

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL DIDÁCTICO CON PLC SIEMENS S7-1200

Morán Solano María Guadalupe, Moreno Jiménez Judith, Martínez Galván Ana Ximena
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México
Departamento Coordinación de Ingeniería en Electrónica
Cd. Universitaria, Toluca, México
722-2140855
{mgmorans, jmoreno}@uaemex.mx
xim.axmg@hotmail.com

RESUMEN.

La educación a nivel Licenciatura ha cambiado en base a las necesidades industriales, lo que requiere que los conocimientos de Ingenieros en Electrónica, Mecatrónica y Mecánica estén acorde a estas necesidades.

Esto ha provocado en los alumnos de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica e Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma del Estado de México buscar una herramienta de mejora en el proceso de aprendizaje dentro del área de automatización, utilizando controladores industriales.

Por lo que se presenta el diseño e implementación de un panel didáctico con PLC Siemens S7-1200, como soporte a la actividad de enseñanza aprendizaje en los alumnos para desarrollar competencias que cumplan con las necesidades que demanda la industria de la automatización.

Este panel didáctico es de bajo costo y portable; permitiendo a los alumnos manipular y programar de manera sencilla y fácil el PLC Siemens S7-1200 para que realicen sus prácticas y proyectos del área de automatización.

Palabras Clave: educación, panel didáctico, PLC Siemens S7-1200.

ABSTRACT.

Bachelor level education has changed based on industrial needs, which requires that the knowledge of Electronics, Mechatronics and Mechanical Engineers be in accordance with these needs.

This has caused the students of Electronics Engineering and Mechanical Engineering of the Universidad Autónoma del Estado de México to seek a tool for improvement in the learning process within automation and using industrial controllers.

In this paper we present the design and implementation of a didactic panel using a PLC Siemens S7-1200, as support to the teaching-learning process in students to develop skills that meet the needs demanded by the automation industry.

This didactic panel is low cost and portable; allowing students to have easily manipulate and program the Siemens S7-1200 PLC to carry out their practices and projects in the area of automation.

Keywords: education, didactic panel, PLC Siemens S7-1200.

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad del uso de paneles didácticos en el sector educativo se ha incrementado debido a la falta de recursos económicos que tienen las universidades públicas para comprar equipo de automatización industrial, provocando en los

alumnos falta de conocimientos prácticos en el área de automatización.[1], [2]

Uno de los equipos de automatización industrial que hoy en día se utilizan en la educación es el PLC Siemens S7-1200 y que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México cuenta con éste tipo de PLCs de manera individual, suficientes para implementar 5 paneles didácticos.

El diseño del panel se llevó a cabo siguiendo la metodología System Thinking para comprender la realidad del que enfatiza en las relaciones que forman un sistema y para dar una solución inteligente al panel. [3]

En el panel didáctico se realizarán prácticas aplicando los conocimientos adquiridos en clase y se podrán resolver problemas a nivel laboratorio o a nivel escala donde pueda enfrentarse a áreas de oportunidad y sea capaz de enfrentar y solucionar detalles no previstos en la planeación, esas prácticas llevan al alumno a poner en práctica cada una de las estrategia de los paradigmas educativos.[4]

Además, provoca que las prácticas a realizar por los alumnos las terminen en tiempo y forma. Evitando pérdidas de tiempo en la solicitud de los equipos y materiales como: PLC, elementos neumáticos, elementos electroneumáticos, elementos eléctricos, conexión, mangueras, etc., y además realizar la configuración del PLC.

