

ESTACIÓN PORTÁTIL IIoT PARA LA ENSEÑANZA DE HABILIDADES DE LA INDUSTRIA 4.0

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

5 La presente invención se enmarca en el campo técnico de los dispositivos de formación y educación tecnológica. En la era de la digitalización industrial, existe una creciente y estratégica necesidad de desarrollar herramientas educativas avanzadas que permitan cerrar la brecha entre las competencias académicas tradicionales y las habilidades
10 prácticas demandadas por la Industria 4.0. La formación de profesionales capaces de diseñar, implementar y gestionar sistemas industriales conectados es fundamental para la competitividad y la innovación.

Más particularmente, la invención se refiere a una estación de entrenamiento compacta,
15 portátil y autónoma, diseñada específicamente para el desarrollo práctico de competencias en el ámbito del Internet Industrial de las Cosas (IIoT) y la Industria 4.0. Esta estación integra hardware industrial real y protocolos de comunicación modernos en una plataforma pedagógicamente estructurada. Por lo tanto, la invención se posiciona como una solución tangible a los desafíos educativos actuales en este campo,
20 donde la falta de herramientas adecuadas ha limitado la capacidad de las instituciones para ofrecer una formación pertinente y de alta fidelidad.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

25 La transición hacia la Industria 4.0 ha generado una demanda crítica de profesionales con habilidades en automatización, conectividad industrial y análisis de datos. Sin embargo, el sector educativo enfrenta un desafío considerable para alinear sus programas de formación con estas nuevas exigencias. Los enfoques tradicionales, a menudo basados en teoría o en laboratorios con equipos obsoletos, costosos y de gran
30 tamaño, resultan insuficientes para proporcionar la experiencia práctica necesaria.

El problema técnico fundamental que la presente invención busca resolver es la brecha existente entre la oferta académica y la demanda industrial de competencias en IIoT. Esta brecha se origina, en gran medida, por la limitación de recursos físicos en las
35 instituciones educativas y la lenta actualización tecnológica de las herramientas de formación disponibles. Las soluciones existentes en el estado de la técnica no abordan este problema de manera integral, presentando una o más de las siguientes deficiencias:

- **Kits educativos basados en microcontroladores de bajo costo o simuladores virtuales:** Aunque son accesibles, carecen de la robustez y las características del hardware industrial real, ofreciendo una experiencia de aprendizaje de baja fidelidad que no prepara adecuadamente al estudiante para los entornos productivos.
- **Dispositivos orientados a aplicaciones específicas:** Existen plataformas didácticas enfocadas en domótica, agricultura inteligente o procesos aislados, las cuales carecen de un enfoque integral para la enseñanza de los principios fundamentales y transversales de la Industria 4.0.
- **Plataformas cerradas con protocolos de comunicación básicos o propietarios:** Muchas soluciones existentes utilizan protocolos de comunicación que no son estándar en la industria o que dependen de software propietario, limitando la interoperabilidad y evitando que el estudiante sea expuesto al ecosistema de comunicación industrial moderno.
- **Estaciones de entrenamiento dependientes de un computador externo:** Una gran parte de las herramientas actuales requieren una conexión permanente a un computador externo para su operación, lo que limita su portabilidad, incrementa la complejidad de su puesta en marcha y eleva los costos asociados.
- **Estaciones fijas, de gran volumen y no portátiles:** Los laboratorios tradicionales, aunque equipados con hardware industrial, son instalaciones fijas, costosas y centralizadas, lo que restringe su acceso y flexibilidad.

El estado del arte presenta diferentes soluciones para la simulación de sistemas industriales para la educación y/o la capacitación. Por ejemplo, el modelo de utilidad **CN209746914U** describe una caja de demostración portátil para sistemas de automatización de edificios. Aunque es portátil y contiene controladores, su enfoque es la demostración de productos específicos de control ambiental (temperatura, PM2.5), no la enseñanza estructurada de conceptos de IIoT industrial con protocolos como MQTT Sparkplug B u OPC-UA.

Por su parte, el modelo de utilidad **CN204229674U** presenta una plataforma para la enseñanza de IoT aplicada al transporte y a la agricultura inteligente. Si bien su propósito es educativo, se centra en aplicaciones específicas y utiliza protocolos como ZigBee y ModBus, pero no aborda el espectro más amplio de protocolos industriales de la Industria 4.0 ni integra hardware industrial de control (PLCs) en un formato autónomo y pedagógicamente validado para la industria general.

