

Implementación de la teoría Tau en prótesis robóticas de mano para generación de movimientos

Daniela Ortiz Ramos^{1*}, Miguel Ángel García Teran², Ángel Israel Soto Marrufo³

Resumen

Este artículo presenta una revisión sistemática de literatura enfocada en identificar las técnicas de control utilizadas para el movimiento de prótesis robóticas, aplicando el método PRISMA para garantizar rigor en la selección de estudios. Las búsquedas se realizaron mediante palabras clave relacionadas con control de prótesis, revelando que las tendencias actuales priorizan métodos basados en señales electromiográficas (EMG) y enfoques cinemáticos para mejorar la precisión y naturalidad del movimiento. Asimismo, se identificó el uso creciente de modelos de aprendizaje automático y técnicas híbridas que combinan información sensorial y biomecánica, contribuyendo a una mayor adaptabilidad y funcionalidad en dispositivos protésicos. La revisión también evidenció que los estudios más sólidos provienen de revistas indexadas, mientras que algunos trabajos académicos presentan limitaciones en diseño experimental. Estos hallazgos permiten visualizar áreas prometedoras para el desarrollo de sistemas protésicos avanzados, orientados a mejorar la autonomía y calidad de vida de personas con movilidad reducida, consolidando la integración de tecnologías innovadoras en aplicaciones médicas y asistivas.

Palabras Clave

Prótesis robótica de mano – Teoría de Tau – Control de movimiento – Generación de trayectorias

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

***Autor de correspondencia:** al257515@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Maestría en Tecnología

Fecha de presentación

20 y 27 de noviembre de 2025

Financiamiento

SECIHTI (CVU 2158871)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Eventos académicos

10.º Coloquio de Posgrados del IIT, 1.º Congreso Internacional de las Fronteras de las Ingenierías

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. Zhang, X., Li, W., & Chen, L. (2025). Highly responsive robotic prosthetic hand control considering electromechanical delay (EMD). *Sensors*, 25(1), 113.
2. García Batista, P., Costa Vieira, A., & Gaspar, P. D. (2025). Robotic prostheses and neuromuscular interfaces: a review of design and technological trends. *Machines*, 13(9), 804.
3. Badminton, N. (2025). *The Robot-Arm Prosthetic Controlled by Thought*. Recuperado de <https://nikolas-badminton.com/the-robot-arm-prosthetic-controlled-by-thought>

CITACIÓN: Ortiz Ramos, D., García Teran, M.A., & Soto Marrufo, A.I. (2026). Implementación de la teoría Tau en prótesis robóticas de mano para generación de movimientos [Fronteras de la Ingeniería y Transformación Tecnológica]. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 5(1), 83-84.

Implementación de la teoría de Tau en prótesis robóticas de mano para generación de movimientos

Ing. Daniela Ortiz Ramos¹, Dr. Miguel Ángel García Terán²,
Dr. Ángel Israel Soto Marrufo³.

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura. Maestría en Tecnologías
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

Se propone la implementación de un sistema de generación de trayectorias para prótesis robóticas de mano basado en la teoría de Tau, con el fin de lograr movimientos coordinados. La problemática surge porque muchas prótesis actuales producen trayectorias rígidas, poco fluidas y difícilmente adaptables al movimiento humano, lo que limita la precisión. A través de simulaciones y pruebas experimentales, este proyecto busca validar un modelo capaz de reproducir patrones de movimiento más humanos, contribuyendo al desarrollo de prótesis funcionales.

Introducción

La integración de las prótesis robóticas de mano en aplicaciones médicas y asistivas implica que estos dispositivos cuenten con sistemas de generación de trayectorias y sistemas de control capaces de reproducir movimientos precisos y coordinados, garantizando una interacción eficiente y segura entre el usuario y el dispositivo. La literatura reporta el desarrollo de estas prótesis a partir de técnicas como el uso de señales mioeléctricas (EMG), modelos cinemáticos, interfaces neuronales, retroalimentación háptica, mecanismos biomiméticos y control multimodal, los cuales buscan mejorar la fluidez y adaptabilidad del movimiento [1][2].



