



Universidad Politécnica de Texcoco

MÁQUINA PARA EVALUACIÓN DE  
SISTEMAS  
PROTÉSICOS DE MIEMBRO INFERIOR

Grupo: 10MIR1

Integrantes

Montes Rodríguez Jose Francisco

Asesor

Alvaro Marcos Santiago Miguel

# Índice general

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Índice general.....                                 | 2  |
| Índice de figuras.....                              | 3  |
| Índice de tablas.....                               | 4  |
| Introducción.....                                   | 5  |
| Objetivo general y específico.....                  | 6  |
| Justificación.....                                  | 7  |
| Capítulo 1 Estado del arte.                         |    |
| 1.1.1 que es una prótesis.....                      | 9  |
| 1.1.2 Tipos de prótesis para pierna.....            | 9  |
| Capítulo 2 Diseño conceptual                        |    |
| 2.1.1 componentes de una prótesis.....              | 11 |
| 2.2.2 Desempeño mecánico de la prótesis.....        | 12 |
| 2.1.2 Propuesta de solución.....                    | 12 |
| 2.1.2 diseño del banco de pruebas.....              | 13 |
| Capítulo 3 Diseño a detalle                         |    |
| 3.1.1 diseño del banco de pruebas aceptado.....     | 15 |
| 3.1.2 explicación del banco de pruebas.....         | 17 |
| 3.1.3 componentes del banco de pruebas.....         | 18 |
| Trabajos a futuro                                   |    |
| 4.1.1 posibles cambios al banco de pruebas.....     | 19 |
| Conclusiones                                        |    |
| 5.1.1 Conclusión.....                               | 20 |
| Referencias                                         |    |
| 6.1.1Referencias bibliográficas y cibergrafías..... | 21 |

## Índice de figuras

|       |                                           |    |
|-------|-------------------------------------------|----|
| 2.1.1 | Componentes de una prótesis.....          | 11 |
| 2.1.2 | propuesta de banco de pruebas.....        | 12 |
| 2.1.3 | diseño del banco de pruebas .....         | 13 |
| 3.1.1 | diseño del banco de pruebas aceptado..... | 15 |
| 3.1.2 | Función del banco de pruebas.....         | 17 |

# Índice de tablas

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 3.1.1 Componentes del banco de pruebas..... | 18 |
|---------------------------------------------|----|

# Introducción

Primeramente, hablaremos acerca de las prótesis y sus bancos de pruebas, de acuerdo a la información obtenida en esta investigación sabremos cuáles son los tipos de prótesis que existen en el mercado al igual que las pruebas a las que son sometidas y los equipos que utilizan para dichas pruebas.

De entrada, tenemos que entender que es una prótesis para qué nos sirve cómo funciona y por qué es necesario el uso de ellas en la vida cotidiana de las personas en caso de llegar a necesitar dicha prótesis, al igual que daremos a conocer los diferentes tipos de materiales que las componen.

## **Objetivo general.**

Realizar un banco de pruebas para prótesis de pie inferior que pueda ayudarnos a verificar qué dicho equipo sea funcional y cuente con los estándares de calidad de acuerdo a las normas establecidas y que cumpla cada una de las características que especifica El fabricante.

## **Objetivo Específico.**

Producir un banco de pruebas que sea capaz de verificar el funcionamiento de una prótesis inferior de pie de acuerdo a las especificaciones de las norma de calidad y de su fabricante.

# Justificación

Surge en base aplicar los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniería en robótica junto con la mecánica y la anatomía del cuerpo humano debido a que hoy en día el miembro inferior del pie.

Tal como tobillo planta y dedos son amputados y reemplazados por una prótesis las cuales muchas veces no tienen el movimiento correcto en las articulaciones y terminamos dañando aún más a la persona ya sea porque la prótesis no resiste el peso o su tiempo de vida es muy corta de dicha prótesis por el material utilizado en la manufactura.

la idea de construir esta máquina para evaluación de sistemas de prótesis de miembro inferior es poner a prueba la eficiencia de dicha prótesis envase a las necesidades del cliente y tener una mejor adaptación de la prótesis al cuerpo.

**CAPÍTULO 1**

**ESTADO DEL**

**ARTE.**

## **¿Qué es una prótesis?**

Las prótesis son comúnmente definidas como una o unas piezas o aparato artificial que se coloca en el cuerpo humano para sustituir otra pieza, órgano o miembro que reproduce casi de la misma forma la función de la parte faltante.

Una prótesis ortopédica es la que reemplaza un miembro del cuerpo, cumpliendo casi la misma función que un miembro natural, sea una pierna, un brazo, un pie, una mano, o bien uno o varios dedos. Pero existen varios otros tipos de prótesis, algunas de las cuales reemplazan funciones perdidas del cuerpo, mientras que otras cumplen funciones estéticas.

### **Tipos de prótesis para pierna**

- **Prótesis transfemoral:** Esta prótesis es la indicada para quienes han sufrido una amputación por encima de la rodilla, en el área del muslo. Para un mejor ajuste protésico es necesario una articulación de rodilla, un pie ortopédico, adaptadores y los elementos de conexión con el ajuste para la prótesis.
- **Prótesis transtibial:** Esta prótesis es para quienes han sufrido una amputación por debajo de la rodilla, en este caso lo que se necesitará será un pie protésico, adaptadores y componentes de unión con la unión protésica.
- **Prótesis desarticulada de cadera:** La falta de miembro inferior, en la zona de la articulación de cadera, en donde la pelvis debe controlar la prótesis. Para este caso se necesita un pie protésico, una articulación de rodilla, una articulación de cadera, adaptadores y elementos de fusión con el acoplamiento protésico.

Las amputaciones de miembros inferiores han tenido un incremento en los últimos 5 años debido a diversas enfermedades como lo son diabetes, angrena, accidentes automovilísticos, etc.

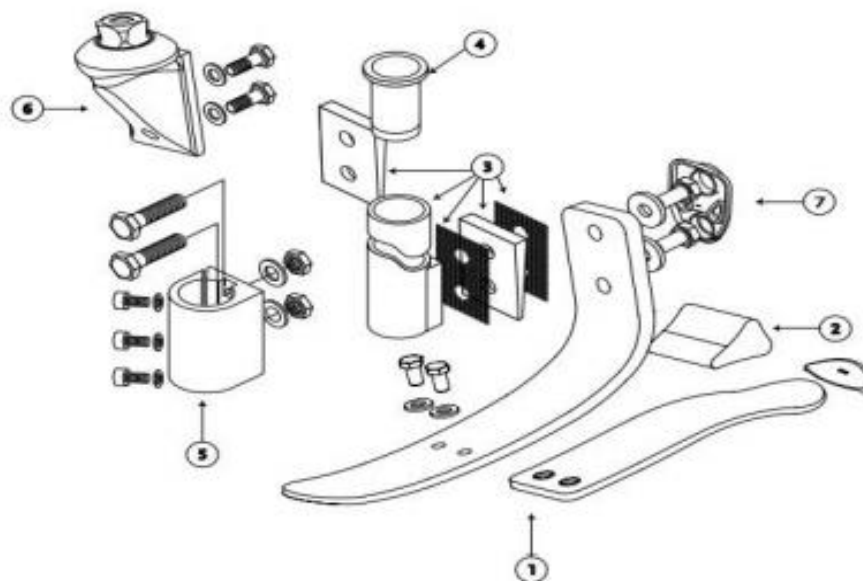
# **CAPÍTULO 2**

## **DISEÑO**

## **CONCEPTUAL**

## Componentes de una prótesis

La prótesis está compuesta por siete subensambles, los cuales tienen piezas particulares y estándar (arandelas, tornillos, tuercas, elementos de sujeción) con opciones de tamaño de tubo de 124 a 119 mm y tamaños de pirámide de 120 a 130 mm. El subensamblé módulo de pie con placas en fibra de carbono en “J” con recubrimiento en goma para evitar el 18 contacto de la prótesis con el suelo y extender su ciclo de vida. El módulo tibia cuenta con tres subensambles: El tubo que estará conectado al refuerzo interior para el tubo, el kit para la alineación de tubo de 30 mm o el kit para la alineación de tubo de fibra de vidrio. El subensamblé Pirámide macho es el soporte que permitirá a la prótesis hacer la unión entre socket y pie protésico simulando la unión tobillo – pierna en el usuario. Plano explosionado prótesis transtibial Flex Foot



|    | Descripción                             |
|----|-----------------------------------------|
| 1. | Kit módulo del pie                      |
| 2. | Goma de talón                           |
| 3. | Kit de tubo de 30mm de fibra de vidrio  |
| 4. | Refuerzo interior para tubo             |
| 5. | Kit para la alineación del tubo de 30mm |
| 6. | Pirámide macho                          |
| 7. | Piezas de fijación                      |

Imagen: 2.1.1 Componentes de una prótesis.

## Desempeño mecánico de la prótesis

Este diseño de pie protésico es de progresión y respuesta proporcional, es decir, que las fuerzas verticales generadas en la tibia y el talón a la hora de la caminata (contacto talón – suelo) por el principio de acción y reacción generan una fuerza de respuesta al impulso descrita como progresión tibial y de talón. Esta acción proporcional reduce la necesidad del usuario en generar fuerzas innecesarias evitando la fatiga del muñón y la pierna tras varias horas de uso. Este diseño está especialmente fabricado y probado para pacientes con nivel de impacto bajo, es decir para caminatas cortas o pocas horas de pie.

## propuesta de solución



imagen:2.1.2 propuesta de banco de pruebas

En esta ilustración se busca dar a conocer la importancia de la elaboración de un sistema para la evaluación de sistemas protésicos del miembro inferior para así, corroborar que su diseño de la misma es adecuado para la distribución y venta del

sistema, tomando en cuenta que debe de cumplir con una serie de normas y protocolos previamente establecidos para fungir como aparato de rehabilitación o sustitución de manera correcta. Basándonos en sistemas previamente elaborados, se propondrá un diseño conceptual considerando las necesidades comunes del usuario, las de los diseñadores que en este caso seríamos nosotros y las del producto mismo para así garantizar un optimo funcionamiento y durabilidad.

## Diseño del banco de pruebas

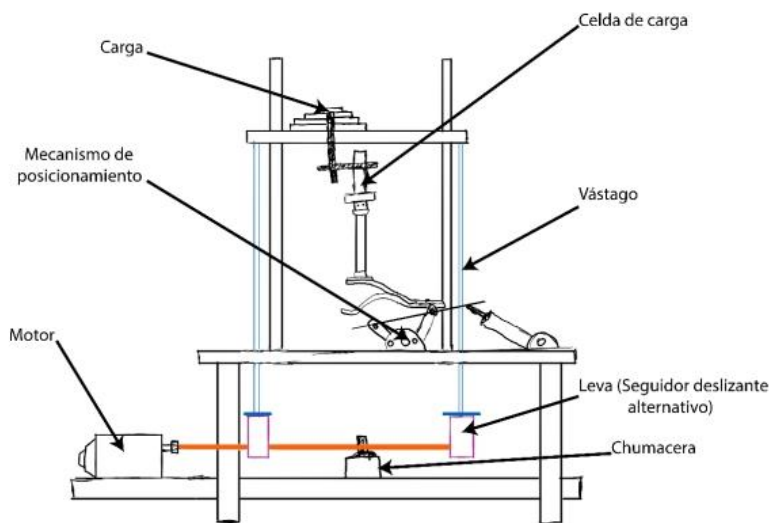


Imagen: 2.1.3 diseño del banco de pruebas

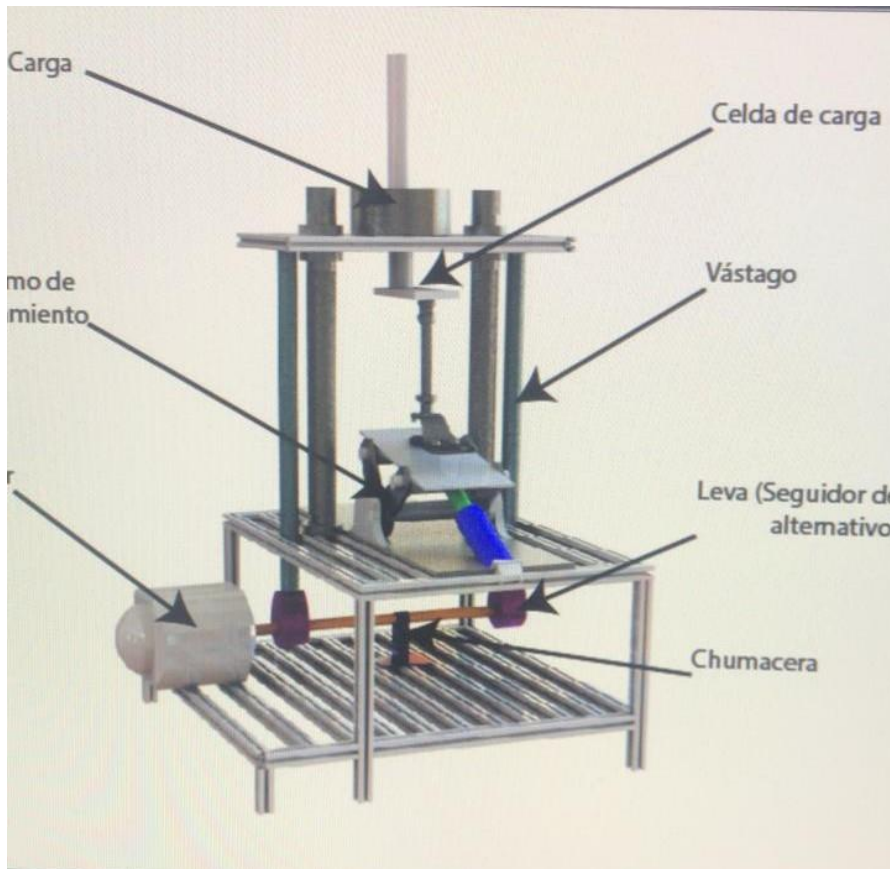
# CAPÍTULO 3

DISEÑO

A

DETALLE

## Diseño de banco de pruebas aceptado



3.1.1 imagen: diseño del banco de pruebas aceptado

Esta estructura funge como una parte de un sistema evaluativo para prótesis Del miembro inferior, funciona de manera que ambas prótesis previamente Colocadas al medio (en caso de ser ambas piernas) pasan por una serie de Pruebas para determinar si el sistema protésico es o no apto para su venta y Posteriormente.

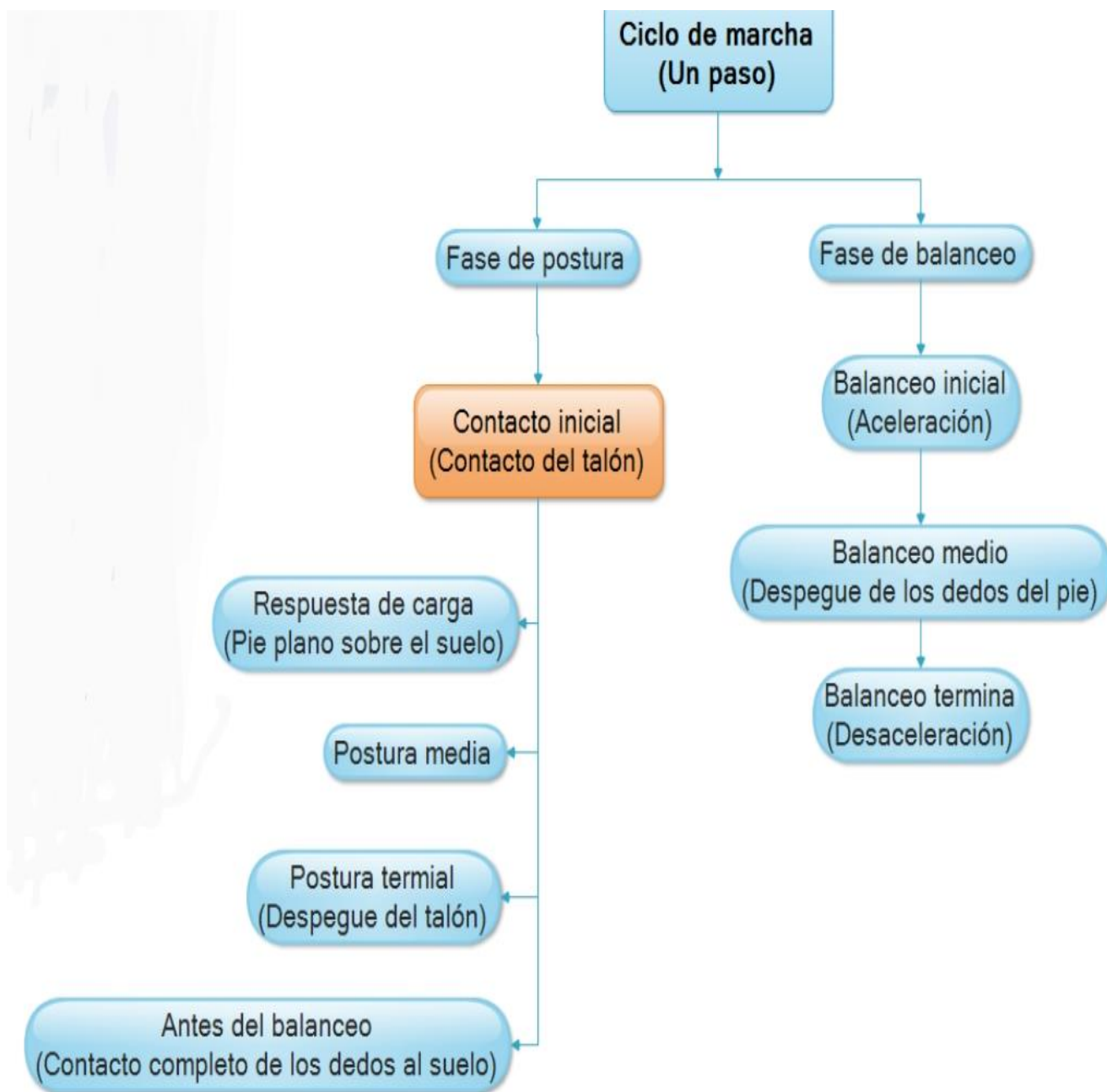
SE lleva a cabo una investigación del estado del arte referente al desarrollo de Sistemas de evaluación de protesis de miembro inferior, donde se identifica la Necesidad de diseñar una máquina que sea capaz de transferir las cargas necesarias al sistema protésico, así como el establecimiento de los escenarios necesarios para estimar el comportamiento físico mecánico de la prótesis, por lo Tanto, se emplea la metodología Q.F.D (Quality Function Deployment) donde la

inclusión de un especialista en el área médica, así como del diseñador se combinan para llegar a establecer el diseño conceptual de la máquina, la cuál debe cubrir con una serie de requerimientos que posteriormente se ven expresados ante cada etapa del diseño, así mismo se incluye un árbol de funciones para definir con certeza la correlación del concepto ganador, con cada Uno de los subsistemas identificados para llevar a cabo las operaciones Necesarias.

Esta estructura funge como una parte de un sistema evaluativo para prótesis del miembro inferior, funciona de manera que ambas prótesis previamente colocadas al medio (en caso de ser ambas piernas) pasan por una serie de pruebas para determinar si el sistema protésico es o no apto para su venta y posteriormente.

El banco de pruebas fue diseñado de forma que puedan saber la posición de la prótesis y la resistencia qué tiene al peso que ejerce la persona que necesite de chat prótesis.

## Función del banco de pruebas



3.1.2 imagen: Función del banco de pruebas

## Componentes del banco de pruebas

|                              |                                                                        |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Carga                        | Peso que tiene que soportar la prótesis.                               |
| Celda de carga               | Punto de apoyo para ejercer la fuerza en un punto en específico        |
| Vástago                      | Encargado de ejercer la fuerza de la carga gradualmente                |
| Mecanismo de posicionamiento | El encargado de poner la prótesis en los ángulos requeridos.           |
| Leva                         | Encargada de bajar el vástago a una velocidad gradual                  |
| Chumacera                    | Encargado de transferir la fuerza del motor a la leva                  |
| Motor                        | Dar una presión constante e ir la elevando gradualmente a la prótesis. |

3.1.1 tabla: Componentes del banco de pruebas

## Posibles trabajos a futuro

Los posibles trabajos a futuro en este proyecto es cambiar el motor la chumacera y la leva por un pistón hidráulico para tener menos componentes y sea un poco más eficaz debido a que ya no tendrá que transferirse del motor a la chumacera y a la leva para que pueda ejercer dicha presión.

Se lo integrará una aplicación y un control para que nos diga el punto de quiebre década prótesis que se apuesta aprueba, y así saber cuál de todas las prótesis obtenidas es la mejor opción para el cliente.

# Conclusión

Tras la investigación previa, es importante tener en cuenta los parámetros que solicita la elaboración de la prótesis para que así tenga una función correcta introduciéndola a nuestro sistema evaluativo para calificar dicho desempeño al igual que los materiales con los que esta está elaborada, no podríamos hacerla toda totalmente de fibra de carbono o de metal por que su ergonomía, ligereza y función seria totalmente diferentes a comparación de ser elaborada con los materiales correctos para cada una de sus partes.

# Referencias

Autor: ING. Alexander Reyes Cruz, publicación: 19/11/2013, consulta: 28/01/2021, título: diseño e implementación de una máquina simplificada de desgaste para endoprótesis de rodilla.

dirección web:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/20744/1/Diseno%2520e%2520implementacion%2520de%2520una%2520maquina%2520simplificada%2520de%2520desgaste%2520para%2520endoprotesis.pdf&ved=2ahUKEwjB5O3lpOPwAhVER60KHZYwBQoQFjAkegQIExAC&usg=AOvVaw1PJ-n-CxVso9c1GCjkUKYs>

Autor: Andrés Torres Velásquez, Publicación: 2019, Consulta: 16/02/2021, Título: Diseño De Endoprótesis De Tobillo Y Banco De Pruebas.

Dirección web:

[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2466/1/ToroSebastian\\_2019\\_Dise%25C3%25B1oEndoprotesisTobillo.pdf&ved=2ahUKEwjB5O3lpOPwAhVER60KHZYwBQoQFjAkegQIDBAC&usg=AOvVaw2f2GUaA-ChQnJ95fORZAP](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2466/1/ToroSebastian_2019_Dise%25C3%25B1oEndoprotesisTobillo.pdf&ved=2ahUKEwjB5O3lpOPwAhVER60KHZYwBQoQFjAkegQIDBAC&usg=AOvVaw2f2GUaA-ChQnJ95fORZAP)

Autor: mendeley, Publicación: 29/09/2021, Consulta: 23/01/2021. Título: The new Mendeley Reference Manager. Dirección web: [https://youtu.be/5Mz02\\_xmLRs](https://youtu.be/5Mz02_xmLRs)

Autor: Alvarez Dorantes Hugo1, Hernández Pérez Javier2. Publicación: 3/09/2012, Consulta: 05/02/2021, Título: Aplicación del QFD en el Diseño en Ingeniería

Autor: Anatomía Normal - FCM -UNR, Publicación:29/06/2020 Consulta: 16/02/2021 Título: fases de marcha. Dirección web: [https://youtu.be/oGkl8CjvW\\_Y](https://youtu.be/oGkl8CjvW_Y)

Autor: Álvaro Marcos Santiago Miguel. Publicación: 17/02/2021, Consulta: 22/02/2021. Título: biomecánica. Dirección web: [https://trialtexcoco-my.sharepoint.com/personal/alvarosantiago\\_uptex\\_edu\\_mx/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Falvarosantiago\\_uptex\\_edu\\_mx%2FDocuments%2FBIOMECA%2FB1%2Emp4&parent=%2Fpersonal%2Falvarosantiago\\_uptex\\_edu\\_mx%2FDocuments%2FBIOMECA&originalPath=aHR0cHM6Ly90cmIhbHRleGNvY28tbXkuc2hhcmVwb2ludC5jb20vOnY6L2cvcGVyc29uYWwvYWw2YXJvc2FudGhhZ29fdXB0ZXhfZWRR1X214L0Vhbkc0WWphYTc1T2l3b1hDRzdzaXlrQnhRNm1ELWdHa0dmV3k4VXRXOUtHclE\\_cnRpbWU9THBoWlpBQWYyVWc](https://trialtexcoco-my.sharepoint.com/personal/alvarosantiago_uptex_edu_mx/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Falvarosantiago_uptex_edu_mx%2FDocuments%2FBIOMECA%2FB1%2Emp4&parent=%2Fpersonal%2Falvarosantiago_uptex_edu_mx%2FDocuments%2FBIOMECA&originalPath=aHR0cHM6Ly90cmIhbHRleGNvY28tbXkuc2hhcmVwb2ludC5jb20vOnY6L2cvcGVyc29uYWwvYWw2YXJvc2FudGhhZ29fdXB0ZXhfZWRR1X214L0Vhbkc0WWphYTc1T2l3b1hDRzdzaXlrQnhRNm1ELWdHa0dmV3k4VXRXOUtHclE_cnRpbWU9THBoWlpBQWYyVWc)

Autor: desconocido. Publicación: Octubre del 2013, Consulta: 22/03/2021 Título: Vías Para Optimizar El Desempeño Protésico. Dirección web: [https://opedge.com/Articles/ViewArticle/2013-10\\_02?spanish=True](https://opedge.com/Articles/ViewArticle/2013-10_02?spanish=True)

Autor: desconocido. Consulta: 26/03/2021. Título: Prótesis de miembro inferior, Editorial: panamericana

Autor: Álvaro Marcos Santiago Miguel. Publicación: 24/03/2021, Consulta: 3/04/2021. Título: tutoría solidworks. Dirección web: [https://personal.alvarosantiago\\_uptex\\_edu\\_mx/EQk1OIrcs7ZJt2oltfHrEM4BHxnZ9cYfje2jXDZUCoJQWw?e=JVPg0R](https://personal.alvarosantiago_uptex_edu_mx/EQk1OIrcs7ZJt2oltfHrEM4BHxnZ9cYfje2jXDZUCoJQWw?e=JVPg0R)

Autor: desconocido. Consulta: 14/04/2021. Título: ingeniería de diseño. Archivo: PDF