



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO INTERACTIVO PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS INDUSTRIALES ENFOCADOS A LA ELECTRONEUMÁTICA MEDIANTE PLC S7-1500 Y PANTALLA HMI”

AUTORES:

JOHNNY JAMES FLORES ORTEGA

MARCO ANDRÉS ZAMBRANO FIGUEROA

TUTOR:

ING. CÉSAR ANTONIO CÁCERES GALÁN Msc.

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2022

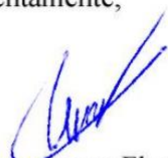
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Flores Ortega Johnny James** con cédula de identidad 0924020571 y **Zambrano Figueroa Marco Andrés** con cédula de identidad 0302449269; manifestamos que:

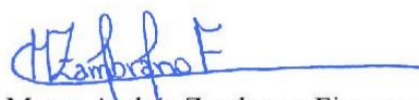
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana, pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, Septiembre del 2022.

Atentamente,



Johnny James Flores Ortega
C.C. 0924020571




Marco Andrés Zambrano Figueroa
C.C. 0302449269

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **CÉSAR ANTONIO CÁCERES GALÁN** con documento de identificación N° 0911477776, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO INTERACTIVO PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS INDUSTRIALES ENFOCADOS A LA ELECTRONEUMÁTICA MEDIANTE PLC S7-1500 Y PANTALLA HMI”**, realizado por **FLORES ORTEGA JOHNNY JAMES** con número de identificación N° 0924020571 y por **ZAMBRANO FIGUEROA MARCO ANDRÉS** con número de identificación 0302449269, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Artículo Científico basado en una Tesis que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Septiembre del 2022.

Atentamente,



Ing. César Antonio Cáceres Galán Msc.

C.C. 0911477776

CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, **FLORES ORTEGA JOHNNY JAMES** con documento de identidad N° 0924020571 y **ZAMBRANO FIGUEROA MARCO ANDRÉS** con documento de identidad N° 0302449269, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado: **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO INTERACTIVO PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS INDUSTRIALES ENFOCADOS A LA ELECTRONEUMÁTICA MEDIANTE PLC S7-1500 Y PANTALLA HMI”**, el cuál ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO ELECTRÓNICO, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

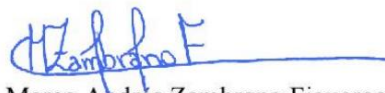
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemosla entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Septiembre del 2022.

Atentamente,



Johnny James Flores Ortega
C.C. 0924020571



Marco Andrés Zambrano Figueroa
C.C. 0302449269

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia porque han sido el empuje de mi desarrollo personal y profesional, el logro es todos los que han sabido escucharme y apoyarme en cada paso que he dado hasta llegar al objetivo.

AGRADECIMIENTO

Primero me gustaría agradecer a Dios por darme la fuerza para no rendirme, el camino ha sido largo, pero como dice mi madre hay persistir hasta lograr nuestros objetivos, por otro lado, me gustaría agradecer a mi tutor el Ing. César Cáceres que ha sido un ejemplo, una guía en cada paso que he dado, sus consejos y enseñanzas han hecho posible llegar hasta aquí, a mi compañero Marco por estar presente y comprenderme.

Me gustaría agradecer a mi familia, a mi padre que me ha apoyado en todo el camino a pesar de las dificultades que se han presentado y también a mi madre que ha sido siempre mi pilar, mi fuerza motriz, una luz de ánimo que me llena la vida de alegría y ganas de comerme el mundo su apoyo a sido siempre incondicional, además me gustaría darle una mención especial a mi amigo Félix Villagómez que me acompaño durante toda la carrera, me enseñó a aprender de una forma más práctica.

Por último, me gustaría agradecer a cada persona que ha tomado un ratito de su tiempo en escucharme y me ha brindado sus palabras de aliento por supuesto al departamento de DTAI de la UPSG y al personal de limpieza que nos han facilitado el acceso a las instalaciones en todo momento. Gracias a todos y cada uno de ellos porque sin ellos nada de esto habría sido posible.

Johnny James Flores Ortega

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este proyecto de titulación a Dios el mismo que me ha permitido llegar hasta donde estoy, por brindarme la fuerza y sabiduría para salir adelante.

A mis padres Paul Zambrano y Amparito Figueroa por su apoyo incondicional en mi etapa universitaria, además, por haberme formado con sus valores, principios y hacer de mí una persona de bien.

A mis hermanos en especial a Melissa Zambrano por sus consejos, valores y mucho ánimo en toda etapa de mi vida y Pablo Zambrano por su apoyo.

A mis abuelitos Marco Zambrano y María Teresa Loayza por sus oraciones y bendiciones brindadas hacia mi persona, haciendo que me sienta protegido a todo lado que vaya y en cada paso que dé.

A mi familia en general, los cuales me brindaron su apoyo moral, ánimo y aliento para seguir adelante en mi carrera.

Marco Andrés Zambrano Figueroa

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por permitirme culminar esta etapa muy importante en mi vida.

A mi tutor Ing. Cesar Cáceres Galán MSc. por su guía y apoyo en el transcurso del proceso del proyecto.

A mi compañero James Flores Ortega por su tiempo, dedicación y paciencia para poder culminar juntos nuestro proyecto.

