



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

UANL

MECATRÓNICA

Biomecánica

Grupo:002

## Tarea Actividad 2

FECHA DE ENTREGA:FECHA

**Profesor:**

Dra. Yadira Moreno Vera

**Alumnos:**

Jorge Luis Salinas Garza, Bernardo Gil Villarreal, Mauricio Julian Salazar Salazar, Cristian Arturo Garza Cavazos, Victor Emmanuel Cantu Corpus



# Índice

1. Prótesis de la mano	3
2. Anatomía de la mano	3
3. Tipo de prótesis	5
4. Mecanismos de los dedos	7
5. Simulación	8
6. Prótesis electromecánica	8
7. Elementos	9
8. Sistema de los microcontroladores y drivers(electrónica)	10

## 1. Prótesis de la mano

La mano del hombre es considerada como una herramienta mecánica y sensitiva, siendo el principal órgano de manipulación física gracias a sus dos funciones principales de presión y tacto que le permiten realizar movimientos y manipulación de objetos. Gran parte de los movimientos se atribuyen al dedo pulgar la facilidad de rotar  $90^\circ$ ; este dedo es el de mayor funcionalidad y la pérdida del mismo reduce un 40 la capacidad de funcionalidad de la mano.

Una prótesis de mano tiene como finalidad ayudar a proporcionar algunas funciones pero jamás reemplazar un miembro faltante del cuerpo del ser humano que se perdió por diferentes situaciones; uno de los objetivos de la construcción de las mismas es mejorar la calidad de vida de los pacientes amputados.

Para el diseño y construcción de una prótesis de mano se involucran varias áreas de la ingeniería mecánica y electrónica como diseño de mecanismos, mecanizado de materiales, diseño del control, programación del control juntamente con el interfaz entre el hombre y la máquina. En años recientes muchos esfuerzos han sido consolidados en el diseño, construcción y control de prótesis de mano, con diferentes tipos de mecanismos y control, utilizando una variedad de materiales modernos aprovechados por la tecnología actual.

Las prótesis para mano se pueden sujetar de diversas formas, dependiendo del caso a tratar. La forma más común es por medio de succión, al colocar la prótesis en el muñón se forma un ligero vacío entre el silicón y la piel manteniéndola en su posición, sin temor a que ésta se suelte durante su uso diario.

La mano robótica está compuesta por cinco servomotores los cuales transmiten el movimiento a través de hilos de nailon a cada uno de los dedos, haciendo la función de tendones y músculos de la mano humana real.

## 2. Anatomía de la mano

La mano humana se compone por 27 huesos si los nombramos de proximal a distal, los huesos que se articulan con la muñeca o carpo, son 8 huesos que a su vez se unen con los metacarpianos que son cinco y se denominan, primero, segundo, tercero, cuarto, quinto. Estos a su vez se articulan con las falanges, cada dedo tiene 3 falanges, menos el pulgar que solo tiene dos. Las falanges se denominan primera, la que se articula con el metacarpiano, la segunda es la consecuente y la tercera la más distal.

El esqueleto de la mano tiene los movimientos de pronación, cuando la palma se voltea hacia abajo y supinación cuando la palma se encuentra hacia arriba.

Además la mano describe otros dos movimientos que son la extensión y flexión. La flexión da

a la mano la posibilidad de prensión de los objetos, que es la base de la actividad manual propia del hombre, y presenta además la posibilidad de oposición del dedo pulgar a los otros dedos, que le permite realizar trabajos finos o de precisión. Mientras la extensión es otro movimiento de la mano el cual no representa ninguna función específica pero se presenta como un movimiento característico de la mano.

Los movimientos descritos anteriormente son los que describen la mano humana y en específico son los movimientos característicos de la misma. Para poder realizarlos la mano no solamente cuenta con la distribución y acomodo de los diferentes huesos sino que también se presentan elementos como son los músculos y los tendones. Los cuales son los actuadores de la mano, por lo tanto estos son los que originan el movimiento de la misma.

Se puede observar en la siguiente imagen el cómo están distribuidos los tendones a lo largo de las falanges de forma que estos realizan los diferentes movimientos de la mano. En específico podremos observar como los tendones provocan el movimiento de flexión y extensión.

En el esquema se observa el funcionamiento de los tendones de manera que estos por medio de su acomodo son los actuadores de los diferentes dedos que componen la mano humana. El acomodo de los tendones es importante ya que este debe ser el necesario para poder ejercer la fuerza requerida en los diferentes movimientos de la mano.



Figura 1: *Prótesis de mano.*

La importancia de estos elementos es tal que cualquier daño producido sobre ellos provoca un mal funcionamiento de la mano el cual puede ser permanente debido a que la corrección de este tipo de daños es complicada por la gran precisión que se necesita al llevar a cabo una operación de este tipo, aunque las nuevas tecnologías si lo permiten pero el costo es muy elevado.

En la siguiente figura se presenta el movimiento opuesto a la extensión, dicho movimiento describe la contracción de los tendones de manera que este movimiento es el que permite al ser humano el poder tomar, presionar y mantener sujeto cualquier objeto.

### 3. Tipo de prótesis

Prótesis Avanzadas Pasivas, Cosméticas e Hiperrealistas: Cuentan con un valor estético y cosmético superior, tratando de imitar lo mejor posible la morfología propia y particular del paciente, para brindarle un aspecto estético y natural.

Prótesis Avanzadas Funcionales, Cosméticas e Hiperrealistas: Cuentan con un valor estético y cosmético superior, tratando de imitar lo mejor posible la morfología propia y particular del paciente, para brindarle un aspecto estético y natural. Además, cuentan con mecanismos básicos que realizan algunas funciones vitales del miembro (abrir y cerrar la mano, rotar la muñeca y codo, etc.).

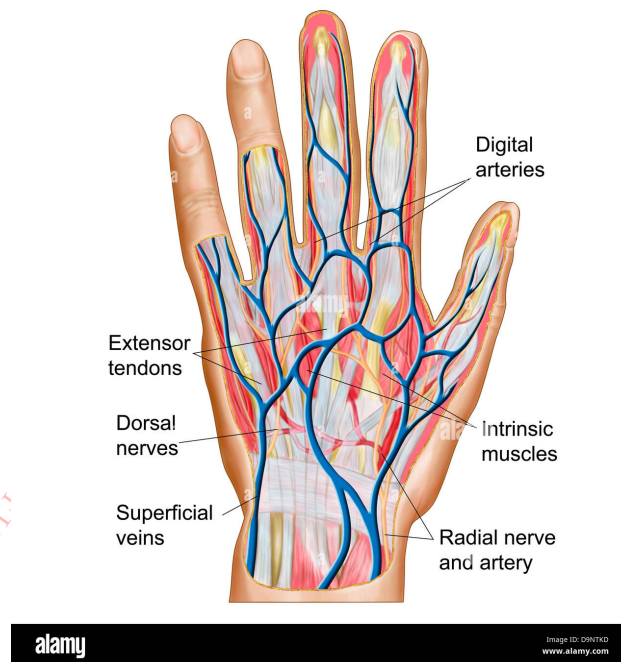


Figura 2: *Anatomía de la mano.*

Prótesis Estándar, Pasiva y Estética: Es una prótesis con una estética básica (no avanzada, no cosmética, no personalizada), se elige de un catálogo estándar, buscando el modelo más similar al paciente. Cuenta con anatomía humana, el tamaño, forma color y detalles estéticos se basan en formulaciones estándar prediseñadas.

Prótesis Estándar, Funcional y Estética : La misma apariencia que la pasada, pero cuentan con mecanismos básicos que realizan algunas funciones vitales del miembro (abrir y cerrar la mano, rotar la muñeca y codo, etc.).

Prótesis funcionales estándar: Sustituyen al miembro amputado con un valor funcional, casi siempre tienen un gancho que reemplaza las funciones de la mano y no son muy cosméticas, son ideales para trabajos y tareas rústicas que requieren ambas manos, como por ejemplo actividades agropecuarias y trabajos pesados; realizan algunas funciones vitales del miembro (abrir y cerrar la mano, rotar la muñeca y codo, etc.).

Prótesis mecánicas: Su carácter es meramente funcional. Son prótesis con dispositivos de apertura y cierre mediante cables y cintas de sujeción unidos al cuerpo y se abren o cierran a voluntad por la tracción ejercida por el tensor.

Prótesis electromecánicas: Su carácter es meramente funcional. Son prótesis con dispositivos de apertura y cierre mediante cables y cintas de sujeción unidos al cuerpo y se abren o cierran a voluntad por la tracción ejercida por el tensor cuyas órdenes se procesan y ejecutan con la ayuda de sistemas electrónicos básicos.

