

"PROTOTIPO DE UNA PRÓTESIS FUNCIONAL DE DEDO INDICE SUBACTUADA PARA IMPRESIÓN 3D A BASE DE ACIDO POLILACTICO (PLA)"

Propuesta de Investigación por:

- *Jorge Luis salinas Garza IMTC 1916367*
- *Bernardo Gil Villarreal IMTC 1991876*
- *Cristian Arturo Garza Cavazos 1909877*
- *Victor Emmanuel Cantú Corpus 1909659*
- *Mauricio Julián Salazar Salazar 1906944*



Ciudad Universitaria, a 11 de noviembre del 2022

Índice

I Introducción	4
Protesis.....	5
Polimeros: Acido Polilactico (PLA).....	6
Justificación	7
Hipótesis	8
Objetivos	9
 II Antecedentes y Fundamentos	 10
Prótesis de la mano.....	11
Biomecanica de la mano.....	12
Prótesis de los de los dedos.....	12
Funcionamiento de los dedos.....	13
Anatomia de los dedos.....	14
 III Desarrollo Experimental	 15
Prototipo de la prótesis en software	16
Selección de materiales y equipo	20
Programación y codificación de la prótesis.....	21
Simulación de la prótesis.....	22

Índice

IV Resultados y Discusión	23
Prototipo físico.....	24
Resultado de la Prótesis.....	26
Conclusión	27
Trabajo a futuro	28
Referencias	29

The background is a soft watercolor wash featuring a mix of light pink, pale blue, and white. The colors are blended together in a textured, painterly style, with some areas appearing more saturated than others, creating a dreamy and artistic feel.

I Introducción



PRÓTESIS



Actualmente en México los accidentes aumentan constantemente ocasionados por diversos motivos, sin embargo sus consecuencias van desde la muerte hasta la amputación de una parte del cuerpo, por lo que hoy en día las prótesis son un sustituto artificial para la calidad de vida de los habitantes afectados. Un campo específico de necesidad de prótesis es el de las personas que han perdido o nacido sin manos por diversas causas, particularmente sin las extremidades de los dedos; teniendo la necesidad de una prótesis sobreactuada que facilite sus actividades cotidianas y su estilo de vida.



POLÍMEROS: ACIDO POLILACTICO (PLA)



Las prótesis a base de polímeros son hoy en día una realidad, gracias a sus favorables ventajas y novedosas propiedades comparadas con materiales convencionales como metales, cerámicos, ceras. Actualmente existen prótesis a base de Polipropileno (PP), Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre otros sin embargo en esta presentación se propone el uso de ácido poliláctico (PLA) para la creación de un prototipo de prótesis de dedo índice subactuado con el fin de proponer un modelo funcional con un material biodegradable, de bajo costo y fácil impresión además que este polímero contiene propiedades significativas para su impresión 3D; todo esto con el fin de ayudar a las personas que necesitan una extensión artificial que facilite su vida.

JUSTIFICACIÓN

La amputación y nacimiento de personas sin extremidades de los dedos es una problemática actual ocasionada por diversas circunstancias, por lo que se propone la creación de una prótesis con el fin de ayudar a las personas y su calidad de vida. En este proyecto se propone utilizar filamentos de ácido poliláctico (PLA) para la impresión 3D de un prototipo de prótesis, mediante su programación y simulación en el software Solidworks utilizando un servomotor programado con un arduino UNO para establecer el movimiento de la prótesis sobreactuada, así como su ensamblaje con hilos. Este tipo de prótesis aportará a las personas la ayuda necesaria para mejorar su estilo de vida y facilitar la manipulación y función innata de la mano. El aporte que tiene esta prótesis a la ciencia y tecnología se basa en la creación del prototipo así como la implementación de un material biodegradable, de bajo costo y fácil procesamiento que genere una oportunidad de ayuda a la sociedad.