A Isaac Espinoza por su apoyo como mejor amigo en el proceso de mi proyecto.

Al departamento DTAI del bloque E por brindarnos de las herramientas necesarias para montar los diferentes dispositivos electrónicos en el módulo.

A mi director de carrera Ing. Orlando Barcia MSc. por la aprobación, guía y atención prestada a nuestro proyecto. Así también como al PhD. Bremnen Véliz por su asesoría en el proyecto ya que como director del área de titulación nos brindó las pautas necesarias para la realización del artículo.

A todos mis docentes en general los cuales fueron parte de inicio a fin en mi formación académica.

Al personal administrativo por su colaboración con el proyecto de titulación.

A mi universidad alma mater la misma que me formó como profesional guiándome en cada paso a lo largo de mi etapa universitaria.

Marco Andrés Zambrano Figueroa

“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO INTERACTIVO PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS INDUSTRIALES ENFOCADOS A LA ELECTRONEUMÁTICA MEDIANTE PLC S7-1500 Y PANTALLA HMI”

(DEVELOPING AND IMPLEMENTATION OF AN INTERACTIVE MODULE FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL PROCESSES FOCUSED ON ELECTRO-PNEUMATICS THROUGH PLC S7-1500 AND HMI SCREEN”)

Johnny James Flores Ortega, Marco Andrés Zambrano Figueroa; Ing. César Antonio Cáceres Galán Msc.

*Ingeniería en Electrónica, Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil, Ecuador
Guayaquil, Ecuador*

mzambranof1@est.ups.edu.ec; jfloreso3@est.ups.edu.ec

Resumen: La ingeniería electrónica como ciencia de la ingeniería ha destacado en las últimas décadas, ya que su perfeccionamiento coadyuva el desarrollo industrial. Una de las fortalezas de la ingeniería electrónica es la automatización industrial, donde se aplican tecnologías en los campos de control tanto de: automatización, procesos e instrumentalización industrial. El avance de la tecnología nivel mundial fomenta el desarrollo de la electroneumática, dando como resultado una serie de proyectos integradores que permiten el ahorro de energía, disminuyendo así el consumo de combustibles fósiles, ya que utilizan el aire como recurso renovable. Por lo tanto, el uso de esta tecnología por parte de industria requiere personal altamente capacitado en el diseño, mantenimiento, operación y optimización de los sistemas electroneumáticos, es por esto por lo que las instituciones de educación superior se enfocan en la formación de ingenieros que posean estas competencias diseñando mallas curriculares acordes a la situación actual.

El proyecto realizado en este artículo desarrolló un módulo interactivo para la implementación de procesos electroneumáticos en el que se aplicarán siete prácticas enfocadas, las cuales reproducen procesos industriales reales a la enseñanza de esta. El módulo cuenta con un PLC S7-1500, y una

pantalla HMI en cuya interfaz se puede apreciar cada secuencia del proceso industrial, además se empleó el software FluidSim para la creación de los diagramas eléctricos y neumáticos, los cuales se trasladaron al programa TIA Portal, sin embargo, mediante el software OPC Server se incorporó el manejo de válvulas y cilindros programando cada secuencia de los procesos industriales. Como valor agregado se confeccionó una maqueta a escala que reproduce el proceso de una máquina recicladora de latas de aluminio a disposición del laboratorio de Sensores y Actuadores electroneumáticos.

Palabras clave: Autómata programable, Electro Neumática, FESTO, PLC S7 1500, Módulo interactivo, Procesos Industriales, OPC Server, Pantalla HMI.

Abstract: Electronic engineering as an engineering science has stood out in recent decades since its improvement contributes to industrial development. One of the strengths of electronic engineering is industrial automation where technologies are applied in the control fields of: automation, processes and industrial instrumentation. The advancement of technology worldwide encourages the development of electro-pneumatics, resulting in a series of integrating projects that allow energy savings, thus reducing the consumption of fossil fuels since they use air as a renewable resource. Therefore, the use of this technology by the industry requires highly trained personnel in the design, maintenance, operation and optimization of electro-pneumatic systems, which is why higher education institutions focus on training engineers who possess these competences designing curricula according to the current situation.

The project carried out in this article developed an interactive module for the implementation of electro-pneumatic processes in which seven focused practices will be applied, which reproduce real industrial processes to the teaching of the same. The module has a PLC S7-1500, and an HMI screen in whose interface each sequence of the industrial process can be seen, in addition, the FluidSim software was used to create the electrical and pneumatic diagrams, which were transferred to the TIA Portal program., however, through the OPC Server software, the management of valves and cylinders was incorporated, programming each sequence of the industrial processes. As an added value, a scale model was made that reproduces the process of an aluminum can recycling machine available to the electro-pneumatic Sensors and Actuators laboratory.

Keywords: Programmable automata, Electro-pneumatic, FESTO, PLC S7 1500, Interactive module, Industrial processes, Pneumatics, HMI screen.

