

ROBÓTICA — SEGUNDA CONVOCATORIA

(JULIO 2025)

Grado en Ingeniería de Tecnologías
Industriales

Universidad de Sevilla | 8 de Julio de 2025

Resolución Oficial Detallada: Problema 1 (Teoría, Programación y Trayectorias)

TIEMPO: 30 MINUTOS | CALIFICACIÓN: 3.0
PUNTOS

CUESTIÓN 1: FUNCIONAMIENTO Y PRINCIPIO DEL SINCRÓ-RESOLVER (1.0 PUNTO)

Enunciado: Describir cómo funciona un Sincro-Resolver. Qué se mide y en qué se basa para ello.

1.1. Principio y Magnitud Medida

El **Sincro-Resolver** es un transductor de posición angular electromagnético de alta robustez. **Qué mide:** Mide la *posición angular absoluta continua* (θ) del eje del motor o articulación. **En qué se basa:** Se basa en el principio de *inducción electromagnética mutua variable* (transformador rotativo).

1.2. Funcionamiento Electromecánico

- Rotor (Primario):** Alimentado por una señal senoidal alterna de alta frecuencia: $V_R(t) = V_0 \sin(\omega t)$ (portadora entre 400 Hz y 10 kHz).
- Estator (Secundarios):** Dos bobinados ortogonales situados a 90° espaciales. Por variación del flujo magnético en función del ángulo mecánico θ , inducen las tensiones:

$$V_{S1}(t) = K \cdot V_0 \sin(\omega t) \cdot \sin(\theta)$$

$$V_{S2}(t) = K \cdot V_0 \sin(\omega t) \cdot \cos(\theta)$$

- Conversión Digital (RDC):** Un circuito convertidor Resolver-a-Digital calcula la razón $\tan(\theta) = \frac{V_{S1}}{V_{S2}}$, obteniendo $\theta = \arctan(V_{S1}/V_{S2})$. Al ser una medida ratiométrica, es inmune a caídas de tensión o fluctuaciones térmicas de V_0 .

CUESTIÓN 2: MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN DE UN ROBOT MANIPULADOR (1.0 PUNTO)

Enunciado: Describir los métodos de programación de un robot manipulador.

Método de Programación	Descripción y Mecanismo	Aplicaciones Típicas
1. Guiado Directo / Pasivo	El operario sujeta y desplaza físicamente la muñeca o herramienta del robot (o un maniquí a escala idéntico). El sistema de control muestrea en tiempo real las trayectorias articulares de los encoders.	Pintura industrial, pulverización, esmaltado, trayectorias continuas complejas.
2. Guiado Mediante Consola (Activo / Teach Pendant)	El operario utiliza una consola portátil (*Teach Pendant*) con botonera, pantalla y joystick para mover los servomotores en modo articular o cartesiano, memorizando puntos de paso clave (*Waypoints*).	Paletizado, soldadura por puntos, carga/descarga de máquinas herramientas (CNC).
3. Programación Textual Explícita (Nivel Robot)	Se escribe el programa en un lenguaje estructurado específico del fabricante (RAPID en ABB, KRL en KUKA, Karel en Fanuc, ACL en Scrobot). El usuario define explícitamente las secuencias de movimiento, condiciones lógicas,	Células de fabricación flexibles, montaje de componentes, control de calidad con visión.

Método de Programación	Descripción y Mecanismo	Aplicaciones Típicas
	lectura de sensores e interacción con actuadores.	
4. Programación Fuera de Línea (Offline - OLP)	Generación del código del robot a partir de modelos CAD 3D en un entorno de simulación virtual sin detener la producción de la fábrica. Incluye detección automática de colisiones y optimización de tiempos de ciclo.	Líneas de ensamblaje automovilístico, aeroespacial, células multirrobot.

CUESTIÓN 3: TIPOS DE TRAYECTORIAS MÁS USUALES EN ROBÓTICA (1.0 PUNTO)

Enunciado: Indicar los tipos de trayectorias más usuales que se pueden generar para el movimiento de un robot.

3.1. Según el Espacio de Planificación del Movimiento

A. Movimiento Punto a Punto (PTP)

Se planifica en el **espacio articular**. El efector viaja de una configuración q_{ini} a q_{fin} sin importar la geometría del camino espacial intermedio:

- **PTP No Coordinado:** Cada eje viaja a su velocidad máxima admisible; los ejes rápidos terminan antes y esperan.
- **PTP Coordinado / Síncrono:** Se calcula el tiempo del eje más lento (T_{max}) y se escalan las velocidades de los demás ejes para que todos arranquen y frenen al mismo instante, minimizando esfuerzos mecánicos.

B. Trayectorias Continuas Cartesianas

Se exige que el efector final describa una **geometría estricta en el espacio cartesiano**:

- **Trayectoria Lineal (MOVEL):** El efector sigue una línea recta entre p_{ini} y p_{fin} interpolando orientación (vector cuaternión / ángulos de Euler). Requiere resolver cinemática inversa en tiempo real.
- **Trayectoria Circular (MOVEC):** El extremo sigue un arco circular definido por tres puntos espaciales (inicio, paso intermedio y destino). Típico en soldadura y corte por láser.

3.2. Según el Perfil Temporal de Evolución (Cinemática)

Perfil Temporal	Ecuación / Características	Ventajas y Limitaciones
Perfil Trapezoidal de Velocidad (Bang-Coast-Bang)	Aceleración constante en el arranque ($+a_{max}$), tramo de velocidad constante de cruce (v_{max}), y deceleración constante ($-a_{max}$).	Fácil de calcular e implementar en microcontroladores. <i>Desventaja:</i> Saltos escalón en aceleración (jerk infinito) que generan vibraciones estructurales.
Polinomios Cúbicos (Splines de 3er Orden)	$q(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$, imponiendo condiciones de contorno de posición y velocidad en extremos ($q_0, q_f, \dot{q}_0 = 0, \dot{q}_f = 0$).	Garantiza velocidad continua en todo el intervalo. Muy utilizado para enlazar secuencias de waypoints.
Polinomios Quinticos (5º Orden) / Perfiles Curva S	$q(t) = a_0 + a_1t + \dots + a_5t^5$, imponiendo aceleraciones nulas en extremos ($\ddot{q}_0 = 0, \ddot{q}_f = 0$). Jerk limitado.	Movimiento extremadamente suave sin impactos; ideal para robots de alta velocidad y piezas frágiles.

Resumen Operativo: Para traslados en vacío entre estaciones de trabajo se prefiere siempre **PTP coordinado** (evita singularidades y optimiza el tiempo de ciclo). Para operaciones de proceso activo sobre la pieza (soldar, sellar, fresar, cortar) se utiliza obligatoriamente **trayectoria cartesiana lineal o circular**.