HIPÓTESIS

Se plantea el diseño de una prótesis de dedo sobreactuada a base de PLA que contenga un solo motor con arreglo de engranes con el fin de ser mas sencilla y económica para su facil accesibilidad a las personas así como también se lograra la reducion de las variables de posibles errores o descomposturas solucionando el problema de precios, calidad y servicio.



OBJETIVOS

Objetivo General:

Fabricar un prototipo de prótesis funcional de dedo índice subactuado a base de filamento PLA e impresión 3D, para personas que han perdido o nacido sin las extremidades de los dedos con el fin de brindar una mejor calidad de vida.

Objetivos Específicos (Actividades Concretas):

- 1) Tomar medidas de la parte del dedo a realizar.
- 2) Diseño de las piezas que conformarán al dedo.
- 3) Diseño e implementación del servomotor a la mecánica de la prótesis.
- 4) Impresión 3D e implementación de los mecanismos de movimiento.
- 5) Programación mediante Arduino UNO del movimiento de la prótesis.
- 6) Implementación del Arduino al servo de la prótesis.
- 7) Establecer un Objetivo de Desarrollo.
- 8) Tomar en cuenta las necesidades que necesita cumplir la prótesis.
- 9) Crear un diseño que cumpla con todas las necesidades de la manera más compacta y eficiente posible.
- 10) Adecuar el diseño con las medidas del individuo en cuestión.
- 11) Comparar el funcionamiento de la prótesis con respecto a un dedo real.
- 12) Examinar si se cumple el objetivo inicial del proyecto.

A large, irregular splash of orange and peach watercolor paint serves as the background for the slide. The colors are warm and blended, with darker orange in the center and lighter peach towards the edges.

II Antecedentes y Fundamentos

Prótesis de 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° ; este dedo es el de mayor funcionalidad y la pérdida del mismo reduce un 40 % la capacidad de funcionalidad de la mano.

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.

Biomecánica de la mano

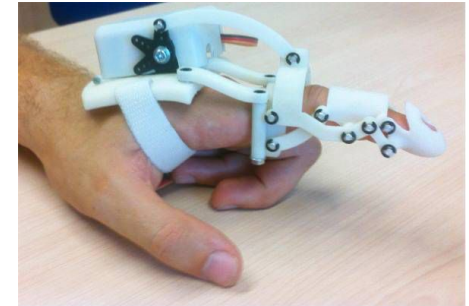
La morfología es un concepto importante porque determina en gran medida la forma y la estructura del robot. Su funcionamiento y sus beneficios, así como sus áreas de aplicación.

Los movimientos que se realizan en el plano frontal, es decir, la abducción y la aducción se realizan en relación al eje de la mano y no del cuerpo. Este eje de la mano está constituido por el tercer metacarpiano y el dedo medio; por esta razón, se habla de movimientos de separación y aproximación de los dedos.



Prótesis de los dedos

Este tipo de prótesis sobresale en la restauración de agarres de pellizco, llave, cilíndricos y de fuerza, así como en la estabilidad de agarre. Cada dispositivo está diseñado a medida a milímetros de la anatomía única de un paciente para imitar con éxito la compleja función de un dedo.[3]



Funcionamiento de los dedos

Cuando dejamos que la mano asuma su posición natural, los dedos quedan algo separados entre sí, y el eje de los dedos pasa por el dedo medio como referencia para el acercamiento o separación de los otros dedos. Cuando los dedos están separados, los ejes de cada uno de ellos convergen en un punto que corresponde aproximadamente al tubérculo escafoides.

Los movimientos de abducción y aducción de la mano no están relacionados con los movimientos simétricos del cuerpo, sino con el movimiento del eje de la mano que pasa por el tercer metacarpiano y el dedo medio que permanece inmóvil, entonces hablamos del movimiento de los dedos. acercándose o separándose

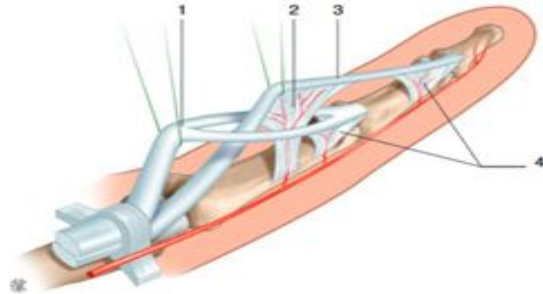


Anatomía del aparato flexor

Este sistema está compuesto por una serie de estructuras anatómicas que, en conjunto, permiten su funcionamiento.

