

# MESA DE TRABAJO PARA EL MECANIZADO DE TABLEROS DE CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS PARA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS TÉCNICAS

## WORKBENCH FOR THE MACHINING OF ELECTRICAL MOTOR CONTROL PANELS FOR THE ACQUISITION OF TECHNICAL SKILLS.

Hernández Antemate Rigoberto<sup>1</sup>, Olvera Torres Fabiola<sup>2</sup>

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i1.355>

<sup>1</sup> Maestro en Competencias Docentes. Tecnológico Nacional de México campus Atlixco. Departamento de Ingeniería Electromecánica. rigoberto.hernandez@itsatlixco.edu.mx. Tel: 244 446 2212/244 446 2214 C. Heliotropo 1201, Vista Hermosa, 74210 Atlixco, Pue. <https://orcid.org/0009-0003-9956-2483>

<sup>2</sup> Maestra en Gestión e Innovación Tecnológica. Tecnológico Nacional de México campus Atlixco. Departamento de Ingeniería Industrial. fabiola.olvera@itsatlixco.edu.mx. Tel: 244 446 2212/244 446 2214 C. Heliotropo 1201, Vista Hermosa, 74210 Atlixco, Pue.

**Resumen** -- El mundo laboral exige un perfil profesional diferente al tradicional. Por ello, es crucial preparar estudiantes en ingeniería aptos para enfrentar desafíos y con las competencias técnicas necesarias para resolverlos. Una forma efectiva de lograrlo es mediante la aplicación de metodologías activas en su proceso de formación, para favorecer el aprendizaje práctico y el desarrollo de competencias técnicas, mejorar significativamente la comprensión y retención del conocimiento, al tiempo que desarrolla habilidades esenciales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración [1].

Este trabajo describe el diseño de un prototipo didáctico para el mecanizado de tableros de control, pensado como una herramienta para la simulación de procesos de automatización industrial. En la primera etapa, se utiliza el software SolidWorks para modelar las piezas que componen el prototipo. En la segunda etapa, se lleva a cabo la construcción del prototipo, y en la tercera, se diseñan las actividades para su implementación.

El resultado es un espacio adecuado que facilita el desarrollo de competencias técnicas en el ensamblaje de tableros de control para procesos de automatización industrial. Además, incrementa los recursos técnicos disponibles en el laboratorio de prácticas, ofreciendo una nueva opción para realizar actividades de laboratorio en las asignaturas relacionadas con automatización industrial.

**Palabras Clave:** Automatización, competencias técnicas, control eléctrico, diseñar, prácticas, prototipo didáctico.

**Abstract** -- The world of work demands a different professional profile than the traditional one. Therefore, it is crucial to prepare engineering students who are capable of facing challenges and have the technical skills necessary to solve them. An effective way to achieve this is through the application of active methodologies in their

training process to promote practical learning and the development of technical skills, significantly improving the understanding and retention of knowledge, while developing essential skills such as problem solving, critical thinking and collaboration [1].

This work describes the design of a didactic prototype for the machining of control panels, conceived as a tool for the simulation of industrial automation processes. In the first stage, SolidWorks software is used to model the parts that make up the prototype. In the second stage, the construction of the prototype is carried out, and in the third, the activities for its implementation are designed.

The result is an adequate space that facilitates the development of technical skills in the assembly of control panels for industrial automation processes. In addition, it increases the technical resources available in the practical laboratory, offering a new option for carrying out laboratory activities in subjects related to industrial automation.

**Key words** – Automation, technical skills, electrical control, design, practices, educational prototype.

### INTRODUCCIÓN

En el contexto industrial, las competencias que desarrollan los ingenieros electromecánicos requieren una base teórica sólida y una buena práctica, estudios previos han demostrado que el aprendizaje basado en la práctica y las nuevas metodologías buscan potenciar el desarrollo de competencias como: el aprender a aprender, organizar y planificar, analizar y sintetizar, aplicar los conocimientos [2-3].

Los laboratorios de prácticas juegan un papel muy importante en la adquisición de competencias, ya que proporcionan el ambiente y las características necesarias para preparar situaciones didácticas donde el estudiante

aprende extrapolando la teoría a la práctica, con la cual se consigue un 75% del aprendizaje [4].

En este sentido, actualmente en las Instituciones de Educación Superior en México, se menciona que, debido a la falta de equipo adecuado, los experimentos no siempre se llevan a cabo por la ausencia de equipos de laboratorio, generada por su insuficiencia y el alto costo de adquisición de los mismos [5]. Para abordar la problemática identificada, se propone el diseño de una mesa de trabajo que ofrezca un espacio adecuado para el mecanizado de tableros de control de motores eléctricos, cuya función es simplificar las tareas al minimizar la carga de trabajo y la intervención humana [6].

Este diseño y posterior construcción, tiene como objetivo contribuir al desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes de Ingeniería Electromecánica con especialidad en automatización industrial del Tecnológico Nacional de México campus Atlixco, mediante la creación de situaciones didácticas reales y prácticas. El uso de proyectos reales permite que los usuarios investiguen en directo, y trabajen en equipo colaborativo y heterogéneo, pues involucra a sus compañeros, docentes y personal de apoyo a la educación [7]. Además, se busca ampliar los recursos técnicos disponibles en el laboratorio de eléctrica y electrónica, mejorando así las oportunidades para la realización de prácticas de laboratorio.

## DESARROLLO

La mesa de trabajo para el mecanizado de tableros de control de motores se desarrolla en los laboratorios de mecánica, eléctrica y electrónica del Tecnológico Nacional de México campus Atlixco, su uso primordial está enfocado en las materias de automatización industrial que se imparten en Ingeniería Electromecánica. La automatización es el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas [8].

La metodología empleada en el desarrollo del prototipo consiste en identificar el objetivo del mismo, el cual está enfocado en adquirir/mejorar las competencias técnicas de los usuarios en el ensamble de tableros de control de motores eléctricos de Ingeniería Electromecánica impartida en el TecNM campus Atlixco. Las competencias técnicas describen lo que las personas tienen que saber (conocimientos) y saber hacer (habilidades) para desempeñar sus funciones de manera efectiva según los estándares y niveles de calidad establecidos [9].

Posterior a esto se realiza el análisis del usuario al que está dirigido (profesores, alumnos, usuarios en formación continua, etc.) se toma en cuenta sus necesidades y preferencias, también se considera el contexto en el que se utilizará el prototipo didáctico y las competencias

técnicas que las empresas solicitan para el área de ensamble de tableros de control.

De acuerdo a esto, en el diseño del prototipo se sugiere contar con un área de trabajo suficiente y adecuada para realizar la sujeción de canaleta y riel DIN de varios tamaños para ensamblar tableros, tener la capacidad de modificar la inclinación del área de trabajo para permanecer sentado o de pie y por último modificar la altura de la mesa para adecuarse a distintos usuarios.

Se realiza la revisión de literatura y se fundamenta teóricamente mediante estudios previos sobre proyectos similares desarrollados en Instituciones de Educación Superior, todos estos enfocados en desarrollar beneficios para los usuarios al elaborar prototipos didácticos para la enseñanza de las competencias asociadas con su área de especialidad:

- Se propone el diseño de un tablero didáctico basado en un controlador lógico programable PLC S7-1200 Siemens (lo más parecido a un tablero de control en la industria), para considerar el involucramiento de los estudiantes en las múltiples formas de automatización existentes, apegándose a un plan de estudio de 70 % práctica y 30 % teoría [10].

- Diseñar y construir un tablero didáctico de conexiones eléctricas que involucre el uso de relevadores electromecánicos a partir de proporcionar ejemplos de aplicación que sirva de apoyo para realizar prácticas de laboratorio (trabajo experimental) [11].

- Diseñar y construir un equipo de entrenamiento didáctico en sistemas electroneumáticos para el laboratorio de automatización de la Carrera de Mecánica Industrial de la Facultad de Tecnología de la UMSA, mediante módulos eléctricos, electroválvulas y otros, para brindar herramientas educativas a los estudiantes para que, por medio de la práctica enfrente los problemas y situaciones más comunes que se deberán solucionar una vez ingrese a la práctica real [12].

- Elaborar un prototipo de laboratorio para pruebas de plegado de chapa neumática, mediante la configuración del control de movimiento de un sistema electroneumático (modelado y simulado en el software FluidSim), construido físicamente utilizando componentes neumáticos y eléctricos controlados por PLC, para la comprensión y educación significativa de los estudiantes sobre el funcionamiento de sistemas similares en la industria [13].

El diseño del prototipo didáctico se realiza en SolidWorks, software de dibujo asistido por computadora (CAD) utilizado en el diseño mecánico para realizar modelos en 3D (piezas y ensamblajes). El Diseño Asistido por Computadora consiste en la aplicación de programas utilizando un ordenador con la finalidad de

crear, modificar, analizar, optimizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales y tridimensionales de objetos reales o en proyecto [14].

Con el diseño previo se construirá el prototipo educativo, los materiales utilizados para el mecanizado del prototipo didáctico se muestran en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Material utilizado para la construcción del prototipo.

Material	Características	
	Descripción	Cantidad
Tubo PTR	Acero al carbono estructural PTR (perfil tubular rectangular) cuadrado 38 × 38 mm espesor 3.18 mm largo 6 m	1
Tubo PTR	Acero al carbono estructural PTR (perfil tubular rectangular) cuadrado 31.75 × 31.75 mm espesor C – 16 (1.6 mm) largo 6 m	1
Electrodo infra	Electrodo infra AWS E 6013 diametro 3.2 mm	1 kg
Discos de corte	Disco de corte metal Bosch 115 × 22.23, grosor 1 mm	4
Disco laminado	Disco laminado para metal DeWalt 115 × 22.23 G80 para metales, acero al carbón	4
Platina	Platina de 1000 × 700 mm espesor 3.18 mm	1

Fuente. Elaboración propia (2024)

### Etapas del proceso de diseño

La mesa de trabajo está dividida en tres etapas principales:

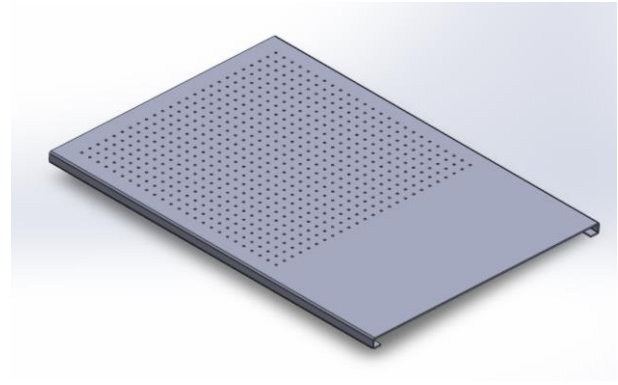
- 1.- Placa metálica perforada, es el área de trabajo, se consideran las características constructivas de un restirador de dibujo para realizar el diseño.
- 2.- Placa que une la estructura soporte con la platina perforada (soportes ajustables izquierdo-derecho para inclinación del área de trabajo).
- 3.- Estructura de acero (base), diseñada para soportar el peso del área de trabajo, equipada con cuatro ruedas para facilitar el desplazamiento del prototipo en el laboratorio y frenos para evitar movimientos innecesarios.

#### 1.- Placa metálica perforada (área de trabajo)

En la Figura 1 se observa una placa metálica perforada, esta es la superficie de trabajo, fabricada en acero galvanizado que ofrece una base rígida y duradera, tiene un espesor de 3.175 mm y es resistente a la corrosión, lo que la hace comúnmente utilizada en entornos industriales.

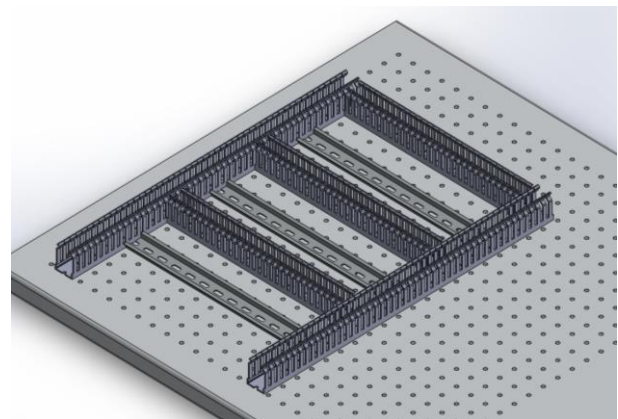
Las dimensiones son 700 mm de ancho y 1000 mm de largo, con un área perforada de 600 x 600 mm, en la

Figura 2 se observa el área destinada para la colocación de los elementos del tablero de control, riel DIN y canaleta perforada.



**Figura 1.** Platina perforada  
Fuente. Elaboración propia (2024)

Los agujeros roscados tienen una separación de 25 mm entre cada uno de ellos, la placa metálica proporciona el espacio de trabajo necesario para ensamblar tableros de control eléctrico.



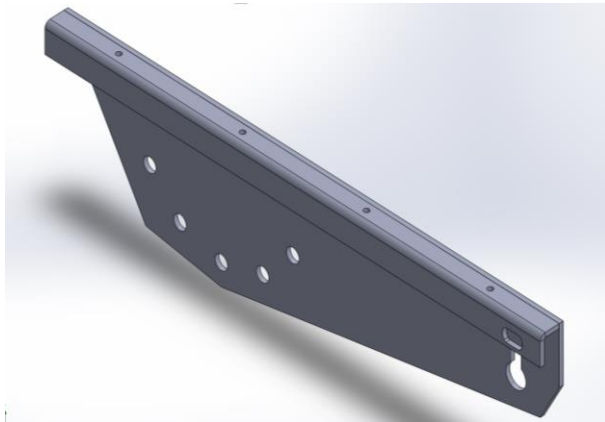
**Figura 2.** Platina perforada, canaleta y riel DIN.  
Fuente. Elaboración propia (2024)

En ella se colocará el equipo de mando y control, los cuales van montados en riel DIN de 35 X 7.5 mm, espesor de 1.5 mm y de longitud variable, color blanco. Los conductores eléctricos se organizarán/protegerán en canaleta ranurada de PVC rígido color gris, sistema autodeslizante con huecos en los lados de la canaleta para facilitar su corte, de altura y ancho variable (de acuerdo al número de conductores). El riel DIN y la canaleta se sujetarán a la platina mediante tornillos metálicos galvanizados para una mayor durabilidad y protección por oxidación y corrosión.