Asimismo, la patente **ES2082725B1** describe un banco de trabajo para la enseñanza de sistemas de riego, con un panel para componentes hidráulicos y otro para control

eléctrico. Esta solución es altamente especializada en agricultura, es fija y no aborda los principios de conectividad, interoperabilidad y procesamiento de datos del IIoT.

Por su lado, la patente **IL86043A** describe un arreglo didáctico plegable para el montaje de circuitos mecánicos y eléctricos. Su principal innovación radica en la portabilidad y la estructura física para organizar componentes. Sin embargo, es una solución genérica que data de 1991 y no contempla la integración de hardware de control industrial programable, unidades de cómputo autónomas ni los protocolos de comunicación que definen al IIoT moderno.

De otro lado, la patente **MX9701208A** describe una solución modular que integra un computador con diversos periféricos (sensores, cámaras) para la enseñanza de ciencias. Su arquitectura es centralizada y dependiente de un PC, y su objetivo es la experimentación científica general, no la formación específica en habilidades de automatización industrial con hardware y protocolos propios de la Industria 4.0.

Por último, la patente **US20170004717A1** revela un kit de construcción modular robótico compuesto por bloques con microcontroladores. Si bien es educativo y modular, utiliza hardware de tipo experimental o de consumo, no controladores lógicos programables (PLCs) industriales, y su enfoque es la robótica y la programación general, no el ecosistema específico del IIoT.

En conclusión, existe la necesidad en el estado de la técnica actual de una solución portátil que integre de manera efectiva el uso de hardware industrial real, no dependiente de simuladores, compatible con protocolos estándar de la Industria 4.0 y operación autónoma, con un diseño integral portable y validado pedagógicamente. Esta carencia establece una clara oportunidad para la presente invención, que busca ofrecer una herramienta portátil no dependiente de procesadores externos para su ejecución y control en tiempo real de hardware industrial que incorpora visualización en entornos web para aplicación con protocolos estándar de la Industria 4.0, permitiendo la interoperabilidad con sistemas industriales, asegurando integración flexible y escalable en entornos industriales reales con Internet Industrial de las Cosas (IIoT).

DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LA INVENCION

El objetivo principal de la presente invención es proporcionar una solución a las limitaciones del estado de la técnica mencionadas arriba, mediante una estación de entrenamiento para el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) que es, simultáneamente, portátil, autónoma, modular y que utiliza hardware industrial real. La invención materializa un laboratorio de Industria 4.0 completo en un formato compacto, accesible

y flexible, diseñado para facilitar una experiencia de aprendizaje práctica y de alta fidelidad.

Para lograr este objetivo, la invención comprende una serie de componentes esenciales integrados en una estructura física robusta y portátil. Estos componentes incluyen: una estructura física principal conformada por un maletín (0) que aloja una estructura con rieles internos (12), (13); un adaptador de alimentación (1); una fuente de alimentación (2); relés de protección eléctrica (3); una unidad de cómputo (4); un primer controlador lógico programable (PLC) (5); un segundo controlador lógico programable (PLC) (6); un módulo de comunicaciones (7); un switch de comunicaciones (8); un sensor de temperatura (9); y un sensor de distancia (10).

Las características novedosas y ventajas clave que distinguen a la presente invención de las soluciones existentes son las siguientes:

- **Uso de Hardware Industrial Real:** A diferencia de kits basados en simuladores o hardware experimental, la invención integra controladores lógicos programables (PLCs), mecanismos y sensores de grado industrial. Esto proporciona una experiencia de aprendizaje auténtica, permitiendo a los usuarios interactuar directamente con la misma tecnología que encontrarán en entornos industriales reales.
- **Compatibilidad con Protocolos Estándar de la Industria 4.0:** La estación soporta de forma nativa protocolos de comunicación estandarizados y cruciales para la interoperabilidad en la Industria 4.0, tales como MQTT Sparkplug B, OPC-UA y Modbus. Esta característica permite reproducir un ecosistema de comunicación industrial realista y conectar la estación con plataformas IIoT modernas, superando la limitación de las soluciones cerradas de aplicación o con protocolos básicos.
- **Operación Autónoma:** La integración de una unidad de cómputo dedicada permite que la estación funcione de manera autónoma, sin depender de una conexión permanente a un computador externo para su operación. Esto no solo incrementa significativamente su portabilidad y accesibilidad, sino que también reduce la complejidad operativa y los costos de implementación en entornos educativos.
- **Interfaz de Visualización Basada en Web:** La invención incorpora una interfaz web de visualización accesible desde cualquier navegador web estándar, sin requerir la instalación de software adicional en el dispositivo del usuario. Esta característica mejora la accesibilidad, es independiente de la plataforma y simplifica la experiencia de usuario.