Los tendones flexores de la mano pueden dividirse en 3 grupos principales:

- **Tendones flexores del carpo:** son el palmar mayor, el palmar menor y el cubital anterior.
- **Tendones flexores de los dedos largos:** son los flexores profundos de los dedos, los cuales se insertan en la falange distal y los flexores superficiales de los dedos, los cuales rodean al flexor profundo a través del quiasma de Camper y se insertan en la falange media de los dedos.
- **Tendón flexor largo del pulgar.**

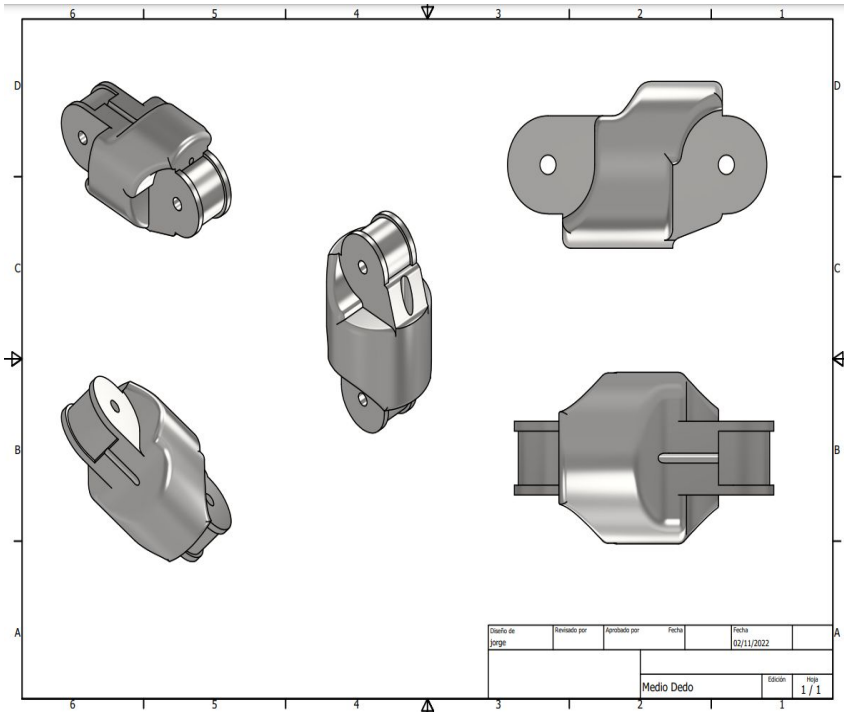


Tendones flexores en el dedo. 1. Flexor superficial del dedo; 2. vinculum; 3. flexor profundo del dedo; 4. vincula brevis.



III Desarrollo Experimental

FALANGE MEDIA



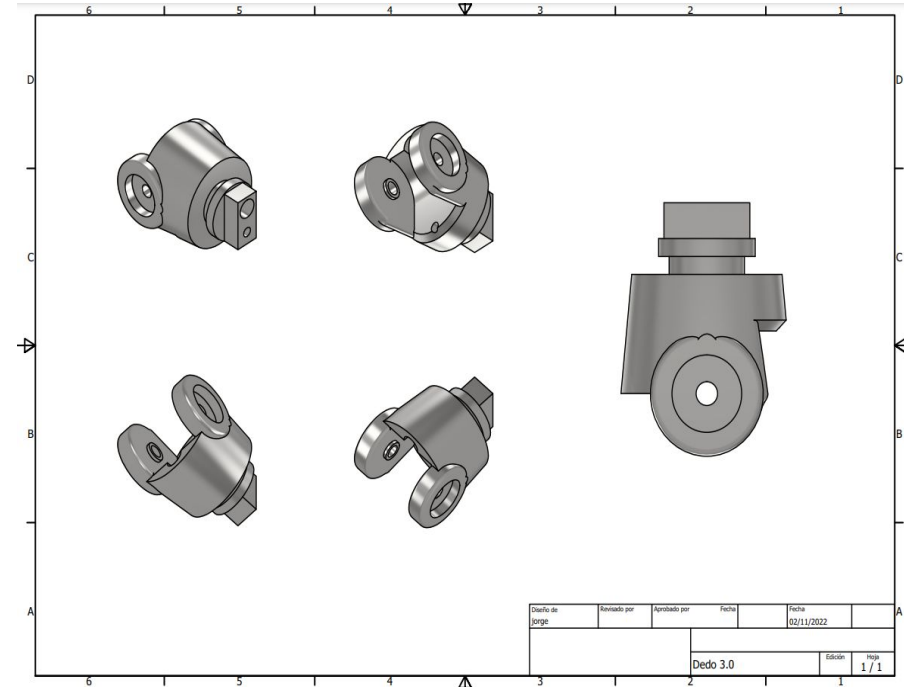
Aquí se empieza por la construcción de la **falange media**, estas falanges solamente tienen la capacidad de flexión y extensión de las articulaciones interfalángicas proximales.

Las cabezas de las falanges medias tienen un cierto parecido a una polea y se articulan con las bases de las falanges distales, formando así las articulaciones interfalángicas distales de la mano. La base de cada falange media tiene dos carillas articulares de forma cóncava y coincide con la cabeza de la falange proximal correspondiente o de cada dedo; estas dos falanges se articulan a través de la articulación interfalángica proximal.

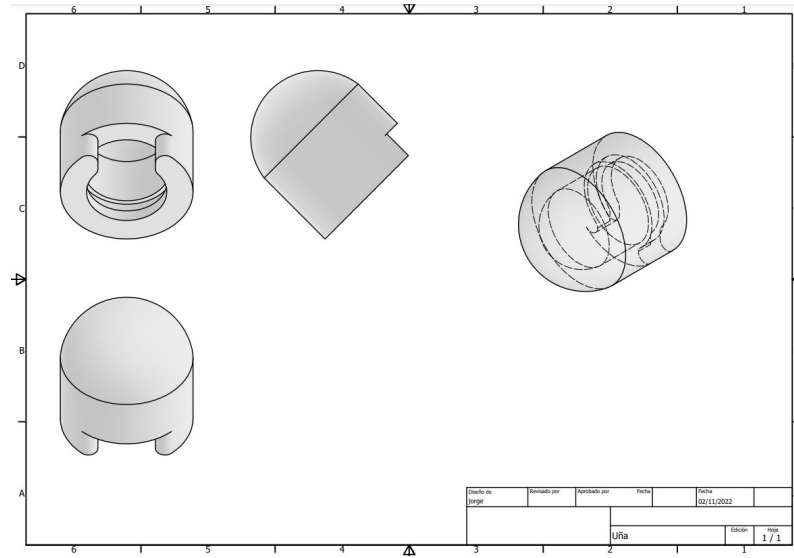
Pasamos ahora con el diseño de la **falange distal**, esta parte del dedo es capaz de producir movimientos de flexión y extensión a nivel de las articulaciones interfalángicas distales; dos músculos que son extensores y un músculo que es flexor del antebrazo son insertados directamente en las bases de las falanges distales, facilitando así la acción de dichos movimientos.

Se utilizará una especie de hilo para unir esta pieza con la anterior y así poder simular los tendones, y evitar daños en la pieza conforme se vaya utilizando.

FALANGE DISTAL

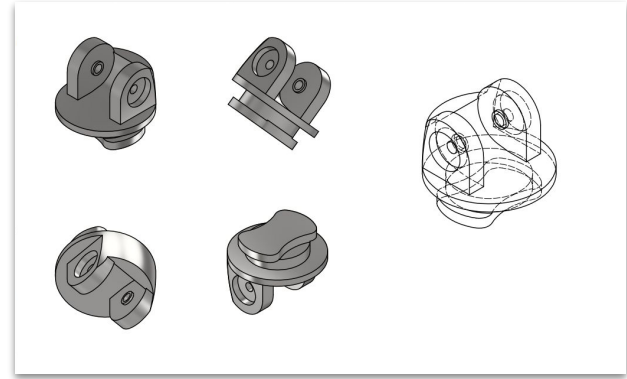
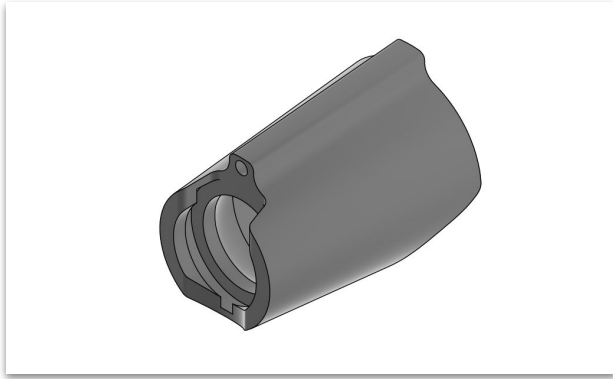


PUNTA DE LA UÑA



Esta pieza conforma la **punta de la uña**, aunque ya es parte de una falange, este diseño tiene como finalidad similar mejorar el extremo de la prótesis de dedo. Esta pieza se ensambla con la anterior para ya tener casi terminada nuestra prótesis a falta de una falange.

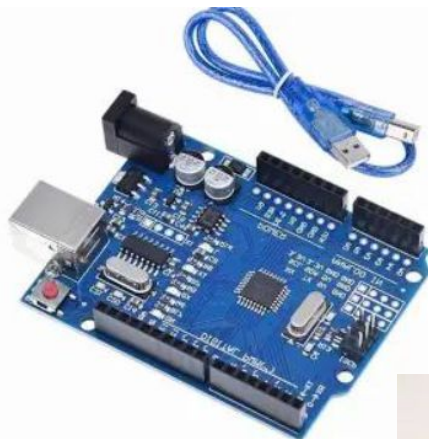
FALANGE PROXIMAL



Aquí empezamos con nuestra **falange proximal**, éstas en concreto con bastante móviles a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas; principalmente son capaces de realizar el movimiento de flexión, extensión, aducción y abducción. Los movimientos de rotación y circunducción también se pueden realizar a nivel de dichas articulaciones ya mencionadas, en especial la del dedo pulgar. Estas dos últimas piezas van ensambladas y en conjunto forman la falange proximal, recordemos que antes de ensamblar uniremos las piezas que se necesiten con un hilo que pasa por dentro de toda la prótesis.

Material utilizado:

- Filamento PLA
- Servomotor
- Hilo de pesca
- Arduino UNO



CÓDIGO IMPLEMENTADO

En nuestra codificación, lo que realizamos fue incluir nuestra librería de “servo” en donde después de eso llamamos a nuestro servo “ioe”. Además en la parte de nombrar nuestros pines en el potenciómetro pusimos en el pin 0 y el valor del potenciómetro en el de entrada.

Vemos cómo asignamos el pin 2 al nuestro motor y bueno en nuestro loop usamos una serie de pasos para poder modificarlo. Lo cargamos a nuestro Arduino Uno y pudimos observar cómo estaba funcionando correctamente.



