



La Anatomía de la Automatización

Una guía para la clasificación de manipuladores robóticos industriales.

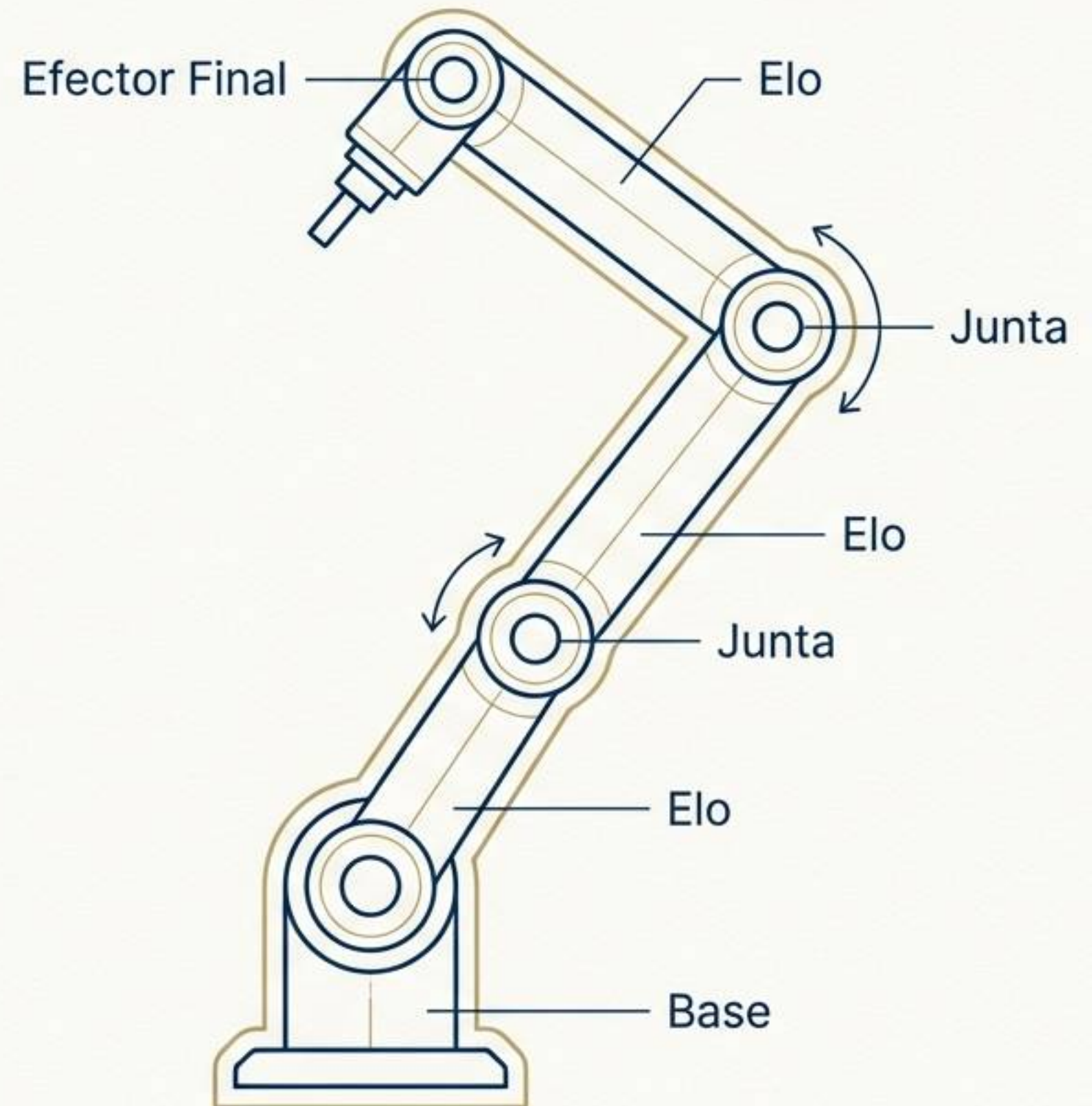
Los Componentes Esenciales de un Manipulador

La estructura mecánica de un robot es una secuencia de elementos rígidos, llamados **elos**, conectados por **juntas** que permiten el movimiento relativo entre ellos. Esta combinación de elos y juntas forma lo que se conoce como una **cadena cinemática**.

