

## APLICACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO PLC SIEMENS S7-1200 Y HMI

Juárez Jacobo Miguel, Moreno Jiménez Judith, Gómez Jordán Claudia, Morán Solano María Guadalupe  
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México  
Coordinación de Electrónica  
Cerro de Coatepec s/n, Colonia Universidad, Toluca, México  
7122285653, 7222814309, 7223910786, 7225532117  
mj\_pumas@live.com.mx, jmorenoj@uaemex.mx, claudia\_gomezjordan@yahoo.com.mx,  
gordaml@yahoo.com.mx

### RESUMEN.

Actualmente la industria manufacturera tanto en el área de control como de automatización, está evolucionando hacia la Industria 4.0. En este nuevo paradigma la mayoría de estas industrias están altamente informatizadas y automatizadas, lo que provoca que sus procesos se encuentren conectados e interactúen entre sí y con procesos externos a través de una red.

La red industrial más conocida y en tiempo real es la red PROFInet, que se realiza interconectando controladores utilizando PLCs, robots, HMIs, etc.

El propósito de éste trabajo es la aplicación de una red industrial al implementar una red PROFInet utilizando PLC Y HMI para automatizar un sistema de etiquetado de piezas de aluminio a través de la interfaz gráfica.

Logrando con esto que los conocimientos prácticos adquiridos por los estudiantes tengan el soporte de acuerdo a las necesidades industriales, mejorando el proceso de aprendizaje en las carreras de Ingeniería en Electrónica, Mecatrónica y afines.

Palabras Clave: automatización, control, didáctica.

### ABSTRACT.

In this days the Manufacturing Industry as in the Control Area and Automation are evolving to Industry 4.0. In this new paradigm, most of the companies are highly computerized and automated, which means that their processes are connected and interact with each other and with external processes through a network.

The best known industrial network in real time is the PROFInet network, which is make by interconnecting controllers using PLCs, robots, HMIs, etc.

The purpose of this work is to have an application for an industrial network PROFInet using PLC and HMI to automate a labeling system for aluminum parts through the graphical interface.

Achieving with this, that the practical knowledge acquired by the students has the support according to the industrial needs, improving the learning process in the careers of Engineering in Electronics, Mechatronics and related.

Keywords: automation, control, didactics

### 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la revolución de la comunicación industrial en la tecnología de la automatización está evolucionando hacia la

Industria 4.0. Lo que ha incrementado la aplicación a la optimización de sistemas de proceso, todo esto debido a las redes industriales que son el eslabón principal en el flujo de información de la automatización.

Esta cantidad de información depende de la capacidad de comunicación entre dispositivos estandarizados. Esta comunicación se expandió en todos los niveles jerárquicos de las redes abiertas en procesos industriales. Principalmente basado en redes de campo, que trajo muchos beneficios con respecto al mantenimiento y el aumento de la seguridad operativa.

En campo, los periféricos distribuidos como módulos de Entrada/Salida (E/S), transductores, acondicionamientos, válvulas y paneles de operación, se comunican con sistemas de automatización a través de un eficiente sistema de comunicación en tiempo real (Profibus-DP, Fieldbus, etc.).[1]

En cuanto a células, los controladores programables como PLCs o PCs se comunican entre ellos, exigiendo grandes paquetes de datos y un gran número de funciones de comunicación. Lo que es necesario una red industrial que soporte ésta integración de sistemas de comunicación y que además sea portable.

Las redes industriales más utilizadas son la red PROFInet, HSE (High Speed Ethernet) y Ethernet IP, que soportan dispositivos de campo sencillos y aplicaciones de tiempo crítico e integrarse en sistemas de automatización distribuidos.

Resolviendo problemas en tiempo real de una manera eficiente, mejorando el control de calidad del producto y optimizando los procesos productivos, obteniendo información valiosa de forma rápida y oportuna.

Una de las empresas reconocidas en el área de automatización Siemens [2] ofrece a sus clientes mejores soluciones trabajando con los estándares de comunicación como PROFInet, Profibus, AS-Interface (AS-i).[3]

La aplicación de redes industriales no solo depende de los fabricantes, sino de los ingenieros que tienen los conocimientos para realizarla.

Por esto, es necesario que se impartan estos conocimientos a los estudiantes en Electrónica, Mecatrónica o áreas a fines de cualquier Universidad. Específicamente en el laboratorio de

automatización de la Facultad de Ingeniería de la U.A.E.M, ya que actualmente, el laboratorio tiene el PLC (Programable Logic Controller S7 1200) y la HMI (Human Machine Interface) de manera independiente y su uso es limitado. Se pretende implementar y aplicar una red industrial utilizando ambos equipos en un módulo didáctico para hacerlo portable y proponer nuevas formas de trabajo o de automatización de procesos.

Esta implementación es una estrategia educativa para resolver el problema de la falta de conocimientos y para que el estudiante adquiera los conocimientos de una red industrial y los aplique a un proceso de automatización, visualizando de forma virtual el proceso de automatización en la HMI y controlándolo en tiempo real.

Con esta aplicación, los estudiantes simularán un ambiente industrial real y acorde a las necesidades industriales, mejorando el proceso de aprendizaje.

Algunos autores sugieren que la metodología de estudio se encuentra cada vez más orientada a enfrentar al estudiante a problemáticas más cercanas a la realidad que hagan que estos se adapten cada vez mejor a la dinámica de cambios tecnológicos actuales [4].

Debido a lo anterior, diversas instituciones en el mundo han optado por la elaboración de laboratorios remotos, donde es posible realizar experimentos a distancia, evitando que el alumno se exponga a situaciones peligrosas y al mismo tiempo se proporcione la orientación necesaria [5].

De manera similar los laboratorios virtuales ofrecen condiciones similares a los remotos, con las ventajas de que estos se basan totalmente en software lo que implica: realidad aumentada, dinámica computacional, mundos virtuales, etc. [6]. Y por último, retomando las circunstancias de contingencia en las cuales estamos viviendo y que es difícil el uso del equipo físicamente el conocimiento se puede adquirir en línea e intercambiando el control desde su casa.

## 2. RED INDUSTRIAL CON PLC SIEMENS S7-1200 Y HMI KTP700

En el área de automatización el usuario debe estar atento y especificar siempre un sistema abierto y de control. Utilizando nuevas herramientas en el área de control de procesos, asociadas a sistemas de comunicación basado en protocolos abiertos de redes industriales.

Ethernet industrial es la tecnología acreditada y adecuada para afrontar estos retos.

La comunicación industrial de Siemens se basa en Industrial Ethernet y abarca todo lo que se necesita para crear sistemas y redes industriales de la máxima eficiencia, para el uso fiable en entornos industriales hostiles, redundancia rápida para la seguridad contra fallos y un sistema de aviso para la vigilancia continua de los componentes de red. [7].

Siemens pone a la vanguardia industrial Ethernet con PROFINet. Las conexiones de sistema son flexibles en su aplicación y fáciles de integrar en el entorno del Sistema.

PROFINet (estándar abierto para la automatización industrial). Al igual que una red Ethernet, PROFINet utiliza el conjunto de protocolos TCP/IP para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Podría decirse entonces que PROFINet es una Ethernet Industrial.

En el contexto de la Totally Integrated Automation (TIA), PROFINet es la evolución lógica del bus de campo Profibus DP y de Industrial Ethernet. La experiencia de ambos sistemas ha sido y está siendo integrada en PROFINet.

Como estándar de automatización, está basado en Ethernet. PROFINet especifica las funciones para la realización de una solución total de automatización de la instalación de la red hasta el diagnóstico basado en la web2. Además, reduce costos para la instalación, la ingeniería y la puesta en marcha.

El diagrama representativo de la red PROFINet se muestra en la figura 1, con una computadora, un router, dos PLCs Siemens S7-1200 y una HMI KTP700.

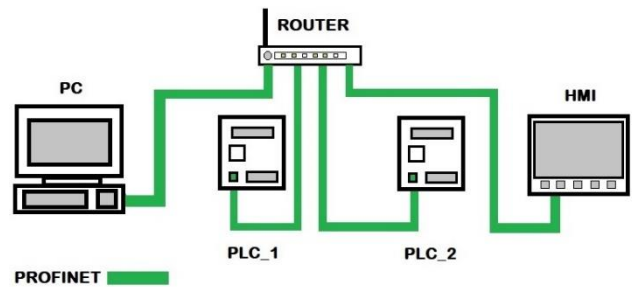


Figura 1 Diagrama representativo de la red PROFINet

### 2.1. PLC Siemens S7-1200

El PLC S7-1200 de SIEMENS ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización, como procesos automáticos. Es compacto y potente en respuesta real, conectividad extraordinaria, manejo de software y hardware. [8].

En la figura 2 se muestra el PLC Siemens S7-1200.



Figura 2 PLC Siemens S7-1200

Las características más importantes del PLC para esta aplicación, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Especificaciones técnicas de la CPU del PLC Siemens S7-1200

Datos técnicos	Descripción
Integrated Digital I/O	14 entradas / 10 salidas
Integrated Analog I/O2	2 entradas
Max. Local I/O –Digital	284
Max. Local I/O –Analog	67
Tamaño de imagen de proceso	1024 Bytes para entradas /1024 Bytes para salidas
Tarjeta de memoria	SIMATIC tarjeta de memoria
Precisión del reloj en tiempo real	± 60 segundos/mes

Este dispositivo cuenta con módulos de entradas y salidas digitales para realizar dichas acciones, además de que es posible agregar módulos de entradas analógicas.

El nuevo SIMATIC S7-1200 dispone de una interfaz PROFINet integrada que garantiza una comunicación perfecta con el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 BASIC integrado. La Interfaz PROFINet permite la programación y la comunicación con los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panel para la visualización con la intención de que el operador pueda interactuar directamente con el PLC. Pueden tratarse desde un visualizador de textos con teclado hasta pantallas táctiles, que permiten a los usuarios controlar y monitorear sistema.

Por otro lado, es posible conectar con controladores adicionales para la comunicación de CPU a CPU y con equipos de otros fabricantes para ampliar las posibilidades de integración mediante protocolos abiertos de Ethernet. La interfaz PROFINet integrada está a la altura de las grandes exigencias de la comunicación industrial. [9]

El software TIA Portal V14 es un conjunto de herramientas compatibles con controladores Siemens, que ofrece programación de controladores, configuración de dispositivos con el editor de HMI y configurar los dispositivos para la red industrial.

Es la herramienta de software donde se va a configurar, administrar y programar los PLCs y la HMI bajo un mismo entorno de forma rápida y sencilla. Se utilizó la V15.1

## 2.2. HMI KTP 700

La HMI Siemens KTP 700 pertenece a la segunda generación de SIMATIC HMI Basic Panels. Siemens, atiende las exigencias de los usuarios de una visualización y un manejo de alta calidad, incluso en máquinas e instalaciones pequeñas o medianas.[10]

El modelo de la HMI utilizada se muestra en la figura 3.



Figura 3 HMI Siemens KTP700

Algunas características importantes de la HMI KTP700, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Características de la HMI KTP 700

Elemento	Datos técnicos
Pantalla	LCD-TFT
Teclas de función	8
Memoria de datos	256 MB
Memoria de programa	512 MB
Puerto Ethernet RJ45	10/100Mb/s
Puerto USB	2.0
Interfaz	PROFINet
Alimentación	24 VCD

Todos los modelos de SIMATIC HMI Basic Panel están equipados con todas las funciones básicas necesarias, como sistema de alarmas, administración de recetas, diagramas de curvas y gráficos vectoriales. Además, incluye una librería con numerosos gráficos y otros objetos diversos.

La ventaja de utilizar HMI se centra en la posibilidad de interactuar y monitorear el estado de un determinado proceso en tiempo real.

Para configurar la HMI se utiliza el WinCC en el TIA Portal V15.1.

Cuando se conecta la HMI se visualiza el Start Center para parametrizar el dispositivo a través del área de navegación y del área de trabajo.

## 3. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL PROFINET

Para implementar la red industrial PROFINet es necesario realizar las siguientes actividades: a) selección de dispositivos, b) configuración de dispositivos y c) verificación de comunicación entre los PLCs y la HMI.

a) Selección: en la computadora con el software TIA Portal V14 ya instalado, crear un Proyecto Nuevo, agregar el

CPU y elegir el primer PLC con el modelo 1214C DC/DC/DC.

- b) Configuración: para crear una red hay que configurar las direcciones IP a cada PLC y seleccionar utilizar router para usar esta puerta de enlace entre los dispositivos. El software presenta una pantalla para seleccionar la opción agregar IP, la dirección IP se escribe como sigue: nueva IP **192.168.1.2** con Mascara **255.255.255.0** y se agrega dirección IP. El mismo procedimiento se realiza para configurar el segundo PLC. Además deben configurarse los PLCs en red. Se inicia agregando un bloque MOVE donde indica que el PLC1 active las salidas del PLC2. Para realizar la comunicación entre los PLCs se agregan dos bloques de comunicación TSEND (para enviar datos) y TRCV (para recibir datos), asignando las variables necesarias como se muestran en la figura 4 y la figura 5 respectivamente.

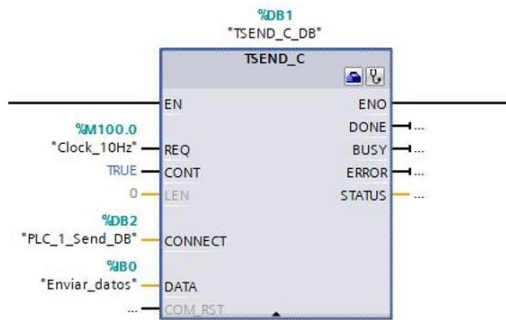


Figura 4 Bloque de comunicación TSEND

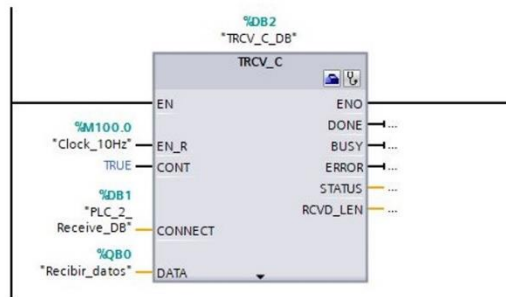


Figura 5 Bloque de comunicación TRCV

También, es importante configurar el bloque TSEND colocando los parámetros donde se indica con quién debe comunicarse, como se indica en la figura 6.

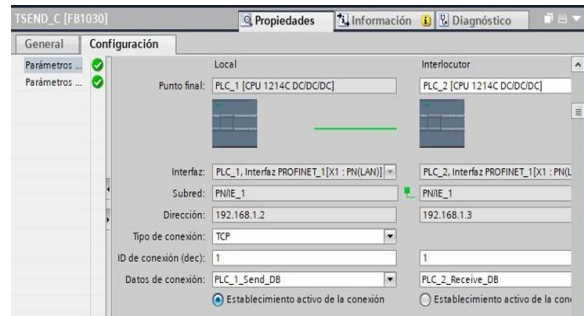


Figura 6 Configuración del bloque de comunicación TSEND

El bloque TRCV se configura seleccionando los parámetros para que reciba datos y reconozca la comunicación de PLC2 a PLC1. Además, se indica el parámetro de bloque con un ciclo de reloj de 10Hz, como se indica en la figura 7.

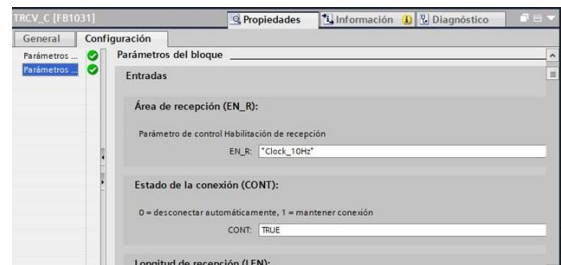


Figura 7 Configuración del bloque de comunicación TRCV

- c) Verificación de comunicación: Para realizar la comunicación con los PLCs y cargar el programa del proceso de automatización, establecer la conexión online con los PLCs, seleccionar la interfaz y tipo de interfaz para actualizar y reconocer los cambios. El mismo procedimiento se realiza para el PLC2 y además verificar que ambos tengan el programa cargado. En la pantalla de la figura 8 se muestra que la conexión online está realizada ejecutando cada PLC.

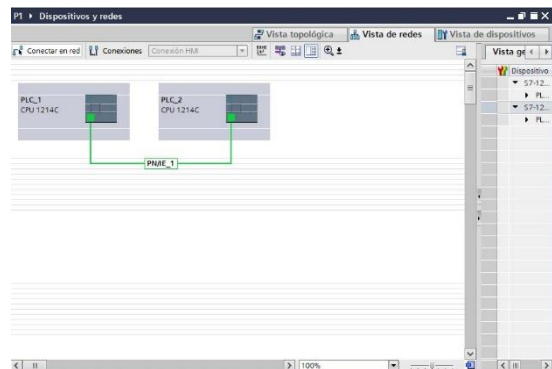


Figura 8 Red PROFInet

#### 4. APLICACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL PROFINET

Para la aplicación de la red industrial PROFINet, se diseñó el croquis de un sistema de automatización para el etiquetado de piezas de aluminio como se muestra en la figura 9.

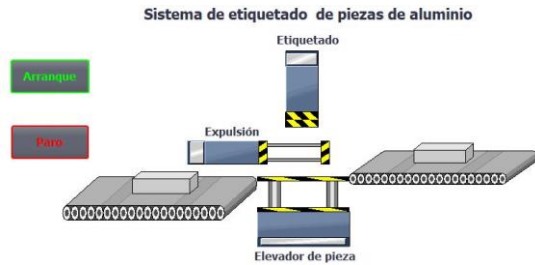


Figura 9 Croquis de situación del proceso de automatización

Para el sistema electro-neumático, es necesario hacer un diagrama de simulación para ver su operación y corregir errores. El software Festo Fluidsim se utilizó para realizar el diagrama electroneumático del proceso de automatización para etiquetado de piezas de aluminio como se muestra en la figura 10.

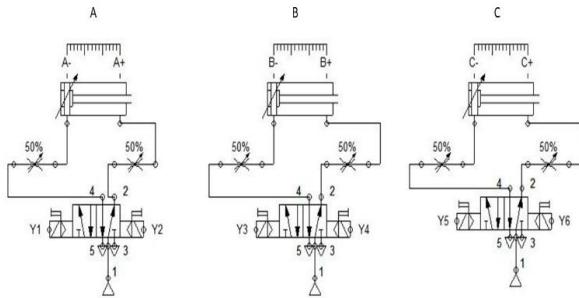


Figura 10 Diagrama electroneumático del proceso de automatización

Es importante conocer el diagrama de movimientos de los actuadores en el proceso. Para esto se realizó su diagrama de movimientos mostrado en la figura 11.



Figura 11 Diagrama de movimientos del proceso de automatización

Para representar físicamente este sistema de automatización, se interconectaron físicamente cada uno de los elementos siguiendo el croquis de la figura 9. En la HMI también se

realizó el mismo croquis para realizar la interfaz entre la HMI y el proceso de automatización físico.

El proceso de automatización etiquetado de piezas de aluminio se controla a través de la interfaz realizada en la HMI.

El programa que se cargó a los PLCs está elaborado en lenguaje escalera para el funcionamiento del proceso. Los aspectos más importantes antes de hacer una aplicación son: verificar la comunicación con los PLCs, cargar el programa del proceso de automatización, establecer la conexión online con los PLCs, seleccionar la interfaz y tipo de interfaz para actualizar y reconocer los cambios. Además, verificar que ambos tengan el programa cargado.

Una vez realizada la comunicación, para el PLC1 y PLC2, cargar y compilar el programa respectivamente.

En la pantalla de la figura 12 se muestra la conexión online de los PLCs con la HMI.

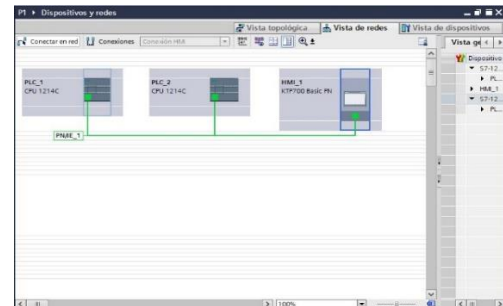


Figura 12 Conexión de la red PROFINet online con la HMI

#### 5. FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN.

El proceso de automatización controlado con la red industrial PROFINet es un sistema etiquetado de piezas de aluminio. Se verificó la comunicación de la red y la simulación del proceso a través de la computadora.

La simulación funciona en la computadora para activar el arranque y paro del sistema de automatización y que al mismo tiempo funcione físicamente y de forma automática. Esta simulación es importante realizarla antes para verificar si hay errores y corregirlos. En la figura 13 se muestra la activación del etiquetado de pieza.

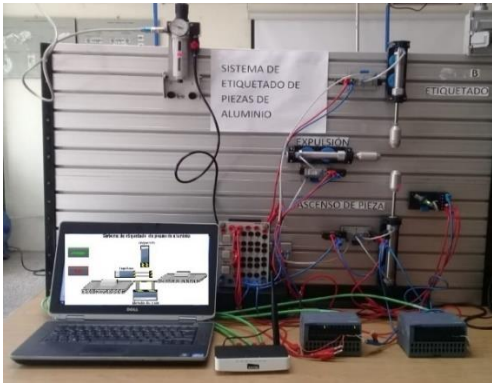


Figura 13 Activación del etiquetado de pieza

Después, es necesario verificar la configuración y programación de la HMI y que la interfaz gráfica funcione como HMI, verificando la conexión de la HMI a la red PROFINet para que desde la HMI se controle el proceso de automatización.

La prueba final del proceso es la siguiente:

Como se muestra en la figura 14, en la HMI se activa el botón verde de Arranque. El sistema empieza a funcionar cuando se detecta una pieza de aluminio con un sensor óptico.

Si la pieza es detectada, se detiene en la base del ascensor de pieza y se activa, produciendo que la pieza se desplace verticalmente hacia arriba.



Figura 14 Activación del ascensor de pieza

Luego se activa el etiquetado de pieza, que tarda 3 segundos en estar activado y regresa a su posición.

En ese momento se activa el actuador de expulsión de la pieza como se muestra en la figura 15 y regresa automáticamente a su posición.



Figura 15 Activación de expulsión de pieza

Después de 1 segundo, el elevador de la pieza regresa a su posición original.

El proceso de automatización se repite cada que termine un ciclo y detecte otra pieza de aluminio.

El sistema no funciona si detecta piezas de otro material. O si se atora alguno de los elementos del proceso.

El paro del proceso de automatización se controla con el botón rojo de Paro desde la HMI.

## 6. CONCLUSIONES

Los conocimientos adquiridos con esta aplicación de red industrial PROFINet para los estudiantes de las carreras de Electrónica, Mecatrónica o áreas afines incrementan y van acorde a las necesidades de la industria.

La red industrial PROFINet es fácil de implementar y aplicarla a diferentes tipos de procesos de automatización y a diferentes variables.

Cabe resaltar la importancia de configuración y programación los bloques de comunicación MOVE, TSEND Y TRCV para realizar la comunicación en la red industrial PROFINet.

Se demuestra la aplicación de la red industrial controlando un proceso de automatización a través de una HMI con el intercambio de datos y acciones entre los PLCs y la HMI. Conocimientos que hoy en día requieren en la industria.

La comunicación e interconexión entre software y hardware debe ser simulada y comprobar que no existan problemas o errores de compatibilidad.

### 6.1. Referencias.

- [1] Industrial networks, [en línea], disponible: [https://www.rockwellautomation.com/es\\_ES/capabilities/industrial-networks/overview.page](https://www.rockwellautomation.com/es_ES/capabilities/industrial-networks/overview.page), visitado en Mayo de 2019.
- [2] Siemens, [en línea], disponible: <https://new.siemens.com/global/en.html>, visitado en Mayo de 2019.
- [3] Siemens Industrial Automation, [en línea], disponible: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication.html>, visitado en Mayo de 2019.
- [4] LR Vega González, "Engineering education in the global context: proposal for the training of engineers in the first quarter of the 21st

- Century", Engineering, Research and Technology, Volume 14, Number 2, April-June 2013, pages 177-190.
- [5] Alessandro Beghi, Andrea Cervato, Mirco Rampazzo, "A Remote Refrigeration Laboratory for Control Engineering Education", IFAC-PapersOnLine, Volume 48, Issue 29, 2015, Pages 25-30.
- [6] Veljko Potkonjak, Michael Gardner, Victor Callaghan, Pasi Mattila, Christian Guetl, Vladimir M. Petrović, Kosta Jovanović, "Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review", Computers & Education, Volume 95, April 2016, Pages 309-327.
- [7] Guerrero, V., Yuste, R. L., & Martinez, L. "Industrial Communications", Alfaomega, Marcombo, 2010.
- [8] Siemens, "System Manual SIMATIC S7 Programmable Controller", Germany, 2015.
- [9] Siemens. "SIMATIC STEP 7 in the Totally Integrated Automation Portal. intuitive and efficient engineering: from the microcontroller to the PC-based controller ", Germany, 2012.
- [10] Siemens, "SIMATIC HMI Operator Panels Basic Panels 2nd Generation", Germany, 2014.