



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## TÍTULO:

- **INVESTIGACIÓN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE MANO ROBÓTICA TIPO GRIPPER ACCIONADA POR INTERRUPTORES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA**

**AUTOR:**

**ESCOBAR ESPIN LEONIDAS GABRIEL**

**DIRECTOR:**

**ING. MANJARRÉS ARIAS, FÉLIX JAVIER. M.Sc.**



# Resumen

Las ausencias de las extremidades superiores a causa de un accidente provocan un daño en la persona que a pesar de tratamientos no recupera su movilidad a un cien por ciento por lo que se establece programas de adaptación o inclusión social, se introduce al diseño concurrente y técnicas de selección basado en criterios, lo que conlleva a la clasificación, modo de funcionamiento, tipo de control, materiales y forma física que adoptara el dispositivo considerando los costos del mercado nacional e importaciones, la selección de una categoría de mano robótica se basa en proyectos que se referencien o sean útiles para el dispositivo, Una vez realizado un diseño exhaustivo con pruebas físicas o prototipos para su correcto funcionamiento y reemplazando medidas erróneas o consideraciones en su construcción en tres dimensiones, corrigiendo esto se procede a la realización del dispositivo final validando materiales que no sufrieron cambios en los prototipos dando como resultado un dispositivo pulido de errores básicos obteniendo un funcionamiento adecuado.



# Justificación del problema

- Debido al cansancio del ser humano ante estímulos negativos por lo general cuando existe alguna molestia, se descarta el uso constante de la prótesis lo que conlleva a no generar avances o mejoras en estos dispositivos. Una mano robótica debe permitir su uso en diferentes condiciones como: el escribir, tomar un CD, aplastar un botón del control remoto, sujetarse a las barandas de un bus, tomar un vaso, entre otras situaciones cotidianas al no poder hacer estas actividades simples se generan frustraciones e inconvenientes. Por el contrario, al tener un dispositivo de última tecnología el costo de inversión es muy elevado y solo estará limitado a personas pudientes.



# Objetivos:

## Objetivo general

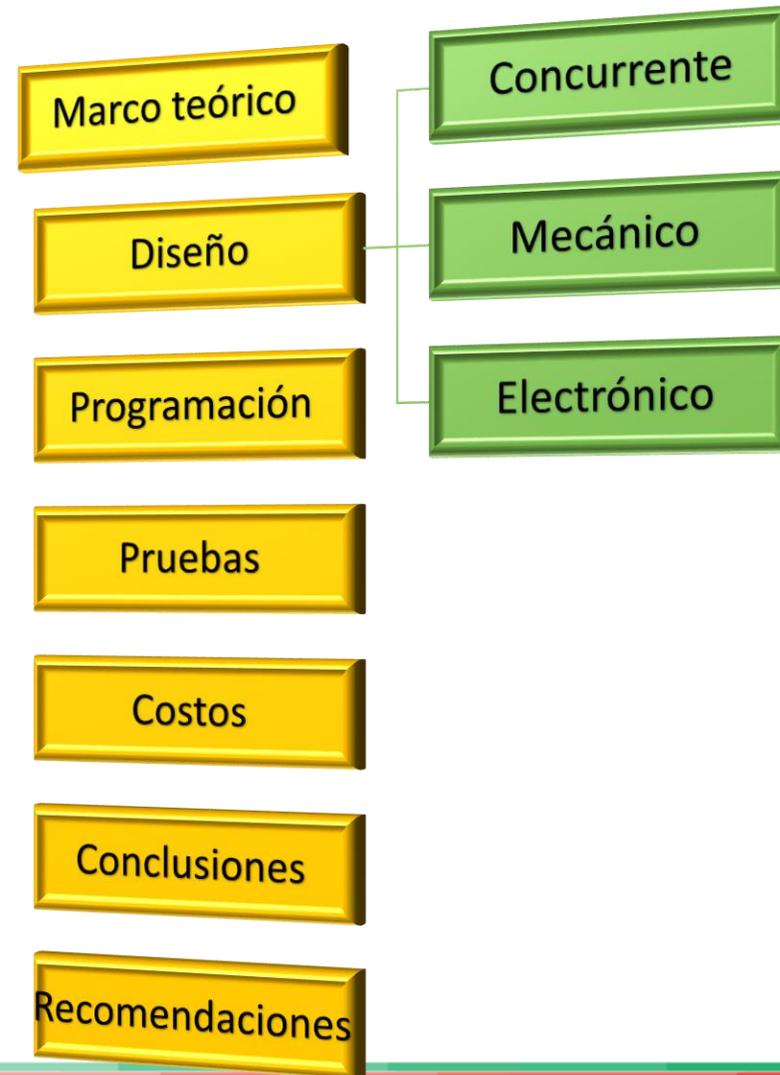
- Investigar diseñar y construir un modelo de mano robótica tipo Gripper accionada por interruptores para personas con discapacidad física.

## Objetivos específicos

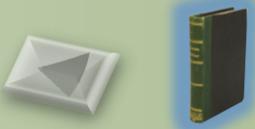
- Investigar y analizar una estructura básica pero implementable complementando teóricamente a base de fuentes y técnicas de recopilación de información.
- Diseñar, modelar y validar la parte simulada que va ser física y que podrá ser implementada en la mano robótica.
- Construcción de los elementos que conformarán la mano dentro del sistema mecánico eléctrico, electrónico y de implementación del software.
- Ensayar la mano robótica en diferentes situaciones, interferencias o perturbaciones externas que se presentaran de forma normal o en la vida cotidiana en personas con discapacidad física.



# Agenda



# Marco teórico



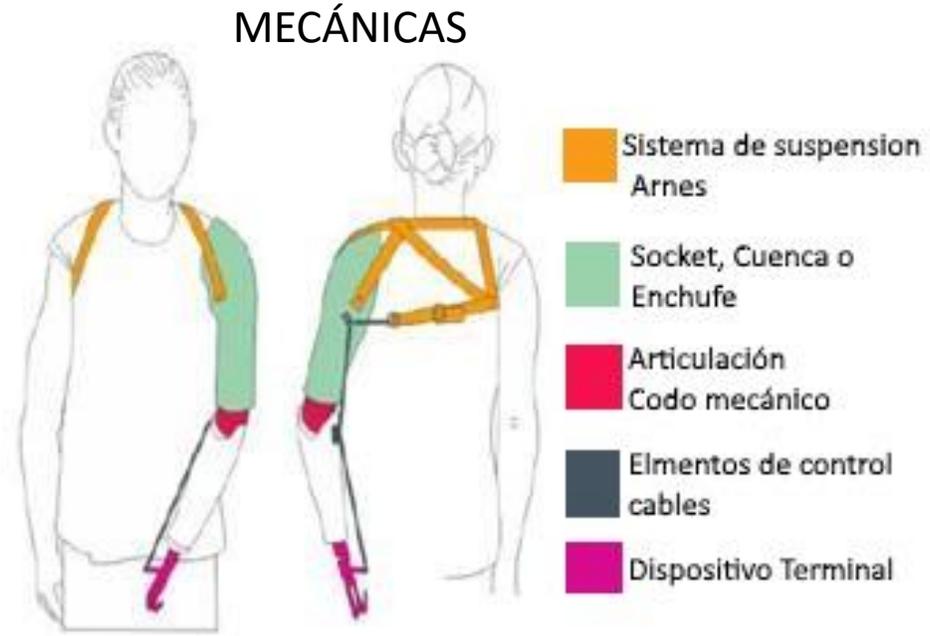
- Prótesis



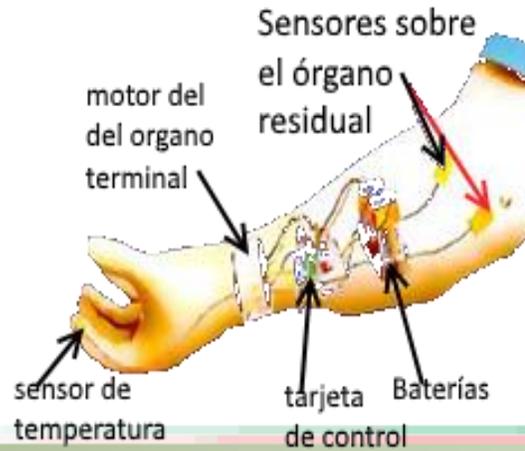
COSMETICAS



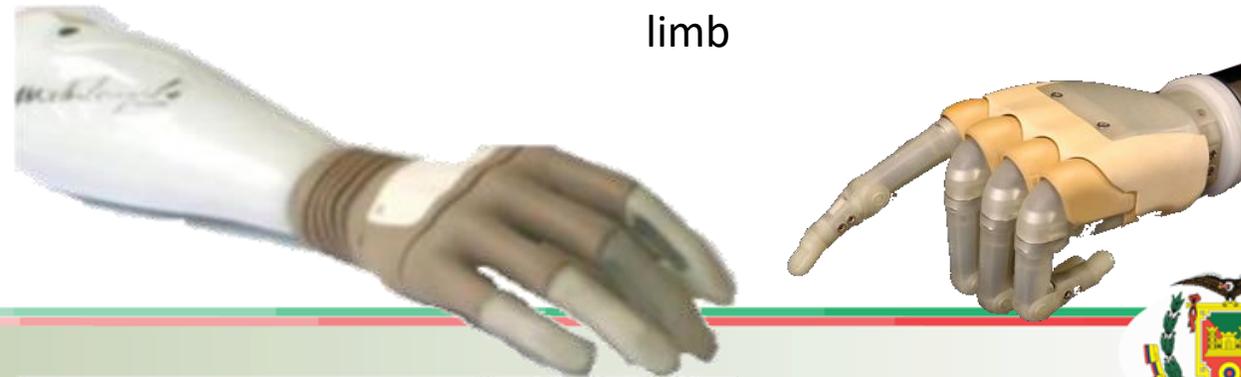
HIDRAULICA



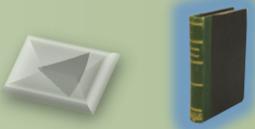
MIOELECTRICAS



MIOELECTRICAS I-limb

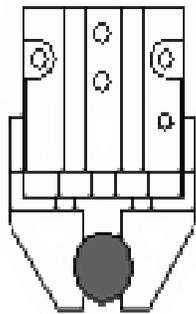


# Marco teórico

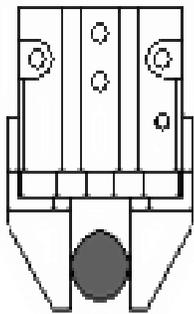


- Gripper

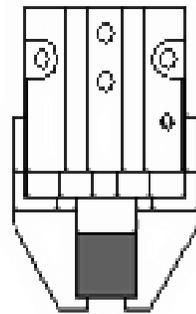
Poseen velocidad  
Fuerza  
Agarre  
Facil construcción(materiales como acero,  
aluminio, o plastico)



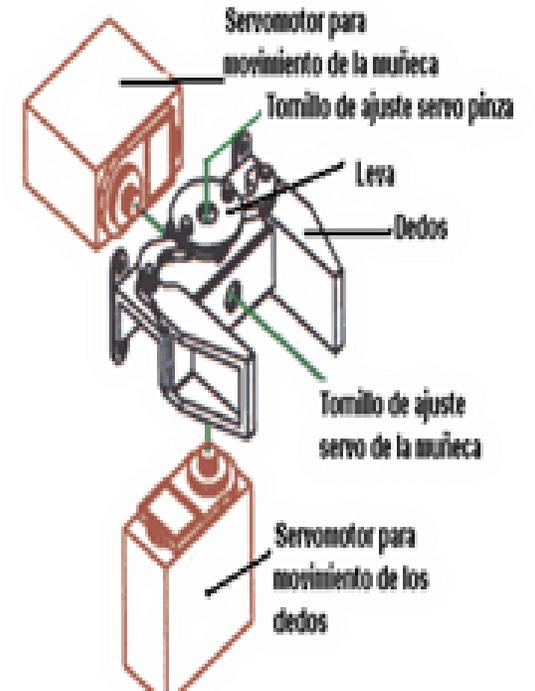
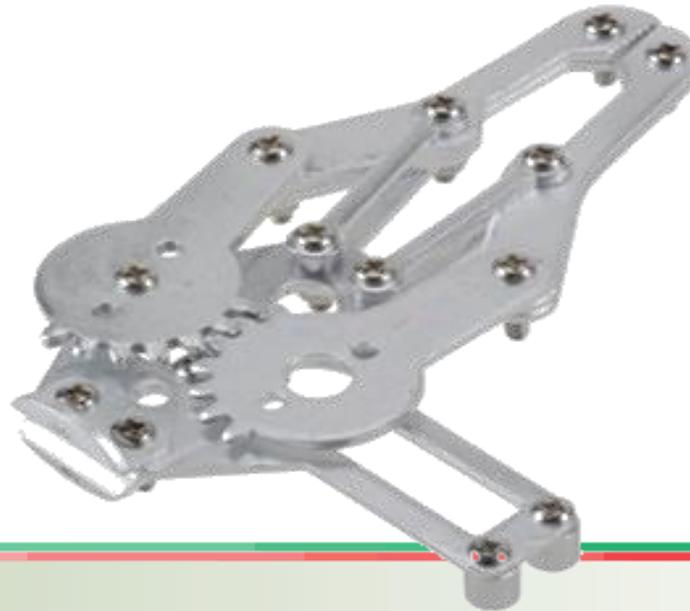
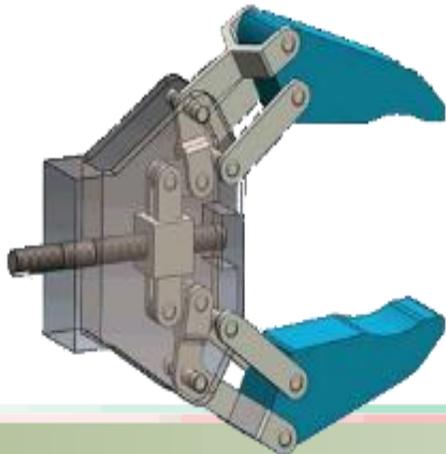
Rodear

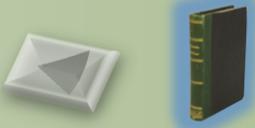


Fricción



Retención





# Marco teórico

- Materiales
  - Polímeros y plásticos: PLA, ABS (por disponibilidad las impresiones)
  - Metales: acero, aluminio (común en talleres)

Bobinas para impresión 3D	Acero de transmisión 1018	Aluminio T6 de espesor a 5mm

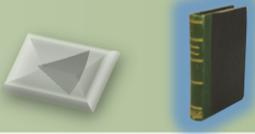


# Materiales seleccionados en el marco teórico y sus razones

- Prótesis de gancho mecánico (se sujetara con un solo elemento al cuerpo)
- Gripper de tornillo central (el tornillo no están directamente con el motor, tornillo solo se mueve si solo si el motor gira)
- Materiales (debido a la variabilidad en las fuerzas se dividen)
  - PLA material utilizado en las impresiones que solo depende en la densidad de la misma)
  - Acero (debido a su robustez y tenacidad este elemento es adecuado para la transmisión)
  - Aluminio. En esta variedad se opta por el T6 ya que no posee porosidad superando al T4