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following elements:

- Top bar: Biomeca Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
- Menu bar: Archivo, Editar, Programa, Herramientas, Ayuda
- Toolbar: Check, Run, Upload, Download, Erase
- Tab: Biomeca
- Code editor:

```
#include <Servo.h>

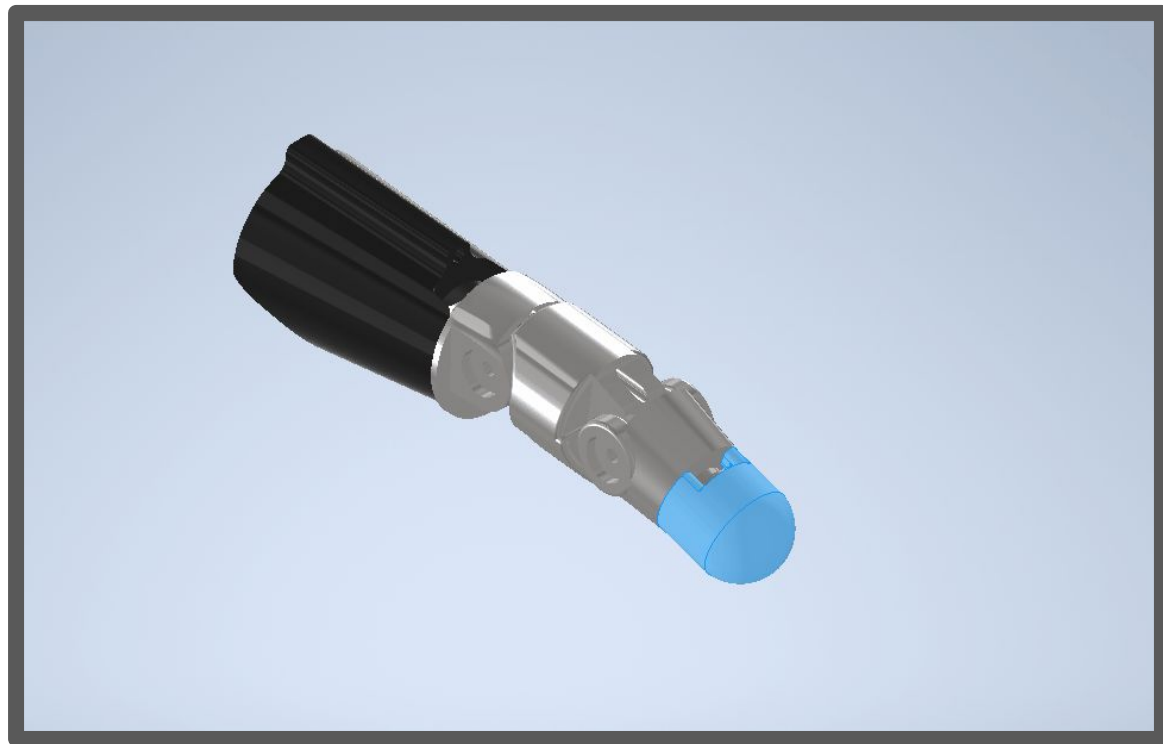
Servo servo;

int potencimetro = 0;
int valor_potencimetro;

void setup() {
  servo.attach(2);
}

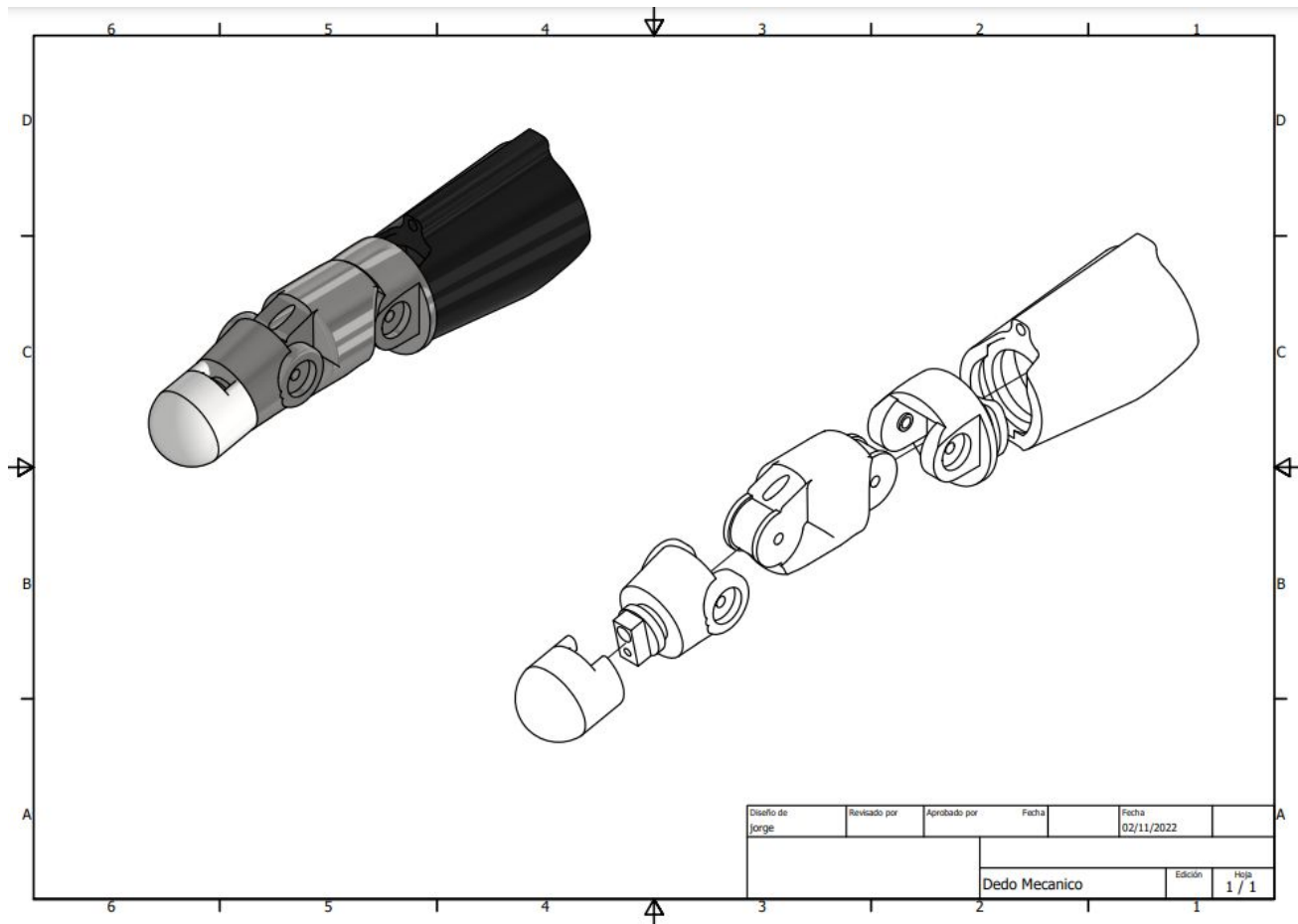
void loop() {
  valor_potencimetro = analogRead(potencimetro);
  valor_potencimetro = map(valor_potencimetro, 0, 1023, 0, 180);
  servo.write(valor_potencimetro);
  delay(10);
}
```
- Status bar: Subido
- Memory usage: El Sketch usa 2072 bytes (6%) del espacio de almacenamiento de prog. Las variables Globales usan 50 bytes (2%) de la memoria dinámica, d
- Page number: 10 - 15

