

Tarea 2 de Biomecánica

Edwin Israel Ramirez Aguilar 1670113

Alessandra Gonzales Torres 1895846

Pedro Yahir Castillo Hernandez 1899652

Jair Alejandro Tamayo Ibarra 1815498

Valeria Rosales Garcia 1894544

28 de agosto de 2022

Resumen

El proceso de diseño y modelamiento de detalle de una prótesis de mano con 5 grados de libertad. Se muestra un análisis sobre las premisas y consideraciones de diseño desde una perspectiva multidisciplinaria necesarias para el correcto desarrollo de una prótesis de mano bioinspirada. Se presenta primero los aspectos fundamentales desde el punto de vista de la fisiología y la biomecánica de una mano. Luego se realiza el Despliegue de la Función de Calidad para establecer el sistema de especificaciones de diseño suficiente para concebir un dispositivo de esta naturaleza. Desde la antigüedad el hombre se ha ocupado de la mano. Anaxagoras afirmaba que gracias a ella la humanidad se había convertido en la especie más inteligente de todos los seres vivos. Contrario a lo anterior, Aristóteles pensaba que por ser más inteligente el hombre poseía las manos. La palabra mano proviene del latín “manipulus, por tanto “el hombre es aquel que tiene manos para manipular”. Visto así, la frase de Aristóteles que define la mano como “el instrumento que antecede a todos los instrumentos productivos” cobra sentido, entiende a la mano más como un órgano de investigación que de locomoción. Desde un punto de vista más práctico, la mano es la prolongación del cerebro; entendiendo que es a través de ésta que no solamente se ejecutan actividades tan básicas como la protección, la alimentación y el combate, sino que además se realizan otras asociadas con la creación, como son la escultura, la construcción y el dibujo.

1. Introducción

Sustituir por pérdida alguno de los miembros humanos por dispositivos no naturales es un acontecimiento que ha venido sucediendo desde hace más de dos mil años. Desde épocas muy antiguas, el hombre ha tratado de reproducir por medio de las máquinas algunas de las facultades del cuerpo humano, incluso no necesariamente por causa de pérdida de los mismos sino, en ocasiones, para realizar actividades que le fueren aburridas, repetitivas o peligrosas. Esta concepción de una máquina que nunca se cansa, ni se enferma, y siempre con disponibilidad de trabajar, unido a la



Figura 1: Prótesis de mano con control motor

necesidad de reemplazar un miembro perdido y el consecuente trauma para la víctima, ha permitido que con el tiempo algunos inventos puedan ser aplicados al desarrollo de miembros automáticos que proporcionen al ser humano extremidades complementarias las cuales cada día se perfeccionan más.

Después de la revolución industrial, el índice de accidentes con pérdida de alguna extremidad se ha venido incrementando notoriamente, así como la aparición de dispositivos cada vez más funcionales y capaces de reemplazar en algunas contadas aplicaciones las impresionantes cualidades de la mano humana. Durante el siglo XX, la aparición de la microelectrónica y los microprocesadores permitieron darle a las prótesis de mano el control del cual siempre fueron carentes debido a las limitaciones de espacio y suministro de energía y ahora en la primera década del siglo XXI, es posible encontrar, gracias a la biónica, prótesis robóticas altamente similares en apariencia y con prestaciones cada vez más cercanas a las de una extremidad real.

2. Desarrollo

Historia de las prótesis de mano[2]

La tecnología en el diseño de prótesis está íntimamente unida al avance en el manejo de los materiales empleados para su elaboración, por parte de la humanidad, así también, como al entendimiento de la biomecánica del cuerpo humano. “Una prótesis es un elemento desarrollado con el fin de mejorar o reemplazar una función” una parte o un miembro completo del cuerpo humano, de allí

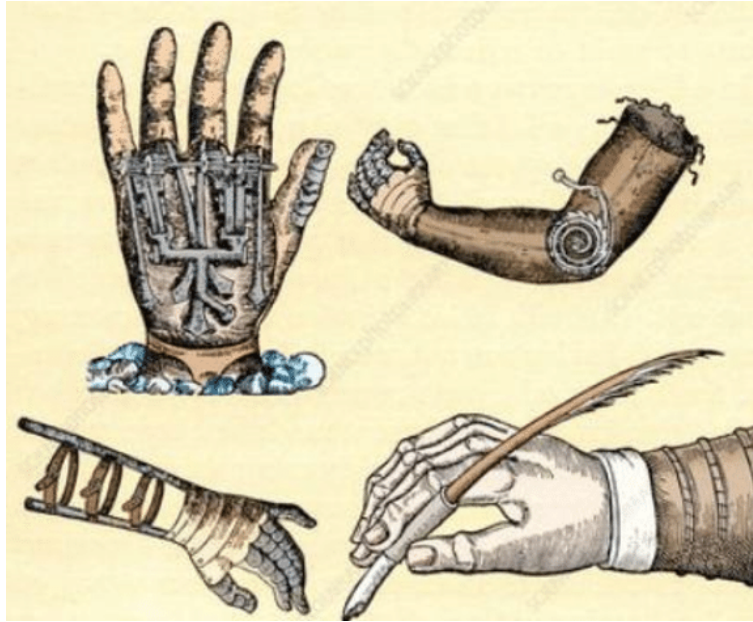


Figura 2: Primera mano artificial móvil; Le petit Loraine.