# Diseño concurrente



- Dentro de ingeniería concurrente se puede tomar en cuenta los diferentes prototipos que se generan de forma física o simulada.
- Técnica de criterios ponderados

<b>Criterios importantes para las alternativa</b>		
<b>Criterio 1</b>	Peso del dispositivo	Debe ser el más ligero para generar una mejor utilización
<b>Criterio 2</b>	Fuerza de apriete	Para sujetar los diferentes cuerpos y seguridad del usuario
<b>Criterio 3</b>	Mantenimiento y reparación	Fácil en su reparación y repuestos
<b>Criterio 4</b>	Precio	Menor costo en la fabricación y el costo de vida
<b>Criterio 5</b>	Universalidad	Versatilidad para adaptarse a más de un nuevo usuario



# Primer paso Criterios ponderados

<b>Alternativas de las prótesis</b>	
<b>Alternativa 1</b>	Proyectos prótesis Gripper activación Mioeléctrica o a interruptor
<b>Alternativa 2</b>	Prótesis generadas en otros países , Mioeléctrica de empresas especializada
<b>Alternativa 3</b>	Prótesis proyectos antropomórfica
<b>Alternativa 4</b>	Prótesis cosméticas
<b>Alternativa 5</b>	Prótesis mecánicas y eléctricas

		<b>Criterio 1</b>	<b>Criterio 2</b>	<b>Criterio 3</b>	<b>Criterio 4</b>	<b>Criterio 5</b>	<b>Σ+1</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Criterio 1</b>	Peso del dispositivo		1	1	0	0	3,00	0,20
<b>Criterio 2</b>	Fuerza de apriete	0		1	0	1	3,00	0,20
<b>Criterio 3</b>	Mantenimiento	0	0		1	1	3,00	0,20
<b>Criterio 4</b>	Precio	1	1	0		1	4,00	0,27
<b>Criterio 5</b>	Universalidad	1	0	0	0		2,00	0,13



# Alternativas desde cada criterio

Peso del dispositivo (0.20)	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	1	1	5,00	0,333
Alternativa 2	0		0,5	0,5	1	3,00	0,200
Alternativa 3	0	0,5		0,5	1	3,00	0,200
Alternativa 4	0	0,5	0,5		1	3,00	0,200
Alternativa 5	0	0	0	0		1,00	0,067
					Suma	15	1

La solución para este criterio se denota en alternativa:  $1>2=3=4>5$



# Panorama

- se observa una alternativa validada mediante un criterios

Conclusiones	Peso del dispositivo	Fuerza de apriete	Mantenimiento	Precio	Universalidad	$\Sigma$
Proyectos prótesis Gripper activación Mioeléctrica o a interruptor	0,07	0,05	0,05	0,08	0,04	0,29
Prótesis generadas en otros países , Mioeléctrica de empresas especializada	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	0,14
Prótesis proyectos antropomórfica	0,04	0,01	0,06	0,04	0,04	0,20
Prótesis cosméticas	0,04	0,03	0,04	0,06	0,02	0,19
Prótesis mecánicas y eléctricas	0,01	0,07	0,02	0,05	0,03	0,18



# Nuevas alternativas específicas

	Tipo de Gripper	Actuador	Driver del actuador	Transmisión física	Auto bloqueo	N° dedos
<b>Alternativa 1</b>	Dedos antropomórficos	Motores eléctricos	tarjeta de control	hilos	No	3
<b>Alternativa 2</b>	Dedos antropomórficos	Materiales electro expandibles	tarjeta de control	hilo	No	5
<b>Alternativa 3</b>	Garras	Motor o cilindro	Mediante tarjeta de control	Eslabón y tornillo de transmisión	Si	3
<b>Alternativa 4</b>	Garras	Motor o servomotor	Tarjeta embebida	Engranés	No	3
<b>Alternativa 5</b>	Antropomórfica	Servomotor	Tarjeta de control	hilos	No	3
<b>Alternativa 6</b>	Gripper comercial	Servomotor	Tarjeta de control servo		Si	2
<b>Alternativa 7</b>	Dedos paralelos	Neumática	Bomba neumática	ductos de aire	No	2
<b>Alternativa 8</b>	Dedos antropomórficos	Servomotores	Tarjeta de control	Directo	No	5



# Para una solución final y más puntual

Criterio	Fuerza de apriete	Tamaño y peso	Durabilidad	Universalidad	Mantenimiento y reparación	Costo del proyecto	Σ+1	Ponderación n
Fuerza de apriete		1	0,5	0,5	0	0,5	3,50	0,17
Tamaño y peso	0		0,5	0,5	0,5	0	2,50	0,12
Durabilidad	0,5	0,5		1	1	0	4,00	0,19
Universalidad	0,5	0,5	0		0,5	1	3,50	0,17
Mantenimiento y reparación	1	0,5	0	0,5		0	3,00	0,14
Costo del proyecto	0,5	1	1	0	1		4,50	0,21

## Alternativas

<b>Alternativa 1</b>	Prótesis antropomorfa tipo stanford a interruptores
<b>Alternativa 2</b>	Prótesis mioeléctrica antropomorfa materiales inteligentes
<b>Alternativa 3</b>	Prótesis tipo cremallera y garras con activación a interruptores
<b>Alternativa 4</b>	Prótesis gripper tipo garras a interruptor
<b>Alternativa 5</b>	Prótesis antropomorfa a servomotores hecho con impresión 3d
<b>Alternativa 6</b>	Prótesis tipo pinza comercialmente disponible
<b>Alternativa 7</b>	Prótesis gripper a base de mordaza en paralelo
<b>Alternativa 8</b>	Mano inalámbrica (alvarado 2011)



# Resultado de alternativas

	<b>Fuerza de apriete</b>	<b>Tamaño y peso</b>	<b>Durabilidad</b>	<b>Universalidad</b>	<b>Mantenimiento o reparación</b>	<b>Costo del proyecto</b>	<b>Total</b>	<b>Evaluación</b>
<b>Prótesis antropomorfa tipo Stanford a interruptores</b>	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,1224	
<b>Prótesis Mioeléctrica antropomorfa materiales inteligentes</b>	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,04	0,1399	Aceptada
<b>Prótesis tipo cremallera y garras con activación a interruptores</b>	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,1233	Aceptada
<b>Prótesis Gripper tipo garras a interruptor</b>	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,04	0,1389	Aceptada
<b>Prótesis antropomorfa a servomotores hecho con impresión 3D</b>	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,04	0,1376	Aceptada
<b>Prótesis tipo pinza comercialmente disponible</b>	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,1144	
<b>Prótesis Gripper a base de mordaza en paralelo</b>	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,1204	
<b>Prótesis de mano inalámbrica basados en la construcción (Alvarado 2011)</b>	0,04	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,1032	

# Selección de elementos físicos

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>	<b>Alternativa 4</b>
<b>Material</b>	PLA	Aluminio	Acero	PLA
<b>Fuente de energía mecánica</b>	Material Inteligente	servomotores	servomotores	Servomotores
<b>Estructura efector final</b>	PLA	PLA	PLA	PLA
<b>Transmisión</b>	Hilo	Tornillo de potencia	Engranés	Hilos
<b>Movimiento transversal</b>	No	Pivote servomotor	Pivote servomotor	No tiene fijo
<b>Numero de grados de libertad</b>		Dos		

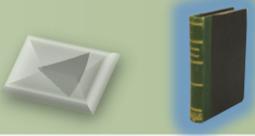


# Selección en criterios

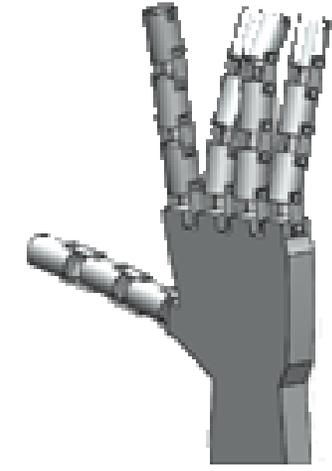
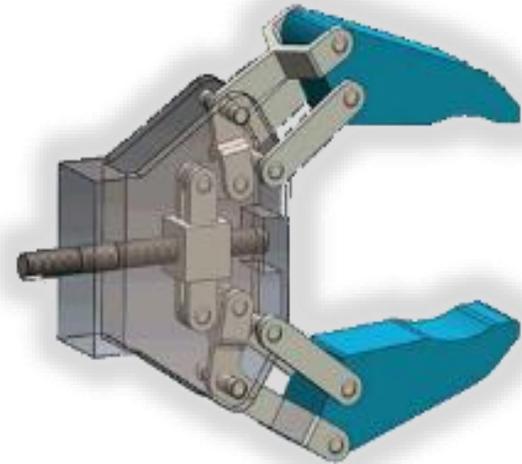
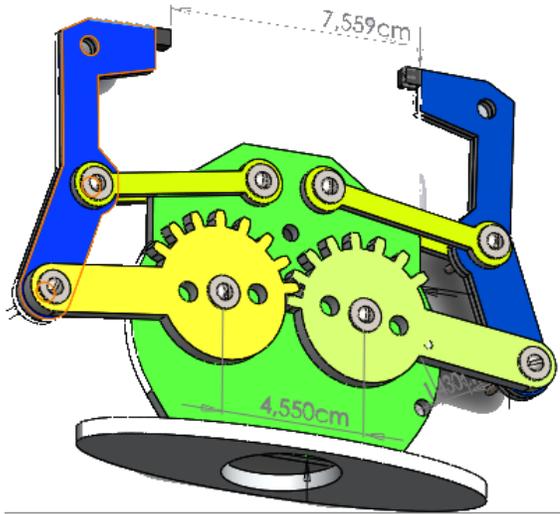
Para establecer nombres a las soluciones finales se lo denominan de la siguiente manera  
**S1** Gripper a transmisión de engranes **S2** Gripper con transmisión a tornillo de potencia **S3**  
Mano antropomórfica.



# Soluciones

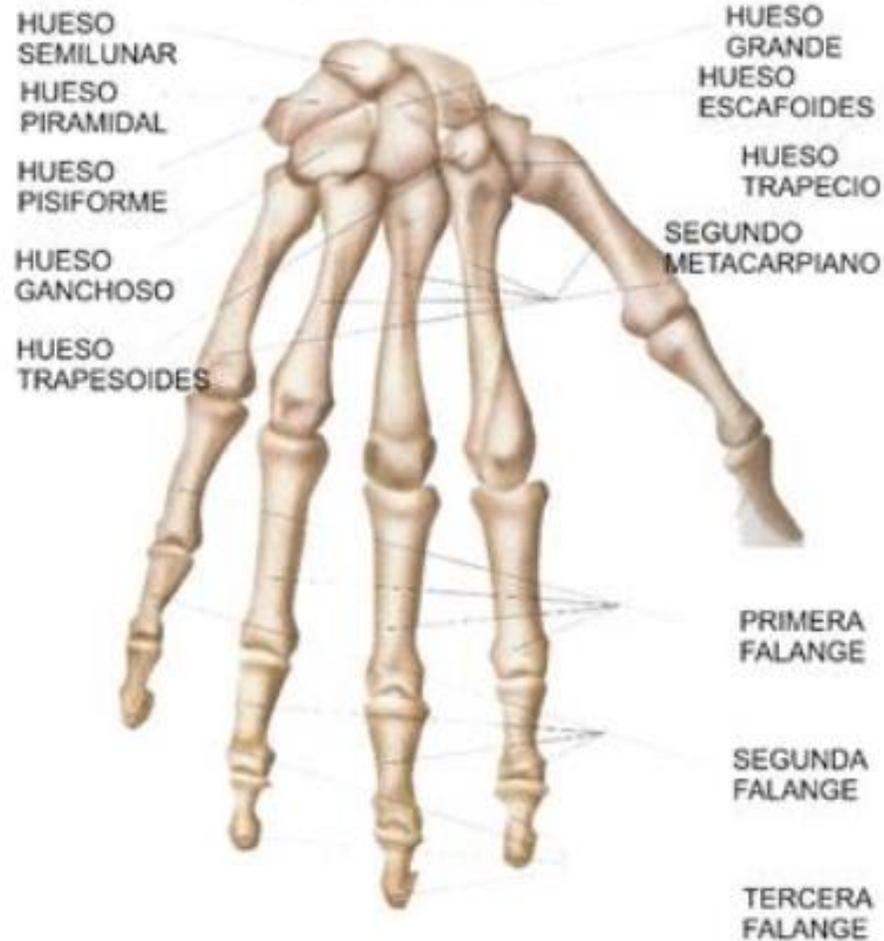


Solución 1	Solución 2	Solución 3
3,867	4,283	3.5093



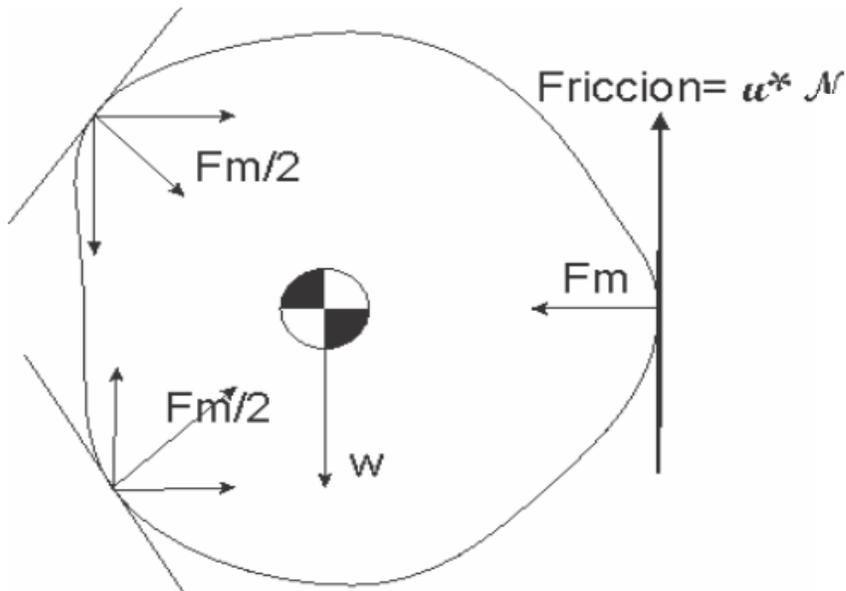
# Análisis de la mano

## Huesos de la mano humana (vista dorsal).

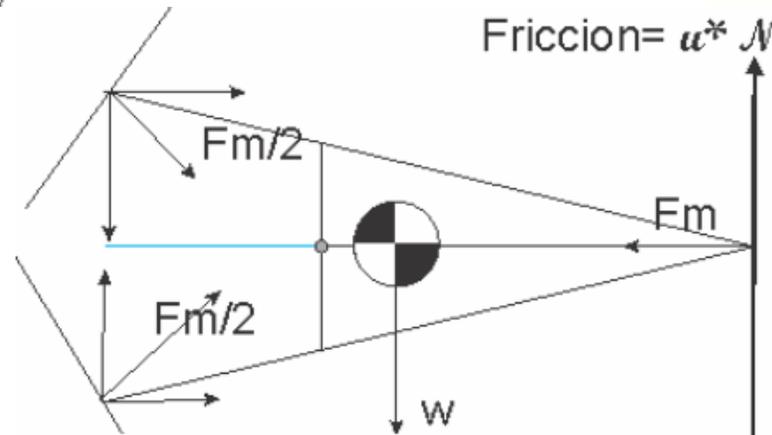


# Puntos de los dedos en (Fuerza de la Mano)

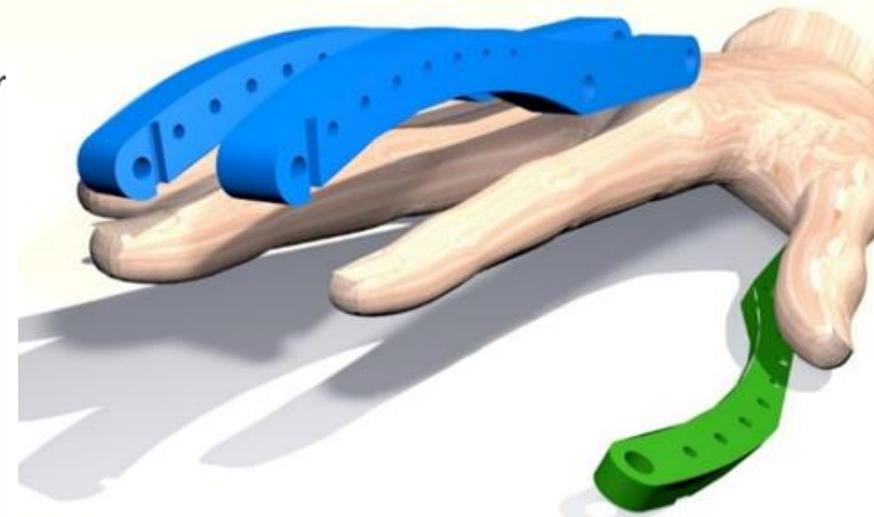
- Si un objeto posee dos puntos será inestable pero si se aumentan un tercer, ésta se estabilizará ya que generará un triangulo (el triangulo es la forma estructural mas simple y estable en la ingeniería)



