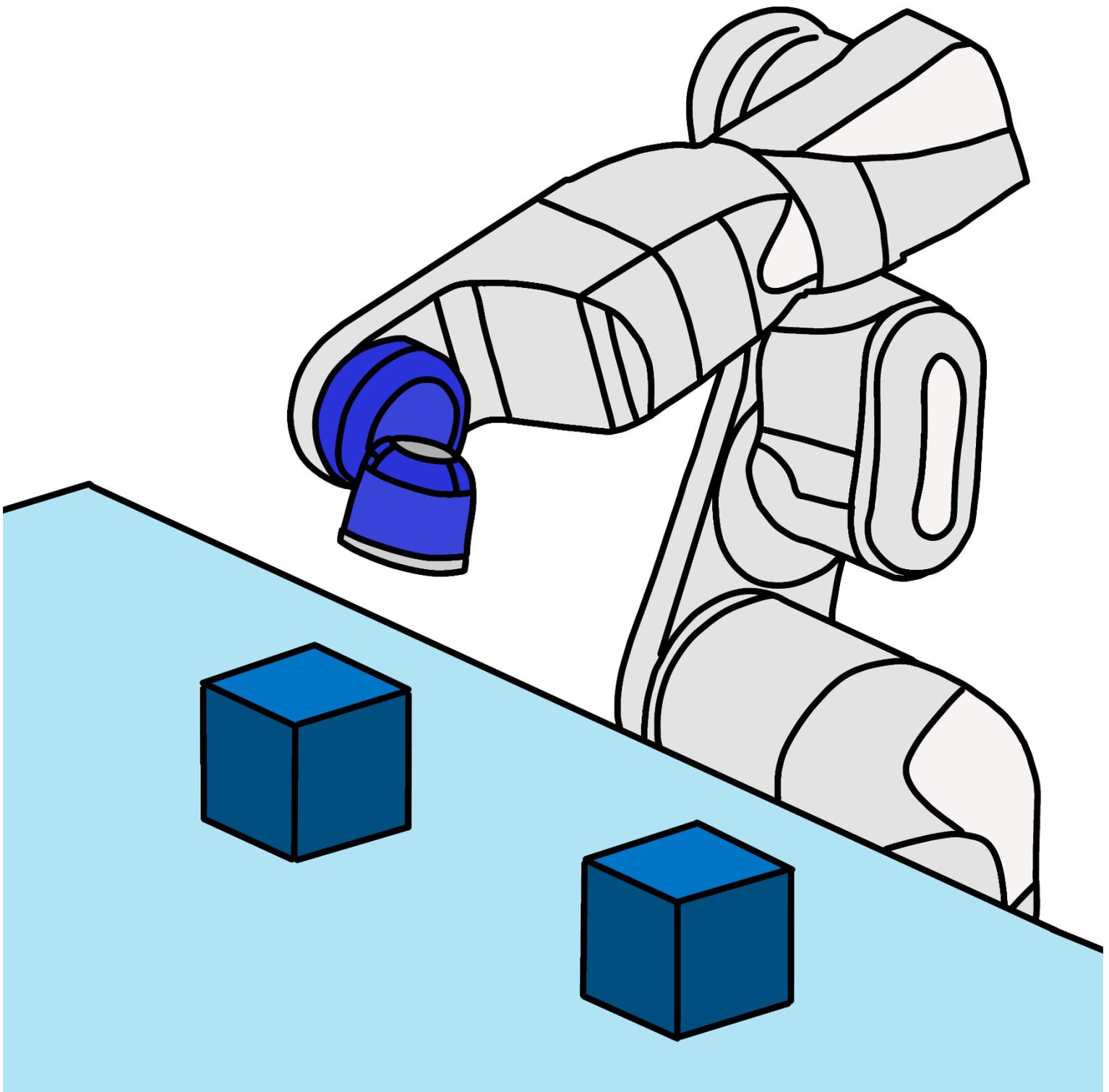


VÍDEO 7:

PROGRAMACIÓN DE UN ROBOT DE 6 GDL
POR MEDIO DE LA CINEMÁTICA INVERSA



RESUMEN:

La cinemática inversa es un tipo de programación que facilita la configuración de los robots. Este método o estrategia de programación, permite definir la trayectoria que debe seguir el actuador de un robot, es decir, el componente que interactúa con el entorno, y de forma automática el software realiza los cálculos necesarios para coordinar los movimientos del resto de componentes. En este vídeo se programa un robot, empleando esta técnica de programación para realizar la inspección de una serie de piezas.

