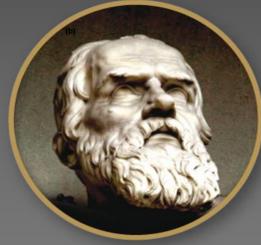


# Galileo Hand: Diseño de una prótesis biónica subactuada de bajo costo utilizando impresión 3D



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Ali Lemus - [alilemus@galileo.edu](mailto:alilemus@galileo.edu), Victor Ferman - [vferman@galileo.edu](mailto:vferman@galileo.edu)

Laboratorio de Investigación Alan Turing, Facultad de FISICC, Universidad Galileo, Guatemala

## Introducción

Galileo Hand es un proyecto desarrollado en Universidad Galileo de Guatemala. Se originó con el fin de crear el diseño de una prótesis open-source, elaborada con materiales de bajo costo e impresión 3D. Este proyecto busca ser distribuido a través de internet como un kit disponible para cualquier persona que ha sufrido una amputación de una de las extremidades superiores. Esta característica permite a la persona elaborar su prótesis localmente a un bajo costo. La prótesis está diseñada para que sea fácil de ensamblar y fácil de reparar.

El diseño de nuestra prótesis utiliza 5 servomotores miniatura, estos son fáciles de conseguir como son utilizados por los aficionados de modelos a escala operados por radiofrecuencia.

Estos son capaces de aplicar un torque de 1.80 kg-cm suficiente para cerrar cada dedo de la mano.

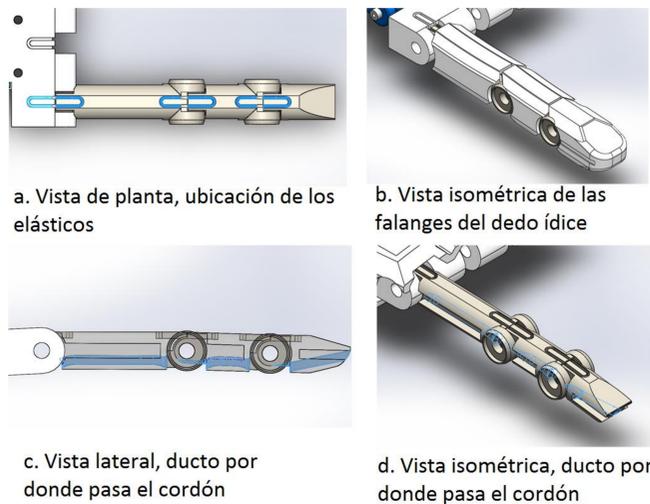


Figura 1

## Accionamiento y rotación del pulgar

### Accionamiento

El diseño de los dedos está compuesto por tres falanges como una mano común, como se observa en la **figura 1**, lo cual mejora el agarre de los objetos como se explica en [1]. El mecanismo encargado de abrir y cerrar los dedos está conformado de dos partes. La primera sirve para cerrar los dedos, consiste en un cordón que pasa por conductos dentro de uno de las falanges por la parte delantera a la palma, comienza desde la falange distal hasta la palma, en donde se conecta a un servomotor que se encarga de halar el cordón, cerrando el dedo. La segunda parte se encarga de abrir los dedos, está formada por elásticos usados para frenillos dentales, los elásticos están colocados en la parte posterior a la palma, en cada una de las articulaciones del dedo.

El funcionamiento de los dedos permite que estos se adapten a la forma del objeto que se desea sujetar, teniendo un número menor de actuadores que el número de grados de libertad [2]. Cada articulación del dedo es unida por un tornillo tipo "Chicago" que le agrega valor a la estética de la prótesis.

### Rotación del pulgar

El poder rotar el pulgar permite diferentes agarres. En la posición del pulgar en la **figura 2**, se puede observar que el pulgar forma un ángulo de 15 grados respecto de la palma. En esta posición se logra conseguir el agarre lateral. En la **figura 3** el pulgar está rotado en 90 grados, en esta posición se consiguen los agarres: (1) pinza bidigital, (2) pinza tridigital, (3) agarre de gancho.

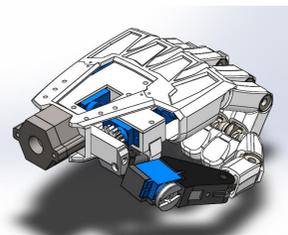


Figura 2

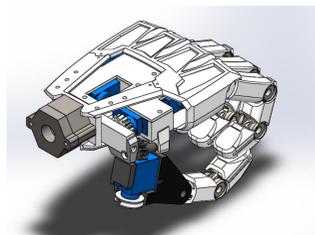
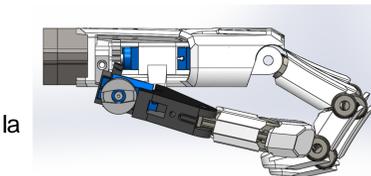
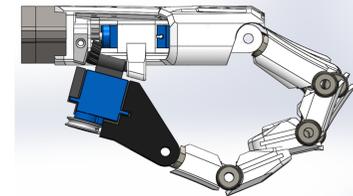


Figura 3

Figura 4  
Vista lateral de la prótesis



Pulgar en posición de palma abierta, formando 15 grados respecto a la palma

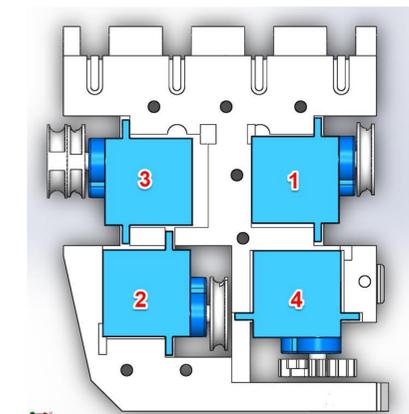


Pulgar rotado 90 grados

### Palma

La palma una de las partes que más tiempo tomó diseñar, el mayor desafío fue lograr ubicar los servomotores necesarios dentro la palma. Para ahorrar espacio se optó accionar el dedo meñique y el dedo anular con el mismo servomotor, de esta manera logramos colocar todos los servomotores dentro de la palma.

Otro desafío fue el diseño del pulgar debido a que es debía funcionar y tener el tamaño adecuado para que funcionara como una mano biológica. En la **figura 5** se puede observar cómo se distribuyeron los servomotores dentro de la palma de la mano, incluyendo el dedo pulgar.

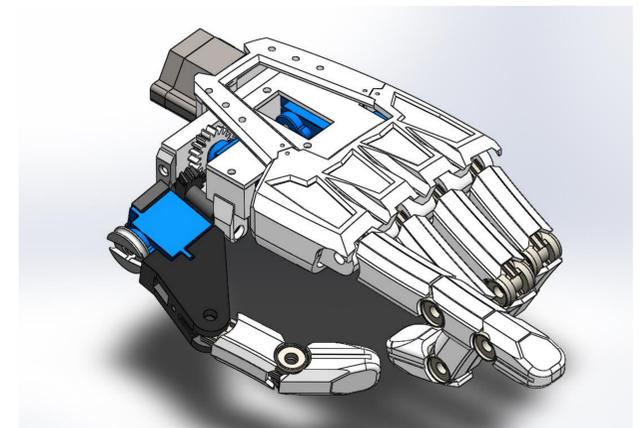


1. Índice
2. Medio
3. Anular y meñique
4. Rotación del pulgar

Figura 5

## Resultados

Los mecanismos antes descritos fueron incorporados exitosamente en el diseño de la prótesis biónica Galileo Hand, características que le dan mayor funcionalidad, efectividad y que la hacen poseer un comportamiento muy similar a una mano humana. Actualmente la prótesis está en la fase de prueba, la prótesis está siendo utilizada por un paciente en Guatemala para comprobar el funcionamiento de la misma. También se continúa con el diseño de la prótesis, para utilizar otro tipo de actuadores los cuales serán capaces de proporcionar mayor torque a las falanges de la prótesis y así lograr sujetar objetos más pesados y con mayor firmeza.



## Referencias

[1] W. Zhang, Q. Chen, Z. Sun and D. Zhao, "Passive adaptive grasp multi-fingered humanoid robot hand with high underactuated function", IEEE Conference on Robotics & Automation, 2004

[2] B. Massa, S. Roccella M.C. Carrozza and P. Dario, "Design and Development of an Underactuated Prosthetic Hand", IEEE International Conference on Robotics & Automation, 2002

[3] 3D Printed Prosthetics Study – e-NABLE Hands At Creighton University, Available at: <http://enablingthefuture.org/2014/09/04/3d-printed-prosthetics-study-e-nable-hands-at-creighton-university/>