

**PAQUETE DE RESISTENCIAS VARIABLES PARA SER EMPLEADO EN EL
DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE MÁQUINAS 1 DEL
DEPARTAMENTO ELÉCTRICO DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO EMPLEANDO TÉCNICAS DE IMPRESIÓN 3D.**

ABAD DIOMEDES LUJAN ZAPATA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

MEDELLÍN

2024

Contenido

Introducción	1
1.Planteamiento del problema	2
1.1 Descripción	2
1.2 Formulación	2
Justificación	3
Objetivos	4
1.3 Objetivo general	4
1.4 Objetivos específicos	4
Referentes teóricos	5
1.5 El proceso de impresión 3D (FDM)	5
1.6 Resistencia eléctrica	6
4.2.1. Resistencia de un conductor	8
1.7 Obtención de un archivo 3D	10
1.8 Conversión del archivo al código G.	11
1.9 Impresión del objeto 3D	11
Descripción técnica del proyecto	12
5.1 Materiales constructivos	12
Resultados del trabajo	12
6.1 Cálculos y dimensionamiento de la resistencia	12
6.2 Especificaciones del diseño, modelado e impresión	14
6.3. Diseño en el software 360 de algunos componentes específicos del reóstato deslizante.	15
6.4. Impresión física de algunos componentes del reóstato deslizante realizado utilizando técnicas en impresión 3D.	18
6.5. Componentes constitutivos del prototipo de reóstato deslizante utilizando técnicas en impresión 3D.	19
6.6. Guía de uso específico	24
7.Metodología	25

8. Conclusiones	27
9. Recursos	28
9.1 Presupuesto	28
10. Referencias bibliográficas	29

Introducción

Las resistencias variables o reóstatos deslizantes se utilizan a menudo para entornos de prácticas en laboratorios de máquinas eléctricas. Los reóstatos deslizantes están contruidos de bobinado de cable resistivo en un cilindro de aislamiento, un contacto deslizante se mueve a lo largo del bobinado para incrementar o disminuir la resistividad. Utilizando técnicas en impresión 3D se desarrolla un diseño en software fusión 360 de algunas partes constitutivas de reóstato deslizante, un cilindro y un soporte. Utilizando una impresora 3D toma el modelo digital y lo convierte en un objeto físico tridimensional. Las resistencias variables y su proceso constructivo empleando técnicas en impresión 3D brindan una solución más económica, se puede acceder a materiales los cuales tienen accesibilidad y bajo coste obtenerlas de aquellas empresas que las comercializan, fabrican e importan su valor económico es alto.

Elena, G. S. M. (2023). Catalogación de instrumentación de equipos eléctricos.

<https://idus.us.es/handle/11441/152893>

1.Planteamiento del problema

1.1 Descripción

En el laboratorio de máquinas II del departamento de eléctrica de la Institución Universitaria Pascual Bravo, surgió de la necesidad de proporcionar un espacio al desarrollo de prácticas de laboratorio, mediante la utilización de módulos de trabajos didácticos. En el momento, se presenta un déficit de resistencias variables para realizar prácticas. Actualmente, las resistencias con que cuenta el laboratorio, se encuentran deterioradas debido a sus años de uso. Por esto se propone la elaboración de una 3 resistencias variables (reostatos deslizantes) haciendo uso de un proceso de impresión en 3D.

Matan. (2023, 21 septiembre). ¿Qué es una resistencia variable? Electricity - Magnetism.
<https://www.electricity-magnetism.org/es/que-es-una-resistencia-variable/>

1.2 Formulación

¿Cómo desarrollar resistencias variables utilizando técnicas de impresión 3D que sean económicamente accesibles y eficientes en términos de recursos y tiempo?

Justificación

Este proyecto se centra en el desarrollo de un paquete de resistencias variables fabricadas mediante técnicas de impresión 3D, diseñado específicamente para mejorar y enriquecer las prácticas de laboratorio en el curso de Máquinas 1 del departamento de eléctrica de la Institución Universitaria Pascual Bravo. Estas resistencias variables ofrecen una solución económica y sostenible y brindan a los estudiantes la oportunidad de experimentar con componentes personalizados, fomentando así el aprendizaje práctico. Este proyecto propone actualizar los elementos resistivos empleados para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, por elementos económicos que puedan ser reemplazados o reparados de forma sencilla si sufren alguna alteración o tienen fallas en su funcionamiento.

Objetivos

1.3 Objetivo general

Desarrollar un paquete de resistencias variables para ser empleado en el desarrollo de las prácticas de laboratorio de máquinas 1 del departamento de eléctrica de la Institución Universitaria Pascual Bravo empleando técnicas de impresión 3D.

1.4 Objetivos específicos

- Desarrollar el diseño de detalle de un conjunto de resistencias variables a partir de los cálculos y parámetros de los elementos constructivos de estas.
- Realizar el modelo de impresión 3D empleando software de diseño especializado.
- Fabricar los prototipos físicos de las resistencias variables utilizando técnicas de impresión 3D.