#### 2.- Soportes ajustables

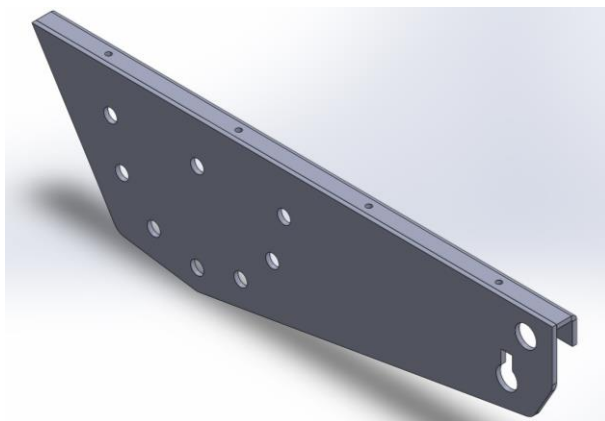
La Figura 3 muestra el diseño de la pieza derecha que conecta a la platina perforada con la estructura de soporte (base) mediante 4 tornillos hexagonales M4-0.7 grado 8.8 con acabado negro natural, en la parte superior de la pieza

se encuentran cuatro agujeros roscados para alojar a los tornillos. Esta pieza metálica, fabricada en acero galvanizado de 3.185 mm de espesor, es esencial en el prototipo didáctico, ya que permite ajustar la inclinación del área de trabajo.



**Figura 3.** Soporte ajustable (derecha)  
**Fuente.** Elaboración propia (2024)

En la Figura 4 se muestra el diseño de la pieza izquierda donde se observan una serie de perforaciones circulares distribuidas en forma de arco sobre la superficie de la placa, lo que posibilita realizar el cambio de múltiples posiciones de ajuste según las necesidades del usuario. Estas perforaciones ofrecen un soporte firme y actúan como anclajes para asegurar la estabilidad de la superficie de trabajo.

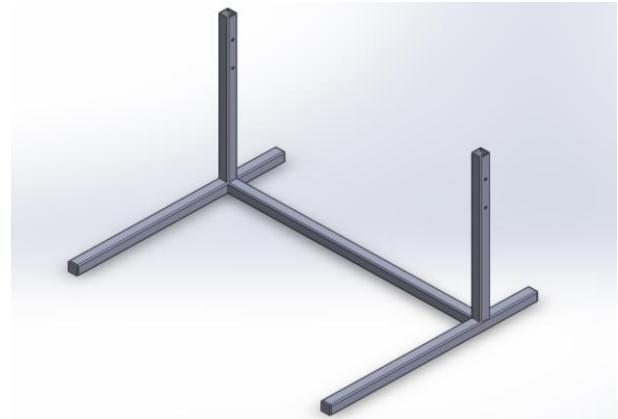


**Figura 4.** Soporte ajustable (izquierda)  
**Fuente.** Elaboración propia (2024)

### 3.- Estructura soporte de acero (base)

La base del prototipo didáctico está formada por dos piezas distintas, la primera se observa en la Figura 5, es el soporte principal para la estructura, está fabricada en perfil tubular rectangular (PTR) de acero al carbono de  $38 \times 38 \text{ mm}$  con espesor  $C - 16$  (1.6 mm). La estructura tiene un largo de 985 mm, ancho 800 mm y alto total de 870 mm (incluida la altura de las ruedas).

En la Figura 6 se muestra la segunda pieza, tiene la función de regular la altura del área de trabajo. Su diseño incluye una serie de perforaciones ubicadas en los laterales de la estructura, que permiten ajustar la altura del área de trabajo a distintos niveles, incrementando hasta 400 mm la altura total.



**Figura 5.** Estructura de soporte (base)  
**Fuente.** Elaboración propia (2024)

Esta pieza está fabricada en perfil tubular rectangular (PTR) de acero al carbono, con dimensiones de  $31.75 \times 31.75 \text{ mm}$  y un espesor  $C - 16$  (1.6 mm). La estructura tiene un ancho de 985 mm y una altura de 740 mm.



**Figura 6.** Estructura para modificar altura  
**Fuente.** Elaboración propia (2024)

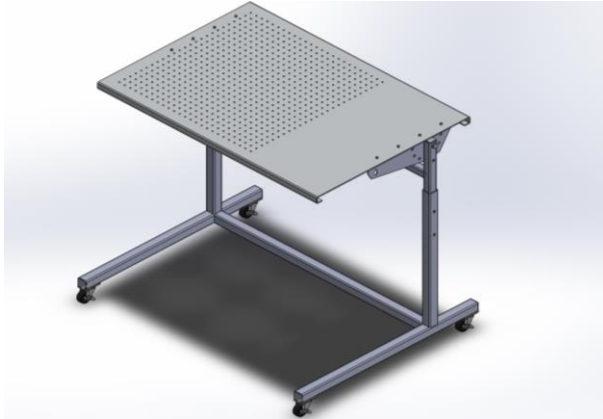
Los perfiles PTR son adecuados para aplicaciones a largo plazo, además, por su alta resistencia mecánica pueden soportar grandes cargas, lo que garantiza que el prototipo didáctico será robusto y capaz de soportar el desgaste diario sin dejar de ser funcional.

### DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La Figura 7 muestra el diseño de la mesa de trabajo realizado en el software CAD SolidWorks, desarrollado tomando en cuenta las recomendaciones realizadas. El prototipo didáctico ofrece un espacio para ensamblar

tableros de control de hasta 600 x 600 mm, de acuerdo al conjunto de perforaciones hechas en el área de trabajo.

Esta característica hace más sencilla la instalación de equipos al no tener que realizar perforaciones adicionales, reduciendo el tiempo de ensamblado. El espacio ha sido diseñado para ser compatible con tamaños comercialmente disponibles de diversas marcas de fabricantes de envoltentes (gabinetes).



**Figura 7.** Diseño mesa de trabajo  
**Fuente.** Elaboración propia (2024)

La Tabla 2 presenta una comparación de tres marcas especializadas en la fabricación de envoltentes (puerta ciega y placa de montaje), información extraída de sus respectivos catálogos de fabricante. Disponer de un espacio amplio de trabajo permitirá a los usuarios replicar procesos complejos que involucren más equipo y consideraciones extra en el armado de tableros de control para motores eléctricos, apegados a procesos reales de trabajo.

**Tabla 2.** Comparación: dimensiones en envoltentes.

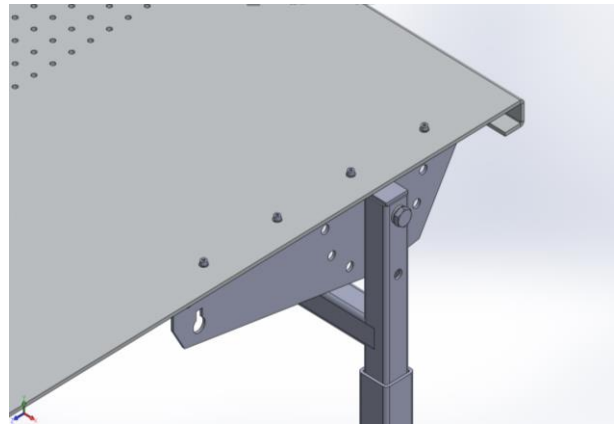
Marcas					
Schneider		Rittal		ABB	
Alto (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)
200	200	150	150	300	200
	300	200	200		300
250	200	300	150	400	400
300	250		200		300
	300		300		380
400	400	380	380	500	300
	300	400	200	600	400
	400		300		400
500	600	500	200	600	600
	400	600	300		
600	400				

	500		
	600		

**Fuente.** Elaboración propia (2024)

Los usuarios podrán desarrollar o reforzar competencias técnicas al reproducir repetidamente situaciones que les permitan: planear y organizar, ejecutar técnicamente, supervisar y controlar la calidad de los proyectos en el ensamblaje de tableros de control eléctrico.

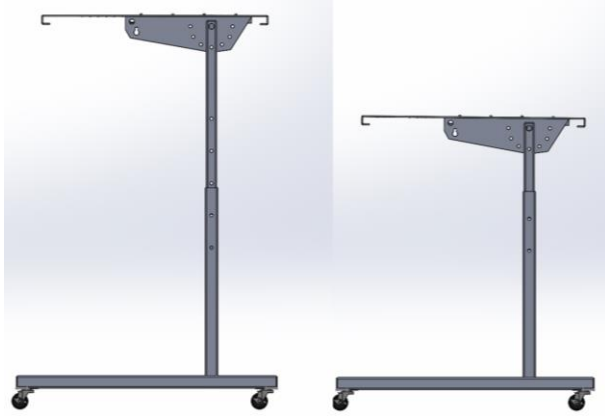
La Figura 8 muestra el mecanismo que permite ajustar la inclinación del área de trabajo, brindando al usuario la posibilidad de adaptarla a un ángulo más cómodo. Esto ayuda a reducir el cansancio físico, mejorar la concentración y, en consecuencia, hacer más efectivo el aprendizaje.



**Figura 8.** Mecanismo cambio de inclinación  
**Fuente.** Elaboración propia (2024)

Gracias a este diseño, la mesa puede adaptarse a diversas configuraciones y al tipo de tarea que se realice, como el ensamblaje de tableros, conexiones eléctricas, montaje de equipos o la detección de fallas. Cada usuario podrá modificar la inclinación de la mesa de trabajo de acuerdo a sus preferencias o necesidades físicas.

La Figura 9 muestra la modificación realizada en la estructura para aumentar la altura del prototipo, puede ajustarse gradualmente hasta 400 mm, pasando de 870 mm a una altura aproximada de 1200 mm.