- **Diseño Pedagógico Integral:** La invención no es solo un conjunto de componentes técnicos, sino una herramienta de aprendizaje concebida y validada bajo criterios pedagógicos de usabilidad, modularidad y portabilidad. Este diseño centrado en el usuario asegura una experiencia de aprendizaje efectiva, intuitiva y adaptable a diversos contextos y modalidades de enseñanza (presencial, remota o híbrida) basada en Internet Industrial de las cosas (IIoT).

La combinación única de estas características resulta en una herramienta de enseñanza y formación profesional sustancialmente superior a las soluciones conocidas, cerrando eficazmente la brecha entre la teoría académica, la simulación y la práctica industrial en el campo de la Industria 4.0 con Internet Industrial de las cosas (IIoT).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que las figuras ilustran una modalidad preferida de la invención a modo de ejemplo no limitativo.

La **Figura 1** es una vista de diagrama de bloques que ilustra los componentes principales de la invención y sus interconexiones eléctricas y de comunicación.

La **Figura 2** es una vista de los componentes principales de la invención y su disposición.

La **Figura 3** es una vista en perspectiva de los componentes de la invención dispuestos dentro del envolverte maletín para su transporte.

La **Figura 4** es un diagrama esquemático que detalla las conexiones de alimentación eléctrica.

La **Figura 5** muestra una vista de la pantalla que incorpora la interfaz de visualización ejemplo, accesible desde cualquier navegador web estándar de la estación portátil de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La **Figura 6** muestra una segunda vista de la pantalla ejemplo que incorpora una interfaz de visualización.

La **Figura 7** muestra una tercera vista de la pantalla ejemplo que incorpora una interfaz de visualización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La siguiente descripción detalla una modalidad preferida para la realización de la invención, haciendo referencia a sus componentes, interconexiones y modo de operación. Dicha descripción tiene un carácter meramente ilustrativo y no debe interpretarse como una limitación al alcance de la invención.

La invención consiste en una estación de entrenamiento autónoma e integrada, conformada por un maletín que aloja unos rieles dispuestos sobre una estructura física principal. Dicha estructura está diseñada para ser compacta, robusta y fácilmente transportable, alojando y protegiendo todos los componentes industriales eléctricos y los componentes electrónicos internos.

Tal como se muestra en las figuras, la estación se compone de los siguientes elementos principales, los cuales están interconectados para conformar un dispositivo funcional cohesivo:

- **Un maletín (0):** Que es una pieza portátil que incorpora unos rieles alojados dentro de una estructura física principal, que organizan todos los demás componentes y que tiene acoplada una estructura física anexa desmontable para elementos externos de medición, diseñado para la portabilidad.
- **Adaptador de alimentación (1):** Componente que convierte la tensión de la red eléctrica para alimentar elementos específicos.
- **Fuente de alimentación (2):** Componente que convierte la tensión de la red eléctrica para alimentar el hardware industrial.
- **Relés de protección eléctrica (3):** Dispositivos que salvaguardan los componentes contra sobrecargas o fallos eléctricos.
- **Unidad de cómputo (4):** Dispositivo de procesamiento integrado (ej. un ordenador de placa única) que dota de autonomía a la estación.
- **Controlador lógico programable #1 (5):** Primer PLC de tipo industrial para tareas de control y adquisición de datos conectado un sensor (9).
- **Controlador lógico programable #2 (6):** Segundo PLC de tipo industrial para tareas de control y adquisición de datos conectado a un sensor (10).
- **Módulo de comunicaciones (7):** Dispositivo que habilita protocolos de comunicación específicos para los PLCs.
- **Switch de comunicaciones (8):** Dispositivo de red que interconecta los componentes de procesamiento y control.
- **Sensor de temperatura (9):** Sensor industrial que mide la variable de temperatura ambiente o de un proceso.
- **Sensor de distancia (10):** Sensor industrial que mide la variable de distancia a un objeto.
- **Estructura física anexa (11):** Componente estructural secundario en forma de “U” desmontable de la estructura, acoplada lateralmente con pestaña (14) para el montaje y ubicación de elementos externos de medición de variables físicas industriales reales.