El trabajo tiene como objetivo diseñar un panel didáctico con PLC Siemens S7-1200 e implementarlo en el laboratorio de automatización de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica y Licenciatura de Ingeniería Mecánica de la UAEM. Este panel didáctico servirá de apoyo en la tarea enseñanza aprendizaje

El panel didáctico consta de un PLC Siemens S7-1200 que se encuentra configurado e interconectado a los elementos de protección, conexión de entradas a interruptores, conexión de salidas a lámparas protegidas, para que el alumno sólo conecte las señales del proceso al PLC. Para su programación usa el software SIMATIC S7-1200 que viene suministrado por el software de TIA Portal.[5]

El panel didáctico servirá como apoyo en la docencia, haciendo la tarea de enseñanza aprendizaje de manera atractiva y clara, dejando atrás la enseñanza tradicional. Además, ayudará al alumno a complementar los conocimientos adquiridos en el aula y aplicará los conocimientos prácticos sobre el uso del PLC Siemens S7-1200 incrementando la calidad de la enseñanza en el área de automatización y control.[6]

Actualmente, los PLCs ofrecen en el mercado un lugar que ha sido adaptado a los requerimientos del cliente de tal manera que ha sido posible comprar un PLC adecuado para cualquier aplicación práctica. Los PLCs en miniatura son económicos y están disponibles con un número mínimo de entradas (6) y salidas (4). También hay PLCs grandes disponibles de 28 a 256 entradas y salidas.[7]

2. DISEÑO

2.1. Hardware.

El PLC Siemens S7-1200 pertenece a la línea de controladores básicos de SIEMENS, el cuál es funcional para tareas de automatización sencillas, pero de alta precisión, es extremadamente flexible, escalable y perfectamente integrado en Totally Integrated Automation (TIA).

El S7-1200 ofrece flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización.

La tarea original de un PLC implicaba la interconexión de las señales de entrada de acuerdo con un programa específico y, si era "verdadero", cambiaba la salida correspondiente. El álgebra de Boole forma la base matemática para esta operación, que reconoce precisamente dos estados definidos de una variable: "0" y "1". En consecuencia, una salida solo puede asumir estos dos estados.

El PLC de Siemens S7-1200 viene equipado con diferentes controladores, este PLC específicamente tiene el CPU 1214C. En la tabla 1 se muestran las principales características del modelo CPU 1214C y en la fig. 1 se muestra físicamente el PLC Siemens S7-1200.

Tabla 1. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO CPU 1214C [8]

<i>Integrated I/O</i>	<i>CPU 1214C</i>
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 for inputs /1024 Bytes for outputs
-----------------------------	--------------------------------------------------



Fig. 1. PLC Siemens S7-1200 [8]

El panel didáctico tiene un puerto PROFINET, que cumple con las normas de Ethernet, basado en comunicación TCP/IP, además permite comunicarnos con con otras CPU's de las mismas características, dispositivos HMI (Interfaz Hombre Máquina) y dispositivos de distintas marcas siempre y cuando utilicen protocolo TCP estándar. Estas características pertenecen a esta gama de PLCs, sobre las cuales se desean realizar aplicaciones posteriores.

En la fig.2 se muestra el diseño de la estructura del panel didáctico. El diseño se inicia con la elaboración del esqueleto con perfiles de aluminio en forma de L y se unen. Luego se construye el panel didáctico con 4 láminas de alucobond de 3mm de grosor. En la parte superior de la base, se colocan dos trozos de perfil separados entre sí. El panel didáctico quedó al final con las medidas mostradas en la fig.2. Se realizaron perforaciones en el frente del panel para colocar los distintos elementos (riel DIN, bananas, pulsadores y lámparas), así como las ranuras realizadas para pasar el cableado del PLC a la parte interna del panel.

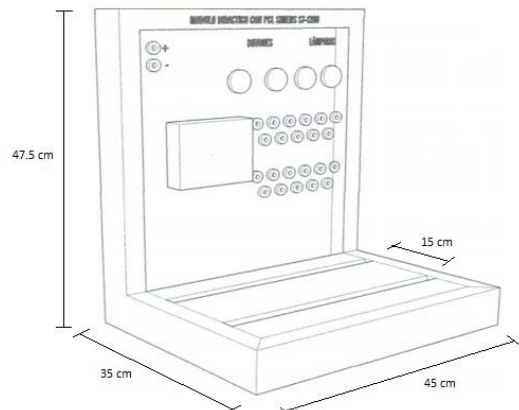


Fig. 2. Diseño de la estructura del panel didáctico [9]

2.2. Software

El software de programación STEP 7 para el PLC SIEMENS SIMATIC S7-1200, ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como otros PLCs o HMI.[10]

STEP 7 proporciona lenguajes de programación estándar, que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control. Los lenguajes de programación que tiene STEP 7 son:

- Lenguaje Ladder LD* (escalera o de contactos), es un lenguaje de programación gráfico, su representación es similar a los esquemas de circuitos eléctricos.
- Diagrama de funciones FUP* es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos gráficos empleados en el álgebra booleana.
- Lenguaje estructurado SCL* es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto.

