IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE ELECTROEROSIÓN POR HILO DE BAJO COSTO

NELSON JOSE BAYONA ARIZAL

PROYECTO AVANZADO I

TUTOR:

DAVINSON CASTAÑO CANO

PROFESOR

ESCUELA DE CIENCIAS APLICADAS E INGENIERIA

[dcasta25@eafit.edu.co](mailto:dcasta25@eafit.edu.co)

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE CIENCIAS APLICADAS E INGENIERÍA

INGENIERÍA FÍSICA

MEDELLÍN

2025-1

**CONTENIDO**

**pág.**

[PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4](#_Toc190342465)

[1 OBJETIVOS 4](#_Toc190342466)

[1.1 OBJETIVO GENERAL 4](#_Toc190342467)

[1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4](#_Toc190342468)

[2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 5](#_Toc190342469)

[2.1 ANTECEDENTES 5](#_Toc190342470)

[2.2 JUSTIFICACIÓN 5](#_Toc190342471)

[3 ALCANCE 6](#_Toc190342472)

[4 METODOLOGÍA 6](#_Toc190342473)

[5 CRONOGRAMA 7](#_Toc190342474)

[6 PRESUPUESTO 8](#_Toc190342475)

[7 PROPIEDAD INTELECTUAL 8](#_Toc190342476)

[8 BIBLIOGRAFÍA 9](#_Toc190342477)

**TABLAS**

**pág.**

[Tabla 1 Matriz de marco lógico del proyecto 6](#_Toc190355314)

[Tabla 2 Cronograma de trabajo 7](#_Toc190355315)

[Tabla 3 Presupuesto inicial estimado del proyecto. 8](#_Toc190355316)

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La electroerosión por hilo (EDM por sus siglas en inglés) es un proceso de mecanizado no convencional que permite la fabricación de piezas con alta precisión y geometrías complejas mediante la erosión controlada de material con descargas eléctricas. Este método es ampliamente utilizado en la industria metalmecánica, aeroespacial y de manufactura de moldes, debido a su capacidad para trabajar con materiales de alta dureza que resultan difíciles de mecanizar con métodos tradicionales [1]. Ante esta problemática, surge la necesidad de desarrollar un dispositivo de electroerosión por hilo de bajo costo, que sea accesible para laboratorios de enseñanza y talleres pequeños, permitiendo a los usuarios realizar mecanizados de precisión sin una gran inversión. Este dispositivo debe ser diseñado con principios de automatización y control aplicados desde áreas como la electrónica, la mecatrónica y el diseño de sistemas de control, optimizando su funcionamiento para garantizar una operación eficiente y segura. Dado este contexto, surge responder la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cómo implementar un dispositivo de electroerosión por hilo de bajo costo que permita realizar mecanizados de precisión, asegurando su viabilidad técnica y accesibilidad para entornos educativos?**

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un dispositivo de electroerosión por hilo de bajo costo para aplicaciones educativas.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

* Diseñar el sistema electromecánico del dispositivo de electroerosión por hilo, estableciendo las dimensiones, materiales y requerimientos técnicos para su construcción.
* Implementar el sistema de control e instrumentación mediante la selección y programación de los componentes electrónicos necesarios para el funcionamiento autónomo y eficiente del equipo.
* Realizar pruebas y validaciones del dispositivo para garantizar su correcto desempeño, evaluando precisión, estabilidad y eficiencia del proceso de electroerosión.

# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## ANTECEDENTES

La electroerosión por hilo ha sido objeto de numerosos estudios e implementaciones a nivel mundial, evidenciando su importancia en la mecanización de materiales duros. Desde los años 40, cuando se comenzaron a realizar investigaciones sobre el efecto de descargas eléctricas en metales, hasta el desarrollo de máquinas especializadas en la década de los 70, este proceso ha evolucionado significativamente. La electroerosión por hilo es un proceso de mecanizado que emplea descargas eléctricas para cortar materiales conductores con alta precisión [1]. Este proceso se basa en la erosión generada entre un hilo metálico y la pieza de trabajo, ambos sumergidos en un fluido dieléctrico que permite controlar la formación de chispas y evacuar los residuos generados. Las máquinas de electroerosión por hilo comerciales cuentan con una fuente de energía de corriente pulsada que opera en un rango de 50 a 300 V y una corriente de 0.5 a 50 A, dependiendo del tipo de material y el espesor de la pieza a cortar. Para lograr un mecanizado preciso, se utiliza un hilo conductor de latón, cobre o tungsteno, con un grosor óptimo de 0.1 a 0.3 mm, que se desplaza de manera continua mediante un sistema de alimentación controlado. [2]