Los componentes anteriormente listados se organizan e interconectan en mecanismos funcionales dentro de la estructura ubicada en el maletín (0), donde la estructura se configura como una carcasa rectangular con dos rieles montados en su interior, un riel interior superior (12) y un riel interior inferior (13), que alojan los componentes eléctricos, y que en conjunto forman la estación portátil IIOT para la enseñanza de habilidades de la industria 4.0 con un peso inferior a 10kg; y cuyo funcionamiento se describe a continuación.

El Adaptador de alimentación (1) y la Fuente de alimentación (2) se conectan a la red eléctrica externa. Ambos están protegidos por los Relés de protección eléctrica (3). El Adaptador de alimentación (1) tiene como función específica energizar la Unidad de cómputo (4). Por su parte, la Fuente de alimentación (2) se encarga de energizar el resto de los componentes activos de grado industrial, a saber: el Controlador lógico programable #1 (5), el Controlador lógico programable #2 (6), el módulo de comunicaciones (7), el Switch de comunicaciones (8), el Sensor de temperatura (9) y el Sensor de distancia (10). Esta distribución de la alimentación asegura que cada componente reciba la tensión y corriente adecuadas para su correcto funcionamiento.

La Unidad de cómputo (4), energizada por el Adaptador de alimentación (1), actúa como el cerebro de la estación. Se conecta mediante un cable de red al Switch de comunicaciones (8), integrándose así a la red local interna de la estación. Esta unidad ejecuta el software de automatización industrial, aloja un servidor web para la interfaz de visualización y gestiona las comunicaciones de alto nivel.

El mecanismo de control está compuesto por el Controlador lógico programable #1 (5) y el Controlador lógico programable #2 (6). Ambos son energizados por la Fuente de alimentación (2) y protegidos por los Relés de protección eléctrica (3). Estos PLCs son responsables de ejecutar la lógica de control en tiempo real, leer las señales de los sensores. La presencia de dos PLCs permite la enseñanza de arquitecturas de control más complejas, como el control distribuido o la comunicación entre pares.

El mecanismo de medición de variables físicas industriales reales provee los datos del mundo físico al mecanismo de control. Está compuesto por el Sensor de temperatura (9) y el Sensor de distancia (10), ambos energizados por la Fuente de alimentación (2) y protegidos por los Relés de protección eléctrica (3) ubicados en la estructura anexa (11). El Sensor de temperatura (9) está conectado eléctricamente a las entradas del Controlador lógico programable #1 (5). De manera similar, el Sensor de distancia (10) se conecta a las entradas del Controlador lógico programable #2 (6). De este modo, cada PLC es responsable de adquirir y procesar la señal de un sensor específico.

Este módulo de comunicaciones (7) es el encargado de la interconexión de datos entre todos los dispositivos inteligentes y conecta directamente el mecanismo de medición de variables físicas industriales reales a uno o a ambos PLCs, el Controlador lógico programable #1 (5) y/o el Controlador lógico programable #2 (6), para dotarlos de capacidades de comunicación en protocolos específicos que no soporten de forma nativa. Por su parte, el Switch de comunicaciones (8) actúa como nodo central de la red local, integrando mediante conexiones Ethernet a la Unidad de cómputo (4), el Controlador lógico programable #1 (5) y el Controlador lógico programable #2 (6), creando una red unificada donde todos los dispositivos pueden intercambiar información.

La Figura 2 permite apreciar la disposición en detalle de los elementos de la estación dispuestos sobre los rieles (12), (13) de la estructura física principal y la disposición de la estructura física anexa (11) acoplada con su pestaña (14). La Figura 3 permite apreciar los componentes de la estación portátil cuando están ubicados dentro del maletín (0). La Figura 4 permite apreciar el esquema de la manera en que los componentes están conectados entre sí para alimentarse de corriente y transmitir información. Las Figura 5, 6 y 7 son una ilustración ejemplificante de una pantalla de control como interfaz para visualización de equipos industriales y datos basada en web, accesible desde un navegador.

