



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

INFORME N°2

“Implementación de un manipulador robótico cilíndrico de 3 grados de libertad”



Curso: Dinámica de Sistema Multicuerpo ([MT516](#))

Elaborado por:

Castro Suazo, Fidel Angel

Llontop Herrera, Marco Leandro

Código:

20200062D

20202011H

Revisado por:

Ing. Calle Flores Iván

Fecha de entrega:

21 de noviembre de 2022

2022-II

Lima-Perú

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. DISEÑO DEL MANIPULADOR	3
3. COMPONENTES MECÁNICOS DEL ROBOT	5
3.1. PIEZAS COMPRADAS	5
3.2. MECANISMOS Y OBJETOS ADQUIRIDOS	8
3.3. PIEZAS FABRICADAS EN IMPRESIÓN 3D	9
4. ENSAMBLAJE DEL ROBOT	12
4.1. ENSAMBLAJE DE LA PRIMERA JUNTA	12
4.2. ENSAMBLAJE DE LA SEGUNDA JUNTA	15
4.3. ENSAMBLAJE DE LA TERCERA JUNTA	18
4.3. UNIÓN DE LAS TRES JUNTAS	23
4.5. ENSAMBLAJE DE LA CAJA PARA ARDUINO	25
5. ESPECIFICACIÓN DEL RANGO DE MOVIMIENTO DEL ROBOT	27
6. DISEÑO DE LA PLACA DE CONTROL	35
7. DIAGRAMA DE GANTT	40
8. BIBLIOGRAFÍA	41
9. ANEXOS	42
9.1. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	42

1. RESUMEN

Continuando con el proyecto de MT516, en esta segunda parte, se presenta el diseño final del brazo robótico cilíndrico de 3 grados de libertad en el software *Solidworks*, así como la vista explosionada del mismo. Asimismo, se muestra el proceso de ensamblaje del robot, uniendo las piezas mecánicas conseguidas y las fabricadas en impresión 3D que componen al manipulador.

Relacionado con lo anterior, se hace la respectiva especificación del rango de movimiento de cada junta con las vistas adecuadas para su representación.

Por otro lado, se muestra el diseño de la placa de control realizado en el software *Eagle* y los aspectos que se tuvieron en cuenta para su realización.

Finalmente, se adjunta el diagrama de Gantt actualizado con la distribución de tareas y fechas designadas durante el desarrollo de este segundo avance. Concluido esta parte, el robot queda listo para su programación y posterior aplicación.

2. DISEÑO DEL MANIPULADOR

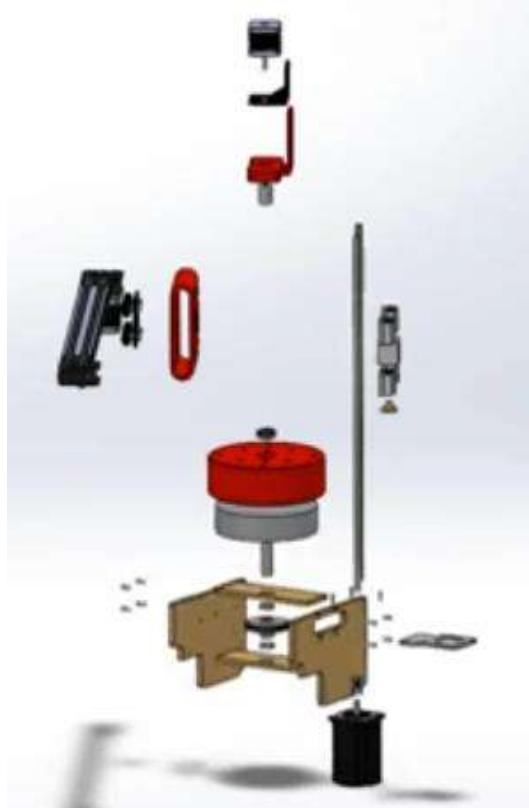
Los archivos con compatibilidad SolidWorks 2020 del diseño final corregido del manipulador cilíndrico se encuentra en el siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1ModfApDQNWMdYxusraFXscCxK8LN_ymF?usp=sharing

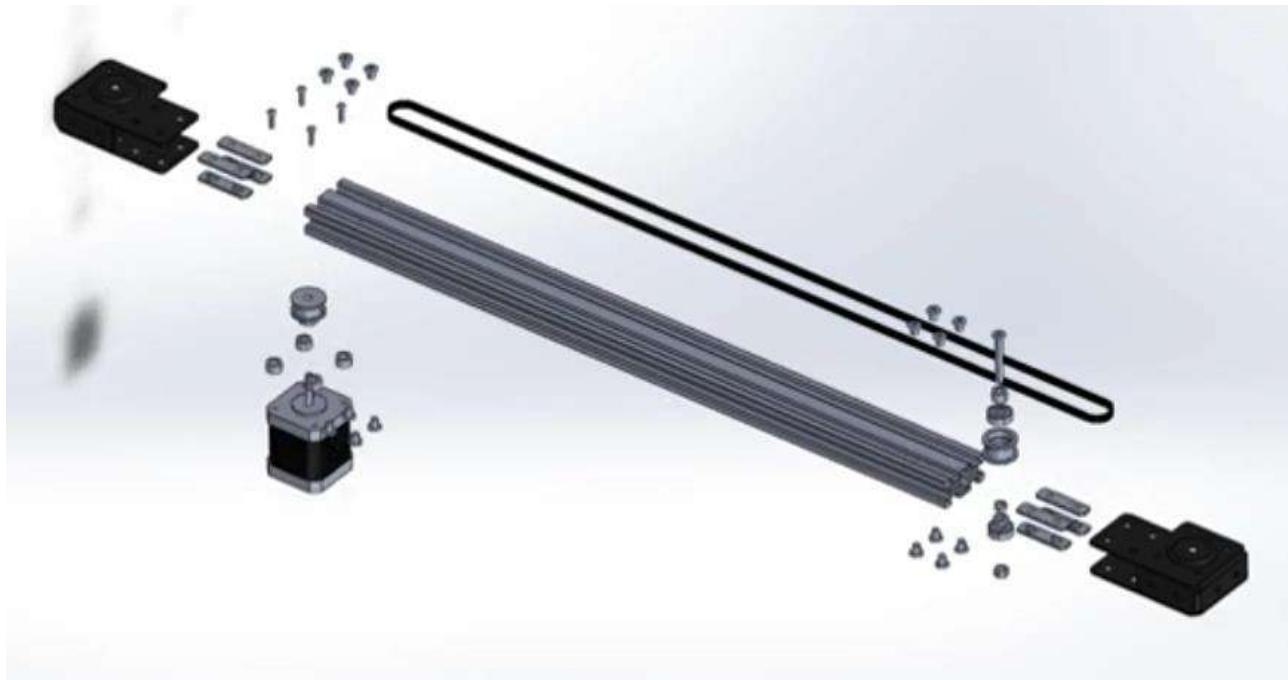
Asimismo, también se presenta la explosionada del diseño del robot por medio de un video en la carpeta “Animación de la vista Explosiónada”.

Mi unidad > Archivos MT516 - GRUPO 12	Última modificación
Animacion de la vista explosionada	1:44
Solidworks	0:58
Videos del Ensamblaje	0:58

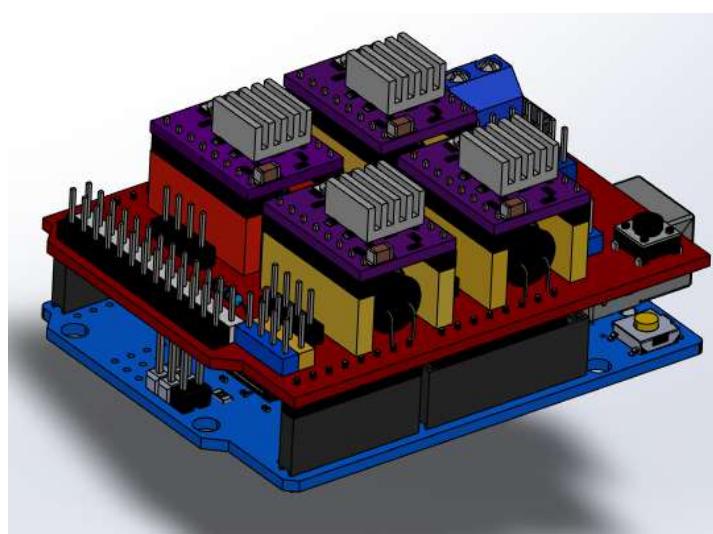
Vista explosionada de manipulador cilíndrico



Vista explosionada del sistema lineal V-SLOT



Diseño del case para Arduino Uno



3. COMPONENTES MECÁNICOS DEL ROBOT

5

3.1. Piezas compradas.

V-SLOT 20mm X 40mm X 500 mm



Sistema V-SLOT



Montura extrema actuador lineal



Nut M5 plano



Tornillo cabeza Allen plana M5 8mm



Tuerca antirretorno M5 Nut



Tornillo cabeza hexagonal M5 X 30mm



Tornillo cabeza hexagonal M3 X 35mm



Polea loca dentada 2GT 20 dientes
Faja 6mm Int 5mm



Polea 2 GT-20 Faja 5/6mm Int 5mm



Faja 2GT 6mm X 1mm



Espaciador de aluminio 6mm



Acople flexible 5-8mm



KFL-08 Chumacera horizontal



SC8UU Rodamiento Lineal



Tuerca dorada T8



Rack 90° Nema 17



Husillo 8mm X 500 mm



Varilla de acero 8 X 500 mm



Pernos socket Allen



Tuercas hexagonales



Bridas de nylon

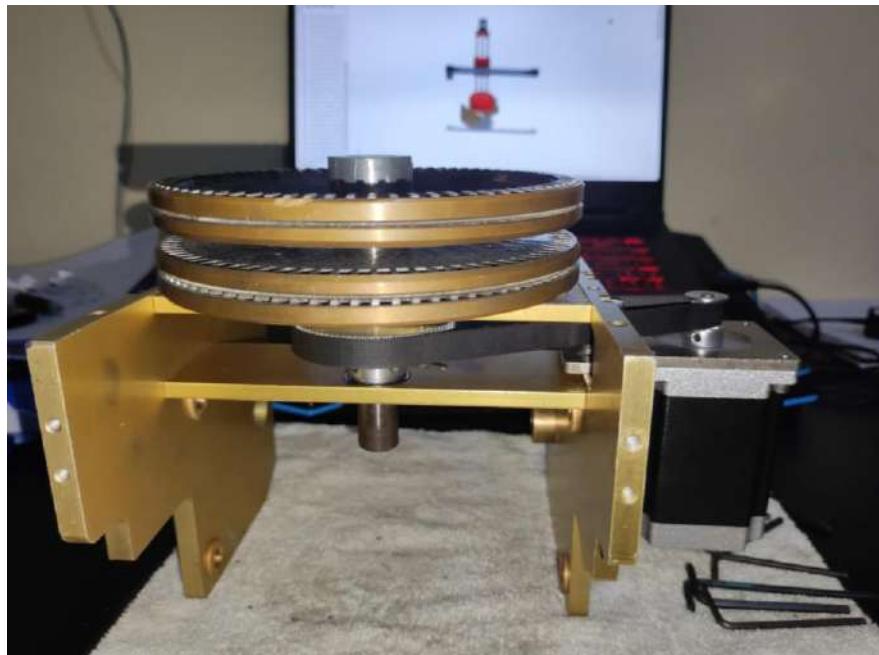


Polea GT2 20 6.35mm



3.2. Mecanismos y objetos adquiridos.

Base giratoria

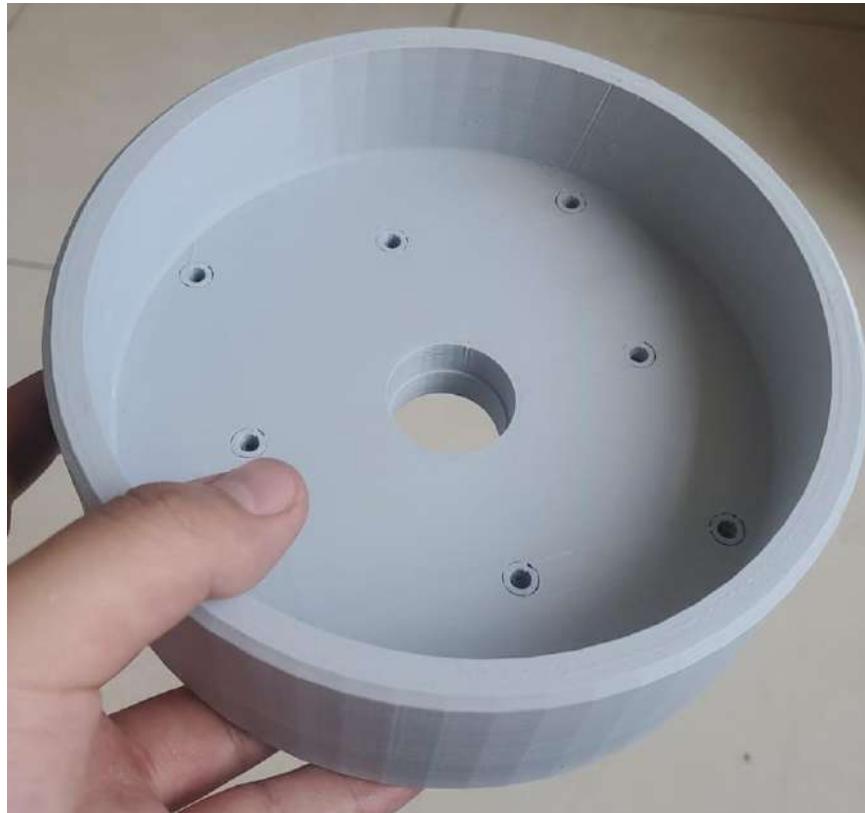


Fuente mini ATX que se utilizará como case del Arduino Uno-Shield CNC

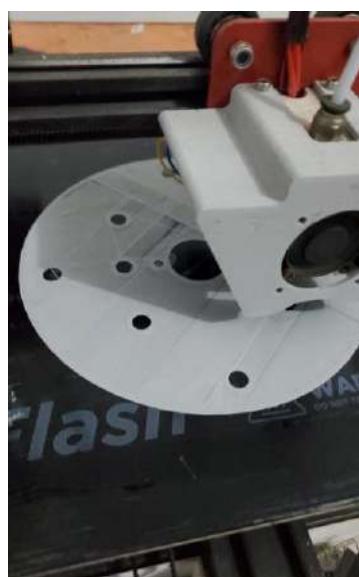


3.3. Piezas fabricadas en impresión 3D

Plataforma de la base



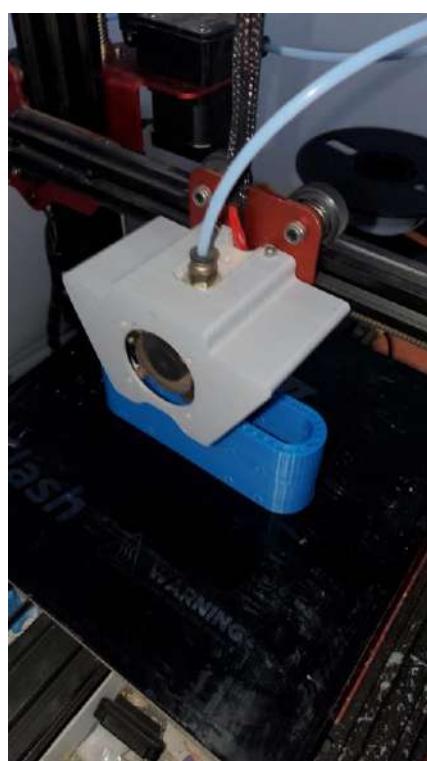
Fabricación:



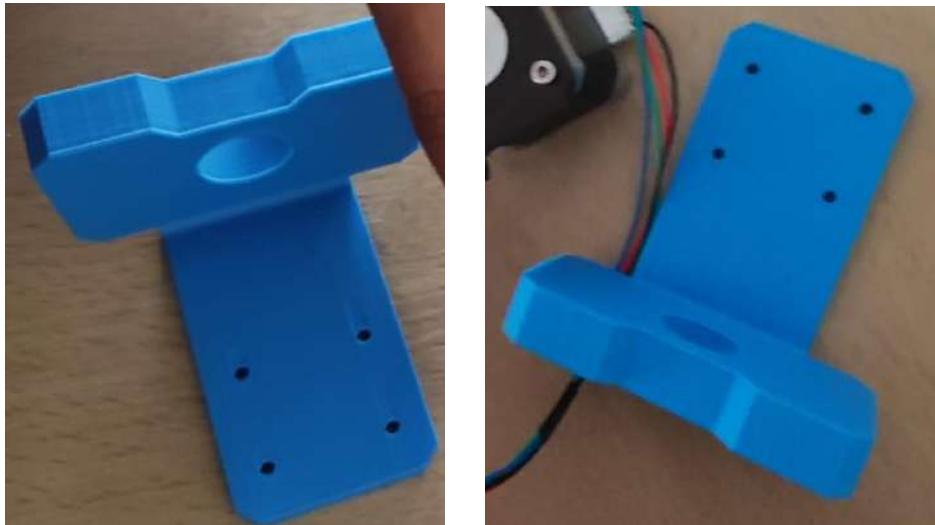
Pieza de unión de juntas prismáticas



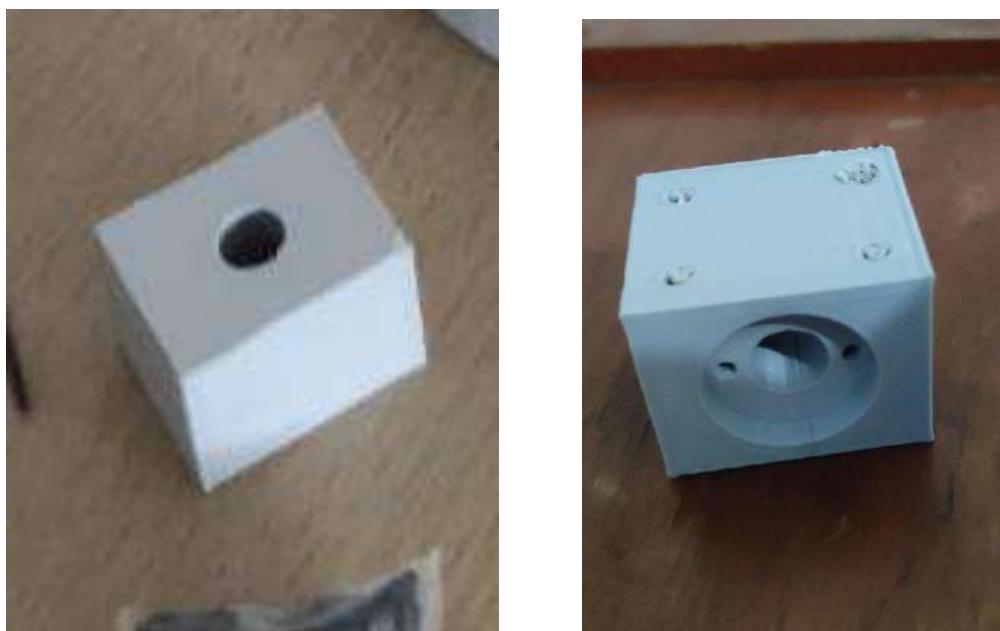
Fabricación:



Bancada



Cubo para tuerca T8



4. ENSAMBLAJE DEL ROBOT

Link del video del ensamblaje:

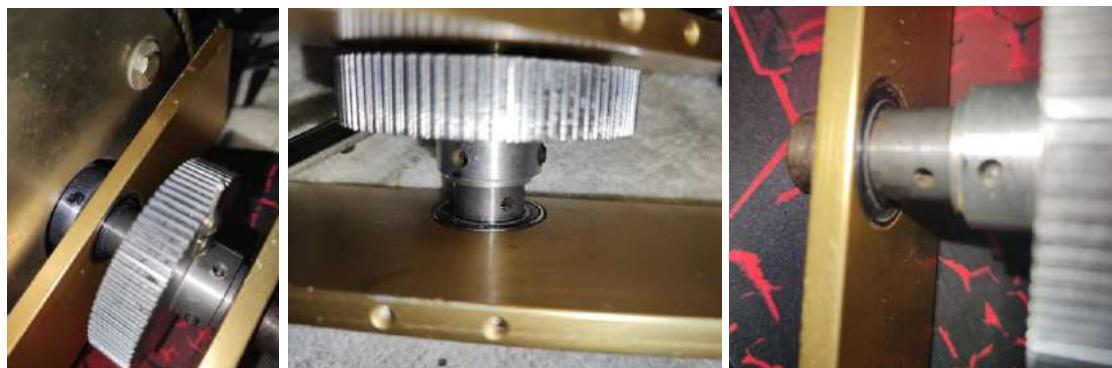
https://drive.google.com/drive/folders/1ModfApDQNWMdYxusraFXscCxK8LN_ymF?usp=sharing

4.1. Ensamblaje de la base (primera junta rotacional).

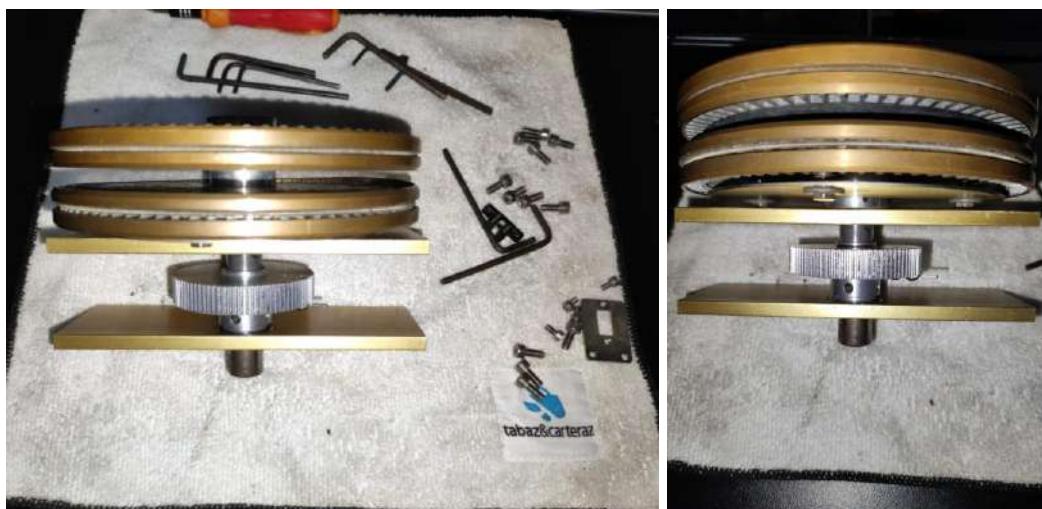
Sobre la plataforma unida al eje se coloca otra plataforma similar. El eje atravesará dos placas metálicas agujereadas.



