

Control de un proceso por PLC de forma remota empleando IoT en un sistema Ciber-Físico I4.0

1st León Loa Pelcastre
División de Ingeniería Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Coacalco
Coacalco, EdoMex.
leonloapel@yahoo.com.mx

2nd Irving Mendoza Paz
División de Ingeniería Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Coacalco
Coacalco, EdoMex.
irvingmendozap@hotmail.com

3rd Fernando Vazquez Sandoval
División de Ingeniería Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Coacalco
Coacalco, EdoMex.
line 5:
fernando_vazques@tesco.edu.mx

4th Rocio Marisol Zuñiga Velasco
División de Ingeniería Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Coacalco
Coacalco, EdoMex.
rocio_marisol@tesco.edu.mx

Abstract— Industry 4.0 is a concept that was developed in Germany in 2010 that describes the factory of the future, with all its processes interconnected through the Internet of Things, in order to optimize production processes that are essential in automation and intercommunication. This achieves a flexible, efficient and personalized manufacturing.

Currently, complex industrial processes are incorporating cyber-physical systems, where computing, storage and communication capabilities are integrated together with capabilities for monitoring and / or control of objects in the physical world, such as autonomous car systems, vehicle control systems, industrial processes, among others. In this project, an industrial control of both local and remote communication is implemented, turning them into an autonomous system. Using the concepts of the Internet of things in a cyber-physical system, connected to each other and in turn connected through a network. Using the TIA PORTAL platform and a Programmable Logic Controller.

Keywords— Industry 4.0, IoT, Cyber-Physical System, industrial processes.

I. INTRODUCCIÓN

Se cuentan tres revoluciones industriales, en los últimos años estamos viviendo avances tecnológicos que indican la consolidación de una cuarta revolución industrial, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Revoluciones Industriales en la historia.

La industria 4.0, es una revolución en la que la maquinaria actual en la industria comienzan a transformarse en inteligentes, capaces de interactuar entre ellos, comunicar datos sobre el estado de producción o sobre su propio estado, etc. Esta cuarta revolución ha generado un nuevo concepto nacido en Alemania hace pocos años y cada vez más extendido por el mundo, en especial en Europa[1].

La Industria 4.0 permite mejorar la eficiencia en las empresas, consiguiéndose una mayor productividad y una optimización tanto de tiempos, como de costos, de materiales y energéticos. Todos estos son algunos de los beneficios que puede aportar este sistema de trabajo.

Con esta nueva forma de trabajo en las empresas en consecuencia se suman nuevos conceptos y términos que se relacionan con la Industria 4.0., como los que a continuación se citan:

Planificación de Recursos Empresariales (ERP): son herramientas de Administración de Procesos de Negocios que se pueden utilizar para administrar la información dentro de una organización.

IoT: significa Internet de las Cosas, un concepto que hace referencia a las conexiones entre los objetos físicos como sensores o máquinas y el Internet.

IIoT: significa Internet Industrial de las Cosas, un concepto que se refiere a las conexiones entre personas, datos y máquinas en su relación con la manufactura.

Big Data: hace referencia a grandes conjuntos de datos estructurados o no estructurados que pueden recopilarse, almacenarse, organizarse y analizarse para revelar patrones, tendencias, asociaciones y oportunidades.

Inteligencia artificial (IA): es un concepto que hace referencia a la capacidad de las computadoras para realizar tareas y tomar decisiones que, históricamente, necesitarían algún nivel de inteligencia humana.

M2M: significa máquina a máquina y hace referencia a la comunicación entre dos máquinas separadas a través de redes inalámbricas o cableadas.

Digitalización: hace referencia al proceso de recolectar y convertir diferentes tipos de información en un formato digital.

Fábrica inteligente: es una empresa que invierte y se beneficia de la tecnología, las soluciones y los enfoques de la Industria 4.0.

Aprendizaje automatizado: se refiere a la capacidad que tienen las computadoras para aprender y mejorar por su cuenta

a través de la inteligencia artificial, sin que se les indique de manera expresa o se las programe para hacerlo.

Computación en la nube: se refiere a la práctica de usar servidores remotos interconectados alojados en internet para almacenar, gestionar y procesar información.

Procesamiento de datos en tiempo real: se refiere a las capacidades que poseen los sistemas computarizados y las máquinas para procesar de manera continua y automática los datos y brindar resultados y percepciones en tiempo real o casi en tiempo real.

Ecosistema: en términos de manufactura, se refiere a la conectividad potencial de toda la operación: inventarios y planificación, cuestiones financieras, relaciones con clientes, administración de la cadena de suministro y ejecución de manufactura.

Sistemas ciber-físicos (CPS): esta formado de todos aquellos dispositivos que integran capacidades de computación, almacenamiento y comunicación con el fin de controlar e interactuar con un proceso físico. Generalmente, los sistemas ciber físicos están conectados entre sí y con el mundo virtual a través de las redes digitales.

II. ASPECTOS PRELIMINARES

En esta parte del escrito se presentarán algunos conceptos necesarios para el desarrollo del control por PLC utilizando la tecnología de la industria 4.0 con la implementación de las IoT y un sistema ciber físico en un proceso industrial.

La aplicación en este proyecto de tecnologías de IoT y sistemas ciber-físicos, dentro del control del proceso, es un factor clave dentro de la transformación hacia la industria 4.0 [1]. Con esto se facilitarán la visibilidad sobre el control, la interconexión, permitiendo comunicar no sólo con la maquinaria empleada en el proceso de producción, sino también con las personas de diversos niveles como operadores, supervisores de línea, responsables de producción, etc., los productos y los sistemas empresariales y de gestión [2].

Las características de los sistemas ciber-físicos son:

- La capacidad de relacionarse con los objetos físicos para monitorizar y controlar.
- La utilización de la información disponible en el mundo virtual, pudiendo tener en algunos casos capacidad de aprender y evolucionar.

Aplicación de sistemas ciber-físicos

Los sistemas ciber-físicos se pueden aplicar en múltiples sectores como la del ensamble, energía, salud, transporte, ciudades inteligentes, etc. Permite, por ejemplo, el desarrollo de una nueva generación de soluciones de:

- Control de una máquina herramienta o un aerogenerador para optimizar su rendimiento.
- Monitorizado del estado de la máquina, un sistema y la optimización de su estrategia de operación y mantenimiento
- Robots que colaboran, tienen en cuenta información del contexto y aprenden unos de otros

- Vehículos que se comunican con otros y con la infraestructura viaria para determinar la velocidad o la ruta adecuadas

El controlador Lógico programable en la I4.0

El Controlador Lógico Programable (PLC), ha sido el elemento importante o clave de los sistemas de control industrial en la tercera generación industrial, llamada revolución de la automatización, donde su papel ha sido principalmente comandar los lazos de control de bajo nivel, actualmente, con la tecnología de la Industria 4.0 está cambiando la forma en que las plantas industriales conciben sus sistemas de control industrial, promoviendo la conectividad generalizada entre sus componentes. A pesar de los grandes avances en las tecnologías de automatización, impulsados por el paradigma de la Industria 4.0 y su ecosistema hiperconectado, el PLC no ha visto todavía una versión modernizada que apunte a las funcionalidades que requiere un sistema de control orientado a la Industria 4.0. En este trabajo, se implementó IoT-PLC, en el cual su diseño y prototipado, para tener un control por PLC a la medida de la Industria 4.0. Para lograr un nuevo controlador, se realizan estudios de los PLC actuales y los protocolos industriales utilizados en el área de la automatización y el control. Además, se analizan las arquitecturas de referencia para la Industria 4.0 y las tecnologías emergentes. El IoT-PLC resultante es un dispositivo en el que cada funcionalidad trabaja dentro de un contenedor separado con recursos asignados para priorizar una tarea sobre otra.

El PLC se define como: un dispositivo de funcionamiento digital, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de entrada y salida analógicos o digitales de diferentes procesos [3].

Para que el PLC cumpla con las características necesarias para funcionar en I4.0 debe cumplir con las restricciones que se requieren en el mundo IoT, mientras se incluye a la nube y a las tareas de administración, como se ilustra en la figura 2.



Figura 2. PLC en la Industria 4.0.

Web Server en la I4.0

Un servidor web es un software que forma parte del servidor y tiene como misión principal devolver información cuando recibe peticiones por parte de los usuarios a través de la nube e IoT, en el proyecto es lo que se implementó para obtener un sistema ciber físico y controlar el proceso de manera remota, como se ve en figura 3.



Figura 3. PLC-IoT en la Industria 4.0

El servidor web es el encargado de enviar información emitida por sus clientes entre sus clientes, Node.js es una forma de ejecutar JavaScript en el servidor, es un entorno Javascript del lado del servidor basado en eventos, para el monitoreo en tiempo real de los estos eventos del módulo Ciber-Físico se usa Socket.IO que permite la comunicación bidireccional en tiempo real, que también está basada en eventos como se detalla en la figura 4.

Para el envío y recepción de datos se usa la estructura JSON, que es capaz de serializar datos de texto común, enviarlos de manera rápida y eficaz.

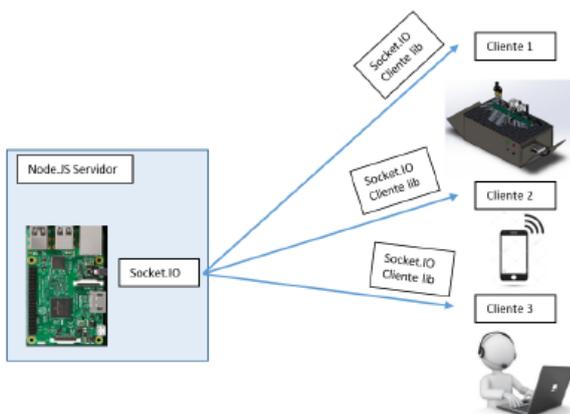


Figura 4. Servidor web

III. DESARROLLO

El sistema ciber-físico será capaz de realizar el control del proceso de manera local y remota por medio de dispositivos que tengan conectividad a internet como teléfono celular, Tablet, etc., como citan los siguientes pasos a seguir.

- Descripción del proceso.
- Configuración de los dispositivos.
- Programación del PLC.
- Configuración del PLC para que tenga comunicación a través de la nube.
- Puesta en marcha.
- Verificar la comunicación remota.

En el diagrama de movimiento de la figura 5, se muestra el proceso a controlar de manera remota, en la fase 1, ambos pistones están retraídos, en la fase 2 cilindro A, salido, en la fase 3, el pistón B, esta salido, en la fase 4, el cilindro B, regresa a su posición inicial retraída, y en la última fase es igual ala uno, ambos retraídos. Para iniciar proceso se activa un botón de arranque y para que detener un botón de paro.

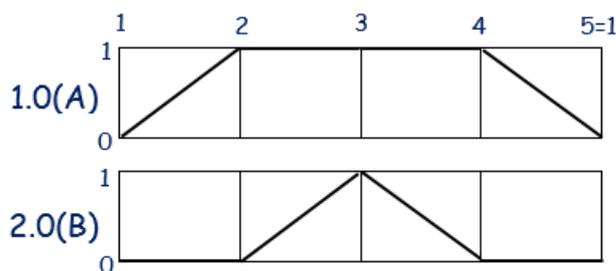


Figura 4. Diagrama de movimiento espacio fase.

Se creo el proyecto, utilizando el software TIA PORTAL de Siemens, como muestra en la figura 5.

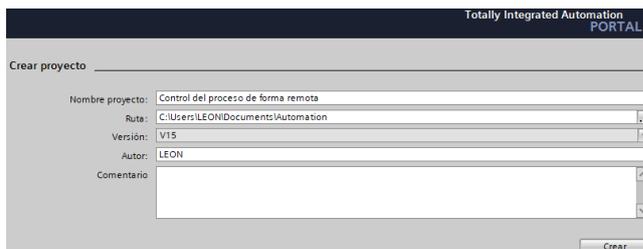


Figura 5. Se crea el proyecto

Configuramos el PLC en el Software que físicamente tenemos como se muestra en la figura 6 y 7.



Figura 6. Configuración de PLC en Software.



Figura 7. PLC físico para control del proceso.

En la figura 8, se muestra la programación del PLC por medio del lenguaje de escalera, utilizando el Software TIA PORTAL del fabricante Siemens.

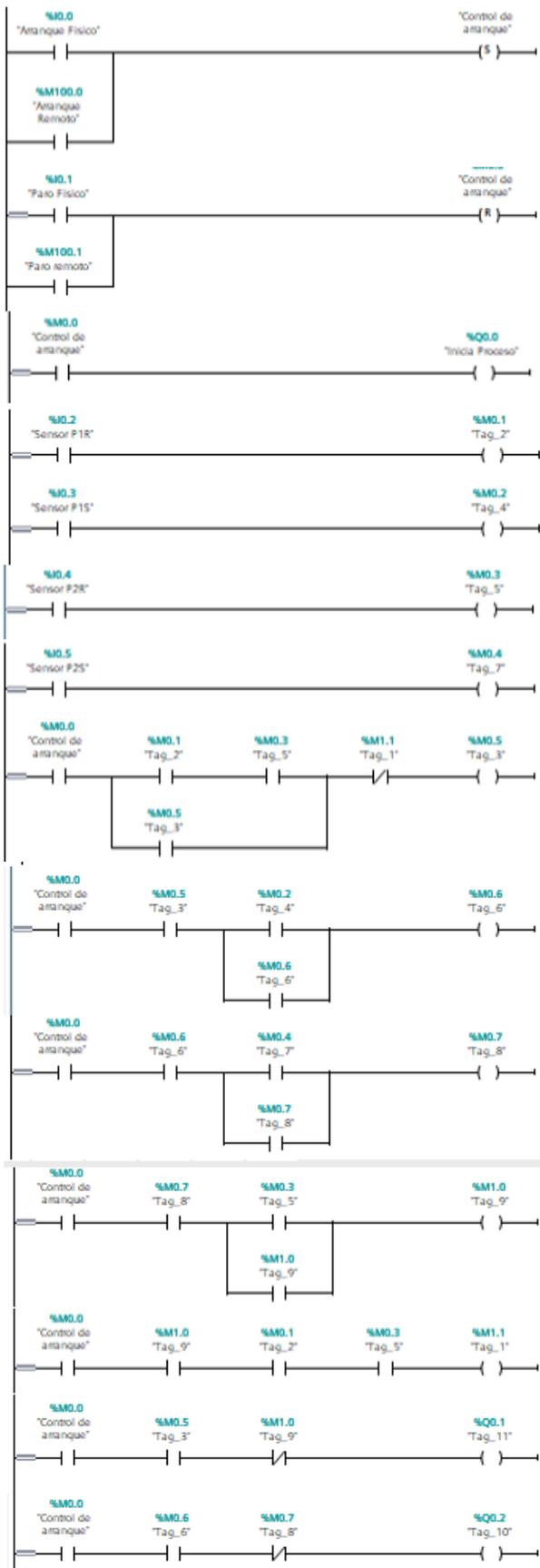


Figura 8. Programa PLC lenguaje de escalera del control del proceso.

En la figura 9, se ilustra la finalización de carga del programa al PLC físico del proceso que se debe controlar.

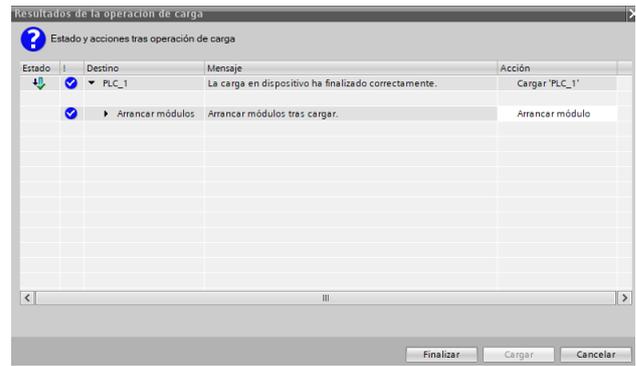


Figura 9. Carga finalizada del PLC físico del proceso.

Ahora configuramos la comunicación remota para controlar el proceso a través de la nube por medio de un teléfono móvil, una tableta o bien una PC, en este caso utilizaremos las características del IoT de Siemens, sin olvidar mencionar que también se puede realizar realizando la programación y configuraciones de las herramientas de edición HTML, como se muestra en la figura 10.

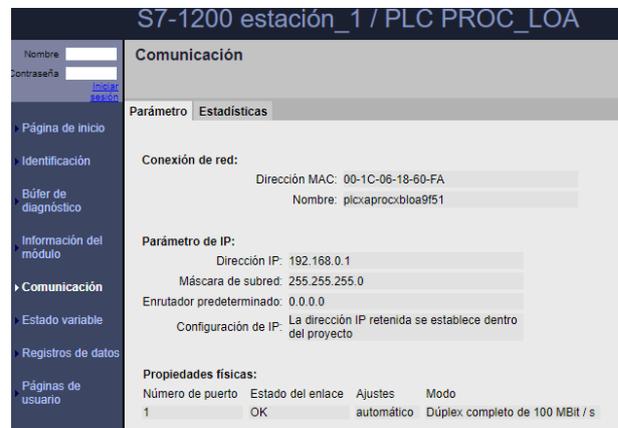


Figura 10. Comunicación PLC-IoT.

IV. RESULTADOS

En las figuras 11, se ve el arranque del proceso a través de la forma local, activando el botón de arranque.



Figura 11. Indicación del proceso arrancado de forma local.

Al activar el botón de paro físico, se observa en la figura 12, que el proceso se detiene.



Figura 12. Indicación del proceso detenido de forma local

En la figura 13, se observa la configuración de las variables de forma remota para controlar el proceso.

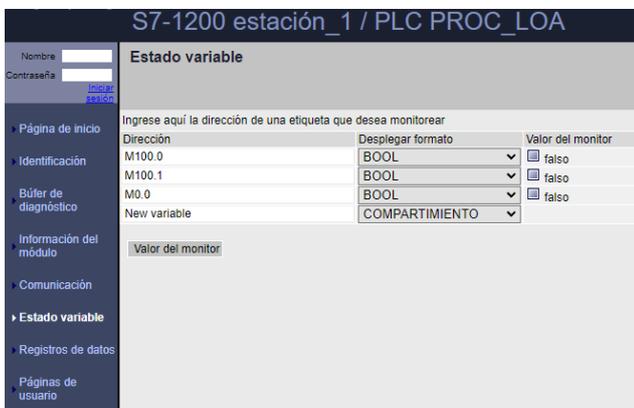


Figura 13. Variables del proceso detenido de forma remota.

En la siguiente figura 14 se observa el arranque en forma remota del proceso.



Figura 14. Arranque del del proceso de forma remota.

En la siguiente figura 15 se observa el paro en forma remota del proceso.



Figura 15. Paro del del proceso de forma remota.

V. CONCLUSIONES

Este trabajo se ha centrado en ofrecer un entorno de control de un proceso de un sistema Ciber físico, de forma local o bien de forma remota utilizando el IoT.

Al inicio de este documento, se han presentado varias aportaciones preliminares que han servido de base para la aportación final. La aportación esencial es las herramientas y tecnologías de la industria 4.0 y en particular de los sistemas ciber físicos.

En control del proceso del sistema ciber-físico se forma local y remoto, se concluye que para lograr la comunicación es necesario el uso de la nube y los IoT, con apoyo del software del fabricante. Se aprovecho la infra estructura de industria 4.0 del fabricante del PLC.

Se observo que no únicamente se puede controlar el proceso de forma remota sino también se puede realizar el monitoreo del sistema ciber-físico puede ser visualizado en cualquier navegador de internet tanto en PC como en dispositivos móviles.

Actualmente se necesita utilizar herramientas que le ayuden a optimizar las tareas, aumentar la productividad y la colaboración, y aprovechar los datos en tiempo real empleando las teorías y técnicas para su implementación en un entorno de Industria 4.0.

VI. REFERENCIAS

- [1] M. Wollschlaeger, T. Sauter and J. Jasperneite, «The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0,» in IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 11, no. 1, pp. 17-27, March 2017.
- [2] Monostori, L. (2014). Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges. Procedia CIRP, 17, 9-13
- [3] Bolton, W. (2016). Programmable logic Controllers. cuarta edición. Elsevier. Hanssen, Dag H. (2015). Programmable logic controllers. primer edición. Wiley., pp. 71–80.
- [4] Herčko, J., Slamková, E. & Hnát, J. (2015). INDUSTRY 4.0 – New era of manufacturing. In InvEnt 2015.
- [5] Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literatura review. Technische Universität Dortmund, Dortmund.