DACEFyN
UNLaR

DIPLOMATURA EN ROBÓTICA

MÓDULO 1
INTRODUCCIÓN AL MUNDO DE LA ROBÓTICA

Esp. Ing. JORGE BUABUD

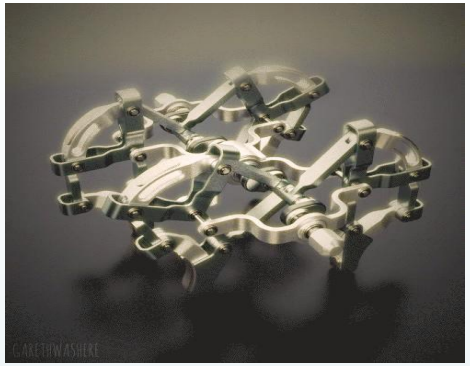
CLASE 2

SISTEMAS ROBOTIZADOS

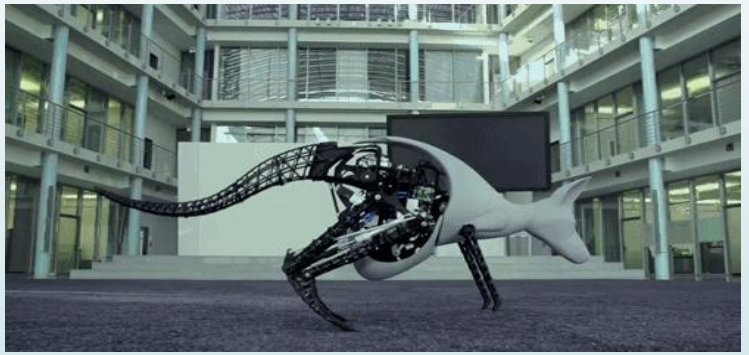
- ¿Qué es un Robot?.
  - Definición de Sistema Robotizado.
  - Distintos usos y aplicaciones.
- Partes que componen un robot.
- Elementos usados en la construcción de un robot.

Definición de Sistema Robotizado.

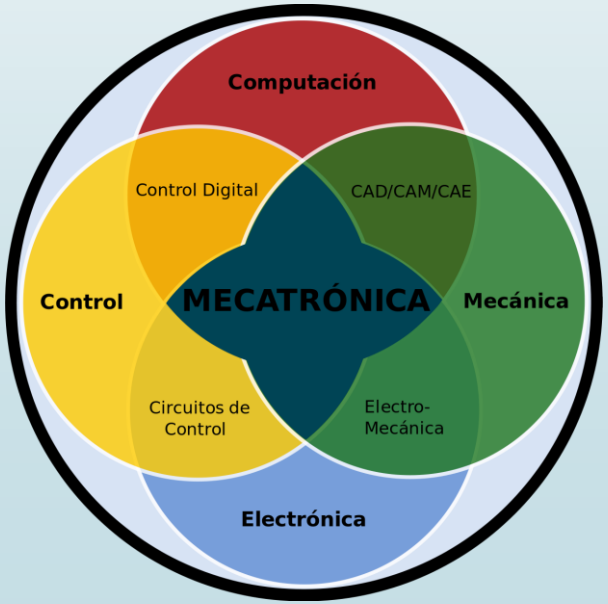


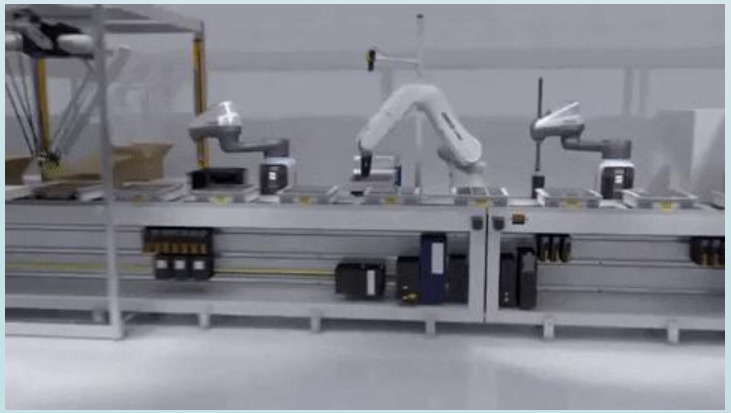




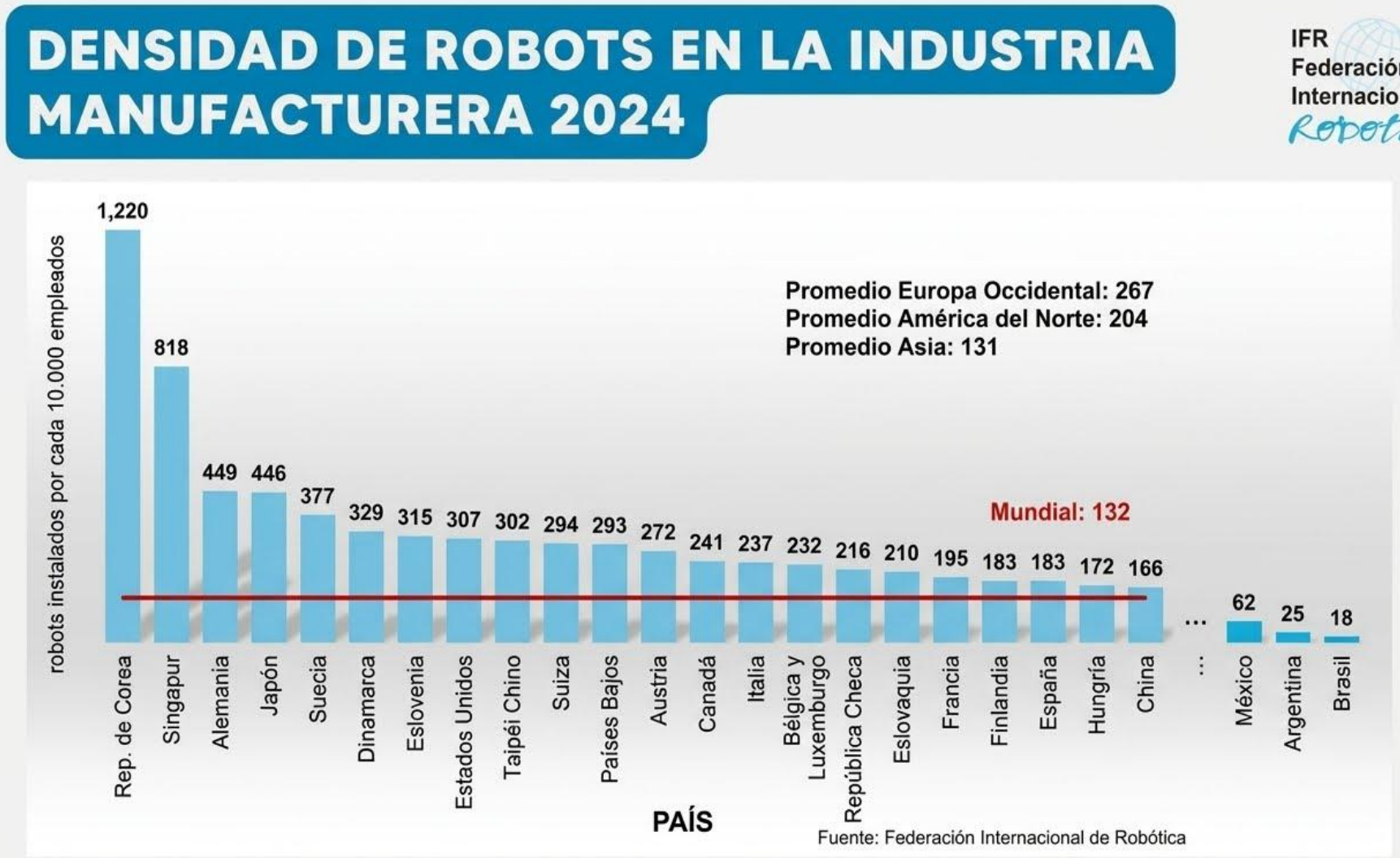


Un **Sistema Robotizado** es un **sistema mecatrónico** que tiene **capacidades de movimiento**, que en general puede **desarrollar múltiples tareas** de manera flexible, con cierto **nivel de inteligencia** y **autonomía**, según su **morfología** y **programación**.





Definición de Sistema Robotizado.



La **Federación Internacional de Robótica (IFR)**, es una organización paraguas sin fines de lucro de carácter profesional, creada en 1987 con el objetivo de fomentar, reforzar y defender la industria robótica en el ámbito internacional. Su sede central está en Fráncfort, Alemania.

Definición de Sistema Robotizado.



Definición de Sistema Robotizado.

La IFR considera dos tipos de robots en general:

- **ROBOTS INDUSTRIALES**: Son aquellos que se utilizan en el proceso de producción en las distintas industrias. Normalmente se trata de robots fijos o móviles que disponen de un brazo articulado que le permite manipular materiales, productos y/o herramientas.
- **ROBOTS DE SERVICIOS**: Son los que actúan en forma colaborativa con los distintos profesionales o usuarios, en los distintos rubros de prestación de servicios. Se trata de robots biomiméticos, o sea que imitan ciertas funcionalidades de los seres vivos, generalmente con aspecto humanoide, que se utilizan en el ámbito de la salud, la seguridad, la higiene, la logística, la gastronomía, el hogar, etc.





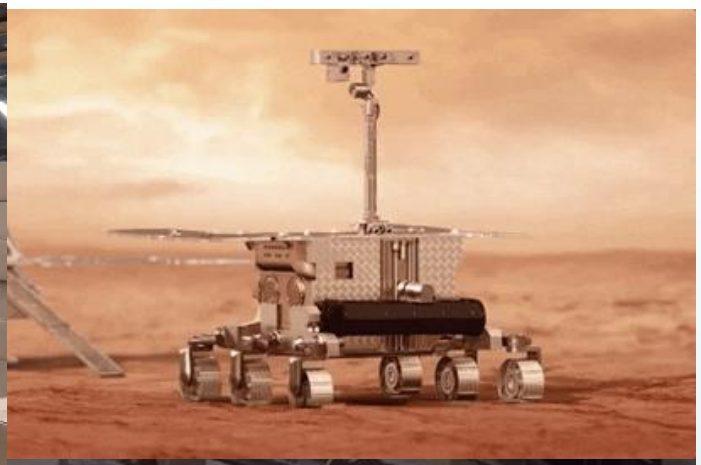




Distintos usos y aplicaciones.







