

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA  
SEGURIDAD DEL TORNO POLACO SERIE 835EH DEL DEPARTAMENTO DE  
MECÁNICA EN LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**JULIÁN FELIPE BLANDÓN CARMONA  
HEYTHER EDMEL HERNÁNDEZ MENDOZA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL  
BRAVO FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS  
MEDELLÍN  
2023**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA  
SEGURIDAD DEL TORNO POLACO SERIE 835EH DEL DEPARTAMENTO DE  
MECÁNICA EN LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**JULIÁN FELIPE BLANDÓN CARMONA  
HEYTHER EDMEL HERNÁNDEZ MENDOZA**

**Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Sistemas Electromecánicos**

**Asesor Técnico**

**William Orozco M**

**MsC. Gestión Energética Industrial**

**Asesor Metodológico**

**Arley Villa Salazar**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL  
BRAVO FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS  
MEDELLÍN  
2023**

## Contenido

Lista de Figuras .....	4
Lista de tablas .....	5
Introducción .....	8
1. Planteamiento del problema .....	10
1.1 Descripción .....	10
1.2 Formulación .....	12
2. Justificación .....	12
3. Objetivos .....	13
4. Marco teórico .....	14
4.1 Antecedentes .....	14
4.2 Marco histórico .....	15
4.3 Marco conceptual.....	16
4.4 Tipos de Torno .....	18
4.5 El sistema de control de lazo abierto.....	23
5. Descripción técnica del proyecto .....	26
6. Metodología .....	26
6.1 Tipo de proyecto .....	27
6.2 Método .....	27
7. Resultados .....	29
Caracterización del torno .....	29
Análisis de factibilidad .....	32
Propuesta: Sistema de control para la seguridad del Torno Polaco serie 835EH del laboratorio de IUPB .....	37
8. Conclusiones .....	40
9. Recomendaciones .....	41
10. Cronograma.....	42
11. Presupuesto .....	43
12. Referencias.....	44
Anexos .....	46

## Lista de Figuras

Figura 1 Torno paralelo .....	18
Figura 2 Torno copiador .....	19
Figura 3 Torno Revólver.....	20
Figura 4 Torno Automático .....	21
Figura 5 Torno Vertical .....	22
Figura 6 Torno CNC .....	23
Figura 7 Diagrama en bloques del sistema de control actual.....	24
Figura 8 Diagrama en bloques del sistema de control Automático Propuesto.....	25
Figura 9 Diagrama de flujo del sistema de control Automático Propuesto .....	25
Figura 10 Ficha técnica sensor de proximidad.....	26
Figura 11 Torno Polaco (ficha técnica).....	28
Figura 12 Sistema Eléctrico del Torno .....	30
Figura 13 Indicadores lumínicos.....	30
Figura 14 Sistema mecánico .....	31
Figura 15 Sensor De Proximidad SIED-M12B-ZS-K-L.....	33
Figura 16 Interruptor Final de Carrera LSW-PF11-P11 .....	33
Figura 17 Ubicación del sensor en el torno.....	39

### **Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> Cuadro comparativo de sensores.....	33
<b>Tabla 2</b> Ventajas y Desventajas .....	34
<b>Tabla 3</b> Cronograma da actividades.....	42
<b>Tabla 4</b> Presupuesto .....	43

### **Lista de Anexos**

Anexo 1 Lista de Chequeo Torno Polaco 835EH.....	46
--	----

## **Resumen**

En el ejercicio investigativo se presenta tuvo como objetivo determinar un sistema de control automático de frenado para la seguridad del Torno Polaco serie 835EH del Departamento de Mecánica en la Institución Universitaria Pascual Bravo (IUPB). Para su desarrollo se implementó una metodología cualitativa de tipo descriptivo, a partir de un estudio de caso. Se utilizó como técnica de recolección de información la observación y como instrumento la lista de chequeo y de comportamiento. El estudio se desarrolló acorde a los objetivos específicos planteados, cada uno de forma descriptiva cumplió con lo indicado; inicialmente se caracterizó el funcionamiento del torno, y luego se procedió a la realización de un análisis de factibilidad sobre los sensores posibles para mejorar el sistema de frenado, indicando que la mejor opción es el Sensor De Proximidad SIED-M12B-ZS-K-L, el cual se considera con mayor factibilidad teniendo en cuenta la necesidad y ajuste a los aspectos más relevantes del torno. Se finaliza con un plan de mejora a partir de la descripción de la funcionalidad del sensor en el torno. Se concluye que el Torno Polaco serie 835EH de la institución es aun funcional y por ende puede optimizarse a través de adaptaciones de tecnología de vanguardia.

*Palabras clave:* torno polaco, sensor de proximidad, sistema de seguridad, adaptabilidad.

## **Abstrac**

The objective of the investigative exercise presented was to determine an automatic braking control system for the safety of the 835EH series Polish Lathe of the Department of Mechanics at the Pascual Bravo University Institution (IUPB). For its development, a descriptive, qualitative methodology was implemented, based on a case study. Observation was used as a data collection technique and the checklist and behavior checklist was used as an instrument. The study was developed according to the specific objectives set, each one descriptively fulfilled what was indicated; Initially, the operation of the lathe was characterized, and then a feasibility analysis was carried out on the possible sensors to improve the braking system, indicating that the best option is the SIED-M12B-ZS-K-L Proximity Sensor, the which is considered more feasible taking into account the need and adjustment to the most relevant aspects of the lathe. It ends with an improvement plan based on the description of the functionality of the sensor on the lathe. It is

concluded that the institution's 835EH series Polish Lathe is still functional and therefore can be optimized through adaptations of cutting-edge technology.

*Keywords:* Polish lathe, proximity sensor, security system, adaptability

## Introducción

Los tornos son máquinas que se definen como herramientas que se utilizan para dar forma a piezas cilíndricas, conos, esferas y otras formas geométricas. Son una herramienta esencial en la industria, ya que se utilizan para fabricar una amplia gama de productos, desde automóviles hasta aviones.

La importancia de los tornos en la industria radica en su capacidad para mecanizar piezas con precisión y eficiencia. Los tornos pueden producir piezas con tolerancias estrechas, lo que significa que pueden ser muy precisas. Esto es importante para una amplia gama de aplicaciones, como la fabricación de componentes aeroespaciales o piezas de automóviles. (Rueda y Vilorio, 2021)

Además, los tornos son muy eficientes. Pueden producir piezas rápidamente y con un mínimo de desperdicio de material. Esto los hace una opción atractiva para la producción en masa.

La importancia de los tornos en la industria se puede atribuir a los siguientes factores:

**Versatilidad:** Los tornos se pueden utilizar para realizar una variedad de operaciones de mecanizado, lo que los convierte en una herramienta indispensable para una amplia gama de industrias.

**Precisión:** Los tornos pueden ser muy precisos, lo que es importante para fabricar piezas de alta calidad.

**Eficiencia:** Los tornos pueden ser muy eficientes, lo que ayuda a reducir los costos de producción.

Dada la importancia de los tornos a nivel industrial, su seguridad es el tema de interés que se aborda en el presente ejercicio investigativo. Los tornos pueden presentar un riesgo para quienes lo operan y quienes están a su alrededor, como también para la producción de la empresa, esto



debido a fallas que se puede presentar, como puede ser en el sistema de frenado de los tornos mecánicos. Este sistema puede presentar aumento en el tiempo de parada ocasionando reducción en la eficiencia del torno, también es un riesgo para la seguridad, la reducción de este tiempo incrementa el riesgo de accidentes para el operador y las personas alrededor del torno. Para el diseño de la máquina, un frenado inadecuado puede generar un daño en las piezas del torno y en su funcionamiento en general. (Rueda y Vilorio, 2021)

Por lo anterior, el proyecto de investigación que se presenta tiene como finalidad diseñar una propuesta de mejora para la seguridad del Torno Polaco serie 835EH del Departamento de Mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo, planteando un sistema de control automático de frenado.