Prótesis para mano, tradicionales o convencionales: pueden ser activas o pasivas, cosméticas o solo anatómicas. Personalizadas o no. Tampoco tienen que ser ortopédicas. Las más comunes se encuentran como guantes de caucho anatómicos y huecos, que son rellenos regularmente con fibras sintéticas o algodón para darles morfología humana.

Prótesis modernas avanzadas: Son estéticas, funcionales y ortopédicas. Más cómodas, eficientes y duraderas. Se fabrican con materiales, técnicas modernas e innovadoras. Pero su costo es superior a las prótesis convencionales, por lo que no son las más populares para el sistema de salud.

Prótesis para mano. Articuladas mioeléctricas: Pueden ser cosméticas o simples; tampoco tienen que ser anatómicas. Su característica es poseer mecanismos funcionales.

Prótesis de mano gancho mecánico - Electromecánicas: Las prótesis activas también pueden tener componentes eléctricos o electrónicos que mejoran la independencia de la mano, la pierna o la parte afectada. Sus partes brindan movimiento y funcionalidad especialmente a sus dedos protésicos.

Las prótesis pasivas: Contrario a las anteriores, no poseen mecanismos ni componentes eléctricos o electrónicos que le den movimiento ni independencia funcional a la mano, pie, pierna o parte afectada.

Prótesis Articuladas dependientes: Regularmente, son anatómicas y cosméticas, poseen articulaciones activadas por mecanismos básicos, que con la ayuda de la mano contraria o superficies de apoyo le dan una funcionalidad muy aceptable a la mano. Prótesis comerciales: Las prótesis articulares que se colocan con más frecuencia en nuestro país son las prótesis de: Rodilla. Es la más conocida de las prótesis articulares. De hecho, solo en España se realizan anualmente más de 50.000 cirugías protésicas de rodilla. Cadera. También es otra de las prótesis más comunes debido, igual que en la lesión de cadera, principalmente a la patología degenerativa y al aumento de la esperanza de vida de los pacientes. Además de estas también se suelen realizar cirugías protésicas en otras zonas del cuerpo como: El hombro. Es la siguiente en frecuencia de realización tras la de rodilla y cadera. Se colocan sobre todo en caso de luxaciones o fracturas que evolucionan hacia artrosis. El tobillo. No es tan habitual su realización pero cuando se colocan es debido a fracturas que han llevado a lesiones secundarias. El codo o la muñeca. Normalmente se realizan en personas con enfermedades reumáticas. El menisco. No se utilizan habitualmente y requieren de una lesión muy grave para llevarse a cabo. El disco. Son las que se realizan los neurocirujanos en caso de desgaste grave de los discos vertebrales de la columna.

Las prótesis articulares están compuestas por diversos materiales que mezclan metales y plásticos como el cromo, el cobalto, el polietileno, el titanio y la cerámica. Todos estos materiales se utilizan para que la prótesis pueda cumplir su función facilitando el engranaje necesario para su movilidad.

#### 4. Mecanismos de los dedos

El agarre humano posee una sorprendente flexibilidad e incomparable destreza, tal que ha llamado la atención de muchos investigadores. El estudio del agarre humano como modelo ha llevado a la construcción de innovadores pero costosos prototipos de dedos, para ser utilizados como partes funcionales de robots antropomórficos. Ejemplos de referencia pueden ser los dedos en Stanford/JPL hand, Utah/MIT hand, TUAT/Karlsruhe Humanoid Hand, DLR Hand, Manus Colobi,

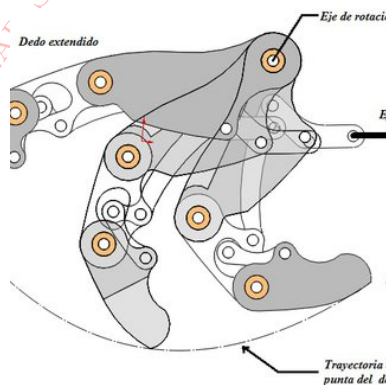


Figura 3: *Mecanismo de los dedos.*



BUAA/Beijing University four-fingered hand. La mayoría de los prototipos disponibles tienen un número alto de grados de libertad (dofs), un control complejo y un alto costo. Recientemente se han desarrollado estudios en el Larm, Laboratorio de Robótica y Mecatrónica, en Cassino para diseñar un prototipo antropomórfico de dedo y de mano de sencillo y económico funcionamiento.