**Figura 9.** Mecanismo cambio de altura

**Fuente.** Elaboración propia (2024)

Esto permite a los usuarios adaptar el prototipo a sus necesidades físicas, logrando una postura cómoda y evitando la fatiga muscular durante largos periodos de uso, lo que contribuye a una experiencia de aprendizaje más satisfactoria que motiven a los usuarios hacia el aprendizaje y les ayuden a adquirir habilidades cognitivas que les resultarán valiosas durante toda su vida [15].

La mesa está diseñada para adaptarse a las preferencias del usuario, permitiendo trabajar tanto de pie como sentado según su comodidad. Su altura e inclinación ajustables facilitan la realización de demostraciones prácticas en el aula de clases (sobre el funcionamiento de los procesos simulados), brindando a los estudiantes una mejor visibilidad de los elementos de control y su interacción en el proceso del control de motores eléctricos.

Las adecuaciones realizadas al área de trabajo del prototipo didáctico están enfocadas en mejorar la funcionalidad de la mesa, hacer más eficiente el proceso educativo, reforzar y adquirir competencias técnicas, así como fomentar una experiencia de aprendizaje más enriquecedora. En este sentido, se propone un conjunto de actividades que los usuarios deberán realizar para complementar y profundizar dicha experiencia.

La secuencia de actividades que se realizan al trabajar en el prototipo didáctico se enfoca en la adquisición de diversas competencias que se agrupan de acuerdo a tres categorías relevantes para el proceso educativo: planeación y organización, ejecución técnica, supervisión-control de calidad en los proyectos de ensamble de tableros de control de motores.

La Tabla 3 presenta las actividades propuestas para desarrollar el primer grupo de competencias: planeación y organización. Estas actividades están orientadas al desarrollo de habilidades para la resolución de problemas mediante el análisis, la planeación y la organización del proceso. En esta etapa, también se busca estructurar de manera lógica las tareas a realizar antes de iniciar el ensamble del tablero.

**Tabla 3.** Grupo uno de competencias.

Planeación y organización	
Planeación	Documentación
Diseño e interpretación de diagramas de control y fuerza.	Elaboración de diagramas, planos de montaje y lista de materiales.
Selección de componentes eléctricos adecuados (contactores, relés, interruptores, etc.).	Guías de instalación de componentes para el tablero de control.
Cálculo de circuitos eléctricos para determinar capacidad de cables, protecciones, etc.	Redacción de informes técnicos.
Diseño físico del tablero (layout): 2D y 3D	Elaboración de los manuales de operación y mantenimiento.

**Fuente.** Elaboración propia (2024)

La Tabla 4 muestra las actividades que están enfocadas a desarrollar al segundo grupo de competencias: ejecución técnica. Estas buscan la aplicación de los conocimientos teóricos en la práctica, el uso de herramienta, instalación de equipo y el uso de normativa vigente en el ensamble de tableros.

**Tabla 4.** Grupo dos de competencias.

Ejecución técnica	
Preparación del área de trabajo y revisión de materiales, herramienta y equipo para el ensamble.	Instalación de componentes eléctricos.
Identificación y etiquetado de cables y equipo eléctrico.	Cableado de circuitos de acuerdo a los diagramas eléctricos.
Prueba de cada uno de los componentes del tablero.	Programación de PLC's.
Integración de sensores.	Pruebas de funcionamiento.

**Fuente.** Elaboración propia (2024)

La Tabla 5 muestra las actividades para promover el tercer grupo de competencias: supervisión y control de la calidad, estas actividades buscan la combinación de conocimientos teóricos y experiencia práctica aplicados en la resolución de problemas. En este momento el usuario ha trabajado constantemente los dos grupos de actividades anteriores y ha reunido las habilidades necesarias para poder detectar y corregir posibles errores en el ensamble del tablero, esto a través del monitoreo continuo del proceso.

Referente al control de la calidad, los usuarios pueden adquirir la habilidad para realizar inspecciones detalladas al tablero de control con el fin de verificar que las conexiones eléctricas, componentes, ensamble, etc.,

cumplan con las especificaciones técnicas y normas vigentes.

**Tabla 5.** Grupo tres de competencias.

Supervisión y control de calidad	
Diagnóstico de fallas en el tablero eléctrico.	Supervisión del ensamblaje.
Corrección de errores o defectos durante el ensamble.	Inspección de conexiones eléctricas (terminales apretados correctamente).
Pruebas al tablero de control: simulación de fallas.	

**Fuente:** Elaboración propia (2024)

Al supervisar y controlar la calidad de los tableros, el usuario puede detectar problemas durante todo el proceso de ensamble y aplicar decisiones efectivas para la resolución, garantiza la seguridad del operador y la calidad del producto final.

En los resultados obtenidos se puede observar que el prototipo didáctico ofrece un espacio de trabajo adecuado para el ensamble de tableros de control, se hace énfasis en la funcionalidad y la capacidad del prototipo para propiciar el aprendizaje significativo. La inclusión de metodologías activas en el proyecto, favorece el aprendizaje práctico y el desarrollo de competencias técnicas, así como el incremento de herramientas para la realización de prácticas, la importancia del uso de prototipos didácticos con diseños propios se resalta en la investigación de [16], donde se invita a la comunidad a desarrollar sus propios prototipos considerando los procesos de ingeniería, nuevas metodologías y, sobre todo, el impacto en el medio ambiente y la satisfacción del usuario.

El prototipo tiene la capacidad de facilitar la disposición adecuada de los elementos de control necesarios para el ensamble del tablero: canaleta, riel DIN, contactores, temporizadores, relés, etc. Las perforaciones en el área de trabajo permiten colocar la canaleta y el riel DIN sin necesidad de hacer más adecuaciones; sobre ellos se ajustan los demás equipos de control y el cable para realizar las conexiones eléctricas. En la investigación realizada por [17], menciona la importancia del diseño y la implementación del riel DIN y las canaletas que conforman a la estructura metálica, está orientada para implementar los circuitos eléctricos por medio de la distribución de los elementos de maniobra y protección.

La adquisición de competencias en contextos educativos se ve fortalecida por el uso de metodologías prácticas, como por ejemplo el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el uso de prototipos didácticos. Esto se alinea con lo que destaca [18] en su investigación, quien subraya la importancia de la práctica constante en entornos controlados, ya que los prototipos permiten simular

escenarios profesionales y preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en su futura carrera.

## CONCLUSIONES

Con el diseño y la construcción del prototipo didáctico de la mesa de trabajo para el mecanizado de tableros de control, se ha logrado cumplir el objetivo principal: proporcionar un espacio adecuado que facilite el desarrollo de competencias técnicas en el ensamble de tableros de control para procesos de automatización industrial.

El prototipo didáctico no solo incrementa los recursos técnicos disponibles para las prácticas en el laboratorio de Eléctrica y Electrónica del TecNM, campus Atlixco, sino que también facilita el desarrollo de competencias técnicas a través de la creación de situaciones didácticas que simulan condiciones industriales reales. Esta herramienta funcional permite a los usuarios aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, transformando el aprendizaje en una experiencia práctica y directa en áreas clave como la automatización de procesos, el control de motores eléctricos y el mecanizado de tableros de control.

El diseño del prototipo didáctico cuenta con los requisitos técnicos para realizar el ensamble de tableros de control, dispone de un área de trabajo suficiente para esta función y se complementa con la opción para inclinar y modificar la altura del área de trabajo para mejorar la interacción con el equipo eléctrico. El uso del prototipo fomenta el aprendizaje dinámico y aplicado bajo un contexto industrial, promueve la adquisición de habilidades prácticas y técnicas mediante la participación de los usuarios en actividades que simulan procesos relacionados con el control de motores y automatización, mejorando la comprensión en estos temas.

La mesa de trabajo no solo es una herramienta funcional destinada únicamente para los usuarios del TecNM campus Atlixco, sino que es una opción que se encuentra disponible para instituciones hermanas con necesidades similares, con este proyecto se busca también fortalecer la colaboración entre distintas instituciones educativas y de capacitación para compartir conocimientos e infraestructura.

El prototipo didáctico ofrece un enfoque metodológico interactivo, se apoya en técnicas como el aprendizaje basado en proyectos y la resolución de problemas. Esta herramienta optimiza las prácticas de laboratorio mejorando la formación técnica, haciendo a los usuarios más competitivos en el contexto laboral. La implementación de esta herramienta didáctica facilita el aprendizaje y el desarrollo de habilidades técnicas.

En investigaciones futuras, se realizará un análisis de la resistencia mecánica del prototipo bajo condiciones de uso continuo, mediante cálculos y simulaciones en

software especializado. Asimismo, se sugiere complementar el diseño con la integración de tecnologías adicionales, tales como sistemas electroneumáticos, sensores analógicos, monitoreo remoto, sistemas SCADA e internet de las cosas (IoT) para la reducción de costos en la adquisición de datos, automatización de los procesos de fabricación industrial, seguridad, identificación y monitoreo [19].

Se buscará la adquisición de datos estadísticos mediante la implementación del prototipo y el uso de metodologías activas en un grupo muestra, con el objetivo de medir/analizar como se comporta la adquisición de competencias técnicas y la aceptación de la mesa por parte del usuario final, el proceso comenzará con un formulario diagnóstico, que proporcionará información inicial para establecer un punto de partida. Posteriormente, se asignan problemas o proyectos donde los usuarios aplican los conocimientos adquiridos y desarrollan sus competencias. Finalmente, se aplicará un formulario de evaluación para comparar los conocimientos adquiridos al inicio y al final del proceso, se aplicarán rubricas de evaluación, listas de cotejo y encuestas de satisfacción para obtener datos cuantitativos. Los datos serán tratados con técnicas estadísticas descriptivas ya que proporcionan herramientas esenciales (técnicas y procedimientos) que facilitan la observación y el análisis de los datos.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Flórez Valencia, L. T.. Metodologías activas de aprendizaje: Aprendizaje basado en proyectos, problemas y retos. *Revista Investigación & Praxis en Ciencias Sociales*. 2024 3(1). <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rpcs>

[2] Galvis, R.V., De un perfil docente tradicional a un perfil docente basado en competencias, *Acción Pedagógica*. 2007 16 (1), 48-57.

[3] Schmal, R., Reflexiones en torno a un programa para la formación de Competencias Transversales en Ingeniería, Ciencia, Docencia y Tecnología. 2012 44 (1), 239–262.

[4] Hernández Sánchez, I. B., Lay, N., Herrera, H., y Rodríguez, M. Estrategias pedagógicas para el aprendizaje y desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*. 2021 XXVII(2), 242-255.

[5] Rivera, M. M., Antonio, J., Chávez, L., & Bravo, R. G. Tablero de conexiones para relevadores como apoyo en prácticas de automatización de procesos. In *Tecnológico Nacional de México en Celaya Pistas Educativas*. 2019. (Vol. 41, Issue 133). <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas>

[6] Martínez, L. O. F., Fiallos, J. N. C., Asimbaya, L. A. F., & Moreno, A. G. A. Control de motores eléctricos. *Editorial Internacional Alema*. 2024.

[7] Rojas Eslava, B., Moreno Ibarra, A., & Calixto González, E. Elaboración de un prototipo didáctico para el desarrollo de competencias en jóvenes de bachillerato. *Innovación Educativa*. 2012 12(60), 63-75.

[8] Ponsa, P., & Granollers, A. Diseño y automatización industrial. *Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña*. 2009.

[9] Berrocal Berrocal, F., Alonso García, M. A., & Ramírez-Vielma, R. La elaboración de modelos de competencias técnicas y su aplicación en la detección de necesidades formativas. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*. 2021 (26), 111-129. <https://doi.org/10.24965/gapp.i26.10813>

[10] G. Rincón Maltos, “Propuesta de tablero de entrenamiento para automatización y control / Training Board Proposal for Automation and Control,” *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*. julio 2019 vol. 8, no. 16, doi: 10.23913/reci.v8i16.94.

[11] M. M. Rivera, J. Antonio, L. Chávez, and R. G. Bravo, “Tablero de conexiones para relevadores como apoyo en prácticas de automatización de procesos/Relay connection panel as support in process automation experimentation,” 2019. [Online]. Available: <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas>

[12] O. Anti, “Diseño y construcción de un equipo de entrenamiento didáctico en sistemas electroneumáticos para la carrera de Mecánica Industrial,” *La Paz, Bolivia*, Aug. 2021. Accessed: Mar. 15, 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30498>

[13] V. Vujičić, S. Dragičević, M. Marjanović, D. Očokoljić, M. Popović, and I. Miličević, “Laboratory electro-pneumatic motion control setup,” *IMK-14 - Istrazivanje i razvoj*. 2020 vol. 26, no. 3, pp. 75–80, doi: 10.5937/imk2003075v.

[14] Bautista, J. D. M. Evolución de los softwares de simulación para el Diseño y Construcción en la Industria. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*. 2020 5(8), 1332-1343.

[15] Espinosa, N. M. M., Espinosa, Á. M., & Cuenca, A. I. C. El aprendizaje basado en problemas (ABP) en gran grupo: una experiencia satisfactoria para los estudiantes de primero de grado de enfermería de Toledo. *Docencia e Investigación*. 2012 37.

[16] Ricos, J. A. S., Osorio, S. S., Torres, A. G., Aguilar, J. D., & Martínez, R. M. A. Desarrollo de prototipos didácticos para la enseñanza en Ingeniería: comparación entre Manufactura Aditiva y Sustractiva. 2024.

[17] Pusda Cadena, W. E. Implementación del módulo 1 de entrenamiento en armado de tableros eléctricos LTI-IE: Módulo 1 de entrenamiento. [Trabajo de integración curricular, Escuela Politécnica Nacional]. 2021 <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23115>

[18] Bermejo Franco, A. Hacia una mejora en la adquisición de competencias en la práctica clínica: implementación del aprendizaje combinado para estudiantes de fisioterapia. *Frontiers in Education*. 2020 <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00069>

[19] Barrio, M. *Internet de las cosas*. Madrid: Reus. 2018.

**TABLA DE ROL DE CONTRIBUCIÓN**

Rol de contribución	Autor(es)
Conceptualización	Rigoberto Hernández Antemate Fabiola Olvera Torres
Curación de datos	Rigoberto Hernández Antemate
Metodología	Rigoberto Hernández Antemate
Administración del proyecto	Rigoberto Hernández Antemate Fabiola Olvera Torres
Recursos	Rigoberto Hernández Antemate
Supervisión	Fabiola Olvera Torres
Validación	Fabiola Olvera Torres
Visualización	Rigoberto Hernández Antemate
Redacción	Rigoberto Hernández Antemate
Redacción	Rigoberto Hernández Antemate Fabiola Olvera Torres



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.