Los requisitos del sistema para instalar SIMATIC STEP 7 (TIA Portal) se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. REQUISITOS DEL SISTEMA [8]

Hardware/software	Requirements
Processor type	Intel® Core™ i5-3320M 3.3 GHz or better
RAM	8 GB
Available hard disk space	2 GB on system drive C:\
Operating systems	You can use STEP 7 with the following operating systems (64-bit only): <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 7 Home Premium SP1 or higher (STEP 7 Basic only, not supported for STEP 7 Professional) • Microsoft Windows 7 or higher (Professional SP1, Enterprise SP1, Ultimate SP1) • Microsoft Windows 8.1 (STEP 7 Basic only, not supported for STEP 7 Professional) • Microsoft Windows 8.1 (Professional, Enterprise) • Microsoft Server 2008 R2 StdE SP1 (STEP 7 Professional only) • Microsoft Server 2012 R2 StdE
Graphics card	32 MB RAM 24-bit color depth
Screen resolution	1920 x 1080 (recommended)
Network	10 Mbit/s Ethernet or faster, for communication between STEP 7 and the CPU
Optical drive	DVD-ROM

El software proporciona un entorno de fácil manipulación para programar la lógica del controlador, configurar la visualización de HMI y definir la comunicación por red.

Ofrece dos vistas diferentes del proyecto: vista del portal y vista del proyecto. El usuario puede elegir la que considere más apropiada para trabajar.

El software ya instalado y ejecutado, se visualiza en la pantalla que se muestra en la fig. 3, mostrando la versión del TIA Portal utilizado.[11]



Fig. 3. Software de TIA Portal V13

3. DESARROLLO.

3.1. Metodología.

Para realizar la comunicación propuesta en el panel didáctico y la computadora se siguió la conexión de los elementos mostrados en la fig. 4. Una computadora, la cual tiene instalado el software TIA Portal, cable Ethernet industrial, fuente de voltaje para alimentar el PLC y el sistema electroneumático a controlar con el PLC S7-1200.

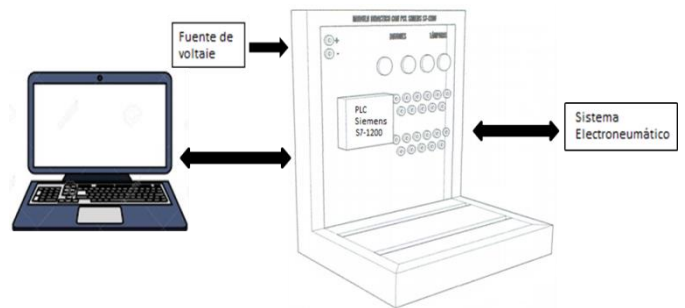


Fig. 4. Elementos para que funcione el modelo didáctico.

Para llevar a cabo el funcionamiento práctico del panel didáctico se realizan los siguientes pasos:

- Diseñar y construir el panel didáctico.** El panel didáctico se construyó con el material y las medidas del diseño que se muestran en la fig. 2. Se instaló el PLC en el riel DIN y se fijó con tornillos sobre la lámina de alucobond. Se conectaron los cables de entrada y salidas del PLC y se pasaron por las ranuras superior e inferior del PLC en el panel. Se realizaron perforaciones para la conexión de la fuente de alimentación externa. Se pusieron 2 botones pulsadores y 2 lámparas, además 14 bananas rojas para indicar las entradas analógicas y digitales, y 10 bananas negras para indicar las salidas digitales del PLC. En la parte interna del panel se realizaron las conexiones eléctricas con circuitos de protección, dando como resultado final el panel didáctico mostrado en la fig. 6.
- Instalar el software SIMATIC STEP7 TIA Portal.** Como se mencionó en el punto B, se instaló el software SIMATIC STEP7 TIA Portal en la computadora. Una vez instalado y

ejecutado el software, se crea un proyecto y se le asigna un nombre, se elige la opción escribir programa PLC.

3. **Probar la comunicación entre el panel y la computadora.** La computadora y el panel didáctico se interconectan empleando la interfaz Ethernet industrial. Después de crear el proyecto elegir la pestaña (Agregar dispositivo), seleccionar el ícono de controladores y seleccionar la carpeta SIMATIC S7-1200, posteriormente seleccionar la CPU 1214C DC/DC/DC, modelo 6ES7 124-1AG40-0XB0 en la versión 4.0 y agregar.
4. **Elaborar el programa de control de la aplicación.** Para realizar el código (programa) del PLC se selecciona el lenguaje de programación deseado. Se elige bloque de programa y dentro de éste se elige una pestaña para seleccionar el lenguaje de programación. Iniciar el programa agregando contactos y bobinas declarando las variables poniendo nombre y dirección correspondientes a entradas o salidas. Se puede realizar una simulación del programa para verificar posibles errores.
5. **Descargar el programa de control al PLC Siemens S7-1200.** Una vez realizada la simulación, se elige el ícono de cargar en dispositivo, la cual genera una pantalla en la que se selecciona tipo de interfaz, Profinet, interfaz PC, la tarjeta de red de la computadora, posteriormente se busca el dispositivo para establecer la comunicación entre ellos. Cuando ya se ha establecido la comunicación, seleccionar cargar como se muestra en la fig. 5.

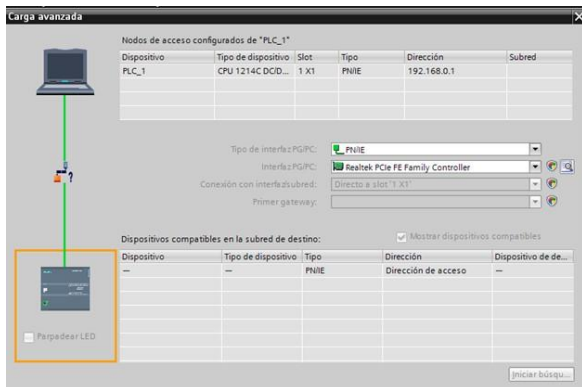


Fig. 5. Comunicación con el PLC para cargar el programa [9]

6. **Realizar la prueba del control en el sistema electroneumático (proceso de automatización).** Una vez iniciada la ejecución del programa, el alumno verifica y comprueba el funcionamiento del programa y la comunicación con el proceso de automatización al panel didáctico.

4. PRUEBAS Y RESULTADOS.

4.1. Físico

En la fig. 6, se muestra físicamente el panel didáctico. Dispone de ciertas funcionalidades ideales para prácticas dirigidas a la

automatización de sistemas, activación y visualización de botones y lámparas, a las cuales se realizaron pruebas de continuidad a las conexiones eléctricas, pruebas de configuración a las entradas y salidas del PLC.



Fig. 6. Panel didáctico con el PLC Siemens S7-1200 [9]

La aplicación del proceso de automatización, es para una máquina perforadora en una empresa de autopartes, donde se requiere perforar piezas de plástico para posteriormente ser atornilladas. En la fig. 7 se muestra el croquis de situación y los elementos del proceso de automatización.

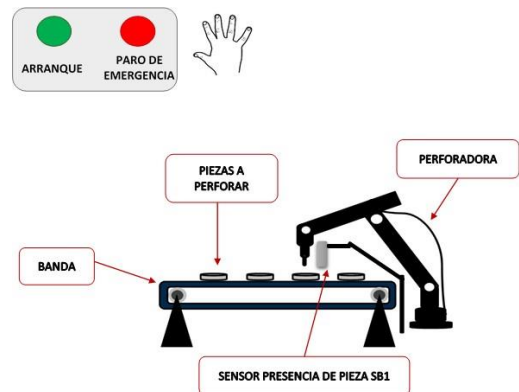


Fig. 7. Croquis de situación del proceso de automatización [9]

4.2. Programación

Se realizaron pruebas de programación y simulación de las funciones lógicas para programar el PLC. Se verificó la comunicación entre la computadora y el PLC, y a su vez con el panel didáctico.

También, se realizaron las pruebas de ejecución del programa y visualización en tiempo real en la pantalla de la computadora y el comportamiento del programa. Como se muestra en la fig. 8.

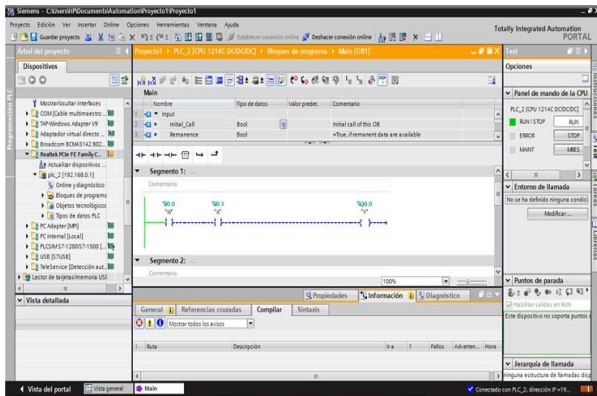


Fig. 8. Programación del proceso de automatización [9]

Todas las pruebas se realizaron con diferentes grupos de alumnos que pertenecen al noveno semestre de la Carrera de Ingeniería en Electrónica, lo cual les ayudó a comprobar sus conocimientos obtenidos en las unidades de aprendizaje de control de procesos industriales, automatización y control 2 en el laboratorio de automatización de la FIUAEMEX.

Los resultados que se obtuvieron en las pruebas que se realizaron al panel didáctico son los siguientes:

- ✓ La programación es independiente de la conexión física entre el panel didáctico y la computadora.
- ✓ La prueba de simulación del programa para corregir errores fue pertinente y confiable, además se visualiza el funcionamiento del proceso.
- ✓ Eliminación de errores en la conexión física entre el panel didáctico y la computadora para descargar el programa.
- ✓ El proceso de comunicación entre el panel didáctico y la computadora fue rápido y efectivo.
- ✓ La rapidez en la conexión electroneumática del proceso automatizado a controlar y la conexión de entradas-salidas del sistema al panel didáctico.

La puesta en marcha del panel didáctico al proceso de automatización se muestra en la fig. 9.

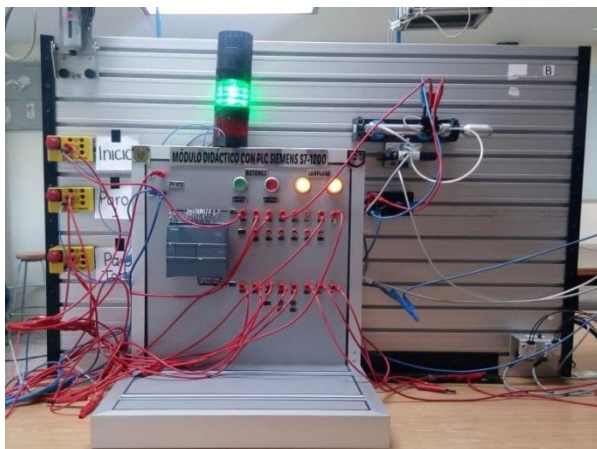


Fig. 9. Puesta en marcha del del Panel didáctico y el proceso de automatización [9]

5. CONCLUSIONES

El panel didáctico es funcional y portátil. Se puede llevar a cualquier lugar (aula, laboratorio, auditorio, presentación en eventos académicos, etc.) o a una empresa para capacitar alumnos o trabajadores en el área de automatización.

El alumno podrá realizar sus prácticas y proyectos de automatización manipulando y programando el PLC Siemens S7-1200, así como establecer una comunicación Ethernet industrial con la computadora y visualizar de manera física un proceso automatizado.

El panel didáctico es de bajo costo, 5 veces más económico que los paneles didácticos industriales.

El panel didáctico es una innovación al sector educativo para la enseñanza del uso, aplicación y programación del PLC Siemens S7-1200. Hoy en día, en la industria no se encuentra físicamente este tipo de panel didáctico en venta. Ya que no hay empresas que vendan PLCs en panel y los que existen tienen más elementos y su costo es elevado.

Una conclusión importante referente a la protección y seguridad del panel, se basa en una conexión de configuración PNP ya definida, esto para evitar que el alumno la realice y pierda tiempo en realizar su práctica.

Al panel didáctico se le puede conectar cualquier tipo de sistema electroneumático que no rebase las 14 señales de entrada y 10 señales de salida.

El software SIMATIC STEP7 TIA Portal tiene la facilidad de interconectar la computadora y el panel didáctico empleando la interfaz Ethernet industrial, además de que en la pantalla nos menciona si existiera algún error de comunicación.

El software SIMATIC STEP7 TIA Portal trae instalado diferentes modelos de CPU establecidos, dándole facilidad al alumno elegir cual PLC quiere conectar.

El PLC Siemens S7-1200 se puede programar con los lenguajes de programación estandarizados para automatización y se puede compilar y corregir errores, así como cargar el programa final al PLC.

El panel didáctico queda expandible para trabajos futuros en el área de comunicaciones para crear una red industrial con otros PLCs e intercambiar datos en tiempo real.

Contribuye al docente en forma directa, brindando herramientas de conocimiento y aplicación, que incrementan notoriamente la calidad en la formación profesional de los alumnos de

Ingeniería en Electrónica e Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la UAEMex.

5.1. Referencias

- [1] Tecnológico Nacional de México, [en línea], disponible: <http://www.crodechihuahua.edu.mx/index.php/equipos-que-fabricamos/modulo-didactico-plc-siemens>, consultada en Septiembre de 2018.
- [2] Schneider Electric, [en línea], disponible: https://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/formacion-isef/CAT_SCHNEIDER_ELECTRIC_EDS_2014.pdf, consultada en Septiembre de 2018.
- [3] Pensamiento sistémico (System Thinking), [en línea], disponible <http://www.cacitgroup.com/vertical/psistemico/psistemico3.htm>, consultada en Septiembre de 2018.
- [4] R. Brion-González†, N. Mejías-Brizuela. “Tablero didáctico para entrenamiento de interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica”, Revista de prototipos tecnológicos, diciembre de 2016 Vol. 2, N0. 6, 46-51. www.ecorfan.org/spain.
- [5] D.A. Cañar. “Diseño e implementación de un módulo didáctico para automatización de motores trifásicos mediante PLC STEP S/ 1200 en la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión la Maná, año 2015”, [en línea], disponible: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3424/1/T-UTC-00701.pdf> consultada en Septiembre de 2018.
- [6] M. P. Ambi, “Diseño e implementación de un prototipo para el control de apilamiento de cuadernos junior, con el PLC Siemens S7-1200”, Riobamba, Ecuador [en línea], disponible: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3260/1/408T0073.pdf> consultada en Septiembre de 2018
- [7] Siemens, [en línea] disponible: <https://www.industry.siemens.com/verticals/global/en/automotive-manufacturing/value-chain/production-engineering/Pages/index.aspx>, consultada en Septiembre de 2018.
- [8] CD (2015). Manual de sistema SIMATIC para PLC S7-1200.
- [9] A.X. Martínez, “Construcción de un módulo didáctico con PLC Siemens S7-1200”, Toluca, Estado de México, 2018, 93 páginas.
- [10] O. X. Maldonado, “Diseño e implementación de un tablero simulador para el PLC Siemens S7-1200 y desarrollo de guías de prácticas”, [en línea], disponible: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11850/1/Maldonado%20Quezada%2c%20Oswaldo%20Xavier.pdf> consultada en Septiembre de 2018.
- [11] R. F. Terán, “Implementación de una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200 para el laboratorio de la carrera de Ingeniería en mantenimiento eléctrico”, Ibarra, Ecuador [en línea], disponible: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4854/1/05%20FECYT%202404%20TRABAJO%20GRADO.pdf>, consultada en Septiembre de 2018.