

Prótesis de mano con diseño biomecánico para segmento residual de muñeca para moldeo por deposición fundida

Carlos Abdiel Álvarez Rivera^{1*}, Javier Molina Salazar²

Resumen

Este proyecto se enfoca en el desarrollo de una prótesis de mano de bajo costo con un diseño biomecánico, utilizando la tecnología de Moldeo por Deposición Fundida (FDM). La investigación, busca solucionar la necesidad de prótesis accesibles y efectivas en México. Se estima que dos millones de personas en el país necesitan una prótesis, pero el alto costo de las prótesis biónicas las hace inalcanzables para la mayoría. Si bien existen prótesis mecánicas de bajo costo fabricadas con FDM, sus diseños simplificados a menudo carecen de la funcionalidad necesaria para mejorar significativamente la calidad de vida de los usuarios. La solución propuesta es crear una prótesis que respete la arquitectura y la biomecánica de una mano real. Al incorporar elementos como el metacarpo y los pulpejos, el diseño busca mejorar la movilidad, la fuerza y el agarre para las actividades diarias. La metodología del proyecto incluye una revisión de la literatura para sustentar el diseño, seguida de pruebas físicas para evaluar la funcionalidad y el rendimiento. El resultado esperado es un diseño biomecánico que sea factible de fabricar en FDM, que tenga un buen desempeño en la evaluación SHAP y, en consecuencia, que mejore la calidad de vida de los usuarios.

Palabras Clave

Prótesis – Moldeo por Deposición Fundida (FDM) – Biomecánica – Calidad de Vida

^{1,2}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

***Autor de correspondencia:** al256156@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Doctorado en Tecnología

Fecha de presentación

22 de mayo de 2025

Financiamiento

SECITHI (CVU 2084348)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Evento académico

9.º Coloquio de Posgrados del IIT

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. Arellano, C. (2023, febrero 4). Sin acceso a prótesis, por altos costos, 2 millones de mexicanos. La Razón de México. <https://www.razon.com.mx/mexico/2023/02/04/sin-acceso-a-protesis-por-altos-costos-2-millones-de-mexicanos/>
2. Zuniga, J., Katsavelis, D., Peck, J., Stollberg, J., Petrykowski, M., Carson, A., & Fernandez, C. (2015). Cyborg beast: A low-cost 3D-printed prosthetic hand for children with upper-limb differences. BMC Research Notes, 8(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-0971-9>
3. Alturkistani, R., Kavin, A., Devasahayam, S., Thomas, R., Colombini, E. L., Cifuentes, C. A., Homer-Vaniasinkam, S., Wurdemann, H. A., & Moazen, M. (2020). Affordable passive 3D-printed prosthesis for persons with partial hand amputation. Prosthetics & Orthotics International, 44(2), 92–98. <https://doi.org/10.1177/0309364620905220>

CITACIÓN: Álvarez Rivera, C.A., & Molina Salazar, J. (2025). Prótesis de mano con diseño biomecánico para segmento residual de muñeca para moldeo por deposición fundida [edición especial]. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 4(1), 121-122.

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Instituto de Ingeniería y Tecnología
Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura
Doctorado en Tecnología

Prótesis de mano con diseño biomecánico para segmento residual de muñeca para moldeo por deposición fundida

M.A. Carlos Abdiel Alvarez Rivera

Director de tesis: Dr. Javier Molina Salazar

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito el generar una prótesis de mano siguiendo un diseño inspirado en la mecánica y forma de la mano real, ya que muchas de las prótesis actuales que son diseñadas para Moldeo por Deposición Fundida (FDM) no se basan en la forma natural de la mano sino en diseños simplificados que faciliten la fabricación, lo que genera que no mejore significativamente la calidad de vida de los usuarios. Llevando a que algunos tomen la decisión de retirar la prótesis y realizar su vida con las limitaciones propias de una amputación. De ahí que sea necesario crear un diseño eficaz con tecnología FDM. Esta investigación propone utilizar el diseño biomecánico y elementos de la arquitectura de la mano para crear una prótesis funcional para las actividades del vivir diario. Para lograrlo se revisará la literatura y en base a ella se creará un diseño biomecánico que respete la arquitectura de la mano que pueda ser manufacturado. Finalmente, la prótesis se evaluará en pruebas físicas para ver su funcionalidad y desempeño.

Introducción

En México se realizan más de 27 mil amputaciones al año y se estima que hay aproximadamente un rezago de dos millones de personas que requieren alguna clase de prótesis y cinco millones que necesitan alguna ayuda ortésica [1].

Esta gran necesidad ha creado que existan diferentes tipos de prótesis. Por ejemplo, existen prótesis biónicas que hacen posible el control mediante pulsos eléctricos enviados por el cerebro hasta los músculos próximos al extremo amputado, posibilitando una respuesta similar a la del cuerpo. Sin embargo, estas prótesis no son accesibles a la mayoría por el alto costo de fabricación.

