

Universidad Tecnológica de la Mixteca



Ingeniería Mecatrónica

Diseño y selección de materiales para la construcción de un robot manipulador

Hernández Gómez Hiram Jesús

Grupo: 814-A

Profesor: Dr. Alberto Elías Petrilli Barceló

6 de mayo de 2018

Índice

1. Resumen	5
2. Objetivos	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
3. Justificación	6
4. Marco teórico	9
4.1. Robots Manipuladores	9
5. Desarrollo	11
5.1. Diseño	11
5.2. Vistas del diseño del manipulador	17
5.3. Efector Final	21
5.3.1. GoPro Hero Session 5	21
5.4. Materiales a considerar	22
5.5. Materiales Elegidos	22
5.6. Servomotores MG995	22
5.7. Construcción	24
5.7.1. Construcción de la base	24
5.7.2. Construcción de los eslabones del robot.	27
5.7.3. Construcción del soporte del efector final	30

Índice de figuras

1.	BOLT Cinebot	6
2.	Robot KIRA	7
3.	ARCAM UR10	7
4.	Clasificación de los robots	9
5.	Manipulador Industrial	9
6.	Medidas de la base de montura del servomotor (en mm) para la articulación rotacional.	11
7.	Medidas del anillo para el balero (en mm) del robot manipulador.	12
8.	Medidas de la base de montura del balero (en mm) del robot manipulador.	12
9.	Medidas de la base de montura del servomotor (en mm) para los eslabones.	13
10.	Medidas del eslabón principal (en mm).	13
11.	Medidas del eslabón de apoyo (en mm)	14
12.	Medidas (en mm) del eslabón de apoyo para el segundo eslabón.	14
13.	Medidas (en mm) del segundo eslabón.	15
14.	Medidas (en mm) para el eslabón de palanca para el efector final.	15
15.	Medidas (en mm) del triangulo conector del eslabones	16
16.	Medidas (en mm) del conector del servo a los eslabones.	16
17.	Medidas (en mm) del efector final.	16
18.	Vista explosionada de la base del robot manipulador.	17
19.	Vista explosionada del primer eslabón del robot manipulador.	17
20.	Vista explosionada del segundo eslabón del robot manipulador.	18
21.	Vista isométrica del ensamble de los eslabones.	18
22.	Vista lateral derecha del manipulador.	19
23.	Vista frontal del manipulador.	19
24.	Vista isométrica del manipulador.	20
25.	Cámara de acción utilizada en efector final.	21
26.	Efector final	21
27.	Base de la montura del balero.	24
28.	Ajuste del diámetro interno de la base para el balero.	24
29.	Montura del balero en el anillo de la base del robot,	25
30.	Montura del balero en el anillo de la base del robot,	25
31.	Ensamble del servomotor con el anillo de madera para el movimiento rotacional de la base del robot.	26
	(a).	26
	(b).	26
	(c).	26
32.	Ensamble del soporte lateral del servomotor a la base del robot.	27
33.	Bases laterales para los servomotores montados a la base rotacional del robot.	27
34.	Eslabones a ensamblar.	28
35.	Colocación de un balero en el extremo del eslabón.	28
	(a).	28
	(b).	28
36.	Eslabones ensamblados.	29
	(a).	29
	(b).	29

(c). 29

37. Colocación del 'plato' que transmite el par de torsión del servomotor al eslabón. . . . 29

38. Resultado final de la construcción del robot. 30

39. Soporte Efecto Final 31

40. Soporte del efector final. 31

Índice de tablas

1. Resumen

Resumen

El presente reporte muestra la primera etapa del proyecto "Robot Manipulador" como parte de evaluación de la materia "Robótica de manipuladores" que consiste en el diseño CAD, dimensionado de piezas y material a utilizar. Se incluyen imágenes del diseño detallado así como vistas explosionadas de cada articulación, materiales a emplear en la construcción del mismo, actuadores y el tipo de transmisión.

Palabras clave: Robótica de manipuladores, Robot Manipulador, diseño CAD,

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Diseñar un robot manipulador para capturar imágenes.

2.2. Objetivos específicos

- Elegir la aplicación del robot manipulador.
- Seleccionar los materiales a utilizar.
- Definir dimensiones de cada una de las partes que componen a los eslabones.
- Definir actuadores y tipo de transmisión.

3. Justificación

Existen sectores de la sociedad en donde un robot serial con una cámara de vídeo o de fotos como efector final es muy importante, ya sea por que es necesario caracterizar algún tipo de producto o registrar cierto tipo de actividad, y es necesario que exista cierto tipo de precisión para que la captura de las imágenes sea la correcta, y así no existan errores como desenfoques que permitan que no se logre una imagen que recabe toda la información disponible, además hay veces que este tipo de tomas o capturas son repetitivas por lo cual el ser humano no es una solución viable, es precisamente en campos como el cine o los deportes donde surgen más este tipo de necesidades, y para solucionarlos se han creado una gran variedad de robots manipuladores como es el caso de:

BOLT: Bolt es considerado un cinebot, es un robot serial con una cámara como efector final, este robot manipulador es de alta velocidad, ya que posee una cámara que le permite grabar cosas que están en mucho movimiento además de que su velocidad de reacción se da en fracción de segundos, este brazo es ocupado principalmente para grabación de videoclips, películas y otros elementos visuales donde la velocidad es un factor muy importante.



Figura 1: BOLT Cinebot

KIRA: KIRA es otro robot manipulador que es usado para el cine y para tomar fotografías, este robot fue ideado por fotógrafos y cineastas auxiliados por expertos en robótica, es tal el éxito de este brazo que con él se han filmado trailers de películas de MARVEL STUDIOS, este brazo robótico puede ser alquilado y su precisión es perfecta para grabar escenas de películas, por el contrario si se desea entrar en espacios pequeños también existe MIA que es la versión reducida de KIRA, así se cumplen diversos aspectos y se cubren varios escenarios.



Figura 2: Robot KIRA

UR10: Es un brazo robotico de PANASONIC el cual esta destinado para tomar fotografías, es un brazo con 6 ejes de movilidad, es ideal para estudios, eventos deportivos o de entretenimiento, para aplicaciones móviles, también es practico por que su peso puede ser transportado fácilmente a diferencia de otros brazos roboticos, ademas tiene un amplio diámetro de aplicación.



Figura 3: ARCAM UR10

Las principales aplicaciones de los brazos roboticos es el entretenimiento, pero en la industria un manipulador que posee una cámara puede ser usado para distintas tareas entre ellas:

- Pick and Place - (Localizar, Leer, Guía)
- Ensamblaje - (Ubicar, Leer, Guía, Verificar)
- Inspección de calidad - (verificar, medir, leer)
- Embalaje y paletizado - (localizar, leer, guiar, verificar)

- Análisis y pruebas de laboratorio: (localizar, medir, leer, guiar, verificar)
- Atornillar la conducción - (localizar, guiar, verificar)
- Etiquetado - (Localizar, Leer / Verificar)
- Encolado, dispensado y soldadura - (guía, control)
- Pulido - (Verificar)
- Moldeo por inyección - (Verificar, Medir)

La utilización de este tipo de manipuladores en la industria es menos usual ya que se necesitan de cámaras mucho mas potentes que hagan uso de la visión artificial para poder desarrollar todas estas actividades antes descritas, sin embargo existen aplicaciones para este tipo de robots en la industria. Debido a todas las posibles aplicaciones de los robots manipuladores con una cámara como efector final decidimos que seria una buena aplicación para poder desarrollar nuestro robot serial, enfocado a generar cierta trayectoria para poder obtener una grabación especifica de manera repetitiva.

4. Marco teórico

Según la Asociación Japonesa de Robótica Industrial (JIRA), los robots son dispositivos capaces de moverse de modo flexible, análogo al que poseen los organismos vivos, con o sin funciones intelectuales, lo que permite la realización de operaciones en respuesta a órdenes recibidas por humanos. Por su parte, el Instituto de Robótica de Norteamérica (RIA) define a un robot industrial como un manipulador multifuncional y reprogramable diseñado para desplazar materiales, componentes, herramientas o dispositivos especializados por medio de movimientos programados variables, con el fin de realizar diversas tareas.

Los robots pueden clasificarse en robots móviles y robots manipuladores, estos últimos son muy importantes por que son los utilizados en las industrias y de los que nos ocuparemos.

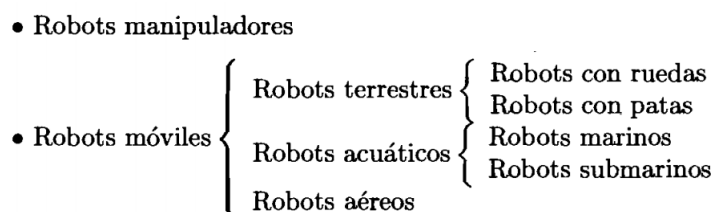


Figura 4: Clasificación de los robots

4.1. Robots Manipuladores

De acuerdo con la definición adoptada por la Federación Internacional de Robótica bajo la norma ISO /TR 8373, un robot manipulador industrial se define de la siguiente manera:

«Un robot manipulador industrial es una máquina manipuladora con varios grados de libertad controlada automáticamente, reprogramable y de múltiples usos, pudiendo estar en un lugar fijo o móvil para su empleo en aplicaciones industriales.»



Figura 5: Manipulador Industrial

En su aplicación industrial, los robots manipuladores son comúnmente empleados en tareas repetitivas y de precisión, así como en actividades peligrosas para operadores humanos. Las principales ventajas argumentadas para el uso de robots manipuladores en la industria son la reducción de los costes de producción, el incremento de la precisión, la calidad y la productividad, y una mayor flexibilidad comparada con la de las máquinas especializadas. Adicionalmente, existen aplicaciones monopolizadas por los robots manipuladores tales como el trabajo en zonas radioactivas, tóxicas o explosivas y en aplicaciones submarinas y espaciales.

Es importante remarcar que un manipulador también puede ser considerado como un brazo mecánico articulado formado de eslabones conectados a través de uniones o articulaciones que permiten un movimiento relativo entre dos eslabones consecutivos.

El movimiento de cada articulación puede ser traslacional, rotacional o una combinación de ambos.

5. Desarrollo

5.1. Diseño

Base del robot manipulador

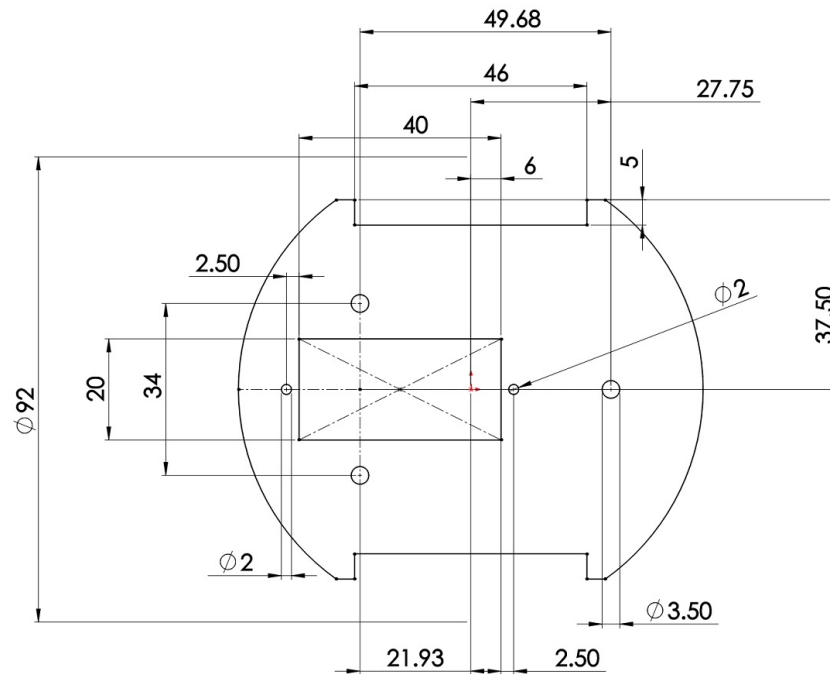


Figura 6: Medidas de la base de montura del servomotor (en mm) para la articulación rotacional.

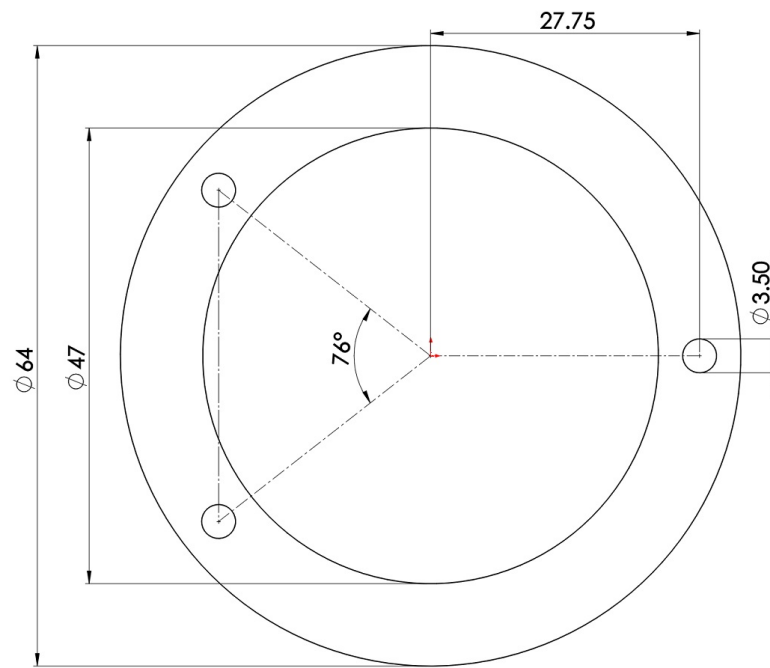


Figura 7: Medidas del anillo para el balero (en mm) del robot manipulador.

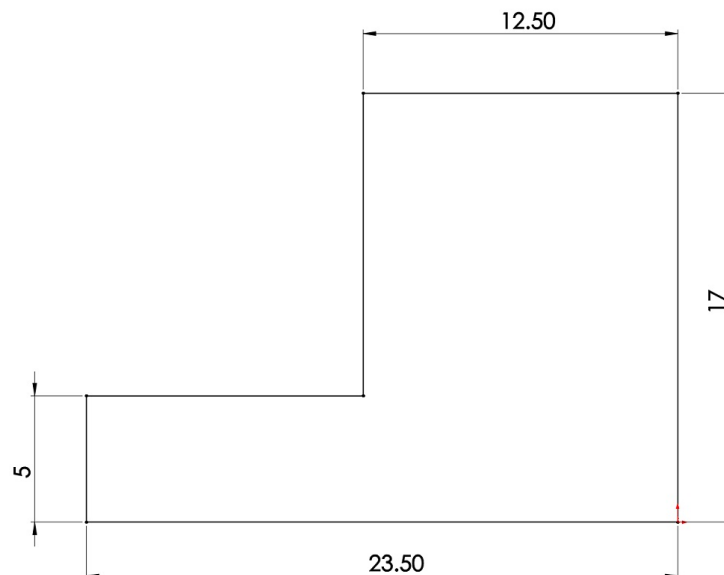


Figura 8: Medidas de la base de montura del balero (en mm) del robot manipulador.

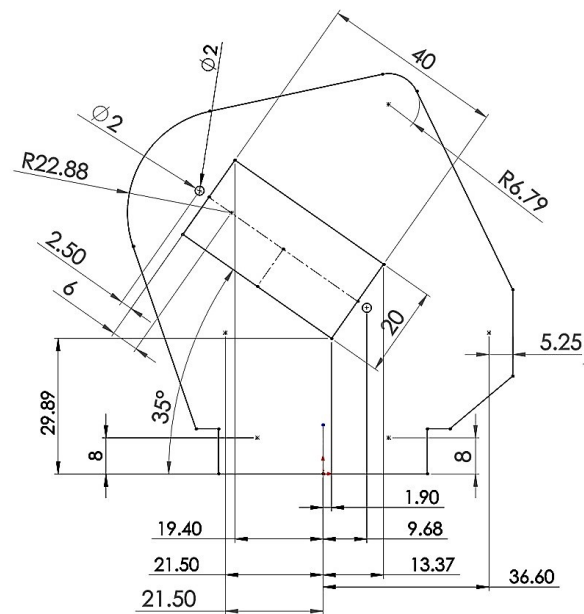


Figura 9: Medidas de la base de montura del servomotor (en mm) para los eslabones.

Eslabones

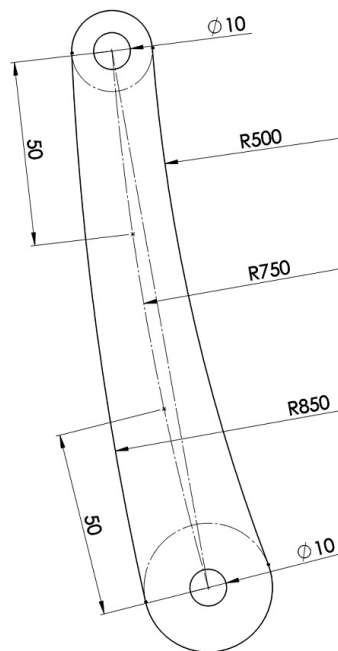


Figura 10: Medidas del eslabón principal (en mm).

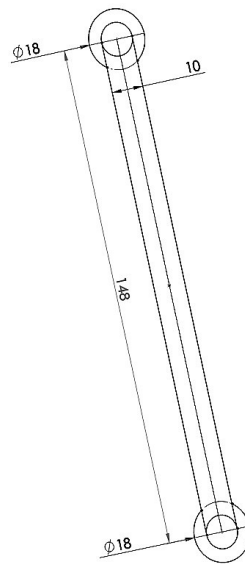


Figura 11: Medidas del eslabón de apoyo (en mm)

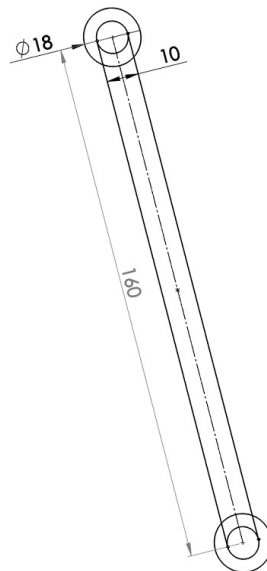


Figura 12: Medidas (en mm) del eslabón de apoyo para el segundo eslabón.

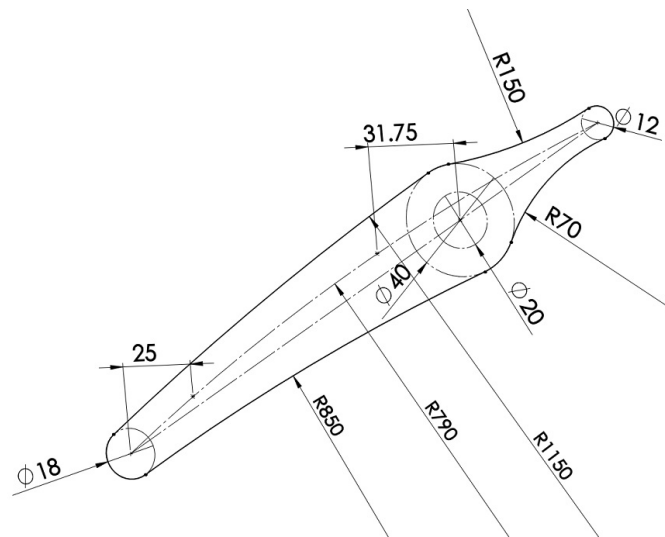


Figura 13: Medidas (en mm) del segundo eslabón.

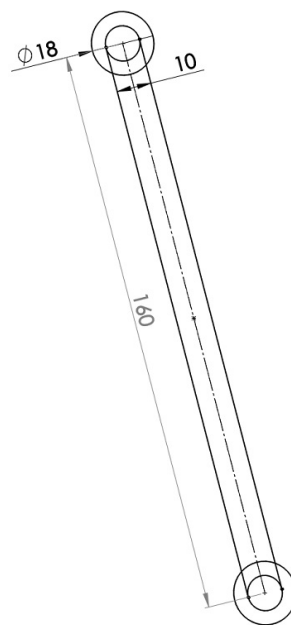


Figura 14: Medidas (en mm) para el eslabón de palanca para el efector final.

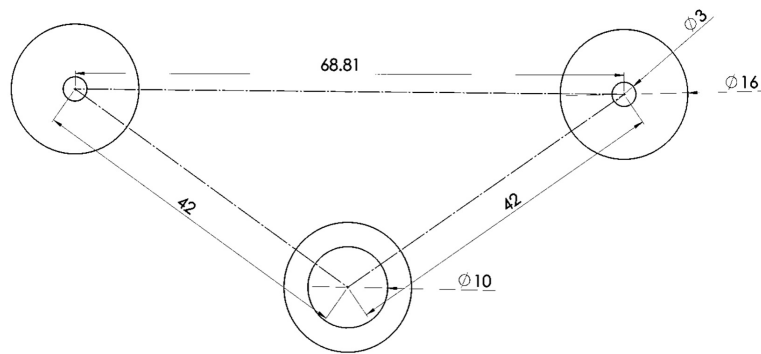


Figura 15: Medidas (en mm) del triangulo conector del eslabones

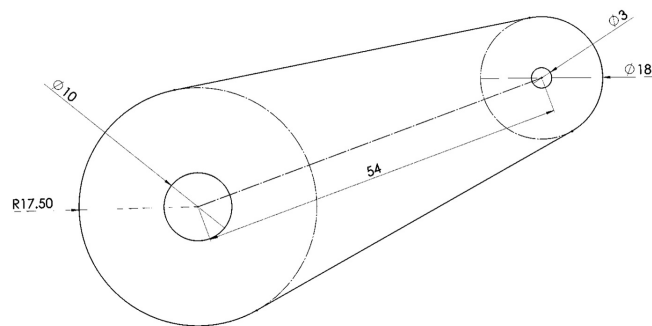


Figura 16: Medidas (en mm) del conector del servo a los eslabones.

Efector Final

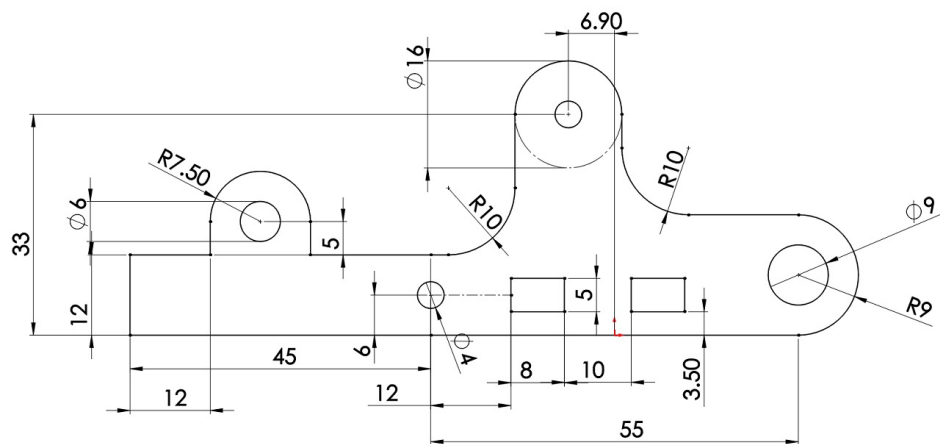


Figura 17: Medidas (en mm) del efector final.

5.2. Vistas del diseño del manipulador

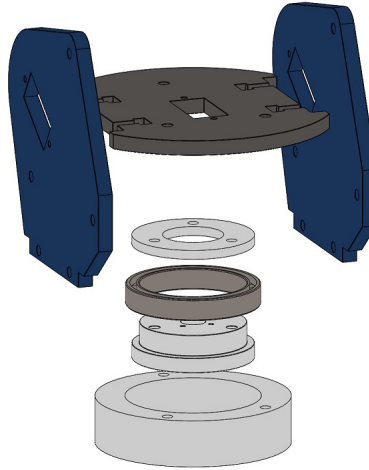


Figura 18: Vista explosionada de la base del robot manipulador.

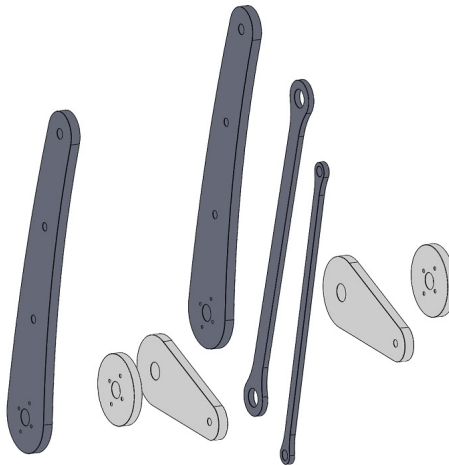


Figura 19: Vista explosionada del primer eslabón del robot manipulador.

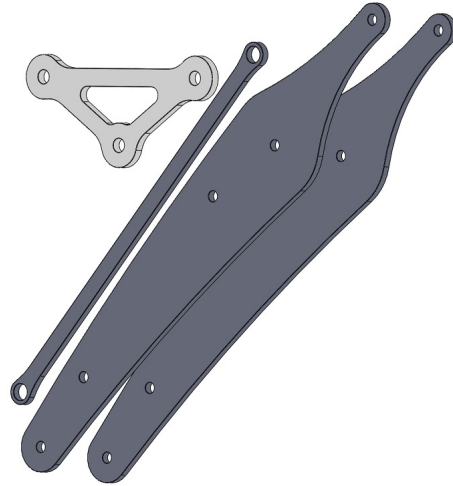


Figura 20: Vista explosionada del segundo eslabón del robot manipulador.

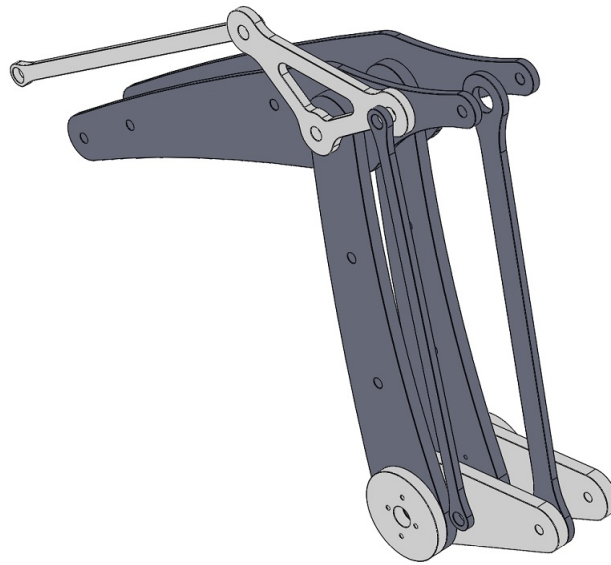


Figura 21: Vista isométrica del ensamble de los eslabones.



Figura 22: Vista lateral derecha del manipulador.



Figura 23: Vista frontal del manipulador.



Figura 24: Vista isométrica del manipulador.

5.3. Efector Final

5.3.1. GoPro Hero Session 5

Esta cámara ha sido elegida por diversas cualidades, entre ellas que es muy compacta siendo de 30x30x36 mm, además de ser ligera, llegando apenas a los 70 gramos de peso, aún siendo pequeña, sus características de grabación son muy útiles para diversas aplicaciones, alcanzando grabaciones en gran angular, vídeo y fotografía en alta definición 4K. Finalmente, debido a la facilidad con que es colocada en diversos soportes, así teniendo un actuador final que permitiera sujetarla se pueden obtener imágenes sorprendentes debido a la capacidad de la cámara y la precisión de un brazo robótico.



Figura 25: Cámara de acción utilizada en efector final.

El efector final es una base la cual servirá para poder montar la cámara, se utilizara para el manipulador una cámara de acción, en concreto la GoPro Hero Session 5 la cual dispone de una de una carcasa que permite ser montada en distintas partes, tomando en cuenta la forma de esta carcasa se diseño una base que permite montar la cámara y que ésta quede fija y segura en el manipulador. Esta base consta de 3 aros en el centro, separados a una misma distancia lo que permite ensamblar la carcasa de la cámara, una vez ensamblados hacemos uso del tornillo que viene incluido para fijar la carcasa a la base y con esto la cámara. Es importante destacar también que la base cuenta con 3 orificios que están destinados a conectar los eslabones y así poder generar el movimiento que deseamos en el efector final.

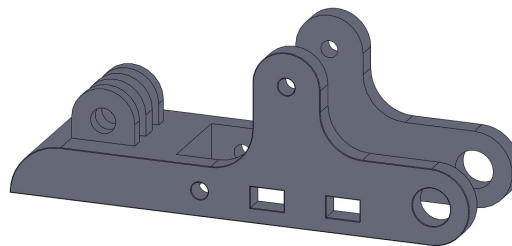


Figura 26: Efector final

5.4. Materiales a considerar

Acrílico: el acrílico, metacrilato (o PMMA, por sus siglas en inglés) es un material muy utilizado en una gran variedad de artículos diseñados para uso en el hogar, industrias y comercios. La lámina de acrílico puede ser trabajada para darle una gran variedad de formas valiéndose de distintos procesos industriales, artesanales y artísticos.

PLA: el PLA (poliácido láctico) es mayormente conocido por su facilidad de impresión. El PLA se ha convertido en un material un poco más fácil de imprimir debido a su capacidad de impresión en temperaturas más bajas que el ABS y la no necesidad de adherirse a una plataforma de impresión a temperatura demasiado elevada. Con éste material las impresiones sufren menos deformaciones y se pueden imprimir detalles mucho más finos.

5.5. Materiales Elegidos

De acuerdo a las características requeridas y por el modo de trabajo de cada sección del manipulador, se determina el uso de los siguientes materiales:

- Madera: Base del robot manipulador.
Ofrece mayor peso, junto con el balero utilizado proporciona gran soporte y rigidez para la base del prototipo.
- Acrílico: Eslabones.
Debido a la facilidad de trabajo con este material y su resistencia, se usa para dar rigidez a los eslabones.
- PLA: Base para cámara como actuador final.
Debido a los diferentes métodos de manufactura de este material y la versatilidad en cuanto a formas a obtener, se elige para crear una base adecuada a la estructura de la cámara elegida.

5.6. Servomotores MG995

Estos servomotores destacan por su gran torque, engranajes metálicos y gran robustez. Funciona con la mayoría de tarjetas electrónicas con microcontroladores y además con la mayoría de los sistemas de radio control comerciales. Es utilizado principalmente en proyectos de robótica y modelismo de mediano tamaño.

Especificaciones

- Torque: 15 kg-cm
- Velocidad: 0.16 s/60°
- Rango de rotación: 180°
- Peso: 55 g
- Dimensiones: 40.6 x 19.8 x 42.9 mm
- Tipo de engranaje: Metal

- Tipo de conector: Hembra
- Modulación: Analógica
- Periodo: 20 ms
- Voltaje: 4.8 - 6 v
- Ancho pulso: 1.0 - 2.5 ms

5.7. Construcción

5.7.1. Construcción de la base

Para la construcción del robot, se inició con la manufactura de las partes de madera que componen a la base. La base de la **Figura 27** se construyó a partir de las medidas de la **Figura 8**. Sin embargo, el diámetro interno del balero era un poco más grande que la pieza de la base (no más de 1 mm de holgura) por lo que se tuvo que hacer un ajuste del diámetro de la pieza para el balero (como se muestra en la **Figura 28**) utilizando masking tape.



Figura 27: Base de la montura del balero.



Figura 28: Ajuste del diámetro interno de la base para el balero.

Posteriormente, la manufactura del anillo de la base (la montura de la parte externa del balero)

se construyó de la misma forma, siguiendo las medidas de la **Figura 7**. El balero se fija a presión con el anillo como se observa en la **Figura 29**.



Figura 29: Montura del balero en el anillo de la base del robot,

En La parte superior de la segunda pieza que compone la base (**Figura 27**) se fijó un plato del servomotor el cual es el encargado de transmitir el par de torsión.



Figura 30: Montura del balero en el anillo de la base del robot,

Finalmente, se coloca el servomotor de tal forma que el eje coincida con el centro del anillo de la base. En la **Figura 31** se observan diferentes perspectivas del ensamble final de la base.

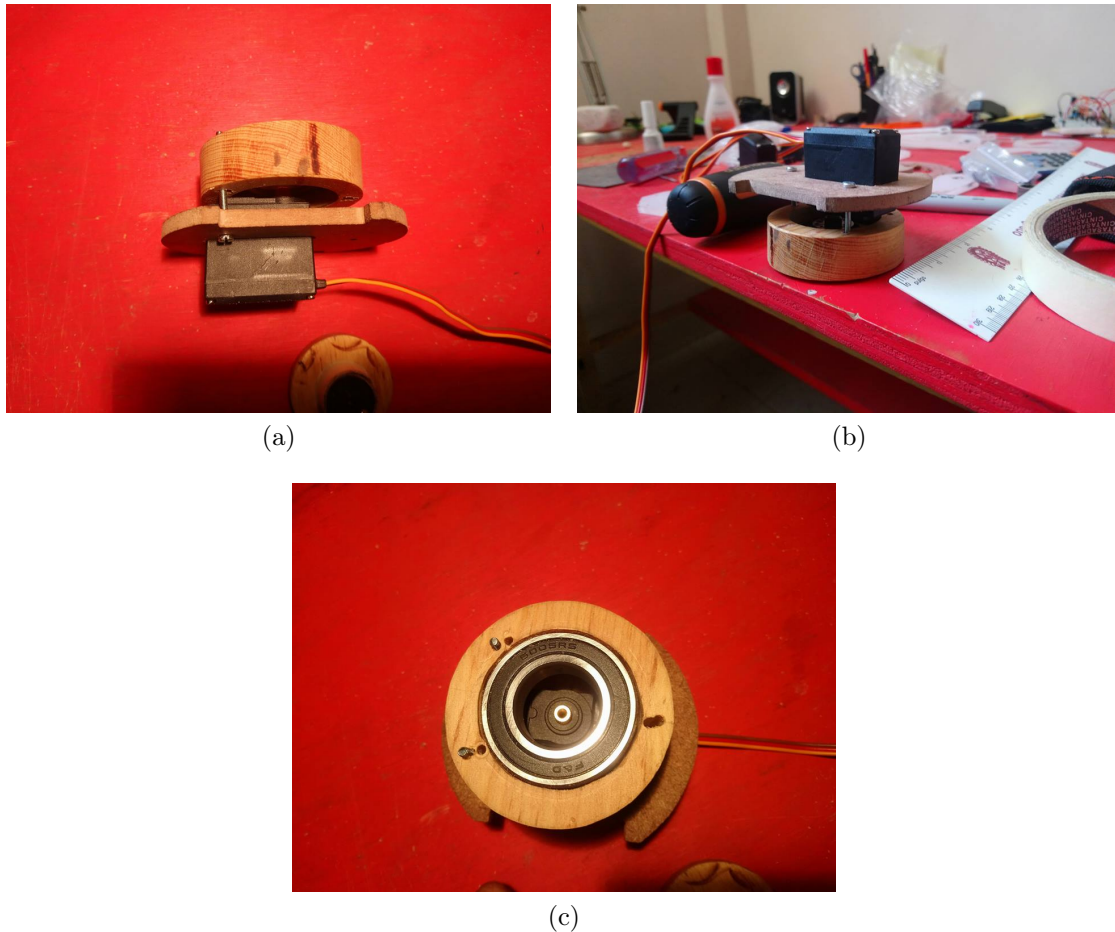


Figura 31: Ensamble del servomotor con el anillo de madera para el movimiento rotacional de la base del robot.

Para el soporte lateral de los servomotores de la base, se presentan los laterales en la placa a la cual serán fijados. Utilizando tornillos tipo 'pija' de 3mm x 12 mm se fijan los laterales para los servomotores. El ensamble final de la base junto con los laterales para los otros dos servomotores se muestra en la **Figura 33**.

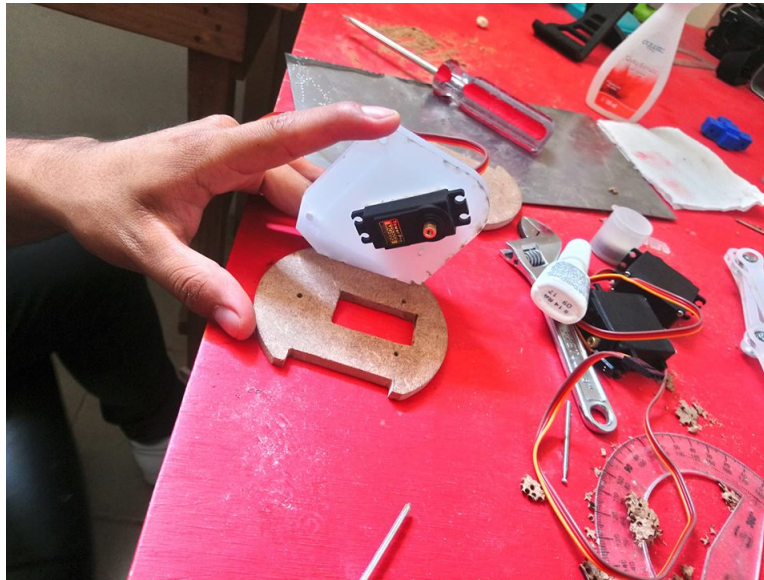


Figura 32: Ensamble del soporte lateral del servomotor a la base del robot.

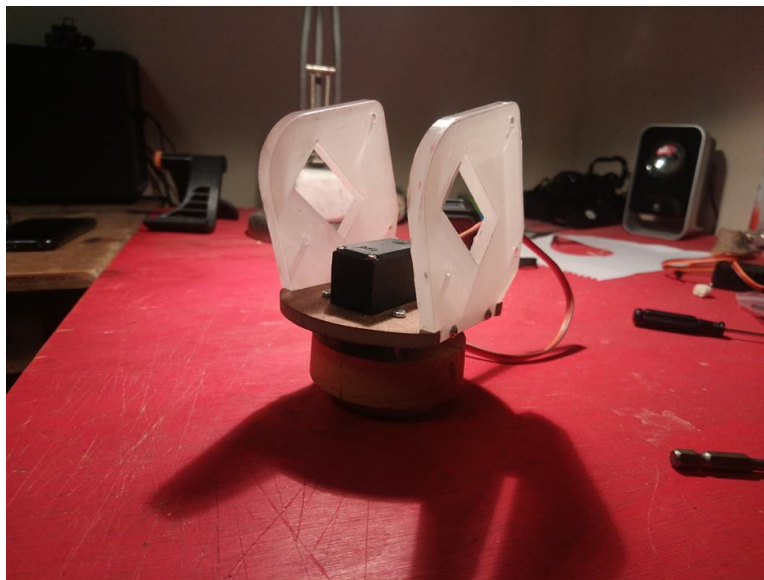


Figura 33: Bases laterales para los servomotores montados a la base rotacional del robot.

5.7.2. Construcción de los eslabones del robot.

Para la manufactura de los eslabones se hizo uso de tecnología láser, esto porque los cortes y perforaciones deben de tener una tolerancia mínima que otras técnicas de manufactura no ofrecen. En la **Figura 34** se presentan las piezas de los eslabones a ensamblar.



Figura 34: Eslabones a ensamblar.

Para cada articulación de los eslabones, se hizo uso de baleros de (3 x 10 x 4)mm con el objetivo que se reduzca la fricción entre articulaciones. Por la exactitud de las medidas de los cortes de los eslabones, los baleros entran a presión sin mucho esfuerzo (véase **Figura 35**).

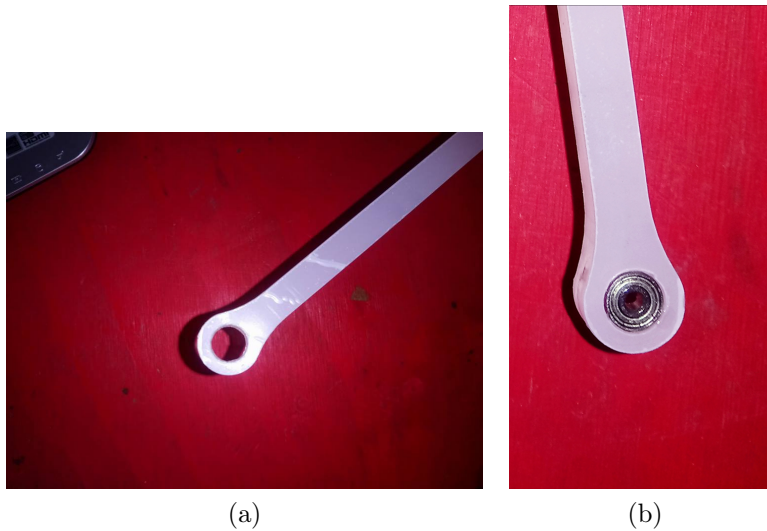


Figura 35: Colocación de un balero en el extremo del eslabón.

Haciendo uso de tornillos M3 x 16 mm con cabeza ranurada (comúnmente llamados 'cabeza de queso') con rondanas de 1/8 y tuercas de seguridad M3 se hizo el ensamble de los eslabones de acuerdo a las figuras: **Figura 21**, **Figura 22** y **Figura 23**. El resultado se aprecia en la **Figura 36**.

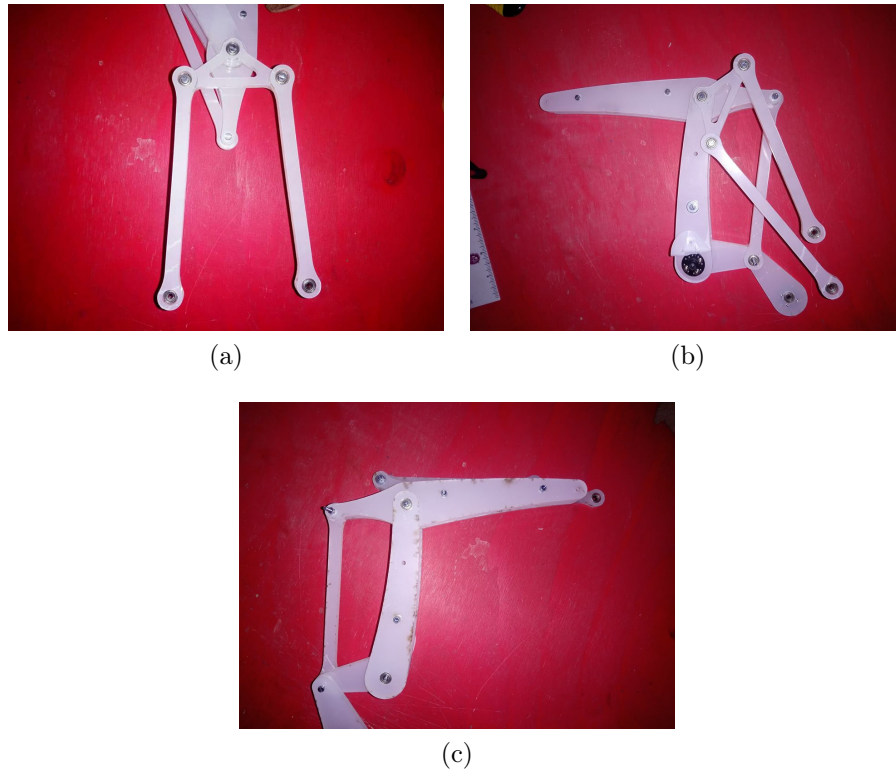


Figura 36: Eslabones ensamblados.

De la misma forma que la **Figura 30**, para la construcción de la base, se fijó un 'plato' de transmisión del servomotor que servirá para transmitir el par de torsión a los eslabones (véase **Figura 37**).



Figura 37: Colocación del 'plato' que transmite el par de torsión del servomotor al eslabón.

Por último, se une la base a la estructura que conforman los eslabones, se retiran las pegatinas

del acrílico y se fijan los servomotores (véase **Figura 3**)



Figura 38: Resultado final de la construcción del robot.

5.7.3. Construcción del soporte del efector final

Para la construcción de la base que le da soporte al efector final (véase **Figura 38**) que en este caso es la cámara Go Pro Hero 5, se recurrió al uso de la impresión 3D ya que era una forma algo complicada de maquinar con el material del cual se elaboraron los demás eslabones, así que el PLA es el componente de esta pieza lo que nos asegura una buena resistencia y poco peso, lo que al final ayuda en la estabilidad del robot.



Figura 39: Soporte Efecto Final

Como se puede apreciar(véase **Figura 39**) esta base cuenta con una cadena de 3 círculos, los cuales están destinados a ensamblarse directamente con el soporte que ya incluye la cámara, de esta forma con ayuda de un tornillo que también ya posee la cámara podemos hacer el ensamble de la cámara con la base de una forma segura, también se puede apreciar el como la base se ensambla al resto del brazo, todo esto con ayuda de unos tornillos lo que harán que el montaje sea bastante seguro y estable.



Figura 40: Soporte del efecto final.

Referencias

- [1] John J. Craig. Robotica. 3a Edicion. Pearson Educaion. Mexico. 2006.
- [2] Kelly R. et Santibañez V. Control de Movimiento de robots manipuladores. Pearson Educacion. Madrid 2003