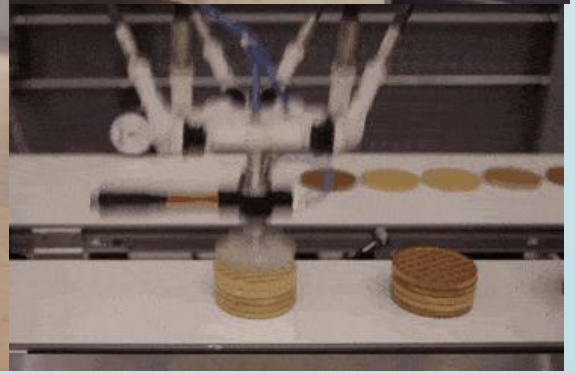








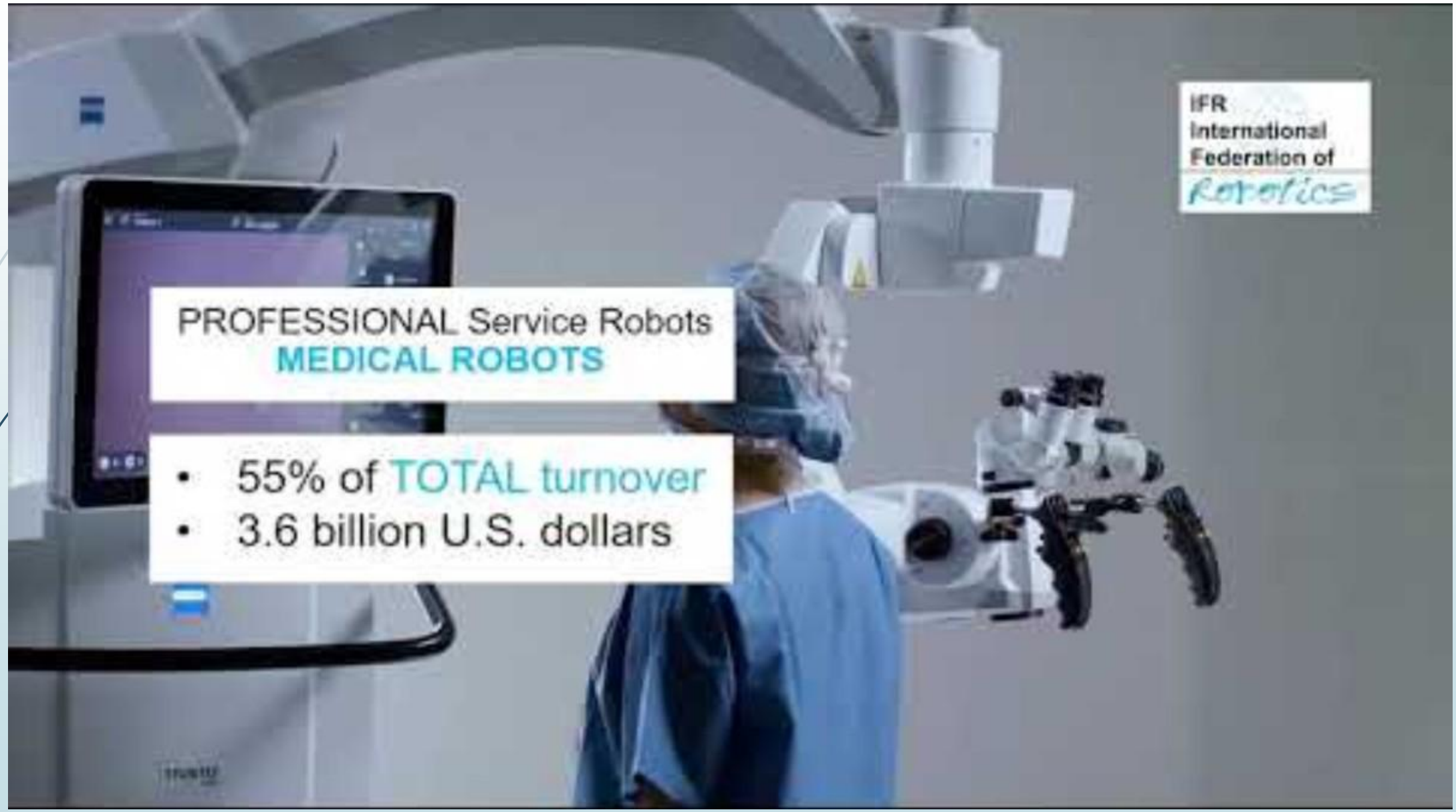




Distintos usos y aplicaciones.



Distintos usos y aplicaciones.



Distintos usos y aplicaciones.

De Empresas Emergentes a Empresas a Escala

IFR Federación Internacional de Robótica



+24%

Nuevos robots de servicio profesionales (incl. AMRs)

250,000 unidades



+19%

Nuevos robots médicos

15,300 unidades



+37%

Nuevos robots de servicio al consumidor

34.2 m unidades

*Todos los números se basan en una muestra de 230 productores de un total de 1801 fabricantes.
Los datos se estén proyectados a toda la industria.
La composición de la muestra varía cada año

Casi Uno de Cada Dos Robots se Vende para Transporte y Logística

IFR Federación Internacional de Robótica



Los 5 principales grupos de aplicaciones para uso profesional
Instalaciones de unidades y cuotas 2025

Fuente: Federación Internacional de Robótica

Impulsores del Crecimiento: Inspección y Limpieza Profesional

IFR Federación Internacional Robótica

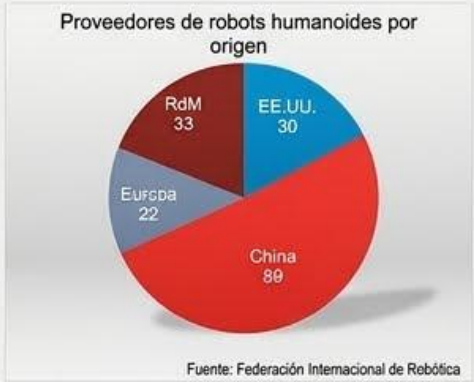


Fuente: Federación Internacional de Robótica

Los Humanoides Emergen como el Mercado Más Nuevo de la Robótica

IFR Federación Internacional Robótica

- La IFR ha identificado **174 fabricantes de robots humanoides** a nivel global.
- Más del 50% en China
- Muchos fabricantes fundados solo en años recientes.
- Una ola notable de creación de nuevas compañías coincide con avances en IA Gen (Gen AI)
- Un gran número demuestra inversión e innovación sustanciales en el campo.



Fuente: Federación Internacional de Robótica

Distintos usos y aplicaciones.



Distintos usos y aplicaciones.



Distintos usos y aplicaciones.



Partes que componen un robot.

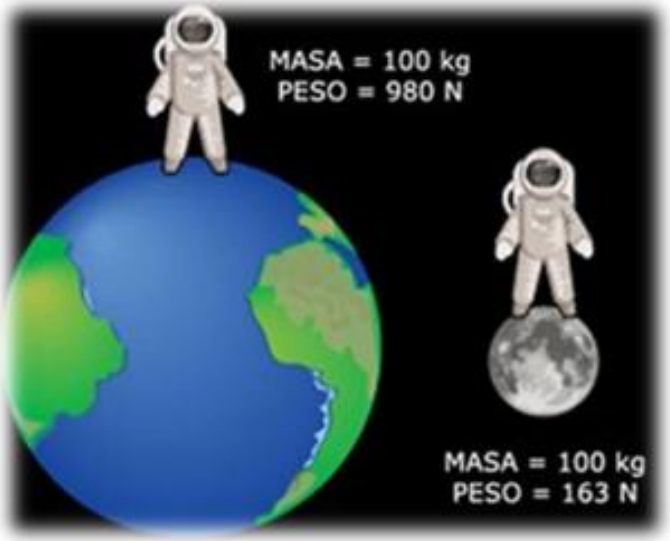


PARTES PRINCIPALES

- Estructura Mecánica
- Sensores internos y externos
- Actuadores
- Controladores
- Fuente de energía

Estructura Mecánica.

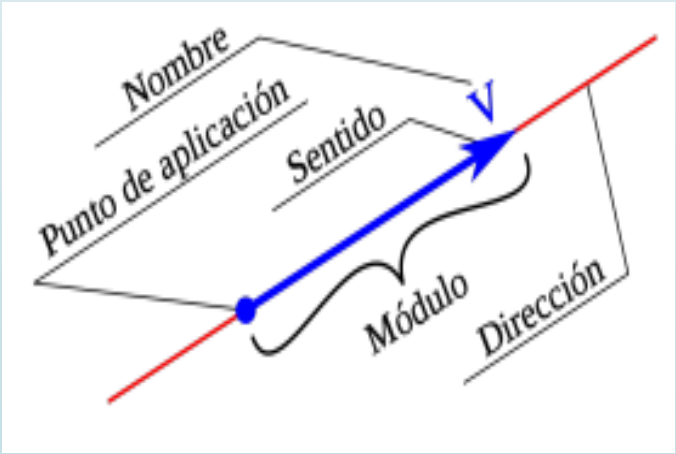
Conceptos básicos de mecánica:



Fuerza (F): Es todo aquello capaz de deformar un cuerpo o de alterar su estado de movimiento o reposo. Unidad de medida: N (Newton)

Masa (m): Es la cantidad de materia que lo compone, independiente de la **aceleración del campo gravitatorio (g)**. Unidad de medida: Kg (Kilogramo)

$F = m \cdot g$ | $1N = 1Kg.m/s^2$



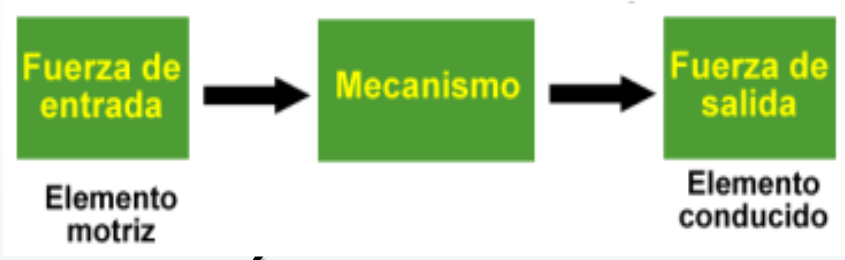


Máquina: Es un conjunto de **elementos fijos** y/o **móviles**, utilizados por el hombre, que permiten **realizar una tarea o trabajo**, reduciendo el esfuerzo o el tiempo necesarios, o simplemente haciéndolo más cómodo u óptimo a ciertos requerimientos.

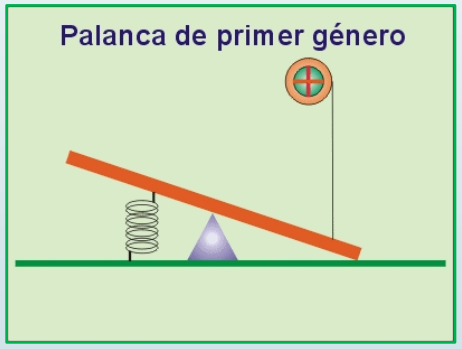
Estructura Mecánica.

