



Mtra. María de Jesús Gómez Cruz

**Directora de la División de Ciencias y
Artes para el Diseño
UAM Xochimilco**

INFORME DE SERVICIO SOCIAL

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Unidad Profesional Adolfo López Mateos

Período: 20 de Septiembre de 2016 al 24 de Marzo de 2017

Proyecto: Análisis cinemático e implementación de una mano robótica servo-articulada aplicable como prótesis

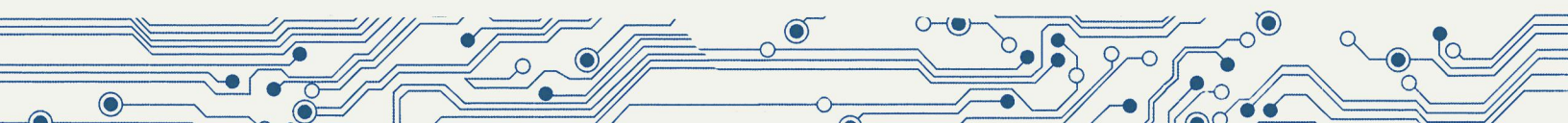
Clave: XCAD000420

**Enrique Rojas Santiago
Matricula 2123028448**

**División de Ciencias y Artes para el Diseño
Licenciatura en Diseño Industrial**

**cel: 04455 85625733
e-mail: enroj.34@gmail.com**

**Responsable de proyecto: M. en C. Mauricio Aarón Pérez Romero
Asesor de servicio social: Mtra. Leyda Milena Zamora Sarmiento**



INTRODUCCIÓN

La robótica juega sin lugar a dudas un papel sumamente importante dentro de la industria y cada vez más dentro de nuestros quehaceres habituales. Las aplicaciones del desarrollo de esta disciplina cubren aspectos como la salud, que en este caso lleva al desarrollo de una mano robótica vista como una alternativa en personas víctimas de accidentes o que por alguna razón carecen de esta extremidad.



Imagen de referencia. Fuente: www.quo.es

Una prótesis es una restauración fabricada del cuerpo humano, en ella se aplican mecanismos con elementos eléctricos, mecánicos, electrónicos que funcionando en conjunto son capaces de ofrecer movimiento similar al del miembro amputado. Las prótesis han evolucionado rápidamente desde los tiempos de las cavernas, viendo la prótesis como una extensión que le permitiera desempeñarse en la caza, hasta nuestros días con los avances tecnológicos y los estudios de biomecánica que aceleran su desarrollo.

Hablando a nivel del individuo, la esperanza de vida de una persona puede verse notoriamente afectada por la carencia de una mano, tanto en actividades físicas donde la habilidad y fuerza de la mano son requeridas como en el aspecto psicológico de un sujeto que ve dañada su autosuficiencia de movimiento.

Según datos de la Academia Nacional de Cirugía, en 2014 existían cerca de 900 000 amputados en México, la mayor parte de ellos tiene alguna discapacidad e incluye personas de todas las edades. Consecuencia de estas cifras, actualmente en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), han desarrollado diversos trabajos relacionados con manos robóticas, por otra parte, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se han desarrollado estudios con el propósito de desarrollar una prótesis inteligente de miembro superior.

El campo de oportunidad del diseño industrial en este rubro radica en la mejora ergonómica de las funciones y movimientos de la prótesis para ofrecer una mejor similitud a como funcionaría la extremidad natural.

OBJETIVO



Realizar propuestas de diseño en CAD para enriquecer el proceso de planeación de la mano robótica y evitar problemas en la ergonomía de la misma.

SECUNDARIOS

- Auxiliar en el desarrollo de material utilizado en prácticas a alumnos del taller.
- Realizar propuestas de diseño que mejoren el funcionamiento del taller.
- Aprender la función de los componentes electrónicos utilizados en los materiales para prácticas.

ACTIVIDADES REALIZADAS

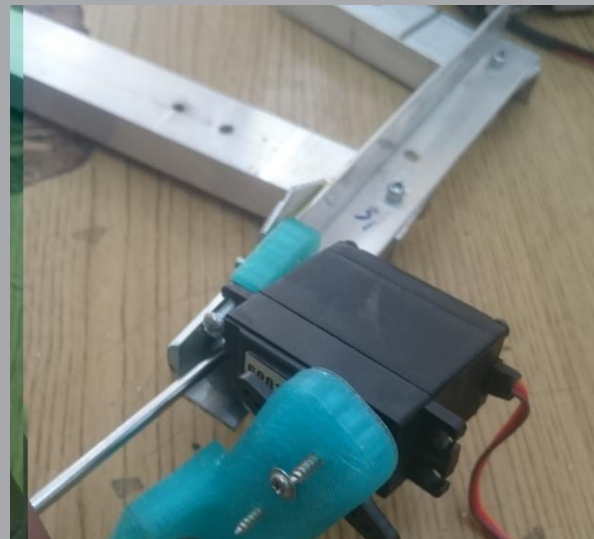
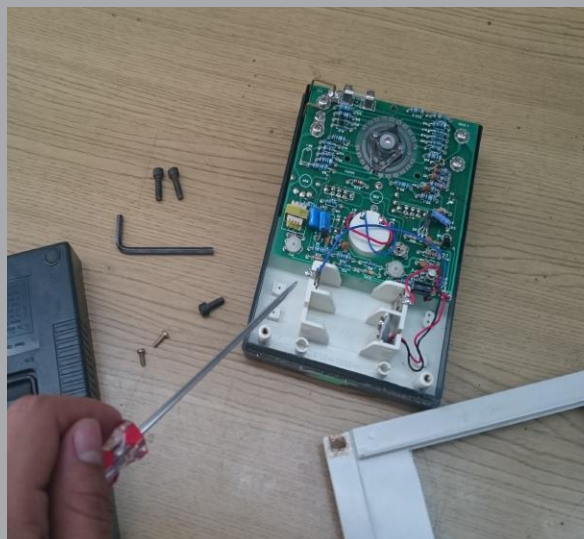


ACTIVIDAD	LOGROS	APORTACIÓN	CONOCIMIENTO ADQUIRIDO
Planeación y desarrollo de bases para motores eléctricos con materiales reutilizables del taller.	Armado de base y colocación de motores eléctricos.	Material para la comunidad estudiantil, útil en prácticas escolares.	Funcionamiento de motores de corriente continua.
Bosquejo en 3 dimensiones de componentes electrónicos y eléctricos.	Modelado y visualización de los componentes a usar.	Material de apoyo en el análisis ergonómico y antropométrico.	A realizar cálculos de esfuerzos para el modelo de una pieza en el programa SolidWorks.

ACTIVIDADES REALIZADAS

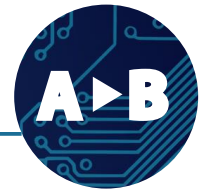


ACTIVIDAD	LOGROS	APORTACIÓN	CONOCIMIENTO ADQUIRIDO
Ensamblajes de equipos destinados al desarrollo de prácticas con actuadores de corriente continua.	Funcionamiento adecuado de actuadores eléctricos.	Compostura del material de prácticas y deshecho de piezas descompuestas.	A comprobar la funcionalidad de los actuadores.
Dibujo y desarrollo de placas PCB(circuito impreso)	Montar las placas PCB en proyectos.	Apoyo en los prototipos que necesitaran este componente.	A realizar placas de circuito impreso a pequeña escala de forma manual.
Documentación técnica en medios impresos y digitales.	Elaboración de reportes y apoyo en prototipos.	Material digital de uso didáctico para la comunidad universitaria.	De temas relacionados a la ingeniería eléctrica.



Las actividades e imágenes se encuentran con mayor detalle en la sección de anexos. Al final del documento.

METODOLOGÍA



El proceso de este proyecto abarcó las siguientes etapas:

Análisis de la anatomía de la mano

El primer paso consistió en el análisis de la mano, dado que es considerada como un órgano con elevada complejidad donde su estructura básica en general, está compuesta por un conjunto de huesos, ligamentos, tendones, músculos, nervios y vasos sanguíneos.

Consideración de la superficie de la mano

Posteriormente se pasó a la identificación de pliegues de la mano y la resistencia y grosor de la piel en diferentes zonas de acuerdo al desgaste que sufren por las diferentes actividades. Así como de las líneas de flexión transversal y longitudinal.

Consideración de la estructura ósea

Asimismo se investigó acerca del total de huesos de la mano y las 4 principales articulaciones de la mano: Articulación Interfalángica Distal (IFD), Articulación Interfalángica Proximal (IFP), Articulación Metacarpofalángica (MCF) y Articulación Carpometacarpiana (CMC).

Consideración de ligamentos y tendones

A continuación se identificaron los ligamentos radiocarpianos, cúbitocarpianos, colaterales, intercarpianos, carpometacarpianos y metacarpianos y el movimiento y su limitación que cumple cada uno para calcular la fuerza que ejercen.

Análisis del sistema extensor de los dedos

Se investigó el funcionamiento del mecanismo extensor de Hood por la importancia que tiene en el movimiento de la mano, pues es el encargado de proporcionar movimiento motriz fino a cada uno de los dedos a través de los tendones.

Observación y cálculo de los rangos de movimiento de la mano

Dado el número de geometrías que puede tomar la mano, es importante definir los rangos de movimiento así como el grado de intervención al realizar tareas prensiles. Para este fin se necesitó conocer los ángulos de flexión y extensión de la mano, los cuales ayudan a la descripción de la trayectoria ejercida.

Cálculo de los movimientos de la articulación de la muñeca

Se toma en cuenta el movimiento hacia izquierda y derecha que en condiciones normales del carpo oscila entre 40° a 60° aproximadamente con respecto a un eje imaginario de 0° , por otra parte el movimiento de arriba a abajo que ronda entre 60° y 80° con respecto al brazo.

Observación del movimiento de los dedos

El movimiento que presentan los dedos se mide en el grado máximo de flexión hasta el grado máximo de extensión. La flexión de los dedos a la altura de las articulaciones MCF puede formar un ángulo aproximado de 90° desde el origen. Por otra parte, la extensión de los dedos es hasta 45° en dirección opuesta.

Análisis de sujeción de objetos

Debido a la capacidad de la mano de realizar actividades increíblemente delicadas y de alta precisión, existe una amplia variedad de formas para realizar la sujeción de un objeto, la cual está en función directa de la geometría que dicho objeto posea. Se tomó en cuenta una clasificación general de movimientos de la mano para sujeción de objetos propuesta por F. Skinner, la cual los separa en: puntual, lateral, palmar, gancho, cilíndrico y esférico.

Investigación de lesiones y niveles de amputación

Debido a que un brazo mutilado puede tener diferentes lesiones con su respectivo nivel de complejidad con pérdida de tejido, músculo y hueso se clasificaron en hombro, codo y muñeca. Para las lesiones parciales en dedos se utilizó la clasificación propuesta por Pulvertaft que se presenta de la siguiente manera: Radial, Cubital, Central y Distal, además de una quinta que se observa cuando se amputan los cuatro dedos quedando únicamente el pulgar.

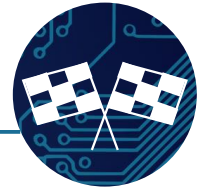
Aplicación de herramientas matemáticas para manipuladores robóticos

Una vez que se tuvo la información antropométrica se pasó a realizar un análisis mecánico a partir de estudios dinámicos y cinemáticos de un mecanismo. Donde la mecánica es la rama ocupada del estudio de los movimientos, tiempo y fuerzas, dividida en estática y dinámica. Otro aspecto que se debe tener en consideración, es el número de grados de libertad, el cual puede definirse como cada una de las coordenadas independientes necesarias para describir el estado de un sistema móvil.

Modelado tridimensional

Teniendo la investigación y conociendo las herramientas de modelado, se procedió a obtención de dimensiones externas e internas por medio de radiografías, movimientos de video y reconstrucciones tridimensionales a través de tomografías y finalmente al modelado CAD con la herramienta SolidWorks.

METAS ALCANZADAS



Es un hecho que en la actualidad existen pocos trabajos relacionados con el diseño e implementación de prótesis de mano a nivel nacional, donde generalmente los estudios quedan inconclusos por múltiples razones. Igualmente, los que se logran finalizar no cumplen en su totalidad con la ejecución de movimientos y trayectorias, realizando en su mayoría solamente sujeción cilíndrica de objetos, lo cual es insuficiente, ya que la extremidad puede realizar diversas formas de agarre, sin dejar de lado el nivel de realismo, situación que afecta la parte emocional y estética de la persona afectada. Sin embargo, mediante la información recabada en investigación y la dirección del encargado del proyecto, los objetivos del proyecto fueron plenamente alcanzados además de los puntos establecidos al inicio del servicio social.

Por otra parte, logré ver la importancia de la tecnología y el diseño industrial y la relación que guardan ambos para la resolución de problemas del sector salud que pueden impactar la vida de las personas. Que el alcance de un proyecto que tiene como producto una pieza que puede ayudar mucho en la calidad de vida del ser humano es enorme, solo que falta el apoyo a las instituciones de investigación y de salud para conseguir más adelantos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES



Las conclusiones de este proyecto van relacionadas con la metodología de diseño utilizada en este trabajo, la cual buscó resaltar la creatividad para mostrar indicaciones y requisitos necesarios para dar solución a los problemas que se fueron presentando en el transcurso del proyecto. Sin embargo, las soluciones obtenidas en cada sección del proyecto final son parciales. De acuerdo a las metas propuestas dentro del mismo.

Es relevante mencionar que los análisis de procesamiento de imágenes y la planeación del mecanismo terminaron por influir significativamente en la generación del modelo de la mano robótica, sección del estudio que se puede desarrollar más a fondo en el futuro para pruebas de cantidad de movimientos y sujeción de objetos.

Asimismo puede concluirse que el objetivo general así como los secundarios fueron alcanzados de forma satisfactoria cubriendo también las áreas del servicio social que estaban fuera del proyecto.

Para finalizar y en consideración del servicio social puedo decir que el reto propuesto en el proyecto significó un avance constante en el desarrollo de mis conocimientos y habilidades dentro del área de las ingenierías y el diseño de elementos antropomorfos.

RECOMENDACIONES



-Para los modelados tridimensionales en SolidWorks es conveniente guardar una copia en formato pdf 3D para una óptima visualización en computadoras donde no cuenten con el programa de modelado antes mencionado.

-Es conveniente tener la misma versión del programa si se trabaja en diferentes computadoras para el modelado, de lo contrario surgirán problemas de compatibilidad y no se podrá abrir el archivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Ramírez-García, A., Toledo, C., Leija, L. y Muñoz, R., Status of elbow myoelectric prosthesis: CINVESTAV-IPN, Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, Vol. XXX, No. 1, pp. 66-73, 2009

Dorador-González, J. M., Murillo, P. R., Luna, I. F. y Juárez-Mendoza, A., Robótica y prótesis inteligentes, Revista Digital Universitaria, Vol. 6, No. 1, pp 1-15, 2005.

Schunkë, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M. y Wesker, K., Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía Tomo 1, Médica Panamericana, pp 222-330, 2007.

Skinner, F., Designing a Multiple Prehension Manipulator. Mechanical Engineering Society, pp 30-37, 1975

Dunitz, M., Tubiana R. y Gilbert, A., Bone and skin disorders, Imago, pp 516-540, 2002