Escanea o haz clic sobre
el código QR para ver el vídeo



Vídeo 7: Programación de un Robot de 6 gdl por medio de la Cinemática Inversa
by Gonzalo Carrasco Velilla is licensed under a

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS COMERCIALES

0' 20''

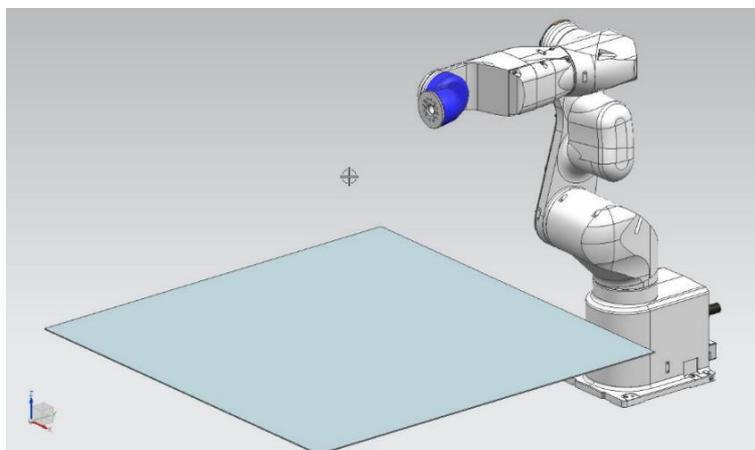
Descargar archivos CAD directamente desde la web es un instrumento imprescindible para facilitar el diseño del modelo digital y llevar a cabo una simulación realista. Para ello, se dispone de un gran número de páginas web donde los fabricantes comparten modelos CAD de sus productos, permitiendo a los usuarios descargar representaciones exactas del componente real.

A lo largo de esta guía se han utilizado dos portales, Traceparts.com y GrabCAD.com, para descargar los componentes utilizados en los ejemplos. Ambas cuentan con un buscador desde el cual se puede encontrar prácticamente cualquier tipo de componente, desde tornillería, robots, sensores, componentes hidráulicos o dispositivos electrónicos entre muchos otros. Desde aquí se selecciona el modelo de interés, con lo que se accede a una visualización 3D del modelo, a imágenes del componente y a una descripción de este. Para descargar el archivo se puede elegir entre un gran abanico de formatos, aunque en este caso siempre es recomendable descargarlo en formato Catia, ya que este tipo de archivos se pueden abrir directamente desde NX.



Modelos CAD de Traceparts.com

Una vez descargado el CAD, se pueden distinguir dos tipos de archivo. Los primeros son los archivos *.catpart*, que son el equivalente de Catia a un archivo tipo *modelo*, mientras que los archivos *.catproduct* se corresponden con los de *ensamble*. Por lo tanto, desde NX se procede a abrir el archivo *.catproduct*, ya que viene previamente ensamblado, evitando tener que realizar el montaje de todos los componentes individuales.



Robot de 6gdl descargado y abierto desde NX.

JUNTAS ENTRE CUERPOS

1' 20''

Las juntas entre cuerpos se utilizan para crear restricciones entre los distintos componentes, logrando así simular mecanismos y dispositivos con partes móviles. Como ya se ha comentado, NX permite simular un gran número de juntas, entre las cuales destacan las juntas de charnela, las juntas deslizantes, las juntas cilíndricas y las juntas de tornillo. Además, en esta guía es de gran interés la junta denominada como *junta de restricción de la trayectoria*, cuya utilidad se explica más adelante en el vídeo 7, enfocado a la programación de robots por medio de cinemática inversa.

A pesar de que cada junta es distinta, y que, por lo tanto, cada una tiene sus propias características, todas ellas presentan un aspecto común. Para definir las juntas, se han de seleccionar los dos cuerpos que la conforman, y siempre se debe elegir uno de ellos como la “base” de la junta y el otro como la “asociación”. La importancia de esta distinción entre el elemento “base” y la “asociación” se presenta en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde se definen los controladores de posición y velocidad.

Asimismo, en todas las juntas se debe especificar el *eje del vector*, con el que se establece la orientación de la junta. La selección de este vector puede hacerse de muchas formas diferentes, ya que se pueden elegir directamente los ejes del sistema de coordenadas o se pueden seleccionar vectores normales a planos o caras, vectores que unen dos puntos del modelo, etc.

Con los componentes seleccionados y la junta orientada correctamente, se procede a determinar su *desplazamiento*, que se utiliza para indicar al programa donde comienza la junta, es decir, qué punto de esta se corresponde con la “posición 0”. Finalmente, se definen el límite inferior y el límite superior de la junta, restringiendo así el rango de movimiento de los componentes.

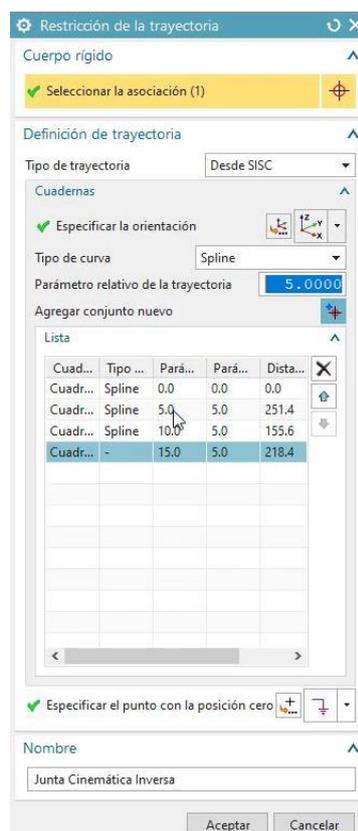


Configuración de las juntas.

CINEMÁTICA INVERSA: JUNTA DE RESTRICCIÓN DE LA TRAYECTORIA 4 '10''

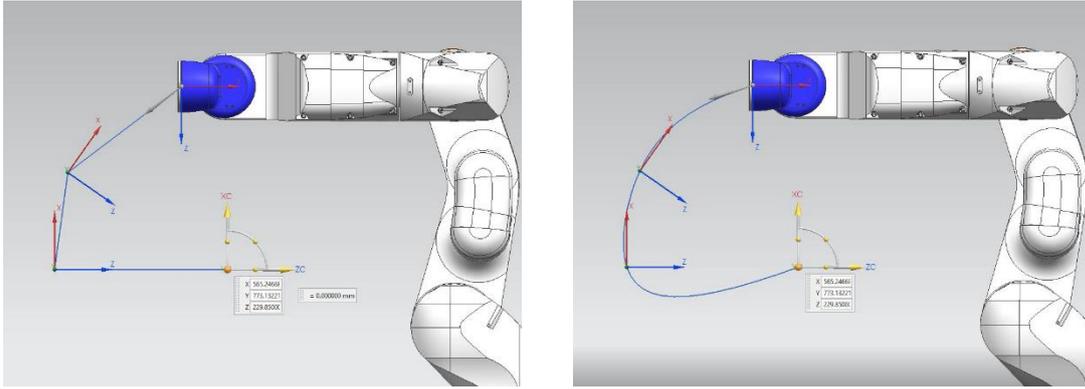
La cinemática inversa es una técnica que facilita la programación de los robots al calcular los movimientos y las rotaciones de todos sus componentes, para conseguir mover el actuador del robot, elemento que interacciona con el entorno, hasta un punto deseado. De esta forma, es posible definir la trayectoria del actuador y que el programa, de forma automática, realice los cálculos necesarios para coordinar el comportamiento de cada uno de los componentes. Para aplicar esta técnica de programación y definir la trayectoria del actuador, se utiliza la junta denominada como *junta de restricción de la trayectoria*.

Para configurar esta junta, en primer lugar, se selecciona la asociación, es decir, el actuador del robot al que se le va a definir la trayectoria. A continuación, se utiliza la herramienta de *agregar conjunto nuevo* para ir añadiendo los distintos puntos que conforman esta trayectoria. El primer punto que se crea se corresponde con el punto de inicio, por lo que es importante no modificar la posición de este. Posteriormente, se añade un segundo punto y con el sistema de coordenadas se desplaza y se rota hasta la posición deseada. Se repite el proceso hasta que se añaden todos los puntos que quedan conectados por medio de líneas (ver ilustración de la página siguiente).



Configuración de la junta de restricción de la trayectoria.