Para su desarrollo se plantea un estudio cualitativo, con un alcance descriptivo, mediante el cual se permita detallar el funcionamiento del torno, sus pros y sus contras y la forma bajo la cual puede mejorarse su funcionamiento, más exactamente cómo se puede hacer para que su manipulación sea más segura al mejorar el sistema de frenado.

La propuesta que se describe, presenta la problemática planteada, hacia donde se orienta, la relevancia del mismo, el soporte teórico que lo sustenta y la ruta metodológica a partir de la cual se realizará el estudio. Los resultados se presentan en el orden de los objetivos específicos establecidos....

## 1. Planteamiento del problema

### 1.1 Descripción

Los tornos son máquinas, herramientas ampliamente empleadas en la industria metalmeccánica debido a su versatilidad y a las numerosas aplicaciones que ofrecen en diversos sectores industriales, estos desempeñan un papel fundamental en el mecanizado de una amplia variedad de materiales, ya que se utilizan para realizar operaciones como roscado, corte, taladrado, desbaste, cilindrado y ranurado en piezas de diferentes materiales. Además del torneado, los tornos tienen la capacidad de dar forma a las piezas mediante diversos procesos como el cilindrado, taladrado, ranurado, tronzado, refrentado, roscado interior y exterior, mandrinado, chaflanado y cónico. (Escuela Colombiana de Ingeniería, 2007)

El mecanizado de piezas mediante tornos ofrece numerosos beneficios a la industria metalmeccánica, siendo su principal ventaja la posibilidad de trabajar con una amplia gama de materiales como acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, cobre, zinc, magnesio, titanio y otros. Además, los tornos permiten el mecanizado de piezas de diferentes tamaños y formas.

Los tornos tienen una amplia aplicación en diversas industrias como la automotriz, informática, odontología, eléctrica y maderera. Además de los tornos utilizados en la industria mecánica, también se emplean para trabajar la madera y realizar ornamentación con mármol o granito. En síntesis, los tornos son una herramienta indispensable en la industria debido a su versatilidad y habilidad para trabajar con diversos materiales y procesos.

Los tornos funcionan haciendo girar la pieza mientras una herramienta de corte la moldea, eliminando material para obtener la forma deseada. Un componente esencial para la seguridad y precisión del torno es el sistema de frenado, que permite detener la rotación de la pieza de forma controlada. En algunos casos, se han presentado problemas de frenado en tornos mecánicos que afectan su rendimiento y seguridad, esto puede manifestarse en un frenado lento, inconsistente o incluso la imposibilidad de detener completamente el torno generando riesgos para el operador, daños a la máquina y afectar la calidad del trabajo (Castillo y Meneses, 2021). Estos problemas

pueden manifestarse de diversas maneras:

**Frenado ineficaz:** La máquina no se detiene a tiempo o lo hace de forma brusca, lo que puede ocasionar accidentes o daños a la pieza.

**Desgaste prematuro de los frenos:** Se reduce la vida útil del sistema de frenado, aumentando los costos de mantenimiento.

**Ruidos excesivos:** El sistema de frenado genera ruidos molestos durante su funcionamiento.

**Vibraciones:** Se producen vibraciones durante el frenado, lo que puede afectar la precisión del trabajo. (Cardona, 2015)

Por lo anterior es relevante centrar la atención en los tornos para los procesos de maquinado y mecanizado de piezas que se encuentran en el laboratorio de máquinas de la Institución Universitaria Pascual Bravo, procesos que son fundamentales para la formación de los estudiantes de programas como: Sistemas Electromecánicos, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica. Dichos tornos son antiguos y su sistema de control de seguridad no es seguro cuando operan en modo automático, conllevando a que un descuido por parte de quien lo maneja al no poder accionar el freno manual a tiempo genere un accidente al descarrilarse el contrapunto, causando un daño físico a quien lo manipula y un daño mecánico a la estructura del torno.

Por tanto, se propone un sistema de control automático de frenado para la seguridad los tornos del departamento de máquinas de la I.U. Pascual Bravo, planteando la instalación de un sensor de proximidad, los cuales son sensores que al momento de torno terminar su desplazamiento longitudinal envíe la señal al control para que la máquina haga el frenado automático y seguro. Con esto se previene que el estudiante, laboratorista, docente y demás personal que manipule el torno se exponga a un accidente, por tanto, un sistema de control automático para la seguridad optimizará el funcionamiento del torno al brindar un frenado seguro, evitando a su vez que la máquina sufra algún daño. Estas reformas puedan hacerse en serie para mejorar los procesos de mecanizado y hacerlos más productivos, eficientes y seguros.

## 1.2 Formulación

¿Cómo mejorar la seguridad del Torno Polaco serie 835EH del Departamento de Mecánica de la Institución Universitaria Pascual Bravo mediante un sistema de control automático de frenado?

## 2. Justificación

Se busca con el planteamiento de un sistema de control automático de seguridad para el Torno Polaco serie 835EH, reforzar el sistema electromecánico de la maquinaria, el cual se ubicaría en el extremo del torno para optimizar el proceso de frenado mecánico y eléctrico. Se espera con este sistema hacer que el proceso de frenado de las maquinas torno sea más seguro y evitar una posible lesión a un estudiante, laboratorista, docente y demás personal a cargo de la maquinaria.

Este diseño de sistema de control automático de seguridad es muy importante porque permitirá tener una maquina más confiable y segura tanto para el uso de maestros y alumnos, minimizando así el riesgo de accidentes. Por otro lado, se proyecta que su implementación mejorará el aspecto productivo, ya que esta podrá realizar sus funciones sin necesidad de supervisión alguna. Si se tiene en cuenta que es una maquina demasiado convencional esta mejora hará más optimo su sistema electromecánico.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar un sistema de control automático de frenado para la seguridad del Torno Polaco serie 835EH del Departamento de Mecánica en la Institución Universitaria Pascual Bravo (IUPB).

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar las condiciones actuales de operación del Torno Polaco 835EH de la IUPB.
- Analizar la factibilidad del sistema de control de frenado para la seguridad del Torno.
- Plantear el sistema de control de seguridad apto para el torno y su respectiva implementación.

## 4. Marco teórico

A continuación, se presentan los antecedentes y principales conceptos que respaldan la problemática planteada en el estudio, correspondiendo a la estructura del apartado en desarrollo, el cual, se caracteriza por ampliar el panorama sobre el tema estudiado, especificar la necesidad del mismo, realizar hipótesis o afirmaciones, y lo más importante permite interpretar los resultados del estudio.

### 4.1 Antecedentes

En la búsqueda de antecedentes investigativos respecto al tema que se problematiza, la primera identificación que se hace es que existen pocos estudios respecto al sistema mecánico o de operación del torno, más exactamente si la búsqueda se da en un lapso de tiempo de cinco años. Por lo tanto, se presentan algunos estudios que están en relación al funcionamiento y riesgo del torno.

*Diseño y simulación de automatización de un torno convencional a CNC en la universidad Antonio Nariño sede puerto Colombia.* Es un estudio que tuvo como objetivo diseñar la conversión y la simulación de la operación de un torno convencional manual CNC a uno automático. Fue un estudio de tipo experimental, la investigación se dividió por fases a partir de los objetivos espacios planteados y se implementó como herramienta de diseño el software CAD CAM. Se sustenta que la simulación de la conversión del torno puede mejora la práctica de los estudiantes de ingeniería y optimizar sus conocimientos técnicos. Esto debido a que las maquinas actualmente se operan a treves de sistemas computarizados. El estudio evidencia que el desarrollo de la simulación de los procesos de mecanizado contribuye a la disminución de los tiempos muertos (Rueda y Vilorio, 2020).

