



# SCARA ROBOT

## ROBÓTICA

Universidad Autónoma de  
Occidente  
Sitio web:  
<https://www.uao.edu.co/>

Tel.: (602) 3188000  
Cali #115-85 Km 2,  
Jamundí, Valle del  
Cauca



# TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ORGANIZACIÓN DE ROLES	6
2.1 Identificación de Roles Necesarios	6
2.2 Definición de los objetivos de cada rol dentro del equipo o proyecto	6
2.3 Evaluación de las competencias y habilidades requeridas para cada rol	6
3. DESCRIPCIÓN DEL ROBOT	7
3.1 Esquema Electrónico	7
3.1.1 Sensor de Distancia Láser VL53L0X	7
3.1.2 Potenciómetro	7
3.1.3 Convertidor Análogo a Digital - ADS1115	8
3.1.4 Motor Nema 17hs4401	8
3.2 Estructura Física del Robot	9
3.2.1 Base Principal:	9
3.2.2 Base Cubierta:	9
3.2.3 Rodamientos A:	10
3.2.4 Rodamientos B:	11
3.2.5 Polea A:	11
3.2.6 Polea B:	12
3.2.7 Polea C:	13
3.2.8 Arandela:	13
3.2.9 Acople:	14
3.2.10 Varillas Lisas:	14
3.2.11 Placa Inferior:	15
3.2.12 Tronillo de Avance:	16
3.2.13 Abrazadera de Varilla Lisa:	16
3.2.14 Placa Superior:	17
3.2.15 Plataforma de Montaje:	18
3.2.16 Brazo 1:	19
3.2.17 Acople Brazo:	20
3.2.18 Rodamientos C:	21
3.2.19 Espaciador:	21
3.2.20 Polea D:	22
3.2.21 Polea E:	22

3.2.22 Rodamiento lineal:	23
3.2.23 Brazo de adelante:	24
3.2.24 Cubierta del brazo de adelante:	24
3.2.25 Acoplador:	25
3.2.26 Polea F:	26
3.2.27 Tornillo de plomo:	27
3.2.28 Gripper:	27
3.2.29 Cubierta base:	28
3.2.30 Cubierta Superior:	28
3.2.31 Correa de Motor:	29
3.2.32 Rodamiento D:	30
3.2.33 Unión de componentes:	30
3.2.34 Engranaje:	31
3.2.35 Piñón:	31
3.2.36 Abrazadera 1:	32
3.2.37 Encaje:	33
3.2.38 Abrazadera 2:	34
3.2.39 Tornillería:	34
3.3 Despiece en SOLIDWORKS	35
4. INSTALACIÓN	61
4.1 DESARMADO	61
4.1.1 Preparación	61
4.1.2 Desmontaje Externo	61
4.1.3 Desmontaje de Ejes y Articulaciones	61
4.1.4 Componentes Internos	62
4.1.5 Almacenamiento de Componentes	62
4.1.6 Limpieza y Mantenimiento	62
4.1.7 Revisiones Finales	62
4.2 ACTUADORES	62
4.2.1 Materiales	63
4.2.2 Código de prueba:	63
4.2.3 Explicación del Código	63
4.2.4 Conexión	64
4.3 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN	65
4.3.1 Prueba de sensor VL53L0X	65

4.3.1.1	Código de prueba:	66
4.3.1.2	Explicación del Código	67
4.3.2	Prueba del Convertidor ADS1115	67
4.3.2.1	Materiales Necesarios:	67
4.3.2.2	Conexiones Básicas:	67
4.3.1.2	Código de prueba:	68
4.3.1.2	Explicación del Código	68
5.	Presupuesto	69
6.	Principio de funcionamiento	¡Error! Marcador no definido.

# 1. INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene como objetivo guiar a los usuarios en la construcción y configuración de un robot SCARA. El proyecto busca proporcionar una experiencia práctica en la creación y programación de un robot, permitiendo comprender en profundidad el funcionamiento y todas las etapas que lo componen.

Los robots SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) se caracterizan por tener cuatro grados de libertad, lo que les permite realizar movimientos rápidos y precisos en un plano horizontal, siendo especialmente adecuados para operaciones de "pick and place" (tomar y colocar objetos). Su diseño compacto y rigidez en la dirección vertical los hace ideales para aplicaciones que requieren una colocación precisa de componentes en espacios reducidos.

El contenido de este manual abarca desde la organización de roles dentro del equipo de trabajo, garantizando una distribución efectiva de tareas, hasta la instalación y programación de los componentes críticos del robot, como actuadores y sensores. Además, se detallan los procedimientos para el desmontaje, ensamblaje y diseño del robot.

A lo largo de este manual, se enfatiza la importancia de comprender tanto los aspectos teóricos como prácticos de la robótica, proporcionando explicaciones detalladas sobre el funcionamiento de los componentes y el código utilizado para su control. El objetivo final es que los participantes del proyecto adquieran un sólido entendimiento del diseño y la construcción de robots SCARA, así como las habilidades técnicas necesarias para su implementación en un entorno investigativo e industrial.

## 2. ORGANIZACIÓN DE ROLES

### 2.1 Identificación de Roles Necesarios

Para esta instancia se debe proporcionar una descripción clara que incluya las principales funciones y responsabilidades que deberá cumplir la persona asignada. Esto puede incluir tareas diarias, decisiones clave que deberá tomar, y la manera en que contribuirá al éxito general del equipo o proyecto.

### 2.2 Definición de los objetivos de cada rol dentro del equipo o proyecto

Este punto se enfoca en establecer los objetivos claros y medibles que cada rol debe alcanzar. Los objetivos deben alinearse con las metas generales del proyecto o del equipo y estar diseñados para guiar a la persona en su desempeño diario.

### 2.3 Evaluación de las competencias y habilidades requeridas para cada rol

También es crucial identificar las competencias y habilidades necesarias para desempeñarlos de manera efectiva. Esto incluye tanto habilidades técnicas como habilidades blandas (por ejemplo, liderazgo, comunicación, trabajo en equipo), y cualquier certificación o experiencia específica que sea necesaria. La evaluación ayuda a garantizar que las personas asignadas a los roles cuenten con las cualidades adecuadas para cumplir con sus responsabilidades.

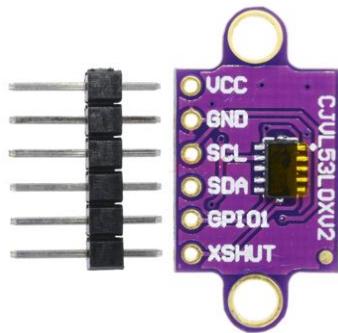
# 3. DESCRIPCIÓN DEL ROBOT

## 3.1 Esquema Electrónico

### 3.1.1 Sensor de Distancia Láser VL53L0X

El sensor de distancia láser VL53L0X utiliza la tecnología de Tiempo de Vuelo (Time-of-Flight, ToF) para medir la distancia entre él y un objeto, calculando el tiempo que tarda un pulso de luz infrarroja en viajar hasta el objeto y regresar, lo que permite obtener mediciones precisas.

Este sensor, que se comunica con microcontroladores a través de un bus I2C, es compacto, eficiente en el consumo de energía y tiene un rango de medición de 30 mm a 2 metros. En el robot SCARA, se utiliza para controlar la altura, ajustando con precisión la posición del brazo en función de las mediciones obtenidas.



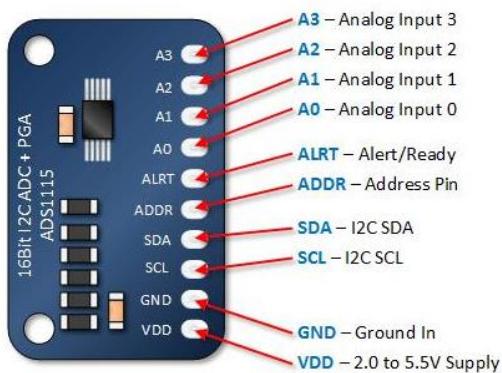
### 3.1.2 Potenciómetro

Es un componente clave en muchos sistemas de medición y control, ya que convierte un desplazamiento mecánico (rotación o traslación) en una señal eléctrica variable. Al utilizar un potenciómetro, como el 3590s-2-103I de 10k Ohm Bourns Lineal, en un proyecto como la medición de la posición angular en un robot, es importante tener en cuenta varias consideraciones técnicas para asegurar un rendimiento óptimo y minimizar los errores de medición.



### 3.1.3 Convertidor Análogo a Digital - ADS1115

El ADS1115 es un ADC de 16 bits con alta resolución y precisión, capaz de diferenciar hasta 65,536 niveles de voltaje, ideal para detectar pequeños cambios en señales. Con cuatro canales de entrada y comunicación I2C, es compatible con microcontroladores como Arduino, ESP32 o Raspberry Pi. Ofrece opciones de ganancia ajustables, velocidad de muestreo configurable y capacidad para reducir el ruido, permitiendo lecturas precisas tanto en modo diferencial como de un solo extremo. Su amplificador de ganancia programable maximiza la precisión en señales de voltaje limitado.



### 3.1.4 Motor Nema 17hs4401

El motor NEMA 17HS4401 es un motor paso a paso bipolar de tamaño NEMA 17, comúnmente utilizado en impresoras 3D, máquinas CNC y proyectos de robótica. Ofrece un torque nominal de 40 Ncm (0.4 Nm), tiene un ángulo de paso de 1.8° por paso (200 pasos por revolución) y es capaz de operar a una corriente nominal de 1.7 A por fase. Es conocido por su confiabilidad y precisión en aplicaciones que requieren control de posición.



## 3.2 Estructura Física del Robot

### 3.2.1 Base Principal:

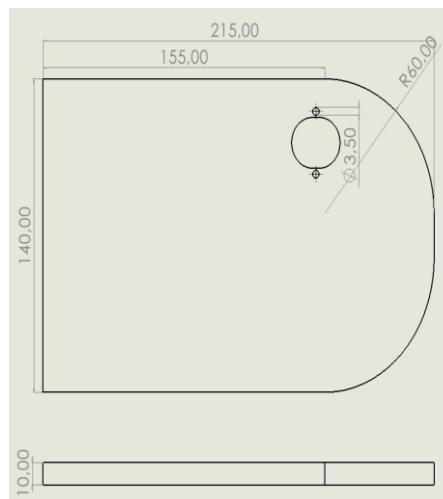
Dimensiones generales:

- Ancho: 215 mm
- Alto: 140 mm
- Grosor: 10 mm



Características adicionales:

La base, destinada a montar componentes o soportar la estructura del robot, cuenta con un radio de esquina redondeada de 60 mm y un orificio de 3.50 mm de diámetro ubicado en la parte superior derecha, posicionado a una distancia específica del borde.



### 3.2.2 Base Cubierta:

Dimensiones generales:

- Ancho: 215 mm
- Alto: 140 mm
- Grosor: 10 mm
- Detalles de montaje:
  - Una placa cuadrada con un lado de 44 mm
  - Tiene un agujero central con un diámetro de Ø12.5 mm
  - Incluye cuatro orificios de montaje dispuestos alrededor con un diámetro de Ø4.1 mm
  - La distancia desde el borde hasta el centro de la placa es de 41.50 mm

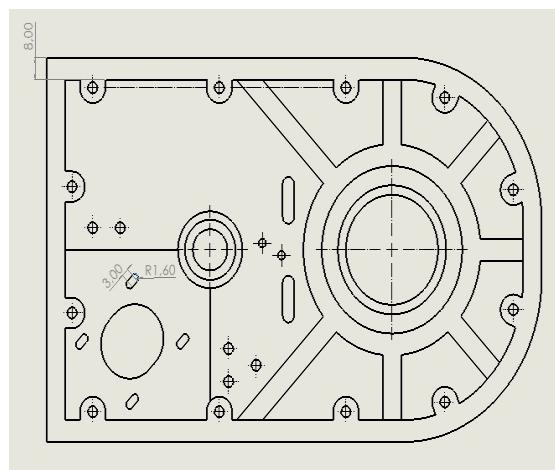
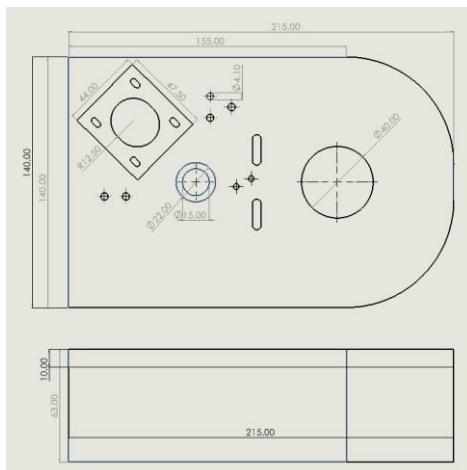
### Ranuras rectangulares:

- Dos ranuras en el centro de la pieza, orientadas verticalmente:
- Longitud: 15 mm
- Ancho: 5 mm

### Orificio circular grande en la parte derecha:

- Diámetro: Ø40 mm
- Otros orificios circulares:
- Diámetro de Ø22 mm con una posición a 15 mm del borde cercano.

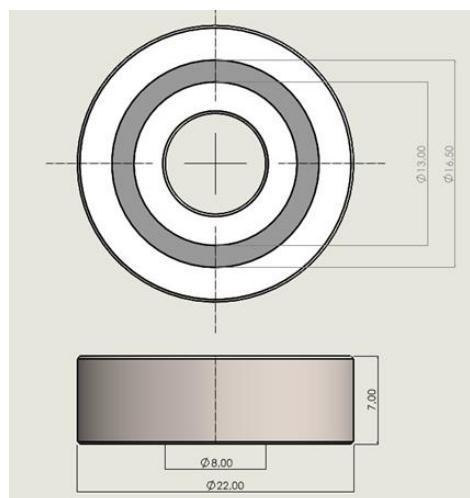
Este diseño permite el montaje del motor y otros componentes necesarios para el funcionamiento del robot, con espacios adecuados para ajustar los componentes mecánicos como rodamientos o poleas.



### 3.2.3 Rodamientos A:

#### Dimensiones generales:

- Diámetro exterior del rodamiento: Ø22.00 mm
- Diámetro del orificio interno: Ø8.00 mm
- El rodamiento tiene un espesor o ancho de 7.00 mm



#### Características adicionales:

El rodamiento, con un diámetro interno de Ø13.00 mm y un diámetro externo visible de Ø16.50 mm, está diseñado para encajar en los orificios de la base o cubierta del robot, facilitando la rotación de los ejes del motor u otros componentes con baja fricción y alta precisión.

### 3.2.4 Rodamientos B:

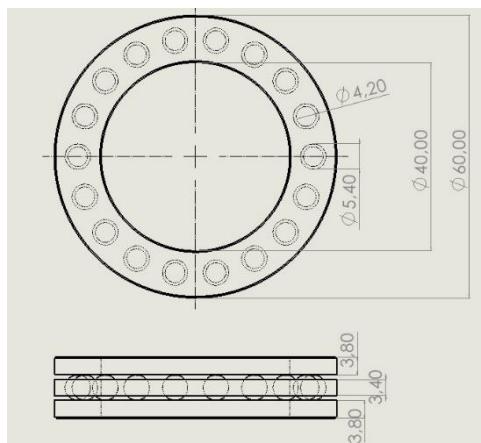
Dimensiones generales:

- Diámetro exterior del rodamiento:  $\varnothing 60.00$  mm
- Diámetro interior:  $\varnothing 40.00$  mm
- Diámetro de los balines:  $\varnothing 4.20$  mm
- Diámetro del orificio central:  $\varnothing 5.40$  mm
- Altura total del rodamiento: 3.80 mm
- Altura de la pista interna: 3.40 mm



Características adicionales:

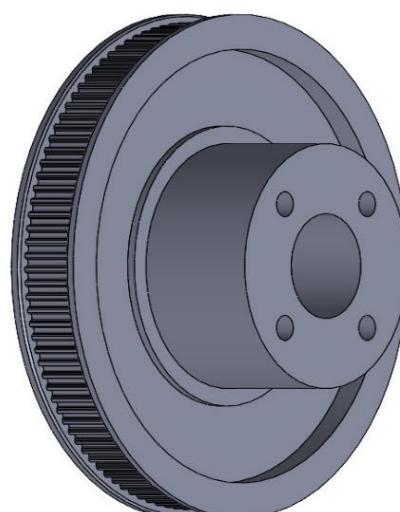
Este rodamiento está diseñado específicamente para soportar cargas axiales, proporcionando un movimiento rotacional suave y controlado para componentes que requieren baja fricción en su desplazamiento. Los 18 balines distribuidos uniformemente alrededor del rodamiento aseguran una distribución equilibrada de la carga, lo que contribuye a una operación estable y duradera, ideal para aplicaciones que demandan precisión y fiabilidad.



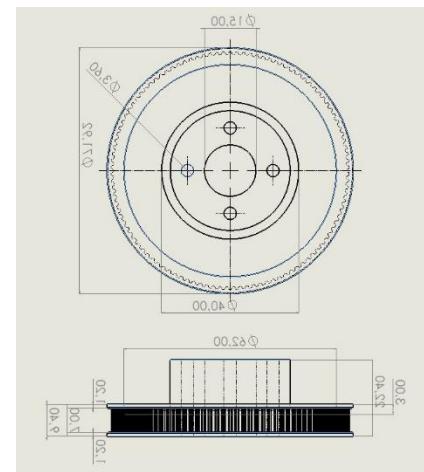
### 3.2.5 Polea A:

Dimensiones generales:

- Diámetro total de la polea:  $\varnothing 71.92$  mm
- Diámetro del orificio central:  $\varnothing 15.00$  mm
- Diámetro de la parte central (donde probablemente se coloca el eje):  $\varnothing 40.00$  mm
- Número de dientes: 110 dientes con un paso de diente de 3.60 mm
- Diámetro del área de montaje:  $\varnothing 62.00$  mm



- Altura total de la polea: 22.40 mm
- Altura de la sección dentada: 9.40 mm
- Altura del área de montaje: 7.00 mm
- Altura adicional en el extremo superior: 1.20 mm
- Espesor del borde adicional: 3.00 mm

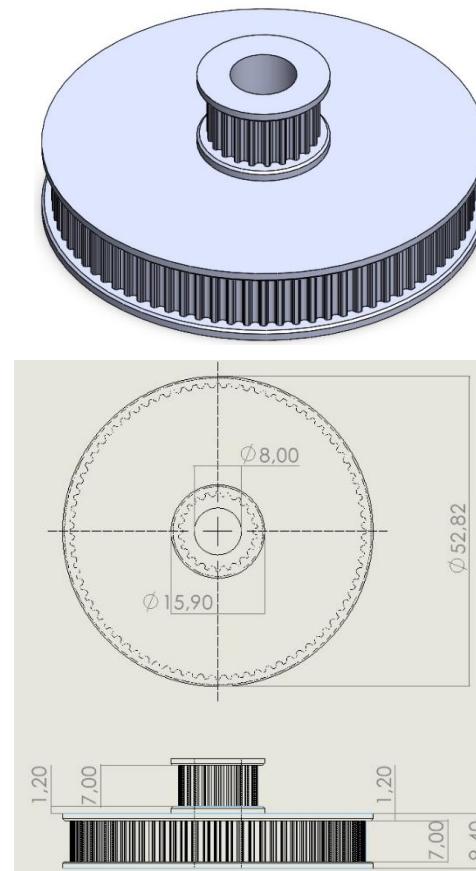


Esta polea está diseñada para ser utilizada en un sistema de transmisión por correa dentada, lo que permite una transferencia eficiente de movimiento y fuerza entre el motor y otros componentes del robot, asegurando un engranaje preciso debido a sus 110 dientes.

### 3.2.6 Polea B:

Dimensiones generales:

- Diámetro de la sección grande (con 80 dientes): Ø52.82 mm
- Diámetro de la sección pequeña (con 22 dientes): Ø15.90 mm
- Diámetro del orificio central: Ø8.00 mm
- Diámetro de la sección grande (con 80 dientes): Ø52.82 mm
- Diámetro de la sección pequeña (con 22 dientes): Ø15.90 mm
- Diámetro del orificio central: Ø8.00 mm
- Altura del área adicional en la parte superior e inferior: 1.20 mm cada una.

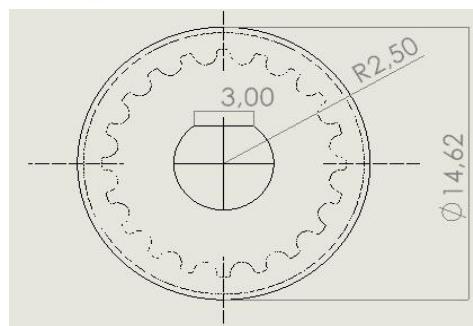
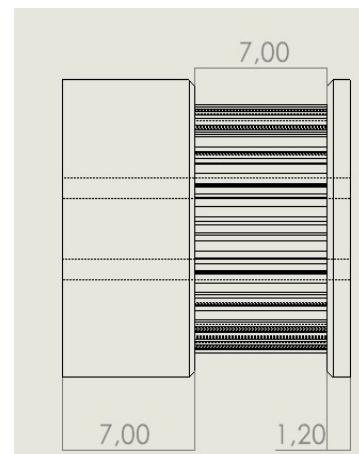
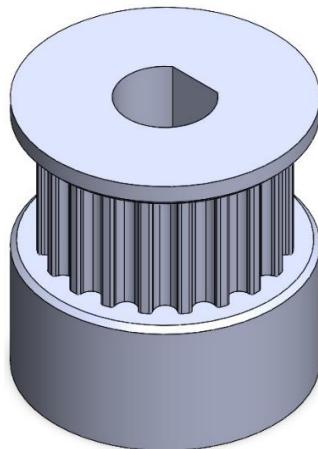


Esta polea está diseñada para ser parte de un sistema de transmisión que requiere diferentes relaciones de engranaje, con la sección pequeña permitiendo mayor velocidad y la sección grande proporcionando mayor torque. Los 22 dientes en la parte pequeña y los 80 dientes en la parte grande permiten ajustar la relación de transmisión en función de las necesidades específicas del robot.

### 3.2.7 Polea C:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior de la polea: Ø14.62 mm
- Radio de los dientes: R2.50 mm
- Ancho del orificio central: 3.00 mm
- Diámetro exterior de la polea: Ø14.62 mm
- Radio de los dientes: R2.50 mm
- Ancho del orificio central: 3.00 mm
- Espesor del borde superior adicional: 1.20 mm

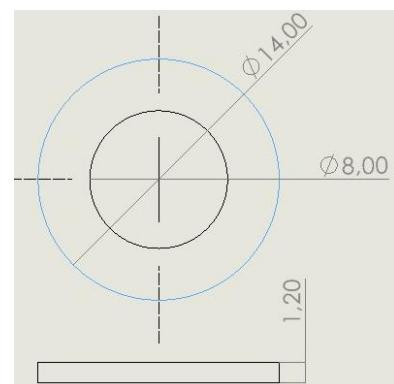
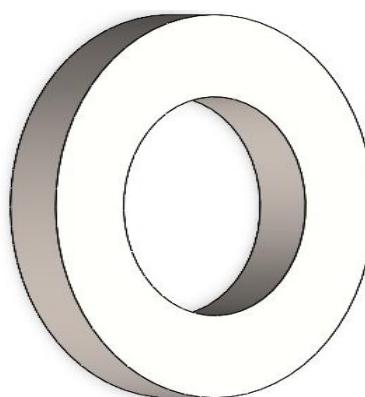


Esta polea es parte de un sistema de transmisión por correa, y está diseñada para engranar con una correa dentada específica. El pequeño tamaño y los dientes finos sugieren que está pensada para transmitir movimiento en un mecanismo de precisión donde es importante la exactitud en la relación de transmisión.

### 3.2.8 Arandela:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior: Ø14.00 mm
- Diámetro interior: Ø8.00 m
- Espesor de la arandela: 1.20 mm

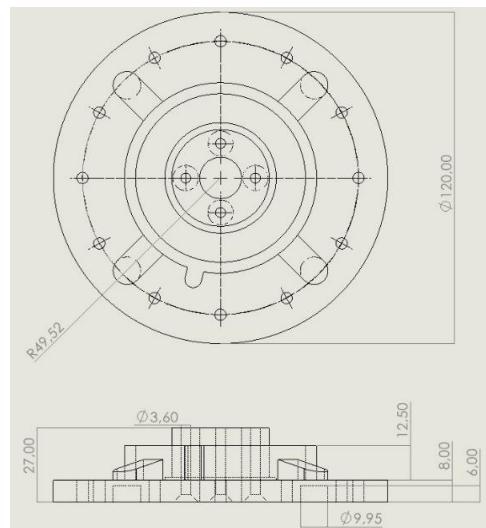
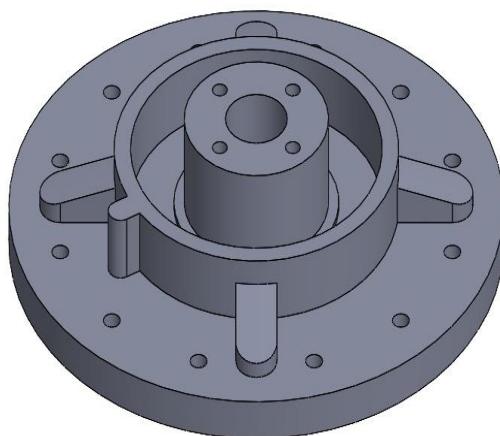


Esta pieza es utilizada como espaciador o separador en una parte del conjunto mecánico, permitiendo ajustar la distancia entre componentes o distribuir cargas de manera uniforme en el ensamblaje del robot. El espesor y los diámetros permiten su adaptación a ejes o tornillos de tamaño específico, manteniendo las piezas en la posición correcta durante el funcionamiento.

### 3.2.9 Acople:

Dimensiones generales:

- Diámetro total del acople: Ø120.00 mm
- Radio de los agujeros distribuidos en círculo: R49.52 mm
- Diámetro de los agujeros más pequeños: Ø3.60 mm
- Altura total del acople: 27.00 mm
- Altura del cuerpo principal: 12.50 mm
- Altura del área más baja: 6.00 mm
- Altura de una sección intermedia: 8.00 mm
- Diámetro de la sección elevada en la base: Ø9.95 mm
- El acople presenta varios orificios para montaje distribuidos uniformemente alrededor de su circunferencia.

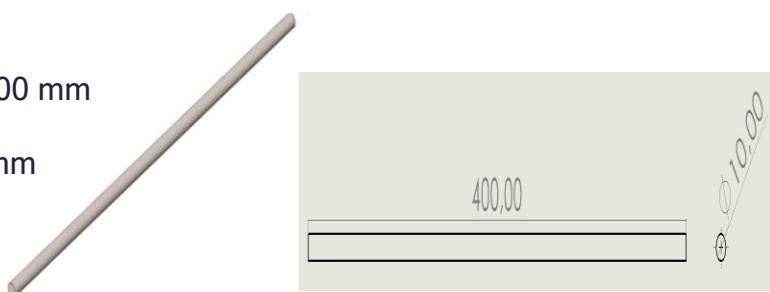


Este acople está diseñado para conectar de manera efectiva diferentes partes del sistema rotativo. Sus orificios de montaje aseguran una fijación segura y alineada, mientras que las variaciones en altura permiten su integración con otras piezas mecánicas. El diseño del acople garantiza una distribución uniforme de la fuerza transmitida, lo que minimiza el desgaste y mejora la eficiencia del sistema.

### 3.2.10 Varillas Lisas:

Dimensiones generales:

- Longitud total de la varilla: 400.00 mm
- Diámetro de la varilla: Ø10.00 mm
- Número de varillas: 4 unidades

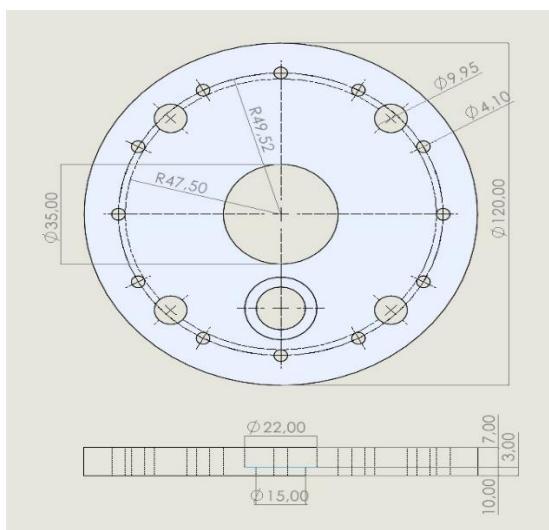
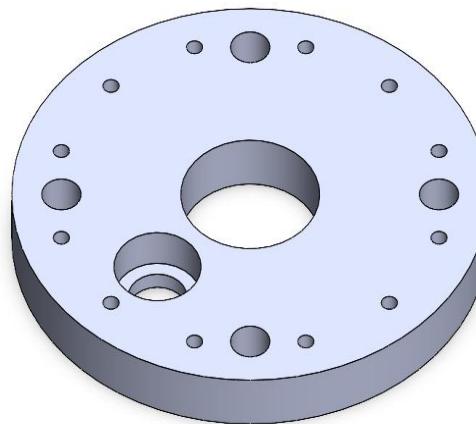


Estas varillas son utilizadas como ejes o soportes en el ensamblaje mecánico, proporcionando una superficie recta y uniforme para montar otros componentes o para permitir el movimiento lineal de piezas a lo largo de la varilla.

### 3.2.11 Placa Inferior:

Dimensiones generales:

- Diámetro total de la placa: Ø120.00 mm
- Radio de los agujeros distribuidos en círculo (interior): R47.50 mm
- Radio de los agujeros distribuidos en círculo (exterior): R49.52 mm
- Diámetro de los agujeros más pequeños: Ø4.10 mm
- Diámetro de los agujeros más grandes: Ø9.95 mm
- Diámetro del orificio central grande: Ø35.00 mm
- Hay un orificio adicional con un diámetro de Ø22.00 mm y un orificio más pequeño de Ø15.00 mm
- Espesor total de la placa: 10.00 mm
- Altura de la sección principal: 7.00 mm
- Altura adicional en la base: 3.00 mm

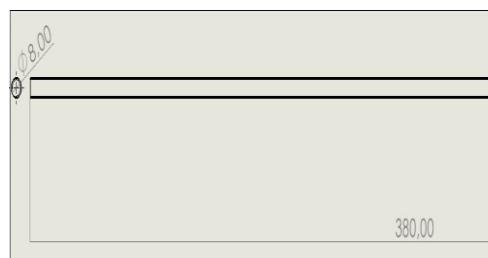


Esta placa está diseñada para integrarse en una estructura más grande, utilizando los agujeros distribuidos uniformemente para montar componentes adicionales. El gran orificio central sugiere que la placa puede formar parte de un sistema de paso de eje o de un componente rotativo. Los detalles y dimensiones de la placa aseguran una instalación precisa y robusta dentro del conjunto general del sistema.

### 3.2.12 Tronillo de Avance:

Dimensiones generales:

- Longitud total del tornillo: 380.00 mm
- Diámetro del tornillo: Ø8.00 mm.

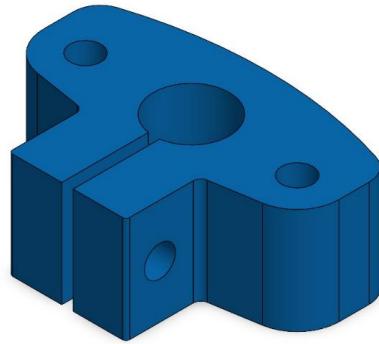


Este tornillo de avance es una pieza esencial en sistemas de movimiento lineal, como en mesas de trabajo o ejes de un robot, permitiendo la conversión de movimiento rotatorio en movimiento lineal. La precisión en la longitud y el diámetro del tornillo es crucial para asegurar un movimiento suave y preciso del componente al que esté acoplado.

### 3.2.13 Abrazadera de Varilla Lisa:

Dimensiones generales:

- Anchura total: 15.50 mm
- Altura de la parte central: 7.00 mm
- Ancho de la ranura central: 1.50 mm
- Diámetro de los orificios laterales para tornillos: Ø4.10 mm
- Radio de las esquinas: R5.00 mm
- Son 8 abrazaderas de este tipo

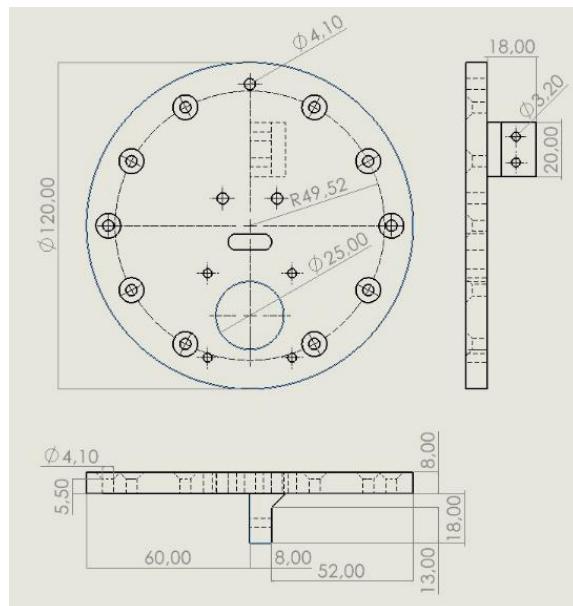
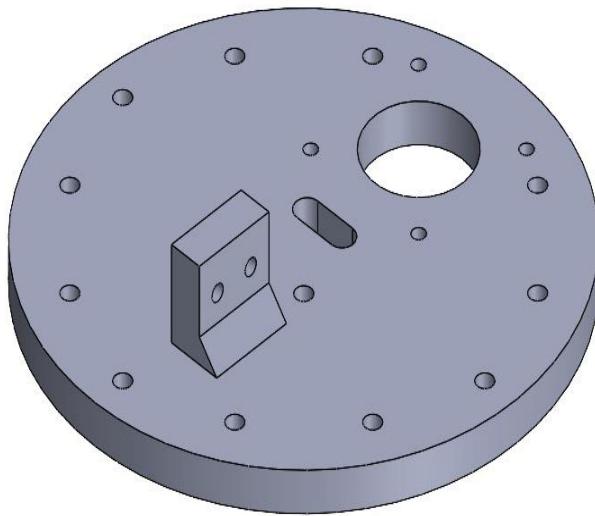


Esta abrazadera está diseñada para sujetar firmemente varillas lisas de Ø10.00 mm, asegurando que permanezcan estables y bien alineadas en su posición dentro de la estructura. Gracias a su diseño robusto, esta abrazadera es ideal para aplicaciones que requieren precisión y estabilidad, como en el montaje de robots u otros sistemas mecánicos. Los orificios para tornillos, estratégicamente ubicados, permiten fijar la abrazadera de manera segura a una base u otra superficie, asegurando que la varilla se mantenga en su posición correcta incluso bajo condiciones de operación exigentes. Además, la abrazadera está fabricada con materiales de alta calidad que ofrecen resistencia y durabilidad, contribuyendo al funcionamiento confiable y prolongado del sistema en el que se integra.

### 3.2.14 Placa Superior:

Dimensiones generales:

- Diámetro total de la placa: Ø120.00 mm
- Radio de los agujeros distribuidos en círculo (interior): R49.52 mm
- Diámetro de los agujeros: Ø4.10 mm
- Diámetro del orificio central: Ø25.00 mm
- Altura total de la placa con el soporte lateral: 18.00 mm
- Espesor de placa principal: 5.50 mm
- Altura del soporte lateral: 13.00 mm
- Ancho del soporte lateral: 20.00 mm
- Grosor del soporte lateral: 8.00 mm
- Altura adicional del soporte (parte superior): 2.20 mm
- Longitud de la sección del soporte lateral: 60.00 mm
- Ancho de sección adicional del soporte: 52.00 mm

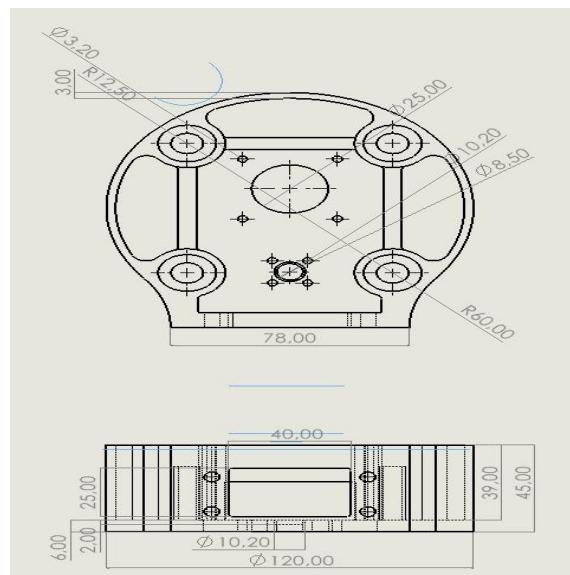
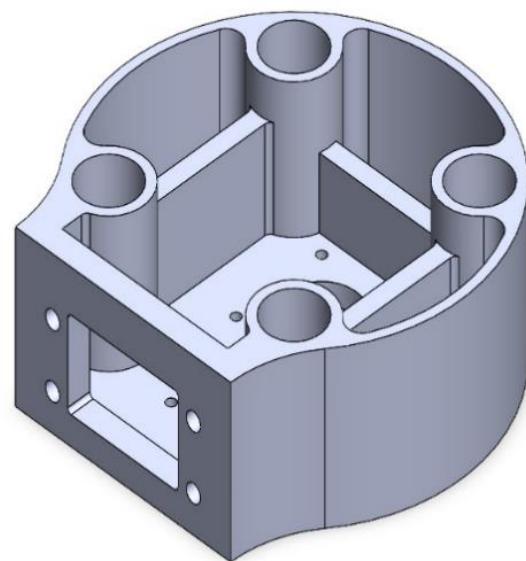


La placa superior está diseñada para ser parte de la estructura de montaje del robot, con varios orificios de montaje distribuidos uniformemente que sugieren una sujeción robusta. Estos orificios, junto con el soporte lateral, permiten la fijación de otros componentes o la integración con otras partes de la estructura del robot, garantizando estabilidad y precisión en el ensamblaje. La disposición de los orificios y las dimensiones del soporte indican que esta placa podría utilizarse para unir diferentes partes móviles o para soportar cargas específicas dentro del sistema del robot.

### 3.2.15 Plataforma de Montaje:

Dimensiones generales:

- Ancho total: 78.00 mm
- Radio de la curvatura superior: R60.00 mm
- Diámetro de los orificios de montaje: Ø8.50 mm
- Distancia entre los centros de los orificios de montaje (superior e inferior): 10.20 mm
- Distancia desde el centro del orificio hasta el borde: 25.00 mm
- Radio del detalle en parte Superior izquierda: R12.50mm
- Diámetro de los orificios más pequeños: Ø3.20 mm
- Ancho de la parte recta en la base: 40.00 mm
- Altura total: 39.00 mm
- Ancho en la base: 120.00 mm
- Altura de la sección inferior: 25.00 mm
- Altura de la sección superior (elevada): 6.00 mm
- Diámetro del orificio en la base: Ø10.20 mm

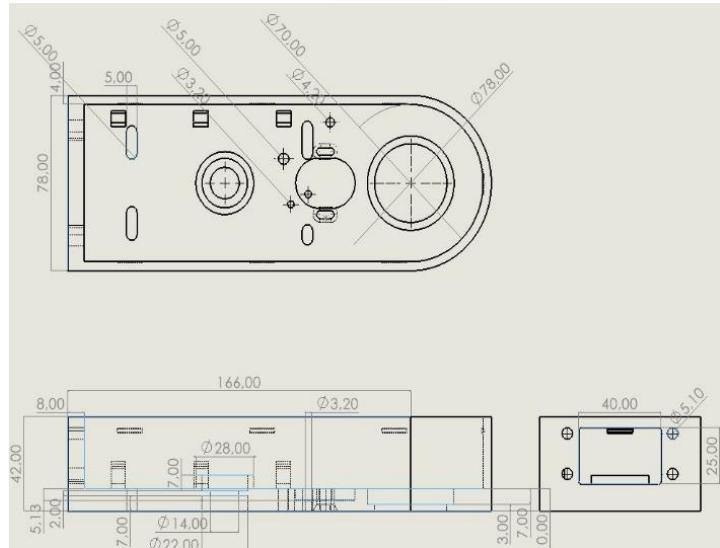
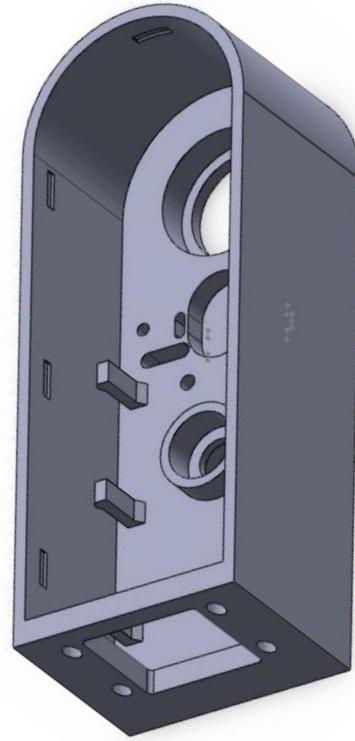


Este componente es un soporte robusto, diseñado para un motor o un sistema de transmisión. Los múltiples orificios de montaje y la estructura reforzada sugieren su uso en entornos donde la estabilidad y la precisión son cruciales. Las dimensiones proporcionadas garantizan un acople adecuado con otras partes del ensamblaje, asegurando un soporte óptimo para el funcionamiento del sistema.

### 3.2.16 Brazo 1:

Dimensiones generales:

- Longitud total de la pieza: 166.00 mm.
- Ancho total de la pieza en la sección rectangular: 78.00 mm.
- Diámetro del orificio circular grande: Ø28.00 mm.
- Distancia entre centros de los orificios: 70.00 mm (en la parte derecha).
- Diámetro de los orificios más pequeños: Ø3.20 mm.
- Ancho de las ranuras: 5.00 mm.
- Radio de la curvatura en la parte derecha: R78.00 mm.
- Ubicación del orificio central pequeño: 14.00 mm de la base.
- Altura total de pieza: 42.00 mm.
- Altura de la sección más alta: 8.00 mm.
- Diámetro de los orificios adicionales: Ø22.00 mm y Ø14.00 mm (para montaje o paso de ejes).
- Grosor de la sección en la base: 7.00 mm.
- Altura del soporte central (Bajo la base): 5.13 mm.
- Ancho de la base: 40.00 mm.
- Altura del detalle más bajo: 25.00 mm.

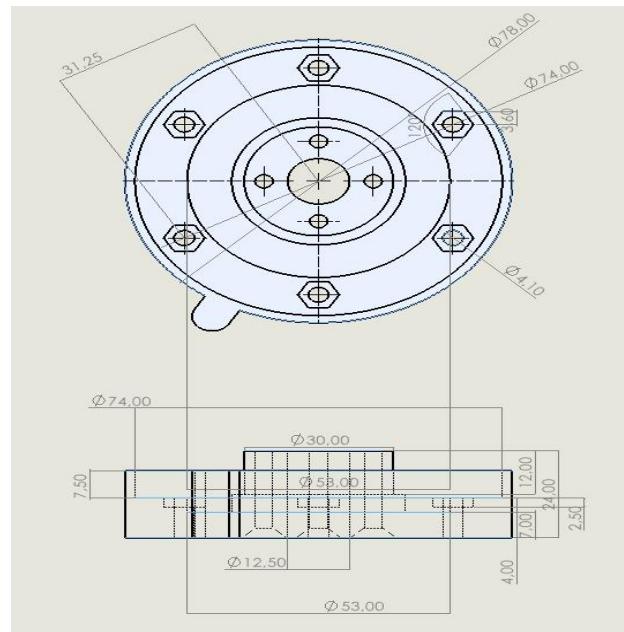
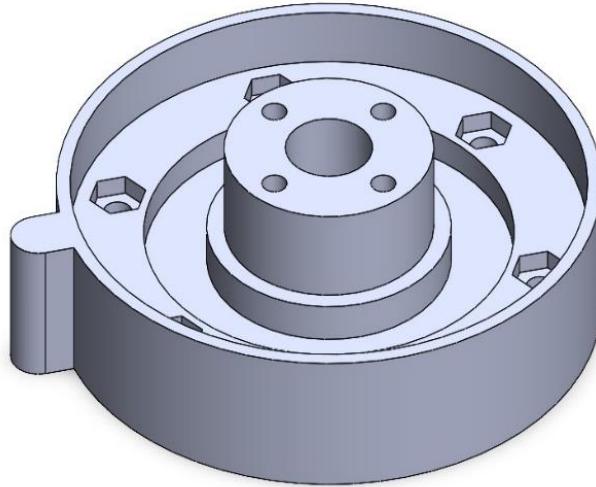


Esta pieza del brazo del robot cuenta con múltiples orificios y ranuras específicamente diseñados para la fijación de otros componentes, facilitando la articulación y el movimiento. Las dimensiones y ubicaciones de los orificios han sido cuidadosamente planificadas para alinear los mecanismos internos y permitir un montaje preciso, mientras que las ranuras ofrecen flexibilidad para ajustar o fijar piezas adicionales en la estructura del brazo, asegurando una integración eficiente y funcional dentro del sistema robótico.

### 3.2.17 Acople Brazo:

Dimensiones generales:

- Diámetro total del acople: Ø78.00 mm.
- Diámetro del círculo de montaje (donde se encuentran los tornillos): Ø74.00 mm.
- Diámetro de los orificios para los tornillos: Ø4.10 mm.
- Diámetro del orificio central: Ø12.50 mm.
- Distancia desde el centro del orificio hasta el borde del acople: 31.25 mm.
- Diámetro del círculo interior más pequeño: Ø53.00 mm.
- Altura total del acople: 20.00 mm.
- Altura de la sección superior: 7.50 mm.
- Altura de la sección intermedia: 4.00 mm.
- Altura de la base inferior: 2.50 mm.
- Diámetro del escalón central (donde probablemente se inserta un eje o se monta otra pieza): Ø30.00 mm.
- Altura del escalón central: 12.00 mm.

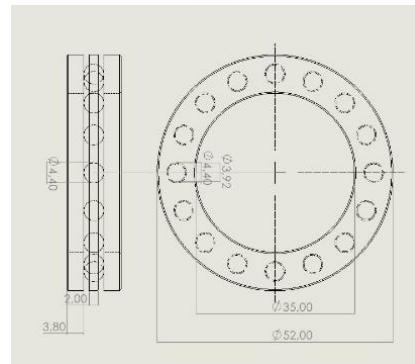


Este acople está diseñado para conectar el brazo del robot a un eje giratorio u otro componente, permitiendo un movimiento preciso y controlado. Los orificios distribuidos uniformemente garantizan un montaje seguro y estable, asegurando que el brazo funcione con precisión. Las diferentes alturas y diámetros de las secciones indican que el acople está diseñado para adaptarse a diversas partes del sistema, ofreciendo flexibilidad en el diseño y el ensamblaje del robot.

### 3.2.18 Rodamientos C:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior del rodamiento: Ø52.00 mm.
- Diámetro interior: Ø35.00 mm.
- Diámetro de los balines: Ø3.92 mm.
- Diámetro del orificio central de los balines: Ø4.40 mm.
- Altura total del rodamiento: 3.80 mm.
- Altura de la pista interna: 2.00 mm.
- Altura de la pista externa: 2.00 mm.

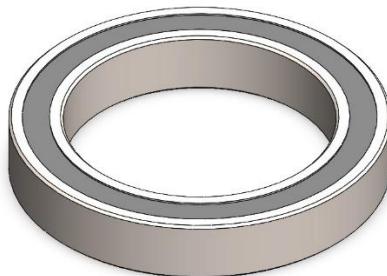


Se cuentan con cuatro rodamientos, cada uno diseñado con una distribución de balines alrededor de su circunferencia, lo que sugiere que están preparados para soportar tanto cargas radiales como axiales.

### 3.2.19 Espaciador:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior: Ø42.00 mm
- Diámetro del borde interno: Ø39.00 mm
- Diámetro del área principal: Ø33.00 mm
- Diámetro interno: Ø30.00 mm
- Espesor total de la pieza: 0.20 mm

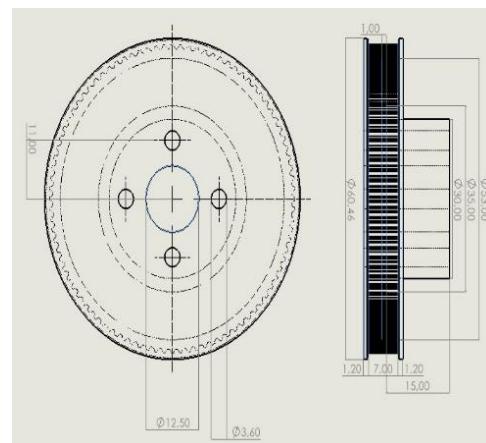
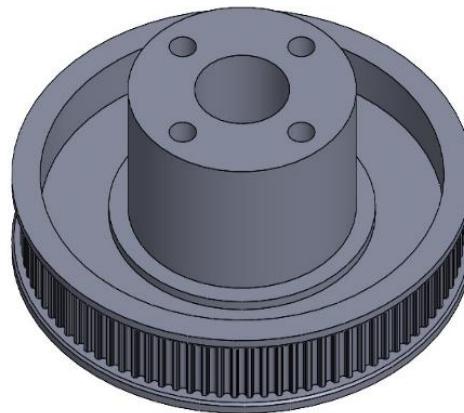


Este anillo o espaciador se utiliza para ajustar la posición de componentes en un ensamblaje mecánico, asegurando que las piezas permanezcan alineadas y correctamente espaciadas. Con un espesor delgado de 0.20 mm, está diseñado para realizar ajustes finos, esenciales en situaciones donde se requiere alta precisión en el ensamblaje, como en el montaje de rodamientos o en la separación de componentes giratorios.

### 3.2.20 Polea D:

Dimensiones generales:

- Diámetro del área superior: Ø53.00 mm
- Diámetro de la parte media: Ø35.00 mm
- Diámetro de la parte inferior: Ø30.00 mm
- Altura total de la polea (incluyendo la sección superior y la base): 15.00 mm
- Altura de la sección superior: 7.50 mm
- Altura de la base: 1.00 mm
- Altura de la sección media: 9.00 mm
- Diámetro de los orificios para montaje: Ø12.50 mm
- Diámetro de los agujeros más pequeños: Ø3.60 mm
- Distancia entre el centro del orificio y el borde exterior: 11.00 mm

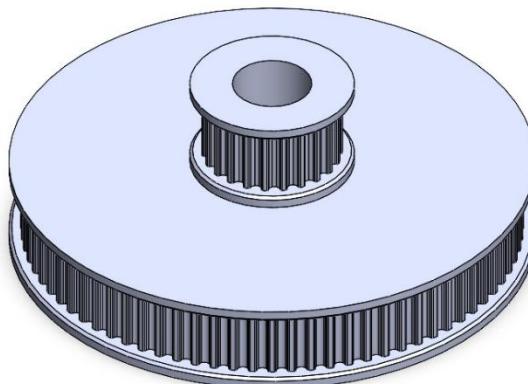


Esta polea está diseñada con un diámetro superior de Ø53.00 mm, un diámetro medio de Ø35.00 mm y un diámetro inferior de Ø30.00 mm. Su altura total es de 15.00 mm, distribuida en 7.50 mm para la sección superior, 1.00 mm para la base y 9.00 mm para la sección media. En la vista superior, presenta orificios de montaje de Ø12.50 mm y agujeros más pequeños de Ø3.60 mm, con una distancia de 11.00 mm desde el centro de los orificios al borde exterior, asegurando un montaje seguro y preciso en el ensamblaje mecánico.

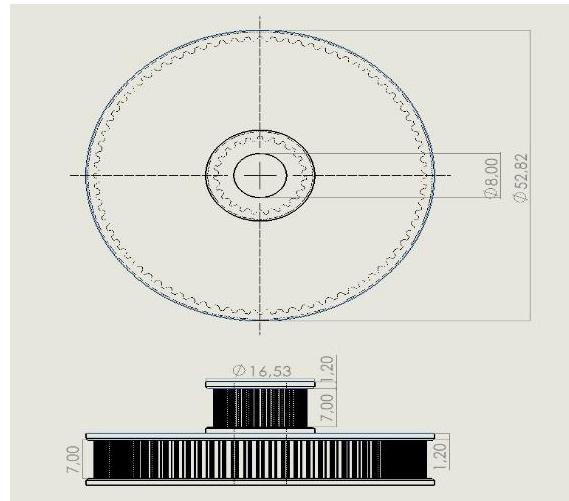
### 3.2.21 Polea E:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior de la sección con 80 dientes: Ø52.82 mm
- Diámetro del orificio central: Ø8.00 mm
- Diámetro exterior de la sección con 23 dientes: Ø16.53 mm



- Altura total de la polea: 14.20 mm
- Altura de la sección inferior (80 dientes): 7.00 mm
- Altura de la sección superior (23 dientes): 7.00 mm
- Espesor del borde superior: 1.20 mm
- Espesor del borde inferior: 1.20 mm



Esta polea está diseñada para aplicaciones en las que se requiere una transmisión de movimiento con dos relaciones de reducción o aumento diferentes, gracias a las dos secciones dentadas con diferente número de dientes. La sección con 80 dientes proporcionará una relación de transmisión distinta en comparación con la sección de 23 dientes, lo que es útil para ajustar la velocidad y el torque en el sistema en el que se utiliza.

### 3.2.22 Rodamiento lineal:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior: Ø19.00 mm
- Diámetro del borde interior: Ø17.20 mm
- Diámetro interno (paso del eje): Ø11.60 mm
- Longitud total del rodamiento: 2.80 mm
- Espesor del borde superior: 0.50 mm
- Espesor del borde inferior: 0.50 mm

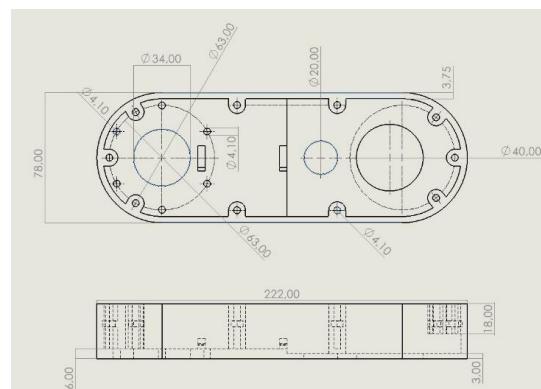
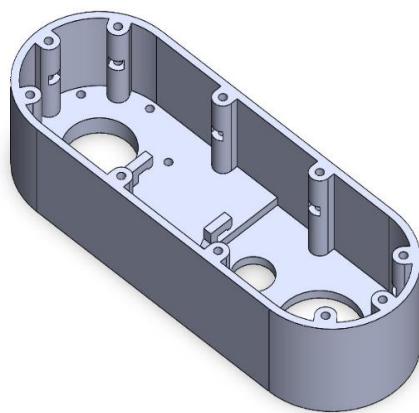


Este rodamiento lineal está diseñado para facilitar un movimiento suave y preciso a lo largo de un eje, minimizando la fricción y el desgaste en aplicaciones que requieren desplazamiento lineal continuo, como impresoras 3D, máquinas CNC y sistemas de automatización. Sus dimensiones precisas aseguran un ajuste perfecto con los ejes correspondientes, garantizando una operación confiable y eficiente en el ensamblaje del sistema.

### 3.2.23 Brazo de adelante:

Dimensiones generales:

- Longitud total: 222.00 mm
- Ancho (en la parte más amplia): 78.00 mm
- Altura: 18.00 mm
- Diámetro de los agujeros en los extremos (4x): 4.10 mm
- Diámetro de los círculos internos grandes (izquierda: 34.00 mm, derecha: 40.00 mm).
- Izquierda: 63.00 mm y 41.10 mm
- Derecha: 63.00 mm y 20.00 mm
- Placa de base: 6.00 mm
- Grosor adicional en la sección media: 3.75 mm
- Pequeñas elevaciones o detalles adicionales en los extremos: 3.00 mm

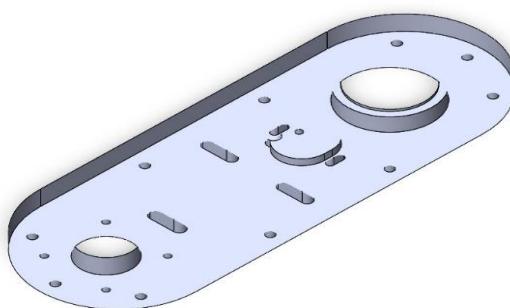


El brazo de en medio mide 222.00 mm de largo, 78.00 mm de ancho y 18.00 mm de alto. Incluye agujeros de 4.10 mm de diámetro en los extremos y círculos internos con diámetros variados para montaje y alineación. La placa de base tiene un grosor de 6.00 mm, con una sección media de 3.75 mm y detalles adicionales de 3.00 mm en los extremos, garantizando un ajuste preciso en el sistema.

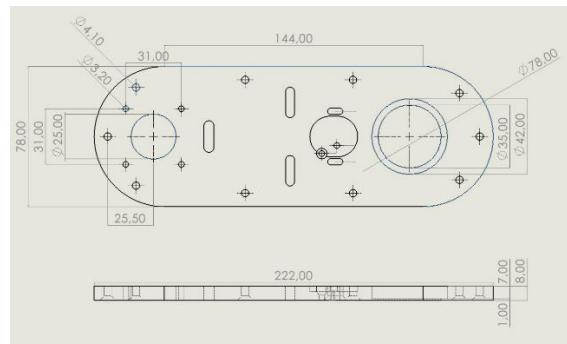
### 3.2.24 Cubierta del brazo de adelante:

Dimensiones generales:

- Longitud total: 222.00 mm
- Ancho (en las partes más anchas): 78.00 mm
- Grosor: 8.00 mm
- Agujeros pequeños (varios): Diámetro de 4.10 mm y 3.20 mm



- Círculos internos A: 25.00 mm
- Círculos internos B: 42.00 mm
- Circulo interno del círculo B: 35.00 mm

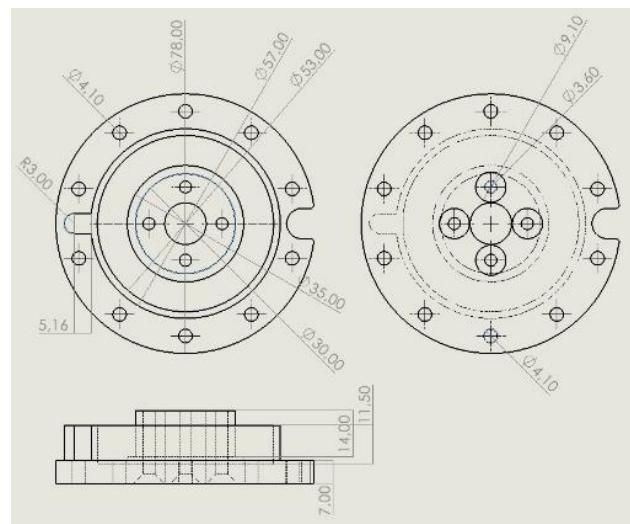
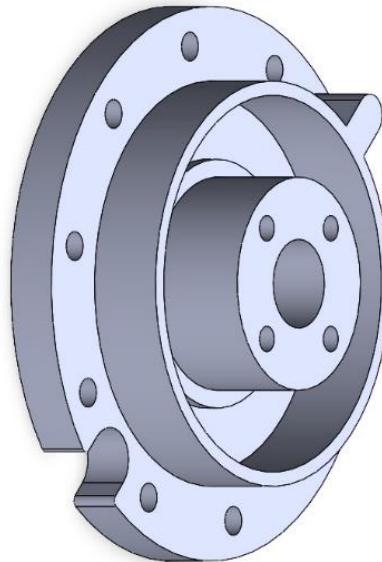


El brazo central del robot SCARA tiene una longitud de 222.00 mm, un ancho máximo de 78.00 mm y un grosor de 8.00 mm. Incluye varios agujeros de diferentes diámetros y círculos internos para montaje y alineación. El diseño también presenta ranuras alargadas y detalles adicionales en la base, asegurando un ajuste preciso y funcional en el sistema.

### 3.2.25 Acoplador:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior mayor: 78.00 mm
- Diámetro intermedio: 57.00 mm
- Diámetro de la sección central: 35.00 mm
- Diámetro de la sección interior: 30.00 mm
- Diámetro más interno: 30.00 mm
- Agujeros para tornillos (8x en el anillo exterior): Diámetro de 4.10 mm
- Diámetro de los tres agujeros internos pequeños: 9.10 mm
- Agujeros adicionales pequeños: Diámetro de 3.60 mm
- Ranura con radio: 3.00 mm
- Profundidad de la ranura en el perfil: 5.16 mm
- Altura total del acoplador: 14.00 mm
- Grosor de la base inferior: 7.00 mm
- Altura de la parte elevada: 11.50 mm

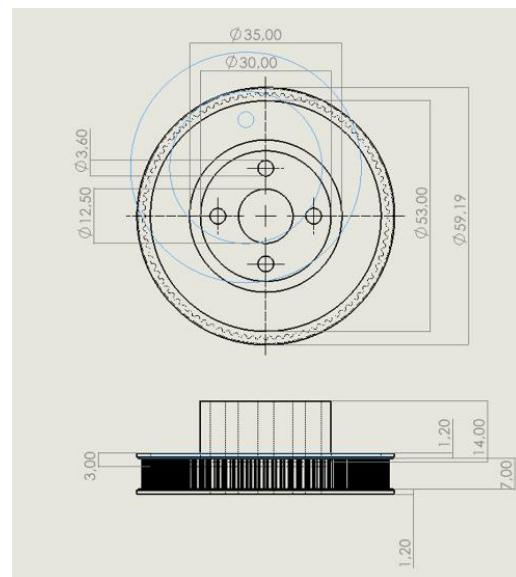
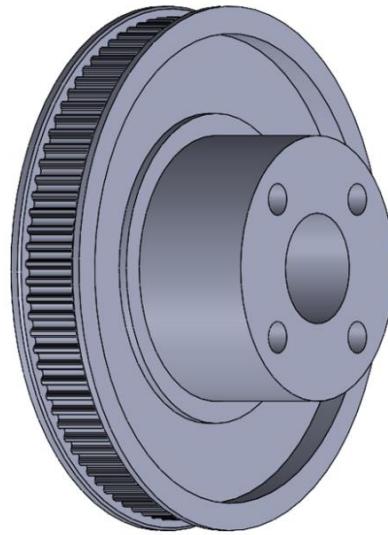


El acoplador tiene un diámetro exterior de 78.00 mm y una altura total de 14.00 mm. Incluye agujeros para tornillos en el anillo exterior, así como varios agujeros y ranuras internas para montaje y alineación. El diseño presenta una base de 7.00 mm de grosor y una parte elevada de 11.50 mm.

### 3.2.26 Polea F:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior total: 59.19 mm
- Diámetro del borde de los dientes: 53.00 mm
- Diámetro de referencia (posiblemente de los dientes): 35.00 mm
- Diámetro del eje central: 30.00 mm
- Diámetro del círculo de los agujeros pequeños: 12.50 mm
- Diámetro de los agujeros pequeños: 3.60 mm
- Altura total de la polea: 14.00 mm
- Altura de la sección inferior (posiblemente el cuerpo de la polea): 7.00 mm
- Altura del borde o labio superior: 3.00 mm
- Espesor de la parte inferior de la base: 1.20 mm
- Espesor del borde superior: 1.20 mm

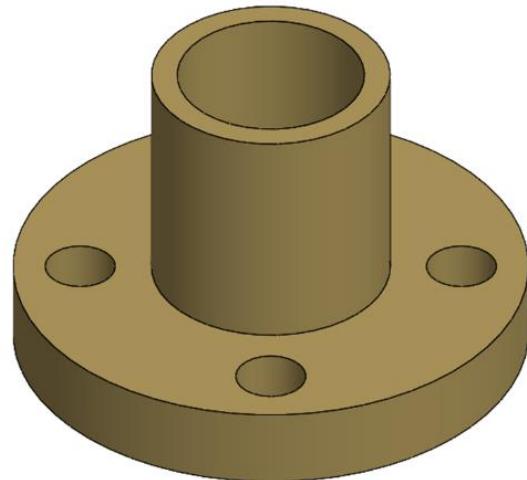


La polea tiene un diámetro exterior total de 59.19 mm, con un diámetro del borde de los dientes de 53.00 mm y un diámetro de referencia de 35.00 mm. El diámetro del eje central es de 30.00 mm y el diámetro del círculo de los agujeros pequeños es de 12.50 mm, con agujeros pequeños de 3.60 mm. La altura total de la polea es de 14.00 mm, con una altura de la sección inferior de 7.00 mm y una altura del borde superior de 3.00 mm. El espesor de la parte inferior de la base y del borde superior es de 1.20 mm.

### 3.2.27 Tornillo de plomo:

Dimensiones generales:

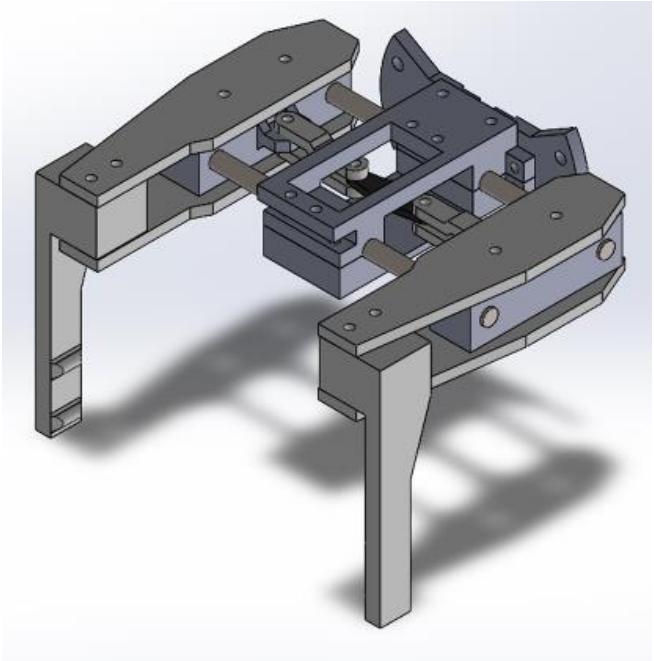
- Diámetro exterior de la base: 22.00 mm
- Altura total del tornillo: 10.00 mm
- Altura de la base (parte más baja): 1.50 mm
- Agujeros principales (4x): Diámetro de 8.00 mm
- Agujero central: 10.20 mm
- Agujeros adicionales más pequeños: Diámetro de 3.00 mm



El componente tiene un diámetro exterior de la base de 22.00 mm y una altura total de 10.00 mm. La base tiene una altura de 1.50 mm. Incluye cuatro agujeros principales con un diámetro de 8.00 mm, un agujero central de 10.20 mm y varios agujeros adicionales más pequeños de 3.00 mm.

### 3.2.28 Gripper:

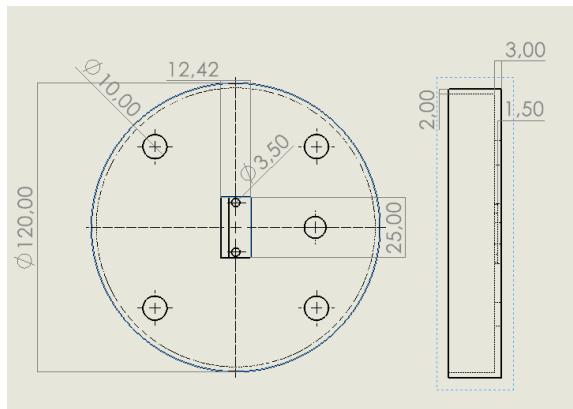
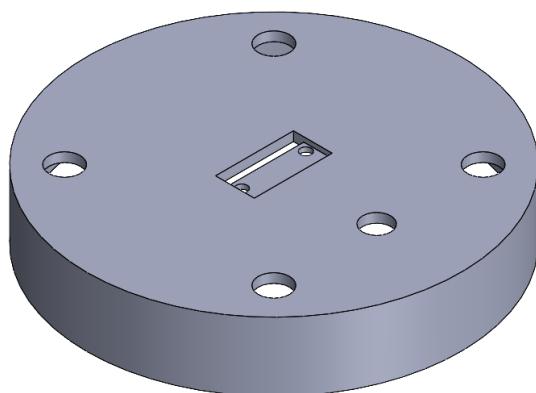
El sistema incluye dos brazos de sujeción con extremos amplios y planos, diseñados específicamente para agarrar objetos de diversas formas y tamaños de manera eficiente. La estructura central, construida con materiales robustos, alberga los mecanismos de movimiento y sujeción, garantizando una operación duradera y confiable. Los ejes transversales, estratégicamente posicionados, no solo sirven como guías para el movimiento preciso de los brazos, sino que también proporcionan un soporte adicional, mejorando la estabilidad y el control durante el funcionamiento. Este diseño permite una manipulación precisa y segura en aplicaciones automatizadas.



### 3.2.29 Cubierta base:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior: 120.00 mm
- Diámetro de los agujeros pequeños: 3.50 mm
- Diámetro de los agujeros más grandes: 10.00 mm
- Distancia entre los agujeros grandes (posiblemente medida desde el borde del círculo): 12.42 mm
- Altura total de la cubierta: 3.00 mm
- Espesor de la base (posiblemente la parte central o más delgada): 1.50 mm
- Espesor del borde: 2.00 mm
- Ancho de la abertura central rectangular: 25.00 mm

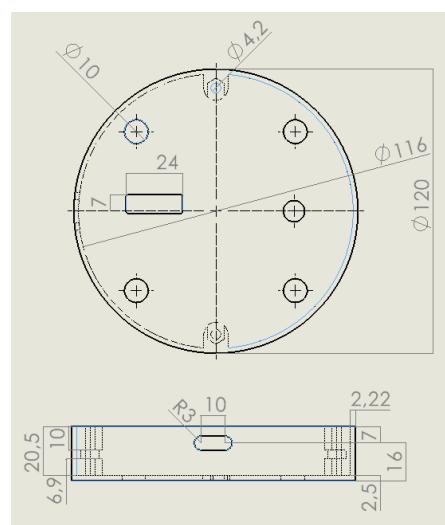


La cubierta tiene un diámetro exterior de 120.00 mm y una altura total de 3.00 mm. Incluye agujeros pequeños de 3.50 mm de diámetro y agujeros más grandes de 10.00 mm, con una distancia de 12.42 mm entre los agujeros grandes. El espesor de la base, posiblemente en la parte central o más delgada, es de 1.50 mm, mientras que el espesor del borde es de 2.00 mm. Además, cuenta con una abertura central rectangular de 25.00 mm de ancho, diseñada para permitir el paso o la conexión de otros componentes.

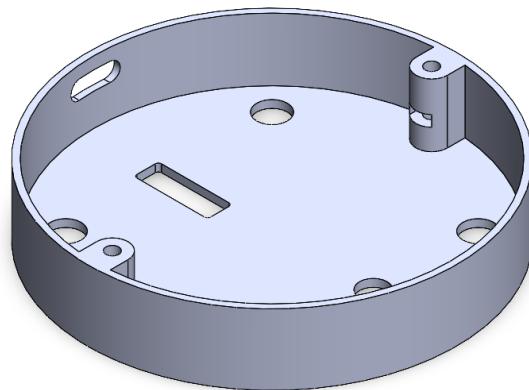
### 3.2.30 Cubierta Superior:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior: 120.00 mm
- Diámetro de los agujeros pequeños en el borde: 4.20 mm
- Diámetro de los agujeros grandes en el centro: 10.00 mm
- Diámetro interior del círculo más pequeño: 116.00 mm
- Ancho de la abertura rectangular central: 24.00 mm



- Altura total de la cubierta: 20.5 mm
- Altura del borde inferior: 6.9 mm
- Altura de la parte superior (posiblemente la tapa): 16.00 mm
- Espesor del borde: 2.22 mm
- Radio del redondeo en los bordes: R3
- Altura de la sección inferior con espesor: 2.5 mm

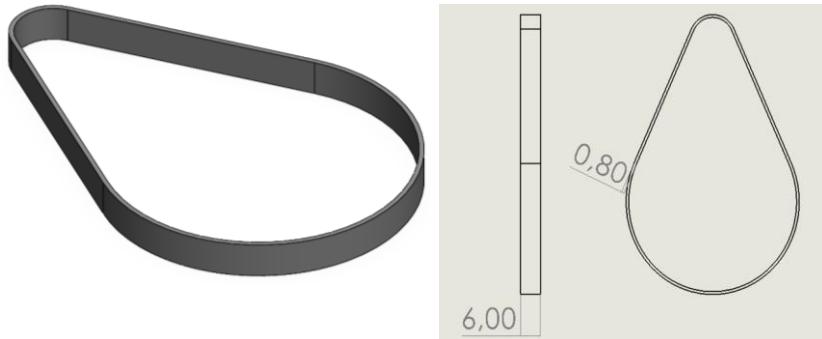


La cubierta tiene un diámetro exterior de 120.00 mm y una altura total de 20.5 mm. Cuenta con agujeros pequeños de 4.20 mm en el borde y agujeros centrales de 10.00 mm. La abertura rectangular central mide 24.00 mm de ancho. La parte inferior tiene una altura de 6.9 mm y la superior, 16.00 mm. El espesor del borde es de 2.22 mm, con un radio de redondeo de R3 en los bordes. La sección inferior tiene un espesor de 2.5 mm.

### 3.2.31 Correa de Motor:

Dimensiones generales:

- Espesor de la correa: 0.80m
- Ancho de la correa: 6.00 mm

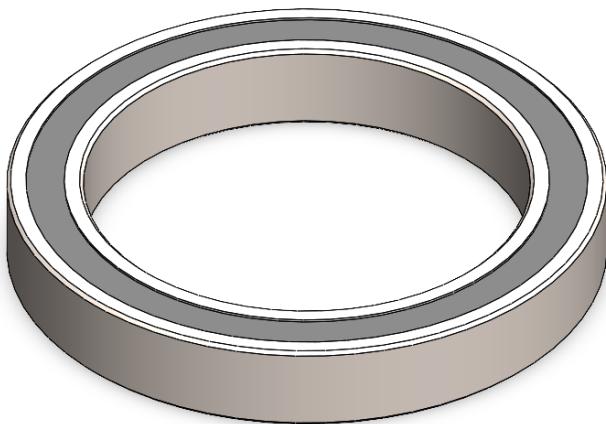


La correa, con un espesor de 0.80 mm y un ancho de 6.00 mm, está diseñada para transmitir movimiento con precisión en sistemas compactos. Su diseño delgado y estrecho la hace ideal para aplicaciones en las que el espacio es limitado, como en mecanismos de relojería, pequeñas máquinas CNC, o dispositivos electrónicos. Además, su construcción asegura un funcionamiento suave y eficiente, minimizando la fricción y el desgaste, lo que contribuye a una mayor durabilidad en entornos donde la exactitud es crucial.

### 3.2.32 Rodamiento D:

Dimensiones generales:

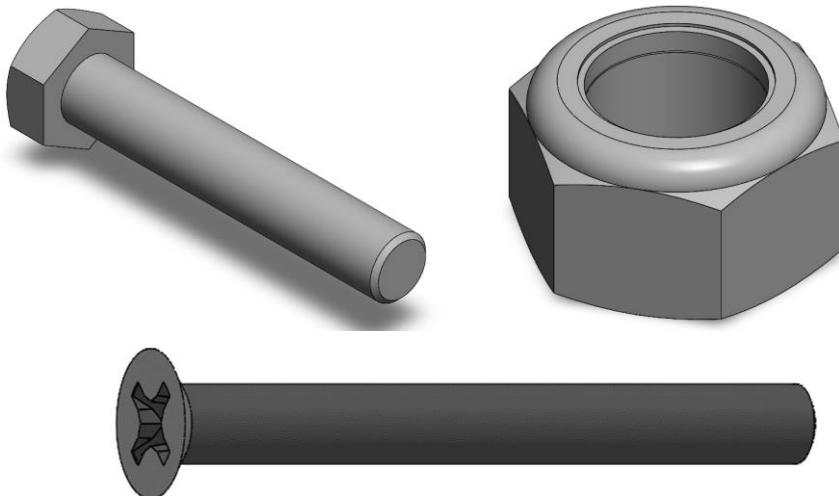
- Diámetro exterior: 47.00 mm
- Diámetro del borde exterior: 44.00 mm
- Diámetro interior: 35.00 mm
- Diámetro del borde interior: 38.00 mm
- Ancho del rodamiento: 7.00 mm
- Espesor de los bordes (ambos): 0.20 mm



Este rodamiento tiene un diámetro exterior de 47.00 mm y un diámetro interior de 35.00 mm, con bordes exteriores e interiores de 44.00 mm y 38.00 mm, respectivamente. El ancho total del rodamiento es de 7.00 mm, mientras que el espesor de los bordes es de 0.20 mm. Estas especificaciones sugieren un diseño compacto y preciso, ideal para aplicaciones donde se requiere un soporte robusto y un funcionamiento suave en un espacio reducido.

### 3.2.33 Unión de componentes:

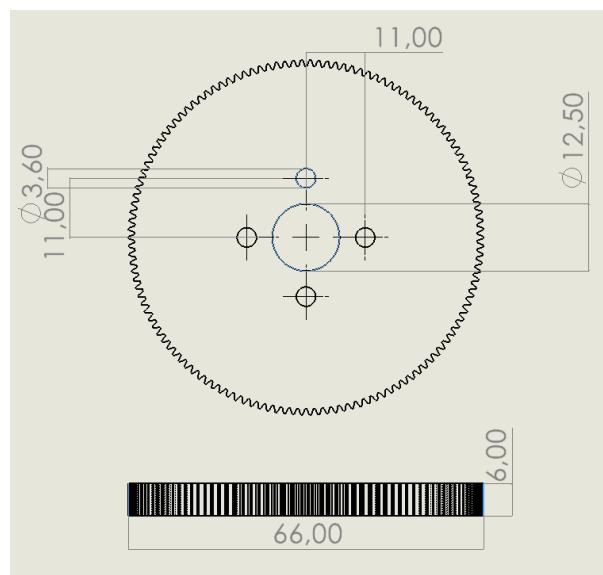
Para asegurar una conexión sólida y fiable, se emplean diversos elementos de fijación. Un tornillo hexagonal M8 de 45 mm se combina con una tuerca de seguridad M8 para garantizar una sujeción segura y resistente. Además, se utilizan tuercas de seguridad M4 junto con tornillos avellanados M4 en dos longitudes diferentes: 50 mm (4 unidades) y 60 mm. Estos componentes trabajan en conjunto para proporcionar estabilidad y durabilidad en las uniones mecánicas, asegurando que las partes conectadas permanezcan firmes bajo diversas condiciones de uso.



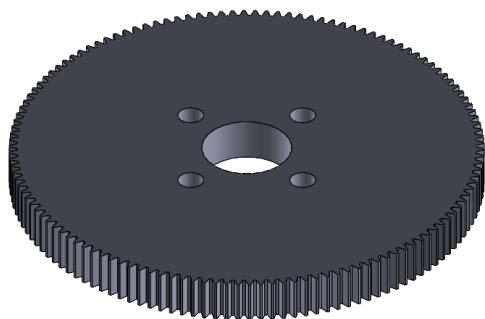
### 3.2.34 Engranaje:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior del engranaje: 66.00 mm
- Diámetro del agujero central: 12.50 mm
- Diámetro de los agujeros pequeños: 3.60 mm
- Distancia entre los agujeros pequeños (medida desde el centro del engranaje): 11.00 mm
- Espesor del engranaje: 6.00 mm



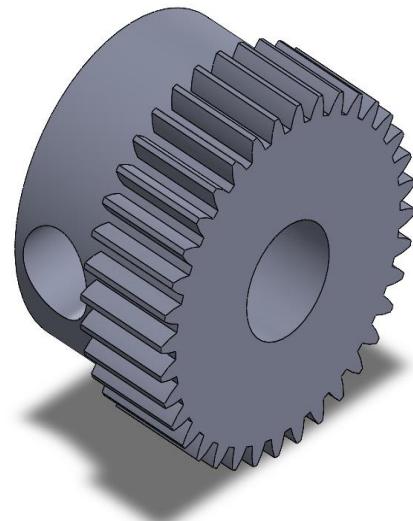
Este engranaje tiene un diámetro exterior de 66.00 mm y un agujero central de 12.50 mm, diseñado para montar en un eje. Los agujeros pequeños, de 3.60 mm de diámetro, están distribuidos con una distancia de 11.00 mm desde el centro del engranaje, lo que facilita su fijación a otros componentes. Con un espesor de 6.00 mm, este engranaje está diseñado para aplicaciones que requieren durabilidad y precisión en la transmisión de movimiento.



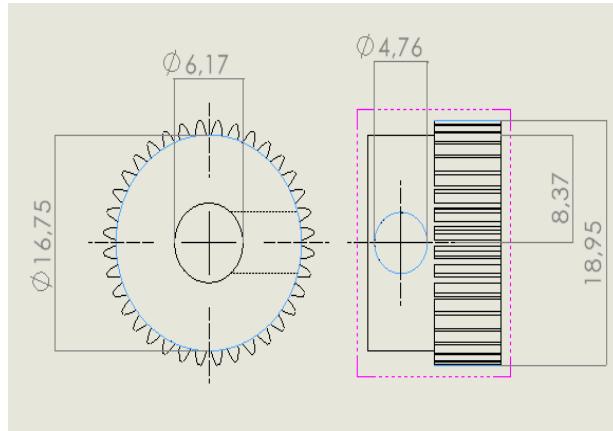
### 3.2.35 Piñón:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior del piñón: 16.75 mm
- Diámetro del agujero central: 6.17 mm
- Diámetro del segundo agujero (posiblemente para montaje): 4.76 mm
- Ancho del piñón (vista lateral): 18.95 mm
- Ancho de la sección dentada: 8.37 mm



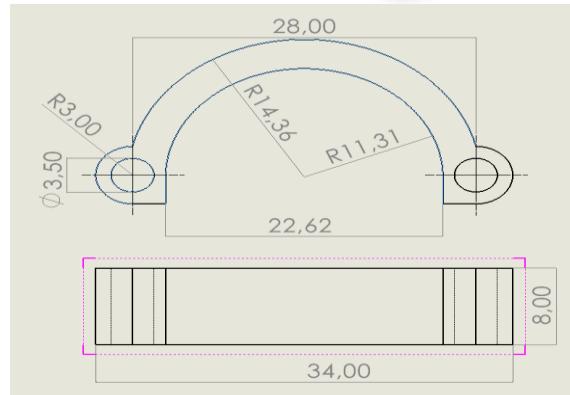
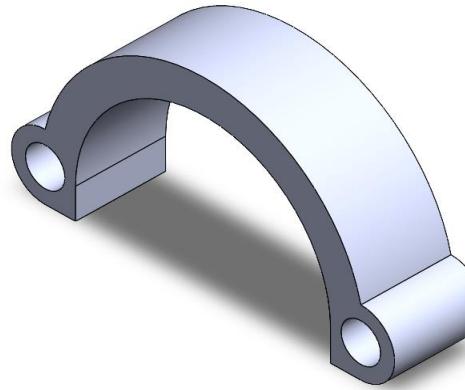
El piñón tiene un diámetro exterior de 16.75 mm y un agujero central de 6.17 mm. Incluye un segundo agujero de 4.76 mm, que probablemente se usa para montaje. En vista lateral, el piñón tiene un ancho de 18.95 mm, mientras que la sección dentada mide 8.37 mm de ancho, proporcionando una transmisión de movimiento precisa y eficiente.



### 3.2.36 Abrazadera 1:

Dimensiones generales:

- Ancho total de la abrazadera: 34.00 mm
- Altura total de la abrazadera (medida de extremo a extremo vertical): 8.00 mm
- Diámetro de los agujeros laterales: 3.50 mm
- Radio exterior del arco superior: R14.36 mm
- Radio interior del arco superior: R11.31 mm
- Distancia entre los centros de los agujeros laterales: 22.62 mm
- Distancia total del borde exterior del arco: 28.00 mm
- Radio de los bordes exteriores de los agujeros: R3.00 mm

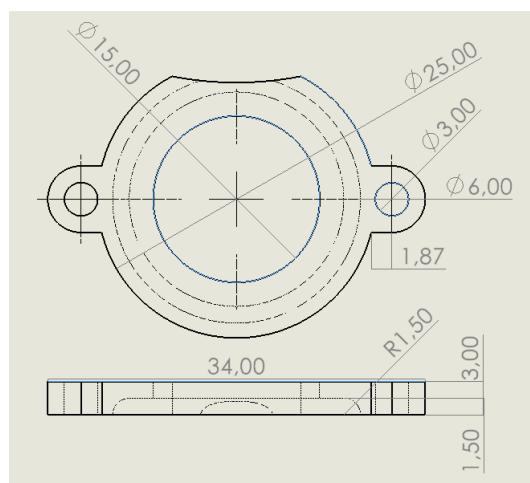
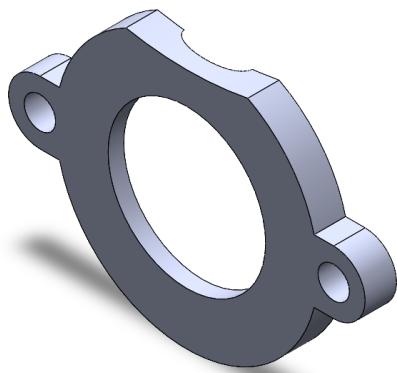


La abrazadera tiene un ancho total de 34.00 mm y una altura total de 8.00 mm. Los agujeros laterales tienen un diámetro de 3.50 mm, y la distancia entre los centros de estos agujeros es de 22.62 mm. El arco superior presenta un radio exterior de R14.36 mm y un radio interior de R11.31 mm, con una distancia total del borde exterior del arco de 28.00 mm. Además, los bordes exteriores de los agujeros están redondeados con un radio de R3.00 mm, lo que asegura un ajuste preciso y una instalación cómoda.

### 3.2.37 Encaje:

Dimensiones generales:

- Diámetro exterior del cuerpo principal: 25.00 mm
- Diámetro interior del círculo central: 15.00 mm
- Diámetro de los agujeros laterales: 6.00 mm
- Diámetro interior de los pequeños bordes en los agujeros laterales: 3.00 mm
- Altura total del encaje (vista lateral): 3.00 mm
- Espesor de la base (parte inferior): 1.50 mm
- Distancia total de extremo a extremo horizontal (incluyendo los agujeros laterales): 34.00 mm
- Radio de los bordes curvados (superior e inferior): R1.50 mm
- Espesor adicional de los pequeños bordes alrededor de los agujeros laterales: 1.87 mm

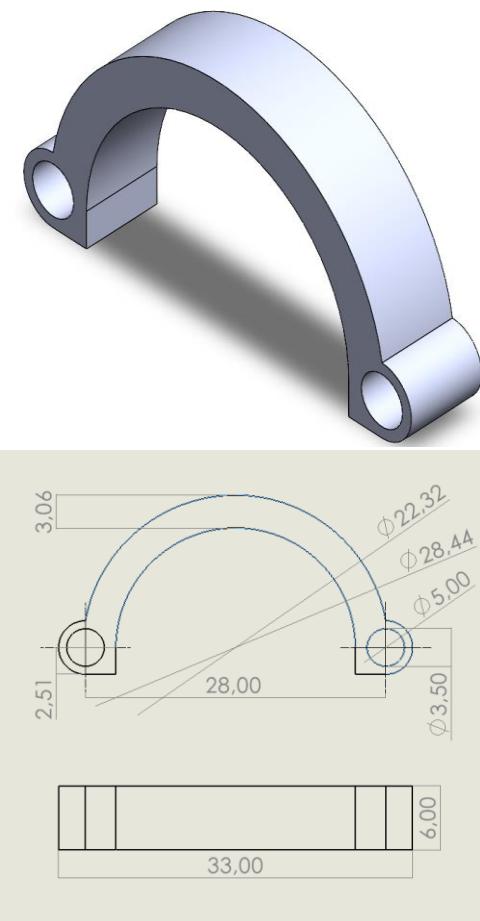


El componente tiene un diámetro exterior del cuerpo principal de 25.00 mm y un diámetro interior del círculo central de 15.00 mm. Los agujeros laterales tienen un diámetro de 6.00 mm, con bordes interiores de 3.00 mm de diámetro. La altura total del encaje vista lateralmente, es de 3.00 mm, con un espesor de la base de 1.50 mm. La distancia total de extremo a extremo, incluyendo los agujeros laterales, es de 34.00 mm. Los bordes curvados, tanto superior como inferior, tienen un radio de R1.50 mm, y los pequeños bordes alrededor de los agujeros laterales tienen un espesor adicional de 1.87 mm.

### 3.2.38 Abrazadera 2:

Dimensiones generales:

- Ancho total de la abrazadera (de extremo a extremo horizontal): 33.00 mm
- Distancia entre los centros de los agujeros laterales: 28.00 mm
- Diámetro de los agujeros laterales: 3.50 mm
- Diámetro exterior del arco: 28.44 mm
- Diámetro interior del arco: 22.32 mm
- Altura total de la abrazadera (medida vertical): 6.00 mm
- Espesor de la base en la sección inferior: 2.51 mm
- Espesor del borde superior: 3.06 mm
- Diámetro del pequeño borde alrededor de los agujeros laterales: 5.00 mm



La abrazadera tiene un ancho total de 33.00 mm y una altura total de 6.00 mm. Los agujeros laterales tienen un diámetro de 3.50 mm, con una distancia de 28.00 mm entre sus centros. El diámetro exterior del arco es de 28.44 mm, mientras que el diámetro interior es de 22.32 mm. La base en la sección inferior tiene un espesor de 2.51 mm, y el espesor del borde superior es de 3.06 mm. Además, el pequeño borde alrededor de los agujeros laterales tiene un diámetro de 5.00 mm.

### 3.2.39 Tornillería:

Dimensiones generales:

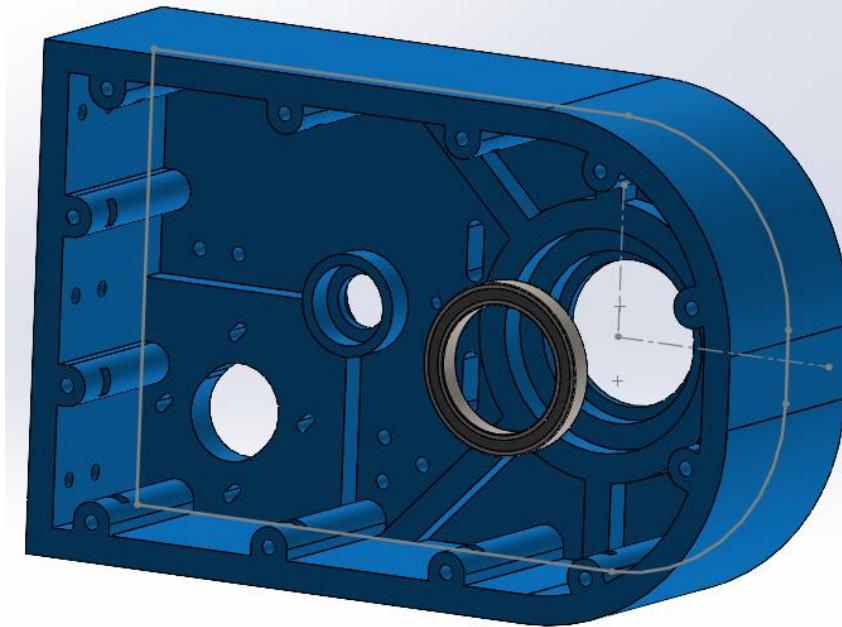
- Tornillo cabeza redonda M3 largo 6mm
- Tornillo cabeza redonda M4 largo 5mm x 10



### 3.3 Despiece en SOLIDWORKS

#### Paso 1: Instalación del Rodamiento en la Base

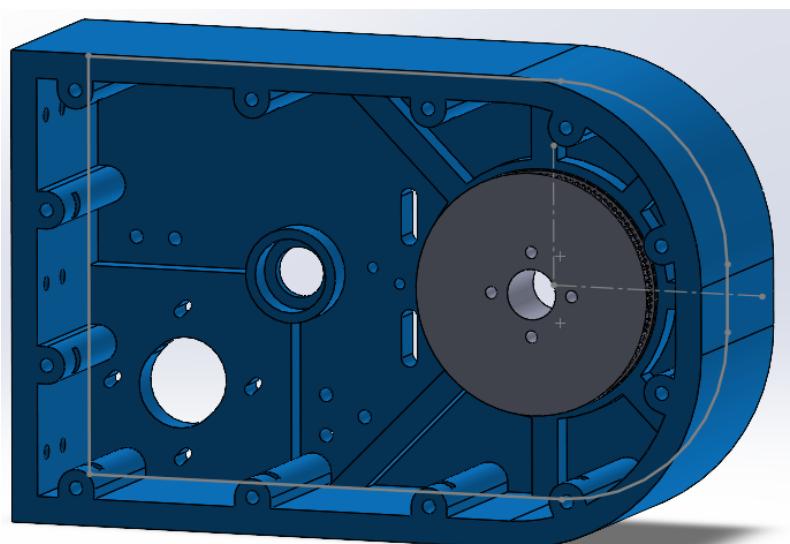
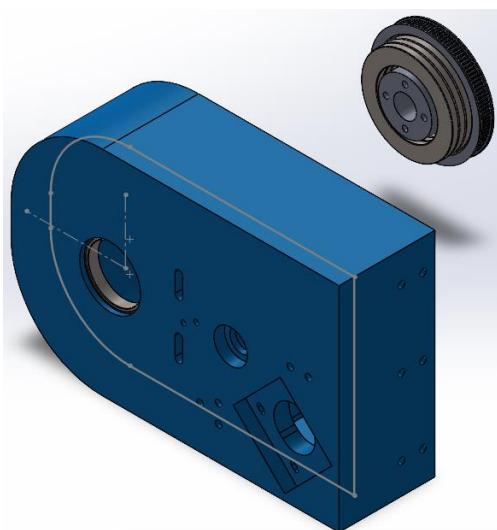
1. **Base:** Esta pieza corresponde a la base del robot SCARA.
2. **Rodamiento:** Instala el rodamiento en la abertura central de la base.



#### Paso 2: Instalación del Polea de 110 Dientes y Cojinete de Empuje

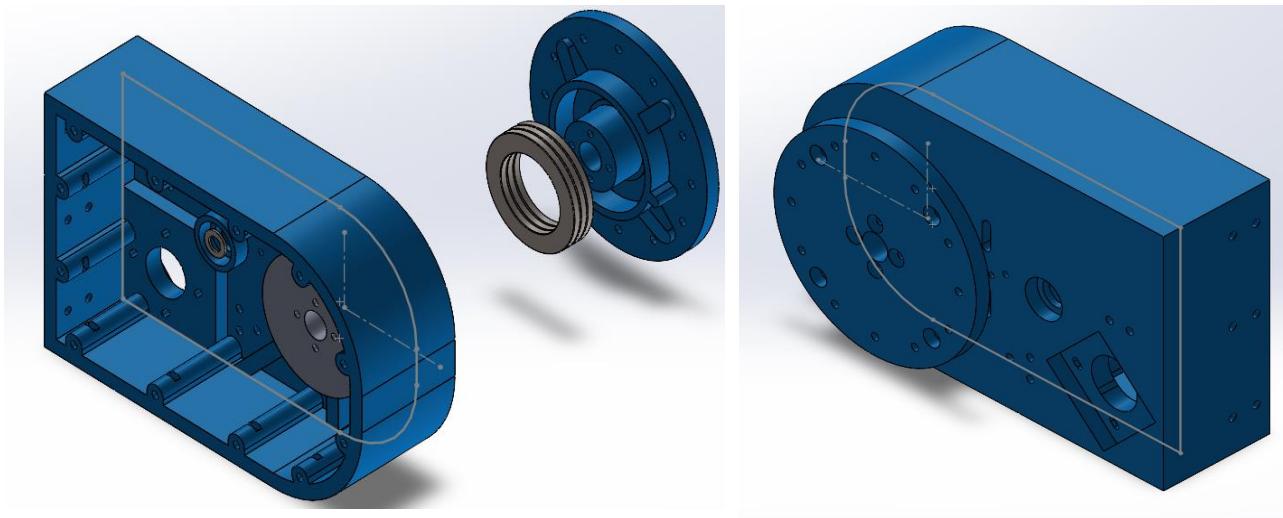
**40x60x13**

1. **Polea de 110 Dientes:** Inserta la polea de 110 dientes en la abertura correspondiente de la base, asegurándote de que esté bien alineada.
2. **Cojinete de Empuje 40x60x13:** Coloca el cojinete de empuje (dimensiones 40 mm de diámetro interno, 60 mm de diámetro externo, y 13 mm de grosor) en su lugar antes de montar la polea.



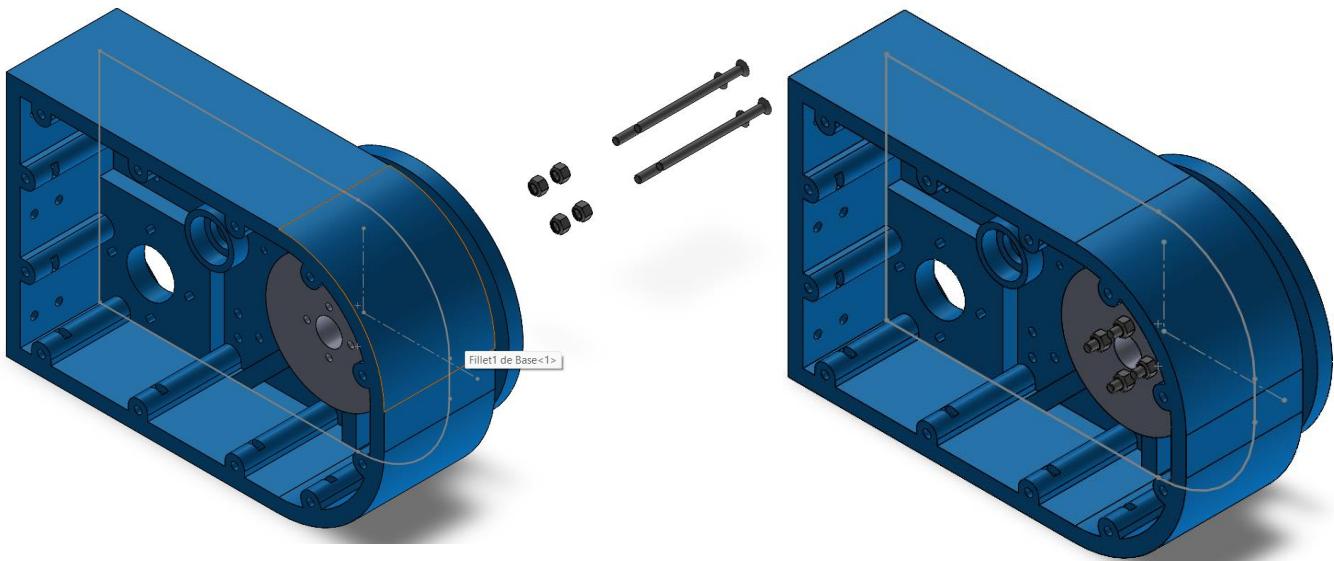
### Paso 3: Instalación del Cojinete de Empuje y el Acoplador

- Cojinete de Empuje (Thrust Bearing 40x60x13):** Coloca otro cojinete de empuje (40 mm de diámetro interno, 60 mm de diámetro externo, y 13 mm de grosor) en el lado opuesto de la base.
- Acoplador:** Asegura el acoplador en su lugar, alineándolo correctamente con la base y el cojinete de empuje para garantizar un ensamblaje preciso.



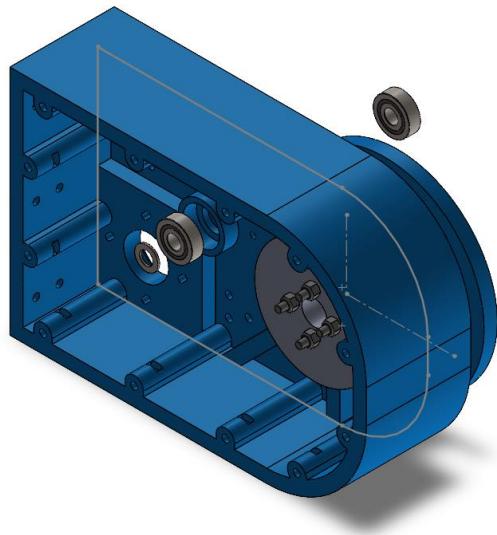
### Paso 4: Fijación con Tornillos y Tuercas

- Fijación de Componentes:** Ajusta las piezas mencionadas en los pasos anteriores utilizando tornillos M4 de 60 mm y tuercas M4.
- Procedimiento:** Asegura los tornillos a través de las piezas alineadas y aprieta las tuercas para garantizar un montaje firme y seguro.



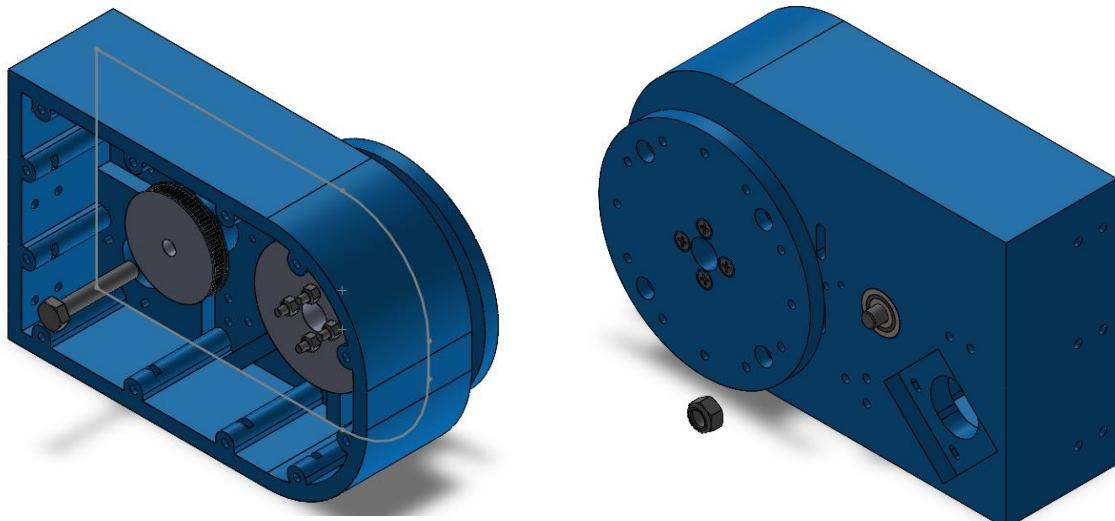
## Paso 5: Instalación de los Rodamientos, Arandela y Poleas

1. **Rodamientos (Ball Bearings):** Coloca los dos rodamientos de bolas en los alojamientos correspondientes en la base.
2. **Arandela M8 (M8 Washer):** Instala la arandela M8 entre los componentes para asegurar un ajuste adecuado y reducir la fricción.
3. **Polea de 22 y 80 Dientes:** Coloca las poleas de 22 y 80 dientes en sus respectivas posiciones, asegurándote de que estén bien alineadas con los rodamientos.



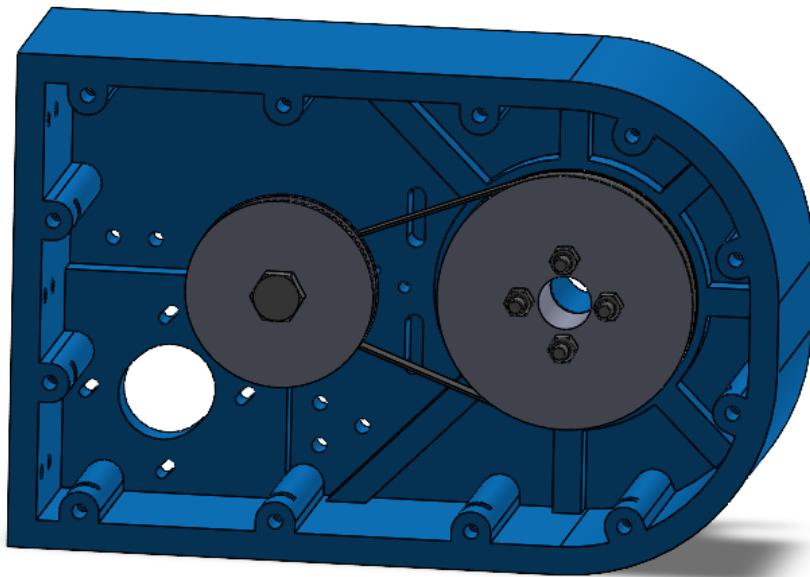
## Paso 6: Fijación con Tornillo M8 y Tuerca

1. **Tornillo M8 de 45 mm:** Inserta el tornillo M8 de 45 mm desde el lado opuesto para asegurar la polea y los rodamientos en su lugar.
2. **Tuerca M8:** Coloca la tuerca M8 en el extremo del tornillo y ajústala firmemente para asegurar todas las piezas y evitar movimientos no deseados.



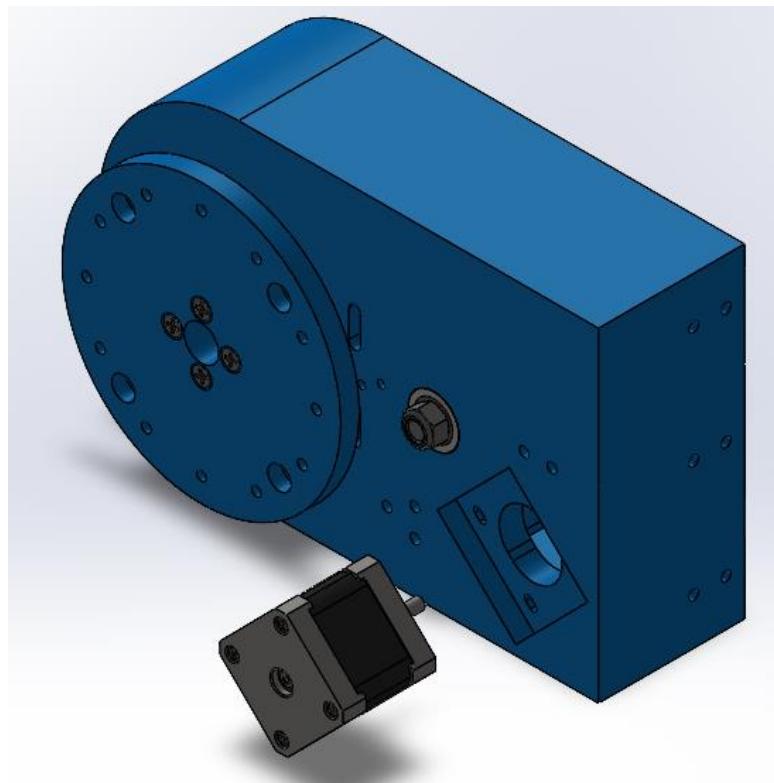
## Paso 7: Instalación de la Correa

1. **Correa de 300 mm:** Coloca la correa de 300 mm sobre la polea de 22 dientes en la parte pequeña y asegúrala alrededor de la polea más grande (80 dientes) para completar el sistema de transmisión.



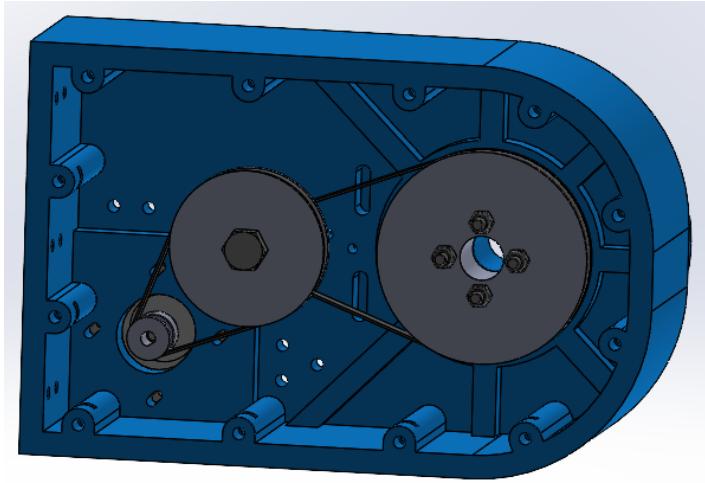
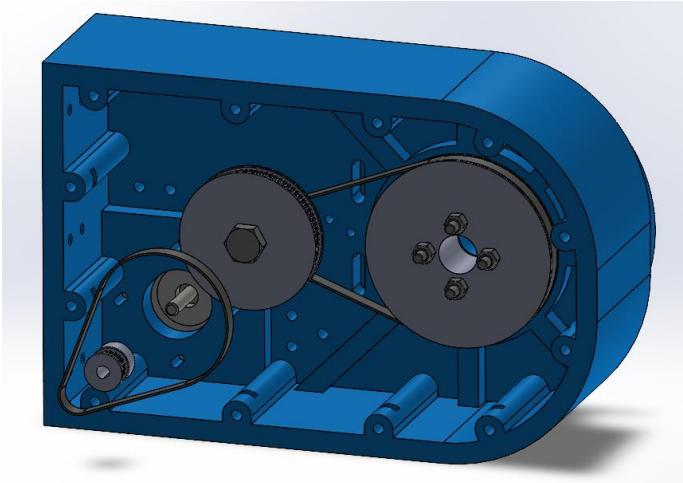
## Paso 8: Instalación del Motor

1. **Motor:** Colocar el motor en la posición indicada y alineararlo con el acoplador para asegurar una correcta transmisión de movimiento.



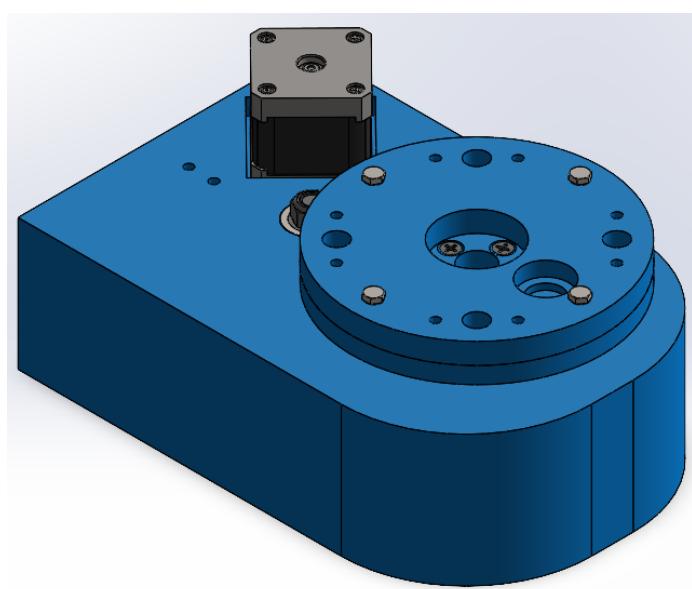
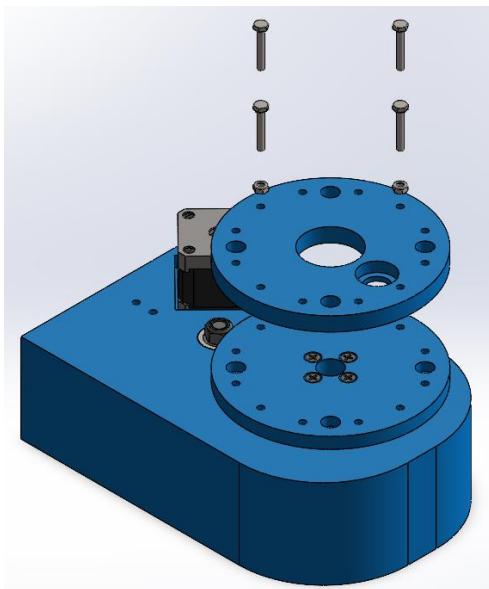
## Paso 9: Instalación de la Polea del Motor y la Correa de 20 mm

- Polea del Motor:** Colocar la polea correspondiente al motor en su posición y asegurarla correctamente.
- Correa de 20 mm:** Colocar la correa de 20 mm en la polea del motor y en la parte grande de la polea de 80 dientes, asegurándose de que esté alineada y tensada adecuadamente para un funcionamiento correcto.



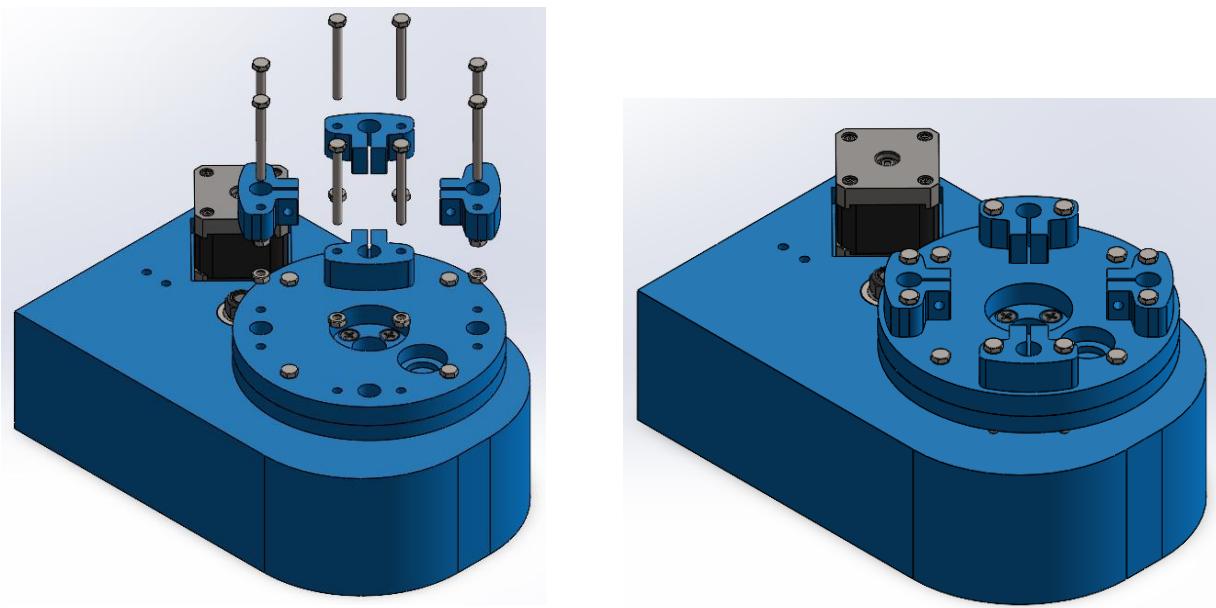
## Paso 10: Fijación de la Parte Inferior del Eje Z y Preparación para los Sujetadores de Varillas Lisas

- Fijación de la Parte Inferior del Eje Z (Z-Axis Bottom):** Asegurar la parte inferior del eje Z con los tornillos correspondientes, alineando correctamente los agujeros para un montaje seguro.
- Preparación para los Sujetadores de Varillas Lisas (Smooth Rod Clamps):** Esta pieza servirá como base para la instalación de los sujetadores de varillas lisas, que fijarán las varillas en su lugar.



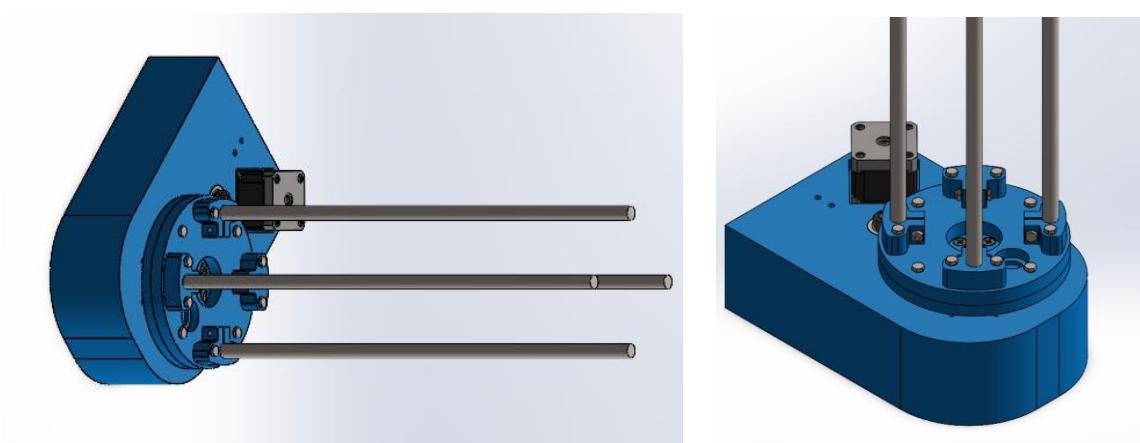
## Paso 11: Instalación de los Sujetadores de Varillas Lisas con Tornillos y Tuercas

- Sujetadores de Varillas Lisas:** Colocar los sujetadores de varillas lisas en la parte superior del eje Z.
- Fijación con Tornillos y Tuercas:** Asegurar los sujetadores utilizando tornillos M4 de 60 mm y sus respectivas tuercas, verificando que queden bien alineados y ajustados para sujetar las varillas de manera firme.



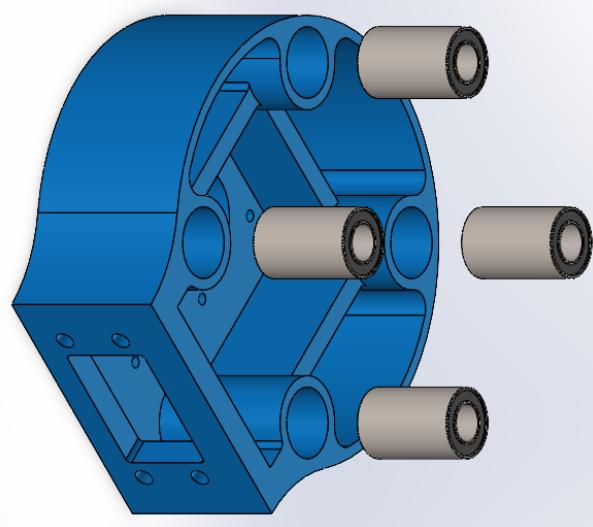
## Paso 12: Instalación y Fijación de las Varillas Lisas

- Varillas Lisas:** Colocar las 4 varillas de 10 mm de diámetro y 400 mm de longitud en los sujetadores previamente instalados.
- Ajuste de Varillas:** Asegurar que las varillas estén correctamente alineadas y firmemente sujetas por los sujetadores.
- Fijación de Sujetadores:** Apretar los sujetadores utilizando los tornillos correspondientes para asegurar las varillas en su posición.



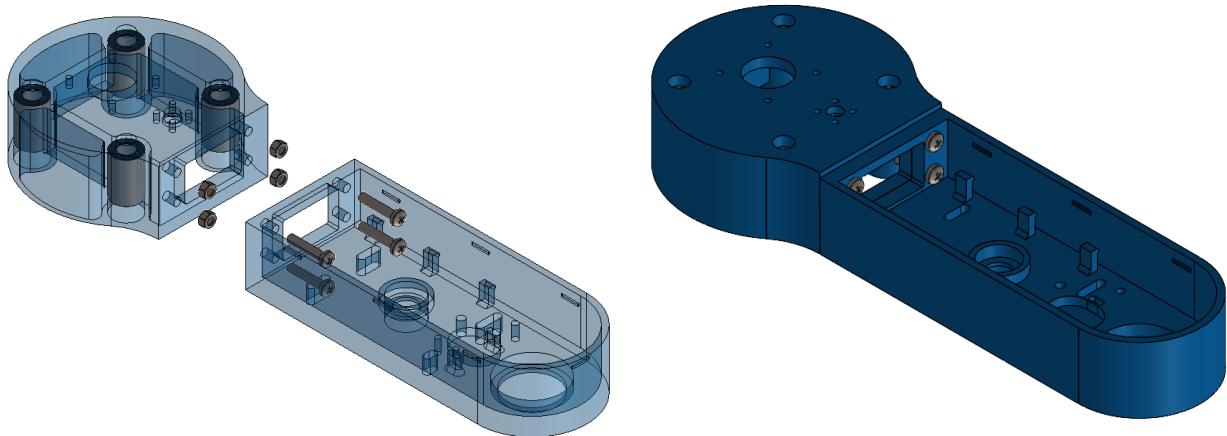
## Paso 13: Instalación de los Cojinetes Lineales en la Plataforma de Montaje del Eje Z

1. **Plataforma de Montaje del Eje Z:** Utilizar la plataforma del eje Z para instalar los cojinetes.
2. **Cojinetes Lineales (Linear Bearings):** Colocar los 4 cojinetes lineales en las posiciones correspondientes de la plataforma, asegurando que estén alineados para que las varillas lisas pasen a través de ellos de manera suave.



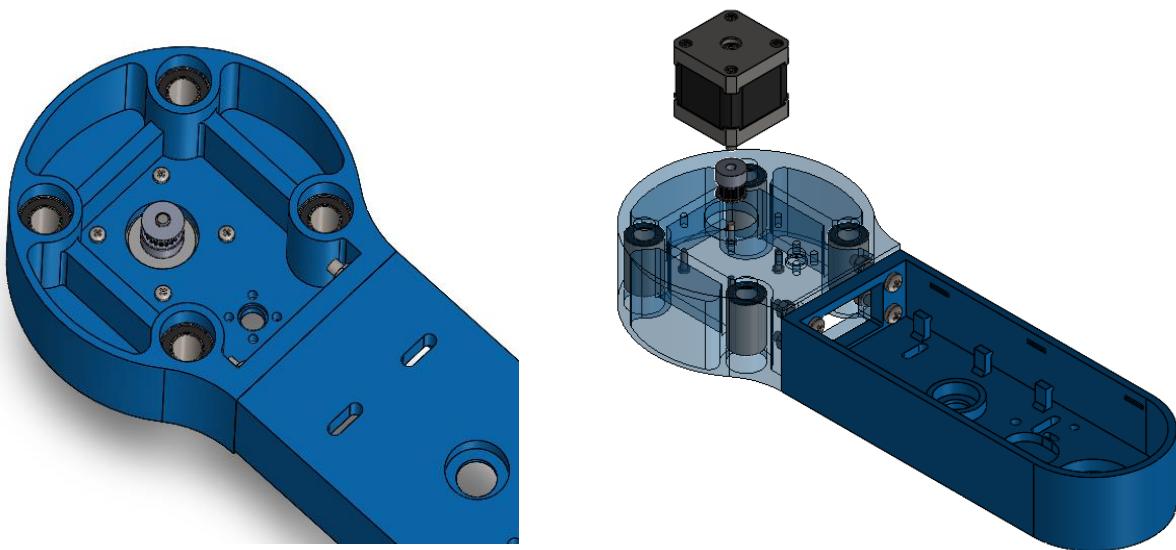
## Paso 14: Fijación del Brazo 1 a la Plataforma de Montaje

1. **Brazo 1:** Colocar el brazo 1 en la posición correspondiente sobre la plataforma de montaje con los cojinetes lineales instalados.
2. **Fijación con Tornillos:** Asegurar el brazo 1 a la plataforma utilizando 4 tornillos M5 de 25 mm, verificando que todas las piezas estén alineadas correctamente y ajustadas firmemente.



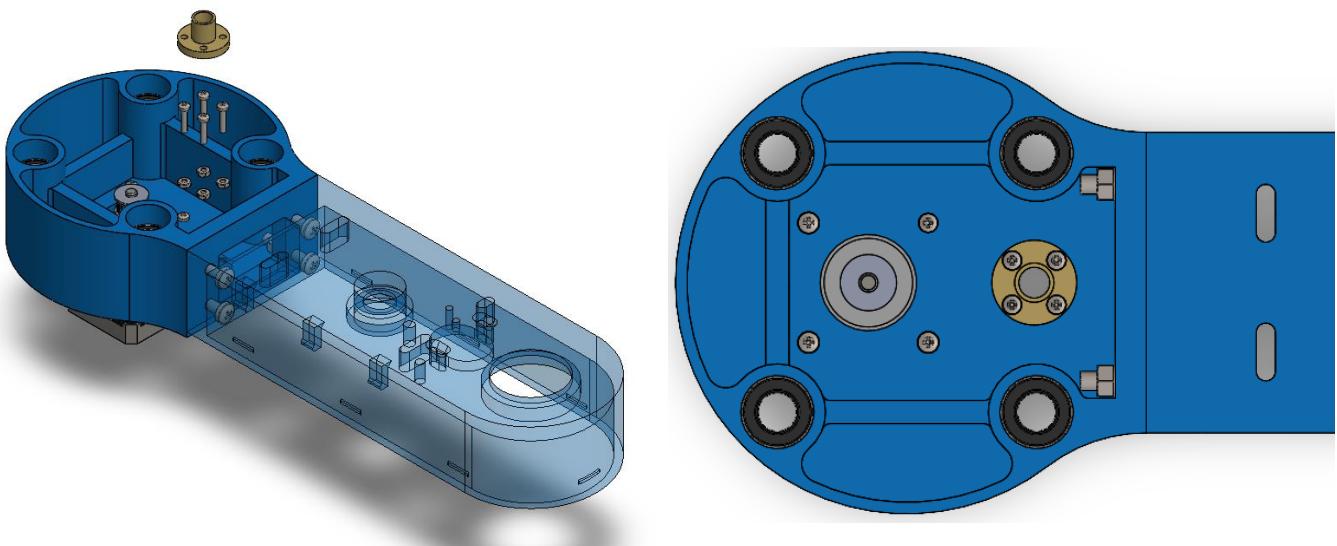
## Paso 15: Fijación del Motor y el Piñón en la Plataforma

- Motor y Piñón:** Colocar el motor y el piñón en la plataforma de montaje, asegurando que el piñón quede alineado con el mecanismo del brazo.
- Fijación del Motor:** Asegurar el motor con tornillos M3 de 10 mm, verificando que esté correctamente posicionado y ajustado firmemente.
- Fijación del Piñón:** Asegurar el piñón en su lugar, garantizando su alineación adecuada para el correcto funcionamiento del sistema.



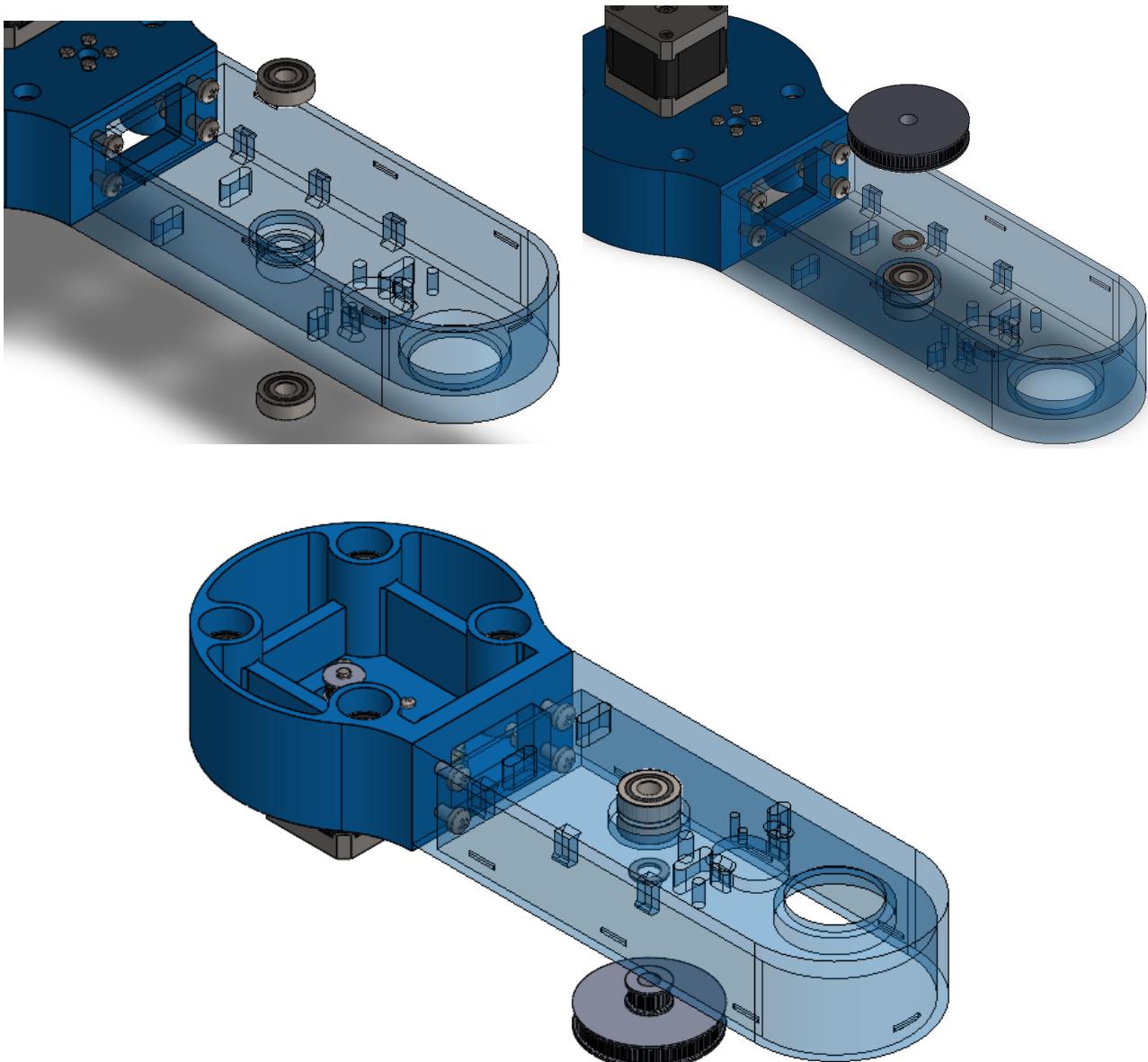
## Paso 16: Instalación y Fijación de la Tuerca de Tornillo de Avance (Lead Screw Nut)

- Tuerca de Tornillo de Avance (Lead Screw Nut) de 8 mm:** Colocar y asegurar la tuerca de tornillo de avance en la posición correspondiente en la plataforma, alineándola correctamente para el paso del tornillo de avance.
- Fijación con Tornillos y Tuercas:** Asegurar la tuerca utilizando 4 tornillos M2.5 de 12 mm y sus correspondientes tuercas, verificando que esté firmemente sujetada para guiar correctamente el tornillo de avance de 8 mm.



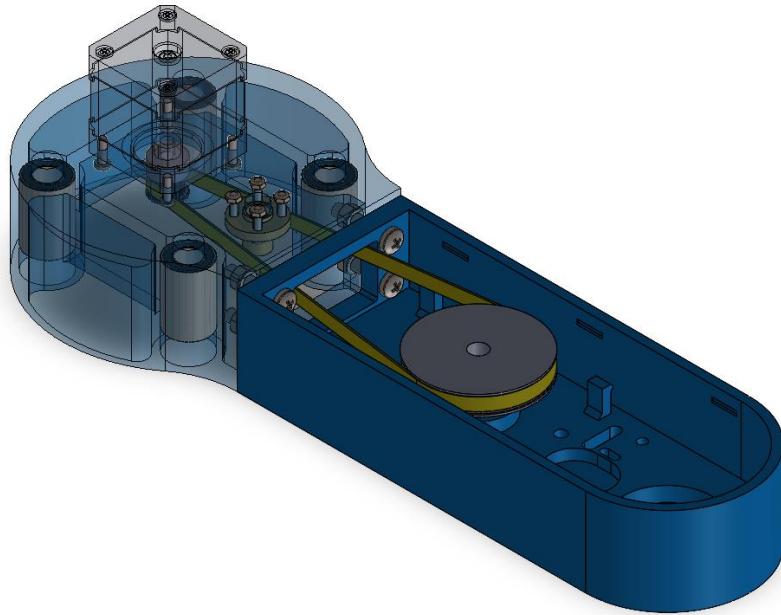
## Paso 17: Instalación de Rodamientos, Arandela y Poleas en el Brazo 1

1. **Rodamientos de Bolas (Ball Bearings) 8x22x7 mm:** Colocar los dos rodamientos de bolas en sus alojamientos correspondientes en el brazo 1.
2. **Arandela M8 (M8 Washer):** Insertar la arandela M8 entre los rodamientos y las poleas para asegurar un ajuste adecuado.
3. **Poleas de 23 y 80 Dientes:** Colocar las poleas de 23 y 80 dientes en sus posiciones correspondientes sobre los rodamientos, asegurando que estén correctamente alineadas para un movimiento suave y preciso.



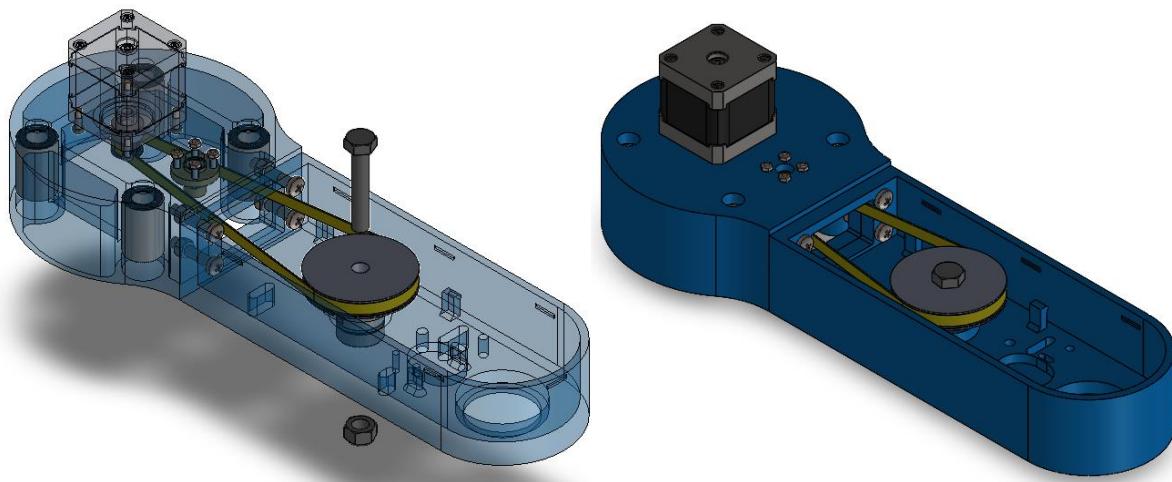
## Paso 18: Instalación de la Correa de 400 mm

- Correa de 400 mm:** Colocar la correa de 400 mm en la parte grande de la polea de 80 dientes.
- Ajuste al Piñón del Motor:** Asegurar la correa ajustándola al piñón del motor.



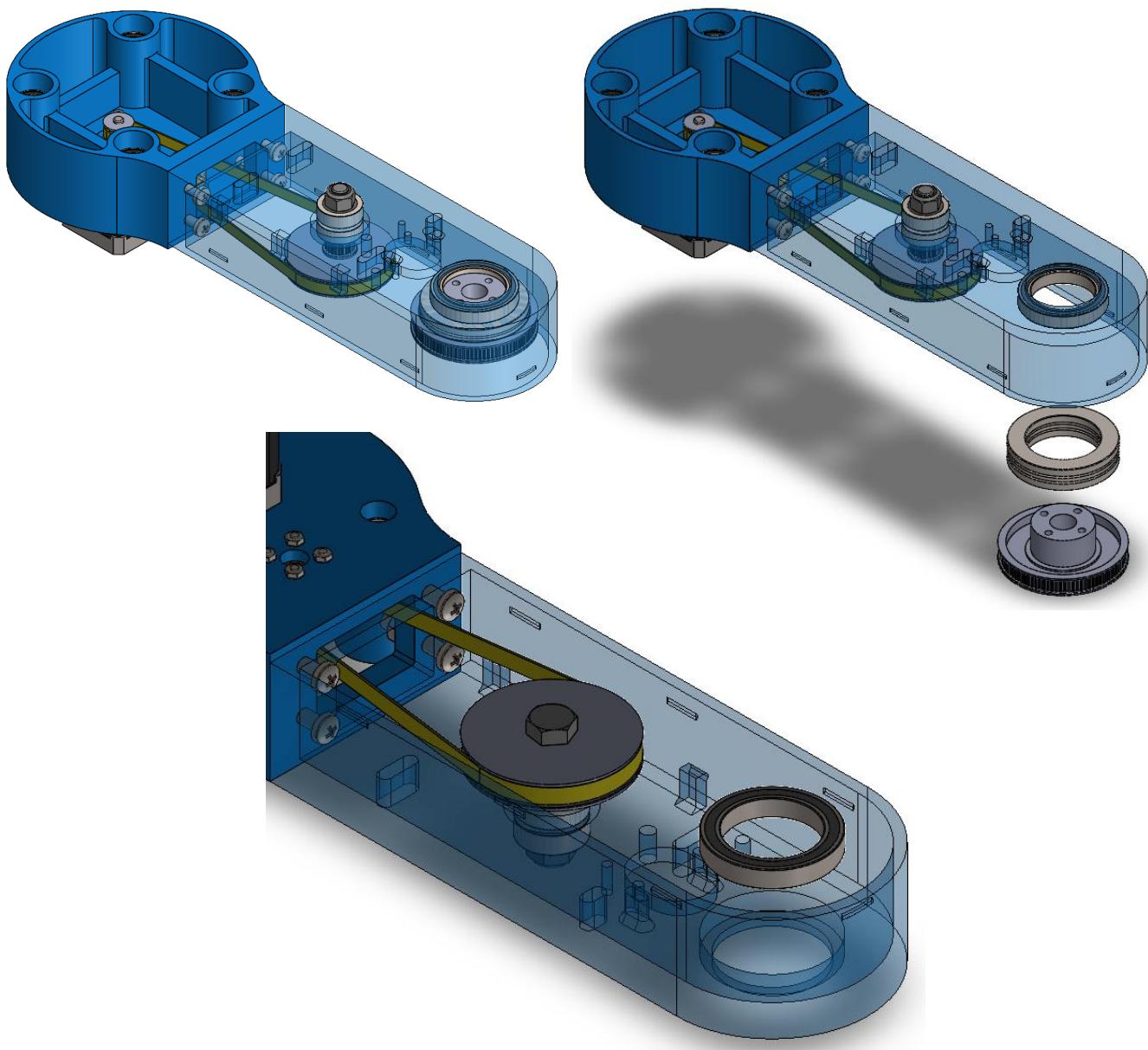
## Paso 19: Fijación de la Polea con Tornillo y Tuerca

- Fijación de la Polea de 80 Dientes:** Asegurar la polea mencionada utilizando un tornillo M8 de 45 mm.
- Tuerca Correspondiente:** Colocar la tuerca correspondiente en el tornillo y apretarla firmemente para asegurar la polea en su lugar.



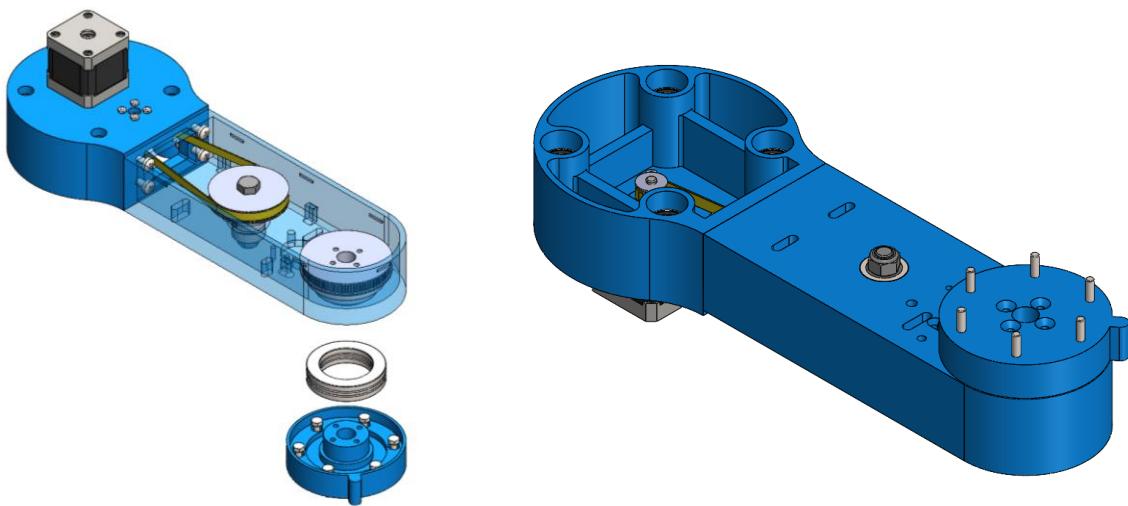
## Paso 20: Instalación de Componentes en el Extremo del Brazo 1

1. **Rodamiento de Bolas (Ball Bearing) 30x42x7 mm:** Colocar el rodamiento de bolas en el alojamiento correspondiente en el extremo del brazo 1.
2. **Cojinete de Empuje (Thrust Bearing) 35x52x12 mm:** Instalar el cojinete de empuje junto al rodamiento, asegurando una alineación correcta para el movimiento axial.
3. **Polea de 92 Dientes:** Colocar la polea de 92 dientes sobre los rodamientos.