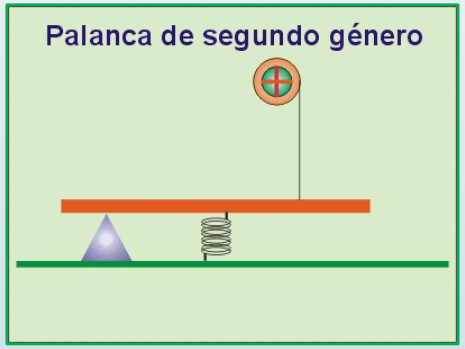
Conceptos básicos de mecánica:

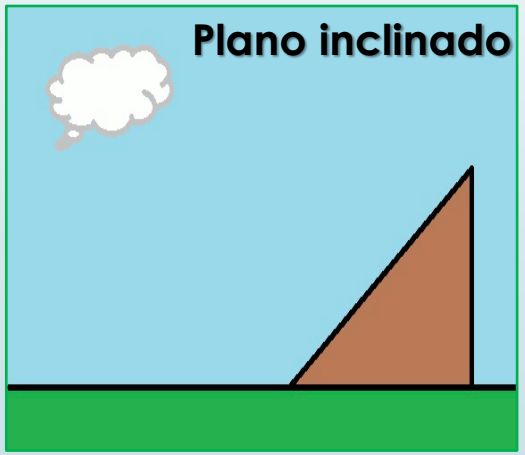
Estructura: son los elementos fijos que soportan las fuerzas de una máquina en forma estática.



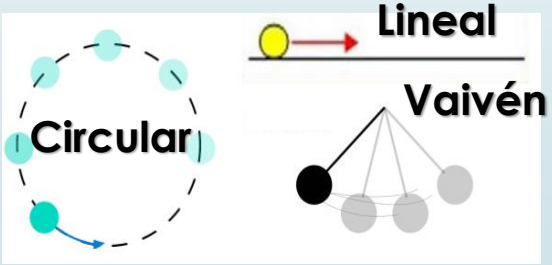
Mecanismo: son los elementos móviles de una máquina, destinados a transmitir y/o transformar las fuerzas y movimientos desde un elemento motriz, llamado motor a un elemento receptor o conducido.

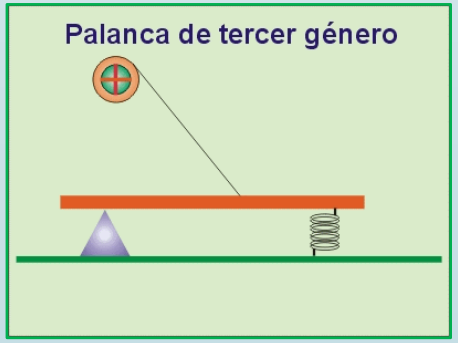


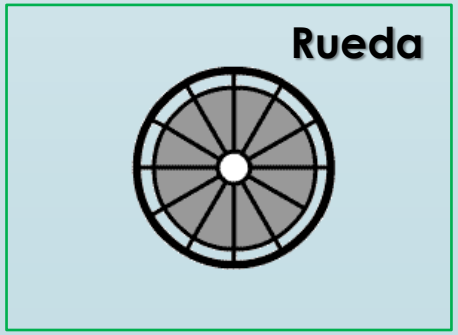




Movimientos:





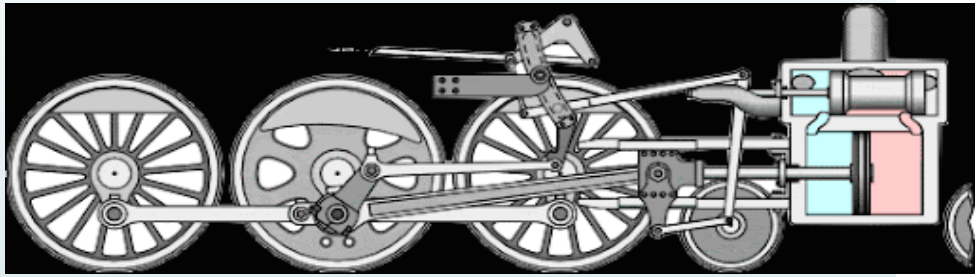


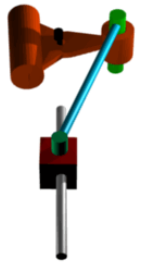
Máquina Simple: realiza su trabajo en un sólo paso o etapa.

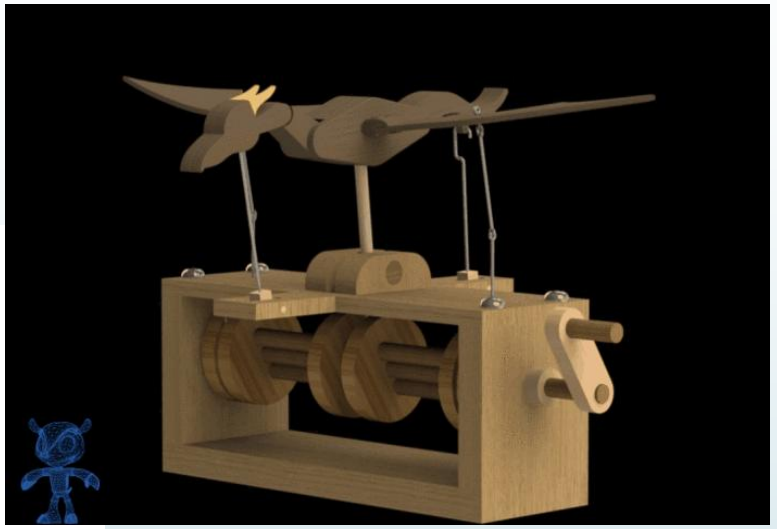
Estructura Mecánica.

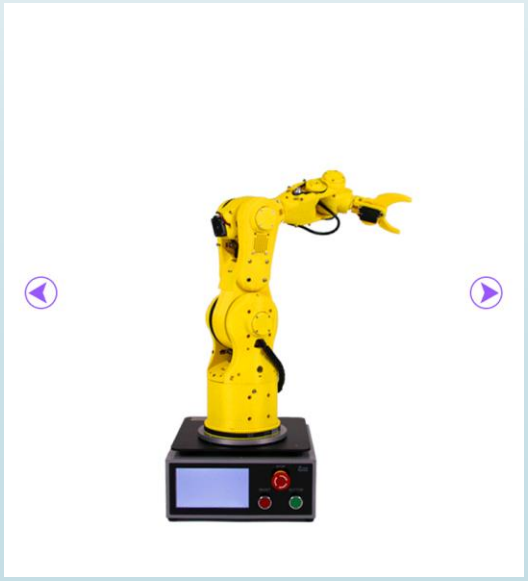
Conceptos básicos de mecánica:

Máquina Compleja: realiza el trabajo encadenando distintos pasos o etapas. Están compuestas por varias máquinas simples.

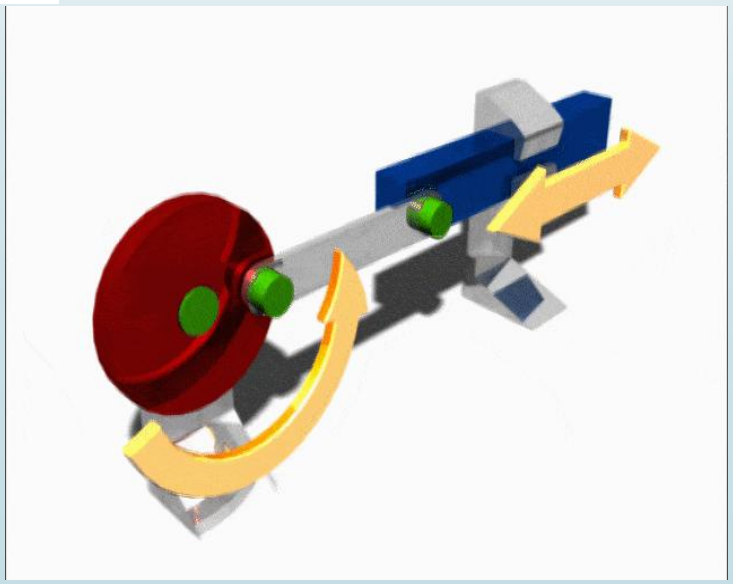






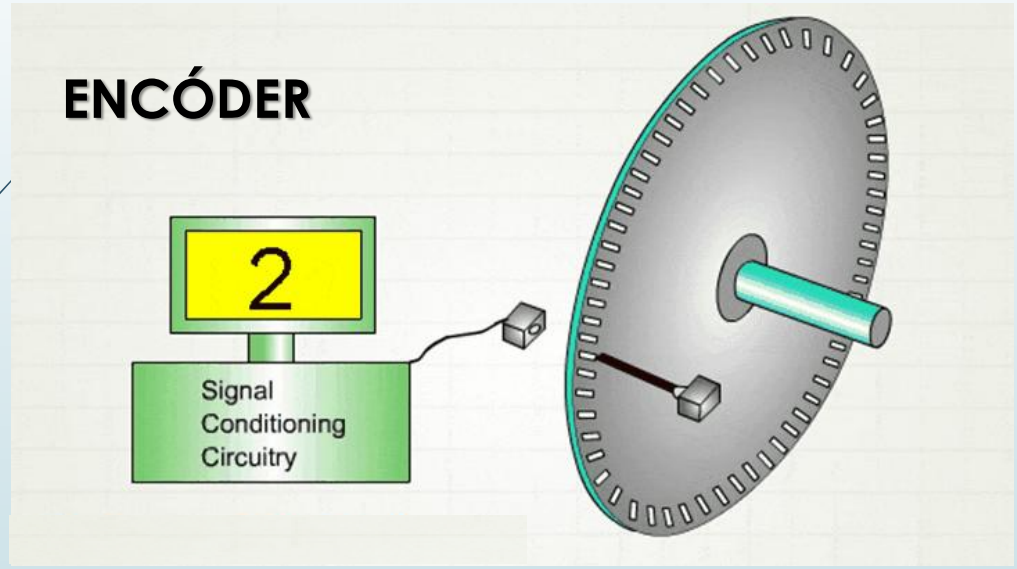


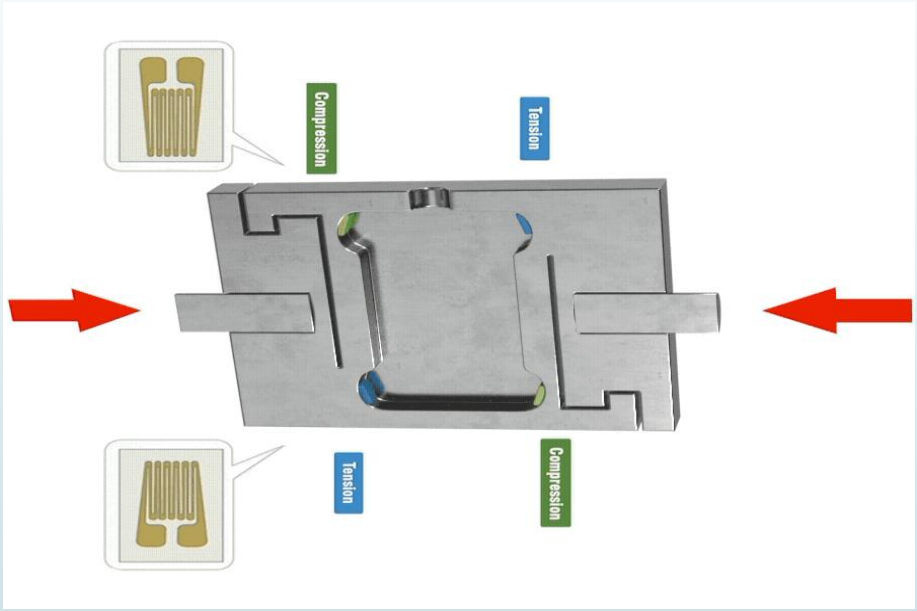




Sensores Internos y Externos.