“Diseñar procedimientos de trabajo seguro para peligro mecánico de torno, fresadora y pulidora en una empresa del sector metalmecánico” (Meneses y Castillo, 2019, p.14) es el objetivo general de un estudio realizado en la ciudad de Cali, Colombia. Si bien es un trabajo del programa de Salud Ocupacional, en él se encuentran elementos que permiten sustentar los

riesgos del torno y la importancia de evaluar su sistema de seguridad, algo que tiene relación con el estudio en desarrollo.

La metodología empleada fue descriptiva y observacional, a través de la ficha de observación y comportamiento se identificaron los riesgos que presentaba el torno y las otras máquinas en estudio. Respecto a el torno se observó como factor de riesgo la falta de iluminación, un riesgo eléctrico respecto al cableado, el retirado de piezas, el frenado del torno, y una serie de problemas biomecánicos que pueden ser solucionado mediante un sistema de automatización (Castillo y Menesses, 2019).

¿Es posible montar topes automáticos en los tornos paralelos del Instituto Tecnológico Pascual Bravo I.U. para contribuir a la seguridad y evitar que se sigan estrellando en la máquina y no queden por fuera de servicio? (Cardona, 2015, p. 20). Es la pregunta formulada por estudiantes de la Tecnología en Mecánica Industrial, quienes buscaban preservar la integridad física del operario del torno mediante el diseño de un dispositivo de seguridad.

Es un estudio teórico-práctico, en el cual se presentan dos alternativas para la seguridad del torno como, una barra de encendido y el posicionamiento de la barra perforadora, seleccionándose después de un análisis de ventajas y desventajas, la barra perforadora. El dispositivo de seguridad que se monto está “acompañado de micro switches en la parte inferior del torno, exactamente en la barra de avances buscando con ello proporcionar mayor seguridad al practicante y por ende maximizar la autonomía y la eficiencia de cada proceso” (Cardona, 2015, p. 17).

## **4.2 Marco histórico**

Durante el siglo XVII, cuando la Revolución Industrial comenzó en Inglaterra, se crearon tornos que podían moldear piezas de metal. En el siglo XVIII, la invención del torno industrial pesado permitió la producción en masa de piezas precisas. En el año 1751 Jacques de Vaucanson construye un torno con portaherramientas deslizante, para el año 1799 Henry Maudslay y David Wilkinson mejoran la invención de Vaucanson al permitir que la herramienta de corte se mueva

a una velocidad constante; para 1820 Thomas Blanchard inventa el torno copiado y en 1840 se inventó el torno revólver. (Amor Alcón, 2018)

En 1833, Joseph Whitworth comenzó su propio negocio en Mánchester, y sus diseños e innovaciones tuvieron un gran impacto en otros fabricantes de la época. En 1839, patentó un torno paralelo con guías planas y carro transversal automático, que fue muy bien recibido. Dos tornos que incorporan sus patentes aún se conservan en la actualidad: uno en el Science Museum de Londres, construido en 1843, y otro en el Birmingham Museum, construido en 1850. En 1850, se instaló un torno en la Ferrería de San Blas de Sabero, León, utilizado para torneado de cilindros de laminación de trenes laminadores. Este torno se exhibe actualmente en el Museo de la Siderurgia y Minería de Castilla-León en Sabero. (Amor Alcón, 2018)

Pero en 1839 fue J. G. Bodmer quien tuvo la idea de construir tornos verticales. A finales del siglo XIX, este tipo de tornos eran fabricados en distintos tamaños y pesos. El diseño y patente en 1890 de la caja de Norton, incorporada a los tornos paralelos, dio solución al cambio manual de engranajes para fijar los pasos de las piezas a roscar. (Amor Alcón, 2018)

### **4.3 Marco conceptual**

El torno es un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar, cortar, roscar, cilindrar y desbastar piezas de forma geométrica. Estas máquinas-herramienta funcionan haciendo girar la pieza a mecanizar la cual está sujeta en el cabezal fijada entre los puntos de contraje, mientras una herramienta de corte llamada buril es empujada en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, removiendo la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado. (Ramírez, 2015)

El torno funciona a partir de una herramienta de corte que va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje x; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje z, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado charriot que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas. Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo



largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado. (Ramírez, 2015)

Los tornos son máquinas herramientas ampliamente empleadas en la industria metalmecánica debido a su versatilidad y a las numerosas aplicaciones que ofrecen en diversos sectores industriales. A continuación, se presentan algunos puntos destacados al respecto, enunciados en la investigación de Rueda y Vilorio (2021)

**4.3.1 Mecanizado de Materiales:** Los tornos desempeñan un papel fundamental en el mecanizado de una amplia variedad de materiales, ya que se utilizan para realizar operaciones como roscado, corte, taladrado, desbaste, cilindrado y ranurado en piezas de diferentes materiales.

**4.3.2 Diversidad de Procesos:** Además del torneado, los tornos tienen la capacidad de dar forma a las piezas mediante diversos procesos como el cilindrado, taladrado, ranurado, tronzado, refrentado, roscado interior y exterior, mandrinado, chaflanado y cónico.

**4.3.3 Beneficios del Mecanizado con Torno:** El mecanizado de piezas mediante tornos ofrece numerosos beneficios a la industria metalmecánica, siendo su principal ventaja la posibilidad de trabajar con una amplia gama de materiales como acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, cobre, zinc, magnesio, titanio y otros. Además, los tornos permiten el mecanizado de piezas de diferentes tamaños y formas.

**4.3.4 Precisión y Calidad:** La utilización de tornos con control numérico por computadora (CNC) permite obtener resultados de alta precisión y acabados de excelente calidad.

En síntesis, los tornos son una herramienta indispensable en la industria debido a su versatilidad y habilidad para trabajar con diversos materiales y procesos.

#### 4.4 Tipos de Torno

**Torno Paralelo:** Un torno paralelo (figura 1) es una máquina que permite la manipulación de piezas a través de la revolución. En otras palabras, un torno paralelo es un instrumento que facilita la transformación de un objeto sólido en una pieza con características específicas. Es una máquina esencial en la industria mecánica debido a su versatilidad y utilidad.

Capaz de realizar diversas operaciones como refrendado, torneado cilíndrico y cónico, troceado, corte de filetes de rosca, corte de formas y corte de metal.

Se compone principalmente de cuatro partes: la bancada, el conjunto de cabezal, el conjunto del contrapunto y el carro. (tannerherramientas.com, sf)



*Figura 1* Torno paralelo

Fuente: Máquinas y Herramientas para la industria metalmecánica (tannerherramientas.com)

**Torno copiado:** El torno copiado (figura 2) es una máquina de mecanizado especializada que, a través de un dispositivo hidráulico y electrónico, permite el torneado de piezas para crear una réplica exacta de las mismas. Este proceso se logra utilizando una plantilla que guía el torneado de la pieza de acuerdo con sus características específicas.

Es especialmente útil para tornear piezas con diferentes diámetros escalonados que han sido previamente forjadas o fundidas y que tienen poco material sobrante.