La principal deficiencia de muchas herramientas educativas es el uso de hardware experimental o simuladores que no reflejan las condiciones de un entorno industrial real. La presente invención supera esta limitación al integrar componentes de tipo industrial, como controladores lógicos programables (PLCs), mecanismos de comunicación y sensores robustos. Esta característica proporciona una experiencia de formación de alta fidelidad, donde el usuario aprende a configurar, programar y solucionar problemas en el mismo tipo de equipos que encontrará en su vida profesional. La interacción directa con hardware real es fundamental para desarrollar una comprensión profunda de sus capacidades y particularidades operativas.

Mientras que soluciones conocidas se limitan a protocolos de nicho o básicos, la invención incorpora soporte nativo para protocolos que son pilares de la Industria 4.0. La compatibilidad con MQTT Sparkplug B, OPC-UA y Modbus es una característica crucial que asegura la interoperabilidad y relevancia de la estación. MQTT Sparkplug B es un estándar para la comunicación IIoT eficiente y contextualizada, mientras que OPC-UA es la arquitectura de referencia para la comunicación segura y semántica entre máquinas. Este soporte permite a los estudiantes practicar la integración de sistemas heterogéneos, replicando un ecosistema de comunicación industrial realista.

La integración de una Unidad de cómputo (4) dedicada dentro de la propia estación constituye un avance significativo frente a dispositivos cuya arquitectura depende de un computador externo. A diferencia de dichos dispositivos, la presente invención opera de forma autónoma una vez configurada, requiriendo un computador externo sólo para tareas de reconfiguración, pero no de ejecución. Esta autonomía elimina la necesidad de equipos adicionales para portabilidad, reduce costos, simplifica la puesta en marcha y permite que la estación sea utilizada en una variedad mucho más amplia de entornos, incluyendo prácticas de campo o en ubicaciones con infraestructura limitada.

- 10 Para superar la dependencia de software propietario o la falta de interfaces accesibles en el estado de la técnica, la presente invención incorpora una interfaz de visualización nativa basada en web. Dicha interfaz es servida por la Unidad de cómputo (4) y es accesible desde cualquier navegador web estándar en un dispositivo conectado a la red, sin necesidad de instalar software cliente adicional. Esta característica garantiza una accesibilidad universal, independencia de la plataforma y una experiencia de usuario simplificada, facilitando la monitorización y la interacción con la estación en cualquier contexto educativo.

- 20 La invención trasciende la simple agregación de componentes técnicos, para constituirse como una herramienta de aprendizaje integral. Su diseño ha sido desarrollado y validado bajo criterios pedagógicos explícitos de aplicación en la industria: usabilidad, para una interacción intuitiva; modularidad, que permite la reorganización de componentes para adaptarse a diferentes escenarios; y portabilidad, que facilita su uso en modalidades presenciales, remotas e híbridas. Esta orientación integral, centrada en la experiencia formativa, representa una diferencia sustancial respecto al estado de la técnica, donde los dispositivos suelen ser diseñados desde una perspectiva puramente técnica o simulada, sin considerar las mejores prácticas para un aprendizaje efectivo de las tecnologías de la Industria 4.0.

- 30 Las características descritas de la estación portátil permiten la formación práctica de los usuarios en diferentes habilidades alineadas con los principios de la industria 4.0. Si bien las habilidades específicas dependen de las prácticas formativas implementadas, la naturaleza y funcionalidad de los componentes integrados facilitan el desarrollo de las siguientes habilidades:

35

- La programación y configuración de entradas y salidas de controladores lógicos programables - PLCs.
- La interconexión de PLCs y sensores a través de switches de comunicaciones industriales y protocolos estándar.

- El sensado de variables físicas (temperatura y distancia) y la conversión de señales analógicas y digitales.
- La implementación y operación de redes locales industriales y la configuración de acceso remoto seguro a través de internet.
- 5 • La publicación y transmisión de datos para monitoreo remoto y gestión de alarmas y eventos.
- La gestión de usuarios, contraseñas y permisos de acceso a controladores.
- El diagnóstico de comunicación y monitoreo de tráfico de datos industrial.

10 **Ejemplo de realización de la invención**

A continuación, se presenta un ejemplo particular, no limitativo, que ilustra como la invención, con la combinación de hardware industrial real, operación autónoma, protocolos estándar de la Industria 4.0 (como OPC-UA y MQTT Sparkplug B), y un
15 diseño pedagógico modular y portátil, permite crear una estación portátil que funciona como herramienta de formación. Los usuarios pueden aprender a programar PLCs, configurar redes industriales, monitorear variables físicas en tiempo real y gestionar datos IIoT en un entorno práctico, replicable en escenarios educativos presenciales, remotos o híbridos.