Elementos de la Estructura

Base (o Chasis): El primer elemento de la cadena, anclado al entorno.

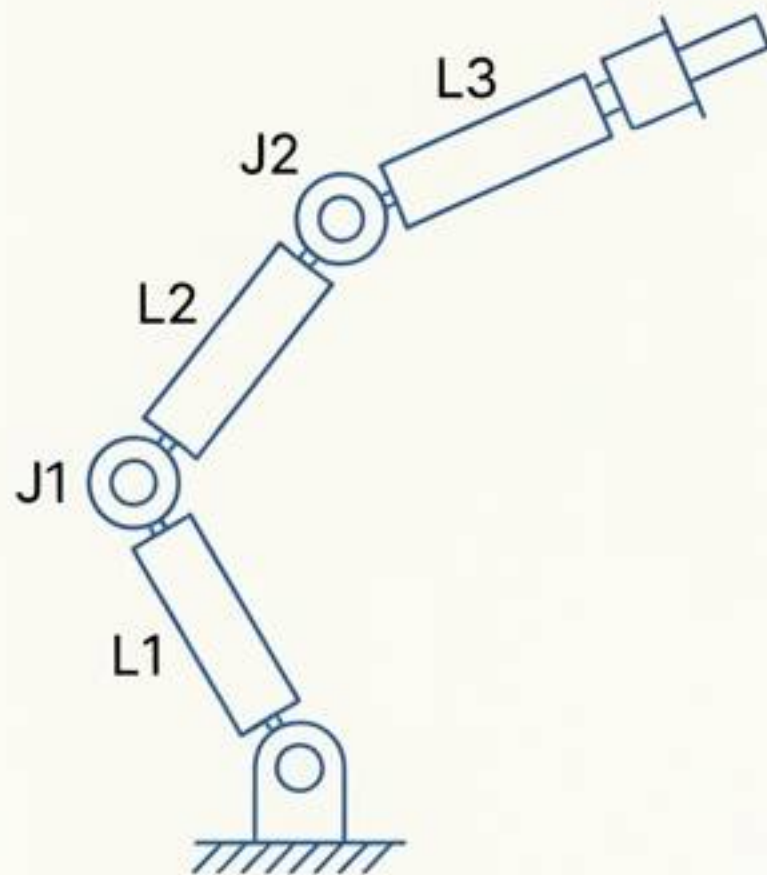
Eector Final: El último elemento de la cadena, donde se fijan las herramientas para realizar una tarea.



Dos Arquitecturas Fundamentales: Serie y Paralela

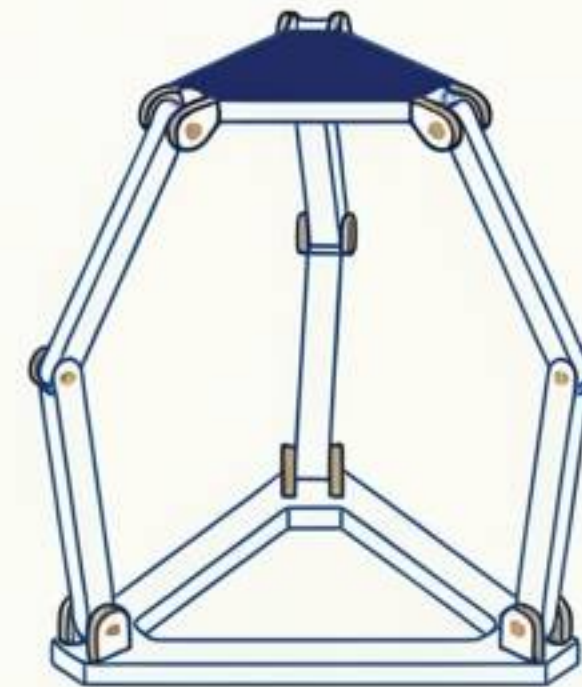
Estructura en Serie (Cadena Cinemática Abierta)

Los elementos se conectan secuencialmente, como los eslabones de una cadena. Esta configuración ofrece una amplia capacidad de movimiento y un gran espacio de trabajo. Es la arquitectura más común en robots industriales.



Estructura en Paralelo

Múltiples cadenas de elementos conectan la base con el efector final. Esta arquitectura proporciona una rigidez y precisión significativamente mayores, aunque generalmente en un espacio de trabajo más limitado.



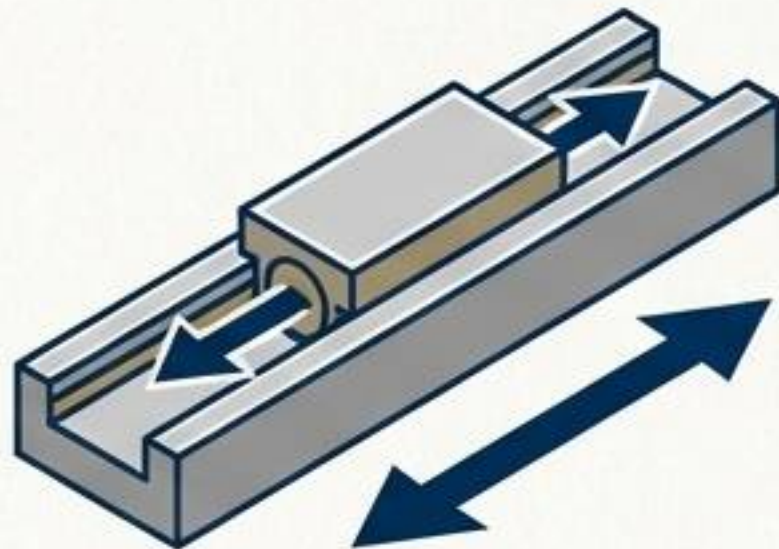
El Lenguaje del Movimiento: Juntas Rotacionales y Prismáticas

El tipo de movimiento relativo que una junta permite es la característica que define la arquitectura y capacidad de un robot.



Junta Rotacional (R)

Permite un movimiento de **rotación** alrededor de un eje. Es el tipo de junta más común y versátil.



Junta Prismática (P)

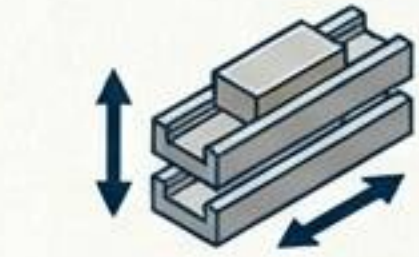
Permite un movimiento de **traslación** lineal a lo largo de un eje.

Características Clave: Constructivamente más complejas, estas juntas confieren por lo general una mayor rigidez y precisión a la estructura, heredando tecnología de las máquinas-herramienta.

El Código Genético del Robot: Descifrando la Configuración

La configuración de un manipulador puede describirse sintéticamente con una notación de tres letras que representan sus tres juntas principales, comenzando desde la base.

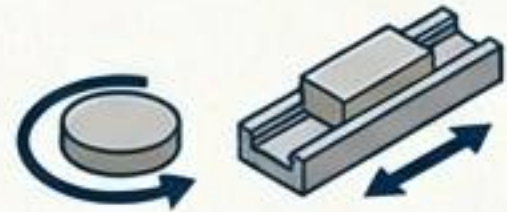
- **R** = Junta Rotacional
- **P** = Junta Prismática



PPP



PPP → Robot Cartesiano



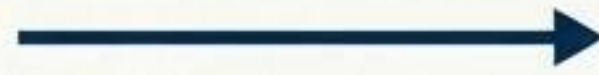
RPP



RPP → Robot Cilíndrico



RRP



RRP → Robot Esférico (Polar)



RRR



RRR → Robot Articulado (Antropomorfo)

Esta notación define la arquitectura fundamental y el espacio de trabajo del robot.

Perfil de Robot: El Cartesiano (PPP)

Configuración: PPP (Tres juntas prismáticas orientadas en ejes ortogonales X-Y-Z).

Espacio de Trabajo: Un paralelepípedo, cuyas dimensiones corresponden al recorrido máximo de cada eje.

Rasgos Clave:

- Su sistema de coordenadas simplifica la programación y el control.
- Ofrece una gran precisión de posicionamiento, aunque a menudo con un costo elevado.

Aplicaciones Típicas:

Operaciones de montaje que requieren alta precisión, y carga/descarga de **máquinas-herramienta** donde puede abarcar **grandes volúmenes de trabajo**.



Variantes Cartesianas: Pórtico vs. Montante

Tipo Pórtico (Gantry)

- Elevada rigidez y precisión uniforme en todo el volumen de trabajo.
- Ideal para manipular grandes cargas sobre una estructura robusta.
- Su integración puede ser compleja, ya que el espacio de trabajo queda confinado dentro de la estructura.



Tipo Montante (Cantilever)

- Estructura simplificada que facilita la integración en el entorno.
- Menor rigidez, ya que los ejes están soportados en un único punto.
- Su aplicación se limita a la manipulación y montaje de elementos ligeros.



Perfil de Robot: El Articulado (RRR)

Configuración:

RRR (Tres juntas rotacionales principales). También conocido como robot antropomorfo.

Espacio de Trabajo:

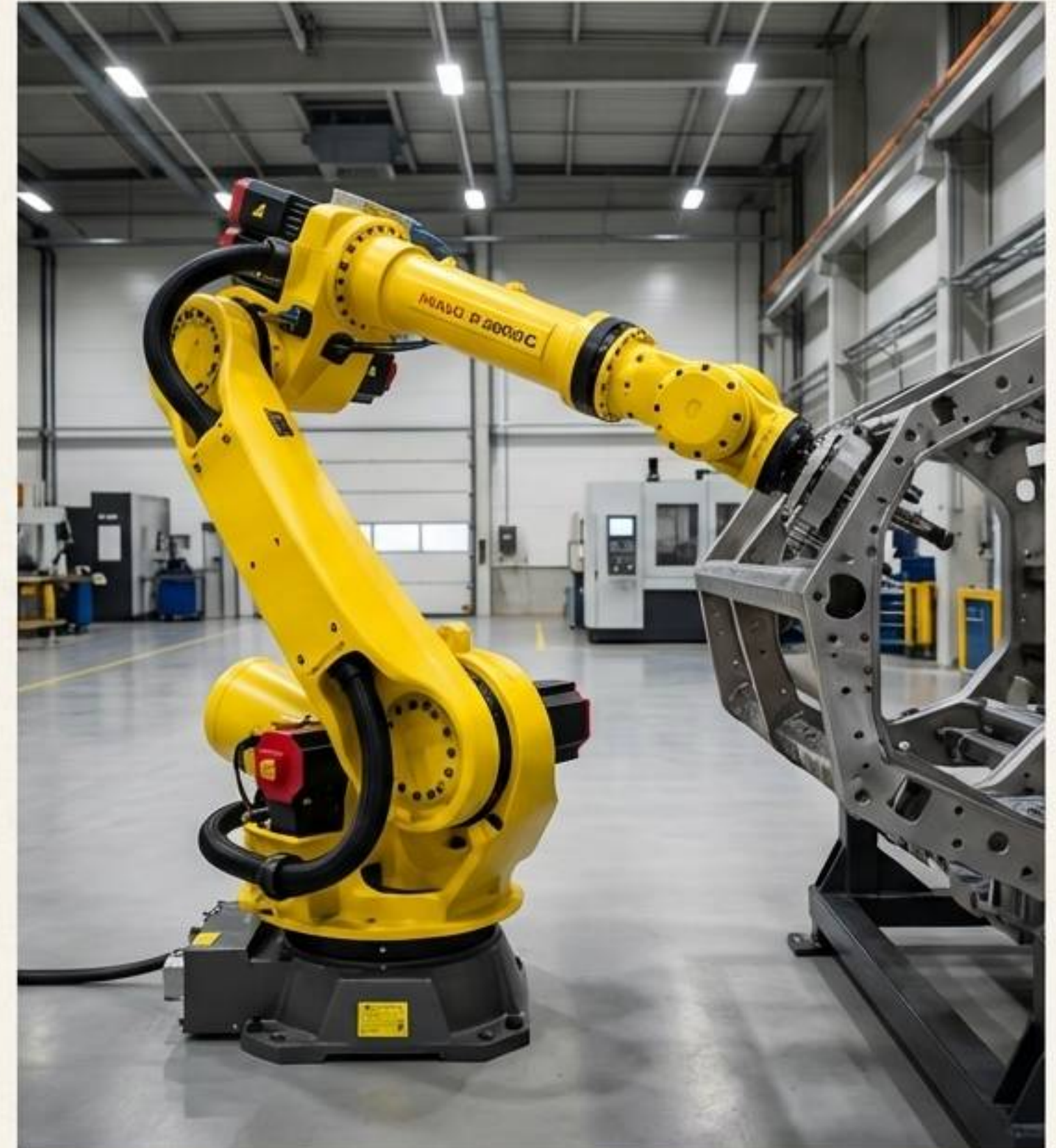
Amplio y complejo, con un alcance superior al de otras configuraciones de tamaño similar.

Rasgos Clave:

- Extremadamente versátil y compacto.
- Capaz de alcanzar un mismo punto con diferentes configuraciones de brazo, permitiéndole sortear obstáculos.
- Puede montarse en el suelo, en la pared o incluso en el techo.

Principio rector:

En general, todo lo que otros robots pueden realizar, un antropomorfo lo hace con más facilidad.



El Robot Articulado en Acción: Una Galería de Aplicaciones



Soldadura de Precisión

Marca: **FANUC**.



Aplicación de Pintura

Marca: **ABB**.



Manipulación y Montaje

Marca: **Yaskawa**.

Diseño Especializado: El Robot SCARA (RRP)

Configuración:

RRP (Dos juntas rotacionales para movimiento en el plano horizontal y una junta prismática para el movimiento vertical).

Nombre:

SCARA - **S**elective **C**ompliance **A**ssembly **R**obot **A**rm.

Espacio de Trabajo:

Cilíndrico, optimizado para operaciones planas.

Rasgos Clave:

- **Rendimiento dinámico notable:** Los actuadores principales no trabajan contra la gravedad, permitiendo altas velocidades.
- **"Compliance" Selectiva:** La estructura es muy rígida en la dirección vertical pero flexible en el plano horizontal, una característica ideal para tareas de inserción en montaje.

Aplicaciones Típicas:

Montaje de alta velocidad y movimiento de piezas ligeras, especialmente en la industria electrónica.



Otras Arquitecturas Fundacionales

Robot Esférico (RRP)



- **Configuración:** RRP (Dos rotaciones y una traslación).
- **Rasgos Clave:** Estructura robusta con alta precisión de posicionamiento.
- **Aplicaciones Típicas:** Soldadura, manipulación de grandes cargas y operaciones en condiciones insalubres.

Robot Cilíndrico (RPP)



- **Configuración:** RRP (Una rotación y dos traslaciones).
- **Rasgos Clave:** Amplio volumen de trabajo con precisión modesta. Permite realizar movimientos verticales con una única junta.
- **Aplicaciones Típicas:** Abastecimiento de máquinas-herramienta y manipulación de piezas.

Una Evolución Diferente: El Robot Paralelo

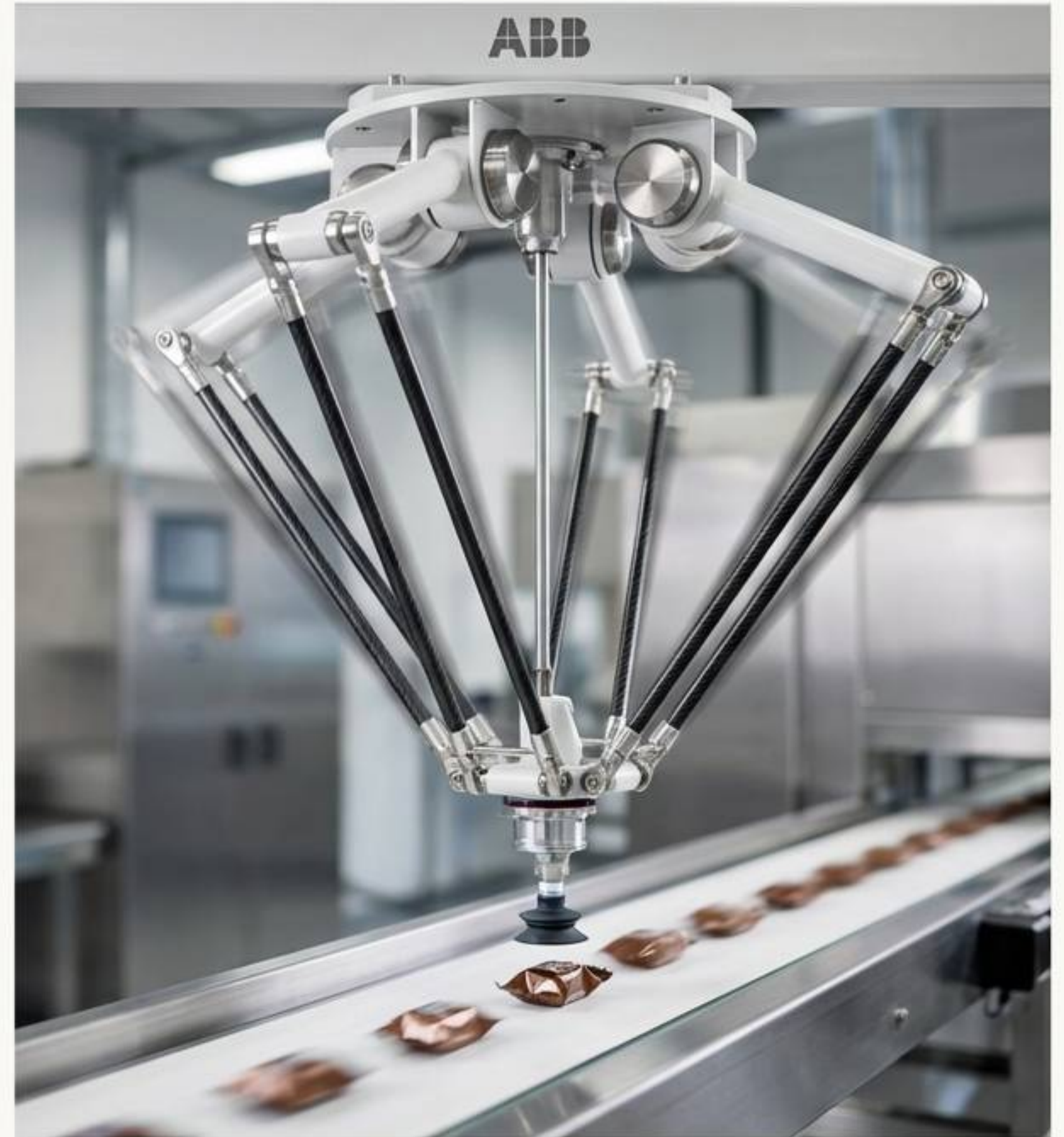
Revisitando la arquitectura paralela, estos robots utilizan múltiples brazos para conectar la base a la plataforma final. Esta configuración les confiere una velocidad y rigidez estructural inigualables, optimizándolos para tareas de alta cadencia. El tipo más conocido es el robot Delta.

Rasgos Clave

- Velocidad y aceleración extremas.
- Alta rigidez.
- Ideal para la manipulación de cargas ligeras.

Aplicaciones Típicas

Operaciones de “pick-and-place” de muy alta velocidad, comunes en las industrias alimentaria, farmacéutica y electrónica.



Resumen: Vinculando la Estructura a la Tarea

Icono	Arquitectura	Fortaleza Principal	Aplicación Ideal
	Cartesiano (PPP)	Rigidez y Precisión Absoluta	Carga/descarga de máquinas, montaje preciso
	Articulado (RRR)	Versatilidad y Alcance Máximo	Soldadura, pintura, tareas complejas
	SCARA (RRP)	Velocidad y Eficiencia en Montaje	Ensamblaje electrónico, pick-and-place plano
	Paralelo	Agilidad y Aceleración Extrema	Empaquetado de alta cadencia

El Siguiete Capítulo: La Colaboración Humano-Robot

Más allá de las configuraciones industriales clásicas, emerge una nueva generación de robots diseñados para interactuar directamente y de forma segura con operadores humanos. Estos "robots colaborativos" o "cobots" combinan la fuerza y la precisión de la automatización con la inteligencia y adaptabilidad de las personas, redefiniendo el futuro del trabajo y la producción.