Referentes teóricos

En la manufactura o fabricación digital, intervienen un conjunto de tecnologías que permiten crear o transformar materiales usando como información inicial archivos digitales. Estos archivos son representaciones virtuales de objetos elaborados con programas de diseño asistido por computadora (más conocidos por su sigla en inglés CAD, Computer Aided Design) o de ingeniería asistida por computadora (más conocida por su sigla en inglés CAE, Computer Aided Engineering). La impresión 3D es el proceso mediante el cual se crea un objeto físico sobre la base de un modelo digital. El objeto digital que se ha de imprimir se deconstruye utilizando programas laminadores (slicers) y luego se reconstruye mediante una impresora 3D en un objeto físico.

1.5 El proceso de impresión 3D (FDM)

Ilustración 1. *La fabricación aditiva en la industria 4.0 impresión 3D*



Fuente: extraído de

<https://grupogaratu.com/la-fabricacion-aditiva-la-industria-4-0-puedes-sonarlo-puedes-imprimirlo-3d/>

El proceso de impresión 3D puede dividirse en tres grandes etapas:

- La obtención de un archivo digital
- La conversión del archivo al código G
- La impresión del objeto en 3D físico.

1.6 Resistencia eléctrica

Las resistencias se utilizan principalmente en circuitos para ajustar y estabilizar la corriente y el voltaje. Se pueden utilizar como derivaciones y divisores de voltaje, así como cargas de coincidencia de circuitos. De acuerdo con los requisitos del circuito, también se puede utilizar para la retroalimentación negativa o retroalimentación positiva del circuito de amplificación, conversión de voltaje-corriente, voltaje o componentes de protección de corriente cuando la entrada está sobrecargada, y se puede formar en un circuito RC para oscilación, filtrado, bypass, diferenciación, integración y tiempo constante Componentes, etc.

Ilustración 2. *Símbolo de la resistencia eléctrica*



Fuente: <https://www.acomee.com.mx/clasificaciones/RESISTENCIAELECTRICA.pdf>

Se le denomina resistencia eléctrica a la igualdad de oposición que tienen los electrones al moverse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega omega (Ω), en honor al físico alemán Georg Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.

Para un conductor de tipo cable, la resistencia está dada por la siguiente fórmula: $R = \rho \ell / S$. Donde ρ es el coeficiente de proporcionalidad o la resistividad del material, ℓ es la longitud del cable y S el área de la sección transversal del mismo. La resistencia de un material depende directamente de dicho coeficiente, además es directamente proporcional a su longitud (aumenta conforme es mayor su longitud) y es inversamente proporcional a su sección transversal (disminuye conforme aumenta su grosor o sección transversal).

Descubierta por Georg Ohm en 1827, la resistencia eléctrica tiene un parecido conceptual con la fricción en la física mecánica.

La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio (Ω). Para su medición, en la práctica existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un termómetro. Además, su cantidad recíproca es la conductancia, medida en Siemens. Por otro lado, de acuerdo con la ley de Ohm la resistencia de un material puede definirse como la razón entre la diferencia de potencial eléctrico y la corriente en que atraviesa dicha resistencia, así: $R = V / I$. Donde R es la resistencia en ohmios, V es la diferencia de potencial en voltios e I es la intensidad de corriente en amperios. También puede decirse que “la intensidad de la corriente que pasa por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial e inversamente proporcional a su resistencia”. Según sea la magnitud de esta medida, los materiales se pueden clasificar en conductores, aislantes y semiconductores. Existen además ciertos materiales en los que, en determinadas condiciones de temperatura, aparece un

fenómeno denominado superconductividad, en el que el valor de la resistencia es prácticamente nulo.

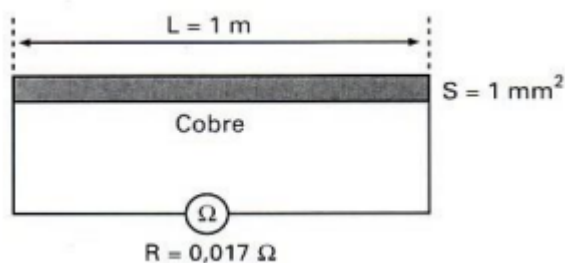
4.2.1. Resistencia de un conductor

El conductor es el encargado de unir eléctricamente cada uno de los componentes de un circuito. Dado que tiene resistencia óhmica, puede ser considerado como otro componente más con características similares a las de la resistencia eléctrica. De este modo, la resistencia de un conductor eléctrico es la medida de la oposición que presenta al movimiento de los electrones en su seno, es decir la oposición que presenta al paso de la corriente eléctrica. Generalmente su valor es muy pequeño y por ello se suele despreciar, esto es, se considera que su resistencia es nula (conductor ideal), pero habrá casos particulares en los que se deberá tener en cuenta su resistencia (conductor real). La resistencia de un conductor depende de la longitud del mismo (ℓ) en m, de su sección (S) en m^2 , del tipo de material y de la temperatura. Si consideramos la temperatura constante ($20^\circ C$), la resistencia viene dada por la siguiente expresión:

$R = \rho S \ell$ en la que ρ es la resistividad (una característica propia de cada material).

Si midiéramos con un óhmetro un conductor de cobre de 1 m de longitud y una sección de 1 mm^2 , obtendremos un resultado de 0,017 ohmios.

