



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE REHABILITADOR DE MANO APLICANDO ROBÓTICA BLANDA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUJECIÓN EN PERSONAS CON ESCASA MOVILIDAD”

AUTORA:
VANESSA AVILA

DIRECTOR:
ING. ANDRÉS GORDÓN



INTRODUCCIÓN

- El siguiente proyecto de titulación consiste en el diseño e implementación de un prototipo de guante rehabilitador de mano para personas que presenten deterioro en sus habilidades motoras finas, este dispositivo permite la potenciación de la mano mediante un movimiento de apertura y cierre del mismo aplicando robótica blanda.
- Este sistema de rehabilitador tiene como característica principal el funcionamiento del guante mediante actuadores blandos, que es una tecnología nueva en el campo de la robótica mediante la fabricación de materiales elastómeros, este tipo de actuadores blandos son ligeros y muy flexibles y pretenden mejorar la manipulación de objetos por medio de movimientos suaves durante la rehabilitación de los usuarios.



INTRODUCCIÓN

- Para el correcto funcionamiento del proyecto se realiza la instalación de un sistema electroneumático; el fluido neumático permite el movimiento de los actuadores blandos, que se generan a partir del microcontrolador. Para factibilidad del proyecto tanto el sistema mecánico como electrónico son desarrollados y diseñados mediante softwares asistidos por computador para proceder a su implementación.
- Este proyecto es una nueva alternativa de rehabilitación que está encaminada en un prototipo más dócil con el fin de lograr una integridad con el usuario a comparación con los dispositivos asistenciales disponibles en el mercado enfocados en esta área siendo estos más robustos



OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un prototipo de rehabilitador de mano aplicando robótica blanda para el mejoramiento de la sujeción en personas con escasa movilidad



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar mediante un software los actuadores blandos para el prototipo de rehabilitador de mano
- Construir un prototipo de rehabilitador de mano que facilite los ejercicios de movimientos
- Adaptar un sistema de control de funcionamiento para los actuadores del prototipo
- Evaluar el funcionamiento del prototipo



HIPÓTESIS

¿El diseño e implementación de un prototipo de rehabilitador de mano aplicando robótica blanda ayudará el mejoramiento de la sujeción en personas con escasa movilidad?



METODOLOGÍA

Núm. NEC.	Necesidad
1	Bajo costo de inversión
2	Mantenimiento del equipo fácil y económico
3	Costos de ensamble sean bajos
4	Fácil de instalar
5	Fácil de transportar
6	Repuestos sean accesibles
7	El sistema conste de autonomía energética
8	Manipulación segura
9	Operación sencilla y económica
10	Los componentes sean fáciles de fabricar
11	Brinde comodidad al usuario
12	Genere bajos niveles de ruido
13	No genere consecuencias negativas para el ambiente





SELECCIÓN DE COMPONENTES

SISTEMA CONTROL	
Fuente de energía	
<p>Su función principal es la de alimentar el mini compresor de aire a 12VDC, así como cualquier otro elemento con tensión de trabajo 12V-DC, siempre que no sobrepase la potencia máxima de la fuente.</p>	
Arduino Uno	
<p>La tarjeta Arduino Uno, es el control principal de todo el sistema para el funcionamiento de los actuadores y sensor FSR</p>	
Sensor de fuerza resistivo (FSR)	
<p>Su función principal de sensor FSR es detectar la presión. Detecta si se está apretando o no.</p>	



SELECCIÓN DE COMPONENTES

SISTEMA NEUMÁTICO

Mini compresor de aire

Su función principal es la de alimentar a los actuadores blandos, para generar los movimientos de rehabilitación de la mano. Además tiene manómetro con dos escalas de presión para facilitar el entendimiento del usuario.



Válvula solenoide 5/3 centro cerrado

Su función principal es para el control de flujo de aire en el sistema para la activación y desactivación de actuadores blandos.



SELECCIÓN DE COMPONENTES

ACTUADOR BLANDO

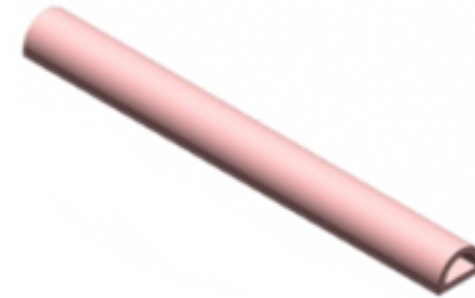
Caucho de silicona

El material adecuado para la elaboración de actuadores blandos es la caucho de silicona, ideal debido al rápido tiempo de curado, nulo encogimiento, alta durabilidad y rendimiento, y lo más importante este elastómero es ideal para aplicaciones industriales.