que una prótesis para un paciente amputado también debe colaborar con el desarrollo psicológico de mismo, creándole la percepción del recobro de la movilidad y estética. La primera prótesis de miembro superior de la que se tiene conocimiento, data de alrededor del año 2000 a.C. y fue encontrada en una momia en Egipto; la prótesis estaba unida al antebrazo por medio de un cartucho adaptado al mismo. Con la aparición de la tecnología para el manejo del hierro, el hombre fue entonces capaz de fabricar manos más resistentes y que podían ser empleadas para cargar objetos muy pesados, como en el caso del general romano Marcus Sergius, quien durante la segunda guerra púnica (218- 202 a.C.) construyó una mano de hierro para él con la cual portaba su espada. Esta es la primera mano de hierro registrada.

Durante poco más de 1200 años los desarrollos en materia de prótesis de mano no fueron, al parecer, muy notorios, ya que solo hasta el 1400 d.C. se encontró una aplicación hacia las prótesis de la tecnología utilizada durante la edad media en la fabricación de armaduras, esta es la mano alt-Ruppin, construida en hierro y la cual contaba con un dedo pulgar rígido que se oponía a los demás dedos, los cuales son flexibles, y eran activados pasivamente de manera tal que se podían fijar en una posición determinada mediante un mecanismo de trinquete y además cuenta con una muñeca móvil. El empleo del hierro en la fabricación de prótesis fue muy recurrente en esta época.

Solo hasta muy entrado el siglo XVI el diseño de los mecanismos de las prótesis de mano no presentaron una sustancial mejora, resaltándose la labor del médico militar francés Ambroise Paré, el cual desarrolló el primer brazo artificial móvil a nivel del codo, llamado Le petit Loraine con un mecanismo relativamente sencillo tomando en cuenta la época del desarrollo. Los dedos podían abrirse o cerrarse presionando o traccionando, además constaba de una palanca por medio de la cual el brazo podía realizar la flexión o extensión a nivel del codo. Esta prótesis fue desarrollada para un amputado por encima del codo pero también desarrolló una solución estética en cuero, con lo que aporta una nueva tendencia en la aplicación de materiales novedosos en el diseño de prótesis

Durante el siglo XIX se emplearon además del cuero, polímeros naturales y madera en la fabricación de prótesis; los resortes ayudaron en el desarrollo de nuevos mecanismos para los sistemas de transmisión de fuerza, sujeción y movilidad. Entre las innovaciones más importantes en el diseño de prótesis de miembro superior se encuentra el brazo del alemán Peter Bell. Este diseño cumple con el cierre y la apertura de los dedos, pero su principal innovación consiste en que dichos movimientos son controlados por el tronco y el hombro contra-lateral, dando así,[2] origen a las prótesis autopropulsadas. Posteriormente, el Conde Baefort dio a conocer un brazo con flexión de codo activado por una palanca que era presionada contra el tórax, aprovechando, igual que en caso anterior, el movimiento del hombro contra-lateral para generar los movimientos activos del codo y la mano. Este dispositivo contaba con un pulgar móvil construido con un gancho dividido sagitalmente, muy parecido a los actuales ganchos de Hook.

Investigaciones y desarrollos recientes en materia de prótesis de miembro superior.[2]

La mano humana realiza principalmente dos funciones; la prensión y el tacto, las cuales permiten al hombre convertir sus ideas en formas (movimientos, manipulación, etc.), adicionalmente la mano adiciona expresión a las palabras, como en los casos del escultor o de los sordomudos. El sentido del tacto desarrolla totalmente las capacidades de la mano, sin este sería imposible medir la fuerza prensora. Es importante mencionar que el dedo pulgar representa el miembro más importante de la mano, sin este la capacidad de la mano se reduce en cerca de un 40

La mano de Canterbury utiliza eslabones mecánicos movidos directamente para actuar sobre los dedos de forma similar a una mano humana. El movimiento directo de los eslabones se utiliza para reducir otros problemas que presentan algunos diseños de mano. Cada dedo de esta mano tiene 2.25 grados de libertad, la parte fraccionaria se debe al mecanismo compartido para extender los cuatro (4) dedos. Los motores de corriente directa tienen una reducción de 16:1, por medio de engranajes. Su tamaño es de 65 mm de largo y 12 mm de diámetro.