20

La estructura física principal situada en el maletín (0) está fabricada en lámina metálica; en su interior tiene dispuestos todos sus componentes y tiene un peso total inferior a 10kg, formando una carcasa rectangular con dos rieles de 35 mm montados en su interior, uno superior (12) y otro inferior (13). Los rieles interiores son rieles DIN, que son
25 barras metálicas estandarizadas que se usan para montar componentes eléctricos de manera organizada y segura en gabinetes y tableros de control, donde el término "DIN" proviene del Instituto Alemán de Normalización (Deutsches Institut für Normung).

Esta estructura soporta, agrupa y protege todos los componentes electrónicos, permitiendo su ensamblaje rápido y seguro. Dicha estructura se acopla firmemente a
30 una estructura física anexa (11) en forma de "U" mediante una pestaña de ensamble convencional, lo que permite una integración estable pero desmontable, ideal para el transporte y almacenamiento.

35 Sobre el riel DIN superior (12) se encuentran ensamblados, en orden de izquierda a derecha: la unidad de cómputo (4), el adaptador de alimentación (1), el controlador lógico programable #1 (5), el módulo de comunicaciones (7), el controlador lógico programable #2 (6) y finalmente el switch de comunicaciones (8). Todos estos mecanismos están diseñados para montaje en riel DIN, lo que garantiza una instalación
40 segura y organizada. La unidad de cómputo (4) es una tarjeta de circuito impreso de

aproximadamente 88 mm × 58 mm alojada en una carcasa, que actúa como servidor local autónomo, ejecutando software de automatización e interfaz web. El adaptador de alimentación (1), de formato modular, se conecta directamente al cable de alimentación de la unidad de cómputo (4), proporcionándole energía independiente.

5

En el riel DIN inferior (13) se encuentran la fuente de alimentación (2) y los relés de protección eléctrica (3). La fuente de alimentación (2), convierte la tensión de red (110–240 V AC) a 24 V DC regulada, suministrando energía estable a todos los dispositivos industriales. Los relés de protección (3), incorporan interruptores frontales tipo palanca que permiten desconectar manualmente el circuito en caso de sobrecarga o mantenimiento, garantizando la seguridad de la estación portátil IIoT.

Los sensores industriales están montados sobre la estructura física anexa (11), una pieza en forma de “U” acoplada mediante una pestaña (14) a la estructura principal. El sensor de temperatura (9), de cuerpo cilíndrico con rosca cónica (National Pipe Tapered) conocida como “NPT ½” (1.27cm), se fija mediante una brida plástica y transmite señales analógicas de temperatura al PLC #1 (5) a través de un conector M12 de 4 pines. Por su parte, el sensor de distancia (10), de tipo M18, utiliza tecnología ultrasónica para medir distancias y envía sus datos al PLC #2 (6), al que está conectado eléctricamente.

La comunicación entre todos los dispositivos inteligentes se gestiona mediante una red local industrial. El switch de comunicaciones (8) actúa como nodo central, interconectando vía Ethernet la unidad de cómputo (4), el PLC #1 (5) y el PLC #2 (6). El módulo de comunicaciones (7) amplía las capacidades del PLC #1, permitiendo la implementación de protocolos avanzados como Modbus. La unidad de cómputo (4) aloja un servidor web que sirve una interfaz de visualización basada en navegador, accesible desde cualquier dispositivo conectado a la red local, sin necesidad de software adicional.

30

La operación de la estación portátil IIoT para la enseñanza de habilidades de la industria 4.0 sigue los siguientes pasos:

- 1) Sacar la estructura de la estación portátil contenida en el maletín (0).
- 2) Conectar el adaptador de alimentación (1) a una toma de corriente eléctrica con voltaje residencial (110 V).
- 3) Conectar la unidad de cómputo (4) al adaptador de alimentación (1).
- 4) Conectar los Controladores Lógicos Programables (5 y 6) al Switch de comunicaciones (8).
- 5) Encender el interruptor de los Relés de protección eléctrica (3).

40

- 6) Conectar el sensor de temperatura (9) al Controlador Lógico Programable #1 (5) y el sensor de distancia (10) al Controlador Lógico Programable #2 (6).
 - 7) Si se decide visualizar la interfaz a través de un computador, se debe conectar este al Switch de comunicaciones (8) a través de un cable ethernet.
 - 5 8) Ingresar en un navegador de internet en el computador la IP necesaria.
 - 9) La interfaz gráfica se abrirá en el navegador y se podrán ver los valores actuales de los sensores.
 - 10) Interactuar con los sensores para ver los valores cambiando en tiempo real. Para el sensor de temperatura, es suficiente hacer contacto con la punta. Para el sensor de
 - 10 distancia, es suficiente con dirigirlo hacia diferentes superficies (como si fuera un láser) para medir distancias variadas.
 - 11) Modificar gráficamente la interfaz para agregar gráficas distintas o cambiar los colores del entorno.
- 15 Esta configuración propuesta es una combinación única y sinérgica de componentes que, actuando conjuntamente, resuelven problemas técnicos persistentes en las herramientas educativas para la Industria 4.0. Integra de forma coherente controladores lógicos programables (PLCs) industriales reales, un switch de comunicaciones industrial, una fuente de alimentación regulada de 24 V DC, sensores de campo
- 20 industriales, un módulo de comunicaciones y una unidad de cómputo integrada que ejecuta software especializado con soporte nativo para protocolos como OPC-UA, MQTT Sparkplug B y Modbus. Todos estos elementos están montados sobre rieles DIN estándar dentro de una estructura física portátil y modular, replicando la arquitectura de un armario de control industrial. Esta integración proporciona una fidelidad operativa,
- 25 comparable a la encontrada en entornos industriales reales, lo que permite realizar pruebas interactivas entre tecnologías operativas (OT) e informáticas (IT) que no son posibles con soluciones basadas en microcontroladores o simuladores virtuales, mejorando significativamente la transferibilidad de las habilidades adquiridas desde el laboratorio a la planta industrial.
- 30 Un aspecto fundamental de la invención es que la unidad de cómputo incorporada actúa como un servidor HMI/SCADA embebido, capaz de operar de forma completamente autónoma sin depender de un computador externo. Este servidor aloja una interfaz de visualización basada en navegador web, accesible desde cualquier dispositivo
- 35 conectado a la red local, permitiendo el acceso simultáneo de múltiples usuarios en modalidades presenciales, remotas o híbridas. Además, la estación puede publicar datos directamente a un broker MQTT utilizando el protocolo Sparkplug B, manteniendo la semántica completa de estado y eventos. Esta funcionalidad reduce considerablemente la complejidad operativa y facilita el despliegue en escenarios de

formación, mejorando tanto la disponibilidad como la escalabilidad de la herramienta pedagógica.

5 La disposición de todos los componentes sobre rieles DIN no solo asegura una instalación segura y organizada, sino que reproduce la configuración de un sistema de automatización industrial profesional, pero en un formato compacto y portátil. Este diseño se complementa con criterios pedagógicos claramente definidos: su naturaleza modular permite adaptar fácilmente los escenarios de enseñanza; la inclusión de relés de protección eléctrica garantiza la seguridad del usuario durante la manipulación; y los

10 límites físicos claros de interacción facilitan un aprendizaje enfocado y controlado. El resultado es una alta reproducibilidad de configuraciones industriales reales, una reducción del tiempo necesario para la puesta en marcha en laboratorios educativos y la posibilidad de realizar prácticas avanzadas como la configuración de redes industriales, el diagnóstico de fallos de comunicación y la gestión del tráfico de datos.

15

Asimismo, la compatibilidad nativa y simultánea con los protocolos industriales clave —MQTT Sparkplug B, OPC-UA y Modbus— representa una ventaja decisiva frente a otras soluciones educativas. Esta capacidad multi-protocolo permite conectar la estación directamente a plataformas cloud, brokers MQTT o sistemas SCADA comerciales,

20 reproduciendo arquitecturas completas de tipo edge-to-cloud. Los estudiantes pueden ensayar escenarios reales de integración de sistemas heterogéneos, medir latencias de red, gestionar alarmas y eventos críticos, y resolver problemas de interoperabilidad, desarrollando así competencias esenciales para la industria moderna que no son abordadas por kits genéricos o soluciones cerradas con protocolos limitados. En

25 conjunto, estas características transforman la invención en una solución integral, robusta y pedagógicamente validada, diseñada específicamente para cerrar la brecha entre la formación académica tradicional y las exigencias prácticas de la Industria 4.0, anticipando además los desafíos contemporáneos de conectividad, seguridad y escalabilidad presentes en entornos industriales reales.