

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA MECATRÓNICA**

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE PROYECTOR
HOLOGRÁFICO 3D COMO HERRAMIENTA PARA
LA EDUCACIÓN INICIAL EN LAS ZONAS
RURALES, LA LIBERTAD - 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Mecatrónico

Autores:

Diego Fernando Novoa Chirinos

Giovanni Elvis Cuno Cuno

Asesor:

Mg. Ing. Jorge Luis Contreras Cossio

<https://orcid.org/0000-0001-7801-5833>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ULISES ABDON PISCOYA SILVA
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	ELISEO JUAN ZARATE PEREZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	JORGE LUIS CONTRERAS COSSIO
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE PROYECTOR HOLOGRÁFICO 3D COMO HERRAMIENTA PARA LA EDUCACIÓN INICIAL EN LAS ZONAS RURALES, LA LIBERTAD - 2023”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
2	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1 %
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %
4	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1 %
5	grupocmm.com Fuente de Internet	1 %
6	ww1.docero.mx Fuente de Internet	1 %
7	ipsnoticias.net Fuente de Internet	1 %
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %

DEDICATORIA

A mis padres por ser motor y motivo en mi vida e inspirarme a seguir adelante
cumpliendo todas mis metas trazadas y a nunca bajar los brazos.

A mis hermanos por permitirme ser su ejemplo a seguir y brindarme todo su apoyo
incondicional.

A mi novia por acompañarme en esta hermosa etapa de mi vida.

Diego Novoa Chirinos

Dedico este trabajo de investigación a mis padres que me apoyaron en este largo
camino de aprendizaje.

Giovanni Cuno Cuno

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por brindarme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera, a mis padres, por el sacrificio y esfuerzo que hacen para lograr salir adelante; así como también a toda la plana docente de la Universidad Privada del Norte por su dedicada labor en mi formación académica.

Diego Novoa Chirinos

Agradezco a mi familia por haberme acompañado en todo momento y a los docentes de la Universidad Privada del Norte por las enseñanzas brindadas.

Giovanni Cuno Cuno

Tabla de contenido

Jurado evaluador	2
Informe de similitud	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS	76
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	93
REFERENCIAS	95
ANEXOS	98

Índice de tablas

Tabla 1. Materiales, técnicas e instrumento utilizados.....	30
Tabla 2. Datos técnicos de la raspberry pi zero w.....	32
Tabla 3. Datos técnicos del led WS2812B.....	34
Tabla 4. Datos técnicos del motor 770-4087-CC.	38
Tabla 5. Datos técnicos del sensor Hall KY-003	40
Tabla 6. Datos técnicos del módulo de voltaje XL4016	42
Tabla 7. Datos técnicos del Driver VNH5019	44
Tabla 8. Datos técnicos del módulo sensor infrarrojo HX1838	47
Tabla 9. Propiedades del material ABS	50
Tabla 10. Características de los elementos electrónicos	62
Tabla 11. Alimentación de los elementos electrónicos	63
Tabla 12. Conexiones de los elementos electrónicos con los pines GPIO	68
Tabla 13. Especificaciones y funciones de las librerías	72

Índice de figuras

Figura 1. Conexiones del Raspberry Pi Zero W	32
Figura 2. Diagrama de la estructura del Raspberry Pi Zero W.....	33
Figura 3. Raspberry Pi Zero W	33
Figura 4. Conexiones del Led WS2812B	35
Figura 5. Diagrama de las dimensiones del led WS2812B	35
Figura 6. Led WS2812B	36
Figura 7. Plano del motor 770-4087-CC	38
Figura 8. Imagen del motor 770-4087-CC	39
Figura 9. Diseño del motor 770-4087-CC	39
Figura 10. Conexiones del sensor Hall KY-003	40
Figura 11. Diagrama de dimensiones para el sensor hall KY-003	41
Figura 12. Diseño del sensor hall KY-003	41
Figura 13. Imagen del módulo de voltaje XL4016	43
Figura 14. Diagrama de dimensiones de la estructura del módulo XL4016	43
Figura 15. Diseño del módulo XL4016	44
Figura 16. Conexiones del Driver VNH5019	45
Figura 17. Diseño del driver VNH5019.....	45
Figura 18. Dimensiones de la estructura del driver VNH5019	46
Figura 19. Imagen del sensor IR HX1838	47
Figura 20. Diagrama de dimensiones de la estructura sensor IR HX1838	48
Figura 21. Diseño del sensor IR HX1838	48
Figura 22. Diagrama de dimensiones para la base de la estructura de la barra de leds	51
Figura 23. Espacio para los sensores hall e IR	52
Figura 24. Dimensiones de la barra de leds (PCB)	53
Figura 25. Espacio entre los leds WS2812B	54
Figura 26. Distancia entre los diámetros del motor y de la estructura de barra de leds	55
Figura 27. Dimensiones de la estructura que contendrá al motor	56

Figura 28. Módulos correctamente ubicados en la estructura que contendrá al motor	56
Figura 29. Dimensiones de la tapa para la estructura que contendrá al motor (Lateral)	57
Figura 30. Dimensiones de la tapa para la estructura que contendrá al motor (Frontal)	58
Figura 31. Vista transparente de la estructura con el anillo colector.	59
Figura 32. Dimensiones del acople para el motor	60
Figura 33. Diseño del acople para el motor	60
Figura 34. Diagrama de bloques del circuito electrónico	61
Figura 35. Diagrama de Flujo del circuito eléctrico	62
Figura 36. Estructura y orden de los pines de la raspberry pi zero w	63
Figura 37. Conexión de la raspberri pi zero w con los 4 grupos de 50 leds ws2812b	65
Figura 38. Conexión de la raspberri pi zero w con los sensores	66
Figura 39. Conexión de la raspberri pi zero w con el driver VNH5019 y el motor	67
Figura 40. Diagrama de conexión del circuito completo	69
Figura 41. Circuito de la placa PCB con huella del raspberri pi zero w completo	70
Figura 42. Diagrama de conexión para los grupos de leds WS2812B	71
Figura 43. Diagrama de flujo para el código de programación	72
Figura 44. Sensores y acople debidamente ensamblados vista frontal	73
Figura 45. Sensores y acople debidamente ensamblados vista lateral	77
Figura 46. Imagen de la placa PCB con fondo negro	78
Figura 47. Estructura de la barra led completamente armada	79
Figura 48. Colocación del driver VNH5019 y el módulo XL4016 en la estructura	80
Figura 49. Motor sujeto a la tapa de la estructura baja del proyector	81
Figura 50. Unión de la tapa con el motor y anillo colector con la estructura baja	83
Figura 51. Estructura de la parte baja del proyector completamente armada	83
Figura 52. Estructura mecánica total del prototipo parte superior e inferior	84
Figura 53. Estructura mecánica completamente armada del proyector holográfico	85
Figura 54. Diagrama completo del circuito eléctrico del proyector holográfico	86
Figura 55. Conexión de los 4 grupos de leds con los pines GPIO del Raspberry Pi 4	87
Figura 56. Configuración de pines para los leds ws2812b	89

Figura 57. Verificación del estado del sensor hall ky-003	90
Figura 58. Verificación del sensor IR	91
Figura 59. Diagrama de flujo del código de programación	92

RESUMEN

Este proyecto de tesis se centra en el diseño y desarrollo de un prototipo de proyector holográfico 3D como herramienta innovadora para la educación inicial en zonas rurales, especialmente en La Libertad, para el año 2023. Este modelo integra componentes de hardware avanzados como Raspberry Pi, sensores infrarrojos y Hall, motores de control y tiras de LED, así como software especializado que brinda una rica experiencia de aprendizaje. El sistema permite a los usuarios controlar de forma independiente el brillo de la tira de LED, navegar entre imágenes y encender/apagar el motor utilizando el control remoto IR HX1838. El uso de un sensor Hall garantiza una sincronización precisa de la rotación del motor, lo que mejora significativamente la calidad de las imágenes mostradas. Este proyecto destaca la utilidad de las tecnologías innovadoras para mejorar la educación en las zonas rurales y resalta el potencial del aprendizaje a distancia. Además, enfatiza la colaboración interdisciplinaria requerida para la finalización exitosa del proyecto y su contribución al impacto social positivo al brindar acceso a una educación de alta calidad en entornos con buenos recursos y capacidad educativa limitada.

PALABRAS CLAVES: Proyector Holográfico, diseño, holograma, 3D, Raspberry.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La realidad holográfica es una nueva tecnología que tiene el potencial de revolucionar la forma en que interactuamos con el mundo digital. Sin embargo, todavía quedan algunas cuestiones prácticas que deben resolverse antes de que esta tecnología pueda alcanzar su máximo potencial.

Uno de los principales problemas es el costo. Los proyectores holográficos modernos son muy caros, lo que los hace inaccesibles para la mayoría de las personas. Si la tecnología es adoptada por el mercado masivo, los precios deberían bajar significativamente.

Otro problema es la calidad de la imagen. Los proyectores holográficos actuales todavía tienen dificultades para producir imágenes claras y detalladas. Si los consumidores aceptan la tecnología, la calidad de la imagen mejorará significativamente.

Por último, existe preocupación por el impacto medioambiental de los proyectores holográficos. Hoy en día, los proyectores utilizan grandes cantidades de energía, lo que puede contribuir al cambio climático. Si la tecnología quiere ser sostenible, debe encontrar formas de reducir el consumo de energía.

Aquí hay algunas formas en que estas realidades problemáticas podrían abordarse:

- Los investigadores están trabajando para desarrollar nuevos materiales y técnicas que puedan reducir el costo de los proyectores holográficos.

- Los investigadores también están trabajando para mejorar la calidad de la imagen de los proyectores holográficos.
- Los investigadores están desarrollando proyectores holográficos más eficientes energéticamente.

Si estas limitaciones pueden abordarse, la realidad problemática de los proyectores holográficos puede superarse. En ese caso, la tecnología tiene el potencial de tener un impacto significativo en nuestras vidas y se podría abordar desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, se podría estudiar el impacto de los proyectores holográficos en la educación, el entretenimiento o la comunicación. También se podría estudiar las posibles aplicaciones de los proyectores holográficos en nuevos productos y servicios.

Algunos ejemplos específicos de realidades problemáticas que podrían abordarse sobre proyectores holográficos incluyen:

- **El impacto de los proyectores holográficos en la educación:** cómo podrían los proyectores holográficos mejorar el aprendizaje y la comprensión de los estudiantes.
- **El impacto de los proyectores holográficos en el entretenimiento:** cómo podrían los proyectores holográficos crear experiencias de entretenimiento más inmersivas y envolventes.
- **El impacto de los proyectores holográficos en la comunicación:** cómo podrían los proyectores holográficos mejorar la comunicación entre personas que se encuentran en diferentes lugares.

- **Las posibles aplicaciones de los proyectores holográficos en nuevos productos y servicios:** cómo podrían los proyectores holográficos utilizarse para crear nuevos productos y servicios que no son posibles con las tecnologías actuales.

La realidad problemática de un proyector holográfico es un tema complejo que ofrece muchas oportunidades para la investigación. Una investigación sobre este tema podría proporcionar una contribución significativa al conocimiento sobre esta tecnología emergente.

1.2. Antecedentes

Los antecedentes del diseño de un proyector holográfico se remontan al siglo XIX. En 1882, el físico británico David Brewster descubrió el fenómeno de la holografía. Brewster demostró que era posible crear imágenes tridimensionales utilizando la interferencia de dos haces de luz.

En la década de 1940, el físico húngaro Dennis Gabor comenzó a trabajar en el desarrollo de un método para crear hologramas. Gabor recibió el Premio Nobel de Física en 1971 por su trabajo en holografía.

Gabor desarrolló un método para crear hologramas utilizando una fuente de luz láser. Este método, conocido como holografía de transmisión, se basa en la interferencia de dos haces de luz láser. Un haz de luz se refleja en el objeto que se quiere grabar, mientras que el otro haz se proyecta directamente sobre una placa fotográfica. La interferencia de los dos haces de luz crea un patrón de interferencia que se registra en la placa fotográfica.

En la década de 1960, se desarrollaron los primeros proyectores holográficos. Estos proyectores utilizaban una fuente de luz láser para crear imágenes holográficas.

Los proyectores holográficos se han utilizado en una variedad de aplicaciones, que incluyen:

- **Entretenimiento:** Los proyectores holográficos se utilizan para crear imágenes tridimensionales para películas, televisión y videojuegos.
- **Educación:** Los proyectores holográficos se utilizan para crear imágenes tridimensionales de objetos y conceptos científicos.
- **Medicina:** Los proyectores holográficos se utilizan para crear imágenes tridimensionales del cuerpo humano.

Los proyectores holográficos siguen desarrollándose. Los investigadores están trabajando en el desarrollo de proyectores holográficos más pequeños, más eficientes y más asequibles.

Los avances en el diseño de los proyectores holográficos tienen el potencial de revolucionar la forma en que interactuamos con la información. Los proyectores holográficos podrían utilizarse para crear experiencias de aprendizaje más envolventes, para mejorar la atención médica y para crear nuevos entretenimientos.

Antecedentes específicos del diseño de un proyector holográfico:

El diseño de un proyector holográfico se basa en los principios de la holografía.

Los principales componentes de un proyector holográfico son:

- **Una fuente de luz láser:** La fuente de luz láser proporciona la luz necesaria para crear la imagen holográfica.

- **Un sistema óptico:** El sistema óptico dirige la luz láser hacia el objeto que se quiere grabar.
- **Una placa fotográfica:** La placa fotográfica registra el patrón de interferencia creado por la luz láser.

El sistema óptico de un proyector holográfico puede ser de dos tipos:

- **Sistema óptico de transmisión:** El sistema óptico de transmisión utiliza un haz de luz láser para iluminar el objeto que se quiere grabar. La luz reflejada por el objeto se combina con un haz de luz láser auxiliar para crear el patrón de interferencia.
- **Sistema óptico de reflexión:** El sistema óptico de reflexión utiliza un haz de luz láser para iluminar el holograma. La luz reflejada por el holograma se combina con un haz de luz láser auxiliar para crear la imagen holográfica.

El diseño de un proyector holográfico debe tener en cuenta los siguientes factores:

- **La longitud de onda de la luz láser:** La longitud de onda de la luz láser debe ser compatible con el tipo de holograma que se quiere crear.
- **La potencia de la fuente de luz láser:** La potencia de la fuente de luz láser debe ser suficiente para crear un patrón de interferencia de alta calidad.
- **La calidad del sistema óptico:** El sistema óptico debe ser capaz de dirigir la luz láser de forma precisa hacia el objeto que se quiere grabar.
- **El tipo de placa fotográfica:** El tipo de placa fotográfica debe ser compatible con el tipo de holograma que se quiere crear.

Los investigadores también están trabajando en el desarrollo de nuevos tipos de hologramas, como los hologramas de vídeo, que permiten crear imágenes holográficas en movimiento.

1.3. Justificación

- **Justificación Técnica**

La idea principal de este proyecto se centra en el Diseño de un Proyector Holográfico que sea de gran utilidad como una herramienta educativa. El objetivo de este proyector es presentar objetos e imágenes tridimensionales monocromáticas y a una escala que permita que se mueva hasta 360 grados.

El enfoque de diseño de este proyector se basa en investigaciones y pruebas centradas en aspectos técnicos como el cálculo matemático, sincronización, control de motores, interpretación de imágenes en movimiento y programación.

- **Justificación Educativa**

Los proyectores holográficos tienen el potencial de revolucionar la educación al proporcionar experiencias de aprendizaje más envolventes e interactivas. Los hologramas pueden utilizarse para crear imágenes tridimensionales de objetos y conceptos científicos, lo que puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos complejos.

Por ejemplo, un proyector holográfico podría utilizarse para crear una imagen tridimensional de un átomo. Los estudiantes podrían explorar el átomo desde diferentes ángulos y ver cómo se mueven los electrones alrededor del núcleo. Esto les ayudaría a comprender mejor la estructura del átomo y cómo funciona.

Los hologramas también se pueden utilizar para crear simulaciones de procesos científicos. Por ejemplo, un proyector holográfico podría utilizarse para crear una simulación de un eclipse solar. Los estudiantes podrían ver cómo se mueve la luna por delante del sol y cómo se produce la sombra. Esto les ayudaría a comprender mejor el fenómeno del eclipse solar.

Además de los beneficios educativos, los proyectores holográficos también pueden ser utilizados para mejorar la participación de los estudiantes. Los hologramas pueden ser utilizados para crear presentaciones más atractivas y atractivas. Esto puede ayudar a mantener la atención de los estudiantes y aumentar su participación en el aprendizaje.

En general, los proyectores holográficos tienen el potencial de ser una herramienta valiosa para la educación. Pueden utilizarse para proporcionar experiencias de aprendizaje más envolventes, interactivas y atractivas. Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos complejos y aumentar su participación en el aprendizaje.

Algunas ventajas específicas de los proyectores holográficos en la educación incluyen:

- **Mejor comprensión de los conceptos complejos:** Los hologramas pueden ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos complejos al proporcionarles una representación visual de los mismos. Por ejemplo, un holograma de un átomo podría ayudar a los estudiantes a comprender la estructura del átomo y cómo se mueven los electrones alrededor del núcleo.
- **Simulaciones interactivas:** Los hologramas pueden utilizarse para crear simulaciones interactivas que permitan a los estudiantes experimentar

procesos científicos de primera mano. Por ejemplo, un proyector holográfico podría utilizarse para crear una simulación de un eclipse solar que permita a los estudiantes ver cómo se mueve la luna por delante del sol y cómo se produce la sombra.

- **Mayor participación de los estudiantes:** Los hologramas pueden ayudar a aumentar la participación de los estudiantes al crear presentaciones más atractivas y atractivas. Esto puede ayudar a mantener la atención de los estudiantes y aumentar su interés en el aprendizaje.

Los proyectores holográficos aún se encuentran en sus primeras etapas de desarrollo, pero tienen el potencial de revolucionar la educación. A medida que los proyectores holográficos se vuelvan más asequibles y accesibles, es probable que se utilicen cada vez más en las aulas.

La finalidad de este proyecto es diseñar un producto de alta calidad que, utilizado como herramienta educativa, proporcione un método de enseñanza innovador y eficaz en la educación inicial, proporcionando un aprendizaje experiencial y completamente nuevo.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

- ¿De qué manera el diseño de un prototipo de proyector holográfico 3D influenciara como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera el diseño de la estructura mecánica del proyector holográfico cumpliría como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023?
- ¿De qué manera el diseño del circuito electrónico del proyector holográfico 3D cumpliría como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023?
- ¿De qué manera el diseño del código de programación del proyector holográfico 3D cumpliría su eficacia como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Diseñar un prototipo de proyector holográfico 3D que cumpla como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad - 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diseñar la estructura mecánica del proyector holográfico 3D para que cumpla como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023.
- Diseñar el circuito electrónico del proyector holográfico 3D para que cumpla como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023.

- Diseñar el código de programación para el proyector holográfico 3D para que cumpla como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- Diseñar un prototipo de proyector holográfico 3D, permitiría su implementación como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023.

1.6.2. Hipótesis específicas

- Diseñar la estructura mecánica del proyector holográfico 3D permitiría su implementación como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023.
- Diseñar el circuito electrónico del proyector holográfico 3D permitiría su implementación como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023.
- Diseñar el código de programación para el proyector holográfico 3D permitiría su implementación como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de La Libertad -2023.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Técnicas, herramientas y métodos

En el marco de esta investigación centrada en el diseño de un prototipo de proyector holográfico 3D como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales, La Libertad - 2023, se emplearán diversas técnicas y herramientas específicas para la recopilación de datos necesaria para la simulación y desarrollo de los diferentes aspectos del proyecto.

2.1.1. Simulación por Computadora (Diseño de la Estructura 3D)

En esta etapa de la investigación, se empleará la simulación por computadora para el diseño detallado de la estructura tridimensional (3D) del proyector holográfico. La simulación permitirá modelar la forma, el tamaño y el material de la estructura de manera precisa y visualizar cómo interactuará con otros componentes del proyecto. El proceso de simulación se realizará de la siguiente manera:

- **Software de Diseño 3D**

Para llevar a cabo la simulación, se utilizará Autodesk Inventor, un software de diseño asistido por computadora (CAD) ampliamente reconocido y utilizado en la industria. Autodesk Inventor ofrecerá las herramientas necesarias para crear modelos virtuales detallados de la estructura del proyector holográfico.

- **Creación de Modelos Virtuales**

Se procederá a crear modelos virtuales 3D del proyector holográfico en Autodesk Inventor. Esto incluirá la definición de la forma exacta, las dimensiones y el material de la estructura. Se prestará especial atención a la interacción de la estructura con los elementos del circuito eléctrico y el sistema de visualización 3D.

- **Simulación de Movimiento**

Se llevarán a cabo simulaciones de movimiento para evaluar cómo se comporta la estructura en función del control del motor. Esto permitirá identificar posibles conflictos o problemas de diseño que puedan surgir durante la implementación.

- **Visualización y Evaluación**

La simulación proporcionará una visualización detallada de la estructura y permitirá evaluar su capacidad para cumplir con los objetivos de visualización 3D de manera efectiva. Se prestará atención a la ergonomía y la eficiencia de la estructura en la proyección de imágenes tridimensionales.

Herramientas para la Simulación por Computadora

La simulación por computadora en Autodesk Inventor garantizará un diseño preciso y funcional de la estructura 3D del proyector holográfico, lo que es esencial para lograr una visualización 3D efectiva y sin problemas.

- **Autodesk Inventor**

Este software de CAD proporcionará la plataforma principal para la simulación y el diseño 3D de la estructura del proyector holográfico. Se utilizarán sus capacidades de modelado y simulación para crear y evaluar los modelos virtuales.

- **Herramientas de Representación Visual**

Autodesk Inventor permite generar representaciones visuales realistas de los modelos 3D, lo que facilita la visualización y la revisión de la estructura desde diferentes perspectivas.

- **Herramientas de Análisis de Movimiento**

El software incluye herramientas de análisis de movimiento que permiten simular el movimiento de componentes móviles, como el motor en la estructura del proyector holográfico.

2.1.2. Modelado Virtual (Diseño del Circuito Eléctrico)

En esta etapa de la investigación, se empleará el modelado virtual para el diseño detallado del circuito eléctrico que respalde el funcionamiento del proyector holográfico. El modelado virtual permitirá representar de manera precisa la disposición de componentes electrónicos, las conexiones y los circuitos eléctricos necesarios para el proyecto. El proceso de modelado virtual se llevará a cabo de la siguiente manera:

- **Software de Modelado 3D y Electrónica**

Para realizar el modelado virtual del circuito eléctrico, se utilizará un software especializado que combine capacidades de diseño 3D y diseño de circuitos eléctricos. Ejemplos de tales herramientas incluyen, KiCad y Proteus.

- **Creación de Esquemas Eléctricos**

Se procederá a crear esquemas eléctricos detallados que representen todos los componentes electrónicos, incluyendo resistencias, transistores, LEDs, controladores de motor y cualquier otro elemento relevante. Estos esquemas definirán la disposición y las conexiones eléctricas de los componentes.

- **Diseño de PCB (Placa de Circuito Impreso)**

Si es necesario para el proyecto, se diseñará una placa de circuito impreso (PCB) virtual que refleje el diseño del circuito eléctrico. El software de modelado permitirá definir la ubicación de los componentes en la PCB y las rutas de conexión de manera precisa.

- **Simulación de Circuito**

Se realizarán simulaciones del circuito eléctrico para verificar su funcionamiento y evaluar cómo responde a diferentes entradas. Esto permitirá identificar posibles problemas eléctricos o fallas en el diseño antes de la implementación física.

Herramientas para el Modelado Virtual

El modelado virtual del circuito eléctrico utilizando KiCad y Proteus garantizará la integridad y la eficacia del diseño eléctrico del proyector holográfico antes de proceder a la implementación física, lo que es crucial para su éxito.

- **KiCad**

Es una herramienta de código abierto para el diseño de circuitos electrónicos y PCB. Ofrece capacidades de modelado virtual y diseño de PCB, lo que lo hace adecuado para la creación de esquemas eléctricos detallados y la definición de la disposición de componentes en la PCB.

- **Proteus**

Proteus es un entorno de simulación de circuitos ampliamente utilizado. Permite simular el comportamiento del circuito eléctrico y analizar su funcionamiento en diversas condiciones.

- **Herramientas de Análisis**

Ambas herramientas incluyen capacidades de análisis que te permitirán evaluar la eficiencia y el rendimiento del circuito eléctrico.

2.1.3. Análisis de Código (Diseño de Programación)

En el contexto de esta investigación, el análisis del código se

llevará a cabo para evaluar y verificar la funcionalidad y eficacia de la programación desarrollada en Python para el control del motor y la visualización de imágenes 3D en el proyector holográfico. El análisis del código se realizará de la siguiente manera:

- **Revisiones de Código Manual**

Se llevarán a cabo revisiones manuales del código fuente escrito en Python. Durante estas revisiones, se buscarán posibles errores de sintaxis, lógicos y de diseño. Además, se verificará que el código siga buenas prácticas de programación y sea coherente con los objetivos del proyecto.

- **Pruebas Unitarias**

Se diseñarán pruebas unitarias específicas para cada componente del código. Estas pruebas evaluarán la funcionalidad individual de cada parte del programa, como el control del motor y la gestión de los LEDs. Las pruebas unitarias ayudarán a identificar posibles problemas o fallas en el código.

- **Simulaciones**

Se ejecutarán simulaciones del programa Python en diferentes escenarios. Estas simulaciones permitirán verificar el comportamiento del código en situaciones diversas y garantizar que responda adecuadamente a diferentes entradas y condiciones.

- **Análisis de Rendimiento**

Se realizará un análisis de rendimiento del código para evaluar su eficiencia y velocidad de ejecución. Esto es especialmente importante para asegurarse de que la visualización de imágenes 3D sea fluida y efectiva.

Herramientas para el Análisis del Código

El análisis detallado del código Python asegurará que cumple con los requisitos de funcionamiento y que se ajusta a los objetivos del proyecto, lo que es esencial para lograr una implementación exitosa de la programación del proyector holográfico.

Para llevar a cabo el análisis del código en Python, se utilizarán las siguientes herramientas:

- **Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de Python**

Utilizar un IDE como PyCharm o Visual Studio Code facilitará la revisión del código, la identificación de errores y la ejecución de pruebas unitarias de manera eficiente.

- **Pruebas Unitarias en Python**

Python cuenta con un módulo de pruebas unitarias incorporado llamado unittest, que permite crear y ejecutar pruebas de manera sistemática.

- **Herramientas de Depuración**

Las funciones de depuración integradas en el IDE ayudarán a identificar y corregir errores en el código.

- **Herramientas de Profiling**

Puedes utilizar herramientas de profiling como cProfile para analizar el rendimiento del código y optimizarlo si es necesario.

- **Documentación y Comentarios**

La revisión del código se complementará con la documentación y comentarios adecuados en el código para garantizar su comprensión y mantenimiento.

2.1.4. Pruebas y Simulaciones (Validación del Diseño)

Como parte del proceso de investigación, se realizarán pruebas y simulaciones exhaustivas. Esto incluye la creación de un prototipo virtual completo del proyecto, que permitirá verificar que el diseño cumple con todos los objetivos previstos. Se ejecutarán simulaciones de movimiento y programación para evaluar el comportamiento del proyector holográfico en escenarios diversos. Los resultados de estas pruebas se registrarán y analizarán para validar la efectividad del diseño en términos de visualización 3D para la educación inicial.

Tabla 1

Materiales, técnicas e instrumento utilizados.

Técnica o Instrumento	Propósito	Herramientas Utilizadas
Simulación por Computadora	Diseño 3D de la estructura del proyector holográfico.	Autodesk Inventor
Análisis de Código	Programación y control del motor y LEDs	Python
Modelado Virtual (Diseño Electrónico)	Diseño del circuito eléctrico	KiCad, Proteus
Pruebas y Simulaciones	Validación del diseño	Prototipo virtual, Simulaciones

Fuente: Elaboración propia.

Estas técnicas e instrumentos de recopilación de datos se han seleccionado cuidadosamente para respaldar la simulación y el diseño integral del proyector holográfico en este proyecto de investigación. Cada uno desempeñará un papel fundamental en la obtención de datos relevantes para la evaluación y mejora del diseño, garantizando así la verificación y cumplimiento de los objetivos planteados.

2.2. Materiales e Instrumentos

En el desarrollo de esta investigación, se hizo una meticulosa elección de instrumentos esenciales para la implementación efectiva de nuestro proyector holográfico. Entre los instrumentos seleccionados se incluyeron una gama diversa de sensores diseñados para capturar datos cruciales en tiempo real. Estos sensores, dotados de capacidades específicas, proporcionaron información clave que fue fundamental para

la comprensión y adaptación dinámica del sistema. Además, se incorporó un driver de regulación preciso, el cual desempeñó un papel central en la gestión eficiente de los niveles de energía y control de los diferentes componentes. Un microcontrolador fue elegido como el cerebro central del sistema, orquestando la interacción entre los sensores, el driver de regulación y otros dispositivos, asegurando así una coordinación sinérgica. Por último, se implementaron un tipo de led RGB para así poder mostrar la imagen, junto con un motor que se encargara de girar los leds para generar el efecto de que la imagen este flotando en el aire. Esta selección cuidadosa de sensores, driver de regulación, microcontrolador, leds y motor; garantizó la eficiencia operativa del sistema y su ejecución precisa de acciones, estos elementos son esenciales para el éxito de la investigación.

2.2.1. Prototipo de proyector holográfico 3D

El diseño del prototipo de proyecto holográfico como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales de la libertad 2023 estará compuesto por los siguientes componentes:

- **Raspberry Pi Zero W**

La Raspberry Pi Zero W es una versión compacta de las computadoras Raspberry Pi, con un procesador de un solo núcleo a 1 GHz, 512 MB de RAM y conectividad inalámbrica integrada (Wi-Fi y Bluetooth). A pesar de su tamaño reducido, es versátil y se utiliza en proyectos diversos, desde educación hasta IoT.

Tabla 2

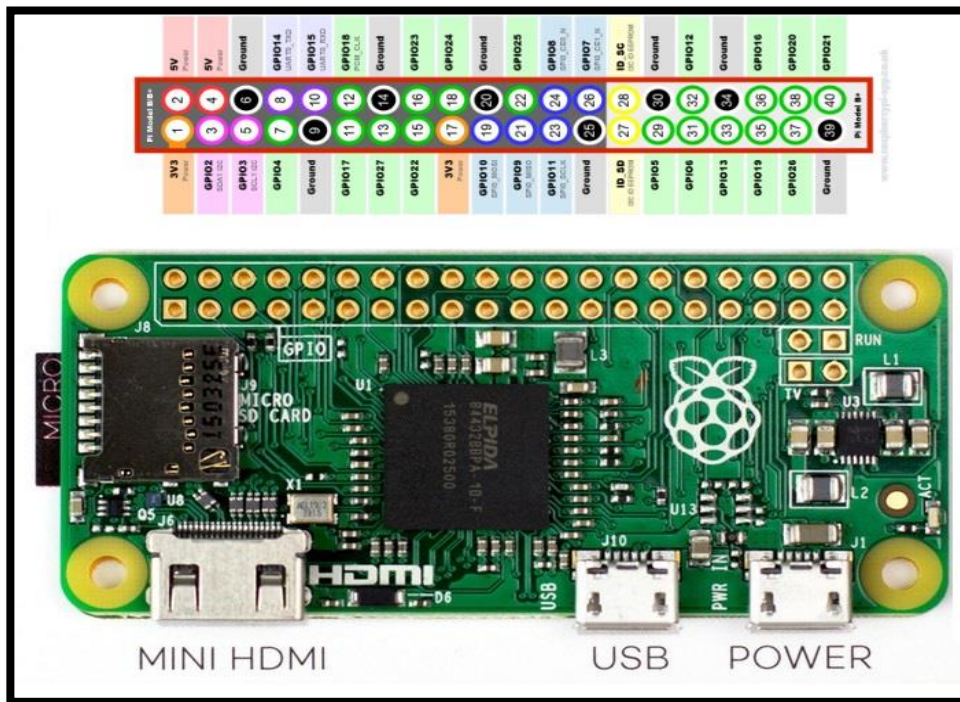
Datos técnicos de la raspberry pi zero w.

Característica	Descripción
Procesador	Broadcom BCM2835 de un solo núcleo a 1 GHz
Memoria RAM	512 MB
Conectividad inalámbrica	Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.0 LE
Puertos	1 x Micro USB, 1 x Mini HDMI, GPIO de 40 pines
Alimentación	1 x Micro USB (5V/2.5A recomendado)
Almacenamiento	Ranura para tarjeta microSD
Dimensiones	65 mm x 30 mm

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1

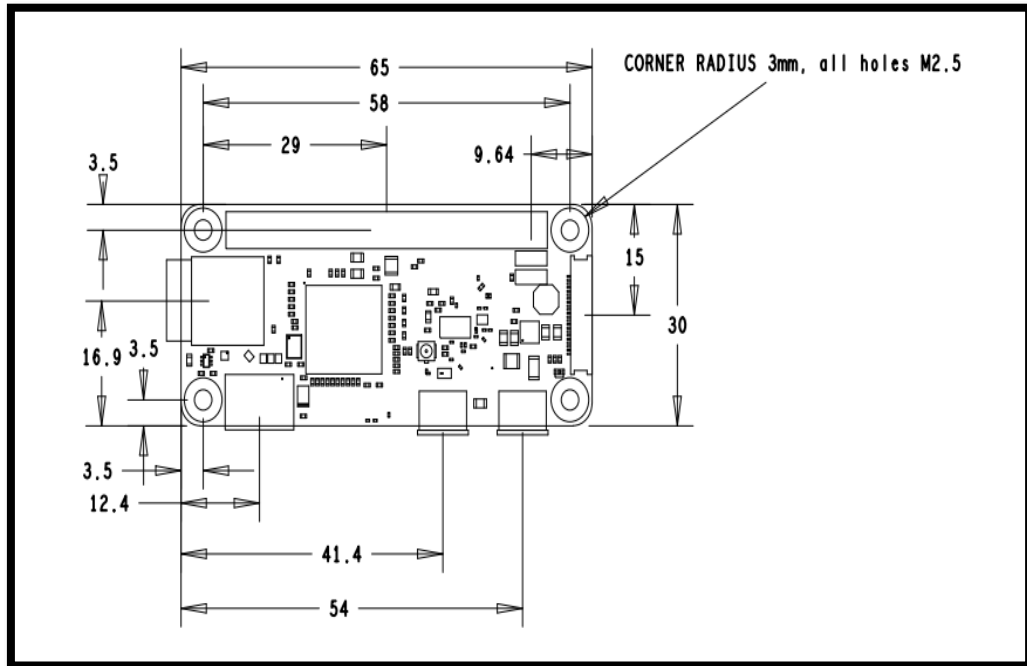
Conexiones del Raspberry Pi Zero W



Fuente: <https://tublogen3d.com/raspberry-pi/zero-w/>

Figura 2

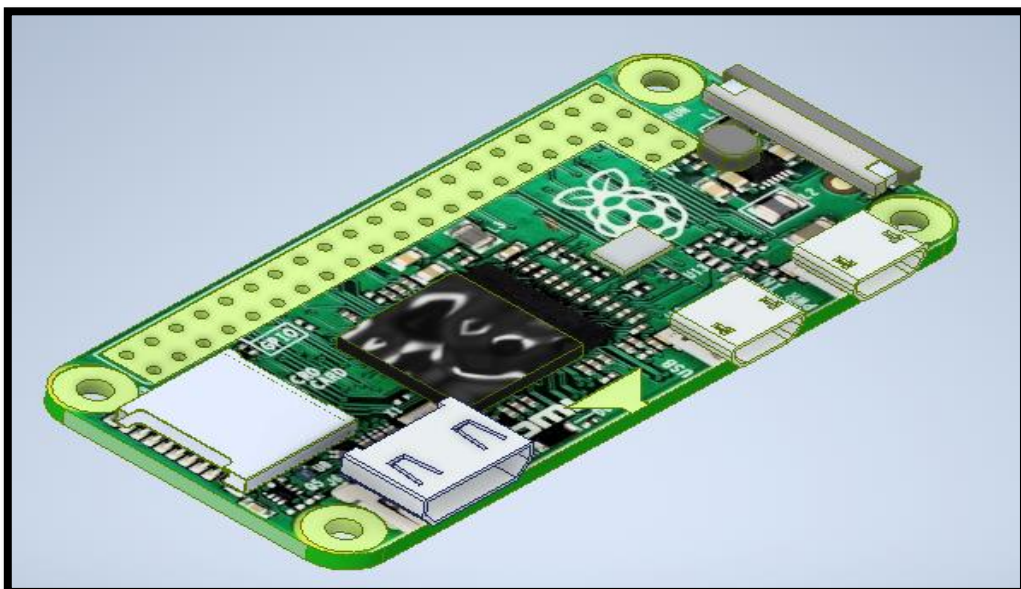
Diagrama de la estructura del Raspberry Pi Zero W



Fuente: <https://n9.cl/mx6uw>

Figura 3

Raspberry Pi Zero W



Fuente: Autodesk Inventor

- **Leds WS2812B**

El LED WS2812B es un LED RGB que puede incluir un controlador y un LED RGB. Estos LED pueden comunicarse individualmente, lo que permite un control independiente del color y el brillo. Suele utilizar programas de iluminación y pantallas LED, que permiten diferentes tipos de iluminación y efectos. Para la realización del diseño se tomó en cuenta tener 4 grupos de 50 leds para poder obtener un mejor control sobre los cambios en los colores y brillos y lograr una imagen nítida.

Tabla 3

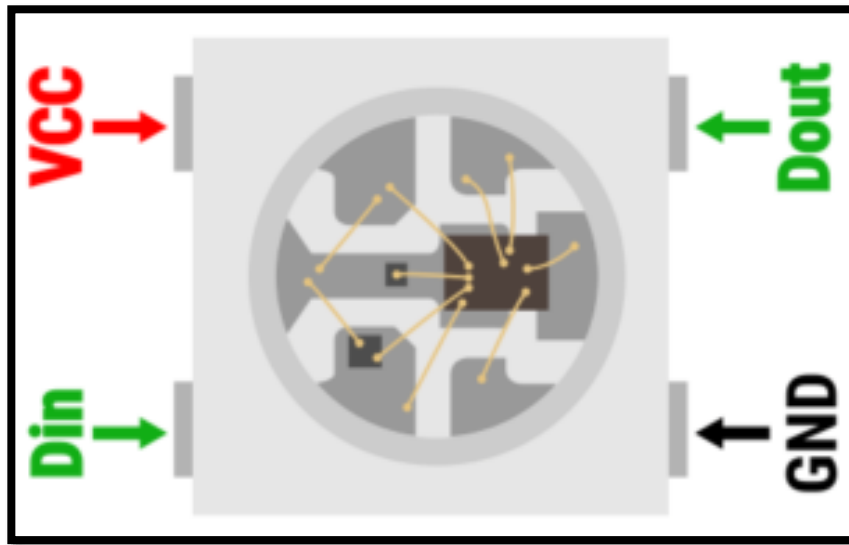
Datos técnicos del led WS2812B.