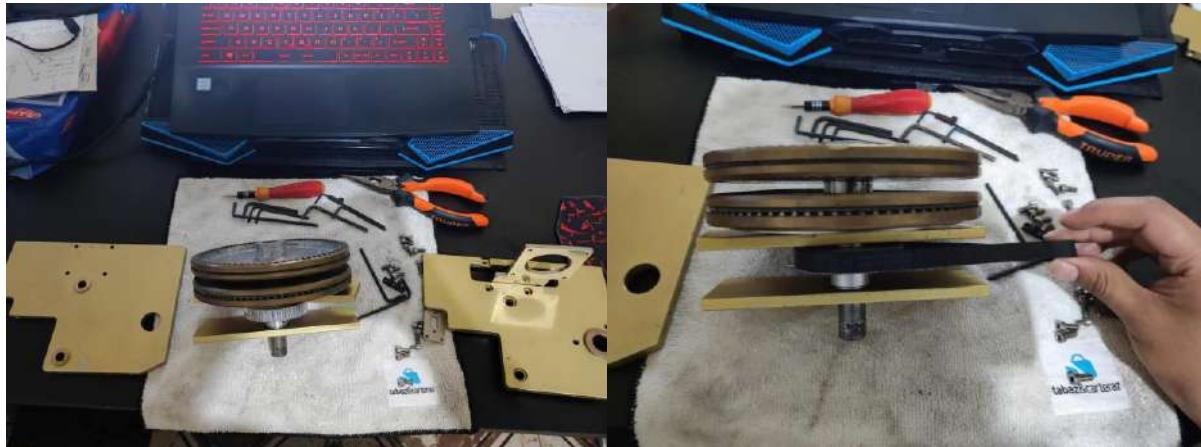
En medio de las dos placas, se coloca un engranaje y se ajusta por medio de llaves Allen.



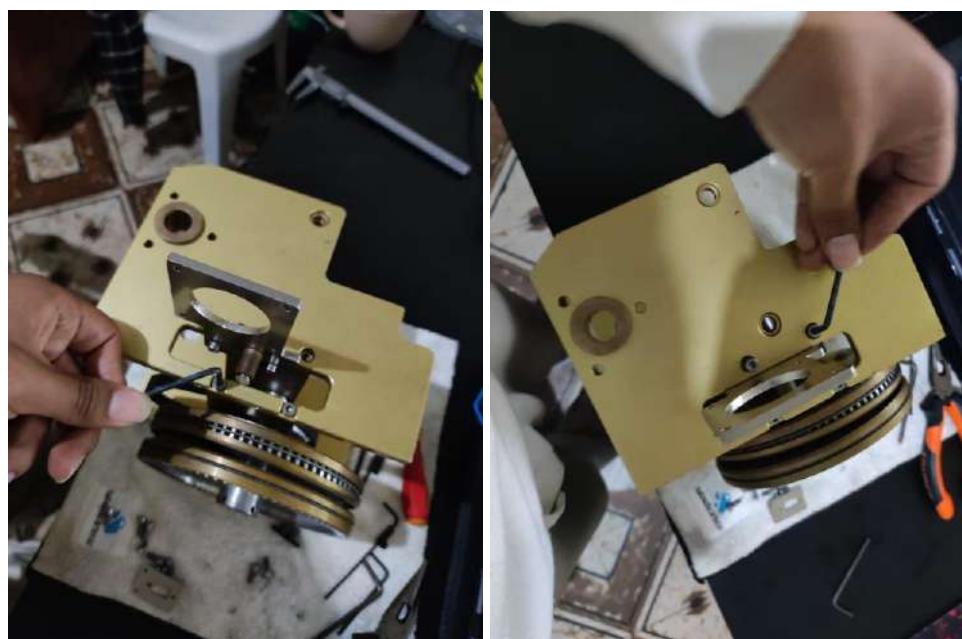
Se obtiene el siguiente mecanismo.



Se coloca la correa dentada.



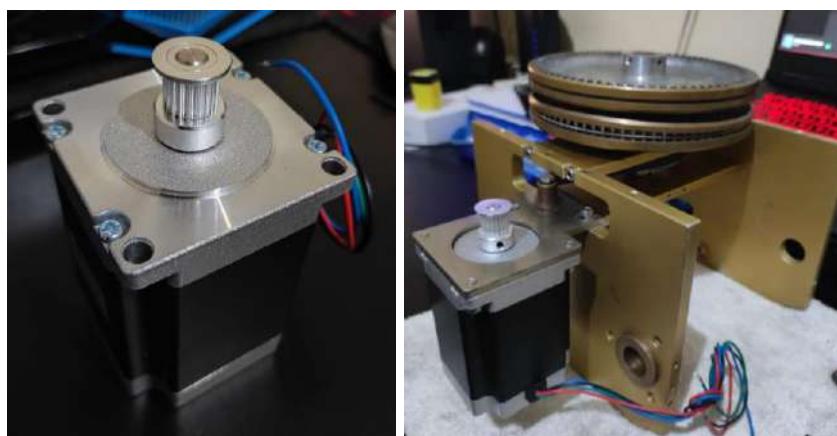
Con la ayuda de tornillos Allen, se unen las placas laterales que sirven como soporte.



El mecanismo giratorio se presenta a continuación.



Luego se emperna el motor Nema23 (la cual posee una polea dentada) por medio de pernos Allen.

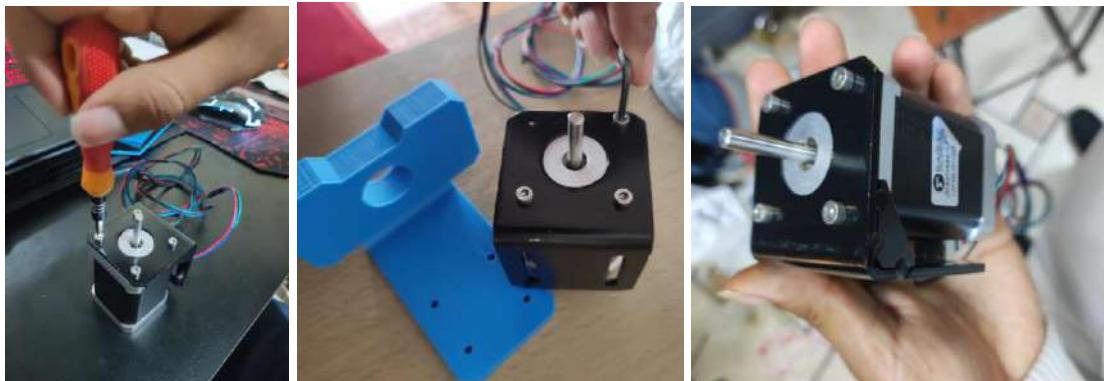


Finalmente, se coloca la faja dentada para la transmisión de movimiento.



4.2. Ensamblaje de la segunda junta (prismática).

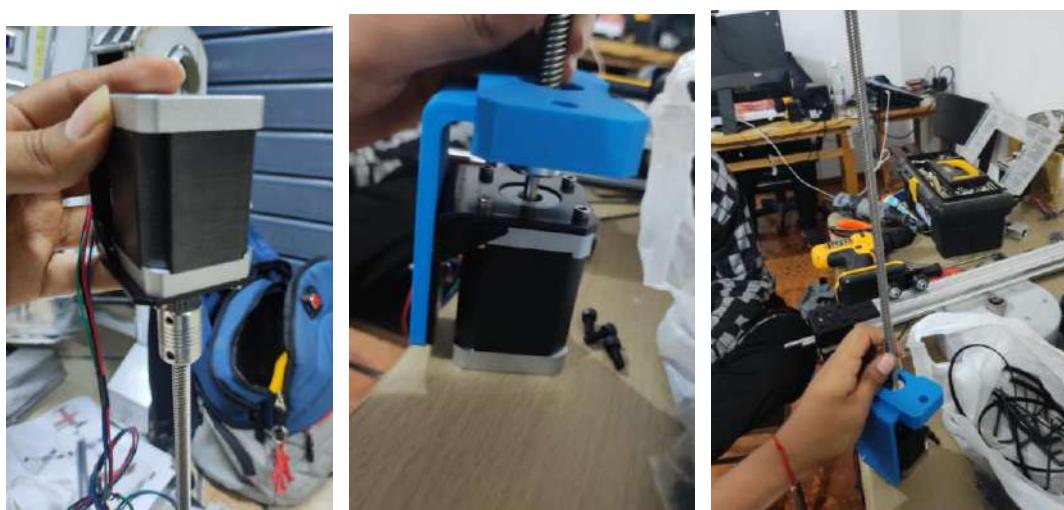
Se monta el Nema17 en el rack 90° mediante pernos Allen.



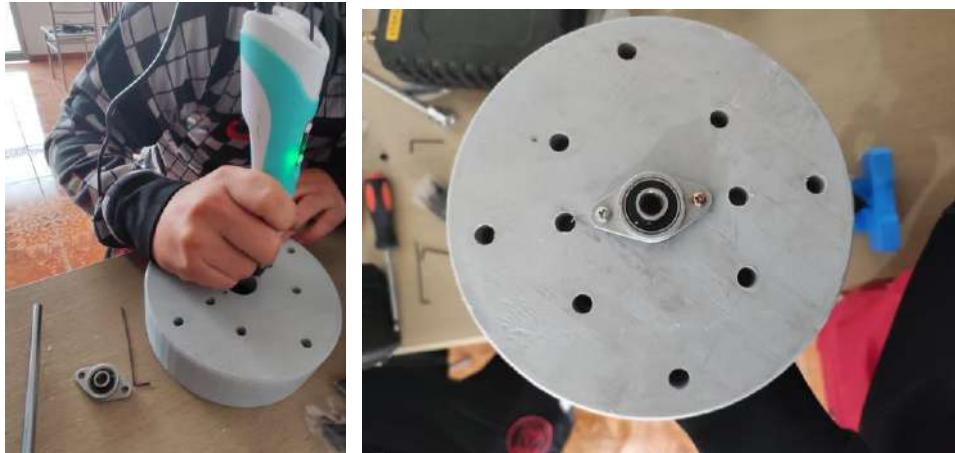
De igual manera, se fija el rack a la bancada.



Se une el husillo al motor mediante un acople flexible 5-8 mm.



Se emperna la chumacera horizontal sobre la pieza soporte de la base. Para ello, es necesario corregir algunos agujeros con el uso de un lápiz 3D para evitar dañar la pieza.



Se colocan las varillas de acero y el husillo sobre la base para comprobar su ajuste.



Se emperna el rodamiento lineal a la pieza de unión de las juntas prismáticas.



De la misma manera, se fija el soporte para tuercas T8. Se usó un taladro para agrandar el agujero.



Luego de empernar los rodamientos lineales, se procede a colocar las varillas de acero y el husillo.



Lo obtenido es fijado a la base.



4.3. Ensamblaje de la tercera junta (prismática).

4.3.1. Armado del sistema V-SLOT.

Sobre la pieza de aluminio se colocaron los pernos M5x25; sobre ellos, las tuercas excéntricas, espaciador de 6mm, arandelas, ruedas y por último las tuercas de seguridad (en ese orden)

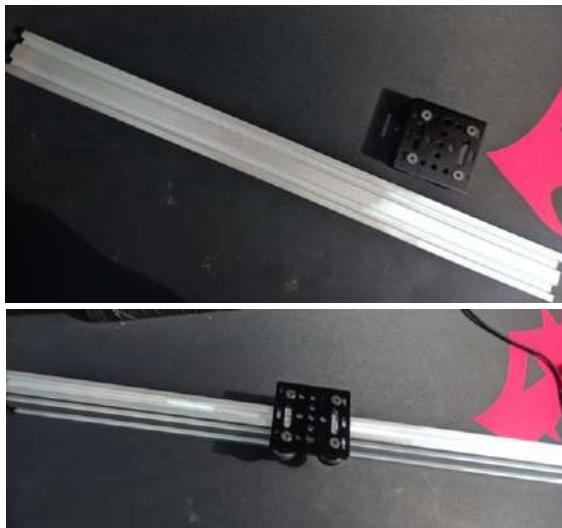


Se aprieta la tuerca y el perno para sujetar las piezas, en este punto no se debe apretar muy fuerte.



4.3.2. Montaje del carro en el perfil de aluminio.

Sobre el perfil V-SLOT DE 20mmx40mmx50cm se procede a colocar el carro.



Se aprieta el perno y la tuerca a la vez de modo que el carro esté fijo sobre el perfil de aluminio.



Se aprieta la tuerca excéntrica para obtener el ajuste perfecto del carro.



4.3.3. Montaje de la polea en la estructura de aluminio 20x40.

Se prepara la montura extrema de actuador lineal, para ello se utilizan 8 pernos cabeza Allen plana M5 8mm con 8 NUT M5 plano.



Luego, se introduce un tornillo de cabeza hexagonal M5x30mm sujetando la polea loca dentada y los dos espaciadores. Luego se sujeta con una tuerca antirretorno M5 NUT.



Se procede a introducir la pieza al perfil de aluminio, luego se ajusta los 8 pernos M5 8mm para fijarlo.



4.3.4. Montaje del Nema17 en la estructura de aluminio 20x40.

Se coloca la polea al motor Nema17 y se fija con 4 pernos M3x35 y espaciadores de aluminio a la montura extrema de actuador lineal ya preparada similar al paso anterior.



Se procede a introducir la pieza al perfil de aluminio, luego se ajusta los 8 pernos M5 8mm para fijarlo.

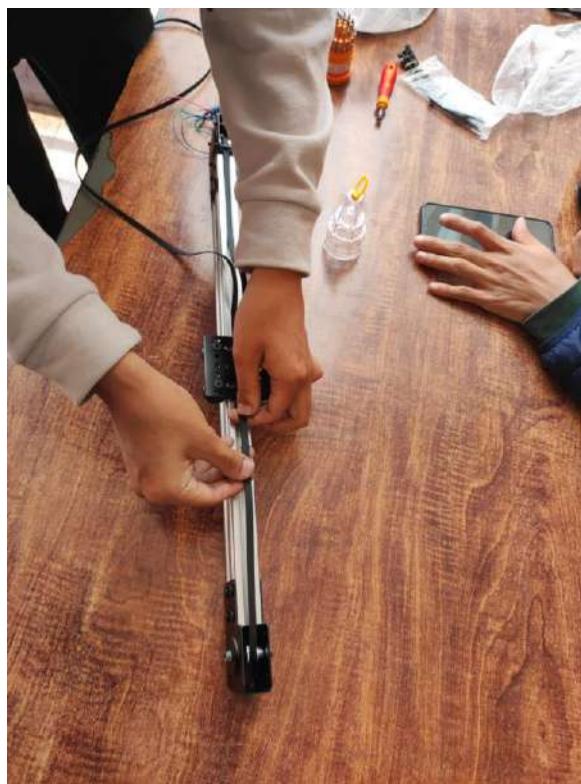


4.3.5. Instalación de la correa a través del perfil.

Se introduce la correa por un extremo del perfil de aluminio y se hace pasar por el otro extremo.



Luego de pasar las correas por las 2 poleas, se fija al carro por medio de briduras plásticas.



Finalmente, se obtiene el montaje para el movimiento de la tercera junta la cual es prismática.

4.4. Unión de las tres juntas.

Se emperna la placa del sistema V-SLOT a la pieza de unión de juntas prismáticas, para ello se realizó el pulido de una llave Allen para que facilite su manipulación.



Se colocan las ruedas como se explicó en el ensamble de la tercera junta prismática y su posterior ajuste.



Se emperna la pieza de la base con la plataforma giratoria.



Se coloca la estructura de aluminio V-SLOT y se procede al ajuste de las ruedas.



La montura extrema de actuador lineal preparada es colocada lista para agregar la correa dentada.



Finalmente, se coloca la correa dentada y ya se obtiene el mecanismo para el robot cilíndrico de tres grados de libertad.



4.5. Ensamblaje de la caja para Arduino.

Se fija el ventilador a la parte superior de la caja mediante tornillos.

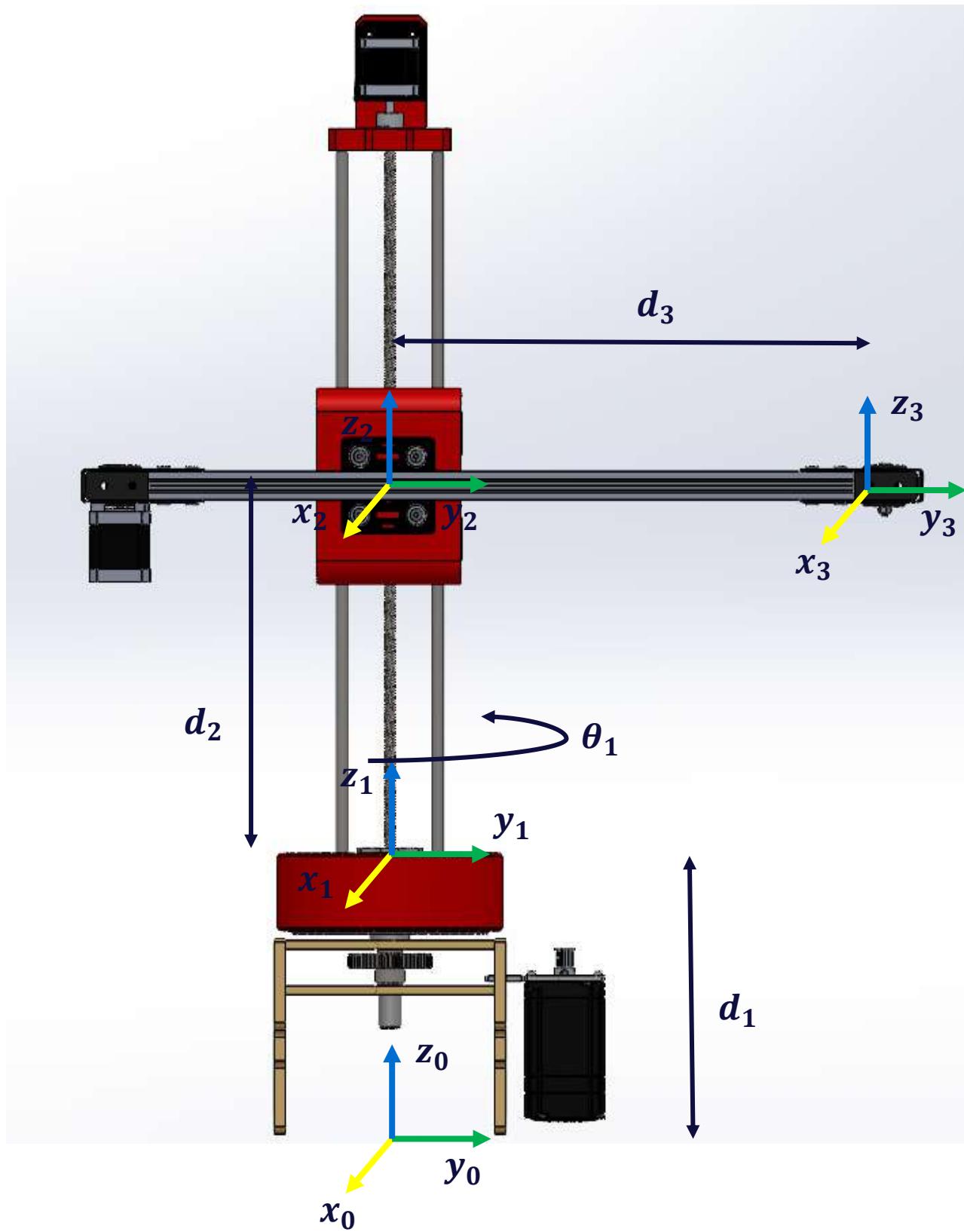


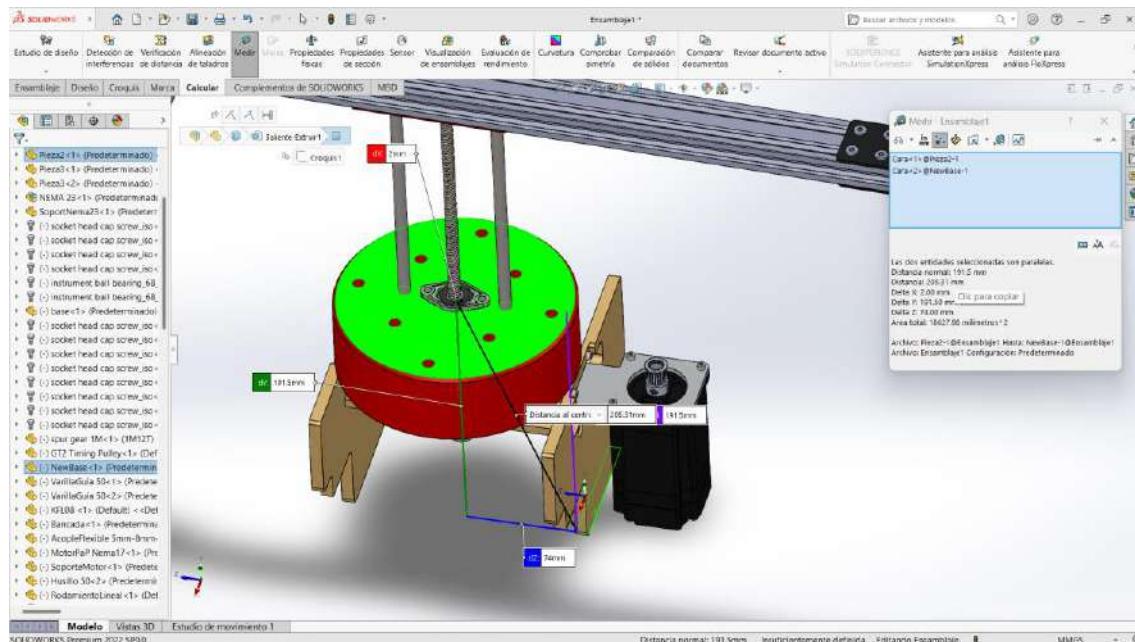
La parte superior se acopla a la parte inferior y se fija mediante tornillos.



