



---

# TAREA: RESUMEN

---

Cinemática De Robots



23 DE FEBRERO DE 2019  
JESÚS ALBERTO GARCÍA CAMACHO  
8.-B T/M

# CINEMÁTICA INVERSA

El objetivo del problema cinemático inverso consiste en encontrar los valores que deben adoptar las coordenadas articulares del robot  $q = [q_1, q_2, \dots, q_n]^T$  para que su extremo se posicione y oriente según una determinada localización espacial( $p, [n, o, a]$ ).

Así como es posible abordar el problema cinemático directo de una manera sistemática a partir de la utilización de matrices de transformación homogéneas, e independientemente de la configuración del robot, no ocurre lo mismo con el problema cinemático inverso, siendo el procedimiento de obtención de las ecuaciones fuertemente dependiente de la configuración del robot.

Este tipo de solución presenta, entre otras, las siguientes ventajas:

1. En muchas aplicaciones, el problema cinemático inverso ha de resolverse en tiempo real. Una solución de tipo iterativo no garantiza tener la solución en el momento adecuado.
2. Al contrario de lo que ocurría en el problema cinemático directo, con cierta frecuencia la solución del problema cinemático inverso no es única; existiendo diferentes  $n$ -uplas  $[q_1, \dots, q_n]^T$  que posicionan y orientan el extremo del robot del mismo modo.

Los métodos geométricos permiten, normalmente, obtener los valores de las primeras variables articulares, que son las que consiguen posicionar el robot. Para ello utilizan relaciones trigonométricas y geométricas sobre los elementos del robot. Se suele recurrir a la resolución de triángulos formados por los elementos y articulaciones del robot.

## Resolución del problema cinemático inverso por métodos geométricos

El procedimiento en sí se basa en encontrar suficiente número de relaciones geométricas en las que intervendrán las coordenadas del extremo del robot, sus coordenadas articulares y las dimensiones físicas de sus elementos.

Para mostrar el procedimiento a seguir se va a aplicar el método a la resolución del problema cinemático inverso de un robot con 3 GDL de rotación.

$$q_1 = \arctg\left(\frac{p_y}{p_x}\right)$$

## Resolución del problema cinemático inverso a partir de la matriz de transformación homogénea

En principio es posible tratar de obtener el modelo cinemático inverso de un robot a partir del conocimiento de su modelo directo. Es decir, suponiendo conocidas las

relaciones que expresan el valor de la posición y orientación del extremo del robot en función de sus coordenadas articulares, obtener por manipulación de aquéllas las relaciones inversas.

El primer paso a dar para resolver el problema cinemático inverso es obtener la Expresión correspondiente a este robot. Es decir, obtener la matriz T que relaciona el sistema de referencia {S0} asociado a la base con el sistema de referencia {S3} asociado a su extremo.

## **MATRIZ JACOBIANA**

El modelado cinemático de un robot busca las relaciones entre las variables articulares y la posición y orientación del extremo del robot y que pueden originar el movimiento del mismo. Sin embargo, sí incumbe a la cinemática del robot el conocer la relación entre las velocidades de las coordenadas articulares y las de la posición y orientación del extremo, o lo que es equivalente, el efecto que un movimiento diferencial de las variables articulares tiene sobre las variables en el espacio de la tarea.

El modelo diferencial queda concretado en la denominada matriz Jacobiana. En general la matriz Jacobiana de un robot, relaciona el vector de velocidades articulares ( $q_1, q_2, q_n$ ) con otro vector de velocidades expresado en un espacio distinto.

### **Jacobiana analítica**

Supóngase conocida la posición ( $x, y, z$ ) del extremo del robot así como su orientación, definida por cualquiera de los procedimientos establecidos.

El método más directo para obtener la relación entre velocidades articulares y del extremo del robot consiste en diferenciar las ecuaciones correspondientes al modelo cinemático directo. Así, supónganse conocidas las ecuaciones que resuelven el problema cinemático directo de un robot de  $n$  GDL.

$$x = f_x(q_1, \dots, q_n)$$

$$y = f_y(q_1, \dots, q_n)$$

$$z = f_z(q_1, \dots, q_n)$$

## Cinemática Inversa

Consiste en encontrar los valores que deben adoptar las coordenadas articulares del robot  $q = [q_1, q_2, \dots, q_n]$  para que su extremo se posicione según una determinada localización espacial  $(p, [\alpha, \beta, \gamma])$ . Se han desarrollado algunos procedimientos genéricos susceptibles de ser programados, de modo que un computador pueda a partir del conocimiento de la cinemática del robot obtener la  $n$ -upla de valores articulares que posicionan y orientan su extremo,

$$q_k = f_k(x, y, z, \phi, \theta, \psi) \quad k = 1 \dots n \text{ (GDL)}$$

### Ventajas

- Una solución de tipo iterativo no garantiza tener la solución en el momento adecuado.
- En estos casos una solución cerrada permite incluir determinadas reglas o restricciones que aseguren que la solución obtenida sea la más adecuada de entre todas las posibles.

Los métodos geométricos permiten, normalmente, obtener los valores de las primeras variables articulares, que son las que consiguen posicionar el robot.

Para ello utilizan relaciones trigonométricas y geométricas sobre los elementos del robot. Se suele recurrir a la resolución de triángulos formados por los elementos y articulaciones del robot.

### Resolución del Problema cinemático inverso por métodos geométricos.

Este procedimiento es adecuado para robots de pocos grados de libertad o para el caso de que se consideren sólo los primeros grados de libertad, dedicados a posicionar el extremo.

El procedimiento en sí se basa en encontrar suficiente número de relaciones geométricas en las que intervengan las coordenadas