Los SENSORES INTERNOS se emplean para monitorear el estado interno de un robot, es decir, su posición, velocidad, aceleración, etc., en un momento determinado. Basado en estos datos, el controlador decide acerca del comando de control. Dependiendo de las diferentes magnitudes que miden, los sensores se denominan de posición, velocidad, aceleración o fuerza.



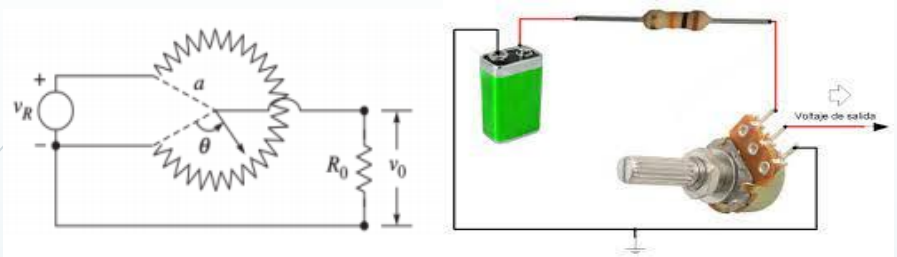


Encóder: es un dispositivo óptico digital que convierte el movimiento en una secuencia de pulsos digitales, que se pueden traducir en la posición angular del eje del mismo.

Galgas extensométricas: sensor de fuerza, en base al aumento de la longitud y disminución del área de un conductor que provoca el incremento de su resistencia eléctrica.

Sensores Internos y Externos.

SENSORES INTERNOS……..

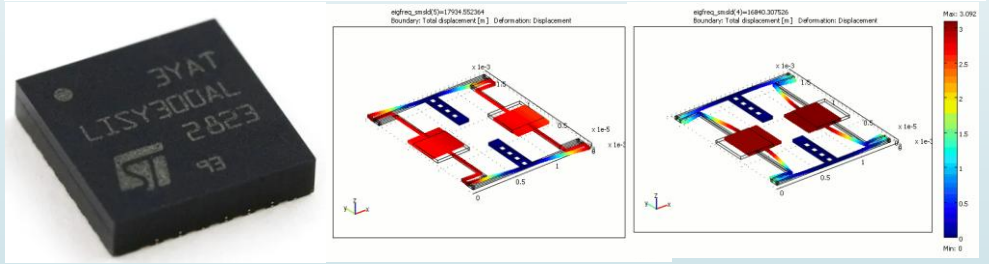






El potenciómetro es una resistencia variable con la posición angular. Sirve como sensor de ángulo analógico.



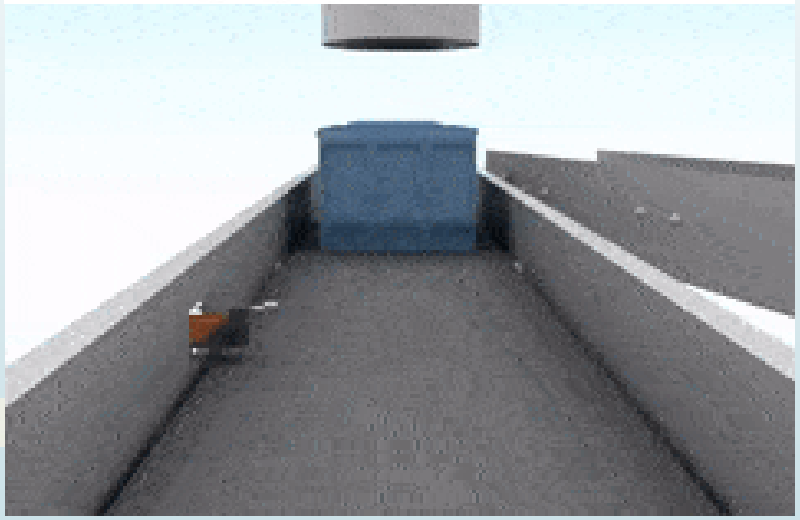


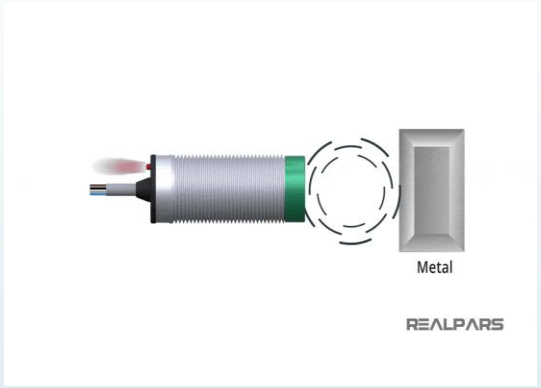
El giroscopio funciona por medio del efecto Coriolis. Detecta cambios bruscos de velocidad y permite medir variaciones de ángulo.

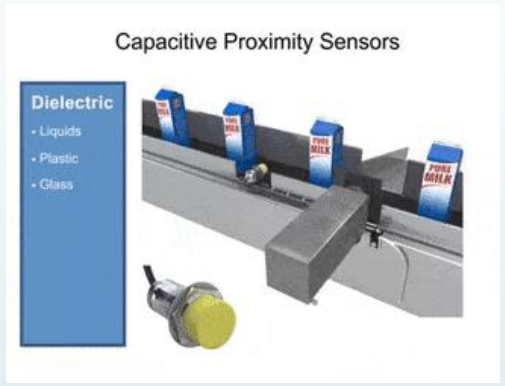
Sensores Internos y Externos.

Los **SENSORES EXTERNOS** se utilizan principalmente para saber más acerca del entorno del robot, especialmente sobre los objetos que se van a manipular. Los sensores externos pueden dividirse en las siguientes categorías: **con contacto** y **sin contacto**.



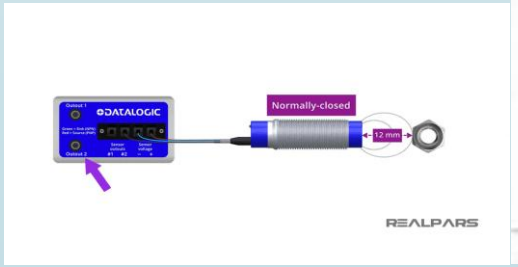


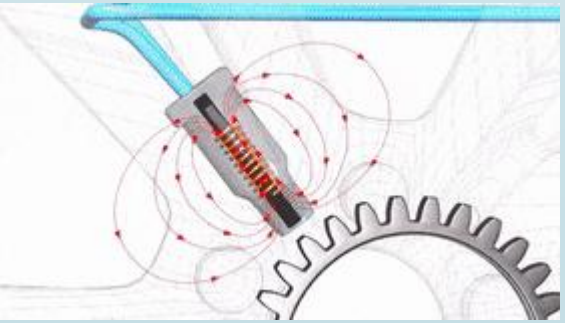




Sensor proximidad: funciona sin contacto. Puede ser **capacitivo** si emite un campo eléctrico o **inductivo** si genera un campo magnético. De tal modo que al acercarse un objeto se ve perturbado el campo y se detecta su cercanía.

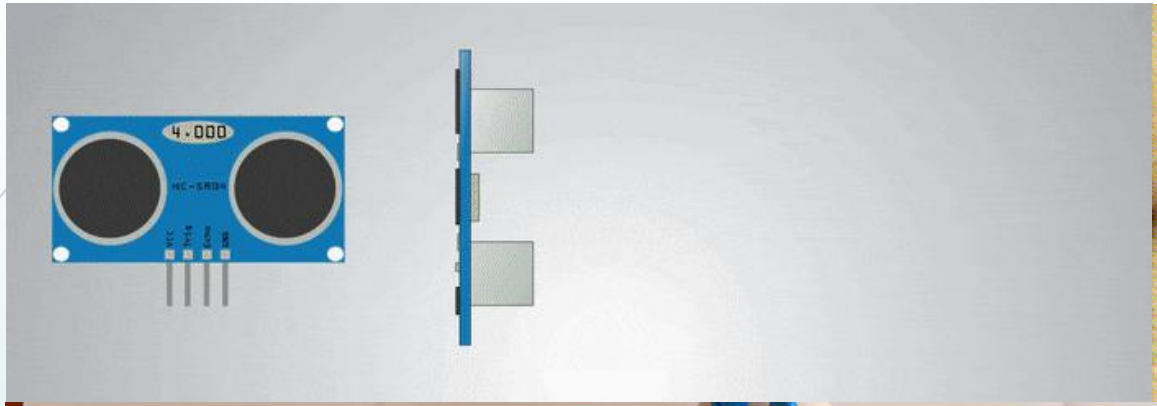
Limit switch: interruptor de límite o final de carrera, es un sensor de contacto que se utiliza para detectar la llegada a un punto determinado en un recorrido.

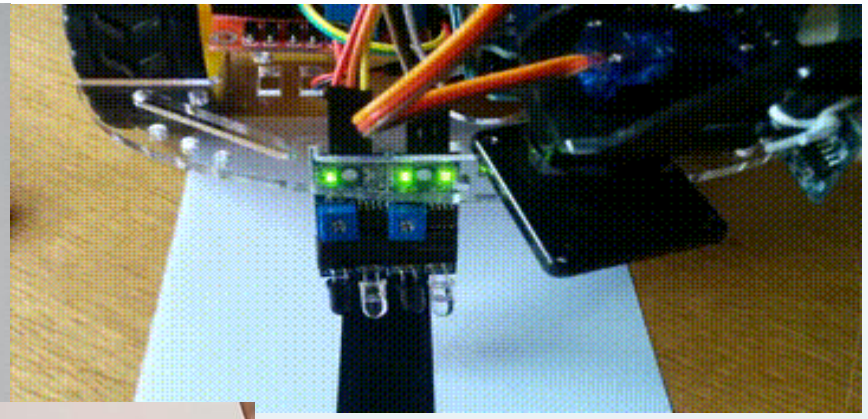




Sensores Internos y Externos.

SENSORES EXTERNOS……..