Los tornos copiadores modernos ofrecen la posibilidad de variar la velocidad de giro del cabezal y también el avance del carro portaherramientas. (ingenierizando.com, sf)



*Figura 2* Torno copiador

Fuente: Herramientas de Carpintería (herramientasdecarpinteria.win)

### **Torno Revólver**

Está diseñado para mecanizar piezas que permiten el trabajo simultáneo de varias herramientas, con el objetivo de reducir el tiempo total de mecanizado. Cuenta con un carro que tiene una torreta giratoria donde se insertan las diferentes herramientas que realizan el mecanizado de la pieza. También permite mecanizar piezas individualmente, sujetándolas a un plato de garras de accionamiento hidráulico. (instrumentosdemedicion.org, sf)



*Figura 3* Torno Revólver

Fuente: [instrumentosdemedicion.org](http://instrumentosdemedicion.org)

### **Torno Automático**

Un torno automático es una máquina que puede mecanizar una pieza de forma autónoma, sin la necesidad de intervención humana. Estos tornos operan bajo las instrucciones de una computadora o panel de control y funcionan de manera autónoma. Aunque son capaces de trabajar con una variedad de materiales, están diseñados principalmente para el mecanizado de metales.

La alimentación de la barra necesaria para cada pieza se realiza automáticamente a partir de una barra larga que se inserta por un tubo en el cabezal y se sujeta mediante pinzas de apriete hidráulico.

Pueden ser de un solo uso o multi usos Los tornos automáticos multi usos son ideales para mecanizar piezas más grandes y son perfectos para grandes series de producción.

([ingenierizando.com](http://ingenierizando.com))



*Figura 4* Torno Automático

Fuente: ingenierizando.com

### **Torno vertical**

Un torno vertical es una variedad de torno diseñada específicamente para trabajar con piezas de gran tamaño, que pueden llegar a superar los veinte metros de diámetro. Este tipo de torno se desarrolló para satisfacer la necesidad de mecanizar piezas de dimensiones significativas que no podrían ser manejadas por tornos convencionales.

Este tipo de torno se utiliza para elaborar diversas piezas, como juntas homocinéticas, tambores de freno para camiones, muñones de ejes y discos de freno, entre otros.

Este torno está diseñado específicamente para manejar piezas grandes que serían difíciles de asegurar en un torno horizontal.

A diferencia de otros tornos, no tiene un contrapunto. En su lugar, las piezas se sujetan únicamente en un plato horizontal. Para fijar las piezas en el plato, se utilizan grúas o polipastos.

Los Tornos verticales tienen el eje dispuesto verticalmente y el plato giratorio en un plano horizontal, lo que facilita el montaje de piezas grandes y pesadas.

[\(https://mecanizadosmc.com/producto/torno-vertical/\)](https://mecanizadosmc.com/producto/torno-vertical/)



*Figura 5* Torno Vertical

Fuente: <https://mecanizadosmc.com/producto/torno-vertical/>

### **Torno CNC**

Un torno CNC, también denominado torno de control numérico, es una variedad de máquina herramienta que se utiliza en la mecanización de componentes de revolución. Este procedimiento se realiza a través de un software de computadora que emplea información alfanumérica y se rige por los ejes cartesianos X e Y.

Este torno está controlado por una computadora, lo que le permite tener una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado.

La ruta que sigue la herramienta de torneado es controlada por una computadora incorporada que procesa las instrucciones contenidas en un software especializado.

Es especialmente útil para la producción en masa de piezas sencillas, especialmente aquellas que son piezas de revolución.

Puede mecanizar con precisión superficies curvas al coordinar los movimientos axial y radial para avanzar la herramienta.

Todos los aspectos del proceso de mecanizado, como la velocidad del cabezal porta piezas, el avance de los carros y las dimensiones finales de la pieza, están programados. Esto elimina los errores que podrían ser causados por el operario. (<https://www.maqtcen.com/product/torno-de-precision-cnc-2040nc-2060nc-2080nc/>)



*Figura 6* Torno CNC

Fuente: <https://www.maqtcen.com/product/torno-de-precision-cnc-2040nc-2060nc-2080nc/>

#### **4.5 El sistema de control de lazo abierto**

El sistema de control de lazo abierto es una modalidad de sistema de control en la que la salida del sistema no se retroalimenta para modificar la entrada. En su lugar, se establece una entrada constante y el sistema genera una salida basada en dicha entrada.

En un sistema de control de lazo abierto, no existe un mecanismo para evaluar la salida y compararla con la entrada deseada para hacer ajustes. Esto implica que el sistema no puede rectificar errores ni compensar perturbaciones externas.

El sistema de control de lazo abierto se aplica en circunstancias donde se puede prever y

controlar con exactitud el comportamiento del sistema. Por ejemplo, en una máquina de escribir antigua, al presionar una tecla, se produce una acción mecánica específica sin tener en cuenta si se ha logrado escribir la letra correctamente.

A pesar de que el sistema de control de lazo abierto es sencillo y fácil de implementar, presenta algunas limitaciones. No puede adaptarse a cambios en las condiciones del sistema ni compensar errores. Si algo falla en el proceso, no hay forma de corregirlo sin intervención externa.

En resumen, el sistema de control de lazo abierto es un método sencillo pero limitado en el que la salida del sistema no se utiliza para ajustar la entrada. Se utiliza en situaciones donde el comportamiento del sistema es predecible y no requiere correcciones o ajustes continuos.