## 5. Simulación

La aplicación de la robótica al mundo de la medicina ha servido para desarrollar nuevos instrumentos quirúrgicos que han posibilitado, por ejemplo, nuevas intervenciones menos invasivas o el desarrollo de prótesis robóticas muy precisas que permitan a alguien que ha perdido una pierna andar de manera natural. Sin embargo, aunque estas manos, brazos o piernas robóticas sean cada vez más precisas, los pacientes deben pasar por un proceso, a veces largo, de ajuste que la empresa Touch Bionics quiere reducir gracias al desarrollo de un simulador que podría permitir a los médicos ajustar al máximo y simular el funcionamiento de la prótesis reduciendo el tiempo de adaptación de los pacientes.

Virtu-LIMB es un sistema que consta de una tira de sensores que se colocan en el brazo del paciente y que detectan los movimientos musculares de éste en la acción natural de mover la mano (abrir la, cerrarla, etc). Los sensores transforman esta información en una señal eléctrica que viaja a una base que, a través de Bluetooth, se comunica con un ordenador que traslada el movimiento a una simulación de una prótesis robótica de una mano emulando el movimiento captado. Esta base, además, permite la conexión de una prótesis real por lo que tanto paciente y médico pueden ver el comportamiento de ésta en vivo y, en caso de disfuncionalidad, compararlo con el simulador que tienen en el ordenador. De hecho, también servirá como centro demostrador (para mostrar las prótesis a los pacientes) y como dispositivo de entrenamiento (para que los pacientes se vayan haciendo al funcionamiento de la prótesis).

## 6. Prótesis electromecánica

Son mecanismos utilizados con la finalidad de abrir o cerrar voluntariamente la mano mediante un arnés, y para cerrar o abrir se efectúa mediante la relajación de los músculos gracias a resortes, el arnés está sujeta alrededor de los hombros, parte del pecho y del brazo controlado por el usuario. El tamaño y el número de ligas de las prótesis se realizan de acuerdo a la fuerza y el material que necesite cada persona, sumado a esto, también utilizan pequeños motores eléctricos y cuentan con baterías recargables. Las podemos controlar de diferentes maneras, puede ser por un control con botón pulsador o botón con interruptor de arnés o un servo control. A veces se hace una combinación de estas para un mejor funcionamiento. También se usa un socket, este es un conector intermedio que está entre el muñón y la prótesis. Su obtención y reparación de estas prótesis son muy caras. Generalmente en este tipo de prótesis se utiliza el servomotor.



## 7. Elementos

**Servomotor.** Es un aparato electromecánico, se conforma por un motor eléctrico, con una tarjeta de control y un juego de engranes. Un servomotor tiene la capacidad de controlar su posición y velocidad. Este tiene la capacidad de ser ubicado en cualquier posición dentro de un rango de operación que es generalmente entre  $0^\circ$  a  $180^\circ$  pero también al realizarle una modificación podría tener un giro libre de  $360^\circ$ . Estos servomotores mayormente son usados en robótica, automática y modelismo gracias a que son muy precisos en cuanto a su posicionamiento y torque. El funcionamiento de los servomotores es por medio de modulación de ancho de pulso (PWM). La frecuencia que se usa para enviar la sucesión de pulsos al servomotor es de 50 Hz esto significa que la duración de cada ciclo es de 20 ms, las duraciones de cada pulso se descifran como comandos de posicionamiento del motor.

**Sensor FSR.** Este es un sensor de fuerza resistivo FSR (Force Sensing Resistors), está conformado por una resistencia que es sensible a la fuerza y tiene un área para poder detectar rasgos muy precisos, las ventajas que tiene este sensor es que nos permite captar la presión del músculo, su peso y pulsación, además su manera de usarse es muy sencilla y sobre todo de bajo costo.

**Batería.** Dispositivo que se diseñó para ser el encargado de almacenar energía eléctrica. En esta batería tiene la capacidad de almacenar un voltaje de 3,7 v; con una carga máxima de 4,1 y tienen un amperaje de 3000 mAh, su vida útil varía entre 3 y 5 años. Son pequeñas por lo que pesan muy poco.