Por otro lado, las prótesis asequibles (muchas de ellas fabricadas en Moldeo por Deposición Fundida (FDM) para reducir sus costos) no cuentan con un nivel de diseño que mejore significativamente la vida de los usuarios. Llevando a que algunos tomen la decisión de retirar la prótesis [2] y realizar su vida con las limitaciones propias de una amputación [3]. De ahí que sea necesario crear un diseño eficaz con tecnología FDM.

Esta investigación propone utilizar el diseño biomecánico y elementos de la arquitectura de la mano para crear una prótesis funcional para las actividades del vivir diario

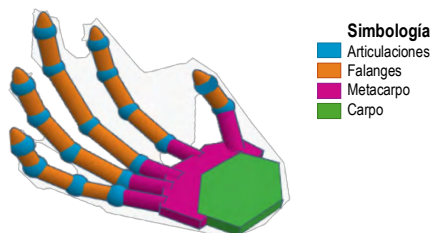


Figura 1. Representación de la biomecánica. Fuente: elaboración propia.

Planteamiento del problema

Existe una gran cantidad de personas que necesitan una prótesis. Sin embargo, el enfoque actual de las prótesis biónicas tiene un alto costo volviéndolas inaccesibles para la mayoría. Por otro lado, las prótesis mecánicas por tecnología FDM asequibles tienen una baja funcionalidad esto nos lleva a un vacío en el conocimiento, es decir, no se tienen prótesis eficaces a bajo costo.

Referencias

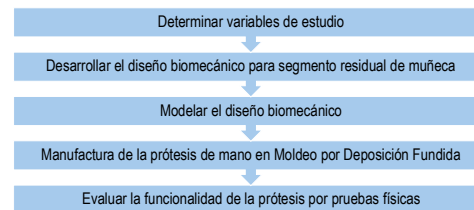
- [1] C. Arellano. Sin acceso a prótesis, por altos costos, 2 millones de mexicanos. La Razón de México. Accessed: April 12, 2025. [Online] Available: <https://www.razon.com.mx/mexico/2023/02/04/sin-acceso-a-protesis-por-altos-costos-2-millones-de-mexicanos/>
- [2] J. Zungu, D. Katsavakis, J. Peck, J. Stallerg, M. Petrykowski, A. Carson, & C. Fernandez. "Cyborg based: a low-cost 3d-printed prosthetic hand for children with upper limb difference". BMC Research Notes, 8(1), 10, (2015). <https://doi.org/10.1186/s13104-015-0971-9>
- [3] R. Altunkutani, A. Kevin, S. Devesahayam, R. Thomas, E. L. Colombini, C. A. Cifuentes, S. Homer-Vanniasinkam, H. A. Wurdemann, & M. Moazen. "Affordable passive 3D-printed prosthesis for persons with partial hand amputation". Prosthetics & Orthotics International, 44(2), 92-98, (2020). <https://doi.org/10.1177/0309394620905220>

Figura 1. Cartel Académico: Prótesis de mano con diseño biomecánico para segmento residual de muñeca para moldeo por deposición fundida.

Objetivo

El objetivo general es desarrollar una prótesis de mano con diseño biomecánico para segmento residual de muñeca para Moldeo por Deposición Fundida (FDM)

Metodología



Resultados esperados

El resultado esperado, es el desarrollo de un **diseño biomecánico respetando la arquitectura de la mano** que sea factible de fabricación en FDM, que tenga un buen desempeño en la evaluación SHAP (evalúa la funcionalidad de prótesis de mano) y en consecuencia, mejorará la calidad de vida de los usuarios.

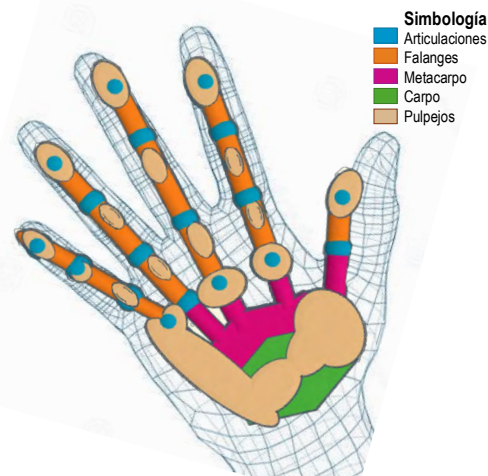


Figura 2. Representación de la biomecánica mas arquitectura de mano, con bosquejo de referencia en fondo de dreamstime.com. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La revisión de la literatura muestra un vacío en el conocimiento en la aplicación de diseño biomecánico como la implementación de la estructura del metacarpo en los elementos de la prótesis estos elementos en la mano física son esenciales para la movilidad y la fuerza; su aplicación mejoraría significativamente el desempeño de una prótesis. Sobre la arquitectura de la mano, los pulpejos son comúnmente ignorados o mal aplicados, pueden mejorar el agarre de objetos pequeños. En el diseño la aplicación de biomecánica y arquitectura de mano pueden mejorar la movilidad fuerza y el agarre a bajo costo