Los dedos cuentan con sensores de presión en cada articulación y en la punta de los dedos, lo que hace que cada dedo tenga cuatro sensores de presión, dos motores de corriente directa y un sensor de efecto Hall. El pulgar tiene solo un motor y tres sensores de fuerza, mientras que en la palma tiene las funciones de abrir todos los dedos y la rotación del pulgar, lo cual implica dos motores, dos encoders, dos sensores de efecto Hall y tres sensores de fuerza. Todo esto da un total de 91 cables, por lo que se requirió un sistema de control distribuido utilizando un PSoC de Semiconductores Cypress. Este microprocesador actualmente solo es capaz de controlar la posición y velocidad, mientras que la cinemática y comandos complejos se calculan en una computadora por aparte

El manipulador desarrollado en la Universidad de Reading propone el uso de cables Bowden (Chicotes) dirigidos a cada unión como medio para hacer actuar los dedos. Este novedoso diseño simplifica el control de la mano al eliminar el acoplamiento entre juntas y permite la traslación 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 acrecentar la precisión en la sujeción. Otro manipulador antropomorfo diseñado por la Facultad de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional Autónoma de México cuenta con trece grados de libertad, cuatro de los cuales están en el pulgar y tres en cada uno de los otros dedos[2]. El diseño de la mano fue desarrollado exclusivamente para la tele operación; aun así los principios aplicados pueden ser

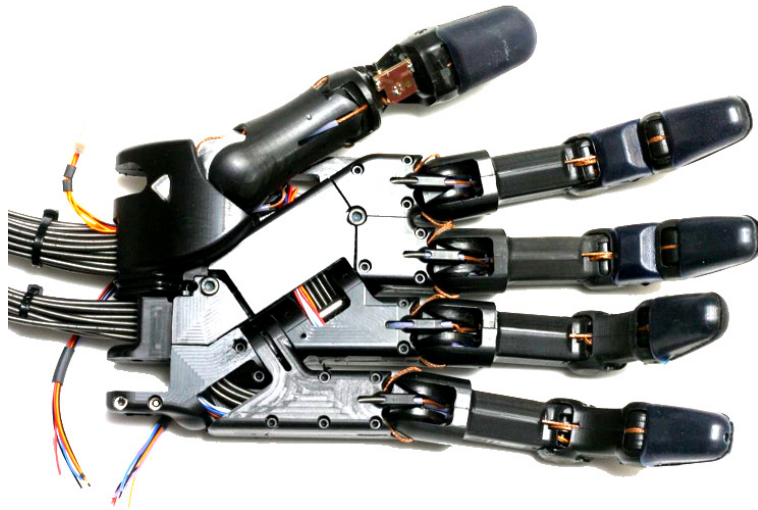


Figura 3: mano de Canterbury

extendidos al manejo de prótesis. La forma de actuación de cada uno de los grados de libertad se realiza por medio de tendones conectados a servomotores que no van montados sobre la mano en forma directa, sino en un banco de actuadores. Para la instrumentación del controlador se utiliza un control PID.

Prótesis mecánicas[2]

Las prótesis de mano mecánicas son dispositivos que se usan con la función de cierre o apertura voluntarios controlados por medio de un arnés el cual se encuentra sujeto alrededor de los hombros, parte del pecho y parte también del brazo controlado por el usuario. Su funcionamiento se basa en la extensión de una liga por medio de un arnés para la acción de abrir o cerrar, esta última se ejecuta con la relajación de los músculos gracias al sistema de resortes. De esta manera es posible obtener una fuerza de prensión significativa. Estos elementos son recubiertos con un guante para hacerlos más estéticos. Sin embargo, solo pueden ser utilizados para el agarre de objetos relativamente grandes y redondos debido a que el guante limita el tamaño e impide la sujeción de objetos pequeños. El tamaño de la prótesis y el número de ligaduras que se requiere dependiendo de la fuerza y el material de fabricación, varían de acuerdo a las necesidades de cada persona. Debido a que estas prótesis son accionadas por el cuerpo, es necesario que el usuario posea al menos un movimiento general de; expansión del pecho, depresión y elevación del hombro, abducción y aducción escapular y flexión glenohumeral.

Prótesis eléctricas.[2]

Este tipo de prótesis utilizan motores eléctricos en los dispositivos terminales, muñeca y codo, con una batería recargable y es posible controlarlas de varias formas, ya sea un servo control, un botón pulsador o un interruptor con arnés. En algunas ocasiones se combinan estas formas de control para aumentar la funcionalidad de la prótesis. Se utiliza un socket que es un dispositivo intermedio entre la prótesis y el muñón logrando suspensión de este por medio de succión. La adquisición

y la reparación de estos dispositivos es costosa y existen además, otras desventajas inherentes al mantenimiento, la exposición en medios húmedos y el peso de la prótesis.

