

**Universidad Tecnológica de La Habana**

**“José Antonio Echeverría”**

**CUJAE**

**Facultad de Ingeniería Informática**

**Módulo de detección de anomalías en un sistema de control industrial**

**Informe de las prácticas profesionales II**

**Autor: Fabio Ford Campbell (fford@ceis.cuaje.edu.cu)**

**Tutor: Dra.C Nayma Cepero Pérez (no me sé el correo)**

**La Habana,**

**enero de 2025**

**Resumen**

En el contexto de la Industria 4.0, la detección temprana de anomalías en sistemas industriales es crucial para garantizar la continuidad y eficiencia operativa. Este estudio se enfoca en el desarrollo de un módulo de detección de anomalías que supervisa en tiempo real los datos operativos y de red de un sistema industrial experimental. Utilizando algoritmos de minería de datos y aprendizaje automático, el sistema es capaz de identificar desviaciones significativas que podrían indicar fallos operacionales. El objetivo principal es desarrollar un módulo capaz de detectar y alertar sobre anomalías en tiempo real, mejorando la resiliencia y eficiencia de los procesos industriales.

**Palabras Claves:** detección de anomalías, sistemas industriales, minería de datos, aprendizaje automático, Industria 4.0

**Abstract**

In the context of Industry 4.0, early detection of anomalies in industrial systems is crucial to ensuring operational continuity and efficiency. This study focuses on developing an anomaly detection module that monitors operational and network data from an experimental industrial system in real-time. Using data mining and machine learning algorithms, the system can identify significant deviations that may indicate operational failures. The main goal is to develop a module capable of detecting and alerting anomalies in real-time, thereby improving the resilience and efficiency of industrial processes.

**Keywords:** anomaly detection, industrial systems, data mining, machine learning, Industry 4.0

# 

**Índice de contenido**

[Introducción 6](#_Toc27210)

[Referencias Bibliográficas 9](#_Toc15408)

**Índice de figura**

# Introducción

La Industria 4.0 ha transformado el panorama de los sistemas industriales con la integración de tecnologías conectadas y sistemas ciberfísicos. Estos cambios han traído consigo la necesidad de implementar mecanismos de monitoreo avanzados para asegurar el correcto funcionamiento de los procesos industriales. En este contexto, garantizar la fiabilidad de los datos que generan y procesan estos sistemas es esencial para optimizar las operaciones y evitar interrupciones inesperadas. Para ello, es fundamental contar con sistemas capaces de identificar y responder a comportamientos anómalos que puedan comprometer la estabilidad del entorno industrial [1].

Un enfoque ampliamente utilizado para la protección de la continuidad operativa en sistemas industriales es la implementación de módulos de detección de anomalías. Estos módulos supervisan en tiempo real los datos generados por sensores y controladores, buscando desviaciones significativas que puedan ser indicadores de fallos operativos. Al detectar estas anomalías de manera temprana, es posible minimizar el impacto en los sistemas, garantizando su disponibilidad, integridad y eficiencia operativa [1-3].

Uno de los mayores desafíos en la detección de anomalías en sistemas industriales es la capacidad de procesar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes en tiempo real. A esto se suma la necesidad de que los algoritmos de detección sean lo suficientemente precisos como para diferenciar entre fluctuaciones normales del sistema y comportamientos que podrían derivar en fallos o problemas operativos, evitando tanto falsos positivos como falsos negativos que puedan generar costos innecesarios o fallos no detectados [4].

El problema de investigación en este campo surge ante la creciente complejidad de los sistemas industriales y la necesidad de contar con mecanismos automatizados que puedan adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno operativo [3, 5]. ¿Cómo se puede desarrollar un módulo de detección de anomalías en tiempo real que sea capaz de identificar tanto fallos operacionales como patrones anómalos en un sistema industrial simulado?

El objeto de estudio de esta investigación es un sistema industrial experimental que incluye sensores, microcontroladores STM32 y un PLC flexible basado en la plataforma OpenPLC. Este sistema simula un entorno industrial con capacidad para capturar y procesar datos operativos, ofreciendo un marco adecuado para implementar y probar el módulo de detección de anomalías [1].

Si bien existen tecnologías para el monitoreo de procesos industriales, la complejidad de los entornos y la cantidad de datos que deben analizarse en tiempo real siguen siendo un reto. Los fallos operativos pueden comprometer seriamente la producción, generando pérdidas económicas y disminuyendo la eficiencia de los sistemas. Por lo tanto, contar con un sistema que permita la detección temprana de fallos es crucial para evitar estos contratiempos [1, 4].

El uso de módulos de detección de anomalías en este contexto es fundamental, ya que permiten identificar patrones inusuales de comportamiento en los sistemas antes de que el daño sea irreversible. El campo de acción de esta investigación se centra en la implementación de algoritmos de detección de anomalías que puedan supervisar tanto las señales operativas de los sensores como el comportamiento general del sistema industrial experimental [4, 5].

El objetivo general de esta investigación es desarrollar un módulo de detección de anomalías que permita identificar comportamientos anómalos en tiempo real en un sistema industrial simulado, utilizando técnicas de minería de datos y aprendizaje automático aplicadas a los datos operativos recolectados por el sistema [2].

Para alcanzar este objetivo, se realizará la implementación de algoritmos de detección que se integrarán con los controladores STM32 y el PLC del sistema industrial. Además, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas para validar la efectividad del módulo en la detección de anomalías, garantizando su capacidad de respuesta ante posibles fallos operacionales [2, 3].

El alcance de esta investigación incluye la detección de anomalías en señales operativas y la implementación de un sistema de alertas en tiempo real para que los operadores puedan tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y ajuste del sistema. Este enfoque proporcionará un marco claro para el desarrollo de la investigación y asegurará que se aborden los aspectos más críticos de la continuidad operativa en sistemas industriales [3, 4].

# Referencias Bibliográficas

1. Lasi, H., et al., *Industry 4.0.* Business & Information Systems Engineering, 2014. **6**: p. 239-242.

2. Chandola, V., A. Banerjee, and V. Kumar, *Anomaly Detection: A Survey.* ACM Comput. Surv., 2009. **41**.

3. Ahmed, M., A. Mahmood, and J. Hu, *A Survey of Network Anomaly Detection Techniques.* Journal of Network and Computer Applications, 2015. **60**: p. 19-31.

4. Qin, J., *Survey on data-driven industrial process monitoring and diagnosis.* Annual Reviews in Control, 2012. **36**: p. 220–234.

5. Hastie, T., *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. 2009.