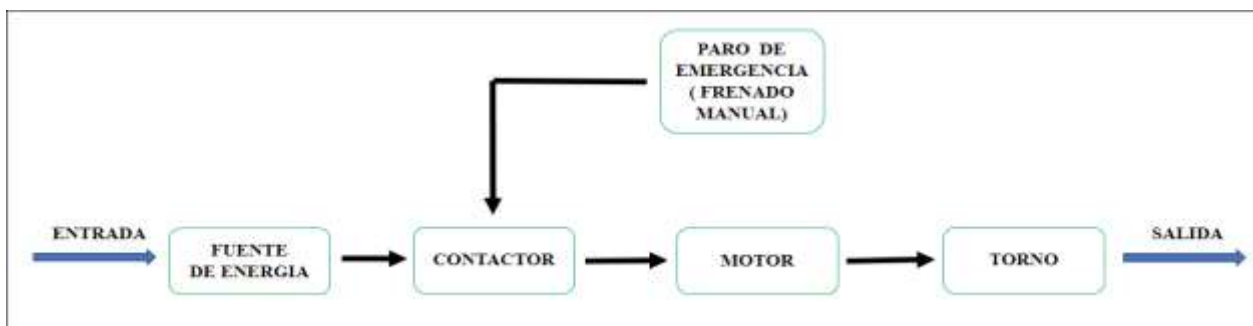


Figura 7 Diagrama en bloques del sistema de control actual

Fuente: Elaboración propia

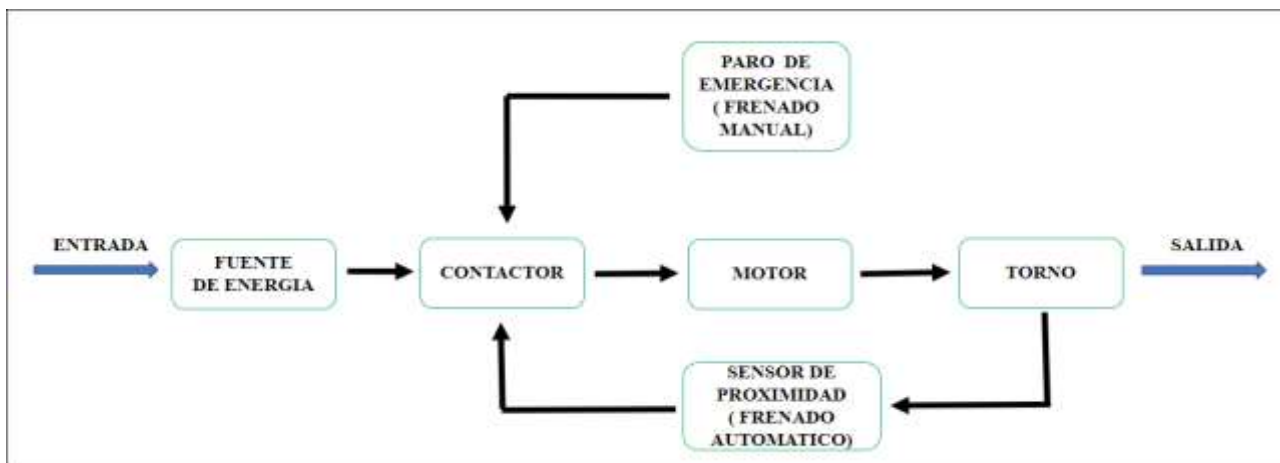




Figura 8 Diagrama en bloques del sistema de control Automático Propuesto

Elaboración propia

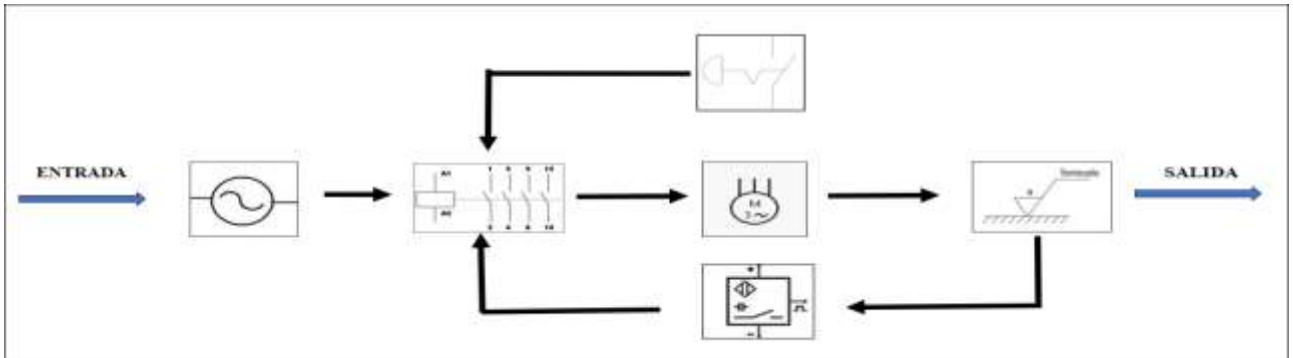


Figura 9 Diagrama de flujo del sistema de control Automático Propuesto

Elaboración propia

## 5. Descripción técnica del proyecto

### Sensor de proximidad SIED-M12B-ZS-K-L

Número de artículo: 538272

FESTO



### Hoja de datos

Característica	Valor
Forma constructiva	Redondo
Conforme a la norma	EN 60947-5-2
Símbolo	00991712
Certificación	RCM c UL us - Listed (OL)
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según Directiva de máquinas CEM de la UE Según la Directiva de baja tensión de la UE
Principio de medición	Inductivo
Distancia de conmutación nominal	2 mm
Distancia de conmutación segura	1.62 mm
Factores de reducción	Aluminio = 0,5 Acero inoxidable 18/8 = 0,9 Cobre = 0,4 Latón = 0,6 Acero St 37 = 1,0
Temperatura ambiente	-25 °C ... 85 °C
Precisión de repetición	0.1 mm
Salida	Sin contacto, 2 hilos
Función del elemento de conmutación	Normalmente abierto
Histéresis	0.02 mm ... 0.44 mm
Frecuencia máx. de conmutación DC	1200 Hz
Frecuencia de conmutación máxima AC	25 Hz
Corriente de salida máx.	200 mA
Caída de tensión	≤8 V
Corriente mín. de carga	5 mA
Resistencia a cortocircuitos	no
Margen de tensión de funcionamiento AC	20 V ... 265 V

Figura 10 Ficha técnica sensor de proximidad

## **6. Metodología**

El presente apartado describe la forma bajo la cual se desarrollará el proceso investigativo, los parámetros metodológicos que comprenden la ruta para llegar a dar respuesta a los objetivos planteados y por ende a la premisa investigativa.

### **6.1 Tipo de proyecto**

Se presenta un estudio con enfoque cualitativo de tipo descriptivo, es un estudio de caso sobre la operación y la seguridad del Torno Polaco 835EH (figura 10) que se encuentra en el laboratorio de la Institución Universitaria Pascual Bravo. La metodología estudio de caso es un método de investigación que consiste en el estudio intensivo de un fenómeno o situación particular, en su contexto real. Se caracteriza por ser un método inductivo, que se basa en la observación y el análisis de datos para generar hipótesis o teorías.

### **6.2 Método**

En el estudio se tomará como técnica de recolección de información la observación y como instrumento la ficha de observación y comportamiento. Los estudios descriptivos se centran en describir las características, los perfiles, clasificar las propiedades de un tema o fenómeno, no busca relacionar variables. (Hernández, 2014)

Se realizará un proceso por fases conforme a los objetivos específicos planteados, cada fase generará un informe que será parte constitutiva del entregable final. El informe final consta de una revisión de las condiciones actuales de operación del Torno Polaco 835EH estableciéndose el nivel de intervención necesario. El también contará con un análisis de factibilidad del sistema de control de seguridad necesario para la intervención del Torno, el diseño del sistema de control a partir de la revisión y necesidades del Torno y la descripción de su respectiva implementación.

En síntesis, se entregará una propuesta del sistema de control de seguridad dividido en tres

apartados explicativos, para que en un futuro sea implementado en la máquina y por ende evaluado. La proyección con este sistema de control automático es hacer que el proceso de frenado de las maquinas sea más seguro y evitar una posible lesión a un estudiante, laboratorista, docente y demás personal a cargo de la maquinaria.

IDENTIFICACION DE LA MAQUINA							
NOMBRE				TORNO PARALELO (CONVENCIONAL)			
CODIGO				4H 21			
DIMENSIONES							
LARGO		2400 mm		FABRICANTE		AFM (ANDRYCHOWSKA)	
ANCHO		860 mm		MARCA		WARZAWA	
ALTO		1240 mm		COMERCIALIZADOR		METAL EXPORT	
PESO		2200 kg		MODELO		TUE40	
DISTANCIA ENTRE PUNTOS		1000 mm		N° SERIE		835 EH	
CAPACIDAD DE VOLTEO CON ESCOTE		400 mm		FECHA DE INSTALACION		1970	
RELACION DE COMPONENTES							
MOTOR				MOTO BOMBA			
UBICACION EN LA MAQUINA		PARTE BAJA CAJA NORTON		UBICACION EN LA MAQUINA		PARTE BAJA	
MARCA		SILNIK		TYPE		0815	
MODELO		SZIKE34A		DATE		2011.05	
N° SERIE		MN02-M2		TIPO DE TRABAJO		PESADO	
TIPO DE TRABAJO		PESADO		TEMPERATURA		40-75 °C	
TEMPERATURA		40-75 °C		PROVEEDOR		COOLANT PUMP	
POTENCIA		3,0 KW		VOLTAJE		220/380	
CORRIENTE		11,6,3A		OUTPUT		1/8 Hp	
CONEXIÓN		3~ PHASE		VOLTAJE		220	
RPM		1735		AMP		0,32	
		COS φ		CYCLE		50/60	
		0,84		PHASE		3	
				POLE		2	
				RPM		2850/3400	
CONDICIONES DE OPERACIÓN							
				Temperatura medio ambiente 25-30C			
				ambiente no polvoriento			
				trabajo turno de 12 horas			
CONSUMIBLES PRINCIPALES							
DESCRIPCION				REFERENCIA			
Aceite Lubricante				tellus 68 marca Shell			
Aceite soluble				lubrigas			



Figura 11 Torno Polaco (ficha técnica)

## 7. Resultados

Se presenta a continuación, el desarrollo de los objetivos específicos que se orientan a dar respuesta al objetivo general y por ende los que darán respuesta a la pregunta que respalda el estudio. Su desarrollo se orientó a partir del enfoque investigativo seleccionado, brindando una cualificación del caso estudiado. Es de resaltar que la investigación es de orden inductivo, lo que permite, desde la subjetividad del estudio generar una postura global.

Se procede con el desarrollo del primer objetivo específico, el cual apunta a la caracterización de las condiciones actuales de operación del Torno Polaco 835EH de la IUPB. Para la obtención de la información se realizó una lista de chequeo (anexo 1) sobre el estado actual del Torno. Se presenta la descripción de cada sistema que comprende el torno de la IUPB.

### **Caracterización del torno**

#### ***Sistema Eléctrico del Torno***

El circuito de potencia eléctrica del sistema (figura 12) presenta una alimentación trifásica, un interruptor termomagnético trifásico para la potencia, un interruptor unipolar para el control, guarda motor, relé térmico, contactores electromagnéticos, bloques auxiliares de contactores, borneras, barajes de neutro y tierra. Tanto el sistema de control y el sistema de potencia están equipotencializados a tierra. El torno presenta indicadores lumínicos (figura 13) en el tablero de potencia y control.

En lo que respecta al paro de emergencia se detecta que este no se encuentra en el torno, lo que significa que frente al manejo de la herramienta no puede haber una coordinación efectiva entre marcha y parada, además se presenta ausencia de control de frenado automático.



*Figura 12* Sistema Eléctrico del Torno



*Figura 13* Indicadores lumínicos

***Sistema de niveles de aceite***

Al inspeccionar los niveles de aceite del torno en la caja de velocidad, el árbol horizontal y la

caja de avances se pudo identificar que se encuentran bajo el nivel estandarizado por el fabricante. Lo cual evidencia que hay una inspección diaria de los niveles de aceite de la herramienta.

### *Funcionamiento de partes mecánicas*

La palanca de caja de avance, la palanca de caja de velocidades y el avance automático de cabezales que controlan las partes móviles del torno (figura 14), se encuentran en buen estado de funcionamiento. Lo que refiere la existencia de un buen mantenimiento, de limpieza y lubricación, en partes esenciales como lo son las bancadas, los ejes paralelos, carro longitudinal, torreta y contrapunto, entre otros.



*Figura 14* Sistema mecánico

A partir de lo expuesto, el torno tiene un funcionamiento óptimo, a pesar de los años que lleva en funcionamiento a prestado un buen servicio para muchas generaciones pascualinas. En la actualidad sigue siendo una herramienta fundamental para los procesos de formación, sin embargo, la falencia que presenta respecto al sistema de frenado puede ser una grave causal de accidentes en serie en el laboratorio. Ya que la falta del sistema, más la falta de experticia del alumnado, y los factores distractores presentes en el entorno son detonantes para que operador de la maquina no pueda detenerla de forma manual.

## Análisis de factibilidad

El segundo objetivo específico se direccionó hacia el análisis de factibilidad del sistema de control de frenado para la seguridad del Torno, es decir que se procedió con la selección del sensor de proximidad.

La propuesta de mejora para la seguridad del torno apunta a plantear la adaptación de un sensor de proximidad. Es un dispositivo que detecta la presencia o cercanía de objetos metálicos al generar un campo electromagnético que se altera cuando un objeto metálico se acerca, produciendo una señal de detección. Este es muy importante debido a que este sensor será quien detecte la aproximación del contrapunto antes de descarrilarse de los rieles y envíe una señal de interrupción en el sistema de encendido de la máquina, garantizando así la parada inmediata de la misma.

### *Sensores*

Para el análisis de factibilidad se seleccionaron dos sensores de posible funcionamiento para el Torno Polaco serie 835EH. Se incluyeron para el estudio de factibilidad los dos sensores que se indican debido su funcionalidad y fácil consecución en el mercado, versatilidad y acondicionamiento físico en la herramienta a intervenir.

1. SENSOR DE PROXIMIDAD SIED-M12B-ZS-K-L (figura 15)
2. INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA LSW-PF11-P11 (figura 16)





*Figura 15 Sensor De Proximidad SIED-M12B-ZS-K-L*

Fuente: extraído de festo.com



*Figura 16 Interruptor Final de Carrera LSW-PF11-P11*

Fuente: extraído de festo.com

En la tabla 1 se realiza la comparación de los sensores para la selección del más óptimo para el funcionamiento del torno. Y en la tabla 2 se presentan las ventajas y desventajas de los mismos.

**Tabla 1**

*Cuadro comparativo de sensores*

<b>Característica</b>	<b>Sensor de proximidad SIED-M12B-ZS-K-L</b>	<b>Interruptor final de carrera LSW-PF11-P11</b>
<b>Forma constructiva</b>	Redondo	Cuadrado
<b>Conforme a la norma</b>	EN 60947-5-2	IEC/EN 60947-5-1
<b>Material del cuerpo</b>	Latón PA Niquelado	Plástico
<b>Tipo de sensor</b>	Inductivo	Contacto directo
<b>Tipo de contacto</b>	Sin contacto, 2 hilos	Con contacto 2 hilos
<b>Tensión de operación</b>	20 V ... 265 V (AC), 20 V ... 320 V (DC)	240 V
<b>Corriente de operación</b>	≤8 V	3 A
<b>Grado de protección</b>	IP67	IP65
<b>Temperatura de operación</b>	-25 °C ... 85 °C	-5 ... +80 °C

<b>Vida mecánica</b>	12.000.000 min (60ciclos/min)	10.000.000 min (50 ciclos/min)
<b>Vida eléctrica</b>	1.200.000 min (30 ciclos/min)	1.000.000 min (20 ciclos/min)
<b>Dimensiones</b>	M12	93.0x31.0x30.0 mm
<b>Peso</b>	90 g	70 g
<b>Función del elemento de conmutación</b>	Normalmente abierto	1 normalmente abierto + 1 normalmente cerrado
<b>Frecuencia de conmutación máxima (AC)</b>	25 Hz	50/60 Hz
<b>Resistencia a cortocircuitos</b>	No	No
<b>Frecuencia de red</b>	50/60 Hz	50/60 Hz
<b>Tipo de fijación</b>	Con contratuerca	Con tornillos
<b>Tipo de montaje</b>	A ras	Sobresaliente
<b>Indicación del estado de conmutación</b>	Diodo emisor de luz amarillo	N/A
<b>Temperatura ambiente para tendido de cables móvil</b>	-5 °C ... 50 °C	-5 °C ... 50 °C
<b>Clase de resistencia a la corrosión CRC</b>	1 - riesgo de corrosión bajo	1 - riesgo de corrosión bajo

Fuente: extraído de festo.com y weg.net

**Tabla 2**

*Ventajas y Desventajas*

<b>Característica</b>	<b>Sensor de proximidad SIED-M12B-ZS-K-L</b>	<b>Interruptor final de carrera LSW-PF11-P11</b>
<b>Ventajas</b>		
<b>Operación sin contacto físico</b>	✓ Utiliza un método inductivo para detectar la presencia sin necesidad de contacto físico con el objeto.	✗ Requiere que el objeto active físicamente el interruptor.
<b>Alta precisión en la detección</b>	✓ Ofrece una precisión de repetición de 0.1 mm, asegurando una detección precisa de la posición del objeto.	✗ La precisión de la detección puede variar según el desgaste del contacto.
<b>Durabilidad y vida útil prolongadas</b>	✓ Sin partes móviles, lo que aumenta la durabilidad y reduce la posibilidad de fallos mecánicos.	✗ Las partes móviles pueden desgastarse con el tiempo, disminuyendo su vida útil.