Prótesis de mano neumáticas.

Estas prótesis eran accionadas por medio de ácido carbónico comprimido, que proporcionaba una gran cantidad de energía, aunque presentaban como inconveniente las complicaciones de sus aparatos accesorios y el riesgo en el uso del ácido carbónico. Su desarrollo fue interrumpido debido a las dificultades técnicas presentadas y el riesgo a la salud.

Prótesis mioeléctricas.

Este tipo de prótesis son en realidad prótesis eléctricas controladas por medio de una interface mioeléctrica y son hoy en día el miembro protésico con el más alto grado de rehabilitación. Sintetizan el mejor aspecto estético con una gran fuerza y velocidad de prensión así como varias posibilidades de combinación y ampliación. El control mioeléctrico es tal vez el sistema de control más popular. Se basa en el concepto de que al contraerse un músculo del cuerpo se produce una pequeña señal eléctrica (EMG) que es creada por la interacción química en el cuerpo; esta señal es muy pequeña, entre 5 a 20 μV . La utilización de electrodos que entran en contacto con la superficie de la piel permite registrar las señales EGM, las cuales una vez registradas se amplifican y procesan por parte de un controlador que conmuta con los motores eléctricos encendiéndolos y apagándolos, de manera que puedan realizarse los correspondientes movimientos de la muñeca, el codo y la mano.

Este tipo de dispositivo protésico posee la ventaja que solo requiere que el usuario flexione los músculos para operarla, a diferencia de las prótesis accionadas por el cuerpo que requieren movimientos generales de este último. Además este tipo de prótesis eliminan el arnés de suspensión, usando la técnica de bloqueo de tejidos blandos-esqueleto o succión, para mantener la prótesis en su lugar correspondiente. Su desventaja es que el sistema debe utilizar una fuente externa de energía para ser accionado, como por ejemplo una batería, que requiere mantenimiento y recarga frecuente, además debido a la batería y los motores estas prótesis suelen ser más pesadas que otras opciones y también más costosas.

Prótesis de mano para personas amputadas de mano y muñeca.

En este caso el objetivo consistió en evaluar entre las señales mioeléctricas y las señales de voz, cual es el sistema más apropiado como señal de entrada para controlar una prótesis de mano para personas amputadas de mano y muñeca. El modelamiento antropométrico y dinámico se llevó a cabo con ayuda del programa MATLAB obteniéndose un sistema altamente complejo de ecuaciones matriciales ligadas. Para la realización del modelo cinemático, se utilizó el planteado por Denavit/Hartenberg, que establecieron la siguiente metodología.

1. Identificación de los ejes de cada articulación.
2. Identificar la perpendicular común entre los ejes de articulación o sus puntos de intersección.
3. Asignar el eje Zi para que apunte sobre el i/esimo eje de cada articulación.
4. Asignar el eje Xi para que apunte sobre la perpendicular común o, si los ejes se intersecan, asignar Xi para que sea normal al plano que contiene a las dos ejes.

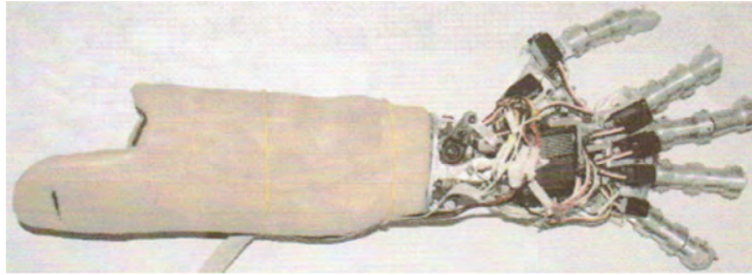


Figura 4: Prototipo de prótesis de mano accionada por voz.

5. Asignar el eje Yi para completar un sistema de coordenadas que cumpla con la regla de la mano derecha.
6. Seleccionar la ubicación del origen en el sistema coordenado.

Métodos de fabricación convencionales [3]

Uno de los métodos de fabricación convencionales que se pueden utilizar para fabricar prótesis es el mecanizado. Es un método que implica un proceso de eliminación de material que se lleva a cabo con una herramienta de corte. El mecanizado solía ser uno de los principales métodos de fabricación de implantes ortopédicos. En comparación con las tecnologías de fabricación avanzadas, el mecanizado se considera bastante rentable y fácil de usar. También puede utilizarse para mejorar el acabado de la superficie del producto acabado. Este método es muy recomendable para la fabricación de componentes de implantes con diseños sencillos. La combinación de parámetros de mecanizado puede determinar la calidad de los productos acabados. Es necesario determinar los parámetros de trabajo óptimos en función del material de trabajo para conseguir un buen acabado superficial. Con el desarrollo de las tecnologías de fabricación avanzadas, el mecanizado convencional fue sustituido por el mecanizado de control numérico por ordenador (CNC). La ayuda del CNC ha conseguido reducir la duración del proceso, haciéndolo más fácil de usar con un requisito mínimo de intervención humana.

