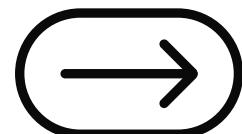




# PLANAR SUBACTUATED LOCOMOTION MECHANISM FOR A QUADRUPED ROBOT LEG

FERNANDO NAVARRETE  
FRANCISCO CÁCERES



# AGENDA

---

SECCIÓN 1

¿QUE ES UN MECANISMO SUBACTUADO?

SECCIÓN 2

MECANISMO DE 4 BARRAS: FUNDAMENTO Y CLASIFICACIÓN

SECCIÓN 3

ANÁLISIS DE POSICIÓN

SECCIÓN 4

APLICACIÓN AL DISEÑO EN UNA PATA ROBÓTICA

SECCIÓN 5

EXPERIENCIA PRÁCTICA

SECCIÓN 6

INTRODUCCIÓN A AUTODESK FUSION PARA MECANISMOS

---

## SECCIÓN 1

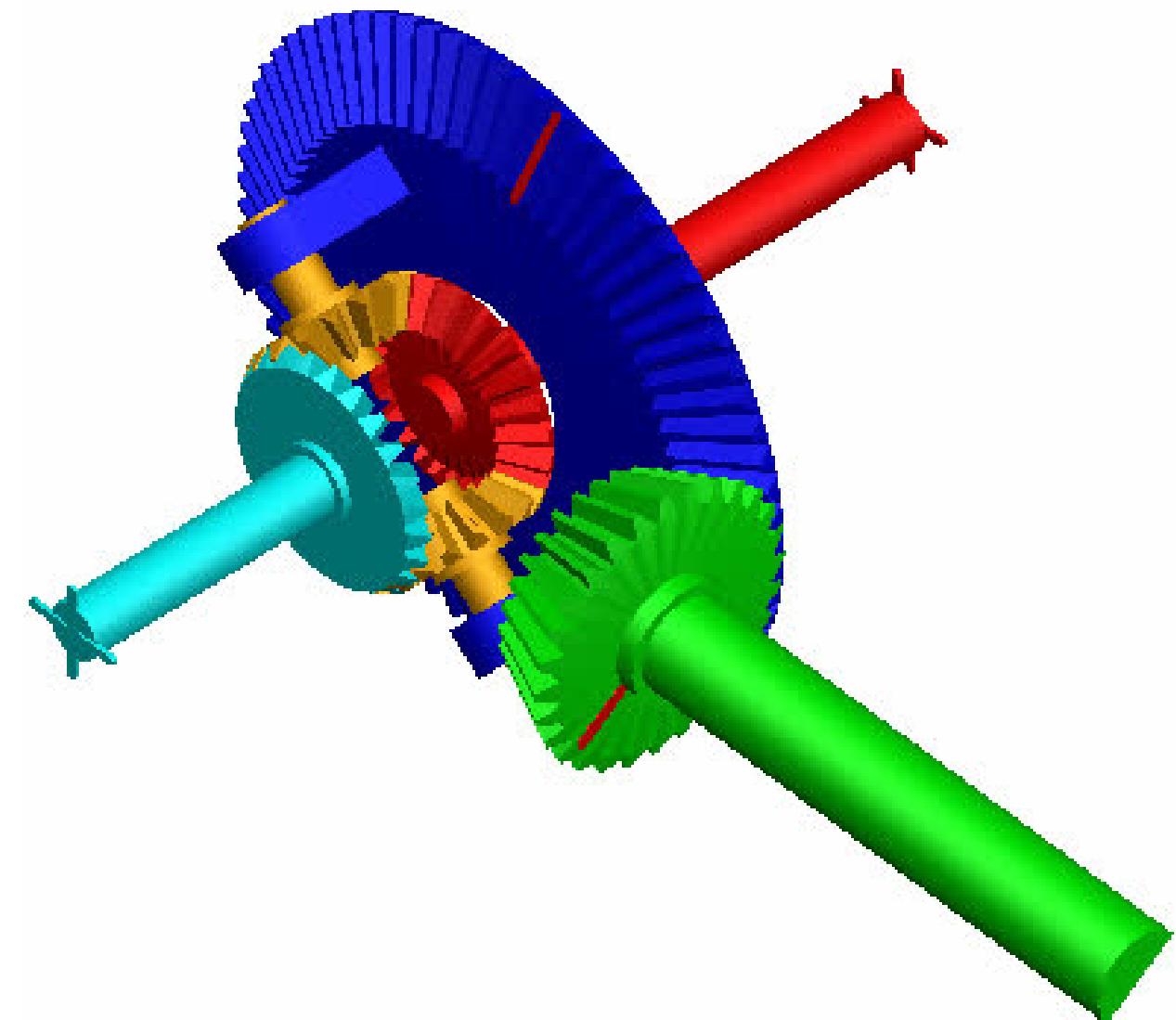
# ¿QUÉ ES UN MECANISMO SUB-ACTUADO?

# DEFINICIÓN DE MECANISMO

---

Mecanismo:

- “Sistema de componentes que, a través de su interacción, transforma o transmite energía para realizar un movimiento o trabajo específico.”

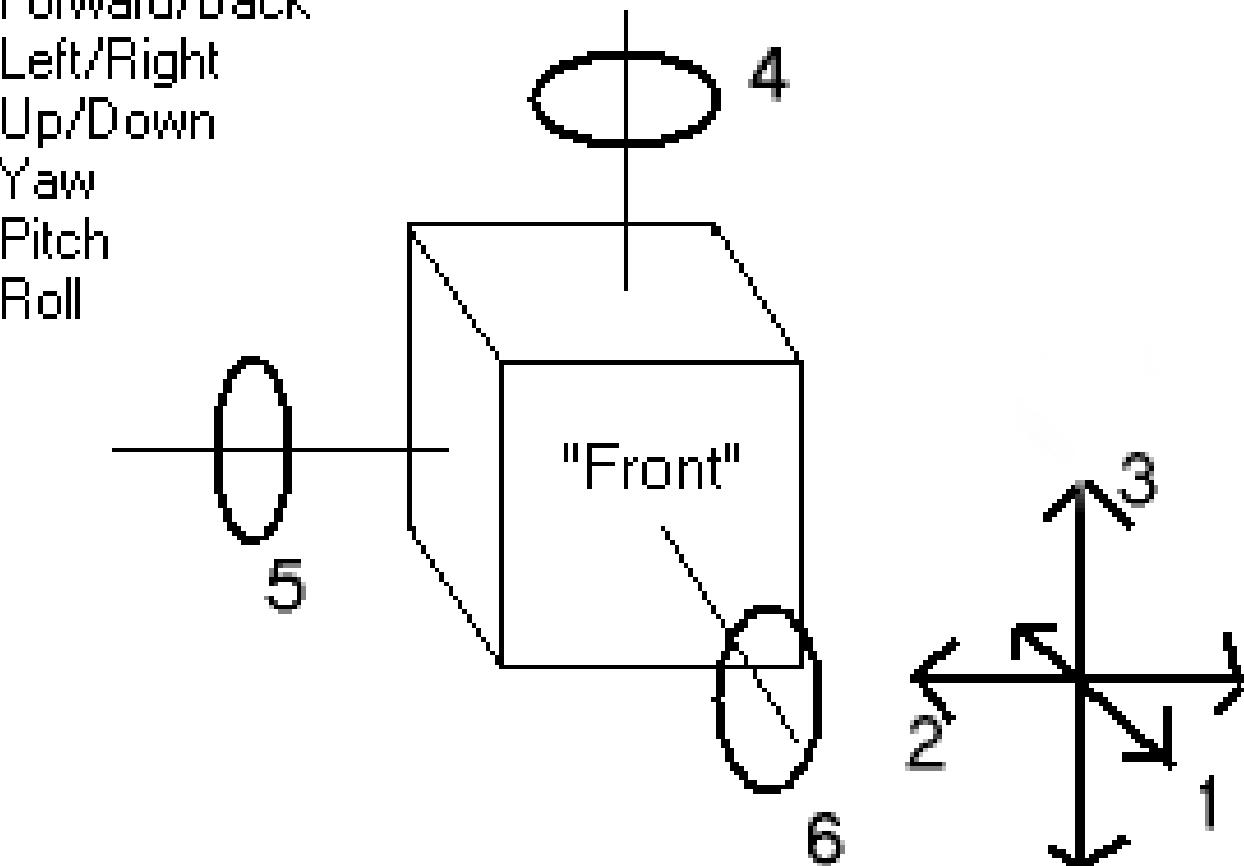


# GRADOS DE LIBERTAD VS ACTUACIÓN

## Grado de libertad (DoF):

- Hace referencia a la forma independiente en que un elemento del mecanismo puede moverse.
- Cada eje de movimiento del elemento cuenta como DoF.

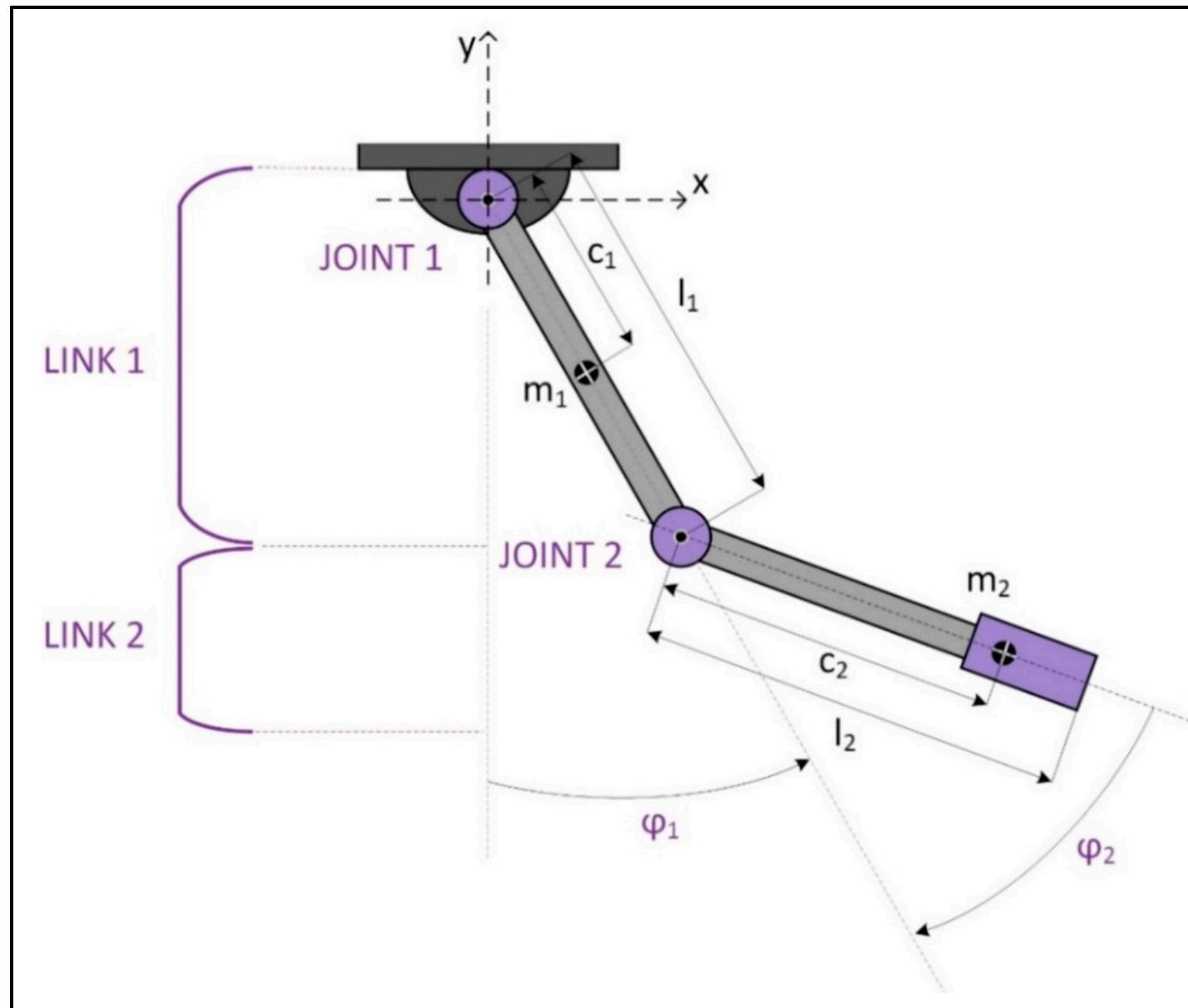
- 1 - Forward/Back
- 2 - Left/Right
- 3 - Up/Down
- 4 - Yaw
- 5 - Pitch
- 6 - Roll



The Six Degrees of Freedom

# GRADOS DE LIBERTAD VS ACTUACIÓN

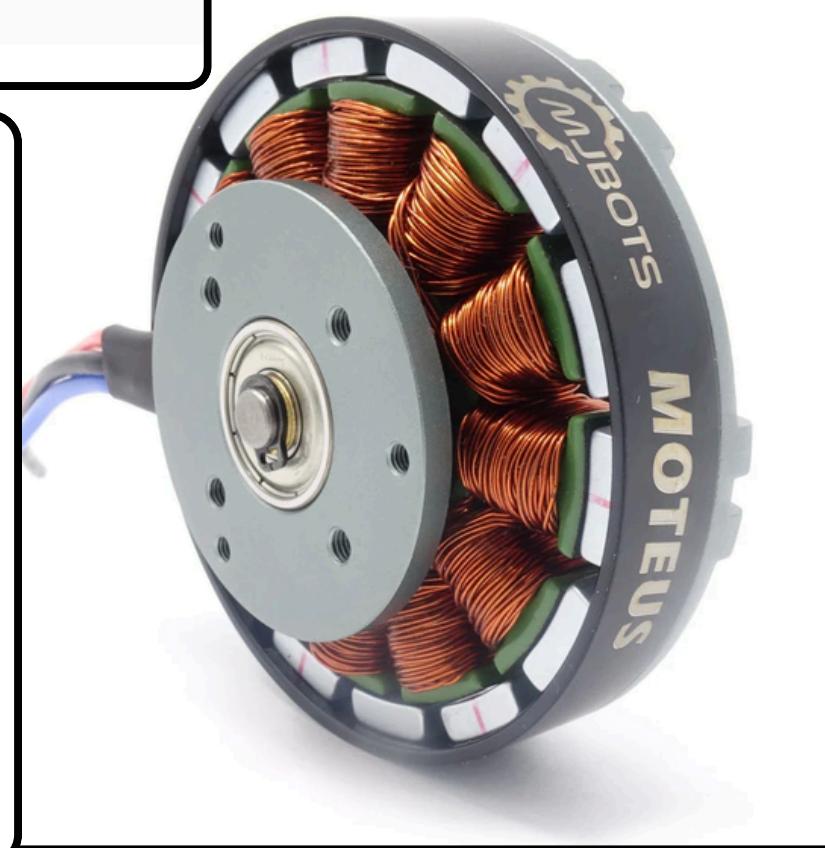
Grados de libertad (DoF):



