

Análisis del uso de la inteligencia artificial en la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial.
Analysis of the use of artificial intelligence in decision making in industrial electrical control systems.

Carmen Angelica Caisa Herrera, Alex Darwin Paredes Anchatipán, Freddy Rodrigo Romero Bedón

**CIENCIA E INNOVACIÓN EN
DIVERSAS DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS.**

**Julio - Diciembre, V°5-N°2;
2024**

- ✓ **Recibido:** 05/07/2024
- ✓ **Aceptado:** 19/07/2024
- ✓ **Publicado:** 31/12/2024

PAÍS

- Mana – Ecuador
- Mana – Ecuador
- Mana – Ecuador

INSTITUCIÓN:

- Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Universidad Técnica de Cotopaxi.

CORREO:

- ✉ carmen.caisa1266@utc.edu.ec
- ✉ alex.paredes4935@utc.edu.ec
- ✉ freddy.romero9642@utc.edu.ec

ORCID:

- ④ <https://orcid.org/0009-0007-5326-5044>.
- ④ <https://orcid.org/0000-0002-0027-3469>
- ④ <https://orcid.org/0009-0007-8532-6120>.

FORMATO DE CITA APA.

Caisa, c. Paredes, A. Romero, F. (2024). *Análisis del uso de la inteligencia artificial en la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial*. G-ner@ndo, V°5 (N°2)., 163-181.

Resumen

En este artículo, se explora el impacto y las aplicaciones de la IA en la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial, así como los beneficios y desafíos asociados. Como principal eje de análisis del uso y la integración de la inteligencia artificial (IA) en los sistemas de control eléctrico industrial ha dado lugar a avances significativos en la eficiencia operativa, la fiabilidad y la seguridad en entornos industriales. La investigación incluye una revisión de la literatura existente, estudios de caso y análisis de datos empíricos para evaluar el impacto de la IA en diversas áreas del control eléctrico. Se destacan casos de uso exitosos donde la IA ha permitido una gestión más eficaz de los recursos energéticos, una detección temprana de fallos y un mantenimiento predictivo, resultando en una mayor disponibilidad de los sistemas y una reducción significativa de tiempos de inactividad. La Inteligencia Artificial (IA) ha experimentado un avance significativo en los últimos años, impulsando su aplicación en diversos sectores, incluyendo las industrias. Su impacto en la toma de decisiones, la automatización de tareas y la optimización de procesos ha transformado la forma en que operan las empresas, generando importantes beneficios económicos y competitivos. La implementación de la IA en las industrias presenta un panorama de oportunidades y desafíos. Si las empresas logran superar los desafíos y aprovechar las oportunidades, la IA puede convertirse en un motor de transformación y crecimiento para la industria del futuro.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Control Eléctrico Industrial, Industria, IA

Abstract

This article explores the impact and applications of AI in decision making in industrial electrical control systems, as well as the associated benefits and challenges. As the main axis of analysis of the use and integration of artificial intelligence (AI) in industrial electrical control systems, it has led to significant advances in operational efficiency, reliability and safety in industrial environments. The research includes a review of existing literature, case studies and empirical data analysis to evaluate the impact of AI in various areas of electrical control. Successful use cases are highlighted where AI has enabled more effective management of energy resources, early failure detection and predictive maintenance, resulting in greater system availability and a significant reduction in downtime. Artificial Intelligence (AI) has experienced significant progress in recent years, driving its application in various sectors, including industries. Its impact on decision making, task automation and process optimization has transformed the way companies operate, generating significant economic and competitive benefits. The implementation of AI in industries presents a panorama of opportunities and challenges. If companies can overcome the challenges and seize the opportunities, AI can become an engine of transformation and growth for the industry of the future.

Keywords: Artificial intelligence, Industrial Electrical Control, Industry, AI



Introducción

La revolución industrial 4.0 ha traído consigo la incorporación de tecnologías avanzadas, entre ellas la inteligencia artificial (IA), en diversos sectores industriales. La IA, con su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y aprender de ellos, está transformando los sistemas de control eléctrico industrial, optimizando la toma de decisiones y mejorando la eficiencia operativa. Este análisis se enfoca en evaluar cómo la IA se integra en los sistemas de control eléctrico industrial, sus beneficios, y los desafíos que implica su implementación.

La creciente demanda de eficiencia y la necesidad de minimizar el tiempo de inactividad han impulsado a las industrias a adoptar soluciones innovadoras. Los sistemas de control eléctrico son fundamentales para el funcionamiento de procesos industriales complejos, y la IA ofrece una nueva dimensión para gestionar estos sistemas de manera más efectiva. Al utilizar algoritmos avanzados de machine learning y técnicas de análisis de datos, la IA puede anticipar problemas, optimizar el rendimiento y adaptarse a condiciones cambiantes con mayor rapidez que los métodos tradicionales.

La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos y aprender de ellos permite una toma de decisiones más precisa y eficiente, reduciendo el tiempo de inactividad y mejorando la adaptabilidad de los sistemas. Este artículo examina el uso de la IA en la toma de decisiones dentro de los sistemas de control eléctrico industrial, destacando sus beneficios, metodologías de implementación y desafíos.

En este contexto, el presente análisis busca proporcionar una visión integral del impacto de la IA en la toma de decisiones dentro de los sistemas de control eléctrico industrial. Se explorarán las metodologías empleadas para integrar la IA en estos sistemas, los resultados obtenidos de estudios de caso y la discusión de los beneficios y retos asociados. Al final, se ofrecerán conclusiones sobre el estado actual y futuro potencial de la IA en este campo, proporcionando una base para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

Análisis del uso de la inteligencia artificial en la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial.

Figura 1: la inteligencia artificial como avance en la industria.



La inteligencia artificial (IA) está transformando muchos sectores, y el control eléctrico industrial no es una excepción. A continuación, se detalla en qué consiste el uso de IA en la toma de decisiones dentro de estos sistemas.

Tabla 1. IA en la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial.

En los últimos años, la Inteligencia Artificial (IA) ha experimentado un avance significativo, impulsando su aplicación en diversos sectores, incluyendo la industria eléctrica. En el ámbito de los sistemas de control eléctrico industrial, la IA ha demostrado un gran potencial para optimizar la toma de decisiones, mejorar la eficiencia y confiabilidad, y reducir costos. El uso de la IA en la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial:

1. Predicción de fallas:	Algoritmos de aprendizaje automático: Se analizan datos históricos de sensores y operaciones para identificar patrones que indiquen posibles fallas en equipos eléctricos. Esto permite tomar medidas preventivas y evitar interrupciones no planeadas.
2. Optimización del control de la red:	Optimización del flujo de potencia: La IA se utiliza para optimizar la distribución de la energía eléctrica en la red, considerando factores como la demanda, la generación, las condiciones climáticas y las restricciones de la red. Esto ayuda a mejorar la eficiencia

	energética, reducir pérdidas y garantizar la estabilidad de la red.
3. Detección de anomalías:	Sistemas de detección de anomalías: La IA puede detectar anomalías en los datos de sensores y operaciones que podrían indicar problemas en la red o en los equipos eléctricos. Esto permite una respuesta rápida a incidentes y evita daños mayores.
4. Gestión de la demanda:	Pronóstico de la demanda: La IA se utiliza para predecir la demanda de energía eléctrica con mayor precisión, permitiendo a las empresas eléctricas planificar mejor la generación y distribución de energía.
5. Automatización de tareas:	Robótica y sistemas autónomos: La IA se utiliza para automatizar tareas repetitivas y peligrosas en subestaciones y otras instalaciones eléctricas, mejorando la seguridad y eficiencia del trabajo.

Notas: Esta tabla consiste el uso de IA en la toma de decisiones dentro de estos sistemas.

Componentes Clave

Sensores y Dispositivos IoT

Los sensores y dispositivos del Internet de las Cosas (IoT) recolectan datos en tiempo real de diferentes partes del sistema eléctrico, como el consumo de energía, las condiciones ambientales, y el estado de los equipos.

Algoritmos de IA y Machine Learning

Los algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) y otros métodos de IA procesan los datos recolectados, identifican patrones, y hacen predicciones sobre el comportamiento del sistema.

Sistemas de Control y Automatización

Los sistemas de control utilizan las decisiones derivadas de los algoritmos de IA para ajustar automáticamente las operaciones de los equipos eléctricos, mejorando la eficiencia y la fiabilidad.

Plataformas de Análisis y Gestión de Datos

Estas plataformas integran y analizan los datos provenientes de diferentes fuentes, proporcionando una visión integral y en tiempo real del estado del sistema eléctrico.

Aplicaciones en el Control Eléctrico Industrial

Mantenimiento Predictivo

La IA predice fallos en los equipos antes de que ocurran, permitiendo el mantenimiento preventivo y evitando costosos tiempos de inactividad. (López M. &, 2019)

Optimización del Consumo Energético

Los algoritmos ajustan el uso de energía en tiempo real, optimizando el consumo y reduciendo costos.

Beneficios

Mayor Eficiencia Operativa

Optimización de procesos y recursos, reduciendo el desperdicio y mejorando la productividad.

Reducción de Costos

Mantenimiento predictivo y optimización del consumo energético disminuyen los costos operativos.

Mejora de la Fiabilidad

Reducción de tiempos de inactividad y mejor gestión de los recursos eléctricos.

Toma de Decisiones Basada en Datos

Las decisiones informadas y precisas se basan en el análisis continuo de datos en tiempo real.

Aumento de la Sostenibilidad

La IA jugará un papel crucial en la optimización de recursos y la reducción del impacto ambiental en el sector industrial.

Capacitación y Formación

La necesidad de formación y capacitación en IA aumentará, asegurando que los trabajadores del sector puedan aprovechar al máximo las nuevas tecnologías. En los últimos años, su adopción en sistemas de control eléctrico industrial ha crecido exponencialmente, impulsando la eficiencia, la confiabilidad y la sostenibilidad en diferentes industrias. A continuación, se presenta un panorama de cómo la IA está impactando en la toma de decisiones en algunos sectores específicos:

Tabla 2. IA está impactando en la toma de decisiones en algunos sectores específicos:

1. Industria de la Generación de Energía:	<p>Predicción de la producción de energía renovable: La IA se utiliza para predecir con mayor precisión la generación de energía solar y eólica, permitiendo una mejor integración de estas fuentes intermitentes en la red eléctrica.</p> <p>Optimización de la operación de centrales eléctricas: Los algoritmos de IA optimizan el funcionamiento de las centrales eléctricas, mejorando la eficiencia energética, reduciendo emisiones y costos operativos.</p>
2. Industria de la Transmisión y Distribución de Electricidad:	<p>Mantenimiento predictivo de redes eléctricas: La IA analiza datos de sensores para predecir fallas en componentes de la red eléctrica, permitiendo un mantenimiento preventivo y evitando interrupciones no planeadas.</p> <p>Gestión de la congestión en la red: Los sistemas de IA optimizan el flujo de energía en la red eléctrica para evitar congestiones y garantizar un suministro confiable.</p>
3. Industria Automotriz:	<p>Desarrollo de vehículos eléctricos: La IA se utiliza en el diseño y desarrollo de vehículos eléctricos, optimizando la eficiencia de las baterías, el rendimiento del motor y la gestión de la energía.</p> <p>Infraestructura de carga de vehículos eléctricos: Los sistemas de IA optimizan la</p>

ubicación y la gestión de estaciones de carga para vehículos eléctricos, mejorando la experiencia del usuario y la eficiencia de la red eléctrica.

4. Industria Manufacturera:

Optimización de procesos industriales: La IA se utiliza para optimizar procesos industriales, como la producción de acero, cemento y otros materiales, mejorando la eficiencia energética, reduciendo residuos y costos operativos.

Mantenimiento predictivo de maquinaria industrial: Los algoritmos de IA analizan datos de sensores para predecir fallas en maquinaria industrial, permitiendo un mantenimiento preventivo y evitando paradas no planeadas.

5. Industria del Petróleo y Gas:

Exploración y producción de hidrocarburos: La IA se utiliza en la exploración y producción de petróleo y gas para identificar yacimientos, optimizar la perforación y mejorar la recuperación de hidrocarburos.

Optimización de refinerías: Los sistemas de IA optimizan el funcionamiento de refinerías de petróleo, mejorando la eficiencia energética, reduciendo emisiones y aumentando la producción de derivados.

El uso de la inteligencia artificial en la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial representa una evolución significativa hacia operaciones más eficientes, confiables y sostenibles. A medida que se superan los desafíos de integración y se desarrollan nuevas capacidades, la IA continuará siendo una herramienta fundamental en la mejora de los procesos industriales.

Materiales y Métodos

Tabla 3. *Plataformas y Herramientas de Software:*

Python:	Para el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial (IA) y análisis de datos. (IEEE., 2021)
TensorFlow y Keras:	Bibliotecas para la construcción y entrenamiento de modelos de machine learning y deep learning.
MATLAB/Simulink:	Utilizado para simulaciones de sistemas de control eléctrico y análisis de rendimiento.
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition):	Sistema utilizado para la supervisión y control de procesos industriales.
Data Acquisition Systems (DAQ):	Para la recolección de datos de sensores y dispositivos industriales.

Tabla 4. *Equipos de Hardware:*

Sensores y Actuadores:	Para la recolección de datos en tiempo real de variables eléctricas como voltaje, corriente, temperatura, etc.
Computadoras y Servidores:	Equipados con GPUs para el procesamiento intensivo de datos y entrenamiento de modelos de IA.
Controladores Lógicos Programables (PLC):	Para la implementación y control de sistemas eléctricos industriales.

Redes de Comunicación Industrial: Protocolo Modbus, Profibus, Ethernet/IP, etc., para la transmisión de datos entre dispositivos y sistemas de control.

Tabla 5. *Datos y Conjuntos de Datos*

Históricos de Operación:	Datos recolectados de sistemas de control eléctrico industrial en operación, incluyendo eventos de falla, mantenimiento y condiciones de operación.
Conjuntos de Datos Sintéticos:	Generados mediante simulaciones para escenarios específicos no presentes en los datos históricos.

Recolección de Datos:

Implementación de sensores en puntos críticos del sistema eléctrico para monitorear variables clave. Integración de sistemas SCADA para la recolección y almacenamiento de datos en tiempo real. Revisión de registros históricos de operación para identificar patrones y tendencias.

Tabla 6. *Preprocesamiento de Datos*

Limpieza de Datos:	Eliminación de valores atípicos y datos incompletos.
---------------------------	--

Normalización y Estandarización:	Ajuste de los datos a un rango común para mejorar la precisión de los modelos de IA.
Ingeniería de Características:	Creación de nuevas variables relevantes basadas en los datos recolectados.

Tabla 7. Desarrollo de Modelos de IA

Algoritmos de Machine Learning:	Utilización de algoritmos como regresión logística, árboles de decisión, random forests, y máquinas de soporte vectorial (SVM).
Redes Neuronales:	Construcción de modelos de redes neuronales profundas (DNN) y redes neuronales recurrentes (RNN) para el análisis predictivo y toma de decisiones.
Entrenamiento y Validación:	División de los datos en conjuntos de entrenamiento y validación para evaluar la precisión y robustez de los modelos.

Tabla 8. Implementación en Sistemas de Control

Integración con PLCs y SCADA:	Implementación de los modelos entrenados en los sistemas de control
--------------------------------------	---

industrial para la toma de decisiones

en tiempo real.

Pruebas y Ajustes:	Realización de pruebas en entornos controlados para ajustar y optimizar el desempeño de los modelos.
---------------------------	--

Tabla 9. Evaluación y Validación

Métricas de Rendimiento:	Utilización de métricas como precisión, recall, F1-score, y curvas ROC-AUC para evaluar el desempeño de los modelos.
Simulaciones:	Realización de simulaciones en MATLAB/Simulink para validar los resultados y el impacto de las decisiones tomadas por los modelos de IA en el sistema eléctrico.
Estudios de Caso:	Ánálisis de casos específicos donde se implementaron los modelos de IA para evaluar la mejora en eficiencia y reducción de costos.

Análisis de Resultados

Tabla 10. Análisis de Resultados

Comparación de Rendimiento:	Comparar el desempeño del sistema de control antes y después de la implementación de IA.
Impacto en la Eficiencia Energética:	Medir la mejora en eficiencia energética y reducción de costos operativos.
Confiabilidad y Mantenimiento:	Evaluar la reducción de tiempos de inactividad y la efectividad del mantenimiento predictivo.

Los materiales y métodos descritos proporcionan un enfoque integral para el análisis y la implementación de la inteligencia artificial en sistemas de control eléctrico industrial. La combinación de herramientas avanzadas de software y hardware, junto con técnicas de machine learning, permite optimizar la toma de decisiones, mejorar la eficiencia operativa y aumentar la confiabilidad del sistema.

Resultados y discusión

La Inteligencia Artificial (IA) está transformando la forma en que se toman las decisiones en los sistemas de control eléctrico industrial, impulsando la eficiencia, la confiabilidad y la sostenibilidad en diversas industrias. A continuación, se presentan algunos ejemplos reales de cómo la IA se está utilizando en este campo:

Tabla 11. IA se está utilizando en este campo.

1. Red Eléctrica Inteligente de Iberdrola	Iberdrola, una de las principales empresas energéticas de España, ha implementado
---	---

una red eléctrica inteligente que utiliza IA para optimizar la distribución de energía, reducir pérdidas y mejorar la respuesta a la demanda. La IA analiza datos en tiempo real de sensores y medidores para identificar patrones de consumo y predecir la demanda futura. Esta información se utiliza para ajustar la producción de energía y la distribución en la red, lo que permite una mayor eficiencia y confiabilidad.

2. Demand Response Management by EnerNOC (Estados Unidos):

EnerNOC, una empresa de gestión de la demanda energética, utiliza IA para ayudar a sus clientes a reducir su consumo de energía durante los picos de demanda. La IA analiza datos de consumo histórico y predicciones de la demanda futura para identificar oportunidades para reducir el consumo. Esta información se utiliza para desarrollar estrategias de gestión de la demanda personalizadas para cada cliente.

3. Smart Grid Cybersecurity by Schweitzer Engineering Laboratories (Estados Unidos):

Schweitzer Engineering Laboratories, una empresa especializada en sistemas de control y protección para redes eléctricas, utiliza IA para mejorar la ciberseguridad de las redes inteligentes. Los sistemas de IA analizan el tráfico de red para detectar actividades anormales que podrían indicar un ataque cibernético. Esta información se utiliza para tomar medidas preventivas y proteger la red de ataques.

La Inteligencia Artificial (IA) en la industria eléctrica del Ecuador (Solis-Mora y Gruezo-Valencia, 2022) aún se encuentra en sus primeras etapas, existen algunos ejemplos prometedores que demuestran su potencial para transformar la toma de decisiones en sistemas de control eléctrico industrial:

Tabla 12 Decisiones en sistemas de control eléctrico industrial

1. Proyecto de Gestión Inteligente de la Demanda Eléctrica en Guayaquil:	Este proyecto, desarrollado por la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), implementa un sistema de gestión de la demanda basado en IA para optimizar el consumo de energía en la ciudad de Guayaquil. El sistema utiliza algoritmos de aprendizaje automático para analizar datos de consumo histórico y predicciones de la demanda futura, identificando oportunidades para reducir el consumo durante los picos de demanda. Esta información se utiliza para desarrollar estrategias de gestión de la demanda personalizadas para diferentes sectores de consumidores, como hogares, empresas e industrias.
2. Implementación de Sistemas de Mantenimiento Predictivo en Refinerías:	Petroecuador, la empresa petrolera estatal de Ecuador, ha comenzado a implementar sistemas de mantenimiento predictivo basados en IA en sus refinerías. Estos sistemas analizan datos de sensores en equipos críticos para identificar patrones que indican posibles fallos. Esta información se utiliza para programar el mantenimiento preventivo, evitando paradas no planeadas y reduciendo costos operativos.

3. Desarrollo de Microgrids Inteligentes en Comunidades Remotas:	El Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, en colaboración con universidades y empresas privadas, está explorando el uso de microgrids inteligentes con IA para proporcionar energía confiable y sostenible a comunidades remotas que no tienen acceso a la red eléctrica nacional. La IA se utiliza para optimizar la generación de energía renovable, el almacenamiento y la distribución dentro de las microgrids, asegurando un suministro de energía estable y eficiente.
4. Investigación y Desarrollo en Aplicaciones de IA para la Red Eléctrica:	Universidades e instituciones de investigación en Ecuador están realizando estudios y desarrollando prototipos de aplicaciones de IA para diversos aspectos de la red eléctrica, como la predicción de fallas, la optimización del flujo de potencia, la detección de anomalías y la ciberseguridad. Estos esfuerzos contribuirán al avance del conocimiento y la adopción de la IA en la industria eléctrica ecuatoriana.
5. Sensibilización y Capacitación en IA para el Sector Eléctrico:	El gobierno ecuatoriano, a través de diferentes entidades, está promoviendo la sensibilización y la capacitación en IA para profesionales del sector eléctrico. Esto incluye talleres, cursos, seminarios y eventos para que los actores del sector comprendan el potencial de la IA y puedan identificar oportunidades para implementarla en sus áreas de trabajo.

Conclusiones

El uso de la inteligencia artificial en la toma de decisiones para sistemas de control eléctrico industrial ofrece beneficios sustanciales en términos de eficiencia, confiabilidad y capacidad de predicción. A pesar de los desafíos relacionados con la integración y la calidad de los datos, las ventajas superan ampliamente las dificultades, posicionando a la IA como una herramienta indispensable en la modernización de sistemas industriales. El futuro de los sistemas de control eléctrico industrial dependerá en gran medida de la evolución y adopción continua de tecnologías de IA.

Sin embargo, también presenta desafíos relacionados con costos, complejidad y seguridad. A medida que la tecnología continúa avanzando, es probable que estos desafíos se mitiguen, permitiendo una adopción más amplia y efectiva de la IA en la industria eléctrica. La implementación exitosa de IA requiere una estrategia bien planificada que incluya inversión en infraestructura, capacitación y medidas de seguridad robustas.

Referencias bibliográficas

Sampietro , A. (2016). Emoticonos y emojis: Análisis de su historia, difusión y uso en la comunicación digital actual. UNIVERSIDAD DE VALENCIA, 332.

. Cruz, P. (2019). Inteligencia artificial con aplicaciones a la ingeniería. . Alfaomega. 1st ed.

Adetunji, J. (22 de Marzo de 2021). Nada más humano que la Inteligencia Artificial, The Conversation UK, 22. <https://theconversation.com/nada-mas-humano-que-la-inteligencia-artificial-157347>.

Aguado, J. A. (2019). Inteligencia Artificial y Redes Neuronales en Ingeniería Eléctrica. Madrid: Editorial Tébar.

Arcos, E. (2019). Estrategias de Eficiencia Energética en Usuarios Residenciales. . Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. .

Batres , S. (2013). "Los Emoticonos Como Una Nueva Forma De Comunicación; Su Evolución, Clasificación Y Principales Medios De Uso". UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 92.

Calero, M. (2014). El discurso del WhatsApp: entre el Messenger y el SMS. *ordia*, 17(85-114).

CLAC. (2019). Congreso Latinoamericano de Automatización y Control.

Díez, R. G. (2021). Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva. .

Espínoza , V. (2016). Análisis semiótico del uso de emoticones en la aplicación WhatsApp, en los estudiantes del sexto semestre de la Facultad de Hotelería y Turismo en el año 2016. Universidad de Guayaquil, 93.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21071/1/TESIS%20VANESSA%20ESPIN%20OZA.pdf>

García, E. (2020). Impacto de la Inteligencia Artificial en la Eficiencia de Sistemas de Control Eléctrico. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gómez, J. &. (2021). "Aplicación de Algoritmos de Aprendizaje Automático en Sistemas de Control Eléctrico.". *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 18(3), 45-58.

Guaman , R., & Cevallos , G. (2016). Análisis comparativo de estilos de aprendizaje y sus niveles de preferencia. *Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 14.
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/ATLANTE-estilos>

Guillem, F. (2022). Funciones y Características de la Inteligencia Artificial. *Revista decana independiente de seguridad*, vol. I, nº 493, pp. 174-181, 2022. .

Hernández, R. F. (2018). Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill. Cuarta Edición. .

IEEE., M. (2021). Simposio Iberoamericano sobre Inteligencia Artificial en Ingeniería Eléctrica.

INEC. (16 de julio de 2013). Instituto Nacional de Estadística y Censo .
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec>: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf

López , E. (2009). Caracterización de las funciones de los emoticones en interacciones virtuales de Chat. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, 106.
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/comunicacion/tesis263.pdf>

López, C. (2005). El rol de los emoticones y de las aglutinaciones de carácter léxico en los canales de chat y telefonía móvil . UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 182.

López, M. &. (2019). "Mantenimiento Predictivo en Sistemas Eléctricos Industriales usando IA.". Revista de Ingeniería Eléctrica, 33(1), 77-89.

Martín, L. (2020). Digitalización e inteligencia artificial, aliados para la eficiencia energética. Revista Haz Fundación. : <https://hazrevista.org/rsc/2020/10/digitalizacion-inteligenciaartificial-aliados-eficiencia-energetica/>.

MINEDUC. (25 de junio de 2016). Ministerio de educación ec. Libro de texto:
<https://educacion.gob.ec/libros-de-texto/>

Monasterio, A. (2021). Inteligencia Artificial Para el Bien Común (AI4SG): IA y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. . ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura 197 (802).Universidad de Granada. España. : <https://doi.org/10.3989/arbor.2021.802007>, a629.

Navarro, V. J. (2020). Agentes Inteligentes: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial: el siguiente paso en la Inteligencia . Artificial. Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, (145), 95. .

Padrón Hernández, S. (2018). Inteligencia artificial en la operación de redes eléctricas: aplicación a sistemas aislados. España: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Gran Canaria, España.

Sabino, C. (2020). El Proceso de Investigación. . Caracas, Venezuela: Panapo. 4^a edición.

Solis-Mora, V. S., & Gruero-Valencia, D. F. (2022). La Inteligencia Artificial (IA) al servicio de la eficiencia energética en el Ecuador. Dialnet, 8(<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8637988>), 621.

Torres , M. (2001). Funciones pragmáticas de los emoticonos en la comunicación mediatizada por ordenador. TEXTOS de la CiberSociedad, 1(1), 15.
<http://www.cibersociedad.net/textos/articulo.php?art=24>

Vargas, L. (2022). Aplicación de Redes Neuronales en el Control Predictivo de Sistemas Eléctricos Industriales. Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid. .

Vela, M. A. (2018). La inteligencia artificial: ¿ oportunidad de progreso o amenaza? Lima - Peru: Universidad Peruana Cayetano Heredia. .

Zhabelova, G. y. (2019). Multiagent smart grid automation architecture based on iec 61850/61499 intelligent logical nodes. Industrial Electronics, IEEE Transactions en, 59(5), 2351–2362.