Rango de movimiento de los mecanismos (Restricciones)

En primer lugar, colocamos los ejes según la Convención Modificada de Khalil-Dombre y designamos algunas variables.





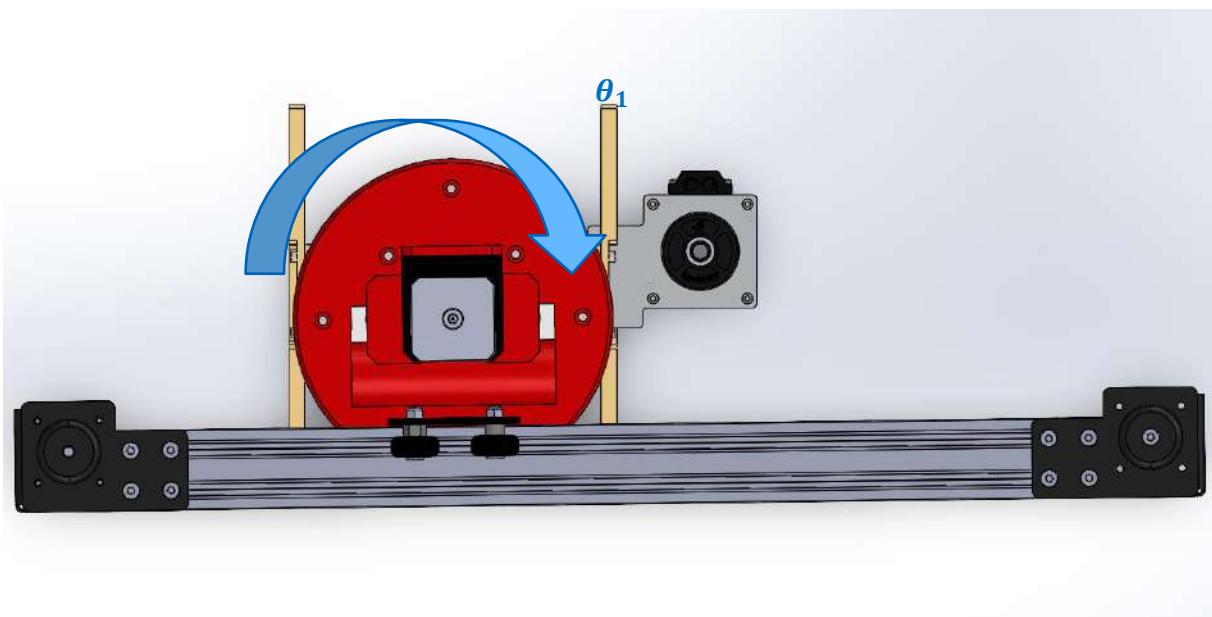
La distancia no variable, dada la estructura del brazo robótico, es:

$$d_1 = 195\text{mm}$$

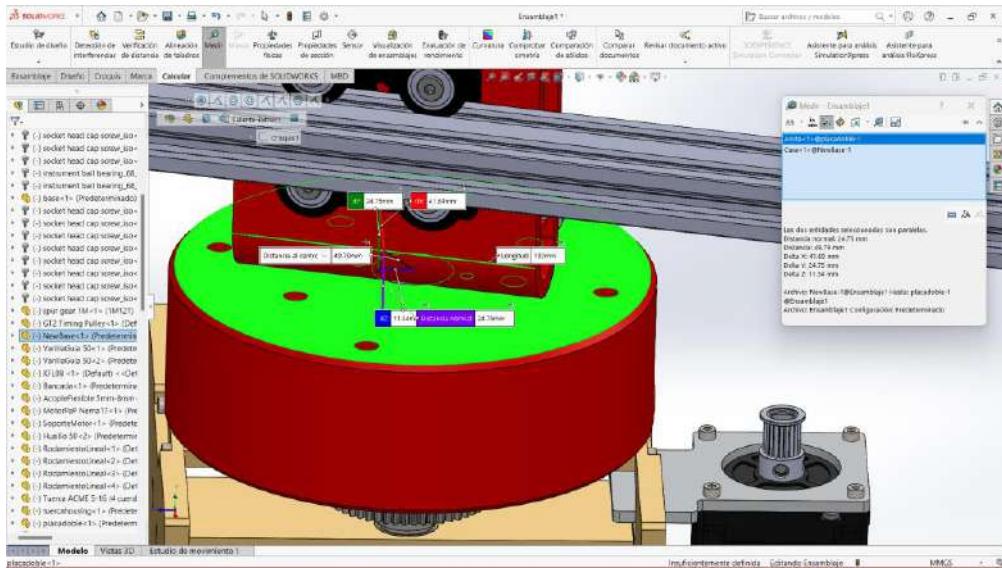
Junta de revolución – Junta 1

Es evidente que la junta de revolución se puede identificar con la variable θ_1 , a la cual tiene un rango de 275° para prevenir enredos de los cables. Entonces, se puede decir que:

$$0^\circ < \theta_1 < 275^\circ$$

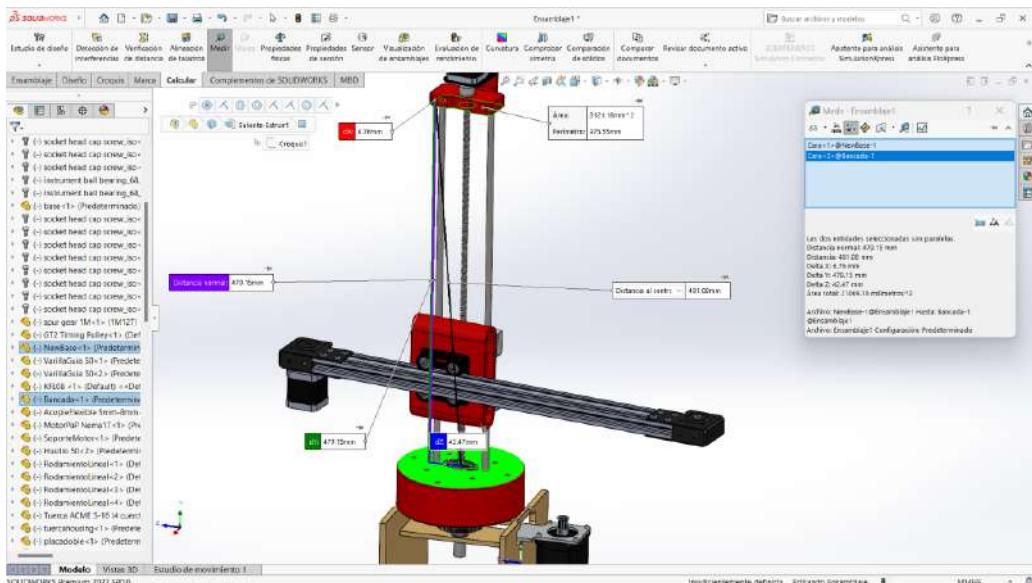


Junta prismática – Junta 2



Respecto a la base (sección verde):

$$d_{minima} = 25 + \frac{102}{2} = 76 \text{ mm}$$



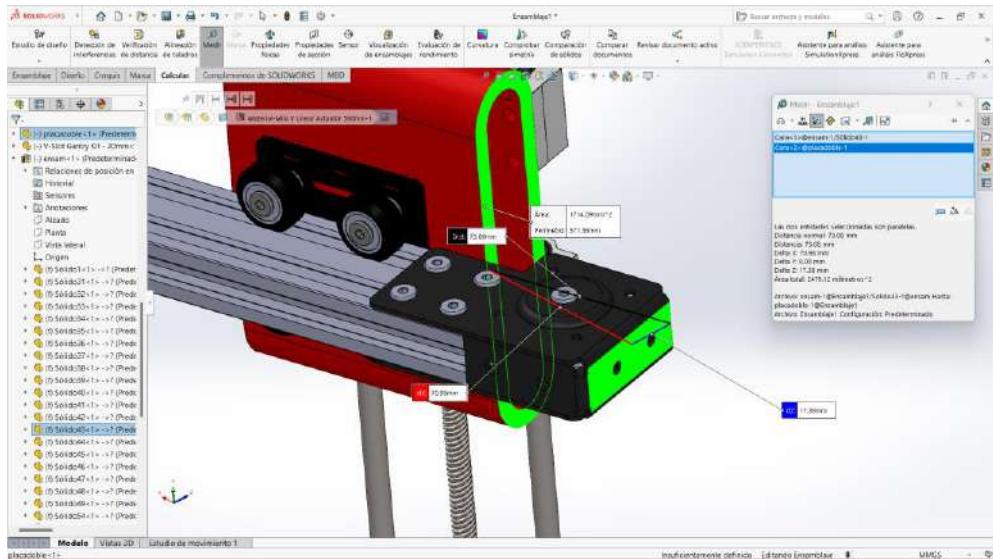
Respecto a la base (sección verde):

$$d_{maxima} = 479 - \frac{102}{2} - 16 = 412 \text{ mm}$$

Entonces, el rango para la variable es:

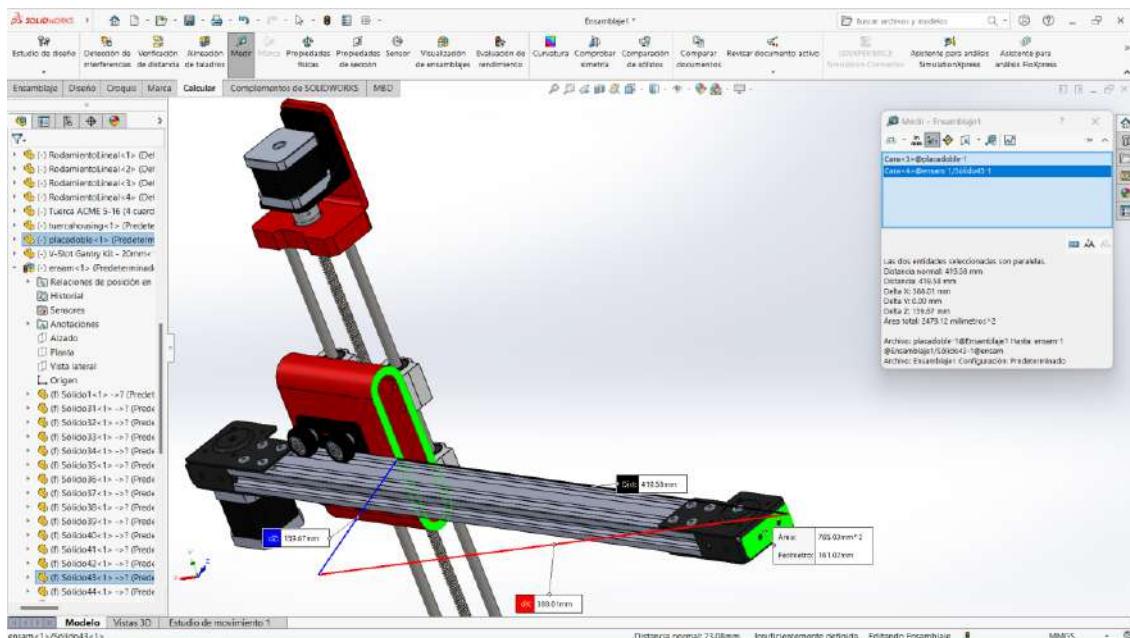
$$76 \text{ mm} < d_2 < 412 \text{ mm}$$