El método de micromecanizado, por su parte, es un método que utiliza tecnología asistida por láser que tiene la capacidad de modificar la estructura de la superficie de los componentes poliméricos con una textura superficial a microescala. También se aplica para la fabricación de componentes de implantes diminutos. El CNC de 5 ejes tiene una mayor flexibilidad en el mecanizado de diseños geométricos complejos en comparación con la máquina CNC de 3 ejes. La única limitación del mecanizado es la deposición de residuos de materia prima. El conformado de chapa incremental (ISF), por otro lado, es un proceso de conformación de chapa metálica a través de un conformado continuo. Este método utiliza una herramienta giratoria mediante un aumento progresivo de la presión y es adaptable a los equipos de fresado CNC (Fig. 5).

Existen varias técnicas de ISF, como la de un punto (SPIF) y la de dos puntos (TPIF). El SPIF es un método que utiliza un único punto de contacto, mientras que el TPIF utiliza dos puntos de contacto en la chapa. Este método puede producir un producto asimétrico a través de la hilatura, la conformación por flujo y la conformación por cizallamiento. Este método sin matriz hace que el proceso sea más rentable en comparación con el mecanizado. Sin embargo, el tiempo de procesamiento de la ISF depende directamente del grosor de la chapa, el material y la geometría de

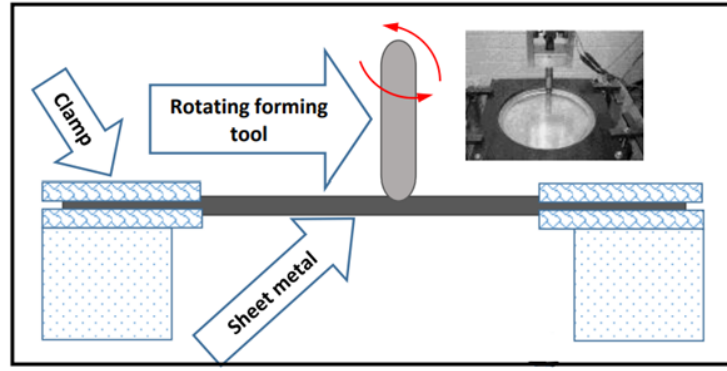


Figura 5: Esquema del SPIF.

la pieza. Determinar los parámetros del proceso puede ser un reto, especialmente con un material nuevo. Por ello, este método es más adecuado para geometrías sencillas y para la fabricación de lotes pequeños. Ryutaro había desarrollado la ISF mediante la aplicación del láser y pudo mejorar la conformabilidad de la chapa y reducir la tensión residual en el producto acabado. A diferencia de la ISF, la fundición a la cera perdida es un método de fabricación que utiliza moldes con patrón para la fundición. El metal fundido se vierte en el molde y se deja enfriar para formar un metal sólido. La fundición a la cera perdida solía ser un método alternativo para la fabricación de implantes médicos metálicos. Sin embargo, el método convencional de fabricación de moldes solía ser caro y lento. Para superar esta limitación, se introdujo la fabricación aditiva para fabricar el molde. Esta combinación ha conseguido reducir el plazo de entrega y ha hecho que la fundición a la cera perdida sea más eficaz desde el punto de vista económico. En comparación con la cera, los moldes fabricados con silicona también son más fáciles de extraer del producto sólido. Una de las aplicaciones de la fundición a la cera perdida en la fabricación de implantes médicos es la prostodoncia, que se centra en el diseño y la fabricación de implantes artificiales para partes de la boca, incluidos los dientes. Sin embargo, la calidad del implante fabricado depende de la calidad del molde. Un buen molde producirá un implante con un excelente ajuste y fiabilidad.

Mecanismos de transmisión y actuadores utilizados en prótesis de mano. [1]

Una prótesis es una extensión artificial que reemplaza una parte faltante del cuerpo. Las hay de dos tipos, pasivas y activas; las primeras también suelen ser llamadas cosméticas ya que no tienen movimiento propio y su función es puramente estética, las prótesis activas se clasifican a su vez en mecánicas, eléctricas, neumáticas, mioeléctricas e híbridas.

El sistema de actuación está compuesto básicamente por los elementos encargados de producir la potencia mecánica del sistema, estos elementos son comúnmente llamados actuadores, que son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de un líquido, energía eléctrica o gaseosa. De acuerdo a esta definición podemos distinguir tres tipos de actuadores: hidráulicos, neumáticos y eléctricos. En la actualidad se han propuesto algunos sistemas de actuación para las prótesis comerciales, prototipos en desarrollo y manos robóticas antropomórficas. Estos sistemas se diferencian unos de otros no sólo en funcionamiento, ya que hay factores muy relevantes como el ruido, cantidad de energía, potencia alcanzada, entre otros.