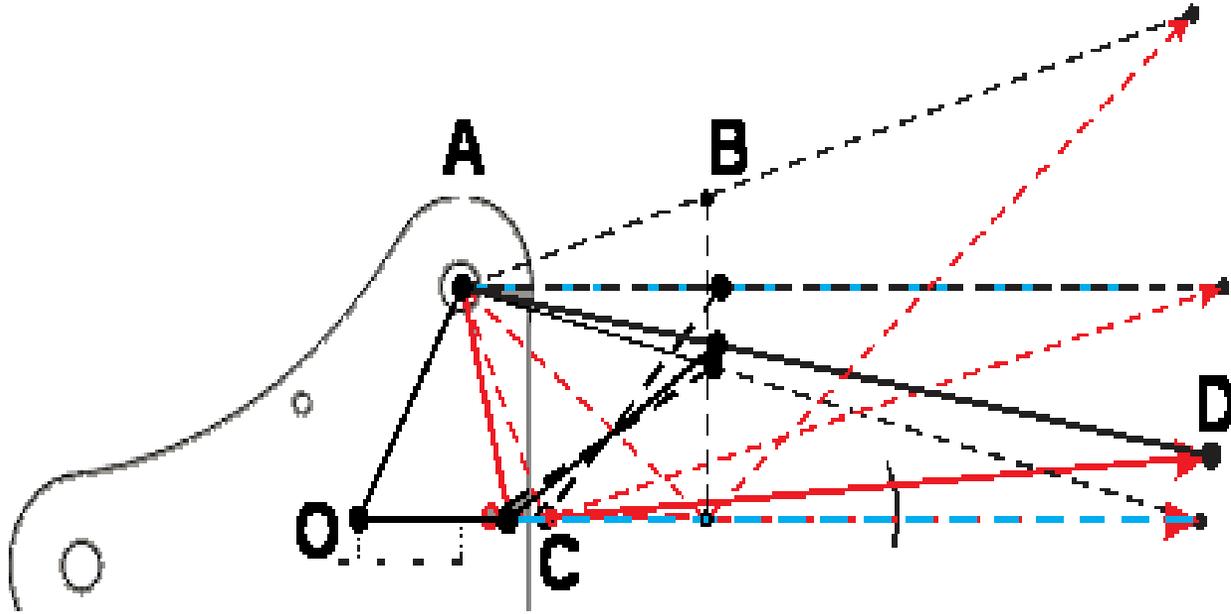
Ubicación de los puntos de sujeción en un elemento rígido.



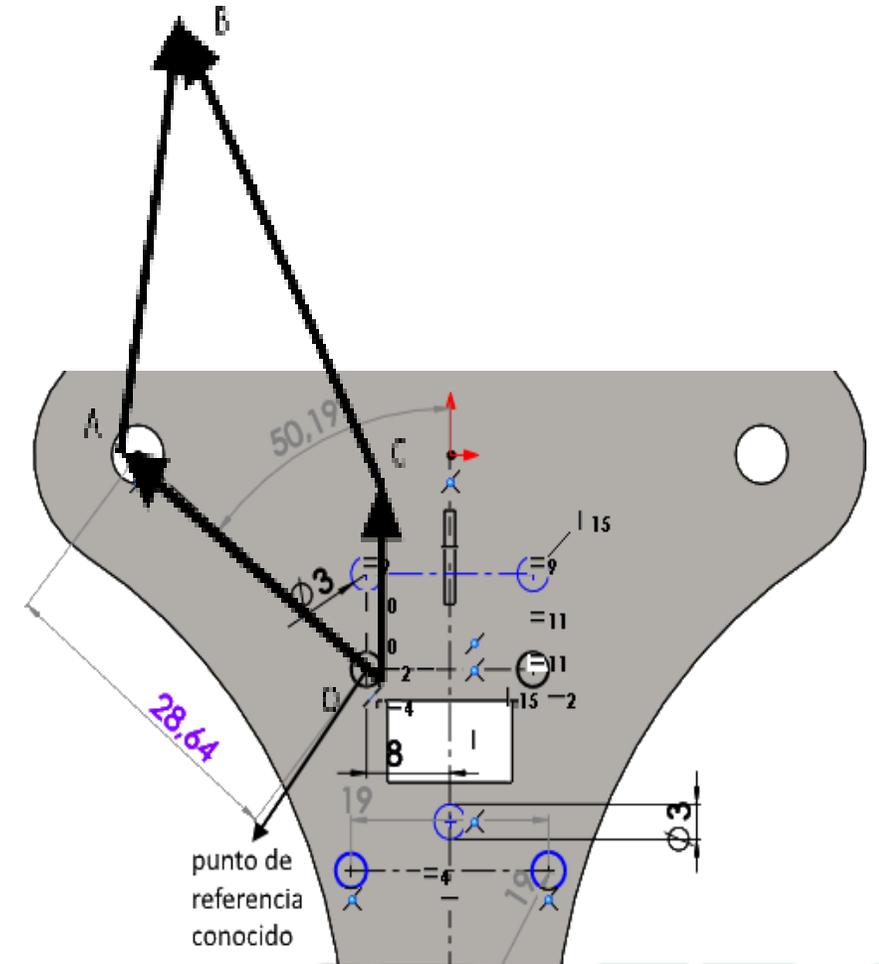
Ubicación del centro de masa y gravedad.



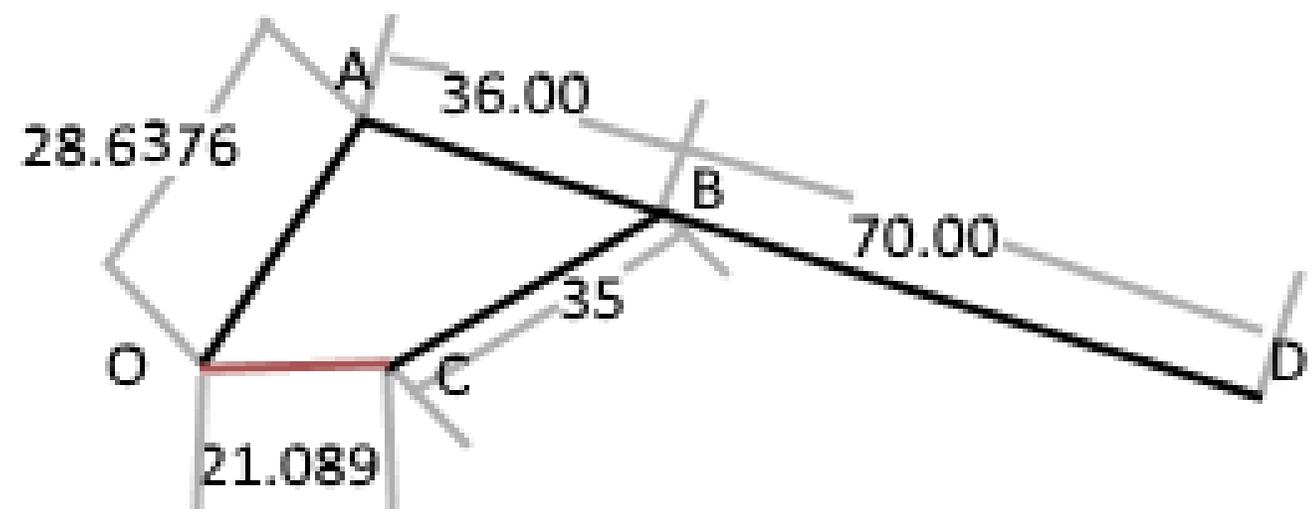
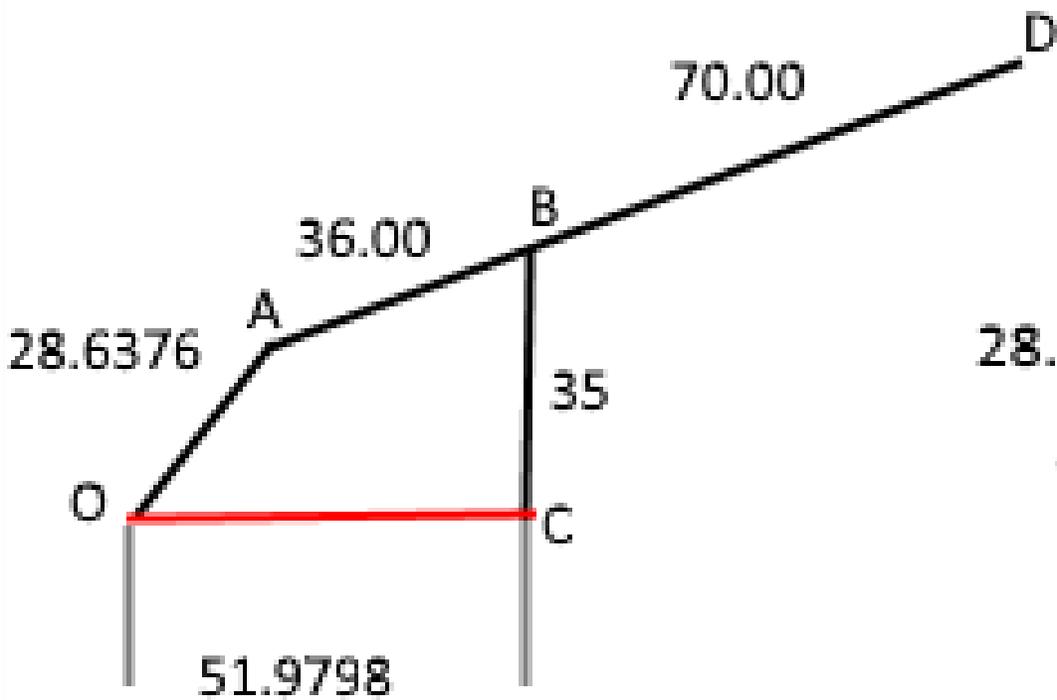




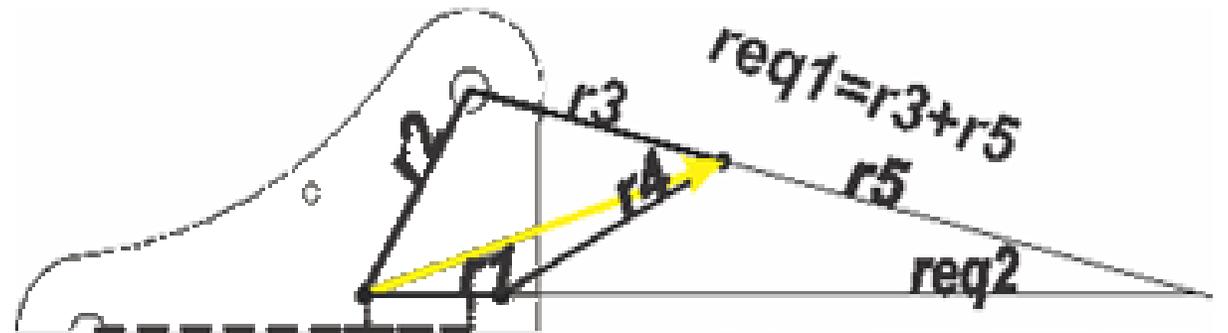
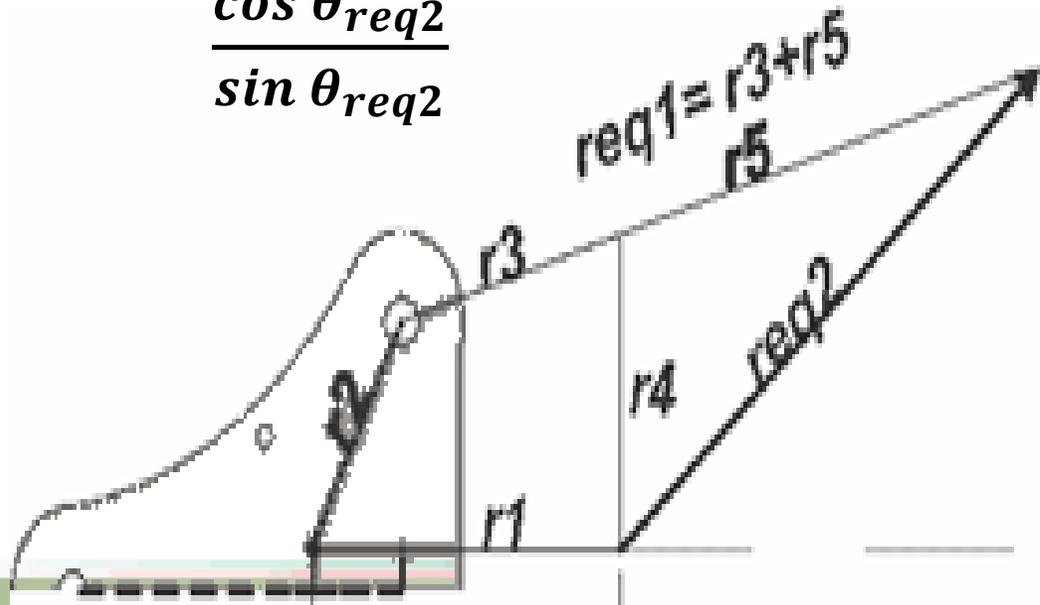
OC minima = OC es colineal a a CD

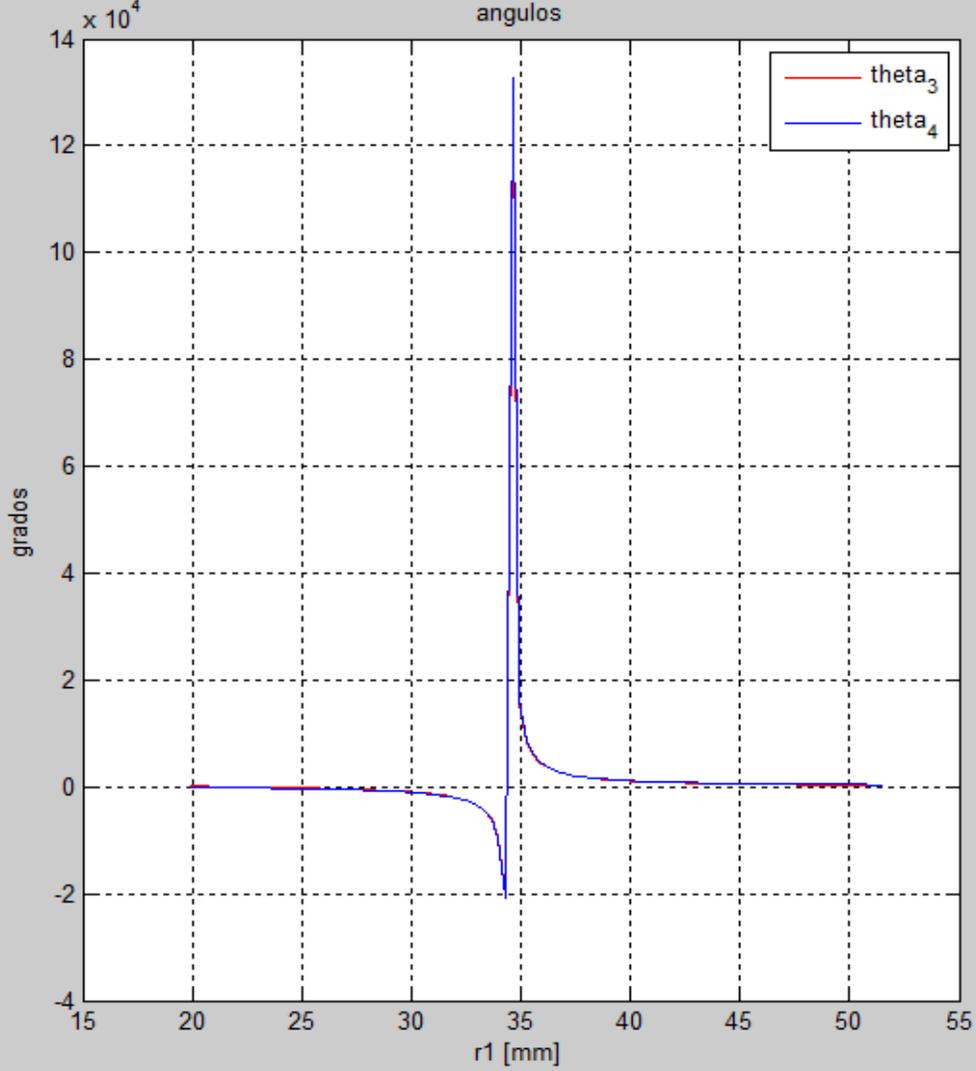


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

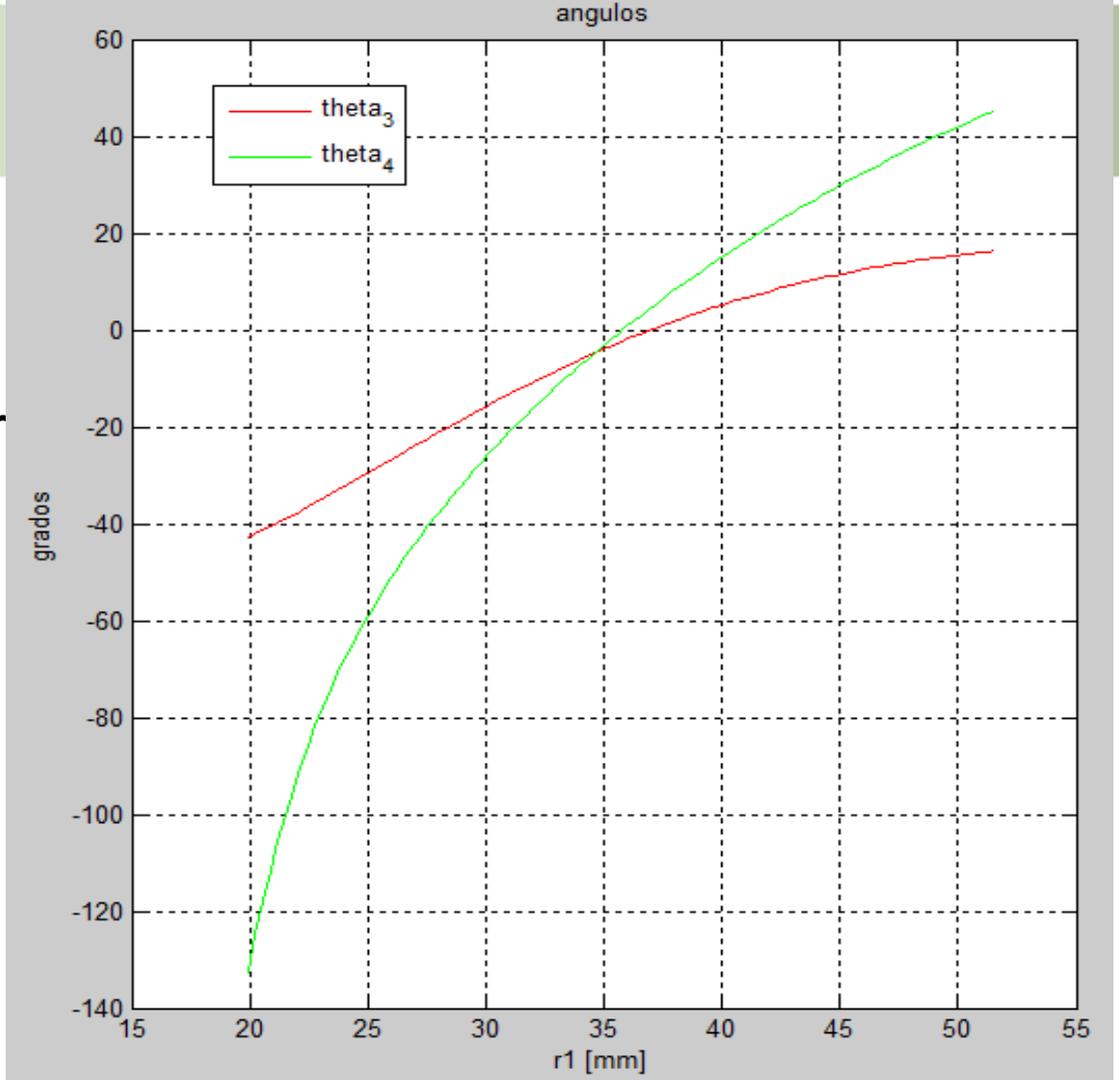


$$\bullet v_{req2} = \frac{req1 * w_{req1} * \cos \theta_{req1}}{\sin \theta_{req2}} - \left( \frac{req1 * w_{req1} (\sin \theta_{req1} * \sin \theta_{req2} + \cos \theta_{req1} \cos \theta_{req2}) + v_1 * \sin \theta_{req2}}{(\sin \theta_{req2} * \sin \theta_{req2} + \cos \theta_{req2} \cos \theta_{req2})} \right) * \frac{\cos \theta_{req2}}{\sin \theta_{req2}}$$





uatro barr



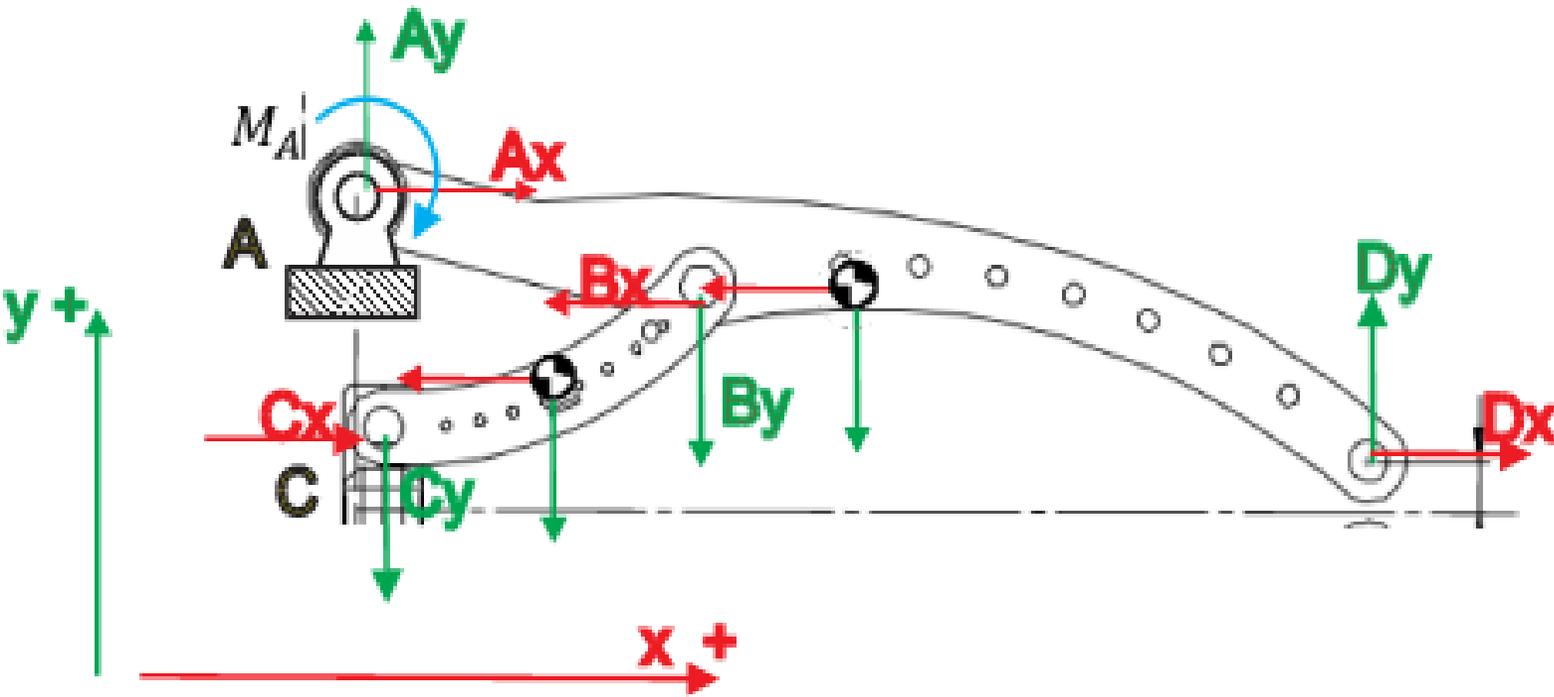
Comportamiento de las velocidades angulares según la posición de r1

. Ángulos en función de la posición del eslabón 1.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

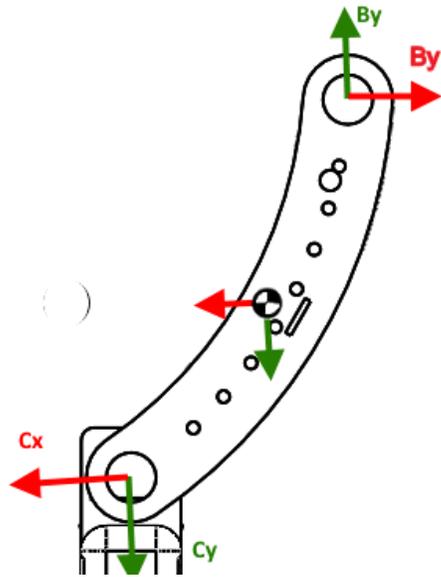
# Relación de fuerzas



$$B_y = -D_y \frac{\overline{AD}}{\overline{AB}}$$

$$A_x + B_x + D_x = 0$$





$$C_x + B_x = 0$$

$$B_y + C_y = 0$$

$$B_x = -B_y \left( \frac{\cos \theta_4}{\sin \theta_4} \right) - D_y \left( \frac{\overline{AD}}{\overline{AB}} * \frac{\cos \theta_4}{\sin \theta_4} \right)$$



$$\sum F - maG = 0$$

*Principio de D'Alembert*  $\leftrightarrow$   $\sum M - IG\alpha$  (momento angular) = 0

$$\sum_{k=2}^n \mathbf{F}_k * \mathbf{v}_k + \sum_{k=2}^n \mathbf{T}_k * \mathbf{w}_k - \sum_{k=2}^n \mathbf{m}_k * \mathbf{a}_k - \sum_{k=2}^n \mathbf{I}_k * \alpha_k * \mathbf{v}_k = 0$$

$$v_c i + w_4 X \bar{r}_4 = w_3 X \bar{r}_3$$

$$v_c - w_4 * r_4 * \sin(\theta_4) = -w_3 * r_3 * \sin(\theta_3)$$

$$w_4 * r_4 * \cos(\theta_4) = w_3 * r_3 * \cos(\theta_3)$$

$$w_3 = \frac{v_c * \cos(\theta_4)}{r_3 * \sin(\theta_4 - \theta_3)}$$

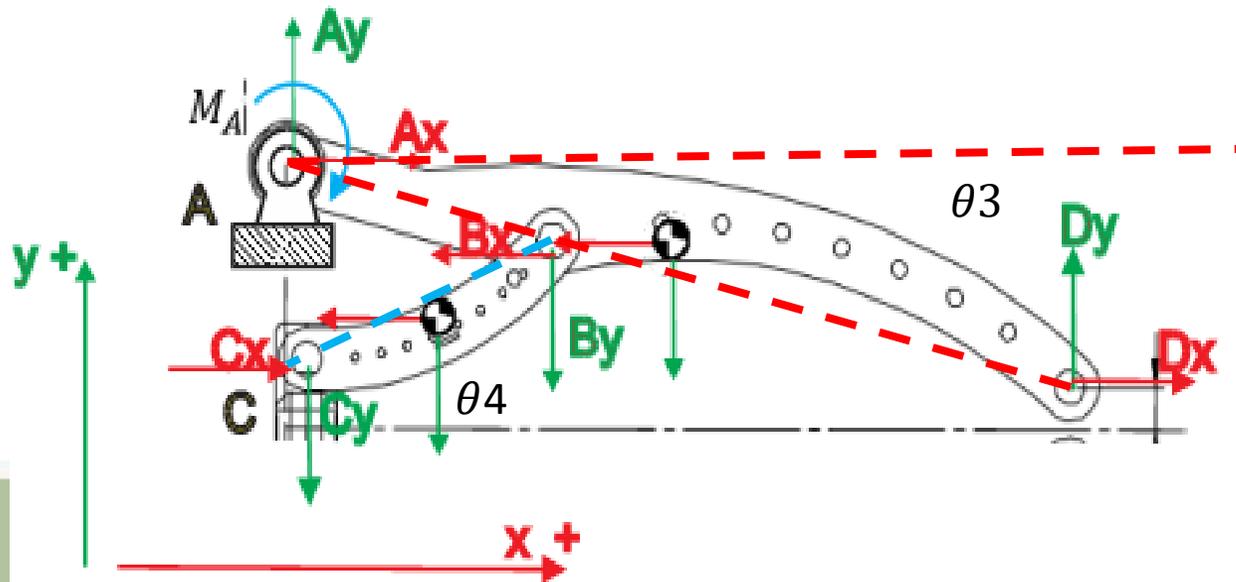
$$w_4 = \frac{v_c * \cos(\theta_3)}{r_4 * \sin(\theta_4 - \theta_3)}$$



$$F_c * v_{ci} - D_y j * (w_3 * X * \overline{req1}) = 0$$

$$F_{ci} = D_y * \frac{r_4 * (\cos(\theta_4))^2}{r_3 * \sin(\theta_4 - \theta_3)}$$

