

## Reporte 2 – Manejo de movimientos en KUKA - Equipo 1

José Pablo Hernández Alonso

Dirk Anton Topcic Martínez

Luís Alejandro Bulas Tenorio



Universidad Iberoamericana Puebla

Laboratorio de robótica Aplicada 12223B-P25

Profesor: Mtro. José César Ortega Morales

11/02/2025

## Índice

1. Introducción
2. Marco Teórico
3. Desarrollo de la Práctica
4. Conclusiones
5. Referencias

## Introducción

En el presente reporte se documenta el proceso de programación y operación del robot industrial KUKA KR 16R2010-2 para realizar movimientos controlados en diferentes trayectorias (circular, lineal y PTP) y capturar un video mientras sigue el objeto en tiempo real. El objetivo principal es demostrar cómo programar al robot para ejecutar trayectorias predefinidas tras calcular el Tool Center Point (TCP) mediante el método XYZ de 4 puntos. Esta práctica busca desarrollar habilidades en la programación de robots industriales y en la configuración precisa de herramientas, fomentando el aprendizaje en aplicaciones de automatización.

## Marco Teórico

El robot Kuka KR 16R2010-2 pertenece a la familia KR CYBERTECH-2 y es un manipulador industrial de 6 ejes diseñado para aplicaciones que requieren precisión y versatilidad. Con un alcance máximo de 2013 mm y una capacidad de carga nominal de 16 kg, este modelo es adecuado para diversas tareas de automatización. Su unidad de control puede ser KR C4 o KR C5, y cuenta con protección IP65, garantizando resistencia en ambientes industriales.

**Tool Center Point (TCP):** El TCP es el punto central de la herramienta montada en el extremo del robot. Su configuración precisa es esencial para garantizar que el robot ejecute movimientos sin errores en la trayectoria. El método XYZ de 4 puntos se utiliza para calcular la posición exacta del TCP en relación con la brida del robot.

## Trayectorias de Movimiento:

- *Lineal (LIN)*: El robot se desplaza en línea recta entre dos puntos.
- *Circular (CIRC)*: El robot describe un arco entre dos puntos, pasando por un punto intermedio.
- *Movimiento PTP (Point-to-Point)*: El robot se mueve de un punto a otro siguiendo trayectorias calculadas por sus articulaciones.

La configuración de herramientas en un robot industrial implica la correcta declaración de su posición y orientación en relación con la brida de montaje. Esto es crucial para que el robot realice movimientos precisos y evite errores en la trayectoria.

## Desarrollo de la Práctica

### 1. Configuración del TCP

- Acceso a la interfaz KUKA SmartPAD:
  - Encienda el sistema del robot y asegúrese de que el SmartPAD esté operativo.
  - Ingrese al modo experto utilizando la contraseña predeterminada ("kuka").
- Declaración de la herramienta:
  - Acceda al menú de configuración en el SmartPAD.
  - Seleccione "Inicio > Medir > Herramienta" y luego "Declarar nueva herramienta con XYZ 4 puntos".
- Cálculo del TCP mediante el método XYZ 4 puntos:
  - Coloque la herramienta en el robot.
  - Coloque la herramienta en cuatro posiciones distintas bien definidas en el espacio.
  - Registre la posición de la herramienta en cada punto respecto a la brida.
  - Permita que el sistema calcule automáticamente el centro de la herramienta.
  - Verifique la configuración realizando movimientos controlados para comprobar la precisión.

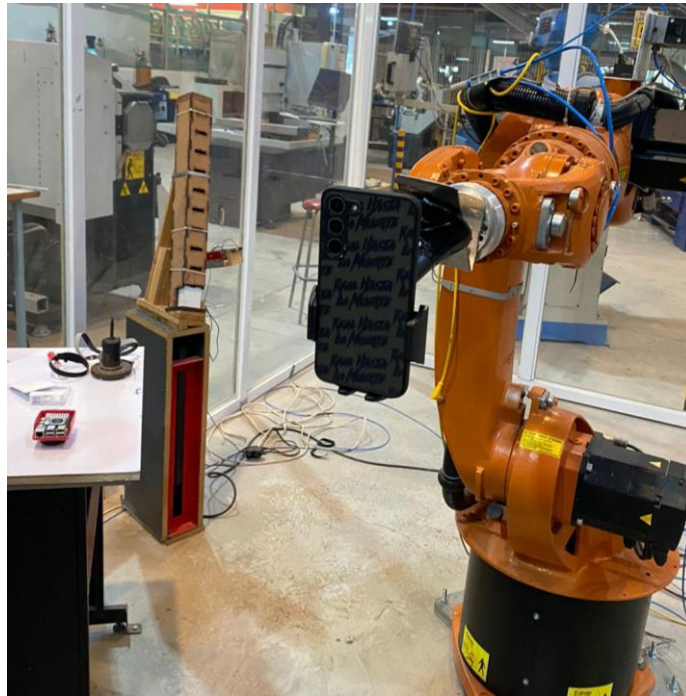


Fig. 1 Montaje de TCP (cámara de video) para grabación de un corto mediante la programación de movimientos lineales, circulares y punto a punto.

