

CONCLUSIONES

De la presente investigación se desprenden una serie de conclusiones relevantes y de aporte para el conocimiento científico técnico en Venezuela y la obtención de una metodología para esta área en específico.

- Se logró el analizar la información relacionada con la mano robótica antropomórficas microcontrolada y sistema de impulso a través de la visitas electrónicas a sitios web que a nivel mundial realizan prótesis, la revisión documental de la situación actual de Venezuela con respecto a la aplicación e investigación relacionadas a manos robóticas y con la ayuda de una entrevista guiada realizada a expertos de la Universidad del Zulia en el área de la robótica, automatización y control con preguntas cerradas donde se evidencia los siguientes resultados.
- Se evidencia la carencia de desarrollo e investigaciones para la elaboración manos robóticas antropomórficas en Venezuela.
- Se confirma el interés de proyectos de investigación en el área de la medicina y de la robótica en general para ser desarrollada en Venezuela.
- En la aplicación del entrevista guiada y la revisión documental se logró determinar los requerimientos conjuntamente con el desarrollo un ordinograma ayudó a la comprensión en bloques del funcionamiento de una mano antropomórfica.
- Se logró el desarrollo de un software para el control de la mano robótica, aunque se tenía planteado el desarrollo de este software con Visual

Basic 6.0, el mismo fue cambiado por LadView por la facilidad de prestaciones de recursos, ya que al momento del envío de datos en el software anterior, presentaba en el lapso de la subrutina retardos para la ejecución del proceso.

- Se logró establecer el diseño del hardware y las partes mecánicas del sistema en parte a través del diseño en Auto CAD donde seguidamente se procedió al mecanizado de las piezas con el software MILL LEVEL 4, la simulación de los circuitos por medio de PROTEUS.
- Se logró realizar la materialización de los diseños propuestos por medio de la fresadora y el tallado a mano de unas de las falanges, la utilización de materiales como resortes, tubos metalizados entre otros, para la conexión entre las diferentes partes de la mano antropomórfica, la interconexión entre los circuitos integrados y elementos activos del sistema.
- Mediante las pruebas de funcionamiento del sistema, el Flexinol obtuvo un tiempo de respuesta de contracción de 6 segundos y para retornar a la posición original de 50 segundo sin la aplicación de tensión, al momento de aplicarle la fuerza electromotriz el tiempo de respuesta para volver a su estado original era de 16 segundos aproximadamente, ya que el mismo no era lineal y estos tiempos variaban, lo que conllevó a la utilización de servomotores que respondieron adecuadamente al diseño ya planteado y sobre todo a la respuesta del PWM en la que sólo se realizó el cambio del mecanismo de acción.

- Se realizó el cambio del PIC16F877A por el PIC18F847 una gama de microcontroladores que permite la comunicación mediante puerto de USB, eliminando la etapa de adaptación entre el RS 232 y un puerto USB, facilitando la conexión y disminuyendo los recursos.

RECOMENDACIONES

Como parte final de este trabajo de investigación se menciona a continuación una serie de recomendaciones las cuales se sugieren para la mejorar del desarrollo de una mano robótica antropomórfica, donde se deberá tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Actualizar de manera permanente los conocimientos, avances y crecimiento global en el área para estar a la par de los avances tecnológicos en el mundo.
- Realizar entrevistas guiadas y la revisión documental a empresas directamente desde el exterior que aporten ideas y conocimientos para el desarrollo e investigación.
- Estudio del los actuadores (Flexinol), donde pueden ser utilizados si es realizado y estudiado la aplicación de fuerza por medio de un sistema de poleas mucho más complejo, disminuyendo su longitud, necesidad de consumo eléctrico para alcanzar su temperatura, por ende una disminución significativa en la contracción del mismo, para obtener un mayor desplazamiento con la menor movimiento rotatorio.
- Sustituir el control de PC, y realizar la investigación sobre los pulsos generados por los músculos, construir una etapa de amplificación para estas señales emitidas por el músculo y adaptarlos para ser utilizada en personas lisiadas de las extremidades superiores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. REVISTAS ESPECIALIZADAS

Robot Argentina (2009).

2. LIBROS.

José Ángulo (1986). **Guía Fácil de Robótica**. Editorial Paraninfo. Madrid España.

José Ángulo (1989). **Curso de robótica**. Editorial Paraninfo. Madrid España.

Jurgen Weineck (2004) **La anatomía deportiva**.

Ogata (1995) **Ingeniería de control moderna**, tercera edición.

Pedro Villamor y Martin Soto (1994). **Enfermería: Anatómo-Fisiología tomo I** Editorial: MASSON-SALVAT Enfermería, ediciones científicas y técnicas , S.A.

libro con los músculos de la mano y articulaciones.

3. TESIS DE GRADO

García, Carlos Javier (2004). **Prótesis Robótica para Personas Impedidas de Antebrazo**. Trabajo Especial de Grado Ing. en Electrónica. Universidad Dr. Rafael Bellosó Chacín, Facultad de Ingeniería, Escuela de Electrónica, Maracaibo.

Romero, Juan (2001). **Desarrollo de una mano Robótica Universal Utilizando Nitinol**. Trabajo Especial de Grado Ing. en Electrónica. Universidad Dr. Rafael Bellosó Chacín, Facultad de Ingeniería, Escuela de Electrónica, Maracaibo.

Perez, Mario (2003). **Sistema de control para manipulación a distancia un brazo robot**. Trabajo Especial de Grado Ing. en Electrónica. Universidad Dr. Rafael Bellosó Chacín, Facultad de Ingeniería, Escuela de Electrónica, Maracaibo.

ANEXO A

ANTECEDENTES

Autores	Año	Título	Fuentes	Carrera
García, Carlos Javier	2004	Prótesis Robótica para Personas Impedidas de Antebrazo	Universidad Rafael Belloso Chacín.	Ingeniería electrónica.
Romero, Juan	2001	Desarrollo de una mano Robótica Universal Utilizando Nitinol.	Universidad Rafael Belloso Chacín.	Ingeniería electrónica.
Pérez, Mario	2003	Sistema de control para manipulación a distancia un brazo robot.	Universidad Rafael Belloso Chacín.	Ingeniería electrónica.

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

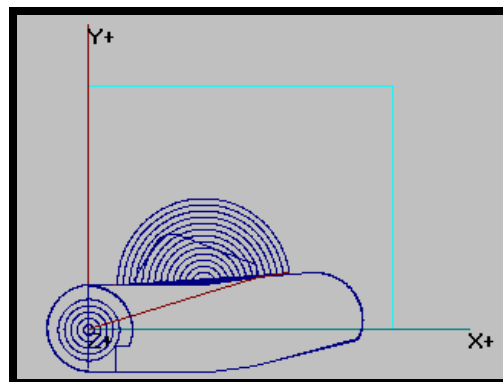
ANEXO B

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE INDICE A2.

PARA EL ENLACE DEL DEDO INDICE SECCIÓN A2			
M06 15	M97 DEDO	Y-5.6	G01
G00	G01	X-5.7	X-25.7
M04 1200	M97 DEDO	Z5	G01
G71	G01	Y18.8	G02
G01	Z8.5	Z-5	X0 Y9.4
Z2.5	X5	M99	X0 Y18.8
X0 Y0	Z-2.5	M98 DEDO	M99
Z-7.5	G83 0 2.5	G01	M98 PALANCA
Z0	X19.1 Y0 Z-5	Z-3	G01
G91	X38.6 Y2.7	G01	Z-1
\EJE	G01	X10.6 Y0	Y2.6
G01	Z2.5	G01	X-17 Y6.4
X0 Y7.5	X11.3 Y1.6	Z3	G03
G83 0 2.5	Z-7.5	G01	X-1.1 Y-3.7
X0 Y-7.5 Z-5	G01	X25 Y1.6	X-4.1 Y-1.2
X0 Y0	M97 PALANCA	G01	G01
G01	G01	Z-3	X-4.7 Y-7.7
Z2.5	M97 PALANCA	G01	G03
X0 Y9.4	M30	X11.4 Y0.9	X0.9 Y-0.6
Z-2.5	M98 TACO	G01	X0.8 Y-1.7
G01	G01	G02	G01
M97 TACO	Z-2.5	X1 Y-10	Z9
G01	G02	X9.9 Y-14.3	X25 Y1.6
M97 TACO	Y-9.4	G01	Z-9
G01	X8.6 Y-13	X-21.9 Y-5.6	M99
Z5	G01	G01	
G01	X-2.9	X-9.3 Y-1.3	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 22. DEDO INDICE SECCION A2



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

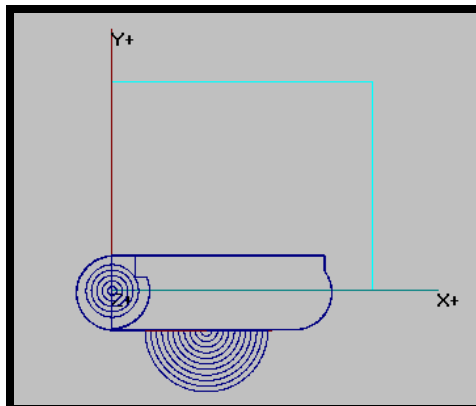
ANEXO C

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE INDICE B1.

ENLACE DEL DEDO ÍNDICE SECCIÓN B1			
M06 15	G01	Z-2.5	X-52.5
G00	M97 DEDO	G03	G03
M04 1200	G01	Y9.4	X0 Y-9.4
G71	M97 DEDO	X8.6 Y13	X0 Y-18.8
G01	G01	G01	M99
Z2.5	M97 DEDO	X-2.9	M98 PALANCA
X0 Y0	G01	Y5.6	G01
Z0	Z8.5	X-5.7	Z-1
G91	X39.1	Z5	Y-4.2
\EJE	Z-2.5	Y-18.8	X-17 Y-6.4
G01	G83 0 2.5	Z-5	G02
X0 Y7.5	X-16 Y0 Z-5	M99	X-1.1 Y3.7
G83 0 2.5	X-32 Y0	G01	X-4.1 Y1.2
X0 Y-7.5 Z-5	G01	X10.6 Y0	G01
X0 Y0	Z2.5	G01	X-4.7 Y7.7
G01	X12.5	Z3	G02
Z2.5	Z-7.5 G01	G01	X0.9 Y0.6
X0 Y-9.4	M97 PALANCA	X25 Y0	X0.8 Y1.7
Z-2.5	G01	G01	G01
G01	M97 PALANCA	Z-3	Z9
M97 TACO	G01	G01	X25
G01	Z9.5	X9.4 Y0	Z-9
M97 TACO	X14.4 Y9.4	G03	M99
G01	Z-3	X0 Y9.4	
Z5	M30	X7.8 Y15	
G01	M98 TACO	G01	
M97 DEDO	G01	Y3.8	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 23. DEDO INDICE SECCION B1



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

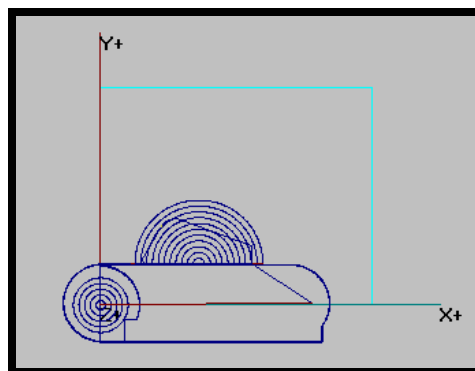
ANEXO D

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE INDICE B2.

ENLACE DEL DEDO ÍNDICE SECCIÓN B2			
M06 15	M97 DEDO	G01	X0 Y9.4
G00	G01	X-2.9	X0 Y18.8
M04 1200	Z8.5	Y-5.6	M99
G71	X7.1	X-5.7	M98 PALANCA
G01	Z-2.5	Z5	G01
Z2.5	G83 0 2.5	Y18.8	Z-1
X0 Y0	X16 Y0 Z5	Z-5	Y4.2
Z0	X32 Y0	M99	X-17 Y6.4
G91	G01	M98 DEDO	G03
\EJE	Z2.5	G01	X-1.1 Y-3.7
G01	X12.5	Z-3	X-4.1 Y-1.2
X0 Y7.5	Z-7.5	G01	G01
G83 0 2.5	G01	X10.6 Y0	X-4.7 Y-7.7
X0 Y-7.5 Z-5	M97 PALANCA	G01	G03
X0 Y0	G01	Z3	X0.9 Y-0.6
G01	M97 PALANCA	G01	X0.8 Y-1.7
Z2.5	G01	X25 Y0	G01
X0 Y9.4	Z9.5	G01	Z9
Z-2.5	G01	Z-3	X25
G01	X14.4 Y-9.4	G01	Z-9
M97 TACO	Z-3	X9.4 Y0	M99
G01	M30	G02	
M97 TACO	M98 TACO	X0 Y-9.4	
G01	G01	X7.8 Y-15	
Z5	Z-2.5	G01	
G01	G02	Y-3.8	
M97 DEDO	Y-9.4	X-52.5	
G01	X8.6 Y-13	G02	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 24. DEDO INDICE SECCION B2



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

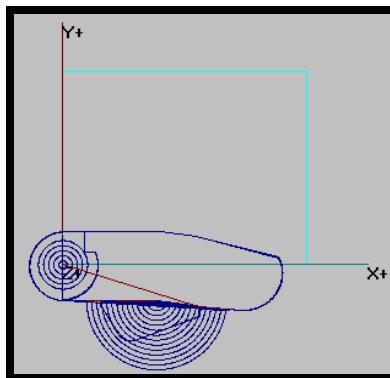
ANEXO E

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE MEDIO A1.

PARA EL ENLACE DEL DEDO MEDIO SECCIÓN A1			
M06 15	G01	X-5.7	X-25.7
G00	M97 DEDO	Z5	G01
M04 1200	G01	Y-18.8	G03
G71	Z8.5	Z-5	X0 Y-9.4
G01	X43.6 Y-2.7	M99	X0 Y-18.8
Z2.5	Z-2.5	M98 DEDO	M99
X0 Y0	G83 0 2.5	G01	M98 PALANCA
Z0	X-19.1 Y2.7 Z-5	Z-3	G01
G91	X-38.6 Y2.7	G01	Z-1
\EJE	G01	X10.6 Y0	Y-2.6
G01	Z2.5	G01	X-17 Y-6.4
X0 Y7.5	X11.3 Y-1.6	Z8	G02
G83 0 2.5	Z-7.5	G01	X-1.1 Y3.7
X0 Y-7.5 Z-5	G01	X25 Y-1.6	X-4.1 Y1.2
X0 Y0	M97 PALANCA	G01	G01
G01	G01	Z-8	X-4.7 Y7.7
Z2.5	M97 PALANCA	G01	G02
X0 Y-9.4	M30	X11.4 Y-0.9	X0.9 Y0.6
Z-2.5	M98 TACO	G01	X0.8 Y1.7
G01	G01	G03	G01
M97 TACO	Z-2.5	X1 Y10	Z9
G01	G03	X9.9 Y14.3	X24.8 Y-1.6
M97 TACO	Y9.4	G01	Z-9
G01	X8.6 Y13	X-21.9 Y5.6	M99
Z5	G01	G01	
G01	X-2.9	X-9.3 Y1.3	
M97 DEDO	Y5.6	G01	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 25. DEDO MEDIO SECCION A1



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

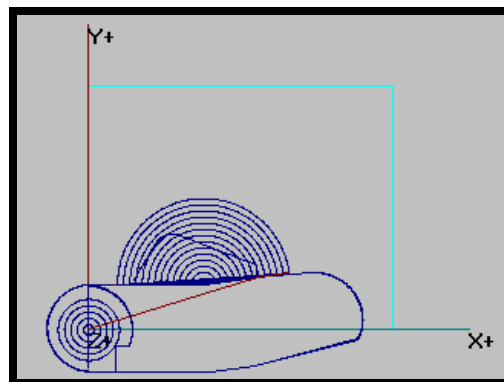
ANEXO F

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE MEDIO A2.

PARA EL ENLACE DEL DEDO MEDIO SECCIÓN A2			
M06 15	M97 DEDO	Y-5.6	G01
G00	G01	X-5.7	X-25.7
M04 1200	M97 DEDO	Z5	G01
G71	G01	Y18.8	G02
G01	Z8.5	Z-5	X0 Y9.4
Z2.5	X5	M99	X0 Y18.8
X0 Y0	Z-2.5	M98 DEDO	M99
Z-7.5	G83 0 2.5	G01	M98 PALANCA
Z0	X19.1 Y0 Z-5	Z-3	G01
G91	X38.6 Y2.7	G01	Z-1
\EJE	G01	X10.6 Y0	Y2.6
G01	Z2.5	G01	X-17 Y6.4
X0 Y7.5	X11.3 Y1.6	Z3	G03
G83 0 2.5	Z-7.5	G01	X-1.1 Y-3.7
X0 Y-7.5 Z-5	G01	X25 Y1.6	X-4.1 Y-1.2
X0 Y0	M97 PALANCA	G01	G01
G01	G01	Z-3	X-4.7 Y-7.7
Z2.5	M97 PALANCA	G01	G03
X0 Y9.4	M30	X11.4 Y0.9	X0.9 Y-0.6
Z-2.5	M98 TACO	G01	X0.8 Y-1.7
G01	G01	G02	G01
M97 TACO	Z-2.5	X1 Y-10	Z9
G01	G02	X9.9 Y-14.3	X25 Y1.6
M97 TACO	Y-9.4	G01	Z-9
G01	X8.6 Y-13	X-21.9 Y-5.6	M99
Z5	G01	G01	
G01	X-2.9	X-9.3 Y-1.3	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 26. DEDO MEDIO SECCION A2



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

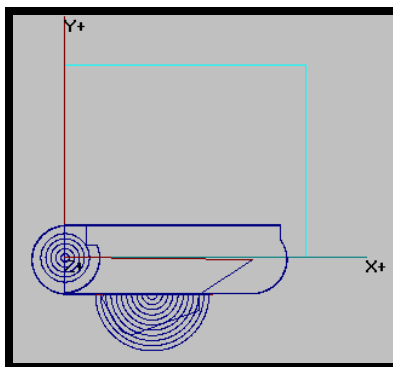
ANEXO G

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE MEDIO B1.

ENLACE DEL DEDO MEDIO SECCIÓN B1			
M06 15	G01	X-5.7	G01
G00	Z9.5	Z5	Z-1
M04 1200	X39.1	Y-18.8	Y-4.2
G71	Z-2.5	Z-5	X-17 Y-6.4
G01	G83 0 2.5	M99	G02
Z2.5	X-16 Y0 Z-5	M98 DEDO	X-1.1 Y3.7
X0 Y0	X-32 Y0	G01	X-4.1 Y1.2
Z0	G01	Z-3.5	G01
G91	Z2.5	G01	X-4.7 Y7.7
\EJE	X12.5	X10.6 Y0	G02
G01	Z-7.5	G01	X0.9 Y0.6
X0 Y7.5	G01	Z3	X0.8 Y1.7
G83 0 2.5	M97 PALANCA	G01	G01
X0 Y-7.5 Z-5	G01	X25 Y0	Z9
X0 Y0	M97 PALANCA	G01	X25
G01	G01	Z-3	Z-9
Z2.5	Z9.5	G01	M99
X0 Y-9.4	X14.4 Y9.4	X14.4 Y0	
Z-2.5	Z-3	G03	
G01	M30	X0 Y9.4	
M97 TACO	M98 TACO	X7.8 Y15	
G01	G01	G01	
M97 TACO	Z-2.5	Y3.8	
G01	G03	X-57.5	
Z5	Y9.4	G03	
G01	X8.6 Y13	X0 Y-9.4	
M97 DEDO	G01	X0 Y-18.8	
G01	X-2.9	M99	
M97 DEDO	Y5.6	M98 PALANCA	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 27. DEDO MEDIO SECCION B1



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

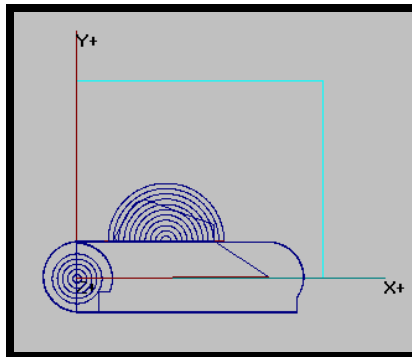
ANEXO H

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE MEDIO B2.

PARA EL ENLACE DEL DEDO MEDIO SECCIÓN B2			
M06 15	M97 DEDO	G01	X0 Y9.4
G00	G01	X-2.9	X0 Y18.8
M04 1200	Z9.5	Y-5.6	M99
G71	X7.1	X-5.7	M98 PALANCA
G01	Z-2.5	Z5	G01
Z2.5	G83 0 2.5	Y18.8	Z-1
X0 Y0	X16 Y0 Z-5	Z-5	Y4.2
Z0	X32 Y0	M99	X-17 Y6.4
G91	G01	M98 DEDO	G03
\EJE	Z2.5	G01	X-1.1 Y-3.7
G01	X12.5	Z-3.5	X-4.1 Y-1.2
X0 Y7.5	Z-7.5	G01	G01
G83 0 2.5	G01	X10.6 Y0	X-4.7 Y-7.7
X0 Y-7.5 Z-5	M97 PALANCA	G01	G03
X0 Y0	G01	Z3	X0.9 Y-0.6
G01	M97 PALANCA	G01	X0.8 Y-1.7
Z2.5	G01	X25 Y0	G01
X0 Y9.4	Z9.5	G01	Z9
Z-2.5	G01	Z-3	X25
G01	X14.4 Y-9.4	G01	Z-9
M97 TACO	Z-3	X14.4 Y0	M99
G01	M30	G02	
M97 TACO	M98 TACO	X0 Y-9.4	
G01	G01	X7.8 Y-15	
Z5	Z-2.5	G01	
G01	G02	Y-3.8	
M97 DEDO	Y-9.4	X-57.5	
G01	X8.6 Y-13	G02	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 28. DEDO MEDIO SECCION B2



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

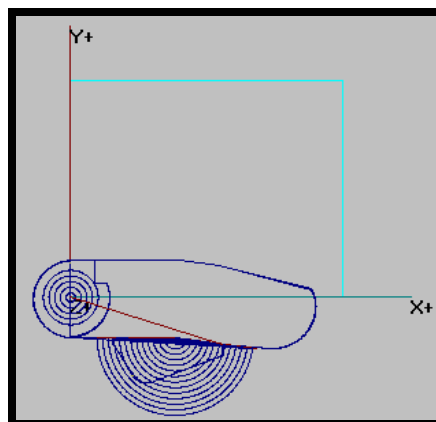
ANEXO I

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE ANULAR A1.

PARA EL ENLACE DEL DEDO ANULAR SECCIÓN A1			
M06 15	G01	X-5.7	X-25.7
G00	M97 DEDO	Z5	G01
M04 1200	G01	Y-18.8	G03
G71	Z8.5	Z-5	X0 Y-9.4
G01	X43.6 Y-2.7	M99	X0 Y-18.8
Z2.5	Z-2.5	M98 DEDO	M99
X0 Y0	G83 0 2.5	G01	M98 PALANCA
Z0	X-19.1 Y2.7 Z-5	Z-3	G01
G91	X-38.6 Y2.7	G01	Z-1
VEJE	G01	X10.6 Y0	Y-2.6
G01	Z2.5	G01	X-17 Y-6.4
X0 Y7.5	X11.3 Y-1.6	Z8	G02
G83 0 2.5	Z-7.5	G01	X-1.1 Y3.7
X0 Y-7.5 Z-5	G01	X25 Y-1.6	X-4.1 Y1.2
X0 Y0	M97 PALANCA	G01	G01
G01	G01	Z-8	X-4.7 Y7.7
Z2.5	M97 PALANCA	G01	G02
X0 Y-9.4	M30	X11.4 Y-0.9	X0.9 Y0.6
Z-2.5	M98 TACO	G01	X0.8 Y1.7
G01	G01	G03	G01
M97 TACO	Z-2.5	X1 Y10	Z9
G01	G03	X9.9 Y14.3	X24.8 Y-1.6
M97 TACO	Y9.4	G01	Z-9
G01	X8.6 Y13	X-21.9 Y5.6	M99
Z5	G01	G01	
G01	X-2.9	X-9.3 Y1.3	
M97 DEDO	Y5.6	G01	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 29. DEDO ANULAR SECCION A1



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

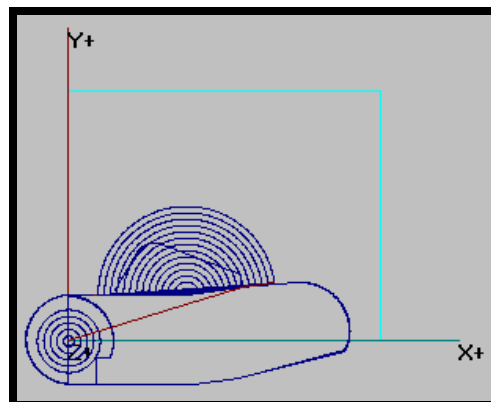
ANEXO J

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE ANULAR A2.

PARA EL ENLACE DEL DEDO ANULAR SECCIÓN A2			
M06 15	M97 DEDO	Y-5.6	G01
G00	G01	X-5.7	X-25.7
M04 1200	M97 DEDO	Z5	G01
G71	G01	Y18.8	G02
G01	Z8.5	Z-5	X0 Y9.4
Z2.5	X5	M99	X0 Y18.8
X0 Y0	Z-2.5	M98 DEDO	M99
Z-7.5	G83 0 2.5	G01	M98 PALANCA
Z0	X19.1 Y0 Z-5	Z-3	G01
G91	X38.6 Y2.7	G01	Z-1
\EJE	G01	X10.6 Y0	Y2.6
G01	Z2.5	G01	X-17 Y6.4
X0 Y7.5	X11.3 Y1.6	Z3	G03
G83 0 2.5	Z-7.5	G01	X-1.1 Y-3.7
X0 Y-7.5 Z-5	G01	X25 Y1.6	X-4.1 Y-1.2
X0 Y0	M97 PALANCA	G01	G01
G01	G01	Z-3	X-4.7 Y-7.7
Z2.5	M97 PALANCA	G01	G03
X0 Y9.4	M30	X11.4 Y0.9	X0.9 Y-0.6
Z-2.5	M98 TACO	G01	X0.8 Y-1.7
G01	G01	G02	G01
M97 TACO	Z-2.5	X1 Y-10	Z9
G01	G02	X9.9 Y-14.3	X25 Y1.6
M97 TACO	Y-9.4	G01	Z-9
G01	X8.6 Y-13	X-21.9 Y-5.6	M99
Z5	G01	G01	
G01	X-2.9	X-9.3 Y-1.3	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 30. DEDO ANULAR SECCION A2



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

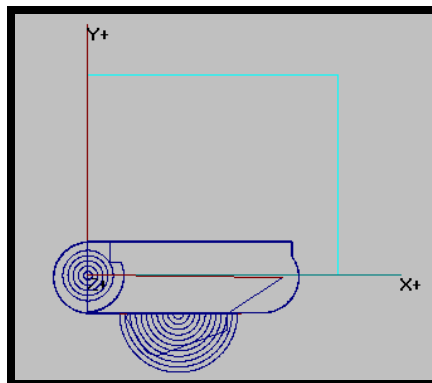
ANEXO K

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE ANULAR B1.

ENLACE DEL DEDO ANULAR SECCIÓN B1			
M06 15	M97 DEDO	G03	X7.8 Y15
G00	G01	Y9.4	G01
M04 1200	M97 DEDO	X8.6 Y13	Y3.8
G71	G01	G01	X-52.5
G01	Z8.5	X-2.9	G03
Z2.5	X39.1	Y5.6	X0 Y-9.4
X0 Y0	Z-2.5	X-5.7	X0 Y-18.8
Z0	G83 0 2.5	Z5	M99
G91	X-16 Y0 Z-5	Y-18.8	M98 PALANCA
\EJE	X-32 Y0	Z-5	G01
G01	G01	M99	Z-1
X0 Y7.5	Z2.5	M98 DEDO	Y-4.2
G83 0 2.5	X12.5	G01	X-17 Y-6.4
X0 Y-7.5 Z-5	Z-7.5	Z-3	G02
X0 Y0	G01	G01	X-1.1 Y3.7
G01	M97 PALANCA	X10.6 Y0	X-4.1 Y1.2
Z2.5	G01	G01	G01
X0 Y-9.4	M97 PALANCA	Z3	X-4.7 Y7.7
Z-2.5	G01	G01	G02
G01	Z9.5	X25 Y0	X0.9 Y0.6
M97 TACO	X14.4 Y9.4	G01	X0.8 Y1.7
G01	Z-3	Z-3	G01
M97 TACO	M30	G01	Z9
G01	M98 TACO	X9.4 Y0	X25
Z5	G01	G03	Z-9
G01	Z-2.5	X0 Y9.4	M99

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FIGURA 31. DEDO ANULAR SECCION B1



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

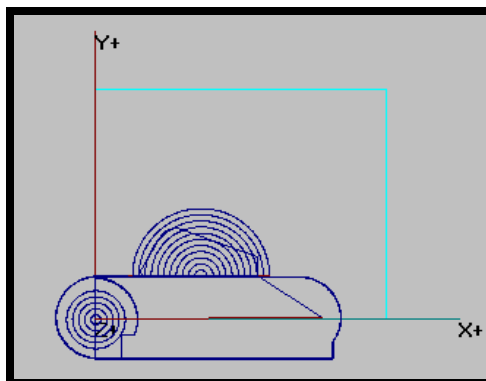
ANEXO L

PROGRAMACIÓN DEL MECANIZADO DEL ENLACE ANULAR B2.

ENLACE DEL DEDO ANULAR SECCIÓN B2			
M06 15	M97 DEDO	G01	X0 Y9.4
G00	G01	X-2.9	X0 Y18.8
M04 1200	Z8.5	Y-5.6	M99
G71	X7.1	X-5.7	M98 PALANCA
G01	Z-2.5	Z5	G01
Z2.5	G83 0 2.5	Y18.8	Z-1
X0 Y0	X16 Y0 Z-5	Z-5	Y4.2
Z0	X32 Y0	M99	X-17 Y6.4
G91	G01	M98 DEDO	G03
VEJE	Z2.5	G01	X-1.1 Y-3.7
G01	X12.5	Z-3	X-4.1 Y-1.2
X0 Y7.5	Z-7.5	G01	G01
G83 0 2.5	G01	X10.6 Y0	X-4.7 Y-7.7
X0 Y-7.5 Z-5	M97 PALANCA	G01	G03
X0 Y0	G01	Z3	X0.9 Y-0.6
G01	M97 PALANCA	G01	X0.8 Y-1.7
Z2.5	G01	X25 Y0	G01
X0 Y9.4	Z9.5	G01	Z9
Z-2.5	G01	Z-3	X25
G01	X14.4 Y-9.4	G01	Z-9
M97 TACO	Z-3	X9.4 Y0	M99
G01	M30	G02	
M97 TACO	M98 TACO	X0 Y-9.4	
G01	G01	X7.8 Y-15	
Z5	Z-2.5	G01	
G01	G02	Y-3.8	
M97 DEDO	Y-9.4	X-52.5	
G01	X8.6 Y-13	G02	

Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

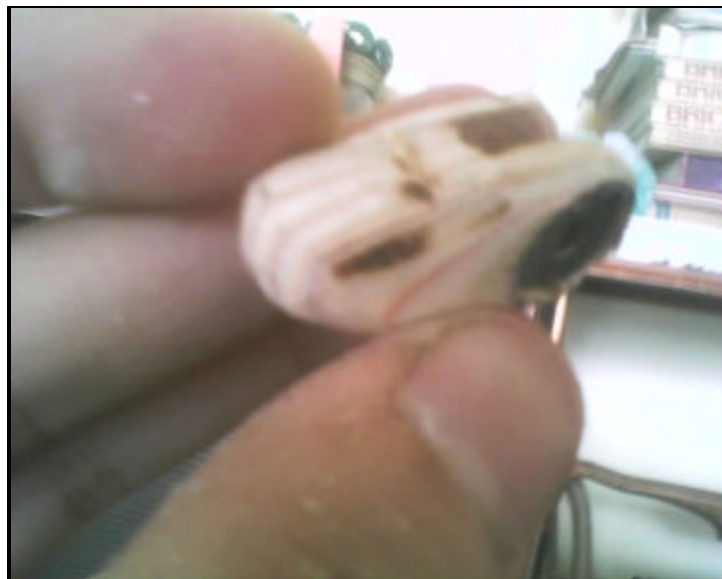
FIGURA 32. DEDO ANULAR SECCION B2



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO M

IDEAS PRINCIPALES DISEÑO EN MADERA FALANGE A



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

DISEÑO EN MADERA FALANGE B



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO N

FALANGES FINALIZADAS EN MADERA VISTA FRONTAL



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

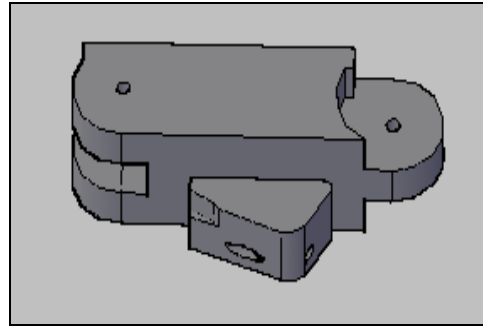
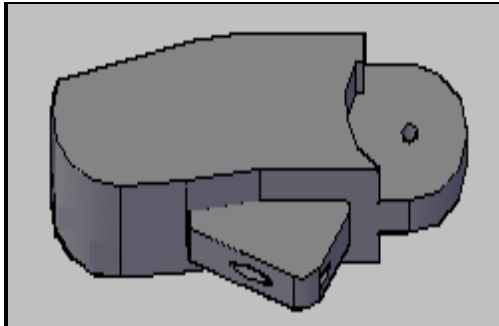
FALANGES FINALIZADAS EN MADERA VISTA LATERAL



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

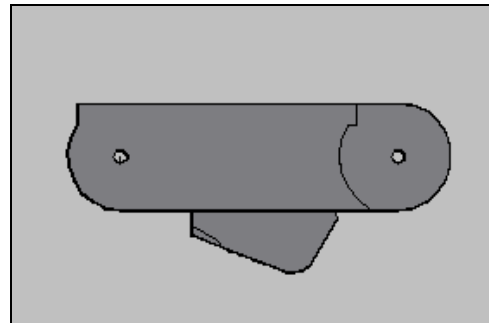
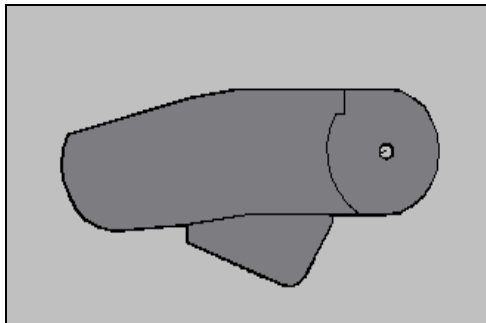
ANEXOS Ñ

DISEÑOS EN AUTOCAD DE LA MANO PARA SU MAYOR EFICIENCIA VISTA EN 3D DE LAS DOS FALANGE



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

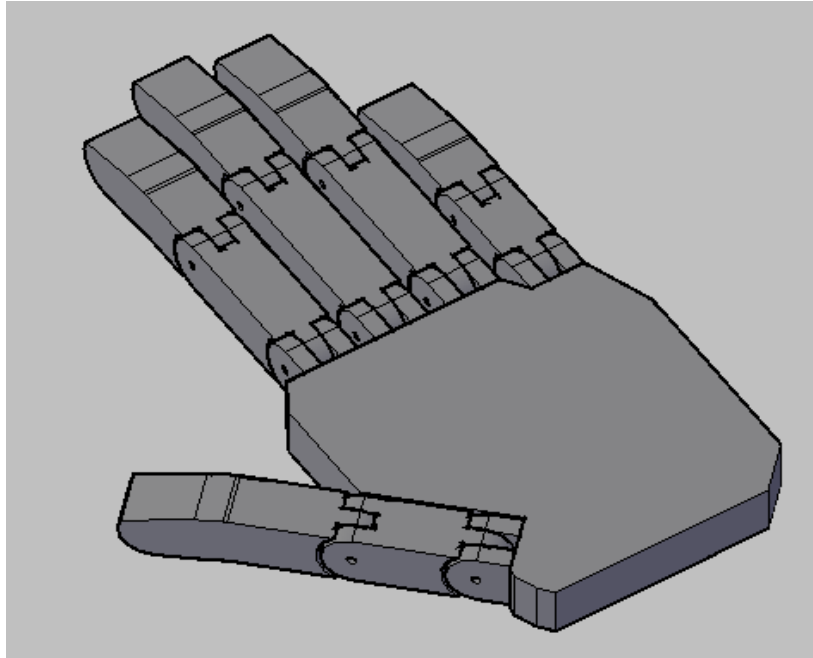
VISTA FRONTAL DE LAS DOS FALANGES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

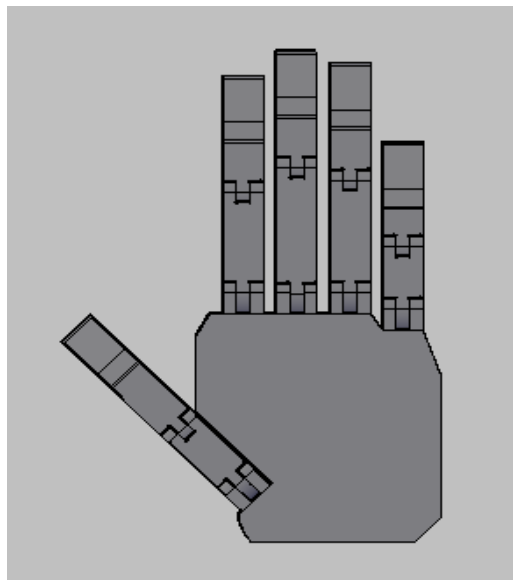
ANEXOS O

VISTA EN 3D DE LA PALMA DE LA MANO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

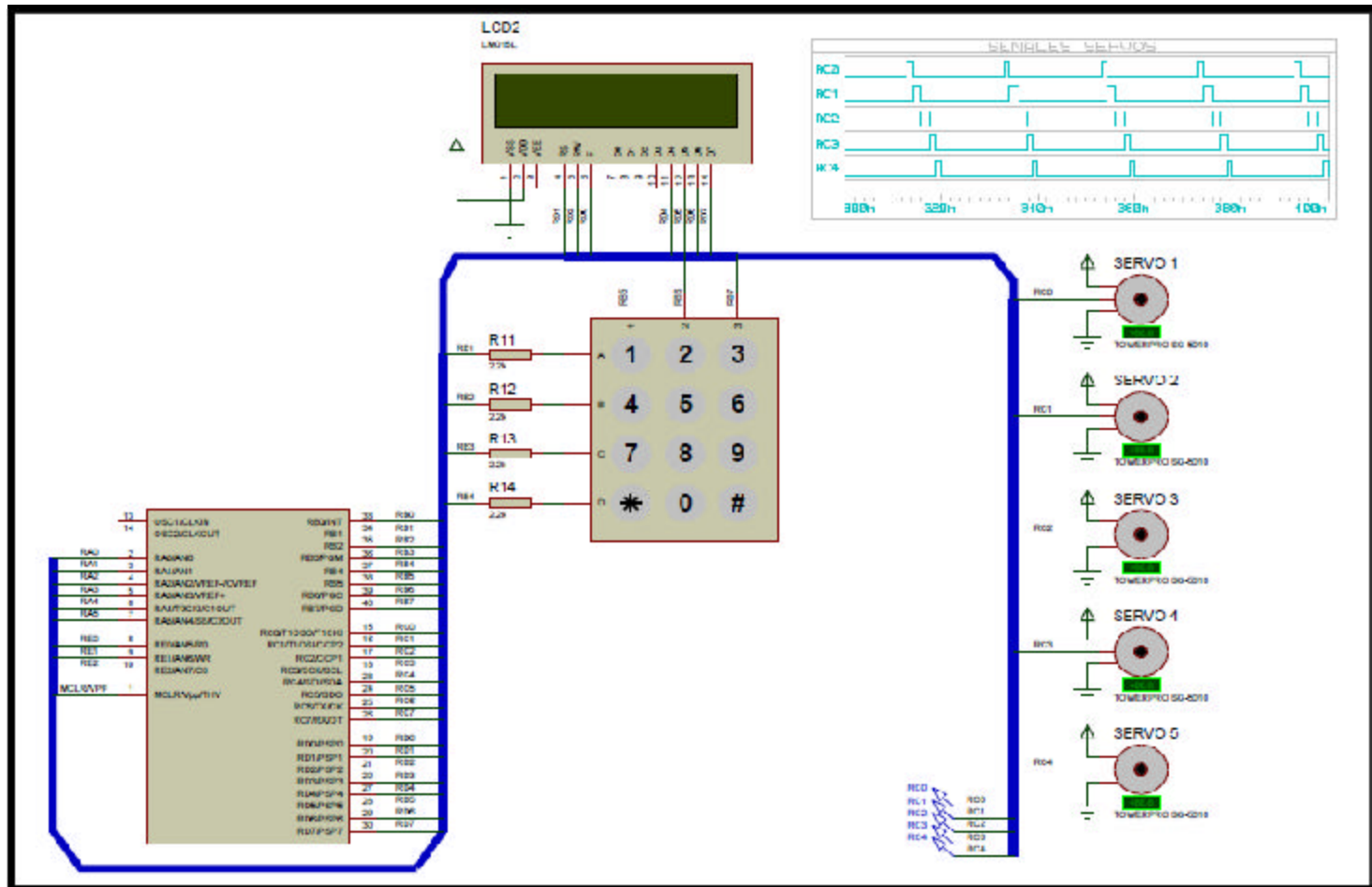
VISTA FRONTAL DE LA MANO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO P

DIAGRAMA DE CONTROL DE LOS SERVO MOTORES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO Q

MECANIZADO EN LA FRESADORA CNC VISTA SUPERIOR DE LA SEGUNDA FALANGE



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

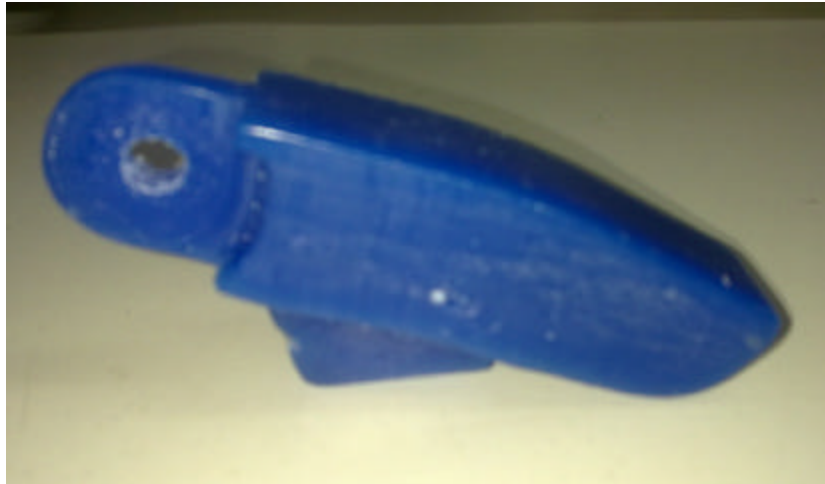
VISTA PORTERIOR DE LA SEGUNDA FALANGE



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO R

MECANIZADO EN LA FRESADORA CNC VISTA FRONTAL DE LA PRIMERA FALANGE



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

VISTA SUPERIOR DE LA PRIMERA FALANGE



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO S

ETAPAS DE TALLADO DE LOS DEDOS TALLADO DEL DEDO PULGAR UNIONES Y EJES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

TALLADO DEL DEDO PULGAR, PALANCAS Y TOPES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO T

VISTA DEL DEDO MEÑIQUE FINALIZADO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

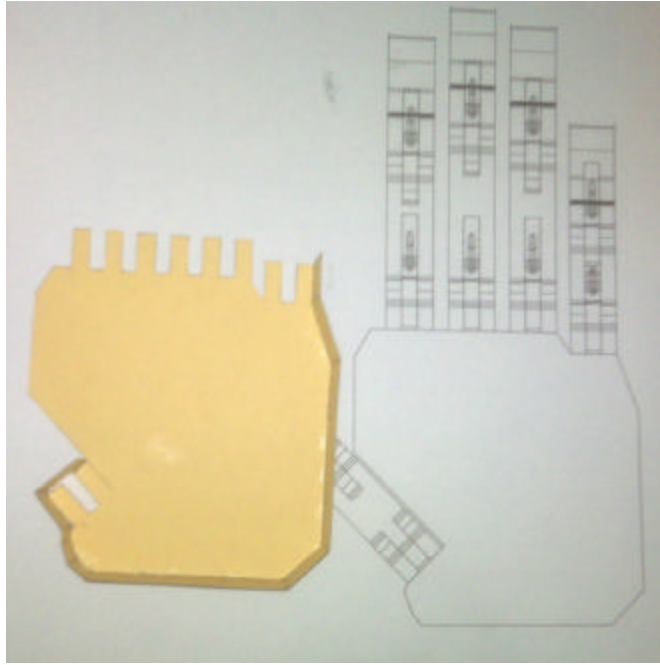
DEDOS FINALIZADOS



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO U

ETAPAS DE VACIADO DE LA PALMA DE LA MANO DISEÑO DEL MOLDE PARA EL VACIADO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

FUNDICION DE LA CERA PARA SU POSTERIOR VACIADO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO V

ETAPAS DE VACIADO DE LA PALMA DE LA MANO VACIADO DE LA CERA EN EL MOLDE DE LA PALMA DE LA MANO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ETAPAS DE TALLADO DE LA PALMA DE LA MANO TALLADO INFERIOR DE LA PALMA DE LA MANO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO W

TALLADO SUPERIOR DE LA PALMA DE LA MANO



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ETAPAS DE TALLADO DE LA PALMA DE LA MANO VISTA SUPERIOR DE LA PALMA TALLADA



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXOS X

VISTA SUPERIOR DE TODAS LAS PARTE DE LA MANO TALLADAS



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

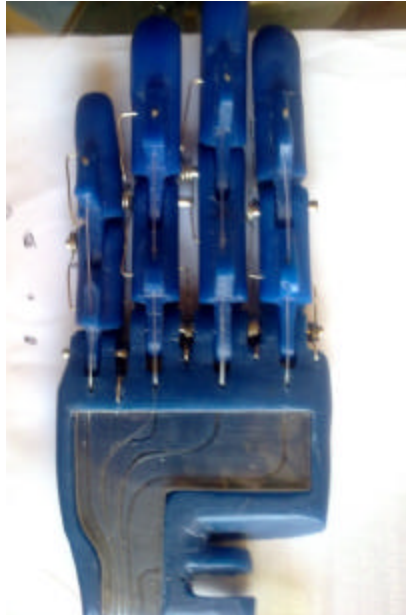
ETAPA DE TALLADO DE LA PALMA DE LA MANO VISTA SUPERIOR DE LA PALMA CON CANALES DE TENDONES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXOS Y

UNION DE LAS ARTICULACIONES A LA PALMA, CON RESORTES Y TENDONES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

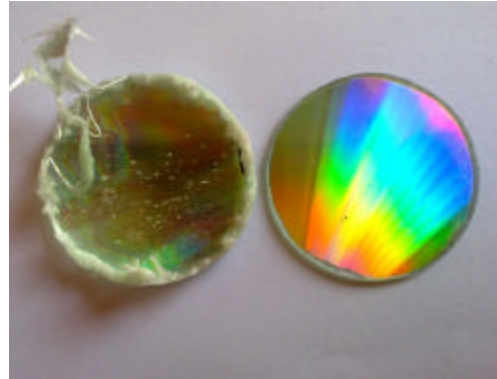
DISEÑO DE POLEAS ETAPA DE CORTE Y DELINEACION DE LAS POLEAS



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

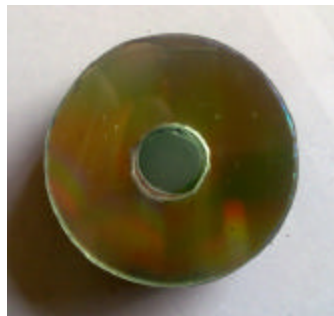
ANEXO Z

ETAPA DE CORTE Y PULITURA



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

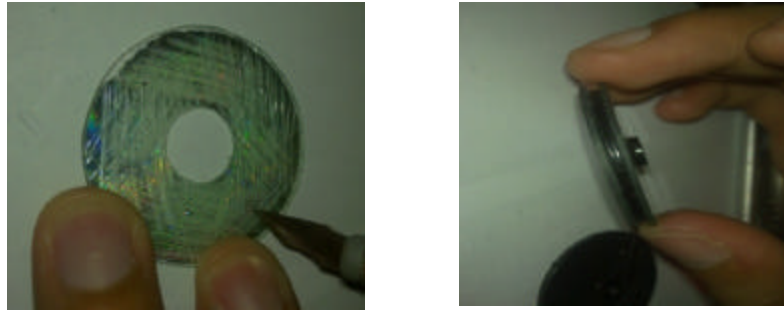
DISEÑO DE POLEAS ETAPA DE REALIZACION DE LOS ORIFICIOS Y EJES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO AA

ETAPA DE UNION Y RAYADO PARA MEJOR ADHERENCIA DE LA PEGA



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

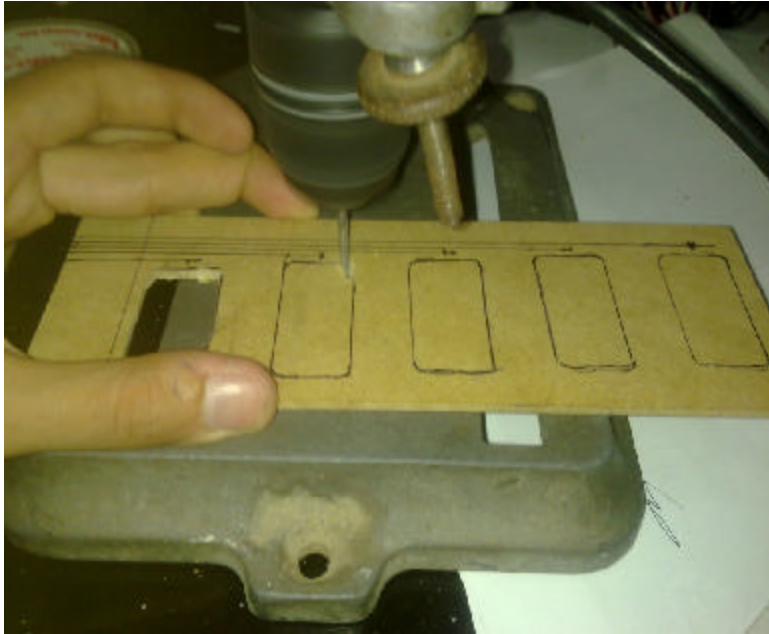
MOTORES CON POLEAS ADAPTADAS



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

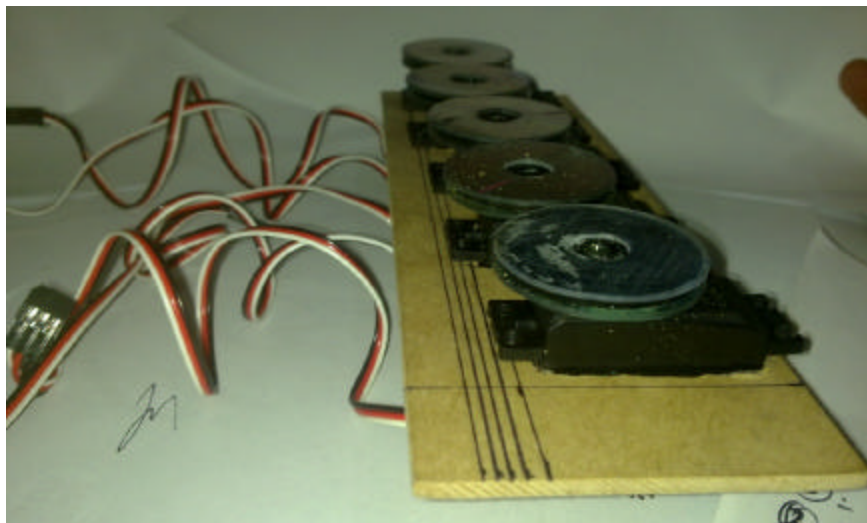
ANEXO AB

DISEÑO DE CHASIS DE LOS MOTORES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

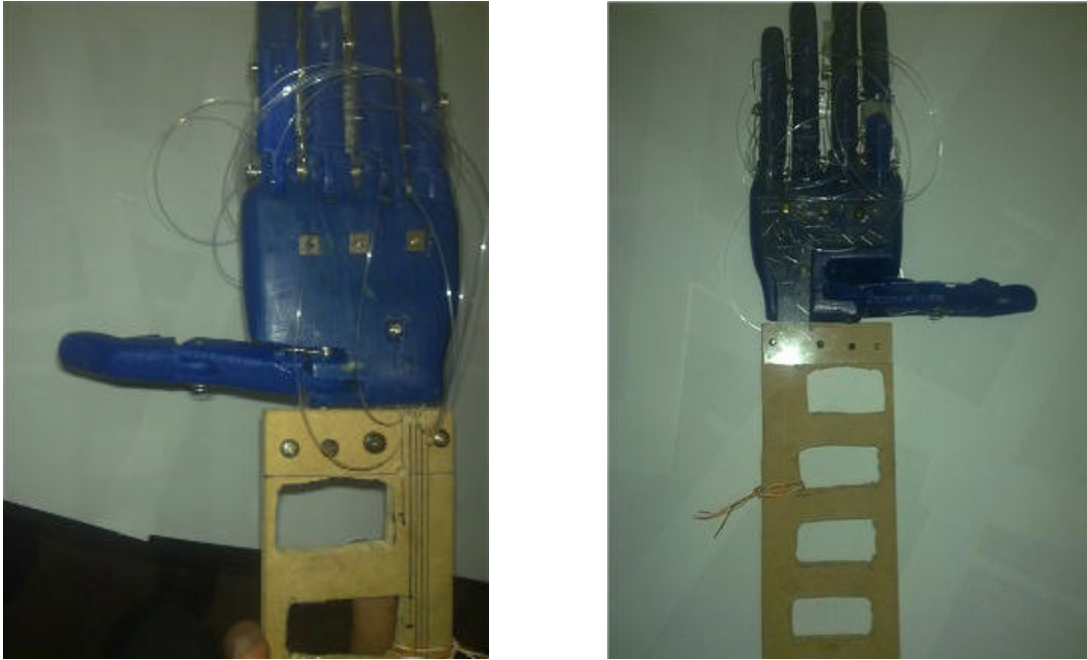
MONTAJE DE LOS MOTORES EN EL CHASIS



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

ANEXO AC

UNION DE LA MANO CON EL CHASIS DE LOS MOTORES



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)

MANO COMPLETA



Fuente: Espinel, González, Portillo (2010)