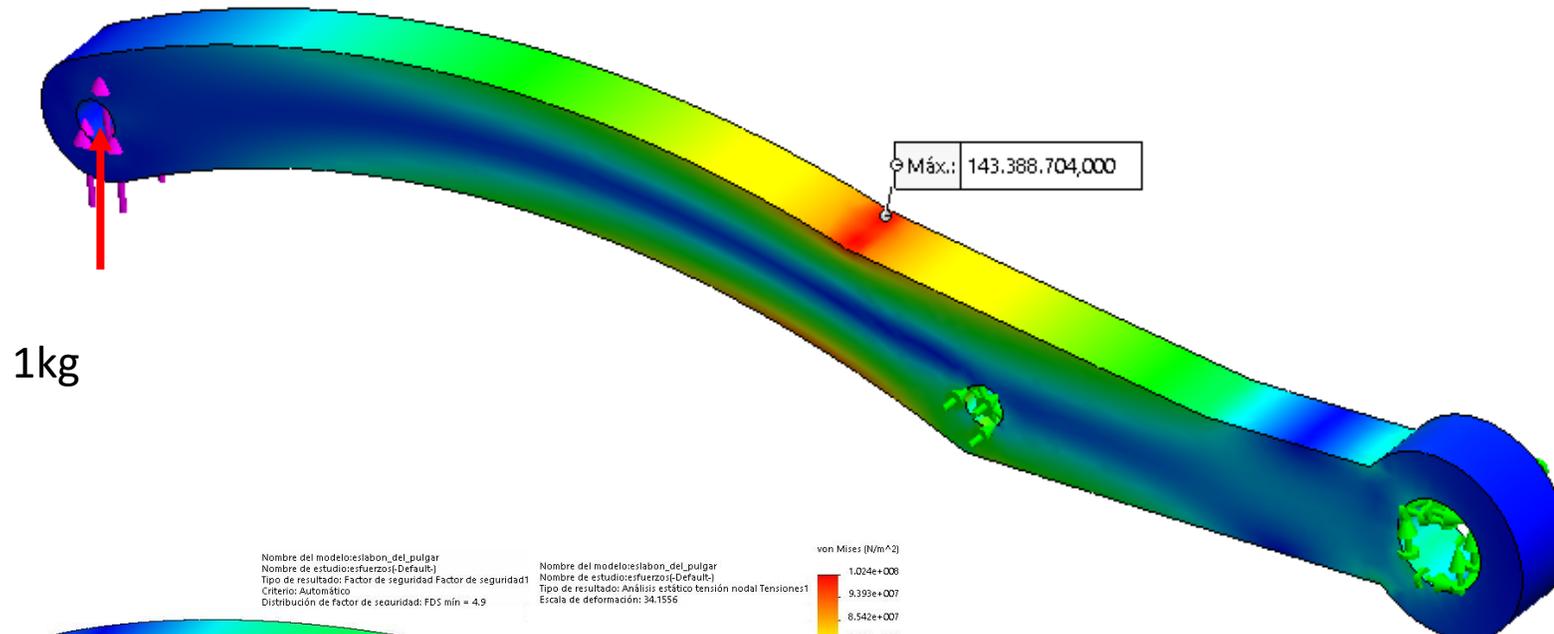
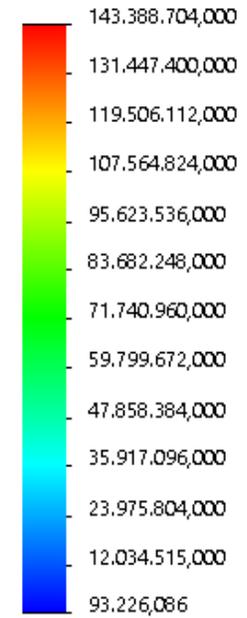
$$v_{cg4} = v_c i - w_4 * \frac{r_4}{2} * \sin(\theta_4) i + w_4 * \frac{r_4}{2} * \cos(\theta_4) j$$



Nombre del modelo: eslabon\_dedos\_indice\_y\_medio  
 Nombre de estudio: fuerza de sujecion(-Default-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.5

Nombre del modelo: eslabon\_dedos\_indice\_y\_medio  
 Nombre de estudio: fuerza de sujecion(-Default-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 1

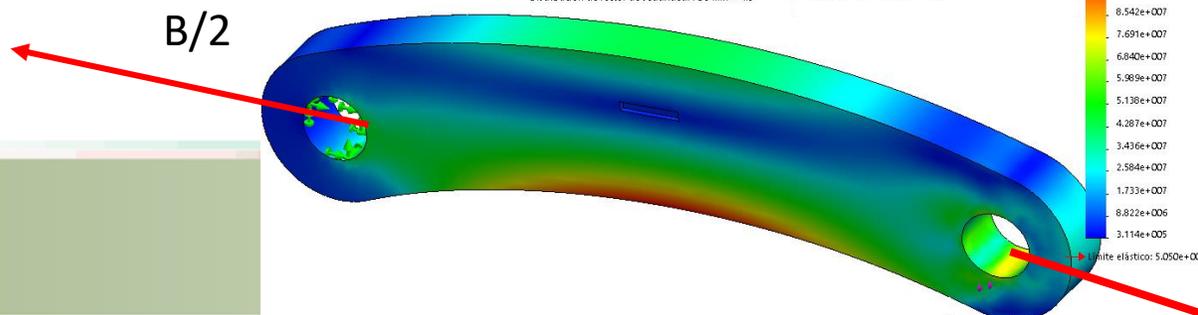
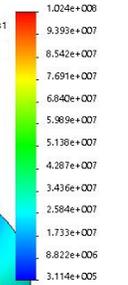
von Mises (N/m<sup>2</sup>)



Nombre del modelo: eslabon\_del\_pulgar  
 Nombre de estudio: fuerza1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 4.9

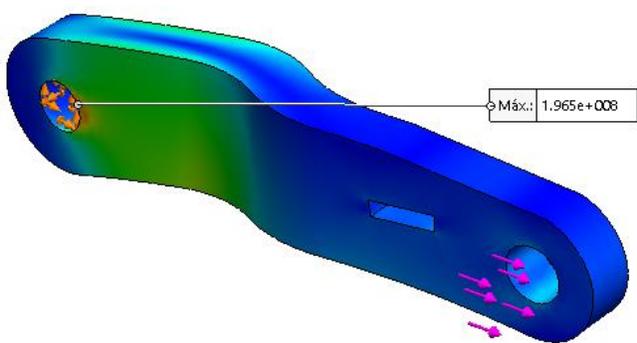
Nombre del modelo: eslabon\_del\_pulgar  
 Nombre de estudio: fuerza2(-Default-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 34,1535

von Mises (N/m<sup>2</sup>)

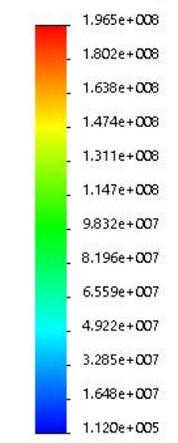


**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

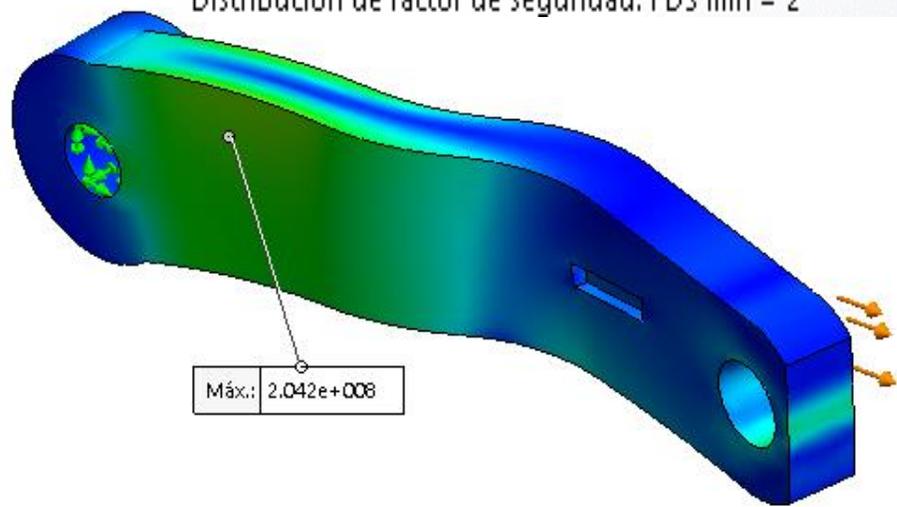
Nombre del modelo: eslabon\_A\_del\_indice\_y\_medioB  
 Nombre de estudio: esfuerzos en el tendon(-Default-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2.1



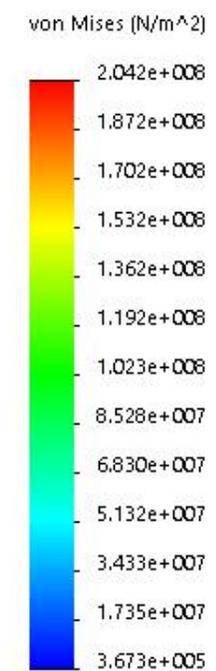
Máx.: 1.965e+008



Nombre del modelo: eslabon\_B\_del\_indice\_y\_medioB  
 Nombre de estudio: esfuerzos en el tendon(-Default-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2



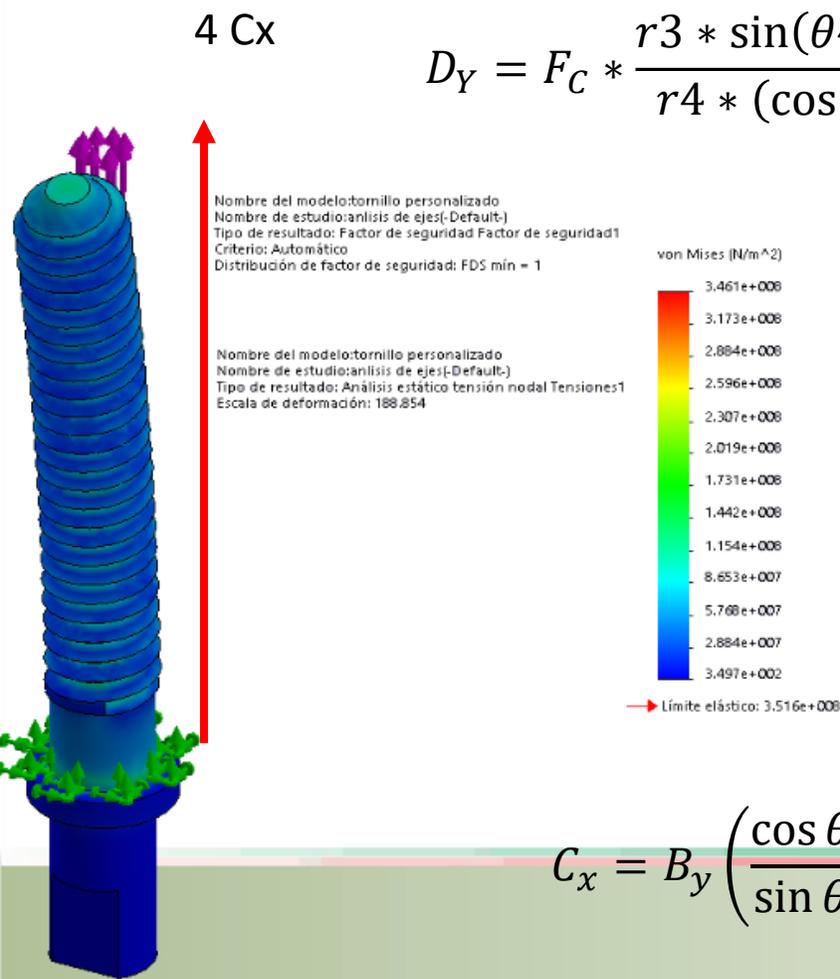
Máx.: 2.042e+008



→ Límite elástico: 4.150e+008



**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



$$D_Y = F_C * \frac{r_3 * \sin(\theta_4 - \theta_3)}{r_4 * (\cos(\theta_4))^2}$$

$$C_x = B_y \left( \frac{\cos \theta_4}{\sin \theta_4} \right) + D_y \left( \frac{\overline{AD}}{\overline{AB}} * \frac{\cos \theta_4}{\sin \theta_4} \right)$$

Cálculos dinámicos para poder subir o bajar una carga

$$P_r = \frac{F \left( \left( \frac{l}{\pi d_m} \right) + u \right)}{1 - \left( u * \frac{l}{\pi d_m} \right)} \text{ y } P_l = \frac{F \left( u - \left( \frac{l}{\pi d_m} \right) \right)}{1 + \left( \frac{u * l}{\pi d_m} \right)}$$

$$T_r = \frac{F * d_m (l + u * \pi d_m)}{2(\pi d_m - u * l)} \text{ y } T_L = \frac{F * d_m (u * \pi d_m - l)}{2 * (\pi d_m + u * l)}$$

$$u * \pi d_m > l$$

$F = 4C_x$  = fuerza axial que actúa en el tornillo

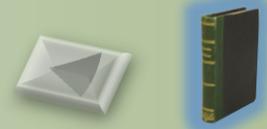
$d_{mp}$  = diámetro medio

$l$  = paso de rosca que posee el tornillo

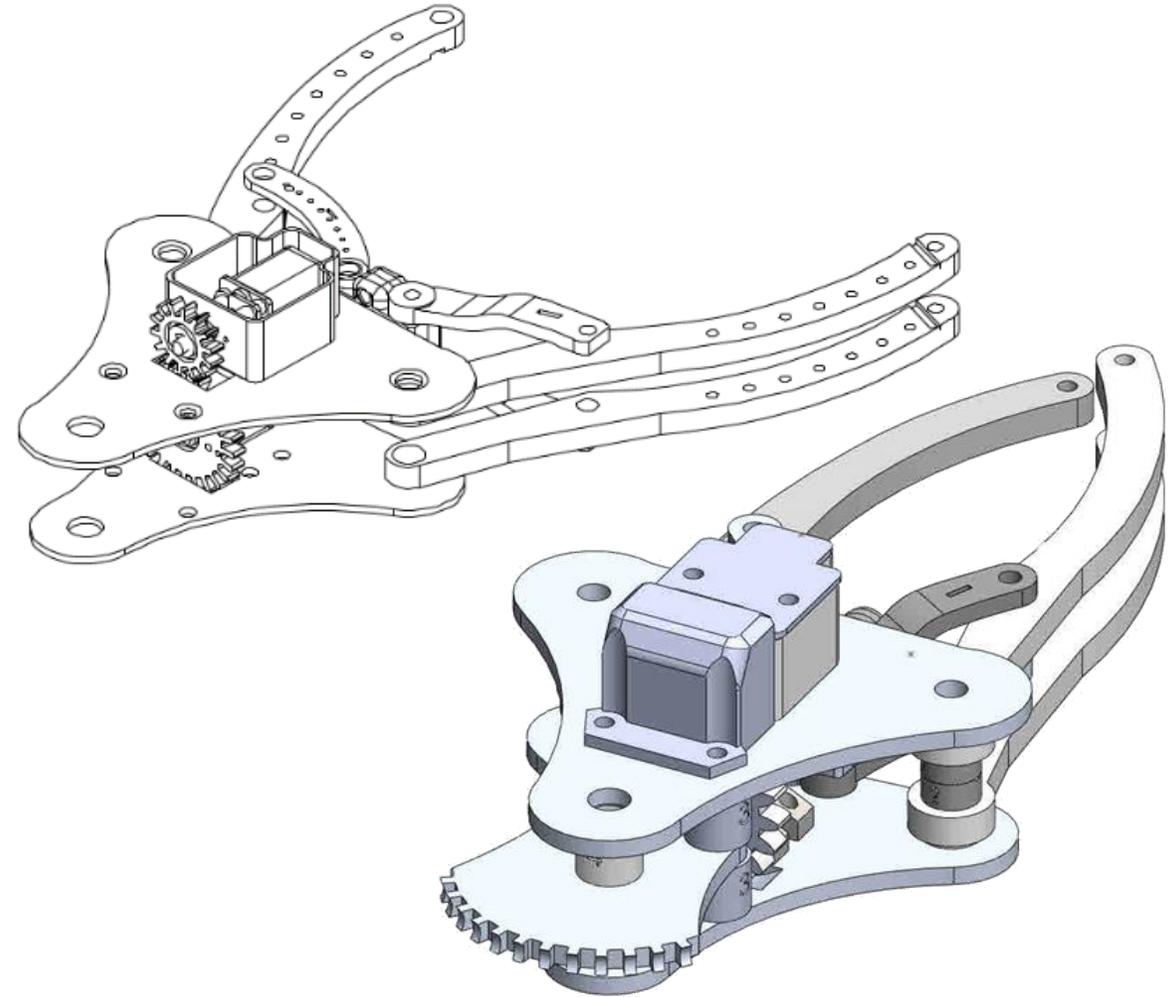
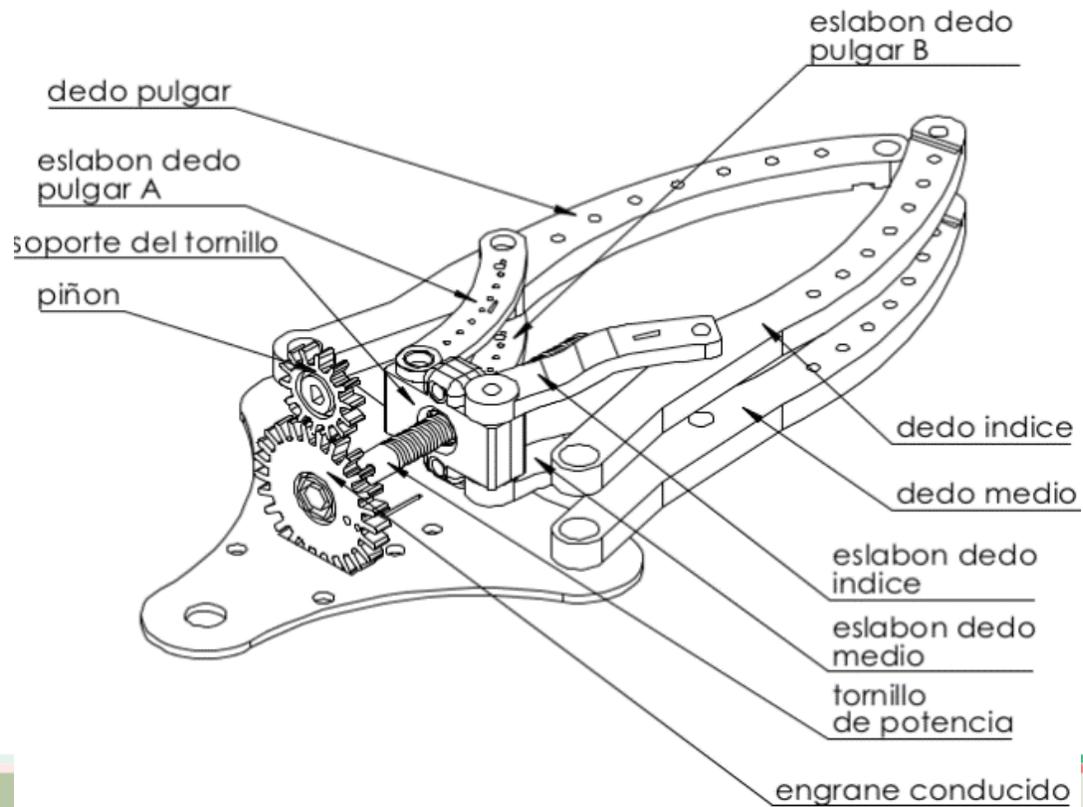
$u$  = coeficiente de fricción

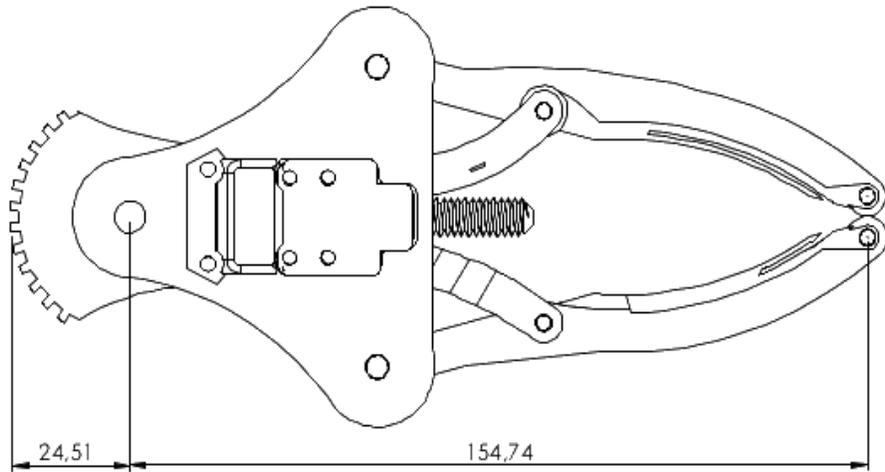


**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



- Elaboración del Gripper





$$\frac{Z_{muñeca1}}{n_{hilos}} = \frac{n_{engrane} * D_{engrane}}{n_{hilos}} = \frac{50}{1} \therefore \rightarrow 50:1$$

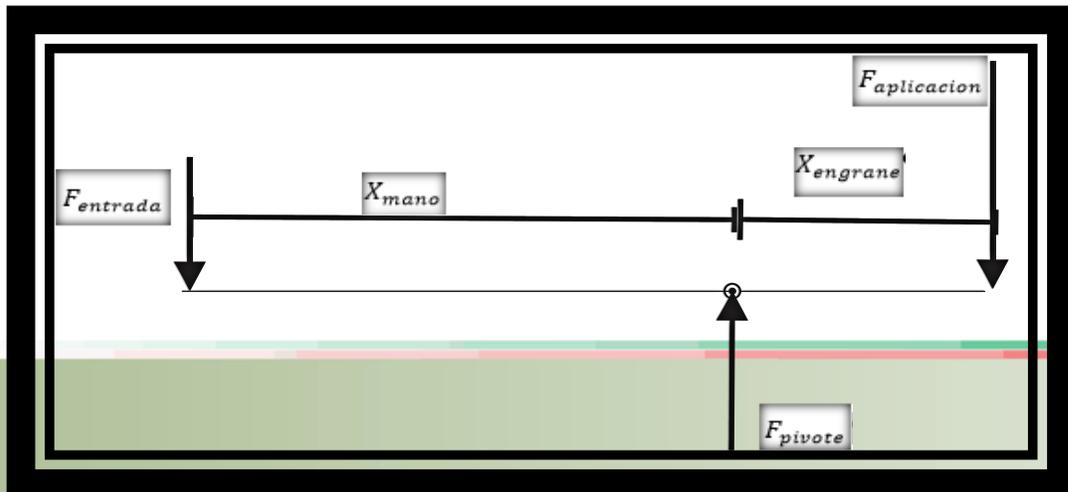
$$paso_{tornillo} = \pi * módulo_{engrane}$$

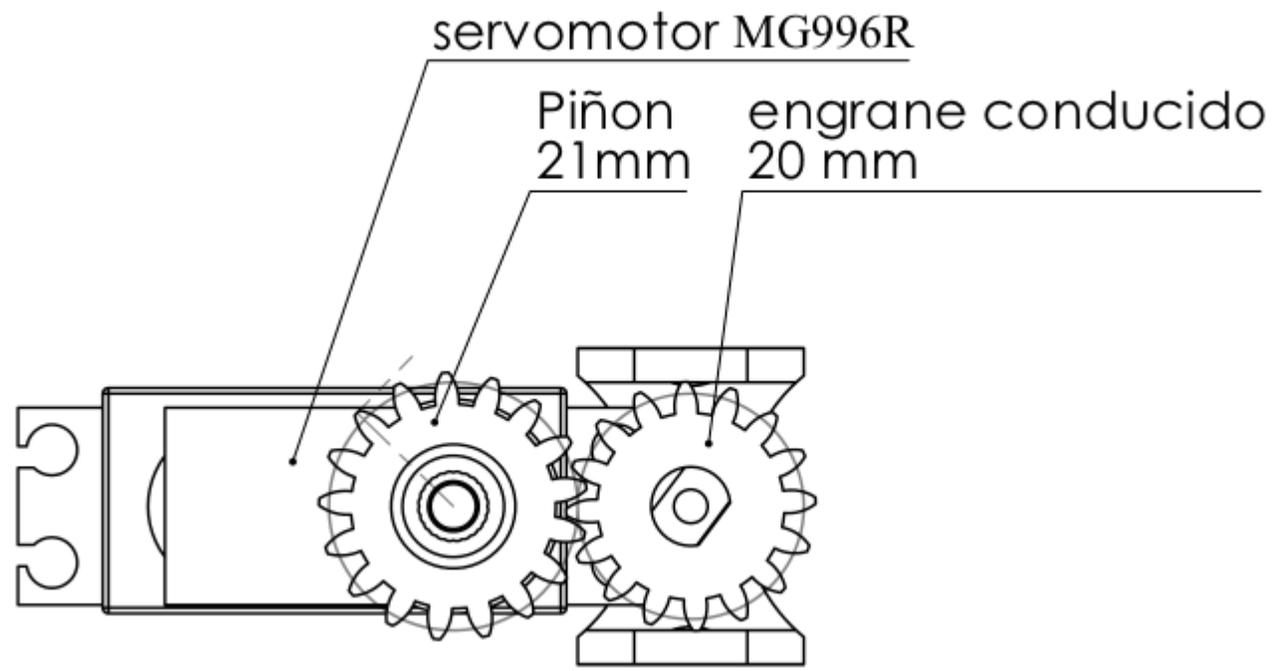
Diámetro motriz piñón (dm1) 21mm

Diámetro engrane conducido de la muñeca (dm2) 22 mm

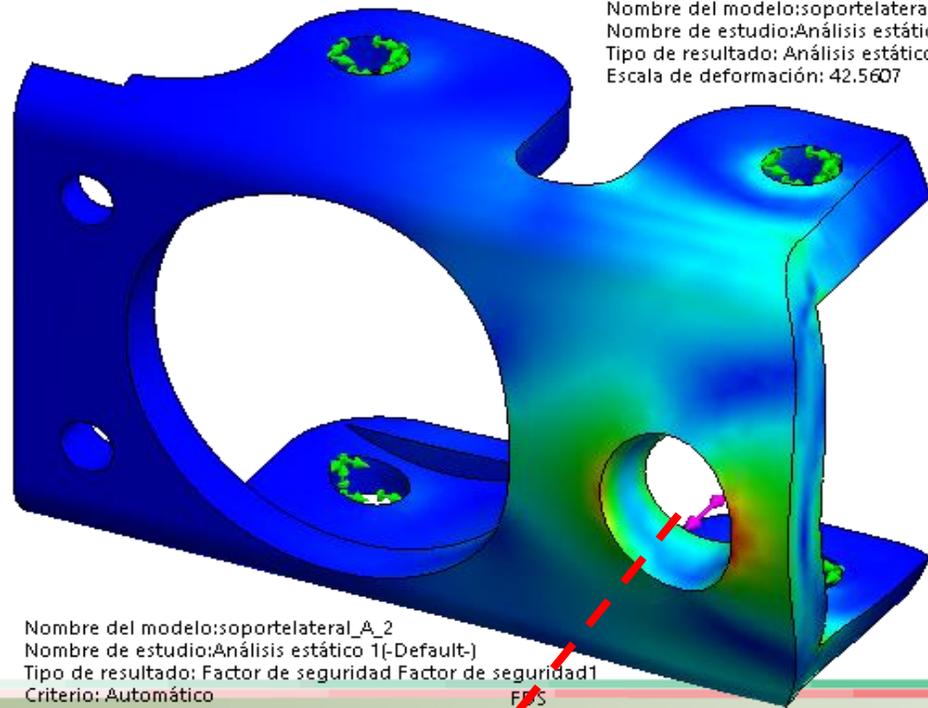
Diámetro tornillo sin fin de la muñeca (dtm) 7mm

Paso de tornillo de la muñeca (ptm) 4 mm

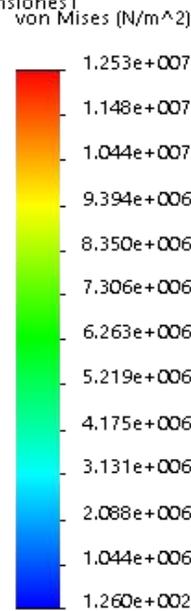




Nombre del modelo:soportelateral\_A\_2  
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 4.8



Nombre del modelo:soportelateral\_A\_2  
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 42.5607

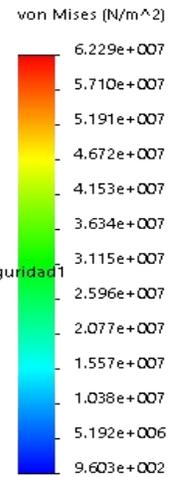


→ Límite elástico: 6.000e+007

Nombre del modelo:separador grande  
 Nombre de estudio:pivote(-Default-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 5.6

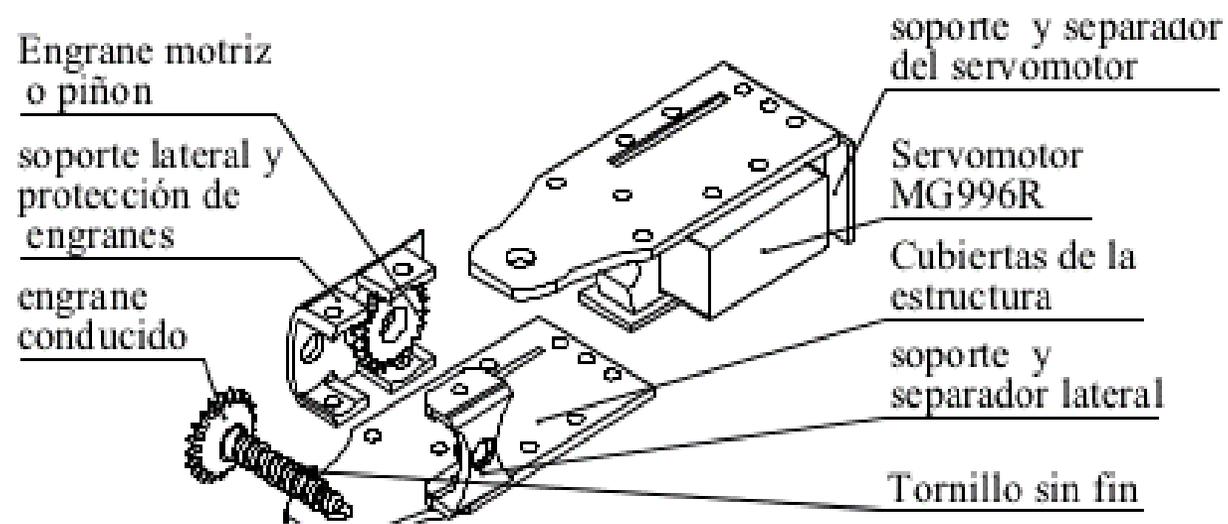


Nombre del modelo:separador grande  
 Nombre de estudio:pivote(-Default-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 1

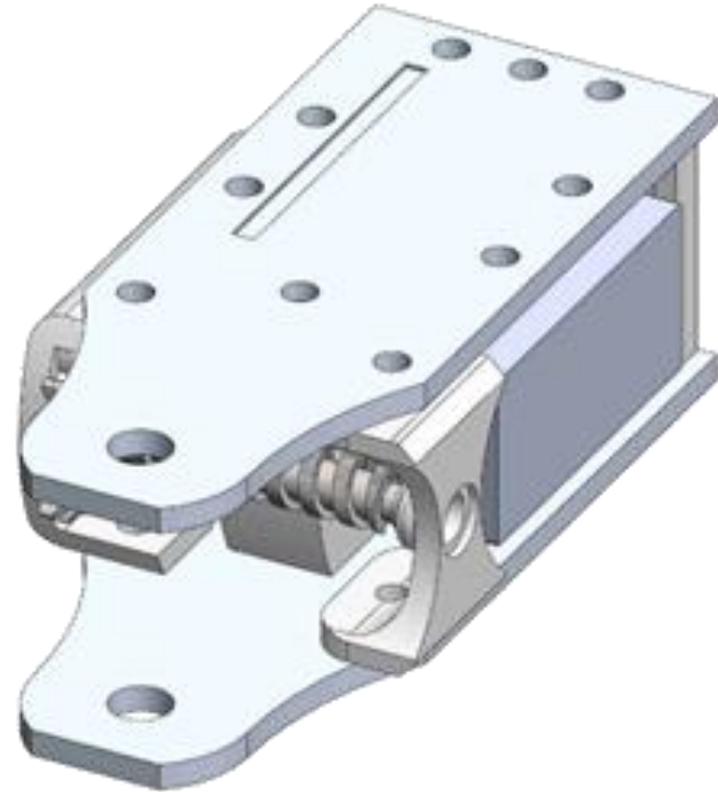
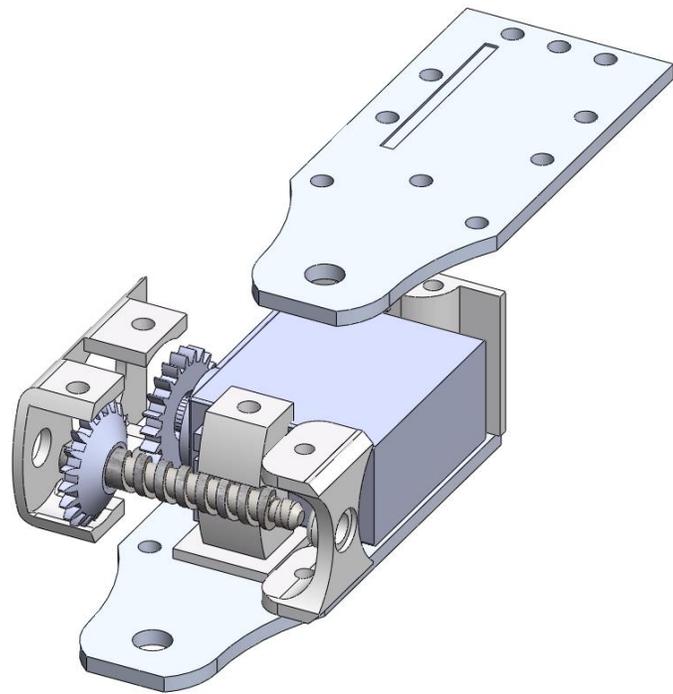


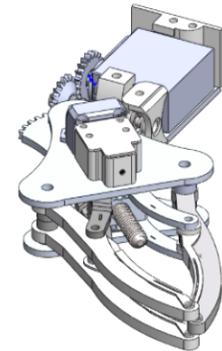
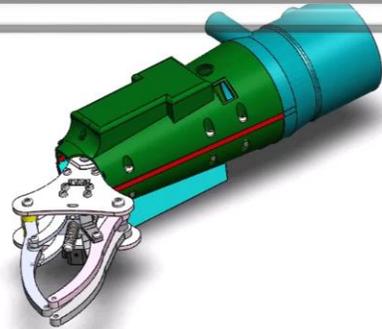
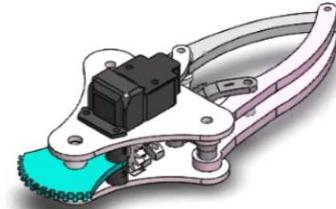
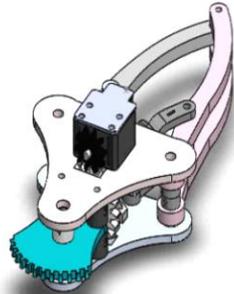
→ Límite elástico: 3.516e+008

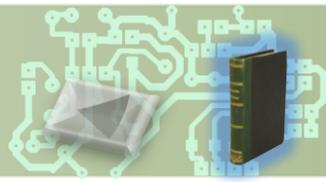




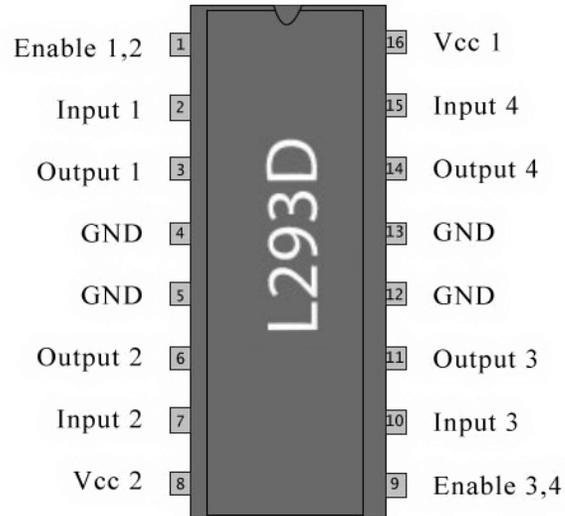
# Muñeca





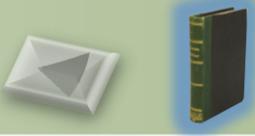


- Drivers de los motores (puente h)



Parameter	Value	Unit
Supply Voltage	36	V
Logic Supply Voltage	36	V
Input Voltage	7	V
Enable Voltage	7	V
Peak Output Current (100 $\mu$ s non repetitive)	1.2	A
Total Power Dissipation at $T_{pins} = 90$ °C	4	W
Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	°C

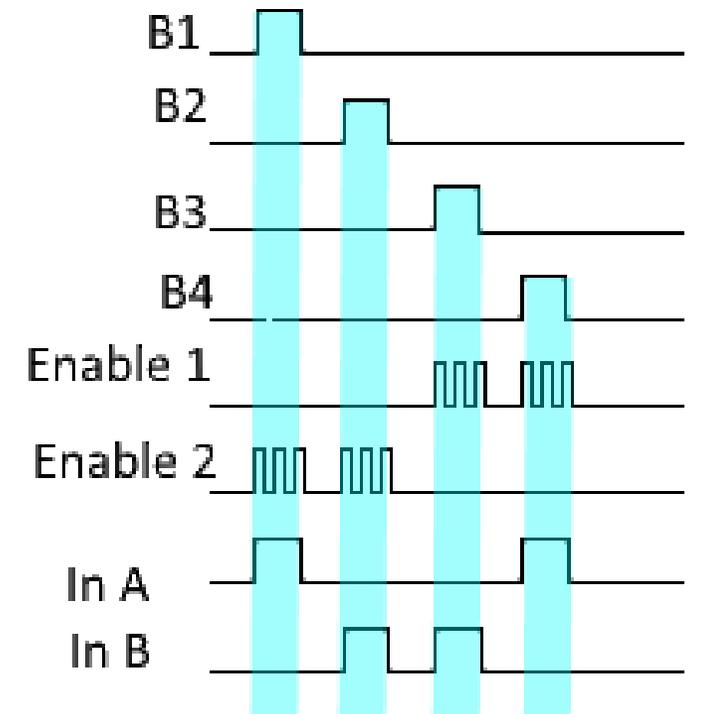




# Lógica de funcionamiento

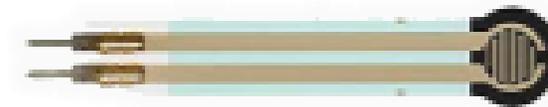
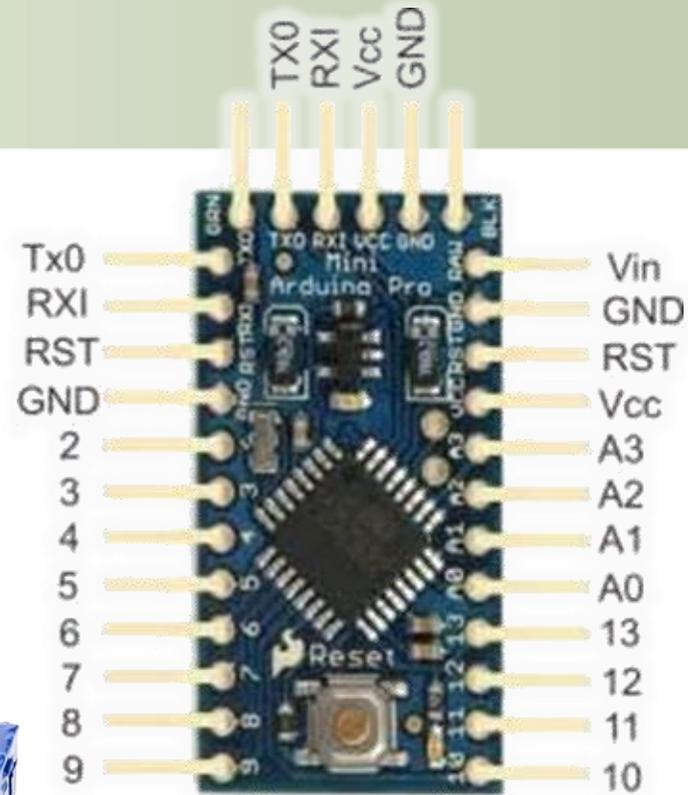
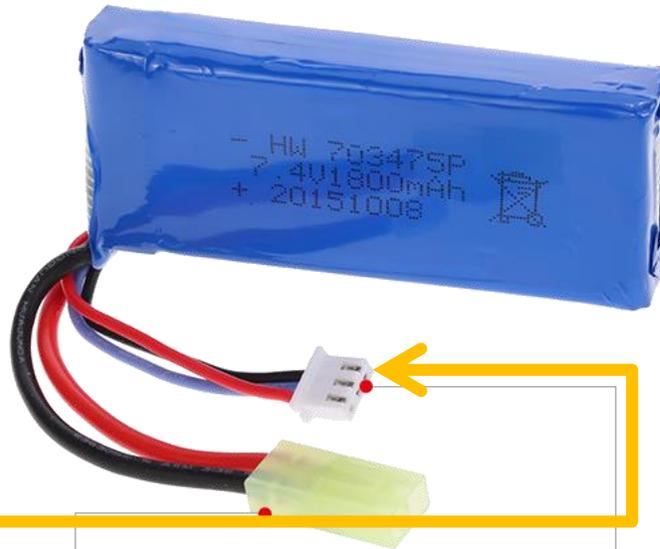
- Lógica de funcionamiento del dispositivo y la acción que tomara el controlador

B1	B2	B3	B4	Enable 1	Enable2	In A	In B
1	0	0	0	0	Pwm	1	0
0	1	0	0	0	Pwm	0	1
0	0	1	0	Pwm	0	1	0
0	0	0	1	Pwm	0	0	1

