



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Diseño e instrumentación de manipuladores para un
robot de servicio de propósito general

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A N

Rafael Cuéllar Ramírez
Marco Elian Soriano Pimentel

DIRECTOR(A) DE TESIS

Dr. Jesús Savage Carmona



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2026

Índice general

1. Introducción	3
1.1. Definición del problema	3
1.2. Justificación	3
1.3. Alcance	4
2. Antecedentes	5

Capítulo 1

Introducción

El presente capítulo tiene por finalidad ofrecer una introducción general al trabajo de tesis, situando el contexto en el que se inscribe y los principios que sustentan su enfoque. Se expone, en primera instancia, el problema que motiva la investigación; se fundamenta su relevancia y pertinencia; y se delimitan los alcances del estudio.

1.1. Definición del problema

En las últimas décadas, la robótica de servicio se ha consolidado como un área de investigación y desarrollo en constante expansión. La competencia internacional RoboCup@HOME se fundó con el objetivo de evaluar anualmente las capacidades de la tecnología emergente en robótica de servicio, incluyendo, entre otras, la interacción y cooperación humano-máquina, la navegación en ambientes dinámicos y la manipulación de objetos [1].

El Laboratorio de Bio-Robótica de la UNAM, fundado en 1996, emprendió en 2005 la construcción de robots móviles destinados a ayudar a las personas en sus actividades cotidianas, en entornos domésticos, académicos, laborales y clínicos. El robot de servicio de propósito general *Justina* es resultado de la evolución de otros robots creados en el laboratorio [2].

En la actualidad, *Justina* cuenta con una cámara RGBD, un micrófono direccional, un torso telescópico, un sensor LiDAR, dos brazos manipuladores con siete grados de libertad cada uno y una base móvil FESTO *Robotino 3*. No obstante, los manipuladores de *Justina* exhiben deficiencias críticas que impidieron su participación en la RoboCup@HOME 2025. Los actuadores carecen de la capacidad de carga necesaria para las tareas de manipulación doméstica, los componentes estructurales presentan deformaciones permanentes por sobrecarga y el deterioro acumulado del sistema compromete su desempeño. Asimismo, aunque posee dos brazos, la manipulación colaborativa constituye un desafío técnico pendiente.

En respuesta a esta problemática, el presente trabajo plantea el rediseño e implementación integral de los subsistemas mecánico, electrónico y de software que conforman los brazos de *Justina*, con el propósito de superar las limitaciones actuales y habilitar la manipulación colaborativa.

1.2. Justificación

El rediseño de los manipuladores de *Justina* responde a múltiples necesidades del ámbito académico y del desarrollo tecnológico en robótica de servicio.

Justina es un robot de servicio diseñado para operar en entornos domésticos, concebido como parte de una iniciativa para acercar la robótica a las personas y mejorar su calidad de vida. Sin embargo, la meta principal del proyecto es fomentar la formación científica e ingenieril de los estudiantes, brindándoles la

oportunidad de aplicar sus conocimientos en escenarios prácticos utilizando tecnología de vanguardia [3]. Los manipuladores son esenciales para estos fines, ya que constituyen la interfaz de interacción física con objetos y personas.

La integración de manipulación colaborativa amplía significativamente el rango de tareas que *Justina* puede realizar, permitiendo manejar objetos de mayor tamaño, peso y complejidad, y coordinar actividades que requieren ambos brazos, como la apertura de contenedores o el ensamblaje de objetos.

La participación en la RoboCup@HOME promueve el avance tecnológico del laboratorio al establecer estándares internacionales de desempeño y facilitar la comparación con otras instituciones académicas. No poder participar representa una pérdida de oportunidades de evaluación, retroalimentación y visibilidad.

Finalmente, este trabajo fortalece las competencias del Laboratorio de Bio-Robótica de la UNAM. Introduce la manipulación colaborativa como línea de investigación y desarrollo, genera conocimiento técnico documentado sobre el diseño mecatrónico de manipuladores y proporciona un marco para futuros avances.

1.3. Alcance

El presente trabajo abarca el rediseño integral de los brazos manipuladores de *Justina* en tres disciplinas:

- **Mecánica:** diseño de manipuladores y efector finales, análisis por elemento finito y manufactura.
- **Electrónica:** arquitectura del sistema de control, integración de sensores y administración de energía.
- **Software:** desarrollo de nodos de control de los manipuladores y efectores finales e infraestructura para la manipulación colaborativa.

Se contempla además la validación experimental mediante pruebas de desempeño en tareas representativas de robótica de servicio.

El alcance del proyecto no incluye modificaciones a otros subsistemas de *Justina*. En cuanto a la manipulación colaborativa, se implementará la infraestructura y funcionalidad básica de coordinación, pero no se desarrollarán algoritmos avanzados de planificación, los cuales constituyen trabajo futuro.

Capítulo 2

Antecedentes

Aquí van a ir los antecedentes. :)

Bibliografía

- [1] RoboCup Federation, “RoboCup@Home League.” <https://athome.robocup.org/>, 2025. Official website of the RoboCup@Home league for autonomous service robots.
- [2] C. P. Vázquez, “Justina, robot de servicio creado en la unam.” <https://www.uv.mx/prensa/ciencia/justina-robot-de-servicio-creado-en-la-unam/>, mayo 2019. Accessed 2025-08-28.
- [3] BioRobotics Laboratory, UNAM, “Pumas OPL (Justina Robot).” [Online]. Available: <https://biorobotics.fi-p.unam.mx/robot-justina/>, 2025. Accessed: Oct. 1, 2025.