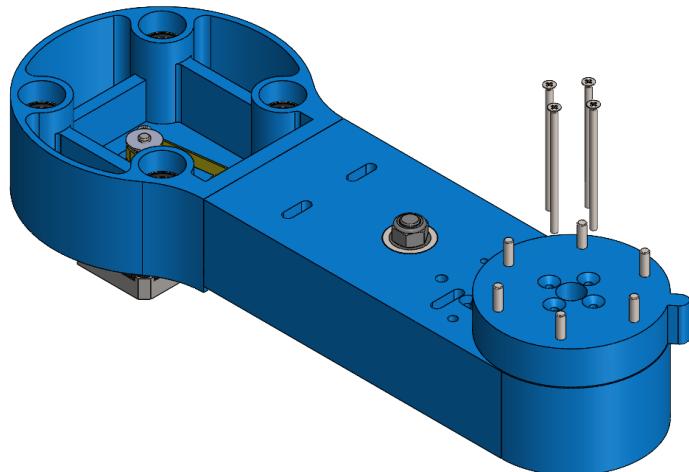
## Paso 21: Preparación para la Instalación del Brazo 1

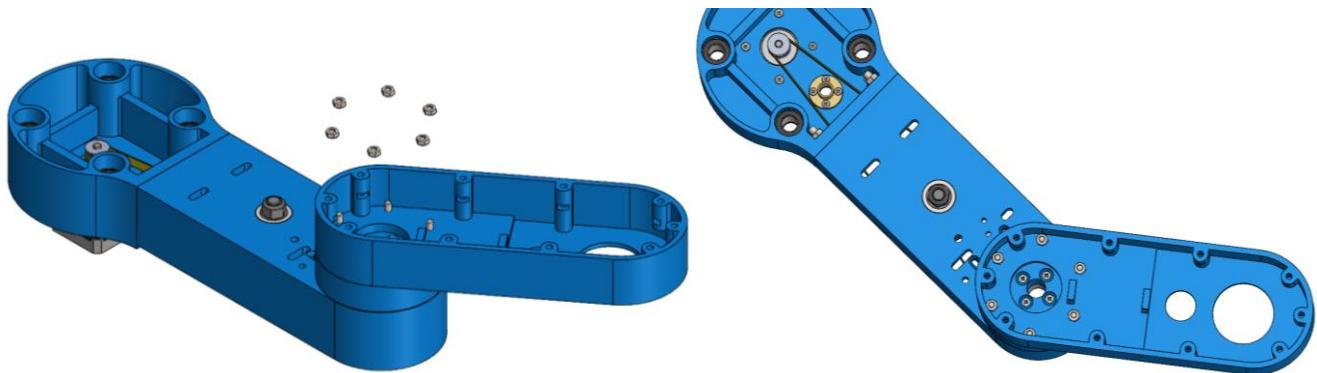
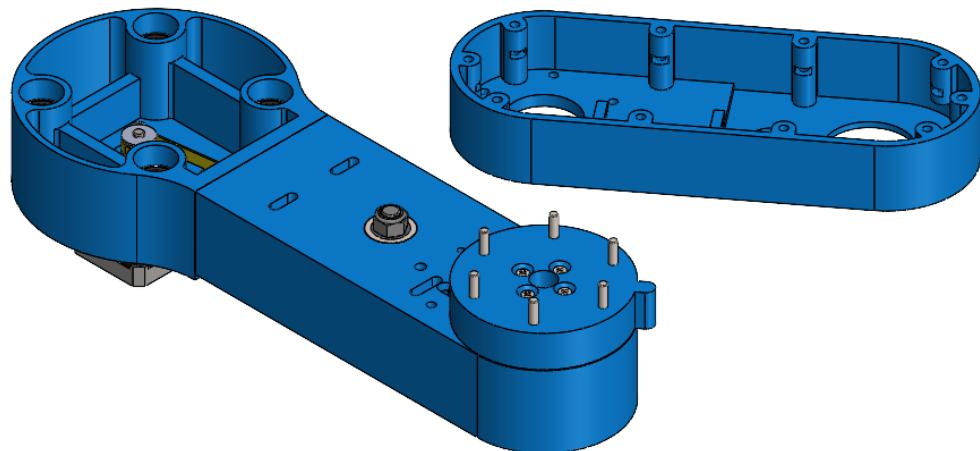
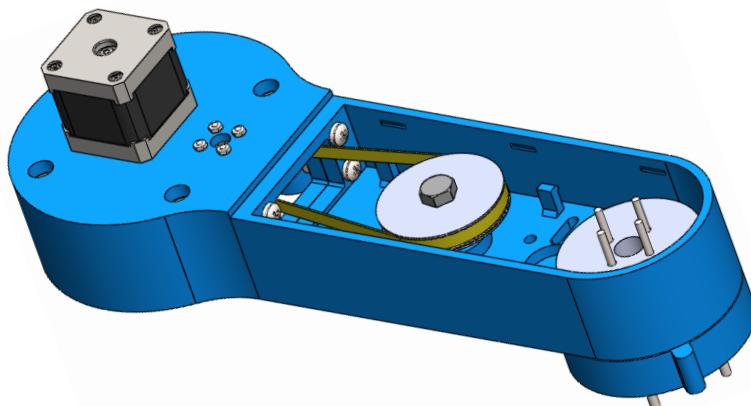
1. **Cojinete de Empuje (Thrust Bearing):** Colocar el cojinete de empuje en el lado opuesto del montaje del extremo.
2. **Acoplador para el Brazo 2:** Colocar el acoplador en su posición correcta, asegurando que esté alineado con la polea y preparado para conectar con el brazo 2.
3. **Preparación de Tornillos:** Insertar los 6 tornillos M4 de 20 mm en sus posiciones correspondientes, preparando el montaje para la instalación del brazo 1.



## Paso 22: Instalación del Brazo 2 y Preparación de Tornillos

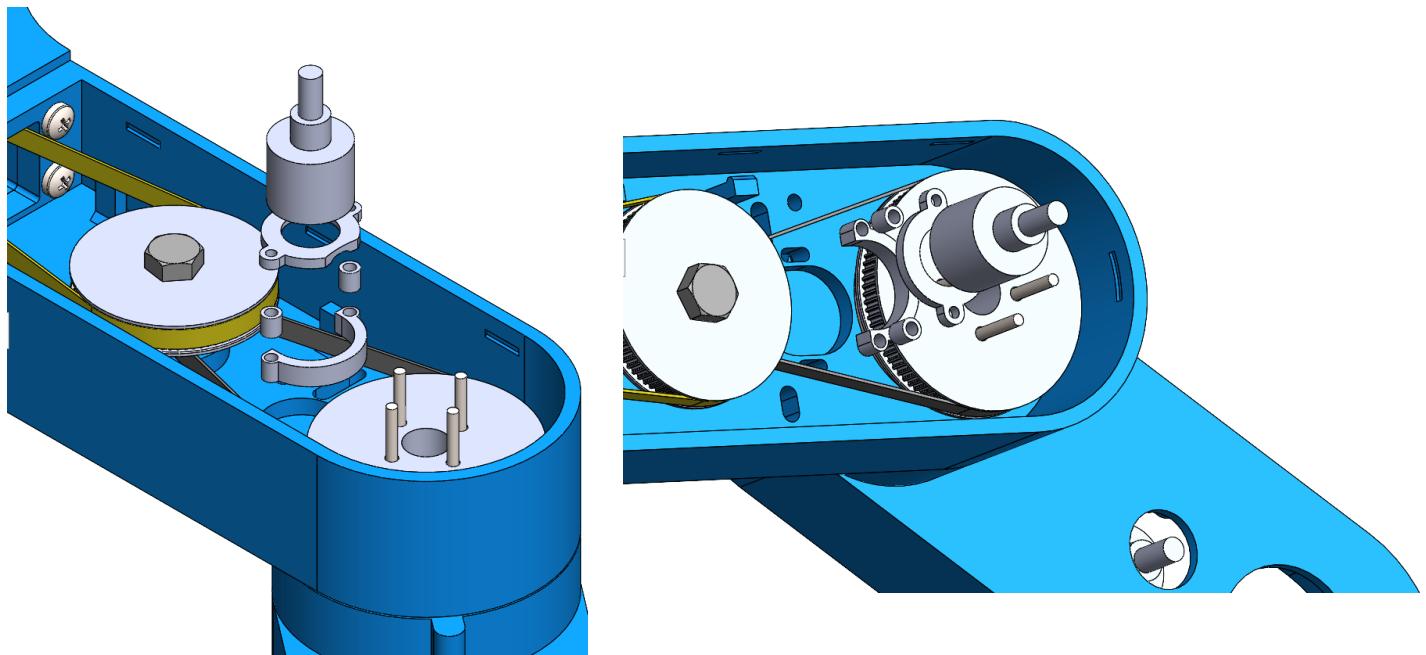
1. **Brazo 2:** Colocar el brazo 2 en su posición, alineándolo correctamente con el acoplador y la polea.
2. **Fijación con Tornillos y Tuercas:** Utilizar los 6 tornillos M4 de 20 mm y sus correspondientes tuercas para asegurar el brazo 2. Verificar que el brazo quede bien posicionado.
3. **Tornillos de la Polea y Acoplador:** Insertar los tornillos que pasan a través de la polea y el acoplador, sin asegurarlos completamente en este paso, ya que se colocarán más piezas antes de fijarlos definitivamente.





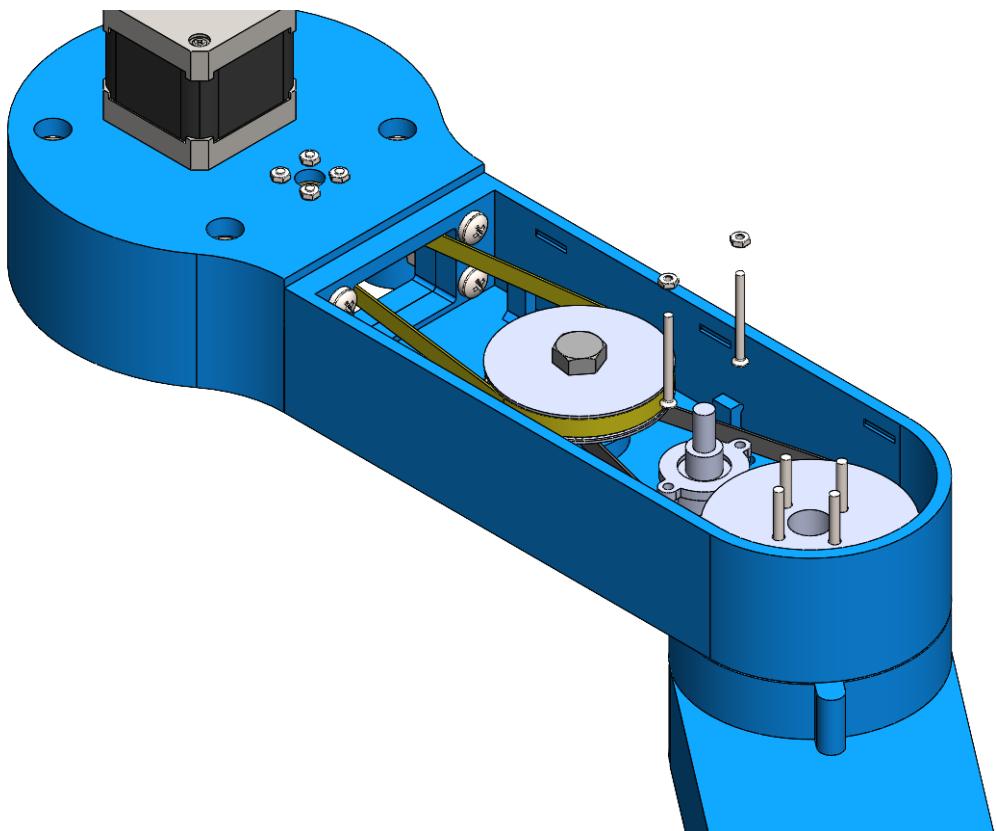
### Paso 23: Instalación de Encajes, Bujes, Engranaje™ y Potenciómetro

- Encajes y Bujes:** Colocar los dos encajes y los dos bujes en su posición para ajustar la altura del potenciómetro, asegurando que quede correctamente alineado con el mecanismo.
- Engranaje Adicional:** Colocar el engranaje en su posición correcta para conectar con el sistema y permitir la transmisión del movimiento.
- Potenciómetro:** Instalar el potenciómetro en el montaje, asegurando que esté bien ajustado para medir los movimientos del sistema con precisión.



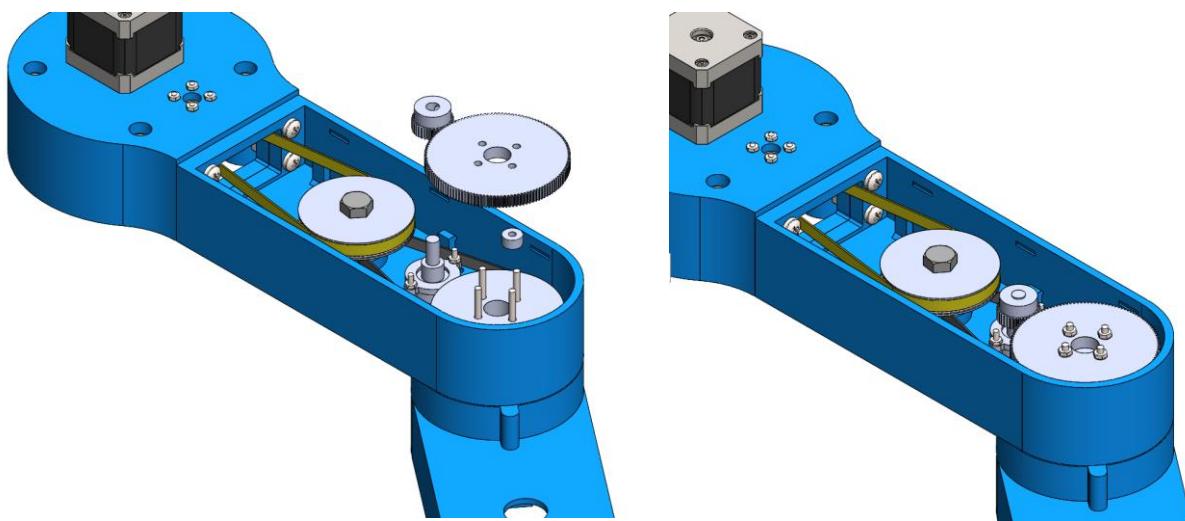
#### Paso 24: Fijación de las Piezas con Tornillos

1. **Fijación con Tornillos y Tuercas:** Asegurar los encajes, bujes y el potenciómetro utilizando dos tornillos M2.5 de 30 mm y sus respectivas tuercas, para garantizar que el potenciómetro quede firmemente sujetado y estable.



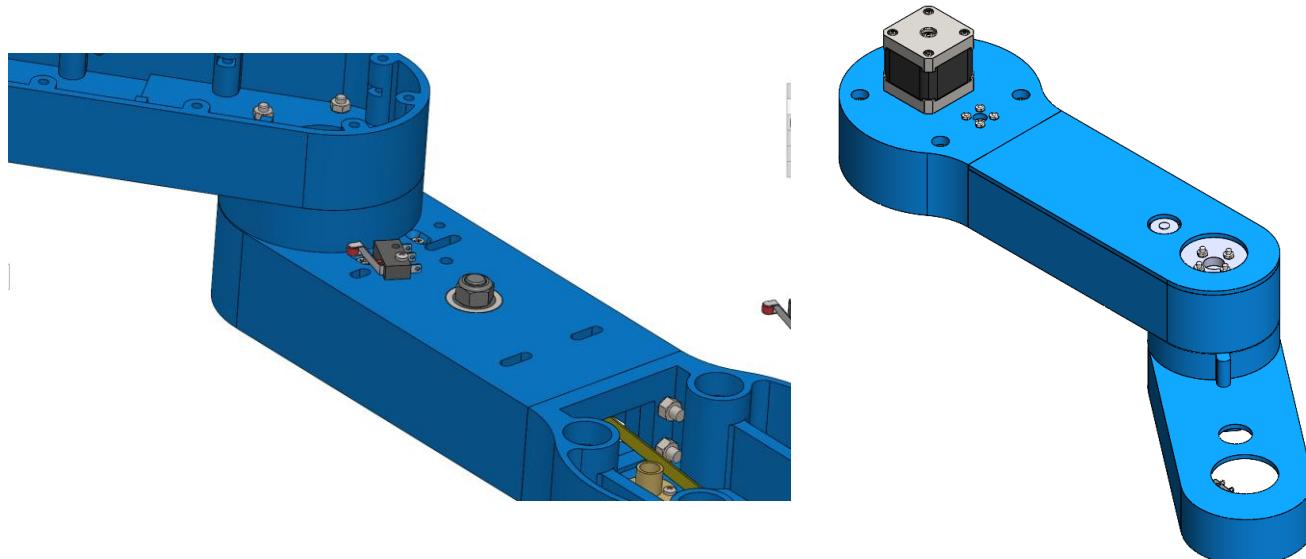
## Paso 25: Instalación del Piñón, Buje y Asegurado de las Poleas

1. **Instalar el Piñón en el Potenciómetro:** Colocar el piñón en el eje del potenciómetro, asegurando que quede correctamente ajustado para transmitir el movimiento.
2. **Colocar el Buje:** Añadir otro buje para asegurar que el nuevo engranaje que se instalará quede a la altura correcta del potenciómetro.
3. **Fijación de Tornillos y Poleas:** Colocar las tuercas en los tornillos que se habían insertado en los pasos anteriores, y asegurar firmemente las poleas con el nuevo engranaje



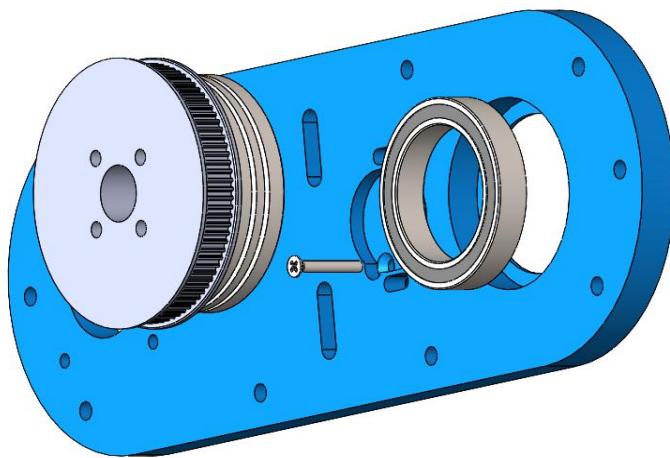
## Paso 26: Instalación del Microswitch en la Parte Inferior del Brazo

1. **Microswitch:** Colocar el microswitch en la parte inferior del brazo, alineándolo correctamente con el área designada.
2. **Fijación con Tornillo:** Asegurar el microswitch utilizando un tornillo M2.5 de 20 mm, garantizando que quede firme y en la posición adecuada para detectar el movimiento del brazo 2.



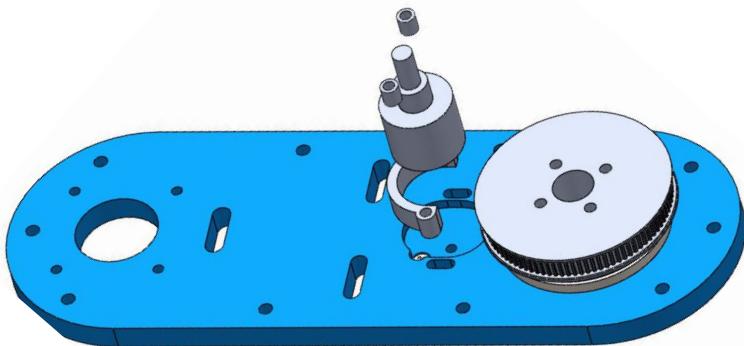
## Paso 27: Instalación de Componentes en la Base del Brazo 2

1. **Rodamiento de Bolas (Ball Bearing) 30x42x7 mm:** Colocar el rodamiento de bolas en la base del brazo 2, asegurando que esté correctamente alineado en su alojamiento.
2. **Cojinete de Empuje (Thrust Bearing) 35x52x12 mm:** Instalar el cojinete de empuje sobre el rodamiento de bolas, garantizando una colocación adecuada para soportar el movimiento axial.
3. **Polea de 90 Dientes:** Colocar la polea de 90 dientes sobre los rodamientos, asegurando que quede bien posicionada para la correcta transmisión del movimiento.



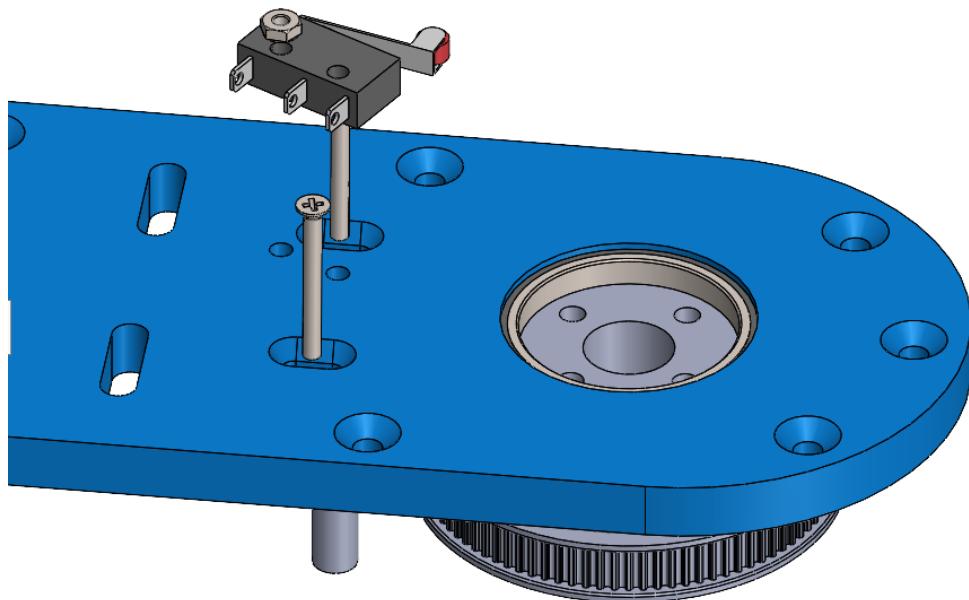
## Paso 28: Instalación de Encaje, Potenciómetro y Bujes en la Base del Brazo 2

1. **Tornillo del Microswitch:** Colocar primero el tornillo del microswitch antes de instalar el potenciómetro, ya que una vez puesto, el acceso al tornillo será limitado.
2. **Encaje y Potenciómetro:** Instalar el encaje y colocar el potenciómetro en su posición, asegurando que esté alineado correctamente para medir los movimientos.
3. **Bujes:** Colocar los dos bujes para ajustar la altura del potenciómetro, asegurando que quede alineado con el engranaje que se instalará posteriormente.



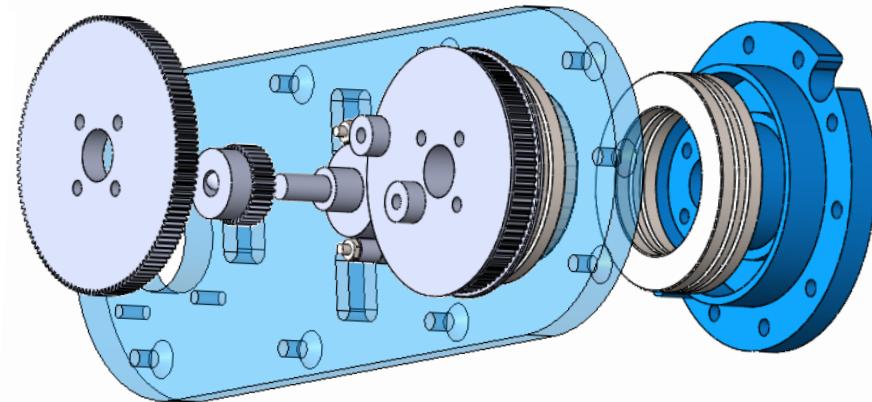
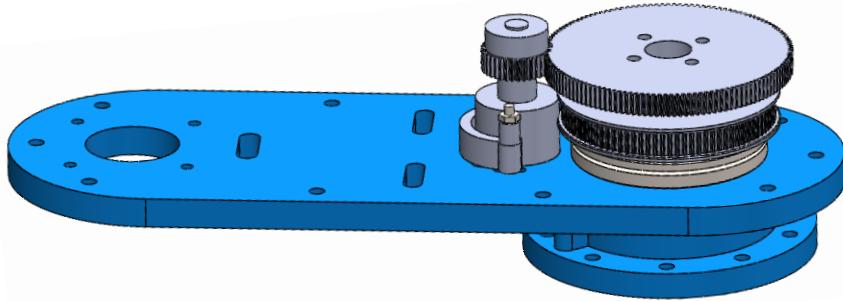
## Paso 29: Instalación del Switch y Fijación de Componentes

1. **Microswitch:** Colocar el microswitch en su posición y alinearla correctamente en la base del brazo 2.
2. **Fijación con Tornillos y Tuercas:** Introducir los tornillos M2.5 de 25 mm desde la parte inferior de la base y asegurarlos con sus respectivas tuercas, fijando firmemente el microswitch y los componentes previamente instalados para garantizar un montaje estable.



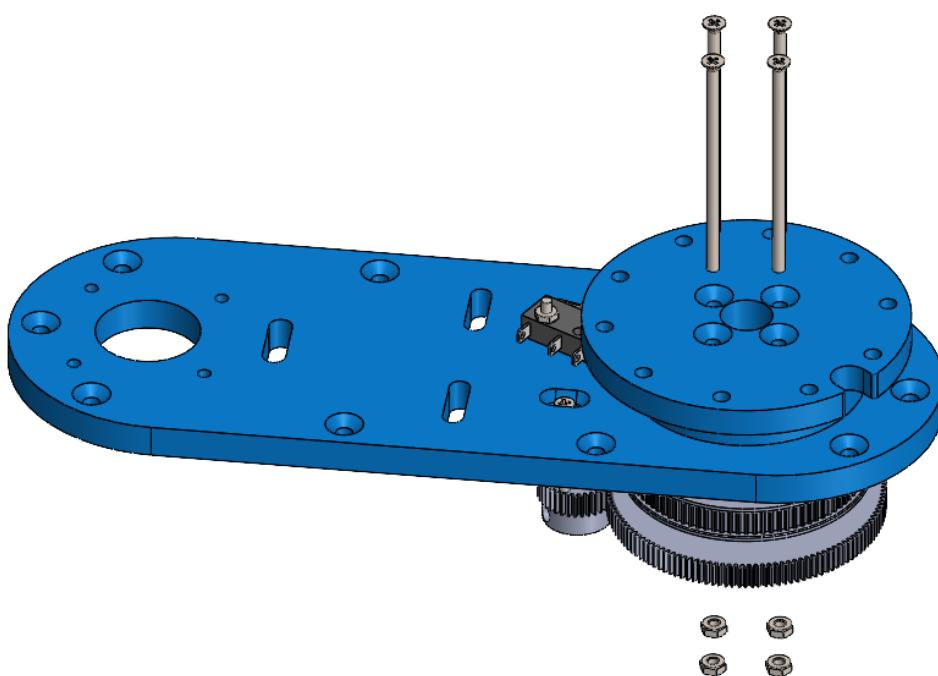
## Paso 30: Instalación del Piñón del Potenciómetro, Bujes, Cojinete de Empuje y Acoplador

1. **Piñón del Potenciómetro:** Colocar el piñón en el eje del potenciómetro desde el otro lado de la base, asegurando que quede bien alineado para transmitir el movimiento.
2. **Bujes sobre la Polea de 90 Dientes:** Colocar dos bujes sobre la polea de 90 dientes para ajustar la altura y asegurar que el engranaje que se colocará quede alineado con el potenciómetro.
3. **Cojinete de Empuje (Thrust Bearing):** Instalar el cojinete de empuje adicional en la base, asegurando su correcta posición para soportar la transmisión de movimiento.
4. **Acoplador para el Brazo:** Colocar el acoplador que permitirá unir el brazo al Gripper en pasos posteriores, asegurando su alineación adecuada con el sistema.



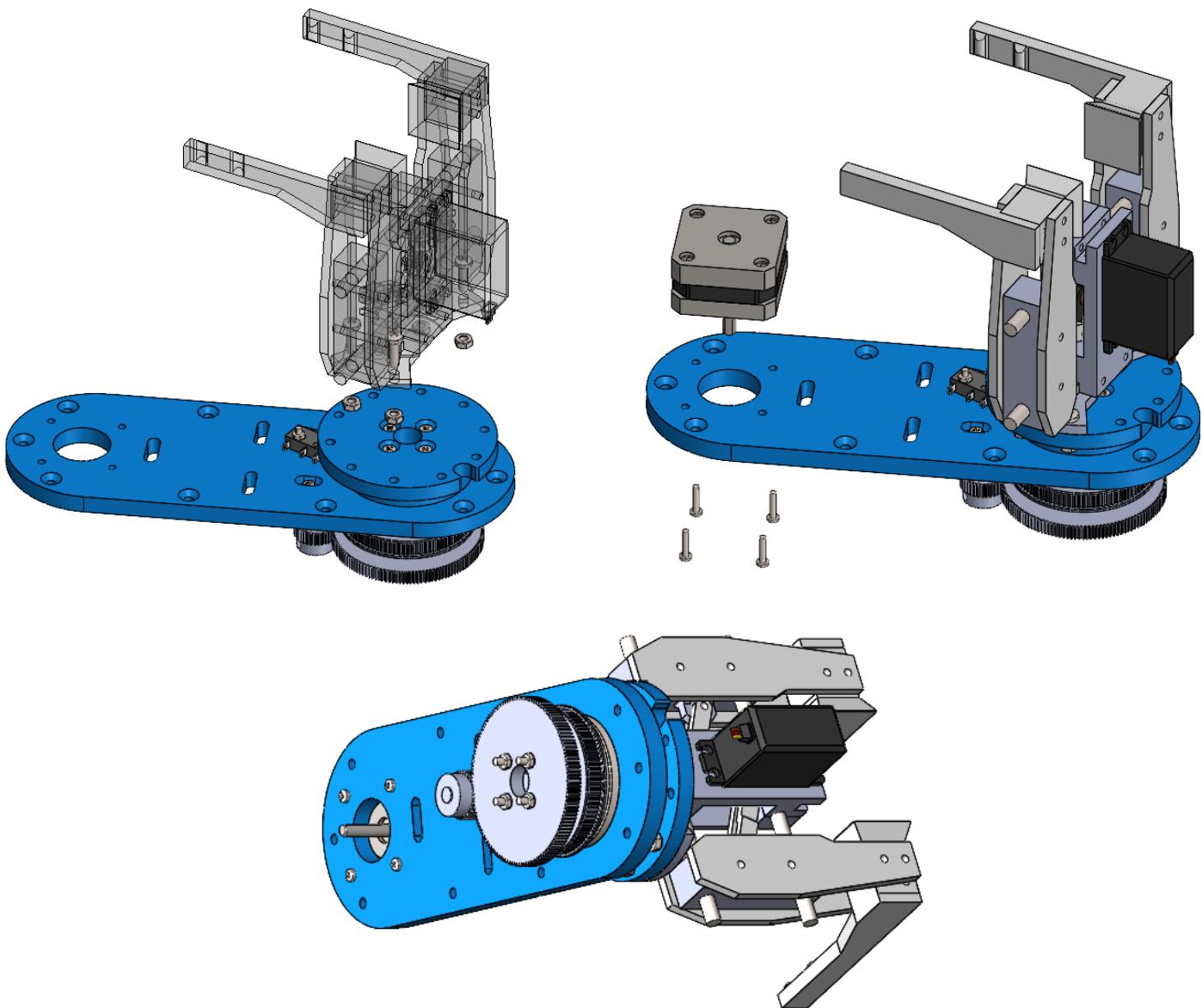
### Paso 31: Fijación del Acoplador, Polea de 90 Dientes y Engranaje

- Fijación de Componentes:** Asegurar el acoplador, la polea de 90 dientes y el engranaje que transmite el movimiento del brazo al potenciómetro.
- Tornillos y Tuercas:** Utilizar tornillos M3 de 60 mm y sus respectivas tuercas para unir firmemente todos los componentes, garantizando que queden bien ajustados y alineados para el correcto funcionamiento del sistema.



## Paso 32: Instalación del Gripper y Motor de Transmisión del Brazo 2

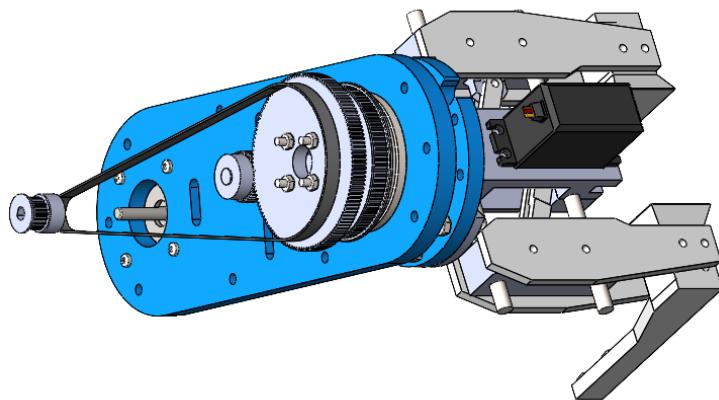
1. **Instalación del Gripper:** Colocar el Gripper en el acoplador ya fijado y alineararlo correctamente.
2. **Fijación del Gripper:** Asegurar el Gripper utilizando tornillos M4 de 14 mm y sus respectivas tuercas, garantizando que quede bien sujeto y listo para su funcionamiento.
3. **Instalación del Motor de Transmisión:** Colocar el motor en el otro extremo de la tapa del brazo 2, asegurándose de que esté alineado correctamente con el sistema de transmisión.
4. **Fijación del Motor:** Utilizar los mismos tornillos que se usaron para fijar el motor de pasos en anteriores, asegurando que quede firmemente ajustado para transmitir



## Paso 33: Instalación del Piñón del Motor y la Correa de 400 mm

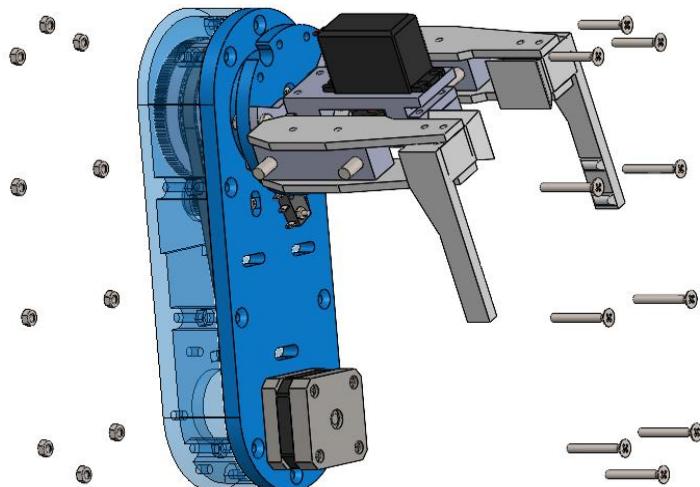
1. **Piñón del Motor:** Colocar el piñón en el eje del motor instalado en la tapa del brazo 2, asegurando que esté correctamente ajustado para la transmisión del movimiento.

- Correa de 400 mm:** Colocar la correa de 400 mm, uniéndola al piñón del motor y a la polea de 90 dientes, garantizando que la correa quede bien tensada y alineada para una transmisión eficiente del movimiento.



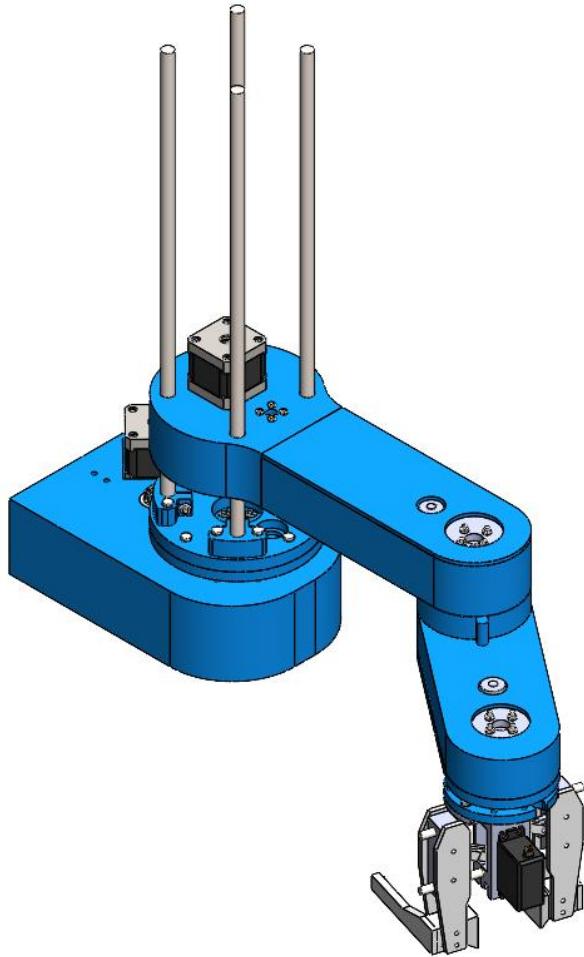
### Paso 34: Fijación de la Base a la Cubierta del Brazo 2

- Colocación de la Base:** Colocar la base con todas las piezas ensambladas en la cubierta del brazo 2, asegurándose de alinear correctamente los agujeros de montaje.
- Fijación con Tornillos y Tuercas:**
  - Utilizar 7 tornillos M4 de 30 mm para las áreas donde no interfieren con los engranajes internos.
  - Utilizar 3 tornillos M4 de 25 mm en las áreas cercanas a los engranajes para evitar contacto con los componentes internos.
  - Colocar las 10 tuercas M4 en las posiciones diseñadas dentro de la cubierta. La cubierta está diseñada para que las tuercas queden atrapadas a mitad del recorrido de los tornillos, lo cual asegura que no queden visibles ni interfieran con los componentes internos, mejorando tanto la estética como la funcionalidad del ensamblaje.



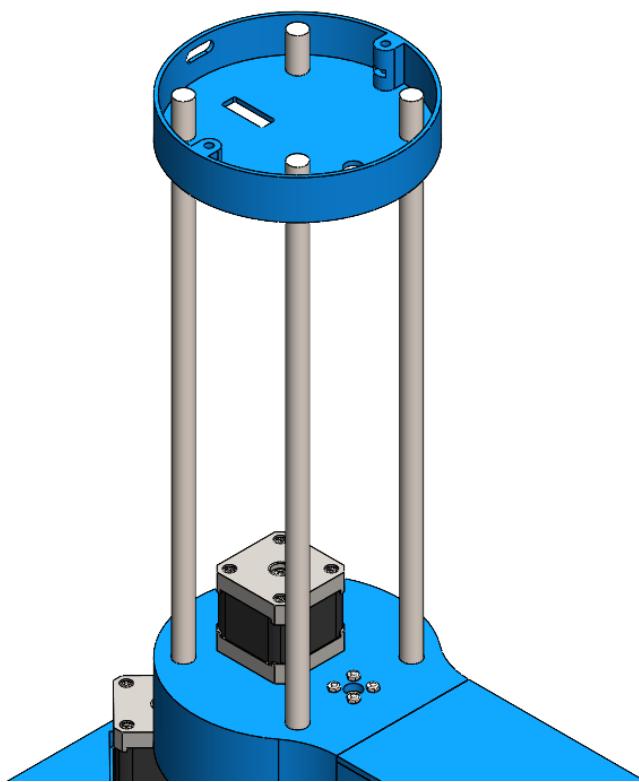
## Paso 35: Instalación del Brazo 1 en las Barras Smooth Rod de 400 mm

- Colocación del Brazo 1:** Deslizar el brazo 1 sobre las barras smooth rod de 400 mm previamente ensambladas en la base. Alinear el brazo para que se mueva suavemente a lo largo de las barras sin obstrucciones.
- Ajuste Correcto:** Asegurarse de que el brazo 1 quede bien asentado en las barras, permitiendo un movimiento lineal y controlado según el diseño del robot.



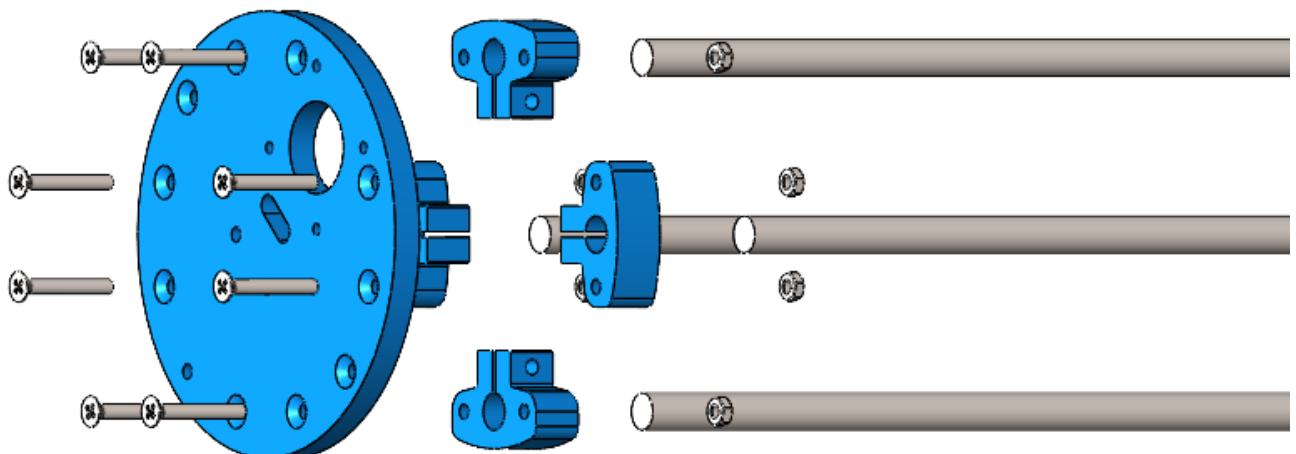
## Paso 35: Instalación del Brazo 1 en las Barras Smooth Rod de 400 mm

- Colocación del Brazo 1:** Deslizar el brazo 1 sobre las barras smooth rod de 400 mm previamente ensambladas en la base. Alinear el brazo para que se mueva suavemente a lo largo de las barras sin obstrucciones.
- Ajuste Correcto:** Asegurarse de que el brazo 1 quede bien asentado en las barras, permitiendo un movimiento lineal y controlado según el diseño del robot.
- Ensamble de cubierta superior:** Se ensambla la cubierta superior por los orificios determinados para las barras Smooth rod



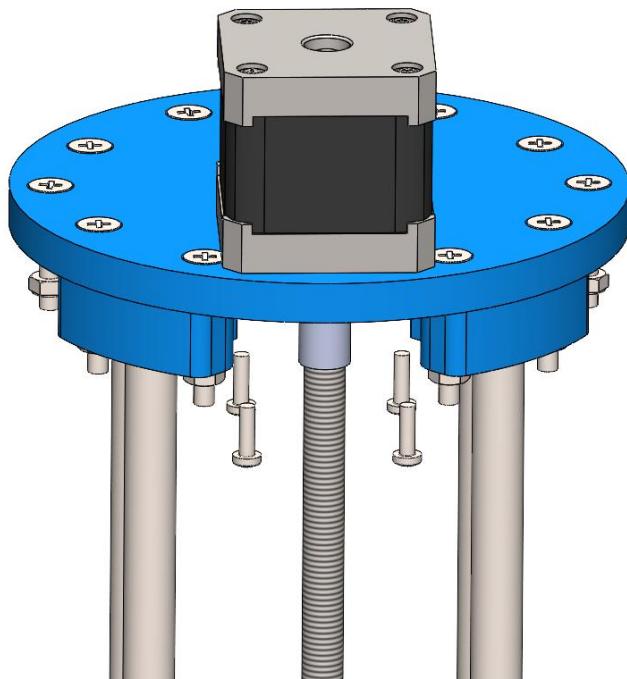
### Paso 36: Fijación de la Cubierta Superior con los Sujetadores

- Colocación de los Tornillos:** Inserta los 8 tornillos M4 de 30 mm en los orificios correspondientes de la cubierta superior en dirección a los Sujetadores.
- Ajuste y Alineación:** Asegúrate de que los tornillos atraviesen la cubierta y se enrosquen adecuadamente en los sujetadores de las varillas, fijando la estructura con firmeza.



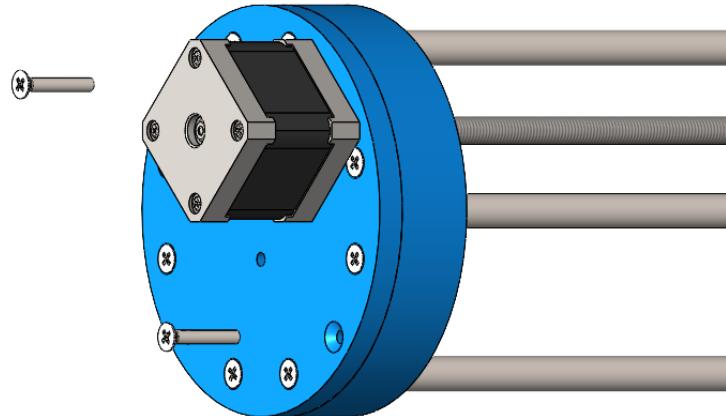
## Paso 37: Fijación de la Cubierta Superior con el motor NEMA 17

- Colocación de los Tornillos:** Inserta los 4 tornillos M3 de 10 mm en los orificios correspondientes de la cubierta superior en su parte inferior de esta pieza.
- Ajuste y Alineación:** Asegúrate de que los tornillos atraviesen la cubierta y se enrosquen adecuadamente el motor.



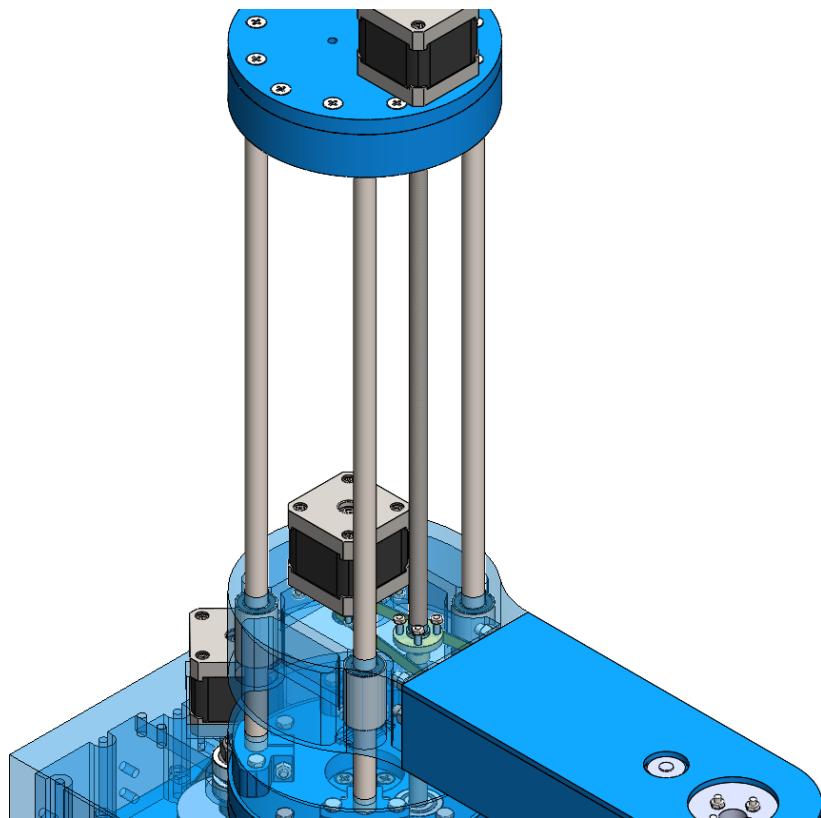
## Paso 38. Ensamble de la Cubierta Superior con la tapa de la cubierta superior

- Colocación de los Tornillos:** Inserta los 2 tornillos M4 de 25 mm en los orificios correspondientes de la cubierta superior.
- Ajuste y Alineación:** Asegúrate de que los tornillos atraviesen la cubierta y se enrosquen adecuadamente en la tapa de la cubierta superior.



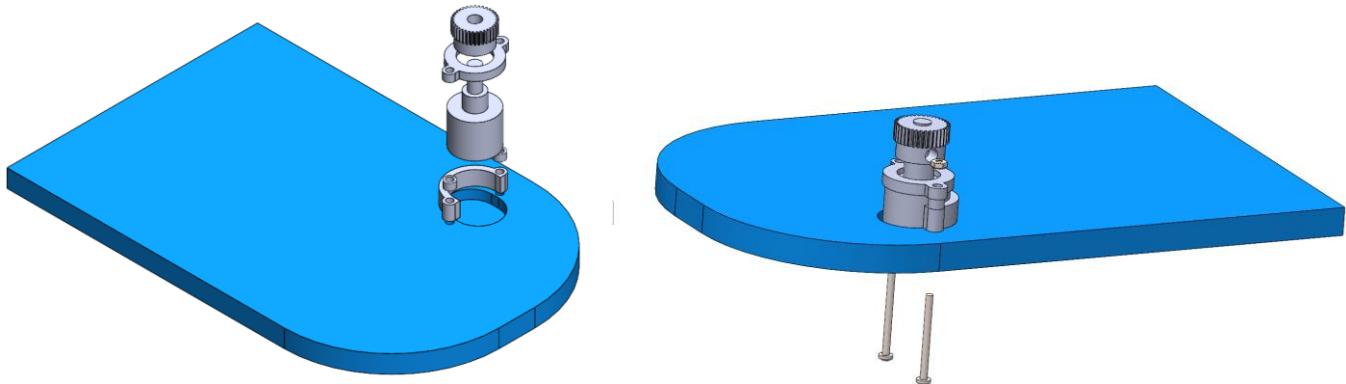
### Paso 39: Instalación del Tornillo Sin Fin y Ensamble del Motor NEMA 17

- Conexión del Tornillo Sin Fin:** Inserta el tornillo sin fin en la pieza de sujeción inferior, que es la tuerca del tornillo de avance. Asegúrate de que el tornillo sin fin esté correctamente enroscado en la tuerca para un movimiento preciso.
- Alineación con el Motor NEMA 17:** Coloca el motor NEMA 17 sobre la estructura, alineando el eje extendido del motor con el tornillo sin fin.



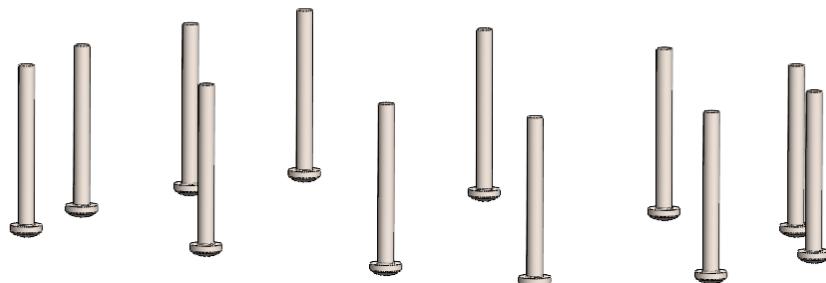
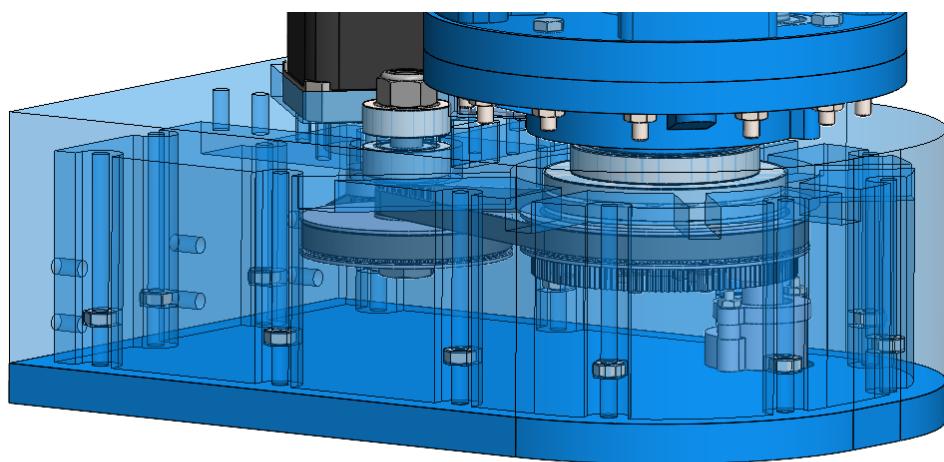
### Paso 40: Ubicar el potenciómetro a la tapa de la base y ajustar a la base del robot.

- Se ubica el potenciómetro en el espacio.
- Se sujetta el potenciómetro con 2 tornillos M5 de 30mm a un encaje.

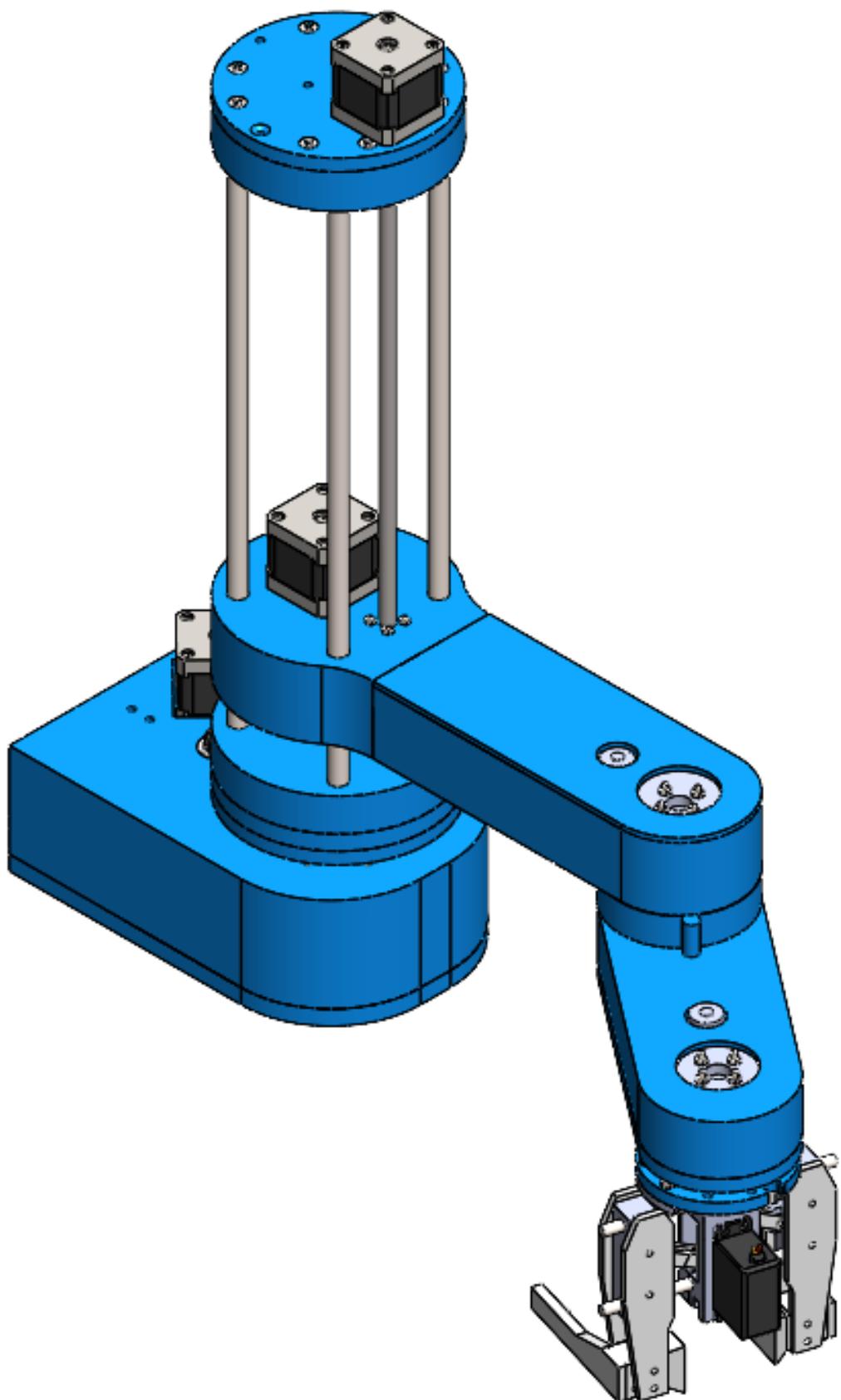


## Paso 41: Ajuste de la base a la cubierta de la base

- Colocación de la Cubierta de la Base:** Coloca la cubierta de la base sobre la estructura, asegurándote de que todos los orificios de montaje estén correctamente alineados con la base.
- Inserción de los Tornillos M4:** Inserta los tornillos M4 de 40 mm en los orificios correspondientes, pasando a través de la cubierta y enroscándolos en la base.
- Ajuste Uniforme:** Aprieta los tornillos M4 de 40 mm, asegurándote de que la cubierta de la base quede firmemente ajustada a la estructura.



## Paso 42: Robot Scara Armado



## 4. INSTALACIÓN

### 4.1 DESARMADO

Luego de la primera etapa pasamos al desarmado del SCARA robot. Se requiere apagar y desconectar el equipo, reunir herramientas adecuadas, y consultar la documentación técnica. Se deben retirar las cubiertas externas, desconectar cables y conectores, y luego desmontar los ejes, articulaciones, motores, sensores, y sistemas de transmisión. Es crucial organizar y etiquetar las piezas desmontadas, limpiar y revisar los componentes para detectar desgaste, y seguir estrictas medidas de seguridad durante todo el proceso de desarmado. Además, es muy importante documentar cada paso para facilitar el reensamblaje.

#### 4.1.1 Preparación

- 4.1.1.1 Apagado y Desconexión: Debes asegurarte de que el robot esté completamente apagado y desconectado de cualquier fuente de energía. Esto incluye revisar si los cables de alimentación están desconectados o no.
- 4.1.1.2 Herramientas: Se debe procurar tener todas las herramientas necesarias, como llaves Allen, destornilladores, llaves inglesas, y equipo de protección personal.
- 4.1.1.3 Documentación Técnica: Lo primero que hay que hacer es consultar el manual del usuario o la guía técnica del fabricante para entender el diseño y las recomendaciones específicas del desarme.

#### 4.1.2 Desmontaje Externo

- 4.1.2.1 Cubiertas y Carcasa: Retira las cubiertas exteriores que protegen los componentes internos del robot. Debes tener cuidado con los tornillos y clips que aseguran la carcasa. Recuerda mantener un registro de las piezas y tornillos para asegurarte de que se puedan volver a ensamblar correctamente.
- 4.1.2.2 Cableado y Conectores: Con cuidado desconecta los cables y conectores que estén conectados a la unidad de control o actuadores. Asegúrate de marcar los cables para evitar alguna confusión al volver a conectarlos.

#### 4.1.3 Desmontaje de Ejes y Articulaciones

- 4.1.3.1 Eje Z (Vertical): Se comienza desmontando el eje Z. Retira los pernos o tornillos que lo sujetan al cuerpo principal del robot.
- 4.1.3.2 Eje R (Rotación): Luego procede a desmontar el eje de rotación. Revisa las conexiones del motor a este eje.
- 4.1.3.3 Articulaciones Horizontales: Desmonta los brazos horizontales uno por uno. Despues desconecta los actuadores que impulsan estos brazos.

#### **4.1.4 Componentes Internos**

- 4.1.4.1 Sensores: Retíralos con cuidado, asegurándote de no dañar los cables o conectores delicados de estos.
- 4.1.4.2 Transmisiones y Reductores: Quita los sistemas de transmisión y reducción (engranajes, correas). Debes marcar las posiciones relativas de los engranajes para volver a ensamblar el robot.

#### **4.1.5 Almacenamiento de Componentes**

- 4.1.5.1 Clasificación y Organización: Es recomendable colocar las piezas desmontadas en bandejas o contenedores etiquetados para facilitar su identificación durante el reensamblaje. Mantén las piezas pequeñas, como tornillos o clips, agrupadas para evitar pérdidas.
- 4.1.5.2 Documentación: Toma fotos o anota detalles importantes durante el proceso de desarmado, especialmente esto te ayudara a la hora de volver a armar el robot.

#### **4.1.6 Limpieza y Mantenimiento**

- 4.1.6.1 Limpieza de Componentes: Limpia las piezas desmontadas para eliminar polvo, grasa o residuos. Recuerda utilizar productos de limpieza apropiados para cada material.
- 4.1.6.2 Revisión de Desgaste: Trata de realizar una inspección de las piezas desmontadas en busca de desgaste o daño. Si alguna pieza está dañada, podrías hacer una reparación o reemplazo de esta antes del reensamblaje.

#### **4.1.7 Revisiones Finales**

- 4.1.7.1 Medidas de Seguridad: Asegúrate de seguir todas las precauciones de seguridad durante el desarmado. No olvides el adecuado manejo de algunas piezas delicadas y/o pesadas.
- 4.1.7.2 Inventario de Piezas: Revisa que todas las piezas desmontadas estén presentes y en buen estado.
- 4.1.7.3 Preparación para el Reensamblaje: Si se planea volver a armar el robot, asegúrate de que todas las piezas estén bien organizadas y listas para el reensamblaje cuando sea necesario.

### **4.2 ACTUADORES**

Se realizaron pruebas de funcionamiento individuales a cada uno de los 4 motores principales del robot SCARA encargados en la Orientación de las 3 articulaciones del robot

(Base, Brazo y la unión Base Brazo) y del motor encargado de controlar la altura del brazo, validando que cada uno de los 4 actuadores tuvieran un correcto funcionamiento.

Dichas pruebas individuales se realizaron utilizando el entorno de desarrollo Arduino IDE, Para cada actuador se programó un loop en el cual el motor llegaría hasta una posición x, posteriormente regresaría a su posición original y tras una pausa de 3 segundos rotaría nuevamente permitiendo poder revisar la precisión de posicionamiento del eje.

#### 4.2.1 Materiales

Para el desarrollo de las pruebas de los motores para el robot SCARA se requirieron los siguientes componentes y herramientas.

- Arduino CNC shield V3
- Driver para motor paso a paso DRV8825
- Arduino UNO
- Cables

#### 4.2.2 Código de prueba:

```
//Código prueba motores PP
//---Eje X
#define x_paso 2
#define x_dire 5
#define x_habi 8
//---Eje Y
#define y_paso 3
#define y_dire 6
#define y_habi 8
//---Eje Z
#define z_paso 4
#define z_dire 7
#define z_habi 8

int retardo = 3000;
int tiempo = 100;

void setup() {
  pinMode(x_paso, OUTPUT); pinMode(x_dire, OUTPUT);
  pinMode(x_habi, OUTPUT);
  pinMode(y_paso, OUTPUT); pinMode(y_dire, OUTPUT);
  pinMode(y_habi, OUTPUT);
  pinMode(z_paso, OUTPUT); pinMode(z_dire, OUTPUT);
  pinMode(z_habi, OUTPUT);
}
```

```
void loop() {
  giro(z_paso, x_dire, x_habi);
  giro(z_paso, z_dire, y_habi);
  giro(z_paso, z_dire, y_habi);
}

void giro(int paso_, int dire_, int habi_) {
  digitalWrite(habi_, LOW);
  digitalWrite(dire_, LOW);
  for(int i=0;i<tiempo;i++){
    digitalWrite(paso_, HIGH);
    delayMicroseconds(retardo);
    digitalWrite(paso_, LOW);
    delayMicroseconds(retardo);
  }
  digitalWrite(dire_, HIGH);
  for(int i=0;i<tiempo;i++){
    digitalWrite(paso_, HIGH);
    delayMicroseconds(retardo);
    digitalWrite(paso_, LOW);
    delayMicroseconds(retardo);
  }
  digitalWrite(habi_, HIGH);
  delay(1000);
}
```

Z de un sistema, utilizando un Arduino. Se definen pines específicos para controlar los pasos, la dirección y la habilitación de cada motor (`x\_paso`, `x\_dire`, `x\_habi` para el eje X, y así sucesivamente para los ejes Y y Z).

En la función `setup()`, los pines de cada eje se configuran como salidas con `pinMode()`. El bucle principal (`loop()`) llama repetidamente a la función `giro()` para cada eje, haciendo que los motores se muevan en una dirección durante un número determinado de pasos (`tiempo`) y luego inviertan la dirección. La función `giro()` primero desactiva el motor (poniendo el pin de habilitación en LOW), establece la dirección (LOW o HIGH) y luego realiza una secuencia de pasos controlada por retardos (`delayMicroseconds(retardo)`). Después de completar los pasos en una dirección, invierte la dirección y repite el proceso. Finalmente, el motor se deshabilita brevemente antes de pasar al siguiente eje. El valor de `retardo` determina la velocidad de los pasos, mientras que `tiempo` define cuántos pasos se realizan en cada dirección.

#### 4.2.4 Conexión

El Arduino CNC Shield V3 fue conectado a la tarjeta Arduino UNO para facilitar la integración y control de los motores paso a paso en un proyecto CNC. Se seleccionó el Driver DRV8825, reconocido por su compatibilidad con la CNC Shield y su capacidad para proporcionar un control preciso sobre los actuadores. Este driver permite manejar corrientes elevadas para cada motor, lo que es crucial para aplicaciones que requieren alta precisión y potencia, como en la automatización de máquinas de control numérico. Además, el DRV8825 ofrece opciones avanzadas de microstepping, mejorando la suavidad y precisión del movimiento de los ejes X, Y y Z. La combinación de estas herramientas posibilita la creación de sistemas de control robustos y eficientes, ideales para proyectos de mecanizado y prototipado.

## 4.3 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

Los sensores son elementos fundamentales en un robot, ya que le permiten percibir y reaccionar a su entorno, tomar decisiones, operar de forma autónoma y realizar tareas con precisión, proporcionando retroalimentación crucial para sus sistemas de control mediante la medición de variables como resistencia y capacitancia. Para este contexto, se realizan pruebas de funcionamiento individuales en los sensores a utilizar para el robot Scara: un potenciómetro de precisión 3590s-2-103I de 10k Ohm Bourns Lineal y un sensor de distancia láser VL53L0X. Las pruebas se llevaron a cabo de manera individual utilizando el entorno de desarrollo Arduino IDE y las librerías proporcionadas por el fabricante.

### 4.3.1 Prueba de sensor VL53L0X

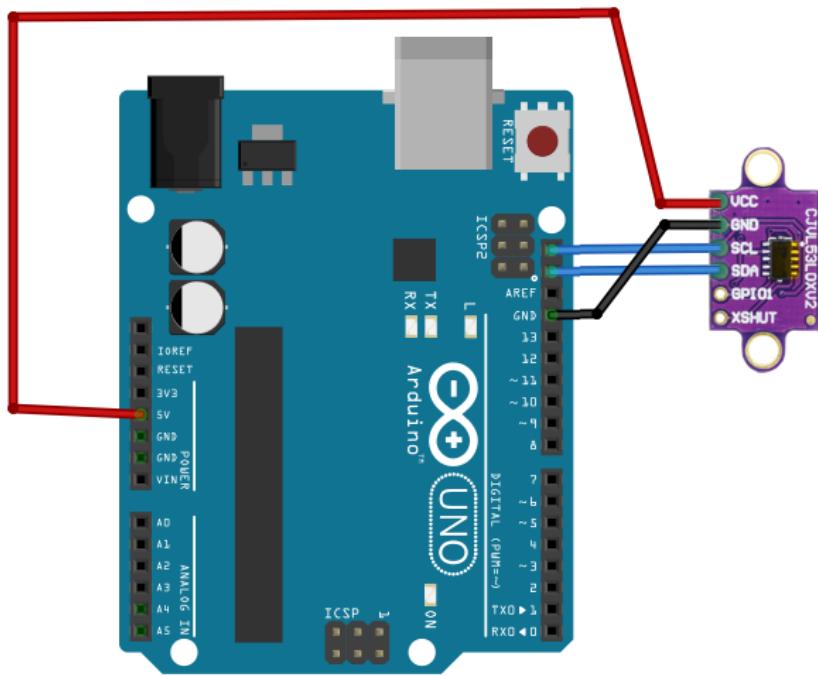
Para evaluar las capacidades máximas y mínimas del sensor VL53L0X y verificar su calibración mediante mediciones de distancia, se deben realizar los siguientes pasos.

- Configuración: Conecte el sensor VL53L0X a un Arduino UNO utilizando el protocolo I2C. Asegúrese de que los pines SDA y SCL del sensor estén conectados a los pines correspondientes en el Arduino.
- Código: Utilice el entorno de desarrollo Arduino IDE. Importe la librería Adafruit\_VL53L0X proporcionada por el fabricante para facilitar la comunicación con el sensor.
- Medición: Coloque un objeto a diferentes distancias del sensor. Capture las mediciones de distancia utilizando el código en Arduino IDE.
- Verificación: Utilice un flexómetro para medir manualmente la distancia entre el sensor y el objeto. Compare estas mediciones con las obtenidas por el sensor para evaluar su precisión.

Recuerda asegurarte de registrar las mediciones obtenidas y anote cualquier discrepancia entre las lecturas del sensor y las mediciones manuales para determinar la precisión y necesidad de calibración del sensor.

La prueba realizada determina que el rango de medición efectivo del sensor es de 35 mm a 1300 mm. Al comparar las mediciones obtenidas con un flexómetro con las proporcionadas en el monitor serial del IDE de Arduino, se comprobó una alta precisión y un tiempo de respuesta rápido.

La integración del sensor VL53L0X para el control de altura en el robot SCARA resulta altamente efectiva. Este componente permite ajustar con precisión la altura del brazo del robot basándose en mediciones de distancia, lo cual es esencial para el posicionamiento exacto en diferentes niveles.



#### 4.3.1.1 Código de prueba:

```
#include "Adafruit_VL53L0X.h"

// El sensor VL53L0X tiene un rango de medición
// específico, generalmente de 30 mm a 2000 mm
// Conectar SDA al Pin A4 y SCL al pin A5 para
Arduino Uno o Nano

// Conectar SDA al Pin 20 y SCL al pin 21 para
Arduino Mega

int distancia_Sensada_cm = 0;
int distancia_Sensada_mm = 0;
Adafruit_VL53L0X lox = Adafruit_VL53L0X();

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // Iniciar sensor con bucle infinito en caso de
fallar la inicialización
  Serial.print("Prueba de VL53L0X");
  if (!lox.begin()) {
    Serial.println(F("Error al iniciar VL53L0X"));
    while(1);
  }
}
```

```
void loop() {
  VL53L0X_RangingMeasurementData_t measure;
  Serial.println("-----");
  Serial.print("Leyendo sensor VL53L0X... ");
  // Si se pasa 'true' como parámetro, se muestra por el puerto
  serial datos de debug
  lox.rangingTest(&measure, false);
  // RangeStatus tiene 4 posibles valores: [0, 1, 2, 4]
  // 0: Medición válida.
  // 1: Señal insuficiente (No se puede detectar el objeto).
  // 2: Señal demasiado alta (Objeto demasiado cerca o reflejo
  muy fuerte).
  // 4: Fuera de rango (Objeto fuera del rango detectable de dos
  metros).
  if (measure.RangeStatus != 4) {
    Serial.print("\nDistancia (mm): ");
    distancia_Sensada_mm = measure.RangeMilliMeter;
    distancia_Sensada_cm = (distancia_Sensada_mm) / 10;
    Serial.println(distancia_Sensada_mm);
    Serial.print("Distancia (cm): ");
    Serial.println(distancia_Sensada_cm);
  }
  else {
    Serial.println(" Fuera de rango ");
  }
  delay(2000);
}
```

### 4.3.1.2 Explicación del Código

Este código utiliza un sensor de distancia VL53L0X con un Arduino para medir distancias en milímetros y centímetros. Después de incluir la biblioteca `Adafruit\_VL53L0X.h` y crear un objeto del sensor, el código inicia la comunicación serial y verifica la inicialización del sensor en el `setup()`. En el `loop()`, se realiza una medición con el sensor, verificando el estado de la medición para determinar si la distancia es válida. Si lo es, se muestra la distancia en milímetros y centímetros en el puerto serial; si no, se indica que el objeto está fuera del rango detectable. Un retraso de 2 segundos separa cada medición.

## 4.3.2 Prueba del Convertidor ADS1115

La prueba del convertidor ADS1115 consiste en evaluar su capacidad para convertir señales analógicas a digitales con alta precisión, utilizando su resolución de 16 bits para diferenciar pequeños cambios en el voltaje de entrada. Durante la prueba, se conectan diferentes señales analógicas a los canales de entrada del ADS1115, y se monitorizan los valores digitalizados a través de la interfaz I2C mediante un microcontrolador, como Arduino o Raspberry Pi. Se verifica la precisión de las mediciones y la efectividad de sus funciones, como la reducción de ruido a través de la ganancia ajustable y la configuración de la velocidad de muestreo, asegurando su correcto funcionamiento en diversas aplicaciones.

### 4.3.2.1 Materiales Necesarios:

- Módulo ADS1115.
- Microcontrolador compatible con I2C (Arduino, ESP32, etc.).
- Potenciómetro (por ejemplo, 3590s-2-103I de 10k Ohm).
- Conexiones y cables.

### 4.3.2.2 Conexiones Básicas:

4.3.2.2.1 VCC y GND: Conecta los pines VCC y GND del ADS1115 a la fuente de alimentación del microcontrolador (usualmente 3.3V o 5V).

4.3.2.2.2 SDA y SCL: Conecta los pines SDA y SCL del ADS1115 a los pines correspondientes del microcontrolador para establecer la comunicación I2C.

4.3.2.2.2 Entradas Analógicas: Conecta la señal de salida del potenciómetro (Wiper) a una de las entradas analógicas del ADS1115 (A0, A1, A2, o A3). Si estás utilizando una entrada diferencial, conecta las señales correspondientes a dos pines del ADC.

#### 4.3.1.2 Código de prueba:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_ADS1015.h>

// Crear objeto ADS1115
Adafruit_ADS1115 ads;

void setup(void) {
    Serial.begin(9600);
    ads.begin(); // Inicializar ADS1115
}

void loop(void) {
    int16_t adc0;

    // Leer el valor del canal A0
    adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);
    Serial.print("Valor ADC A0: ");
    Serial.println(adc0);

    delay(1000); // Esperar 1 segundo entre lecturas
}
```

#### 4.3.1.2 Explicación del Código

Este código configura y utiliza un convertidor analógico a digital (ADC) ADS1115 para leer valores analógicos desde el canal A0 y mostrarlos en el puerto serial. Se inicializa el ADS1115 en la función `setup()` y, en el bucle principal `loop()`, se lee el valor del canal A0 utilizando el método `readADC\_SingleEnded(0)`, que obtiene la lectura del ADC en formato de 16 bits. El valor leído se imprime en el monitor serial cada segundo, permitiendo observar los datos convertidos en tiempo real.

## 5. PRESUPUESTO

**Tabla de Gastos**

Envío	Descripción	Valor Unitario	Cantidad	Total
	Caja plástica con separadores del dolarcity	14000	1	14,000
	Caja plástica con tapa del dolarcity	18000	1	18,000
	Potenciómetro s multivuelta lineal (10 vueltas)	21000	4	84,000
13000	Sensor De Distancia Laser V15310x Gyv15310xv2 Arduin	16000	2	45,000
12000	Cable Motor Paso Paso Nema17 6pin Ph2.0 4pin   Terminal Dupont	15000	2	42,000
15000	Controlador Driver Drv8825 2.5 A Motor Paso Paso   Impresora3d	9000	5	60,000
	Modelo 3D de los sti	40000	1	40,000
15000	Jumpers CABLE DUPONT HEMBRA	9000	3	27,000

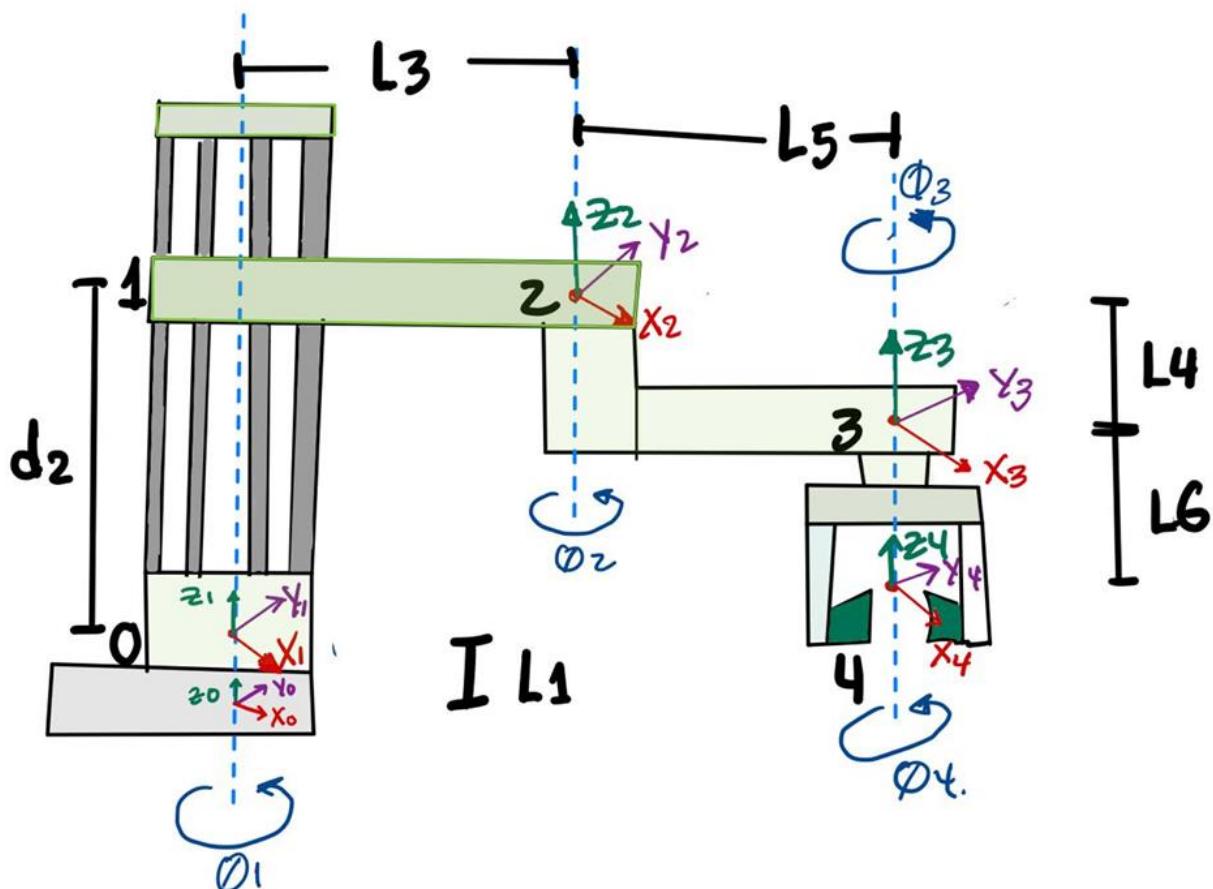
	MACHO X20 30 CM			
	Shield_CNC_A rduino	12000	1	12,000
	Tornillo Estufa redonda 5/32x3	250	8	2,000
	Tuerca Hex Zinc 5/32	100	8	800
	Tornillo estufa redonda 1/8x1,1/4	100	20	2,000
	Tuerca Hiex Zinc 1/8	100	20	2,000
	Tornillo Cill PH 4x30	150	10	1,500
	Tuerca Hiex.Zinc.4mm ...	100	10	1,000
	<b>Base superior</b>			
	Soportes tubos de metal	4	Se imprimió	
	Final de carrera	1	1,025	1,025
	Tornillos tapa	13	150	1,950
	<b>Base intermedia</b>			
	Tornillos union	6	150	900
	<b>Mecanismo brazo</b>			
	Correas dentadas	2	913	1,826
	Soportes con balineras	2	16,000	32,000

	Tensores de correa	2	7,000	14,000
	<b>Mecanismo brazo 2</b>			
	Correas dentadas	2	913	1,826
	varillas de metal	4	35,000	140,000
	tornillo infinito	1	150	150
	Adaptador motor paso a paso	1	Se imprimieron	
	Final de carrera	1	1,025	1,025
	Tornillos de soporte brazo	4	150	600
	Tornillos de union gripper	4	150	600
	Soporte del gripper	1	Se imprimió	
	Tornillos del gripper	4	150	600
	Tornillos de estructura gripper	10	150	1,500
	<b>Base inferior</b>			
	tornillos base	4	150	600
	tornillos soporte base	8	150	1,200
	mecanismo motor	1	Se imprimió	
	tornillos unión central	4	150	600
	soportes tubos de metal	4	4,000	16,000

	final de carrea	1	1,025	1,025
	<b>General</b>			
	Balineras	2	pendiente	
	Cables motores pasos a pasos, sin defectos	3	1,218	3,654
	cable motor paso, con defecto	1	Se reemplazo	
	cables de finales de carrera.	3	2,023	6,069
<b>Total</b>				578,450

## 6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Para llevar a cabo la cinemática del robot SCARA, se comenzó por plasmar su estructura en una imagen detallada. Esta representación gráfica sirvió como referencia visual clave, permitiendo identificar y relacionar cada una de las articulaciones y eslabones del robot. A partir de esta imagen, se analizaron las posiciones y movimientos de los distintos componentes, facilitando el desarrollo de las ecuaciones de movimiento necesarias para describir con precisión el comportamiento cinemático del robot en su entorno de trabajo. Este enfoque visual no solo ayudó a clarificar la geometría del sistema, sino que también fue esencial para verificar la precisión de los cálculos y asegurar que cada parte del robot operara de manera coordinada y eficiente en su trayectoria programada.



A continuación, se presenta la tabla respectiva:

	$\Theta_i$	$d_i$	$a_i$	$a$
1	$\Theta_1$	L1	0	0
2	0	$d_2$	L3	0
3	$\Theta_2$	-L4	L5	0
4	$\Theta_3$	-L6	0	0

Se realizo la medida de las distancias reales que tendrá el robot SCARA, Donde L1= 104mm, L3 = 228mm, L4 = 24mm L5 = 164mm, L6 = 100mm, y con estos datos obtenidos se creó la Matriz de Transformación Homogénea:

$$\begin{pmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 & 0 \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & L_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 & L_5 \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -L_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\theta_3) & -\sin(\theta_3) & 0 & 0 \\ \sin(\theta_3) & \cos(\theta_3) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -L_6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Se logran obtener los siguientes resultados :

El primero es una Rotación en Z en la posición (0,0, L1) de  $\theta_1^{\circ}$

El segundo es un desplazamiento en Z, en la posición (L3,0, d2), donde d2 es el valor que se desplaza

La tercera es una rotación en Z en la posición (L5,0,-L4) de  $\theta_2^{\circ}$

La cuarta es una rotación en Z en la posición (0,0,-L6) de  $\theta_3^{\circ}$

$$= \begin{pmatrix} \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & -\sin(\theta_3 + \theta_1 + \theta_2) & 0 & L_5\cos(\theta_1) + L_3\cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & 0 & L_5\sin(\theta_1) + L_3\sin(\theta_1) \\ 0 & 0 & 1 & d_2 + L_1 - L_4 - L_6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Con esta matriz final se puede representar el movimiento del robot SCARA partiendo desde la base.

Se visualizo el Robot SCARA de modo unifilar en el programa de MRPT:

