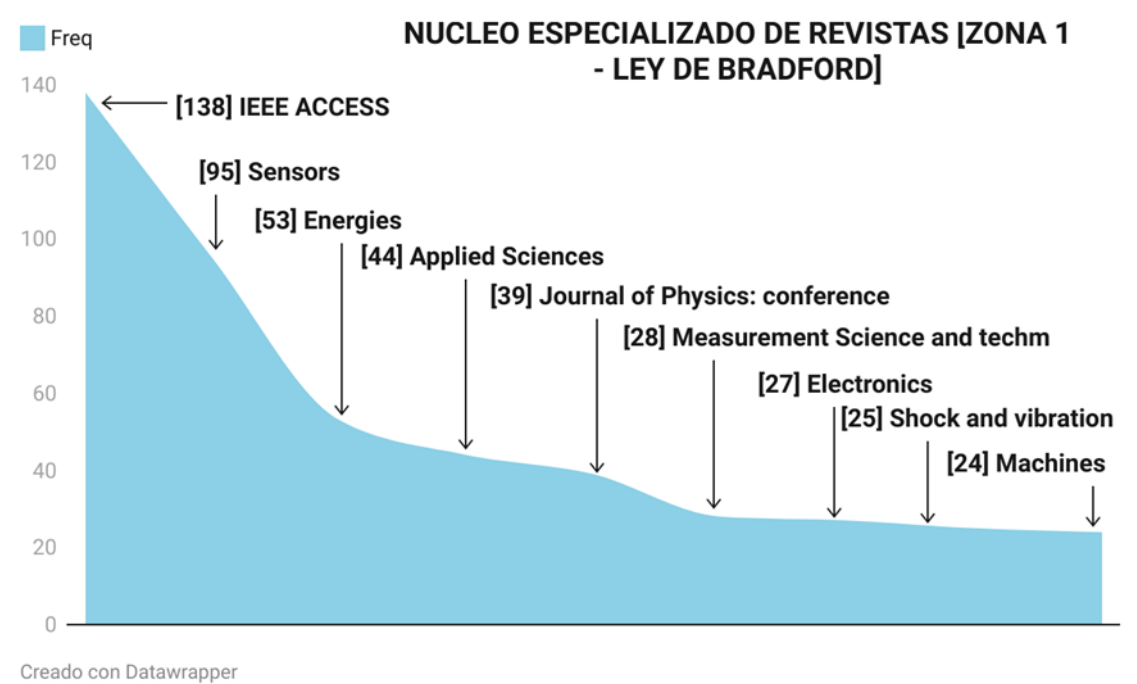
Tabla 1
Productividad de los autores mas importantes

Author	h_index	m_index	TC	NP	PY_start
KIM JONGMYON	12	2	556	18	2020
KHAN B.	6	1	113	9	2020
MAHELA OM PRAKASH	6	1	142	9	2020
WOLKIEWICZ MARCIN	6	2	308	7	2022
AHMAD ZAHoor	5	1	129	5	2021
BAJAJ MOHIT	5	2	87	5	2023
KIM CHEOLHONG	5	1	201	6	2020
PIETRZAK PRZEMYSŁAW	5	1	299	6	2022
XIE FENGYUN	5	2	52	7	2023
ABDUL WAHAB NOOR IZZRI	4	1	271	4	2020

Creado con Datawrapper

La Figura 4 evidencia la distribución de las fuentes científicas más productivas en el campo del Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas, conforme a la Ley de Bradford, la cual establece que un número reducido de revistas concentra la mayor parte de los artículos relevantes sobre un tema determinado (Bradford, 1934). El análisis de la Zona 1 identifica un núcleo altamente especializado compuesto principalmente por IEEE Access (138 artículos), Sensors (95) y Energies (53), que actúan como los principales difusores de los avances en detección y diagnóstico de fallas mediante técnicas de DSP y aprendizaje automático. En un segundo nivel de productividad se ubican Applied Sciences (44), Journal of Physics: Conference Series (39) y Measurement Science and Technology (28), que complementan la diseminación científica en áreas instrumentales y de simulación experimental. Finalmente, revistas como Electronics (27), Shock and Vibration (25) y Machines (24) consolidan la periferia del núcleo, contribuyendo con estudios de aplicación práctica y validación experimental. Esta concentración demuestra una alta cohesión temática y madurez disciplinar, indicando que la investigación sobre DSP para diagnóstico de fallas se encuentra firmemente institucionalizada dentro de revistas Q1–Q2 del ámbito de ingeniería eléctrica, automática y ciencia de materiales, con un patrón de dispersión típico de áreas tecnológicamente consolidadas (Aria & Cuccurullo, 2017).

Figura 4
Núcleo especializado de revistas según la Ley de Bradford (Zona 1)



La Tabla 2 revela un núcleo editorial de alta productividad encabezado por IEEE Access ($h = 26$; $NP = 138$; $TC = 2,655$) y Sensors ($h = 25$; $NP = 95$; $TC = 1,619$), seguidos por Energies ($h = 16$; $NP = 53$; $TC = 860$) y Applied Sciences ($h = 14$; $NP = 44$; $TC = 833$), que funcionan como canales primarios de difusión del tema. En velocidad de impacto, el m-index posiciona a IEEE Access y Sensors en la vanguardia ($m = 4$ desde 2020), mientras Machines ($m = 3$; $PY_start = 2022$) muestra un crecimiento acelerado pese a su reciente entrada. La eficiencia citacional (citas/documento) perfila estrategias distintas: Energy Reports ($\sim 27,3$) e IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement ($\sim 24,3$) logran alto impacto con menor volumen, frente a revistas de gran caudal como IEEE Access ($\sim 19,2$) y Applied Sciences ($\sim 18,9$). Títulos instrumentales como Measurement Science and Technology ($h = 12$) y Electronics ($h = 10$) sostienen la base metodológica y experimental, y Shock and Vibration ($h = 11$) aporta aplicaciones estructurales y vibracionales. En conjunto, se configura un ecosistema maduro y estratificado: pocas revistas concentran volumen y h-index, mientras otras maximizan el impacto por artículo, ofreciendo rutas complementarias para optimizar visibilidad y citación del manuscrito.

Tabla 2

Productividad e impacto de las 10 revistas núcleo en DSP para diagnóstico de fallas (2020–2025)

Source	h_index	m_index	TC	NP	PY_start
IEEE ACCESS	26	4	2 655	138	2020
SENSORS	25	4	1 619	95	2020
ENERGIES	16	3	860	53	2020
APPLIED SCIENCES	14	2	833	44	2020
MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY	12	2	459	28	2020
SHOCK AND VIBRATION	11	2	385	25	2020
ELECTRONICS	10	2	319	27	2020
MACHINES	10	3	278	24	2022
ENERGY REPORTS	9	2	273	10	2021
IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT	9	2	243	10	2020

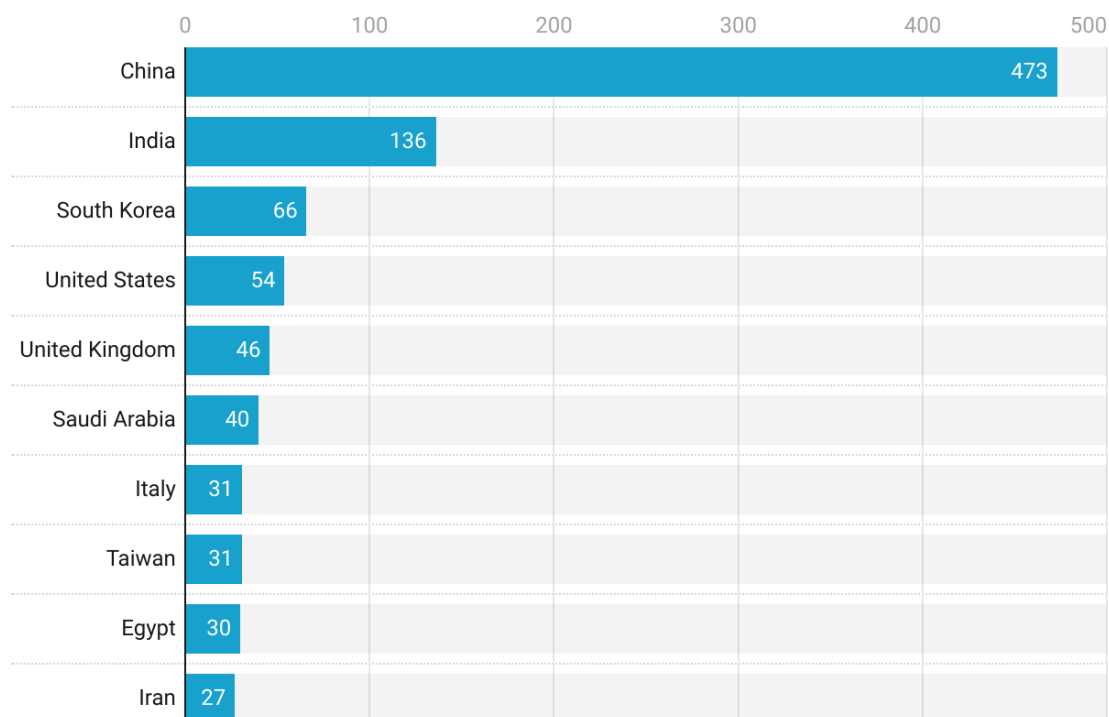
Creado con Datawrapper

La Figura 5 evidencia una marcada concentración geográfica en la producción científica. China lidera ampliamente con 473 publicaciones, consolidándose como el principal epicentro de investigación e innovación en técnicas de procesamiento digital de señales (DSP) aplicadas al diagnóstico de fallas eléctricas. Le sigue India con 136 artículos, destacando por su rápida expansión en redes inteligentes y aplicaciones basadas en aprendizaje profundo. En un segundo nivel, Corea del Sur (66) y los Estados Unidos (54) muestran una producción sostenida asociada a proyectos de automatización industrial y monitoreo inteligente de sistemas eléctricos. Europa mantiene una presencia equilibrada, con el Reino Unido (46) e Italia (31) como representantes de colaboración internacional y desarrollo metodológico. En Medio Oriente, Arabia Saudita (40) y Egipto (30) reflejan un crecimiento emergente vinculado a centros de excelencia energética, mientras Irán (27) y Taiwán (31) aportan estudios orientados a la optimización y control de potencia. En conjunto, la distribución confirma una hegemonía asiática en la

investigación sobre DSP, sustentada por la inversión en infraestructura tecnológica y políticas nacionales de innovación.

Figura 5

Producción científica por país en DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025)



Creado con Datawrapper

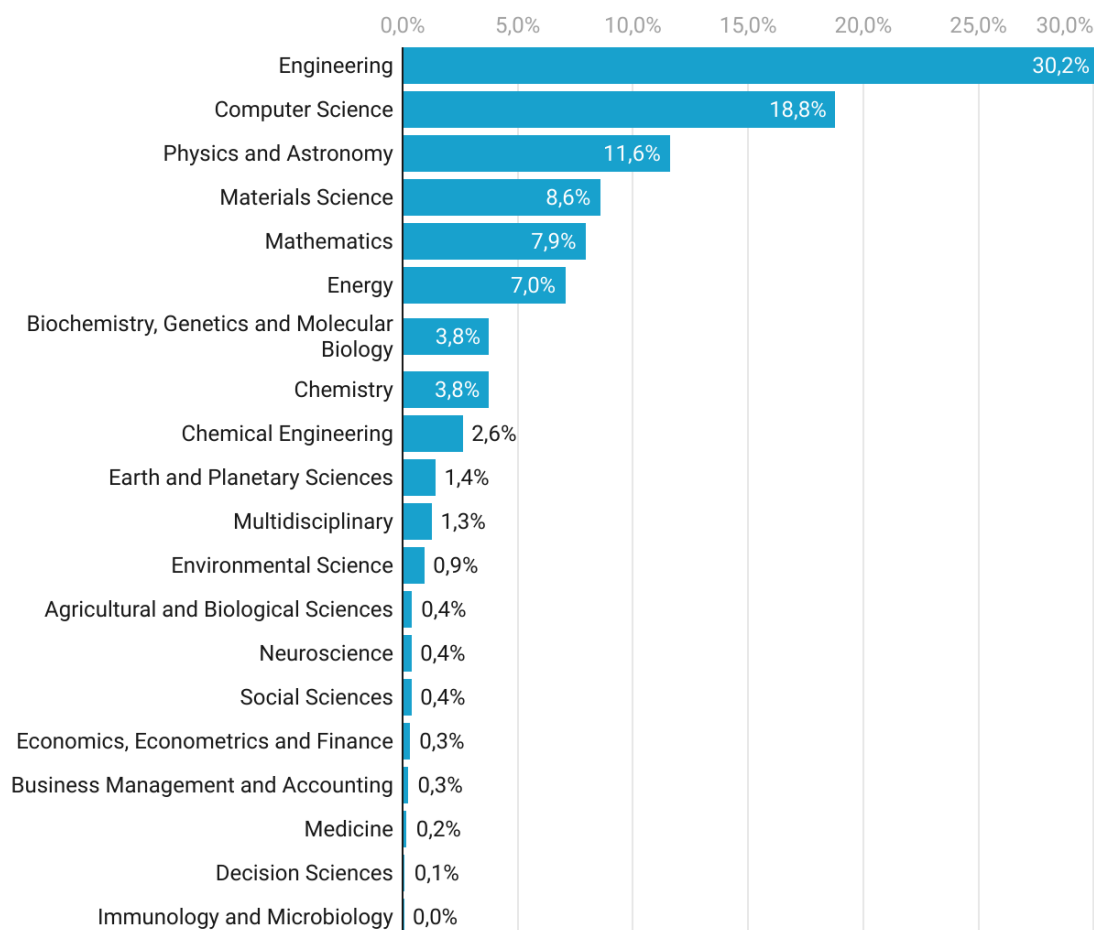
La Figura 6 evidencia, en primer término, la predominancia de la Ingeniería (30,2 %), que se consolida como núcleo disciplinario del DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas; en consecuencia, la mayoría de los estudios se orienta al diseño, implementación y optimización de sistemas eléctricos inteligentes. Además, las Ciencias de la Computación (18,8 %) complementan ese desarrollo mediante algoritmos avanzados, IA y aprendizaje automático para el análisis de señales y el diagnóstico predictivo. Asimismo, un tercer bloque —Física y Astronomía (11,6 %), Ciencias de los Materiales (8,6 %), Matemáticas (7,9 %) y Energía (7,0 %)— confirma la interdisciplinariedad del campo al integrar fundamentos de propagación de ondas, modelamiento matemático y eficiencia energética.