Ilustración 3. Fórmula de la resistencia



El camino a recorrer por la corriente es mayor y a mayor sección menor resistencia puesto que los electrones tendrán más libertad para moverse y por tanto la resistencia será menor.

Teniendo en cuenta todas esas consideraciones A mayor longitud mayor resistencia, puesto podemos escribir que:

$$R_{cu} = 0,017$$

$R L 0,17 =$ es la resistencia en ohmios del conductor de cobre por cada metro de longitud y 1 mm^2 de sección.

L , es la longitud del conductor expresado en metros.

$S =$ la sección del conductor expresado en mm^2 .

Esta fórmula sólo será válida para calcular la resistencia de un conductor de cobre, para otros metales se hace la misma experiencia, pero la resistencia de 1 m de longitud y 1 mm^2 de sección vienen dados en una tabla y los llamaremos coeficiente de resistividad que será representado por la letra griega " ρ ".

La impresión 3D es una tecnología que permite fabricar objetos tridimensionales. La gran ventaja que ofrece utilizar impresoras 3D es poder fabricar objetos únicos a un coste "más bajo" y de una forma "más rápida"

1.7 Obtención de un archivo 3D

Para comenzar con la impresión necesitamos obtener un archivo 3D, que debe estar en formato **STL u OBJ**.

El **STL** es un tipo de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define solamente la geometría de la superficie de un objeto 3D y excluye información como color, texturas o propiedades físicas.

El **OBJ** es un formato de archivo utilizado para objetos tridimensionales que contiene las coordenadas 3D (líneas poligonales y puntos), mapas de textura y otras informaciones del objeto. Se puede obtener el archivo 3D mediante descarga, escaneo o diseño propio.

Descarga: Existen varios repositorios y sitios web de los cuales se pueden descargar archivos 3D (pagos o gratuitos) que son puestos a disposición por comunidades de makers y diseñadores.

Escaneo: Otra manera de obtener un modelo 3D es trasladar la morfología de un objeto físico a un archivo digital. Para esto es necesario contar con un escáner 3D. Una vez escaneado el objeto, se pueden modificar sus características antes de imprimirlo o se puede imprimir directamente.

También existen sistemas de obtención de imágenes 2D que luego se procesan para generar una 3D.

Diseño propio: Es el proceso de creación digital a través de la representación de objetos tridimensionales, los cuales se pueden realizar a partir de un modelo digital en 3D que es generado por programas de diseño.

En la actualidad, hay un amplio abanico de programas para diseñar en 3D, entre los que se encuentran tres categorías principales que se corresponden con las tres formas más populares

de representar un modelo: modelado de sólidos, escultura digital o modelado poligonal. La selección del programa dependerá del tipo de modelado que se busca.

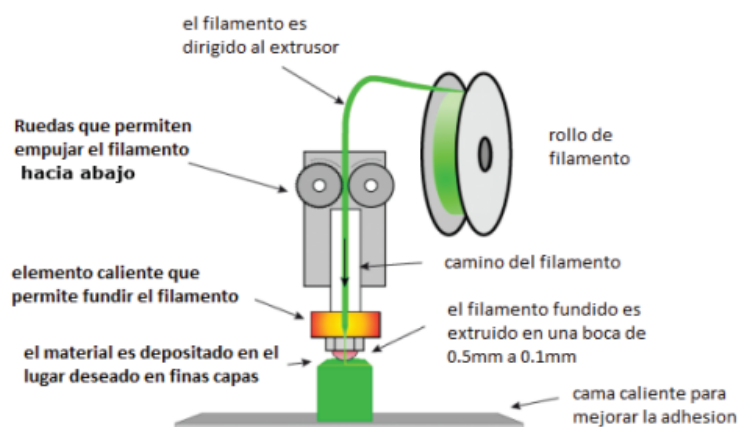
1.8 Conversión del archivo al código G.

Una vez obtenido el archivo, se debe traducir el modelo 3D a un idioma que la impresora pueda reconocer. El archivo en Código G contempla los movimientos que realizará el equipo durante la impresión. Desde el programa de laminado se podrán modificar los parámetros de impresión tales como relleno, altura de capa, soportes, posicionamiento de la pieza, entre otros.

1.9 Impresión del objeto 3D

La impresión del objeto 3D propiamente dicha ocurre dentro de la impresora. El filamento (bobina de material) pasa por el extrusor, que lo empuja por el cabezal derritiendo el material hasta su salida, a través de la boquilla (en inglés, nozzle), mientras dibuja cada capa sobre la bandeja de impresión. A medida que el material sale, se enfría para mantener la forma. Las capas se acumulan una encima de la otra hasta obtener el objeto final.

Ilustración 4. *Proceso de impresión 3D*



Fuente: extraído de Admin. (2024, 29 marzo). Impresoras 3D como funcionan. 3D Market.

<https://www.3dmarket.mx/articulos/impresoras-3d-como-funcionan/>

Descripción técnica del proyecto

5.1 Materiales constructivos

Para la construcción de un reóstato deslizante utilizando técnicas de impresión 3D, se realizó un diseño en el software Fusion 360, modelando las partes de este elemento con su respectiva impresión en 3D, entre las cuales se tiene una cabeza deslizante, un cilindro, un soporte, terminales de conexión, escobillas, alambre de resistencia, varilla de metal y una resistencia de potencia.

