

GRIPPER MULTIFUNCIONAL PARA EXTRACCIÓN DE GRANADAS

Diana Marcela Guerrero Pérez
Alfredo Durán Gutiérrez
Director

Prof. Dr. Oscar Avilés

Área de Investigación: Biomecatrónica

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BOGOTÁ, D.C.
2010

GRIPPER MULTIFUNCIONAL PARA EXTRACCIÓN DE GRANADAS

Diana Marcela Guerrero Pérez
Alfredo Durán Gutiérrez

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Mecatrónica

Director
Prof. Dr. Oscar Avilés

Índice general

1. Introducción	9
1.1. Histórico	9
1.2. Síntesis del trabajo	10
1.3. Motivación	11
1.4. Objetivos y metodología del trabajo	12
1.5. Organización de la tesis	13
2. Aspectos Generales Sobre Preensión	14
2.1. Introducción	14
2.2. Preensión en Humanos	16
2.3. Estructura de la mano humana.	17
2.4. Función de la mano.	20
2.5. Caracterización de los Problemas Relacionados con Garras Mecánicas	22
2.6. Algunas medidas de la Calidad en Garras Mecánicas.	23
3. Diseño de Gripper Multifuncional	25
3.1. Arquitectura general del sistema implementado	25
3.2. Diseño mecánico	28
3.2.1. Análisis de mecanismos	32
3.2.2. Diseño mecánico (CAD)	34
3.2.3. Análisis de elementos_finitos	39
3.2.4. Selección de materiales	50
3.3. Diseño electrónico	51
3	
4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	55
4.1. Implementación de prototipado	55
4.2. Pruebas	57
4.3. Comentarios_finales	58
5. CONCLUSIÓN	60

Índice de figuras

1.1. Mano Artificial.	10
1.2. Proyecto General.	11
1.3. Lanza Granadas 40mm.	12
2.1. Mano de Alr-Ruppin construida con hierro en el año 1400.	14
2.2. Primer Brazo Arti_cial Móvil	15
2.3. Prótesis de Mano con Pulgar Móvil y Gancho Dividido Sagitalmente.	15
2.4. Diseño Construido en la Universidad de Reading.	16
2.5. Formas Básicas de Prensión de la Mano (Adaptado de Cutkosky 1989)	17
2.6. Anatomía de los huesos.	18
2.7. Anatomía Muscular de la Mano.	18
2.8. Pinza Pulgar.	19
2.9. Anatomía sistema circulatorio de la mano	20
2.10. Diferentes posturas de las manos y muñecas (Modelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001(8))	21
2.11. Ejemplos de Pinzas roboticas.	23
3.1. Procedimiento tradicional para extracción de una granada.	26
3.2. Procedimiento que realiza el Gripper Multifuncional.	27
3.3. Dimensiones y Piezas que conocidas.	28
3.4. Diseño de Escalpelo con Cremallera.	29
3.5. Dinamómetro Análogo.	30
3.6. Sistema de Separación de Tejidos.	31
3.7. Pinzas de Prensión.	31
3.8. Mecanismo del Escalpelo.	32
5	
3.9. Mecanismo de Apertura y Cierre de la Pinza.	33
3.10. Ensamble otra vista.	34
3.11. Base de Gripper.	35
3.12. Primeros Eslabones	35
3.13. Segundos Eslabones.	36
3.14. Porta-Escalpelo.	36
3.15. Pieza de Mecanismo Apertura de Palas.	37
3.16. Porta Rodillos.	37
3.17. Rodillos.	38
3.18. Pinza de selección.	38
3.19. Sistema de Barras.	39
3.20. Análisis de Elementos Finitos de la Base.	40
3.21. Analisis de Elementos Finitos Primer Eslabón.	41
3.22. Análisis Finito de Segundo Eslabón.	42
3.23. Análisis_nito de porta Rodillos.	43

3.24. Análisis Finito Porta Escalpelo.....	44
3.25. Análisis Finito Pieza Mecanismo de Pinza.....	45
3.26. Análisis Finito de Palas de Pinza.....	46
3.27. Análisis Finito del Bisturí.....	47
3.28. Análisis Finito De sistemas de Barras.....	48
3.29. Análisis Finito de Triangulo.....	49
3.30. Análisis Finito del Sistema de Separación de tejidos.....	49
3.31. Implementación de la Granada.....	51
3.32. Simulación del Circuito.....	52
3.33. Implementación del circuito.....	52
3.34. Diseño Circuito Impreso.....	53
3.35. Impreso de Vaquela.....	53
3.36. Descripción de los motores.....	53
3.37. Descripción de componentes.....	54
4.1. Piezas separadas y Primer prototipo.....	56
4.2. Piezas del Segundo Prototipo.....	56
4.3. Prototipo en Aluminio.....	57
4.4. Fotos de Prueba del gripper en El Brazo Antropomórfico.....	58

Índice de cuadros

3.1. Medidas de Piernas.	29
3.3. Pruebas de Fuerza para Separación de Tejido.	30
3.4. Tabla Pruebas Ángulo de corte.	32
3.5. Propiedades del material.	39
3.6. Resultados de Estudio Elementos Finitos Base.	40
3.7. Resultados del estudio Primer Eslabón.	41
3.9. Resultados del estudio Segundo Eslabón.	42
3.10. Resultados del Estudio Porta Rodillos.	43
3.11. Resultados del Estudio PortaEscalpe.	44
3.12. Resultados del Estudio para Pieza porta Mecanismo de Pinza.	45
3.13. Resultado del Estudio Para la Pala de la Pinza.	46
3.14. Resultados del Estudio para el Bisturí.	47
3.15. Resultados del estudio Para Sistema de Barras.	48
3.16. Resultado del estudio para Triangulo.	49
3.17. Resultados de Estudio Del Sistema de separación.	50
3.18. Especi_caciones de los Motores.	54

Capítulo 1

Introducción

1.1. Histórico

Con los continuos ataques terroristas alrededor del mundo y la urgencia de encontrar los dispositivos explosivos

se han desarrollado Equipos para la detección y la manipulación de estos, un desarrollo importante fue el robot

ROBOHOUND REMOTE EXPLOSIVES DETECTION, el cual detecta los explosivos a través de sensores químicos , el procedimiento es tomar una muestra de vapor con un manipulador antropomórfico y llevarlo a una

recámara donde se analiza el vapor, este procedimiento se solía hacer con una persona que se trasladaba al lugar

de los explosivos y tomaba la muestra del ambiente, pero resultaba muy peligroso ya que los explosivos podían

explotar en cualquier momento o los gases pueden causar a la persona, por tal razón se realiza la operación

remota de un robot en la toma de muestras[12] . Estos robots han salvado cientos de vidas según el testimonio

del Sargento Isaac Allender, quien estuvo por ocho meses en la guerra de Iraq, y uso robots para desactivar

bombas, estos cuentan con una brazo o manipulador antropomórfico de cuatro grados de libertad, para lograr

desactivar minas y manejar explosivos[8].

En Colombia se han desarrollado robots para desactivar bombas, como es el caso de tres estudiantes de Maestría

en Ingeniería electrónica de la Universidad Javeriana Bogotá, quienes desarrollaron un carro con un brazo robótico

para simular la desactivación de bombas y lo presentaron en la séptima Competencia IEEE Latinoamericana de Robótica [7].

En consecuencia se puede observar como cada vez mas, aparecen personas mutiladas que han perdido partes de su cuerpo vitales para llevar su vida normal, es por ello que se ha visto la necesidad de ofrecer ayuda a

la rehabilitación de todas estas victimas, y se hace aportando prótesis del miembro perdido, En el Centro de

Investigaciones de Karlsruhe, Stefan Schulz y su equipo han desarrollado una nueva prótesis para sustituir a la

mano inexistente. La movilidad y el aspecto humano son dos de sus ventajas. El paciente mueve la musculatura

del muñón. En el muñón, pese a faltar la mano, siguen existiendo los músculos que anteriormente movían la

muñeca. Esos movimientos crean una leve tensión que es captada por unos sensores bioeléctricos. Los sensores

la envían a un pequeño ordenador situado en la prótesis de la mano y, dependiendo del músculo activado por

el paciente, el ordenador identi_ca el movimiento que éste desea realizar_, explicó Schulz a DW-WORLD el

9 funcionamiento de la nueva prótesis. Esta prótesis funciona con un sistema hidráulico en miniatura el sistema

cuenta con un pequeño depósito, una bomba hidráulica, diversas válvulas y ocho mecanismos de propulsión en

las articulaciones de los dedos de la mano. El ordenador indica a la bomba hidráulica que tiene que bombear

líquido del depósito a los dedos. Dependiendo de la válvula que se abra, se moverá uno u otro dedo. El mecanismo

de propulsión, repleto de líquido y con una presión de cinco a seis bares, hace que las articulaciones se doblen,

creando una fuerza de agarre para coger objetos. Cuando la mano ha de abrirse, se reproduce el mismo proceso

pero en sentido contrario.

La ciencia no alcanza aún a reconstruir una mano humana, pero sí a crear instrumentos que se acerquen lo más

posible al original. sin embargo la prótesis a la que nos referimos es capaz de mover el índice y el pulgar al mismo

tiempo o los dedos independientemente, además, la prótesis es blanda, con un esqueleto duro en el interior, y

sus articulaciones son elásticas como las de una mano normal. Así, al tacto parece mucho más humana.En la

_gura 1.1 [9]se puede observar la mano artificial a la que nos hemos referido.



Figura 1.1: Mano Artificial.

1.2. Síntesis del trabajo

Identificado el problema el cual se refiere a extraer granadas incrustadas en miembros inferiores de soldados sin exponer a todo un grupo médico durante el procedimiento de extracción de la misma, Se propone hacer un prototipo de gripper o efector final el cual ira en el robot RV-E2, este gripper sera capaz de realizar la incisión, separación de tejidos y preensión de la granada como una sola herramienta. realizado dicho proceso, Se podrá hacer el procedimiento necesario normalmente por parte de los médicos ya que el riesgo de que la granada detone no existirá debido a que el efector final luego de prender la granada permitirá retirar facilmente dicho artefacto por medio de un equipo antiexplosivo común. en la figura 1.2 se puede ver a grandes rasgos el procedimiento a realizar. Además de esto se hace necesario hacer un diseño de una granada sin pólvora y una pierna para poder hacer las pruebas para evaluar el funcionamiento del efector final, es por esto que se realizara la implementación de una pierna utilizando un material que se asemeje al tejido de una pierna real humana, además de implementar una granada en tamaño real para realizar los procedimientos que se intentan simular. Con dichas pruebas se podrá ver la efectividad del diseño propuesto y se realizaran cambios o mejoras en la propuesta para que este proyecto pueda ser utilizado en el campo de la medicina aportando a la ciencia.

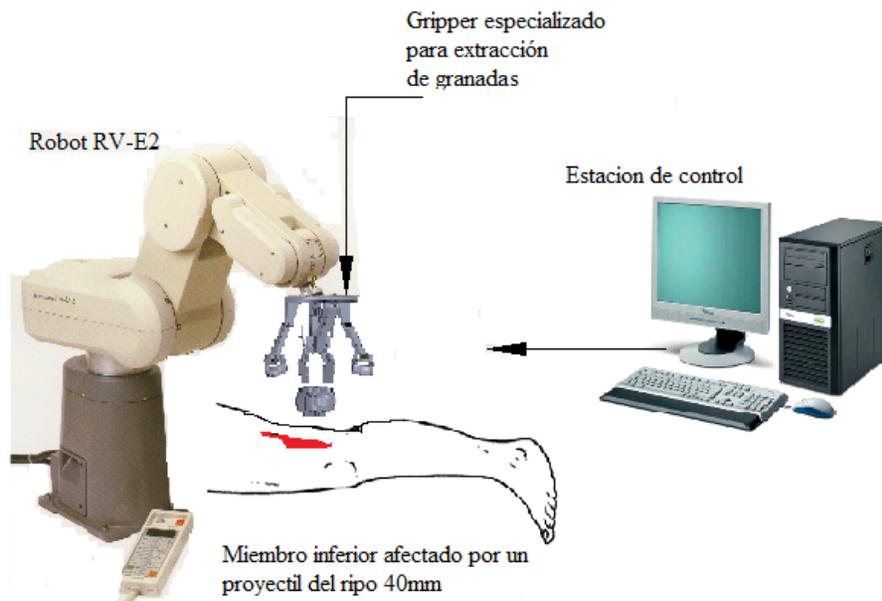


Figura 1.2: Proyecto General.

Alcance: Únicamente se diseñará y construirá un prototipo de gripper que realice los tres procedimientos para extraer una granada, Incisión, separación de tejido y preensión de granada.

1.3. Motivación

En los últimos años se han presentado en Colombia diversos casos de incrustación de granadas en el cuerpo de los soldados, estas granadas son arrojadas por un lanzagranadas MGL de 40mm (En la figura 1.3[6] se muestra un lanzagranadas) que accidentalmente se dispara y la energía que generalmente se le aplica a la granada para transportarse es empleada para penetrar el cuerpo humano quedando incrustada. La granada lanzada se activa por la distancia recorrida, al incrustarse en la pierna del soldado no se activa el mecanismo de detonación y queda en un estado de peligro pudiendo explotar en cualquier momento, este caso ha llegado siete veces al Hospital Militar de Bogotá, los médicos que han realizado las cirugías de extracción comentaron al grupo de investigación GAV que han arriesgado sus vidas al manipular los explosivos con sus manos sin ninguna protección en ellas, ya que los accesorios anti explosivos no están diseñados para operaciones quirúrgicas. Después de entrevistar a los médicos cirujanos del hospital Militar, se llegó a la conclusión que es necesario desarrollar un dispositivo que aleje a los médicos del peligro y puedan realizar la cirugía de extracción de la granada remotamente. El grupo de investigación pretende desarrollar un simulador de manipulación de explosivos con el robot antropomórfico RV-E2 del laboratorio CIM, el simulador estará compuesto por:

- . Manipulador antropomórfico RV-E2
- . Efecto capaz realizar cortes, separar tejidos y agarrar la granada.
- . Modelo de granada sin explosivos.
- . Modelo de pierna humana, donde se incrustara la granada.

Con el desarrollo de este proyecto el grupo de investigación GAV pretende contribuir al desarrollo y duplicación de tecnología para reducir al máximo los peligros que este procedimiento conlleva, además de colaborar dando soluciones a dicha problemática aplicando los conocimientos adquiridos durante los estudios de Ingeniería Mecatrónica.



Figura 1.3: Lanza Granadas 40mm.

1.4. Objetivos y metodología del trabajo

Objetivo Principal:

. Diseñar e implementar un prototipo de gripper multifuncional para la extracción de granadas, el cual será movido y utilizado junto con el robot industrial RV-E2.

Objetivos específicos:

. Diseñar e implementar el prototipo de efector _nal capaz de realizar cortes, separar tejidos y aprensión de granada.

. Diseño y construcción de un modelo de la pierna humana para realizar pruebas.

.Diseño y construcción de una granada sin explosivo.

Metodología Propuesta:

A. Estudiar las tecnologías existentes que permita implementar el proyecto.

B. Estudio de procedimientos actuales manuales para la extracción de granadas.

C. Diseño y construcción de efector _nal capaz de realizar cortes, separar de tejidos y aprensión de la granada.

D. Diseño y construcción de modelo de granada sin explosivos.

E. Diseño y construcción de una pierna.

F. Realización de pruebas.

G. Documentación del trabajo realizado.

H. Socialización de resultados.

1.5. Organización de la tesis

A continuación en el capítulo 2 se describirán algunos aspectos sobre la preención de las manos al igual que la

antomía , morfología y diferentes movimientos que realiza esta, este procedimiento es vital entenderlo ya que

es una de las tareas importantes que realiza dicho órgano y es el verdadero reto a la hora de diseñar robots o

protesis que realicen movimientos humanos,mas adelante en el capítulo 3 se empieza a describir detalladamente

el diseño mecatrónico del prototipo de gripper con el fin de entender el proyecto y la tarea específica a realizar, describiendo paso a paso el diseño, análisis y construcción. En el capítulo 4 mostraremos los resultados obtenidos mediante diferentes pruebas, para ver el alcance y la aplicación que puede tener este gripper en la preensión de la granada u otras aplicaciones. Se Finalizara con unas conclusiones del trabajo realizado y las correspondientes referencias.

Capítulo 2

Aspectos Generales Sobre Preensión

2.1. Introducción

Con la guerra que se ha desarrollado en toda la historia de la humanidad casos de mutilaciones, por ello surgió el diseño de prótesis. La primera prótesis de miembro superior registrada data del año 2000 a. C, fue encontrada en una momia egipcia; la prótesis estaba sujeta al antebrazo por medio de un cartucho adaptado al mismo. En la búsqueda de mejoras en el año de 1400 se fabricó la mano de Al-Ruppín construida también en hierro se muestra en la figura 2.1, constaba de un pulgar rígido en oposición y dedos flexibles, los cuales eran flexionados pasivamente, éstos se podían cerrar mediante un mecanismo de trinquete y además tenía una muñeca móvil. El empleo del hierro para la fabricación de manos era muy recurrente.



Figura 2.1: Mano de Al-Ruppín construida con hierro en el año 1400.

En siglo XVI se desarrolló el primer brazo artificial móvil al nivel de codo, llamado Le petit Loraine, los dedos podían abrirse o cerrarse presionando o traccionando, además de que constaba de una palanca, por medio

de la cual, el brazo podía realizar la flexión o extensión a nivel de codo. Esta prótesis fue realizada para un desarticulado de codo. también se lanzó la primera mano estética de cuero, con lo que dio un nuevo giro a la utilización de materiales para el diseño de prótesis de miembro superior. En la figura 2.2 [13] se puede apreciar dicha prótesis.

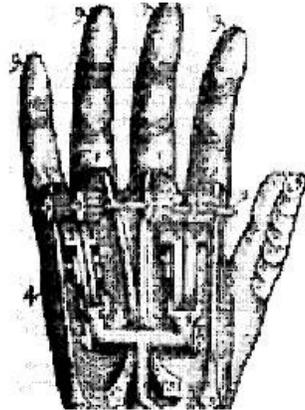


Figura 2.2: Primer Brazo Artificial Móvil

En el siglo XIX se emplean el cuero, los polímeros naturales y la madera en la fabricación de prótesis; los resortes contribuyen al desarrollo de nuevos mecanismos para la fabricación de elementos de transmisión de la fuerza, para la sujeción, dando origen a las prótesis autopropulsadas. Más tarde se dio conocer un brazo con flexión del codo activado al presionar una palanca contra el tórax, aprovechando también el hombro como fuente de energía para los movimientos activos del codo y la mano. La mano constaba de un pulgar móvil utilizando un gancho dividido sagitalmente, parecido a los actuales ganchos Hook. En la figura 2.3 [13] podemos apreciarla.



Figura 2.3: Prótesis de Mano con Pulgar Móvil y Gancho Dividido Sagitalmente.

Para el siglo XX, fue desarrollado en Alemania el gancho Fischer cuya ventaja principal era que poseía una mayor potencia y diversidad en los tipos de preensión y sujeción de los objetos. El origen de las prótesis activadas por

los músculos del muñón se da en Alemania gracias a Sauerbruch, el cual logra idear como conectar la musculatura del antebrazo con el mecanismo de la mano artificial, mediante varillas de metal que hacía pasar a través de túneles cutáneos, haciendo posible que la prótesis se moviera de forma activa debido a la contracción muscular.

En 1946 se dio origen a las prótesis neumáticas y eléctricas. Las prótesis con mando mioeléctrico comienzan a surgir en el año de 1960 en Rusia. Esta opción protésica funciona con pequeños potenciales extraídos durante la contracción de las masas musculares del muñón, siendo estos conducidos y amplificados para obtener el movimiento de la misma. Actualmente las funciones de las prótesis de mano están limitadas al cierre y apertura de la pinza, la diferencia entre éstas radican en el tipo de control que emplean, pero todas realizan básicamente las mismas actividades. [13].

El manipulador desarrollado en la Universidad de Reading, Inglaterra simplifica el control de la mano al eliminar el acoplamiento entre juntas y permite la translación directa y precisa entre las juntas y los motores que mueven los cables. La cinemática de los dedos se simula con mayor precisión al permitir dos grados de libertad con el mismo centro de rotación en el nudillo más grande de la mano. Esta mano incluye sensores en las yemas de los dedos para incrementar la precisión en la sujeción[13]. En la figura 2.4 [13] se observa.

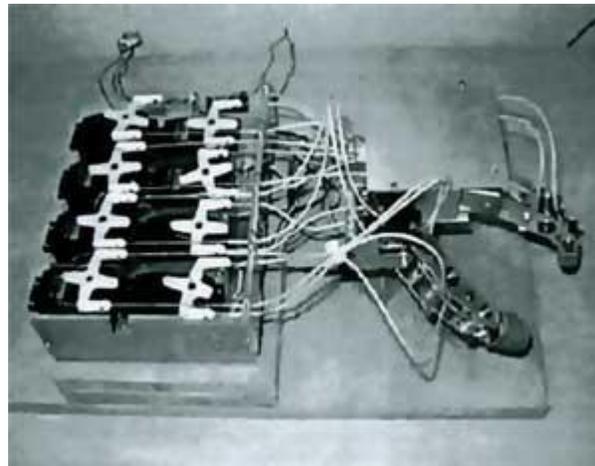


Figura 2.4: Diseño Construido en la Universidad de Reading.

2.2. Preensión en Humanos

La mano realiza principalmente dos funciones; la Preensión y el tacto, las cuales permiten al hombre convertir ideas en formas, la mano otorga además expresión a las palabras. El sentido del tacto desarrolla totalmente la capacidad de la mano, sin éste nos sería imposible medir la fuerza preensora. Es importante mencionar que el dedo pulgar representa el miembro más importante de la mano, sin éste la capacidad de la mano se reduce hasta

en un 40 %. Los principales tipos de preensión de la mano son de suma importancia, A continuación se muestran las formas de preensión de la mano, que combinadas cumplen con todos los movimientos realizados por ésta, En la gura2.5[3] se observan . Con la inclusión de estos tipos de agarre se llegan a cubrir hasta el 90% de las posibilidades extrínsecas de una mano humana.[12, 10]

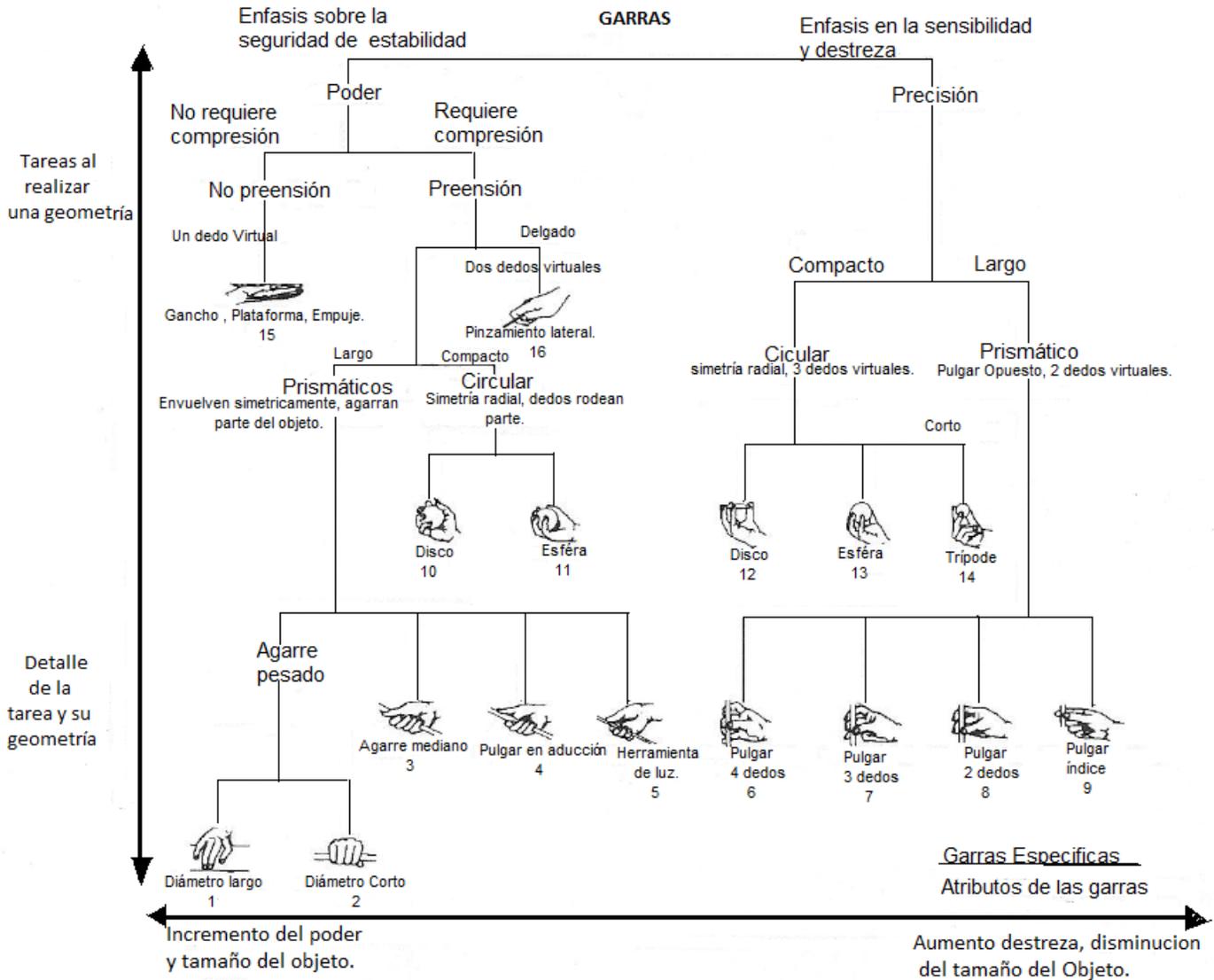


Figura 2.5: Formas Básicas de Preensión de la Mano (Adaptado de Cutkosky 1989)

2.3. Estructura de la mano humana.

El estudio anatómico de la mano nos revela que es un mecanismo en extremo delicado, refinado y especializado.

La mano consta de tres partes: la muñeca, que representa el puente movable que relaciona la mano con el antebrazo, la región palmar o palma y los dedos con una delimitación que sólo a nivel esquelético es clara.

Considerando éste, la mano, partiendo del antebrazo, constituye una cadena de huesos articulada cuyos eslabones

son el radio, el carpo (compuesto por ocho pequeñas piezas dispuestas en dos hileras), el metacarpo (formado por 5 radios óseos) y las falanges que son tres, proximal, media y distal o ungueal para cada dedo excepto el pulgar que sólo posee dos. Cada uno de estos segmentos de la cadena puede flexionarse y extenderse, en grado mayor o menor sobre el anterior y algunos de ellos además tener movimientos más o menos extensos de lateralidad En la figura 2.6 [14] podemos ubicar los huesos descritos para una mejor comprensión.[14]

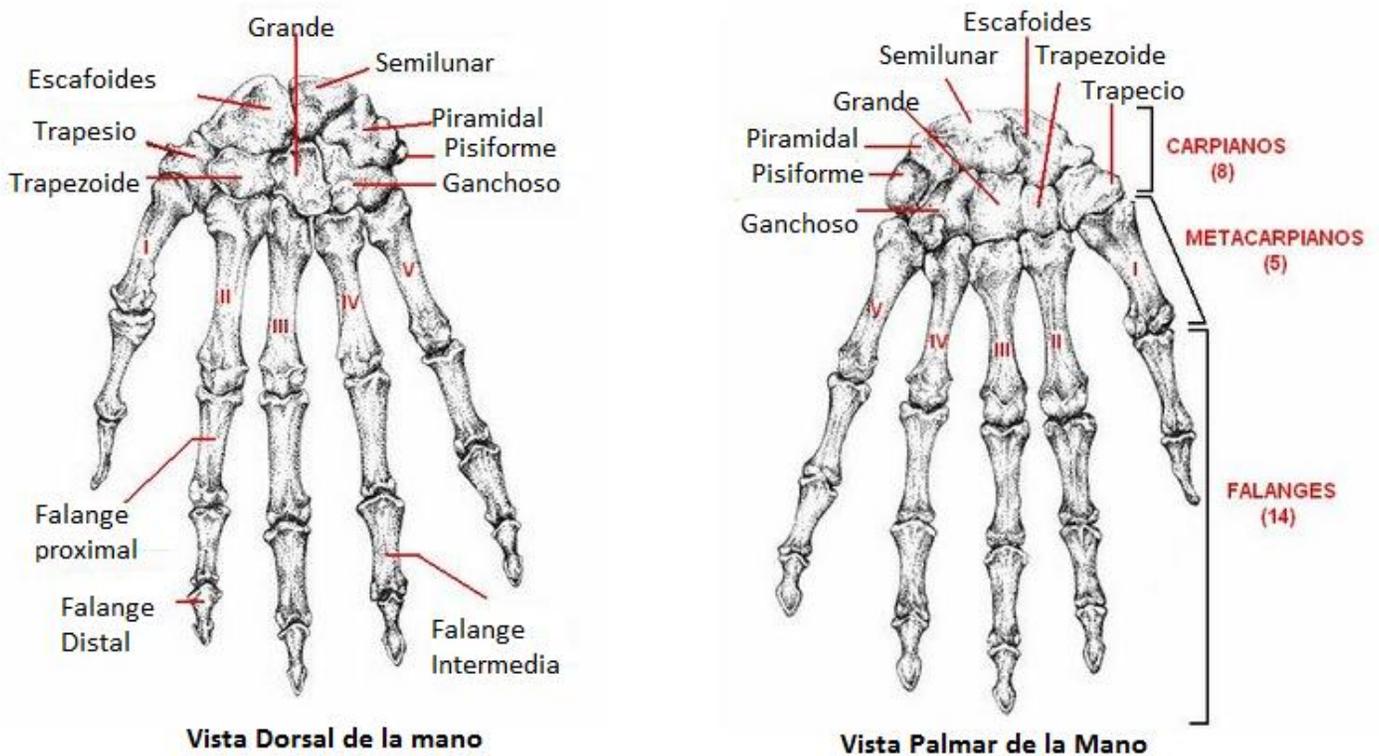


Figura 2.6: Anatomía de los huesos.

Sólo en los dedos terminan 36 músculos, de los cuales 18 son largos, pues tienen su vientre muscular a nivel del antebrazo y son sus tendones, como largas correas de transmisión, los que terminan en las distintas falanges, y 18 son cortos, pues sus pequeños vientres musculares se encuentran en las distintas regiones topográficas de la mano. A éstos hay que añadir otra serie de músculos largos, 6 en total, que llegando a la mano no alcanzan los dedos y aunque no tiene lógicamente acción sobre ellos, si la poseen y muy importante sobre la articulación de la muñeca. Además existen otros cinco músculos que aunque sus inserciones distales no llegan a la mano tienen acción indirecta sobre ella por transmisión de la movilidad que producen: son los que terminan a nivel del radio sobre el que imprimen movimientos de giro que se traducen en la mano, por arrastre de la misma, en

movimientos de rotación o prono-supinación [5]. En la figura 2.7[5] podemos ver los músculos a los que se hacen referencia.

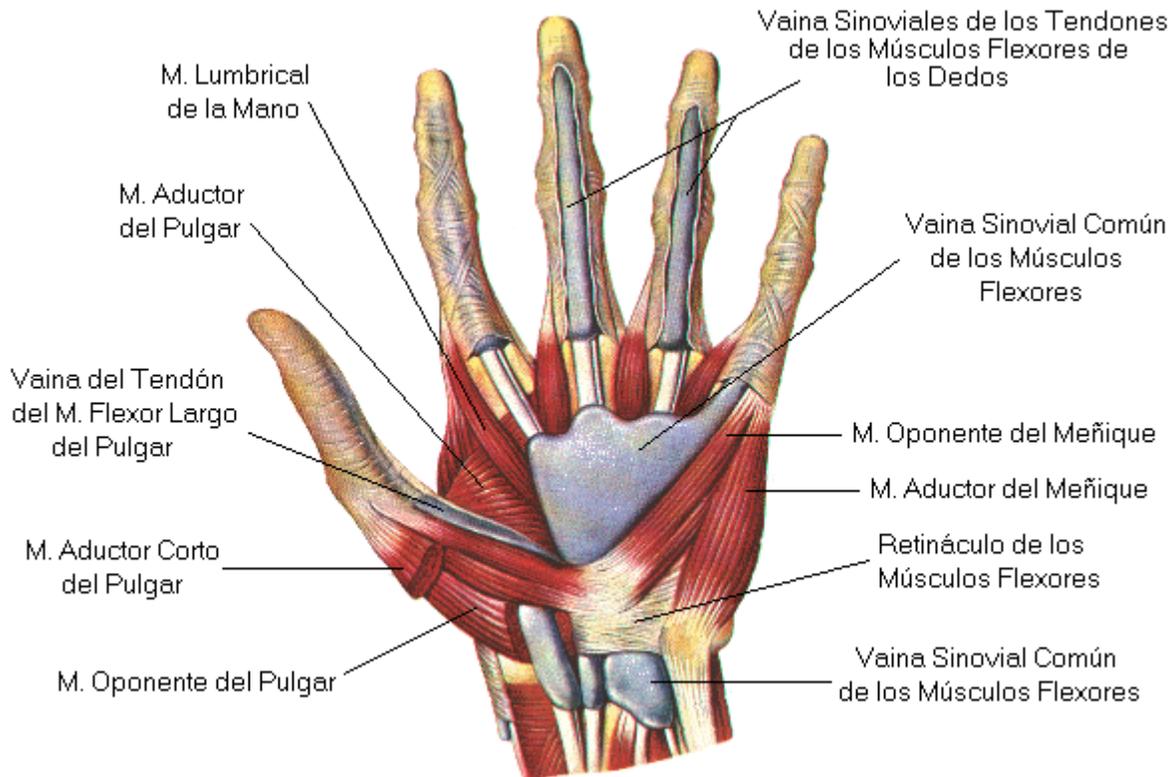


Figura 2.7: Anatomía Muscular de la Mano.

En cuanto a la forma externa de los dedos trifalángicos, únicamente el medio es rectilíneo, ya que el índice y anular, a nivel de la 2ª y 3ª falanges convergen ligeramente hacia aquél, haciendo lo mismo el meñique aunque esta inclinación se observa sólo a nivel de la falange ungueal. El pulgar, Es muy especial. Es el más corto de los dedos por tener sólo dos falanges, Posee una musculatura propia dispuesta de una forma característica, pues todos los músculos adoptan una disposición cónica conuyendo hacia el metacarpiano o sus falanges. Al pulgar llegan 8 músculos, 4 largos y 4 cortos, aunque en realidad desde un punto de vista funcional dispone de otro músculo corto que aunque se inserta en la aponeurosis del índice toma un origen muy extenso en el primer metacarpiano: es el primer músculo interóseo dorsal. Se podría argüir aquí que también en el meñique terminan los tendones de 9 músculos entre largos y cortos, pero a pesar de esto funcionalmente no hay comparación posible entre la importancia de ambos dedos, pues mientras la articulación carpo-metacarpiana del meñique es prácticamente inmóvil, como la de los demás dedos, la correspondiente del pulgar está facultada de una amplia

movilidad. Precisamente la configuración morfológica de esa articulación carpo-metacarpiana del pulgar y sus consecuencias funcionales constituyen la principal diferencia con el resto de los dedos. Dicha articulación es la más típica de las llamadas en silla de montar o encaje recíproco y es la que proporciona a este dedo su gran capacidad funcional[5]. La configuración morfológica de esta articulación constituye la base del llamado movimiento de oposición del pulgar en virtud del cual el pulpejo de este dedo puede alcanzar el de los otros cuatro dedos por separado o en conjunto para formar con los dedos una pinza con la que sujetar instrumentos y manipular con ellos objetos ante la vista es realmente muy complejo. Mientras los otros dedos, aislada o conjuntamente proporcionan a la mano utilidad como un gancho, éste, opuesto a los demás dedos, transforma la mano en una pinza perfectamente idónea para la función prensil[10]. En la figura 2.8[10] podemos ver la pinza pulgar al que hace referencia.



Figura 2.8: Pinza Pulgar.

Actualmente la incapacidad funcional ocasionada por la pérdida del pulgar se evalúa en un 33 %, igual que la de un ojo, mientras que la pérdida de alguno de los otros dedos se evalúa en un 10 a 15% según de cual de ellos se trate (índice y medio 15% y anular y meñique 10 %) y se ha llegado a valorar en el 50% de lo que supone la pérdida total de la mano. En la figura 2.9[2] se puede ver la distribución de las venas y arterias de la mano la cual es vital conocer antes de realizar un procedimiento ya que sin esta descripción se puede limitar los movimientos de esta reduciendo la funcionalidad radicalmente[2].

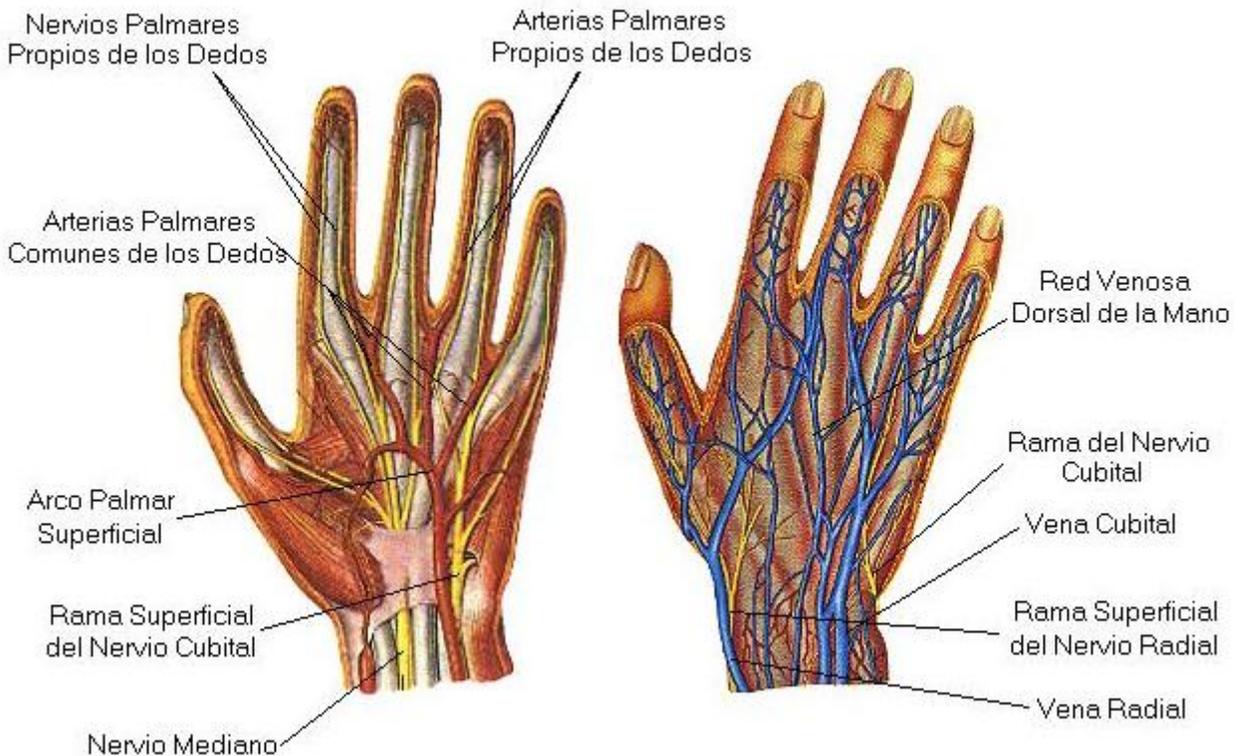


Figura 2.9: Anatomía sistema circulatorio de la mano .

2.4. Función de la mano.

Para poder entender los alcances de la funcionalidad de la mano es necesario describir algunos movimientos importantes que esta puede realizar facilmente ya que estos son básicos pero vitales para los diferentes movimientos que esta puede realizar.

Posición de referencia , es aquella a partir de la cuál se miden los movimientos articulares.

Flexión, se denomina así al movimiento consistente en doblarse o disminuir el ángulo entre dos partes del

cuerpo, podemos decir que es un movimiento en el cual un segmento del cuerpo se desplaza en un plano sagital

con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.

Extensión, esta consiste en enderezarse, o aumentar el ángulo entre dos segmentos del cuerpo, es un movimiento

sagital respecto a un eje transversal tal que, desde una posición de _exión, retorna a la posición del cuerpo de

referencia o la sobrepasa.

Abducción, este movimiento consiste en acercar a la línea media del cuerpo, el movimiento se efectúa en el

plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, que aproxima el segmento corporal comprometido a la línea media.

Abducción de la mano, consiste en separa los dedos, uno de otro, en un plano Aducción, en este caso el movimiento consiste en alejarse de la línea media del cuerpo, movimiento que se efectúa en un plano frontal,

en torno de un eje antero-posterior, el segmento corporal se aleja de la línea media. Aducción del pulgar, es

extenderlo o flexionarlo en torno a la palma de la mano.

Aducción de la mano, consiste en cerrar los dedos uno contra otro, en un plano.

Pronación, el movimiento consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia abajo.

Supinación, consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia arriba

Circunducción, este movimiento consiste en que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la

articulación y su base en la extremidad distal de esa parte y no necesita rotación. Prehensión, acción de tomar

envolviendo un objeto, los dedos se cierran en torno al objeto envolviéndolo.

Pinza, acción de tomar con las puntas de los dedos opuestos.

Hiperextensión de los dedos, empujar con los dedos estando la mano en posición neutra.

Pinza palpar, tomar un objeto con los dedos índice, mayor, anular y meñique, (flexionados sujetando un objeto). También se define así, la toma por oposición entre el pulgar y otro dedo opuesto solamente.

Compresión digital, es la acción de presionar en forma plana con los dedos.

Compresión pulpar, es la acción de presionar un objeto con la palma de la mano.

en la figura 2.10 [10] podemos ver las posiciones anteriormente descritas para una mejor comprensión además una

descripción de algunos movimientos en donde permite únicamente unos grados máximos de apertura o cierre [10].

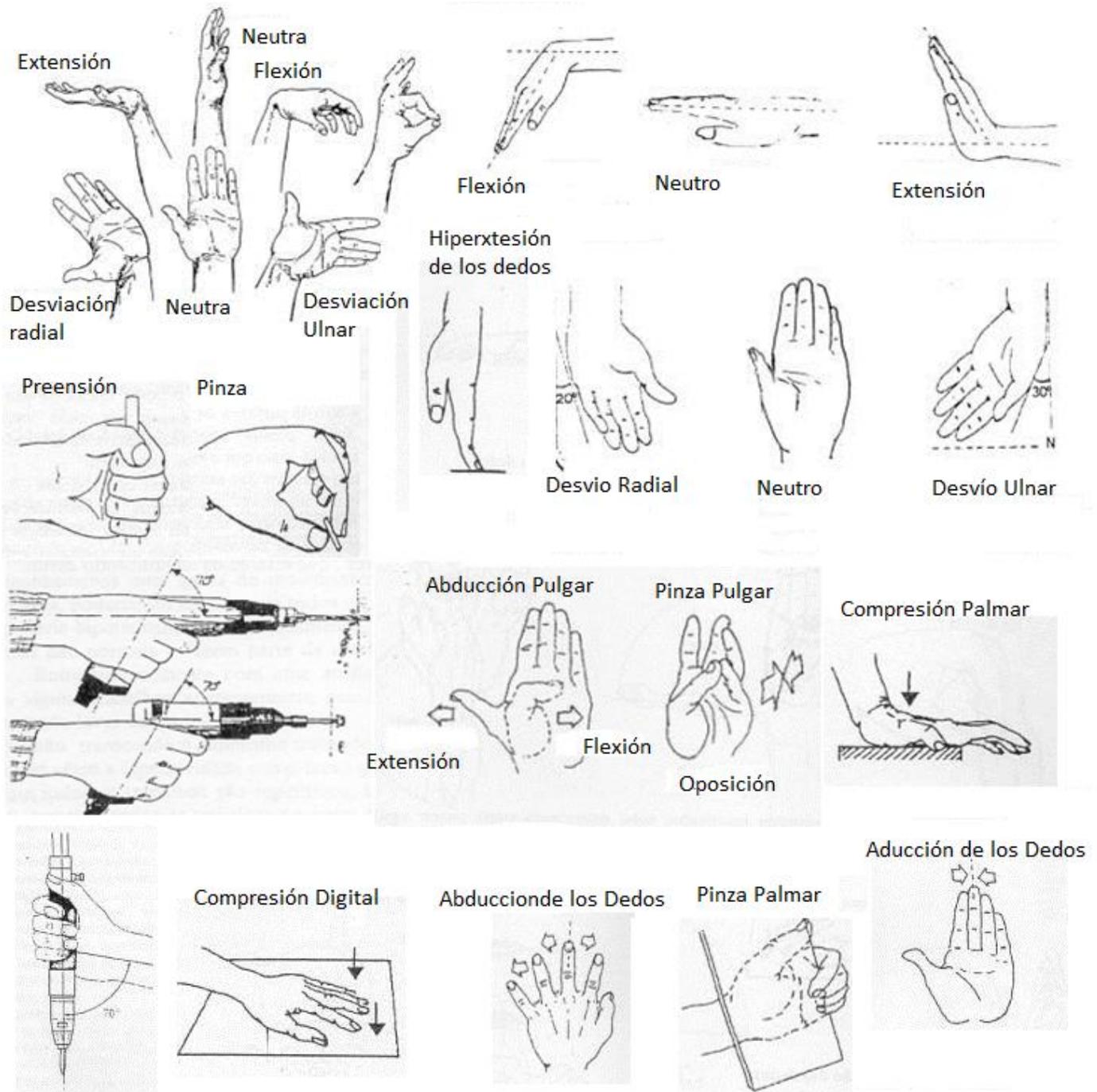


Figura 2.10: Diferentes posturas de las manos y muñecas (Modelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001(8))

En las actividades prensiles es donde la mano ha permitido al hombre desarrollar la mayor habilidad. Y es que la mano es primordialmente un órgano prensil. La variada actividad prensil de la mano puede ser reducida a una presión de fuerza, una presión de precisión y una combinación de ambas o presa en garra que en algunos aspectos es diferente de las otras formas.

En una prensión de fuerza el objeto es asido fuertemente, bien para ser utilizado como herramienta o proyectil, bien para poder trabajar sobre él con la otra mano. Una vez hecha la presa, la mano puede mantenerse fija o ser movida como un todo por el resto del miembro gracias a la intervención de articulaciones de otros segmentos del mismo. La destreza del movimiento es debida lógicamente a todo el miembro, no participando los dedos en la consecución de esa destreza. En la prensión de precisión, no sólo la forma de sostén es más precisa, sino que los pequeños movimientos de los dedos, son esenciales para las habilidades llevadas a cabo. El objeto es cogido entre las juntas de los dedos y el pulgar, a veces por todos los dedos trifalángicos, más a menudo sólo por el pulgar y el índice, con el dedo medio frecuentemente involucrado, como cuando se utiliza un lápiz u otro utensilio pequeño. La colocación del instrumento puede ser realizada por la muñeca. La prensión en garra suele ser utilizada para sostener o llevar objetos o para agarrarse y sostener el peso del cuerpo, como en la acción de trepar. En estos casos los dedos forman como unas asas alrededor del objeto en cuestión, como cuerdas, ramas, etc., pudiendo intervenir o no el pulgar en esta prensión. En conjunto se trata de una prensión para transmisión de fuerzas y no para una manipulación habilidosa. En resumen se puede decir que por los movimientos posibles de la muñeca y de los dedos se puede realizar un repertorio relativamente reducido de actividades manuales, pero la amplitud de los movimientos básicos y la precisión del control con que se pueden llevar a cabo, especialmente con la práctica, son adquisiciones humanas que no tienen rival. [4]

2.5. Caracterización de los Problemas Relacionados con Garras Mecánicas

Es importante conocer para el desarrollo de este proyecto lo que es una garra o pinza además de algunos problemas que presentan este tipo de herramienta. Garra o pinza se llaman también el cuerpo o elemento terminal de un robot. Órganos terminales, se pueden clasificar en dos grandes grupos: las garras y herramientas especializadas. Los robots usan pinzas para mover objetos y en general el uso de herramientas especializado para realizar tareas especiales. Las garras pueden ser de varios tipos: pinzas agarre mecánico de los objetos más rígidos, dispositivos electromagnéticos atractiva para contener objetos de hierro y ventosas de succión para sostener objetos bien en superficies lisas. La captación y la manipulación de tareas requieren el desarrollo de efector especializados. Dispositivos dedicados a tareas de soldadura, herramientas para atornillar, aerosoles, etc. puede ser más adecuada que la mano humana para realizar estas tareas específicas. En muchos casos, estos usuarios humanos pueden ser

más eficientes y económicas que los diseños complejos de la mano. Como resultado, los dispositivos dedicados para distintas tareas se encuentran comúnmente en robótica industrial, el uso general de las pinzas son necesarias para seguir avanzando en esta importante área. La captación y la manipulación de tareas requieren el desarrollo de efector especializados. en el mercado hoy en día los mas usados son: pinzas de dos dedos, con movimiento de rotación y la mandíbula pinzas paralelas. En la figura 2.11[3] se observa. Ambos tipos tienen poca habilidad en la presentación de las limitaciones en sus aplicaciones.

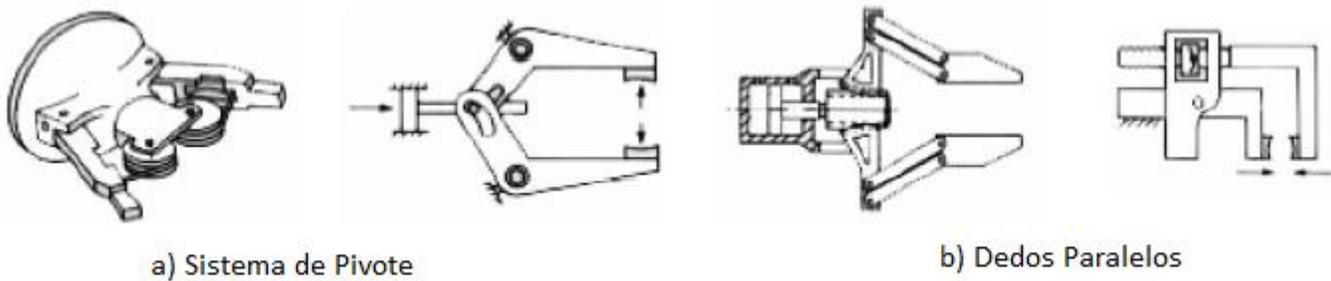


Figura 2.11: Ejemplos de Pinzas roboticas.

Algunos robots tienen un puerto de dispositivo automatizado que permita a las herramientas un intercambio rápido de herramientas, ampliamente utilizado con el fin de compensar la baja calidad de la industria de la adherencia. Con el fin de realizar una amplia gama de tareas, estos dispositivos a su vez permitirán elegir rápidamente diferentes herramientas en el sistema. Esto proporciona un método sencillo y rápido para el cambio entre herramientas, pero tienen los robots las dimensiones y la limitación significativa en relación con un conjunto limitado de herramientas disponibles. Las pinzas de cambio rápido, se almacenan en el exterior. Al tiempo que sus aplicaciones. Un efecto menor que el titular de utillajes, este método está limitada por el bajo número de herramientas disponibles. Un efector manual de tipo industrial se sigue utilizando en el caso de las células de fabricación o de líneas de ensamblaje de productos comerciales. Al alcanzar este nivel de sofisticación de la robótica, las universidades e instituciones de investigación han estado estudiando en los últimos años, los sistemas de sujeción similar antropomorfas a una mano humana, con énfasis en el modelado cinemático, el control de la estructura, diseño compacto, etc. diestras manos son garras que parecen avanzadas como la mano humana en la versatilidad, puede ser utilizado tanto para recoger y mover objetos de la industria, así como manipular y usar diseñados para los trabajadores humanos.[3]

2.6. Algunas medidas de la Calidad en Garras Mecánicas.

Algunas de las medidas de calidad para garras mecánicas, Basadas en diversos modelos analíticos y mantenimiento

de la manipulación de los objetos mediante embragues mecánicos, ZCuthosky 1989 resumio una serie de medidas de cuantificación para estas operaciones, lo que puede ser expresado en lo siguiente:

_exibilidad: Medida que determina la deformación que se produce cuando el objeto unido a un conjunto de fuerzas se impone por la garra. Su inversa se llama rigidez. Es una función de la configuración del agarre, el servo conjunto y la _exibilidad de la estructura.

Conectividad: El número de parámetros independientes que son necesarias para especificar completamente la orientación y posición del objeto agarrado por la palma "de la garra.

Fuerza de cierre: Un agarre satisface una fuerza de encerramiento, cuando las articulaciones de los dedos están cerradas y existen fuerzas externas que mantienen el contacto entre la pinza y el objeto, no puede moverse sin deslizamiento.

Forma de cierre: es una forma de cierre o restricción cinemática completa cuando existen fuerzas o momentos externos aplicados en cualquier dirección sobre el objeto agarrado el cual no lo deja mover ya que la articulación de la garra bloquea.

Agarrae Isotropica: Es una medida de la calidad que determina la configuración de agarre que permite que las articulaciones de los dedos de la garra apliquen fuerzas o momentos sobre el objeto prendido

Protocolo II Enmendado quienes la oración fuerzas y momentos en Samento y obj et ESO PR.

Fuerzas Internas: esas fuerzas existen internamente del objeto agarrado debido a las interacciones de sus partículas, las cuales no producen una variación de la cantidad de Alonso & Finn 19.783. Cincel. formalmente existe un equilibrio entre las soluciones homogéneas por lo cual no existe el movimiento.

Manipulación: Es una medida que determina si los dedos pueden imprimir movimientos arbitrarios sobre el objeto.

Resistencia de deslizamiento: Determinar las fuerzas o momentos aplicados sobre el objeto agarrado antes de que este comience a deslizarse.

Estabilidad : Una agarre es estable si regresa a su estado inicial después de una perturbación por fuerzas externas y recuerdos.[3]

Capítulo 3

Diseño de Gripper Multifuncional

3.1. Arquitectura general del sistema implementado

El proceso que normalmente se realiza cuando llega un caso en donde un soldado tiene incrustación de granada generalmente en miembros inferiores se divide en tres procedimientos: Incisión, Separación de Tejidos y Prensión de la Granada, para luego mediante procesos convencionales sacar la granada del lugar pudiendo así, continuar con el procedimiento, el cual puede ser: cirugía para reconstrucción ósea, muscular o reparación de venas o arterias dañadas según sea el caso.

En el proceso que actualmente se realiza, la incisión, separación de tejido tegumentario y la Prensión se hacen por separado y utilizando una serie de herramientas diferentes, para estos procedimientos se requiere de un

equipo médico especialista en cada uno de los sistemas que posee la pierna ya que debido al recorrido de la granada no se sabe que daños se ocasionaron dentro de la pierna y por consecuencia tampoco se conoce como se debe retirar el artefacto, para esto el medico procede a tomar radiografías en donde se puede ver bien por donde entró la granada y cuál es el mejor camino para retirarla, hecha esta evaluación por el equipo médico se planea una forma de trabajo y se Empieza a realizar dicho proceso. En el siguiente diagrama3.1 se observa como es el procedimiento actual con sus respectivas herramientas.

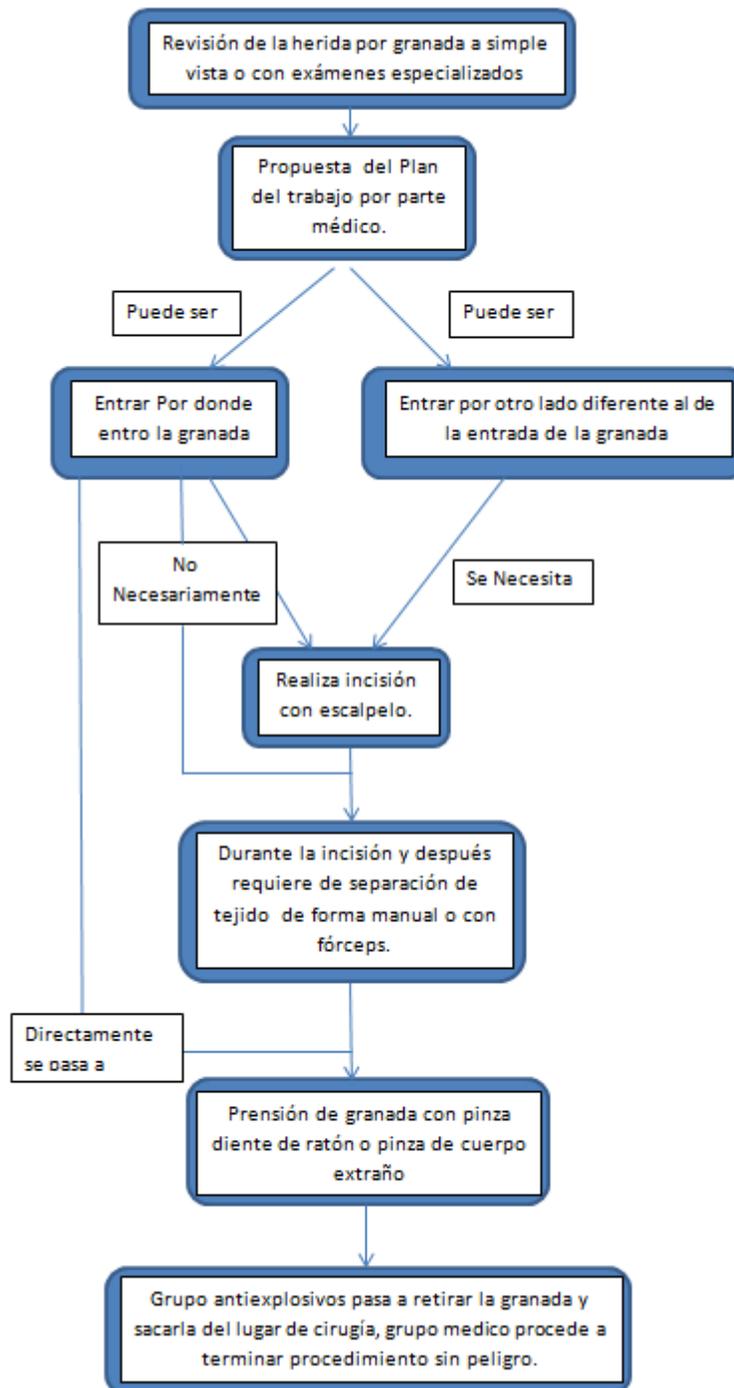


Figura 3.1: Procedimiento tradicional para extracción de una granada.

Visto el procedimiento actual, Ahora se describe el procedimiento que se propone con el gripper multifuncional, que a continuación será descrito paso a paso en el diagrama 3.2.

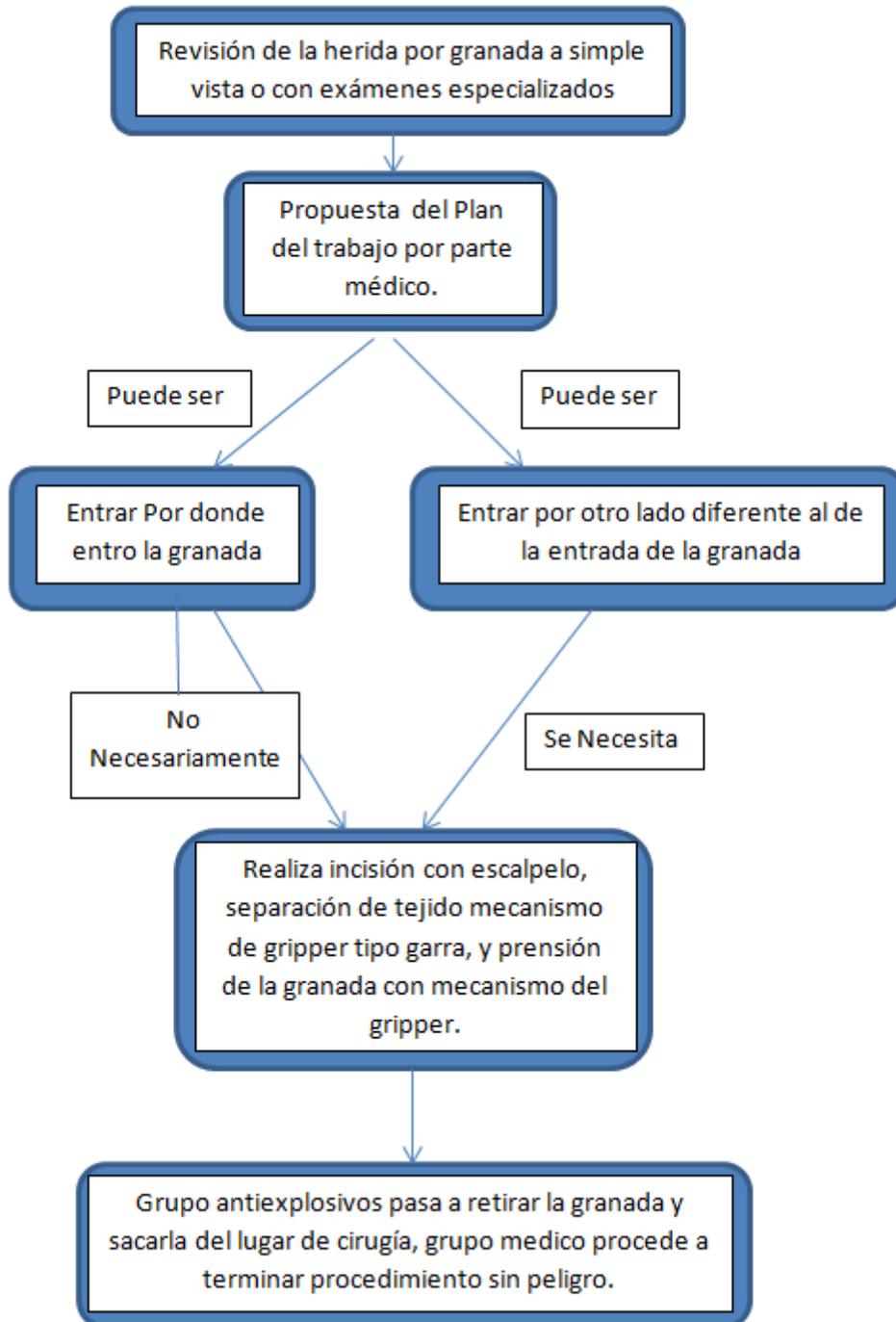


Figura 3.2: Procedimiento que realiza el Gripper Multifuncional.

El objetivo es hacer un prototipo de gripper que realice los tres procedimientos con una sola herramienta simpli_cando la cantidad de movimientos que podrían activar el explosivo y haciendo el procedimiento más sencillo y seguro. Para este _n se propone utilizar el manipulador antropomór_co Mitsubishi RV-E2 de 6 grados

de libertad que se encuentra en la Universidad Militar Nueva Granada en el departamento CIM, el cual permite cambiar los efectores finales dependiendo de la tarea a realizar. En este caso, Preensión de granada. Para tal fin se deben conocer las medidas que permite como base este robot y así empezar a diseñar el prototipo, Además de conocer a fondo las herramientas con las cuales se realiza el procedimiento para poder adaptarlas en el diseño de gripper. Con el fin de ver si éste funciona, se realizaron pruebas usando como extremidad una pierna hecha en Caucho de silicona, se realizó el procedimiento en la universidad comprobando así que el prototipo es funcional. Para mayor facilidad de uso por parte médico, Además se intentara utilizar herramientas Tradicionales en cada uno de los procedimientos, esto hará que el manejo sea más fácil y no sea desconocido por los usuarios. En el transcurso del desarrollo de este capítulo se describirá el diseño del prototipo de gripper con todas las especificaciones correspondientes.

3.2. Diseño mecánico

Para comenzar a diseñar se tomaron todos los datos que se conocían, como lo son: las dimensiones de la base en donde deben ir las herramientas del gripper, las dimensiones y formas de la granada y el escalpelo convencional. Teniendo estas medidas que se pueden observar en la figura 3.3 . Se empezó a diseñar las otras piezas.

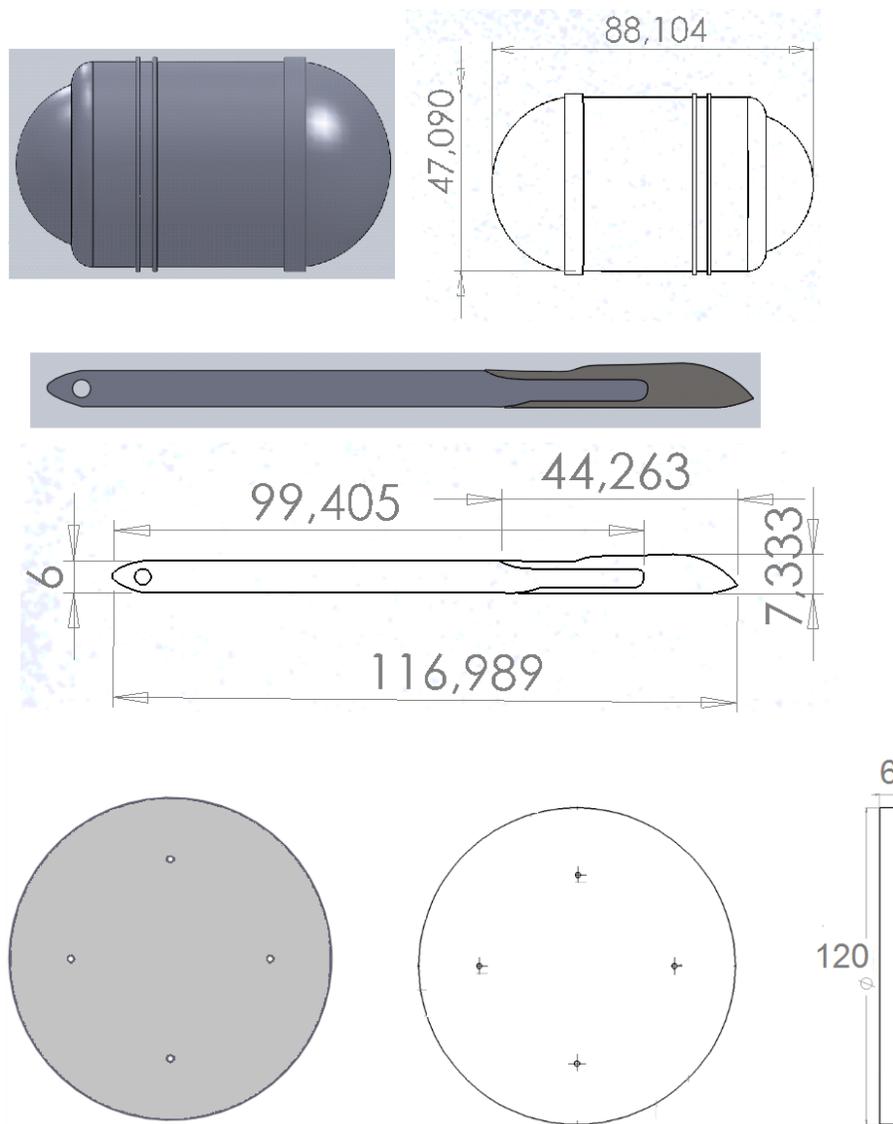


Figura 3.3: Dimensiones y Piezas que conocidas.

En este sistema se pueden identi_car tres subsistemas: Incisión, Separación y Preensión. Se empezara a describir

cada uno de los subsistemas y su diseño:

Incisión: Para la incisión se requiere como herramientas Principal, el escalpelo, el cual se conocen sus dimensiones,

se propone que el escalpelo entre y salga utilizando un mecanismo encargado de esto, este escalpelo va guardado en un eje principal en donde se encontraran el escalpelo y el sistema de Preensión mediante una

pinza de selección, el cual también será activado por un mecanismo que más adelante será descrito. Para que

el escalpelo tenga la posibilidad de salir y entrar en el eje principal se requiere de un sistema de trasmisión de

movimiento, por tanto mediante un motor-reductor el cual por medio de engrane y cremallera hará el trabajo de

desplazar el escalpelo hacia afuera y hacia adentro dependiendo de la dirección en la que gire el motor. Descrito

en la figura 3.4 se observa cómo va el escalpelo con la cremallera y exteriormente un engrane al motor el cual a su vez moverá hacia arriba o hacia abajo al escalpelo según sea necesario.



Figura 3.4: Diseño de Escalpelo con Cremallera.

Separación de Tejidos: En este Procedimiento se diseñaron dos eslabones los cuales los primeros van a la base y no tienen ningún movimiento, estos tienen un ángulo de 60 grados. Este valor se obtuvo con una serie de pruebas que consistían en conocer el diámetro de la pierna, Edad y Estatura criterios importantes a la hora de evaluar a la víctima y determinar cómo se practicara el procedimiento de extracción. Estos datos se tomaron a 10 personas diferentes todos hombres, los valores se pueden ver en la Tabla 3.1.

Cuadro 3.1: Medidas de Piernas.

	Edad (Años)	Estatura (cm)	Peso (Kg)	Tamaño Pierna (cm)
Soldado 1	25	170	60	55
Soldado 2	39	158	58	44
Soldado 3	50	175	72	50
Soldado 4	22	187	64	45
Soldado 5	24	168	90	62
Soldado 6	29	153	60	53
Soldado 7	41	165	75	50
Soldado 8	32	197	98	66
Soldado 9	17	184	71	56
Soldado 10	20	173	72	52

De acuerdo a estos datos se pudo sacar un ángulo que permitiera adaptar el sistema de separación a diferentes diámetros de piernas según la necesidad, este fue ajustado con el segundo eslabón. El cual va conectado al primer

eslabón por medio de rodamientos y eje, en la otra extremidad va un sistema de rodillos el cual de acuerdo a la pierna tiene la posibilidad de abrir en sentido horizontal al corte, estos rodillos permiten el movimiento paralelo al corte y mediante silicona este ira abriendo el tejido horizontalmente al corte de forma efectiva y completando así el procedimiento de separación correctamente. Adicionalmente a esto para limitar el segundo movimiento y fuerza hacia afuera únicamente se colocaron dos resortes, obteniendo así una buena separación de tejido. Para calcular los valores de los resortes se hicieron pruebas con un dinamómetro análogo el cual mide la fuerza que necesitamos para abrir un tejido, este tiene un gancho que se estira y a su vez mide la fuerza dando un valor, En estas pruebas tres cirujanos diferentes realizaron la fuerza que normalmente hacen para separar tejidos, el gancho del dinamómetro fue sujeto a los dedos del cirujano que realizaban la fuerza de separación. En la _gura 3.5[15]se muestra un dinamómetro como el que se utilizó. Para obtener los valores, se realizaron 10 pruebas en gel balístico, Los resultados de estas pruebas se muestran en la tabla 3.3.



Figura 3.5: Dinamómetro Análogo.

Cuadro 3.3: Pruebas de Fuerza para Separación de Tejido.

	CIRUJANO 1	CIRUJANO 2	CIRUJANO 3
PRUEBA 1 (g)	870	910	860
PRUEBA 2 (g)	860	850	940

PRUEBA 3 (g)	900	890	860
PRUEBA 4 (g)	850	850	920
PRUEBA 5 (g)	910	920	850
PRUEBA 6 (g)	880	920	860
PRUEBA 7 (g)	940	870	850
PRUEBA 8 (g)	860	940	900
PRUEBA 9 (g)	920	880	850
PRUEBA 10 (g)	940	950	860

De donde se puede concluir que la fuerza promedio está en un intervalo de 850-950g lo que equivale a 0.8673-0.9693 N.

Teniendo la fuerza y la distancia de 4 cm debido a que los eslabones son cortos. Se Calculó el coeficiente de elasticidad de los resortes.

$$F = K \cdot X$$

donde:

$$F = 0.906 \text{ N}$$

$$X = 0.04 \text{ m}$$

$$K = F$$

x

$$K = 22.65$$

En la figura 3.6 se observa el diseño del sistema de separación de tejidos.

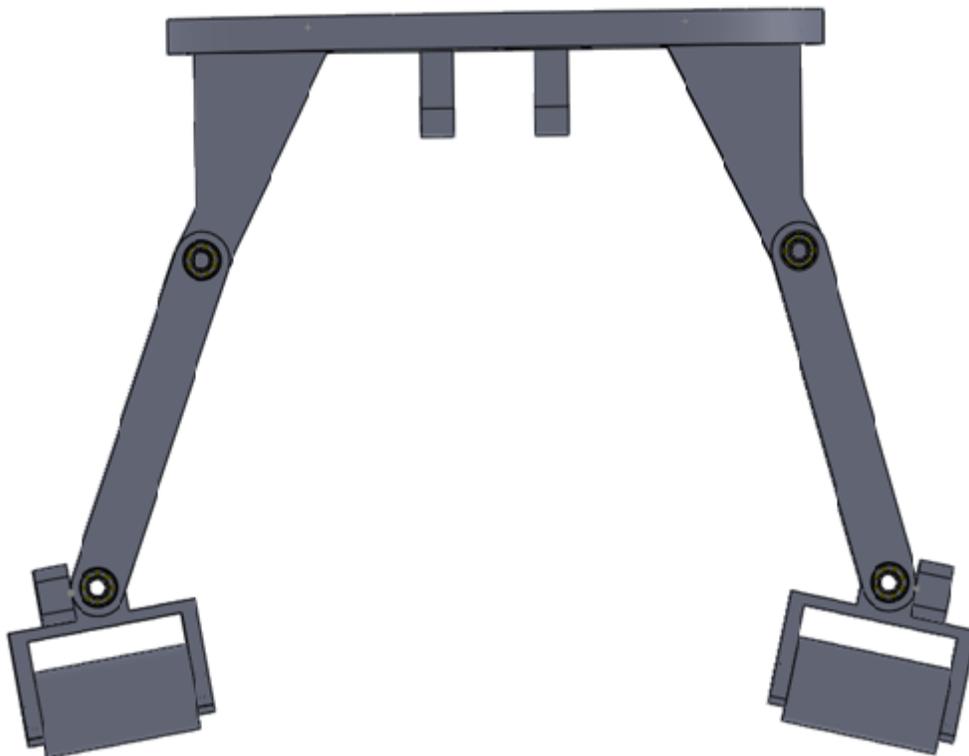


Figura 3.6: Sistema de Separación de Tejidos.

Preensión de Granada: En el agarre de la granada se requiere de un sistema que coja la granada ejerciendo la fuerza mínima para no activar la detonación del artefacto, Para ello se eligió una pinza de selección el cual se

moldea según la forma cilíndrica de la granada agarrándola de la mejor manera ya que no ejerce fuerza sobre la granada, únicamente la rodea reduciendo el peligro de activación de esta. En la figura 3.7 se observa el sistema de Preensión y se puede ver con detalle el eje principal donde el escalpelo ira por dentro. El escalpelo podrá salir únicamente si las pinzas están abiertas asegurando así que el proceso no tenga inconvenientes.

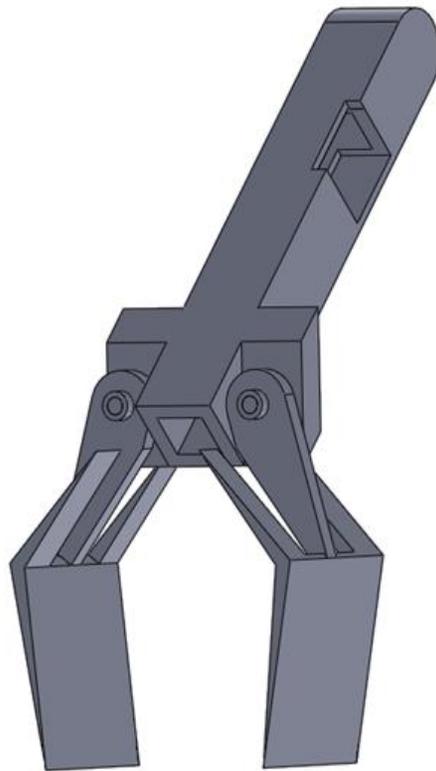


Figura 3.7: Pinzas de Preensión.

Con la descripción del diseño de cada una de las herramientas que se necesitan para realizar el procedimiento,

Se pasó a unir y a diseñar mecanismos que en las siguientes secciones se explicaran detalladamente.

3.2.1. Análisis de mecanismos

El sistema requiere de dos Mecanismos importantes que son:

Mecanismo para salida y entrada del escalpelo: Se encarga de la entrada y salida del escalpelo cuando el usuario Necesite realizar la incisión, luego de hacerla, este debe volver a entrar y quedar guardada dentro del eje

principal, esto por dos razones: la primera, para tener las herramientas principales de los procesos en la mitad,

Así el sistema de separación de tejidos estará activo y facilitara el procedimiento. Segundo por seguridad, si se

dejara el escalpelo libre de algún modo, se corre el riesgo de que en algún movimiento del robot industrial se

lesione al paciente o active la granada. El mecanismo Propuesto se aprecia en la siguiente figura 3.8

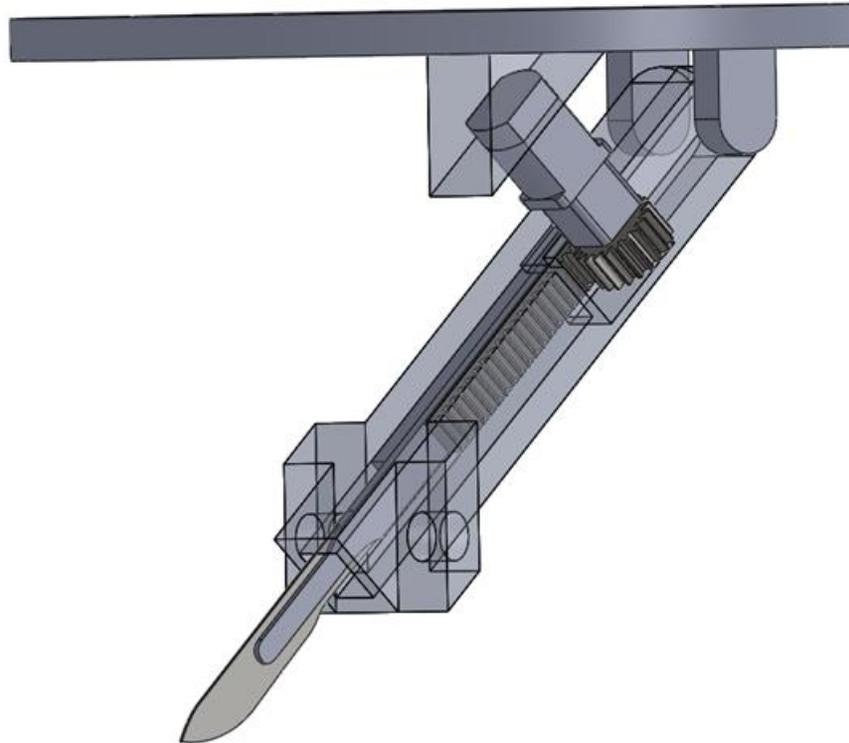


Figura 3.8: Mecanismo del Escalpelo.

En este sistema hay un mecanismo de transmisión de Movimiento el cual viene de un motor, este será transmitido por medio de un engrane y una cremallera, El motor va en la base del gripper con el fin de reducir al máximo las vibraciones de este y Evitar que el motor intervenga en el procedimiento. También se observa que el eje principal tiene una inclinación, esta inclinación es de 45°, este es el usado por un médico para realizar una incisión, este dato se obtuvimos realizando pruebas, Las pruebas fueron tomadas de tres cirujanos diferentes, cada uno hizo 5 pruebas en gel balístico. En la Tabla 3.4 se muestran las pruebas realizadas.

Cuadro 3.4: Tabla Pruebas Ángulo de corte.

	CIRUJANO 1	CIRUJANO 2	CIRUJANO 3
PRUEBA 1	44	42	46
PRUEBA 2	42	43	44
PRUEBA 3	46	45	42
PRUEBA 4	43	44	45
PRUEBA 5	45	45	42

Según los resultados el valor que se obtuvo fue de 45°. Para medir este valor se tomaron fotos las cuales posteriormente se midieron con un transportador trazando una línea de referencia, en este caso se tomó la superficie

de corte, de esta forma se obtuvieron los datos. Mecanismo de apertura y cierre de la pinza: Este mecanismo es utilizado a la hora de la Preensión de la granada, Este mecanismo utiliza una mezcla de sistema de barras y tornillo sin fin, el cual, a la hora de abrir, el tornillo sin fin gira y las barras suben generando el cierre de la pinza. De la misma forma para la apertura de la pinza según la dirección a la cual gire el motor. En la figura 3.9 se observa el mecanismo.

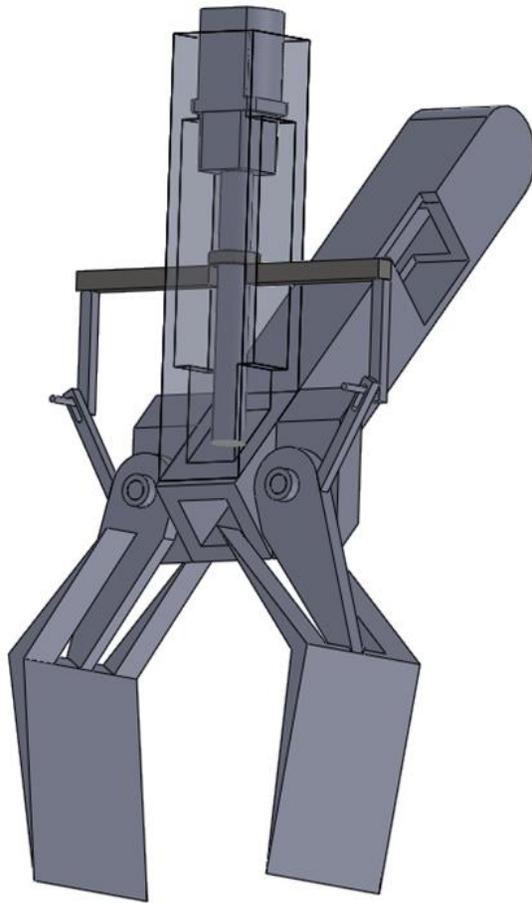


Figura 3.9: Mecanismo de Apertura y Cierre de la Pinza.

Aquí se terminan todos los diseños de cada una de las partes que debe tener el gripper en la _gura3.10 se observa como sería el gripper completamente construido.

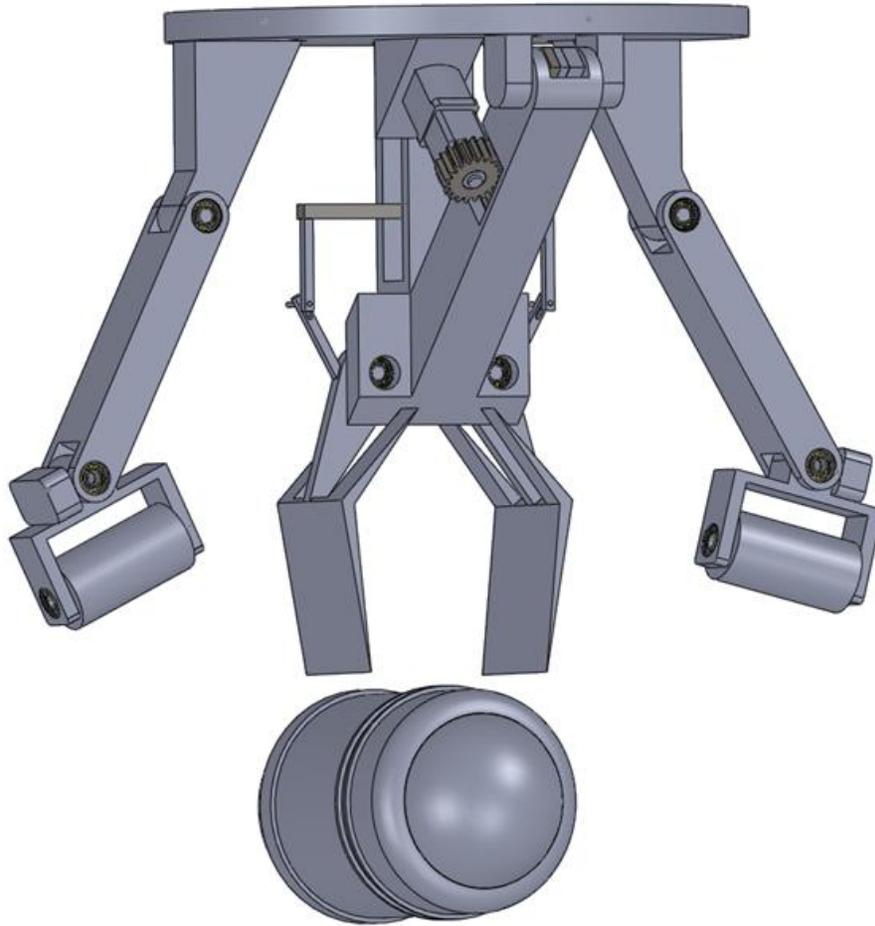


Figura 3.10: Ensamble otra vista.

3.2.2. Diseño mecánico (CAD)

En los siguientes grá_ficos se muestran cada una de las piezas necesarias para la construcción del gripper.

En la _gura 3.11 se muestra las medidas de la base en la cual irán sostenidas todas las piezas y motores, debido a esto se debía elegir un buen espesor para que así resistiera todos los esfuerzos a los que se le va a someter.

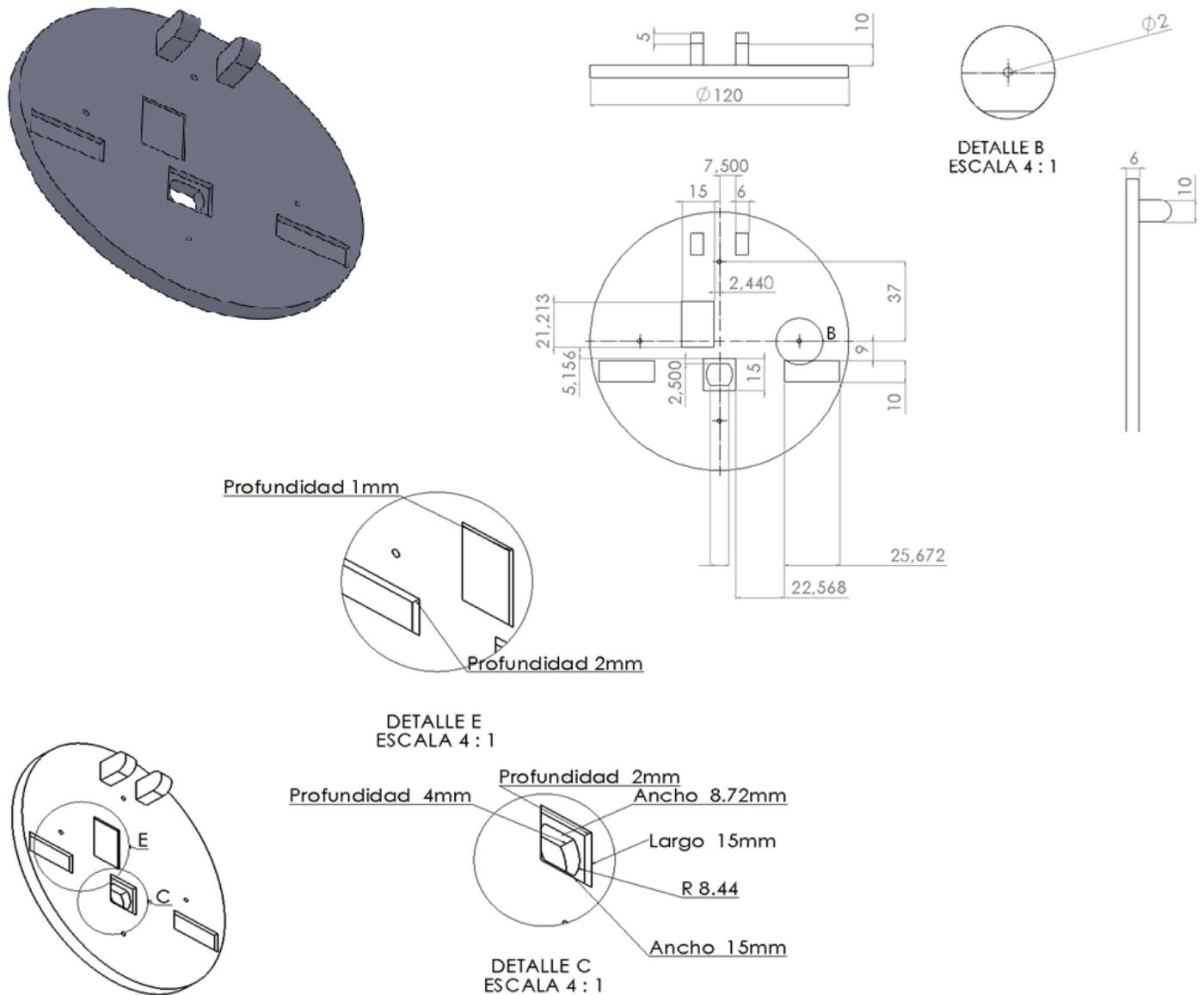


Figura 3.11: Base de Gripper.

En la figura 3.12 se pueden observar el diseño de los primeros eslabones los cuales ejercen el máximo esfuerzo sobre la base, debido a esto se aumentaron sus dimensiones, esto se pudo ver mejor en el primer prototipo el cual será explicado detalladamente en la sección 4.1.

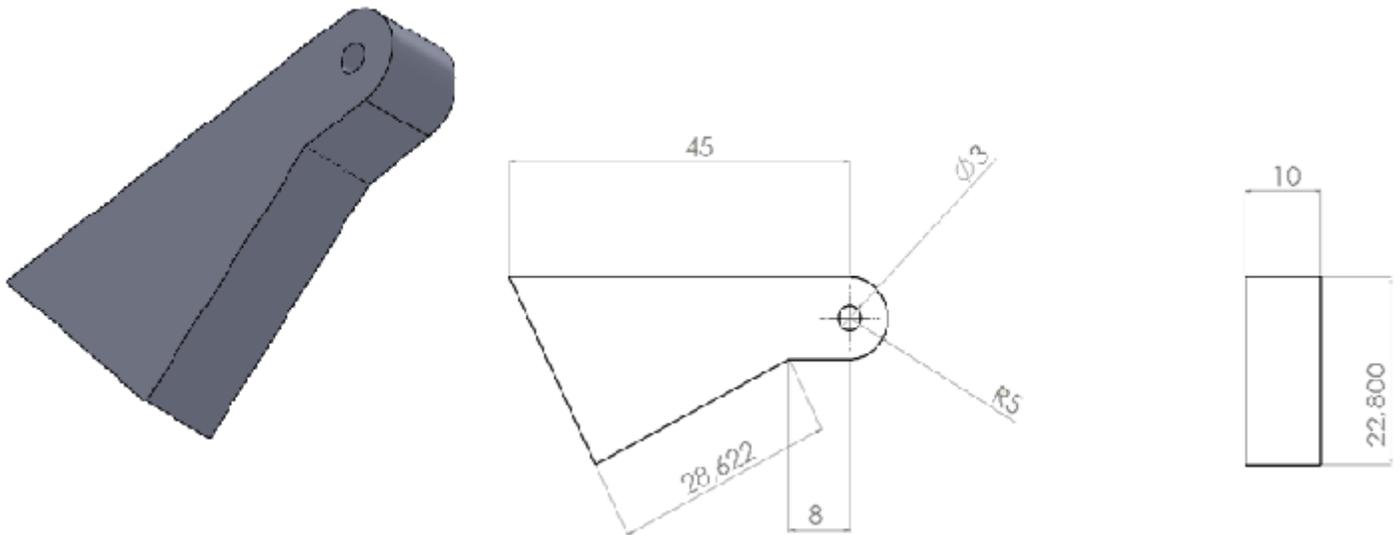


Figura 3.12: Primeros Eslabones

En la _gura 3.13se muestran los segundos eslabones en los cuales se sujetaran los porta rodillos y adicionalmente irán los resortes.

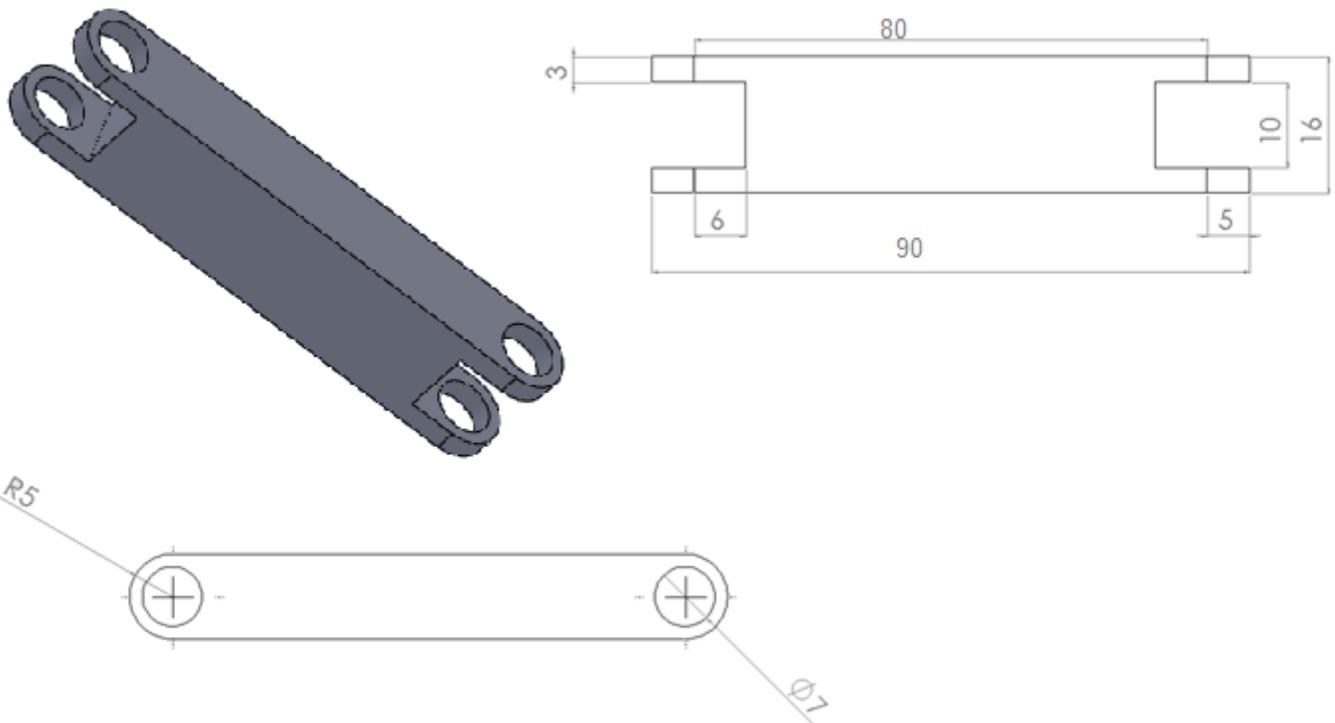


Figura 3.13: Segundos Eslabones.

En la _gura 3.14que a continuación se muestra se presenta la pieza que va a llevar el escalpelo y las palas de preensión de la granada además esta pieza sera el eje principal y central del procedimiento.

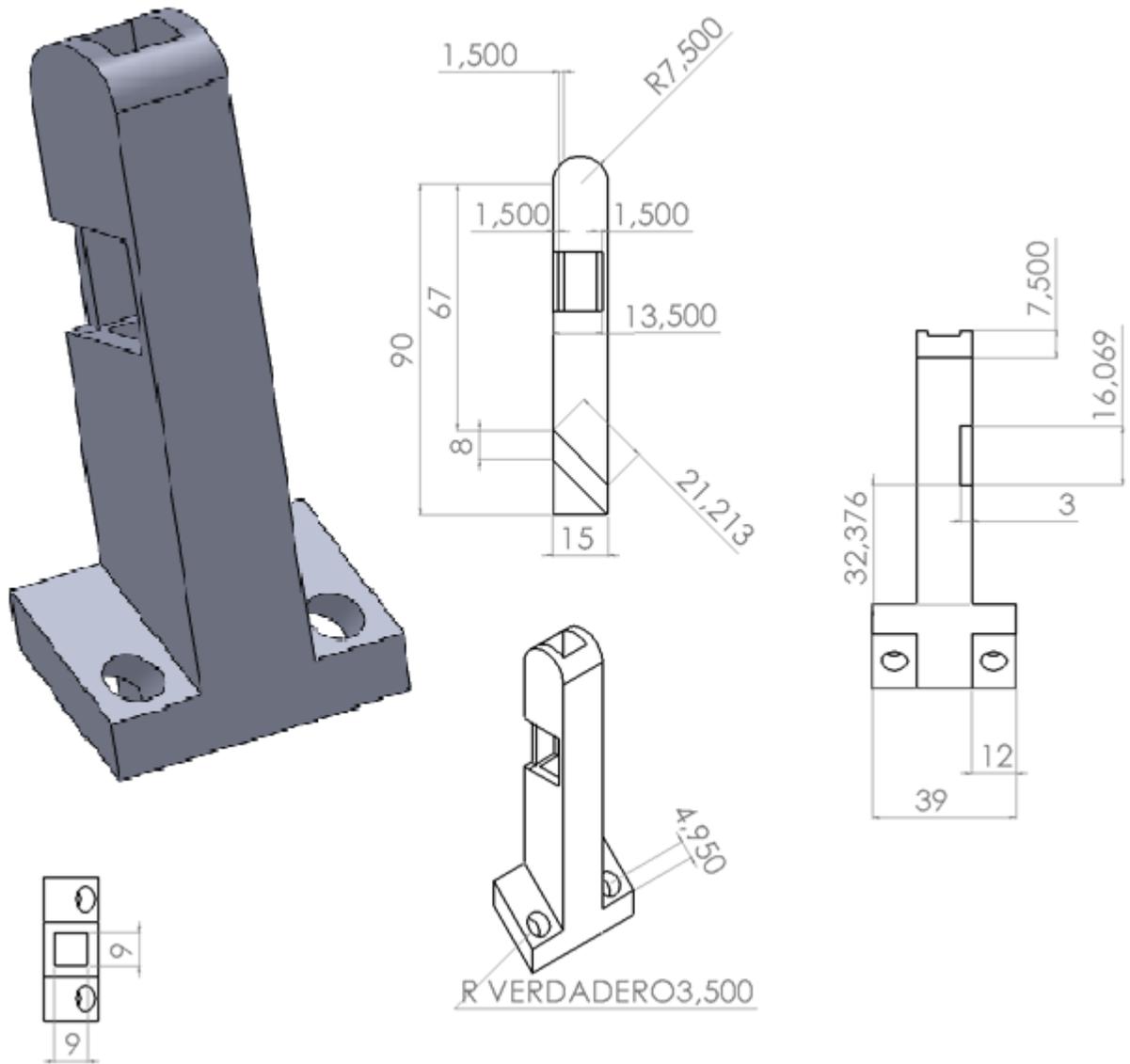


Figura 3.14: Porta-Escalpelo.

En la figura 3.15 se aprecia la pieza que contiene el mecanismo de la pinza el cual consta de un sistema de barras con tornillo sin n.

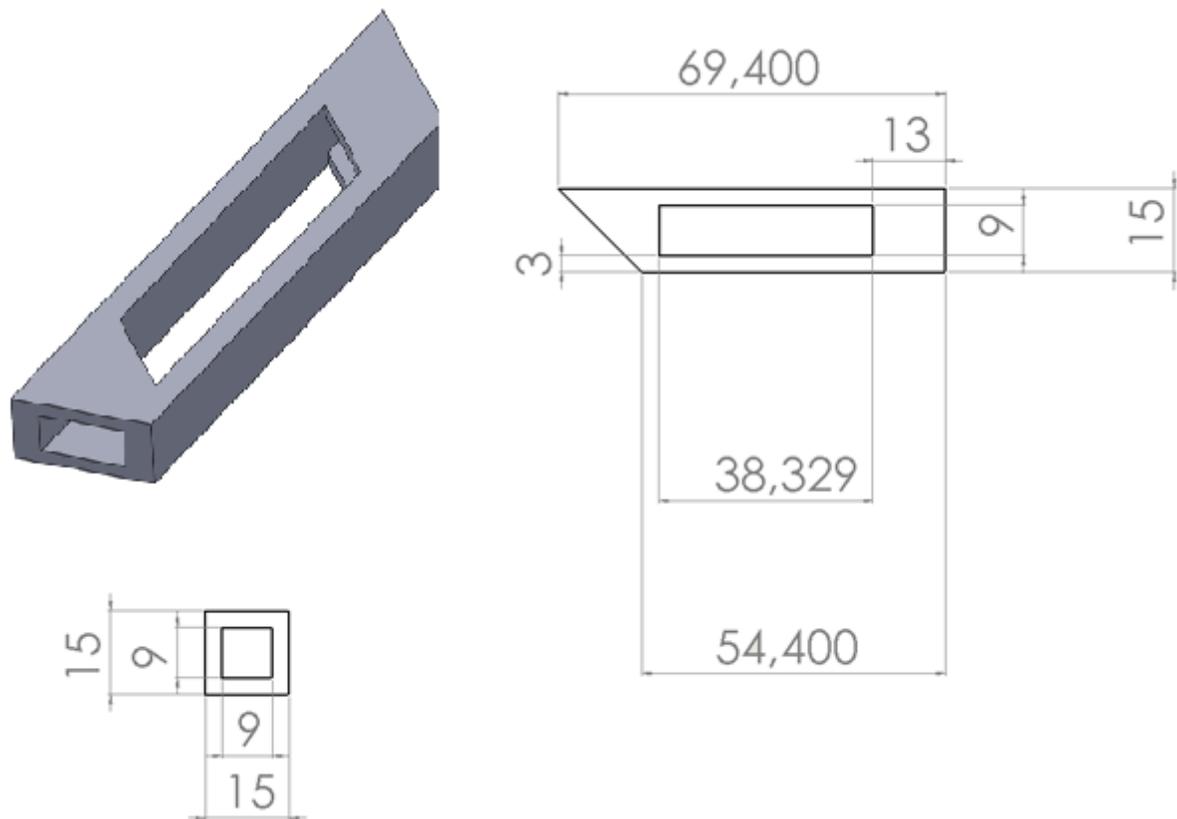


Figura 3.15: Pieza de Mecanismo Apertura de Palas.

A continuación en la _gura3.16 se observa la pieza que lleva los rodillos los cuales ejercerán la fuerza para abrir los tejidos y a su vez se deslizaran durante el corte.

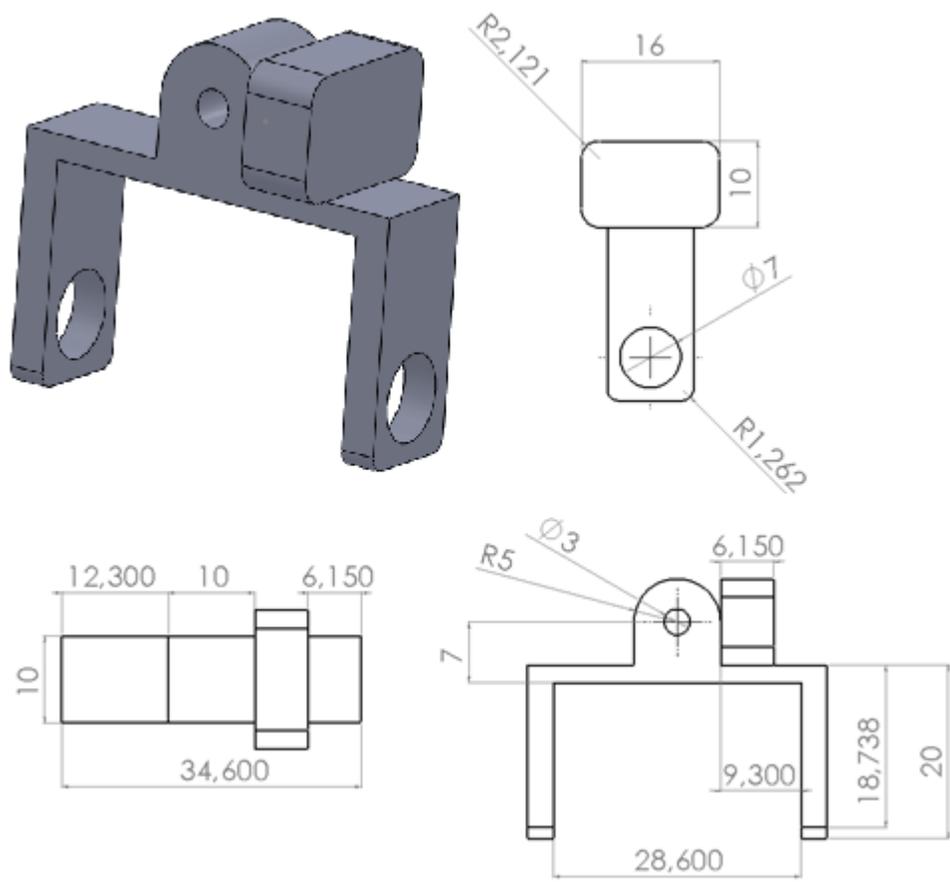


Figura 3.16: Porta Rodillos.

En la figura 3.17 se muestra los rodillos.

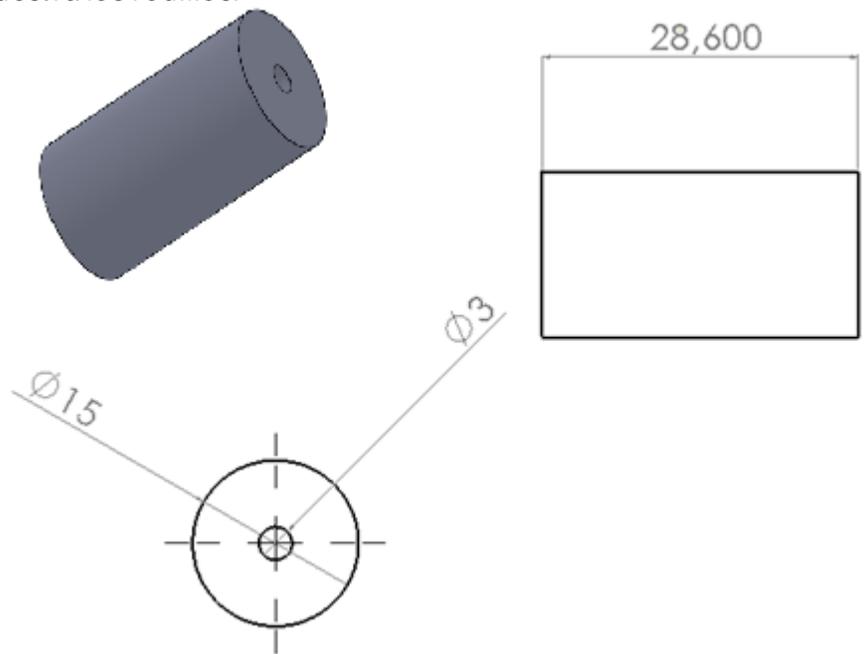
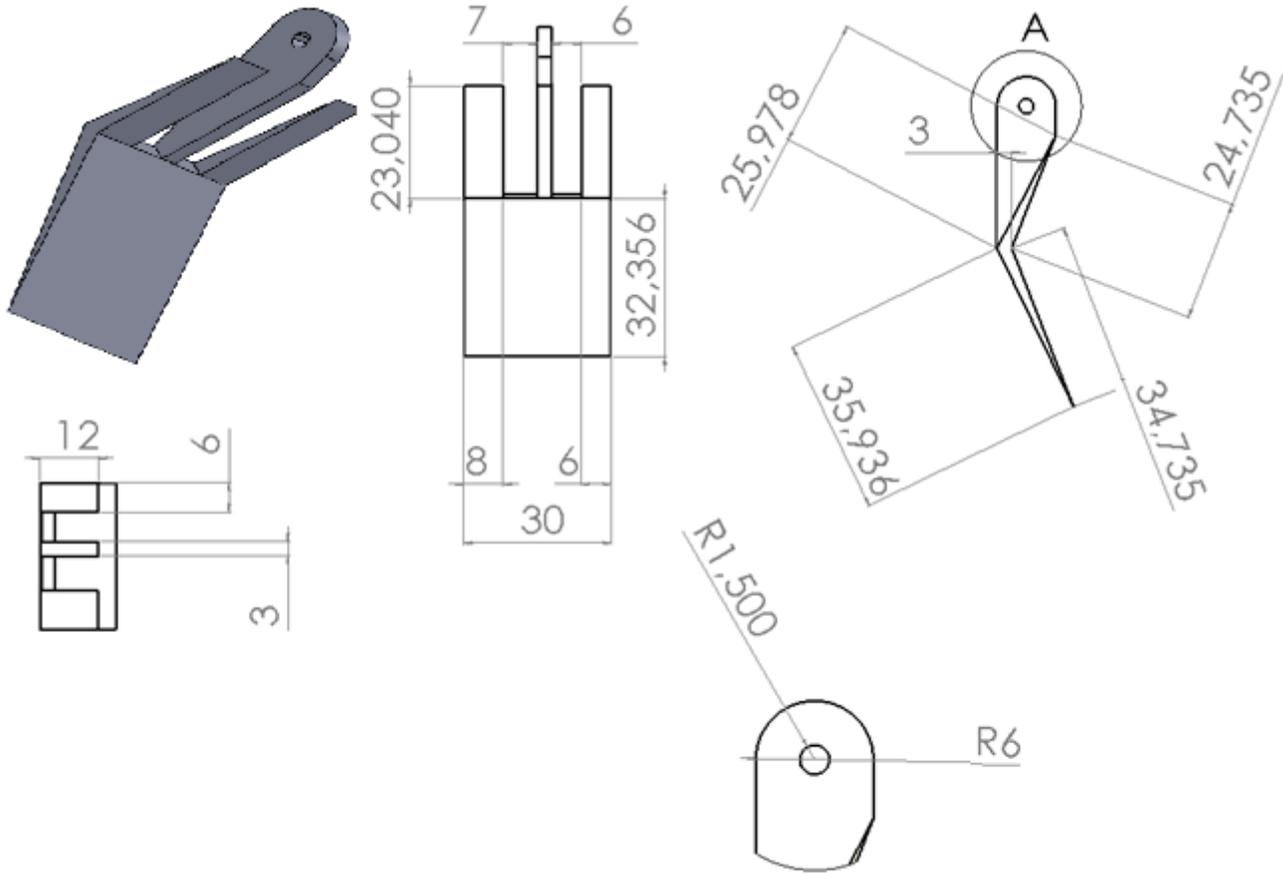


Figura 3.17: Rodillos.

Una de las piezas importantes para el proceso es la pinza de selección que se eligió para la preensión de la

granada son las palas las cuales en la _gura 3.18 se muestran las especi_caciones.



DETALLE A
ESCALA 4 : 1

Figura

3.18: Pinza de selección.

y como ultimo en la _gura se muestran las barras que componen el sistema de apertura y cierre de las pinzas.

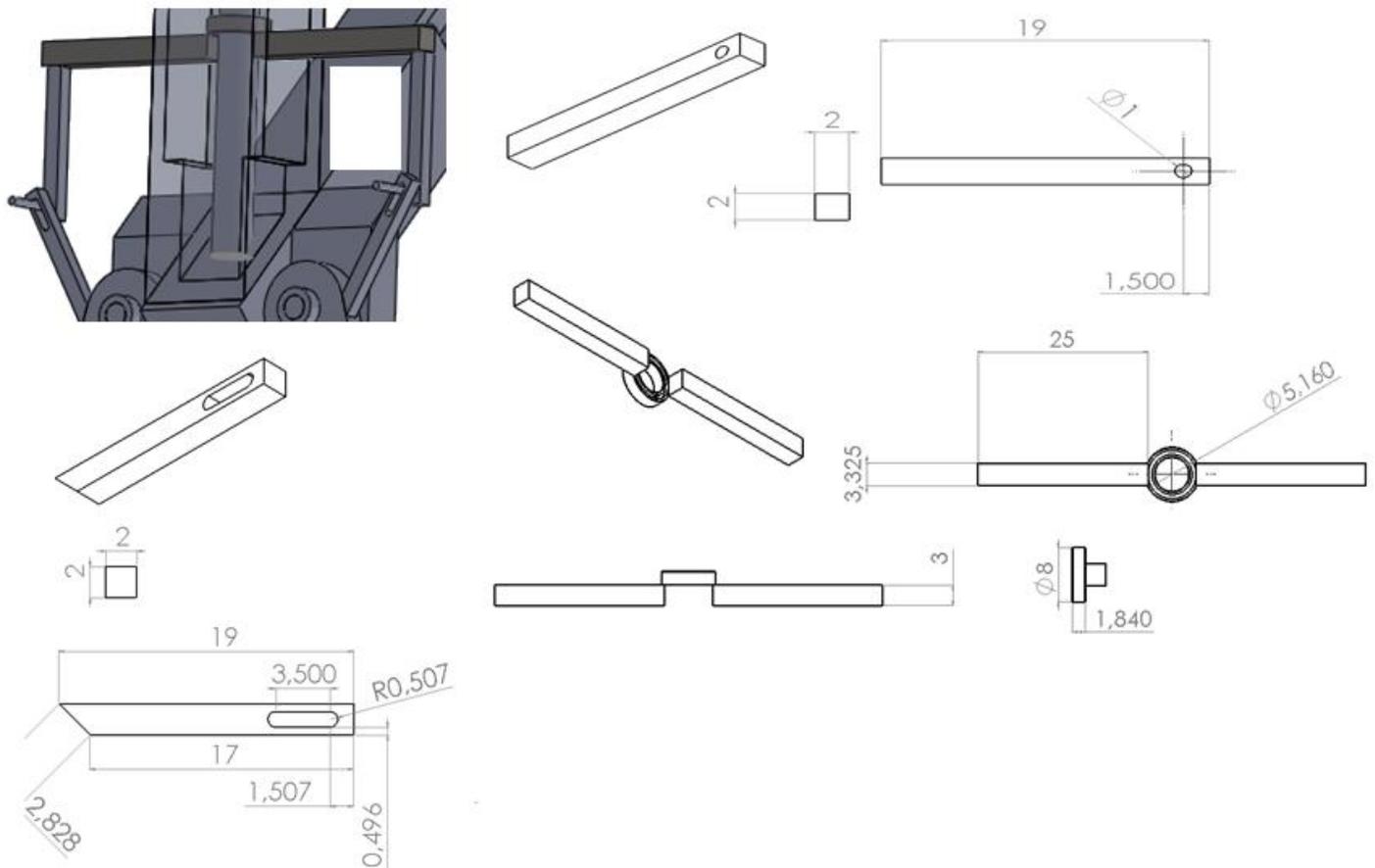


Figura 3.19: Sistema de Barras.

3.2.3. Análisis de elementos _nitos

A continuación se presenta el análisis que se obtuvo luego de realizar elementos _nitos en SolidWorks, este análisis se realizó con el _n de conocer las partes de las piezas en donde se aplica la mayor fuerza, para así ver en donde se deben reforzar las piezas, además de conocer los máximos esfuerzos que resiste cada una de las piezas, para tenerlas en cuenta a la hora de realizar pruebas, ya que podríamos exceder este valor y causar el daño del gripper. se realizó el análisis _nito de cada una de las piezas con el _n de tener un estudio más detallado. El análisis de todas las piezas se realizó con el material Aluminio 1060 y se eligió un enmallado sólido, El Material tiene unas propiedades mecánicas descritas en la tabla 3.5.

Cuadro 3.5: Propiedades del material.

Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	7.036e+005	kgf/cm ²
Coe_ficiente de Poisson	0.33	NA
Módulo cortante	2.7532e+005	kgf/cm ²
Densidad	0.0027	kg/cm ³
Límite de tracción	702.95	kgf/cm ²
Límite elástico	281.18	kgf/cm ²
Coe_ficiente de dilatación térmica	2.4e-005	C°
Conductividad térmica	0.47801	Cal/(cm.s.C)

Calor específico 215.1 Cal/ (kg.C)

Empezamos con el análisis unitario de la base, la cual Resistirá el mayor esfuerzo con respecto a las otras piezas.

en la figura 3.20 Se observa el estudio de elementos unitarios.

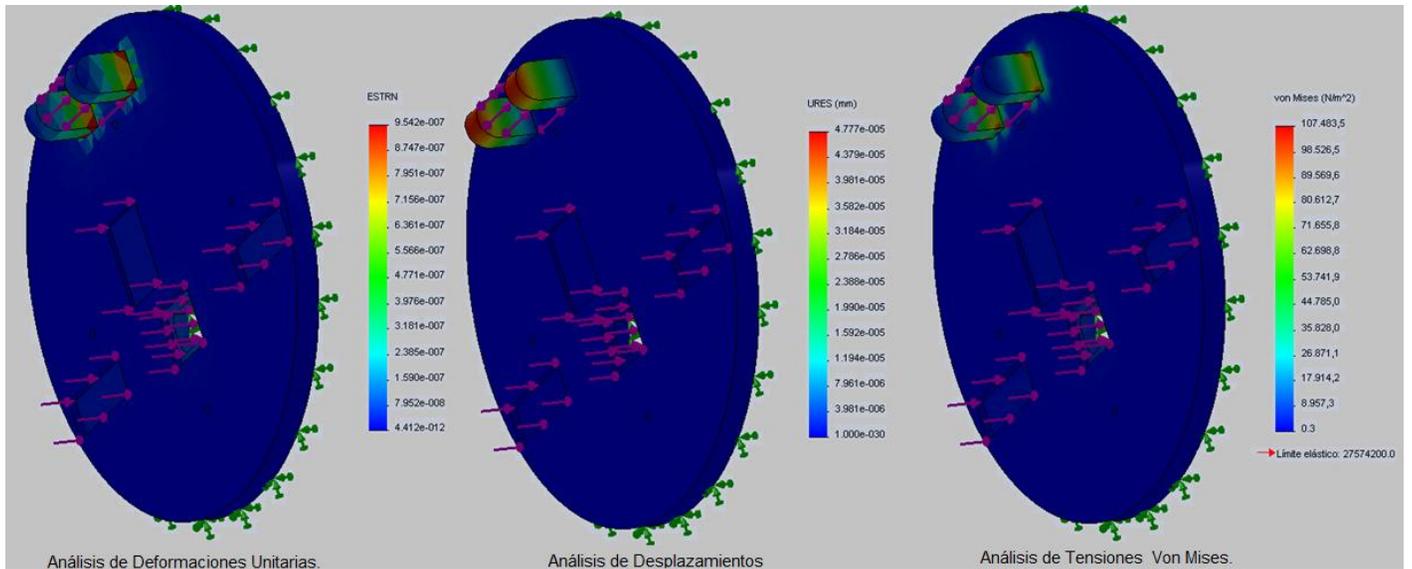


Figura 3.20: Análisis de Elementos Finitos de la Base.

En la Tabla 3.6 se Describen los valores del estudio.

Cuadro 3.6: Resultados de Estudio Elementos Finitos Base.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von mises	0.33124 N/m ² Nodo: 15992	-6.44936 , -58.2291 , 6	107483 N/m ² Nodo: 16235	-7.5 , 50 , 7.66667
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0mm Nodo: 19	1 , -37 , 0	4.77665e-005 mm Nodo: 12	-7.50005 , 45, 21
Deformaciones Unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.41166e-012 Elemento: 7631	7.98013 , -57.9765 , 5.24663	9.54172e-007 Elemento: 6287	-8.25 , 49.1667 , 6.83334

En la figura 3.21 se Observa El análisis del Primer eslabón del sistema de separación de tejidos.

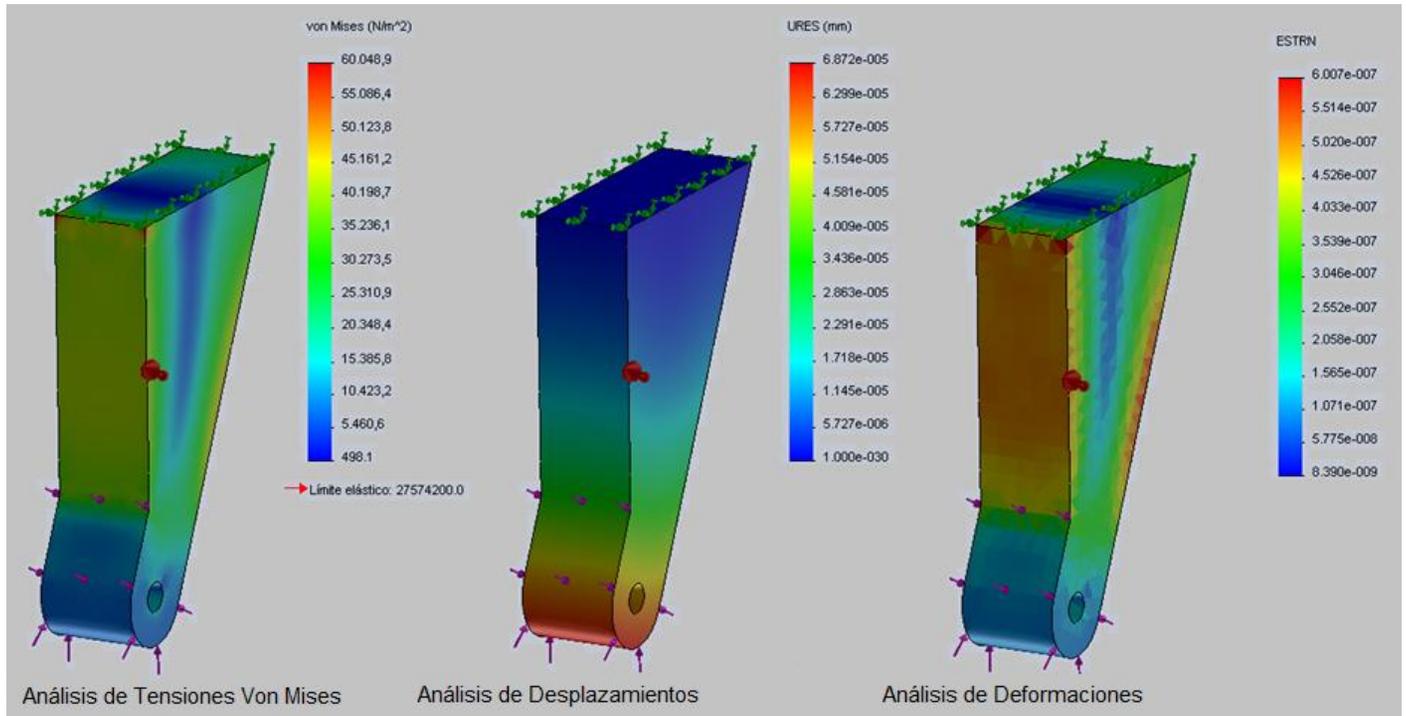


Figura 3.21: Analisis de Elementos Finitos Primer Eslabón.

En la Tabla 3.7 se describen los resultados.

Cuadro 3.7: Resultados del estudio Primer Eslabón.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	498.066 N/m ² Nodo: 10117	1.92143 , -3.84286 , 7	60048.9 N/m ² Nodo: 97	6.4 , -12.8 , 10
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 77	6.87208e-005 Nodo: 10708	6.87208e-005 mm Nodo: 10708	44.9384, 5.78224 , -3.37791e-007
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	8.39003e-009 Elemento: 4949	2.12262 , -3.34153 , 9	6.00733e-007 Elemento: 1786	6.92037 , -12.0698 , 9.58333
Fuerzas de Reacción	x , y , z , Resultante	0.636609 N	-0.824695 N	3.62215e-005 N	Resultante = 1.04182 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x , y , z , Resultante	-4.17779e-007 N	1.48459e-008 N	2.01308e-008 N	Resultante = 4.18528e-007 N

En la _gura 3.22 se muestra el análisis del segundo eslabón del sistema de separación de tejidos.

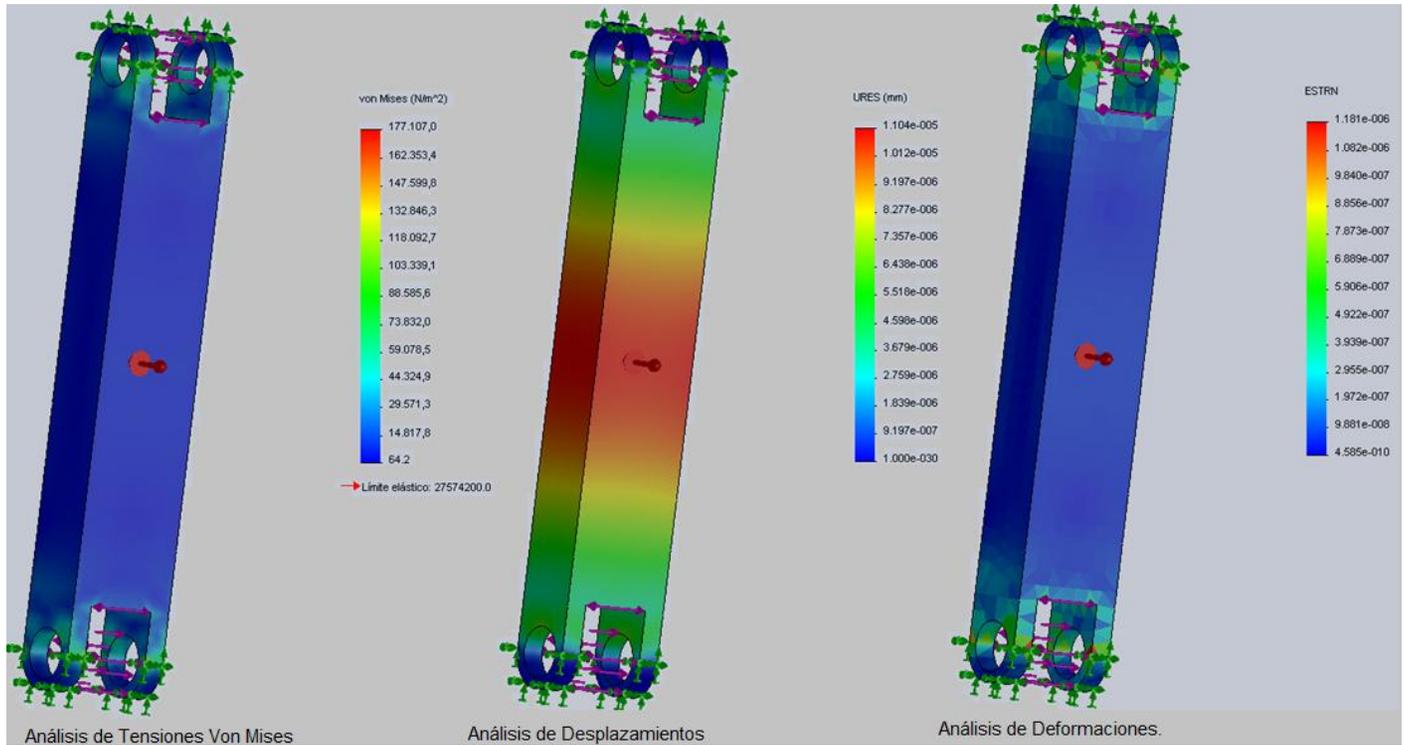


Figura 3.22: Análisis Finito de Segundo Eslabón.

En la tabla 3.9 esta la descripción del Estudio.

Cuadro 3.9: Resultados del estudio Segundo Eslabón.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	498.066 N/m ² Nodo: 10117	1.92143 , -3.84286 , 7	60048.9 N/m ² Nodo: 97	6.4 , -12.8 , 10
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 Nodo: 77	6.87208e-005 Nodo: 10708	6.87208e-005 mm Nodo: 10708	44.9384 , 5.78224 , -3.37791e-007
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	8.39003e-009 Elemento: 4949	2.12262 , -3.34153 , 9	6.00733e-007 Elemento: 1786	6.92037 , -12.0698 , 9.58333
Fuerzas de Reacción	x , y , z , Resultante	x = 3.99221e-005 N	y = 0.301959 N	z = 0.000121562 N	Resultante = 0.301959 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x , y , z , Resultante	x = 1.11395e-008 N	y = 4.17524e-007 N	z = -1.9859e-007 N	Resultante = 4.6248e-007 N

En la figura 3.23 se muestra el análisis de la pieza que portara el rodillo de deslizamiento.

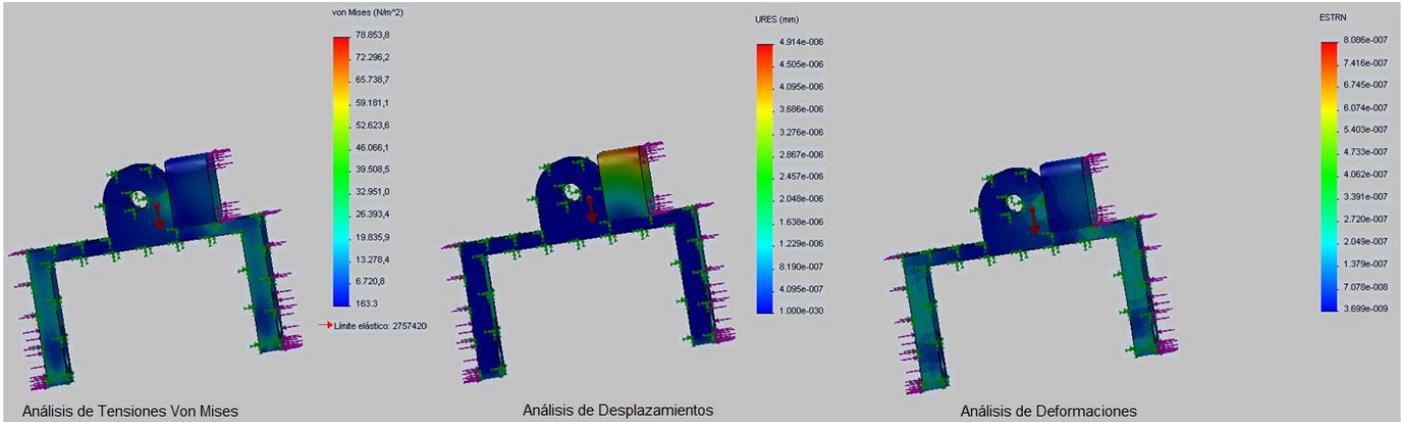


Figura 3.23: Análisis _nito de porta Rodillos.

En la tabla 3.10 se Muestran Los resultados.

Cuadro 3.10: Resultados del Estudio Porta Rodillos.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	163.28 N/m ² Nodo: 1065	22.3 , 21.7158 , -1.93934	78853.8 N/m ² Nodo: 9581	22.7008 , 17.3388 , 0.274157
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	18.8 , 17 , 0	4.91419e-006 mm Nodo: 159	28.45 , 22 , -0.87868
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.69874e-009 Elemento: 1848	22.4537 , 21.159, -1.97066	8.08648e-007 Elemento: 4076	22.5907 , 16.4723 , 10.1741
Fuerzas de Reacción	x , y , z , Resultante	x = 0.999251 N	y = 0.087848 N	z = -0.000152188 N	Resultante = 1.0031 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x , y , z , Resultante	x = -4.78467e-007 N	y = 2.82016e-008 N	z = -9.0804e-009 N	Resultante = 4.79383e-007 N

En la _gura 3.25 se realiza el analisis a la pieza que contiene el mecanismo de apertura y cierre de las pinzas.

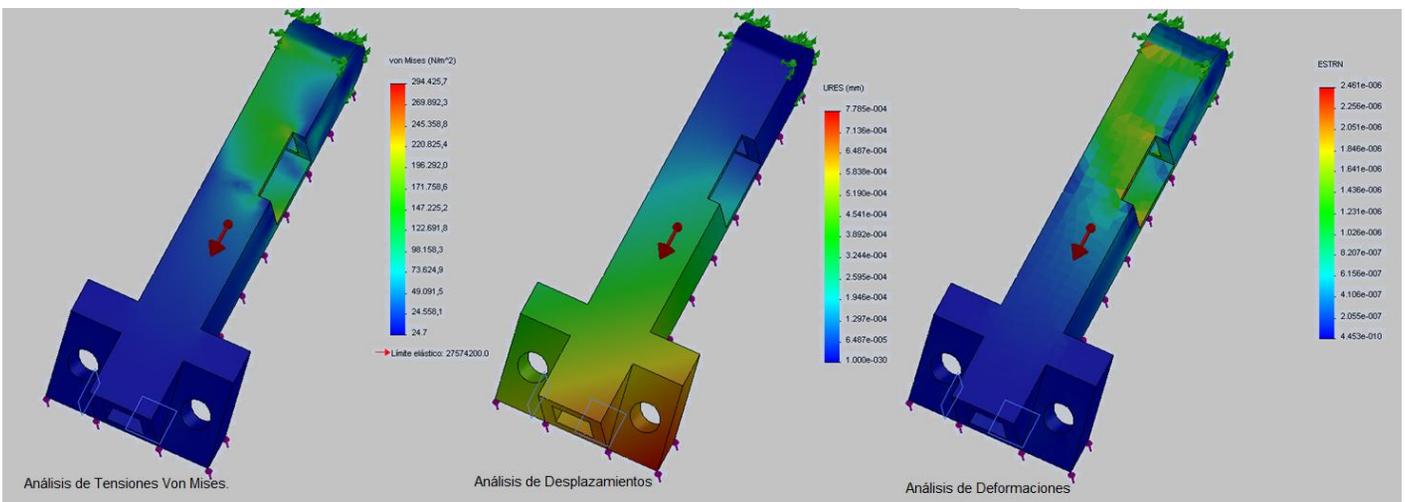


Figura 3.25: Análisis _nito Pieza Mecanismo de Pinza.

En la tabla 3.12 se presentan los resultados.

Cuadro 3.12: Resultados del Estudio para Pieza porta Mecanismo de Pinza.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	24.6626 N/m ² Nodo: 717	-6.00032, -22 , -12	294426 N/m ² Nodo: 4004	-4.50023, 11.5599 , 12
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 49	-6, 45, 15	0.000778452 mm Nodo: 986	8.99923 , -45.0001, 27.0001
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.4527e-010 Elemento: 3711	-5.58367, -22.9166, -11.4	2.46119e-006 Elemento: 3377	-4.87522 , 11.3134, 10.3529
Fuerzas de Reacción	x , y, z , Resultante	x = 1.00004 N	y = 0.402009 N	z = -3.5191e-005 N	Resultante = 1.07782 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x , y, z , Resultante	x = 1.11065e-006 N	y = 2.77266e-006 N	z = -2.00081e-007 N	Resultante = 2.99352e-006 N

En la _gura 3.26 se Presenta el analisis de las palas que forman la pinza de seleccion que se encargara de prender la granada.

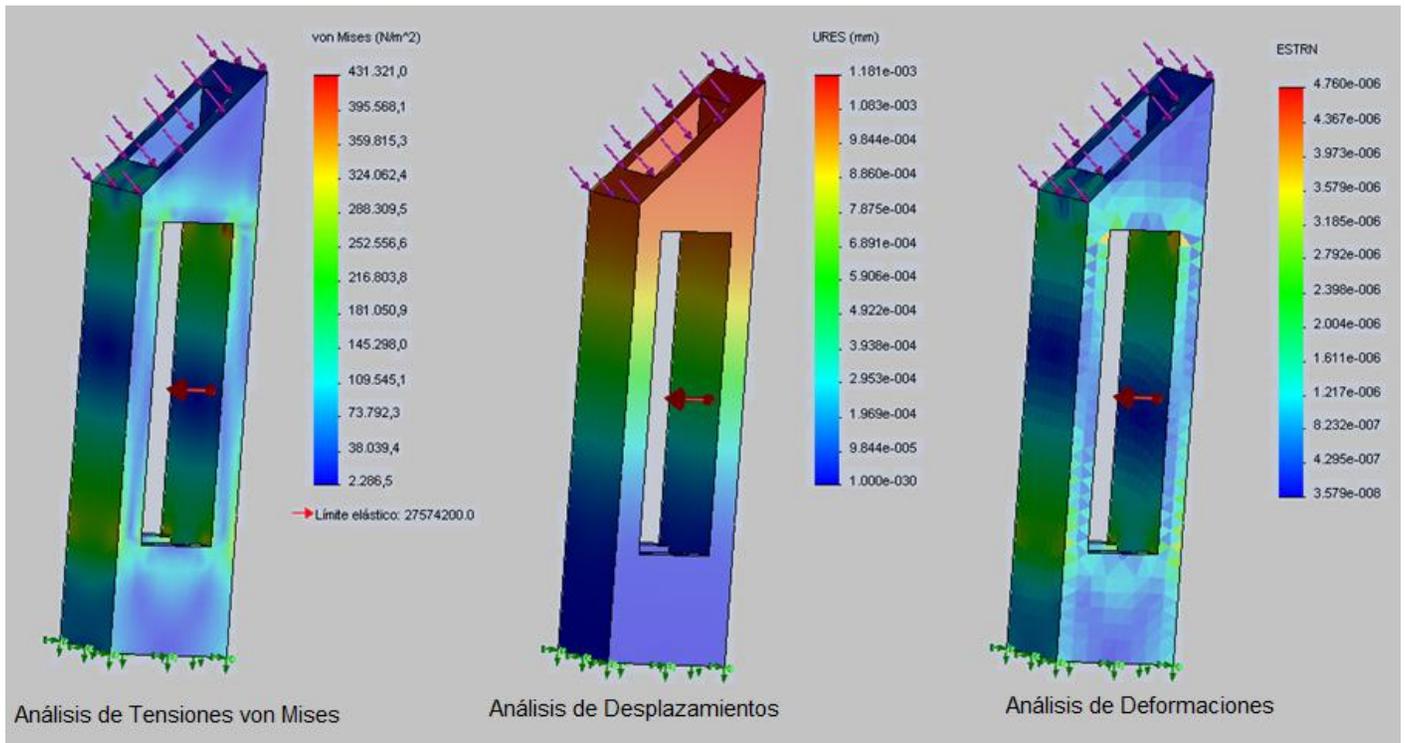


Figura 3.26: Análisis Finito de Palas de Pinza.

En la tabla 3.13se presentan los resultados.

Cuadro 3.13: Resultado del Estudio Para la Pala de la Pinza.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	2286.51 N/m ² Nodo: 9166	-6.75 , -7.5 , 69.4	431321 N/m ² Nodo: 6725	-4.875, -2.99895, 18.5985.
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 137	7.5 , -15 , 69.4	0.00118128 mm Nodo: 332	6.2868e-008, 0.00118024, 4.95793e-005
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.57905e-008 Elemento: 3851	-6.84197, -8.23626, 69.038	4.76026e-006 Elemento: 265	-4.88119, -2.70086, 18.5519.
Fuerzas de Reacción	x , y , z , Resultante	x = 1.00004 N	y = 0.402009 N	z = -3.5191e-005 N	Resultante = 1.07782 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x , y , z , Resultante	x = 1.11065e-006 N	y = 2.77266e-006 N	z = -2.00081e-007 N	Resultante = 2.99352e-006 N

En la figura 3.27 se Presenta el análisis del bisturí.

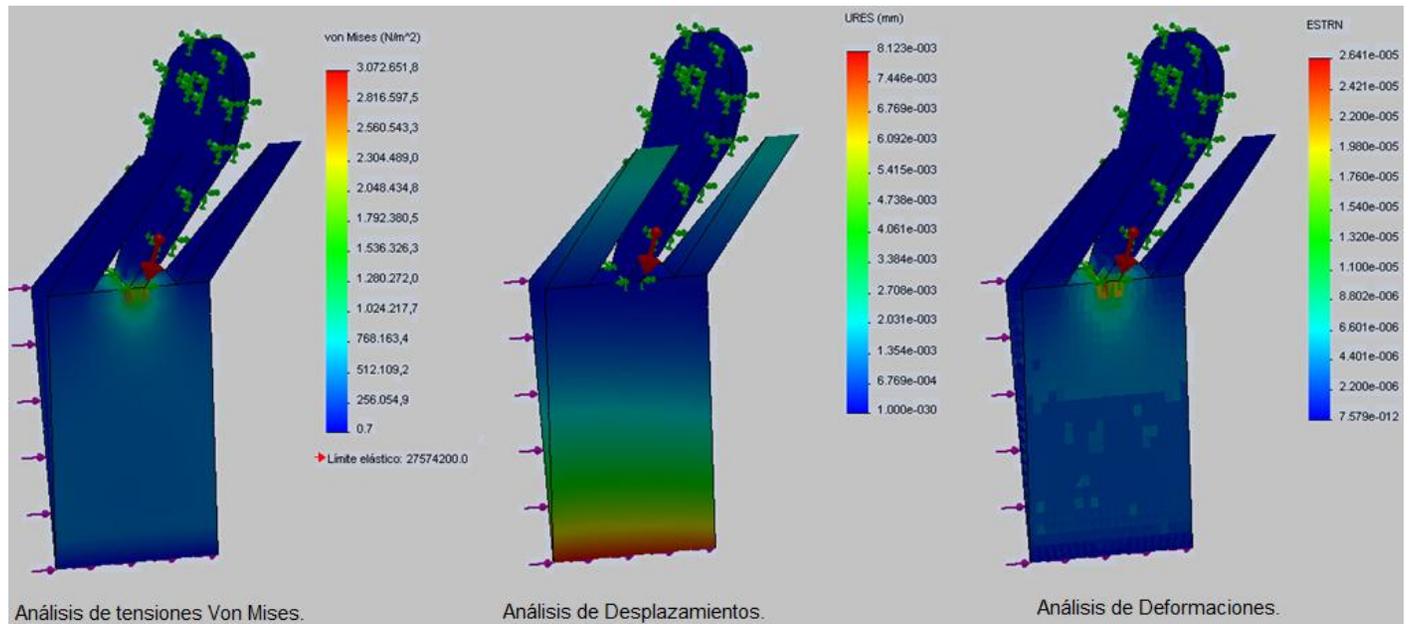


Figura 3.27: Análisis Finito del Bisturí.

En la tabla 3.14se presentan los resultados.

Cuadro 3.14: Resultados del Estudio para el Bisturí.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0.655425 N/m ² Nodo: 2179	-7.4919, 28.3611, 13.5025.	3.07265e+006 N/m ² Nodo: 328	-14.6341, 0, 15
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	-13.0483, 29.54, 12.	0.00812268 mm Nodo: 9848	-1.99127, -32.3526, 25.2273
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	7.57866e-012 Elemento: 3697	-15.3305, 29.3161, 13.4942.	2.64056e-005 Elemento: 5060	-17.1517, 0.547097, 11.556
Fuerzas de Reacción	x, y, z, Resultante	x = -0.997838 N	y = 3.10093e-005 N	z = 2.45422e-005 N	Resultante = 2.07782 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x, y, z, Resultante	x = -6.93602e-007 N	y = 2.37305e-007 N	z = -2.34637e-006 N	Resultante = 2.07782 N

En la figura 3.28 se Presenta el análisis del sistema de barras para el mecanismo de palas utilizando tornillo sin fin.

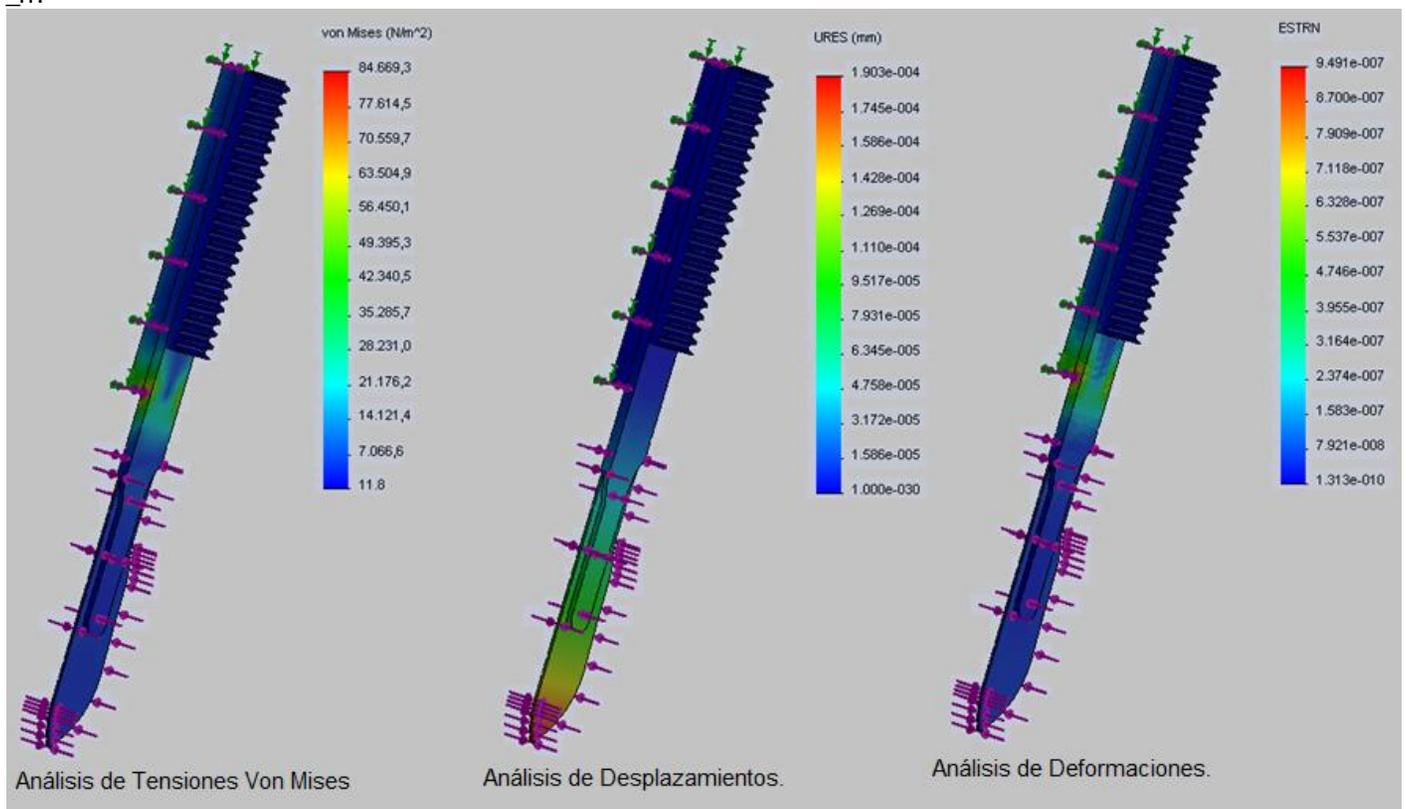


Figura 3.28: Análisis Finito De sistemas de Barras.

En la tabla 3.15 se presentan los resultados.

Cuadro 3.15: Resultados del estudio Para Sistema de Barras.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	11.772 N/m ² Nodo: 10398	8.51124, 15.7547, 30.8377	84669.3 N/m ² Nodo: 3158	-14.634, 0, 15
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 5402	-2.03987, 9.75473, 21.8377	0.00019034 mm Nodo: 16112	101.917, 11.1089, 25.8378
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.31346e-010 Elemento: 6625	31.1245, 15.546, 30.3168	9.49066e-007 Elemento: 2480	48.6715, 10.2776, 25.5695
Fuerzas de Reacción	x , y , z , Resultante	x = -3.92331e-006 N	y = -0.999993 N	z = 2.45422e-005 N	Resultante = 0.999993 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x , y , z , Resultante	x = 3.01876e-008 N	y = 7.02219e-007 N	z = -1.90223e-007 N	Resultante = 2.07782 N

En la figura 3.29 se Presenta el análisis del triángulo en el cual va sujetado uno de los motores y a la vez se encuentra en la base.

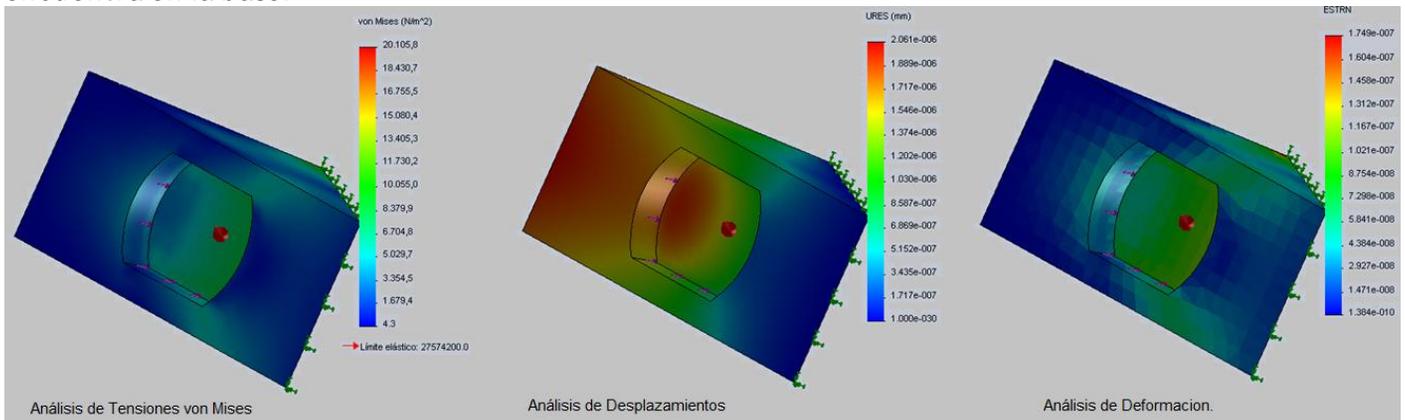


Figura 3.29: Analisis unitario de Triangulo.

En la tabla 3.16 se presentan los resultados.

Cuadro 3.16: Resultado del estudio para Triangulo.

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	4.29402 N/m ² Nodo: 232	21.2132, 21.2132, 15	20105.8 N/m ² Nodo: 42	2.81136e-018, 21.2132, 15
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	2.81136e-018 , 21.2132 , 0	2.06082e-006 mm Nodo: 9166	21.2132, 21.2132, 7.5
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.38363e-010 Elemento: 2508	20.6071, 20.9607, 0.340909	1.74947e-007 Elemento: 4274	0.353553, 20.8597, 14.6591
Fuerzas de Reacción	x , y , z , Resultante	x = 0.706784 N	y = -0.629027 N	z = 1.37598e-005 N	Resultante = 0.94616 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x , y , z , Resultante	x = 5.4948e-007 N	y = 2.12982e-007 N	z = 1.02445e-008 N	Resultante = 5.89402e-007 N

En la figura 3.30 se muestra el analisis para el sistema de separacion de tejido completo.

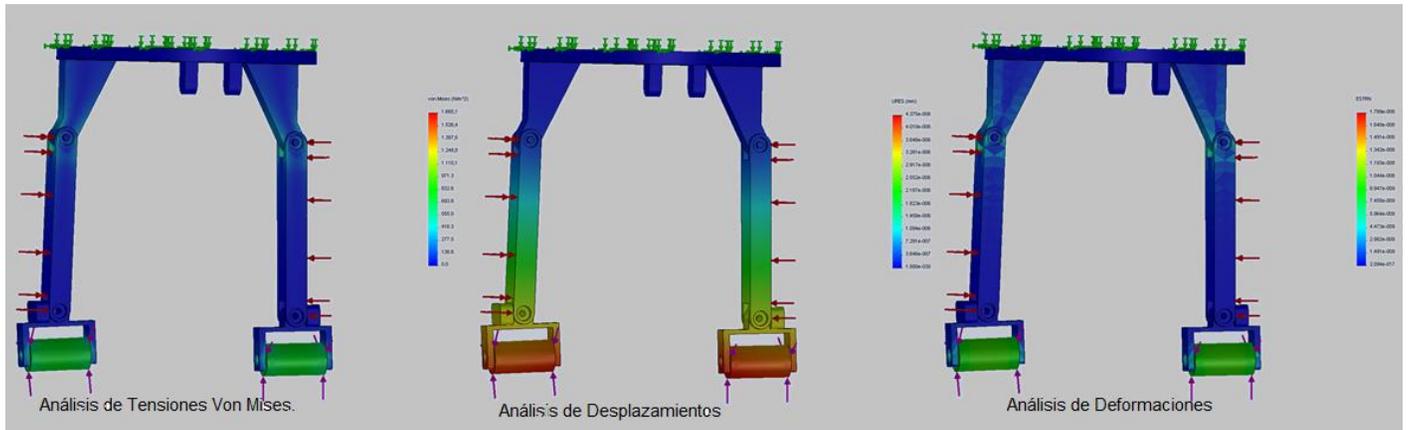


Figura 3.30: Análisis Finito del Sistema de Separación de tejidos.
 En la Tabla 3.17 se Muestran Los resultados del estudio.

Cuadro 3.17: Resultados de Estudio Del Sistema de separación

Nombre	Tipo	Mínimo	Ubicación (mm)	Máximo	Ubicación (mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	1.76035e-006 N/m ² Nodo: 16487	15.1046, 39.1729, 8.65875	1665.12 N/m ² Nodo: 24450	-60.653, -18.3592, 131.59
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 4100	2.60457, -42.8271, -10.5	4.37485e-006 mm Nodo: 22734	44.9194, -20.3652, 139.526
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.09442e-017 Elemento: 8479	13.6046, 40.0859, 9.28359	1.7893e-008 Elemento: 13847	-60.7106, -20.0883, 130.659
Fuerzas de Reacción	x, y, z, Resultante	-1.03099e-006 N	-7.23645e-006 N	-6.22447e-005 N	Resultante = 6.26724e-005 N
Fuerzas de Cuerpo Libre	x, y, z, Resultante	5.75126e-009 N	-6.18232e-08 N	4.72039e-008 N	Resultante = 7.79961e-008 N

3.2.4. Selección de materiales

Para el prototipo del gripper multifuncional se eligió primeramente hacerlo en plástico ABS, haciendo uso de

la maquina de prototipado rápido que hay en la universidad Militar Nueva Granada. El Acrilonitrilo Butadieno

Estireno o ABS es un plástico muy resistente al impacto muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo

que los plásticos comunes, como son las polioleonas. El rasgo más importante del ABS es su gran tenacidad,

incluso a baja temperatura. Además es duro y rígido; resistencia química aceptable; baja absorción de agua, por

lo tanto buena estabilidad dimensional; alta resistencia a la abrasión.

Se utiliza comúnmente en aplicaciones: Automotrices: Partes cromadas, partes internas en las vestiduras e interiores

y partes externas pintadas en color carrocería. Para partes no pintadas se usa el ASA. Juguetes:

Bloques

de LEGO y Airsoft. Electrónicas: Como carcasas de televisores, radios, ordenadores, ratones,

impresoras.[11]

para el prototipo final se utilizó Aluminio. Entre las características mecánicas del aluminio se tienen las siguientes:

De fácil mecanizado debido a su baja dureza. Muy maleable, permite la producción de láminas muy delgadas.

Bastante dúctil, permite la fabricación de cables eléctricos. Límite de resistencia en tracción: 160-200 N/mm²

[160-200 MPa] en estado puro, en estado aleado el rango es de 1.400-6.000 N/mm². El duraluminio fue la primera

aleación de aluminio endurecida que se conoció, lo que permitió su uso en aplicaciones estructurales.

Para su

uso como material estructural se necesita alearlo con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas, así

como aplicarle tratamientos térmicos. Permite la fabricación de piezas por fundición, forja y extrusión.

Material

soldable. Con CO₂ absorbe el doble del impacto.[11]

Para la implementación de la pierna se compró una pierna de maniquí, esta fue vaciada con el fin de utilizarla

de molde. Se pasó a elegir el material de relleno, se eligió caucho de silicona ya que pone más resistencia a ser

cortada que el gel balístico, lo cual hace que se asemeje aún más al músculo humano. En la figura se muestra

la implementación de la pierna. Algunas propiedades del caucho de silicona son: Resistencia al calor hasta 250 °

C. (temperatura constante). Perfecta exhibibilidad a temperaturas de hasta -50° C. Envejecimiento nulo a los

agentes atmosféricos. No es atacado por el ozono y muy resistente al Piralene. Resistencia al agua y al vapor

hasta 150° C. Buena resistencia para algunos aceites. Hidrófugo. Totalmente atóxico. Resistencia a la tracción

80-90 (kilos cm.²) Alargamiento 250-400 %. Resistencia al desgarre 25 kgs. cm.² Rigidez dieléctrica de UMHZ. 3

a 4. Excelente resistencia a la humedad y completo aislamiento. Mantiene sus propiedades mecánicas y eléctricas

dentro de un amplio margen de temperatura. [1]

En la implementación de la granada se eligió hacerla en ABS ya que es una pieza, maciza y no hueca con el fin

de que tuviera el mismo peso a la granada real. esto hace que las pruebas sean de mejor calidad. en la figura

3.31 se muestra la implementación de la granada.



Figura 3.31: Implementación de la Granada

3.3. Diseño electrónico

Para la implementación electrónica se eligió dejar los movimientos de cada uno de los motores _jos. es decir que el usuario mediante pulsadores mueva cada motor, el motor 1, el cual se encargara de la salida y entrada del escalpelo. Habrá un pulsador para iniciar el movimiento del motor hacia la derecha durante 16 vueltas. las vueltas son las necesarias para que el bisturí quede afuera, y un pulsador para hacer girar el motor para el lado contrario guardando así el bisturí. Para el motor 2 se encuentra un pulsador que se encarga de activar el motor hacia la derecha hasta que el usuario pare de presionar el pulsador, esto sucederá cuando la pinza de selección este lo su_cientemente abierta como para prender la granada. Posteriormente activara un cuarto pulsador el cual hará que el segundo motor gire para la izquierda causando el cierre de la pinza y paso _nal la prensión de la granada. hay un pulsador el cual parara el sistema en caso de que sea necesario. En la _gura 3.32Se observa una simulación que se realizo en Proteus 7.5 para ver el funcionamiento del circuito y en la _gura 3.33 se muestra la implementacion del circuito.

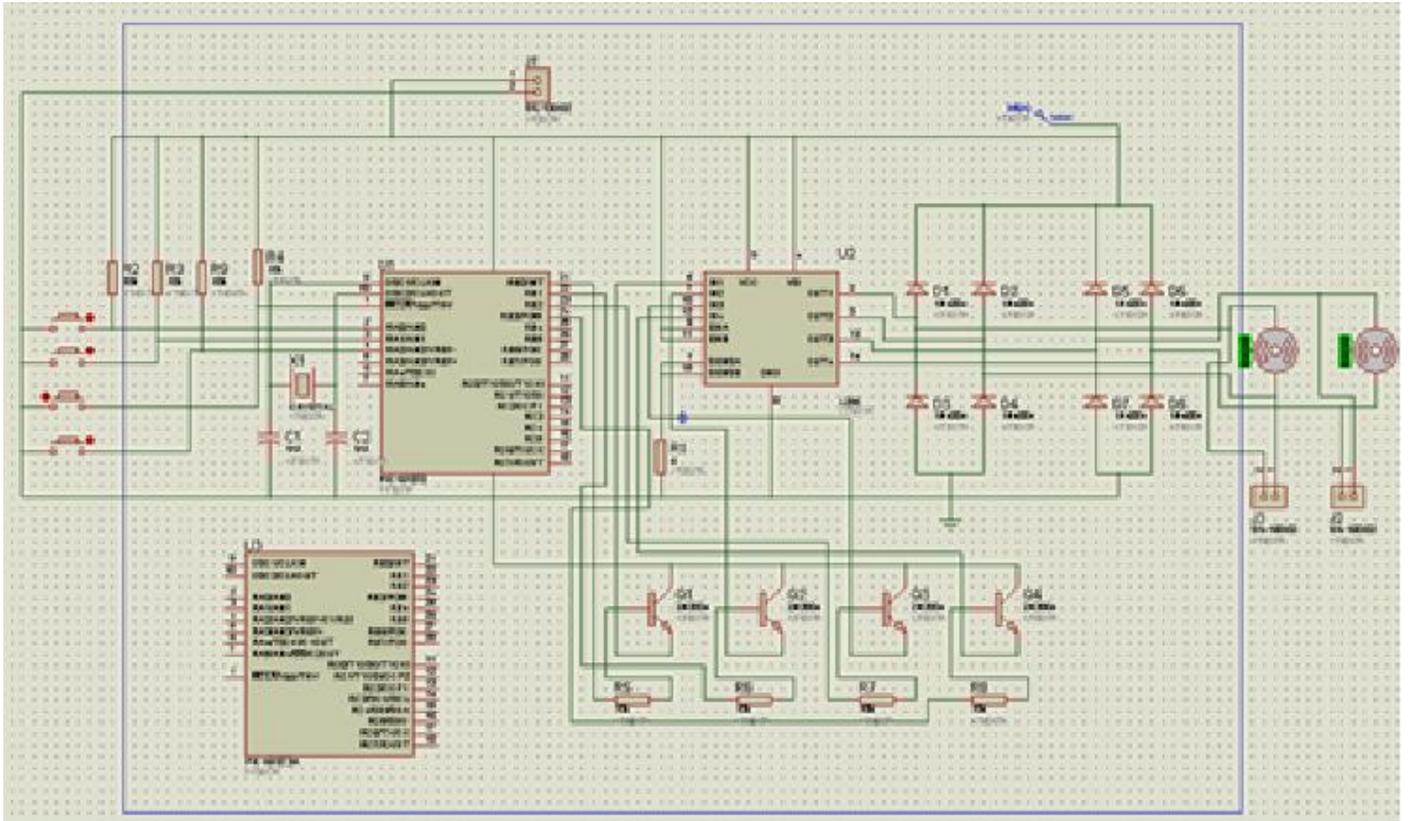


Figura 3.32: Simulación del Circuito.

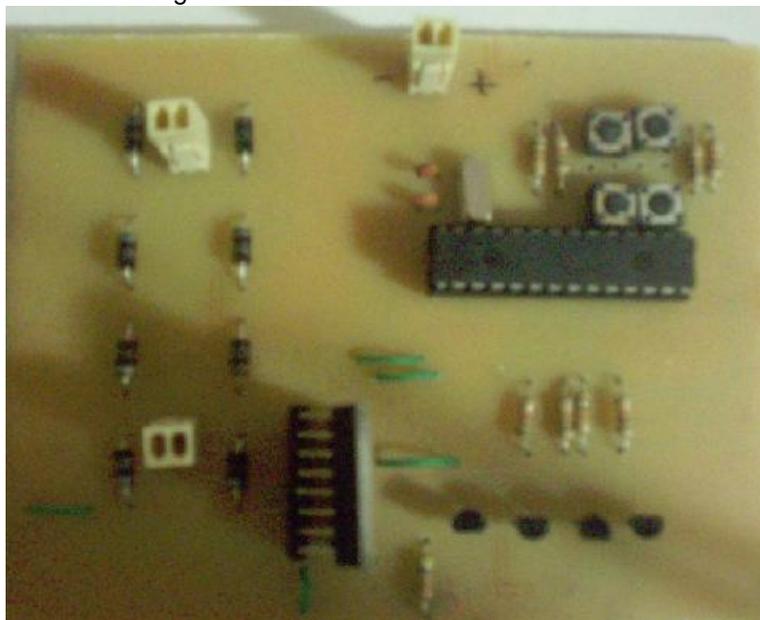
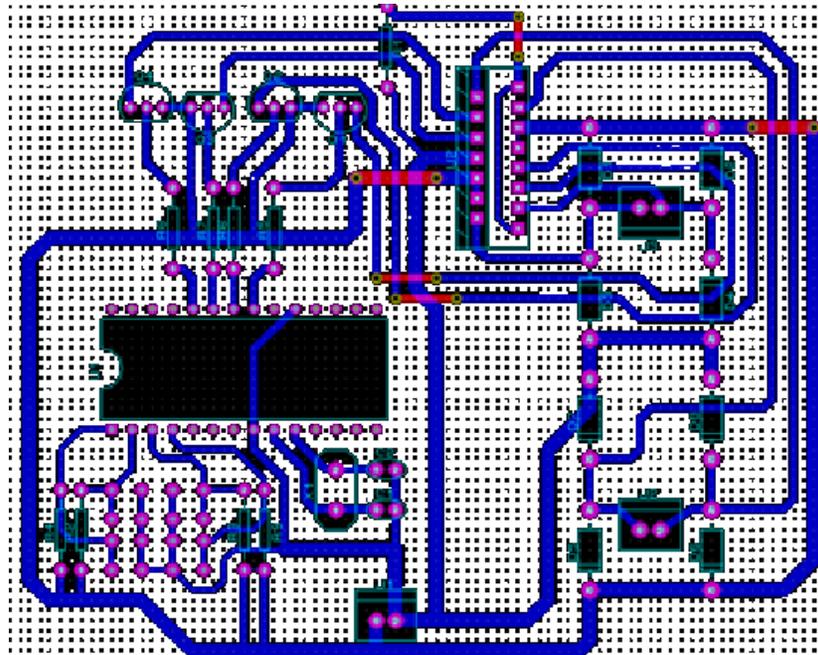


Figura 3.33: Implementación del circuito.

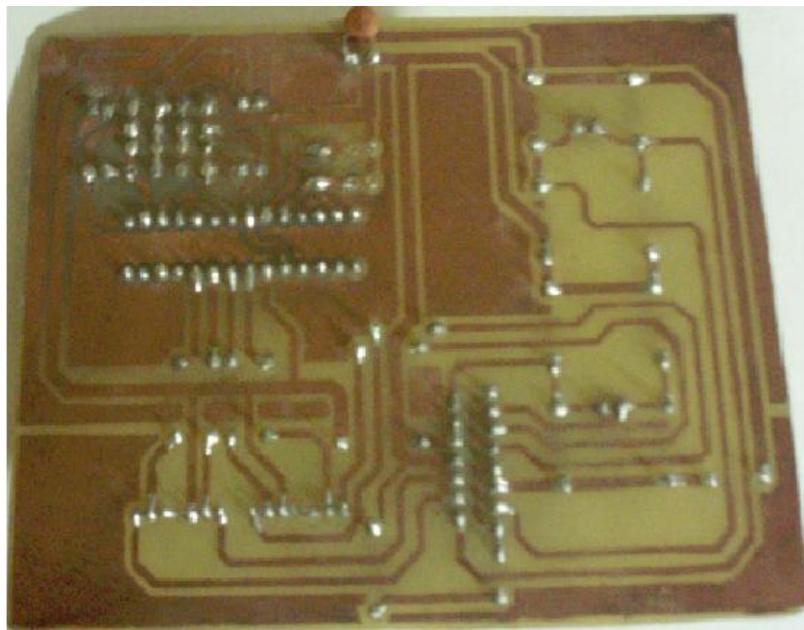
Mediante dicha simulación se comprobó el correcto funcionamiento de los motores a la hora de activarlos mediante los pulsadores. Paso seguido se diseñó el circuito para imprimir la vaqueta y pasar a soldar los componentes electrónicos correspondientes. en la _gura3.34 se muestra dicho diseño y en _gura se muestra la impresión en la

vaquela dicho diseño.



Implementación Simulada

Figura 3.34: Diseño Circuito Impreso.



Implementación Real

Figura 3.35: Impreso de Vaquela.

Los componentes electrónicos que se requirieron principalmente fueron los motores los cuales en la Figura 3.36 se dan la descripción de estos.

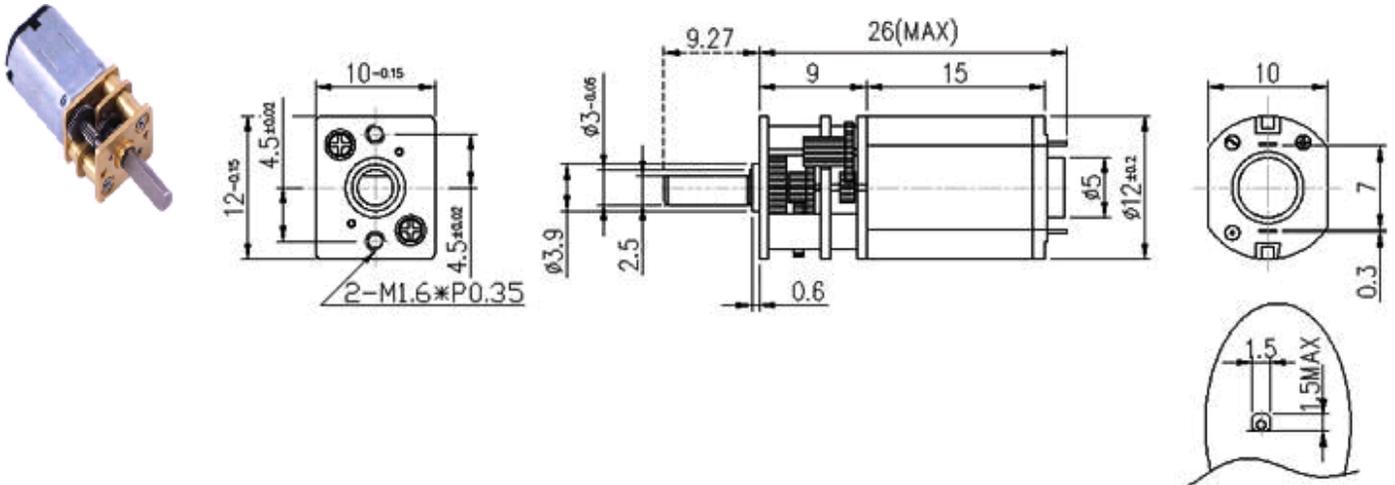


Figura 3.36: Descripción de los motores.

En la tabla 3.18 se muestra la descripción de los motores.

Cuadro 3.18: Especificaciones de los Motores.

Motor-reductor metálico con relación de engranaje 250:1.

Rango de voltaje de operación: 3 a 9Vdc.

Características a 6Vdc: Velocidad: 120RPM

Corriente sin carga: 70mA

Corriente máxima: 1.6A

Torque máximo: 5.4 Kg-cm (75oz-in).

Dimensiones: 24 x 10 x 12 mm .

Peso: 10gramos.

Largo del eje: 9.27mm en forma de "D_".

En el circuito se utilizó un microprocesador para dejar que el motor 1 gire 16 vueltas para la derecha y 16 vueltas para la izquierda, adicionalmente se programó que el pulsador tres reinicie el circuito o simplemente pare los motores que estén girando. Para el cambio de dirección de cada uno de los motores se requirió de un puente H de referencia L238 el cual tiene la capacidad de invertir giro a dos motores, este dispositivo requiere de amplificador corriente para esto se utilizaron transistores 2N2222 y diodos 1N400 los cuales son necesarios para el funcionamiento del dispositivo. El microprocesador utilizado tiene de referencia 16F877 el cual únicamente tiene 4 entradas y 4 salidas es un microprocesador de gama baja. se eligió ya que no se requería de PWM ni entradas y salidas abundantes. En la figura 3.37 se observan las configuraciones de los componentes vitales del circuito.

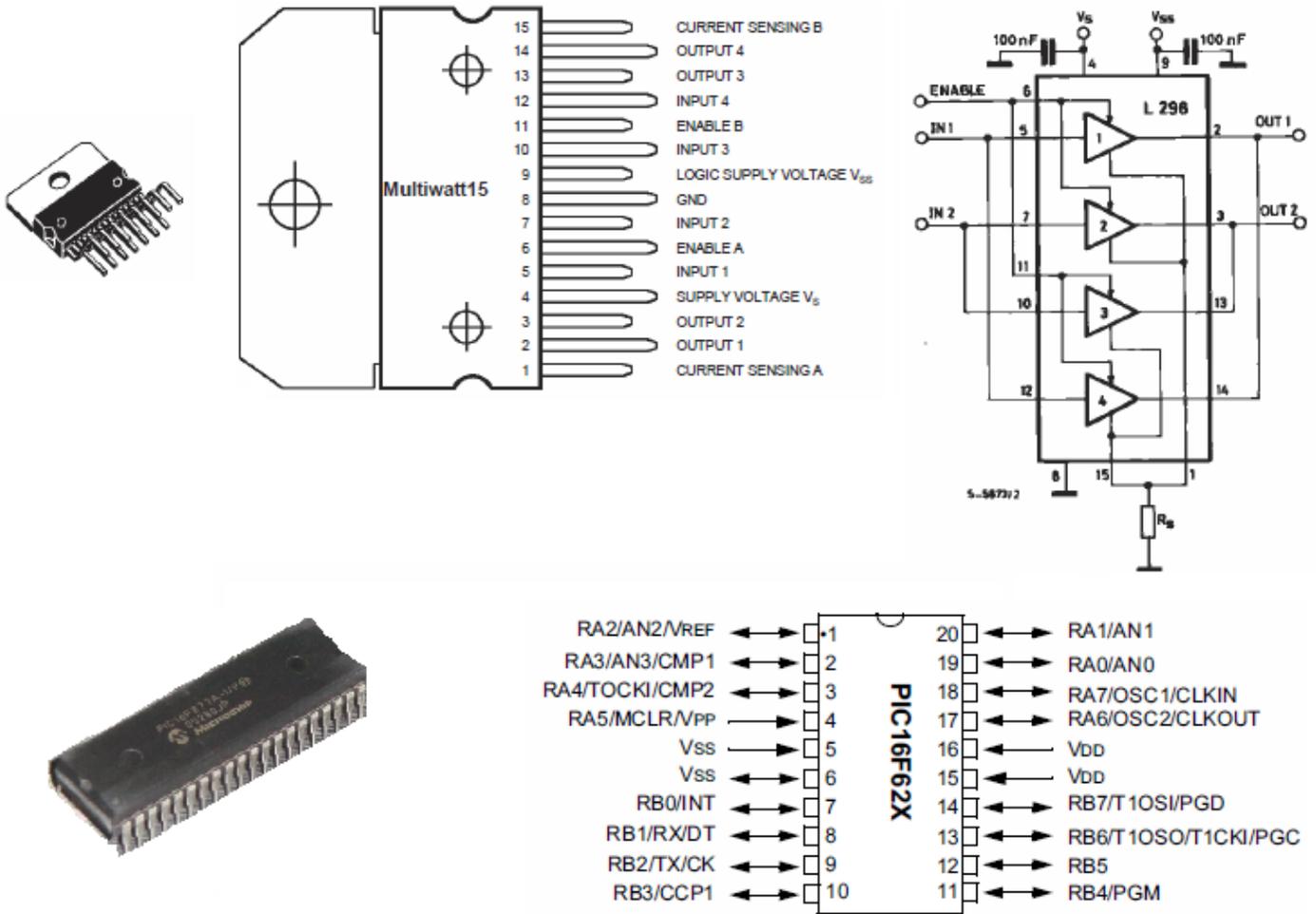


Figura 3.37: Descripción de componentes.

Capítulo 4

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

4.1. Implementación de prototipado

En este prototipo se pueden ver varias cosas que se debían cambiar para asegurar un buen procedimiento y cumplimiento de la tarea a realizar, por ejemplo se aumentó el ancho de los primeros eslabones en la parte de la base ya que estos soportan el máximo esfuerzo del sistema, se requirió alargar las palas para garantizar una prensión efectiva de la granada, se puso una cuña a los rodillos para limitar el movimiento hacia afuera ya que de lo contrario estos iban a hacer el efecto contrario a abrir el tejido de la pierna. Se observó que era necesario aumentar el espesor del eje principal en la parte en donde iban sostenidas las palas ya que era muy delgada y de fácil desgaste por parte de los rodamientos, estos son los cambios que se realizaron luego de observar el modelo en ABS. Adicionalmente a esto se tuvo que tener en cuenta que este material ABS no es homogéneo y no permite la

aplicación de fuerza sobre las piezas hechas en dicho material, se pudo ver también que la función que se quiere dar al gripper estaba bien encaminada ya que los tamaños y el diseño eran coherentes y permitían realizar el procedimiento correctamente. Para poder realizar pruebas que permitieran ver en acción nuestra herramienta se tomó la decisión de realizar un segundo prototipo en aluminio, el cual es un material liviano y resistente al tipo de esfuerzo que se requería aplicar. A continuación en la figura 4.1 se pueden observar fotos del primer prototipo implementado en plástico ABS.



Figura 4.1: Piezas separadas y Primer prototipo

Para el segundo prototipo el modelo quedó con terminaciones y precisión mayores al modelo en ABS, debido a que en aluminio es homogéneo y no presenta ningún problema a la hora de aplicar esfuerzos. En la figura 4.2 se observa el modelo y las piezas del segundo prototipo con los cambios que se realizaron al evaluar el primer modelo y así asegurar un procedimiento efectivo.

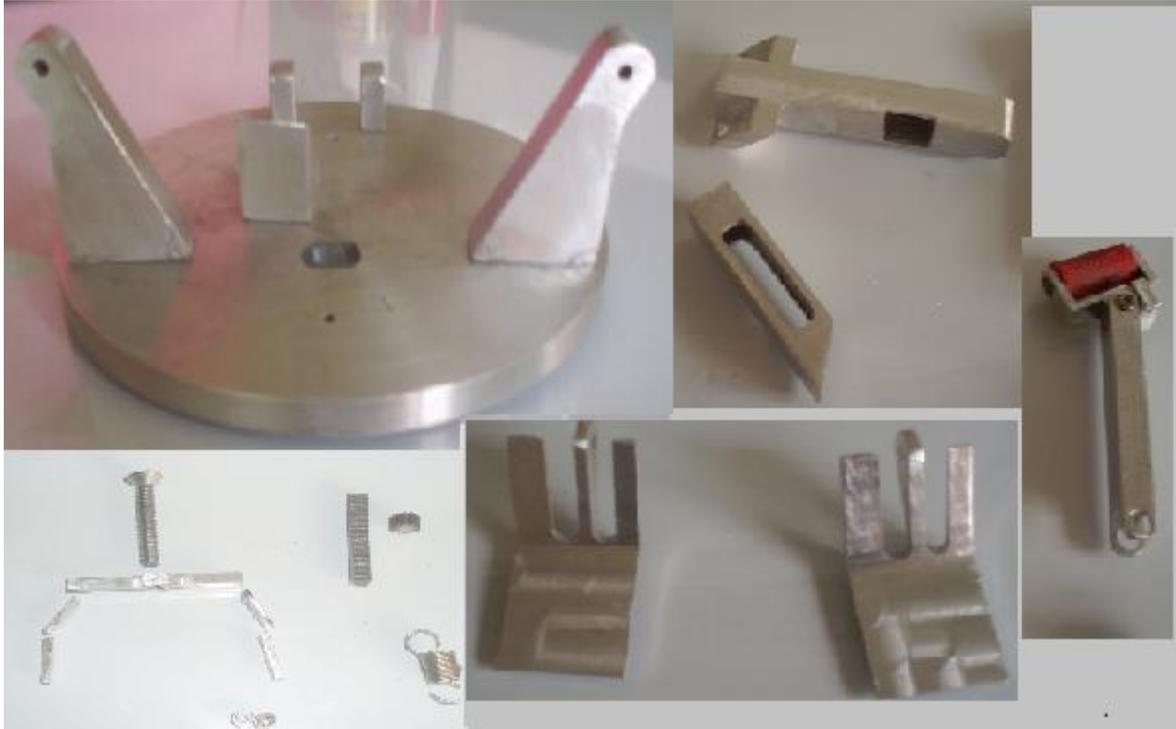


Figura 4.2: Piezas del Segundo Prototipo.

Cabe resaltar que aunque se mejoro drasticamente el modelo se puede observar pequeñas fallas en la alineación de cada una de las piezas, esto es debido a que cada pieza fué trabajada por aparte utilizando torno convencional y fresadora, si se hubiera usado torno CNC las piezas que son dobles habrian salido exactamente iguales, sin embargo el error que hay actualmente es mínimo y no in_uye en el procedimiento. En la _gura 4.3 se muestra el prototipo en aluminio construido.



Figura 4.3: Prototipo en Aluminio.

4.2. Pruebas

Teniendo el prototipo completamente armado se pasó a realizar una prueba. La cual se realizó con el Brazo antropomórfico Mitsubishi y se movió de forma manual ya que realizar la programación de los movimientos de este es realmente dispendioso debido a que el posicionamiento del gripper para prender la granada debe ser exacta y se conoce mediante movimientos lentos. Por esta razón se realizó de forma manual. Teniendo ya el

conocimiento de cómo mover el manipulador manualmente se pasó a posicionar la pierna de tal forma que el brazo alcanzara a realizar el procedimiento sin inconvenientes. Se colocó la granada en la pierna de tal forma que quedara fuertemente prensada en la pierna con el fin de exigirle al gripper su máximo esfuerzo teniendo en cuenta el máximo valor que resiste este obtenido del análisis de elementos finitos. Posteriormente se empezó a realizar la prueba moviendo el manipulador de tal forma que el gripper quedara exactamente encima de donde se encontraba la granada. Se descendió el gripper hasta colocarlo en posición para hacer incisión en los extremos facilitando así la separación de tejidos. Adicionalmente se colocó el gripper de tal forma que el sistema de separación quedara paralelo a la granada. luego se pasó a activar el motor del gripper que se encarga de realizar la apertura de la pinza ya que el bisturí no se podrá sacar a menos de que la pinza se encuentre totalmente abierta, cuando la pinza estaba en posición se activó el motor encargado de dar 16 vueltas para la salida del bisturí, hecho este paso se procedió a mover el manipulador realizando la incisión a la vez que el sistema de separación abría y se desplazaba al tiempo con el sistema de corte a causa de los rodillos los cuales se adhirieron perfectamente a la pierna por la capa de silicona que estos contenían, luego de terminar la incisión se cerró el bisturí. se cerró la pinza y se posicionó para que quedara fácil la Preensión de la granada. Cuando estaba en el sitio correcto se empezó a abrir la pinza y bajar el manipulador causando así una apertura mayor debido a la fuerza del sistema de separación sobre la pierna y facilitando así la entrada de la pinza y como consecuencia la correcta Preensión, lo cual fue un éxito ya que el gripper realizó la tarea que se tenía como objetivo sin inconvenientes. En la figura 4.4 se muestran algunos momentos de la prueba.



Figura 4.4: Fotos de Prueba del gripper en El Brazo Antropomórfico.

4.3. Comentarios finales

Se recomienda realizar el estudio de materiales quirúrgicos con sus normas de asepsia con el fin de implementarlo para utilizarlo en cirugías reales. Es interesante si se estudiara la forma de utilizar sensores para realizar la

apertura y cierre de las pinzas de tal forma que cuando el sensor detecte que el objetivo está adentro se cierre y lo presione, esta presión deberá ser medida por medio de otro sensor con el fin de conocer la fuerza necesaria para la Preensión del objeto, al igual que utilizar sensores que revisen la posición del bisturí afuera y adentro asegurando aún más el procedimiento, este estudio es un reto ya que los sensores deben ser capaces de funcionar aunque se encuentren en un ambiente en donde hay ruidos humanos, estos no deben verse alterados por el medio. Adicionalmente se recomienda que a la hora de maquinar las piezas en el material recomendado se realicen en torno CNC o utilizando tecnología como corte láser con el fin de que las piezas dobles queden exactamente iguales y en el proceso de armado no se presenten inconvenientes de alineación. En cuanto al prototipo Actual se puede decir que el diseño del modelo es correcto ya que realiza la tarea específica de forma correcta únicamente se deben hacer Mas aportes para perfeccionar el modelo.

Capítulo 5

CONCLUSIÓN

la extracción de un objeto peligroso en una cirugía (p.e una granada) en donde el objeto se encuentra incrustado en el interior del cuerpo y este se aloja en una región muscular, mediante el prototipo de gripper propuesto en este trabajo presenta una solución alternativa y novedosa a esta problemática ya que son varios los casos que se han presentado en el Hospital Militar, al rededor de 8 casos han sido reportados. Para el desarrollo del prototipo se aplican muchos conocimientos de ingeniería Mecatrónica en las áreas de diseño, mecánica, electrónica y actuadores lo que demuestra que el trabajo debe ser multidisciplinario y esta acorde con la definición de mecatronica en donde dice que el esta area del conocimiento busca la cinergia de diferentes disciplinas. Durante el desarrollo del proyecto se ve la importancia de utilizar herramientas computacionales para realizar simulaciones, pruebas y la posterior validación para comprobar la funcionalidad de lo que se está desarrollando, esto permite ahorrar en tiempo y dinero, mejorando asi todo el proceso de diseño. La implementación un prototipo de gripper para procedimientos quirúrgicos que utiliza además un manipulador industrial (Mitsubishi RV-E2), es un aporte en el uso de estos brazos robóticos en la medicina haciendo tareas que normalmente se hacen de forma manual y requieren de una gran precisión. La Ingeniería Mecatrónica es aplicable a cualquier parte de la industria de forma efectiva, siempre y cuando se utilicen los conocimientos de forma ordenada, coherente y mejorada.

Bibliografía

- [1] Productos silicona per_les, 2010.
- [2] alfonso puchades ortos. La mano, admirable don del hombre. Technical report, Universidad de alicante, 2000.
- [3] Mark R. Cutkosky. On grasp choice, grasp models, and the design of hands for manufacturing tasks. Robotics and Automation, IEEE Transactions on, 5 issue 3:269_279, 2002.
- [4] H. Rodríguez J. L. Pons D. Mesonero-Romanos, R. Ceres. Arquitectura electrÓnica para el control de una prótesis de mano. Technical report, Instituto de Automática Industrial (CSIC), 2008.
- [5] Natalia del Rosario Arenas Paz. Anatomía y _siología de los órganos del cuerpo humano relacionados con la dactiloscopía. Technical report, Centro de investigacion Forense, 2004.
- [6] Federico Galves. Lanzagranadas 40m m. Technical report, Fuerzas Armadas, 2007.
- [7] Estudiantes javerianos. robot que simula la desactivación de bombas explosivas. Technical report, Ponti_cia Universidad Javeriana Bogotá, 2008.
- [8] Susan Karlin. Mom vs. bomb. Technical report, ieee spectrum, 2007.
- [9] Luna Bolívar Manaut. Mano arti_cial: una nueva prótesis cercana a lo real. Technical report, Centro de Investigaciones de Karlsruhe, 2007.
- [10] José Luis Melo. Antropometría dinámica - movimiento de la extremidades. Technical report, ciencia y tecnologia de Argentina, 2006.
- [11] Margarita ortiz. Aluminio. Technical report, Industria y Materiales, 2009.
- [12] M.J Hunter J.A Hannum D.W Horton R. remote explosives detection baumann. Technical report, international carnahan, 2004.
- [13] Jack Steele. La robótica aplicada al ser humano: biónica. Technical report, International Federation of Robotics, 2008.
- [14] Jorge tamayo. Anatomia y _siologia del sistema oseo. Technical report, Ciencias bilogicas y educacion para la salud, 2003.
61
- [15] Fernando Torres. Dinamómetro 0-2 n tubular de acrílico transparente fmo00594. Technical report, Indaga Ciencias, 2007.