## 2. Programación de trayectorias

- Trayectoria lineal (LIN):

Comando utilizado:

```
LIN {X 500, Y 200, Z 300, A 0, B 90, C 0}
```

El robot se desplaza de manera uniforme entre dos puntos en una línea recta.

- Trayectoria circular (CIRC):

Comando utilizado:

```
CIRC {X 600, Y 250, Z 300}, {X 700, Y 300, Z 400}
```

El robot describe un arco especificando un punto intermedio y un punto final.

- Movimiento PTP:

Comando utilizado:

```
PTP {X 400, Y 300, Z 200, A 45, B 90, C 0}
```

El robot utiliza sus articulaciones para moverse directamente entre los puntos definidos.

Para realizar estos movimientos manuales, es necesario presionar en la tableta de control los botones y sensores especiales de "hombre muerto". Si el operador suelta estos botones o los presiona con demasiada fuerza, el robot entra automáticamente en un estado de paro de seguridad. Esta función es esencial para proteger al operador de posibles golpes o accidentes durante la manipulación manual del robot.

Es importante recordar que a estos movimientos también se le pueden indicar su velocidad de manera específica por comando, lo que permite que sigan trayectorias a cierta velocidad, permitiendo tener aplicaciones de precisión como soldadura, pintura, etc.

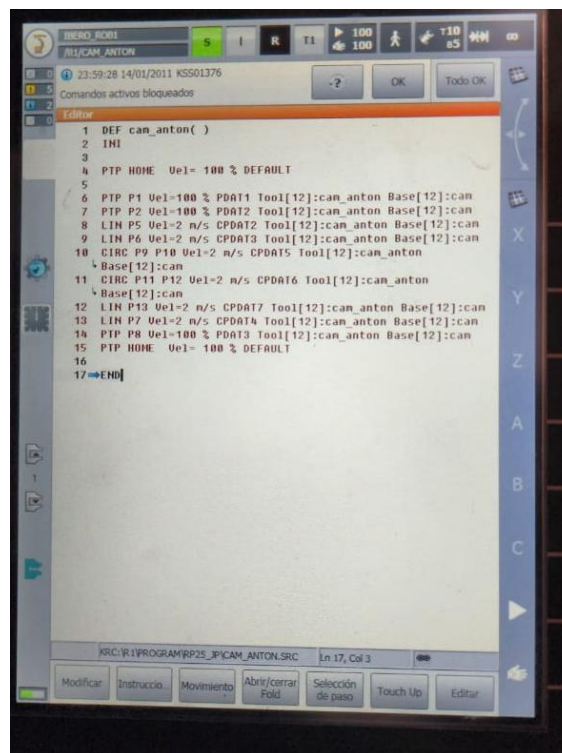


Fig. 2 Programa creado en tableta de programación KUKA.

### 3. Ajustes de velocidad de movimiento manual y programados

El robot permite ajustar la velocidad del movimiento manual para garantizar un control seguro y preciso. Estos ajustes se encuentran en el menú de configuración y pueden modificarse según los requerimientos del operador.

Si el robot se encuentra aislado y listo para operar en modo semiautomático o automático, la limitación de velocidad del modo manual es anulada y el robot puede trabajar al 100% de su velocidad nominal. Es esencial cumplir con los elementos de seguridad y tomar en cuenta el funcionamiento de los procesos para realizar las operaciones con el robot a altas velocidades.

#### 4. Pruebas finales

1. Ejecute el programa en modo T1 para validar las trayectorias y ajustar la velocidad si es necesario.
2. Verifique que el TCP sigue las trayectorias sin desviaciones y que la cámara mantiene el enfoque adecuado en el objeto.

#### 5. Video grabado

El video grabado se encuentra en el siguiente enlace de la documentación

<https://jphajp.github.io/Robotica/Web/Reportes/Laboratorio/L2/L2.html>

#### Conclusiones

La práctica permitió demostrar la importancia de una correcta configuración del TCP para garantizar la precisión de los movimientos del robot. Se logró programar y ejecutar trayectorias lineales, circulares y PTP, lo que evidencia la versatilidad del KUKA KR 16R2010-2. La integración de la cámara también fue exitosa, ya que el robot siguió el objeto sin perderlo de vista. Estas habilidades son fundamentales para aplicaciones industriales donde se requieren movimientos precisos y tareas automatizadas.

#### Referencias

- DIG Automation & Technology. (21-08-2023). *KUKA Tool Calibration, TCP Calibration (XYZ 4 Point)*. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=G1NT-39wqqE&ab\\_channel=DIGAautomation%26Technology](https://www.youtube.com/watch?v=G1NT-39wqqE&ab_channel=DIGAautomation%26Technology)
- KUKA. (n.d.). *Manual de usuario KUKA*. [https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/8350ff3ca11642998dbdc81dcc2ed44c/0000262124\\_es.pdf](https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/8350ff3ca11642998dbdc81dcc2ed44c/0000262124_es.pdf)