Para la construcción del cuerpo de este, se utilizaron 200 gramos de PLA de 1.75 mm^2 , se emplearon 12 m de alambre ferroníquel aislado, el cual se enrolla alrededor del núcleo (cilindro impreso (3D) una cabeza deslizante, cuatro terminales (puesto de conexión a la red, las cuales son aisladas), una escobilla para pulidora black & decker tipo 5, una resistencia de potencia 50W, dos abrazaderas metálicas 28-48mm y una barra deslizante de 22 cm (varilla roscada)

Resultados del trabajo

6.1 Cálculos y dimensionamiento de la resistencia

Cálculo de la resistencia de ferroníquel

Para cálculo de la resistencia, se realizó el cálculo de la resistencia del cable de ferroníquel de menos costo encontrado en el mercado, (Alambre ferroníquel calibre 28), este tiene un

coeficiente de resistividad $0.80\Omega mm^2/m$ (referencia 1), un diámetro $0.35mm$ (referencia 2) y se emplearon las siguiente fórmulas:

Referencia 1.

https://escuela4107.com.ar/pluginfile.php/40503/mod_resource/content/1/2-RESISTENCIA.pdf

Referencia 2: Imson, G., MA. (2020, 11 diciembre). 4 formas de calcular el radio de un círculo - wikiHow. wikiHow. <https://es.wikihow.com/calcular-el-radio-de-un-c%C3%ADrculo>

Fórmula de resistividad de los cables:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Área del cable

$$A = \pi \cdot r^2$$

Cálculos y procedimientos

$$R = \frac{0.35mm}{2} = 0.172mm$$

$$A = (3.14) \times (0.175mm)^2 = 0.096mm^2$$

La resistencia de 1 metro de alambre ferroníquel calibre 28

Por medio de este procedimiento, se encontró la resistencia de 1 m de ferroníquel, luego se procede a hallar los metros necesarios para calcular una resistencia de 100Ω .

$$R = \frac{0.80\Omega mm^2}{m} * \frac{1m}{1000mm} = 0.8 \times 10^{-3} \Omega mm^2/mm$$

$$R = (0.8 \times 10^{-3} \Omega \frac{mm^2}{mm}) * (\frac{1000 mm}{0.96 mm^2}) = \frac{25}{3} 8.33 m$$

¿Cuántos metros de alambre ferroniquel se requieren?

1m - 8.33Ω

X - 100 Ω

X= 12 m de alambre ferroniquel

Voltaje de funcionamiento del reóstato deslizante

Se utilizara para un voltaje de alimentación en DC 220 V con una corriente nominal de 0.24 A y aplicará la ley de ohm $V=I*R$, donde V es voltaje, I es la corriente, R la resistencia

Ley de OHM. (2021, 1 marzo). Portal Académico del CCH.

<https://portalacademico.cch.unam.mx/cibernetical/implementacion-de-circuitos-logicos/ley-de-ohm>

$$R = \frac{V}{I} = \frac{205 v}{0.24A} = 854 \Omega$$

Se requiere una resistencia mínima de 854 Ω

Se conectará una resistencia de potencia en 50W

$$P = V.I \quad 220V * 0.24 = >50w$$

6.2 Especificaciones del diseño, modelado e impresión

Para el diseño de las partes constitutivas se empleó el software fusion 360 el cual permite dar un modelado con dimensiones y medidas específicas.

Se toma la dimensión de una resistencia variable existente (reóstato deslizable) en el laboratorio de máquinas eléctricas el cual tiene un tiempo de uso prolongado y su material constitutivo es de otros componentes.

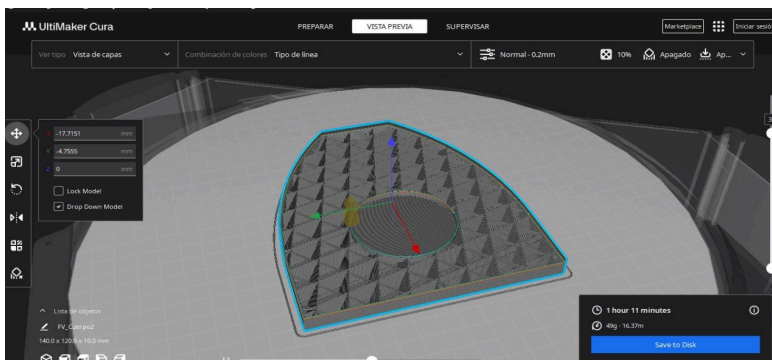
Ilustración 5. Resistencia variable(reóstato deslizable). existente



Fuente: Propia.

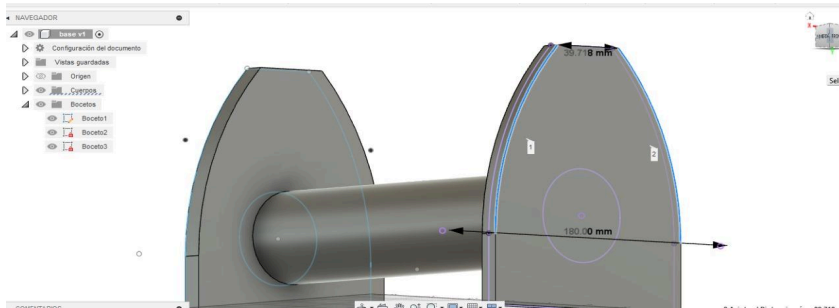
6.3. Diseño en el software 360 de algunos componentes específicos del reóstato deslizable.

Ilustración 6. Diseño de piezas de soporte en software 360.



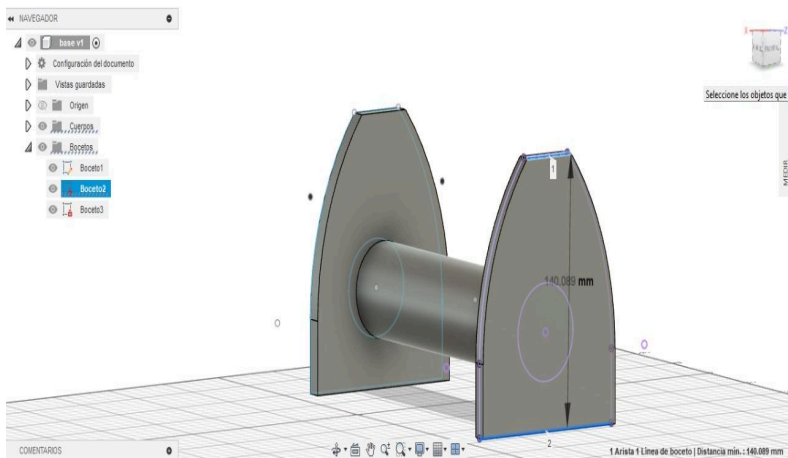
Fuente: Propia.

Ilustración 7. Longitud horizontal de pieza de soporte en mm diseño en software 360



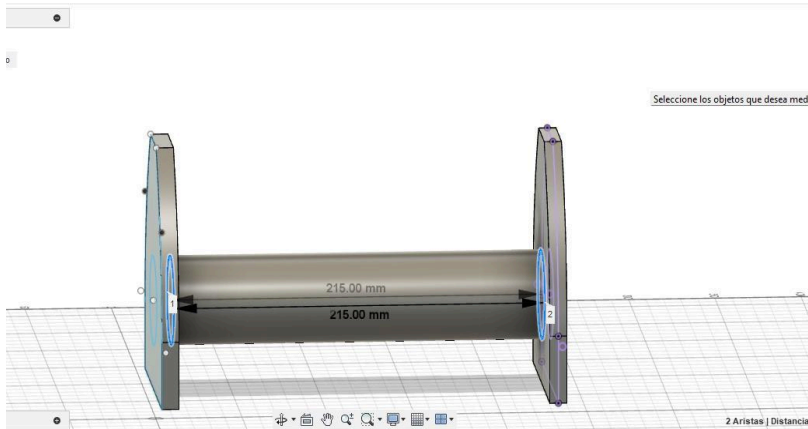
Fuente: Propia.

Ilustración 8. Longitud vertical de pieza de soporte en mm diseño en software 360.



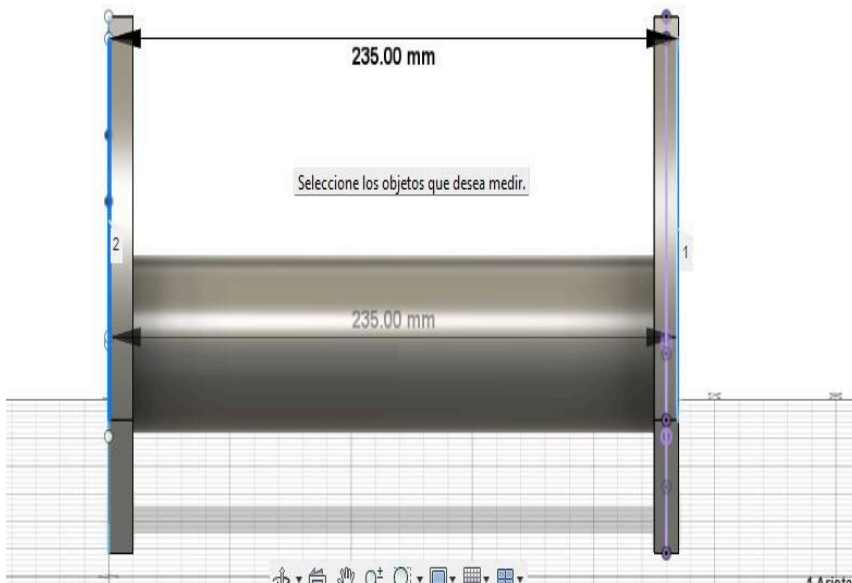
Fuente: Propia

Ilustración 9. Longitud interior del cilindro en mm diseño en software 360.



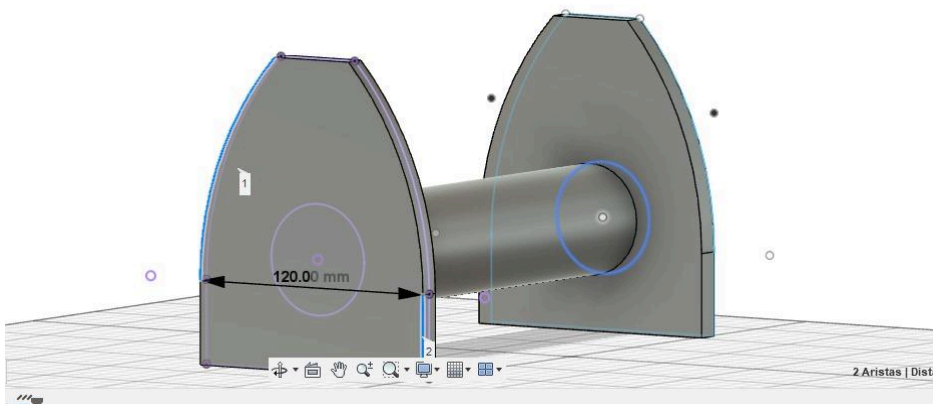
Fuente: Propia.

Ilustración 10. Longitud total del cilindro con su respectivos soportes del en mm. Diseño en software 360.



Fuente: Propia

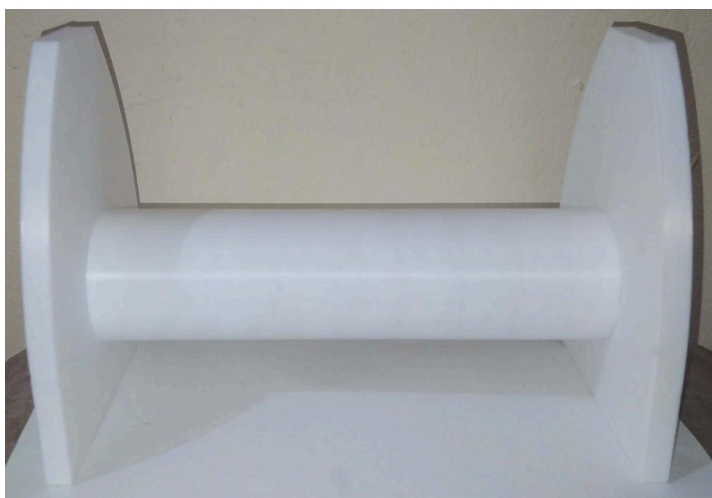
Ilustración 11. *Diseño del cilindro acoplado a sus respectivos soportes desarrollado en software 360.*



Fuente: Propia

6.4. Impresión física de algunos componentes del reóstato deslizante realizado utilizando técnicas en 3D.

Ilustración 12. *Impresión física aplicando técnicas en 3D del cilindro con su respectivo base*



Fuente: Propia

Ilustración 13. *Sistema de acoplamiento de cilindro con base.*



Fuente: Propia

6.5. Componentes constitutivos del prototipo de reóstato deslizante utilizando técnicas en impresión 3D.

Ilustración 14. *Filamento PLA premium para impresión 3D de 1.75 mm.*



Este producto es derivado de materias primas naturales(el maíz , la yuca y el trigo).
Con el filamento fundido y acumulado en la impresora 3D se obtiene el objeto final.

Fuente: fuente extraída de <https://listado.mercadolibre.com.co/filamento-3d-pla>

Ilustración 15. *Alambre de ferroníquel para resistencias calibre 28 diámetro 0.35 mm.*



Cable utilizado para realizar el bobinado en el cilindro del prototipo físico del reóstato deslizando(realizando cálculos específicos).

Fuente extraída de

<https://roostech.co/alambre/alambre-ferroniquel-x-metro-para-resistencias-calibre-28-0-35mm>

Ilustración 16. *Escobillas para pulidora black & decker tipo 5.*



Fuente propia

Es la parte que se desliza en el prototipo de reóstato deslizante. hace contacto en un punto de cable de la resistencia, lo que genera el cambio de magnitud de la corriente.

Ilustración 17. Resistencia de potencia RX24 50W 20RJ



Fuente Propia.

Resistencia potencia de 50W. utilizada y conectada en serie en circuito para adquirir una resistencia mínima de 854 Ω .

Ilustración 18. Conectores Jack Banana de Rosca M5 con contacto metálico.



Fuente propia

Los conectores Jack de rosca M5 con contacto metálico, permiten asegurar la conexión a la fuente de alimentación, equipos de medida, del prototipo del reóstato deslizante para realizar pruebas de laboratorio de máquinas I.

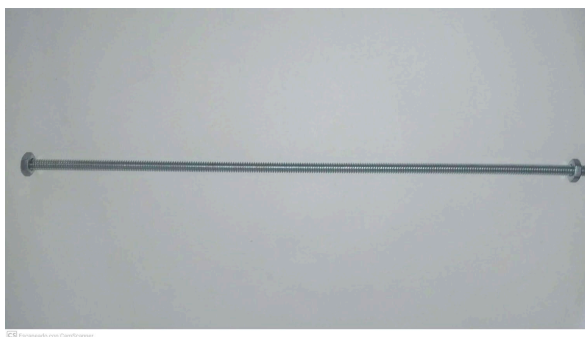
Ilustración 19. *Abrazaderas metálica 28-48mm.*



Fuente propia

Abrazadera metálica 28-48mm. utilizada en el prototipo reóstato deslizante para asegurar de forma firme y segura el alambre ferroniquel al cilindro.