Actuador semicircular

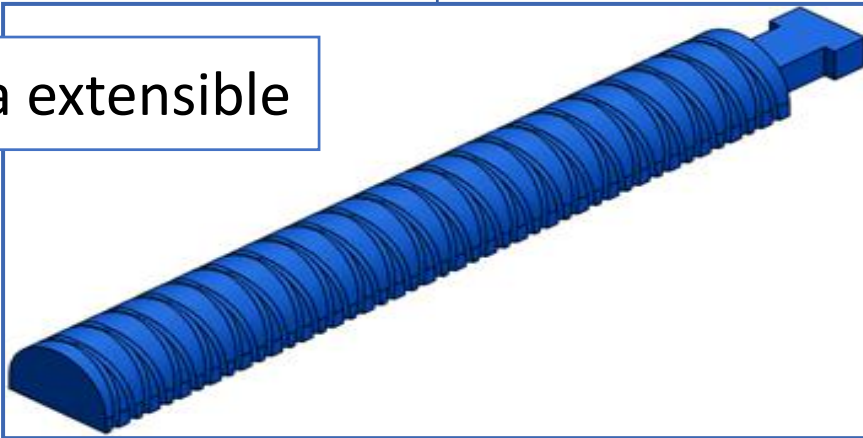
Este tipo de actuador brinda una mayor flexión y su deformación es aproximadamente circular. Además, de su diseño ergonómico es compatible con el rehabilitador brindando comodidad al usuario, a comparación de la alternativa rectangular que es un diseño desmesurado.