<b>Flexibilidad en entornos variados</b>	✓ Amplio rango de temperatura (-25 °C a 85 °C) y grado de protección IP67, adaptable a diferentes condiciones ambientales.	✗ Rango de temperatura más limitado (-5 °C a +80 °C) y grado de protección IP65.
<b>Desventajas</b>		
<b>Sensibilidad a materiales específicos</b>	✗ Puede ser influenciado por la presencia de ciertos materiales, como aluminio o acero inoxidable, lo que puede alterar la distancia de detección.	✓ Sus componentes mecánicos pueden acumular suciedad o ser afectados por interferencias mecánicas.
<b>Limitaciones en frecuencia de operación</b>	✗ Frecuencia de operación máxima de 25 Hz en corriente alterna, posiblemente insuficiente para aplicaciones de alta velocidad.	✓ Puede operar a frecuencias más altas de hasta 50/60 Hz, adecuado para aplicaciones rápidas.
<b>Restricciones en la tensión de operación</b>	✗ Margen de tensiones limitado (20 V a 320 V DC), lo que puede restringir su uso en algunos sistemas.	✓ Tensión de operación de 240 V y margen de tensiones de servicio de 240 V a 300 V, adecuado para aplicaciones estándar.

Fuente: extraído de festo.com y weg.net

### ***Sensor de proximidad seleccionado***

Es seleccionado el Sensor De Proximidad SIED-M12B-ZS-K-L. Se considera el sensor con mayor factibilidad teniendo en cuenta la necesidad y ajuste a los aspectos más relevantes del mismo como son:

- Durabilidad y vida útil prolongadas.
- Alta precisión en la detección.
- Grado de protección IP67.
- Fácil tipo de fijación (Con contratuerca).
- Fácil tipo de montaje (A ras)
- Gran rango de temperatura en operación (-25 °C... 85 °C) ya que estos tornos por el trabajo de maquinado de piezas que realizan pueden alcanzar temperaturas hasta de 80 °C.

- Fácil consecución y variedad en el mercado.

### ***Función del sensor***

La bobina L genera un campo magnético de alta frecuencia en el circuito de oscilación, lo cual induce una corriente de Foucault en un objeto cercano. A medida que el objeto se acerca al sensor, aumenta la corriente de inducción, lo que afecta la carga en el circuito y disminuye la oscilación. El sensor detecta este cambio y emite una señal de detección a través del circuito de detección de amplitud.

### ***Características principales del sensor de proximidad a usar:***

#### **Referencia en marca Festo SIED-M12B-ZS-K-L**

La solución perfecta para detectar objetos metálicos: sensor de proximidad inductivo SIED-M12B-ZS-K-L

- Distancia de conmutación nominal 2 mm
- Distancia de conmutación segura 1.62 mm
- LED para indicación del estado de conmutación
- Versión con cuerpo metálico o de poliamida
- Margen de tensión de funcionamiento AC 20 V ... 265 V
- Conexión eléctrica 2 hilos Cable
- Longitud del cable 2.5 m
- Tipo de fijación Con contratuerca
- Tipo de montaje A ras
- Indicación del estado de conmutación Diodo emisor de luz amarillo
- Grado de protección IP67

## **Propuesta: Sistema de control para la seguridad del Torno Polaco serie 835EH del laboratorio de IUPB**

El tercer objetivo del estudio es: Plantear el sistema de control de seguridad apto para el torno y su respectiva implementación, lo cual se detalla a continuación.

### **Introducción**

Se presenta una propuesta de mejora para el funcionamiento del Torno Polaco serie 835EH que se encuentra en ejercicio en el laboratorio de Procesos Mecánicos de la Institución Universitaria Pascual Bravo (IUPB). La propuesta de mejora se enfoca en el sistema de frenado del torno, el cual, al realizar una verificación inicial de su estado actual se identifica que presenta fallas en dicho sistema, lo cual puede ser causal de accidentes e improductividad de la herramienta.

La propuesta de mejora se realiza buscando que el torno complemente su sistema de frenado manual que actualmente tiene con un frenado eléctrico que funciona de forma totalmente automática (entiéndase) que no requiere intervención humana. La ejecución actual del sistema de frenado está asociado a varias condiciones inseguras, tanto para las personas y para el equipo.

Por lo anterior, se presenta un sensor de proximidad que reúne las características para optimizar el funcionamiento del torno mediante el refuerzo de su seguridad.

### **Principio de funcionamiento de la implementación del sensor**

El principio de funcionamiento se basa en un sensor de proximidad inductivo que a la vez hace de paro automático y de protección electromecánica del torno, el cual percibe los elementos ferrosos (metálicos), en este caso el metal del cual está hecho el contrapunto (pieza móvil del torno) e interrumpe la corriente.

Para poner en funcionamiento el circuito del torno, se activa el pulsador de arranque o marcha

Start, lo que pone en funcionamiento el torno con el contrapunto, realizando su recorrido en forma horizontal ascendente o progresiva.

### ***Existen dos formas de detener el torno***

La primera es activando el pulsador de parada de emergencia (stop), lo que detiene el torno, y la segunda forma es que el sensor inductivo, detiene automáticamente el motor cuando detecta que el metal, en este caso el hierro del contrapunto, roza o intenta sobrepasar su límite horizontal ascendente. Una vez que el sensor detecta la presencia del hierro del contrapunto, el motor se apaga automáticamente.

### **Instalación del sensor de proximidad**

El controlador recibe alimentación del interruptor unipolar de 20 amperios, el cual suministra energía al contacto 95 del relé térmico. A su vez, el contacto 96 del relé térmico alimenta el contacto 1 del pulsador de parada de emergencia tipo hongo normalmente cerrado (N/C), mientras que el contacto 2 de este paro se conecta al contacto 3 del pulsador de arranque - marcha Start normalmente abierto (N/O). Del contacto 3 del pulsador Start se deriva la retención en paralelo al contacto auxiliar 13 del contactor de potencia. La bobina A1 del contactor recibe alimentación de este mismo contacto. El contacto 4 o contacto de salida del pulsador Start - pulsador de marcha alimenta uno de los contactos normalmente abiertos (N/O) del sensor inductivo. Finalmente, el otro contacto (N/O) del sensor inductivo recibe alimentación del contacto auxiliar 14 del contactor.

Una vez este instalado el sensor de proximidad se espera que en el momento en el que el carro longitudinal este en marcha, ya sea que el operario este realizando un refrentado, cilindrado o un roscado donde se requiere poner a trabajar el torno en modo automático, y por descuido del operario el carro longitudinal siga su camino arrastrando el contrapunto hasta el final de los rieles, este contrapunto antes de caer al piso inmediatamente será detectado por el sensor de proximidad y automáticamente se detendrá el circuito interrumpiendo la corriente y sacando al torno de operación. En la figura 17 se indica la ubicación del sensor en el torno.