Por otra parte, las áreas biomédica y química ($\approx 3,8$ %) aportan metodologías de análisis de señales aplicadas a sensores y entornos eléctricos; en cambio, disciplinas con menor peso —como Ciencias Ambientales, Agrícolas y Sociales— registran una contribución marginal (< 1 %), generalmente asociada a sostenibilidad, gestión energética e impacto tecnológico. En síntesis, el panorama confirma que el DSP para fallas eléctricas constituye un campo híbrido entre ingeniería y ciencia computacional, con fuerte

integración teórico-práctica y una convergencia creciente entre modelado físico y analítica de datos avanzada.

Figura 6

Distribución porcentual de áreas del conocimiento vinculadas al DSP en diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025)



Creado con Datawrapper

La Figura 7 representa la distribución mundial de la producción científica, evidenciando un patrón claramente asiático de liderazgo, con China consolidándose como el epicentro global de investigación en Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado a fallas eléctricas. Este país muestra la mayor densidad de publicaciones, lo que refleja su inversión sostenida en infraestructura tecnológica, automatización industrial y redes eléctricas inteligentes. A continuación, India y Corea del Sur mantienen una participación destacada, impulsadas por políticas nacionales orientadas a la innovación en ingeniería eléctrica y aprendizaje automático.

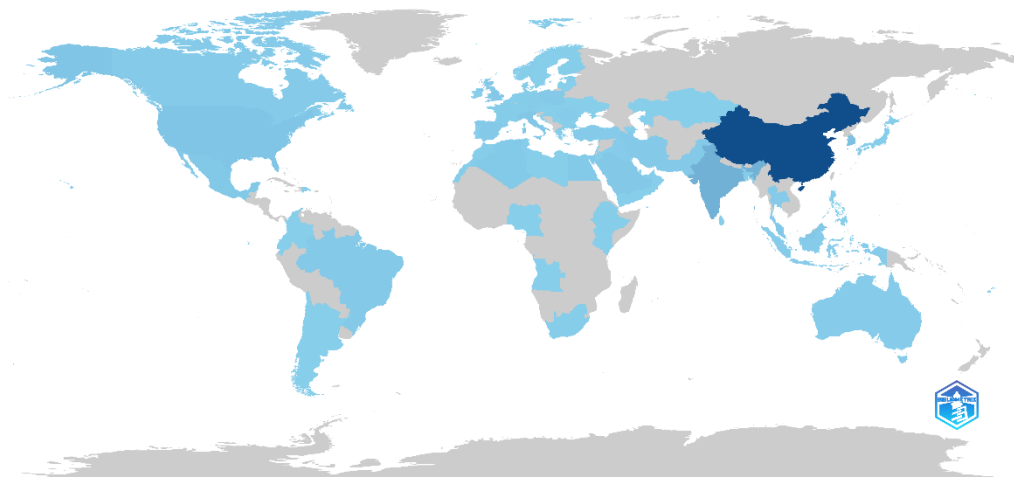
En contraste, países como Estados Unidos, Reino Unido y Arabia Saudita evidencian una presencia significativa pero secundaria, aportando principalmente a los aspectos metodológicos, de modelamiento y validación experimental. Asimismo, en Europa,

naciones como Italia y Alemania participan con líneas de investigación vinculadas al control inteligente y la calidad de energía. En América Latina, la contribución es incipiente —liderada por Brasil y México—, lo que revela una brecha regional en la producción científica sobre este tema. En conjunto, el mapa muestra una concentración geográfica del conocimiento en Asia y potencias tecnológicas, confirmando la necesidad de fortalecer redes de colaboración internacional para equilibrar la visibilidad y la capacidad investigativa global en el área del DSP para diagnóstico de fallas eléctricas.

Figura 7

Distribución mundial de la producción científica sobre Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025).

Country Scientific Production

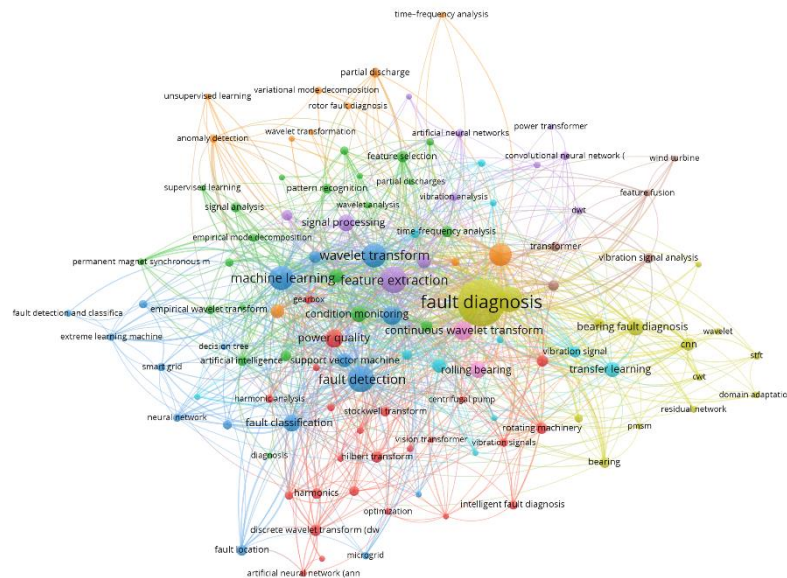


La Figura 8 representa la red semántica de coocurrencia de palabras clave construida mediante VOSviewer, la cual permite identificar los principales ejes temáticos y la estructura conceptual del campo. El nodo central, “fault diagnosis”, actúa como eje articulador del dominio, conectado directamente con términos de alto peso como “wavelet transform”, “machine learning”, “feature extraction”, y “fault detection”, que definen las líneas metodológicas predominantes.

Asimismo, se observan cuatro clústeres bien diferenciados: el primero, de color verde, vincula el diagnóstico de fallas con técnicas de procesamiento de señales en el dominio tiempo–frecuencia (FFT, STFT, wavelet); el segundo, en azul, integra métodos de aprendizaje automático e inteligencia artificial orientados a la clasificación y detección de patrones; el tercero, en rojo, agrupa investigaciones sobre vibraciones, motores eléctricos y mantenimiento predictivo; y un cuarto grupo, más periférico, enfoca el análisis en modelos híbridos y transformadas avanzadas (Hilbert, Empirical Mode Decomposition). En conjunto, esta red revela un campo altamente interdisciplinario y tecnológicamente convergente, donde la integración entre DSP y técnicas de machine learning constituye el núcleo del avance científico en diagnóstico inteligente de sistemas eléctricos.