El sistema de guiado y control en estos equipos es generalmente basado en CNC (Control Numérico Computarizado), permitiendo movimientos en los ejes X, Y, U y V para cortes complejos en dos y tres dimensiones. El fluido dieléctrico empleado suele ser agua desionizada, que actúa como medio aislante y refrigerante, optimizando la estabilidad del proceso. En términos de tamaño y peso, las máquinas de electroerosión por hilo varían según su capacidad, pero modelos estándar para aplicaciones industriales tienen dimensiones aproximadas de 1.5 x 1.2 x 1.8 m y un peso que puede oscilar entre 800 y 1500 kg, dependiendo de su estructura y componentes. [2]

## JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de un dispositivo de electroerosión por hilo de bajo costo es de gran interés tanto en el ámbito académico como en el industrial. Desde el punto de vista educativo, este proyecto facilitará el acceso a tecnologías de mecanizado de precisión en instituciones de formación técnica y universidades, permitiendo que los estudiantes adquieran conocimientos prácticos sobre procesos avanzados de manufactura sin depender de equipos comerciales costosos.

El desarrollo de un dispositivo de electroerosión por hilo requiere conocimientos en diversas áreas de la física y la ingeniería, siendo fundamentales el electromagnetismo y la instrumentación y control. El electromagnetismo es clave para comprender las descargas eléctricas controladas que generan la erosión del material, así como el comportamiento del campo eléctrico en presencia del fluido dieléctrico. Por otro lado, la instrumentación y control son esenciales para diseñar un sistema automatizado que regule la corriente, la tensión y la velocidad del hilo, garantizando precisión y estabilidad en el proceso. Además, se requiere conocimiento en termodinámica para analizar la disipación térmica, mecánica de fluidos para la correcta gestión del fluido dieléctrico y ciencia de materiales para la selección de componentes adecuados. La participación de un ingeniero físico en este proyecto es crucial, ya que su formación le permite abordar el problema desde un enfoque interdisciplinario, combinando el análisis teórico de los fenómenos electromagnéticos y térmicos con la aplicación práctica en el diseño de sistemas de control y automatización, asegurando así una solución eficiente, innovadora y científicamente fundamentada.

# ALCANCE

El presente proyecto se enfoca en la replicación funcional de un dispositivo de electroerosión por hilo, sin pretender innovar o evolucionar la tecnología existente, sino más bien desarrollar una versión accesible y de bajo costo que permita su implementación en entornos educativos y pequeñas industrias. El dominio del problema abarca el diseño, construcción y automatización de un sistema de electroerosión por hilo capaz de realizar mecanizados de precisión en materiales conductores. Sin embargo, el proyecto no abordará mejoras tecnológicas significativas en cuanto a eficiencia energética, optimización del proceso de descarga o nuevos materiales para hilos y fluidos dieléctricos, ya que estas áreas requieren investigaciones más profundas en ciencia de materiales y dinámica de plasmas. En cambio, el enfoque estará en la integración de componentes electrónicos, mecánicos y de control ya existentes, asegurando la viabilidad técnica y económica del dispositivo dentro de un marco de ingeniería aplicada.

# METODOLOGÍA

Se siguen los lineamientos de la metodología de un marco lógico para la planeación y evaluación del proyecto.

Tabla 1 Matriz de marco lógico del proyecto

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Resumen Narrativo** | **Indicadores** | **Medios de Verificación** | **Supuestos** |
| **Fin** | Contribuir al fortalecimiento de la enseñanza de procesos de manufactura avanzada en instituciones educativas. | Número de instituciones implementando el dispositivo. | Disponibilidad de docentes y alumnos interesados en el uso del equipo. |
| **Propósito** | Desarrollar un dispositivo de electroerosión por hilo de bajo costo que permita su implementación en entornos académicos. | Prototipo funcional validado en al menos una institución educativa. | Acceso a materiales y tecnología básica para la construcción del prototipo. |
| **Componentes** | **1.** Diseño del sistema electromecánico. **2.** Implementación del sistema de control e instrumentación. **3**. Pruebas de funcionamiento y validación. **4.** Documentación y manuales técnicos. | **1**. Planos y modelos CAD desarrollados. **2**. Código de control implementado y probado. **3**. Reportes de pruebas documentadas. **4**. Manual de usuario y guía de implementación elaborados. | Se cuenta con los conocimientos técnicos en electromagnetismo, instrumentación y control. |
| **Actividades** | **1**. Investigación de especificaciones técnicas y científicas. **2**. Selección de materiales y componentes. **3**. Desarrollo del sistema de alimentación eléctrica y descarga controlada. **4**. Programación del sistema de control. **5**. Ensamblaje y calibración del dispositivo. **6**. Evaluación del desempeño del equipo. | Registros de avances y pruebas, informes. | Disponibilidad de financiamiento básico y acceso a herramientas para la construcción del prototipo. |

