

**Licenciatura:** Ingeniería Mecánica.

**Nombre del proyecto de integración (PI):** Diseño y manufactura de un mecanismo de leva para articulación de rodilla.

**Modalidad:** Proyecto tecnológico.

**Versión:** Primera.

**Trimestre lectivo:** 24-I.

**Datos del alumno:**

Nombre completo: Reyes Trejo Julio Roberto.

Matricula: 2172002052.

Correo: [al2172002052@azc.uam.mx](mailto:al2172002052@azc.uam.mx)



Firma: \_\_\_\_\_

**Datos de los asesores:**

Asesor: Dr. Ramírez Cruz José Luis.

Categoría: Asociado.

Departamento de adscripción: Energía.

Teléfono: 5553189066.

Correo: [rcjl@azc.uam.mx](mailto:rcjl@azc.uam.mx)

Firma: \_\_\_\_\_

Co-Asesor: Dr. Cuevas Andrade Juan Luis.

Categoría: Asociado.

Departamento de adscripción: Energía.

Tel. 5553189066.

Correo: [jl1z9c88@gmail.com](mailto:jl1z9c88@gmail.com).

Firma: \_\_\_\_\_

## Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

---

Reyes Trejo Julio Roberto

---

Dr. Ramírez Cruz José Luis

---

Dr. Juan Luis Cuevas Andrade

## 1. Introducción

En la actualidad personas que han sido sometidas a amputaciones quirúrgicas de alguna de sus partes del cuerpo optan por obtener una prótesis mecánica para continuar con su vida cotidiana en medida de lo posible.

La prótesis de rodilla es un conjunto de componentes mecánicos que reemplazan las tres superficies biológicas del fémur, tibia y peroné. El presente trabajo de ingeniería describe el procedimiento que será ejecutado para realizar un diseño de mecanismo de leva que simule el movimiento natural de rodilla para fines didácticos.

El proyecto realizará el perfil de una prótesis de rodilla que emulará el movimiento de una rodilla humana al estar andando, tratando de atender las necesidades fundamentales de las personas que sufrieron la amputación de esta articulación y la necesidad de usar una prótesis.

Se aplicará el QFD, también conocido como Despliegue de la Función de Calidad (Quality Function Deployment) para identificar las necesidades en el diseño y funcionalidad de la prótesis y matrices morfológicas que ayudarán a adoptar las decisiones más apropiadas al momento de llevar a cabo el diseño.

## 2. Antecedentes

En el año 2013 un alumno de ingeniería mecánica, Jesús Eduardo Rodríguez Gutiérrez presentó el trabajo “Diseño de prótesis de rodilla externa” [1]. En el mencionado trabajo se presentaron datos sobre la antropometría de la población mexicana y sobre biomecánica que ayudará en el diseño del perfil de la leva.

En el año 2003, Peter Stanley Walker registró la patente de una prótesis de rodilla [2]. Su diseño ayudará como inspiración para realizar el diseño con el mecanismo de leva.

En el año 2018, alumno de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional Autónoma de México de nombre Luis Bautista Morales presentó el trabajo “Diseño de un sistema de leva seguidor desmodrómico para generar desplazamientos lineales recíprocos.” [3]. Dicho trabajo ayudará con los cálculos de cinemática y dinámica del mecanismo de leva que reproduzca el movimiento.

Se tomará como método de referencia en el diseño de la leva el artículo de Homero Jiménez Rabiela publicado en 2018, “Diseño virtual y paramétrico de leva y seguidor.” [4]. Aquí se muestran los resultados logrados al aplicar técnicas computacionales innovadoras en el diseño tridimensional y paramétrico de un sistema de leva de placa y seguidor de rodillo.

### 3. Justificación

En la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, en ocasiones, durante las clases en el área de mecánica, se requiere la exhibición de mecanismos físicos para mejorar la claridad de las sesiones. Este proyecto emerge como una solución a la necesidad de demostrar en las clases de Mecanismos y Diseño de Mecanismos una aplicación de levas como parte de una prótesis. En el ámbito de la salud, la pérdida de extremidades es un problema recurrente, y existe la necesidad de integrar mecanismos versátiles, como la leva, en las articulaciones de rodilla de las prótesis de la parte superior de la pierna, lo que reduce la complejidad de las prótesis y resulta importante para elevar la calidad de vida de aquellas personas que han sufrido amputaciones. Estas prótesis juegan un papel crucial en las actividades diarias, como sentarse, ponerse de pie, mantener el equilibrio y desplazarse.

En este proyecto se propondrá un diseño que pueda ser funcional para las actividades cotidianas que requieran poder desplazarse a cualquier lugar como lo harían con normalidad. Se propone aplicar métodos de diseño mecánico para encontrar soluciones que permitan cumplir con los objetivos, de fácil manufactura y también sea económicamente viable manufacturar el mecanismo ya que se planea que tenga fines didácticos.

### 4. Objetivos

Objetivo General.

Diseñar y maquinar el prototipo de un mecanismo de leva que reproduzca el movimiento de flexo-extensión de una articulación de rodilla.

Objetivos Particulares.

Aplicar el QFD, análisis funcional y matrices morfológicas en el diseño del mecanismo.

Calcular la cinemática y cinética del mecanismo de leva.

Maquinar las distintas partes del prototipo diseñado.

Ensamblar y verificar el correcto funcionamiento del mecanismo.

.

## 5. Descripción técnica

El enfoque de este proyecto reside en el diseño y fabricación de un mecanismo de leva de disco que sirva como base para prototipo de prótesis de rodilla. Se considerarán algunos materiales para la manufactura, pero el acrílico es el material que se tiene como primera opción para la manufactura del mecanismo.

Se planea que el mecanismo cumpla con las siguientes especificaciones.

Flexión del mecanismo: 120 – 150 grados.

Extensión del mecanismo: 5 – 10 grados.

Dimensiones: El mecanismo no presentará dimensiones más allá de un espacio de 20x20x20 cm ya que se considerará biometría promedio de la rodilla.

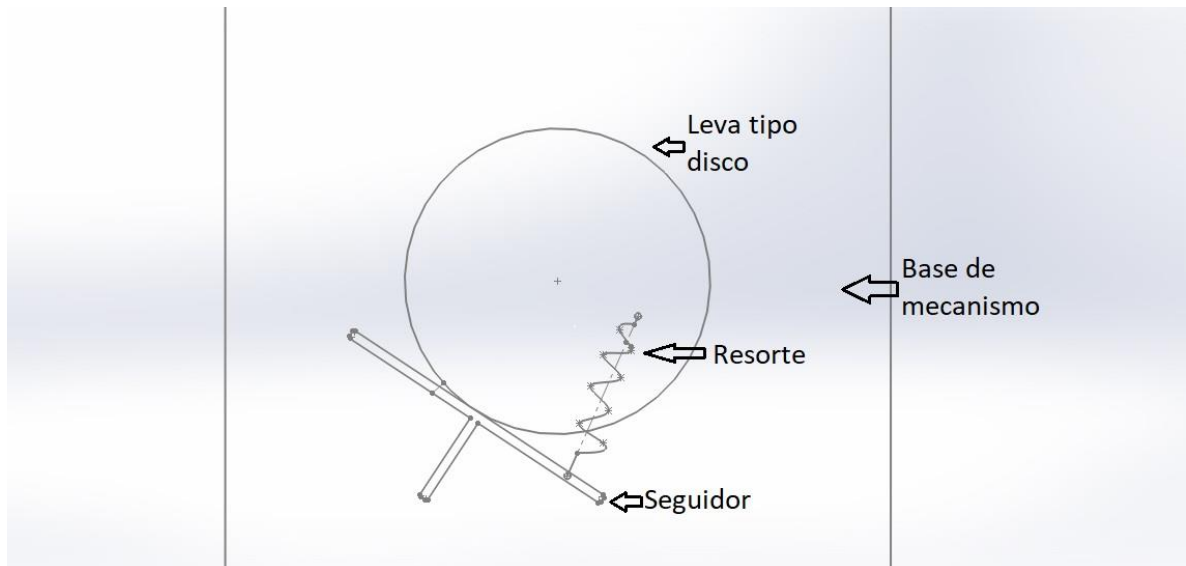


Figura 1. Boceto del mecanismo propuesto.

## 6. Normatividad

NORMA ISO 128-2:2022. Documentación técnica del producto. - La norma ISO 128 consiste en una serie de estándares globales que delimitan los principios y métodos para la representación visual en el ámbito del diseño técnico. Esta normativa establece pautas para la representación precisa de elementos tales como líneas, símbolos, texto, dimensiones y acotaciones, entre otros aspectos [6].

Norma ASME Y14.100. Prácticas de dibujo de ingeniería. - Esta norma proporciona directrices para el modelado y la documentación de productos mediante software CAD. Define los requisitos y las prácticas recomendadas para el desarrollo y manejo de modelos de productos en entornos CAD. Cubre aspectos como la estructura de datos, la presentación visual, la gestión de versiones y la interoperabilidad entre sistemas CAD [7].

NORMA ISO 1101:2017. Especificaciones geométricas de producto, Acotado geométrico. - Esta norma establece los requisitos para la tolerancia geométrica de la forma, la orientación, la posición y la batalla en los dibujos técnicos, lo que puede ser relevante para el diseño de levas y seguidores [8].

## 7. Cronograma de actividades

UEA para la(s) que se solicita(n) autorización.

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

No.	Actividades del trimestre 24-P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Aplicar las matrices morfológicas, análisis funcional y QFD en el diseño.	x	x	x									
2	Diseñar el perfil de la leva				x	x	x						
3	Dibujar en CAD y programar en CNC el mecanismo de leva.							x	x	x			
4	Maquinar la leva, el seguidor y la base del mecanismo.										x	x	x
5	Elaborar y entregar el Reporte final del Proyecto de Integración	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

## 8. Entregables

Reporte Final del Proyecto de Integración.

Prototipo de mecanismo de leva para prótesis de rodilla.

## 9. Bibliografía

- [1] Jesús Eduardo Rodríguez Gutiérrez, 2013, "Diseño de prótesis de rodilla externa," Tesis M. en C., Universidad Michoacana de San Nicolas Hidalgo.
- [2] Walker, Peter Stanly, 2003, "knee prosthesis," U.S. Patent 10003-7185.
- [3] Luis Bautista Morales, 2018, "Diseño de un sistema de leva seguidor desmodrómico para generar desplazamientos lineales recíprocos." Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.

- [4] Homero Jiménez Rabiela et al, 2018, "Diseño virtual y paramétrico de leva y seguidor", Revista de Ingeniería Mecánica, Editorial Ecorfan.
- [5] ISO, 2022, "Technical product documentation (TPD) - General principles of representation Part 2: Basic conventions for lines", ISO 128-2:2022.
- [6] ISO, 2017, "Geometrical product specifications (GPS) - Geometrical tolerancing - Tolerances of form, orientation, location and run-out", ISO 1101:2017.
- [7] ASME, 2017, Engineering product definition and related documentation practices, ASME Y14.100 – 2017.

## 10. Terminología

No es necesaria.

## 11. Infraestructura

Los gastos del presente proyecto serán financiados por parte del asesor y las instalaciones del aula CEDAC de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

## 12. Asesoría complementaria

No es necesaria.

## 13. Publicación o difusión de resultados

No se tiene intención de publicar.