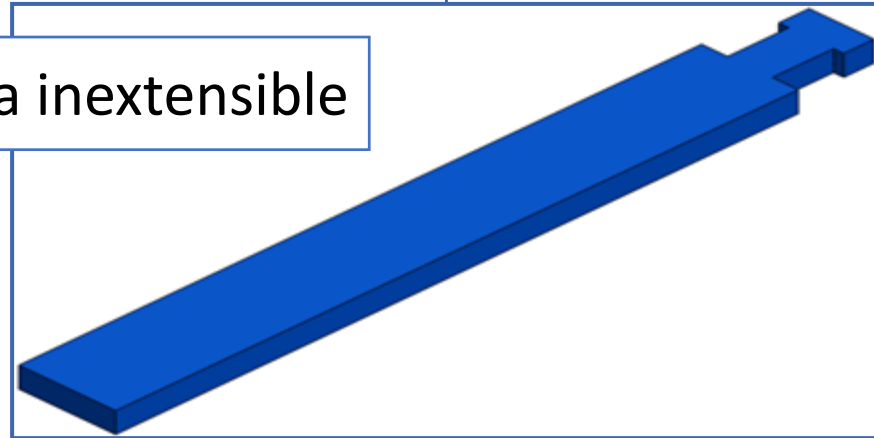
DISEÑO: ACTUADOR BLANDO



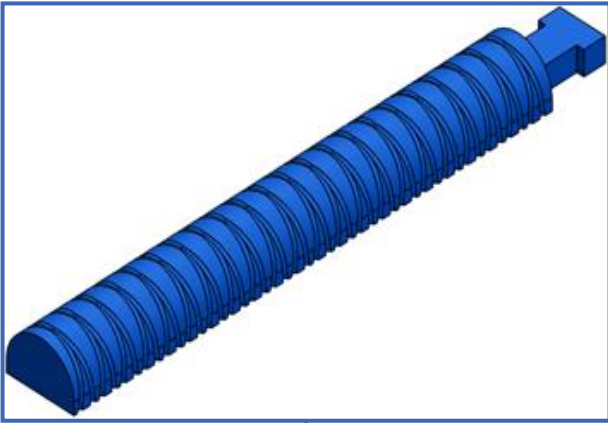
Capa extensible



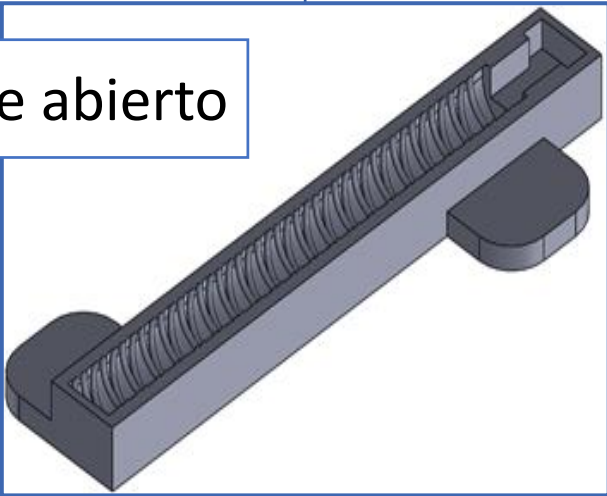
Capa inextensible



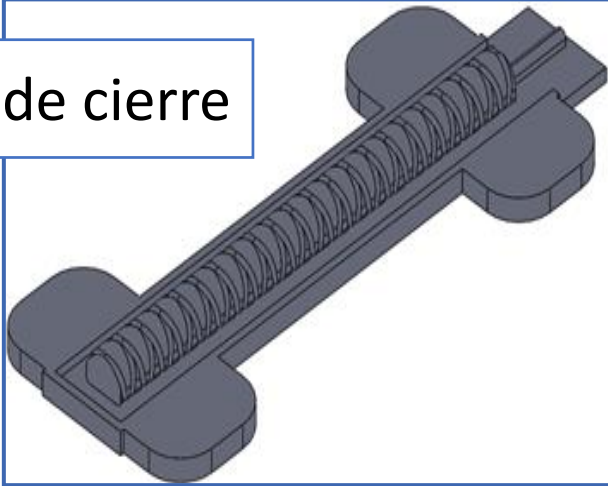
DISEÑO: MOLDES