Figura 1. Prótesis de brazo robótico controlada por el pensamiento [3]

Objetivo General

Implementar un sistema de generación de trayectorias para prótesis robóticas de mano, para lograr movimientos coordinados, mediante la aplicación de la teoría de Tau.

Objetivos específicos

- Construir un prototipo de brazo robótico, aplicado a una prótesis de mano, mediante impresión 3D.
- Programar el sistema de control, aplicado en MATLAB, mediante modelos y herramientas de simulación.
- Implementar simulaciones de escenarios, aplicadas al comportamiento de la prótesis, mediante casos de prueba específicos.
- Elaborar un modelo basado en la teoría de Tau, aplicado a la generación de trayectorias, mediante principios perceptivo-motores.

Metodología

El proyecto, representado en la Figura 2, inicia con una revisión literaria que permite seleccionar las bases teóricas y el prototipo adecuado. A partir de esta selección, se desarrolla el proceso de generación de trayectorias fundamentado en la teoría de Tau, acompañado del análisis cinemático correspondiente. Posteriormente, se realizan simulaciones para evaluar el comportamiento del modelo. De manera paralela, se diseña el prototipo de la prótesis, incluyendo la identificación, descarga y rediseño de archivos STL, seguido por la fabricación, la instrumentación, el ensamble final del dispositivo y comunicación. Finalmente, se lleva a cabo la implementación del sistema, las pruebas y los resultados.

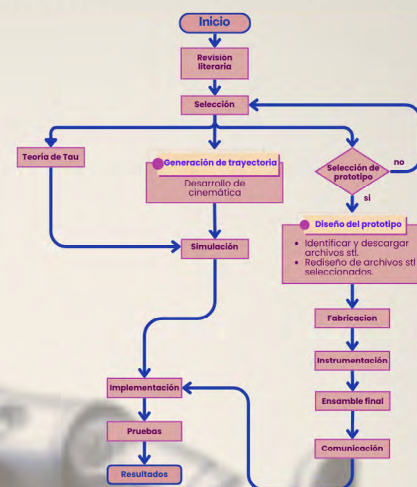


Figura 2. Metodología. El esquema ejemplifica los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto

Resultados esperados

Se espera que el sistema de generación trayectorias basado en la teoría de Tau genere movimientos fluidos y coordinados. Las simulaciones en MATLAB deben mostrar una mejor sincronización temporal y una reducción en la brusquedad de las trayectorias. Además, la interfaz gráfica facilitará un control intuitivo, y las pruebas experimentales validarán la eficacia del sistema en la fluidez del movimiento.

Conclusiones

Se propone la implementación de un sistema de generación de trayectorias para prótesis robóticas de mano, la cual, a diferencia de los sistemas convencionales, incorpora la teoría de Tau para mejorar la coordinación y naturalidad del movimiento. Este sistema incrementa la capacidad del dispositivo para reproducir movimientos humanos de forma más fluida y precisa, lo que contribuye a mejorar la autonomía y calidad de vida de las personas con movilidad reducida al facilitar la realización de tareas cotidianas con mayor funcionalidad y control.

Referencias

- [1] X. Zhang, W. Li y L. Chen, "Highly responsive robotic prosthetic hand control considering electromechanical delay (EMD)," *Sensors*, vol. 25, no. 1, p. 113, 2025.
- [2] P. García Batista, A. Costa Vieira y P.D. Gaspar, "Robotic prostheses and neuromuscular interfaces: a review of design and technological trends," *Machines*, vol. 13, no. 9, p. 804, 2025.
- [3] N. Badminton, "The Robot-Arm Prosthetic Controlled by Thought," Nikolas Badminton. [En línea]. Disponible: <https://nikolasbadminton.com/the-robot-arm-prosthetic-controlled-by-thought>. Fecha de acceso: 12 noviembre 2025.