# CRONOGRAMA

La siguiente tabla muestra la proyección de actividades a realizar para la culminación exitosa del proyecto.

Tabla 2 Cronograma de trabajo

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ACTIVIDAD** | **MES (SEMANAS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **ENERO** | | **FEBRERO** | | | | **MARZO** | | | | **ABRIL** | | | | **MAYO** | | | |
| **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | **S5** | **S6** | **S7** | **S8** | **S9** | **S10** | **S11** | **S12** | **S13** | **S14** | **S15** | **S16** | **S17** | **S18** |
| Etapa de investigación |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Avances del proyecto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CAD planta |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Construcción planta |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Simulación electrónica |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Construcción electrónica |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diseño del sistema del control |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Etapa de pruebas |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Corrección de errores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Caracterización de la planta |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# PRESUPUESTO

Tabla 3 Presupuesto inicial estimado del proyecto.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Categoría** | **Monto Asignado** | **Concepto** |
| **Parte Mecánica** | 800 000$ | Compra de materiales, fabricación y ensamblaje de componentes mecánicos. |
| **Parte Eléctrica** | 600 000$ | Adquisición de componentes electrónicos, circuitos, sensores, y cableado. |
| **Honorarios** | 1 600 000$ | Remuneración por servicios profesionales, diseño, consultoría, y mano de obra especializada. |

# PROPIEDAD INTELECTUAL

En el presente informe, se declara que todas las creaciones intelectuales generadas en el marco del proyecto titulado "Implementación de un Dispositivo de Electroerosión por Hilo de Bajo Costo" son propiedad de la Universidad EAFIT, de acuerdo con el Reglamento de Propiedad Intelectual vigente. Se reconoce que cualquier resultado, invención, diseño o desarrollo derivado de este trabajo será gestionado conforme a las políticas de la universidad, incluyendo la posibilidad de registro y protección jurídica. Asimismo, se establece que se han suscrito los acuerdos de confidencialidad y cesión de derechos necesarios para asegurar la protección de la información y los resultados obtenidos.

# BIBLIOGRAFÍA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] |  | «INTRODUCCION A LA ELECTROEROSION,» [En línea]. Available: http://www.etitudela.com/profesores/jfcm/mipagina/downloads/electroerosiononamio.pdf. [Último acceso: 30 Enero 2025]. |
| [2] |  | MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V, «42 series de modelos desde 1964,» [En línea]. Available: https://www.mitsubishielectric-edm.de/wp-content/uploads/2021/06/mv-r-broschuere-es.pdf. [Último acceso: 30 Enero 2025]. |
| [3] |  | G. Castro, «TECNICAS MODERNAS DE CONFORMADO PLASTICO, CORTE Y ELECTROEROSION PARTE I,» 2017. |
| [4] |  | V. A. Moreno Guerrero, «Análisis Multivariable en el Proceso de Corte Electro abrasivo por Hilo para su Aplicación en un Sistema CAPP,» Universidad De Holguín “Oscar Lucero Moya”, Maracay, 2018. |
| [5] |  | J. Ramiro Rúa, «PROCESO DE MECANIZADO POR ELECTROEROSIÓN,» SENA CDT- ASTIN, 2003. |
| [6] |  | Ferrotall, «Aristech CNC-250 (60A),» [En línea]. Available: https://www.ferrotall.com/es/cnc/aristech-cnc-250-(60a)/. [Último acceso: 30 Enero 2025]. |
| [7] |  | E. Ortegón, J. Franscisco Pacheco y A. Prieto , «Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas,» Naciones Unidas CEPAL, Julio 2005. [En línea]. Available: https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/2d86ecfb-f922-49d3-a919-e4fd4d463bd7/content. [Último acceso: 20 Enero 2025]. |