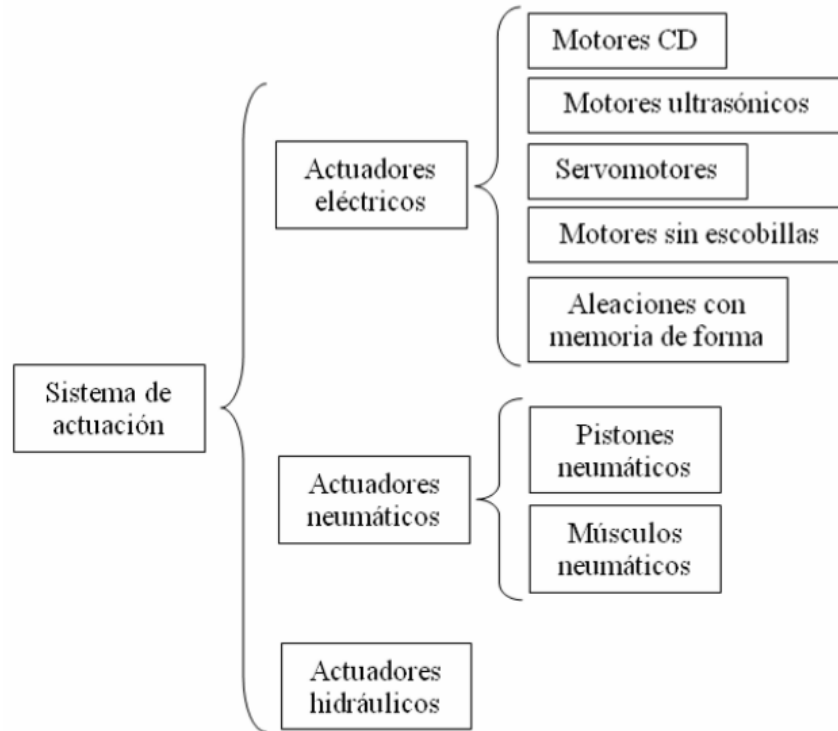


Figura 6: Actuadores analizados

Los actuadores eléctricos son los más ampliamente usados por los diseñadores de prótesis de mano porque presentan una serie de ventajas sobre los otros tipos de actuadores, como alta eficiencia, gran disponibilidad y los tamaños compactos. Se dice que son eléctricos porque transforman la energía proveniente de una fuente eléctrica directamente en energía mecánica.

Dentro de los actuadores eléctricos el más común es el motor de corriente directa (CD), que está constituido por un estator y un rotor, el estator contiene uno o más devanados por cada polo, los cuales están diseñados para llevar intensidades de corriente directa que produce un campo magnético. El rotor y su devanado está ubicados en la trayectoria de este campo magnético y cuando el devanado lleva intensidad de corriente se desarrolla un par que hace girar el motor. Hay un conmutador conectado a devanado de la armadura, sin este el motor solo podría dar una fracción de vuelta y luego se detendría.

Algunas de las ventajas de este tipo de motores son el buen rendimiento y fiabilidad, bajo costo, respuesta rápida, además si el voltaje aplicado en sus terminales es inverso el sentido de giro también lo es. Por otro lado producen fricción y por consecuencia calor y ruido, generan chispas, el rotor está sujeto a fuerzas centrífugas y el par máximo se produce en altas velocidades.

Los motores CD son utilizados en proyectos como CyberHand y RTR II, desarrollados en la Scuola Superiore Sant'Anna; TBM Hand de la Universidad de Toronto; I-Limb de la empresa Touch Bionics; SensorHand de Otto Bock, MYO Electric Hand de Centri.

Se ha notado una tendencia en el uso de estos motores en las manos protésicas debido a la gran disponibilidad y variedad, alta eficiencia y fácil manejo.

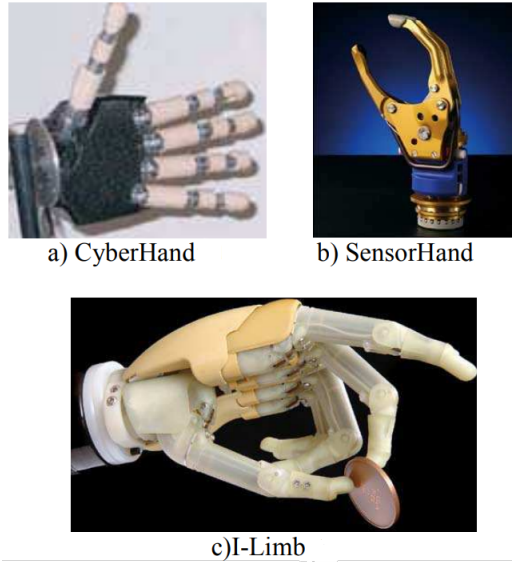


Figura 7: Algunas prótesis que utilizan motores CD.

Los servomotores son otro tipo muy común de actuadores, a grandes rasgos consiste en un motor CD, que permite situar el eje de salida en una determinada posición angular, mediante una señal externa de control. Está formado por carcasa, motor, engranes que reducen la velocidad del motor y aumentan el par de salida, circuito electrónico que controla la posición de salida, potenciómetro que se utiliza como sensor para conocer la posición del eje de salida. Por lo general un servomotor puede girar aproximadamente 180 grados.

Las ventajas que presenta son: relativamente fácil de controlar, puede ser conectado directamente a microcontroladores, su eje puede ser llevado a una posición específica, es eficiente. Sin embargo, algunas de sus desventajas son que no gira de manera continua, para evitar interferencia en los circuitos electrónicos es conveniente conectar la alimentación de los servomotores a una fuente diferente a la usada para los circuitos de control.

También, dentro de los motores encontramos a los ultrasónicos, en particular a los rotativos de onda viajera, que son motores eléctricos formados principalmente por 4 componentes (rotor, estator, electrodo y material piezoeléctrico). El elemento encargado de generar las microdeformaciones a partir de un nivel de voltaje es el material piezoeléctrico, este se encuentra adherido a un electrodo que se encarga de transmitir las señales de excitación, estos dos componentes se acoplan al estator que transmitirá el movimiento por fricción al rotor. El principio de funcionamiento de los motores ultrasónicos de onda viajera es de crear un movimiento elíptico en el punto de contacto entre el rotor y el estator que da lugar al movimiento del motor.

Sus ventajas son: elevado par de bajas velocidades, rápida respuesta y buena parada con lo que se logra una buena controlabilidad, funcionamiento silencioso, estructura simple, no le afectan campos magnéticos externos ni los genera, eficiencia insensible a la miniaturización. Sin embargo, sus principales desventajas son: necesita un suministro de potencia de alta frecuencia, bajo tiempo de vida útil debido a la fricción entre el estator y el rotor y la caída en las características par-velocidad con el tiempo.

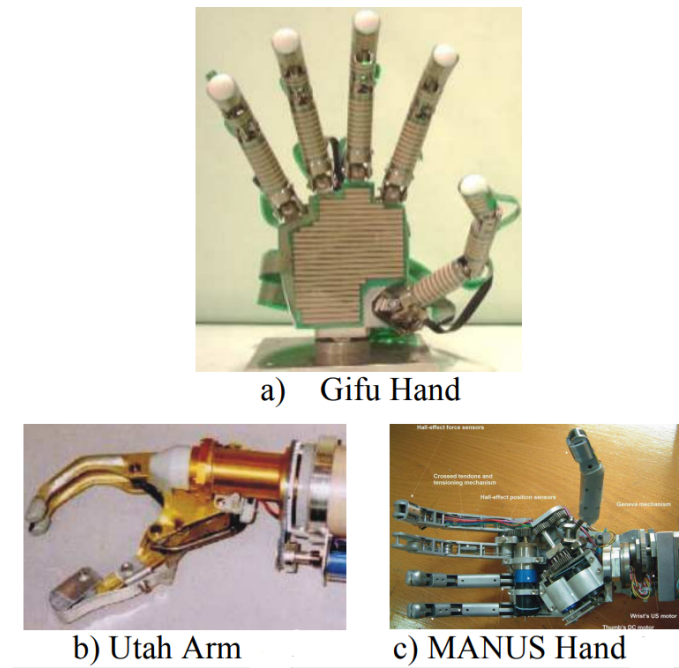


Figura 8: Prótesis que utilizan como actuadores a) servomotores, b) y c) motores ultrasónicos.

Mecanismos para mover los dedos.[1]

Ya se han mencionado brevemente los mecanismos más utilizados por los diseñadores para generar la potencia y los mecanismos de velocidad, así como unas cuantas características importantes. En esta sección se describirán los mecanismos más destacados que se utilizan para generar el movimiento de los dedos y lograr la flexión-extensión y en algunos casos la oposición del pulgar.

Uno de los sistemas más antiguos y más ampliamente utilizados en el campo de la prótesis para lograr este movimiento de flexión extensión en los dedos es mediante el uso de cables y poleas. En la mayoría de los casos las poleas se encuentran ubicadas en las articulaciones, sobre ellas pasa un cable que está fijo por uno de los extremos en alguna falange, por lo general en la última, el otro extremo del cable está conectado a la salida del sistema de actuación o si es el caso de reducción. Cuando es aplicada a una carga, del sistema de actuación al cable, este último se desliza a través de la polea y mueve la falange y por consecuencia la articulación del dedo.