Característica	Valor
Tipo de LED	RGB (Rojo, Verde, Azul)
Controlador	Integrado en cada LED (WS2812B)
Voltaje de alimentación	5V
Consumo de corriente	20mA por LED
Número de pines	4 (VCC, GND, Din, Dout)
Protocolo de comunicación	Unidireccional, protocolo de datos síncrono
Cantidad de LEDs por metro	Generalmente 30, 60, o 144 LEDs por metro
Resolución de color	8 bits por canal (256 niveles de intensidad)
Frecuencia de actualización	Hasta 800 kHz
Encapsulado	Carcasa epoxy transparente con lente difusora
Temperatura de operación	-20°C a 60°C
Formato de datos	GRB (Verde, Rojo, Azul) en orden de transmisión

Fuente: Elaboración propia

Figura 4

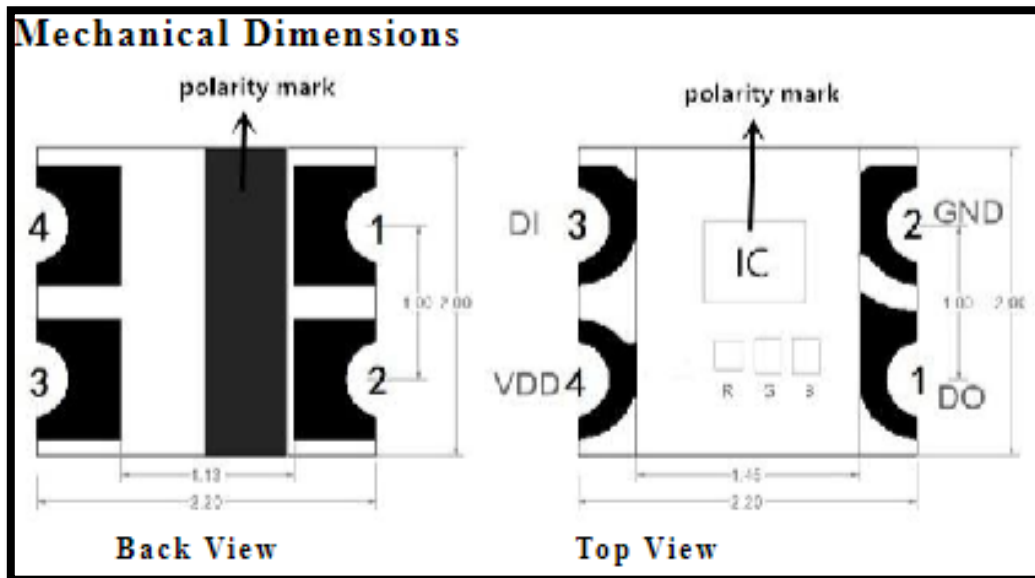
Conexiones del Led WS2812B



Fuente: <https://www.circuitgeeks.com/ws2812b-addressable-rgb-led-strip-with-arduino/>

Figura 5

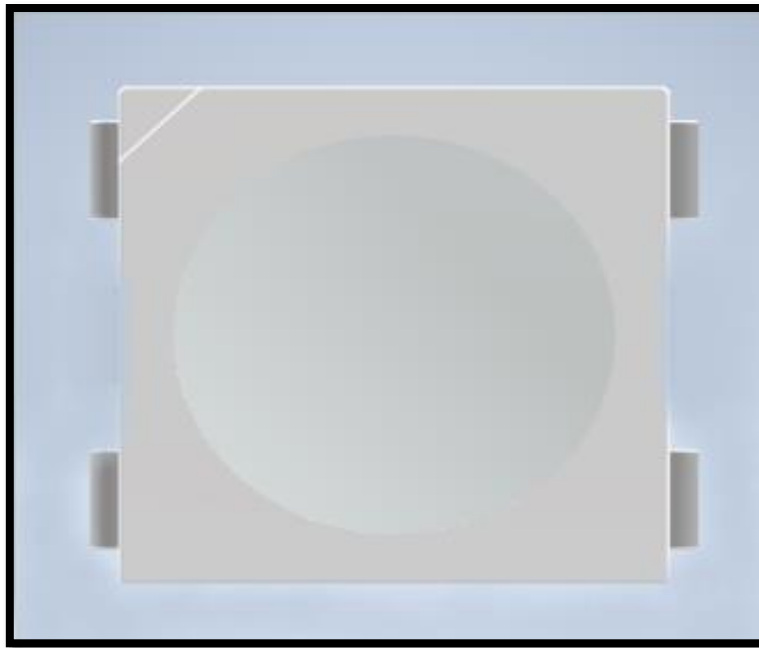
Diagrama de las dimensiones del led WS2812B



Fuente: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/1134522/WORLDSEMI/WS2812B-2020/571/1/WS2812B-2020.html>

Figura 6

Led WS2812B



Fuente: Autodesk Inventor

- **Motor 770-4087-CC**

Motor pequeño y eficiente de 45 mm de diámetro y 66 mm de largo diseñado a 12V. Con un consumo de 0,60A en carga nula, alcanza los 3.500 rpm y un par de 56,1 Nm. Confiable y versátil con 21 vatios de potencia y 63% de eficiencia. Con un rango de temperatura de -10°C a +60°C. Perfecto para aplicaciones que requieren control preciso y operación continua.

La elección del motor para este proyecto de investigación dependió de los siguientes factores como: la velocidad, el torque y el amperaje. Se realizó los siguientes cálculos para llegar a la elección de este modelo:

$$\text{RPM} = \text{FPS} \times 60$$

Donde:

- **RPM:** Revoluciones por minuto del motor.
- **FPS:** Fotogramas por segundo.

Según los expertos, la tecnología del cine y de vídeo establece un límite standard de 24 FPS, a esta rapidez de fotogramas vamos a tener la seguridad de observar secuencia de imágenes de una manera fina conformando un vídeo. Para el diseño de este prototipo de proyector holográfico vamos a utilizar un límite de 40 FPS, por lo tanto, aplicando la fórmula anterior, vamos a calcular las revoluciones a que nuestro motor debe girar para generar la imagen deseada.

$$\mathbf{RPM = FPS \times 60}$$

$$\mathbf{RPM = 40 \times 60}$$

$$\mathbf{RPM = 2400}$$

Su función principal del motor es hacer girar a la hélice a una velocidad brindada y que junto con los led's proyectarán la imagen que deseemos que el usuario observe.

Tabla 4

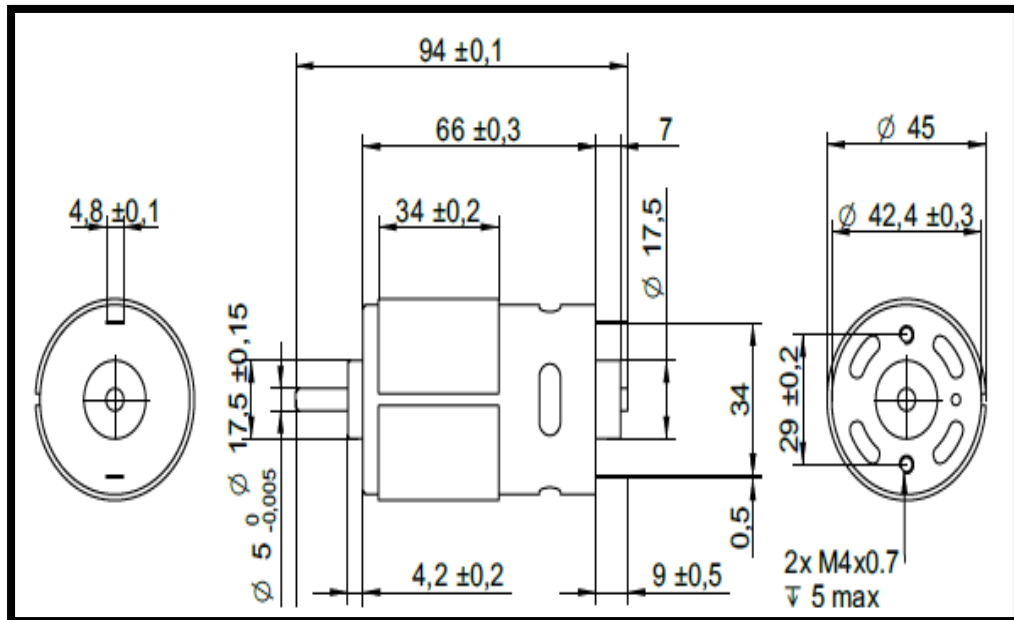
Datos técnicos del motor 770-4087-CC.

Característica	Valor
Tipo de motor	Motor de corriente continua (CC)
Conmutación	Conmutación de escobillas
Voltaje nominal	12 VDC
Corriente nominal	2,8 A
Velocidad nominal	3500 rpm
Par nominal	56 mNm
Velocidad sin carga	4550 rpm
Corriente sin carga	0,6 A
Par de arranque	334 mNm
Potencia nominal	21 W
Eficiencia	63 %
Temperatura de funcionamiento	-10 °C a 60 °C

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

Plano del motor 770-4087-CC



Fuente: TRANSMOTEC www.transmotec.com

Figura 8

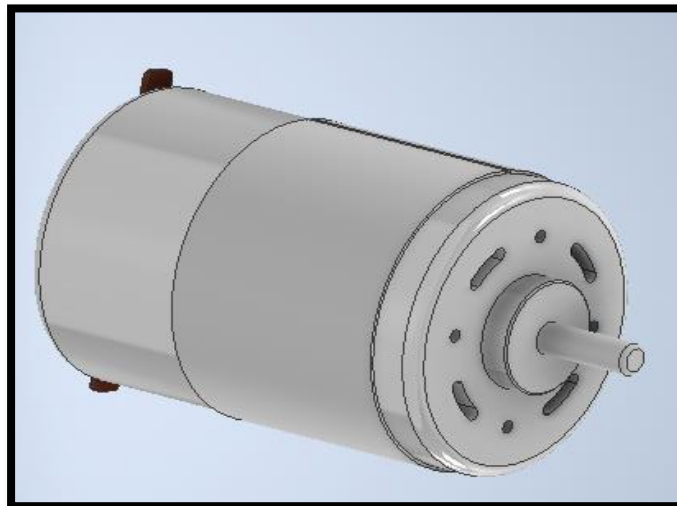
Imagen del motor 770-4087-CC



Fuente: TRANSMOTEC www.transmotec.com

Figura 9

Diseño del motor 770-4087-CC



Fuente: Autodesk Inventor.

- **Sensor Hall KY-003**

El sensor Hall KY-003 utiliza el efecto Hall para detectar campos magnéticos. A menudo se utiliza para medir la velocidad, contar revoluciones y detectar objetos magnéticos, que son útiles en aplicaciones como sistemas de control de vehículos y sistemas de seguridad.

Los datos técnicos del sensor HLL KY-003 son los siguientes:

Tabla 5

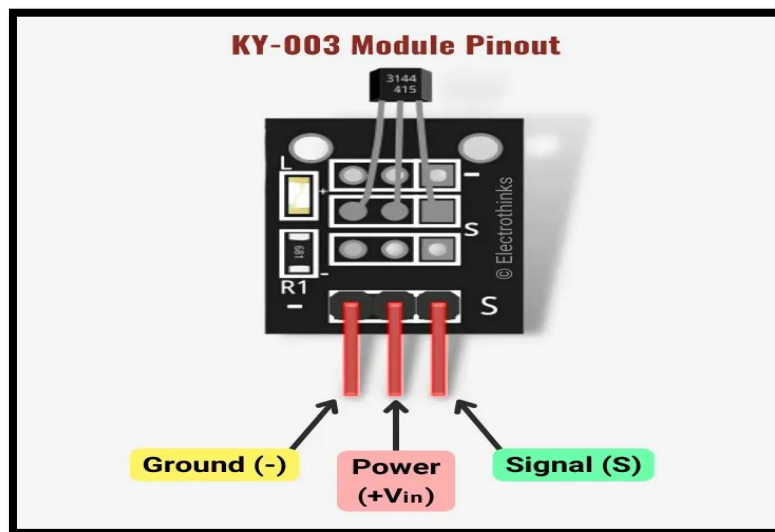
Datos técnicos del sensor Hall KY-003.

Característica	Valor
Tipo de sensor	Efecto Hall
Circuito integrado	A3144
Voltaje de funcionamiento	3,3 V a 5 V
Consumo de corriente	3 mA (reposo), 8 mA (activo)
Señal de salida	Digital
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 °C a 85 °C
Dimensiones	18,5 mm x 15 mm

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

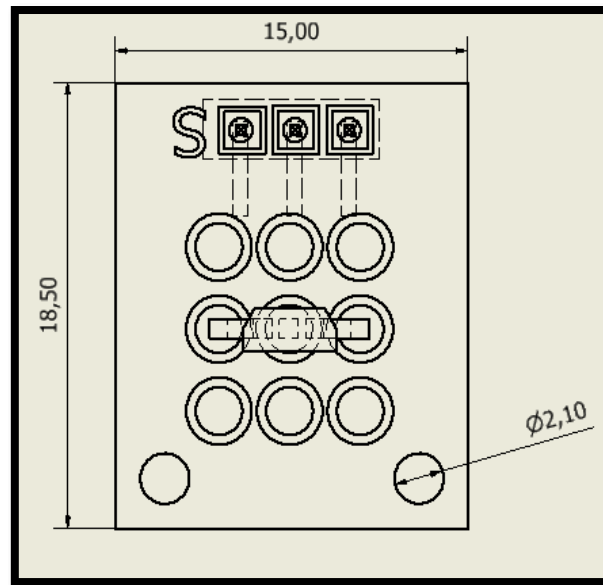
Conexiones del sensor Hall KY-003



Fuente: <https://www.electrothinks.com/2023/02/ky-003-hall-magnetic-sensor-module.html>

Figura 11

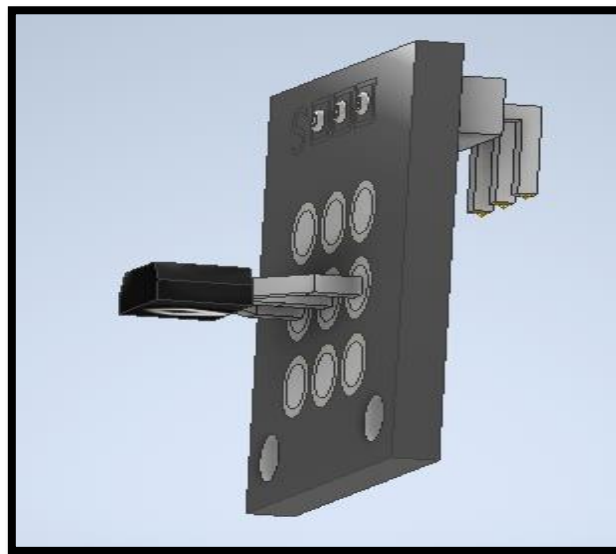
Diagrama de dimensiones para el sensor hall KY-003



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 12

Diseño del sensor hall KY-003



Fuente: Autodesk Inventor

- **Módulo de Voltaje DC-DC XL4016**

Este módulo de voltaje DC-DC, nos permite la reducción del voltaje de una forma eficaz. Este módulo cumplirá con el objetivo de reducir el voltaje para poder utilizar en una forma segura y eficaz los demás instrumentos eléctricos. Sus características son las siguientes:

Tabla 6

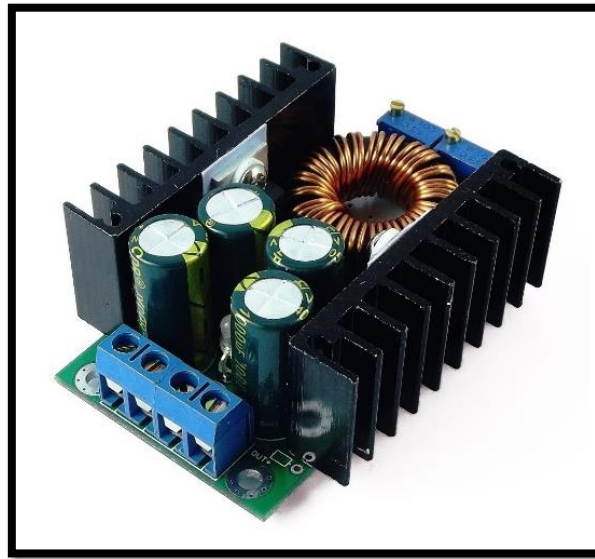
Datos técnicos del módulo de voltaje XL4016.

Característica	Descripción
Tipo	Módulo regulador de voltaje DC-DC
Tensión de entrada	4V a 40V (típicamente)
Tensión de salida	Ajustable (generalmente 1.25V a 36V)
Corriente máxima de salida	Hasta 8A (puede variar según la versión)
Eficiencia	Típicamente alrededor del 94%
Frecuencia de conmutación	Ajustable (generalmente alrededor de 150 kHz)
Protección	Sobrecorriente, sobrecalentamiento, cortocircuito
Ajuste de voltaje	Sí, mediante potenciómetro o resistencia externa
Dimensiones	Puede variar según la versión

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13

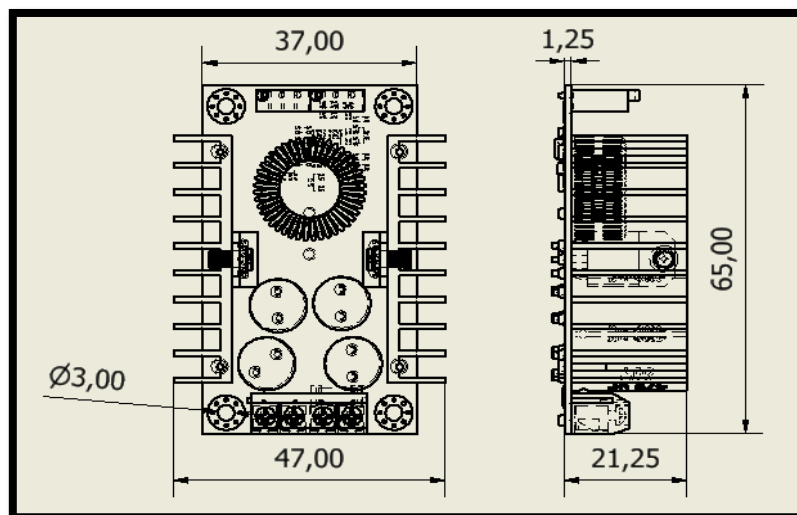
Imagen del módulo de voltaje XL4016



Fuente: <https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/127-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-8a-300w-xl4016.html>

Figura 14

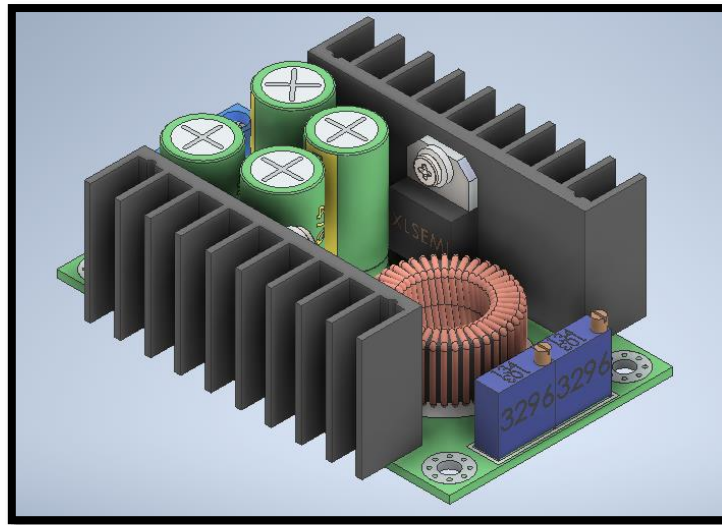
Diagrama de dimensiones de la estructura del módulo XL4016



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 15

Diseño del módulo XL4016



Fuente: Autodesk Inventor

- **Driver VN5019**

El VN5019 es un controlador de motor dual en puente H (H-bridge) diseñado para controlar motores de corriente continua (DC) y motores paso a paso.

Tabla 7

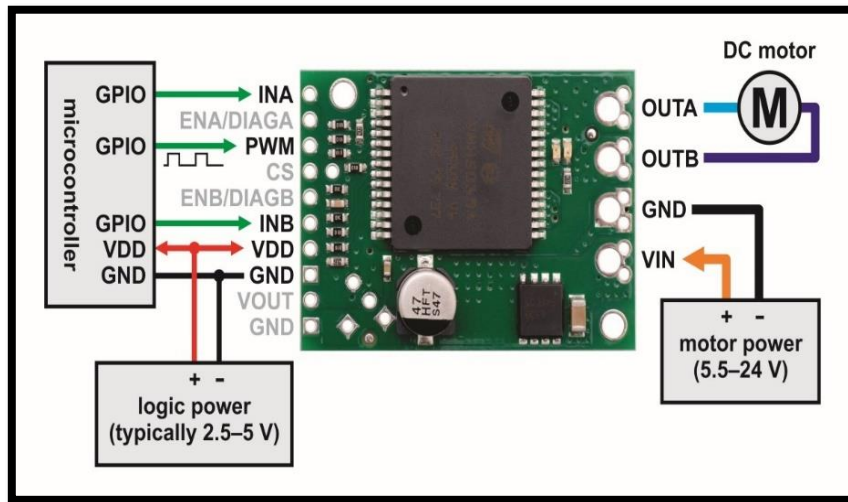
Datos técnicos del Driver VN5019.