Junta prismática – Junta 3



Se posiciona el robot para que la variable esté en su mínimo valor dado por las restricciones mecánicas:

$$d_{minima} = 74 + \frac{102}{2} = 125\text{mm}$$



Se posiciona el robot para que la variable esté en su máximo valor dado por las restricciones mecánicas:

$$d_{maxima} = 419 + \frac{120}{2} = 470\text{mm}$$

Entonces, el rango para la variable es:

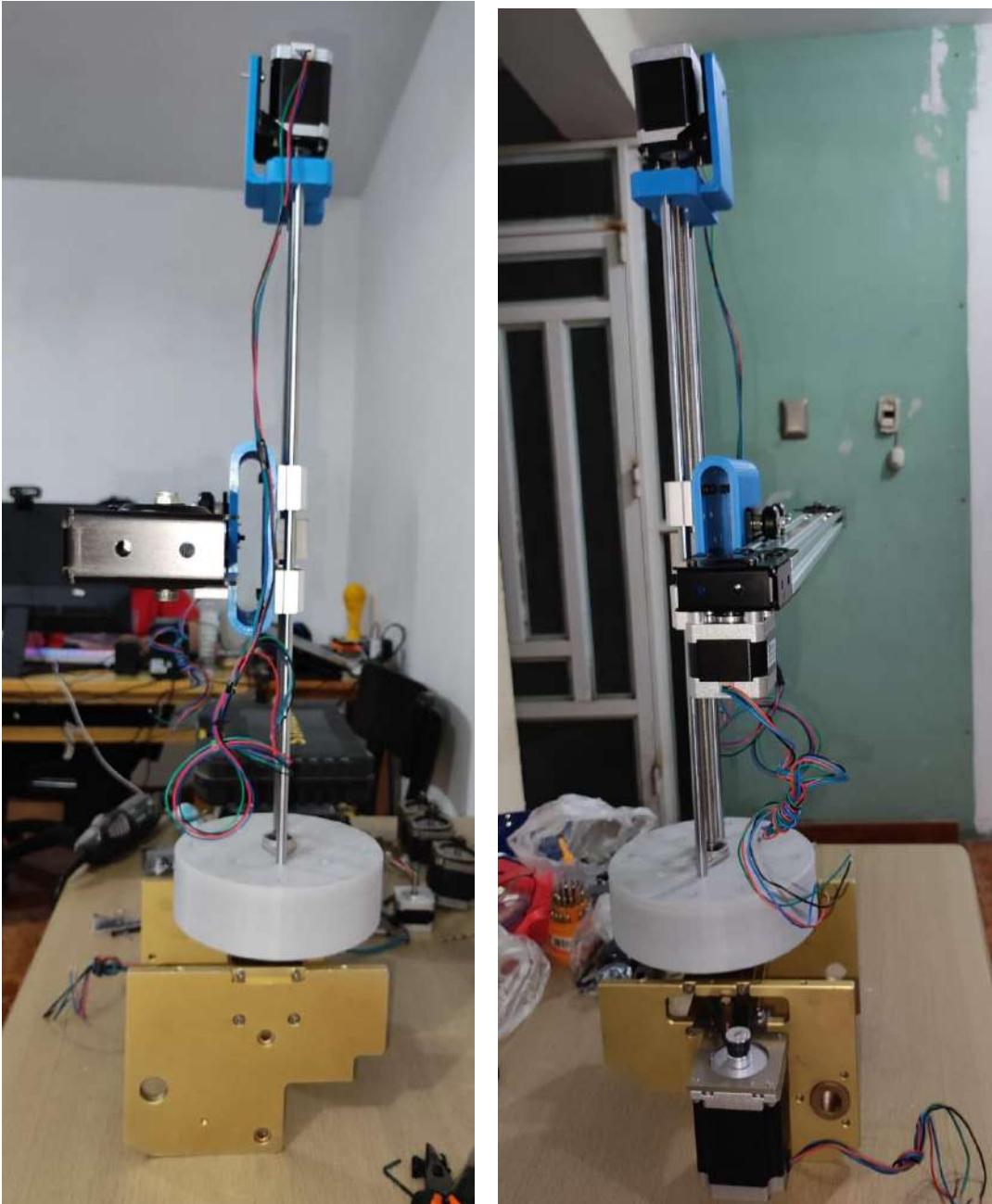
$$125\text{ mm} < d_3 < 470\text{ mm}$$

Rango de movimiento y vistas de la implementación física

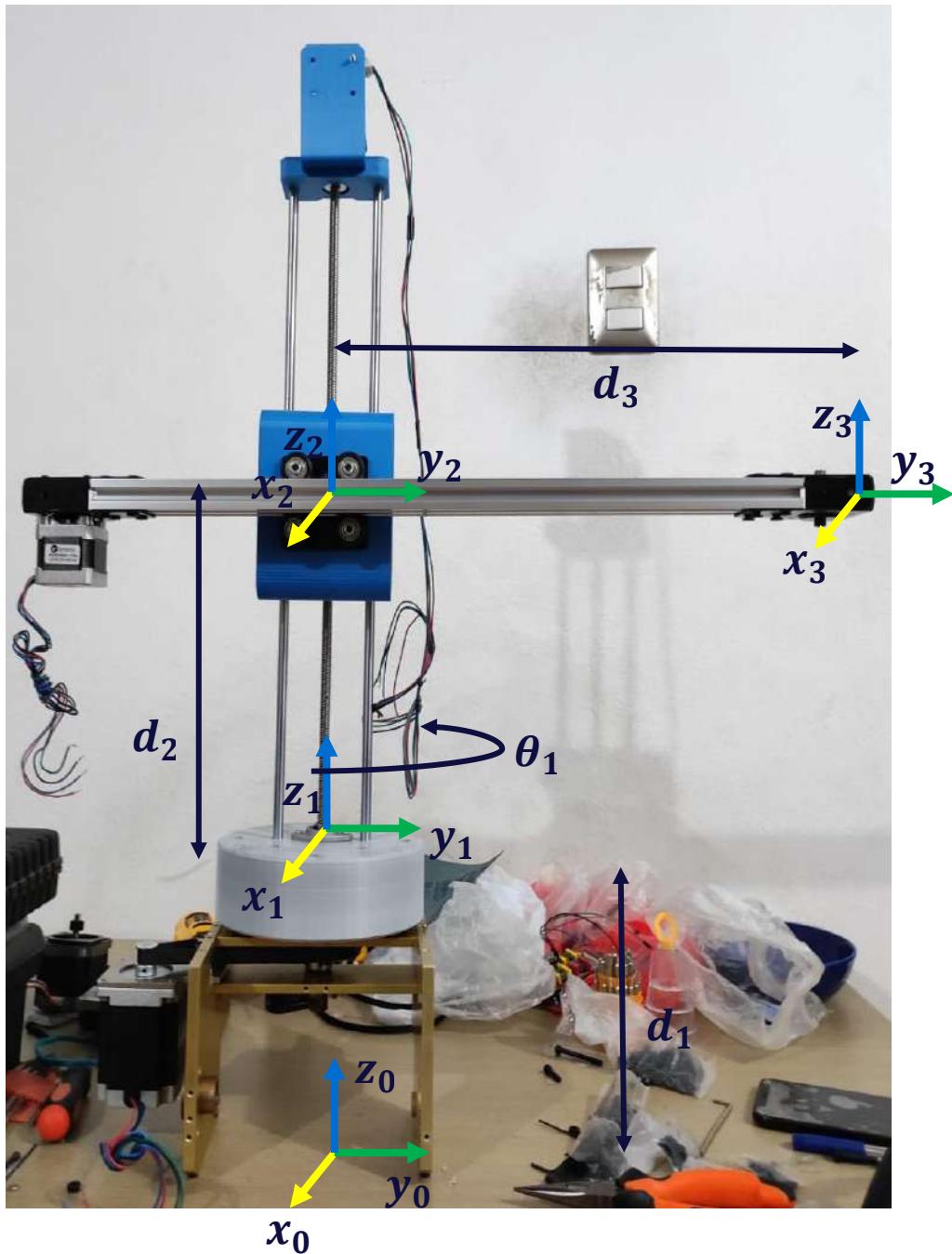


Vista general

Vista horizontal del brazo robótico cilíndrico:**Vista vertical del brazo robótico cilíndrico:**

Vistas laterales del brazo robótico cilíndrico:

En resumen...



Especificaciones de movimiento:

$$d_1 = 195\text{mm}$$

$$0^\circ < \theta_1 < 275^\circ$$

$$76\text{ mm} < d_2 < 412\text{ mm}$$

$$125\text{ mm} < d_3 < 470\text{ mm}$$

6. DISEÑO DE LA PLACA DE CONTROL

35

Se hizo uso del software Eagle para la realización del Shield CNC-Arduino UNO. Para ello, se tomó en cuenta las conexiones básicas del driver DRV8825.

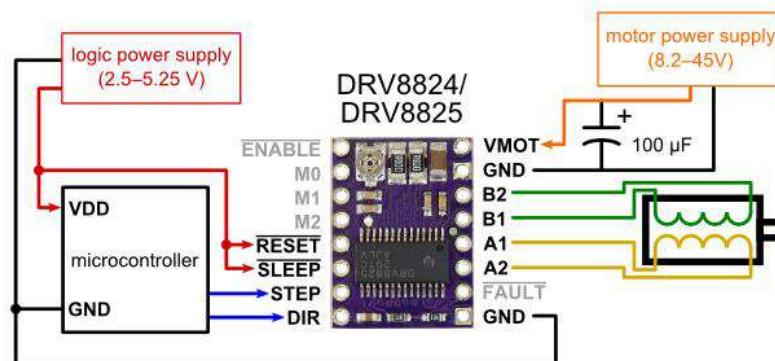


Figura 1. Diagrama de cableado mínimo para conectar el microcontrolador a un Driver PaP DRV8825.

Las librerías del Driver PaP DRV8825 y del Arduino Uno fueron descargadas de la página: <https://www.snapeda.com/>

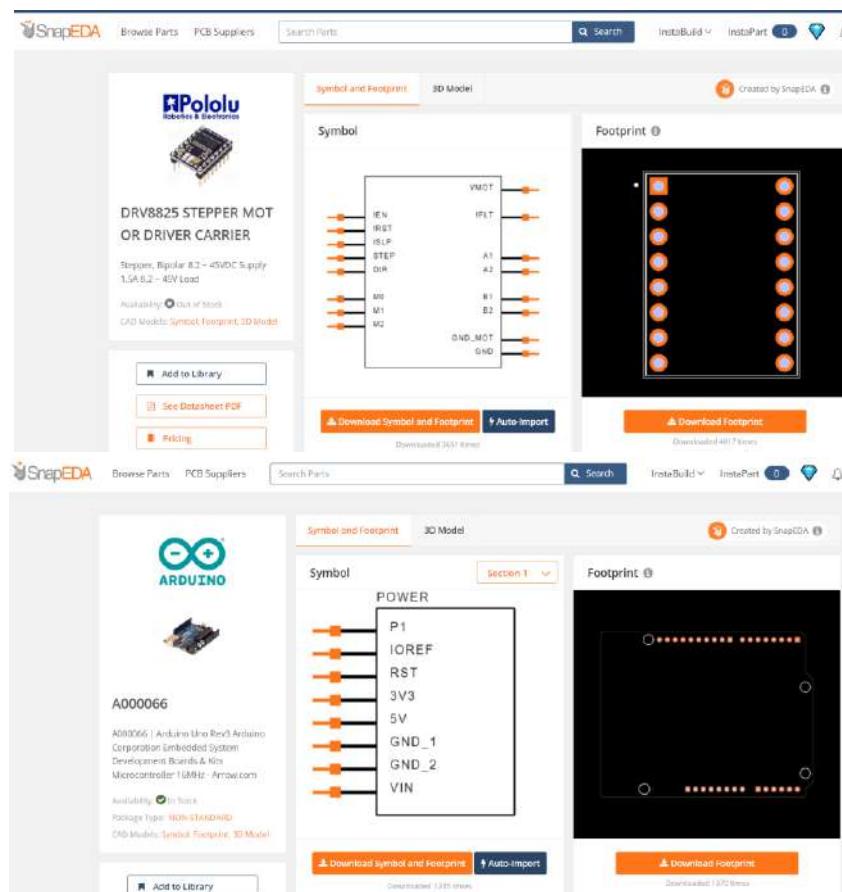


Figura 2. Librerías de componentes (Driver PaP DRV8825 y Arduino Uno) en Snapeda.

El diseño del robot cilíndrico desarrollado en el presente proyecto, demanda el control de 3 motores independientes (X, Y, Z). En base a esto, se presenta el esquemático del sistema electrónico en Eagle.

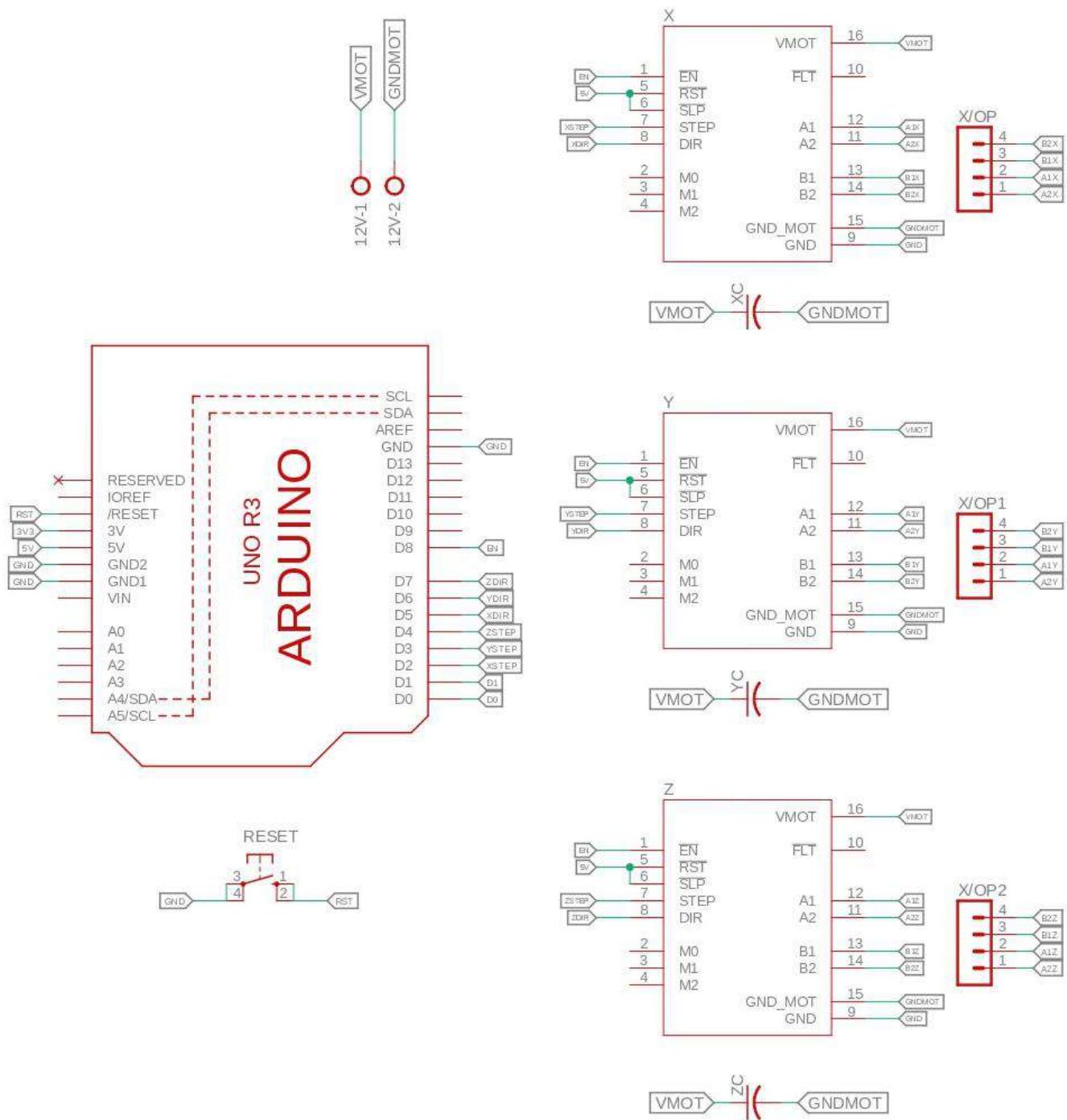


Figura 3. Esquemático del sistema electrónico en Eagle.

A continuación, se realiza la generación de la vista de placa y se procede a ordenar los componentes.

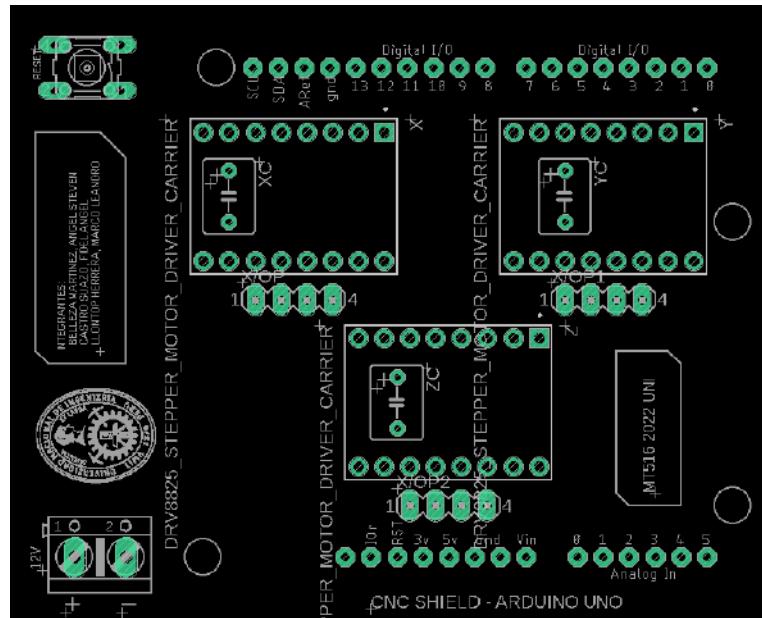


Figura 4. Disposición de los componentes en la vista de placa.

Se determina el grosor de las pistas (1mm) y posteriormente se hace el ruteo de estas. Se consideró el uso de 2 capas.

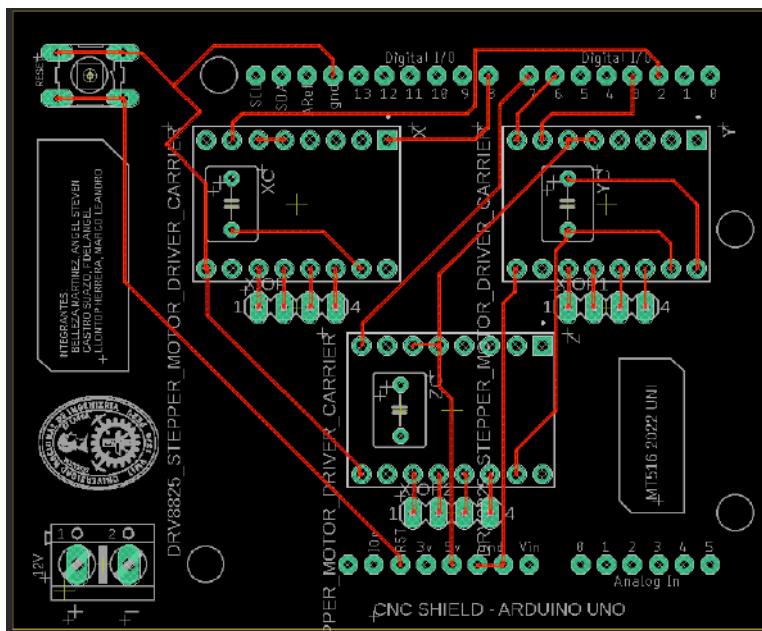


Figura 5. Ruteo en la capa top.

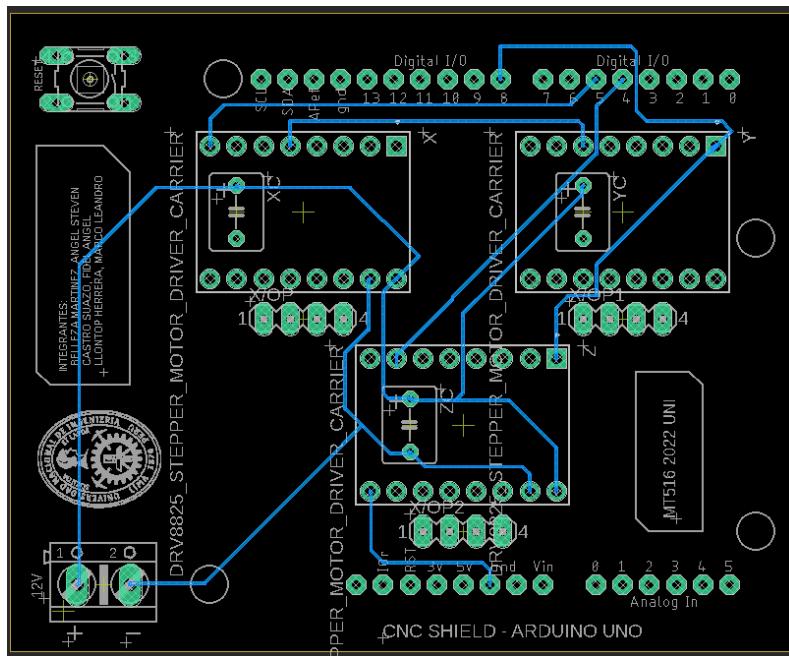


Figura 6. Ruteo en la capa bottom.

Finalmente, se presenta el diseño del PCB en Eagle.

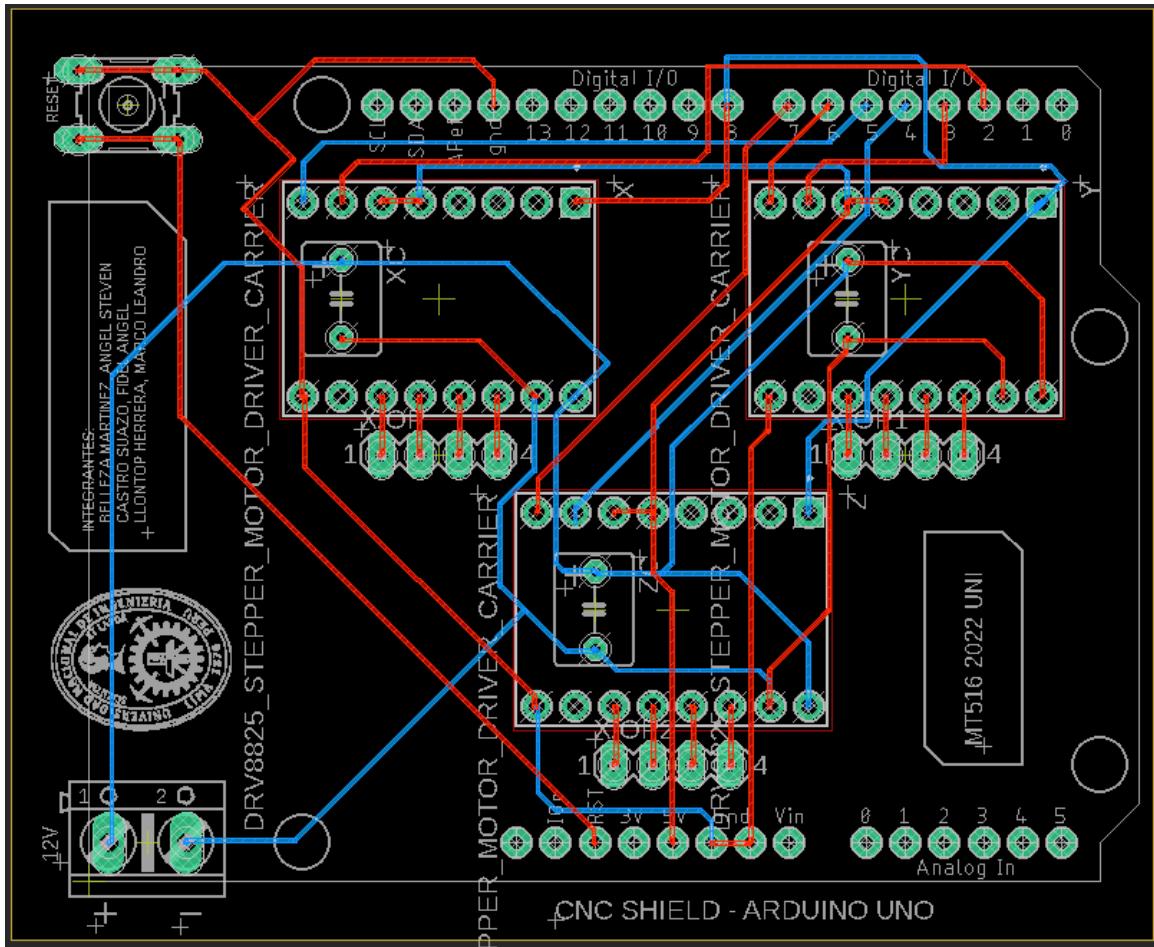


Figura 7. Diseño por ordenador del PCB en Eagle.

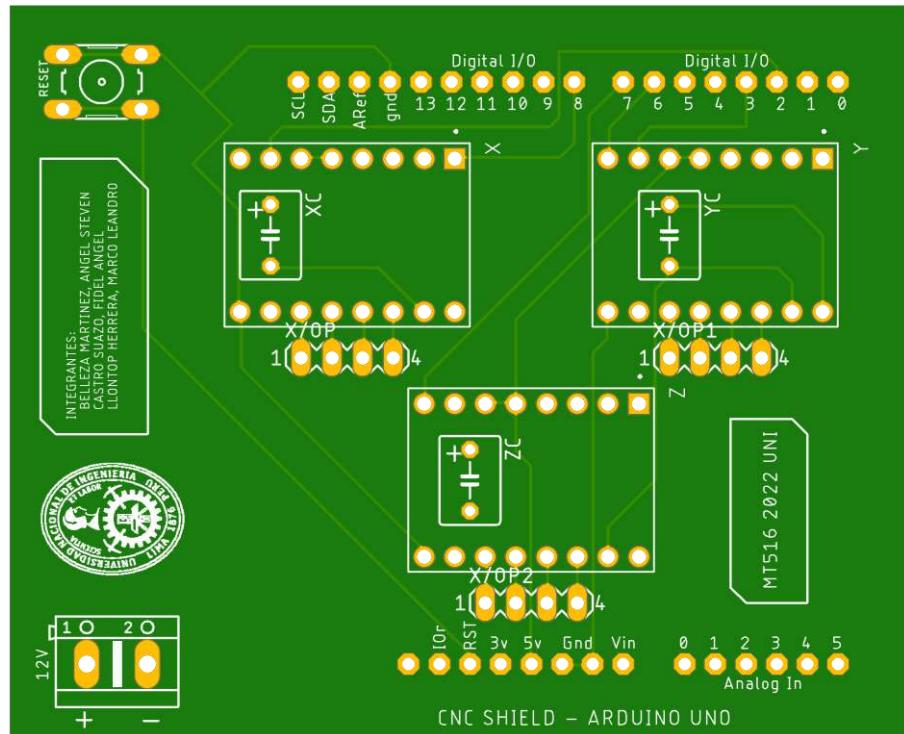


Figura 8. Vista de la fabricación del lado superior en Eagle.

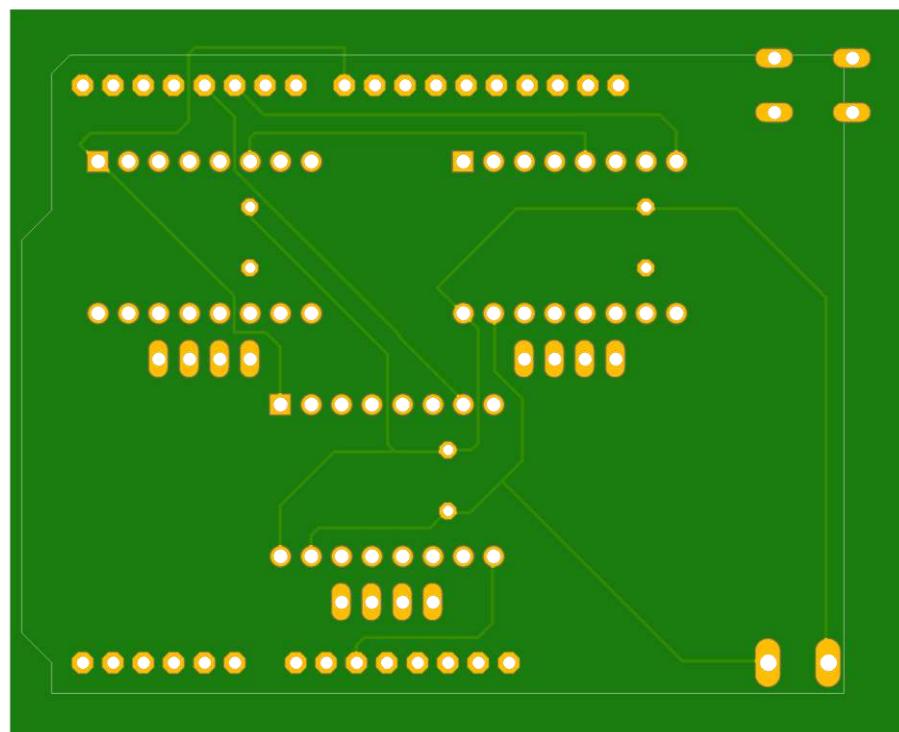


Figura 9. Vista de la fabricación del lado inferior en Eagle.

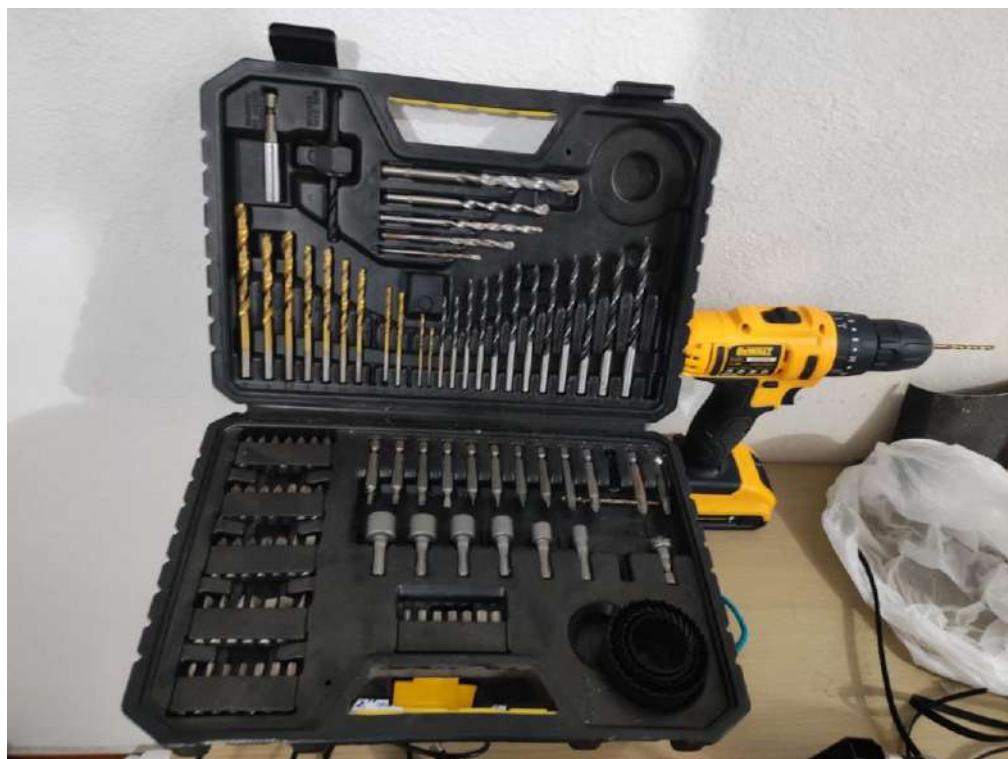
7. DIAGRAMA DE GANTT

8. BIBLIOGRAFÍA

- Librerías de Eagle extraídos el 14 de noviembre del 2022 del link:
<https://www.snapeda.com/parts/DRV8825%20STEPPER%20MOTOR%20DRIVER%20CARRIER/Pololu/view-part/?ref=search&t=pololu>
<https://www.snapeda.com/search/?q=arduino+uno&search-type=parts>
- Pieza del case shield CNC Arduino Uno extraído el 31 de octubre del 2022 del link:
<https://grabcad.com/library/case-cnc-shield-arduino-uno-1>
- Pieza actuadora lineal extraído de: <https://grabcad.com/library/mini-v-linear-actuator-500mm-1>
- Tienda online Naylamp Mechatronics: <https://www.naylampmechatronics.com/>
- Tienda online SAISAC MECATRÓNICA: <https://saisac.pe/>
- Vargas Cortés, J. (2004). *Diseño y construcción de un dispositivo manipulador de elementos. Robot cilíndrico Jagger-F03* (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente). Recuperado el 27 de setiembre del 2022 del link:
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6385/T04388.pdf?sequence=3>

9 ANEXOS

9.1. Herramientas y equipos utilizados en el proceso de ensamblaje:



Anexo 1. Taladro.



Anexo 2. Dremel.



Anexo 3. Lápiz 3D.



Anexo 4. Desarmadores.



Anexo 5. Llaves Allen.



Anexo 6. Alicates.



Anexo 7. Trípode para celular.