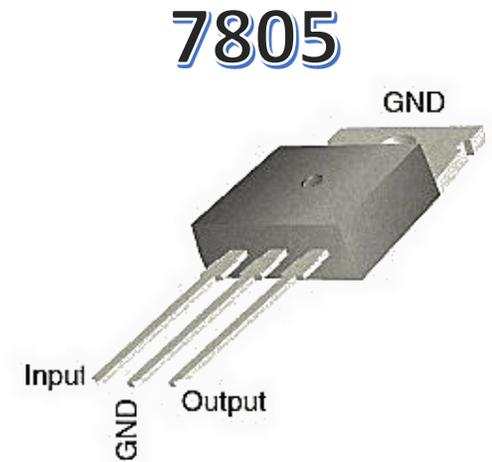


# Diseño electrónico

- Arduino
- Regulador de voltaje 7805
- Baterías de LIPO
- Sensor de fuerza

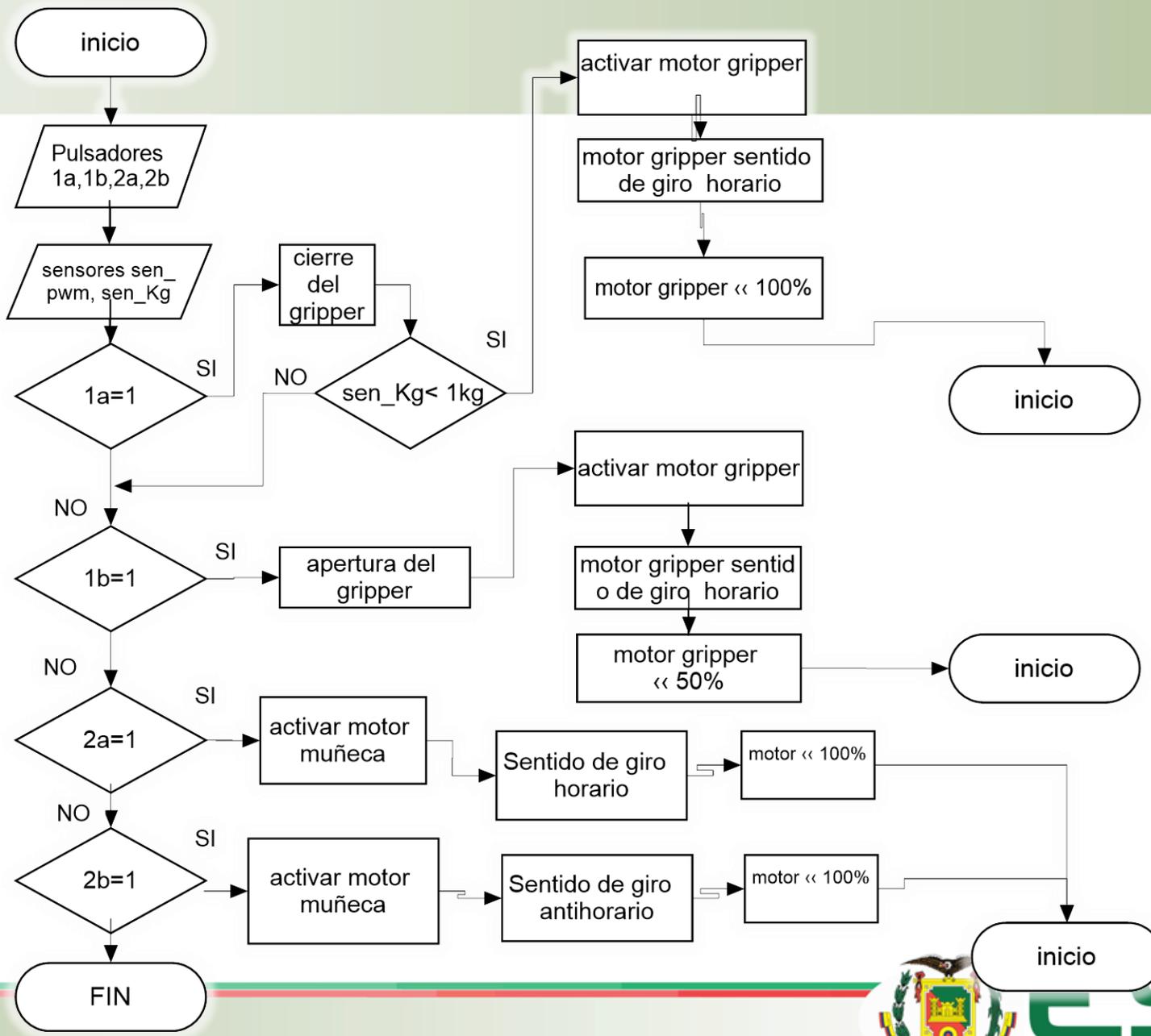
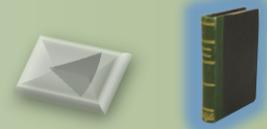


FSR® 400  
5mm Circle x 38mm





# Programación



# Validación de la hipótesis

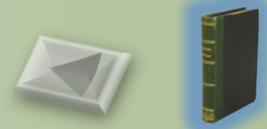
Mientras el diseño de la mano robótica sea tipo Gripper y accionada por interruptores, su función será más fiable, segura y reproducible; así como su implementación y mantenimiento serán más sostenibles.

## **VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

**Variable independiente:** Diseño tipo Gripper y accionamiento por interruptores.

**Variable dependiente:** Fiabilidad, mantenimiento; así como la capacidad de reproducir y de implementar el mecanismo tipo Gripper en una mano robótica.





# Construcción mecánica

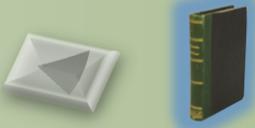
- Cortador plasma para los dedos del Gripper
- Construcción ejemplificada de un engranes en 3D



>> 4x

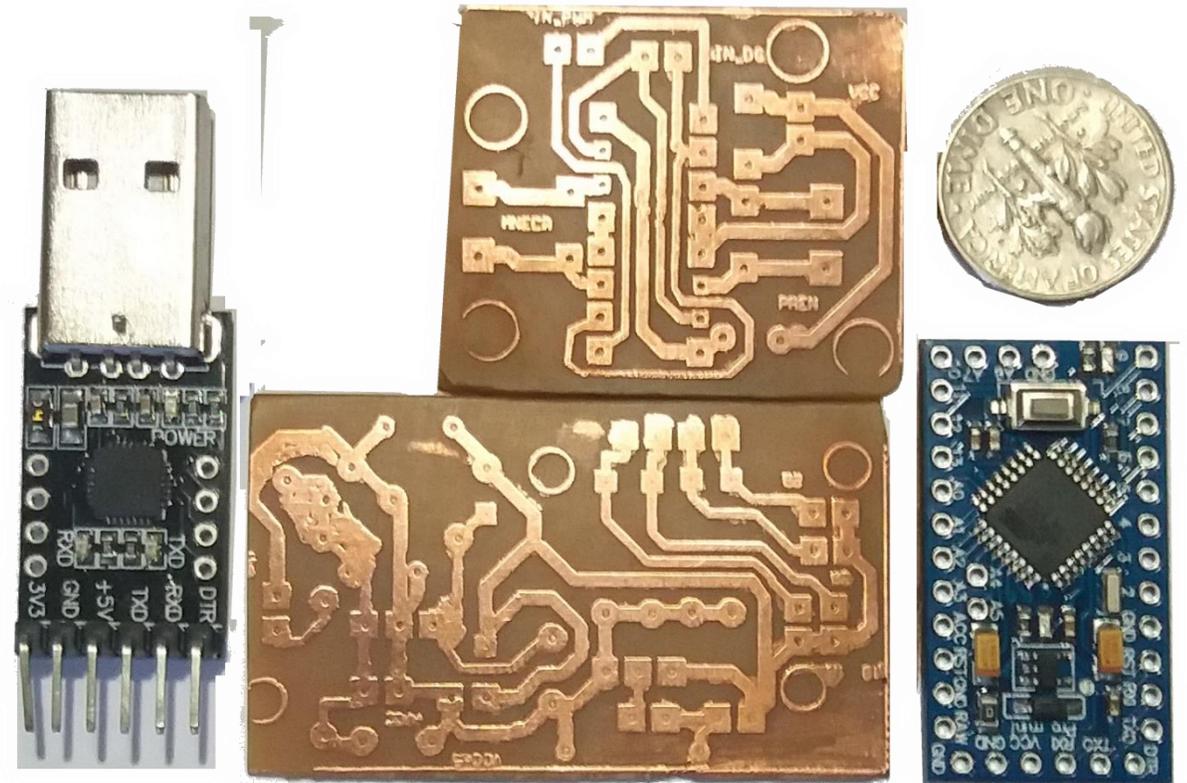


# Construcción electrónica



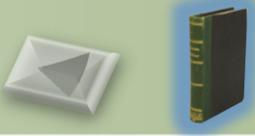
www.pololu.com

Truncado de servo



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Ensamblaje y acabado



Masillado



Lijado

Catalizador



Masilla



Pintado



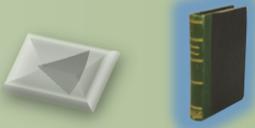
# Costos generales

**costo total**

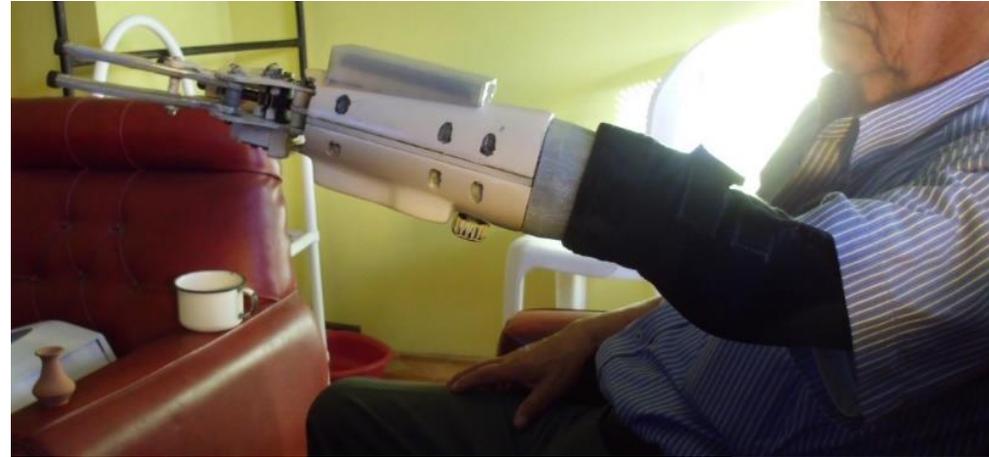
<b>costo en materiales mecánicos</b>	<b>233,00</b>
<b>costo en elementos electrónicos</b>	<b>116,65</b>
<b>costo mano de obra</b>	<b>54,00</b>
<b>maquinaria arrendamiento</b>	<b>23,00</b>
<b>Total</b>	<b>426,65</b>



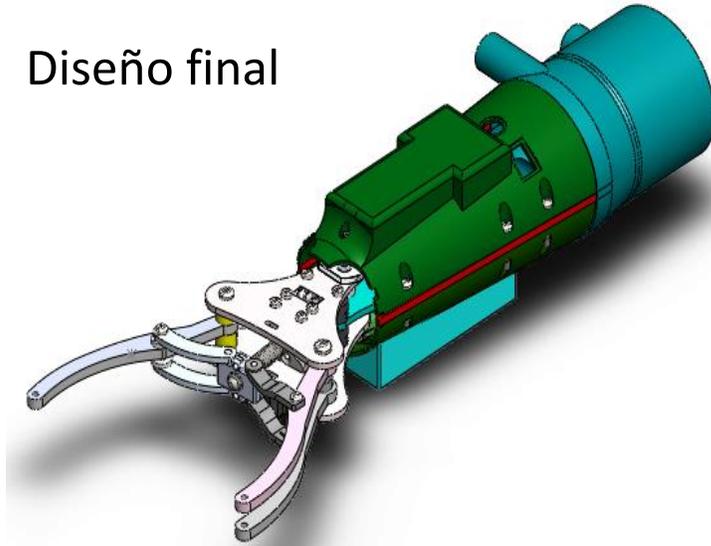
# Pruebas físicas y en paciente



toma de medidas para el acople



Diseño final



# Pruebas Físicas(VIDEOS)



# Conclusiones



- Para resaltar estéticamente este dispositivo se realizó un proceso: conformado por: recubrimiento de masilla, lijado, pintado y secado; el color piel con pintura sintética conformado por tres colores blanco rojo y marrón.
- Se verifico que la resistencia de los elementos hechos en PLA varia en su densidad de impresión a mayor densidad mayor es su resistencia.
- El diseño de un dispositivo se basó en pruebas y errores que se han modificado para mejorar y proporcionar un resultado favorable como es el caso de las cubiertas, en la forma de la estructura de la muñeca y en al acople con el paciente.
- Un Arduino presenta características de estabilidad en el funcionamiento, se demostró que la selección de este dispositivo depende del uso de la memoria y de las dimensiones físicas en relación con el proyecto final.
- Los primeros prototipos permitieron obtener una mejor comprensión física del dispositivo final y validar un diseño si se mantiene hasta el final y se comprueba que se realizó un buen diseño desde el inicio hasta la parte final como es el caso del tornillo de potencia y carcadas de protección
- Para sujetar de mejor manera se implementó un caucho en la parte del Gripper que se muestra en la Figura 101.



# Conclusiones

- La universalidad del dispositivo abarca un cambio particular en la prótesis que involucra a la creación de un nuevo muñón pero que se acoplara de acuerdo al nuevo paciente
- La sola interacción del dispositivo con interruptores quedó descartada debido a problemas en programación y en construcción por lo que se cambió a pulsadores para mejorar y optimizar la programación
- Para poder supervisar el correcto funcionamiento se generó un medio de comunicación con el teléfono mediante serial 232 con conexión a Bluetooth que maneja una señal segura para los usuarios.
- Generación de una pantalla de pruebas que permitieron supervisar y controlar el dispositivo
- Se avanza con el reconocimiento de voz para que el paciente pueda liberar las manos mediante audífonos



# Recomendaciones



- Los elementos que se mecanizan deben ser iguales al diseño y considerar las características físicas de las maquinas que intervienen en el proceso de fabricación como es el caso de la impresora y en la cortadora por plasma para evitar errores en el elemento a fabricar
- Para poder imprimir en PLA se debe considerar la temperatura de trabajo ya que solo mantienen su forma física hasta aproximado los cien grados Celsius al superar este valor.
- El triángulo es la figura geométrica más sencilla y a la ves estable
- En el diseño se debe considerar los elementos estándares que no varían en las pruebas es decir no se puede hacer cambios en sus dimensiones
- El acero AISI 1018 es uno de los elementos más comunes y más favorables en el mecanizado de tornillos y ejes de transmisión.
- Para aumentar la velocidad de cierre de los dedos se opta por cambio de motor o el cambio de engranes equiparando los diámetros Figura 29



# Recomendaciones

En la manipulación del dispositivo no permite sumergir el agua o estar en lugares que interactúen con un líquido.

Lubricar cada tres meses (recomendado por talleres) si el contacto es metal-metal

Cargar la batería cuando su valor sea menor a 70 % para mantener operativo el dispositivo se pulsando el botón sensores de Figura 99 cuando el dispositivo esté conectado mediante bluetooth al teléfono.

Cambiar engranes de plástico por material metálico para mayor eficiencia



# App inventor

- Comunicación bluetooth
- Serial 232
- Programación en bloques

PROTESIS DE MANO ROBOTICA TIPO GRIPPER

**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

*Seleccionar Bluetooth*

AUTOR: LEONIDAS ESCOBAR

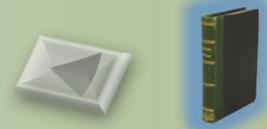
Gripper apertura      Muñeca flexion

cierre      extensión

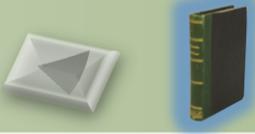
Sensores Motor, prension, bateria fecha  
Bateria Bateria %  
Reconocer Salida

**Salir**

**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

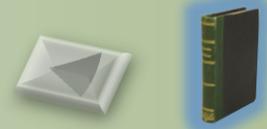


# Complementos



- Sujetador de la prótesis con el paciente





# Gracias por la atención



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA