

---

# TECNOLOGÍAS DE INDUSTRIA 4.0 APLICABLES PARA EL DESARROLLO DE PYMES

*Industry 4.0 technologies applicable for the development of SMEs*

*Tecnologias da indústria 4.0 aplicáveis ao desenvolvimento de  
PMEs*

---

Edison Maila-Andrango<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Instituto de automática e informática industrial. Universidad Politécnica de Valencia.  
Valencia-España. Correo: [santie.e100@gmail.com](mailto:santie.e100@gmail.com)

Fecha de recepción: 12 de agosto de 2020.

Fecha de aceptación: 05 de noviembre de 2020.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La industria 4.0 abarca distintas tecnologías, por lo que, se ha desarrollado un sistema que utiliza parte de estas técnicas, con el fin de emplearlas para el progreso y desarrollo de Pymes. **OBJETIVO.** Simular un sistema para el control y monitoreo de procesos, que permita planificar la producción en Pymes. **MÉTODO.** El sistema de control y adquisición de datos se realizó con el software Ignition SCADA de Inductive Automation, la base de datos utilizada fue MYSQL, para el control del PLC se utilizó el software TIA PORTAL de Siemens y la simulación de la planta se realizó con el software Factory IO. **RESULTADOS.** El sistema desarrollado permite adquirir las señales del controlador lógico programable y enviarlas al servidor OPC-UA de Ignition de manera que se comunica con el SCADA, a su vez los datos del sensor de altura y los identificadores de los productos son enviados a la base de datos de MySQL. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** El desarrollo del sistema con tecnologías aplicables en la industria 4.0, ha permitido tener una mejor toma de decisiones, una trazabilidad, una gestión de stock y datos de almacenamiento para el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

**Palabras claves:** Automatización de la fabricación, Industria 4.0, IOT.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Industry 4.0 encompasses different technologies, therefore, a system has been developed that uses part of these techniques, in order to use them for the progress and development of SMEs. **OBJECTIVE.** Design a system for the control and monitoring of processes, which allows planning production in SMEs. **METHOD.** The control and data acquisition system was carried out with the Ignition SCADA software from Inductive Automation, the database used was MYSQL, the TIA PORTAL software from Siemens was used for the control



Maila-Andrango. Tecnologías de industria 4.0 aplicables para el desarrollo de Pymes.

Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".

Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.348>



of the PLC and the simulation of the plant was carried out with the Factory IO software. **RESULTS.** The developed system allows to acquire the signals of the programmable logic controller and send them to the Ignition OPC-UA server so that it communicates with the SCADA, in turn the height sensor data and the product identifiers are sent to the database. MySQL data. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** The development of the system with applicable technologies in industry 4.0 has allowed better decision-making, traceability, stock management and storage data for the development of small and medium-sized companies.

**Keywords:** Manufacturing automation, Industry 4.0, IOT.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO.** A Indústria 4.0 engloba diferentes tecnologias, portanto, foi desenvolvido um sistema que utiliza parte dessas técnicas, de forma a utilizá-las para o progresso e desenvolvimento das PME. **OBJETIVO.** Desenhar um sistema de controle e monitoramento de processos, que permita o planejamento da produção nas PMEs. **MÉTODO.** O sistema de controle e aquisição de dados foi realizado com o software Ignition SCADA da Inductive Automation, o banco de dados utilizado foi MYSQL, o software TIA PORTAL da Siemens foi utilizado para o controle do PLC e a simulação da planta foi realizada com o Software IO de fábrica. **RESULTADOS.** O sistema desenvolvido permite adquirir os sinais do controlador lógico programável e enviá-los ao servidor Ignition OPC-UA para que se comunique com o SCADA, por sua vez os dados do sensor de altura e os identificadores do produto são enviados para o banco de dados. Dados MySQL. **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.** O desenvolvimento do sistema com tecnologias aplicáveis na indústria 4.0 tem permitido melhor tomada de decisão, rastreabilidade, gestão de estoque e armazenamento de dados para o desenvolvimento de pequenas e médias empresas.

**Palavras-chave:** Automação de manufatura, Indústria 4.0, IOT.

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador se registran 894.948 Pymes hasta el año 2018 de acuerdo al INEN [1]. Estas generan 47.382 millones de USD corrientes de participación de ventas, 1.823.441 plazas de empleos registrados en el IESS y 11.720 millones de USD corrientes de masa salarial registrada en el IESS [1]. Estos datos muestran el potencial que tienen las pymes respecto de las grandes empresas, sin embargo, sus mayores limitaciones surgen por la falta de conocimiento empresarial y el uso de tecnologías que ayuden al proceso productivo.

La industria 4.0 es una de las herramientas que permite liberar estas tecnologías y aprovecharlas para que los clientes reciban productos más personalizados, acordes a la demanda del mercado, con mejor trazabilidad, y con mejores tiempos de producción entre otras ventajas [2][3]. Sin embargo, el desconocimiento de estas técnicas y la falta de digitalización en los procesos, hace que muchas Pymes no opten por esta tecnología [4].

Bajo esta necesidad, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema para el control y monitoreo de procesos que permita planificar la producción. Se ha



Maila-Andrango. Tecnologías de industria 4.0 aplicables para el desarrollo de Pymes.

Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".

Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.348>



tomado una Pyme de distribución de productos como base para este desarrollo. Además, el método es replicable para cualquier sector económico.

Una vez establecido el/los procedimientos y especificaciones del proyecto, se realizan los siguientes pasos para el control de la planta: el primer paso es digitalizar todos los procesos que se utilizarán para el desarrollo del producto o servicio con controladores lógicos (PLC); en el segundo paso, se utilizan sistemas de control y adquisición de datos (SCADA), que permiten procesar las señales para la supervisión y control de los procesos; y finalmente, los datos de producción son almacenados en una base de datos para luego ser mostradas en un reporte que ayude a la toma de decisiones.

El presente artículo ofrece información necesaria para que tanto las Pymes como las personas interesadas comprendan las ventajas del uso de nuevas tecnologías en sus actividades económicas de tal manera que, se puedan ofrecer productos de mejor calidad con un gasto de producción inferior gracias a una correcta implementación de la industria 4.0, optimizando los procesos de producción y de administración.

## MÉTODO

### Instrumentos / Técnicas de recolección de datos.

Para el desarrollo del sistema se ha utilizado procesos de simulación de fábrica con el software FACTORY IO, Redes de Petri para la programación del PLC's por ser eventos discretos, comunicación de protocolo OPC-UA para enlazar el PLC al gateway de IGNITION, drivers JDBC para enlazar el servidor con la base de datos y un sistema SCADA realizado con el software diseñador de IGNITION.

Factory IO, dispone de una gran funcionalidad ya que se puede crear nuestros propios escenarios y conectarlos con varios PLC's del mercado, microcontroladores, Modbus, OPC DA entre otros [5]. Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal), este software nos permite realizar el programa que controla los actuadores y recibe las señales de los indicadores puestos en el escenario de Factory IO [6]. Ignition SCADA, el módulo de OPC, permite crear un servidor OPC-UA dejando que los usuarios puedan leer y escribir valores de registro del PLC a través de una página web alojada en la puerta de enlace [7]. MySQL, permite guardar el identificador del producto, de tal manera que tendremos una trazabilidad en nuestro almacén [8].



Maila-Andrango. Tecnologías de industria 4.0 aplicables para el desarrollo de Pymes.

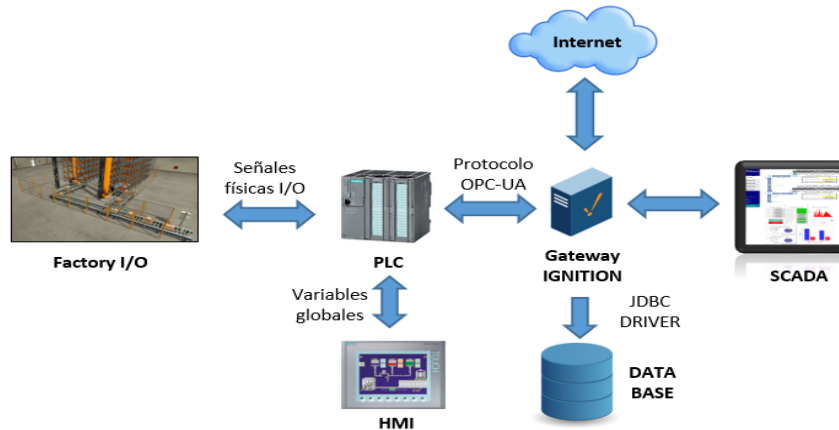
Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".

Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.348>



## Procedimiento



**Figura 1.** Arquitectura de comunicación del sistema

En la Figura 1 se muestra la arquitectura de comunicación del sistema. Se parte de las necesidades y mejoras que busca nuestra Pyme hasta desarrollar una planta encargada del almacenaje y distribución de productos como caso de estudio. Además, la tecnología es replicable para cualquier pyme en cualquier sector económico.

Se procede al diseño de la planta y se verifican los procesos en los cuales se utilizó un controlador lógico programable (PLC) para controlar los actuadores y recibir la señal de nuestros sensores. En este caso, se utilizó el software TIA Portal de Siemens, simulado con S7-PLCSIM, no obstante, se puede utilizar un PLC de cualquier marca, solo hay que verificar que cumpla con los protocolos de comunicación y dispongan de entradas y salidas, tanto digitales como análogas, necesarias para el control de la planta.

Una vez automatizada la planta se diseña el sistema SCADA, este permite controlar la planta a través del PLC abarcando la información necesaria para poder realizar la optimización del proceso, de tal manera que, la toma de decisiones y el control de la planta no sea compleja para el operador.

Finalmente, se verificó que todos los sistemas, PLANTA – PLC – SCADA, funcionen de manera adecuada, se utiliza la base de datos MySQL para guardar los productos que han sido almacenados.

## RESULTADOS

En esta sección se muestra los resultados de la tecnología utilizada, el diseño y la planta en ejecución se observa en la Figura 2.



Figura 2. Diseño de planta

El diseño del SCADA se muestra en la Figura 3. Se observan datos importantes para la inspección de los procesos y la toma de decisiones. **Graficas de almacenaje**, mismas que indican la cantidad de producto que está almacenado y el porcentaje de nichos disponibles para almacenaje. **Indicadores de funcionamiento**, muestran si los sensores y actuadores están encendidos y funcionando adecuadamente. **Código de producto**, se guarda en la database de MySQL con el fin de tener una trazabilidad del proceso, un ejemplo es el código de producto “B-C2-39”, lo que significa caja grande (B), guardada con el crane o grúa 2 (C2), siendo el producto número 39 que ha sido almacenada hasta la fecha.

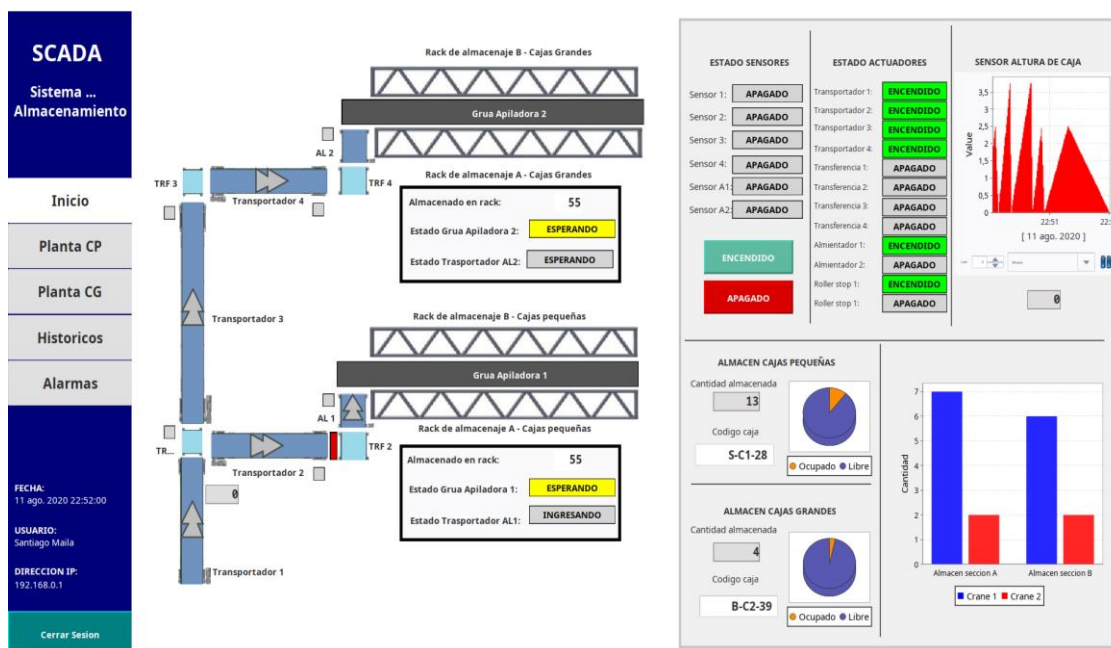


Figura 3. Sistema SCADA en funcionamiento



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el documento se muestra un diseño a nivel de simulación del control y monitoreo de un proceso, que puede ser replicado en una Pyme para dar soporte a la planificación de la producción. En este sentido, las tecnologías actuales como Factory IO han permitido manipular actuadores y recibir señales de sensores en plantas reales, por lo que, es posible replicar este diseño en Pymes.

El diseño del sistema SCADA posibilita la toma de decisiones en tiempo real, no obstante, en muchas Pymes estos procesos son inexistentes, por esa razón, es importante analizar la inversión para tener una idea de su productividad, viabilidad y eficiencia en la toma de decisiones.

Por otro lado, almacenar la información obtenida en una base de datos, ayuda a tener una trazabilidad, una mejor gestión de stock y almacenamiento de sus productos, algo que muchas Pymes no tienen dentro de sus procesos o lo hacen de forma manual.

En el contexto de Ecuador, no se aplican todas las tecnologías de la industria 4.0, no obstante, al ser el método propuesto flexible se puede incluir las nuevas tendencias como la hyper conexión, inteligencia artificial, redes neuronales, machine learning, big data, entre otras.

Finalmente, en este trabajo se presenta una propuesta de arquitectura que permite el control y monitoreo de procesos para planificar la producción en Pymes. Además, para futuras investigaciones, se puede considerar el desarrollo de un Sistema de ejecución de fabricación, también conocido como sistema MES (Manufacturing Execution System) y el uso otras tecnologías de industria 4.0.

## FUENTES DE FINANCIAMIENTO

La investigación no fue financiada.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara que no existe conflicto de interés.

## APORTE DEL ARTÍCULO EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El artículo aporta al desarrollo y productividad de las pequeñas y medianas empresas, utilizando la automatización industrial y tecnologías aplicables en la industria 4.0, de manera que, se presenta una visión global del uso de estas tecnologías para que puedan ser adaptadas a su proceso.

## DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

La identificación del problema, el diseño, la programación, la revisión de la literatura y la escritura del artículo fue desarrollado por Edison Santiago Maila Andrango.



Maila-Andrango. Tecnologías de industria 4.0 aplicables para el desarrollo de Pymes.

Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".

Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.348>



## AGRADECIMIENTOS

A mi familia.

## REFERENCIAS

- [1] INEN, Directorio de empresa y establecimientos 2018 [online]. Quito: INER, 2018 Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio\\_Empresas\\_2018/Principales\\_Resultados\\_DIEE\\_2018.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio_Empresas_2018/Principales_Resultados_DIEE_2018.pdf)
- [2] Roland Berger, España 4.0 El reto de la transformación digital de la economía. [online]. España: Roland Berger S.A., 2016 Disponible en: [https://circulodeempresarios.org/transformacion-digital/wp-content/uploads/PublicacionesInteres/10.Estudio\\_Digitalizacion\\_Espana40\\_Siemens.pdf](https://circulodeempresarios.org/transformacion-digital/wp-content/uploads/PublicacionesInteres/10.Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf)
- [3] J. Motta, H. Moreno y R. Ascúa, Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina. [online]. Argentina: CEPAL, 2019 Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45033/1/S1900952\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45033/1/S1900952_es.pdf)
- [4] OECD, “Pymes y productividad”, en Perfilando la transformación digital en América Latina Mayor productividad para una vida mejor, Ed. OECD Publishing, 2019, pp 36-37
- [5] Factory IO, About Factory IO. [online]. Portugal: Real Games, 2020 Disponible en: <https://docs.factoryio.com/>.
- [6] Siemens, Tia Portal. [online]. Alemania: Siemens Automation, 2020 Disponible en: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>.
- [7] Inductive Automation, Ignition - Scada. [Online]. USA: Inductive Automation, 2020 Disponible en: <https://inductiveautomation.com/scada-software/>.
- [8] MySQL, About MySQL. [online]. USA: MySQL, 2020 Disponible en: <https://www.mysql.com/>.

## NOTA BIOGRÁFICA




Maila-Andrango. Tecnologías de industria 4.0 aplicables para el desarrollo de Pymes.

Número Especial “IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020”.

Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.348>



Edison Santiago Maila Andrango. **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0002-0275-6296>  
Obtuvo su grado en Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Tecnológica Equinoccial, tiene una maestría en Automática e informática Industrial en la Universidad Politécnica de Valencia. Su línea de investigación es la automatización industrial, IOT e industria 4.0.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



Maila-Andrango. Tecnologías de industria 4.0 aplicables para el desarrollo de Pymes.

Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".

Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.348>