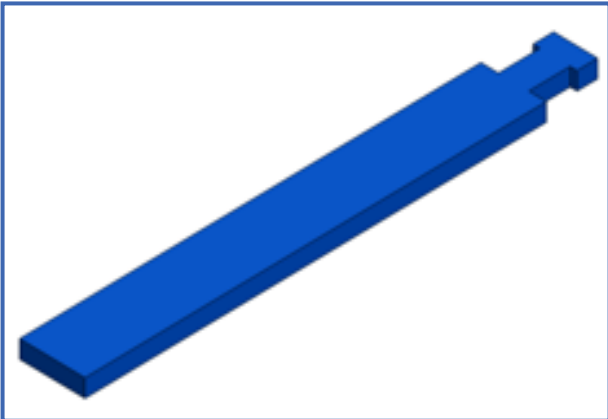
Molde abierto



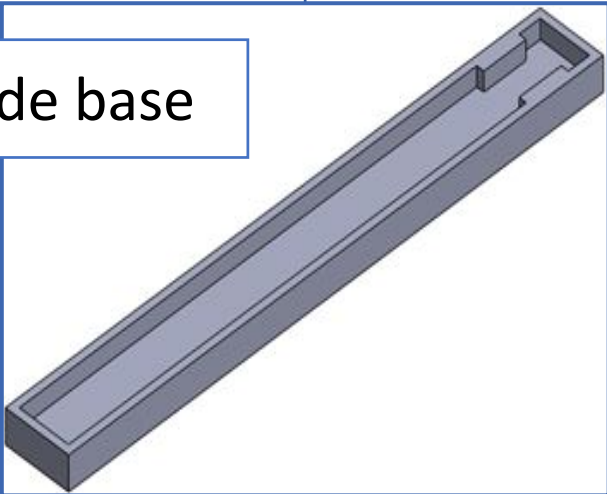
Molde de cierre



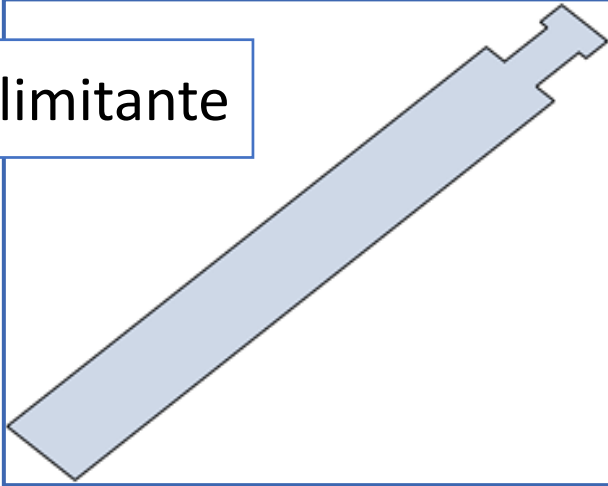
DISEÑO: MOLDES



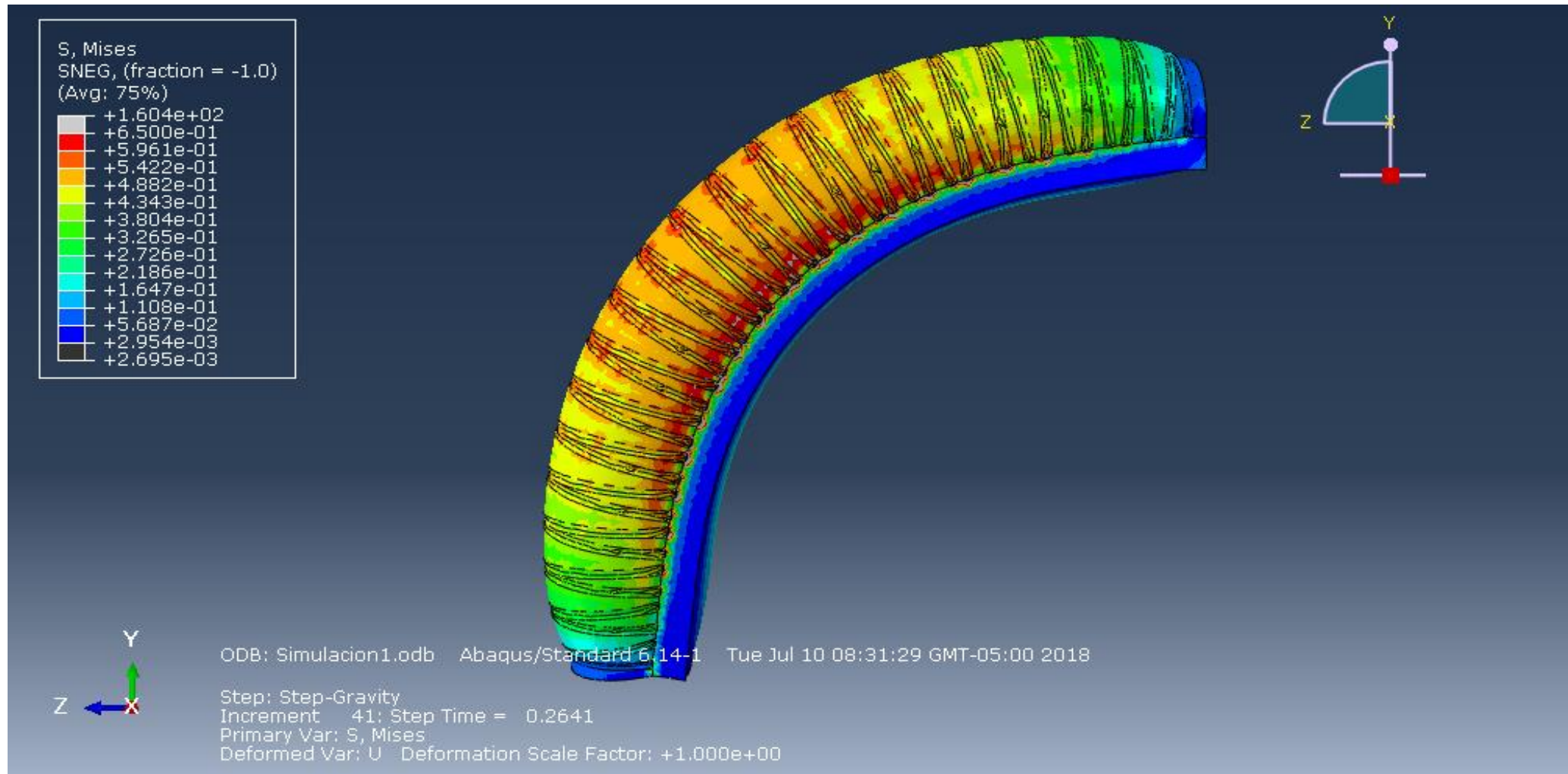
Molde base



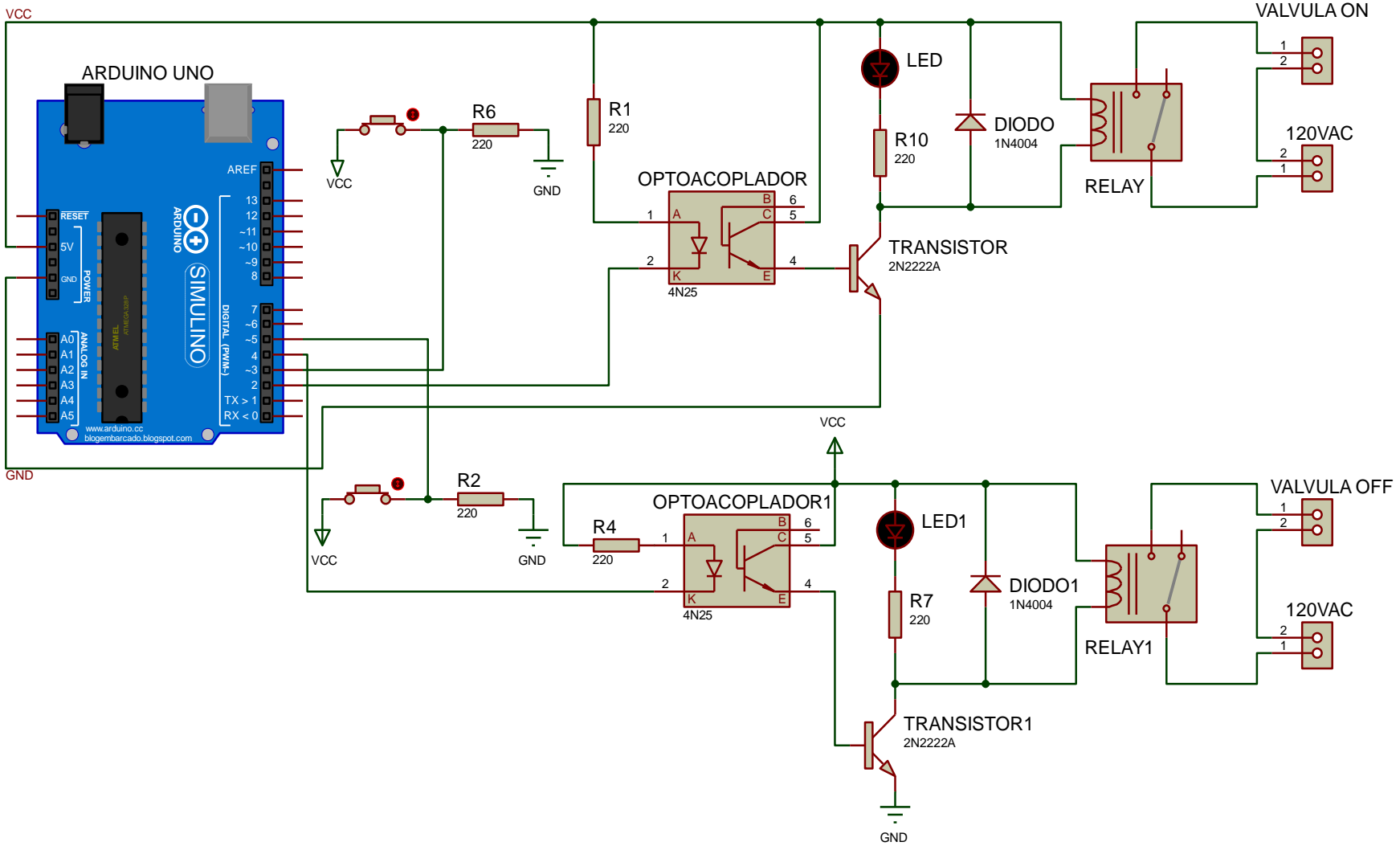
Material limitante



ANÁLISIS DE ACTUADOR BLANDO



DISEÑO: CIRCUITO DE CONTROL



DISEÑO: CIRCUITO SENSOR FSR

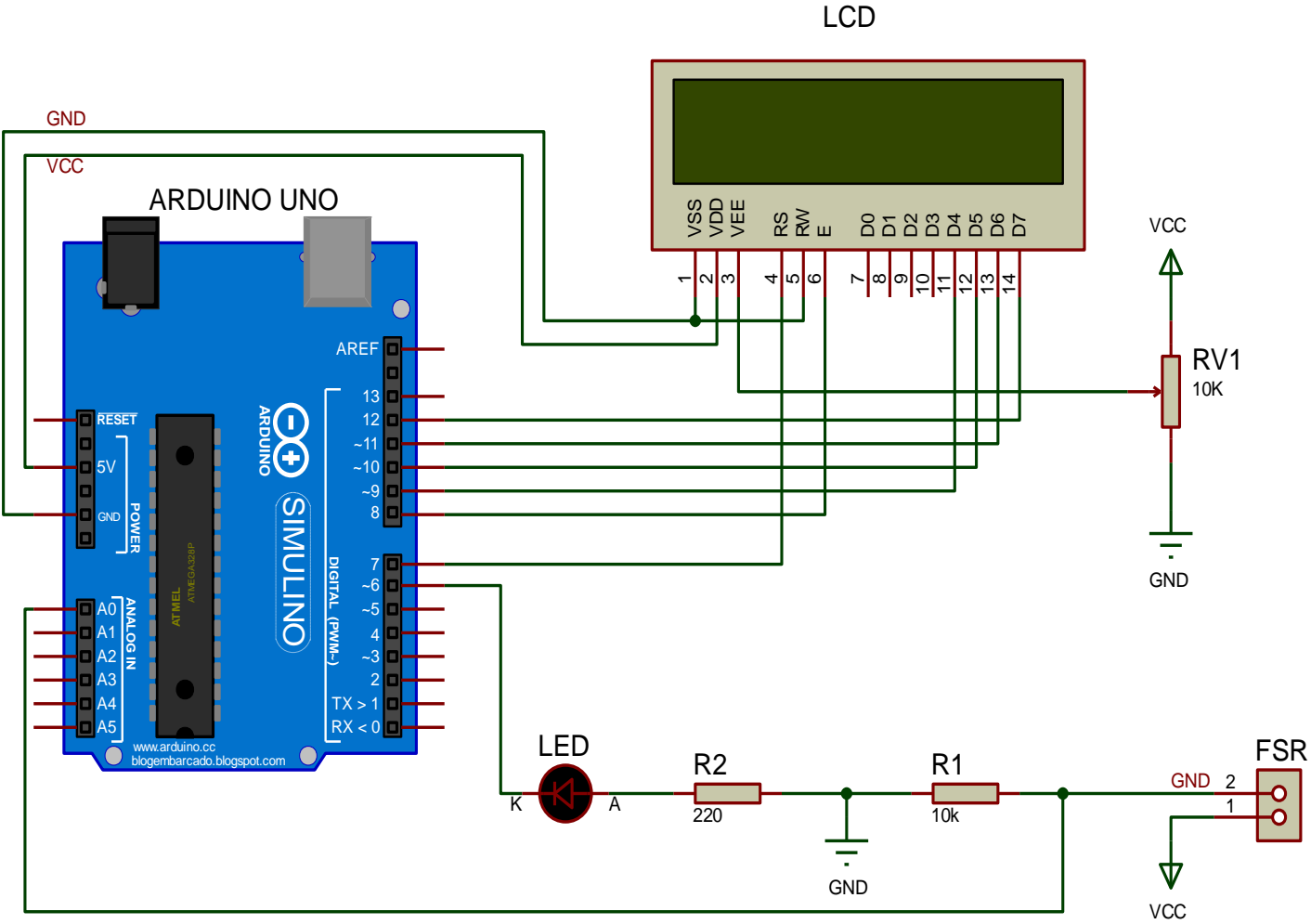


DIAGRAMA DE FLUJO



PRUEBA SIN CARGA

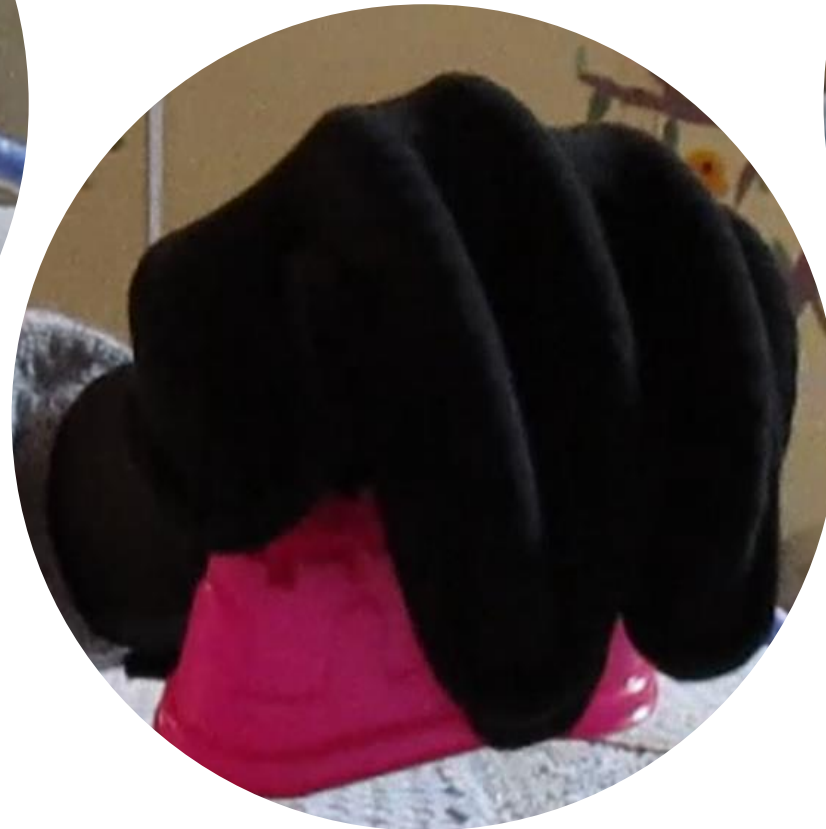
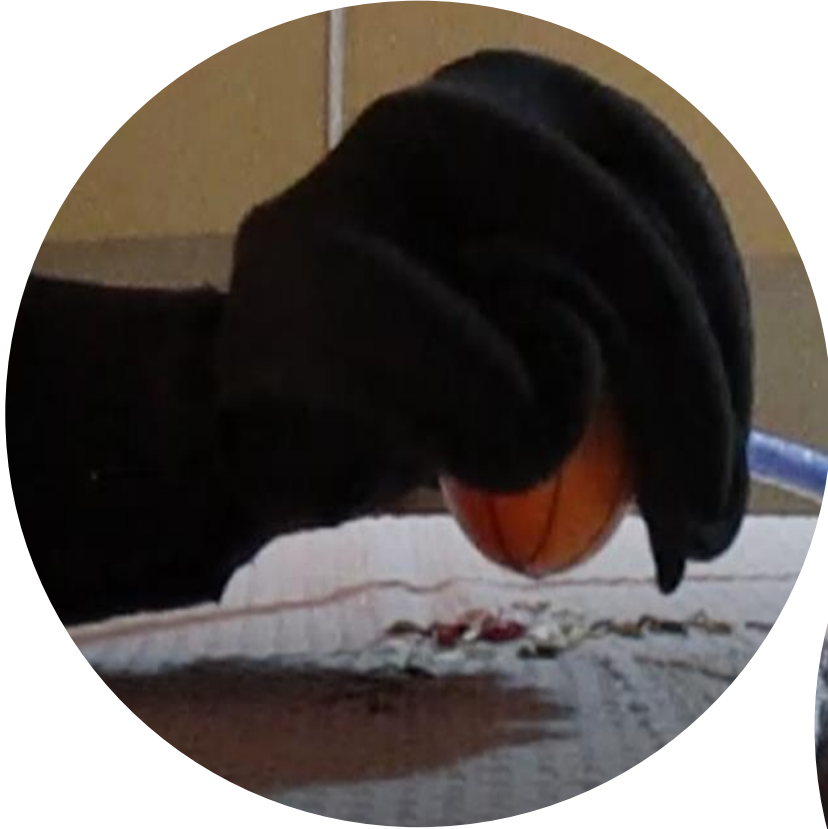
ACTUADOR
PRESURIZADO



ACTUADOR NO
PRESURIZADO

PRUEBA CON CARGA

SUJECIÓN DE OBJETOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Valores de frecuencias observadas (f_o)

Pruebas	Cumplió	No cumplió	Total
Objetos pequeños	82	18	100
Objetos medianos y grandes	70	30	100
Total	152	48	200

$$f_e = \frac{f_{o_i} \times f_{o_j}}{f_{o_T}}$$



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Valores de frecuencias observadas (f_o)

Pruebas	Cumplió	No cumplió
Objetos pequeños	76	24
Objetos medianos y grandes	76	24

$$x^2_{\text{calculado}} = \sum \frac{(f_{o_{ij}} - f_{e_{ij}})^2}{f_{e_{ij}}}$$

$$x^2_{\text{calculado}} = 3.94$$



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

DISTRIBUCION DE χ^2

$$\chi^2_{\text{calculado}} = 3.94$$

$$\chi^2_{\text{tab}} = 3,84$$

$3.94 > 3,84 \therefore H_1$ es válida

Grados de libertad	Probabilidad											
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001	
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83	
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82	
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27	
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47	
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52	
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46	
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32	
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12	
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88	
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59	

“El diseño e implementación de un prototipo de rehabilitador de mano aplicando robótica blanda ayudara al mejoramiento de la sujeción en personas con escasa movilidad”



CONCLUSIONES

- Para el desarrollo de este proyecto se realizó una investigación previa, al ser una tecnología nueva se requiere de toda la información necesaria de los diferentes proyectos ya realizados.
- Para la morfología del actuador se prefirió un diseño semicircular por sus características de trabajo al ser presurizado, adicionalmente este tipo de actuador requiere de fibras inextensibles, impidiendo al actuador se expanda en forma radial y su desplazamiento lo realice en el eje axial, facilitando de manera segura al usuario los movimientos de rehabilitación y brindando la comodidad requerida.
- La simulación del actuador en el software Abaqus, ha permitido tener una apreciación de su comportamiento y analizar si es necesario algún posible cambio en su diseño.



CONCLUSIONES

- El comportamiento del actuador fabricado respecto al simulado, presentan un movimiento muy parecido, cabe recalcar que ninguno de los dos presenta material limitante en su diseño y elaboración.
- Se optó por un curado lento para la mezcla de silicona de caucho con su catalizador, de manera que el material se cure a temperatura ambiente obteniendo mejores enlaces entre sus capas, mientras que un curado rápido presenta enlaces débiles y sus capas se contraen ocasionando que el actuador terminado no brinde el movimiento requerido. Un curado lento conlleva mayor tiempo en el proceso de fabricación.



CONCLUSIONES

- Se desarrolló un dispositivo basado en actuadores blandos para la rehabilitación de la mano en pacientes que han sufrido de un ictus cerebral. El uso de este tipo de material elastomérico en el proyecto ha permitido una mayor flexibilidad y movimientos que se asemejen a la naturaleza humana.
- La instalación de un sistema electroneumático para el funcionamiento del rehabilitador, permite mediante un microcontrolador el accionamiento de los actuadores blandos por medio de flujo neumático para generar los movimientos de cierre y apertura de la mano, además el sistema incluye un sensor encargado de medir la fuerza que genera el actuador blando.



RECOMENDACIONES

- Investigar sobre robótica blanda y los métodos de fabricación de actuadores blandos para obtener mejores resultados y el trabajo sea satisfactorio.
- Antes de validar un prototipo o iniciar con la construcción, es importante el diseño, estudio y análisis dinámico de cada elemento que conforma el sistema mediante un software para mejorar la fabricación y desarrollo del producto.
- La fuente de aire dependerá de la necesidad de flujo de los actuadores para generar los movimientos necesarios.
- El diseño de los actuadores como es su morfología y movimiento dependerá de la aplicación designada.
- Un actuador que presenta un aumento en el grosor de sus paredes, requiere mayor presión para que logre flexionarse.



RECOMENDACIONES

- Para la fabricación de actuadores se sugiere un lugar ventilado y limpio para evitar contaminaciones en el material, además la cantidad de mezcla de los componentes se debe ser previamente medidos.
- El tipo de fabricación que se requiere realizar para obtener los actuadores, implica un proceso de moldeo de varios pasos.
- Para futuros trabajos se recomienda desarrollar una programación que permita ejecutar varios movimientos de rehabilitación, que ayuden al paciente a una mayor recuperación.
- Para desarrollar nuevos dispositivos mediante robótica blanda se recomienda investigar a cerca del tema, que beneficios pueden brindar su aplicación en diferentes campos por su compatibilidad con el hombre.



gracias



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA