

Principales usos de los Algoritmos de Control en las diferentes campos disciplinares e industrias en la era digital: Una Revisión de la literatura (Parte III)

Ingeniero en Computación Brandon Giron - Cisneros¹

¹ *Instituto Politécnico Nacional - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas*

Bgiron-cisneros1800@alumno.ipn.mx

RP2: ¿Cuáles son las principales industrias en donde son mayormente aplicados en la actualidad?

Los algoritmos de control son fundamentales en la automatización y digitalización de procesos industriales [12, 18]. Esto les han permitido ser parte de las diversas industrias de la actualidad. Por lo cual a continuación, se destacan las múltiples aplicaciones en las diferentes agrupaciones de las industrias.

Industrias Energéticas: Los algoritmos de control optimizan la generación y el uso de la energía, como el control de torque junto con el paso de pala, optimizando la generación y reduciendo las cargas estructurales de las turbinas eólicas o en los sistemas fotovoltaicos junto con edge computing [78, 37, 39, 43, 63]. También son utilizados para el desarrollo de aplicaciones en el Control Automático de Generación (AGC) para sistemas de potencia con múltiples fuentes, para la gestión y control de la energía en microrredes, así como en multimicrorredes, el control de motores eléctricos (síncronos y asíncronos) regulando la velocidad y el torque, así como para el control de convertidores de potencia, el control de sistemas de carga de vehículos eléctricos y la predicción de carga de eléctrica [25, 26, 31, 44, 46, 62]. En la industria eléctrica, estos son utilizados para la optimización y control de sistemas de energía y redes eléctrica [36, 60]. Siendo esenciales para el control del voltaje en la energía distribuida, asimismo como para el control de convertidores [32, 49]. Además, estos también se encuentran presentes en la gestión de plantas de energía térmica [8]. En la Industria Nuclear los algoritmos de control son esenciales para la operación segura y eficiente de reactores nucleares [1].

Industrias de Procesos químicos: Industria de Procesos (Química, Industrial y Petroquímica), en estas industrias los algoritmos de control son utilizados para la

operación, monitoreo y optimización de procesos químicos e industriales a gran

escala [27, 50]. Estos procesos incluyen el control de reactores químicos utilizando técnicas como el MPC (Control Predictivo Basado en Modelo) y aprendizaje por refuerzo, la optimización en cadenas de proceso distribuidas mediante fusión de datos, la modernización y actualización de redes de intercambiadores de calor con algoritmos genéticos y el control de temperatura en secadores rotatorios [23, 50, 56, 70]. En la Industria Farmacéutica, son utilizados en el control de procesos de fabricación de las farmacéuticas, utilizando técnicas avanzadas de monitoreo y control basado en espectroscopía de impedancias [29].

Industrias del Transporte y Movilidad: En la industria del transporte y automotriz, estos son esenciales para los sistemas de transporte, para la gestión de los sistemas de energía de los vehículos eléctricos e híbridos, el desarrollo y control de vehículos autónomos, sistemas de control de crucero adaptativos en donde es importante la planificación de movimiento longitudinal, seguimiento de trayectoria y evasión de obstáculos [65, 81, 82, 84]. Otra aplicación para los algoritmos de control en esta industria es la fabricación de controladores para trabajar con aleaciones como la Al-5Si-3Cu [15]. En la Industria Aeroespacial, son esenciales para el control de vuelo y navegación, desarrollando controles tolerante a fallas de aeronaves y sistemas de asistencia para navegación y planificación de trayectorias UAVs, así como para el desarrollo de sistemas de estabilización de alta precisión, como los que utilizan giroscopios de fibra óptica [14, 68].

Industrias de Manufactura y Producción: Manufactura, en esta industria los algoritmos de control son utilizados en el control de procesos industriales, como lo son el control de válvulas neumáticas, la automatización de la producción y líneas de ensamblaje equilibrando las cargas de trabajo y ajustando las tasas de producción [34, 42, 66, 86]. Dentro de las fábricas y almacenes se utilizan AGVs para el transporte automatizado, donde los algoritmos gestionan la asignación de tareas y la navegación [19]. En la Manufactura Aditiva (Impresión 3D), el desarrollo de gemelos digitales para impresoras FDM (Modelado por Deposición Fundida) incluye algoritmos de detección y control [5]. Otra aplicación en donde se usan estos algoritmos es en la fundición donde son aplicados para optimizar el control de la energía en mezcladoras y en sistemas de visión artificial para inspección [15]. En el caso de la Industria de fabricación, en esta son utilizados para los procesos de fabricación, en los sistemas Fast Tool Servo (FTS) con control de mecanizado de precisión, son implementados para el monitoreo y control de condiciones en los procesos de taladrado, además de ser esenciales para el concepto de Cero Defectos en la Fabricación (ZDM) de la Industria 4.0, que enfatiza enfoques basados en datos para la predicción, prevención y mitigación de defectos [64, 29, 65, 66]. En la Industria Minera, son utilizados en maquinaria eléctrica para la protección contra

corrientes de fuga [73]. Industria del Acero, son utilizados en el control y

optimización de Sistemas de Gas de Alto Horno (BFG), buscando eficiencia energética y reducción de emisiones [74].

Industrias de la Robótica e Inteligencia Artificial: En el caso de la Robótica Industrial son utilizados los algoritmos de control inteligente para el aprendizaje autónomo y la adaptación de robots en entornos de fabricación [77]. En el Sector Smart Cities (Ciudades Inteligentes). En el caso de las Smart Cities, son utilizados junto con IA y ML para la gestión integral de datos de diversas fuentes, buscando optimizar aspectos como la gestión energética y la eficiencia del sistema [54].

Industrias de la Agricultura: En la industria agrícola, estos algoritmos son utilizados en los sistemas de control de nivelación de los implementos montados en tractores y en los sistemas de fertilización automática [12, 83].

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, las industrias en la cuales se encuentran más presentes los algoritmos de control son las que corresponde al Industrias enfocadas en la generación de energía. Destacando en estas por la capacidad de estos algoritmos para mejorar los procesos de generar, controlar, optimizar, almacenar y distribuir la energía. Sin embargo, estos también destacan las industrias manufactura y producción, en donde destacan sus capacidades para la gestión procesos industriales, automatizar la producción y controlar los procesos internos o externos de algunos sistemas. También cabe recalcar que, aunque en la industrias enfocadas al desarrollo robótica y la IA no abundaron los artículos, no quiere decir que las aplicaciones de estas no se han utilizadas, ya que sus aplicaciones como el aprendizaje autónomo se encuentra presente en las otras industrias donde los artículos fueron más abundantes como se muestra en la figura 5. Esto nos indica que los algoritmos de control son fundamentales en los procesos industriales de la actualidad, siendo capaces de extenderse en varios tipos de industrias permitiendo avances significativos en la eficiencia, optimización y gestión dentro de los grandes sistemas complejos.

5. Conclusiones

El presente trabajo presenta las distintas aplicaciones de los algoritmos de control en campos disciplinares e industrias y con base a las preguntas de investigación P1 y P2, busca señalar donde predominan estas aplicaciones y ¿por qué lo hacen?, esta investigación no solo busco resaltar lo anterior, sino también la importancia del uso de estos algoritmos y como se ha hecho notar, sus aplicaciones a pesar de tener áreas a fin, esto no es un obstáculo para que puedan ser usadas en otras áreas. Este estudio ha señalado las múltiples áreas del conocimiento e industrias donde se han hecho uso de esto en los últimos 10 años y pese a no ser una tecnología novedosa, estos

algoritmos han demostrado que se pueden adaptar a la era digital actual, ya sea solos o incorporándose a otras tecnologías como la IA, para seguir brindando sus

beneficios y mejoras a los distintos sistemas en donde son implementados. Esto también nos indica que su uso seguirá en el futuro y que aprender a trabajar, desarrollar, implementar e innovar con estos algoritmos seguirá siendo de mucha importancia para las distintas áreas del conocimiento e industrias de la actualidad.

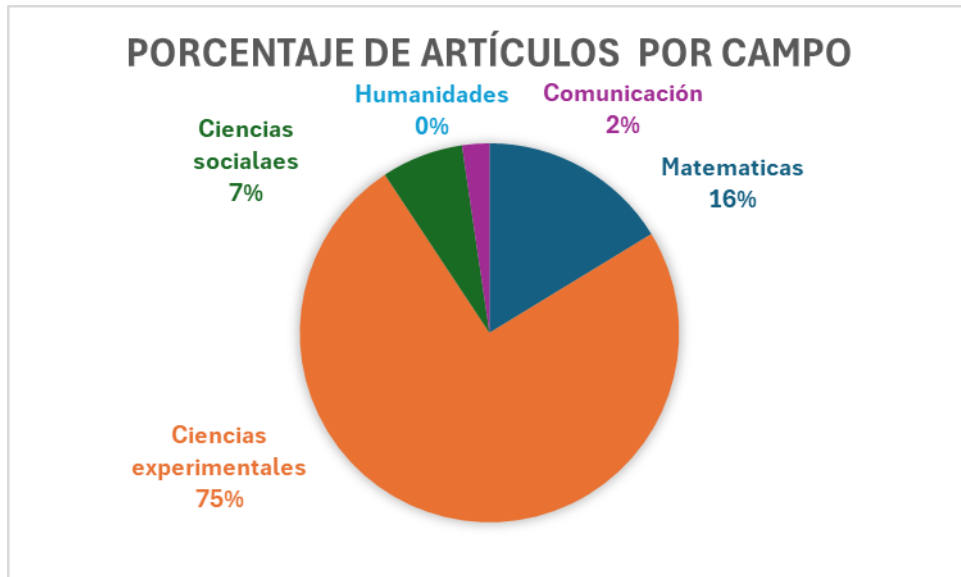


Figura 5. Porcentaje de artículos consultados por Campo disciplinar

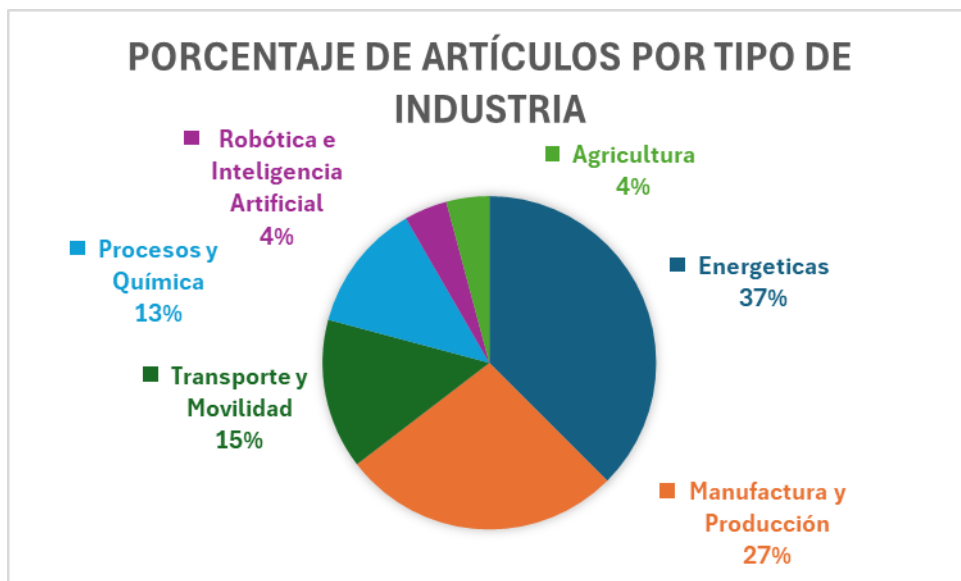


Figura 6. Porcentaje de artículos consultados por tipo de Industria

Referencias

1. Abdelfattah, H., Aseeri, A. O. & Elaziz, M. A. (2024). Optimized FOPID controller for nuclear research reactor using enhanced planet optimization algorithm. *Alexandria Engineering Journal*,

97, 267–282.

2. Al-Mayyahi¹, A., Aldair, A., Khalaf, Z. A. & Wang, W. (2024). Control system design for azimuth position of earth station antennas. *Journal of Engineering and Applied Science*, 77(199), 1-26.
3. Alabsari, N., Saif, A. A., El-Ferik, S., Duffuaa, S. & Derbel, N. (2024). Cooperative Flight Control of a Fleet of Quadrotors Using Fractional Sliding Mode With Potential Field Algorithms. *IEEE Access*, 12, 24525-24543.
4. Alhwij, M. S. & Nakhleh, W. (2024). Optimal parameters of protection devices for controlling hydraulic transient using genetic algorithms. *AQUA — Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 73(3), 623-636.
5. Ali, H., Malik, A. W., Jyeniskhan, N., Mahmood, M. A., Shehab, E. & Liou, F. (2024). Development of Digital Twin for FDM Printer With Preventive Cyber-Attack and Control Algorithms. *IEEE Access*, 12, 193594-193606.
6. Almukhlifi, R., Al-Khasawneh, M. A., Bukhari, A. A. & Harasis, A. A. A. (2025). Secure e-health framework using artificial intelligence and blockchain technology. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 12(2), 52-61.
7. Ammar, N. B., Rezk, H. & Bouallègue, S. (2021). Control Strategy for a Quadrotor Based on a Memetic Shuffled Frog Leaping Algorithm. *Computers, Materials & Continua*, 67(3), 4081-4100.
8. Arakelyan, E. K., Kosoy, A. A., Mezin, S. V. & Pashchenko, F. F. (2021). Application of the basic principles of "Industry 4.0" in the intellectualization of automated control systems of modern thermal power plants. *Procedia Computer Science*, 184, 865-870.
9. Arciuolo, T. F. & Faezipour, M. (2021). PID++: A Computationally Lightweight Humanoid Motion Control Algorithm. *Sensors*, 21(456), 1-25.
10. Barreiro-Gomez, J., Ocampo-Martinez, C. Bianchi, F. & Quijano, N. (2015) Model-free Control for Wind Farms using a Gradient Estimation-based Algorithm. 1 – 6.
11. Boumediene, S., Nasri, A., Hamza, T., Hicham, C., Kayisli, K. & Garg, H. (2024). Fuzzy logic-based Energy Management System (EMS) of hybrid power sources: Battery/Super capacitor for electric scooter supply. *Journal of Engineering Research*, 12, 148-159.
12. Calvo, I., Villar, E., Napole, C., Fernández, A., Barambones, O. & Gil-García, J. M. (2021). Reliable Control Applications with Wireless Communication Technologies: Application to Robotic Systems. *Sensors*, 21(7107), 1-28.
13. Chen, H. (2024). A backstepping sliding mode control algorithm of electro-hydraulic position servo system of valve-controlled symmetric cylinder based on extended state observer. *Mechanics & Industry*, 25(6), 1-11.
14. Chen, L., Huang, Z., Mao, Y., Jiang, B. & Zhao, J. (2023). Digital Control and Demodulation Algorithm for Compact Open-Loop Fiber-Optic Gyroscope. *Sensors*, 23(1473), 1-12.
15. Cosmina-Mihaela, R., Rădulescu, G. & Stancu, A. (2025). Artificial Intelligence of Things Infrastructure for Quality Control in Cast Manufacturing Environments Shedding Light on Industry Changes. *Applied sciences*, 15(2068), 1-20.
16. Cui, Z., Deng, K., Zhang, H., Zha, Z. & Jobaer, S. (2025). Deep Reinforcement Learning-Based Multi-Agent System with Advanced Actor-Critic Framework for Complex Environment. *Mathematics*, 13(754), 1-22.
17. Dalla Vedova, M. D. L., Germanà, A., Berri, P. C. & Maggiore, P. (2019). Model-Based Fault Detection and Identification for Prognostics of Electromechanical Actuators Using Genetic Algorithms. *Aerospace*, 6(94), 1-15.
18. David, J., Švec, P., Pasker, V. & Garzinová, R. (2021). Usage of Real Time Machine Vision in Rolling Mill. *Sustainability*, 13(3851), 1-18.
19. De Ryck, M., Versteheyhe, M. & Debrouwere, F. (2019). Automated Guided Vehicle Systems, State-Of-The-Art Control Algorithms and Techniques. *Journal of Manufacturing Systems*. 1-39.
20. Delaunay, C., Sixdenier, F., Joubert, C. & Scorretti, R. (2022). Flux density waveform control based on root-finding algorithms. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 564(170109), 1-4.

21. Deng, J., Sierla, S., Sun, J. & Vyatkin, V. (2022). Reinforcement learning for industrial process control: A case study in flatness control in steel industry. *Computers in Industry*, 143(103748), 1-10.
22. Domínguez-Monferrer, C., Fernández-Pérez, J., De Santos, R., Miguélez, M. H. & Cantero, J. L. (2022). Machine learning approach in non-intrusive monitoring of tool wear evolution in massive CFRP automatic drilling processes in the aircraft industry. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 622–639.
23. Emmert, J., Mendez, R., Dastjerdi, H. M., Syben, C. & Maier, A. (2024). The Artificial Neural Twin—Process optimization and continual learning in distributed process chains. *Neural Networks*, 180(106647), 1-22.
24. Elsisi, M. & Abdelfattah, H. (2020). New design of variable structure control based on lightning search algorithm for nuclear reactor power system considering load-following operation. *Nuclear Engineering and Technology*, 52, 544-551.
25. Fapi, C. B. N., Touré, M. L., Camara, M. & Dakyo, B. (2025). Control Strategy for DC Micro-Grids in Heat Pump Applications with Renewable Integration. *Electronics*, 14(150), 1-26.
26. Filho, M. A. I., Puchta, E., Martins, M. S. R., Alves, T. A., Tadano, Y. S., Corrêa, F. C., Stevan, S. L., Jr., Siqueira, H. V. & Kaster, M. S. (2022). Bio-Inspired Optimization Algorithms Applied to the GAPID Control of a Buck Converter. *Energies*, 15(6788), 1-22.
27. Forbes, M. G., Patwardhan, R. S., Hamadah, H. & Gopaluni, R. B. (2015). Model Predictive Control in Industry: Challenges and Opportunities. *IFAC-PapersOnLine*, 48(8), 531-538.
28. Gao, S., Gao, S., Pan, W. & Wang, M. (2021). Design of Improved PID Controller Based on PSO-GA Hybrid Optimization Algorithm in Vehicle Lateral Control. *Studies in Informatics and Control*, 30(4) 55-65.
29. Ghita, M., Birs, I., Copot, D., Nascu, I. & Ionescu, C. M. (2022). Impedance Spectroscopy Sensing Material Properties for Self-Tuning Ratio Control in Pharmaceutical Industry. *Applied sciences*, 12(509), 1-16.
30. Gnezdilova, O. A. (2020). HEAT AND GAS SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION. *Russian Journal of Building Construction and Architecture*, 47, 27-34.
31. Hakimuddin, N., Nasiruddin, I. & Bhatti, T. S. (2020). Generation-based automatic generation control with multisources power system using bacterial foraging algorithm. *Engineering Reports*, 1-17.
32. Hassani, A. M., Bektas, S. I. & Hosseini, H. (2017). Modular multilevel converter circulating current control using model predictive control combined with genetic algorithm. *Procedia Computer Science*, 120, 780–787.
33. Hossain, N., Rahim, A., Rahman, M. & Ramasamy, D. (2025). Artificial Intelligence Revolutionising the Automotive Sector: A Comprehensive Review of Current Insights, Challenges, and Future Scope. *Computers, Materials & Continua*, 82(3), 3643-3692.
34. Huo, J., Chan, F. T. S., Lee, C. K. M., Strandhagen, J. O. & Niu, B. (2019). Smart control of the assembly process with a fuzzy control system in the context of Industry 4.0. 1-27.
35. Iqbal, M. S. & Amin, A. A. (2022). Genetic algorithm based active fault-tolerant control system for air fuel ratio control of internal combustion engines. *Measurement and Control*, 55(7-8), 703–716.
36. Jadoun, V. K., Prashanth, G. R., Joshi, S. S., Narayanan, K., Malik, H. & García Márquez, F. P. (2022). Optimal fuzzy based economic emission dispatch of combined heat and power units using dynamically controlled Whale Optimization Algorithm. *Applied Energy*, 315(119033), 1-12.

37. Jeon, T., Kim, D. & Paek, I. (2022). Improvements to and Experimental Validation of PI Controllers Using a Reference Bias Control Algorithm for Wind Turbines. *Energies*, 15(8298), 1-18.
38. Kagami, R. M., Reynoso-Meza, G., Santos, E. A. P. & Freire, R. Z. (2019). Control of a Refrigeration System Benchmark Problem: An Approach based on COR Metaheuristic Algorithm and TOPSIS Method. *IFAC PapersOnLine*. 52(11), 85–90.
39. Kim, D., Jeon, T., Paek, I., Roynarin, W., Plangklang, B. & Dugarjav, B. (2023). A Study on the Improved Power Control Algorithm for a 100 Kw Wind Turbine. *Energies*, 16(619), 1-15.
40. Kim, S., Kwak, M. K., Chung, T. S. & Song, K. (2022). Development of multi-input multi-output virtual tuned mass damper controls for the vibration suppression of structures. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, 41(2), 748–767.
41. Kontogiannis, S., Koundouras, S. & Pikridas, C. (2024). Proposed Fuzzy-Stranded-Neural Network Model That Utilizes IoT Plant-Level Sensory Monitoring and Distributed Services for the Early Detection of Downy Mildew in Viticulture. *Computers*, 13(63), 1-36.
42. Kühn, M., Völker, M. & Schmidt, T. (2020). An Algorithm for Efficient Generation of Customized Priority Rules for Production Control in Project Manufacturing with Stochastic Job Processing Times. *Algorithms*, 13(337), 1-20.
43. Lee, J., & Jeong, S. (2021). Robust Temperature Control of Variable-Speed Refrigeration System Based on Sliding Mode Control with Optimal Parameters Derived Using the Genetic Algorithm. *Energies*, 14(6321), 1-18.
44. Lee, S., Choi, J., Lee, H. & Won, D. (2017). Distributed Coordination Control Strategy for a Multi-Microgrid Based on a Consensus Algorithm. *Energies*, 10(1017), 1-16.
45. Li, C., Liang, W., Zhang, Y., Wang, Q., Sun, S. & Zhang, Y. (2024). High-speed rotating mechanism based on multi-sensor data fusion end face displacement determination method. *AIP Advances*, 14(075317), 1-19.
46. Li, Y., Ugli, I. N. R., Ugli, Y. I. H., Lee, T. & Kim, T. (2024). Optimizing Models and Data Denoising Algorithms for Power Load Forecasting. *Energies*, 17(5513), 1-16.
47. Lima, F. A. R. D., Moraes, M. G. F. de, Secchi, A. R., Grover, M. A., Barreto, A. G., Jr., & Souza, M. B., Jr. (2025). Applications of machine learning for modeling and advanced control of crystallization processes: Developments and perspectives. *Digital Chemical Engineering*, 14(100208), 1-19.
48. Liu, P., Shang, Y & Jin, X. (2025). A pre-control method in safety risk management of metro construction. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 24(2), 816–834.
49. Lundberga, M., Samuelsson, O. & Hillberg, E. (2022). Local voltage control in distribution networks using PI control of active and reactive power. *Electric Power Systems Research*, 212(108475), 1-7.
50. Markaj, A., Mercangöz, M. & Fay, A. (2024). Design and implementation of Autonomous Systems Training Environment framework for control algorithm evaluation in autonomous plant operation. *Computers and Chemical Engineering*, 189(108798), 1-16.
51. Martínez-Godoy, J. L., Martell-Chávez, F., Sánchez-Chávez, I. Y., Castillo-Velásquez, F. A. & Torres-Falcón, M. C. P. (2021). A Peak Demand Control Algorithm for Multiple Controllable Loads in Industrial Processes. *IEEE Access*, 9, 116315-116325.
52. Mayer, S., Classen, T. & Endisch, C. (2021). Modular production control using deep reinforcement learning: proximal policy optimization. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32, 2335–2351.
53. Minzu, V., Riahi, S. & Rusu, E. (2021). Implementation Aspects Regarding Closed-Loop Control Systems Using Evolutionary Algorithms. *Inventions*, 6(53), 1-19.
54. Mirmozaffari, M., Shadkam, E., Khalili, S. M., Kabirifar, K., Yazdani, R. & Gashteroodkhani, T. A. (2020). A novel artificial intelligent approach: comparison of machine learning tools and

- algorithms based on optimization DEA Malmquist productivity index for eco-efficiency evaluation. *International Journal of Energy Sector Management*, 15(3), 523-550.
55. Mishra, S. K., Jha, A. V., Verma, V. K., Appasani, B., Abdelaziz, A. Y. & Bizon, N. (2021). An Optimized Triggering Algorithm for Event-Triggered Control of Networked Control Systems. *Mathematics*, 9 (1262), 1-22.
 56. Nafisah, N., Syamsiana, I. N., Putri, R. I., Kusuma, W & Sumari, A. D. W. (2024). Implementation of fuzzy logic control algorithm for temperature control in robusta rotary dryer coffee bean dryer. *MethodsX*, 12(102580), 1-15.
 57. Nguyen, V., Nguyen, P., Su, S., Tan, P. X. & Bui, T. (2025). Vision-Based Pick and Place Control System for Industrial Robots Using an Eye-in-Hand Camera. *IEEE Access*, 13, 25127-25140.
 58. Ochman, M. (2019). Hybrid approach to road detection in front of the vehicle. *IFAC PapersOnLine*, 52(8), 245–250.
 59. Padula, F., Ionescu, C., Latronico, N., Paltenghi, M., Visioli, A. & Vivacqua, G. (2017). Optimized PID control of depth of hypnosis in anesthesia. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 144, 21–35
 60. Panigrahi, T. K., Behera, A. & Sahoo, A. K. (2017). Novel approach to Automatic Generation Control with various Non-linearities using 2-degree-of-freedom PID controller. *Energy Procedia*, 138, 464-469.
 61. Poornima, B. & Kumari, P. L. S. (2024). A Dual-Step Approach for Implementing Smart AVS in Cars. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(4), 15771-15778.
 62. Ramos Ruiz, G., Lucas Segarra, E., & Fernández Bandera, C. (2018). Model Predictive Control Optimization via Genetic Algorithm Using a Detailed Building Energy Model. *Energies*, 12(34), 1-18.
 63. Rojek, I., Mikołajewski, D., Dorozyski, J., Dostatni, E. & Mreła, A. (2024). An ML-Based Solution in the Transformation towards a Sustainable Smart City. *Applied sciences*, 14(8288), 1-25.
 64. Rybczak, M. & Lazarowska, A. (2024). Safe Control of an Autonomous Ship in a Port Based on Ant Colony Optimization and Linear Matrix Inequalities. *Electronics*, 13(3525), 1-19.
 65. Said, A., Davizón, Y., Soto, R., Félix-Herrán, C., Hernández-Santos, C. & Espino-Román, P. (2018). An Infinite-Norm Algorithm for Joystick Kinematic Control of Two-Wheeled Vehicles. *Electronics*, 7(164). 1-15.
 66. Sałabun, W., Wieckowski, J., Shekhovtsov, A., Palczewski, K., Jaszczak, S. & Watróbski, J. (2020). How to Apply Fuzzy MISOPID in the Industry? An Empirical Study Case on Simulation of Crane Relocating Containers. *Electronics*, 9(2017), 1-15.
 67. Shi, D., Liedl, P. & Bauernhansl, T. (2024). Interoperable information modelling leveraging asset administration shell and large language model for quality control toward zero defect manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 77, 678–696.
 68. Shu, J., Xia, Z. & Gao, Y. (2025). BIM-Based Trajectory Planning for Unmanned Aerial Vehicle-Enabled Box Girder Bridge Inspection. *Remote sensing*, 17(682), 1-28.
 69. Soloviev, V. P., Larrañaga, P. & Bielza, C. (2022). Estimation of distribution algorithms using Gaussian Bayesian networks to solve industrial optimization problems constrained by environment variables. *Journal of Combinatorial Optimization*, 44, 1077–1098.
 70. Stampfli, J. A., Ong, B. H. Y., Olsen, D. G., Wellig, B. & Hofmann, R. (2022). Applied heat exchanger network retrofit for multi-period processes in industry: A hybrid evolutionary algorithm. *Computers and Chemical Engineering*, 161 (107771), 1-13.
 71. Stiglmayr, M., Uhlemeyer, S., Uhlemeyer, B., & Zdrallek, M. (2024). Determining cost-efficient controls of electrical energy storages using dynamic programming. *Journal of Mathematics in Industry*, 14(2), 1-12.

72. Thao, N. G. M., Hara, S., Hirokawa, S., Okuda, H., Nagatsuke, M. & Ogawa, N. (2022). Manual Control Mode for Autonomous Mobile Robots Using Velocity-Based Impedance Control. *IEEE Journal of Industry Applications*, 11(5), 650-663.
73. Ualikhan, I., Josif, B. (2015). Development of Control Algorithm for Adaptive Leakage Current Protection Devices' using Fuzzy Logic. *Procedia Engineering*, 100, 666 – 671.
74. Wang, H., Sheng, C. & LU, X. (2017). Knowledge-Based Control and Optimization of Blast Furnace Gas System in Steel Industry. *IEEE Access*, 5, 25034-25045.
75. Wang, J., Zhang, M & LI, J. (2024). Optimization Technology of Combustion Engine Control Based on Swarm Intelligent Optimization Algorithm and Improved Clustering Algorithm. *IEEE Access*, 12, 121596-121609.
76. Warriar, P. & Shah, P. (2021). Optimal Fractional PID Controller for Buck Converter Using Cohort Intelligent Algorithm. *Applied system innovation*, 4(50), 1-21.
77. Xu, Y. (2024). Autonomous learning and adaptation of industrial robots using intelligent control algorithms. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 1-18.
78. Xu, Y., Sun, Y., Teng, Y., Liu, S., Ji, S., Zou, Z. & Yu, Y. (2024). Carbon Quota Allocation Prediction for Power Grids Using PSO-Optimized Neural Networks. *Applied sciences*, 14(11996), 1-24.
79. Xuan-Mung, N. & Hong, S. (2019). Improved Altitude Control Algorithm for Quadcopter Unmanned Aerial Vehicles. *Applied sciences*, 9(2122), 1-15.
80. Xue, Q., Miao, Y. & Xue, Z. (2023). Genetic algorithm-based error correction algorithm for CNC turning machining of mechanical parts. *JOURNAL OF MEASUREMENTS IN ENGINEERING*, 11, 509-524.
81. Yang, J., Peng, W. & Sun, C. (2022). A Learning Control Method of Automated Vehicle Platoon at Straight Path with DDPG-Based PID. *Electronics*, 10(2580), 1-20.
82. Yiguang, C., Chenghan, L., Zhenmao, B. & Xiaobin, Z. (2019). Modified Super-Twisting Algorithm with an Anti-Windup Coefficient Adopted in PMSM Speed Loop Control. *Energy Procedia*, 158, 2637–2642.
83. Yu, J. H., Park, J. K., Cheon, S. H., Byeon S. J. & Lee, J. W. (2022). Development of a rolling angle estimation algorithm to improve the performance of implement leveling-control systems for agricultural tractors. *Advances in Mechanical Engineering*, 14(11), 1-16.
84. Zamfirache, I. A., Precup, R. & Petriu, E. M. (2024). Adaptive reinforcement learning-based control using proximal policy optimization and slime mould algorithm with experimental tower crane system validation. *Applied Soft Computing*, 160 (111687), 1-15.
85. Zhang, X., Hu, H., Wang, H. & Wang, Z. (2024). Overview of position synchronous control technology for multi-motor system. *Systems Science & Control Engineering: An Open Access Journal*, 12(1), 1-15.
86. Zhu, M., Chen, S., Xu, Z. & Dong, X. (2023). Design of Two-Degree-of-Freedom Fractional-Order Internal Model Control Algorithm for Pneumatic Control Valves. *Actuators*, 12(214). 1-27.