Simulación en Solidworks





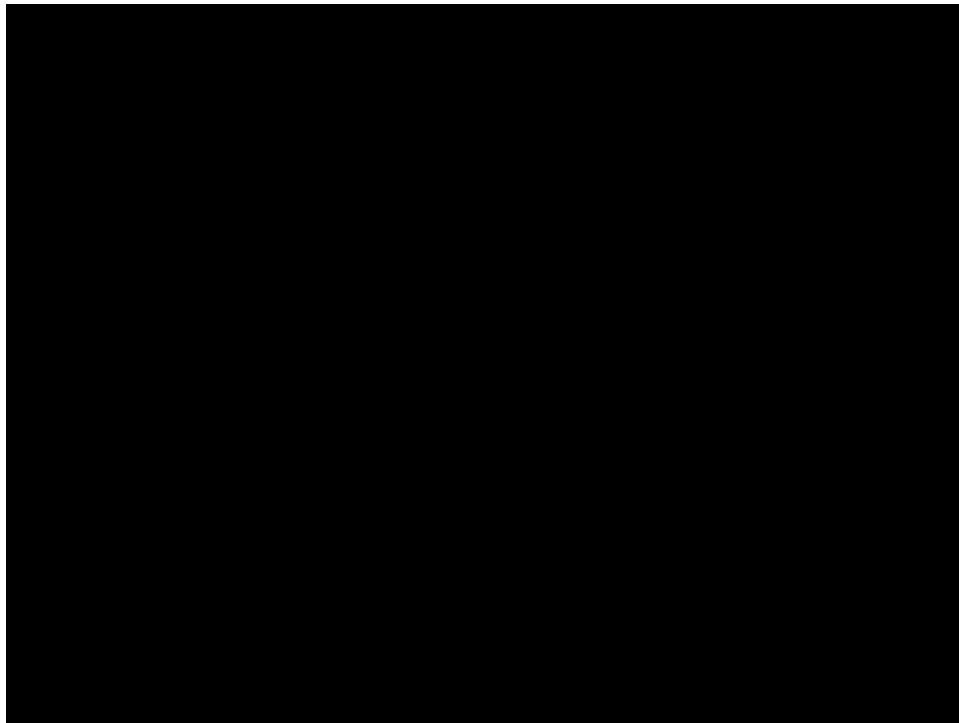
IV Resultados y Discusión



Diseño de jorge	Revisado por	Aprobado por	Fecha	02/11/2022
			Dedo Mecanico	Edición 1 / 1



Resultado de la Prótesis



A watercolor-style background with a horizontal band of color. The colors are primarily warm, including shades of orange, yellow, and light pink. The texture is soft and painterly, with visible brushstrokes and some darker, more saturated areas on the left side that fade into lighter, more diffused colors towards the right. The overall effect is artistic and gentle.

V. CONCLUSIÓN

Trabajo a Futuro

Para concluir con este proyecto verdaderamente nos supuso un reto ya que tuvimos que ponernos en los zapatos de otras personas ya que hicimos el análisis de todo un estudio para personas que carecen de la mayor parte de su dedo índice, el cual la idea fue suplantar esta parte del cuerpo con una prótesis a base de ácido poliláctico(PLA), se logró hacer lo más económico posible para que cualquier persona que gane un salario mínimo pueda obtenerlo. En el prototipo solo utilizamos un servomotor ensamblado en él un hilo de pescar para que quede más rígido y cumpla la función de ser una prótesis subactuada, en total toda la prótesis vale alrededor de 350 pesos y es algo muy relevante ya que este tipo de cosas en el mercado son demasiado caras y es el principal motivo por el cual muchas personas no pueden adquirir algo semejante que sea funcional así como el diseño que se realizó, es importante para futuras ideas tomar en cuenta las medidas de las personas a las cuales se van a aplicar este proyecto, también si es de su agrado cambiar el material e intentar implementar un microcontrolador para que sea algo adaptable para empezar a producir de manera industrial y poder llegar a todas las personas que necesiten una prótesis como esta.



Referencias bibliográficas

1. Paez Chingal, I.; Gaviria Lopez, C. Protesis subactuadas de manos humanas. Revista de la facultad de Ingenieria, Ingenium. 2017.
2. Lucia, C. Filamento PLA en impresión 3D. Formnext, 2019.
3. <https://dispositivosmedicos.org.mx/protesis-para-dedos-la-combinacion-de-tecnologia-y-funcionalidad/>