

Primero trabajaremos sobre la parte activa del actuador, que será la que nos proporcionara el desplazamiento y la fuerza necesaria para la locomoción del mismo robot. En la figura 60, mostramos la parte final del pistón, el cual cuenta con un barreno de 3 mm de diámetro, este barreno nos servirá para fijar el mecanismo que tendrá contacto con el tubo y proporcionara la fricción necesaria para hacer la locomoción del robot.

No podemos colocar o pegar algún mecanismo a lo largo del pistón ya que este al retraerse podría ser obstaculizado por dicho mecanismo, además que se requiere cuidar y no destruir el PQ 12 actuador lineal, esto con el fin de poder ser utilizado más adelante para futuros proyectos. No se puede simplemente pegar algo sobre el cascaron del PQ 12 debido a que el pegamento podría dañar al PQ 12 actuador lineal. Entonces determinado esto, pasamos a las propuestas de diseño.

---

## ***CAPITULO VII Propuestas de Diseño***

---

### **7.1 DISEÑO 1**

Sistema de tres soportes:

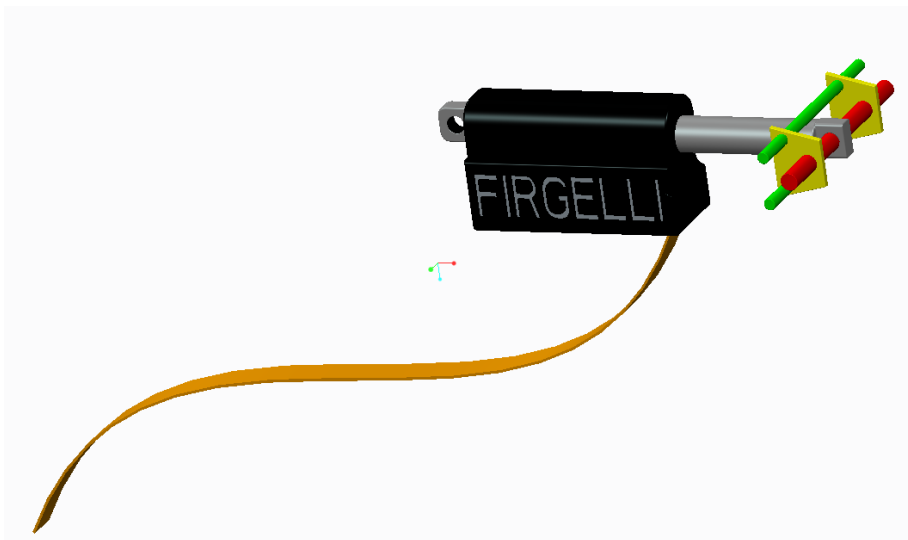


Fig. 65. Propuesta 1 del PQ 12

Esta propuesta se basó en un cilindro principal (ilustrado en color rojo), acompañado de dos cilindros de apoyo (ilustrados en color verde), que impedirían el giro del cilindro principal sobre su eje longitudinal. Tal como se muestra a continuación:

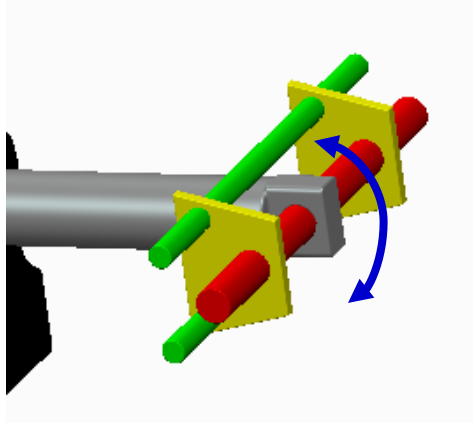


Fig. 66. Mecanismo de tres barras

Su desplazamiento sobre su eje longitudinal estaría restringido por un recubrimiento de un material llamado *thermofit*, que es comúnmente utilizado en los cables de circuitos eléctricos, con el funcionamiento de aislante.



Fig. 67. Material termofit

Este material ante la presencia de calor reduce su diámetro, de tal manera que se adhiere con cierta presión, sobre el cable o unión sobre la cual está colocado. El cilindro principal al ser de la medida exacta del barreno entraba con cierta presión por lo cual al ser un poco limado y forrado con el *thermofit*, por ambos extremos de la unión, no tendría opción de movimiento longitudinal. Y el bosquejo se muestra a continuación:

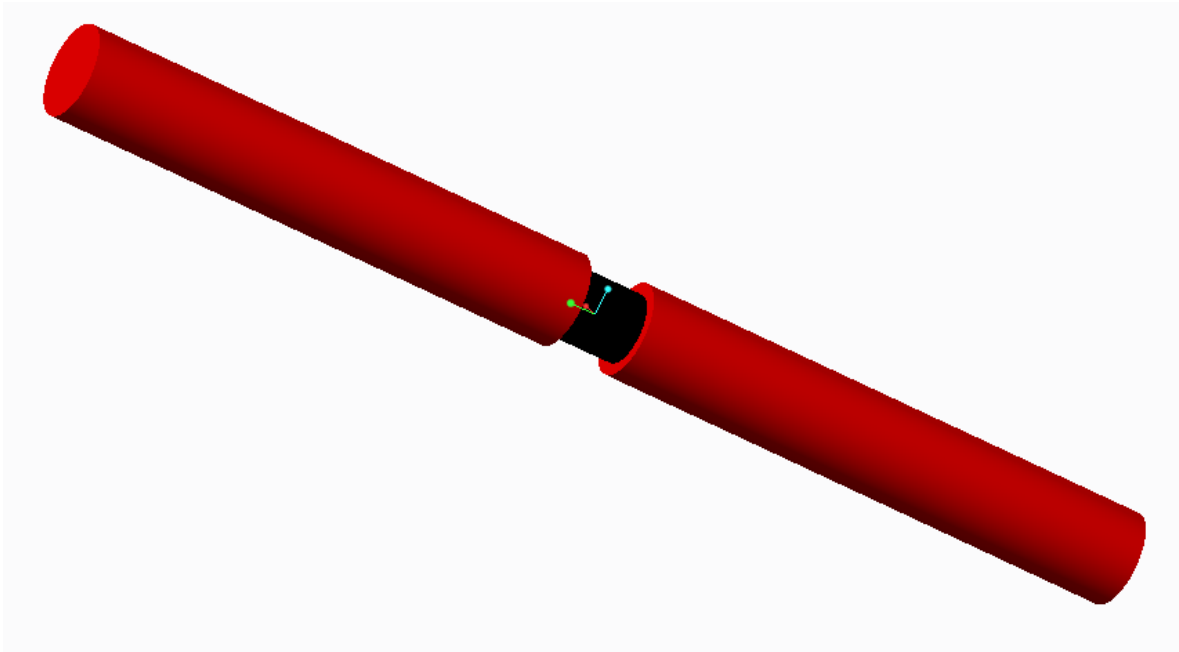


Fig. 68. Cilindro forrado con termofit

En la imagen 64 podemos observar como el cilindro (ilustrado en negro), se encuentra forrado en *thermofit* (ilustrado en rojo). En la parte central se encuentra descubierto debido a que esta sección sería la parte en la cual se unirá con el barreno del pistón como se muestra en la figura 62.

Mostraremos las ventajas y desventaja de esta propuesta de diseño en la siguiente tabla.

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Gran rigidez	Difícil manufacturabilidad debido a la pequeña escala del robot
Bajos costos	Dificultad de ensamble
Materiales disponibles en el taller	Geometría compleja
Área de contacto en los extremos adaptable	Poco flexibilidad a modificaciones
Peso relativamente bajo	Dificultad al des ensamble

Fig. 69. Tabla de ventajas y desventajas de propuesta 1

Analizado este diseño preliminar pasamos al siguiente diseño propuesto.

## 7.2 DISEÑO 2

En esta propuesta se consideraron algunas de las complicaciones y desventajas del diseño anterior y principalmente se redujo el número de piezas, sin cambiar el principio de funcionamiento.

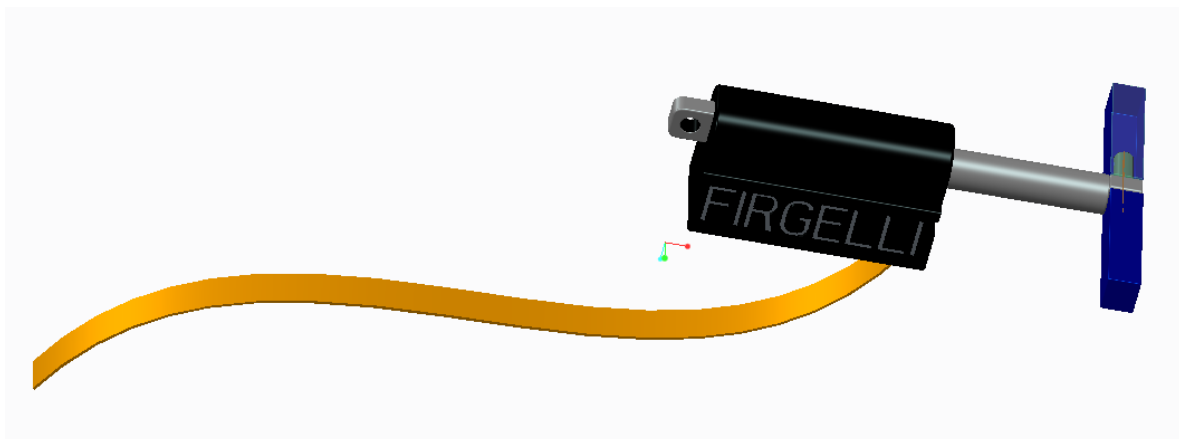


Fig. 70. Mecanismo de barra cuadrada

Aquí evitamos el giro sobre el eje longitudinal con introducción de un mecanismo con rosca, con sus partes de hembra y macho respectivamente.

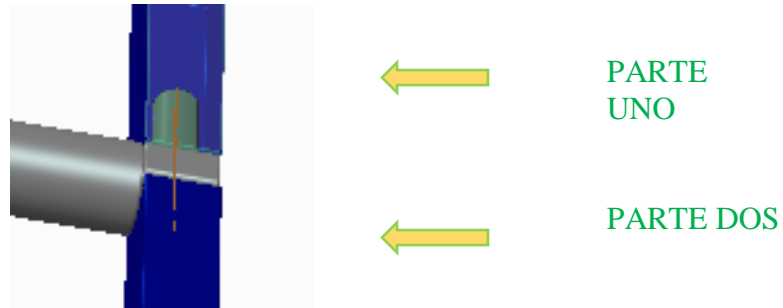


Fig. 71. Sistema de unión de propuesta 2

Como podemos apreciar en la imagen 67 el mecanismo está compuesto por dos partes, la parte uno contiene una cuerda donde se embona con la parte dos que se manufacturo con un tornillo. A su vez se eliminó el desplazamiento longitudinal del mecanismo con el simple cambio de su geometría, de ser un cilindro, se diseñó un mecanismo en con forma de prisma cuadrangular.

Como en el diseño pasado se muestra en la siguiente tabla las ventajas y desventajas de este diseño:

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Facilidad de ensamble	Dificultad de manufactura
Facilidad de desensamble	Peso considerable, a pesar de ser de un material liviano como lo es el aluminio.
Disposición de material en el taller	Poca flexibilidad de acoplamiento para un eje axial.
Gran área de acoplamiento para el mecanismo de contacto	No hay forma de centrar el dispositivo y evitar giros cuando este activo el actuador.

Manejo de estética	
Bajos costos	

Fig. 72. Tabla de ventajas y desventajas de propuesta 2

Ahora evaluaremos el siguiente diseño propuesto.

### 7.3 DISEÑO 3

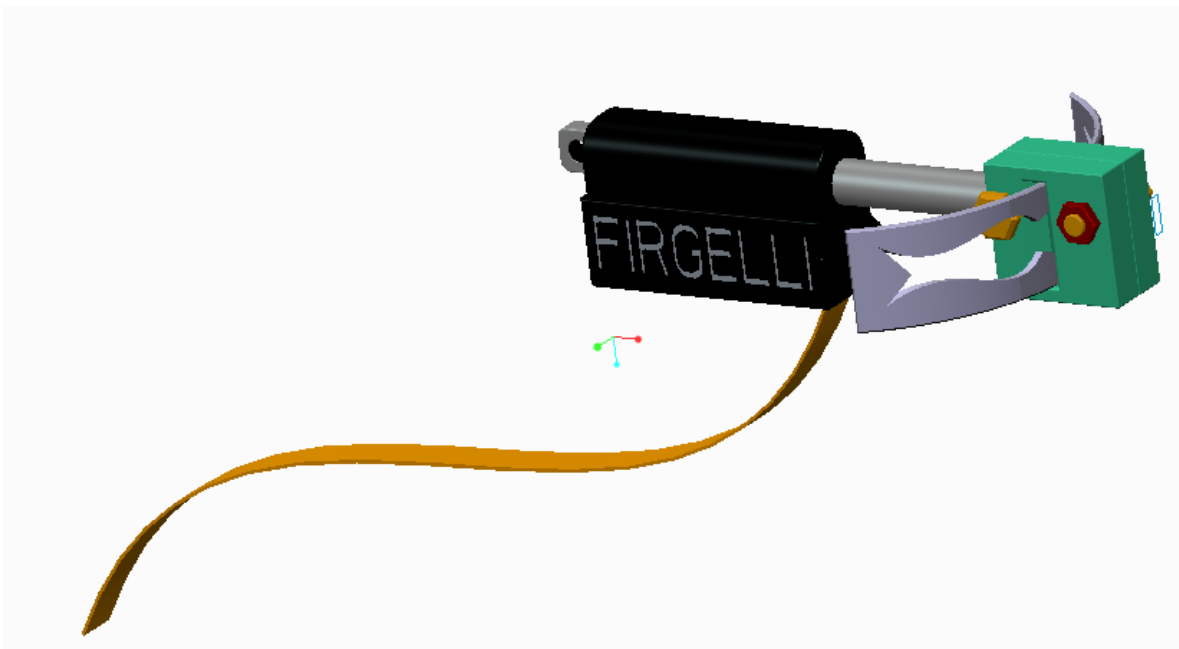


Fig. 73. Mecanismo con lamina ultradelgada

En este diseño cambiamos completamente el principio de diseño de las propuestas pasadas, sin embargo el principio de funcionamiento sigue siendo el mismo.

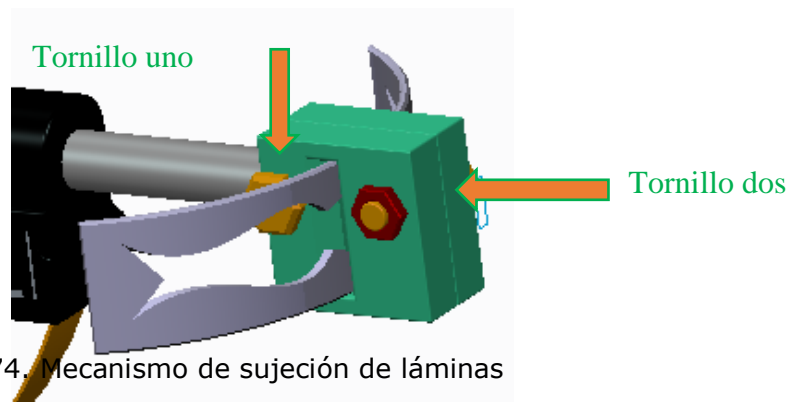


Fig. 74. Mecanismo de sujeción de láminas

En este diseño propusimos reciclar un material que habíamos utilizado en actuador PPA 20. Las láminas ultra delgadas de las navajas de afeitar, ya que son de gran resistencia a la deformación. También con esto probaríamos si este material al obtener mayor desplazamiento por parte del actuador podría funcionar como actuador de movimiento en nuestro robot. El diseño de como acoplarlo fue el representado en la figura 69. Este diseño consta de dos placas las cuales están unidas por dos tornillos y sus respectivas tuercas. El tornillo uno estaría pasando por el barreno del pistón, y sería el que uniría las placas con el actuador. Por su parte el tornillo número dos se encargaría del refuerzo de las placas.

Tomando en cuenta la reducción de piezas que nos proporcionó la propuesta número dos, y las mejoras que trajo consigo la geometría del mismo diseño, se utilizó las placas en forma de prisma cuadrangular para obtener los mismos beneficios. En la parte central se realizó una cavidad donde se colocarían las navajas de tal forma que quedaran justas y con cierta presión, así como que obtuvieran la forma curva que presentan en la imagen 70.

El material que se decidió para hacer las placas fue el Nylamid. Un material rígido y fuerte, pero de fácil manufacturabilidad, y muy suave al momento de trabajarlo con las maquinas del taller como el torno y la fresa mecánica. Con un peso realmente bajo es el material perfecto para este mecanismo.



Fig. 75. Material nylamid

Presentamos a continuación una tabla de las ventajas y desventajas de este diseño número tres:

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Facilidad de ensamble	Inflexible a cambios
Facilidad de desensamble	No posibles reproducciones para soporte medio del robot
Disponibilidad de material	Complejidad de diseño
Bajos costos	Posible juego de las láminas de navajas
Bajo peso	Mayo número de piezas de sujeción
Reutilización de material comprado	No centricidad dentro del tubo

Fig. 76. Tabla de ventajas y desventajas de propuesta 3

Por último se evaluaron cada una de las ventajas de diseño propuesto anteriormente y se realizó un diseño final donde se pudieran aprovechar cada una de estas ventajas. El diseño final quedo de la siguiente manera:



## 7.4 DISEÑO 4

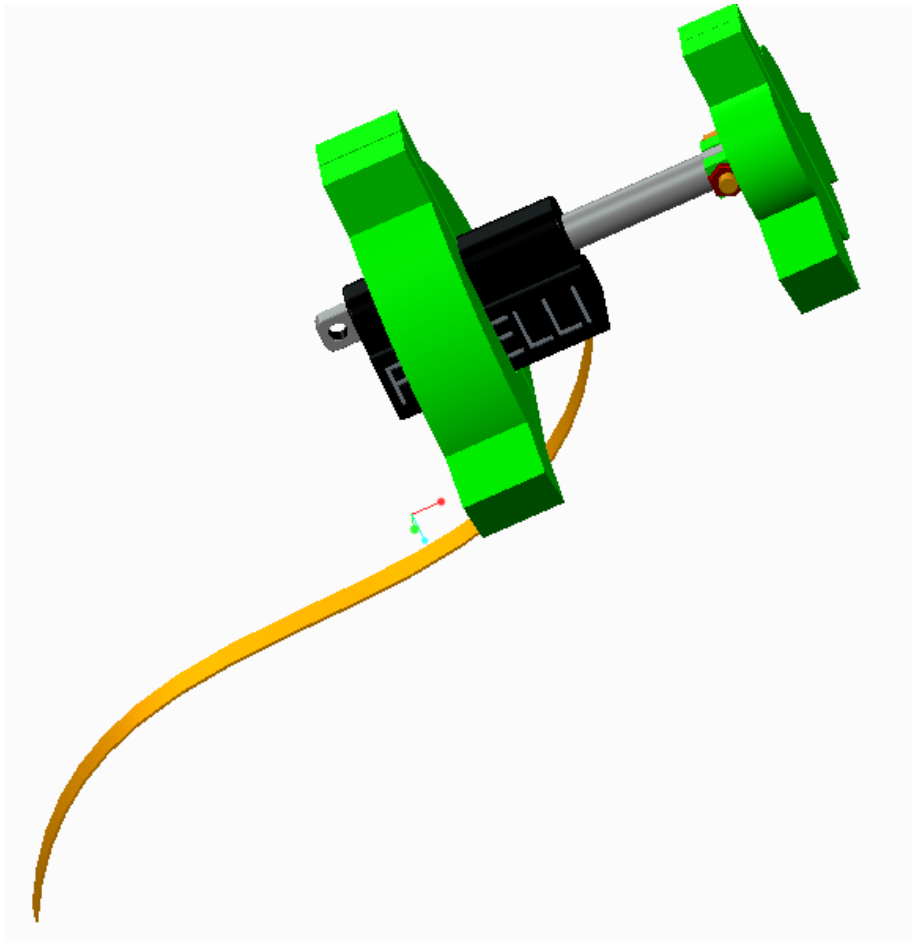


Fig. 77. Mecanismo de tres bazos

En este diseño como se mencionó con anterioridad se intentó aprovechar cada una de las ventajas que nos presentaban los diseños preliminares, después de todo ese fue el propósito por el cual fueron hechos. En este diseño ya presentamos las dos piezas que mantendrían al robot céntrico dentro del tubo. Primero hablaremos de la pieza ensamblada con el pisto.

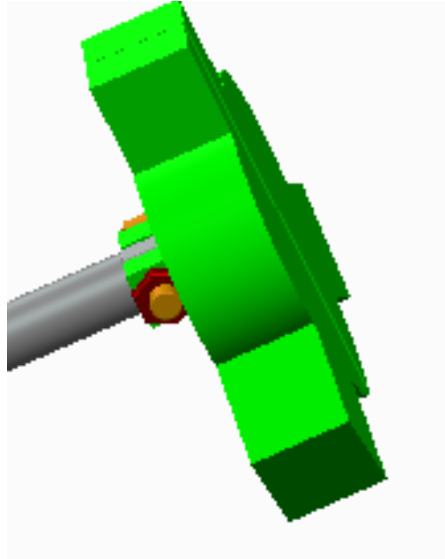


Fig. 78. Unión de actuador móvil

Como se muestra en la imagen 73 la unión principal entre el barreno del pistón y el mecanismo en verde está realizada por un tornillo y su respectiva tuerca. Las paredes verdes donde hacen contacto el tornillo y su tuerca son con forma de prisma cuadrangular, como el diseño nos probó que anula los movimientos longitudinales y el número de piezas necesarias para su construcción. El material con el cual se decidió hacer el mecanismo en verde, fue tomado del diseño número tres. El nylamid podría obtener esta geometría, con las herramientas que se tienen el taller mecánico. Gracias a sus propiedades físicas que fueron mencionadas en el diseño tres, era ideal para este mecanismo.

La geometría de este mecanismo se diseñó de esta forma para poder darle centricidad al robot dentro del tubo, esto se debe a que cada uno de los tres brazos están desfasados  $120^\circ$  uno del otro para formar el contacto perfectamente distribuido con una circunferencia.

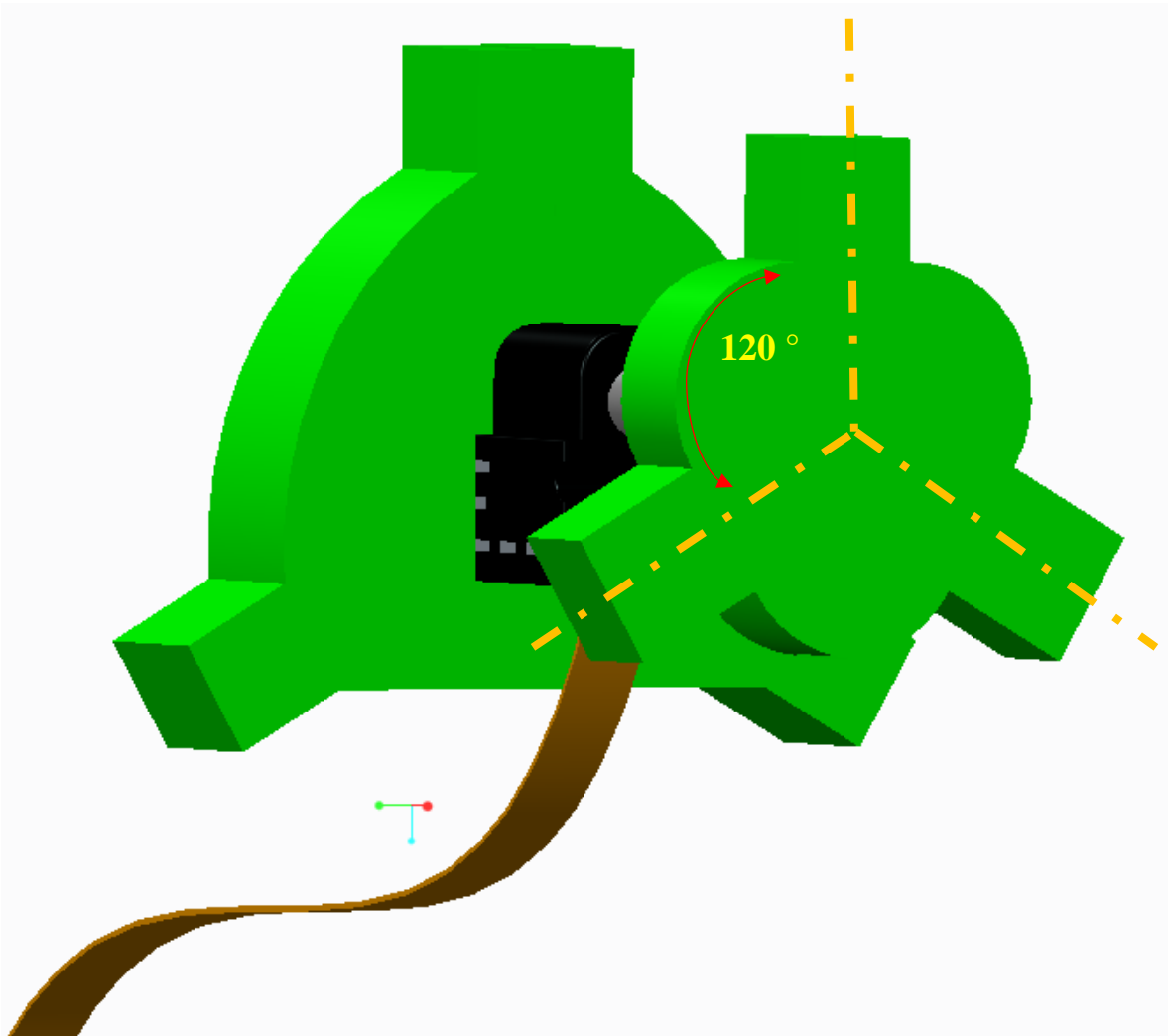


Fig. 79. Ubicación de los brazos a  $120^\circ$

La circunferencia que forma esta geometría es 18 mm menor que la circunferencia interna del tubo, que como sabemos es de 50 mm. Esto nos da un margen de 18 mm para seleccionar nuestros actuadores de contacto entre el mecanismo y el tubo. Dicho actuadores estarán colocados en las partes planas de este mecanismo, las cuales ubicamos en los extremos de los brazos. De este sistema hablaremos más adelante.

Ahora pasaremos al soporte central del robot. Este soporte al igual que el primero está elaborado de Nylamid. Sus brazos de igual manera están desfasados  $120^\circ$  entre ellos, con la misma finalidad que el primer

mecanismo. La circunferencia formada por este sistema nos deja menor margen de acoplamiento para los actuadores de contacto. Este margen es de 14 mm, por lo cual debemos de seleccionar actuadores con deformación elástica.

La forma de acoplamiento con el actuador será mediante presión, la cual deberá ser necesaria para mantener en una posición fija este sistema, y no permitir deslizamiento en ninguna dirección ya que esto podría afectar el avance efectivo del robot al momento de realizar las pruebas de funcionamiento y optimización.

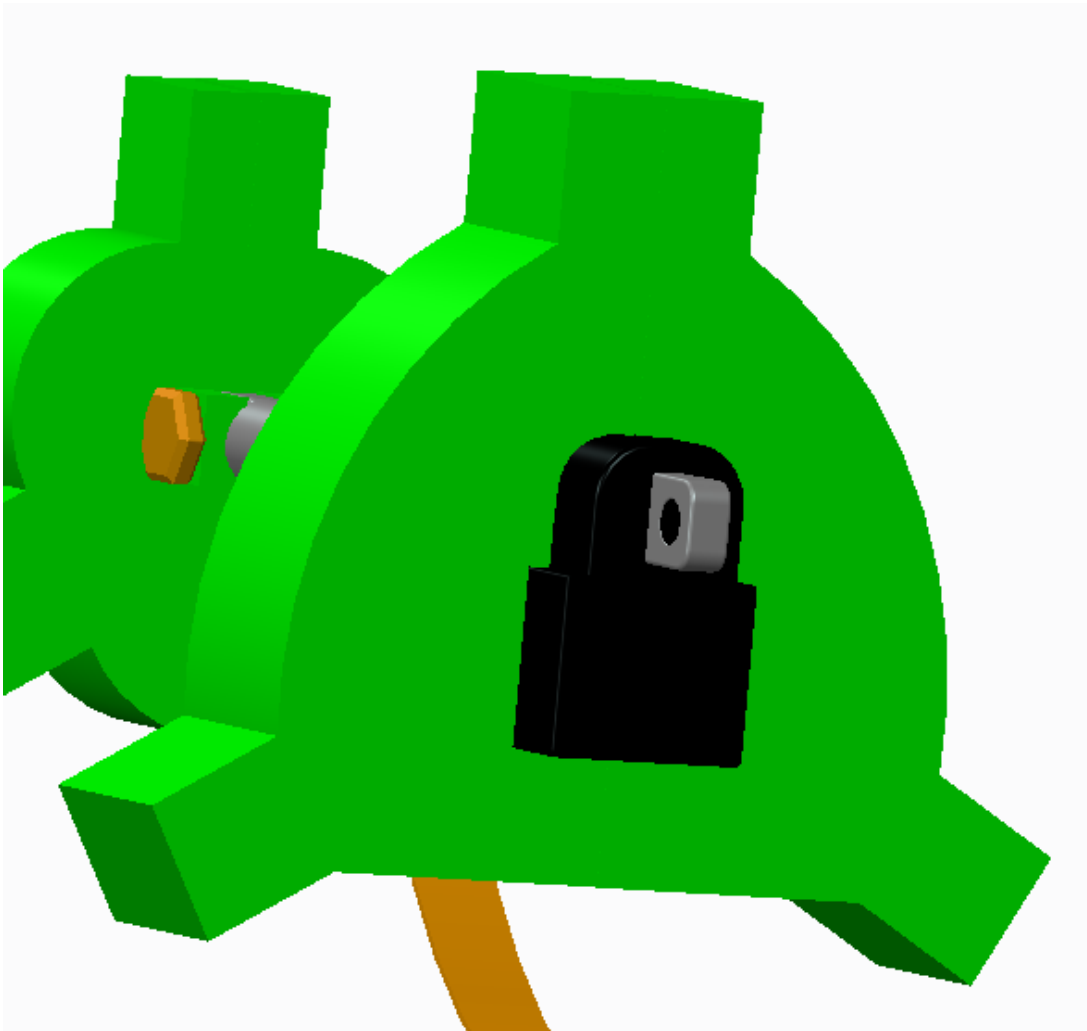


Fig. 80. Soporte medio

Para la construcción de estos sistemas fue necesario el trabajo en el taller mecánico, donde principalmente se utilizaron las máquinas de torno y la fresa mecánica. Los materiales para su construcción fueron los siguientes:

#### MATERIALES

- 1 cilindro de Nylamid de 2.5 pulgadas de espesor.
- Lápiz (grafito)
- Compas
- Transportador
- Máquina de torneado
- Máquina fresadora
- Dremel y sus piezas de corte y pulido.

#### 7.4.1 PROCESO DE CONSTRUCCION

Primero se construirá la pieza que va acoplada sobre el pistón del Actuador Lineal PQ 12.

- 1.- Se dibujó el bosquejo sobre el nylamid, desde una vista top (superior), para poder dar forma con la máquina de fresa.

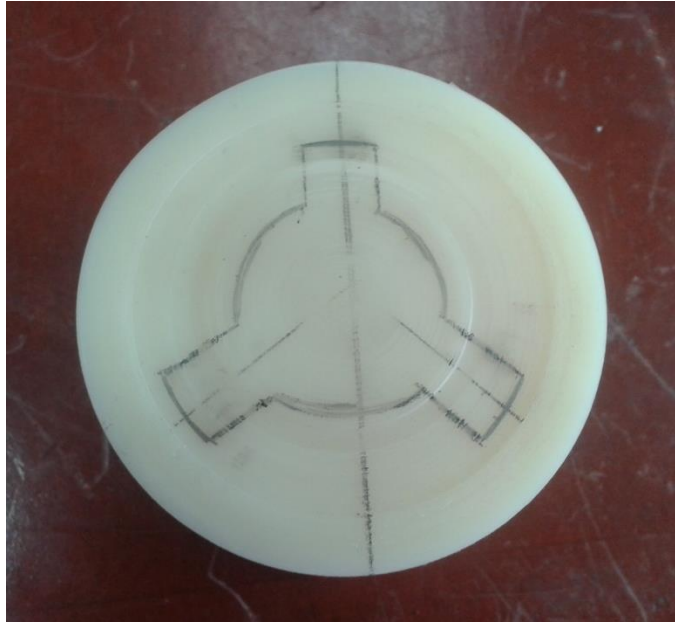


Fig. 81. Esquema a recortar sobre nylamid

2.- Con el dibujo como base sobre el nylamid, se da la profundidad deseada y se empieza a cortar la pieza dándole forma con la fresa.



Fig. 82. Máquina para fresar

3.- Una vez terminada la profundidad y geometría deseada se coloca sobre el torno y se corta la pieza, para posteriormente dar los últimos detalles con la herramienta dremel.



Fig. 83. Torno mecánico

4.- Hacer las partes más complejas debido a su escala, con la herramienta dremel y un complemento de corte.



Fig. 84. Dremel con dispositivo de corte

5.- Colocar la pieza sobre un soporte, y a su vez este soporte colocarlo bajo un taladro vertical, el cual realizara el barreno de 3 mm por donde pasara el tornillo que fijara esta pieza con el pistón del PQ 12.





Fig. 85. Taladro vertical



Fig. 86. Perforación del barreno

6.- Una vez obtenida la geometría deseada y realizado en barreno para el tornillo, se procede a dar planicidad a las áreas donde se colocaran los actuadores de contacto. Además de retirar las rebabas de los procesos anteriores. Esto se realizara con un lijado y pulido del dremel.

Ya obtenida la pieza que va unida al pistón, en la parte frontal d nuestro robot, se procede a la construcción del soporte medio del robot.

1.- De igual manera se realiza el bosquejo de la pieza sobre el nylamid para pasar a realizarlo con la fresa.



Fig. 87. Dibujo soporte central

2.- Se realiza el corte de la geometría de la pieza y la profundidad deseada, que como sabemos es nuestro espesor.

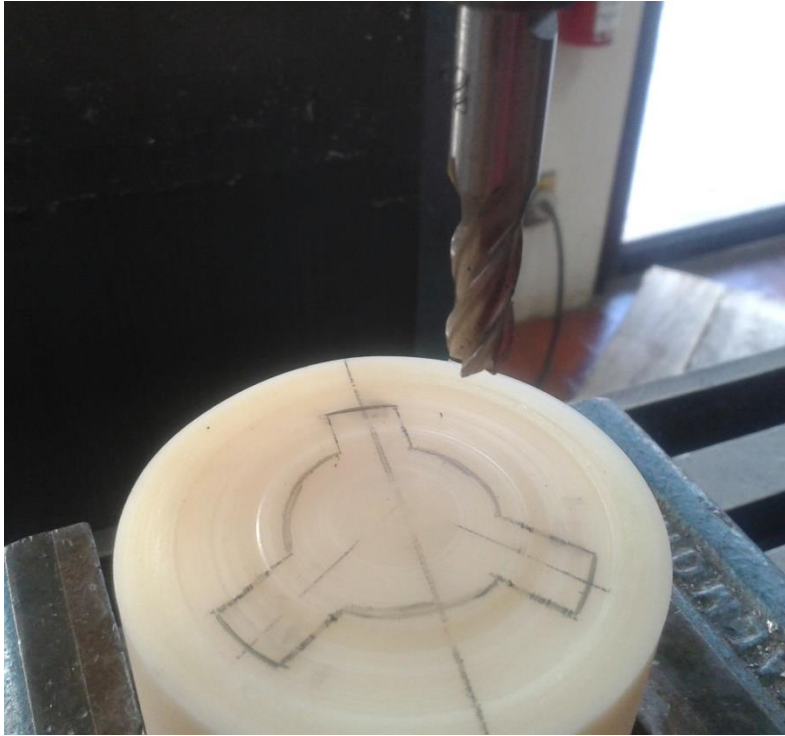


Fig. 88. Corte con la máquina de fresa

3.- Ahora cortamos la pieza del tocho de nylamid con un torneado.

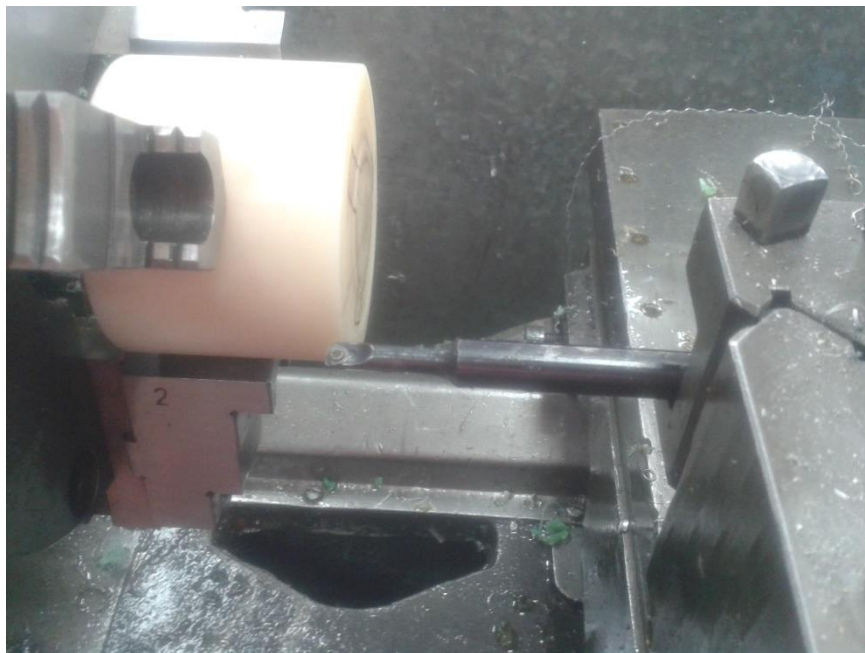


Fig. 89. Corte de pieza con torno

4.- De igual forma los detalles más pequeños se realizaran con el dremel que nos permite mejor exactitud en este caso en particular. Esta actividad se lleva a cabo con herramientas de desbaste y corte el dremel.



Fig. 90. Detallado de pieza

Ya que obtuvieron las medidas requeridas, se prueban las piezas y a su vez se ensamblan con el Actuador Lineal PQ 12 Firgelli.



Fig. 91. Ensamblado de soportes