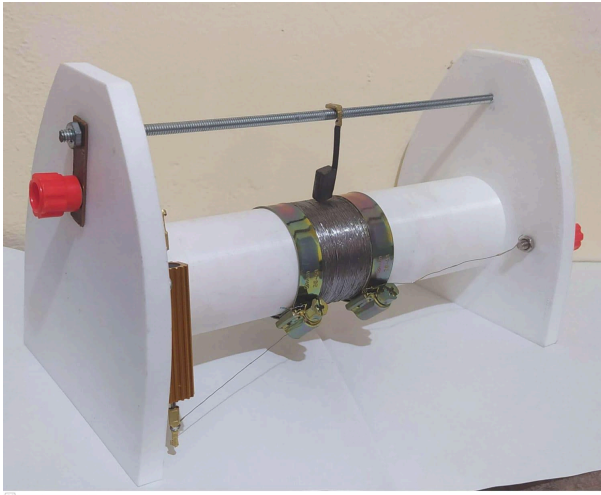
Ilustración 20. *Una varilla Roscada de $\frac{3}{8}$*



Fuente propia.

Se utiliza 1 cm de varilla de metal roscada de $\frac{3}{8}$ en el prototipo de reóstato deslizante el cual permite el desplazamiento de la escobilla.

Ilustración 21. Prototipo de Reóstato Deslizante utilizando técnicas en impresión 3D



Fuente: Propia

Este prototipo de reóstato deslizante utilizando técnicas en impresión 3D permite ajustar la resistencia eléctrica de un circuito eléctrico mediante un movimiento deslizante. El cual consta de varias partes que facilitan su funcionamiento.

- El eje deslizante(escobilla). Es el elemento móvil que se desliza a lo largo de la varilla de acero inoxidable permitiendo hacer contacto con el cuerpo principal.
- La resistencia variable. Es el elemento cambia su resistencia según la posición del elemento móvil es el material conductor y está conformada por Alambre ferroniquel calibre 28
- Los conectores permiten la conexión del reóstato deslizante al circuito eléctrico.
- La base aislante. Son las piezas que separan los componentes eléctricos(impresos en material aislante PLA).

El prototipo de reóstato deslizante utilizando técnicas en impresión 3D

- permite ajustar una resistencia eléctrica en un rango amplio.
- Realizar pruebas adicionales en diferentes ambientes.
- Realizar pruebas de durabilidad y desgaste de material constitutivo por el tiempo de uso.
- Realizar pruebas de estabilidad a un tiempo determinado.

6.6. Guía de uso específico

- Antes de usar el reóstato deslizante verificar su máximo valor de la resistencia y la corriente máxima admisible por valor.
- Antes de usar el reóstato deslizante, quitar el polvo y la suciedad en el punto de contacto para asegurar un buen contacto.
- Antes de acceder al circuito, máximo valor de la resistencia en el reóstato para proteger el circuito de reostato.

7. Metodología

Desarrollar el diseño detallado de un conjunto de resistencias variables a partir de los cálculos y parámetros de los elementos constructivos de estas.

1. Se consulta sobre los materiales o partes que constructivas de un reóstato deslizante(resistencia variable)
2. se realizan el cálculo analíticos de una resistencia variable en ferróniquel la cual es un material de baja adquisición en el mercado.
3. Se desarrolla el presupuesto adecuado de cada uno de los elementos constructivos del reóstato deslizante y su adquisición en el mercado.
4. Se selecciona el material constructivo del reóstato deslizante(200 gramos de PLA de 1.75 mm^2 , 12 m de alambre ferróniquel aislado, escobilla para pulidora black & decker tipo 5, 2 abrazaderas metálicas 28-48mm, 1 barra deslizante de 22 cm(varilla roscada), 1 resistencia de potencia 50W, 2 conectores de banana terminales de enchufe de 4 mm/ 0.157 pulgadas).

Realizar el modelo de impresión 3D empleando software de diseño específico.

1. Se consulta sobre el diseño de objetos tridimensionales.
2. Se toman longitudes de un reóstato existente en el laboratorio de máquinas 1
3. Se consulta sobre el software para diseñar objetos tridimensionales más asequibles.
4. Se realiza un diseño propio modelado en el software fusion 360 de las partes principales de reóstato deslizante; tomando como base mediciones realizadas a otro
5. Se obtiene el archivo del diseño para ser ejecutado con las dimensiones de los objetos.

Fabricar el prototipo físico de las resistencias variable utilizando técnicas de impresión**3D.**

- 1.** Se Adquiere mediante la compra PLA de $1.75mm^2$ color blanco el cual tiene un rango de fusión para impresión de 190-200°C.
- 2.** Se procede a solicitar el espacio de utilización de la impresora 3D existente en el laboratorio de manufactura mecánica de la institución Universitaria Pascual Bravo.
- 3.** Se realiza la impresión utilizando la impresora 3D del cilindro y los soportes laterales.
- 4.** Se realiza el ensamble del cilindro y los soportes laterales.
- 5.** Se realiza en embobinado en el cilindro utilizando el cable ferroníquel.
- 6.** Se realiza el ensamble de la barra deslizante para la escobilla, la conexión en serie de la resistencia de potencia en el circuito.
- 7.** Se realizan conexiones, ensamble de los conectores de alimentación y medición al circuito de reóstato deslizante.