Sin embargo, el recorrido formado a partir de líneas rectas presenta cambios bruscos de dirección, lo cual dificulta y entorpece el movimiento del robot. Por ello, siempre es recomendable trabajar con *splines*, pues suavizan la curva evitando las transiciones violentas.



Diferencia entre trayectorias compuestas por lineal y Splines.

Con la trayectoria definida, se procede a añadir un controlador de posición asociado a esta nueva junta. Es gracias a la cinemática inversa que solo se necesita definir un único controlador, pues en caso contrario, sería necesario agregar un actuador en cada junta del brazo robot.

NOTA: Al no incorporar controladores en el resto de las juntas, en ocasiones los robots programados por medio de cinemática inversa pierden algo de rigidez. En estos casos, es necesario añadir un amortiguador de resorte en las juntas del robot para evitar que esto ocurra.

OPERACIONES

10' 10"

Las operaciones son un recurso del diseñador de conceptos de mecatrónica con el que se controlan los distintos elementos físicos del programa, tales como los cuerpos de colisión, las juntas, las fuentes de objetos o los actuadores.

Por lo tanto, el primer paso al definir una nueva operación es seleccionar la física sobre la que se va a trabajar. Una vez seleccionada, aparecen en pantalla todos los parámetros que se pueden modificar durante el transcurso de la operación. De esta forma, en el caso de seleccionar un actuador, los parámetros vinculados a la operación podrían estar relacionados con su posición, velocidad e incluso su aceleración. Por otro lado, una operación asociada a un cuerpo de colisión presentaría unos parámetros relacionados con: la activación y desactivación del cuerpo de colisión, o con el control sobre el parámetro Sticky del cuerpo, analizado en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Finalmente, se pueden seleccionar unas condiciones de partida, que cuando se cumplan, de comienzo la ejecución de la operación. Así, por ejemplo, se podría configurar una operación para que comience una vez se activa un sensor determinado, o cuando el estado de una señal procedente del PLC sea *true*.

F.	Nombre	Oper...	Valor	Unidad	E..
<input type="checkbox"/>	eje	:=	Junta Desliz...		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	velocidad	:=	30.000000	mm/s...	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	activo	:=	true		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	aceleración...	:=	true		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	aceleración	:=	10000.000000	mm/s ²	<input type="checkbox"/>

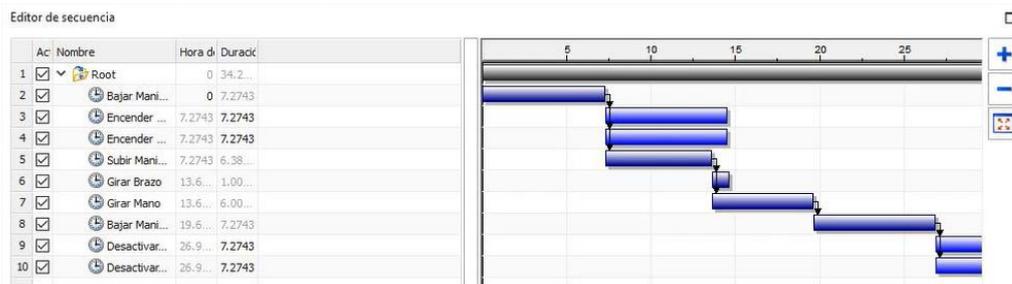
Si	Objeto	Parámetro	Oper...	Valor	U

Herramienta para crear una nueva operación.

SECUENCIA DE OPERACIONES

12' 05"

Una vez se tienen todas las operaciones definidas, el usuario tiene la opción de visualizar una lista de todas ellas desde "Editor de Secuencia". Además, como su propio nombre indica, desde esta ventana se puede crear una secuencia de operaciones con la que concatenar una serie de movimientos, logrando que estos sigan un orden determinado. Para ello, simplemente se tiene que pinchar sobre la parte final de la barra de cada operación y arrastrar el cursor a la siguiente. De esta forma se consigue que la próxima operación comience una vez ha finalizado la primera.



Definición de una secuencia de operaciones desde el "Editor de Secuencia".

Además, se puede configurar esta secuencia para que sea cíclica, es decir, que se repita de forma ilimitada en el tiempo. Para ello se ha de editar la primera operación de la sucesión y añadirle una condición de partida. De esta forma, cuando se cumpla la condición de partida, dará comienzo la primera operación, repitiendo de nuevo toda la secuencia de operaciones.