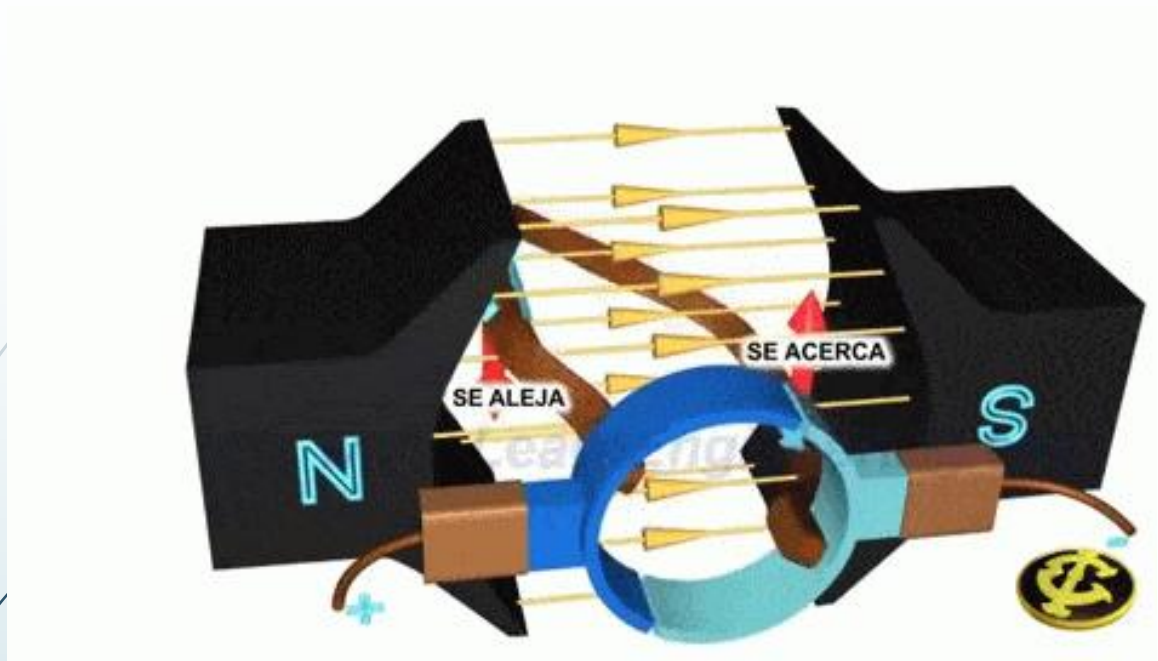


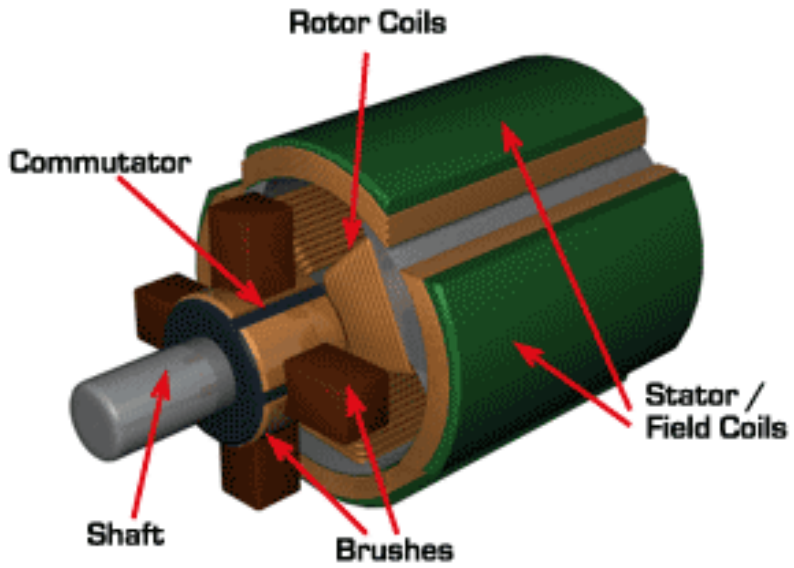


Sensor Ultrasónico: emite un sonido (Trigger) y capta el rebote con un obstáculo (Echo). Permite medir distancias.

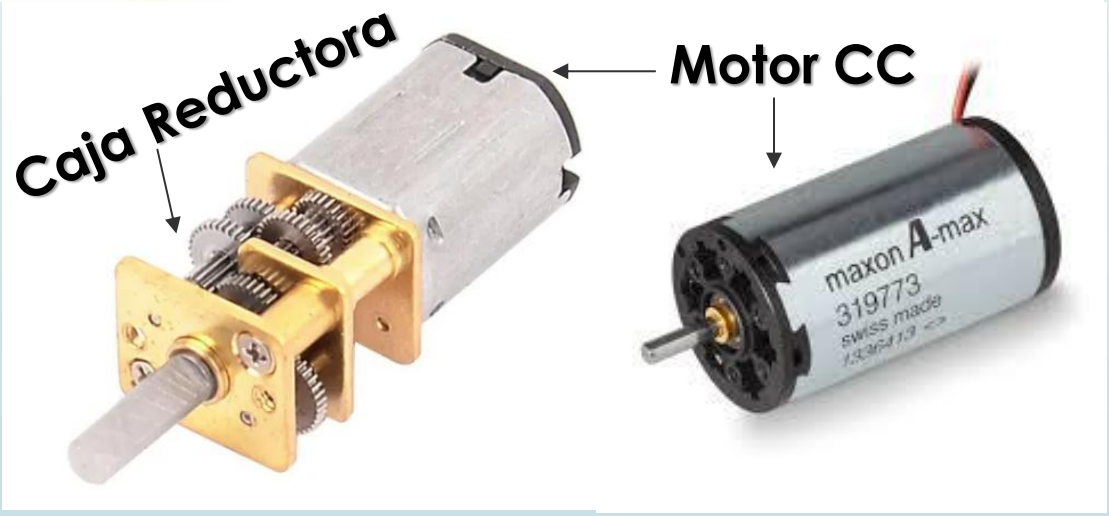
Sensor Optoacoplador IR: Emite un rayo de luz IR (LED emisor) y capta el reflejo (Fototransistor). Permite detectar nivel de brillo de una superficie.

Actuadores: Motores de CC o DC.





El **motor de corriente continua**, denominado también motor de corriente directa, motor CC o motor DC (por las iniciales en inglés direct current), es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.



Actuadores: ServoMotores



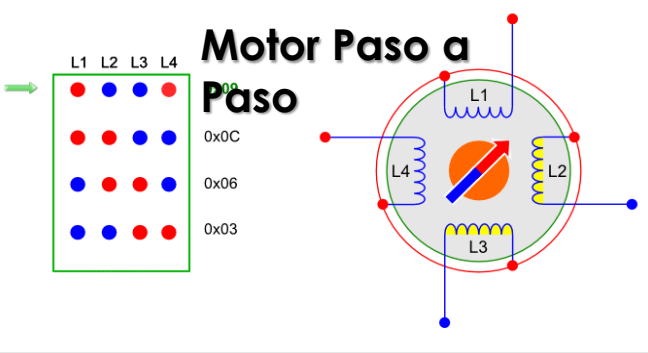




El **ServoMotor** es otro actuador muy común en proyectos de robótica. Un servo recibe una señal pulsada generada por un procesador, que transmite la posición angular que deseamos y el servo autónomamente se posiciona en esa posición. Normalmente de 0° a 180°.

Actuadores: Motor Paso a Paso



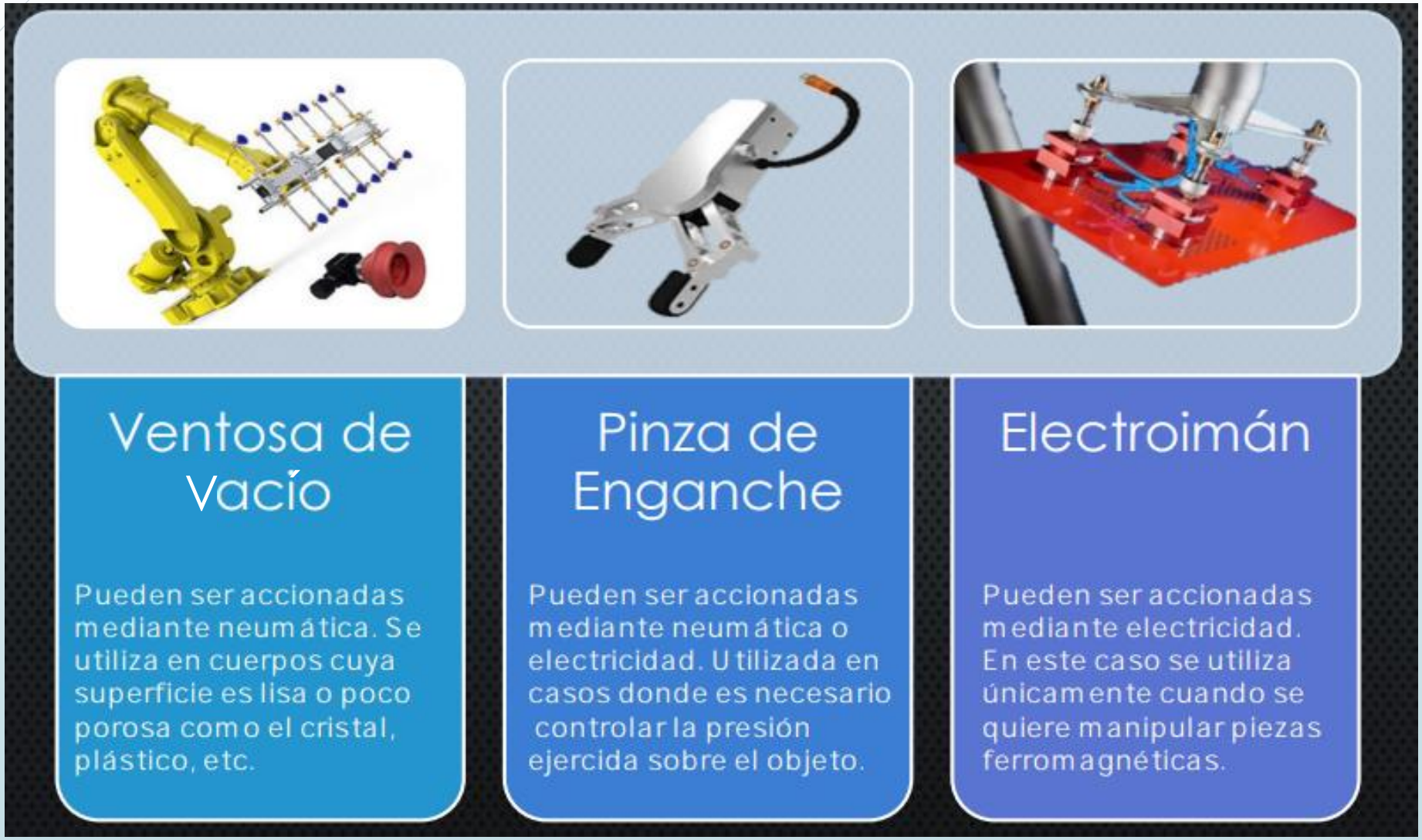




Los **motores paso a paso** (también llamados **stepper**) son otro tipo de motor muy empleado en robótica. En este tipo de motores el eje gira un ángulo fijo llamado "paso" cuando es indicado por un procesador. El paso varía según el modelo de motor, siendo valores habituales 1.8º (200 pasos por vuelta) y 3.75º (96 pasos por vuelta)

Actuadores Finales:

En el caso de robot manipuladores, se llama Actuadores Finales a los mecanismos que se encuentran al final del brazo robótico, con el fin de poder sostener los objetos a manipular.



Placas para Controladores.



Arduino Uno R4 WiFi

Microcontrol 32bits
32kb SRAM, 256kb Flash
8kb EEPROM Datos
S.O. FreeRTOS
Bluetooth, Usb C
Wi-fi 2.4 Ghz
Matriz Led 12x8
14 pines digitales I/O, 6 PWM
5 pines analógicos I-CAD
1 pin analógico I-CAD/O-CDA



Raspberry Pi 5

Microcontrol 64bits
4Gb SDRAM
MicroSD 1Tb Externo
512kb EEPROM Sistema
Emula EEPROM Datos en Flash o Externa
S.O. Bookworm Linux
Bluetooth, Usb C
Wi-fi 2.4/5 Ghz
28 pines digitales I/O, 4 PWM



EDU-CIAA (Computadora Industrial Abierta Argentina)

Microcontrol y Coprocesador 32bits
136kb SRAM, 1Mb Flash
Emula EEPROM Datos en Flash o Externa
S.O. FreeRTOS
2 Micro USB, 4 pulsadores, 4 leds, protocolos RS-485 y 232.
30 pines digitales I/O, 11 PWM
3 pines analógicos I-CAD
1 pin analógico I-CAD/O-CDA

Elementos usados en la construcción de un robot.

En el caso de los **Robots móviles**, un elemento fundamental son las **ruedas**, siendo las más versátiles las ruedas **omnidireccionales**.



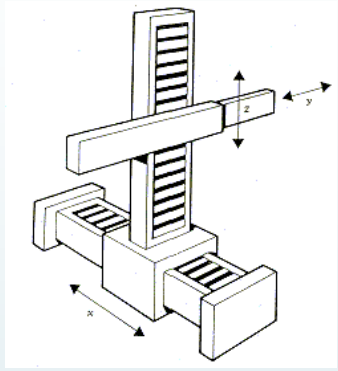




Elementos usados en la construcción de un robot.

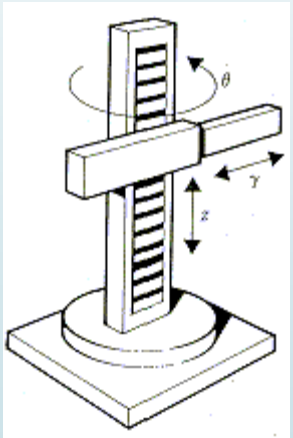
En el caso de los Robots manipuladores, el elemento fundamental es el brazo articulado, existen diversas configuraciones, entre las que se destacan:

- **Cartesiana:**
  El posicionado se hace en el espacio de trabajo con las articulaciones prismáticas. Posee tres movimientos lineales, es decir, tiene tres grados de libertad.

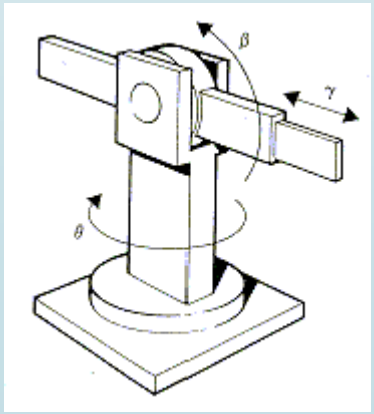


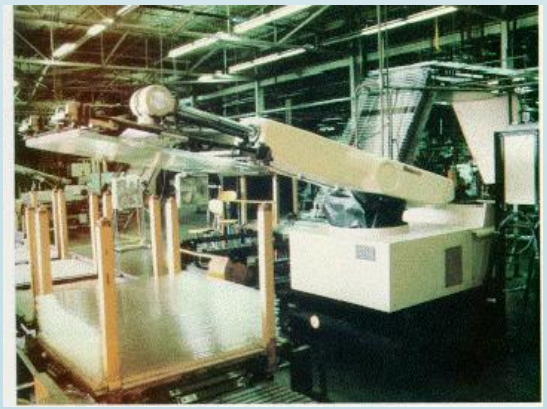


- **Cilíndrica:**
  El robot tiene un movimiento de rotación sobre una base, una articulación prismática para la altura, y una prismática para el radio. Puede realizar dos movimientos lineales y uno rotacional, o sea, que presenta tres grados de libertad.





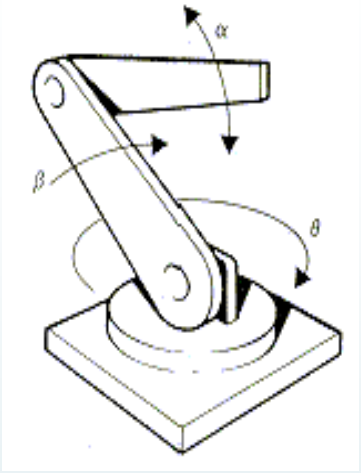




- **Esférica:**
  Dos juntas de rotación y una prismática permiten al robot apuntar en muchas direcciones.

Elementos usados en la construcción de un robot.

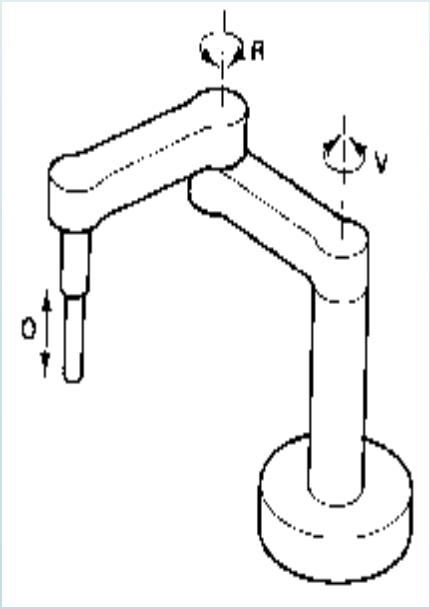
- **Brazo Articulado:**
  El robot usa 3 juntas de rotación para posicionarse. Generalmente, el volumen de trabajo es esférico. Estos tipos de robot se parecen al brazo humano, con una cintura, el hombro, el codo, la muñeca.

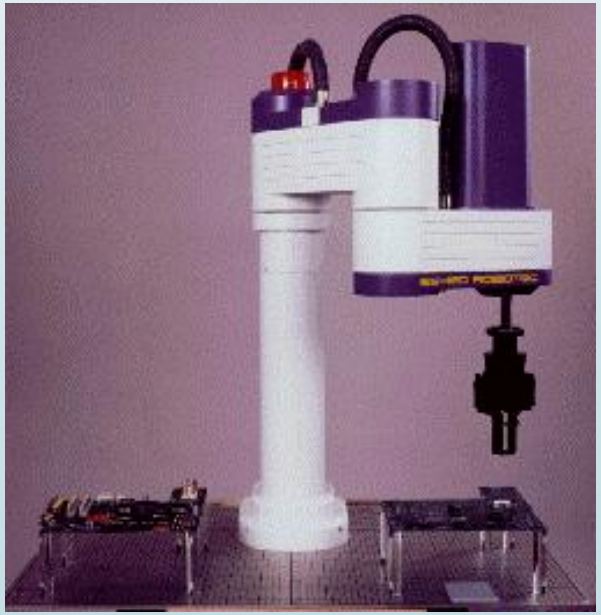




- **SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm):**
  Similar al de configuración cilíndrica, pero el radio y la rotación se obtiene por uno o dos eslabones. Este brazo puede realizar movimientos horizontales de mayor alcance debido a sus dos articulaciones rotacionales. También puede hacer un movimiento lineal mediante su tercera articulación.







Elementos usados en la construcción de un robot.

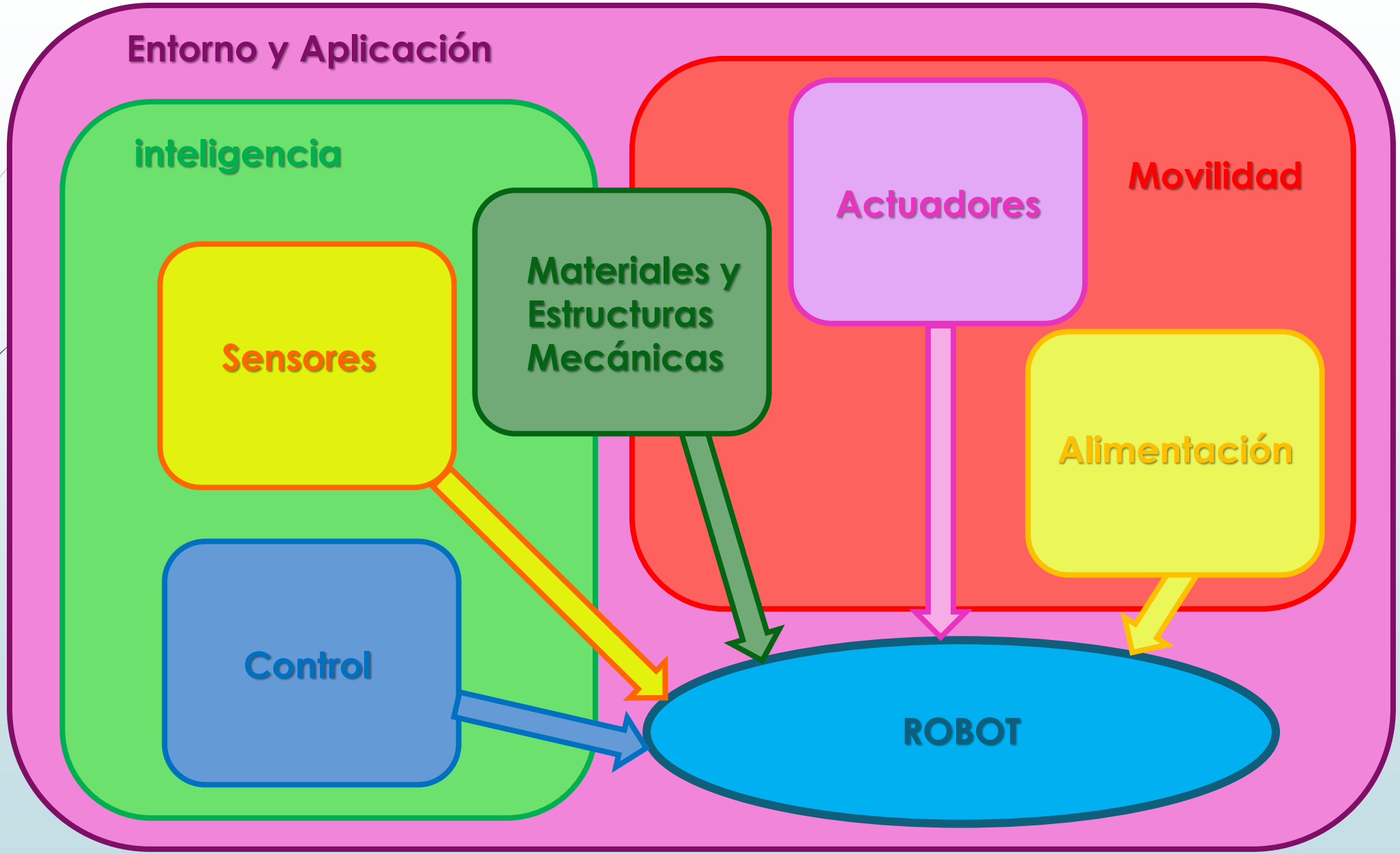
https://youtu.be/x4ajqHkbAac



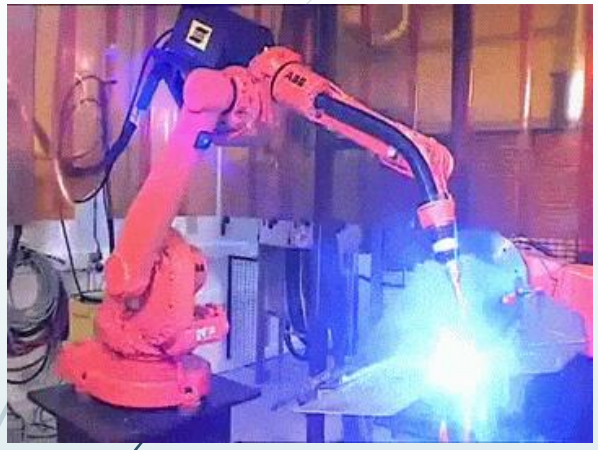
SISTEMAS ROBOTIZADOS

- Clasificación general de los robots.
  - Aplicación.
  - Entorno.
  - Movilidad.
  - Inteligencia.
  - Control.
  - Alimentación.
  - Materiales y Estructura Mecánica
- Leyes fundamentales de la robótica.
  - De la ciencia ficción a la realidad.
  - Inteligencia Artificial.

Clasificación general de los robots.



Clasificación general de los robots.
Aplicación Industrial



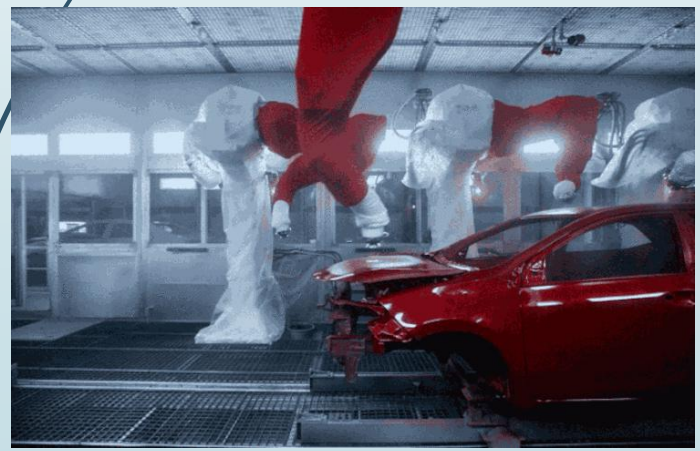
SOLDADURA



ENSAMBLAJE



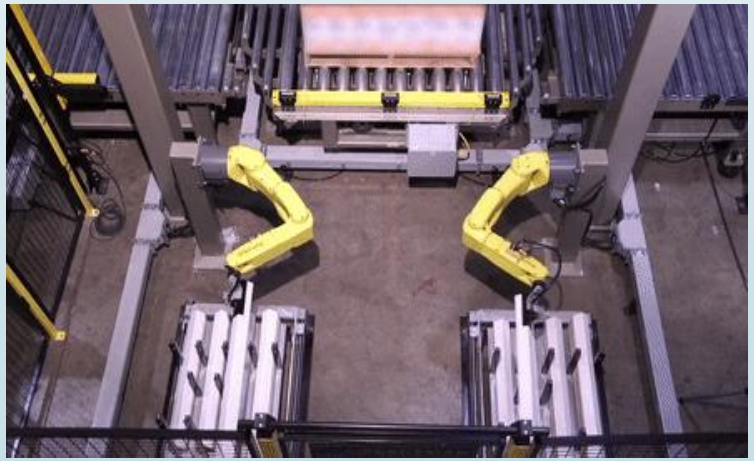
MECANIZADO



PINTURA



MANIPULACIÓN



PALETIZADO

Clasificación general de los robots. Aplicación Servicio Profesional



BUSQUEDA-RESCATE



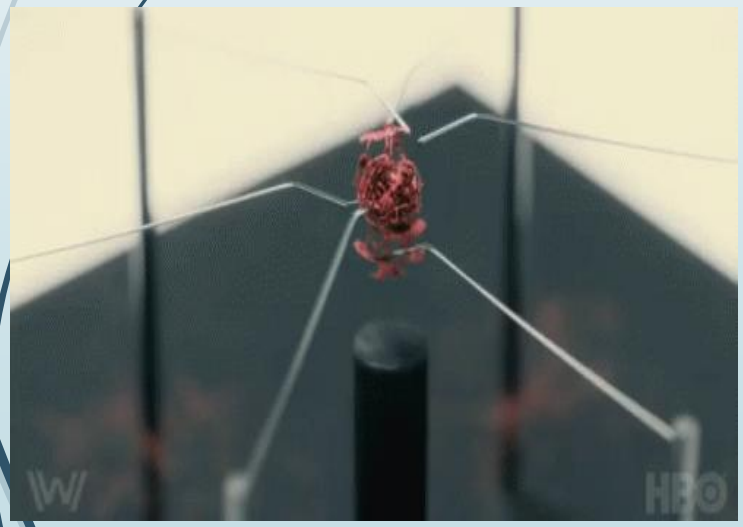
MEDICINA



GASTRONOMIA



VIGILANCIA



NANOROBOTS



FARMACIA



ESTACIONAMIENTO

Clasificación general de los robots. Aplicación Servicio Doméstico



LIMPIEZA



MASCOTA



COCINA

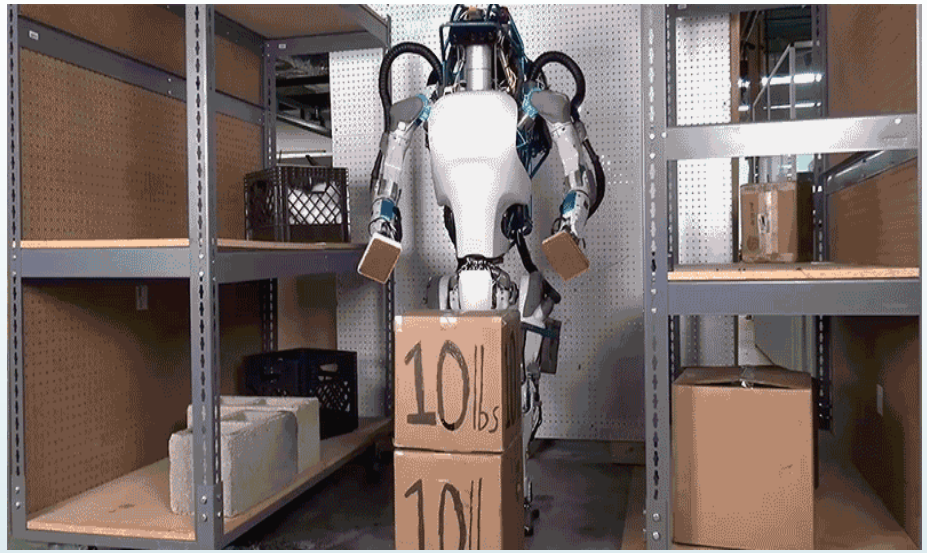


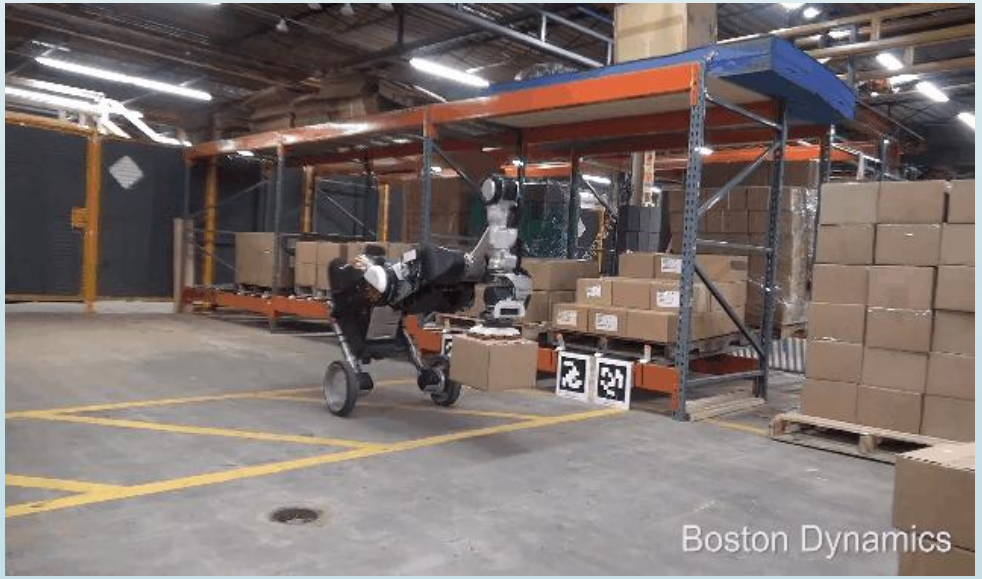
ASISTENTE

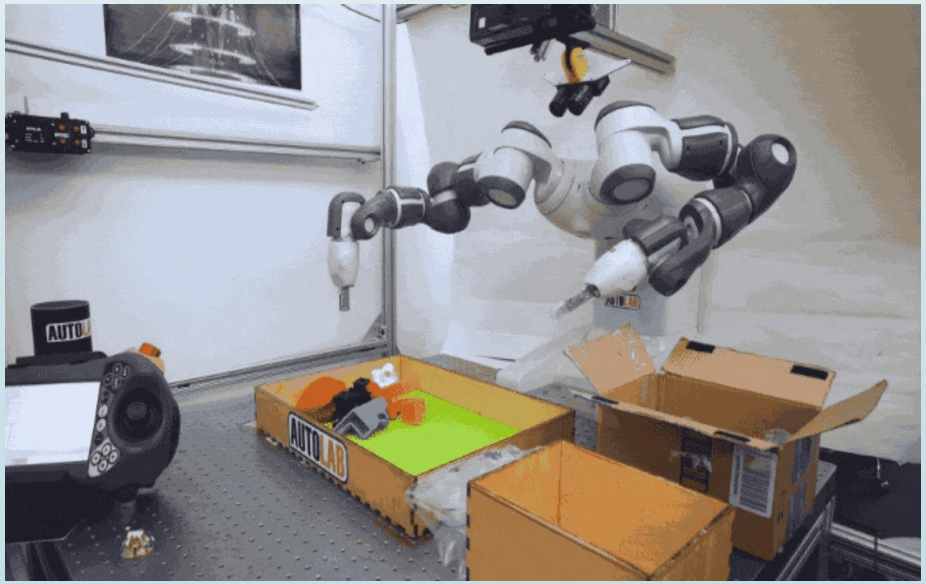
Clasificación general de los robots.
Entorno Estructurado

Cuando el entorno donde trabaja el robot es conocido previamente, de tal modo que tiene identificados a los obstáculos circundantes.
Por lo tanto son previsibles y controlables, disminuyendo la posibilidad de colisión.
Puede ser tanto en el ámbito industrial como de servicios.