En algunos proyectos se ha optado por usar un solo cable en cada dedo para lograr la flexión eso trae como beneficio inmediato a la disminución en el número de actuadores, aunque por otro lado se requiere de otro dispositivo que produzca la extensión del dedo, la tendencia para resolver la inconveniente es el uso de resortes a torsión ubicados en las articulaciones. Se emplea este arreglo debido a la sencillez de su funcionamiento, alta flexibilidad y ligereza, sin embargo, sus principales inconvenientes son que solo pueden utilizarse en tensión, sólo puede transmitir cargas relativamente pequeñas y se tiene que ajustar periódicamente la tensión en el cable.

Otra manera de lograr movimiento de los dedos es través de cables, pero en arreglo antagónico, es decir, un cable produce el movimiento en una dirección y otro cable lo produce en el sentido opuesto. Con este tipo de arreglos se logra controlar tanto la velocidad de flexión como de extensión de los dedos.

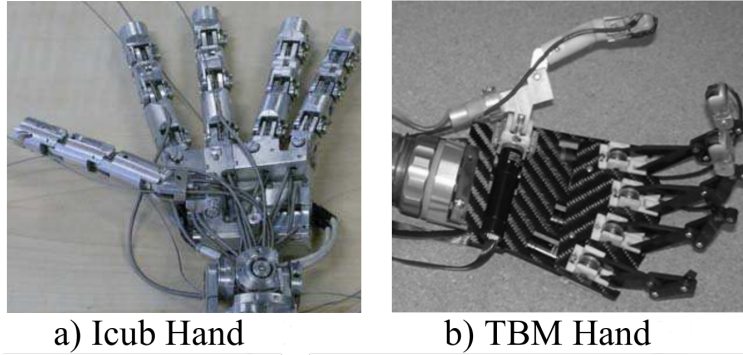


Figura 9: Mecanismos para mover los dedos mediante a) cables, b) barras.

Propuestas para una prótesis que proporcione precisión y fuerza.[1]

En el CDMIT se tiene una línea de investigación sobre diseños de prótesis inteligentes, se pretende diseñar una prótesis funcional, la cual tenga entre otras características la de, con el mismo elemento terminal realizar tareas que requieran tanto de precisión como de fuerza. Después de haber analizado los sistemas de actuación, reducción de velocidad y transmisión se ha llegado algunas conclusiones que servirán para lograr que la prótesis tenga tanta precisión como fuerza.

El actor ideal para lograr precisión y fuerza se encuentra englobado en los eléctricos, más específicamente un motor CD un motor sin escobillas, la ventaja que tienen primero sobre el segundo es la disponibilidad de tamaños y capacidades además de un menor costo. Sin embargo, el motor sin escobillas es más eficiente y tiene una mayor vida útil.

En cuanto al sistema de transmisión de velocidad, el tren de engranes planetario es el más adecuado para lograr una mayor reducción de velocidad y aumento de torque en un espacio muy reducido, siendo ideal para lograr la característica de precisión y fuerza en las prótesis de mano.

La elección de los mecanismos de transmisión de potencia hacia los dedos se debe hacer principalmente en base a 2 criterios que a simple vista parecen opuestos, por un lado, se requiere que los dedos sean lo suficientemente rígidos para sujetar los objetos de forma segura, y por el otro deben ser flexibles para adaptarse de mejor manera a la forma del objeto y así poder disminuir la fuerza requerida para sujetarlo.

3. Conclusiones

La investigación se realizó sobre las prótesis de manos, siendo esto enfocado, en su construcción, materiales, características, mecanismos, electrónica que se usa, métodos de manufactura, y tipo de prótesis comerciales, se investigó todo lo relacionado. Una prótesis es un elemento desarrollado con el fin de mejorar o reemplazar una función, una parte o un miembro completo del cuerpo humano afectado, por lo tanto, una prótesis para un amputado también colabora con el desarrollo psicológico del mismo, creando una percepción de totalidad al recobrar movilidad y aspecto. En un futuro próximo gracias a la investigación y búsqueda de nuevos materiales que cumplan las expectativas y necesidades como la resistencia, compatibilidad, durabilidad, peso serán más accesibles, se tendrá una mayor accesibilidad a las prótesis dando así paso a una nueva Era en el campo de

la biomecánica.

Referencias

- [1] Diaz J. Dorador J. Mecanismos de transmisión y actuadores utilizados en prótesis de manos, Septiembre 2009.
- [2] Gaviria-López C. A. Quinayás-Burgos C. A. Sistema de identificación de intención de movimiento para el control mioeléctrico de una prótesis de mano robótica, Septiembre 2015.
- [3] Din M. Y. Aliyu A. A. A Rani A. M. A., Fua-Nizan R. Manufacturing methods for medical prostheses—a review. in international medical device and technology conference, August 2017.