INTRODUCCIÓN

La neumática, que es una de las aplicaciones que utiliza aire comprimido como medio para conversión de energía, posee ventajas en su desarrollo: la primera es el ahorro de energético en costos y la segunda es que, al emplear aire, aumentan su versatilidad, aplicando procesos amigables con el medio ambiente, además aumenta la capacidad de mover mayor carga [1]. Esta característica especial permitió que a lo largo de los años los sistemas neumáticos se empleen de forma masiva en los diferentes procesos que requieran la manipulación y el desplazamiento de objetos. En la actualidad la tendencia a realizar procesos utilizando la neumática convencional va quedando obsoleta, cada vez se hace más evidente la necesidad de innovación y se adoptan procesos que cuentan con sistemas de accionamiento eléctrico que activan los sistemas neumáticos. Paralelamente, la demanda de dispositivos que permitan reemplazar procesos industriales de consumo eléctrico considerable por otros de menor consumo energético orientados a sistemas electroneumáticos es creciente, ya que las mismas se aplican con alto espectro de industrias [2], las cuales demandan de personal capacitado para sumarse a sus equipos de trabajo, razón fundamental por la cual las instituciones educativas dedicadas a la formación de profesionales de mando alto y medio en estas áreas, desarrollen una metodología adecuada a la enseñanza de estas técnicas.

Sucede que con gran frecuencia en un entorno de enseñanza-aprendizaje normal, no es posible contar con los eventos que permitan el desarrollo de actividades reales que estén dentro del contexto industrial [3]. Es amplio conocido que en la enseñanza tradicional de la ingeniería cualquiera sea su rama, se aplica una dinámica de enseñanza-aprendizaje basada en libros y resolución de problemas usando algoritmos repetitivos que son útiles para memorizar la teoría, y que además permite integrar la teoría con la práctica [4]. Una alternativa a esto consiste en mimetizar procesos de un entorno real que permitan a los estudiantes desarrollar un pensamiento consciente que les otorgue las competencias necesarias para solventar las necesidades del mercado

Con base en esta idea surge este proyecto que tiene por objetivo diseñar e implementar un módulo interactivo enfocado en la aplicación de la electroneumática. El módulo consta de un PLC S7-1500 o Controlador Lógico Programable que es un dispositivo electrónico diseñado para ambientes industriales, el mismo que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, es la versión mejorada de sus predecesores, ya que integra nuevas funciones como mayor rendimiento del sistema, tal como la funcionalidad Motion Control integrada, Profinet IO IRT, pantalla integrada, innovación del lenguaje STEP7 y además implementar

soluciones específicas tales como: funciones lógicas, temporizaciones, secuencias, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar a través de entradas/salidas tanto digitales como analógicas diversos tipos de máquinas o procesos [7].

El controlador Lógico programable está enlazado a una pantalla HMI mediante comunicación Ethernet, de esta forma es posible crear una interfaz que interactúa con el usuario final. A todo esto, se acoplan mecanismos de accionamiento neumático, tales como finales de carrera, válvulas de paso, electroválvulas, etc., esto permitirá recrear de forma efectiva procesos automáticos de interés que se desarrollan en la industria, siendo este una herramienta valiosa para los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana.

METODOLOGÍA

El módulo interactivo elaborado en este proyecto está estructurado con la finalidad de ser aplicable en el contexto de prácticas educativas, las mismas que se enfocarán en la enseñanza de la electroneumática. Las prácticas se elaboraron a partir de procesos industriales reales y se resumen en un manual que se establecerá como guía para los estudiantes del laboratorio de Sensores y Actuadores del bloque E de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

El diseño del módulo se realizó en el programa AutoCAD, posteriormente para su elaboración, se compactó sobre una estructura metálica, en la que se empleó una placa perfilada en aluminio marca FESTO Didactics, la cual permitió que todos los elementos utilizados se fijen de manera segura y confiable. A esta estructura, se le añadió un marco fabricado con tubos cuadrados de hierro de 2 pulgadas de ancho cada uno, y pintado con polvo electrostático para darle un acabado estético. Ver figura 1.

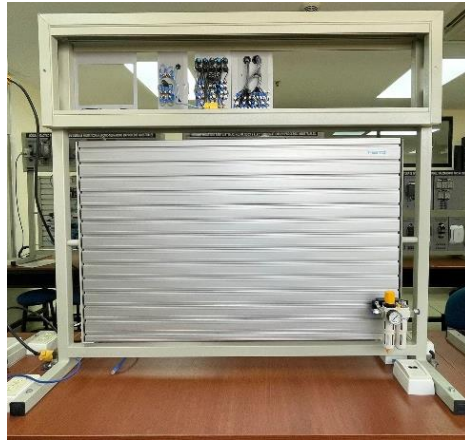
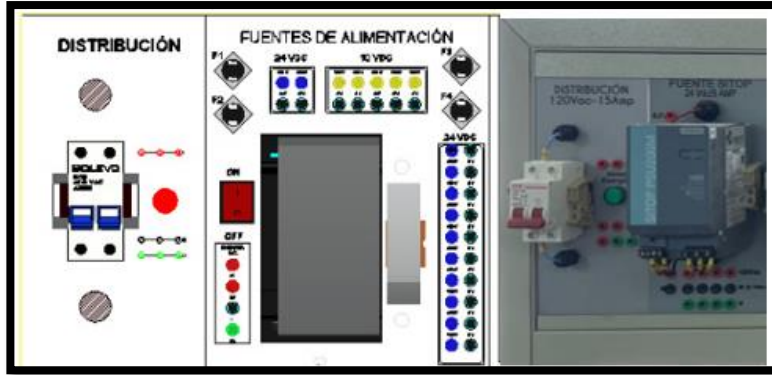


Figura 1. Diseño del módulo interactivo FESTO.

Se plasmó la instalación de las láminas de conexiones y del PLC S7-1500 en la parte superior de la lámina metálica, esto se instaló de manera secuencial dejando un espaciado de dimensiones 12,5 cm de largo, 14 cm de ancho y 28cm de alto que se utilizan para el encaje en la lámina, a su vez las muescas de sujeción se colocaron la primera de 2.5cm de altura, localizada en la parte superior del espaciado y la segunda de 1.5cm de altura.

La parte inferior del módulo se compuso por dos secciones principales las cuales consisten en un marco metálico de 80x130 cm el mismo que está sujeto a dos tubos metálicos cuadrados que poseen tapones, lo que otorga soporte y solidez a la estructura, además de un panel de aluminio marca FESTO de 70x110 cm que se encuentra fijado a dos bases que se sujetan mediante pasadores metálicos que permiten realizar los giros correspondientes. En esta estructura se encuentran situados los diferentes elementos neumáticos y electroneumáticos que se pueden desplazar mediante un adaptador de base a medida estándar de la marca.

Sobre la estructura descrita se colocaron láminas de conexiones cuya importancia radica en el mando y señalización de los procesos. Las láminas están elaboradas en plancha de aluminio de 3mm y pintadas al horno en color gris oscuro para mantener la estética. Además, se mantuvieron las medidas y diámetros correspondientes y así como la correspondiente serigrafía. Ver figura 2 tanto A como B respectivamente.



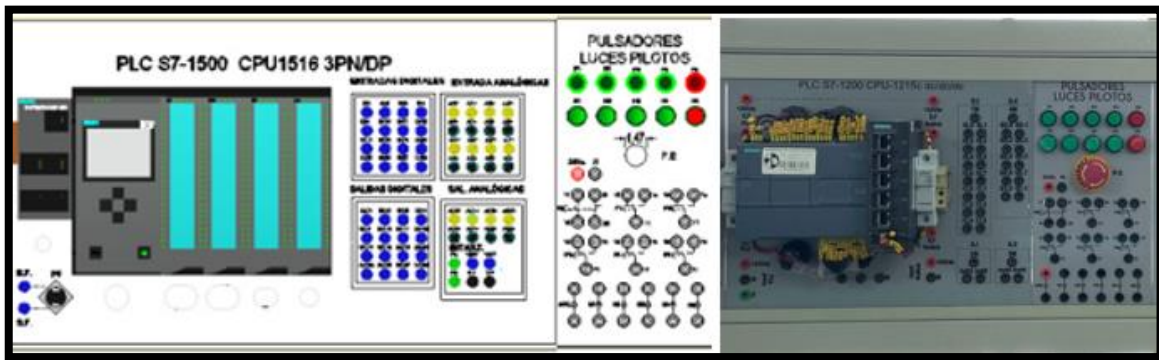
A

B

Figura 2. A: Diseño de láminas en el Software AutoCAD. B: Láminas Implementadas en el Módulo.

Lámina#1 - Distribución: Cuenta con un disyuntor magnetotérmico de 15 Amp, 415V - 4 polos para alimentar la fuente.

Lámina#2 - Fuente Siemens: Cuenta con una fuente de alimentación de 8 Amp nativa de la marca SIEMENS, la misma encargada de tranformar la energia proveniente de la red eléctrica AC a DC regulando al voltage requerido por el dispositivo a usar.



A

B

Figura 3. A: Diseño de láminas en el Software AutoCAD. B: Láminas Implementadas en el Módulo.

Lámina#3 – PLC S7-1500: El módulo cuenta con un PLC S7-1500 que es un dispositivo electrónico programable, diseñado para el control de procesos industriales, el mismo es un dispositivo inteligente que otorga instrucciones orientadas al usuario, además cuenta con funcionalidad Motion Control

integrada, Profinet IO IRT, pantalla integrada, innovación del lenguaje STEP7, etc. Por lo que puede implementar soluciones específicas tales como: funciones lógicas, establecimiento de temporizaciones, manejo de secuencias, manejo de recuentos, funciones aritméticas, etc. Lo que otorga ventajas clave para el manejo de *inputs/outputs* digitales.

Lámina#4 - Pulsadores y Luces Piloto : La siguiente lamina cuenta con pulsadores que se utilizan para realizar el accionamiento físico del proceso cuando se presiona, así como la luz piloto que refleja el estado (On/Off) de un determinado proceso.