8. Conclusiones

1. Se desarrolló un prototipo de resistencia variable utilizando técnicas en impresión 3D para el laboratorio de máquinas 1 de la Institución Universitaria Pascual Bravo. Esta ofrece una oportunidad innovadora y eficiente. La impresión 3D permite crear partes de resistencias variables personalizadas a bajo costo lo cual fomenta la creatividad y pensamiento crítico.
2. Se ejecutan los cálculos cumpliendo parámetros establecidos del diseño detallado de una resistencia eléctrica variable garantizando la precisión y eficiencia del diseño.
3. Se realizó un modelo de algunas partes que conforman un reóstato deslizante en 3D utilizando software fusion 360 el cual es preciso, detallado y cumple con dimensiones específicas para su impresión.
4. Se creó un prototipo físico de un reóstato deslizante el cual cumple con el objetivo planteado. Realizando impresión en 3D. Con la verificación de funcionalidad de sus componentes.

9. Recursos

9.1 Presupuesto

Tabla 1.

Presupuesto del proyecto

<i>Recursos</i>	<i>En dinero</i>	<i>En especie</i>	<i>Total</i>
<i>Filamento PLA premium para impresión 3D de 1.75 mm. Color blanco. 1 kg.</i>	<i>80000</i>		<i>80000</i>
<i>Alambre de ferróniquel para resistencias calibre 28 diámetro 0.35 mm. Cantidad 12m</i>	<i>24000</i>		<i>24000</i>
<i>Dos escobillas para pulidora black & decker tipo 5</i>	<i>10000</i>		<i>10000</i>
<i>Una Resistencia de potencia RX24 50W 20RJ</i>	<i>7000</i>		<i>7000</i>
<i>Cuatro Conectores Jack Banana de Rosca M5 con contacto metálico</i>	<i>8000</i>		<i>8000</i>
<i>Dos abrazaderas metalicas 28-48mm</i>	<i>20000</i>		<i>20000</i>
<i>Una varilla Roscada de 3/8</i>	<i>13000</i>		<i>13000</i>
<i>TOTAL</i>	<i>162000</i>		<i>162000</i>

Fuente Propia

Nota: los valores están en pesos colombianos (COL)

10. Referencias bibliográficas

Admin. (2024, 29 marzo). *Impresoras 3D como funcionan*. 3D Market.

<https://www.3dmarket.mx/articulos/impresoras-3d-como-funcionan/>

Elena, G. S. M. (2023). Catalogación de instrumentación de equipos eléctricos.

<https://idus.us.es/handle/11441/152893>

Google Books. (s. f.-d).

https://www.google.com.co/books/edition/Electr%C3%B3nica_general/Ewaumr4SaG8C?hl=es&gbpv=1&dq=como+se+fabrican+las+resistencias+de+ferroniquel&pg=PA35&printsec=frontcover.%20https://www.google.com.co/books/edition/Electr%C3%B3nica_aplicada/2y_Ae8I8lUIC?hl=es&gbpv=1&dq=resistencia+de+ferroniquel&pg=PA35&printsec=frontcover

Google Books. (s. f.-b).

https://www.google.com.co/books/edition/Electrotecnia_7_%C2%AA_edici%C3%B3n_2022/oPV2EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=resistencia+de+ferroniquel&pg=PA44&printsec=frontcover

Google Books. (s. f.-c).

https://www.google.com.co/books/edition/F%C3%B3rmulas_y_datos_pr%C3%A1cticos_para_electr/2Iox1aifcwsC?hl=es&gbpv=1&dq=FORMULAS+DE+RESISTENCIAS+EN+FERRONIQUEL&pg=PA12&printsec=frontcover

Imson, G., MA. (2020, 11 diciembre). 4 formas de calcular el radio de un círculo - wikiHow.

wikiHow. <https://es.wikihow.com/calcular-el-radio-de-un-c%C3%ADrculo>

Ley de OHM. (2021, 1 marzo). Portal Académico del CCH.

<https://portalacademico.cch.unam.mx/cibernetical/implementacion-de-circuitos-logicos/ley-de-ohm>

Limitado, G. C. (2020, 14 diciembre). Principio de trabajo de la resistencia variable - Conocimiento - GNS Components Limited.

<http://es.led-diode.com/info/working-principleof-variable-resistor-52747554.html>.

Matan. (2023, 21 septiembre). ¿Qué es una resistencia variable? Electricity - Magnetism.

<https://www.electricity-magnetism.org/es/que-es-una-resistencia-variable/>

Tienda De Electrónica en Barranquilla - ROOSTECH. (2024, 12 noviembre). Alambre Ferroniquel x METRO Para Resistencias Calibre 28 0.35mm -. Tienda de Electrónica En Barranquilla - ROOSTECH.

<https://roostech.co/alambre/alambre-ferroniquel-x-metro-para-resistencias-calibre-28-0-35mm>

0