*Figura 17* Ubicación del sensor en el torno

1. Plato de Mordaza
2. Contra Punto
3. Porta Herramientas
4. Posición del Sensor de Proximidad
5. Riel
6. Ejes Paralelos
7. Cabezal Fijo
8. Cabezal Móvil o Carro Longitudinal
9. Bancada

## 8. Conclusiones

Dentro del proceso metodológico investigativo, las conclusiones del estudio se orientan sobre los objetivos específicos desarrollados. Conforme a esto se puede concluir que:

- ✓ El Torno Polaco 835EH de la IUPB, es una herramienta de excelente calidad que a prestado un buen servicio a la comunidad académica por más de 50 años, y en la actualidad sigue siendo funcional, y a la vez esta funcionalidad puede ser optimizada empleando tecnología de vanguardia.
- ✓ A partir del análisis de factibilidad se puede decir que estos sensores por sus características poseen una gran adaptabilidad, y por ende puede ser empleados en múltiples mecanismos sin importar su antigüedad. Además, el sensor no solo optimiza el funcionamiento de la herramienta, en este caso, sino que también funge como un mecanismo de prevención.
- ✓ Respecto al plan de mejora se espera que el sensor pueda ser implementado en un futuro no muy lejano.



## **9. Recomendaciones**

De partida se recomienda la ejecución del plan de mejoramiento implementándose el sistema de control para la seguridad para el torno, y una vez instalado se sugiere una revisión periódica del funcionamiento del mismo.



## 11. Presupuesto

Tabla 4

*Presupuesto*

<b>PRESUPUESTO</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>A.RECURSOS HUMANOS</b>		\$ 500.000,00
Corrector de estilos ( Adaptacion a normas APA )	\$ 500.000,00	
<b>B.BIENES</b>		\$ 1.890.000,00
Material de escritorio	\$ 40.000,00	
Laptop	\$ 1.800.000,00	
Dispositivo de memoria usb	\$ 50.000,00	
<b>C.SERVICIOS</b>		\$ 125.000,00
Transporte	\$ 70.000,00	
Impresiones y fotocopiado	\$ 15.000,00	
Imprevistos	\$ 40.000,00	
<b>TOTAL</b>		\$ 2.515.000,00

## 12. Referencias


- Amor Alcón, G. (2018) *Evolución, Análisis y Estudio Comparativo de las Máquinas Herramienta (Torno y Fresadora) a lo largo de la Historia*. [Trabajo de pregrado, Universidad de Valladolid] Repositorio Universidad de Valladolid.  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/31259/TFG-P-851.pdf>
- Cardona Noreña, N.M. (2015) *Diseño e implementación de dispositivos de seguridad para máquinas industriales*. [Trabajo de pregrado, Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo] Repositorio I.U. Pascual Bravo.  
[https://abcd.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/536/1/Rep\\_IUPB\\_Tec\\_Mec\\_Ind\\_Dispositivos\\_Seguridad.pdf](https://abcd.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/536/1/Rep_IUPB_Tec_Mec_Ind_Dispositivos_Seguridad.pdf)
- Castillo Angulo, L., & Meneses Pabón, J. A. (2021). *Procedimientos de trabajo seguro para el control del peligro mecánico en torno, fresadora y pulidora de una empresa del sector metalmecánico en Santiago de Cali*. [Trabajo de pregrado, Institución Universitaria Antonio José Camacho] Repositorio Institución Universitaria Antonio José Camacho.  
<https://repositorio.uniajc.edu.co/bitstream/handle/uniajc/>
- Escuela Colombiana de Ingeniería (2007) Torno Protocolo. Cursos de Proceso de Manufactura. Facultad de Ingeniería Industrial, Laboratorio de Producción.  
[https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/3474\\_torno.pdf?AWSAc](https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/3474_torno.pdf?AWSAc)
- FESTO. (sf) Sensor de Proximidad.  
<https://www.festo.com/co/es/a/538272/?q=%7E%3AsortByFacetValues-asc>
- WEG. (sf) Interruptor Limite LSW-PF11P11.  
<https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas%2C-Sensores-Industriales-y-Fontes-de-Alimentaci%C3%B3n/Interruptores-Fin-de-Carrera/Interruptores-de-Posici%C3%B3n-PI%C3%A1sticos/INTERRUPTOR-LIMITE-LSW-PF11-P11/p/15229256>
- Ingenierizandon.com. (sf) Tipos de Torno. <https://www.ingenierizando.com/fabricacion/tipos-de-tornos/>
- Instrumentos de medición (2023) Torno revolver, cilindra piezas de formas variadas.  
<https://instrumentosdemedicion.org/maquina-herramienta/torno-revolver/>
- MAQUTCEN (sf) Torno de precisión CNC 2040NC, 2060NC, 2080NC.  
<https://www.maqutcen.com/product/torno-de-precision-cnc-2040nc-2060nc-2080nc/>

- MECANIZADOS MC (sf). Torno Vertical. <https://mecanizadosmc.com/producto/torno-vertical/>
- Ramírez, D. (2015). Manual de mantenimiento de torno convencional y aplicación algunos tipos de soldadura. *Ciencias de Los Procesos Industriales*, 126.
- Rueda Ramírez, ED y Viloría Villalobos, RG (2021). *Diseño y simulación de automatización de un torno convencional a CNC en la Universidad Antonio Nariño Sede Puerto Colombia*. [Trabajo de pregrado, Universidad Antonio Nariño] Repositorio Universidad Antonio Nariño.  
<http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/3142/2/2020ElmerDavidRuedaRamirez.pdf>
- Simbología de Planos (sf) *Información escueta sobre Simbología, código de letras, referencias cruzadas*. <http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia/SIMBOLOGIA-Planos.htm>
- Símbolos electrónicos (octubre de 2013) Símbolos electrónicos sensores de proximidad.  
<https://www.simbolos-electronicos.net/2013/10/simbolos-electricos-de-sensores-pro.html>
- Todo Control (agosto 20 de 2022) Sistema de Control de acceso. <https://todocontrol.club/sistemas-de-control/sistema-de-control-de-acceso/>

## Anexos

Anexo 1 Lista de Chequeo Torno Polaco 835EH

## LISTA DE CHEQUEO

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO		
EQUIPO: TORNO CONVENCIONAL POLACO	FECHA:18/03/2024	
MARCA : WARZAWA	HORA DE INICIO:05:PM	
MODELO : TUE 40 SERIE 835EH	HORA DE FINALIZACION:06:PM	

ITEM.1	SISTEMA ELECTRICO	SI	NO	N/A	OBSERVACION
	Él toma corriente es industrial, funciona correctamente libre de quemaduras y con buen aislamiento	X			
	El interruptor de corriente funciona adecuadamente	X			
	El cableado eléctrico de conexión a la red se encuentra en óptimas condiciones	X			
	La estructura metálica de la maquina tiene polo a tierra	X			
	El cable de alimentación presenta desgastes, peladuras etc.	X			
	Funcionan los pulsadores de parada de emergencia		X		
	La caja de las protecciones se encuentra en buenas condiciones	X			
	Presenta un sistema de control de frenado automático		X		
	luces en el tablero de control	X			
	luces en el tablero de encendido	X			
ITEM.2	NIVELES DE ACEITE				
	Presenta los niveles de aceite óptimos en la caja de velocidad	X			
	Posee el nivel de aceite necesario en el árbol horizontal	X			

	<b>Presenta los niveles de aceite óptimos en la caja de avances</b>	<b>X</b>			
<b>ITEM.3</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DE PARTES MECANICAS</b>				
	<b>Palanca caja de avance en estado operativo</b>	<b>X</b>			
	<b>Palanca caja de velocidades en estado operativo</b>	<b>X</b>			
	<b>Avance automático de cabezales en estado operativo</b>	<b>X</b>			
	<b>Motor de caja de velocidades</b>	<b>X</b>			
	<b>Motor de caja de avances</b>	<b>X</b>			

**OBSERVACIONES GENERALES:**