**Arduino DUE** Este modelo es el que cuenta con más potencia a diferencia de las demás placas de Arduino. Se basa en el poderoso microcontrolador llamado ARM Cortex-M3 de 32 bits a 84Mhz, el que nos permite realizar mucho más rápido las operaciones. Esta placa a comparación con las otras nos da un muestreo más rápido y más multiplicativo, posee una tasa de 100Ksps que son las llamadas “Kilo muestras de por segundo” mientras que las otras placas solo tenían la capacidad de poseer 15 Ksps. Además, tiene 54 pines entre entradas y salidas, 12 de estos se pueden usar salidas PWM, las otras 12 como entradas analógicas, con un valor de 12 bits, 04 puertos UART estos son los llamados “puertas seriales por Hardware”, 02 conversores digitales analógico DAC, un resonante de sílice de 84MHz que opera 4 bytes paralelamente, dos conexiones USB, una para la programación y la otra para que actúe como USB Host.

**Impresora 3D.** Es un tipo de máquina que es capaz de ayudar en la construcción de diferentes piezas, muy parecidas a lo que podría realizar un escultor profesional tallando una piedra. La función de estas máquinas es convertir los diseños 3D elaborados en las computadoras en objetos reales. Los materiales que se usan para la impresión mayormente son: El ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), que es un termoplástico y el PLA (Ácido poliláctico).

**Escaner 3D** Dispositivo que se encarga de analizar un objeto o una escena para luego reunir datos de su forma, es decir su función es recoger muestras de la geometría y el color de un objeto.

Esta información que se obtiene puede ser utilizada para elaborar diseños digitales tridimensionales que son utilizados en una amplia variedad de aplicaciones.

Programa 3D Es un programa que nos ayuda a diseñar, es decir a proyectar la elaboración de cosas y 3D referido a las 03 dimensiones de nuestro plano cartesiano X, Y y Z respectivamente. El diseño 3D es el primer paso para crear y modelar, piezas, objetos en forma tridimensional antes de construirlas.

## 8. Sistema de los microcontroladores y drivers(electrónica)

Un microcontrolador es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se conoce como microcomputadora. Se puede decir con toda propiedad que un microcontrolador es una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado.

Toda microcomputadora requiere de un programa para que realice una función específica. Este se almacena normalmente en la memoria ROM. No está de más mencionar que sin un programa, los microcontroladores carecen de utilidad. El propósito fundamental de los microcontroladores es el de leer y ejecutar los programas que el usuario le escribe, es por esto que la programación es una actividad básica e indispensable cuando se diseñan circuitos y sistemas que los incluyan. El carácter programable de los microcontroladores simplifica el diseño de circuitos electrónicos. Permiten modularidad y flexibilidad, ya que un mismo circuito se puede utilizar para que realice diferentes funciones con solo cambiar el programa del microcontrolador.

Las aplicaciones de los microcontroladores son vastas, se puede decir que sólo están limitadas por la imaginación del usuario. Es común encontrar microcontroladores en campos como la robótica y el automatismo, en la industria del entretenimiento, en las telecomunicaciones, en la instrumentación.

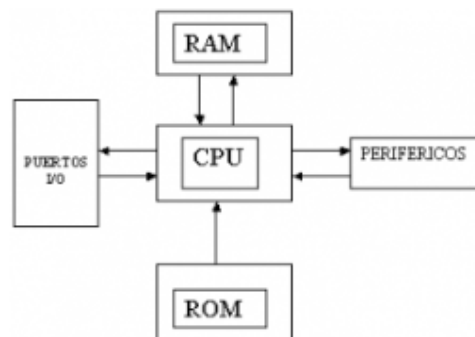


Figura 4: Mecanismo de los dedos.

## Referencias

- [1] Burgos, C. Q. and Albán, O. A. V. (2010). Diseño y construcción de una prótesis robotica de mano funcional adaptada a varios agarres. *Popayán, enero del*.
- [2] Medina Cristiano, W. A. et al. (2022). Diseño e implementación de un sistema de sensado táctil para prótesis o manos robóticas.
- [3] Puglisi, L. and Moreno, H. (2006). Prótesis robóticas. *Revista del Departamento de Automática e Informática Industrial*, pages 1–2.

Los créditos de las fotografías pertenecen a sus respectivos autores.