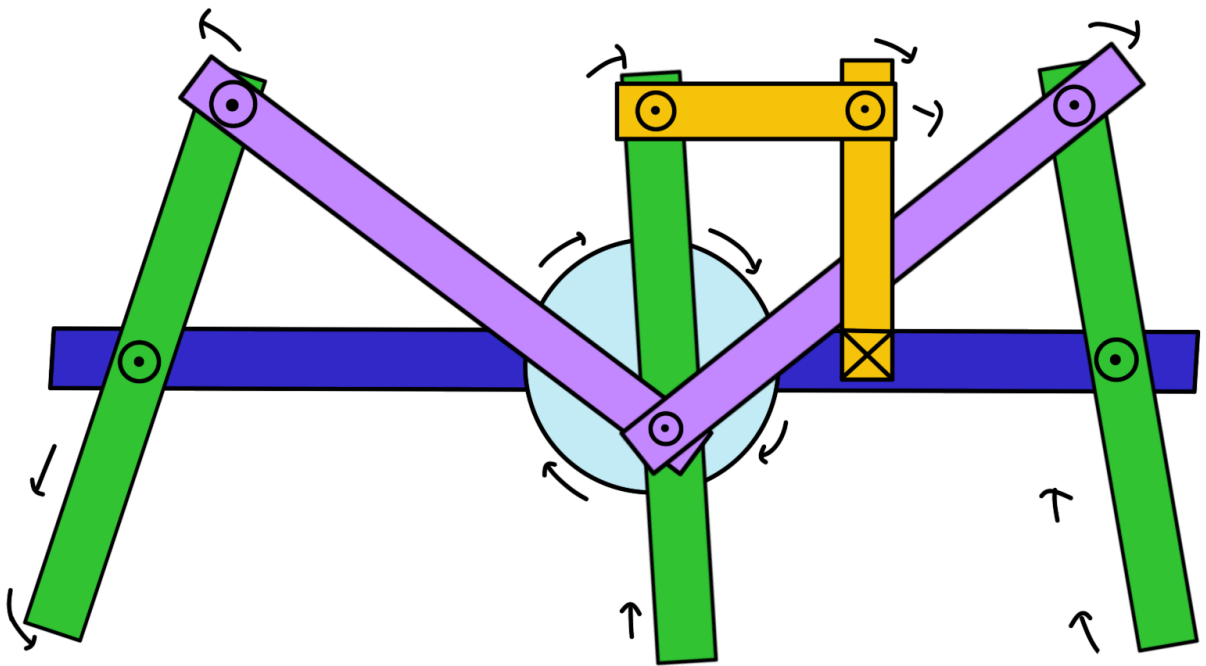


# Diseño y construcción de un hexapodo electromecánico



**Integrantes**

José

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>2</b>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
<b>MATERIAS EMPLEADAS</b>	<b>2</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>3</b>
<b>Marco Teórico</b>	<b>3</b>
Introducción a los Robots Hexápodos	3
Locomoción de Insectos: La Fuente de Inspiración	3
Cinemática y Dinámica de la Locomoción	4
Cinemática de las Patas	4
Dinámica del Movimiento	4
Mecanismos de Transmisión: Levas y Bielas	4
Diseño de Levas	4
Conexión de Bielas	5
Materiales y Estructura	5
Chasis	5
Patas	5
Energía y Motores	5
Aplicaciones y Relevancia	5
<b>MATERIALES</b>	<b>6</b>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>6</b>
<b>Cálculos</b>	<b>6</b>
Trigonometría	6
Ángulos de las patas	6
Coordenadas cartesianas	7
Velocidad angular	7
Aceleración Angular:	7
Aceleración Lineal:	7
Fuerza en la Pata:	7
Torque del Motor:	7
Perfil de la Leva:	8
Longitud de la Biela:	8
Mecánica:	8
Ciclo de Marcha:	8
Ejemplo de Aplicación:	8
<b>RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>9</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>9</b>
<b>ENLACES</b>	<b>10</b>

## INTRODUCCIÓN

Los robots hexápodos, inspirados en la locomoción de insectos, han demostrado ser muy eficientes para navegar en terrenos irregulares. Este proyecto se centra en el diseño y construcción de un hexápodo puramente electromecánico que utilice mecanismos simples para avanzar. Este enfoque elimina la complejidad de sistemas electrónicos avanzados, permitiendo explorar principios básicos de mecánica y cinemática.

## OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un hexápodo puramente electromecánico capaz de avanzar en línea recta utilizando un motor y un sistema de transmisión mecánica.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar un mecanismo de transmisión que convierte el movimiento rotatorio del motor en movimiento de las patas.
2. Construir un chasis ligero y robusto que soporte los mecanismos y el motor.
3. Ensamblar y probar el hexápodo para garantizar un movimiento eficiente y estable.

## MATERIAS EMPLEADAS

- Matemáticas (cálculos y álgebra , trigonometría )
- Física (mecánica clásica , cinemática y dinámica ,electromagnetismo )
- Mecánica (mecanismos y máquinas , materiales y estructuras )
- Electrónica (motores eléctricos , circuitos eléctricos )
- Química (Estudio de materiales , lubricantes y adhesivos)
- Diseño e ingeniería (diseño CAD (Diseño asistido por computadora ) , prototipado y fabricación )
- Biometica ( Analisis de insectos )

## HIPÓTESIS

Un hexápodo es un robot con seis patas que imita el movimiento de insectos. La locomoción hexápoda ofrece alta estabilidad debido a la distribución de sus patas, permitiendo que siempre haya al menos tres patas en contacto con el suelo.

Se puede construir un hexápodo funcional y eficiente utilizando solo componentes electromecánicos, sin la necesidad de sistemas electrónicos avanzados, logrando un movimiento estable y continuo hacia adelante

## Marco Teórico

### Introducción a los Robots Hexápodos

Los robots hexápodos, inspirados en la locomoción de insectos, representan una fascinante área de la robótica debido a su capacidad de moverse eficientemente en terrenos irregulares. Con seis patas que proporcionan estabilidad y flexibilidad, los hexápodos pueden adaptarse a una variedad de entornos que resultan desafiantes para robots con ruedas o pistas. Este marco teórico explora los principios fundamentales y las aplicaciones de los robots hexápodos, centrándose en el diseño de un hexápodo puramente electromecánico.

### Locomoción de Insectos: La Fuente de Inspiración

Los insectos son modelos ejemplares de locomoción eficiente y adaptable. La disposición de sus patas y la coordinación de sus movimientos les permiten desplazarse con gran estabilidad, incluso en superficies complejas. Este tipo de locomoción se denomina "hexápoda" y ofrece varios beneficios clave:

1. **\*Estabilidad Inherente:\*** Con al menos tres patas en contacto con el suelo en cualquier momento, los hexápodos mantienen una base de apoyo triangular que les proporciona una gran estabilidad.
2. **\*Adaptabilidad al Terreno:\*** Las patas articuladas pueden adaptarse a superficies irregulares, permitiendo al robot moverse donde otros sistemas fallarían.
3. **\*Redundancia:\*** La presencia de múltiples patas reduce el impacto de posibles fallos individuales, mejorando la fiabilidad del robot.

## Cinemática y Dinámica de la Locomoción

La cinemática estudia el movimiento sin considerar las fuerzas que lo causan. En el contexto de un hexápodo, la cinemática se utiliza para diseñar los ciclos de movimiento de las patas. La dinámica, por otro lado, considera las fuerzas y torques involucrados en estos movimientos. Comprender ambos aspectos es crucial para diseñar un robot eficiente y estable.

### Cinemática de las Patas

Cada pata de un hexápodo sigue un ciclo de movimiento que puede ser descrito mediante ecuaciones trigonométricas y geométricas. Por ejemplo, para una pata movida por una leva excéntrica, la posición en coordenadas cartesianas (x, y) puede describirse como:

$$X(t) = r \cos(\omega t)$$

$$Y(t) = r \sin(\omega t)$$

donde ( r ) es el radio de la leva, (  $\omega$  ) es la velocidad angular y ( t ) es el tiempo.

### Dinámica del Movimiento

La dinámica involucra el análisis de fuerzas y torques necesarios para mover las patas. El torque (T) necesario para mover una pata a través de una leva se calcula como:

$$T = Fr$$

donde ( F ) es la fuerza aplicada en la pata y ( r ) es el radio de la leva. Además, es esencial considerar la masa ( m ) de la pata y su aceleración ( a ) para calcular la fuerza mediante:

$$F = m a$$

### Mecanismos de Transmisión: Levas y Bielas

Los mecanismos de transmisión juegan un papel vital en la conversión del movimiento rotatorio del motor en el movimiento oscilatorio de las patas. Las levas y las bielas son componentes fundamentales en este proceso.

### Diseño de Levas

Las levas son discos o cilindros con perfiles específicos que convierten el movimiento rotatorio en un movimiento lineal u oscilatorio. El diseño del perfil de una leva

determina el patrón de movimiento de la pata. Un perfil común es la leva excéntrica, donde la distancia entre el centro de rotación y el borde varía a lo largo del perímetro.

### **Conexión de Bielas**

Las bielas son barras rígidas que conectan las levas con las patas. La longitud y el ángulo de las bielas afectan directamente la amplitud y la frecuencia del movimiento de las patas. La geometría de las bielas debe ser diseñada cuidadosamente para asegurar que las patas sigan un ciclo de marcha eficiente y estable.

### **Materiales y Estructura**

La selección de materiales para el chasis y las patas del hexápodo es crítica para su rendimiento. Los materiales deben ser ligeros pero lo suficientemente fuertes para soportar las fuerzas generadas durante el movimiento. Comúnmente, se utilizan aleaciones de aluminio, plásticos de alta resistencia y materiales compuestos.

### **Chasis**

El chasis del hexápodo debe ser rígido para mantener la integridad estructural del robot y distribuir uniformemente las cargas generadas por las patas en movimiento. Un diseño bien estructurado del chasis también facilita la integración de los mecanismos de transmisión y el motor.

### **Patas**

Las patas deben ser lo suficientemente fuertes para soportar el peso del robot y cualquier carga adicional, pero también deben ser ligeras para minimizar la inercia y facilitar un movimiento rápido y eficiente. Las articulaciones de las patas pueden incluir cojinetes o bisagras de baja fricción para asegurar un movimiento suave.

### **Energía y Motores**

El motor es el corazón del hexápodo, proporcionando la energía necesaria para el movimiento. Para un diseño puramente electromecánico, se prefiere un motor eléctrico de corriente continua (DC) debido a su simplicidad y facilidad de control. La selección del motor debe considerar el torque y la velocidad necesarios para mover las patas de manera eficiente.

### **Aplicaciones y Relevancia**

Los hexápodos tienen aplicaciones en una variedad de campos, incluyendo exploración

espacial, rescate en desastres y agricultura. Su capacidad para moverse en terrenos difíciles les permite realizar tareas que otros robots no pueden ejecutar. Además, el estudio y desarrollo de hexápodos puramente electromecánicos proporcionan valiosas lecciones en diseño mecánico y teoría de control

## MATERIALES

1. Material para la estructura (madera, plástico , impresión 3D ,etc)
2. Motor/es o moto reductores
3. Cables
4. Soldadura
5. Cautín
6. Pasta para soldar
7. Baterías

## PROCEDIMIENTO

1. **Diseño del Esqueleto:** - Crear un chasis ligero y robusto que soporte el motor y los mecanismos de las patas.
2. **Mecanismo de Transmisión:** - Diseñar y fabricar levas y bielas que conecten el motor a las patas. Las levas deben estar diseñadas para mover las patas en un ciclo adecuado para avanzar.
3. **Montaje de Patas:**- Ensamblar las patas al chasis, conectándolas a las levas y asegurándose de que todas las conexiones sean firmes y permitan el movimiento libre.
4. **Pruebas y Ajustes:** - Encender el motor y observar el movimiento del hexápodo. Realizar ajustes en las levas y las conexiones de las patas para asegurar que el robot avance de manera estable y eficiente.

## Cálculos

### Trigonometría

#### Ángulos de las patas

Para determinar la posición de cada pata en su ciclo de movimiento , se pueden usar funciones trigonométricas

Si una leva mueve una pata en un arco del círculo , el ángulo  $\theta$  (theta) puede ser calculado como

$$\theta = \omega t$$

Donde  $\omega$  es la velocidad angular (rad/s) y (t) es el tiempo

#### Coordenadas cartesianas

Para calcular la posición de la lata en coordenadas cartesianas (x,y) a partir de un ángulo  $\theta$  :

$$X = r \cos(\theta)$$

$$Y = r \sin(\theta)$$

Donde (r ) es la longitud del brazo de la leva

#### Velocidad angular

La velocidad angular (omega) de una leva se relaciona con la velocidad lineal (v) de la pata a través del radio (r) de la leva:

$$v = r\omega$$

#### Aceleración Angular:

\* La aceleración angular (alpha) puede ser calculada si se conoce la variación de la velocidad angular con respecto al tiempo:

$$a = d\omega/dt$$

#### Aceleración Lineal:

\* La aceleración lineal (a) de la pata es:

$$a = r\alpha$$

#### Fuerza en la Pata:

Si se conoce la masa (m) de la pata y la aceleración (a):

$$F = ma$$

#### Torque del Motor:



El torque (T) requerido para mover la leva se relaciona con la fuerza (F) y el radio (r) de la leva:

$$T = Fr$$

#### Perfil de la Leva:

\* El perfil de la leva puede diseñarse usando ecuaciones paramétricas que definan la trayectoria deseada de la pata. Para una leva excéntrica simple:

$$x(\theta) = r_b + r_e \cos(\theta)$$

$$Y(\theta) = r_e \sin(\theta)$$

donde ( $r_b$ ) es el radio base de la leva y ( $r_e$ ) es la excentricidad.

#### Longitud de la Biela:

\* La longitud de la biela (L) debe permitir que la pata se mueva dentro de un rango deseado. Si se modela el movimiento en un plano:

---

$$L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

donde ( $x_1, Y_1$ ) y ( $x_2, Y_2$ ) son las posiciones de los extremos de la biela.

#### Mecánica:

##### Ciclo de Marcha:

Definir el ciclo de marcha implica calcular las posiciones de todas las patas en distintos momentos. Para seis patas, una posible configuración es que tres patas (en forma de trípode) se muevan mientras las otras tres permanecen en el suelo:

Posición de la pata i en el tiempo t : ( $x_i(t), y_i(t)$ )

#### Ejemplo de Aplicación:

Imaginemos que tenemos una leva que mueve una pata en un arco circular. La velocidad angular de la leva es

$\omega = 2\pi$  rad/s y el radio de la leva es

$r = 5$  cm.

### 1. Posición de la Pata

(Trigonometría):

$$x = 5 \cos(2\pi t)$$

$$y = 5 \sin(2\pi t)$$

### 2. Velocidad Lineal de la Pata

(Cinemática):

$$v = 5 \cdot 2\pi = 10\pi \text{ cm/s}$$

### 3. Fuerza en la Pata (Dinámica):

Si la masa de la pata es  $m = 0.2 \text{ kg}$ :

$$F = 0.2 \cdot 10\pi = 2\pi \text{ N}$$

### 4. Torque del Motor (Mecánica):

$$T = 2\pi \cdot 0.05 = 0.1 \pi \text{ Nm}$$

## RESULTADOS

## CONCLUSIÓN

Al finalizar el proyecto, se espera demostrar que es posible diseñar y construir un hexápodo puramente electromecánico que cumpla con los objetivos establecidos. Los resultados proporcionarán una base para futuros desarrollos, incluyendo la incorporación de sistemas electrónicos para mejorar el control y la funcionalidad del robot.

## REFERENCIAS

1. - Norton, R. L. (2008). Diseño de maquinaria. McGraw-Hill.
2. - Beer, F. P., Johnston, E. R., & DeWolf, J. T. (2009). Mecánica de materiales. McGraw-Hill.
3. - Hamill, P. (2008). Circuitos eléctricos y electrónicos. Pearson.

4. - "Hexapod Robots: Design and Development", Journal of Robotics, 2021.
5. - "Mechanics and Control of Walking Robots", IEEE Robotics and Automation Magazine, 2020

## ENLACES

1. <https://www.youtube.com/watch?v=-gFaXYvZY>
2. <https://lsbunefm.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/10/disec3b1o-de-maquinaria-robert-l-norton-4.pdf>
3. [https://www.academia.edu/34453780/Mecanica de Materiales 5ta Ed Beer Johnston DeWolf Mazurek McGraw Hill](https://www.academia.edu/34453780/Mecanica_de_Materiales_5ta_Ed_Beer_Johnston_DeWolf_Mazurek_McGraw_Hill)

Viabilidad financiera

Y viabilidad técnica