

# Estudio de la cinemática de una articulación. Aplicación al movimiento de un robot articulado



Autores: Javier Fernández Lledó, Juan Miguel García Martínez y Javier F<sup>o</sup> Pérez Sánchez  
Tutores: Dr. D. José Tomás Palma Méndez y D. Celso Molina Ibáñez

## Resumen

En este trabajo tratamos de observar la cinemática directa e inversa de las articulaciones robóticas.

Para ello se ha realizado el estudio en una de las articulaciones de un robot hexápodo que nosotros hemos diseñado y construido.

A pesar de las tolerancias del material plástico con el que se ha materializado el robot, los resultados obtenidos nos permiten asegurar una repetibilidad en el posicionamiento de las extremidades.

## Objetivos

- Realizar el **estudio de las cinemáticas directa e inversa** de una articulación con dos grados de libertad.
- **Construir un robot hexápodo** en una de cuyas extremidades realizaremos el estudio.
- **Desarrollar un control remoto** de movimiento mediante bluetooth.

## Introducción

La robótica estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia.

La cinemática de un robot es el estudio del movimiento del mismo haciendo un análisis sobre la posición, la velocidad y la aceleración de cada una de sus partes.

1. La cinemática directa trata de determinar la posición y orientación del extremo final del robot, con respecto a un sistema de coordenadas de referencia, conocidos los ángulos de las articulaciones y los parámetros geométricos de los elementos del robot.
2. La cinemática inversa trata de determinar la configuración que debe adoptar el robot para una posición y orientación del extremo conocidas.

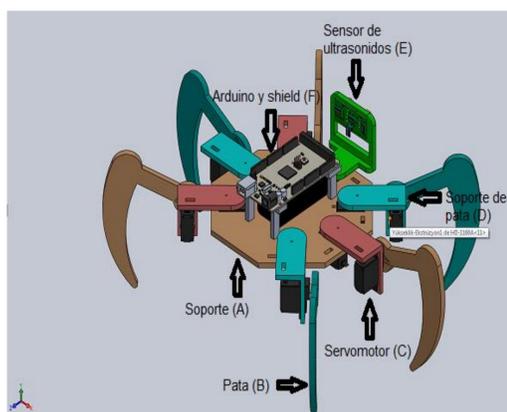


Figura 1: Diseño del robot hexápodo.

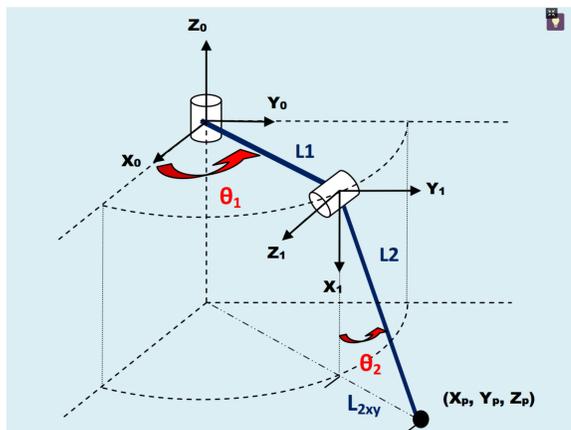


Figura 2: Ángulos de movimiento de los servomotores de una pata.

## Metodología-Materiales

Para el diseño de las piezas del robot hexápodo se ha utilizado el programa **AutoDesk Fusion 360** (figura 1). La materialización de ésta se ha realizado en **Polilactida (PLA)**, usando una **impresora 3D, modelo Prusa I3 Hephestos**.

La construcción del robot se ha realizado usando las piezas diseñadas, una **placa Arduino Mega 2560** para controlar el movimiento de las articulaciones, y una **batería de lipo 3S y 12 servomotores HD-1160**.

Se ha construido una **estructura metálica**, que sirve de soporte al robot y que nos permite una mejor estabilidad y rigidez estructural a la hora de realizar el estudio cinemático.

Se ha desarrollado una **aplicación Android**, mediante la plataforma **App Inventor**, para controlar el robot utilizando una conexión **bluetooth**, para el control remoto del robot.

Se ha realizado un estudio del comportamiento de la articulación observando la proyección del extremo de una de las articulaciones sobre una superficie horizontal **mediante puntero láser**.

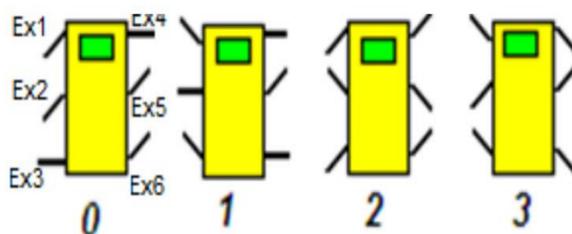


Figura 3.- Secuencia de movimiento. (0 es la posición en la que pueda encontrarse el robot al iniciar el movimiento).

## Experimentación y Resultados

1. Usando el programa de control implementado en Arduino, hemos enviado pares de ángulos para la orientación de los servomotores que proporcionan los dos grados de libertad de la articulación. Este experimento ha dado como resultado el movimiento deseado de una de las patas (figura 2).
2. Con este mismo programa, hemos dado las coordenadas del punto de apoyo de una de las patas (ternas de números reales) y el programa ha calculado, con un error alrededor del 1%, los pares de ángulos que permiten a los servos encontrar el punto indicado. No obstante, este error atribuible al truncamiento de decimales más que al diseño realizado, el cual, pese a estar realizado en plástico, se ha comportado de forma muy adecuada.
3. Elección del tipo de movimiento de nuestro robot hexápodo. Hemos seleccionado el que produce mayor estabilidad por situar el centro de masas dentro de un triángulo de apoyo (figura 3).

## Conclusiones

1. El empleo de material plástico nos ha permitido realizar un diseño y construcción **que no perjudica sensiblemente el comportamiento cinemático** de la articulación del robot, pero nos da cierta libertad en el diseño del mismo.
2. Si bien el sistema empleado para el estudio del comportamiento cinemático de la articulación es **suficiente para esperar que éste sea satisfactorio** en el movimiento del robot, no lo es si queremos estudiar, por ejemplo, trayectorias óptimas entre dos puntos. Como trabajos futuros se plantea el desarrollo de un sistema de medida de posición absoluta mejorado.
3. Se ha desarrollado un **método de control a distancia mediante bluetooth con una aplicación implementada en Android mediante App Inventor**. Para trabajos futuros se pretende diseñar un sistema de guiado mediante GPS que permita una mayor autonomía al robot, además de implementar mecanismos que permitan al robot evitar obstáculos mediante el uso de sensores de ultrasonidos.
4. A pesar de que la elección del tipo de movimiento del robot es la más eficiente, se pretende abordar una valoración experimental de los consumos energéticos con otros tipos de movimiento.



Trabajo realizado dentro del proyecto IDIES

Entidades colaboradoras:

