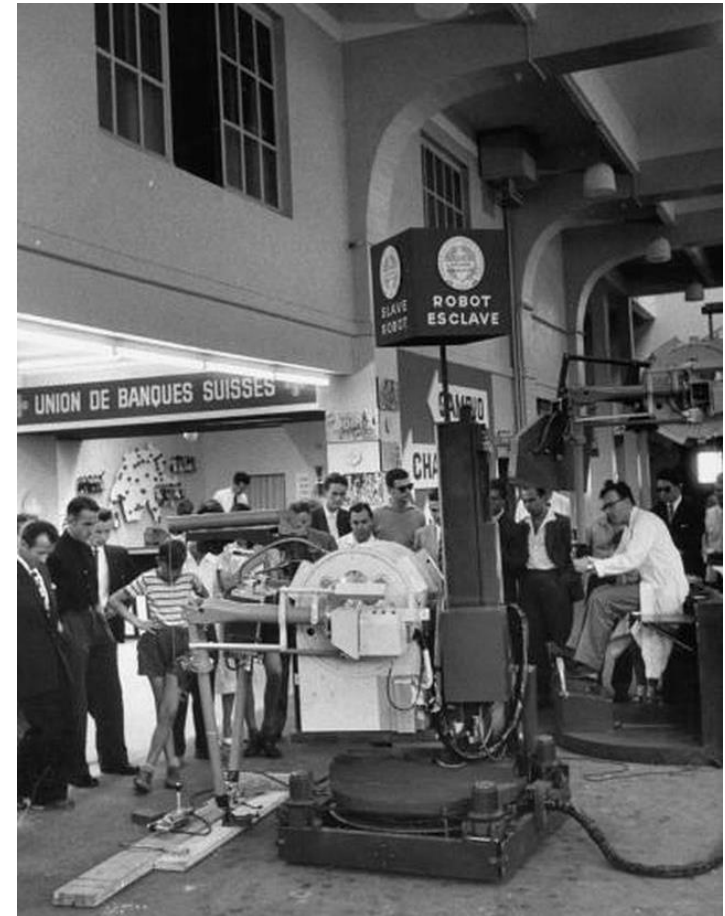
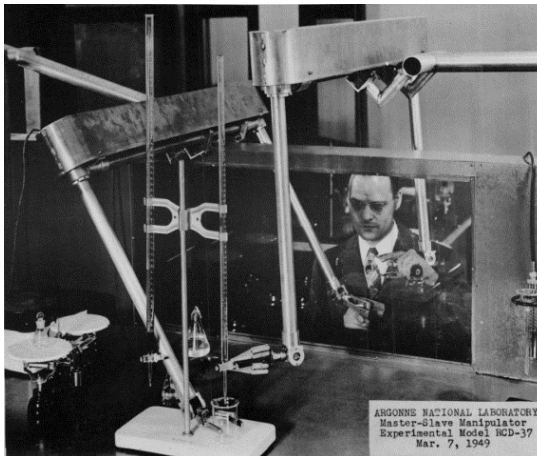


# Tema 1. Introducción a la robótica industrial y las aplicaciones robotizadas

## Antecedente: manipuladores teleoperados

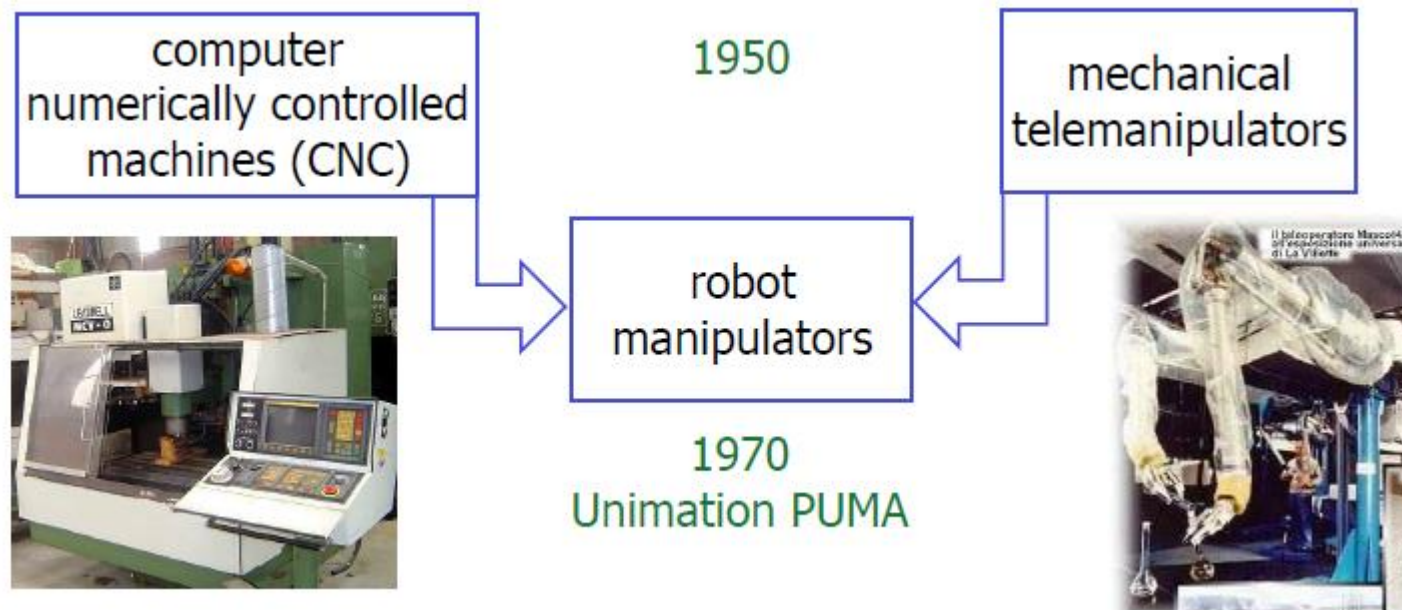
- En la práctica, los robots industriales proceden de los **manipuladores teleoperados**
- En 1948, **Raymond Goertz** desarrollo un dispositivo maestro-esclavo para manejar elementos radioactivos:



- Este manipulador era manejado por un **operador humano**. Lo mejoró en 1954 añadiéndole transmisión eléctrica y servomecanismos.

# Concepto de robot manipulador industrial

- El **concepto de robot industrial** surgió al sustituir el operador humano del manipulador por un **software de control** de los movimientos **por computador** (CNC), dotándolo de precisión y repetibilidad.



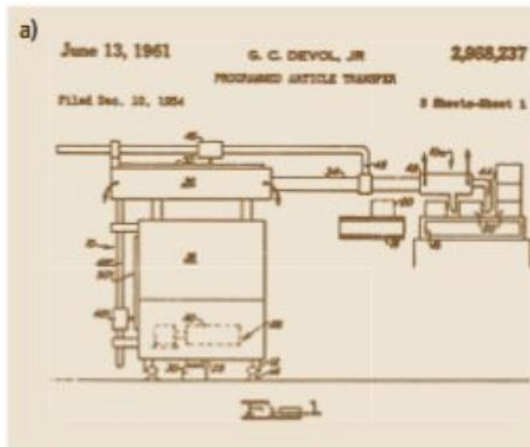


## Primer robot industrial (1961)

- El ingeniero norteamericano **George Devol** patentó en Estados Unidos el 13 de junio de 1961 un dispositivo para la **“transferencia de artículos programada”**.
- Junto con el físico norteamericano **Joseph Engelberger**, fundan **Unimation Inc.** (Universal Automation) y construyen el **“Unimate 1900”**, primer robot industrial, instalado en una planta de General Motors en 1961:



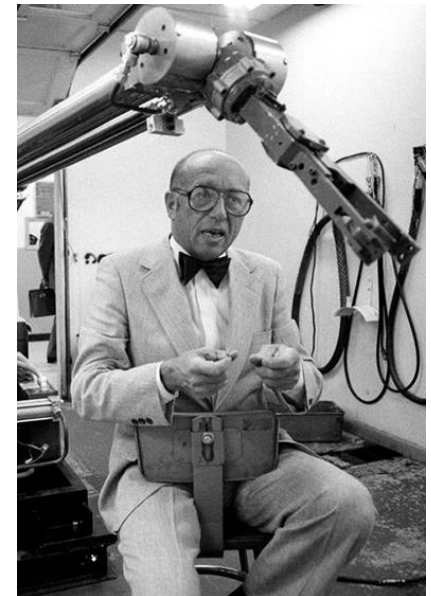
**George Devol (1912-2011)**



US Patent



General Motor plant, 1961



**Joseph Engelberger  
(1925-2015)**

# Primer robot industrial



<https://youtu.be/zjPAgZ7Csju>

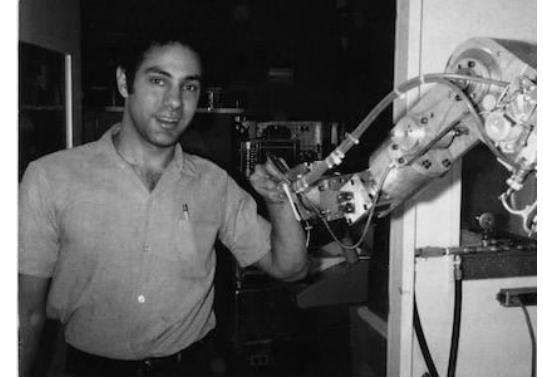
# Diseminación del primer robot industrial

- En 1966, Engelberger firma un acuerdo de distribución con **Nokia (Finlandia)** para comercializar el **Unimate** en el mercado europeo.
- En 1967 se instala el primer robot industrial en Europa, un **Unimate**, en la empresa metalúrgica **AB Svenska Metallverken** de la localidad sueca de **Uppsland Väsby**.
- En 1968 Engelberger visita Japón y firma un acuerdo con **Kawasaki** para fabricar y comercializar sus robots **Unimate**.

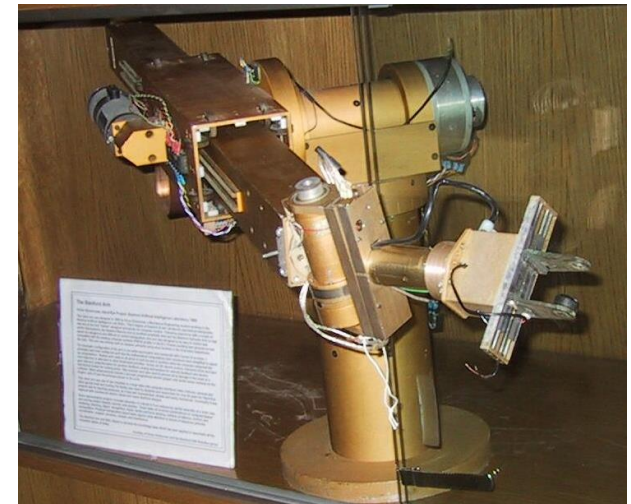
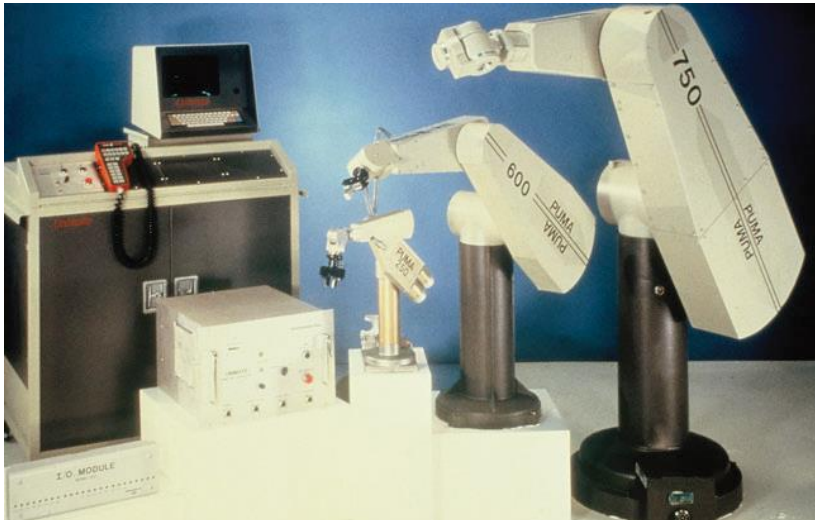


# Desarrollo en las Universidades

- A finales de los 60 y principios de los 70 se establecen las bases de la investigación en robótica en las universidades.
- Victor Scheinman, profesor en Standford, diseña en 1969 el “*Stanford arm*”, primer manipulador de 6 ejes controlado por computador y con accionamiento totalmente eléctrico.
- En 1977 vende sus diseños a Unimation, que lo mejora y fabrica el famoso robot industrial conocido como PUMA (*Programmable Universal Manipulation Arm*):



**Victor Scheinman (1925-2016)**



**The Stanford Arm**

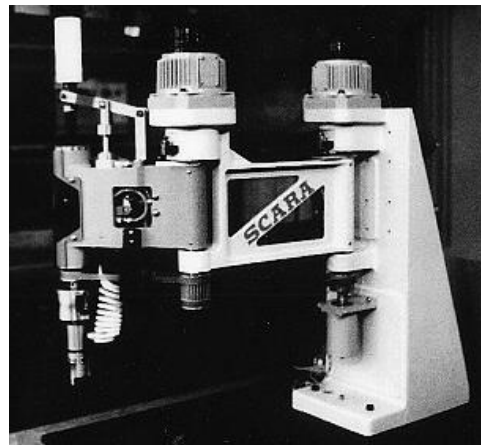


# Evolución de la morfología

- En Europa, en 1971-73 la firma sueca **ASEA** (posteriormente **ABB**) construyó el primer robot **comercial** de 6 ejes (**IRB 6**) totalmente eléctrico y controlado con un microprocesador.
- En 1973 ya había unos 3000 robots industriales en operación. Su configuración era **esférica** o **antropomórfica**.
- En **1978** el prof Hiroshi Makino desarrolla en Japón (Universidad de Yamanashi) el primer prototipo de robot tipo **SCARA** (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*)



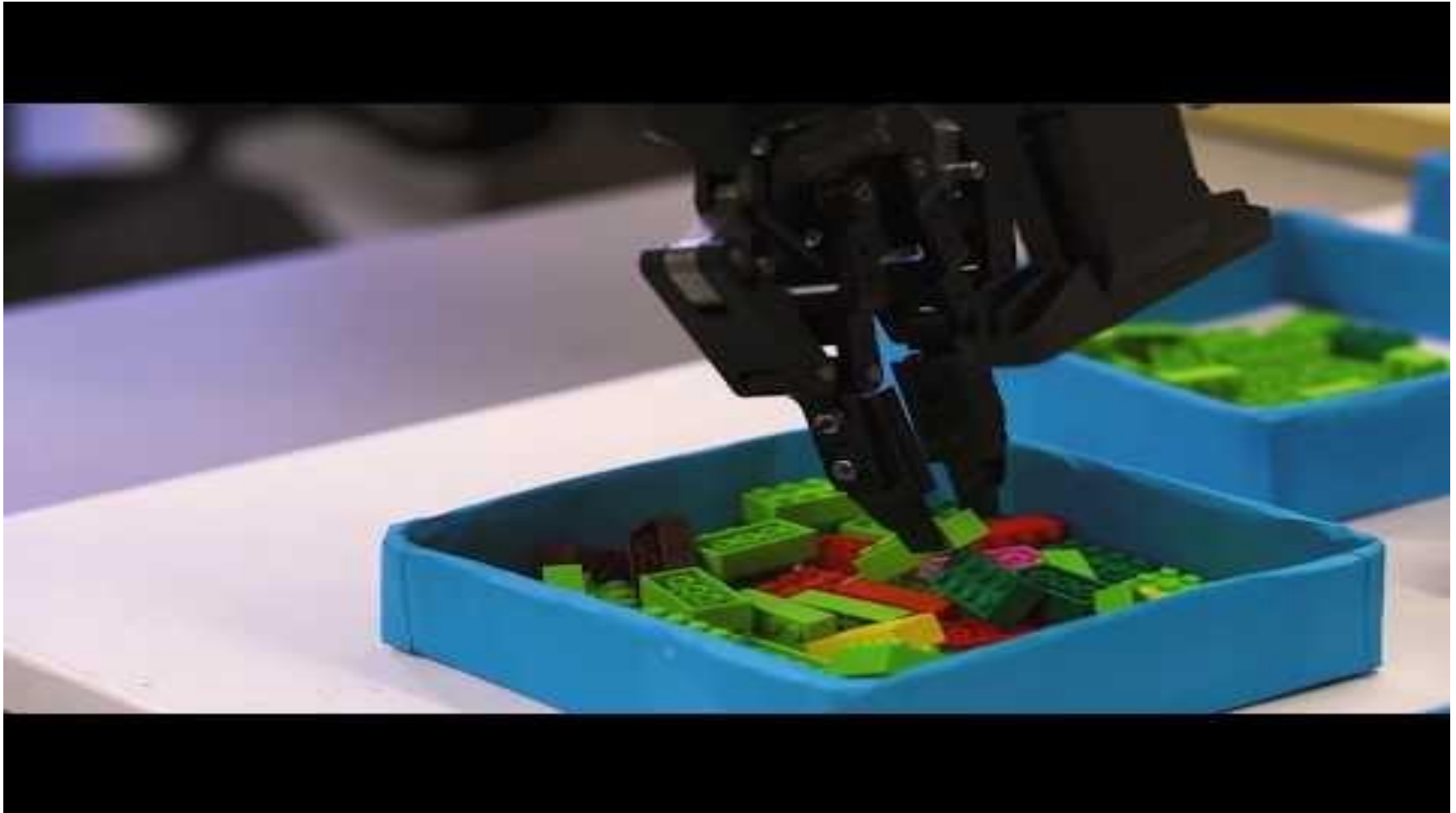
**Hiroshi Makino (1933- )**



**ASEA IRB 6**



# The History of Industrial Robots



[https://youtu.be/dj\\_Wo98CAdu](https://youtu.be/dj_Wo98CAdu)

# Definición de Robot Industrial

- La **ISO 8373** define los términos relacionados con los robots y su operación en entornos industriales  
<https://www.iso.org/standard/55890.html>



International  
Organization for  
Standardization

**ISO/TC 299**  
Robotics

“Manipulador multifuncional, controlado automáticamente, reprogramable en **tres o más ejes**, que puede estar fijo o móvil para uso en aplicaciones de automatización industrial”

- La RIA (*Robotics Institute Association*) da una definición más completa y actualizada:



Re-programmable multi-functional manipulator designed to move materials, parts, tools, or specialized devices through variable programmed motions for the performance of a variety of tasks, which **also acquire information from the environment and move intelligently in response**

# Sistema robótico. Célula robotizada industrial

- Se denomina **sistema robótico industrial** a:

“Aquel que incluye uno o varios **robots** junto con las **herramientas terminales, equipamiento, ejes auxiliares** o **sensores** que permiten que el robot realice una tarea”

- Por último, el siguiente eslabón se denomina **célula robotizada industrial**:

“Es aquella que incluye uno o más sistemas robóticos industriales, maquinaria, equipamiento asociado y un **espacio protegido de trabajo** que incluye medidas de protección”





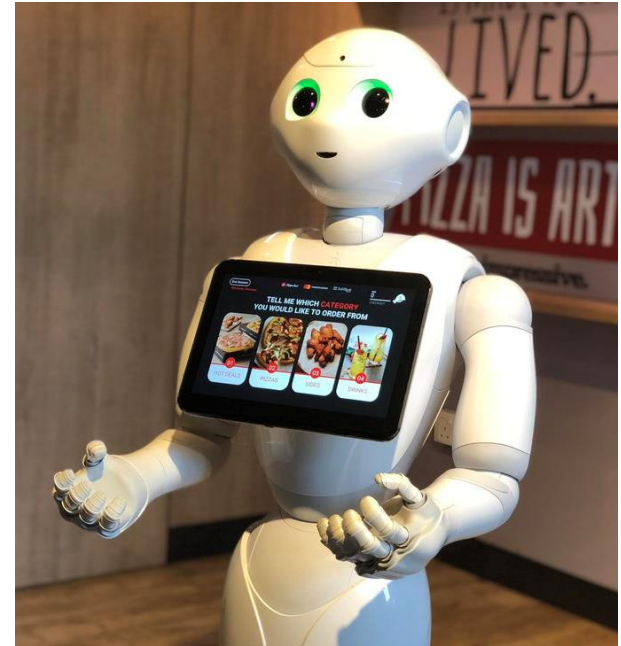
## ¿Todos son robots industriales?



# Robótica de Servicio

- Según la misma ISO 8373, un **robot de servicio**:

“Es aquel que opera semi o totalmente autónomo para realizar **servicios útiles para el bienestar** de los seres humanos y equipos, con **exclusión de las operaciones de fabricación**”







## The blurring lines between industrial and service robots

Depending on its **application**, the same unit can be a service robot or an industrial robot.

**Usage concepts change** – new applications emerge.

**Reimagine business processes** to make optimal use of collaborative robots.

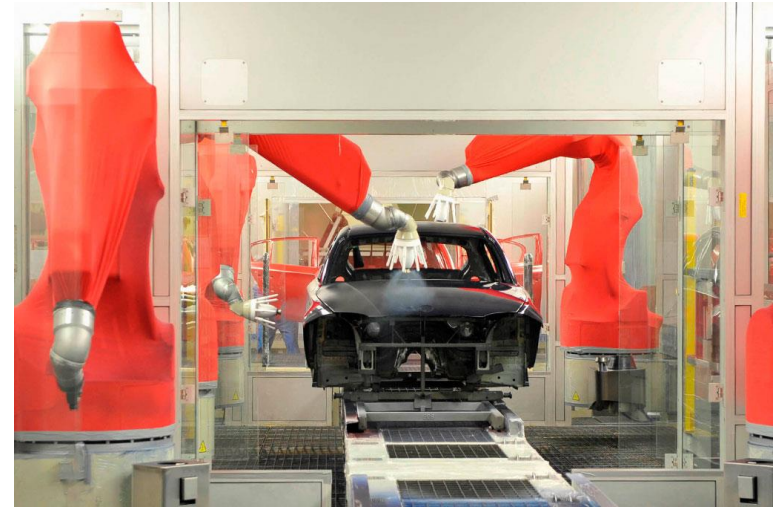
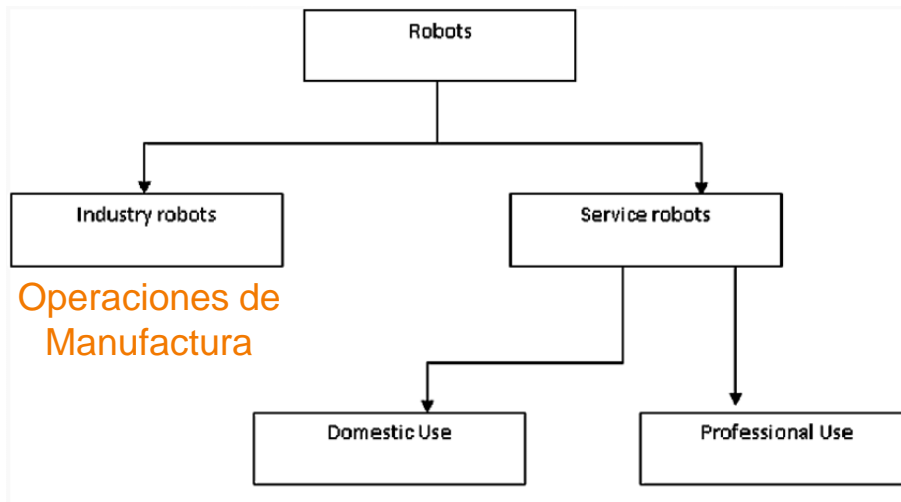
AI and machine learning technologies enable robots to **sense and respond** to their environment.

Robots are increasingly supporting humans both at **work** and in their **private lives**.

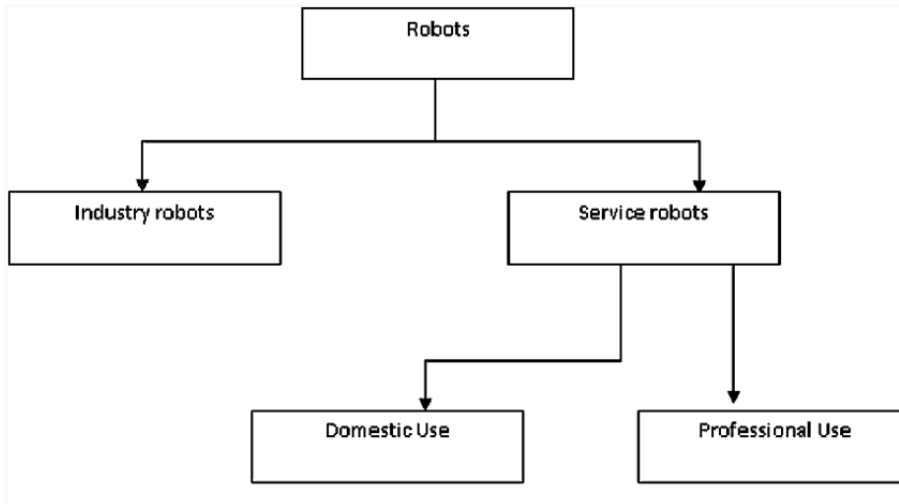
[https://ifr.org/downloads/press2018/Presentation\\_WR\\_2020.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/Presentation_WR_2020.pdf)



# Clasificación de los robots



# Clasificación de los robots



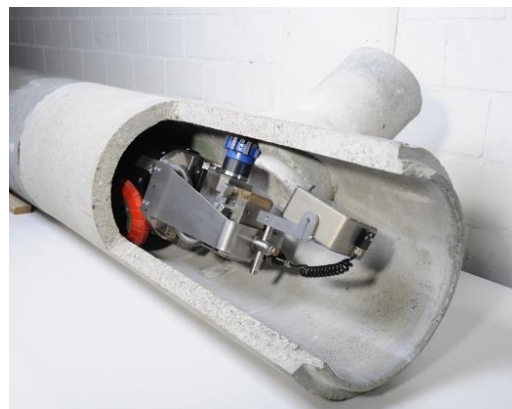
Section I	Types of robots: Service robots for personal/domestic use
1-6	Robots for domestic tasks
1	Robot companions/assistants/humanoids
2	Vacuuming, floor cleaning
3	Lawn-mowing
4	Pool cleaning
5	Window cleaning
6	Others
7-10	Entertainment robots
7	Toy/hobby robots
8	Multimedia/remote presence
9	Education and research
10	Others
11-13	Elderly and handicap assistance
11	Robotized wheelchairs
12	Personal aids and assistive devices
13	Other assistance functions
14	Personal transportation (AGV for persons)
15	Home security & surveillance
16	Other Personal / domestic robots

Table 1.1: Classification of service robots by application areas and types of robots; service robots for **personal/domestic use**.





# Clasificación de los robots

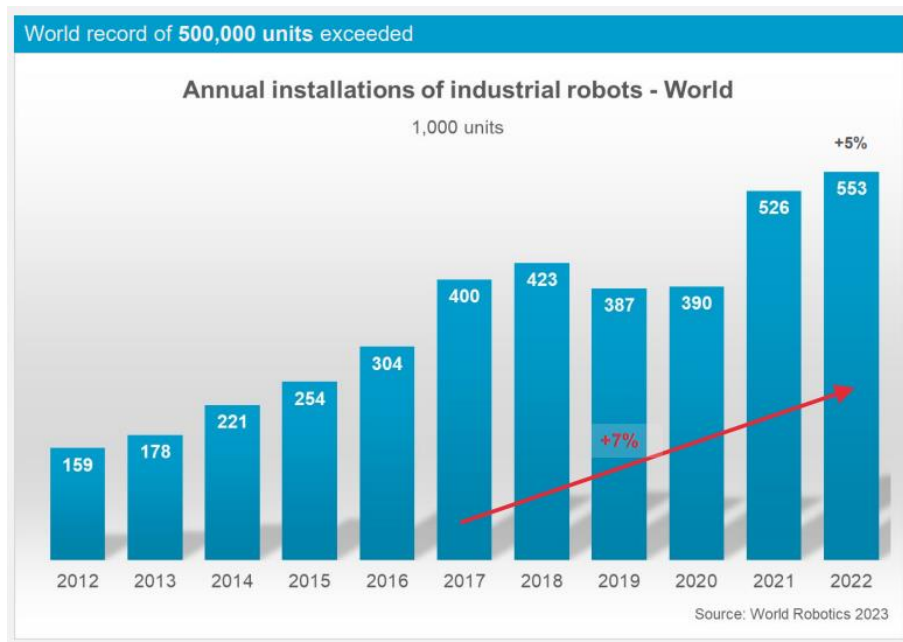


Section II	Types of robots: Service robots for professional use
17-23	Field robotics
17	Agriculture
18	Milking robots
19	Other robots for livestock farming
20	Forestry and silviculture
21	Mining robots
22	Space robots
23	Other field robotics
24-28	Professional cleaning
24	Floor cleaning
25	Window and wall cleaning (incl. wall climbing robots)
26	Tank, tube and pipe cleaning
27	Hull cleaning (aircraft vehicles etc.)
28	Other cleaning tasks
29-31	Inspection and maintenance systems
29	Facilities, plants
30	Tank, tubes, pipes and sewers
31	Other inspection and maintenance systems
32-35	Construction and demolition
32	Nuclear demolition & dismantling
33	Building construction
34	Robots for heavy/civil construction
35	Other construction and demolition systems
36-39	Logistic systems
36	Automated guided (AGV) vehicles manufacturing environments
37	AGVs non-manufacturing environments (indoor)
38	Cargo handling, outdoor logistics
39	Other logistic systems
40-43	Medical robotics
40	Diagnostic systems
41	Robot assisted surgery or therapy
42	Rehabilitation systems
43	Other medical robots
44-46	Rescue & security applications
44	Fire and disaster fighting robots
45	Surveillance / security robots
46	Other rescue and security robots
47-50	Defense applications
47	Demining robots
48	Unmanned aerial vehicles
49	Unmanned ground based vehicles
50	Unmanned underwater vehicles
51	Other defense applications
52	Underwater systems (civil / general use)
53	Powered Human Exoskeletons
54	Unmanned aerial vehicles (general use)
55	Mobile Platforms in general use
56-60	Underwater systems (civil / general use)
56	Hotel & restaurant robots
57	Mobile guidance, information robots
58	Robots in marketing
59	Robot joy rides
60	Others (i.e. library robots)
61	Other professional service robots not specified above

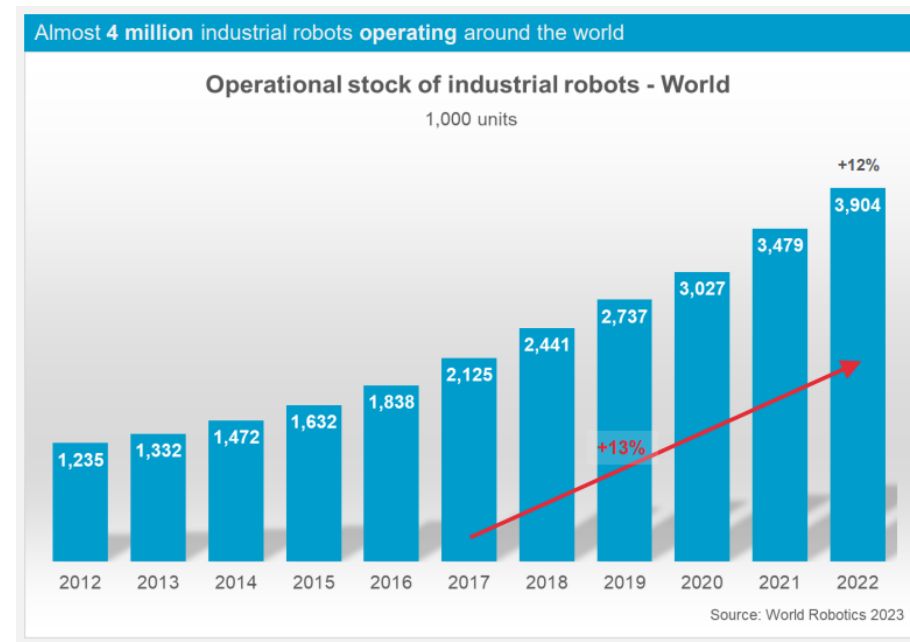
Table 1.2: Classification of service robots by application areas and types of robots.



# Implementación de robots industriales



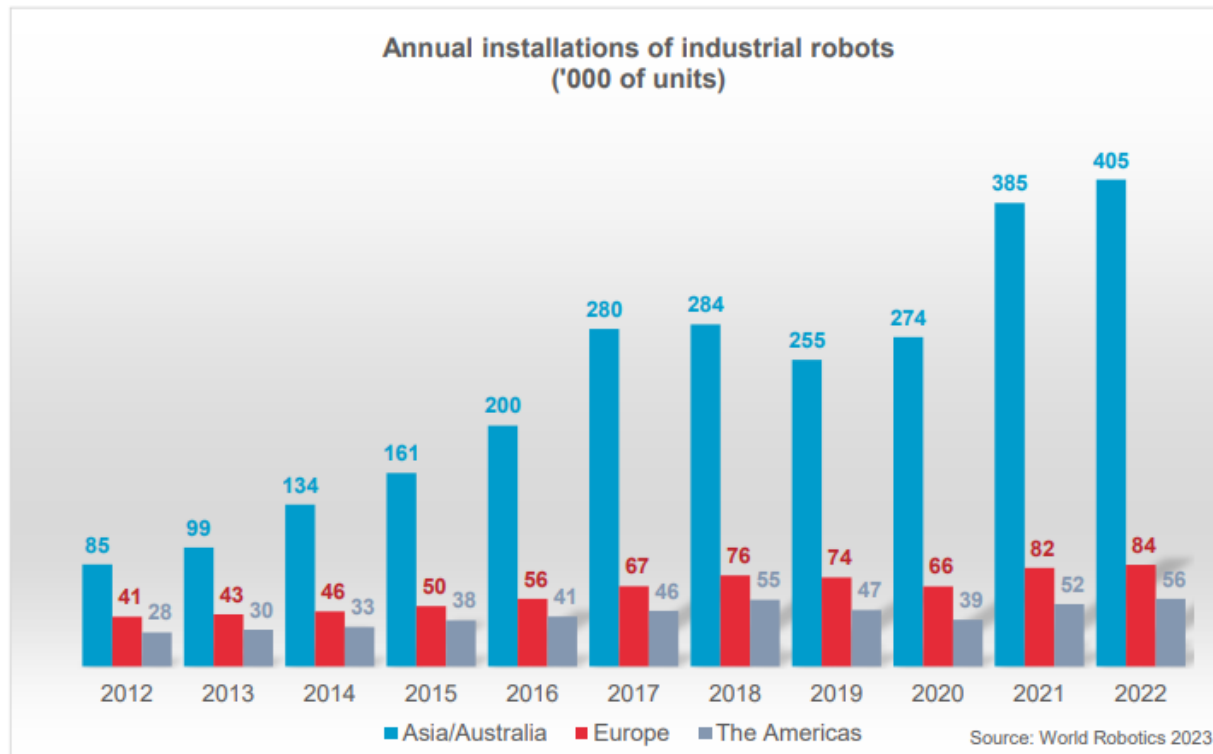
*Nuevas instalaciones*



*Unidades operando*

## Ventas de robots industriales por zonas geográficas

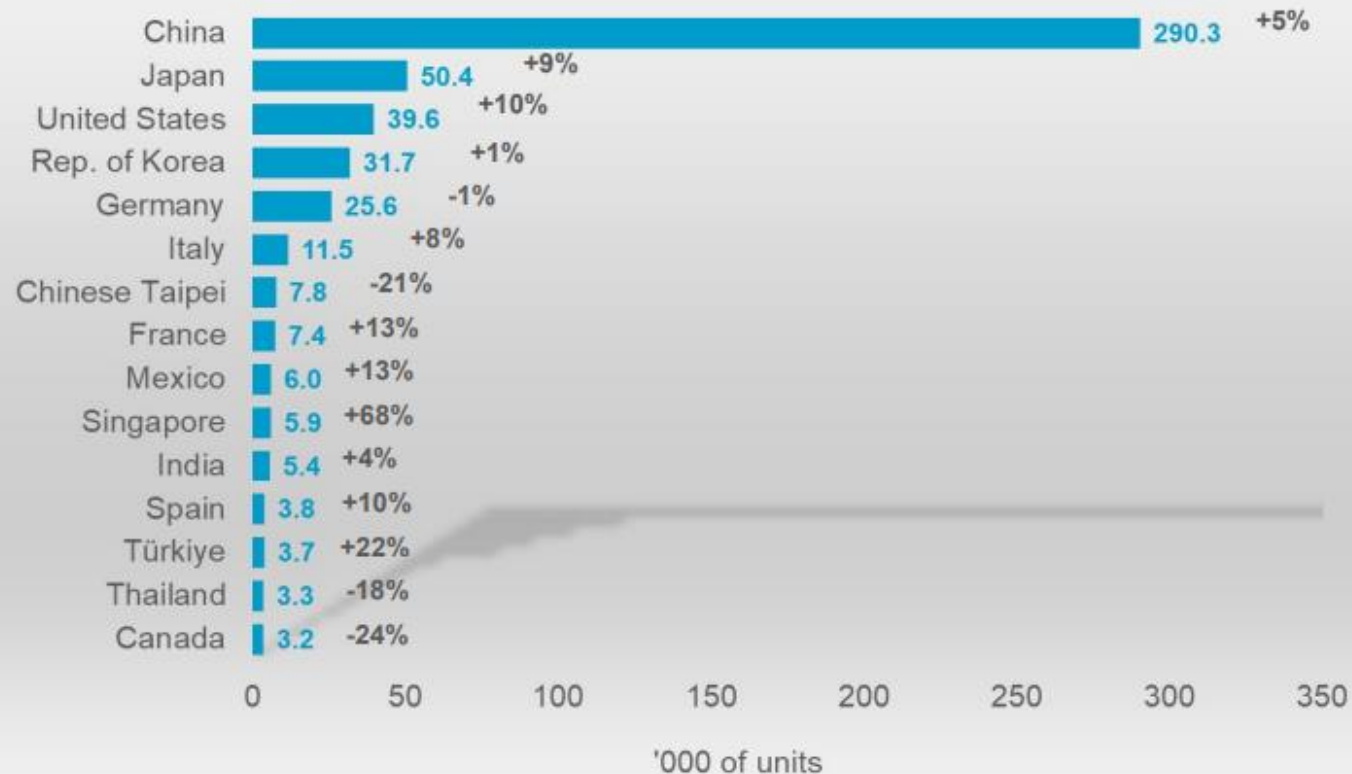
- Todas las zonas están en expansión, aunque el **mercado asiático** es el más grande y **sigue siendo el que más crece**.
- Su volumen de ventas es unas **tres veces mayor** al de América y Europa juntas



## Ventas de robots industriales por países

China installs every other robot

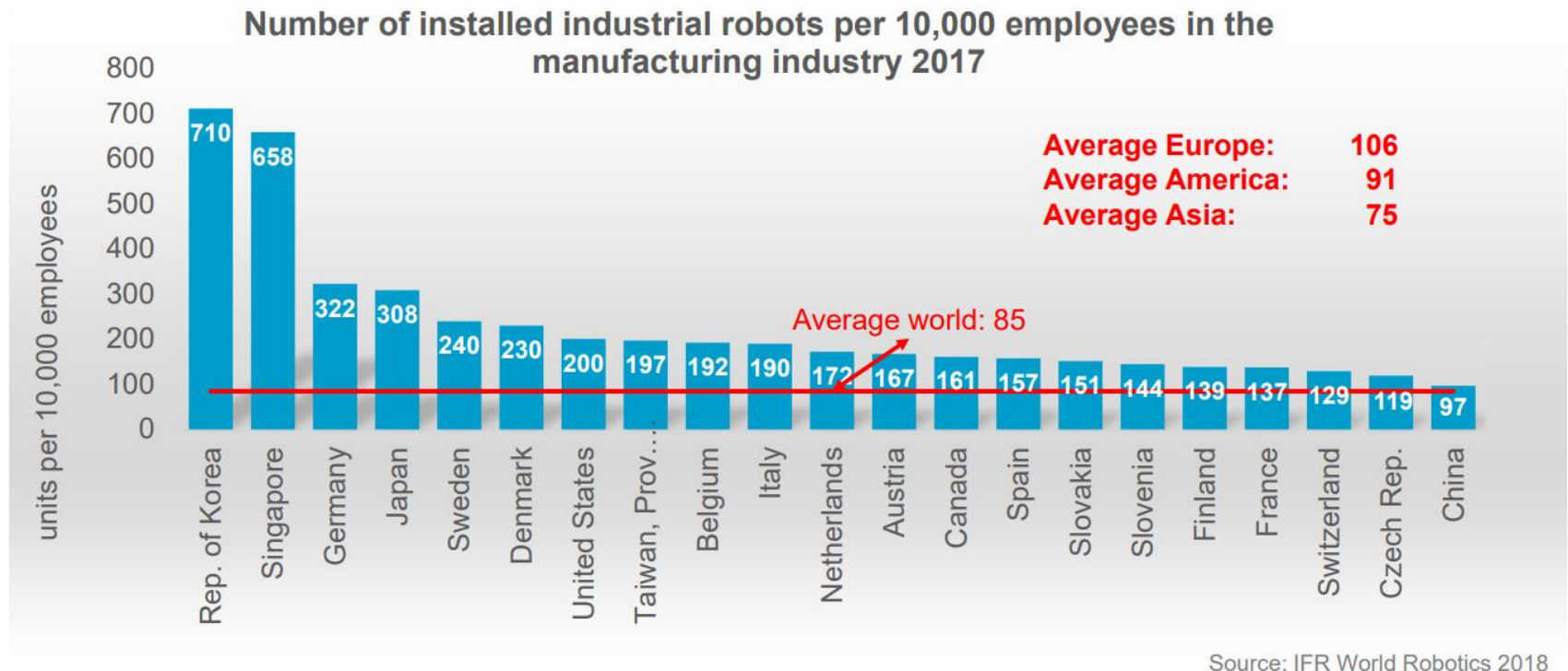
Annual installations of industrial robots  
15 largest markets 2022



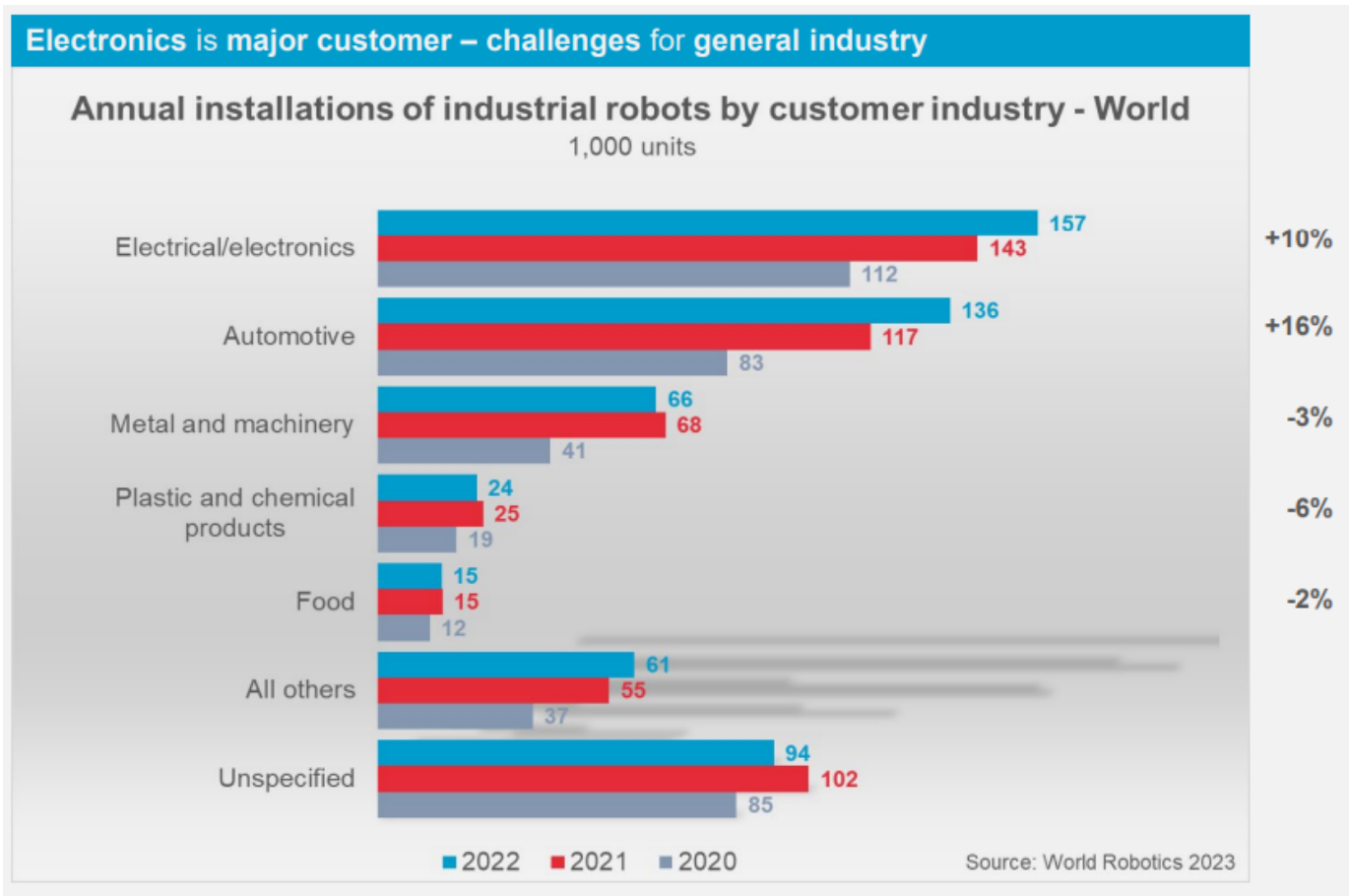
Source: World Robotics 2023



## Densidad de robots industriales por países



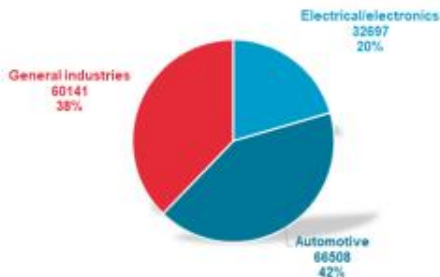
## Número de robots industriales por tipo de industria



# Número de robots industriales por tipo de industria

## Shares of majors industries in 2012

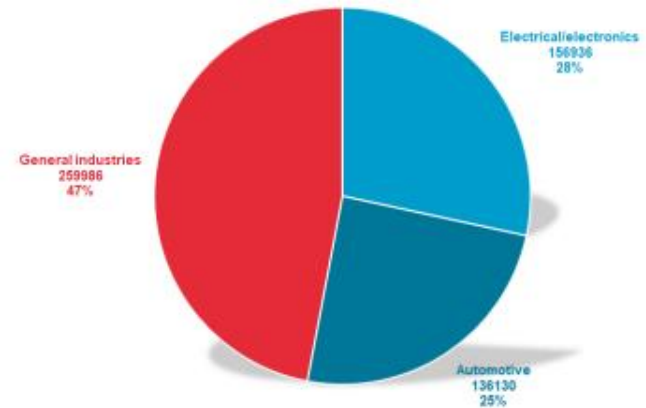
Annual installations of industrial robots: automotive and electronics vs. general industry - 2012 - World



Source: International Federation of Robotics

## Shares of majors industries in 2022

Annual installations of industrial robots: automotive and electronics vs. general industry - 2022 - World

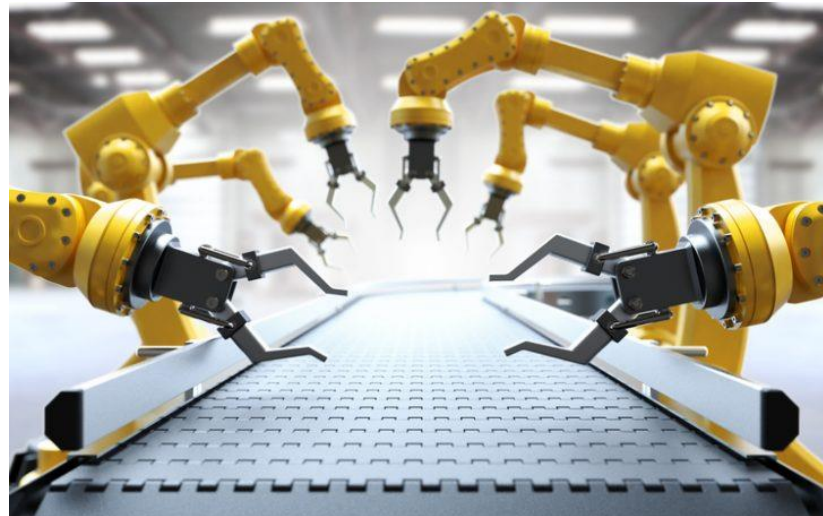


Source: International Federation of Robotics



## Conclusiones estadísticas robots industriales

- Mercado en expansión aunque la velocidad de crecimiento se ha ralentizado
- Aunque el mercado asiático (especialmente China) es el que más demanda. Sólo una pequeña proporción de los robots se producen allí.
- Europa tiene la ratio media robots/trabajador más alta.
- Por tipo de industria, las que cuentan con un mayor número de robots industriales son: electrónica, automoción y metalúrgica. Independientemente, en todos los sectores la tendencia sugiere un aumento de la robotización de la industria

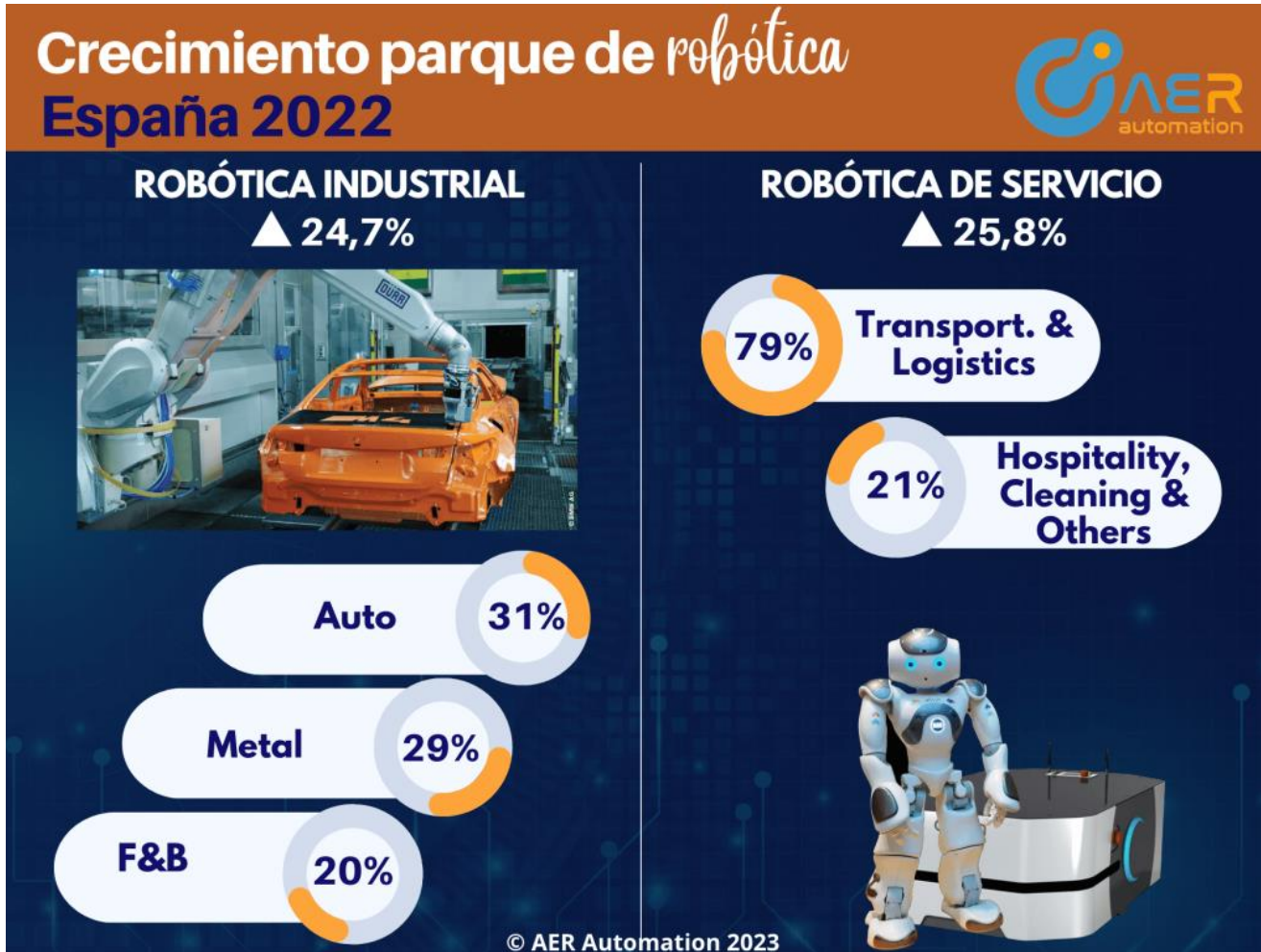


# Robótica Industrial en España



- En España la IFR está representada por la **Asociación Española de Robótica y Automatización (AER-ATP)**, socio fundador de la IFR y también miembro de AENOR  
<https://www.aer-automation.com/aer-atp/>
- Representa al sector de la **robotica industrial y de servicio española**
- Normaliza, certifica y reglamenta. Ostenta la **secretaría del CTN 116 de AENOR**, responsable de normalizar los sistemas de automatización industrial y la fabricación aditiva
- Realiza labores de consultoría, promoción y difusión técnica y comercial de la robótica industrial y de servicio.

# Robots en España, por sectores





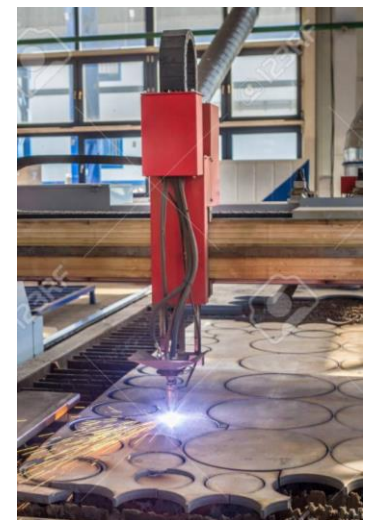
# Aplicaciones de los robots industriales

Los robots industriales son **versátiles y readaptables** a una gran variedad de aplicaciones.

Destacan:

1. **Manipulación y carga/descarga** de máquinas
2. **Soldadura** (puntos, arco, láser)
3. **Materiales** (pintado, adhesivos, sellado, extrusión)
4. **Corte** (láser, chorro de agua) y **mecanizado** (rectificado, desbarbado, fresado, pulido)
5. **Montaje y desmontaje**, (inserción, montaje a presión)

[http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr\\_0204/ctrl\\_rob/robotica/aplicaciones.htm](http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/aplicaciones.htm)

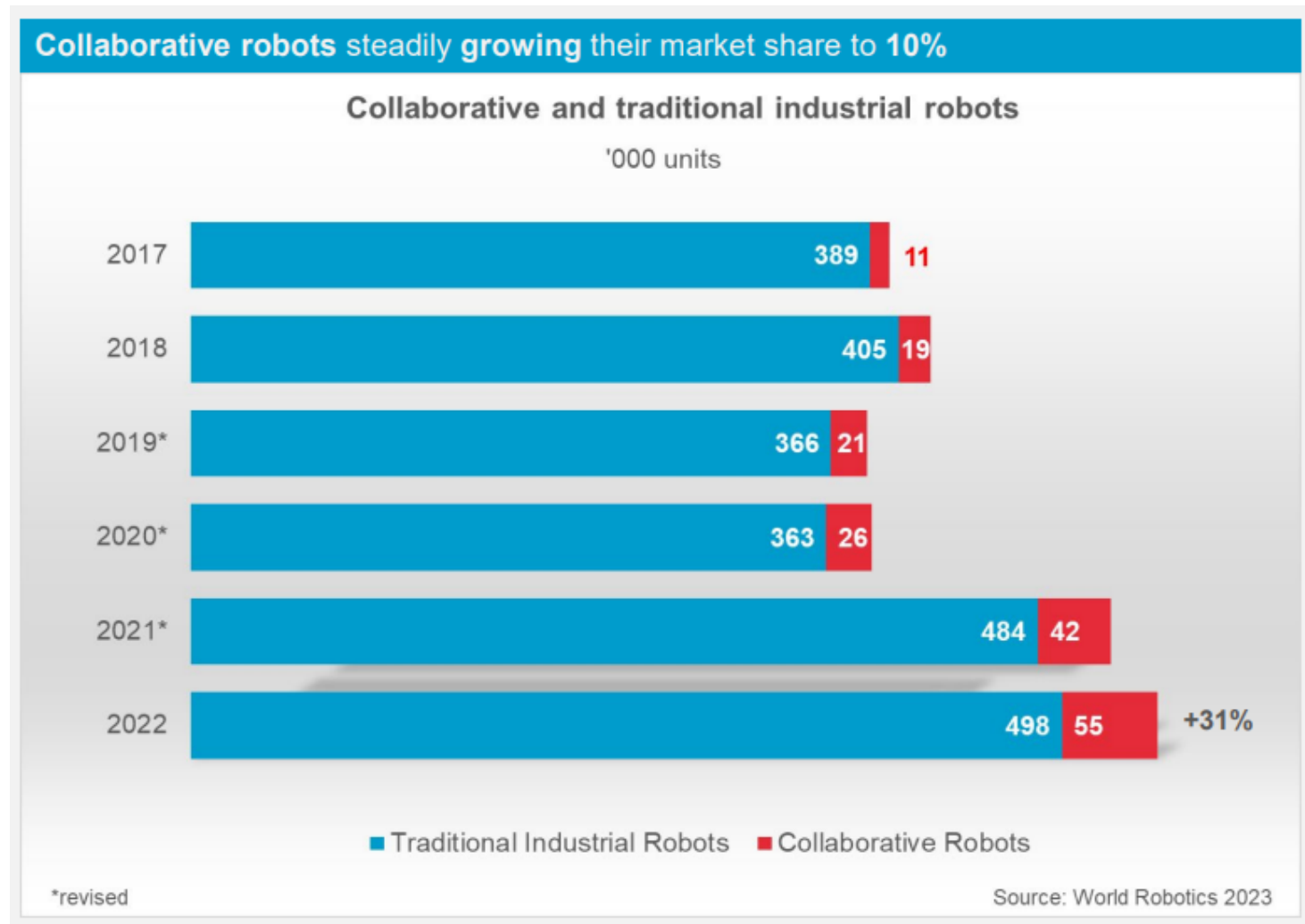


# Manipuladores cooperativos (COBOTS)

- Robots industriales pensados para **colaborar con el operario humano (no para sustituirlo)** en la línea de producción (**HRC**: Human-Robot Collaboration)
- Están equipados con **sensores adicionales** (detección de contacto, par, visión)
- Suelen ser de **tamaños reducidos** y **peso ligero**.
  - ✓ Eliminan la necesidad de vallado de seguridad y ahorran espacio de montaje.
  - ✓ Se pueden reprogramar de manera sencilla (*programación por guiado pasivo o activo manual*), sin necesidad de formación específica (*por operarios de línea*)
  - ✓ Los tiempos de instalación y puesta en marcha son más reducidos.
  - ✗ A veces son menos precisos.
  - ✗ Capacidades de carga y velocidades reducidas

	Robot	Cobot
Payload	+++	+
Working range	+++	+
Positional accuracy	+++	++
Speed	+++	+
Human-robot interaction (safety)	+	+++
Simplicity of programming	++	+++
'Plug & produce' in production	+	+++
Task variation (flexibility)	++	+++
Availability	+++	+

# Manipuladores cooperativos (COBOTS)





# Ejemplos de COBOTS



**Abb YuMi IRB 14000**



**Universal Robots UR3, UR5, UR10**



**KUKA LBR iiwa (7 ejes)**

# Ejemplos de COBOTS