Característica	Descripción
Corriente de salida continua	Hasta 12 A
Corriente de salida pico	Hasta 30 A (breves ráfagas)
Tensión de alimentación	Hasta 24 V
Control de velocidad	Señal de entrada PWM
Control de dirección	Pines de dirección configurables
Protecciones integradas	Sobrecorriente, sobretensión, subvoltaje, sobrecalentamiento
Eficiencia	Hasta 97% (dependiendo de las condiciones de operación)
Temperatura de operación	-30°C a 85°C
Compatibilidad con motores	Motores de corriente continua (DC)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

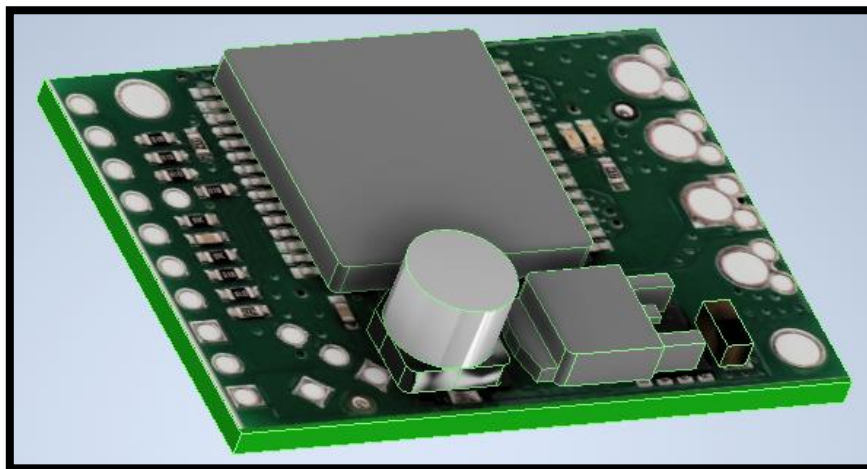
Conexiones del Driver VNH5019



Fuente: <https://naylampmechatronics.com/drivers/765-driver-puente-h-vnh5019-30a.html>

Figura 17

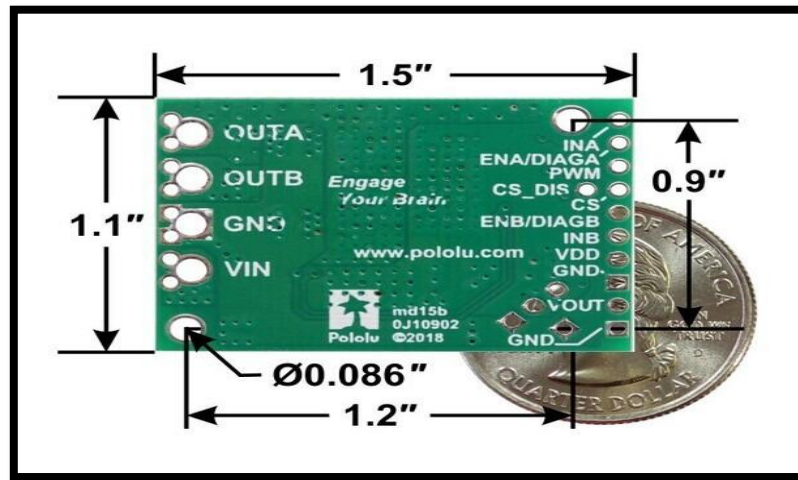
Diseño del driver VNH5019



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 18

Dimensiones de la estructura del driver VN5019



Fuente: <https://www.pololu.com/product/1451>

- **Modulo Sensor IR HX1838**

El módulo sensor infrarrojo HX1838 recibe y convierte señales infrarrojas que suelen provenir de controles remotos en señales eléctricas para que los microcontroladores pueden interpretar. Se utiliza ampliamente en proyectos de control remoto porque tiene un fotodiodo de infrarrojos que detecta la luz infrarroja y permite que los dispositivos electrónicos realicen ciertas acciones.

Tabla 8

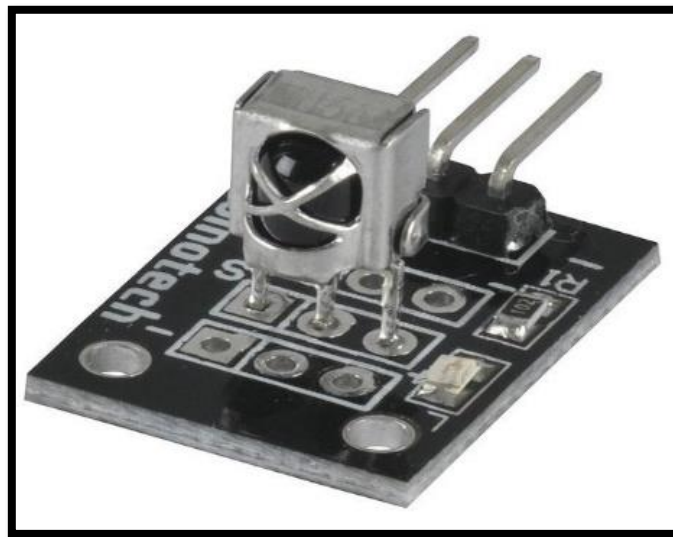
Datos técnicos del módulo sensor infrarrojo HX1838.

Característica	Valor
Nombre	HX1838
Tipo	Receptor de infrarrojos
Frecuencia	38 kHz
Longitud de onda	940 nm
Sensibilidad	-38 dBm
Rango	10 m
Consumo de corriente	30 mA
Salida	TTL
Dimensiones	30 mm x 15 mm x 5 mm
Peso	2 g

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

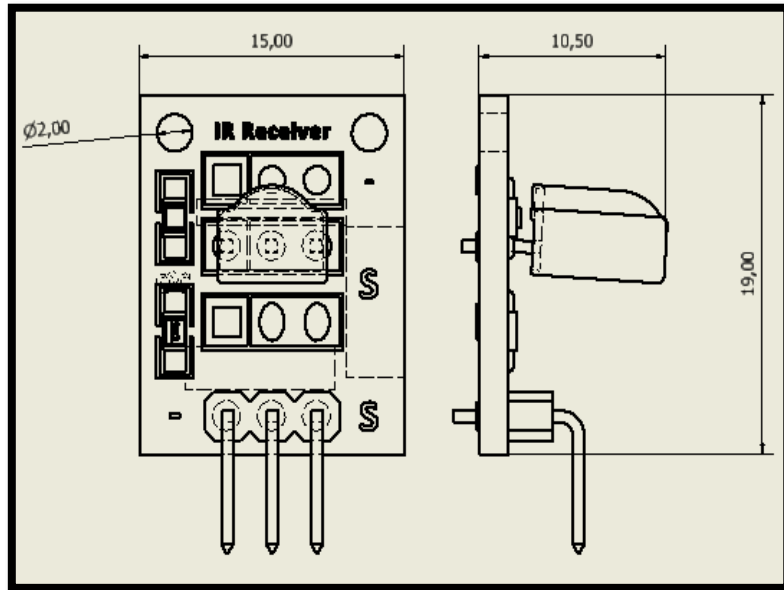
Imagen del sensor IR HX1838



Fuente: <https://epro.pk/product/hx1838-ir-infrared-receiver-module-in-pakistan/>

Figura 20

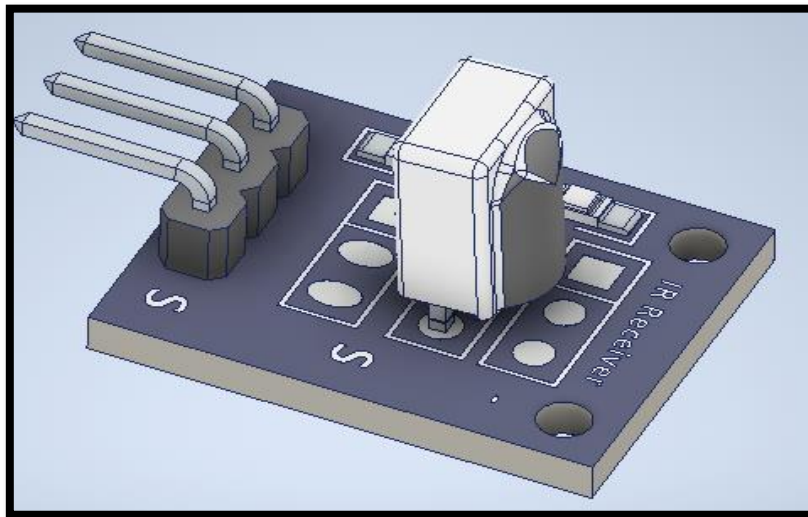
Diagrama de dimensiones de la estructura sensor IR HX1838



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 21

Diseño del sensor IR HX1838



Fuente: Autodesk Inventor

2.3. Procedimiento

2.3.1. Diseñar la estructura mecánica del proyector holográfico 3D como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales.

En la fase de concepción y planificación del diseño estructural, se tomó la decisión estratégica de emplear el material ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) como la principal base constructiva. Esta elección se basó en una evaluación cuidadosa de las propiedades intrínsecas del ABS, que lo posicionan como un material altamente versátil y adecuado para cumplir con los requisitos específicos del proyecto. El ABS es conocido por su resistencia mecánica, durabilidad, y versatilidad en la fabricación, lo que lo convierte en una opción ideal para aplicaciones estructurales. Su capacidad para resistir impactos le confiere una durabilidad destacada en diversas condiciones ambientales.

Además, el ABS es un polímero termoplástico que permite una facilidad en el proceso de moldeo por inyección, lo que facilita la creación de componentes estructurales complejos y detallados con precisión. Su peso ligero también contribuye a la eficiencia general del diseño, especialmente en aplicaciones donde se valora la reducción de peso sin comprometer la integridad estructural. Adicionalmente, el ABS destaca por su característica de ser un material ligero, lo cual es crucial para aplicaciones donde la reducción de peso sin comprometer la integridad estructural es esencial. Su peso ligero contribuye significativamente a la eficiencia general del diseño, facilitando su manipulación, transporte y montaje. Esta propiedad hace que el ABS sea particularmente valioso en

aplicaciones donde se busca optimizar el rendimiento sin sacrificar la robustez estructural.

A continuación, se presenta una tabla con datos específicos sobre las propiedades del material ABS:

Tabla 9

Propiedades del material ABS.

Propiedad	Valor
Resistencia a la tracción	40 - 60 MPa
Módulo de elasticidad	1.6 - 2.4 GPa
Temperatura de fusión	230 - 250 °C
Densidad	1.04 - 1.07 g/cm ³
Absorción de agua	< 0.2%
Resistencia al impacto	Buena

Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño de la base para la barra de leds**

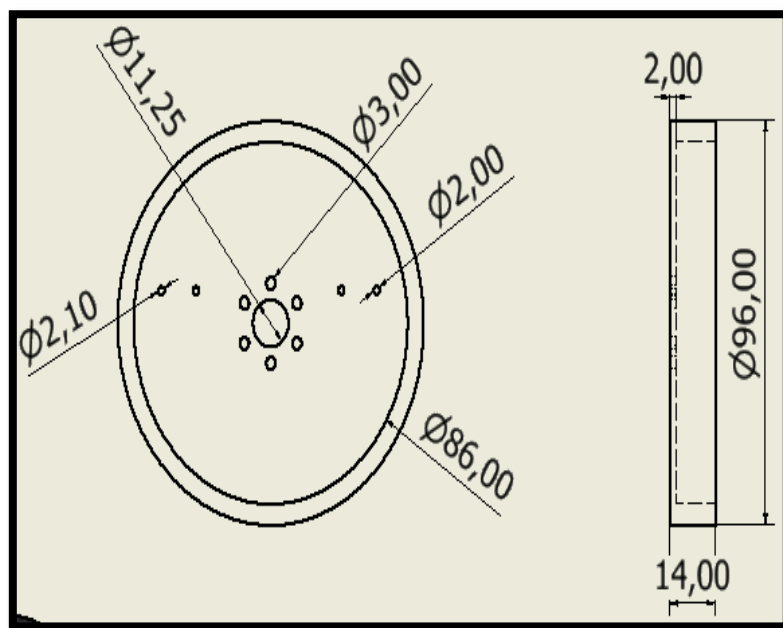
El diseño meticuloso de esta estructura se ha centrado en alojar de manera eficiente y equilibrada diversos elementos esenciales para el funcionamiento del sistema. En el centro de la estructura, se ha incorporado un agujero en el cual ira un acople diseñado específicamente para el eje de un motor de corriente continua (DC) serie 770, garantizando una conexión firme y precisa que optimice la transferencia de energía giratoria.

Distribuidos de manera equitativa a lo largo de la base de la estructura, se encuentran dos sensores cruciales para el control y la percepción del entorno. El sensor Hall KY-003, conocido por su capacidad para detectar campos magnéticos, se ha colocado

estratégicamente para proporcionar información clave sobre la posición y el rendimiento del motor DC. Además, el sensor IR HX1838, diseñado para la recepción de señales infrarrojas, complementa la funcionalidad del sistema al facilitar la interacción y el control remoto.

Figura 22

Diagrama de dimensiones para la base de la estructura de la barra de leds

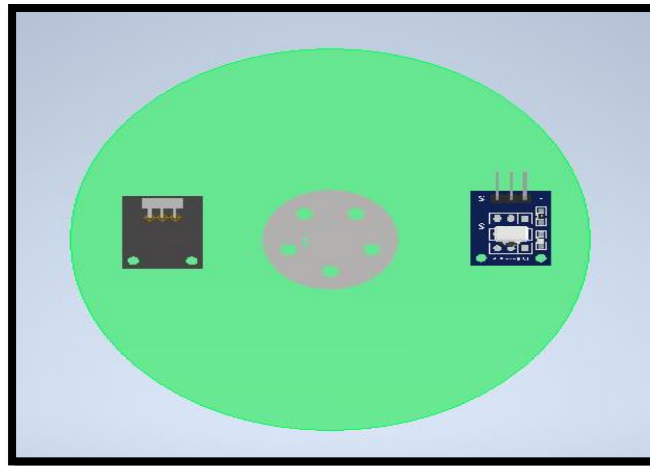


Fuente: Autodesk Inventor

La disposición proporcional de estos sensores a lo largo de la estructura busca mantener un equilibrio de peso, promoviendo una distribución uniforme para optimizar la estabilidad del conjunto. En conjunto, el diseño integral de la estructura ha sido concebido para garantizar una integración armoniosa de los componentes, buscando así un rendimiento óptimo y equilibrado del sistema en su conjunto.

Figura 23

Espacio para los sensores hall e IR



Fuente: Autodesk Inventor

- **Diseño de la barra de leds (PCB)**

La concepción del diseño para la estructura de la barra de leds ha sido meticulosa, centrándose en la integración de 200 leds WS2812B que desempeñarán un papel fundamental en la proyección de imágenes. Esta estructura irá situar sobre la anterior estructura, ambas estructuras girarán para la proyección dinámica de imágenes. La disposición estratégica de los leds WS2812B a lo largo de la estructura garantizará una distribución uniforme de la luz, permitiendo la creación de imágenes nítidas. Esta barra de leds tendrá agujeros que conectarán los grupos de leds con la raspberry pi zero w.

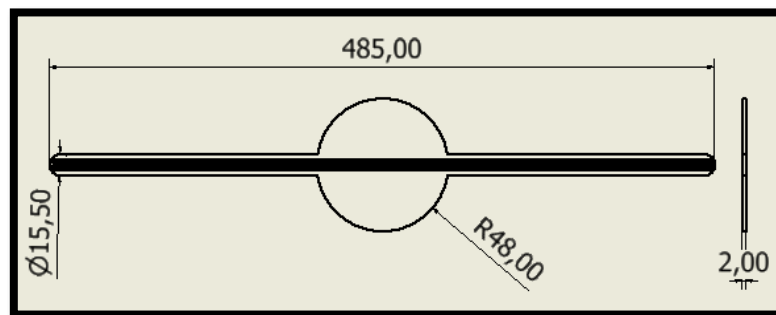
Un aspecto crucial del diseño es la consideración del color negro como esencial para crear un fondo oscuro. Este fondo negro actúa como lienzo ideal para resaltar la proyección, maximizando la

visibilidad y la claridad de las imágenes. La estructura ha sido cuidadosamente planificada para minimizar la fuga de luz, asegurando que el negro sea lo más profundo y homogéneo posible. Esto contribuirá a una proyección visualmente impactante al proporcionar un contraste notable entre las imágenes proyectadas y el fondo, mejorando así la calidad y la apreciación de las representaciones visuales.

En conjunto, el diseño de esta estructura superior no solo maximiza la capacidad de proyección de los leds WS2812B, sino que también ha sido pensado para crear un entorno visual óptimo al priorizar la presencia de un fondo negro que realce la calidad y el impacto de las imágenes proyectadas.

Figura 24

Dimensiones de la barra de leds (PCB)



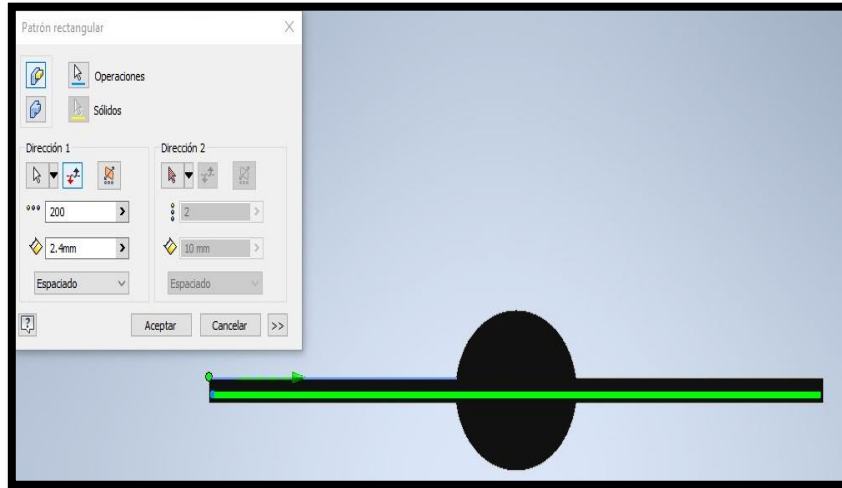
Fuente: Autodesk Inventor

Los leds serán ubicados a una distancia de 0.2 mm entre cada uno, con la finalidad de lograr una imagen nítida y con una mayor resolución. Para ellos se utilizó un patrón recto el cual toma una distancia de centro a centro, la distancia entre los centros de cada led es de 2.4mm, si los leds WS2812B 2020 tienen una dimensión de

2.2mm esto nos daría los 0.2mm entre cada led.

Figura 25

Espacio entre los leds WS2812B



Fuente: Autodesk Inventor

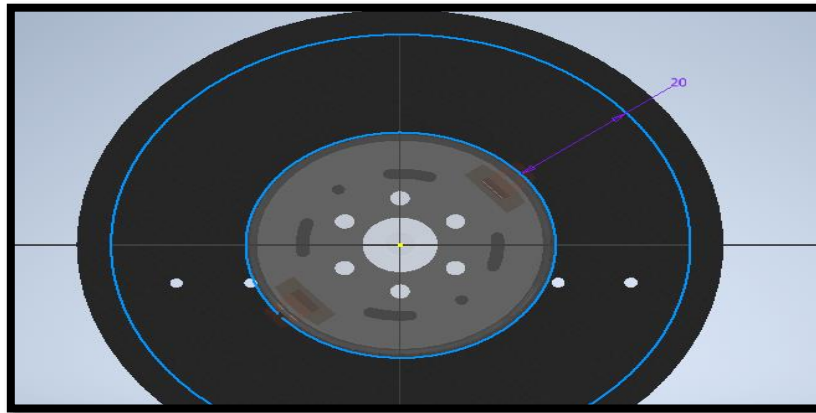
- **Diseño de la Estructura para el motor.**

El diseño de la estructura se ha concebido cuidadosamente para albergar de manera eficiente y funcional varios componentes clave. En el centro de la estructura, se ubicará un motor de corriente continua (DC) como elemento central de propulsión. Este motor desempeñará un papel esencial en la operación del sistema.

Al realizar una medición se observó una distancia de 20mm entre el diámetro del motor y el diámetro interno de la estructura para la barra de leds, esta medición se realizó al querer que las dos estructuras tengan el mismo diámetro.

Figura 26

Distancia entre los diámetros del motor y de la estructura de barra de leds

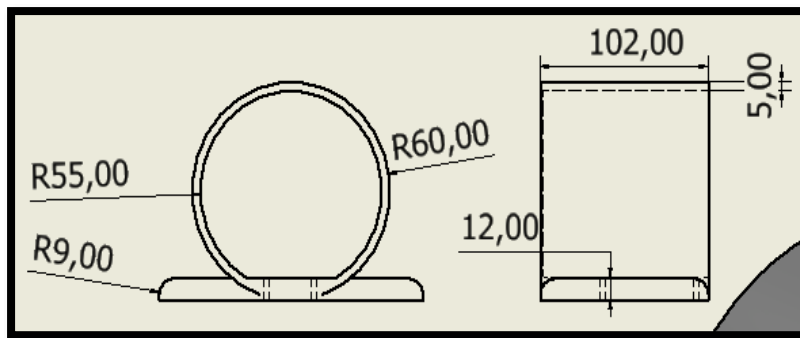


Fuente: Autodesk Inventor

Dicha distancia no logra contener por completo al módulo XL4016 el cual tiene una altura de 25mm aproximadamente, es por ello que se optó por aumentar el diámetro de 96mm a 120mm. En la parte inferior de la estructura, se ha adoptado una configuración recta para permitir la colocación estratégica del módulo XL4016 y el driver VNH5019. Esta decisión de diseño no solo optimiza el espacio disponible, sino que también facilita la conexión y disposición ordenada de estos dos componentes críticos.

Figura 27

Dimensiones de la estructura que contendrá al motor

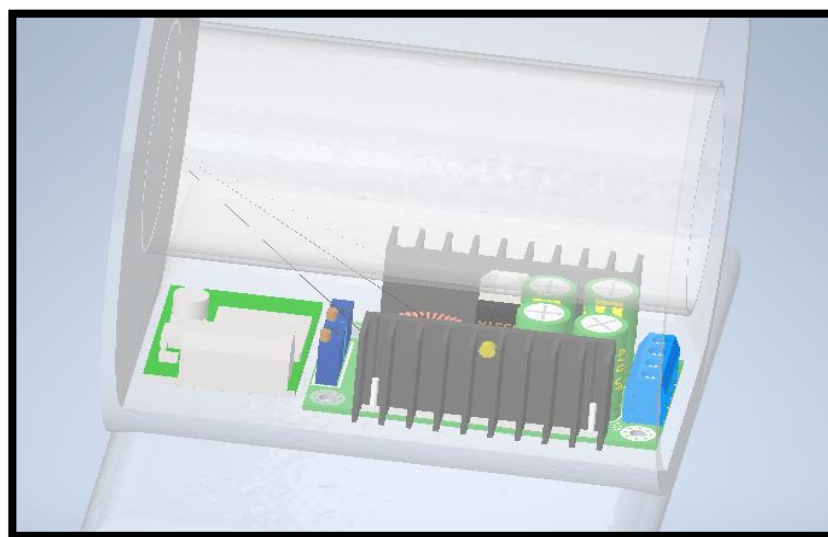


Fuente: Autodesk Inventor

El diseño de esta estructura se ha optimizado para una disposición lógica y funcional de los componentes internos, garantizando así una operación coherente y eficiente del sistema, con especial atención a la colocación estratégica del motor DC, el módulo XL4016 y el driver VNH5019 en la parte inferior recta de la estructura.

Figura 28

Módulos correctamente ubicados en la estructura que contendrá al motor



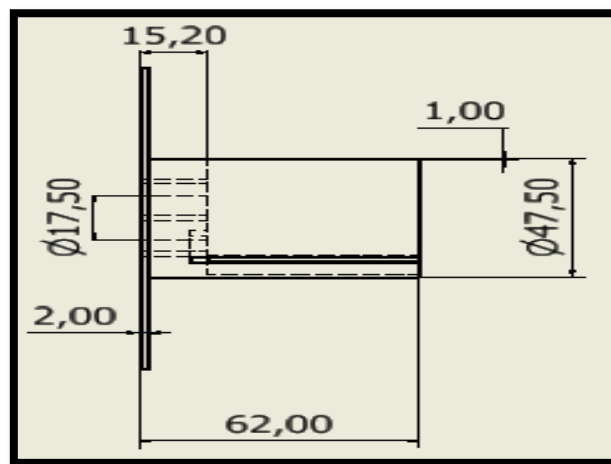
Fuente: Autodesk Inventor

- **Diseño de la Tapa para la Estructura para el motor.**

Para optimizar la funcionalidad de esta estructura, se ha diseñado una tapa con agujeros pasantes estratégicamente ubicados para facilitar la fijación del motor en el centro. Además, se incorpora un soporte cilíndrico destinado a proporcionar estabilidad y reducir vibraciones en la parte trasera del motor. Este soporte, de forma cilíndrica y con una longitud de 60 mm, se ha concebido para garantizar la libertad de los conectores del motor. Adicionalmente, se ha integrado una ranura específica en el soporte para permitir la salida organizada de los cables del anillo colector, contribuyendo así a una instalación ordenada y libre de interferencias. Esta cuidadosa planificación y diseño de la tapa y el soporte cilíndrico buscan no solo asegurar una sujeción robusta del motor en el centro, sino también minimizar las vibraciones no deseadas y facilitar la gestión eficiente de los cables para un rendimiento óptimo del sistema.

Figura 29

Dimensiones de la tapa para la estructura que contendrá al motor (Lateral)

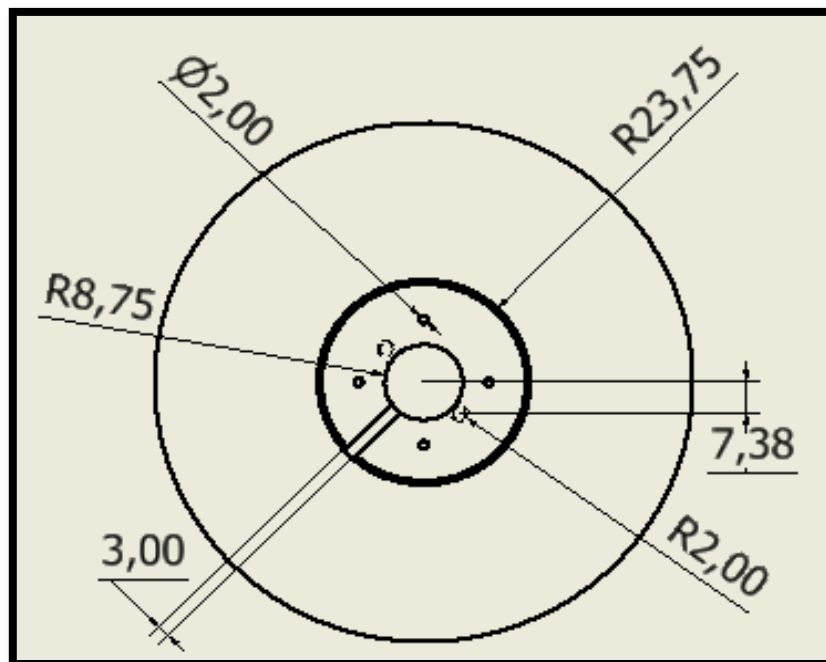


Fuente: Autodesk Inventor

La tapa central presenta un agujero central con un diámetro de 17.5 mm y un grosor de 15.2 mm, destinado a albergar de manera precisa el anillo colector. Esta disposición estratégica del anillo colector permite mantener los cables estáticos en un extremo, mientras que en el otro extremo se facilita la rotación de los cables de manera continua. Este diseño posibilita una conexión sin inconvenientes, permitiendo la transmisión eficiente de señales eléctricas a través del anillo colector, al tiempo que asegura una organización ordenada y sin obstrucciones de los cables.

Figura 30

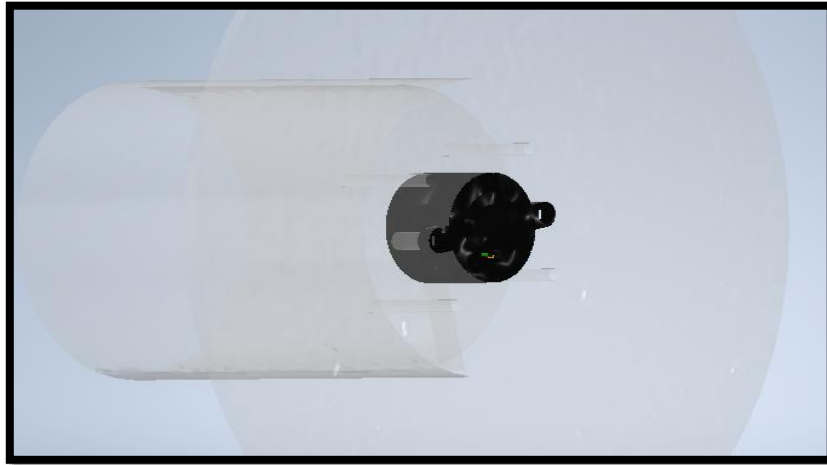
Dimensiones de la tapa para la estructura que contendrá al motor (Frontal)



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 31

Vista transparente de la estructura con el anillo colector.



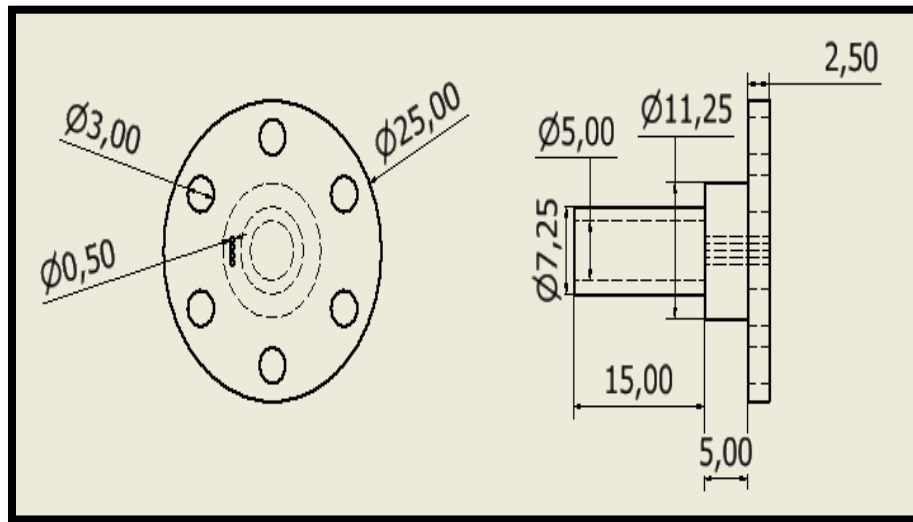
Fuente: Autodesk Inventor

- **Diseño del Acople para unir el Eje del Motor con la Estructura de la Barra de Leds.**

Se eligió incorporar cuatro agujeros pasantes cercanos al centro de este acople, lo que permite el paso de dos cables destinados a la alimentación de 5V provenientes del módulo de voltaje XL4016 y otros dos designados para el control del motor en colaboración con el driver VNH5019. Este acople desempeña un papel fundamental al unir de manera efectiva las dos estructuras de la barra de leds y la estructura o carcasa para contener al motor, posibilitando así la rotación fluida de la barra de leds.

Figura 32

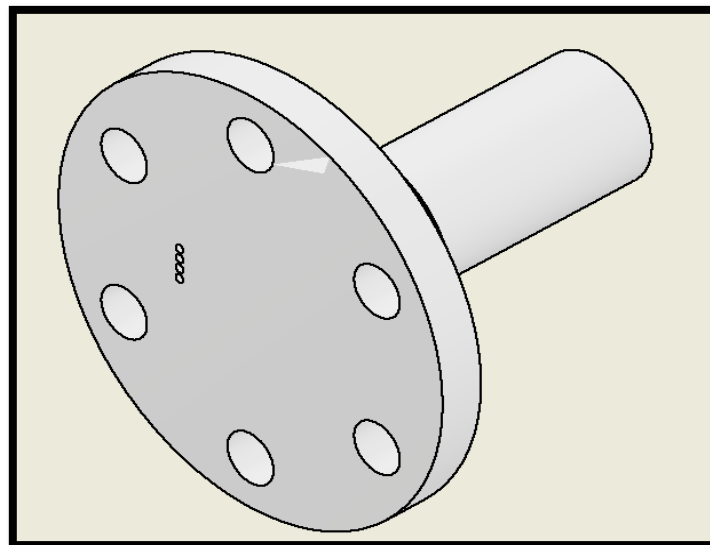
Dimensiones del acople para el motor



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 33

Diseño del acople para el motor



Fuente: Autodesk Inventor

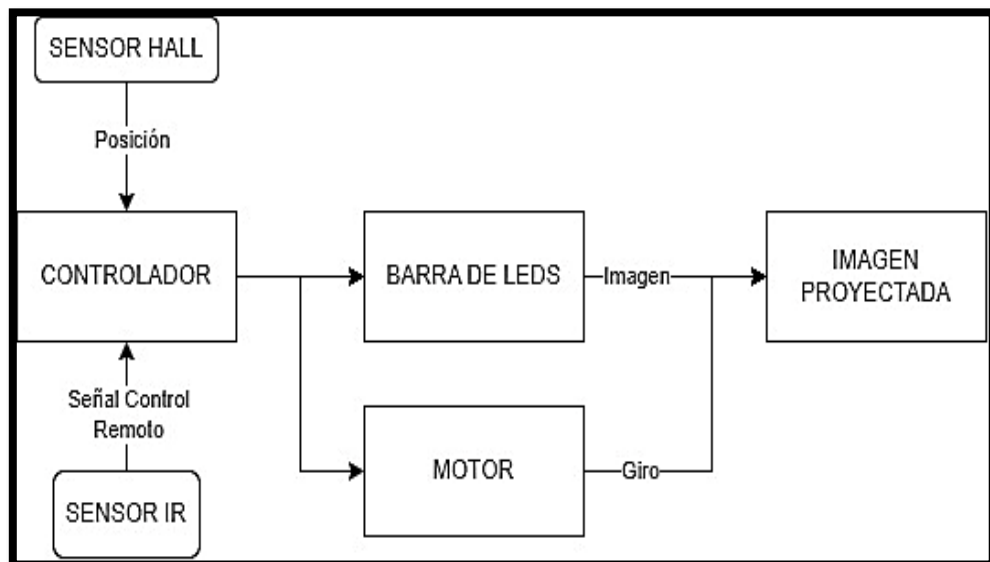
2.3.2. Diseñar el circuito electrónico del proyector holográfico 3D como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales

- **Diagrama de bloques del circuito electrónico**

Se ha elaborado el siguiente diagrama de bloques con el objetivo de ampliar el alcance y la comprensión del circuito electrónico que será diseñado.

Figura 34

Diagrama de bloques del circuito electrónico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Características de los elementos electrónicos.

Características	Descripción
Raspberry Pi Zero W	Controlador
Sensor Hall Ky-003	Entrada
Sensor IR HX1838	Entrada
Leds WS2812B 2020	Salida
Motor serie 770 12V	Salida

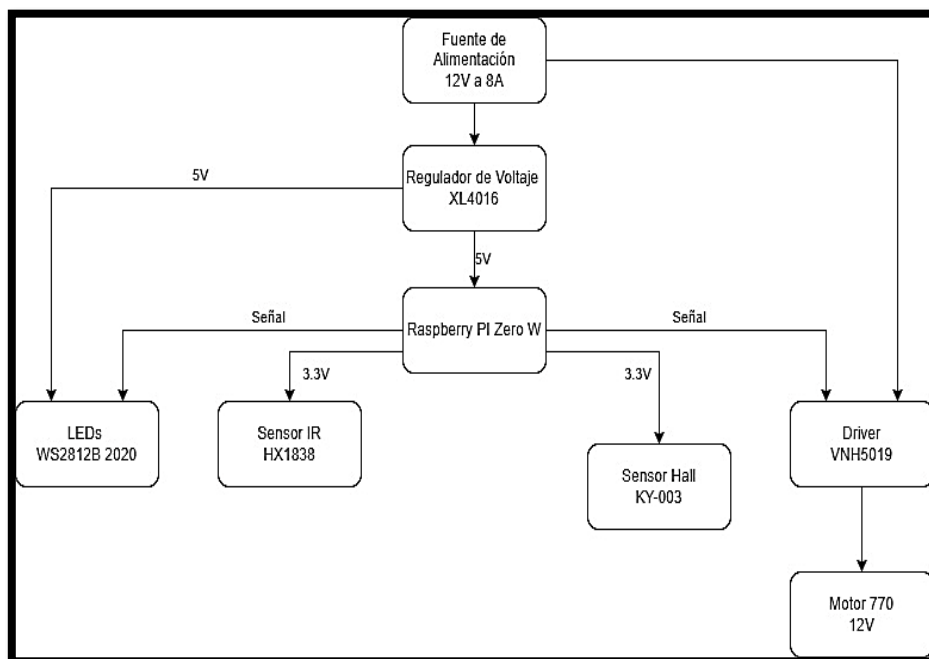
Fuente: Elaboración propia.

- **Diagrama de Flujo del circuito.**

Se desarrolla el diagrama de flujo para graficar y conocer las conexiones de voltaje que tendremos en el circuito.

Figura 35

Diagrama de Flujo del circuito eléctrico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Alimentación de los elementos electrónicos.

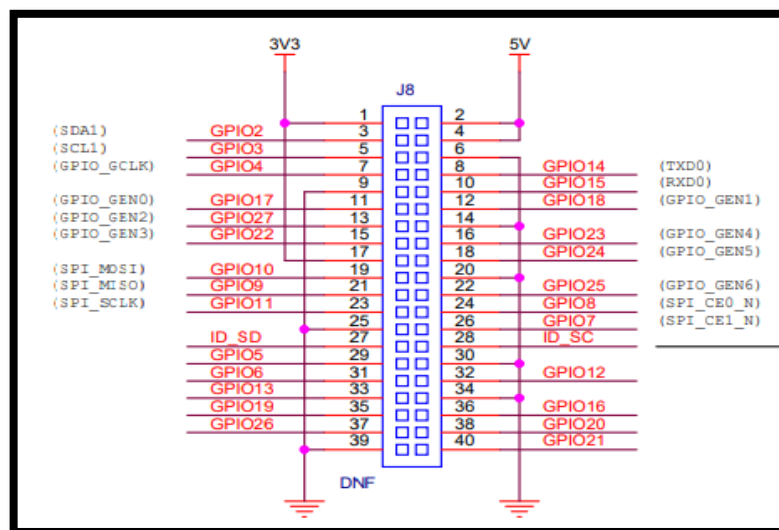
Alimentación	Elemento
12 V	Modulo XL4016
	Driver VNH5019
	Motor Serie 770
5 V	Raspberry Pi Zero W
	LESD WS2812B 2020
3.3 V	Sensor IR HX1838
	Sensor Hall KY-003

Fuente: Elaboración propia.

Continuaremos ahora a explorar la disposición de pines que presenta el controlador Raspberry Pi Zero W. Este controlador incorpora un total de 40 pines, cuya organización y secuencia específica pueden apreciarse detalladamente en la imagen que se presenta a continuación.

Figura 36

Estructura y orden de los pines de la raspberry pi zero w



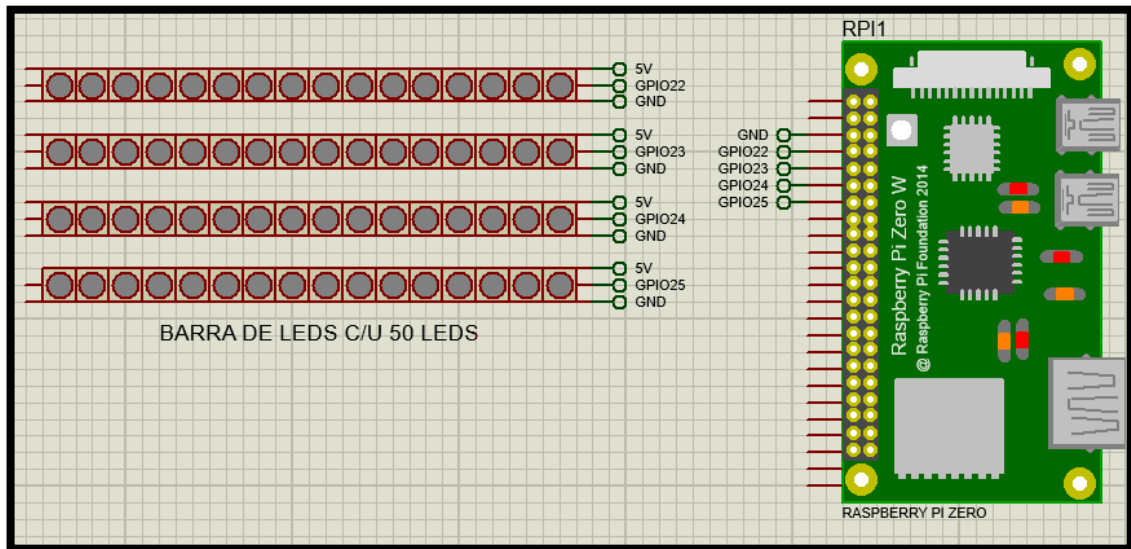
Fuente: <https://n9.cl/o028x>

Después de adquirir un entendimiento sobre la distribución de pines del controlador Raspberry Pi Zero W, nos centramos en la fase de establecer conexiones con los componentes electrónicos. El propósito de esta etapa es establecer las conexiones para asegurar un rendimiento óptimo y correcto de los elementos electrónicos involucrados. Este proceso implica la cuidadosa asignación de pines para aprovechar de mejor manera las estructuras en la que irán colocadas. Este enfoque estratégico en la interconexión de la Raspberry Pi Zero W con los elementos electrónicos es fundamental para garantizar el éxito y la estabilidad del sistema en su conjunto.

Con el objetivo de optimizar la gestión y velocidad de cambio de colores en los leds WS2812B, se implementó una estrategia de conexión dividida. Los 200 leds se han agrupado en cuatro conjuntos de 50 leds cada uno, lo cual facilita un control más eficiente y evita posibles demoras en la transición de colores. La alimentación de estos leds se realiza a través de la salida de 5V proveniente del módulo de voltaje XL4016. Esta configuración no solo mejora la capacidad de control de los leds, sino que también asegura una alimentación estable y adecuada para mantener un rendimiento óptimo en la proyección de luces y colores.

Figura 37

Conexión de la raspberri pi zero w con los 4 grupos de 50 leds ws2812b

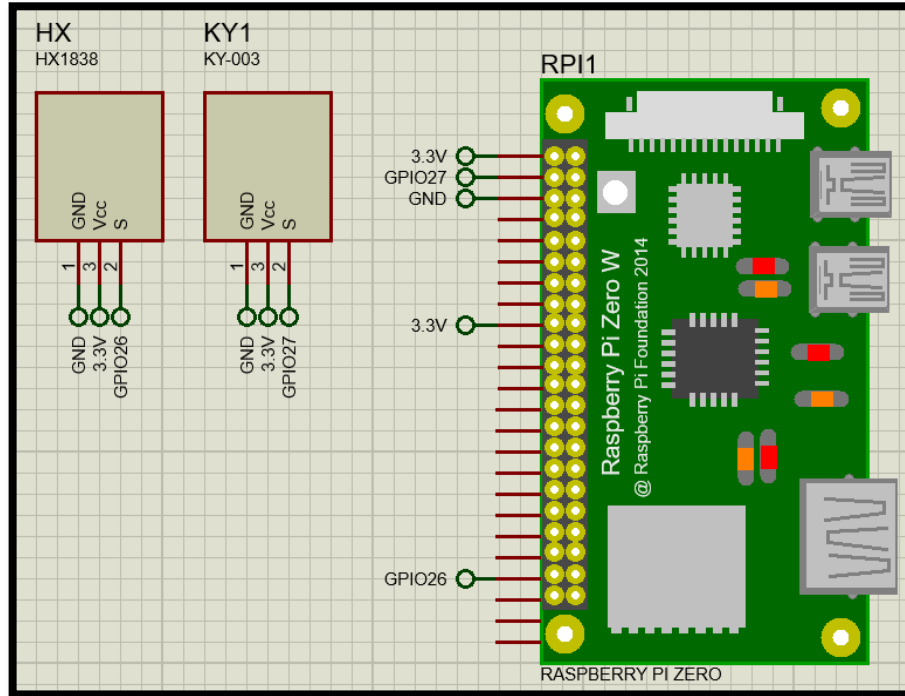


Fuente: Proteus

La integración efectiva de la Raspberry Pi Zero W con los sensores Hall e infrarrojo se ha llevado a cabo mediante una configuración de conexiones. La Raspberry Pi Zero W, como cerebro central del sistema, ha establecido enlaces específicos con el sensor Hall y el sensor infrarrojo para facilitar la adquisición de datos y la interacción con su entorno. La colaboración entre la Raspberry Pi Zero W y los sensores Hall e infrarrojo resulta esencial para el monitoreo preciso de campos magnéticos y la recepción de señales infrarrojas, respectivamente, contribuyendo así al funcionamiento coherente y eficiente del sistema en su conjunto

Figura 38

Conexión de la raspberri pi zero w con los sensores



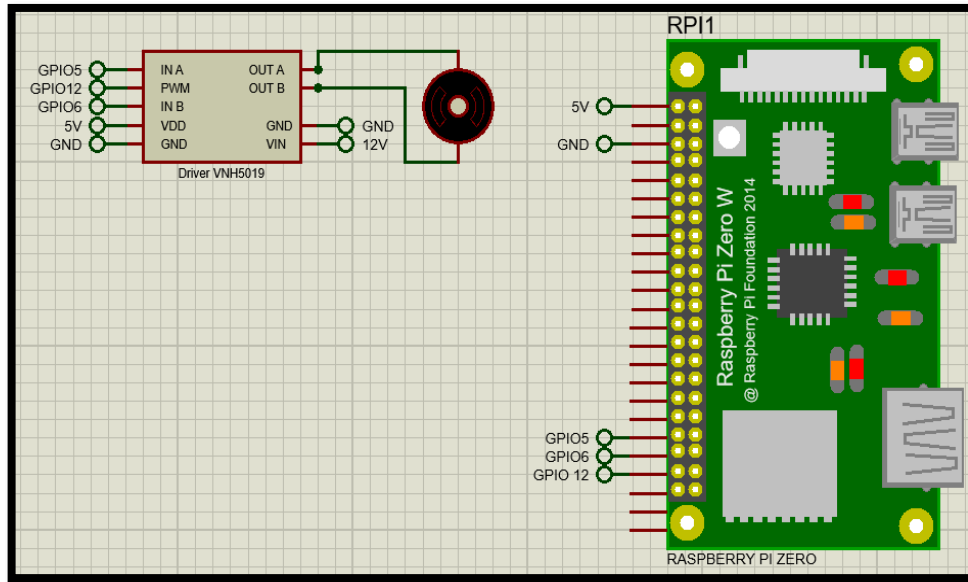
Fuente: Proteus

La conexión entre la Raspberry Pi y el conjunto compuesto por el driver VNH5019 y el motor se ha establecido para asegurar una integración coherente y eficiente. La Raspberry Pi, actuando como el núcleo de control, ha sido hábilmente conectada al driver VNH5019, un componente crucial para la gestión y regulación del motor de corriente continua. Esta conexión incluye la asignación específica de pines y la configuración adecuada para garantizar una comunicación efectiva y bidireccional. A su vez, el driver VNH5019 se ha conectado al motor, permitiendo el control dinámico de su velocidad y dirección. Esta estructura de conexiones proporciona la base para una operación coordinada, permitiendo que la Raspberry Pi dirija el

rendimiento del motor a través del driver VN5019, facilitando así un control preciso y un funcionamiento óptimo del sistema en su conjunto.

Figura 39

Conexión de la raspberri pi zero w con el driver VN5019 y el motor



Fuente: Proteus

A continuación, se presenta una tabla exhaustiva que detalla todas las conexiones clave en el sistema. Esta tabla ofrece una visión clara y organizada de las interconexiones entre los diversos componentes, proporcionando información esencial sobre la asignación de pines, la alimentación eléctrica y las relaciones fundamentales entre los elementos. Este recurso visual se convierte en una herramienta indispensable para facilitar la comprensión y la implementación efectiva del sistema, al brindar una referencia centralizada y fácilmente accesible de todas las conexiones cruciales.

Tabla 12

Conexiones de los elementos electrónicos con los pines GPIO.

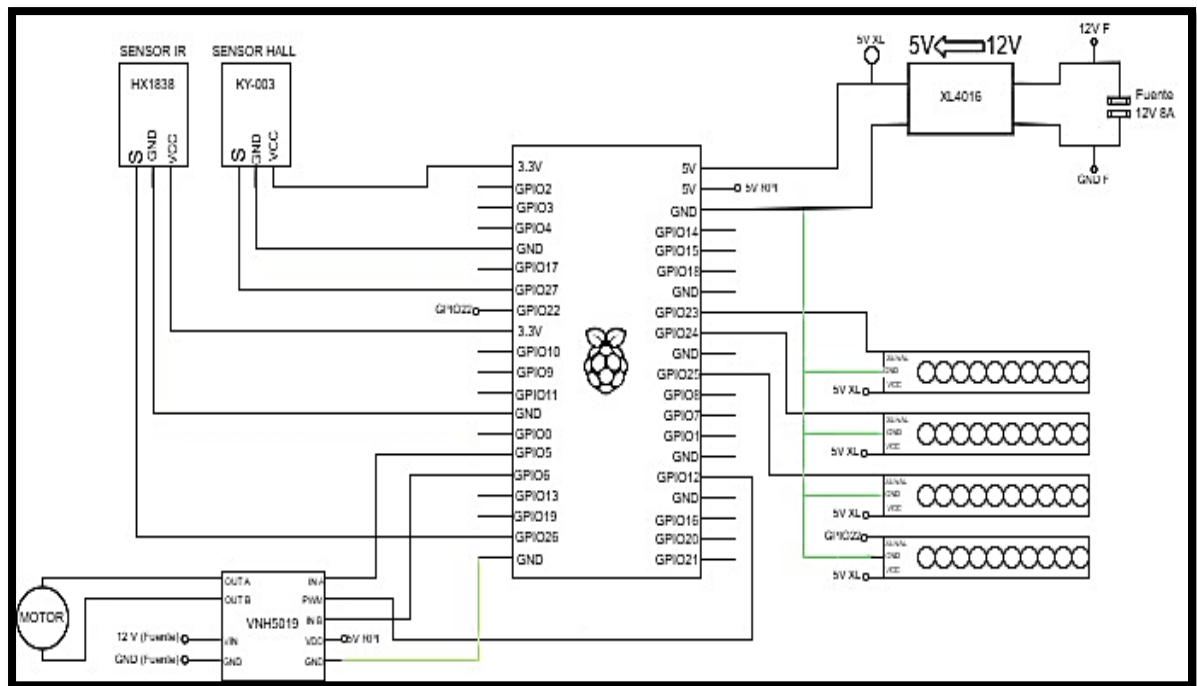
Elemento	Pines GPIO	Alimentación
Tiras de Leds	GPIO 22,23,24,25	5V del modulo XL4016
Sensor Hall	GPIO27	3.3V de la Raspberry pi zero w
Sensor Infrarrojo	GPIO26	3.3V de la Raspberry pi zero w
Driver (Motor)	GPIO 5,6, GPIO12 PW	12V de la fuente

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se exhibe de manera integral el circuito completo, presentando una representación visual detallada que abarca la disposición y conexión de todos los componentes. Esta visualización ofrece una panorámica completa del diseño electrónico, destacando la interconexión precisa entre la Raspberry Pi, el sensor hall KY-033 e infrarrojo IR HX1838, el driver VNH5019, el motor de serie 770, los leds WS2812B, y demás elementos esenciales. Este circuito integral sirve como una herramienta esencial para comprender la relación y la interdependencia de cada componente.

Figura 40

Diagrama de conexión del circuito completo



Fuente: Elaboración propia.

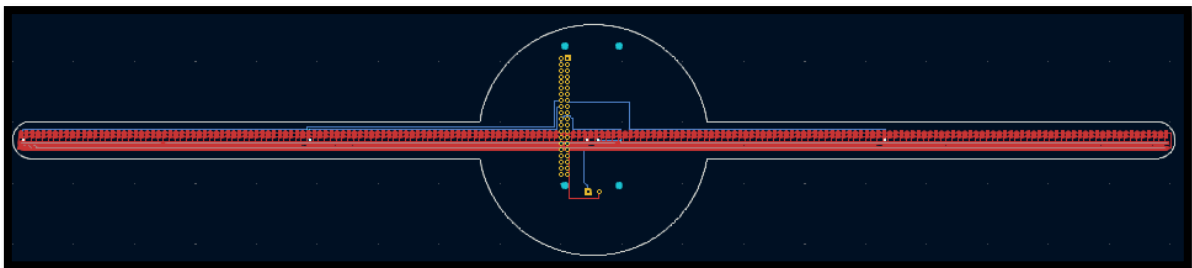
- **Placa PCB para los leds WS2812B**

KiCad, una herramienta de diseño electrónico de código abierto, se presenta como una solución versátil para la creación de esquemas y placas de circuito impreso (PCB). Este programa resulta idóneo para alcanzar un diseño óptimo de la PCB que albergará los leds y sus correspondientes capacitores. Después de simular y definir las dimensiones de nuestra placa PCB, hemos transferido estos parámetros al programa KiCad para iniciar el proceso de fabricación. La placa final se caracterizará por la incorporación de agujeros pasantes específicamente diseñados para los pines esenciales de la Raspberry Pi Zero W. En este caso, dichos pines, correspondientes a

los GPIO 22, 23, 24 y 25, se han seleccionado estratégicamente, ya que son fundamentales para el control de los grupos de leds. Este enfoque cuidadoso garantiza una integración precisa y eficiente de la Raspberry Pi con la PCB, consolidando así la base para un funcionamiento fluido y coherente del sistema electrónico en su conjunto.

Figura 41

Circuito de la placa PCB con huella del raspberri pi zero w completo.

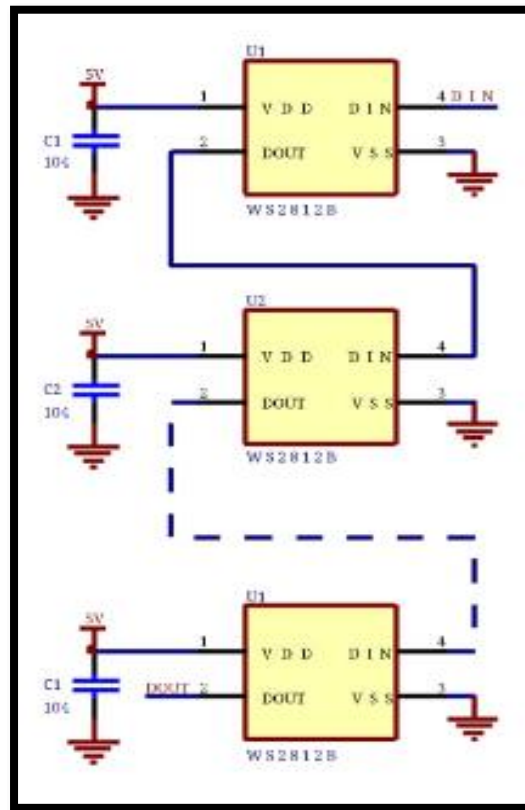


Fuente: KiCad.

La conexión empleada para vincular el grupo de 50 leds se ha configurado de manera que todos estén conectados en serie. Esta conexión se ha diseñado para asegurar una transmisión eficiente de datos y alimentación eléctrica, permitiendo así una sincronización coherente en la proyección de colores y patrones de luz. Este enlace se considera crucial para garantizar la operación óptima del conjunto de leds, contribuyendo significativamente a la uniformidad y coordinación en la presentación visual de los efectos lumínicos.

Figura 42

Diagrama de conexión para los grupos de leds WS2812B



Fuente: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/1179113/WORLDSEMI/WS2812B/2858/5/WS2812B.html>

2.3.3. Desarrollar el código de programación para el proyector holográfico 3D como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales

- **Código de programación utilizado**

Para realizar el código de programación a utilizar en este prototipo de proyector holográfico, primero encontraremos las librerías adecuadas para el control de los leds y de los pines GPIO y después se procederá a terminar el código. A continuación, se presentará las librerías seleccionadas para nuestro código de programación.

Tabla 13

Especificaciones y funciones de las librerías.

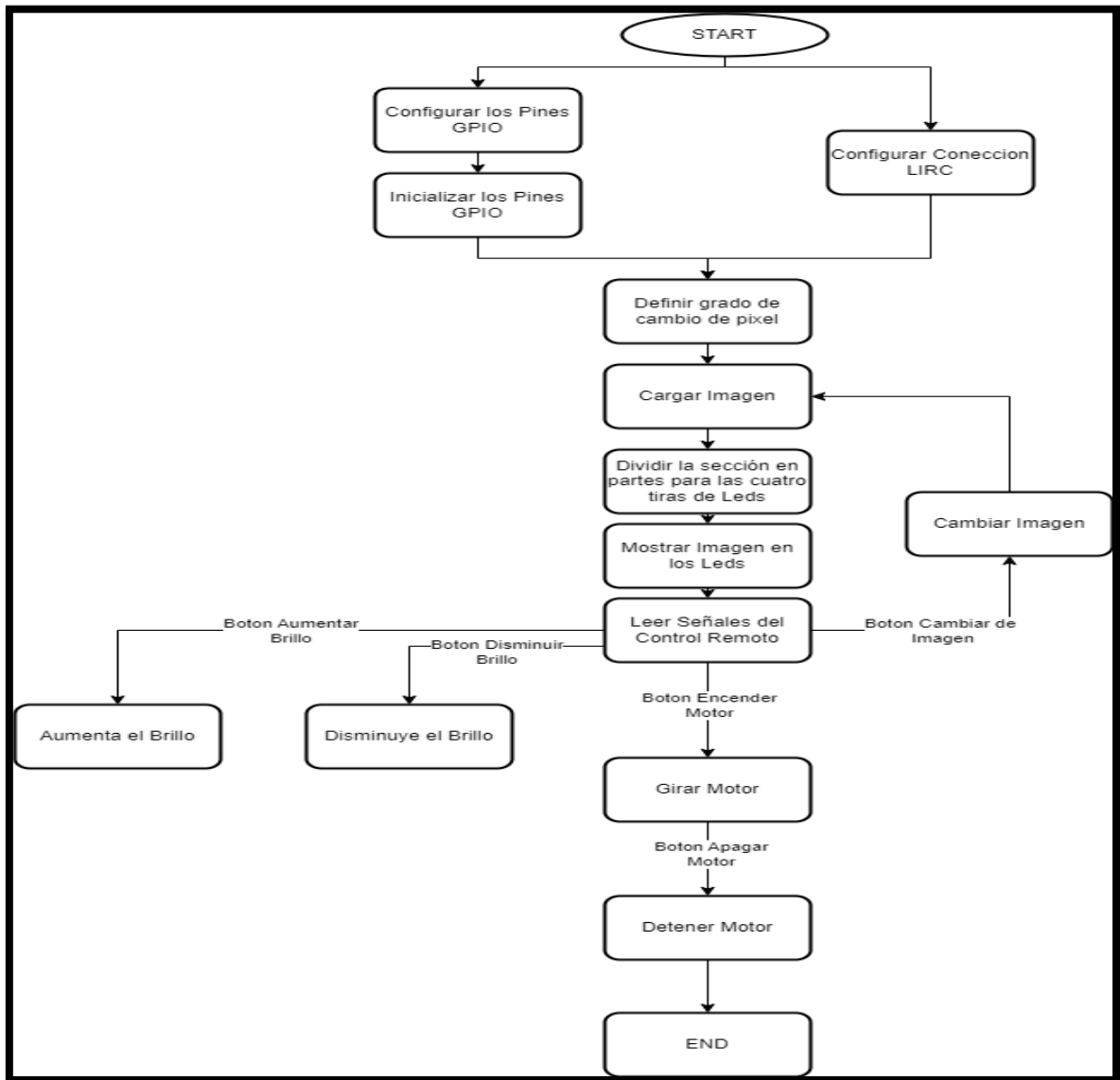
Librería	Especificaciones	Funciones principales
Time	Biblioteca estándar de Python	Permite medir el tiempo, programar temporizadores y manejar eventos periódicos.
rpio.gpio	Biblioteca para Raspberry Pi	Permite controlar los pines GPIO de la Raspberry Pi.
rpio_ws281x	Biblioteca para Raspberry Pi	Permite controlar tiras de LEDs WS281x.
PIL	Biblioteca para Python Imaging Library	Permite trabajar con imágenes y gráficos.
os	Biblioteca estándar de Python	Permite acceder a los recursos del sistema operativo.

Fuente: Elaboración propia.

Se creó un diagrama de flujo detallado para llevar a cabo un proceso metódico durante la fase de desarrollo del código de programación. Este diagrama sirvió como una representación visual de la lógica y la secuencia de control destinadas a administrar el proyector holográfico. En este contexto, el diagrama de flujo sirvió como una herramienta esencial para agrupar los pasos y decisiones clave del programa de manera clara y concisa, y proporcionó una guía estructurada para la implementación del código. El uso de un diagrama de flujo contribuyó significativamente a la coherencia y robustez del código, al proporcionar una visión integral de la lógica subyacente y asegurar una implementación coherente y efectiva del control del proyector holográfico.

Figura 43

Diagrama de flujo para el código de programación.



Fuente: Elaboración propia.

2.4. Aspectos Éticos

Para garantizar la integridad y validez de cualquier investigación académica, es esencial considerar los aspectos éticos. Varios aspectos éticos se han discutido minuciosamente en esta tesis. En primer lugar, se ha mantenido un compromiso inquebrantable con la honestidad académica, asegurándose de que todos los datos y información presentados sean precisos y claros. Además, en el caso de metodologías que requieran interacción con seres humanos, se ha respetado la confidencialidad y la privacidad de cualquier información sensible o de los participantes involucrados. Todas las fuentes de información utilizadas han recibido el debido reconocimiento y se ha evitado el plagio.

Asimismo, se ha buscado la equidad y la imparcialidad en el análisis y la interpretación de los resultados, evitando sesgos y asegurando que todas las perspectivas pertinentes sean consideradas de manera justa. En resumen, los principios éticos rigurosos han guiado el desarrollo de esta tesis para garantizar la integridad, la confiabilidad y la responsabilidad en todas las etapas del proceso de investigación.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Estructura mecánica del proyector holográfico 3D como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales La Libertad - 2023.

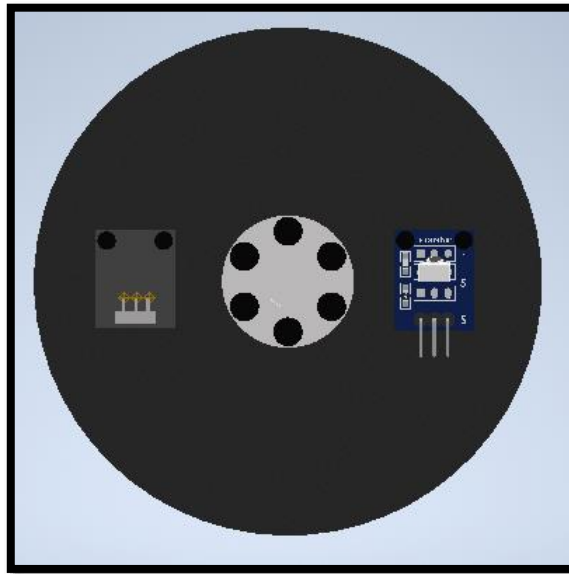
Después de asegurar las medidas precisas y seleccionar el material más apropiado, en este caso, el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), para la construcción de la estructura mecánica, se procedió a su ensamblaje 3D mediante el software Autodesk Inventor.

- **Estructura mecánica parcial 1 (parte superior)**

La visualización de la estructura proyectada en 3D destaca la minuciosa disposición de los componentes. Los sensores están bien ubicados en sus lugares asignados y están acompañados de un acople central que facilita su conexión con el eje del motor. Estos componentes se han fijado con precisión utilizando tornillos estratégicamente colocados para garantizar su estabilidad. Este proceso de ensamblaje no solo garantiza que los componentes se distribuyan de manera uniforme, sino que también demuestra una atención cuidadosa a los detalles para crear un montaje sólido y confiable.

Figura 44

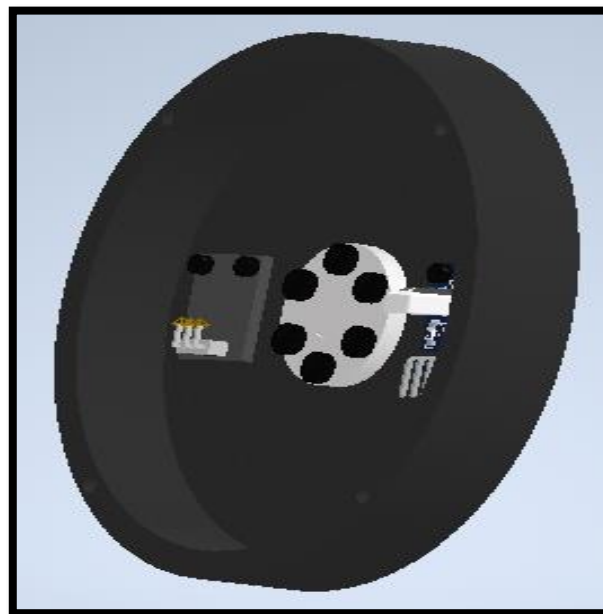
Sensores y acople debidamente ensamblados vista frontal



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 45

Sensores y acople debidamente ensamblados vista lateral

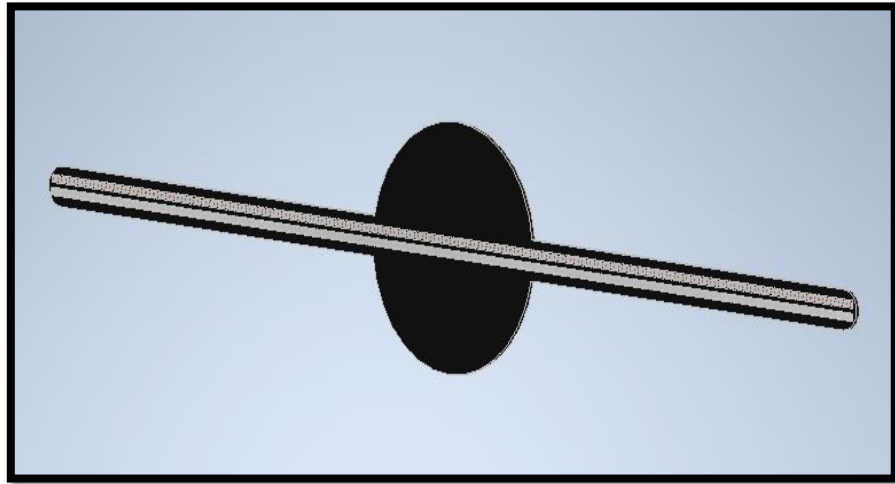


Fuente: Autodesk Inventor

Se llevará a cabo la instalación de la placa PCB con acabado negro como elemento superior, fijándola de manera segura mediante tornillos que garantizarán su sujeción y permitirán su rotación sincronizada con la totalidad de la estructura. Este enfoque no solo proporciona una base visualmente atractiva con el fondo negro de la placa, sino que también asegura una conexión estable que permite la operación armoniosa de la estructura en su conjunto.

Figura 46

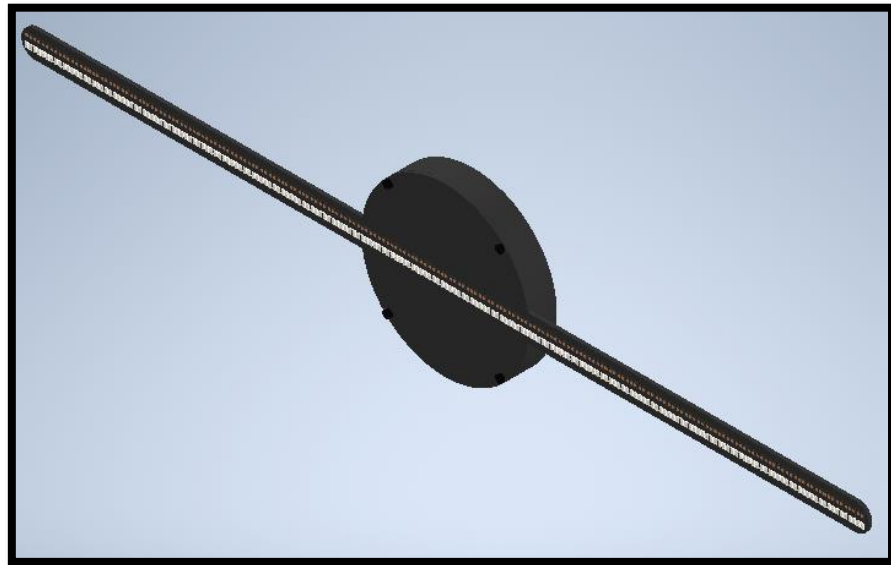
Imagen de la placa PCB con fondo negro.



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 47

Estructura de la barra led completamente armada.



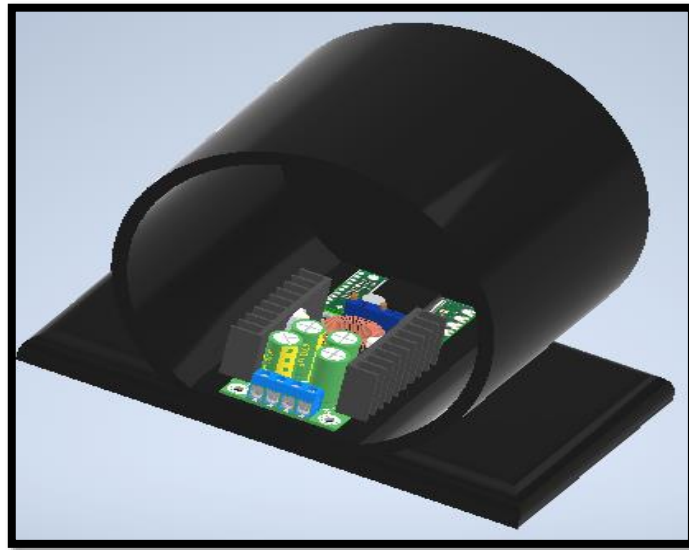
Fuente: Autodesk Inventor

- **Estructura mecánica parcial 2 (parte baja)**

Se ha llevado a cabo el ensamblaje y colocación del módulo de voltaje XL4016 y del driver VNH5019 en la estructura base destinada a albergar tanto al motor como a estos componentes esenciales. Este proceso de montaje garantiza una integración correcta y precisa del módulo y el driver con la estructura principal, estableciendo así la cimentación para el funcionamiento coherente y eficiente del sistema en su totalidad. Ambos elementos han sido asegurados con sus respectivos tornillos, proporcionando una fijación robusta que garantiza su estabilidad y contribuye a la durabilidad general del montaje.

Figura 48

Colocación del driver VNH5019 y el módulo XL4016 en la estructura.

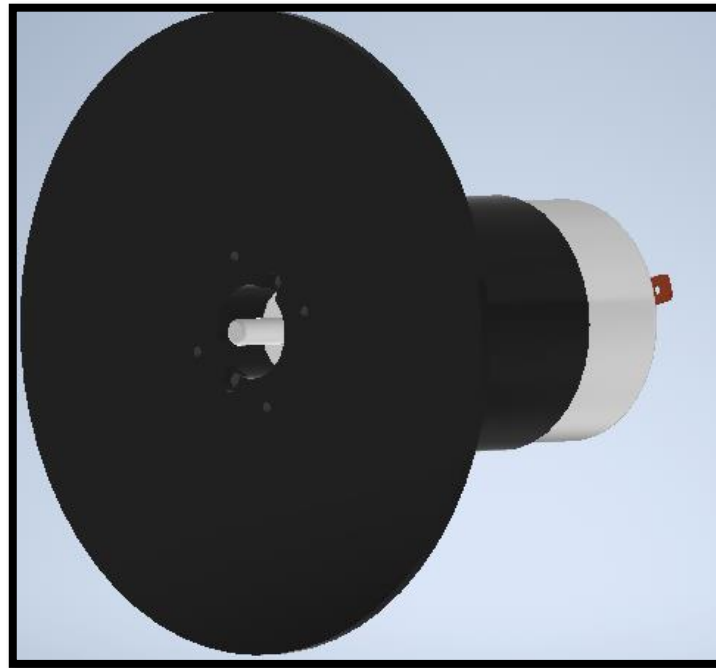


Fuente: Autodesk Inventor

Iniciamos el proceso de ensamblaje de la tapa para la estructura, la cual alberga el motor de serie 770 de 12V. Este montaje se realiza meticulosamente utilizando tornillos que aseguran una sujeción firme y estable del motor. Además, se ha incorporado un soporte cilíndrico diseñado estratégicamente para minimizar las vibraciones del motor, contribuyendo así a un funcionamiento más suave y controlado. Esta combinación de elementos de fijación y el soporte cilíndrico no solo garantiza la estabilidad del motor, sino que también optimiza su rendimiento al reducir las posibles interferencias generadas por vibraciones no deseadas.

Figura 49

Motor sujeto a la tapa de la estructura baja del proyector.

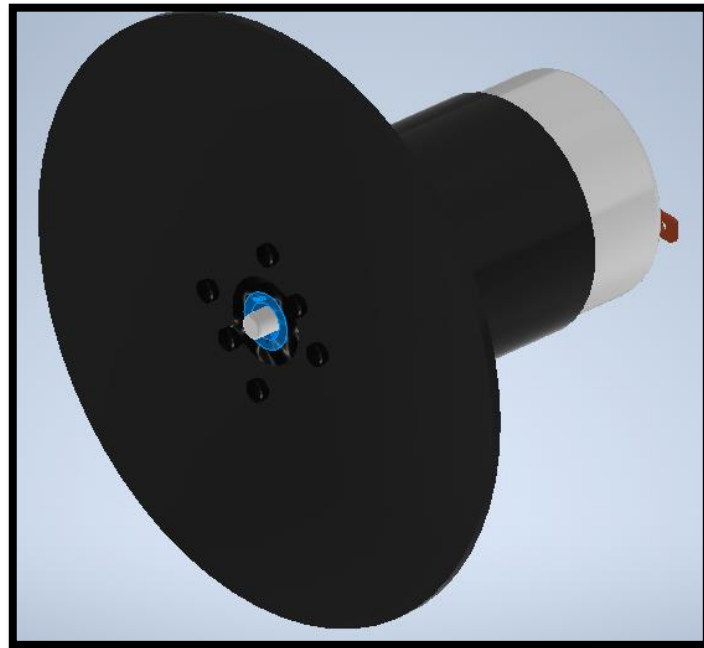


Fuente: Autodesk Inventor

Iniciamos la instalación del anillo colector, fijándolo de manera segura a la tapa mediante tornillos. Este componente esencial facilitará el giro de los cables sin perder conexión con la estructura superior, que alberga la barra de leds. El anillo colector cuenta con cuatro cables específicos: dos dedicados a la alimentación y los otros dos destinados a establecer la comunicación entre la Raspberry Pi Zero W y el driver VNH5019. Este diseño cuidadosamente elaborado del anillo colector no solo permite la transmisión eficiente de energía, sino que también posibilita una comunicación precisa entre los elementos cruciales del sistema sin dañar los cables al momento del giro, asegurando así un rendimiento óptimo y coordinado.

Figura 49

Instalación del anillo colector a la tapa de la estructura baja del proyector.

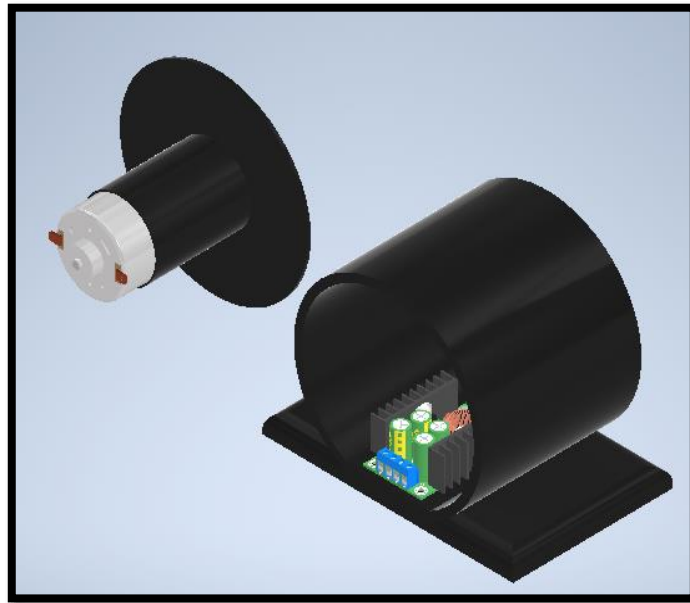


Fuente: Autodesk Inventor

Iniciamos la unión de la tapa, que aloja tanto el anillo colector como el motor, con la estructura que albergará todos estos componentes. Este ensamblaje se lleva a cabo con la utilización de tornillos, asegurando así una sujeción robusta y estable. Como resultado, se logra la completa integración de la parte inferior del proyector holográfico.

Figura 50

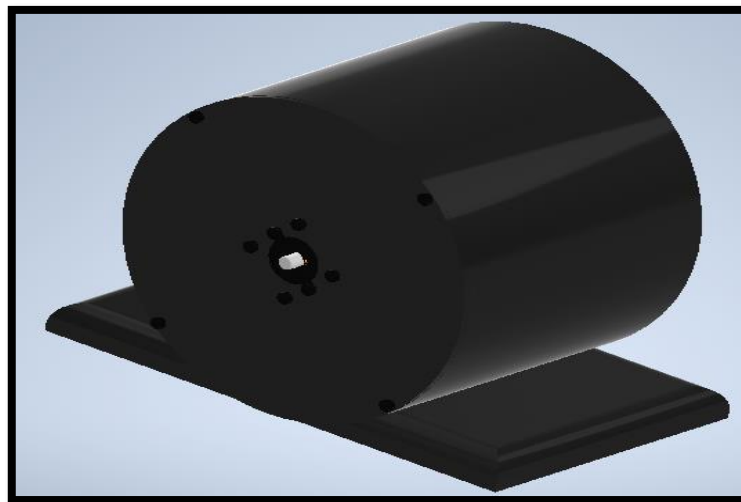
Unión de la tapa con el motor y anillo colector con la estructura baja.



Fuente: Autodesk Inventor

Figura 51

Estructura de la parte baja del proyector completamente armada



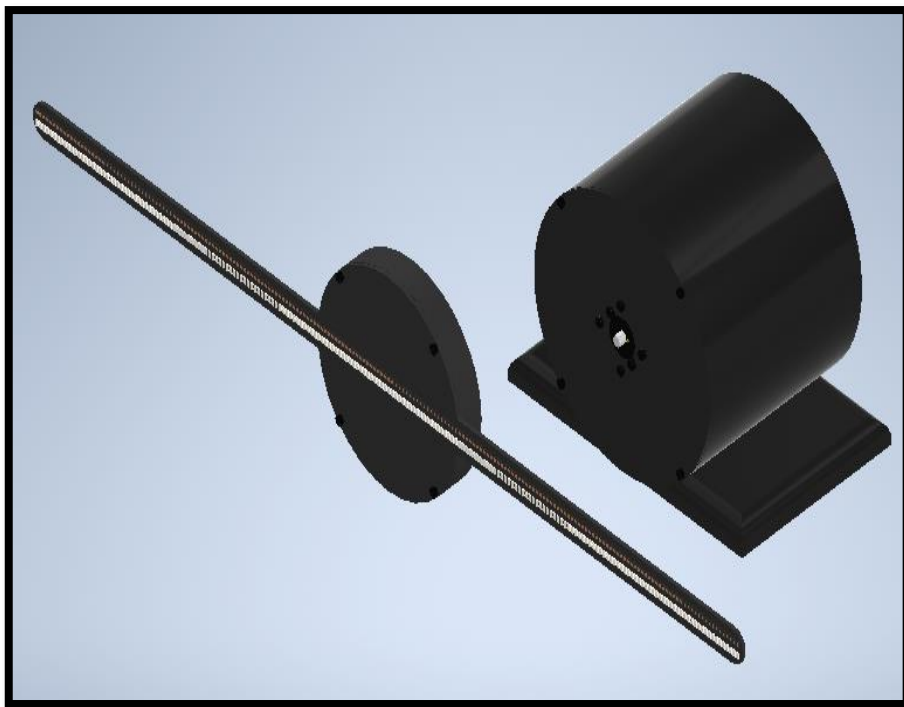
Fuente: Autodesk Inventor

- **Estructura mecánica total**

En esta estructura ya se encuentran ensamblados todos los componentes la cual conforman el prototipo de proyector holográfico que permitirá al usuario observar las figuras proyectadas en hologramas además de interactuar con esta misma.

Figura 52

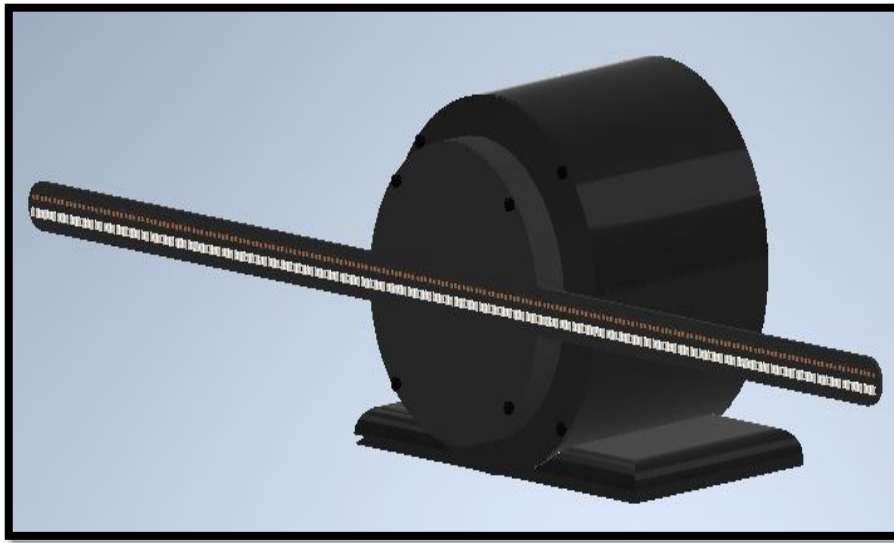
Estructura mecánica total del prototipo parte superior e inferior.



Fuente: Autodesk Inventor.

Figura 53

Estructura mecánica completamente armada del proyector holográfico.



Fuente: Autodesk Inventor

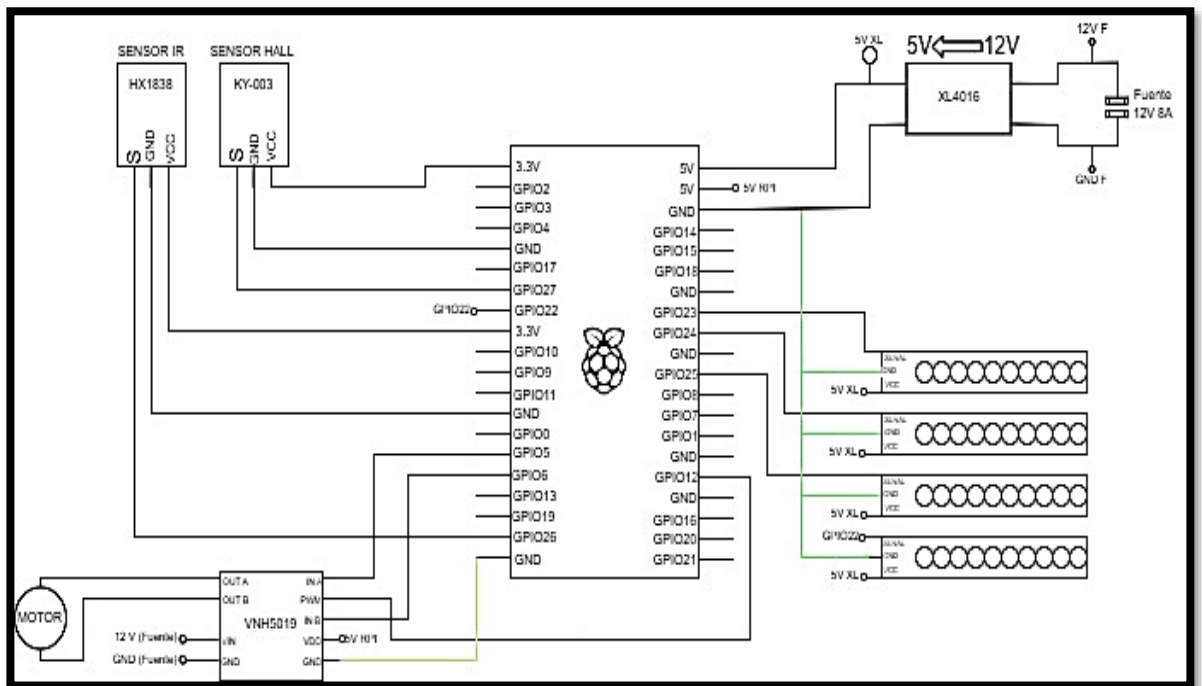
3.2. Circuito electrónico del proyector holográfico 3D como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales La Libertad - 2023.

Este circuito, fruto de un ensamblaje meticuloso, simboliza la cuidadosa integración de cables y componentes. Su papel es de vital importancia para asegurar el funcionamiento preciso del proyector holográfico, contribuyendo directamente a que este cumpla de manera efectiva su propósito como herramienta educativa inicial en las zonas rurales de La Libertad-2023. En esencia, este circuito no solo constituye la base técnica del dispositivo, sino que también representa el compromiso tangible de mejorar el acceso a la educación en entornos menos favorecidos, evidenciando así la capacidad transformadora de la tecnología en el ámbito educativo.

A continuación, se exhibe de manera integral el circuito completo,

representando en una representación visual detallada que abarca la disposición y conexión de todos los componentes. Esta visualización ofrece una panorámica completa del diseño electrónico, destacando la interconexión precisa entre la Raspberry Pi, el sensor hall KY-033 e infrarrojo IR HX1838, el driver VNH5019, el motor de serie 770, los leds WS2812B, y demás elementos esenciales. Este circuito integral sirve como una herramienta esencial para comprender la relación y la interdependencia de cada componente.

Figura 54
Diagrama completo del circuito eléctrico del proyector holográfico

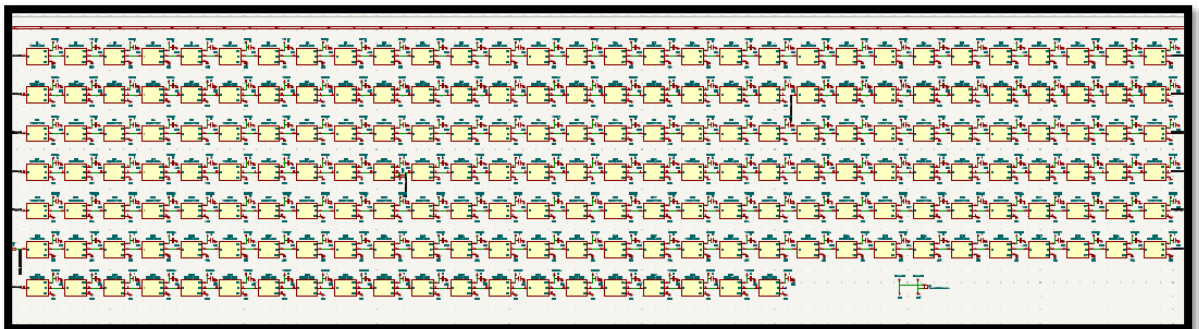


Fuente: Elaboración propia.

En el marco de este proyecto, incorporaremos 200 leds del modelo WS2812B, organizados en 4 conjuntos de 50 leds cada uno. Es importante destacar que cada led estará conectado a un capacitor SMD de 0.1 uF. La inclusión de estos condensadores no solo proporciona una capa adicional de seguridad para los leds, sino que también garantiza un rendimiento óptimo y estabilidad en la corriente eléctrica. Este diseño electrónico ha sido cuidadosamente seleccionado para asegurar el funcionamiento eficiente y fiable de los leds, fundamentales para el éxito general del proyecto. El esquema del circuito electrónico que hemos considerado es el siguiente:

Figura 55

Conexión de los 4 grupos de leds con los pines GPIO del Raspberry Pi 4.



Fuente: KidCad.

3.3. Código de programación para el proyector holográfico 3D como herramienta para la educación inicial en las zonas rurales La Libertad - 2023.

Para asegurar una integración eficiente de los componentes electrónicos en nuestro proyecto, planeamos instalar varias librerías fundamentales en nuestro entorno de desarrollo. En particular, nos enfocaremos en la implementación de las librerías `rpio.gpio`, `rpio_ws281x`, `PIL` (Python Imaging Library), y `lirc` (Linux Infrared Remote

Control). Para instalar estas librerías en un entorno basado en Python, puedes utilizar el administrador de paquetes pip. Ejecuta los siguientes comandos en tu terminal:

- pip install RPi.GPIO.
- pip install rpi-ws281x.
- pip install pillow.
- pip install lirc.

- **Código para los leds**

Para controlar los leds WS2812B, se utiliza la librería `rpi_ws281x`, que proporciona una interfaz para gestionar leds individuales o en grupos. En este código, los leds están organizados en grupos de 50, y se utilizan cuatro grupos para formar un anillo de leds POV (Persistence of Vision). La librería `Adafruit_NeoPixel` facilita la manipulación de los leds conectados a los pines GPIO especificados.

La variable `pixels` se inicializa como un objeto `Adafruit_NeoPixel`, que representa la cadena de leds. La función `display_image_pil` se encarga de convertir la imagen procesada con Pillow a un formato compatible con los leds WS2812B y mostrarla en la cadena de leds.

- **Proceso de Control de leds WS2812B:**

1. Inicialización de los leds: La variable `pixels` se configura para representar la cadena de leds WS2812B conectada a los pines GPIO especificados.
2. Función `display_image_pil(image)`:
 - Esta función recibe una imagen procesada con Pillow.
 - Convierte la imagen en un formato compatible con los leds WS2812B.

- Itera sobre los leds y asigna el color correspondiente según la imagen.

3. Bucle Principal: Dentro del bucle principal, se procesa y muestra la imagen en los leds en cada iteración.

○ **Control Remoto y Sensor Hall:**

Además del control de los LEDs WS2812B, el código también incluye funciones para manejar las señales del control remoto utilizando la librería LIRC y verificar el sensor Hall para mejorar la muestra de imágenes

○ **Configuración de Pines:**

Nos aseguramos de que la configuración de pines, tanto para los leds como para el sensor Hall y el control remoto, sea la correcta. Los pines se especifican al principio del código y deben coincidir con la conexión física de los componentes.

Figura 56

Configuración de pines para los leds ws2812b.

```
# Configuración de pines para los LEDs WS2812B
NUM_LEDS_PER_GROUP = 50
NUM_LED_GROUPS = 4
NUM_LEDS = NUM_LEDS_PER_GROUP * NUM_LED_GROUPS
LED_PINS = [22, 23, 24, 25]
pixels = Adafruit_NeoPixel(NUM_LEDS, sum([list(range(start, start + NUM_LEDS_PER_GROUP))
for start in range(0, NUM_LEDS, NUM_LEDS_PER_GROUP)], []), 800000, 10, False, 255)
```

Fuente: Elaboración propia.

- **Código para el sensor hall**

El sensor Hall KY-003 es un sensor de efecto Hall que detecta campos magnéticos. En este código, se utiliza para mejorar la visualización de imágenes cuando el motor alcanza una posición específica. Aquí se explica cómo se realiza el control del sensor Hall KY-003 en el código:

- **Configuración del Pin:**

Al principio del código, se especifica el pin al que está conectado el sensor Hall KY-003 en la variable HALL_SENSOR_PIN.

“HALL_SENSOR_PIN = 27”

- **Verificación del Sensor Hall en el Bucle Principal:**

Dentro del bucle principal, se verifica el estado del sensor Hall utilizando la función GPIO.input().

Figura 57

Verificación del estado del sensor hall ky-003.

```
hall_sensor_value = GPIO.input(HALL_SENSOR_PIN)
if hall_sensor_value == 1:
```

Fuente: Elaboración Propia.

- **Código para el sensor ir**

El sensor infrarrojo HX1838 es un receptor infrarrojo que permite la recepción de señales provenientes de un control remoto. En este código, se utiliza para interpretar las señales del control remoto y desencadenar acciones correspondientes. Aquí se explica cómo se realiza el control del sensor HX1838 en el código:

- **Configuración de Pines:**

Al principio del código, se especifica el pin al que está conectado el sensor infrarrojo HX1838 en la variable IR_SENSOR_PIN=26.

- **Configuración de LIRC:**

La librería LIRC se utiliza para manejar las señales del control remoto. Asegúrate de que la configuración de LIRC sea correcta, incluyendo el nombre del control remoto (LIRC_REMOTE_NAME).

- **Verificación del Sensor Infrarrojo en el Bucle Principal:**

Dentro del bucle principal, se utiliza la función GPIO.input() para verificar el estado del sensor infrarrojo.

Figura 58

Verificación del sensor IR.

```
ir_sensor_value = GPIO.input(IR_SENSOR_PIN)
if ir_sensor_value == 1:
```

Fuente: Elaboración Propia.

- **Procesamiento de Señales con LIRC:**

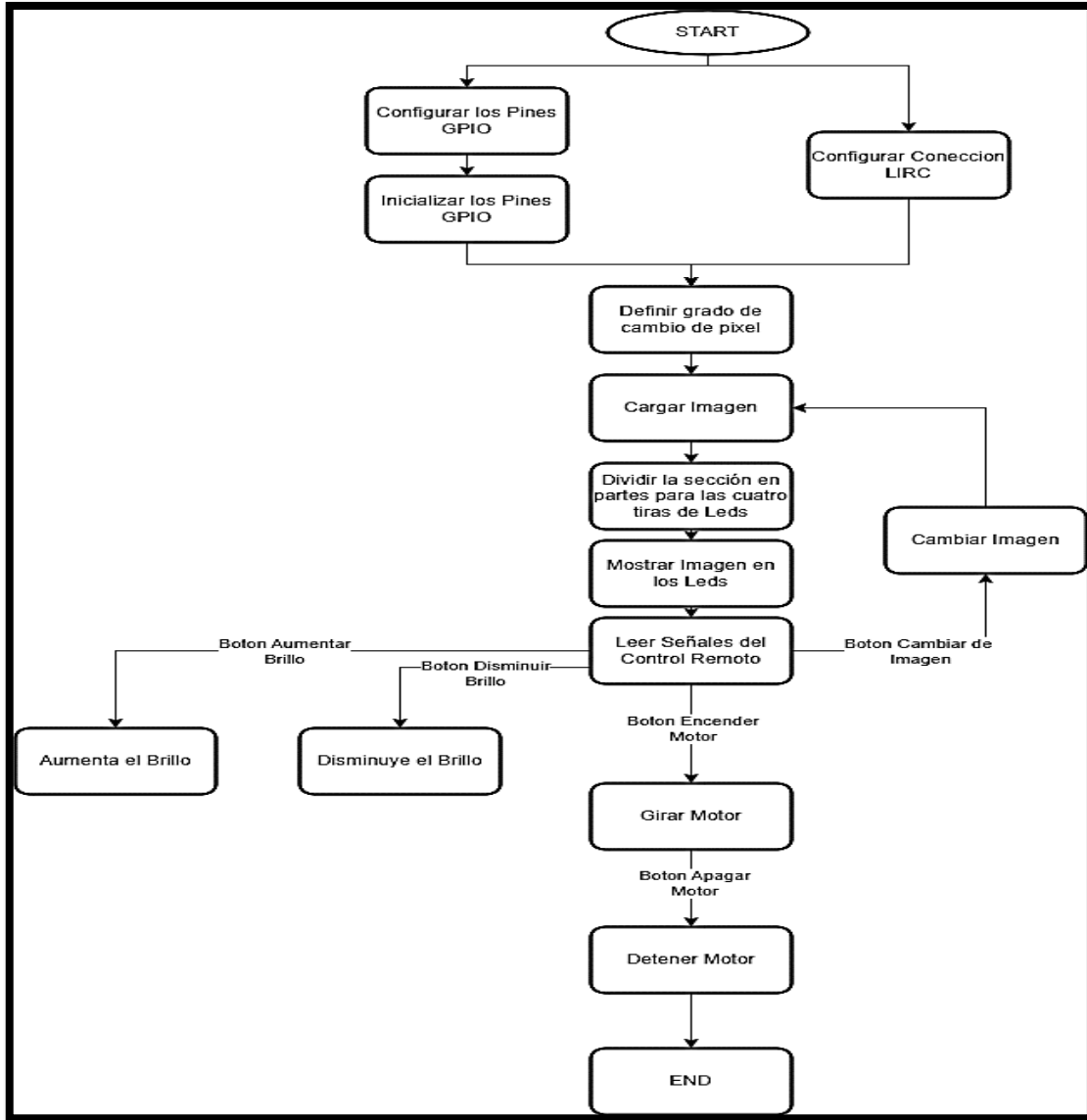
Dentro de la condición if ir_sensor_value == 1;, se llama a la función process_remote_control_lirc() para procesar las señales del control remoto utilizando la librería LIRC.

A continuación, se detalla la estructura lógica del código de programación, proporcionando una visión más amplia de cómo se organiza y ejecuta el conjunto de instrucciones. Este diseño lógico se ha diseñado cuidadosamente para asegurar la coherencia y eficiencia en la implementación del software. Cada componente se interrelaciona de manera sinérgica, contribuyendo al funcionamiento fluido y preciso del programa. Es crucial

comprender esta estructura para facilitar la comprensión, el mantenimiento y la mejora continua del código, asegurando así un desarrollo de software robusto y de alta calidad.

Figura 59

Diagrama de flujo del código de programación.



Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- Se necesita que el motor gire a una velocidad de 2500 RPM a una frecuencia de 40 FPS (Fotograma por segundo) para poder generar la imagen completa en 3D sin problemas y sin distorsiones.
- Para un mejor control de los leds, se realizó conexiones en grupos, en este caso se realizó 4 grupos de 50 leds con la finalidad que nos brinde imágenes de buena calidad.
- A mayor distancia entre los leds, la resolución de la imagen es menor y a menor distancia la resolución es mayor.
- La sincronización del giro del motor está de acuerdo al encendido de los leds para generar una imagen adecuada.
- La integración de un sensor Hall para la sincronización y el posicionamiento del motor ha permitido una proyección precisa de las imágenes holográficas, garantizando una experiencia de usuario coherente.
- La integración del control remoto IR HX1838 en el diseño brinda a los usuarios una interacción intuitiva y eficiente con el sistema, facilitando la manipulación y navegación de las imágenes proyectadas.
- El prototipo de proyector holográfico 3D demostró ser una valiosa herramienta para la educación debida a que ofrece una oportunidad única para fomentar la participación y la interacción de los estudiantes, lo que lleva a un mejor rendimiento académico y un mayor interés en el aprendizaje.
- Elegir un proyector holográfico con un diseño mecánico bien elaborado garantizará una experiencia de proyección amigable y duradera para todo tipo de público.

- La selección cuidadosa de componentes electrónicos confiables y la optimización del circuito son fundamentales para asegurar un rendimiento consistente y seguro. Al tener en cuenta estos aspectos, los usuarios podrán disfrutar de una experiencia holográfica sorprendente y de alta calidad.
- La programación del código para el proyector holográfico 3D permite la interacción y el control del dispositivo logrando que sea efectiva y adaptándola a las necesidades educativas.
- La simulación y el diseño virtual desempeñaron un papel clave en la validación y mejora de todos los aspectos del proyecto. La capacidad de modelar y simular componentes, estructuras y circuitos es esencial para garantizar un diseño sólido.
- La simulación del circuito eléctrico en KiCad y Proteus aseguró la funcionalidad y la seguridad del diseño del prototipo.
- La investigación sienta las bases para futuros desarrollos en tecnología educativa holográfica 3D, que podrían tener un impacto significativo en la educación en zonas rurales de La Libertad y más allá.
- La colaboración en proyectos tecnológicos pueden desempeñar un papel fundamental en la innovación y la mejora de la educación en comunidades desatendidas.
- Es importante considerar las limitaciones tecnológicas y económicas en la implementación de proyectos de tecnología educativa en zonas rurales, y buscar soluciones adaptadas a las necesidades y recursos locales.
- La investigación destaca la importancia de la formación y el apoyo continuo para los educadores y estudiantes en el uso efectivo de la tecnología holográfica 3D en el entorno educativo.

Referencias

Barros Bastida, C., & Barros Morales, R. (2015). *Los medios audiovisuales y su influencia en la educación desde alternativas de análisis*. Revista Universidad y Sociedad, 7(3). pp. 26-31. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>

Calderón, I., Díaz, C., Rubiano, J., Bolaños, C., & Candanoza, F. (2017). *Hologramas*. TIA, 5(2), 214–220. Recuperado de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia/issue/archive>

Serra, R. y Alfonso, I. y Herrera, R. y S.F. Magalhães, D. (2014). *Contribución de la física a la orientación educativa de estudiantes de carreras de ingeniería*. 7º congreso iberoamericano de ingeniería mecánica, 1, pp.1-10.

Rondal, F. (2019, Marzo). *Diseño de un modelo holográfico en el ciclo del agua para atraer la atención y mejorar el aprendizaje de los alumnos de tercer año de educación general básica en la unidad educativa Pichincha en el año lectivo 2017-2018* [Tesis de Pregrado]. Universidad Central de Ecuador, Quito. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18208>

Luévano, L. E., & López, E. (2013). *Tele Presencia, "Proyección Holográfica en vivo"*. División Académica Profesional. Tec. de Monterrey, México. Recuperado de <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/621331/Aprendizaje%20h%c3%adbirido>

[Tele%20Presencia%2c%20%e2%80%9cProyeccio%20n%20Hologra%20fica%20en%20vivo%e2%80%9d.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

AH Awad y FF Kharbat, *"El primer diseño de un holograma inteligente para la enseñanza"*, 2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109 / ICASET.2018.8376931.

Cerezo, R., Calderón, V., & Romero, C. (2019). *A holographic mobile-based application for practicing pronunciation of basic English vocabulary for Spanish speaking children*. International Journal of Human Computer Studies, 124, 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.11.009>.

Luévano, E., Lara, E. L. de, & Castro, J. E. (2015). *Use of Telepresence and Holographic Projection Mobile Device for College Degree Level*. Procedia Computer Science, 75, 339–347. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.256>.

Madden, K., & Carstensen, C. (2019). *Augmented reality in nursing education*. *Kai Tiaki: Nursing New Zealand*, 25(5), 28-29. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/augmented-reality-nursing-education/docview/2266295119/se-2?accountid=36937>.

Mahmoud E. (2017). *Diseño de información mediante el uso de la técnica del holograma en signos educativos*. Egipto.

Mohd N. y Abd N. (2016). *Una revisión de la aplicación del holograma 3D en la educación: un meta análisis*. Malasia.

Gudino S. y Rivera N. (2019). *My Teacher is a Hologram: Midiendo experiencias de aprendizaje STEM innovadoras*. Estados Unidos.

INEI. (2019). *Indicadores de Educación por Departamento 2008-2018*. Cap. 6: Tasa de Analfabetismo.

UNESCO. (2019). *Educación. En Manual Metodológico* (pp. 48–61).

INEI. (2020). *Indicadores de Educación por Departamento 2009-2019*.

Anexos

ANEXO N° 1. Plano de explosión del proyector holográfico.