Figura 8

Red semántica de coocurrencia de palabras clave en el campo del DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025)

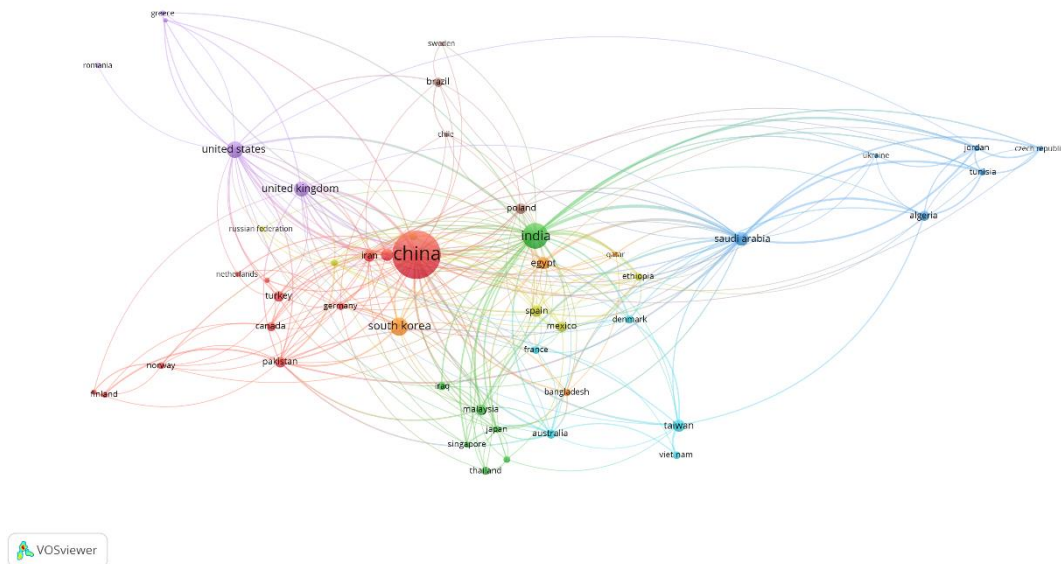


La Figura 9 muestra la estructura global de colaboración científica en torno al Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas, evidenciando una red altamente interconectada con China como nodo central del ecosistema investigativo. Este país actúa como eje articulador de múltiples alianzas con India, Corea del Sur, Irán, Turquía y Alemania, configurando el principal clúster de cooperación asiático-europeo. Asimismo, se observa que India forma un segundo núcleo de colaboración con países emergentes —como Egipto, Malasia y Tailandia—, lo que refuerza su papel como polo regional de innovación tecnológica.

Por otro lado, los países occidentales —Estados Unidos, Reino Unido y Canadá— aparecen vinculados en redes paralelas, caracterizadas por una interacción más concentrada entre instituciones académicas consolidadas, aunque con menor densidad de conexiones hacia Asia. En contraste, regiones como América Latina y África presentan participación periférica, generalmente asociada a proyectos bilaterales con Asia o Europa. En conjunto, el mapa de coautoría revela un modelo de colaboración multinodal, donde Asia lidera en volumen y cohesión, mientras Europa y América actúan como nodos complementarios en la transferencia y validación de conocimiento científico, consolidando una red global en expansión.

Figura 9

Red internacional de colaboración científica entre países en el campo del DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025).

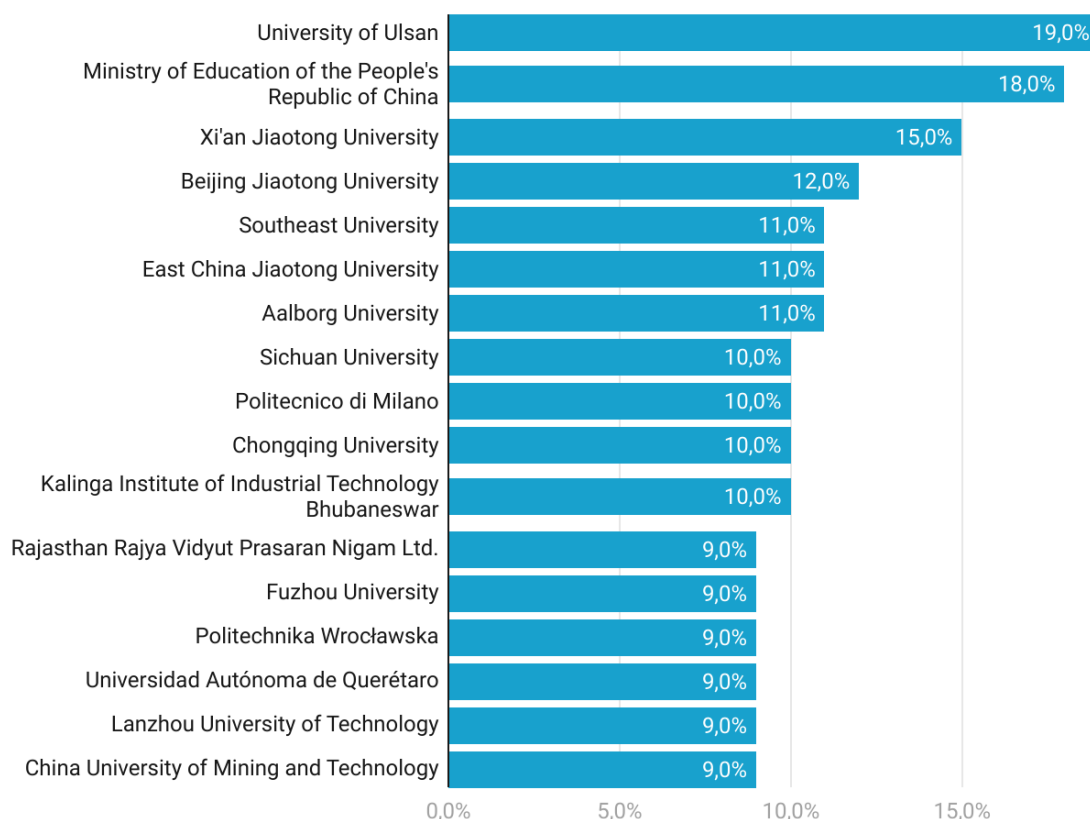


La Figura 10 evidencia una marcada concentración institucional asiática, con dominio de universidades chinas y surcoreanas en la producción científica sobre Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas. La University of Ulsan (Corea del Sur) lidera la producción con el 19 % del total de publicaciones, seguida de cerca por el Ministry of Education of the People's Republic of China (18 %), lo que refleja una fuerte inversión estatal y académica en innovación tecnológica para sistemas eléctricos inteligentes. Asimismo, instituciones como Xi'an Jiaotong University (15 %), Beijing Jiaotong University (12 %) y Southeast University (11 %) consolidan a China como el principal centro de investigación global en este dominio.

Por otro lado, universidades europeas como el Politecnico di Milano (10 %) y la Politechnika Wroclawska (9 %), junto con la Aalborg University (11 %) en Dinamarca, aportan una perspectiva metodológica avanzada centrada en modelado y control de sistemas eléctricos. En América Latina, destaca la Universidad Autónoma de Querétaro (9 %) como referente emergente en la región. En conjunto, la figura demuestra una estructura institucional jerarquizada y colaborativa, donde Asia lidera la producción y Europa consolida la excelencia técnica, configurando una red internacional en expansión con creciente participación latinoamericana.

Figura 10

Principales instituciones afiliadas en la investigación sobre DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025)



Creado con Datawrapper

La Figura 11 revela una marcada concentración del financiamiento en instituciones asiáticas, encabezadas por la National Natural Science Foundation of China (NSFC), responsable de la mayor proporción de publicaciones (≈ 170 documentos), lo que confirma el liderazgo de China en la promoción de la investigación aplicada en Procesamiento Digital de Señales (DSP) y diagnóstico inteligente de fallas eléctricas. Le siguen, aunque a considerable distancia, el National Key Research and Development Program of China y el Ministry of Trade, Industry and Energy (Corea del Sur), ambos con una contribución significativa al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica regional.

Asimismo, entidades como los Fundamental Research Funds for the Central Universities, el Ministry of Science and Technology de Taiwán y la National Research Foundation of Korea demuestran un patrón de apoyo sostenido orientado a proyectos colaborativos e interdisciplinarios. En contraste, el European Commission y otras agencias europeas presentan una participación menor, aunque centrada en proyectos de transferencia tecnológica y eficiencia energética. En conjunto, los datos evidencian que el

financiamiento de la investigación en DSP está fuertemente concentrado en Asia Oriental, donde la sinergia entre políticas gubernamentales y cooperación universitaria impulsa el liderazgo global en innovación eléctrica y analítica de señales.

Figura 11

Principales organismos financiadores de la investigación en DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025)



Creado con Datawrapper

La Figura 12 ilustra la estructura tripartita de colaboración científica entre países (AU_CO), autores (AU) e instituciones (AU_UN), revelando los principales flujos de producción y coautoría dentro del ámbito del Procesamiento Digital de Señales (DSP) orientado al diagnóstico de fallas eléctricas. En el eje izquierdo destacan Corea del Sur, China e India como los países con mayor densidad de vínculos, concentrando el liderazgo científico y tecnológico del área.

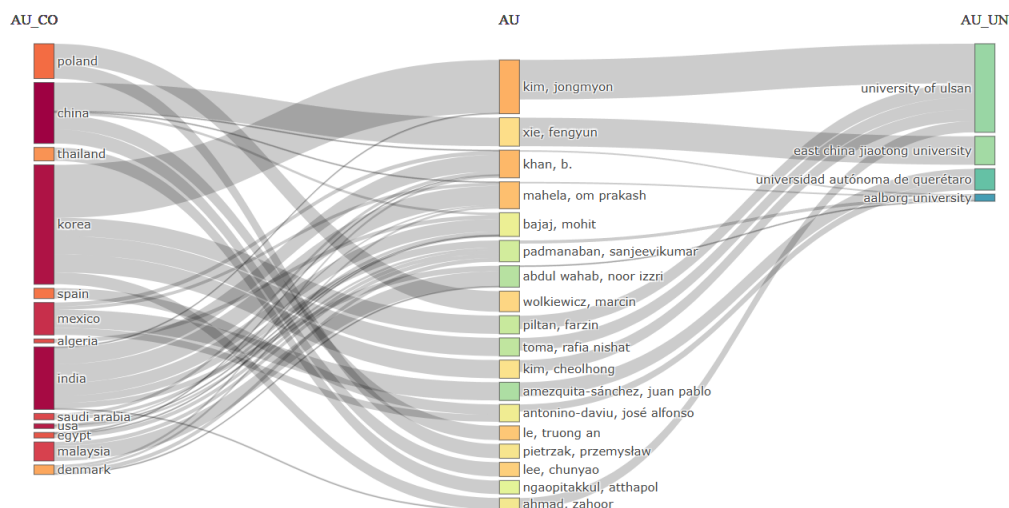
En el eje central, se posicionan autores con alta productividad e influencia, entre los que sobresalen Kim Jongmyon (University of Ulsan), Xie Fengyun (East China Jiaotong University) y Om Prakash Mahela (Kalinga Institute of Industrial Technology), quienes actúan como nodos puente entre distintas regiones y universidades. Por su parte, el eje derecho muestra instituciones con mayor impacto colaborativo, encabezadas por la

University of Ulsan, la East China Jiaotong University, la Aalborg University (Dinamarca) y la Universidad Autónoma de Querétaro (México), lo que evidencia la expansión de la investigación hacia redes intercontinentales.

En conjunto, la figura refleja una estructura de colaboración global jerarquizada, donde Asia oriental mantiene la hegemonía científica, Europa contribuye con redes consolidadas de validación experimental, y América Latina emerge como un socio estratégico en la aplicación y transferencia tecnológica. Esta interacción triangular confirma la madurez y la creciente internacionalización del campo del DSP en aplicaciones eléctricas avanzadas.

Figura 12

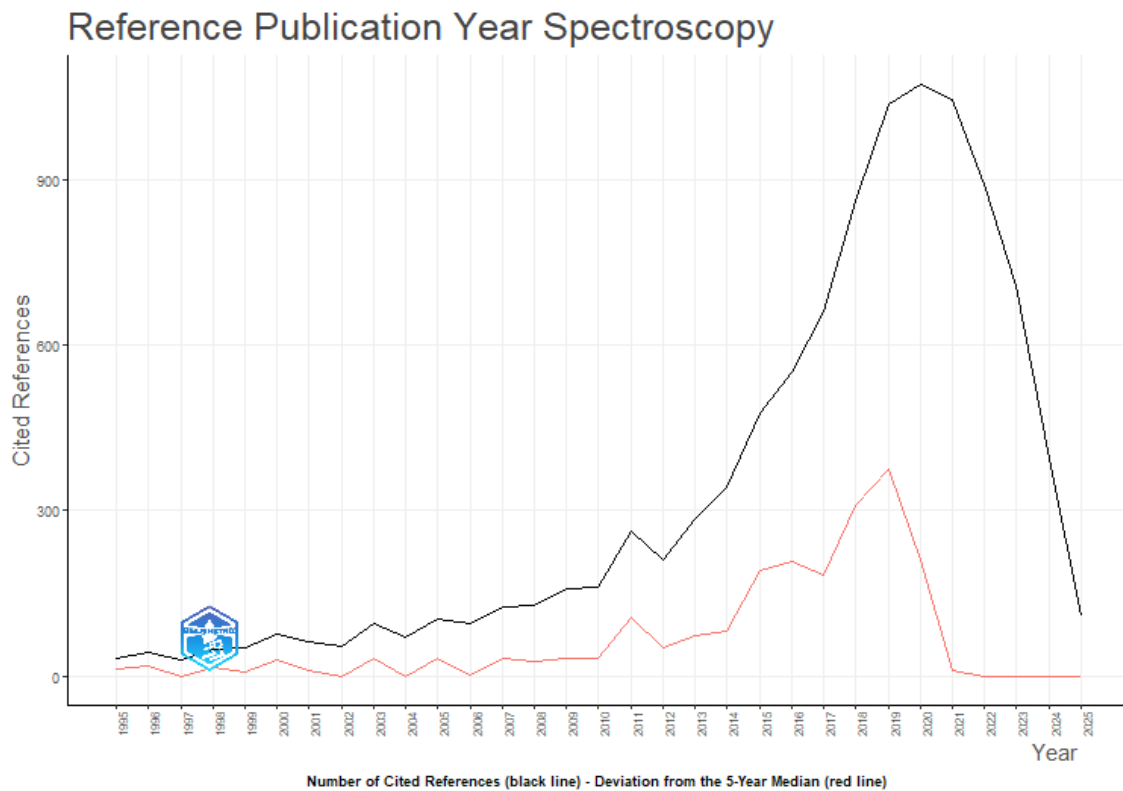
Mapa de tres campos (Three-Field Plot) de colaboración entre países, autores e instituciones en el campo del DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas (2020–2025)



La Figura 13 presenta la Reference Publication Year Spectroscopy (RPYS) del conjunto de referencias citadas en los artículos del tema (línea negra = número de referencias citadas por año de publicación; línea roja = desviación respecto a la mediana móvil de 5 años). Se observa una fase basal con escaso señalamiento hasta ~2010; a partir de allí, la curva asciende de forma sostenida y alcanza picos pronunciados entre 2018 y 2020, indicando años seminales que concentran la base intelectual reciente del campo (p. ej., trabajos sobre análisis tiempo–frecuencia, transformadas Wavelet/HHT y aprendizaje profundo aplicados a sistemas eléctricos). La caída aparente después de 2021 responde, sobre todo, al efecto de ventana de citación (los artículos más nuevos aún no han acumulado citas suficientes), más que a un descenso real de actividad. Estos años constituyen la base intelectual reciente del área, mientras que la disminución posterior refleja la actualización de enfoques y renovación de la literatura. La RPYS confirma que la consolidación conceptual del DSP en diagnóstico de fallas se produjo en la última década (Aloteibi & Sanderson, 2014)

Figura 13

Espectroscopía por año de publicación de referencias (RPYS) del corpus “DSP aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas” (1995–2025)



DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro análisis bibliométrico sobre la evolución científica del Procesamiento Digital de Señales (DSP) en el diagnóstico de fallas eléctricas entre 2019 y 2025 reflejan un patrón de crecimiento estructurado que encuentra convergencia con los hallazgos de Kumar Singh et al., (2025), quienes destacan un aumento sostenido en la producción científica vinculada al aprendizaje profundo y la extracción de características para la predicción energética. La tendencia ascendente identificada en nuestra serie —con tres fases bien definidas de ajuste, expansión y consolidación— confirma la progresiva maduración temática del campo. En particular, el repunte de publicaciones entre 2022 y 2024 coincide con un auge en los artículos que integran transformadas tiempo–frecuencia con inteligencia artificial, como lo muestran también los trabajos de C. Wang, (2024) y Zhang et al., (2025), donde se exploran nuevos marcos multiescalares para el análisis de fallas en rodamientos. Esta sincronidad sugiere una alineación global entre el avance metodológico y la consolidación editorial del DSP como herramienta central en sistemas eléctricos inteligentes.

La estructura autoral observada, marcada por una alta proporción de autores con una sola publicación ($\approx 85\%$), se ajusta al modelo teórico propuesto por la Ley de Lotka

(Lotka, 1926). Este patrón fue corroborado en nuestro estudio por la elevada concentración de productividad en autores como Kim Jongmyon, Khan B. y Mahela Om Prakash, cuyas trayectorias están respaldadas por un impacto sostenido en términos de citación. Este fenómeno no solo valida la hipótesis de que un pequeño grupo lidera la generación de conocimiento, sino que también se vincula con las observaciones de Rai et al., (2025), quienes destacan el rol de Kim en el desarrollo de técnicas de diagnóstico basadas en SVM multiclase y transformadas bidimensionales. Así, se constata que la concentración de liderazgo temático es un rasgo característico del dominio DSP, sustentado en autores que articulan tanto la innovación metodológica como la construcción de redes colaborativas internacionales.

La aplicación de la Ley de Bradford en nuestro análisis permitió identificar un núcleo editorial compuesto por revistas como IEEE Access, Sensors y Energies, que concentran la mayor proporción de publicaciones sobre DSP aplicado a fallas eléctricas. Este hallazgo coincide con el perfil de diseminación observado por Mohammed et al., (2024) y Rahman et al., (2023), quienes publican en estas fuentes de alto impacto para abordar métodos híbridos de diagnóstico basados en señales e inteligencia artificial. El dominio de estas revistas no solo obedece a su posicionamiento cuartil Q1–Q2, sino también a su alineación temática con el contenido tecnológico de vanguardia, lo que les permite actuar como canales especializados en la difusión de avances aplicables a sistemas eléctricos reales. Este fenómeno, descrito por Aria y Cuccurullo (2017), reafirma la madurez disciplinar de un campo cuyo conocimiento circula de forma intensiva en un grupo reducido de fuentes.

En términos geográficos, los resultados de nuestra investigación revelan una clara hegemonía asiática encabezada por China, seguida por India y Corea del Sur. Este patrón geopolítico de concentración coincide con los reportes de Lin et al. (2024) y Patel et al. (2024), quienes destacan que los avances en materiales, redes eléctricas inteligentes y algoritmos de control tienen como epicentro institucional a universidades y centros de investigación ubicados en Asia Oriental. El protagonismo de China no solo se refleja en el volumen de publicaciones, sino también en el financiamiento sistemático de la investigación a través de agencias como la National Natural Science Foundation of China (NSFC). Esta arquitectura estatal de apoyo, documentada también por Cheng et al. (2024), explica la alta densidad investigativa y la rápida transferencia de tecnologías DSP hacia entornos industriales complejos, particularmente en sectores estratégicos como energía, manufactura avanzada y automatización.

Desde una perspectiva socioeconómica y de política pública, esta hegemonía asiática responde a estrategias nacionales explícitas de desarrollo tecnológico orientadas por el Estado, caracterizadas por una fuerte inversión sostenida en investigación y desarrollo, alineación con necesidades industriales internas y planificación de largo plazo. Estudios comparativos muestran que China y Corea del Sur destinan más del 2 % y 4 % de su PBI respectivamente a investigación y desarrollo, priorizando áreas como redes eléctricas inteligentes, almacenamiento energético y control digital avanzado, lo que ha consolidado ecosistemas de innovación altamente integrados entre academia, industria y gobierno (Hernández et al., 2021; Y. Kim & Lee, 2025). Esta concentración tiene

implicancias directas para regiones tecnológicamente dependientes como América Latina, donde la menor capacidad endógena de innovación incrementa la dependencia de tecnologías importadas y limita la soberanía tecnológica en sectores críticos como el energético (Arias, 2024). En consecuencia, el liderazgo asiático no solo redefine la geografía global de la investigación, sino que también reconfigura el equilibrio de poder en la transición energética mundial, desplazando el eje de control hacia los países que dominan la infraestructura digital, los algoritmos de gestión energética y los estándares tecnológicos emergentes (Galbusera, 2023).

Desde una perspectiva técnico-económica, la adopción de técnicas avanzadas de DSP con inteligencia artificial para el diagnóstico de fallas eléctricas implica costos iniciales en algoritmos, sensorización e infraestructura computacional; no obstante, estos se compensan con ahorros operativos sostenidos, evidenciados en la reducción de fallas no programadas, menor mantenimiento correctivo y prolongación de la vida útil de activos, con mejoras de hasta 30–40 % en eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico. (Cheng et al., 2024; Mohapatra et al., 2024; Rahman et al., 2023). De forma paralela, la digitalización del diagnóstico de fallas mediante DSP e inteligencia artificial está redefiniendo el perfil ocupacional del sector eléctrico, incrementando la demanda de competencias híbridas en ingeniería eléctrica, análisis avanzado de señales, ciencia de datos e inteligencia artificial, lo que impacta el mercado laboral y obliga a la educación superior a reestructurar sus currículos hacia enfoques interdisciplinarios alineados con la industria 4.0 (Kim & Lee, 2025; A. Kumar, 2024; Zhang et al., 2025). En este contexto, los países líderes han logrado articular políticas educativas e industriales para fortalecer estas capacidades, mientras que regiones con menor desarrollo tecnológico, como América Latina, enfrentan el riesgo de ampliar la brecha de innovación si no incorporan de manera sistemática estas habilidades en sus programas de formación y capacitación técnica (Arias, 2024).

En el análisis de las áreas del conocimiento, se observó una predominancia de la ingeniería eléctrica y las ciencias computacionales, con un apoyo significativo desde campos como la física, la energía y los materiales. Esta transversalidad disciplinaria se alinea con los planteamientos de Alim et al. (2023), quienes utilizan estructuras híbridas de sensores para aplicaciones eléctricas, y de Liu et al. (2024), enfocados en la mejora térmica de dispositivos basados en grafeno. La convergencia de estos campos permite abordar el diagnóstico de fallas desde una perspectiva integral, donde el modelado físico, la simulación matemática y la analítica de datos coexisten dentro de un mismo ecosistema metodológico.

El desarrollo semántico, evidenciado por la coocurrencia de palabras clave, muestra una fuerte articulación entre términos como “fault diagnosis”, “wavelet transform” y “machine learning”. Este patrón confirma la hipótesis de que el núcleo científico del DSP se está desplazando hacia enfoques híbridos, donde el procesamiento tiempo–frecuencia y la inteligencia artificial no solo coexisten, sino que se integran funcionalmente en esquemas de diagnóstico automatizado. Lo anterior se evidencia en los estudios de Das Mahapatra et al., (2023) y Zhou (2025), quienes aplican

transformadas avanzadas y sensores distribuidos para el monitoreo de cables subterráneos, fortaleciendo la dimensión técnica y práctica del campo.

En cuanto al mapa temático y la red de colaboración, se identificaron estructuras multinodales donde Asia ejerce un liderazgo organizativo, Europa contribuye metodológicamente y América Latina emerge como un actor periférico. Este modelo fue también observado por Kim et al. (2024), quienes destacan la contribución europea en sensores ultrasensibles y de bajo consumo energético. Por su parte, el Three-Field Plot refleja que autores como Kim Jongmyon y Xie Fengyun articulan una red intercontinental de coautoría, dando lugar a flujos de conocimiento que conectan instituciones de Asia, Europa y América. Tal red de cooperación refuerza la noción de que el DSP aplicado a sistemas eléctricos ha alcanzado un alto nivel de internacionalización, con Asia como centro neurálgico y otras regiones como actores estratégicos de validación y transferencia tecnológica.

El análisis de la espectroscopía de citas (RPYS) muestra que la base intelectual del campo se consolidó entre 2018 y 2020, años en los que se registraron picos de publicaciones fundamentales sobre aprendizaje profundo, wavelets y técnicas de clasificación. Esto se encuentra en consonancia con Aloteibi y Sanderson (2014), quienes destacan que los cambios significativos en la dinámica investigativa suelen manifestarse en ventanas de tres a cinco años, seguidas por una renovación conceptual o metodológica. La RPYS, en consecuencia, confirma que la innovación en DSP no ha sido un fenómeno lineal, sino que responde a ciclos de maduración, donde la adopción de nuevas herramientas analíticas redefine periódicamente el estado del arte.

CONCLUSIONES

Las evidencias obtenidas permiten concluir que el campo del Procesamiento Digital de Señales (DSP) aplicado al diagnóstico de fallas eléctricas ha experimentado una evolución científica sostenida y estructurada entre 2019 y 2025, caracterizada por una transición desde estudios exploratorios hacia implementaciones robustas basadas en algoritmos de análisis tiempo-frecuencia e inteligencia artificial. Esta maduración temática se refleja en la consolidación de un corpus bibliográfico diversificado, con creciente productividad, impacto y colaboración transnacional. Asimismo, el análisis confirma que las técnicas basadas en transformadas como FFT, Wavelet y HHT, en combinación con modelos de machine learning, se posicionan como las más utilizadas y eficaces para abordar el diagnóstico inteligente en sistemas eléctricos complejos.

Desde una perspectiva autoral y editorial, el estudio valida la vigencia de las leyes de Lotka y Bradford, confirmando que la producción científica está concentrada en un pequeño núcleo de autores e instituciones con alta productividad e impacto, mientras que la diseminación temática se canaliza preferentemente a través de un conjunto limitado de revistas especializadas, con predominancia de IEEE Access y Sensors. Esta estructura refleja una comunidad científica cohesionada y especializada, capaz de sostener el desarrollo metodológico del campo, al tiempo que promueve nuevas líneas de investigación mediante redes colaborativas multinodales. El análisis temático y

semántico también evidencia una convergencia metodológica hacia enfoques híbridos y una integración disciplinaria entre ingeniería, computación, física y energía.

En conjunto, se concluye que el DSP orientado al diagnóstico de fallas eléctricas constituye un dominio científico en expansión, con alta visibilidad internacional y proyección interdisciplinaria. No obstante, el estudio presenta como limitación el uso exclusivo de la base de datos Scopus, lo que puede restringir la visibilidad de literatura no indexada o regional. Además, el enfoque basado en metadatos no permite evaluar en profundidad los marcos teóricos o experimentales de los artículos. Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el espectro de análisis a otras bases como IEEE Xplore o WoS, incorporar técnicas cualitativas que profundicen en el contenido metodológico y explorar con mayor detalle el impacto real de estas tecnologías en entornos industriales. Este estudio constituye, por tanto, un punto de partida para orientar decisiones editoriales, estratégicas e investigativas en torno al DSP y su papel en la transformación digital de los sistemas eléctricos modernos.

APORTES DE LOS AUTORES ([Según taxonomía CRediT](#))

El autor asumió todas las responsabilidades del proceso investigativo

CONFLICTO DE INTERESES

No existen conflictos de intereses del autor respecto a la investigación realizada

RESPONSABILIDAD ÉTICA Y LEGAL

Se han cumplido las normas de escritura APA con lo cual se han respectao todos los derechos de autor

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE UNTELIGENCIA ARTIFICIAL - LLM (Large Language Model)

Se ha usado modelos de inteligencia artificial para adecuar la redacción del artículo con la validación del autor por que se asume toda la responsabilidad al respecto

FINANCIAMIENTO

La investigación ha sido autofinanciada por el autor

CORRESPONDENCIA

Steven Gherard Santamaría Oblitas
ssantamariaob@unprg.edu.pe

REFERENCIAS

Alim, A. A., Roslan, R., Nadzirah, S., Saidi, L. K., Menon, P. S., Aziah, I., Chang Fu, D.,

Sulaiman, S. A., Abdul Murad, N. A., & Hamzah, A. A. (2023). Geometrical

Characterisation of TiO₂-rGO Field-Effect Transistor as a Platform for

Biosensing Applications. *Micromachines*, 14(9). Scopus.

<https://doi.org/10.3390/mi14091664>

Aloteibi, S., & Sanderson, M. (2014). Analyzing geographic query reformulation: An

exploratory study. *Journal of the Association for Information Science and*

Technology, 65(1), 13-24. <https://doi.org/10.1002/asi.22961>

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science

mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.

<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

Arias, R. M. (2024). Ensembled methodology for the comtrade analysis regarding

medium voltage side in wind park. *Results in Engineering*, 23, 102751.

<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102751>

Bradford, S. (1934). Sources of Information on Scientific Subjects. *Engineering An*

Illustrated Weekly Journal. 1934, 1(137), 85-86.

Cheng, X., Liu, Z., Xu, H., Jiang, D., & Qu, R. (2024). *A Data-Driven Fault Diagnosis*

Method for Motor-Drive Inverters with Different Control Strategies. 419-424.

Scopus. <https://doi.org/10.1109/ISESC63657.2024.10785391>

Galbusera, L. (2023). Future Energy System Analyses. En *Handbook of Smart Energy*

Systems (pp. 2303-2328). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97940-9_36)

97940-9_36

Hernández, I. D., Castellanos M, J. G., Gómez-León, A., Bermeo-Andrade, H. P., &

Bautista, S. S. (2021). Mission-Oriented Innovation Policies: An Approach to

Two Colombian Cases. En G. Ordóñez-Matamoros, L. A. Orozco, J. H. Sierra-

González, I. Bortagaray, & J. García-Estévez (Eds.), *Policy and Governance of*

Science, Technology, and Innovation: Social Inclusion and Sustainable

Development in Latin América (pp. 35-54). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-80832-7_3

Huang, T.-J., Ankolekar, A., Pacheco-Sanchez, A., & Puchades, I. (2023). Investigating

the Device Performance Variation of a Buried Locally Gated Al/Al₂O₃ Graphene

Field-Effect Transistor Process. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(12). Scopus.

<https://doi.org/10.3390/app13127201>

Khan, M. U., Abbas, Y., Abunahla, H., Rezeq, M., Alazzam, A., Alamoodi, N., &

Mohammad, B. (2023). Biocompatible humidity sensor using paper cellulose

fiber/GO matrix for human health and environment monitoring. *Sensors and*

Actuators B: Chemical, 393. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.134188>

Kim, K. H., Seo, S. E., Park, S. J., Lee, C.-S., Jun, S., Kwak, J., Yoon, H., Song, H. S., &

Kwon, O. S. (2024). N-Heterocyclic Carbene–Graphene Nanotransistor Based on

Covalent Bond for Ultrastable Biosensors. *Advanced Functional Materials*,

34(21). Scopus. <https://doi.org/10.1002/adfm.202310377>

Kim, Y., & Lee, J. (2025). *Analysis Techniques for Pulse Sequences in Medium and High*

Voltage DC and Battery Energy Storage Systems. Scopus.

<https://doi.org/10.1109/EIC63069.2025.11123292>

- Kumar, A. (2024). A novel framework for waste management in smart city transformation with industry 4.0 technologies. *Research in Globalization*, 9, 100234. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100234>
- Kumar, P., Prakash, A., Saraswat, A., Gupta, Y., & Sabhahit, J. N. (2025). A Compound of Deep-Learning and Feature Selection for Solar Power Forecasting Applications. *IEEE Access*, 13, 164742-164770. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3610419>
- Li, H. (2023). Bearing Fault Diagnosis Method Based on Cyclostationary Correntropy Analysis. *Jixie Kexue Yu Jishu/Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering*, 42(7), 1103-1108. Scopus. <https://doi.org/10.13433/j.cnki.1003-8728.20220004>
- Lin, F., Liu, J., Lu, H., Liu, X., Liu, Y., Hu, Z., Lyu, P., Zhang, Z., Martin, J., Guo, W., & Liu, Y. (2024). Evolution of Graphene Dirac Fermions in Electric Double-Layer Transistors with a Soft Barrier. *Advanced Functional Materials*, 34(34). Scopus. <https://doi.org/10.1002/adfm.202400553>
- Liu, Z., Wang, F., Wang, X., Huang, J., Yue, Y., Dai, R., Li, K., Wang, Z., Yang, K., Chen, D., & Xin, G. (2024). Enhancing Thermal Management of Graphene Devices by Self-Assembled Monolayers. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 16(47), 65165-65172. Scopus. <https://doi.org/10.1021/acsami.4c14463>
- Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(12), 317-323.
- Mahapatra, R., Chaterjee, S., & Mukherjee, M. (2023). Graphene Sensors for Application in Defence and Healthcare Sector: Present Trends and Future

Direction. *Lect. Notes Electr. Eng.*, 976 LNEE, 183-196. Scopus.

https://doi.org/10.1007/978-981-99-0412-9_16

Mohammed, S., Hakami, S. S., & Lee, K.-B. (2024). Improved Iterative Learning Control for Three-Level NPC Inverter-Fed PMSM Drives with DC-Link Balancing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 20(8), 10554-10564. Scopus.

<https://doi.org/10.1109/TII.2024.3393568>

Mohapatra, S. S., Maharana, M. K., & Pradhan, A. (2024). Review Study on Recent Advancements in Islanding Detection and Diagnosis in Microgrids Using Signal Processing and Machine Learning Techniques. *Electric Power Components and Systems*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/15325008.2024.2350061>

Pan, L., Wang, S., Wang, J., Xiao, M., & Tan, Z. (2022). Research on Central Air Conditioning Systems and an Intelligent Prediction Model of Building Energy Load. *Energies*, 15(24), 9295. <https://doi.org/10.3390/en15249295>

Patel, P. K., Agrawal, N., Raghuwanshi, A., & Nema, R. K. (2024). Power and Stability Optimization of High Performance SRAM Cell Using Jaya Algorithms for Low Power Drone. *IEEE Int. Conf. Electr. Power Energy Syst., ICEPES. 2024 IEEE 3rd International Conference on Electrical Power and Energy Systems, ICEPES 2024*. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICEPES60647.2024.10653499>

Rahman, N. A. A., May, Z., Jaffari, R., & Hanif, M. (2023). Failure Severity Prediction for Protective-Coating Disbondment via the Classification of Acoustic Emission Signals. *Sensors*, 23(15). Scopus. <https://doi.org/10.3390/s23156833>

Rai, A., Kim, J.-M., Kumar, A., & Balaji, P. S. (2025). Gear fault diagnosis based on bidimensional time-frequency information theoretic features and error-

- correcting output codes: A multi-class support vector machine. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 239(3), 552-567. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1748006X241254603>
- Singh, S. A., Kalam, M. A., Sayyed, M. B., Selvin, R., Hsu, H.-L., Shaikh, S. F., & More, P. S. (2024). A promising approach for highly sensitive LPG detection via synergistic effects of Fe nanoparticle modified graphene. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 35(20). Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10854-024-13139-6>
- Wang, C. (2024). Unveiling the Future: The Potential of Graphene Electronics. *IET. Conf. Proc.*, 2024(19), 607-611. Scopus. <https://doi.org/10.1049/icp.2024.4050>
- Wang, Z. (2025). *Bearing Fault Diagnosis Method Based on Long Term, Continuous Wavelet Transform and Multi-Scale Bilinear Res2Net* (L. Trajkovic, G. Zhang, X. Yu, C.-Y. Su, M. Paprzycki, & S. S. Agaian, Eds.; Vol. 74, pp. 1097-1111). IOS Press BV; Scopus. <https://doi.org/10.3233/ATDE250694>
- Zhang, L., Wang, J., Xiao, Q., Luo, Y., Wang, Z., Wang, C., & Liu, J. (2025). A Bearing Fault Diagnosis Method with Implementation of Multiscale Time-Frequency Feature Fusion and Bidirectional Information Interaction. *IEEE Sensors Journal*, 25(13), 23740-23756. Scopus. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2025.3568401>
- Zhou, S. (2025). *Underground Power Cable Condition Monitoring and Risk Assessment Based on Distributed Perception and Optical Fiber Sensing*. 642-648. Scopus. <https://doi.org/10.1109/NETPS65392.2025.11102123>