# GRADOS DE LIBERTAD VS ACTUACIÓN

Grados de Actuación:

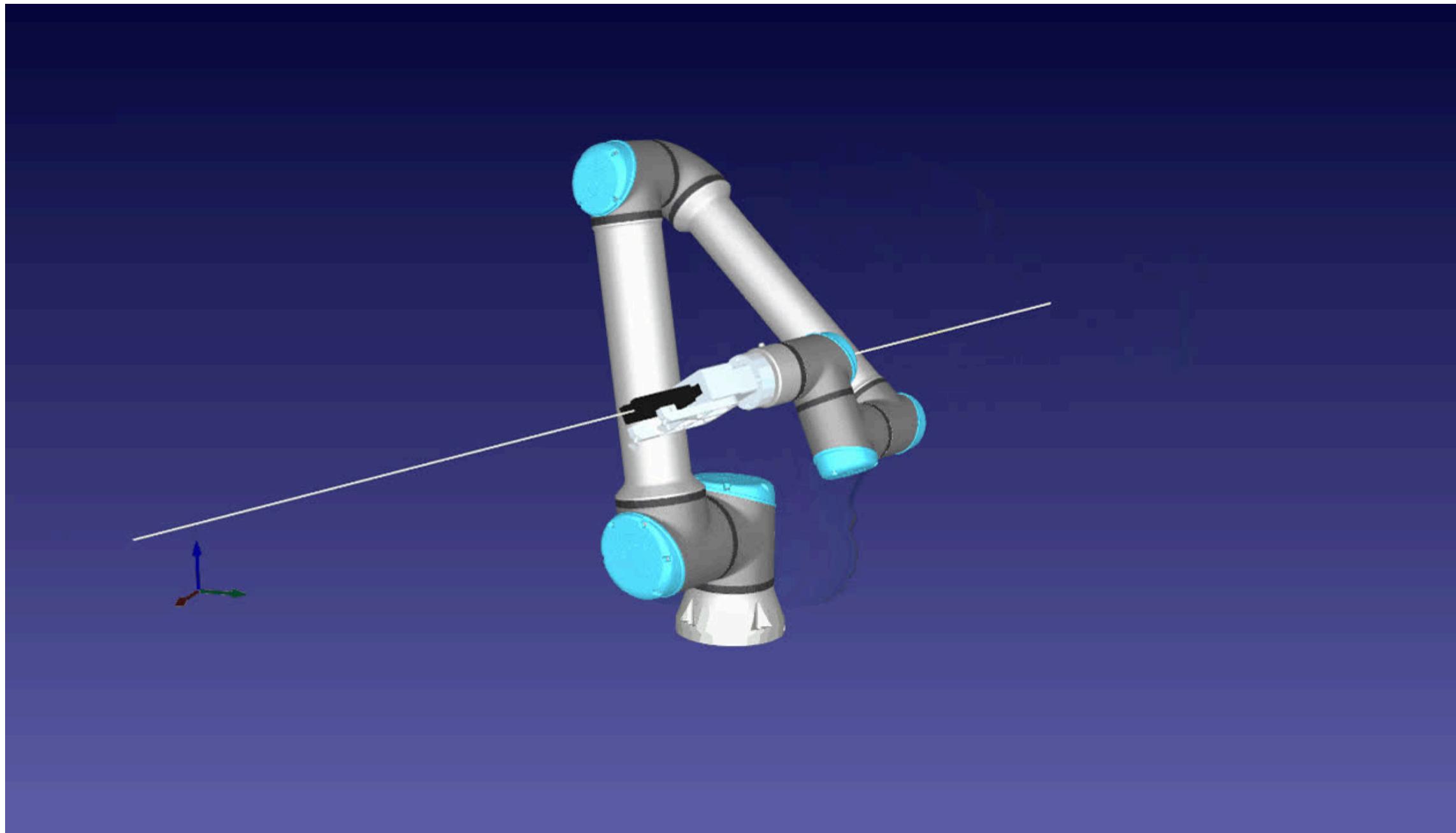
- Cantidad de mecanismos que actúan sobre los DoF.
- Se contempla toda forma de generar movimiento en alguna dirección.



# MECANISMO TOTALMENTE ACTUADO

---

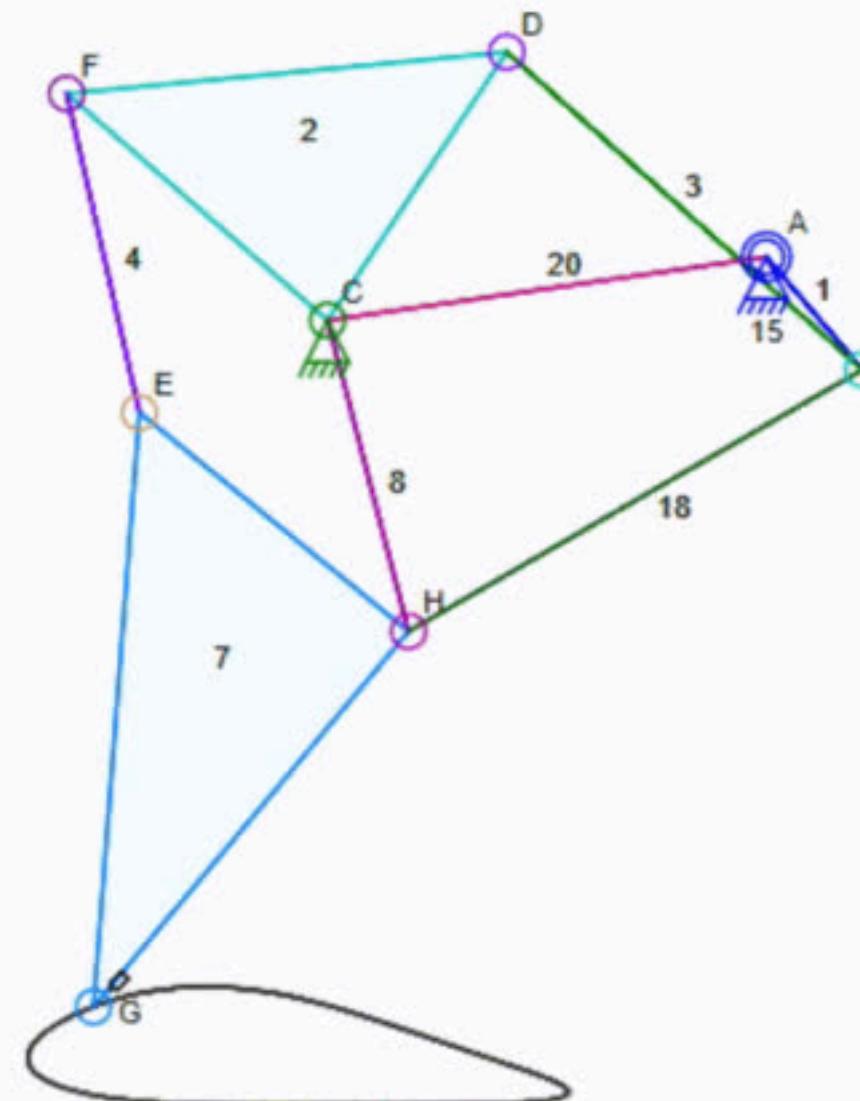
$$\text{DoF} = \text{DoA}$$



ROBOT 5 DOF. VIDEO OBTENIDO DE ROBODK: "ROBOT SINGULARITIES: WHAT THEY ARE AND WHY THEY MATTER"

# MECANISMO SUB-ACTUADO

DoF > DoA



MECANISMO DE THEO JANSEN. VIDEO OBTENIDO DE GRABCAD.

# COMPARATIVA

---

	Totalmente actuado	Subactuado
DoF	= DoA	> DoA
Control	Más preciso, más flexible	Más simple, menos preciso
Complejidad	Alta	Media-baja
Costo/Consumo	Alto	Bajo
Uso típico	Robótica industrial	Robots móviles, biomiméticos

---

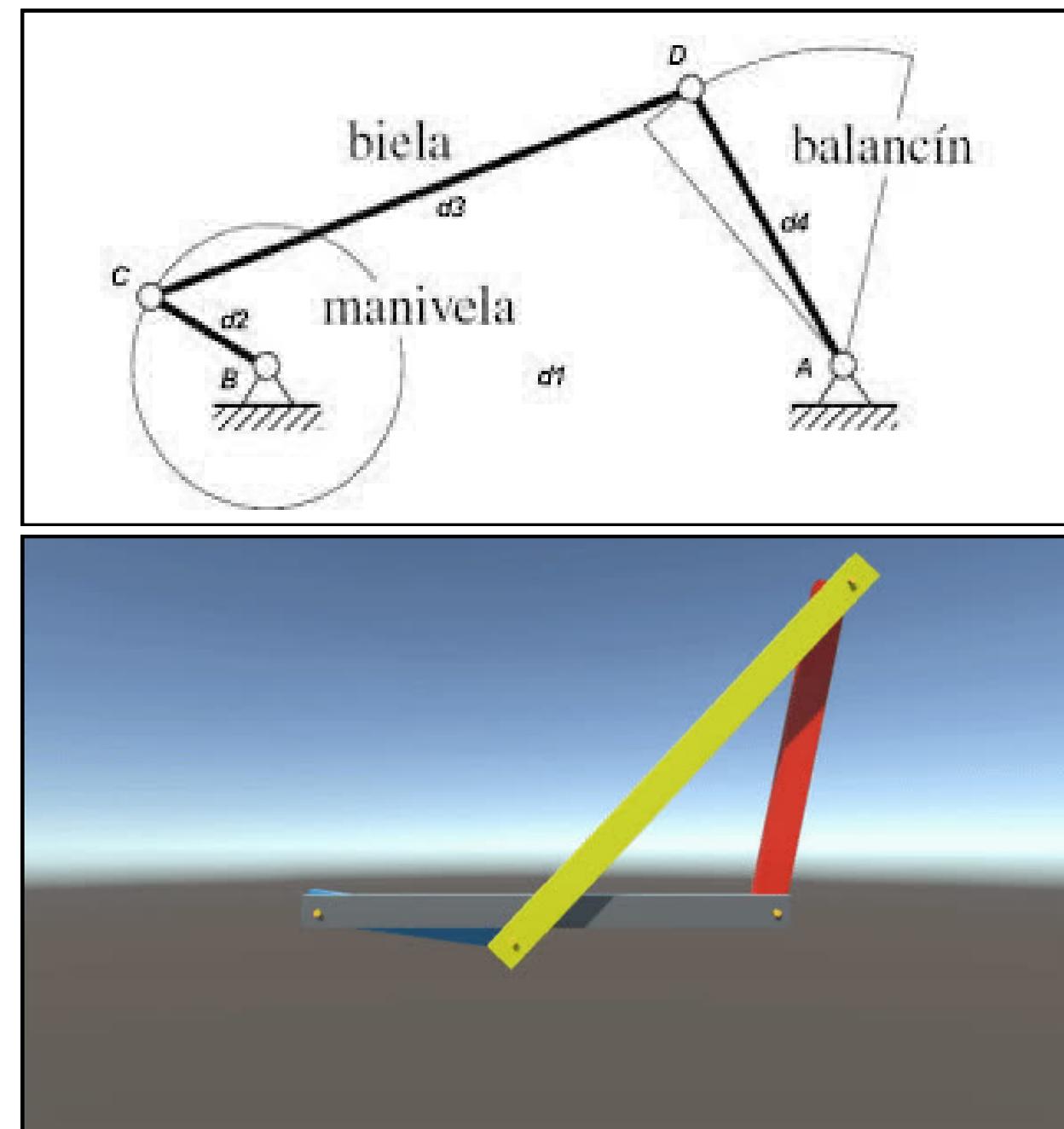
## SECCIÓN 2

# MECANISMO DE 4 BARRAS: FUNDAMENTO Y CLASIFICACIÓN

# MECANISMO DE 4 BARRAS

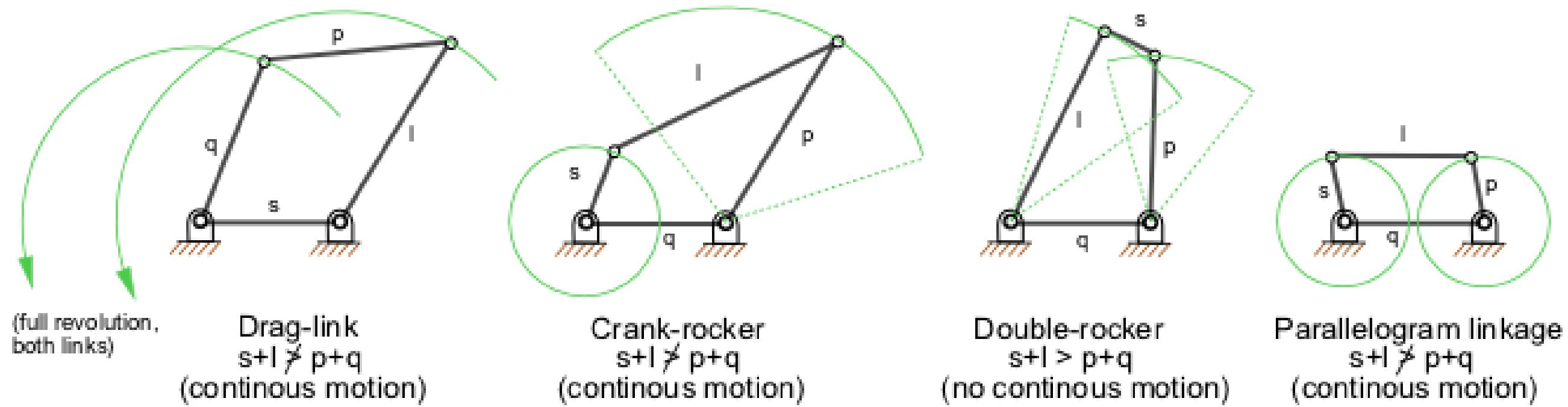
## Características:

- Se compone de 4 eslabones rígidos.
- Estos eslabones se conectan mediante uniones rotacionales.
- Permite generar trayectorias complejas a partir de un solo actuador.



# CONDICIÓN DE GRASHOF

$$S + L \leq P + Q$$

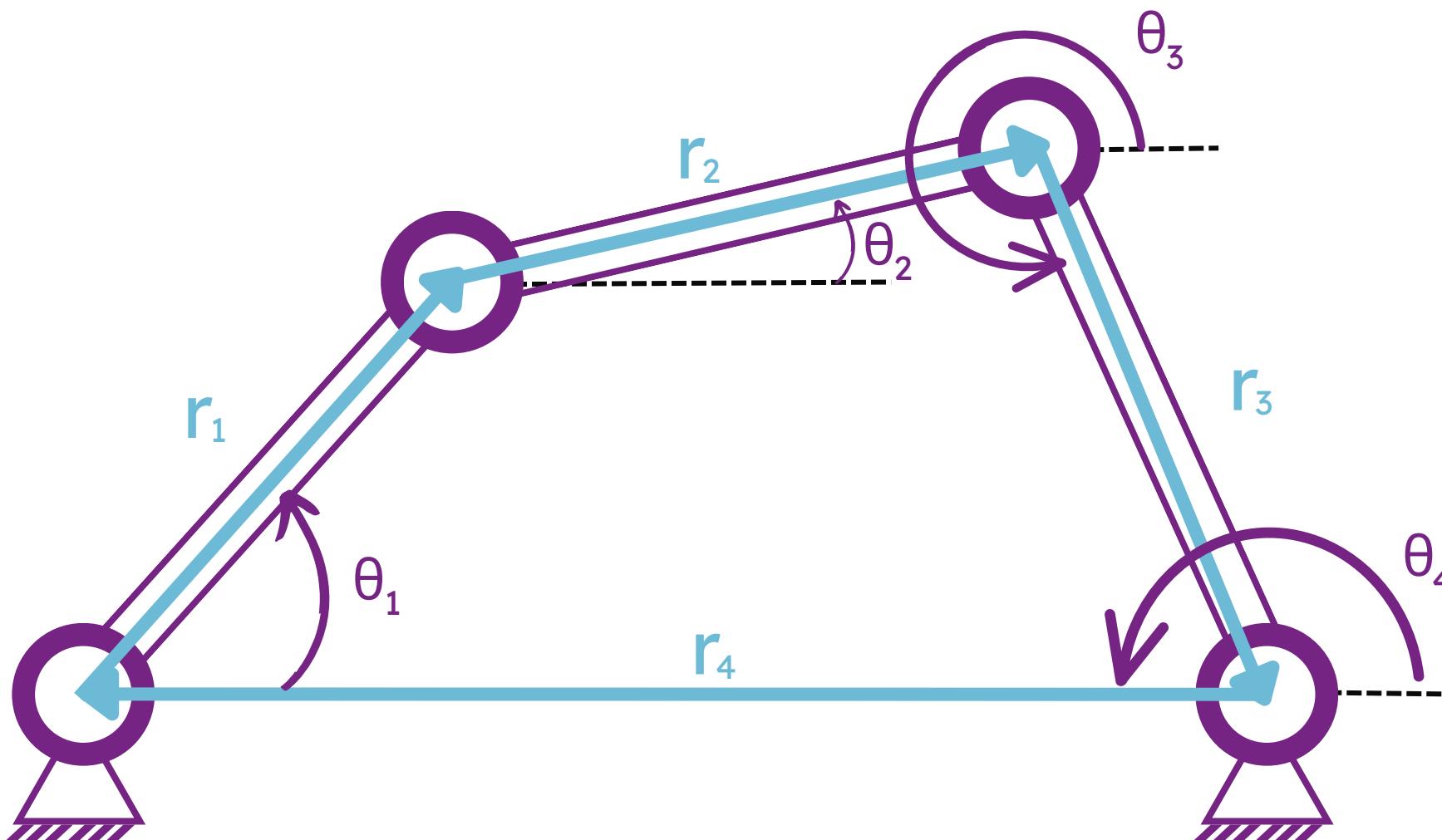


---

## SECCIÓN 3

# ANÁLISIS DE POSICIÓN

# ANÁLISIS DE POSICIÓN



Cierre de lazo vectorial:

- Consiste en un análisis vectorial del mecanismo.

$$\vec{r}_k = r_x \cdot \cos(\theta_k) \hat{i} + r_y \cdot \sin(\theta_k) \hat{j}$$

$$\forall k \in 1, 2, 3, 4$$

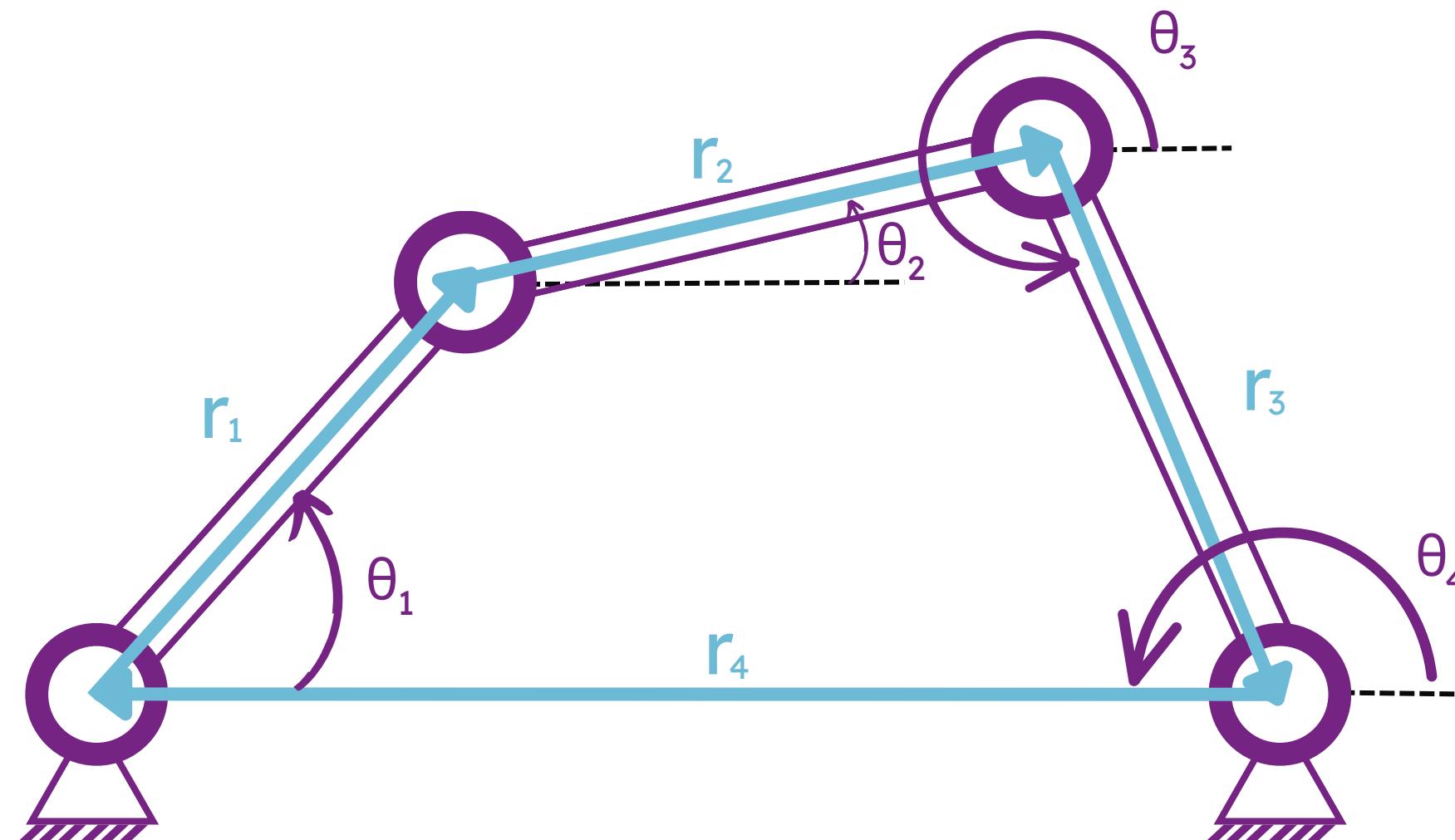
- La suma de vectores, que representan cada eslabón, de inicio a fin, es cero.

$$\vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \vec{r}_3 + \vec{r}_4 = 0$$

- Con este análisis podemos obtener la cinemática y dinámica del mecanismo.

# ANÁLISIS DE POSICIÓN

Resolución del análisis de posición:



- Métodos gráficos: trigonometría, condiciones geométricas y álgebra tradicional.
- Resolución numérica con métodos numéricos.
  - Newton Raphson
  - Broyden
- Buscamos solución que describa la relación entre eslabones.

---

## SECCIÓN 4

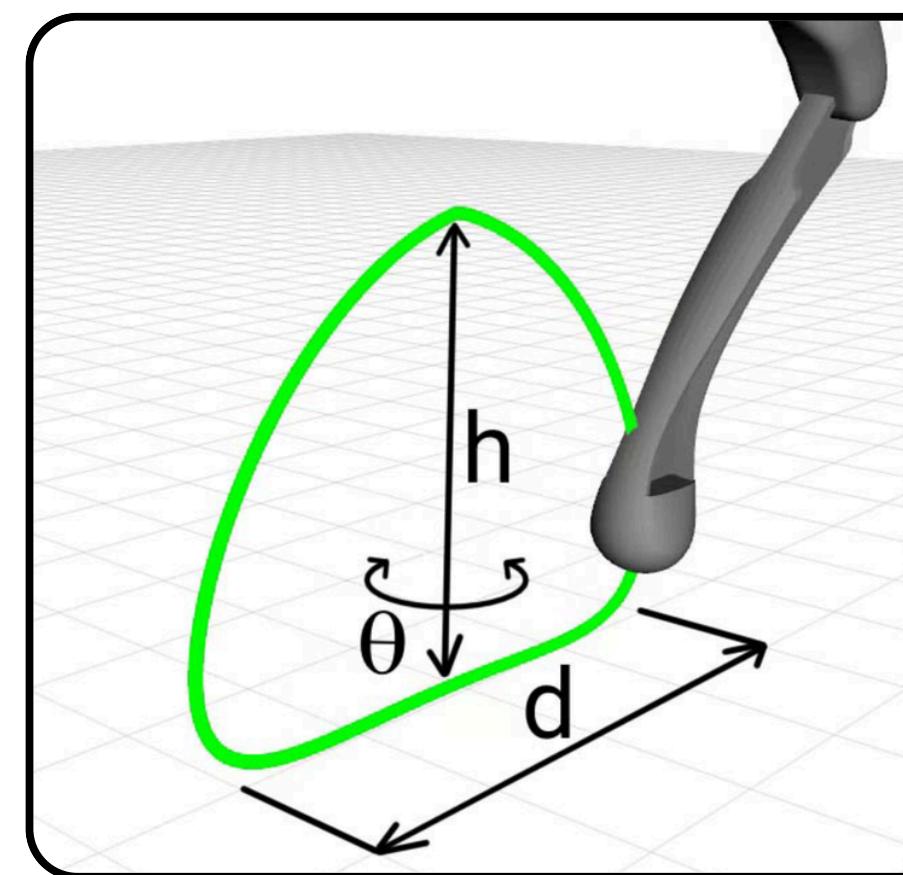
# APLICACIÓN AL DISEÑO EN UNA PATA ROBÓTICA

# ¿QUÉ BUSCAMOS EN UNA PATA ROBÓTICA?



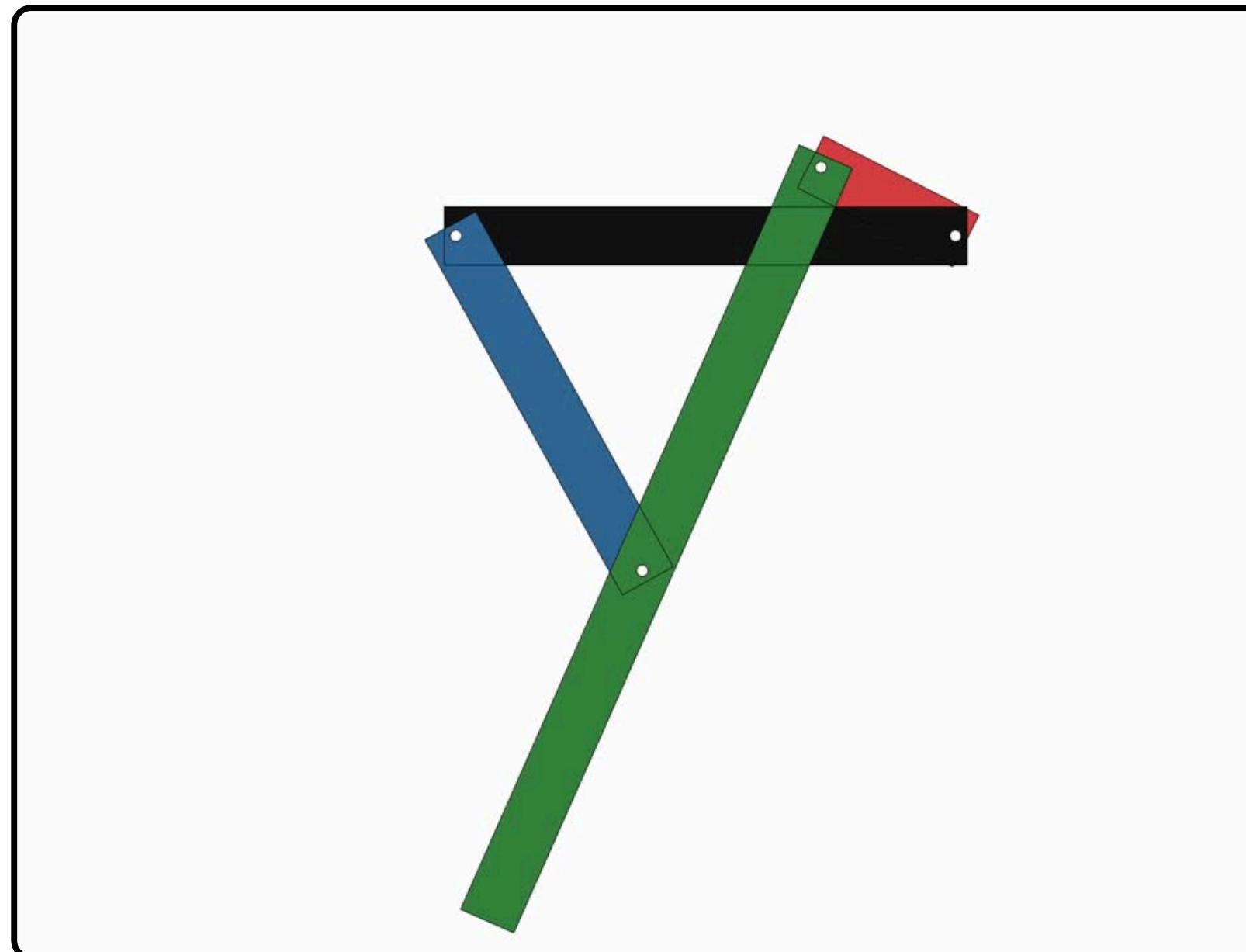
Cumplir con un patrón de caminata:

- Desplazamiento casi en linea recta al estar en el piso.
- Levantar en un arco suave y volver a la posición inicial.



# CONSIDERACIONES DE DISEÑO CON 4 BARRAS

---



Ubicación de la base:

- Tiene que quedar fija

Altura del mecanismo:

- Determina la amplitud del paso

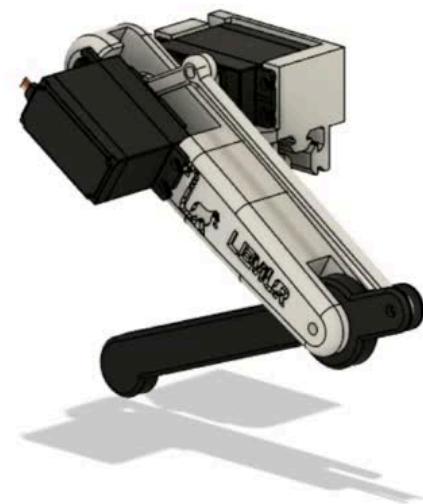
Longitud del acoplador:

- Nos da la forma de la pata

Frecuencia y longitud del paso:

- Un parámetro al que queremos aspirar

# VENTAJAS DEL DISEÑO SUBACTUADO EN LOCOMOCIÓN



PATA ROBÓTICA  
ACTUADA



PATA ROBÓTICA  
SUB-ACTUADA

---

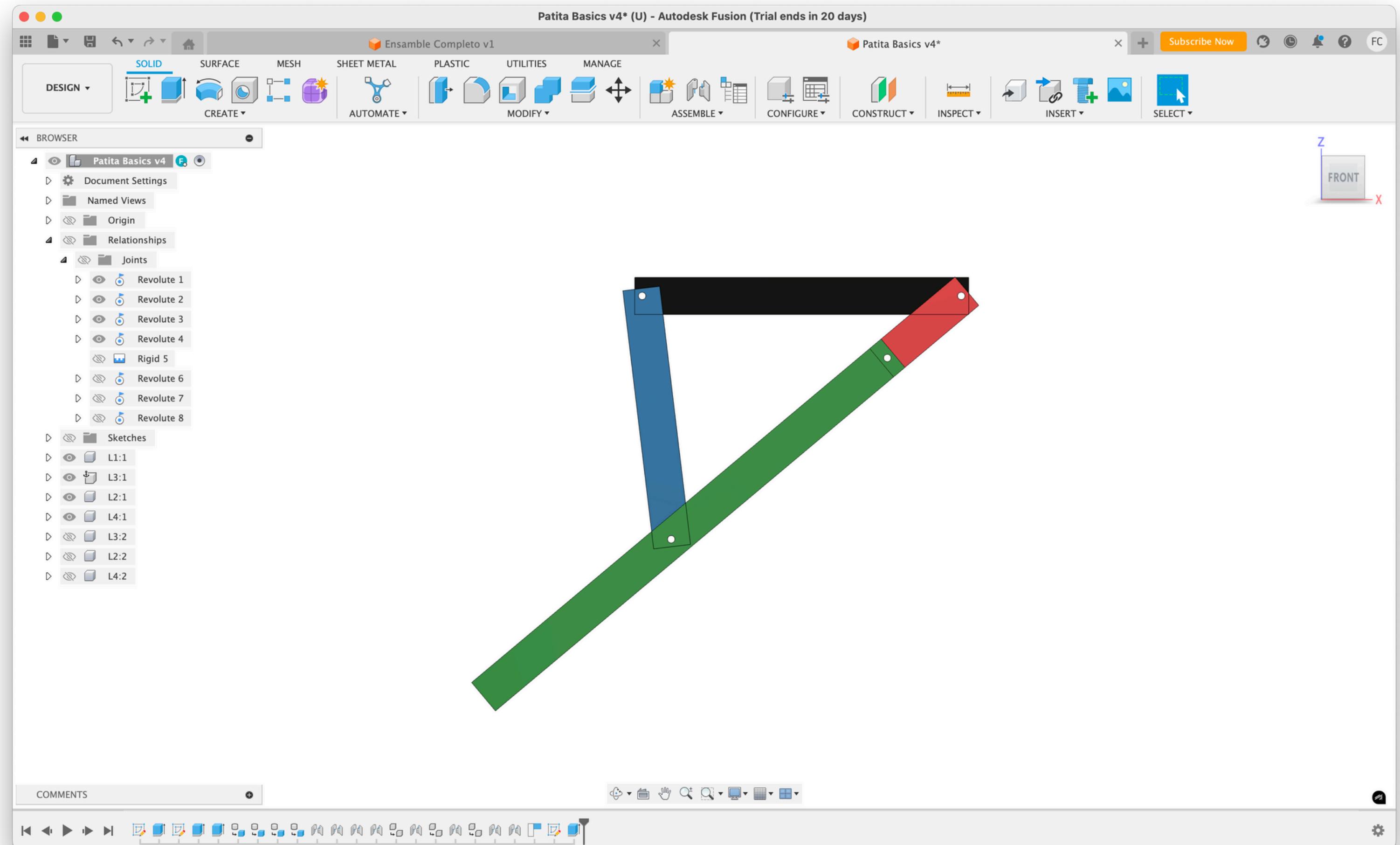
## SECCIÓN 5

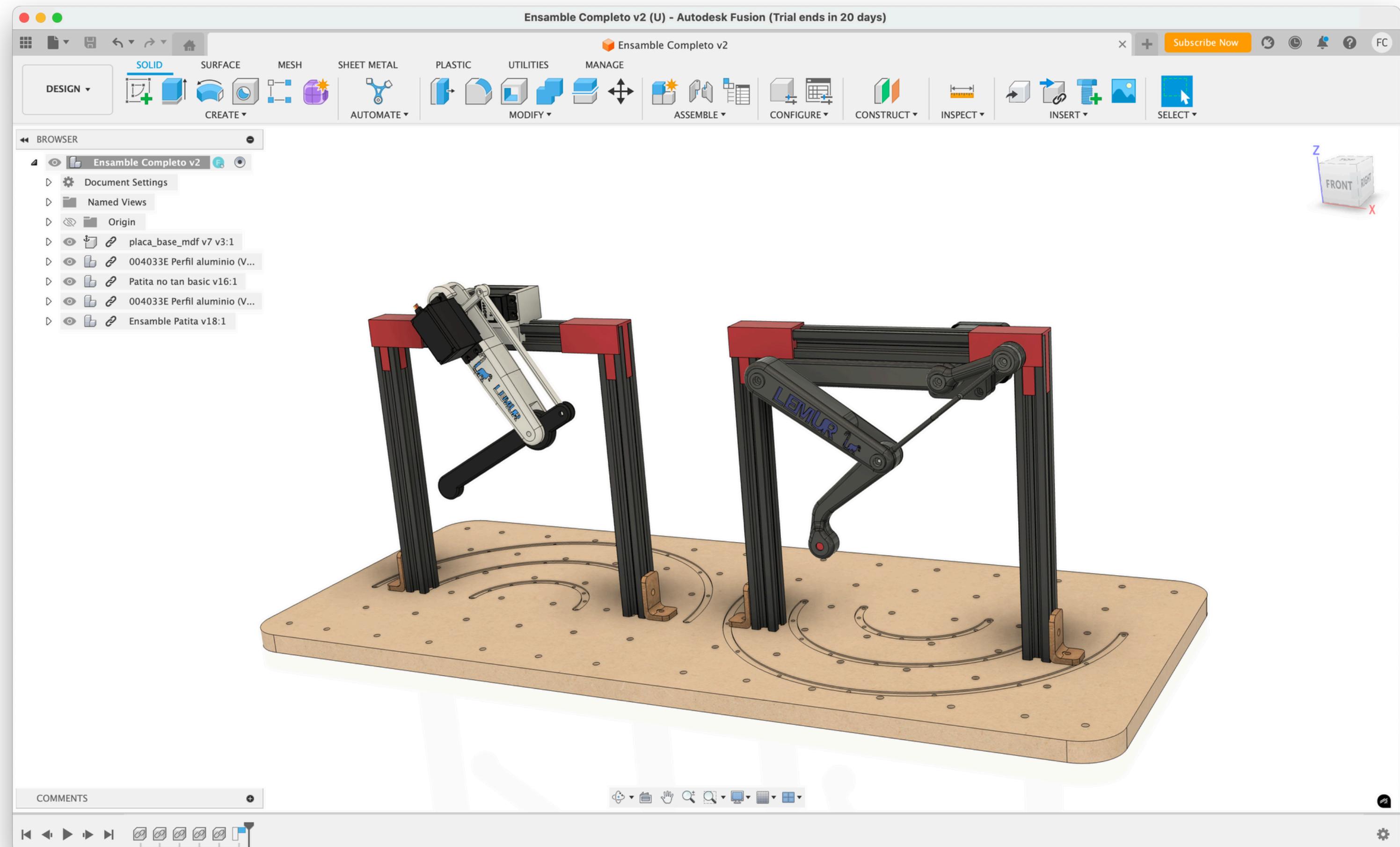
# EXPERIENCIA PRÁCTICA: PRUEBA DE PATITAS

---

## SECCIÓN 6

# INTRODUCCIÓN A AUTODESK FUSION PARA MECANISMOS



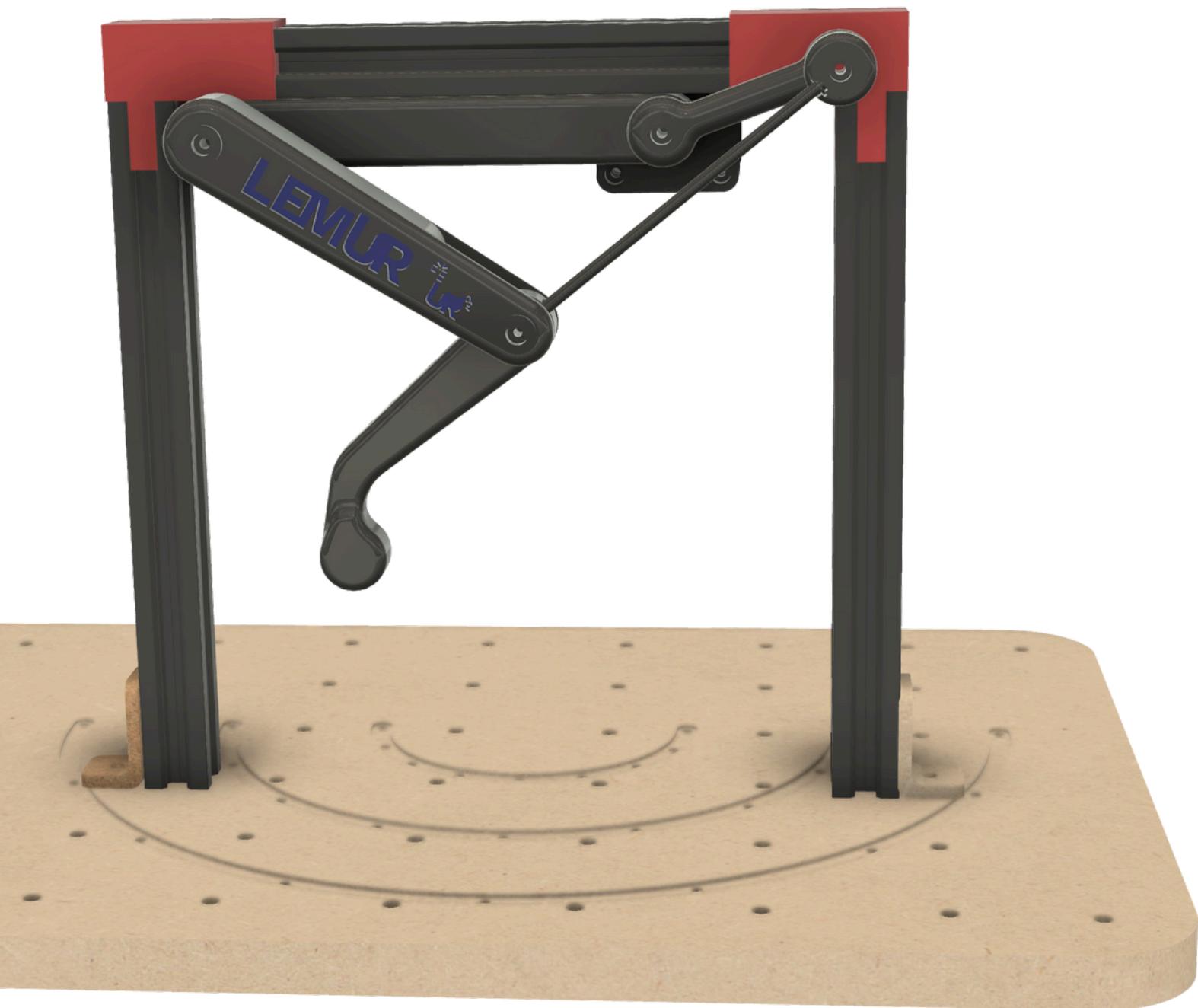


# LEMUR

**ICRA**™

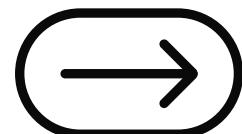
24

# IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION



# PLANAR SUBACTUATED LOCOMOTION MECHANISM FOR A QUADRUPED ROBOT LEG

FERNANDO NAVARRETE  
FRANCISCO CÁCERES



# LEMUR

Laboratorio de Mecatrónica y Robótica

# ICRA

IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON ROBOTICS AND AUTOMATION