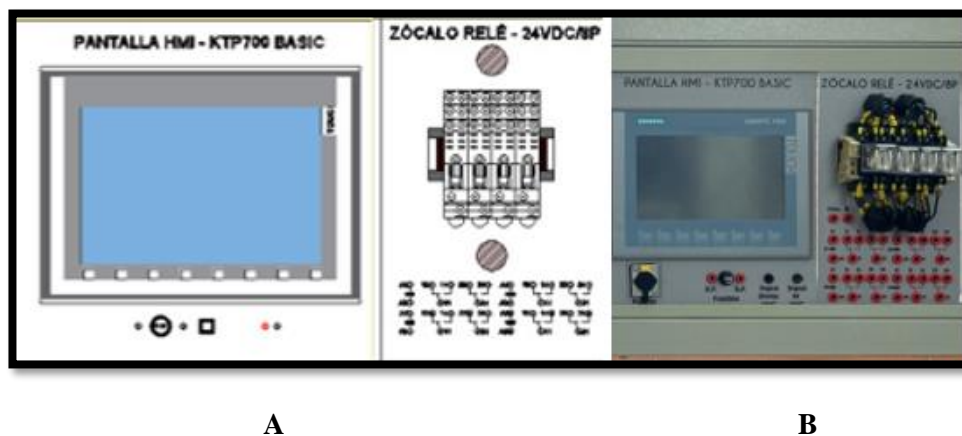


Figura 4. A: Diseño de láminas en el Software AutoCAD. B: Láminas Implementadas en el Módulo.

Lámina#5 - Pantalla HMI KTP-700: La lámina de una pantalla HMI KTP-700 en cuya interfaz se reflejan los procesos que se están realizando, por lo que ofrece la capacidad de monitoreo en tiempo real, gracias a la animación de cada práctica, a su vez, la interfaz permite acciones de control sobre las válvulas, además de que otorga ciertas ventajas como la visualización del estado de los motores (activo e inactivo), y otros parámetros.

Lámina#6 – Zócalo Relé: Contiene una serie de dispositivos electromagnéticos, que funcionan como interruptores que se accionan de forma eléctrica desde un dispositivo determinado, brindando protección a todo el sistema.

La totalidad de las láminas empleadas se resume en la siguiente tabla.

Tabla 1. Láminas implementadas en el módulo.

Elementos
1. Lámina de Distribución 120VAC-15Amp
2. Lámina de fuente de alimentación Siemens (8A)
3. Lámina PLC S7-1500
4. Lámina de Pulsadores y Luces Piloto
5. Lámina de Pantalla HMI KTP-700
6. Lámina de Relés 24VDC/8P

Se elaboraron siete prácticas a partir de procesos industriales reales, las cuales se realizarán empleando el módulo descrito anteriormente, las mismas se recogen en un manual que especifica los procesos paso a paso para mayor poder didáctico. Para el diseño de las prácticas se consideró la secuencia de los procesos reales. Para la elaboración de los diagramas eléctricos y neumáticos se empleó el software FluidSim. Posteriormente, estos diagramas se trasladaron al software TIA Portal, el cual permite la programación eficiente de los procesos, ya que otorga una variedad de servicios de automatización e ingeniería integrada, mediante el uso de este software se llevó a cabo la consideración de todas las variables que definen cada proceso de manera individual y esto se repitió para el diseño de cada una de las prácticas.

A su vez, para mejorar la simulación y calibración de los sensores de los cilindros y electroválvulas se empleó un servidor llamado OPC Server el mismo que es una aplicación de software (driver) que hace de interfaz comunicando con una o más fuentes nativas de datos, comúnmente estas fuentes pueden ser PLC Módulos I/O, controladores, etc., y hacer de simulador en tiempo real, sin necesidad de contar con los equipos físicos, para que una vez que se haya interconectado y probado todo a través de este driver, procedente a ello montarlo en físico sin errores.

La programación de cada secuencia se realizó teniendo en cuenta el valor de la interfaz como herramienta didáctica, de la cual se logró una interfaz animada que se refleja en pantalla HMI KTP-700. En esta se ven plasmados los procesos reales de cada una de las prácticas, para lograr esto se emplearon gráficos prediseñados que fueron tomados de SmartDraw 2013. Cada sección del gráfico global es editable y movable por lo que se pueden realizar un sin número de combinaciones para establecer concordancia entre los procesos reales y los gráficos de la pantalla HMI, tal como se visualiza en la figura 3.

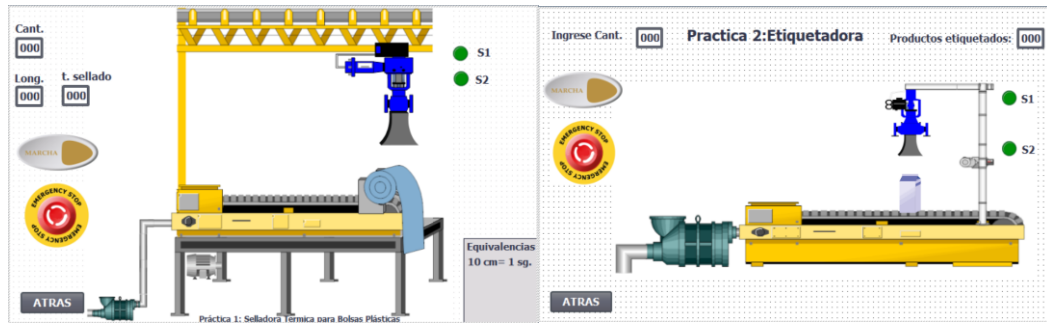


Figura 5. Interfaz HMI de las 2 primeras prácticas.

Práctica#1: Consiste en una máquina termoselladora de bolsas mediante la presión y el calor, en la cual se programó el uso de distintas variables como el número de fundas a sellar, la longitud de la funda y el tiempo de sellado de esta.

Práctica#2: En la práctica dos se desarrolla una máquina etiquetadora de cajas de cereal electroneumática automática dependiente de una variable a ingresar por el operador (número de cajas a etiquetar).

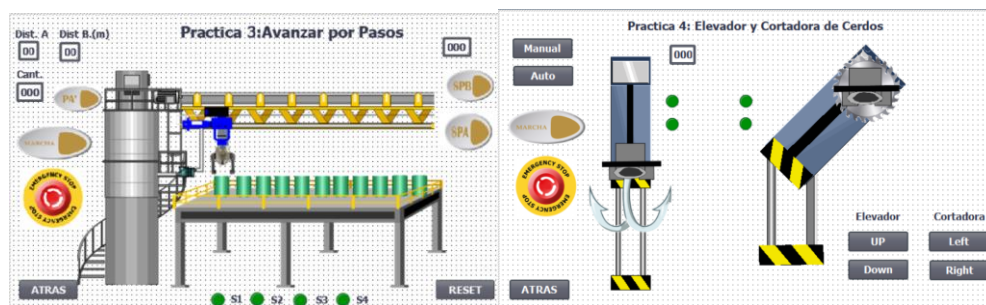


Figura 6. Interfaz HMI de las prácticas 3 y 4.

Práctica#3: El proceso recrea el uso de varios sensores y actuadores para la sujeción y traslado de piezas de la posición A a la posición B permitiendo que cada una sea variable en un rango de distancia total de 10 mts.

Práctica#4: El proceso que se representa en esta práctica trata de un elevador y cortador de ganado porcino en el cual a través de la interfaz HMI permite dos modos de uso, el modo automático que realiza un número determinado de cortes y el modo manual que despliega un menú de accionamiento individual de las electrovalvulas para realizar el proceso manualmente.



Figura 6. Interfaz HMI de las 3 prácticas siguientes.

Práctica#5: La cortadora de piezas de acrílico, es una de las aplicaciones mas usadas en la actualidad, mediante un cilindro de doble efecto que realiza la función de punzadora sobre la plancha y un segundo cilindro que lo corta. Permite introducir la longitud y la distancia que se desea realizar.

Práctica#6: La práctica siguiente relaciona el proceso de ensacado de balanceado empleada para alimentacion animal, mediante pinzas de sujeción, que son controladas a traves del automata programable, además cuenta con sensores de nivel, báscula y bloqueo automático en caso el nivel de balanceado del silo se encuentre en el nivel mínimo.

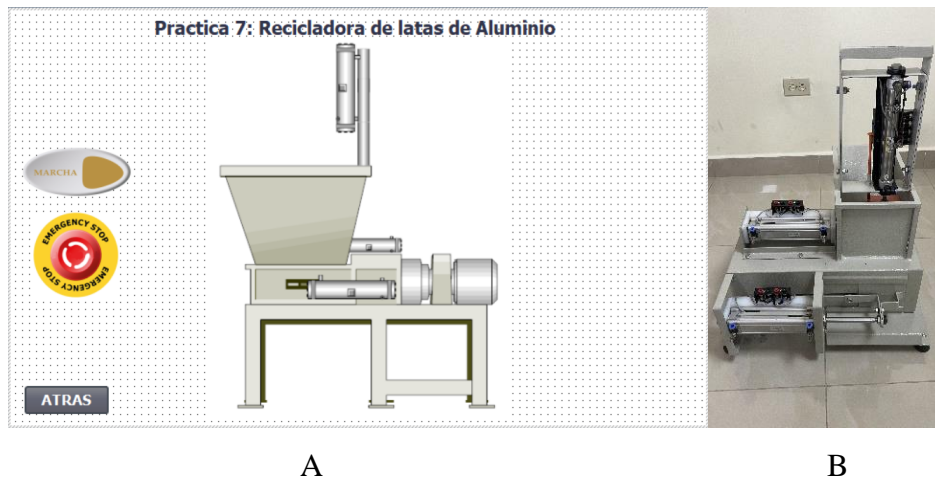


Figura 7. A. Interfaz HMI de la práctica implementada en físico. B. Maqueta a escala de una máquina de reciclaje de latas de aluminio.

Por último, con la intención de contribuir con la formación integral del estudiantado y con la institución educativa, se construyó una maqueta a escala de la maquinaria empleada que reproduce el

proceso descrito en una de las prácticas. La maqueta cuenta con tres cilindros que se emplean en el proceso industrial del reciclaje de latas de aluminio.

Inicialmente el proceso comienza con las compuertas del cilindro abiertas, una vez demos inicio al paso principal del aire, se cierran las compuertas, hasta proceder a operar la marcha.

- **Etapa I:** Selección del residuo y colocación de la lata. Se acciona el cilindro A de simple efecto ubicado verticalmente el cual ejerce presión sobre el punto medio de la lata, aplastándola levemente para después retraerse automáticamente por su retorno de muelle.
- **Etapa II:** El cilindro B de doble efecto ubicado horizontalmente ejerce presión sobre la lata causando una deformación completa.
- **Etapa III:** El cilindro C ubicado en la parte inferior se encuentra conectado a dos compuertas las cuales se aperturan una vez detectado el sensor magnético del cilindro, dejando salir la lata a un tacho de reciclaje.

RESULTADOS

De acuerdo con el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación superior (ICFES), competencia, es “saber en contexto”, esto supone el despliegue de habilidades en un contexto determinado, identificar inconvenientes o problemas y saber solucionarlo de manera acorde y coyuntural [8]. El módulo diseñado tiene por finalidad desarrollar competencias en los estudiantes, acercando a los mismos a los procedimientos clave de la electroneumática.

La práctica pedagógica en la formación integral del ingeniero es fundamental para la creación de experiencias de aprendizaje significativas en las que se integren los contenidos conceptuales a los procedimientos, y actitudes requeridas para la resolución de problemas. La automatización industrial como rama de la ingeniería electrónica aplica tecnologías en las áreas de control automático industrial, en el control de procesos, sistemas de control, etc. Es por esto por lo que el uso de la tecnología para automatizar procesos requiere de personal capacitado en el diseño, uso, operación y mantenimiento de los sistemas automáticos [5]. De esta forma, en las prácticas diseñadas se contemplaron procesos industriales claves para orientar y entrenar al estudiante sobre el manejo de estos, fomentando el desarrollo de sus competencias. En el diseño de las prácticas se tuvo en cuenta como estrategia de preparación, el aprendizaje situado.

El aprendizaje situado, como su nombre lo indica, se enfoca en la contextualización del aprendizaje utilizando la interacción entre agentes y herramientas para la construcción del conocimiento [8].

Siguiendo esta metodología para el diseño de las prácticas se empleó un módulo que consta de un PLC S7-1500, el mismo que es fundamental en la industria, ya que permite programar los procesos industriales controlando las maquinarias. Desde esta arista se pretende que el estudiante adquiera autonomía que repercuta positivamente en su propia transformación, volviendo al egresado alguien capaz y competente.

La formación integral del ingeniero implica adquirir un equilibrio entre las competencias genéricas de la carrera y las específicas asociadas a los perfiles profesionales que están sujetas a la relación oferta-demanda del mercado laboral. Esto supone al sector universitario consolidar vínculos estrechos con el sector empresarial en donde los profesionales egresados sean capaces de dominar las técnicas y procesos básicos y además innovar en soluciones que acompañen a los desafíos del creciente uso de la tecnología. Por ende, se hizo énfasis en el manejo de los correspondientes softwares de diseño de diagramas neumáticos como FluidSim y de diseño de procesos como TIA Portal, ya que estos programas permiten la automatización y la digitalización de una manera eficaz, además de que otorgan funcionalidades tales como la administración a través de una interfaz, que en este caso fue una pantalla HMI.

Con esta metodología se pretende fortalecer de forma segura el currículum de ingeniería electrónica, creando así individuos competitivos, emprendedores, y capaces de adaptarse a entornos turbulentos, impredecibles y altamente complejos.

DISCUSIÓN

La importancia de automatizar procesos industriales es cada vez más evidente dentro de este mundo industrializado [2], esto no es diferente en el campo de la neumática, ya que de esta manera se otorgan beneficios adicionales al proceso, optimizando el mismo y volviendo a los sistemas amigables con el medio ambiente [1]. La tendencia de las industrias de buscar personal altamente competente está en aumento, es por esto por lo que los centros de educación superior están enfocados en desarrollar competencias necesarias con base en la demanda.

Al respecto, Autores como Iperty y Sinche, establecen que quienes utilicen este tipo de módulos tendrán bases sólidas y conocimientos de los distintos sistemas de control [8]. Basado en esto, se afirma que los métodos utilizados para el desarrollo de este proyecto promueven el desenvolvimiento en el área de procesos industriales mediante el uso de sensores y actuadores combinados con elementos electro neumáticos.

Autores como Torres, Acevedo y Montero [9], exponen que los procesos de praxis formativa en el campo ingenieril implican técnicas de diseño, automatización, simulación, modelamiento, construcción, experimentación, etc. Que se enfocan en conseguir desarrollo metacognitivo que convierte al estudiante en un individuo consciente de su entorno, a la vez que el estudiante adquiere conciencia de su futuro profesional y de las implicaciones que conllevan el dominio de sus competencias. De la misma manera, Abreu coincide al destacar que la mediación didáctica es el fundamento de la práctica pedagógica, en donde destaca el rol activo del estudiante en la construcción de su conocimiento basándose en la resolución de problemas inmersos en el contexto adecuado [10].

Consecuentemente, el proyecto descrito consiste en el diseño e implementación de un módulo interactivo para el desarrollo de procesos industriales en el que se aplicarán siete prácticas enfocadas a la enseñanza de la electroneumática, las cuales reproducen procesos industriales reales, autores tales como Delgado y Cuenca [11], Alman y Campoverde [12], Maliza y Feijoo[13] desarrollaron mediante semejante metodología, un proyecto similar al expuesto en este artículo, en el que emplean un PLC S7-1200 y pantalla HMI, a diferencia del mismo en este proyecto se utilizó un PLC S7-1500, ya que presenta ventajas adicionales tales como funcionalidad Motion Control integrada, Profinet IO IRT, pantalla integrada, innovación del lenguaje STEP7, etc. [7].

A su vez, la interfaz interactiva se muestra en un HMI KTP-700 que tiene las ventajas de aumentar el poder didáctico de las prácticas, a través de la capacidad de monitorear en tiempo real el control de las electroválvulas, estado de motores, niveles, sensores y demás parámetros de un determinado proceso [13]. Como elemento adicional se tiene la simulación y/o calibración de los sensores ubicados en los cilindros y las electroválvulas respectivas correspondiente a cada práctica haciendo uso de un servidor OPC Server o controlador, el mismo que fue detallado previamente.

La práctica pedagógica para la formación del ingeniero son la base de la creación de experiencias significativas que conlleven al desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales que aumentan las competencias a nivel profesional. Reconociendo que ser “competente” implica saber combinar los resultados de los procesos de aprendizaje desde una perspectiva personal en la que el saber ser, saber estar y saber hacer se combinan a fin de resolver exitosamente determinadas situaciones en determinados contextos.

CONCLUSIONES

Se realizó la creación de un módulo interactivo para el desarrollo de procesos industriales enfocados a la electroneumática utilizando un PLC S7-1500 y pantalla HMI, el mismo que será utilizado en la

aplicación de siete prácticas enfocadas a la enseñanza de la electroneumática, las mismas que permiten el desarrollo pleno de las competencias requeridas con base en la demanda laboral, además de su acercamiento didáctico para posicionar al estudiante en el contexto real.

De esta manera, la Universidad Politécnica Salesiana promueve el desarrollo académico y personal de su estudiantado, empleando la tecnología pertinente y una didáctica acorde a los requerimientos de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Además, se elaboró un manual de las prácticas detallado con cada una de ellas, para que sea de guía para el docente/estudiante y público en general a quien va dirigido.

Teniendo en cuenta las prácticas elaboradas previamente, se diseñó una maqueta a escala correspondiente a una máquina recicladora de latas de aluminio, evidenciando el uso que poseen los distintos sensores, actuadores, etc., como base para un proceso a mayor escala.

BIBLIOGRAFÍA

[1] J. Vásquez Cortez, “Automatización electromecánica, métodos automáticos”. Ciudad de México, vol. 1, pp5-8, 2017.

[2] H. Páez-Logreira, V. Zabala-Campo, R. Zamora-Musa. “Análisis y actualización del programa de la asignatura Automatización Industrial en la formación profesional de ingenieros electrónicos”. Educación en Ingeniería, vol. 11, (21), pp. 39-44, 2016.

[3] R. Zamora-Musa, “Análisis de requerimiento para la implementación de laboratorios remotos”, Educosta, 2011.

[4] F. Marín-González, L. Cabas, L.C. Cabas, A. Paredes-Chazín. “Formación Integral en Profesionales de la Ingeniería. Análisis en el Plano de la Calidad Educativa”. Formación Universitaria, vol. 11(1), 2018.

[5] S. Ortega, J.I. Comas-González, Z. De la Hoz-Valdiris, E. Elguedo-Pallares, A. Fuentes-Jiménez, J. Osorio-García, C. y M. Samper. “Implementación de nueva herramienta de seguimiento académico que valida la evaluación por competencias genéricas dentro de la facultad de ingeniería de

la Universidad de la Costa (CUC)”, Rev. Educación en Ingeniería, vol. 9(18), pp. 1-11, 2014.

[6] R. Cardoso “Diseño e implementación de un módulo didáctico para la elaboración de prácticas orientadas a procesos industriales con énfasis en sistemas neumáticos, electroneumáticos e interfaz plc-hmi.”. Ingenio Journal, 2019.

[7] S. PLC, “SIEMENS Catálogo, automatizadores PLC, guía practica y manual de usuario” <https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/simatic-s7-1500.html>. 2022.

[8] N. Iperty, E. Sinche “Diseño e implementación de un banco electroneumático por medio de un scada utilizando el software LabVIEW para la práctica de estudiantes de automatización”, 2013.

[9] J. Torres, D. Acevedo, y P. Montero. “Proyectos de Aula Semestrales como Estrategia Pedagógica para la Formación en Ingeniería”, Formación Universitaria, vol. 9(3), pp 23-30, 2016.

[10] O. Abreu, R. Naranjo, y M. Gallegos, “Modelo Didáctico para la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte en Ecuador”, *Formación Universitaria*, vol. 9(4), pp 3-10, 2016.

[11] D. Cuenca-Flores, J. Delgado Ávila, “Diseño e implementación de un Módulo Didáctico para procesos industriales electroneumáticos, mediante un PLC S7-1200 e interfaz HMI”. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. 2021

[12] C. Alman-Corozo, T. Campoverde-Rea, “Diseño e implementación de un Módulo Didáctico electroneumático para prácticas de procesos utilizando un PLC S7-1200 e interfaz HMI”. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. 2019.

[13] G. Maliza-Paladines, B. Feijoo-Román, “Diseño e implementación de módulo de electro-neumática industrial educativo.”. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. 2019.