

Diseño de dos módulos de entrenamiento visuales de control eléctrico para el laboratorio de electricidad del instituto superior tecnológico Tsáchila.
Design of two electrical control visual training modules for the electricity laboratory of the Tsáchila superior technological institute.

Ing. Darwin Rolando Moreta Yandún; Ing. Nilo Olegario Ortega Solís; Ing. Diego Paúl Romero Carrión; Est. Manuel Alejandro Elizondo Núñez; Est. Dennis Rene Tipán

Resumen

El trabajo de titulación acerca de diseño de dos módulos de entrenamiento visuales de control eléctrico para el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila se basó en solventar la problemática que tienen los módulos existentes en el laboratorio que a pesar de ser funcionales tienen la desventaja de ser tableros cerrados que dificultan la visualización de varios componentes y sus conexiones, el objetivo fue diseñar un módulo que permita la apreciación de todos los elementos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que beneficiara a los docentes y estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad. Para la elaboración del diseño de los nuevos módulos se planteó un enfoque mixto de la investigación que permita la recolección de datos cualitativos y cuantitativos para el desarrollo del mismo, así como un diseño investigativo transeccional y un alcance explicativo; además de la realización de una encuesta a estudiantes de cuarto semestre de la carrera sobre la factibilidad de la implementación del diseño de los módulos visuales. El software utilizado para la ejecución del diseño y planos correspondientes fue AutoCAD, basándose en la normativa IEC para la simbología y la normativa INEN para el dibujo técnico. Obteniendo como resultado un diseño funcional de módulos visuales con sus respectivos planos, respondiendo a la problemática a solventar, donde ahora se permite la fácil visualización de todos los componentes y su cableado, siendo una mejora del diseño de los tableros convencionales existentes que se tienen en el laboratorio.

Palabras clave: Control eléctrico, módulo visual, diseño, planos, simbología.

Abstract

The degree work on the design of two electrical control visual training modules for the laboratory of the Higher Technology in Electricity career of the Instituto Superior Technologic Tsáchila: Was based on solving the problem that the existing modules have in the laboratory that a despite being functional, they have the disadvantage of being closed boards that make it harder to visualize various components and their connections, the objective was to design a module that allows the appreciation of all the elements to improve the teaching-learning process, which will benefit teachers and students of the Higher Technology in Electricity career. For the development of the design of the new modules, a mixed research approach was proposed that allows the collection of qualitative and quantitative data for its development, as well as a transactional research design and an explanatory scope; in addition to conducting a survey of students in the fourth semester of the degree on the feasibility of implementing the design of visual modules. The software used for the correct execution in the design and corresponding drawings was AutoCAD, based on the IEC standard for symbology and the INEN standard for technical drawing. Obtaining as a result of a functional design of visual modules with their respective plans, responding to the problem to be solved, where now the easy visualization of all the components and their wiring is allowed, being an improvement of the design of the existing conventional boards that are in the laboratory.

Keywords: Electrical control, visual module, design, plans, symbology.

PROCESOS TECNOLÓGICOS Diciembre, V°2-N°2; 2021

- ✓ **Recibido:** 10/08/2021
- ✓ **Aceptado:** 17/09/2021
- ✓ **Publicado:** 30/12/2021

🇪🇺 **PAÍS:**
Ecuador

🏛️ INSTITUCIÓN:

- 📍 Instituto Superior Tecnológico Tsáchila
- 📍 Instituto Superior Tecnológico Tsáchila
- 📍 Instituto Superior Tecnológico Tsáchila
- 📍 Instituto Superior Tecnológico Tsáchila
- 📍 Instituto Superior Tecnológico Tsáchila
- 📍 Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

✉️ CORREO:

- ✉️ darwinmoreta@tsachila.edu.ec
- ✉️ niloortega@tsachila.edu.ec
- ✉️ diegoromero@tsachila.edu.ec

📄 ORCID:

- 📄 <https://orcid.org/0000-0003-0112-2635>

📖 FORMATO DE CITA APA.

Moreta, D. R., Ortega, N. O., Romero, D. P., Elizondo, M. A., & Tipán, D. R., (2021). Diseño de dos módulos de entrenamiento visuales de control eléctrico para el laboratorio de electricidad del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. *Revista G-ner@ndo*, V°2 (N°2,1- 19

Introducción

El presente proyecto propone la elaboración del diseño de dos módulos de entrenamiento visuales en base a los diseños existentes en el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad, estos últimos a pesar de encontrarse en buenas condiciones y funcionalidad total, tienen la desventaja de ser tableros cerrados que no permiten la visualización a primera vista de todos los componentes que lo integran al igual que las conexiones.

Tomando como punto de partida la esquematización y posicionamiento de los distintos elementos en el diseño, así como la normativa IEC para simbología de los varios componentes que lo conforman, siendo una mejora al modelo que se tiene sobre módulos didácticos, a fin de lograr una herramienta que brinde facilidad a la hora de poner en práctica los conocimientos teóricos por parte del estudiante.

La carrera de electricidad del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila lleva funcionando un periodo de tiempo relativamente corto a diferencia de otras dentro de la institución, por lo cual la implementación del laboratorio eléctrico es un hecho reciente que apenas lleva un año de funcionamiento donde se necesita fortalecer la parte de equipos para la enseñanza en base a la práctica, debido a que la teoría puede ser entendida profundamente mediante esta última, la carrera de Tecnología Superior en Electricidad al ser una área técnica obliga al estudiante a que se prepare en base a experiencias que permitan desarrollar habilidades que puedan ser desempeñadas en el campo laboral.

Se requiere diseñar módulos de entrenamiento visuales que puedan servir como punto de partida para la implementación de los mismos, que resulten en una herramienta que fortalezca los métodos de aprendizaje, precisamente, la pregunta fundamental será detallada a continuación: ¿Cómo solventar la problemática de la identificación de componentes y conexionado de los módulos didácticos actuales para mejorar el proceso de aprendizaje-enseñanza para estudiantes de la carrera de Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila.?. Este proyecto de integración curricular sobre diseño de módulos de entrenamiento

visuales para estudiantes y docentes del laboratorio de la carrera de Tecnología Superior Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila tendrá una duración de desarrollo de 4 meses. El crecimiento de la industria en Ecuador exige a los futuros tecnólogos que desde temprano se relacionen con los distintos equipos y dispositivos que se utilizan en los procedimientos industriales, por ello, es importante que el estudiante cumpla con las exigencias sobre los conocimientos teóricos y prácticos.

El laboratorio de la carrera de Tecnología Superior Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila posee en su equipamiento módulos didácticos para la enseñanza de control eléctrico industrial, estos últimos a pesar ser de funcionales y encontrarse en buenas condiciones, tienen la desventaja de ser tableros cerrados que no permiten al estudiante visualizar ciertos elementos que lo conforman internamente, además de no poder apreciar las conexiones de los mismos, de ahí surgiendo la problemática del presente proyecto, que busca realizar el diseño de módulos de entrenamiento, en donde, a diferencia de los que se poseen, en estos se puedan visualizar todos los elementos, al igual que el conexionado, a fin de que el educando pueda conocer los distintos componentes y dispositivos que permiten ejecutar los circuitos de control, profundizando en una forma de aprendizaje visual con relación directa en la práctica. Parte importante de la formación académica del tecnólogo eléctrico es hacer buen uso del conocimiento teórico reflejado en la práctica a través de la ejecución, planteamiento, solución de problemas y análisis de los distintos tipos de circuitos eléctricos basados en control industrial; es primordial que desde el aula de clase el estudiante pueda relacionarse de cierta forma con la realidad ocupacional en la que tendrá que desenvolverse al finalizar su proceso de formación, por ello, el presente tema busca diseñar módulos de entrenamiento visuales de control eléctrico para el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad, con el objetivo de proporcionar una herramienta de enseñanza- aprendizaje en las asignaturas de: Instalaciones Eléctricas Industriales, Control Eléctrico Industrial y Control de Procesos y Automatización.

La elaboración del diseño de módulos de entrenamiento visuales tiene la novedad de plantear un modelo didáctico donde el educando más allá de realizar la práctica de circuitos pueda visualizar todos los componentes y conexiones que a diferencia de los módulos existentes muchos de estos elementos se encuentran ocultos, al igual que su conexionado; fortaleciendo el método de aprendizaje permitiendo al estudiante conocer e interactuar con los elementos mientras realiza prácticas.

Materiales y Métodos

El enfoque mixto de la investigación implica una recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado necesarios para su estudio. Este enfoque abarca un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde, las visiones cuantitativas y subjetivas pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos. (Otero, 2018). Se plantea el uso del enfoque mixto de la investigación que permita identificar por el método cualitativo los beneficios de la elaboración del diseño de módulos visuales para el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad en base al nivel de factibilidad dentro del lugar mencionado; por el lado cuantitativo ayudará a la hora de la selección de los distintos equipos y protecciones eléctricas del diseño modular para conseguir información precisa a la hora de elegir los componentes. En este alcance de la investigación se busca una explicación y determinación de los fenómenos. Se puede establecer una relación causal entre diversas variables para explicar un determinado estudio realizado. (Ramos, 2020). Se busca un alcance explicativo en el desarrollo del diseño de módulos, siendo una herramienta para fortalecer los métodos de estudio, pudiendo explicar el proceso de diseño circuitos de control, conexionado de los componentes, desarrollo de procesos industriales y dando una brecha sobre la forma de trabajo en el área ocupacional.

Análisis de resultados

Elaboración de planos del módulo.

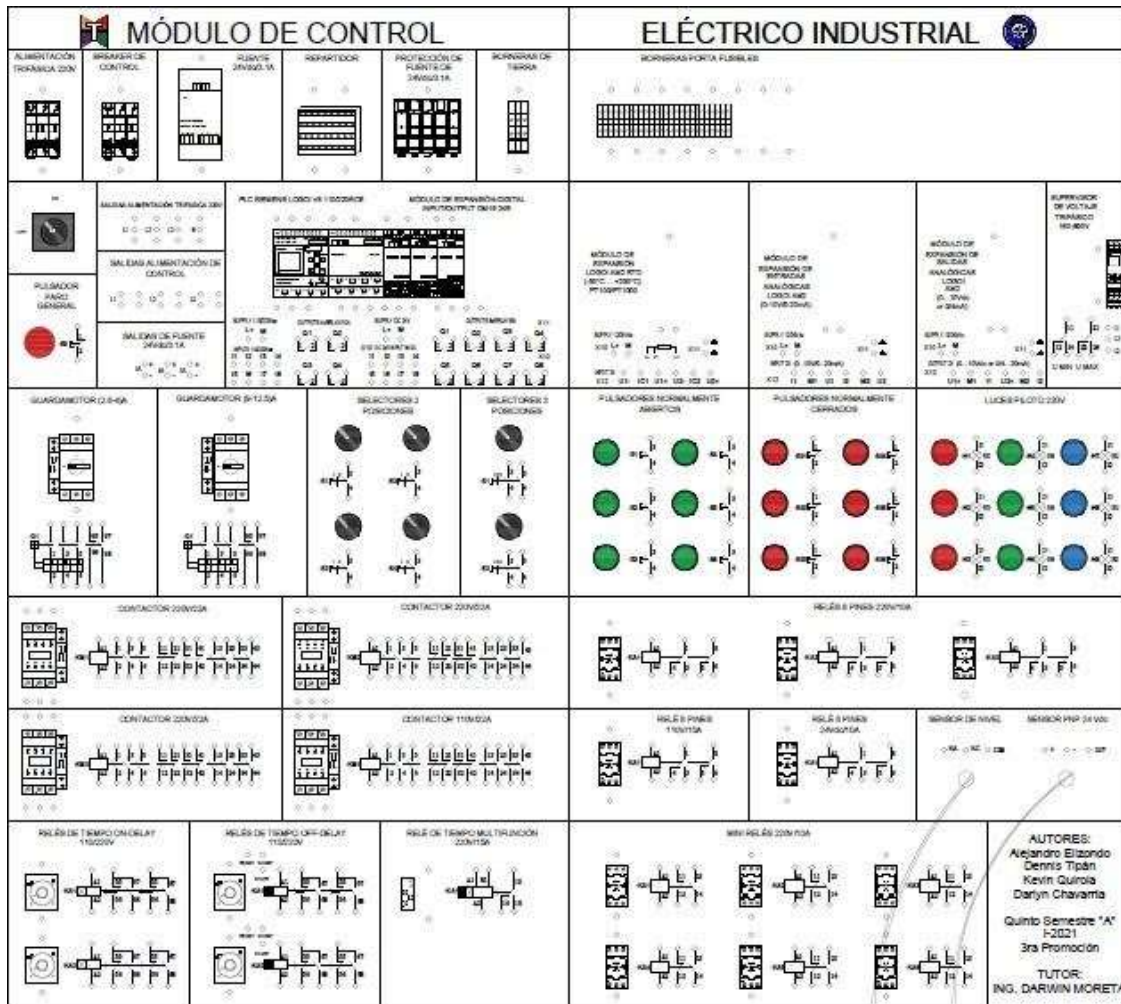
Una vez definidos los parámetros anteriores se procedió a la realización del diseño del módulo visual para control eléctrico, siendo este paso el más extenso con respecto a tiempo de ejecución. En esta parte se empezó diseñando la ubicación de elementos, como se puede observar a continuación:

Teniendo las medidas de los elementos se procedió a realizar el diseño determinando la posición de los mismos, obteniendo un área destinada a la instalación de elementos de 1,57m de ancho por 1,40m de altura, además considerando una mesa unida a la estructura que ayude como soporte y a su vez sirva como un espacio de trabajo para el usuario al momento de utilizar el módulo, dicha mesa se encuentra a una altura de 0,68m estando dentro de los estándares ergonómicos, además de un lado lleva un cajón que facilite el guardado de componentes, accesorios, piezas y herramientas propios del módulo.

En el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad la acometida que alimenta al módulo tiene que ir por arriba ya que de tal forma no resulta en una obstrucción al paso de los individuos, por tanto, las protecciones se encuentran en la primera fila de arriba hacia abajo, la segunda fila abarca los elementos que permiten el paso o cierre de la energía al tablero además de los varios tipos de salidas de alimentación, supervisor de voltaje, PLC y sus distintos módulos complementarios; la tercera fila posee guardamotores, selectores de 2 y 3 posiciones, pulsadores NC/NA y luces piloto; la cuarta fila lleva contactores, relés y sensores; la quinta fila está compuesta por temporizadores y mini relés.

La altura total del módulo es de 2,15m y su ancho un total de 1,65m, por tanto, debido a la altura considerable que posee el módulo, en la primera fila donde se ubican las protecciones se consideró diseñar dicha zona con una inclinación de 45° hacia afuera, que facilite al usuario alcanzar dicha zona.

Figura 1. Ubicación de los elementos.

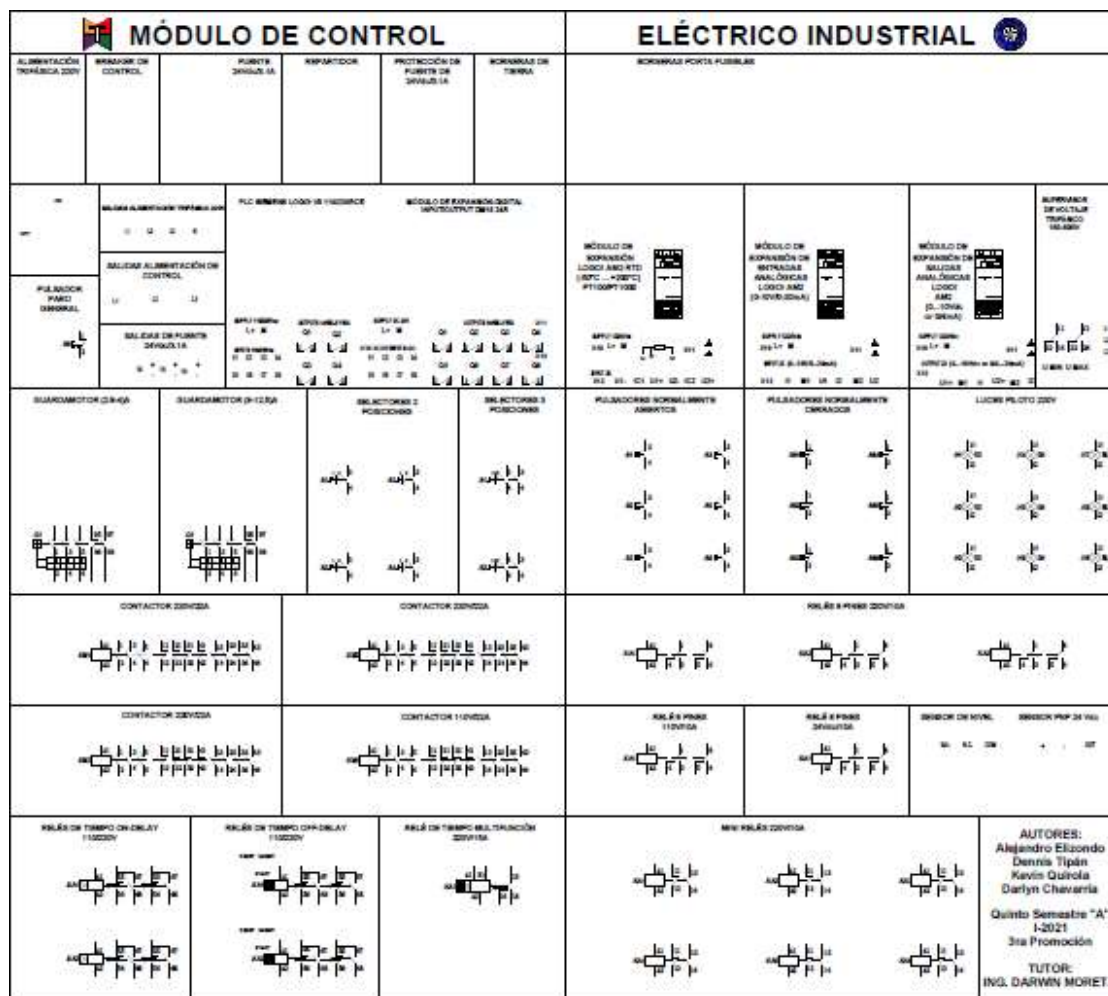


Nota: El plano detallado se encuentra en el Anexo B. Lámina 1.

Fuente: Elaboración propia

Una vez diseñada la ubicación de elementos del tablero se prosiguió a la elaboración de las distintas vistas del mismo y planos adicionales, a fin de obtener un diseño completo que proporcione una idea clara del módulo diseñado. El plano de vinil servirá para facilitar el reconocimiento de los nombres, características, ubicación y simbología de los distintos elementos del módulo.

Figura 2. Vinil.

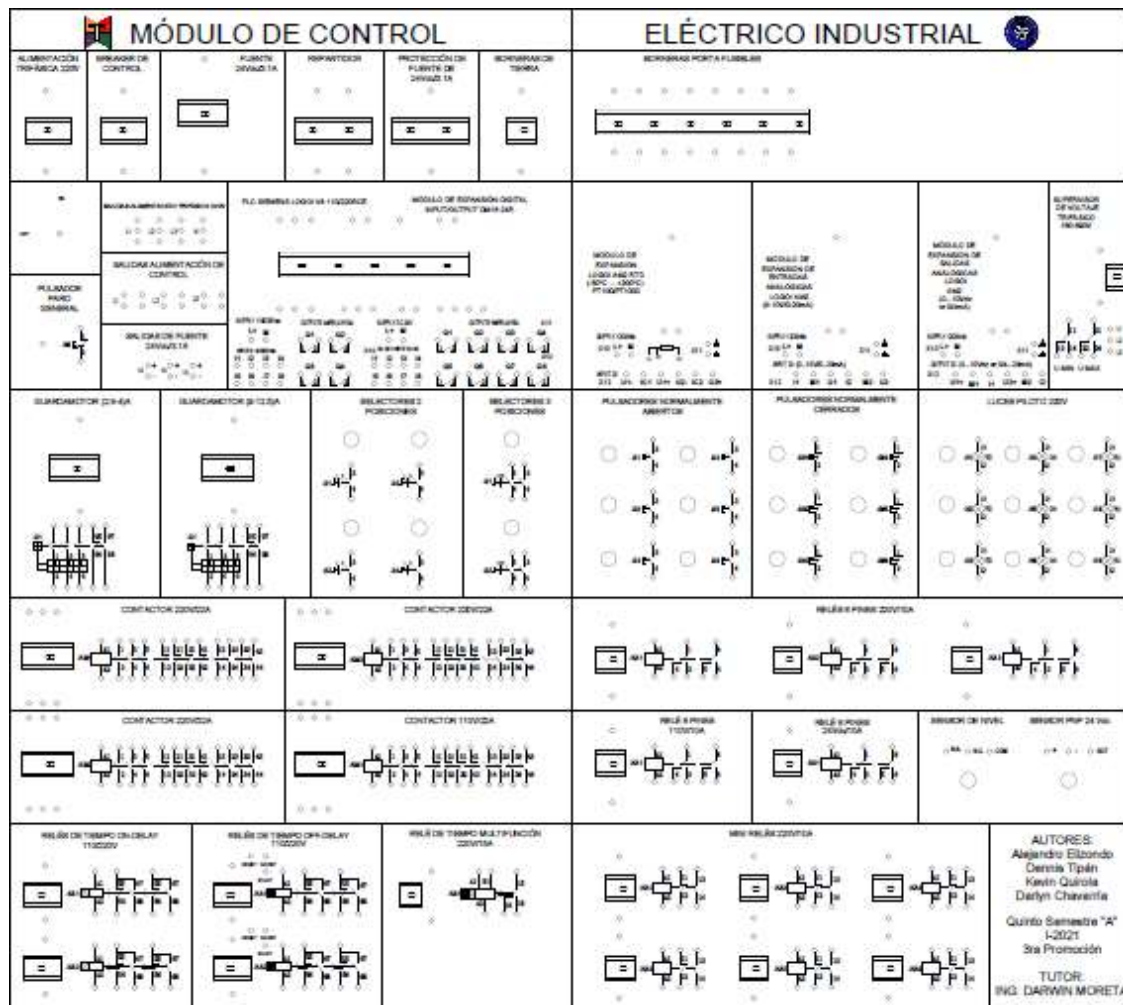


Nota: El plano detallado de vinil se encuentra en el Anexo B. Lámina 2.

Fuente: Elaboración propia

Se diseñó el plano de etiquetado o también conocido como plano de marquillado que permite identificar la ubicación de las conexiones en su respectiva perforación. Facilitando la ejecución de construcción del módulo, y posibles cambios de elementos a futuro, o a su vez realizar mantenimientos.

Figura 4. Ubicación de rieles din.



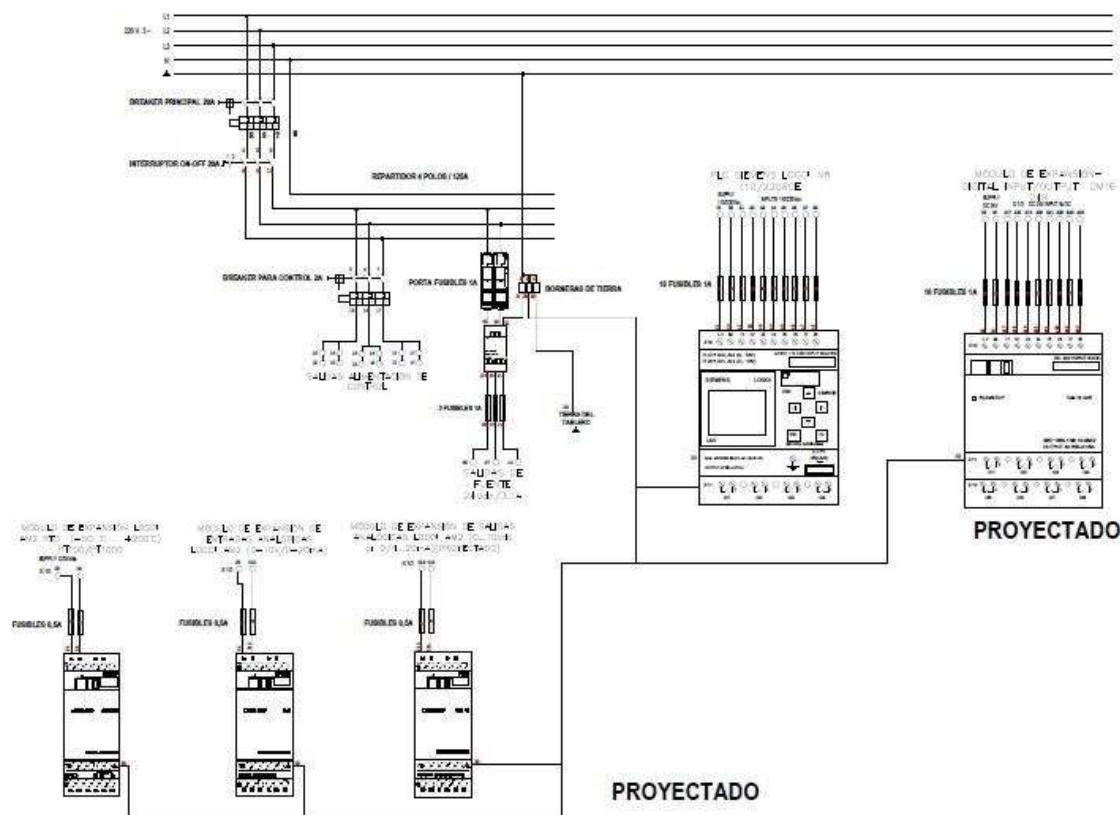
Nota: El plano detallado se encuentra en el Anexo B. Lámina 5.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el diagrama de la conexión diseñado que permite la alimentación del tablero. De las líneas de la acometida trifásica se alimenta la protección general del módulo, de la salida del mismo hacia el interruptor principal, posteriormente se alimentó el repartidor de barras y añadió el neutro de la acometida, teniendo las barras energizadas se obtienen varios nodos de conexionado, punto de donde se realizan las conexiones para breaker de control, portafusibles del PLC y módulos de expansión, fuente de voltaje de 24V DC, mientras

que la tierra de protección se obtiene directamente de la acometida que se conecta a las borneras de tierra del módulo respectivo.

Figura 5. Diagrama unifilar de alimentación de tablero.

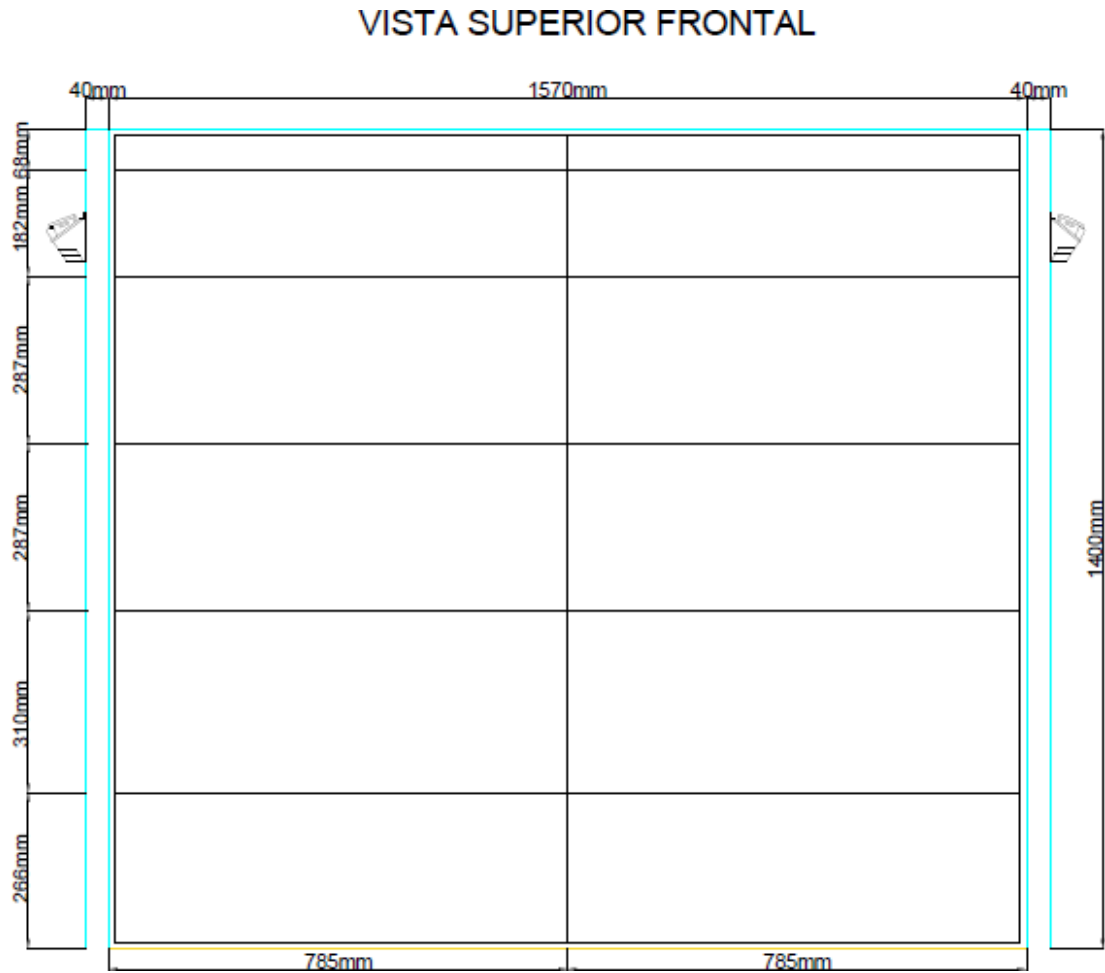


Nota: El plano detallado se encuentra en el Anexo B. Lámina 6.

Fuente: Elaboración propia

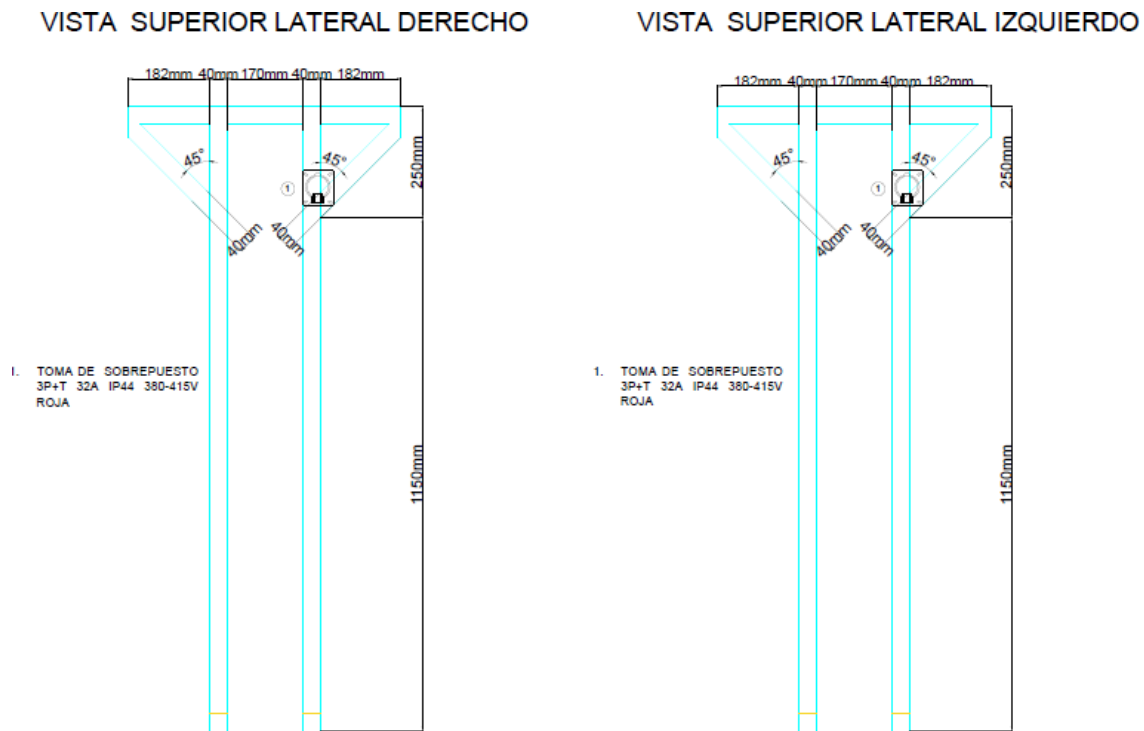
El diseño de la vista frontal del tablero se encuentra dividida en 5 filas verticales, donde la primera fila son dos planchas individuales, mientras que las restantes van en 4 planchas donde cada una abarca dos filas, dando un total de 6 planchas que conforman la base de los elementos del tablero.

Figura 6. Vista superior frontal del tablero.



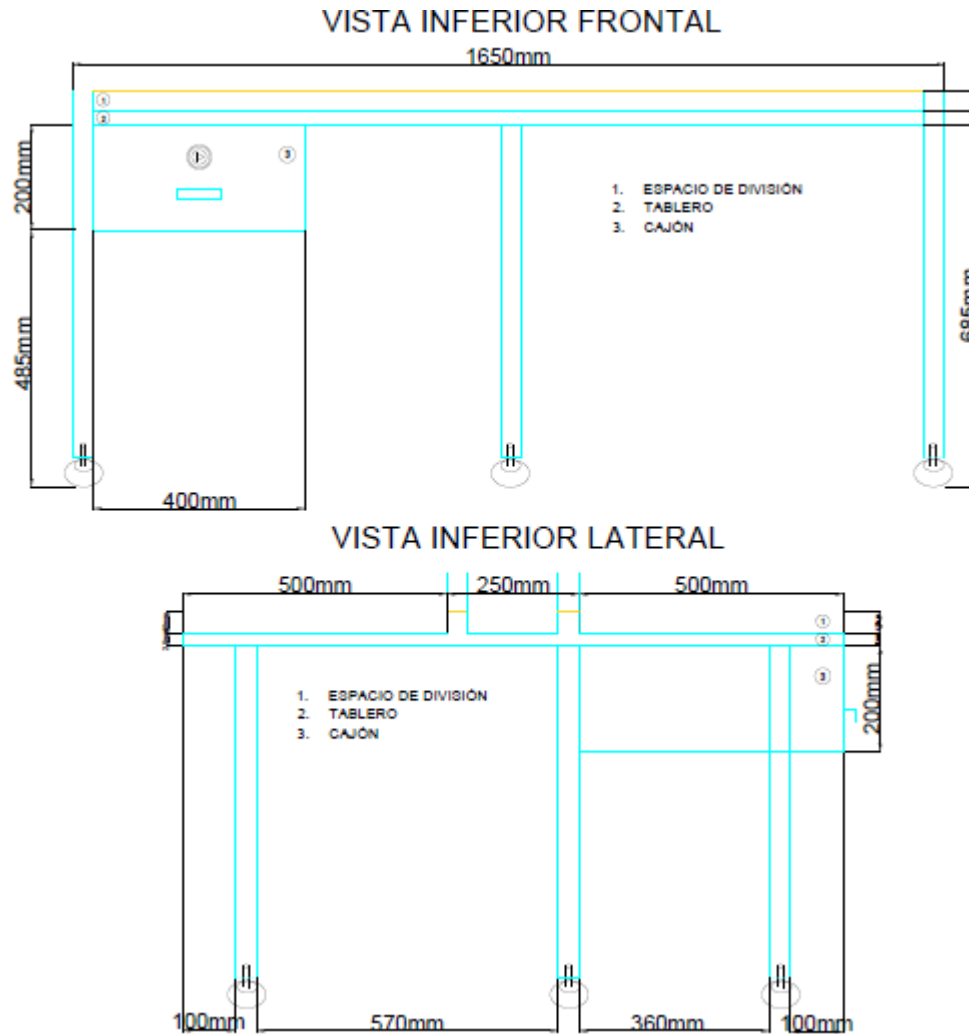
Fuente: Elaboración propia.

Vistas superiores laterales derecho e izquierdo respectivamente, cabe recalcar que debido a la altura total del módulo siendo de 2,15m, la zona de protecciones ha sido diseñada con una inclinación de 45° hacia el exterior que facilita el acceso a dicha zona.

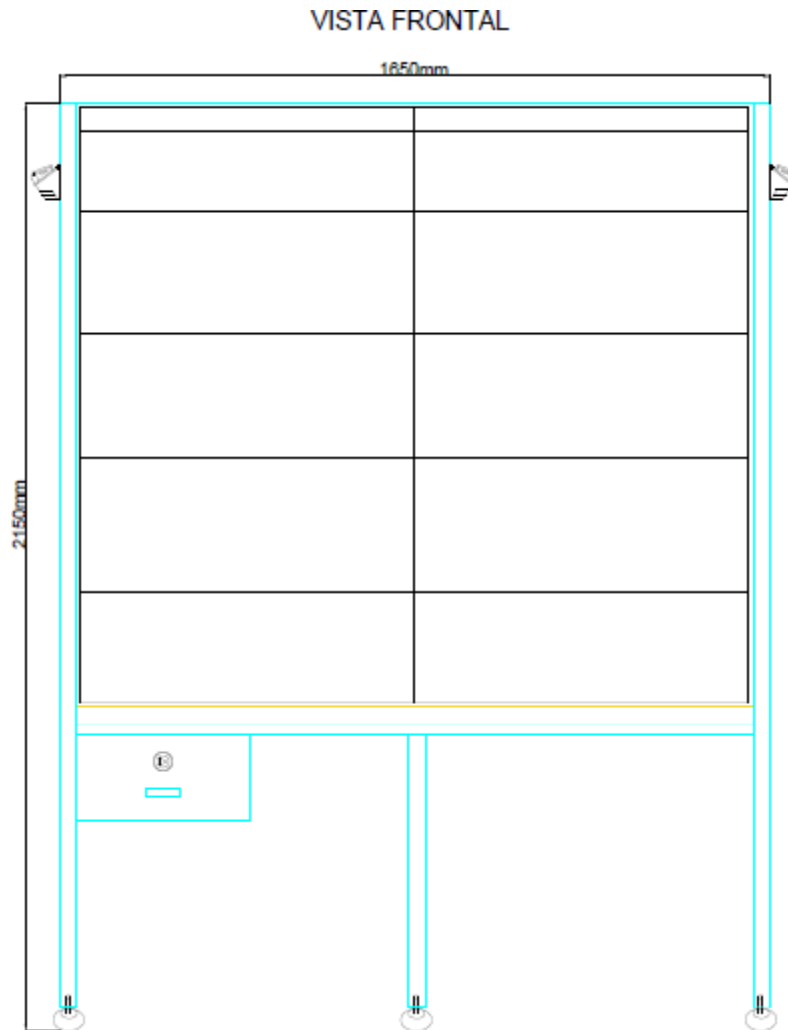
Figura 7. Vista superior lateral.

Fuente: Elaboración propia.

Vistas inferiores del módulo, se diseñó una mesa que sirva como soporte del módulo y área de trabajo para el usuario, se complementa con un cajón de acceso de un lado para guardar elementos adicionales del módulo ya sean cables, herramientas, etc. También se propone ruedas para facilitar la movilización del módulo.

Figura 8. Vistas inferiores del módulo.

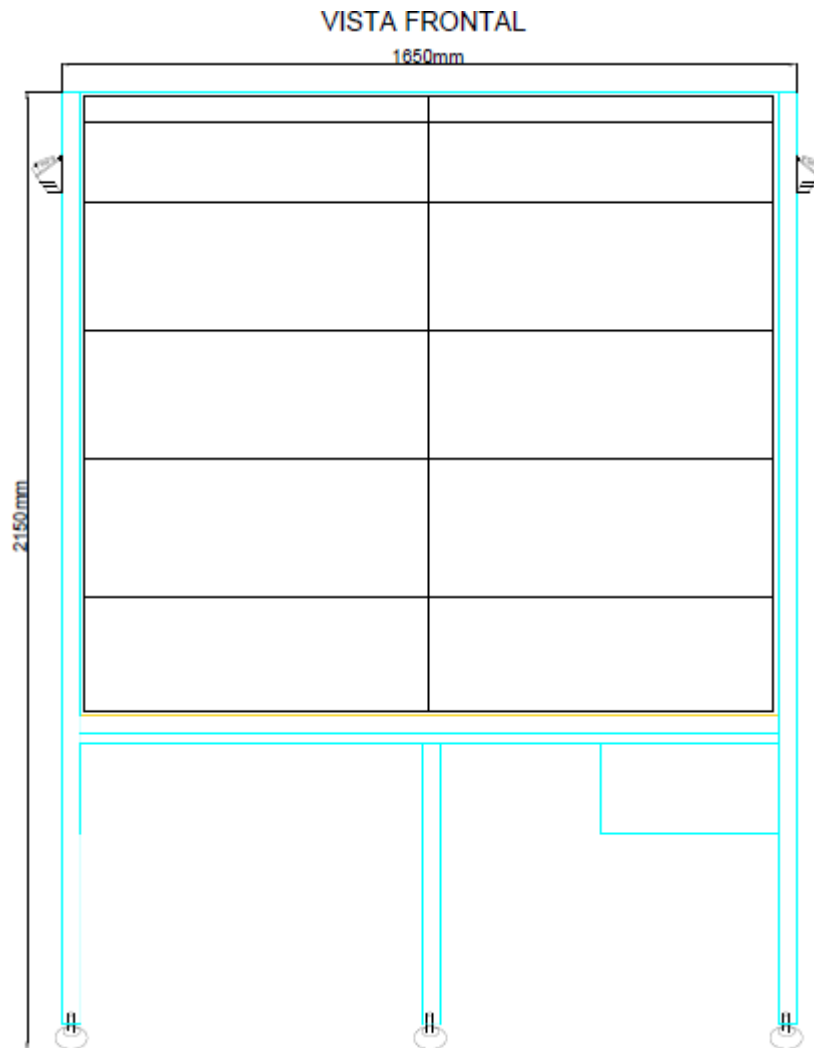
Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Vista frontal

Nota: Vista frontal módulo 1.

Fuente: Elaboración propia.

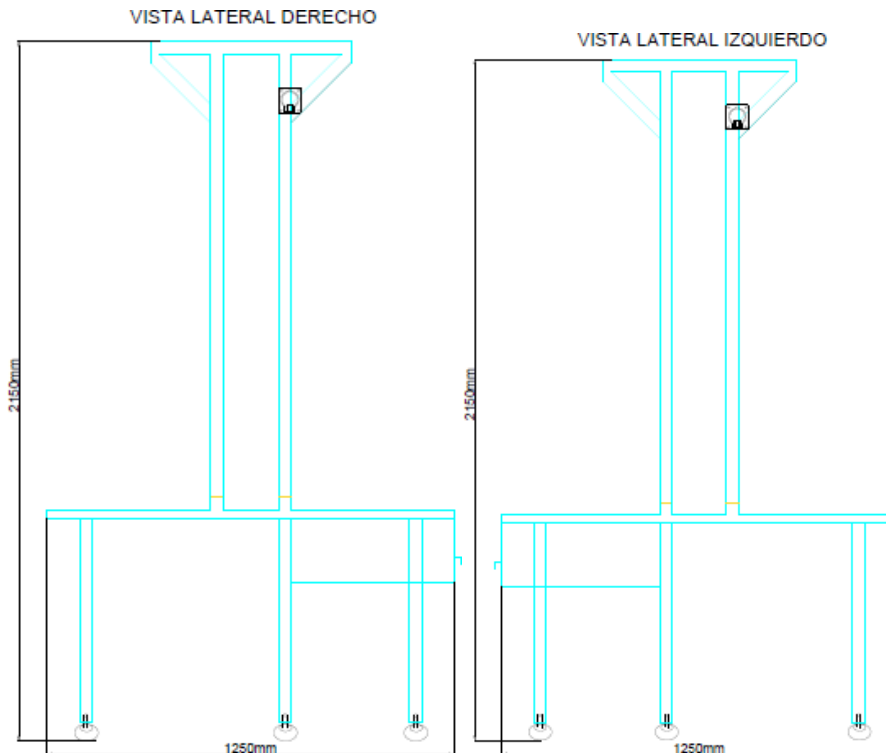
Vista general frontal del módulo 2.



Nota: Vista frontal módulo 2.

Fuente: Elaboración propia.

Vistas laterales generales del módulo.

Figura 10. Vistas laterales.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos con la elaboración del proyecto sobre diseño de módulo didáctico visual fueron los siguientes:

Se obtuvo el diseño de un módulo de entrenamiento visual para el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad, el cual se caracteriza por brindar una perspectiva completa de los equipos y accesorios utilizados, al igual que las diferentes conexiones, mejorando el diseño de los módulos existentes en el laboratorio, pasando de ser tableros cerrados a tableros abiertos que permitan la fácil visualización de sus componentes. Se obtuvieron planos que brindan una proyección funcional del módulo basándose en la normativa IEC 1082-1 enfocado a control eléctrico industrial. En base a la encuesta realizada a los estudiantes se pudo determinar que los mismos reconocen la diferencia entre un tablero convencional y un tablero visual considerando más factible el proceso de aprendizaje acerca de la asignatura de control eléctrico

a través de un módulo donde se pueda visualizar todos los componentes y su respectivo conexionado, mencionando que se sienten más cómodos en este tipo de módulos visuales para prácticas, donde se considera que la implementación de un diseño de tablero de prácticas visual es importante dentro del equipamiento del laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad.

Conclusión

Se fundamentó teórica y científicamente los módulos didácticos visuales de control eléctrico industrial bajo la normativa IEC a la hora de utilizar simbología y en base a la normativa INEN con respecto a dibujo técnico, pudiendo realizar un diseño basado en los estándares dentro del campo electrotécnico. La realización del diseño de módulos de entrenamiento visuales de control eléctrico para el laboratorio de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila será una herramienta a la hora de realizar una futura implementación de los módulos proyectados, que debido a su facilidad de ejecución y comprensión puede ser puesto en marcha por los mismos estudiantes de la carrera, a fin de fortalecer el equipamiento que se tiene en el laboratorio.

Se obtuvo el diseño del módulo didáctico visual acorde a las necesidades requeridas, donde el principal punto fuerte del mismo es la fácil visualización de todos los componentes y sus conexiones, que beneficiara a los docentes y estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje acerca de control eléctrico, donde el estudiante puede desenvolverse mientras conoce los elementos reales con su respectiva simbología. Se elaboraron los respectivos planos de las distintas vistas de los tableros propuestos que proporcionan una proyección de los

mismos, a fin de brindar un diseño confiable que cumpla con los estándares planteados. Pudiendo adquirir conocimientos en diseño de módulos para un entorno real, considerando dificultades como lo son la movilización del módulo, posicionamiento del mismo dentro del espacio designado y funcionalidad. Se estima que el costo de construcción del presente proyecto se aproxima a los \$2500, siendo el costo de la estructura de \$700 aproximadamente, y \$1800 el costo de equipos, materiales y accesorios adicionales. Los valores son aproximados y pueden variar de acuerdo a los proveedores disponibles, además no se considera IVA en los valores presentados.

Referencias

- Cardozo, C. (2011). *Diseño y construcción de un tablero de control* (Vol. 16) [Universidad Pontificia Bolivariana]. http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_21151.pdf
- Castro, K. (2013). *Diseño y construcción de un dispositivo para probar fusibles en redes de distribución* [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2927/1/108T0070.pdf>
- Dewesoft. (2020, April 9). *¿Qué es un Sensor y Qué Hace?* . <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-un-sensor>
- Eicos. (n.d.). *¿Qué es un Sensor de Nivel?* Retrieved September 25, 2021, from <http://www.eicos.com/datos-tecnicos/que-es-un-sensor-de-nivel/>
- Guano, J., & Baquero, D. (2021). *Tableros de Control Eléctrico*. Instituto Superior Tecnológico Tsáchila.
- INEN. (1989). *Código de dibujo técnico mecánico* (Vol. 003). https://www.academia.edu/9583038/CPE_INEN_003_Código_de_dibujo_técnico_mecánico
- Interempresas. (2019). *¡Controladores lógicos inteligentes Siemens Logo! 8 - Electrónica - Controladores lógicos inteligentes*. <https://www.interempresas.net/Electronica/FeriaVirtual/Producto-Controladores-logicos-inteligentes-Siemens-LOGO-8-129784.html>
- J Casas, Repullo Labrador, D. C. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8). [https://doi.org/10.1016/s0212-6567\(03\)70728-8](https://doi.org/10.1016/s0212-6567(03)70728-8)

- Omega Spectris Inc. (n.d.). *La Importancia de la Instrumentación*. Retrieved September 25, 2021, from <https://cl.omega.com/prodinfo/instrumentacion.html>
- Ordóñez, D., & Resabala, V. (2020). *Control eléctrico industrial* (Issue July). Editorial Academia Española.
https://www.researchgate.net/publication/342902311_CONTROL_ELECTRICO_INDUSTRIAL
- Otero, A. (2018). Enfoques de investigación. *Revista de Educación*, August.
https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION
- Ramos, C. (2020). Los Alcances de una investigación. *CienciaAmérica*, Vol.9(marzo).
<https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Robotronik. (2021a). *Relé Temporizador Off Delay | Control Industrial - My Robotronik*.
<https://www.myrobotronik.com/blog/control-industrial/rele-temporizador-off-delay/>
- Robotronik. (2021b, May 5). *Relé Temporizador On Delay | Control Industrial - My Robotronik*.
<https://www.myrobotronik.com/blog/control-industrial/rele-temporizador-on-delay/>
- Russell, D. (n.d.). *Interruptor Magnetotermico. Electromagnetismo | Electricidad*. Retrieved September 1, 2021, from <https://es.scribd.com/document/478668682/Interruptor-Magnetotermico>
- Siemens. (n.d.-a). *Ampliación Siemens LOGO! AM2 - 6ED1055-1MA00-0BA2*. Retrieved September 25, 2021, from <https://siemenslogo.com/modulos-de-expansion-siemens-logo-8-entradas-salidas/39-ampliacion-siemens-logo-am2-6ed1055-1ma00-0ba2-4034106029517.html>
- Siemens. (n.d.-b). *¡Ampliación Siemens LOGO! AM2 RTD - 6ED1055-1MD00-0BA2*. Retrieved September 25, 2021, from <https://siemenslogo.com/modulos-de-expansion-siemens-logo-8-entradas-salidas/41-ampliacion-siemens-logo-am2-rtd-6ed1055-1md00-0ba2-4034106029524.html>
- Siemens Logo. (n.d.). *¡Ampliación Siemens LOGO! DM16 24R - 6ED1055-1NB10-0BA2*. Retrieved September 25, 2021, from <https://siemenslogo.com/modulos-de-expansion-siemens-logo-8-entradas-salidas/43-ampliacion-siemens-logo-dm16-24r-6ed1055-1nb10-0ba2-4034106029500.html>
- Técnicas de Estudio*. (n.d.). Retrieved September 15, 2021, from <https://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion38.htm>
- Telemecanique, & IEC. (2013). *Estandarización de Esquemas*. http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia/Telesquemario-simbolos_electrotecnia.pdf