Clasificación general de los robots.
Entorno NO Estructurado

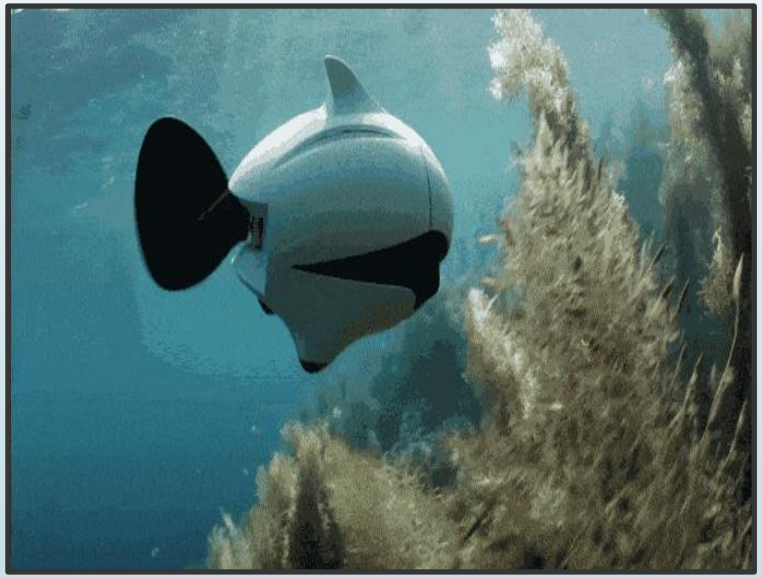
Cuando el entorno donde trabaja el robot no es conocido previamente y es cambiante, de tal modo que el robot debe tener la capacidad de adaptarse a los obstáculos que se le presenten, mediante sensores normalmente de visión, ya sea en forma autónoma o controlados a distancia.
Se suelen distinguir los entornos terrestres, aéreos y acuáticos.



TERRESTRE



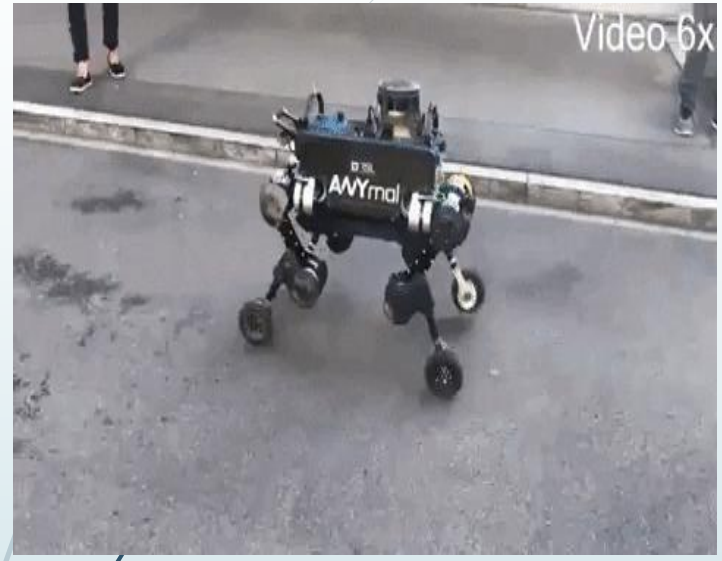
AÉREO



ACUÁTICO

Clasificación general de los robots.

Móviles: Ruedas, Patas, Orugas, Manipulador







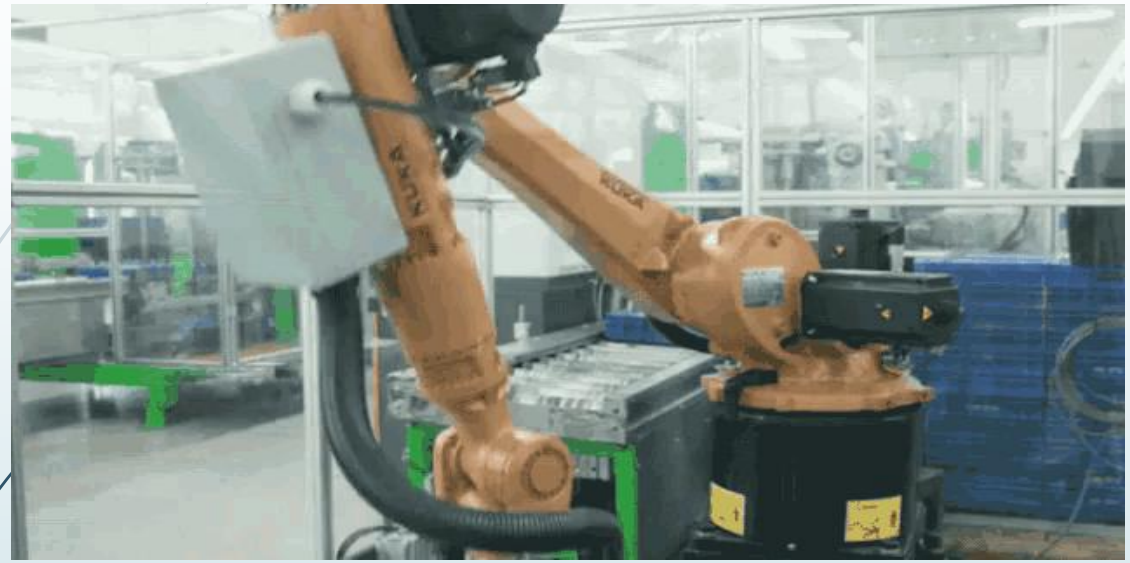




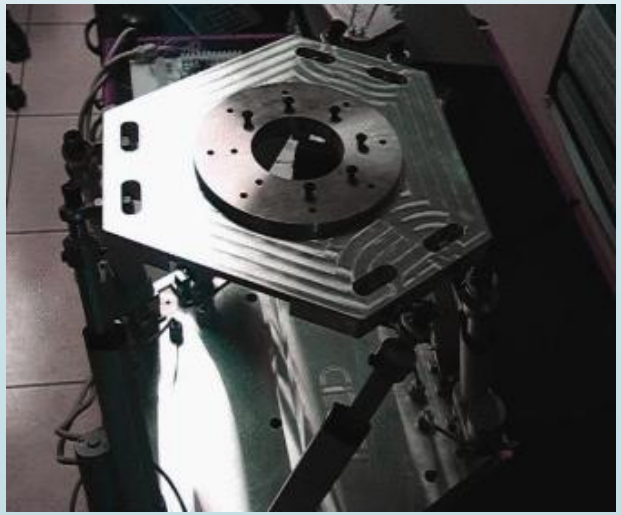


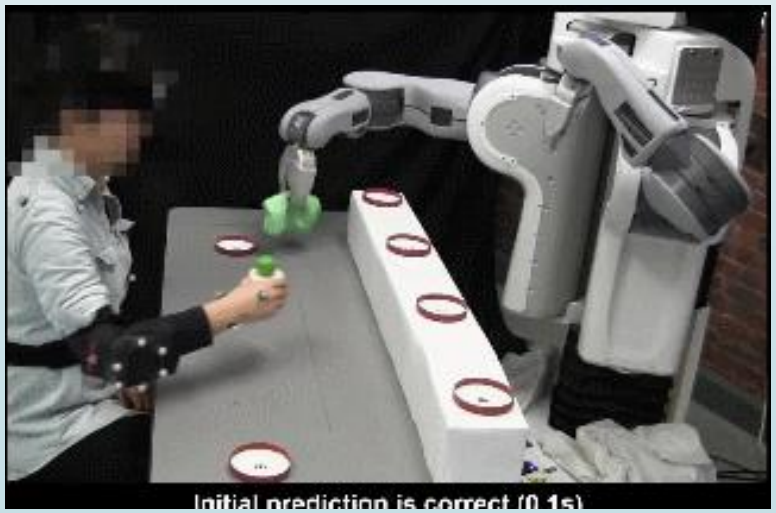
Clasificación general de los robots.

Fijos: Brazo Clásico. Paralelos. Colaborativos.



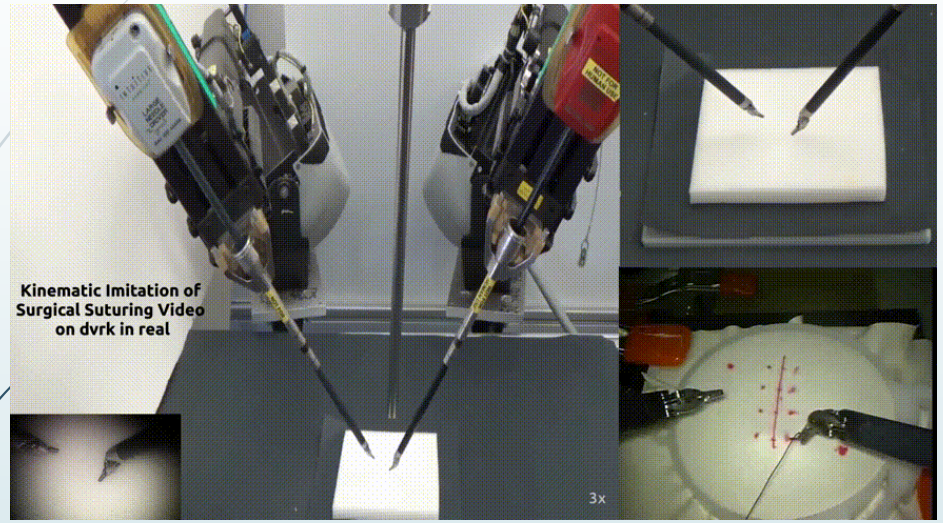








Clasificación general de los robots.
Inteligencia Baja o Nula

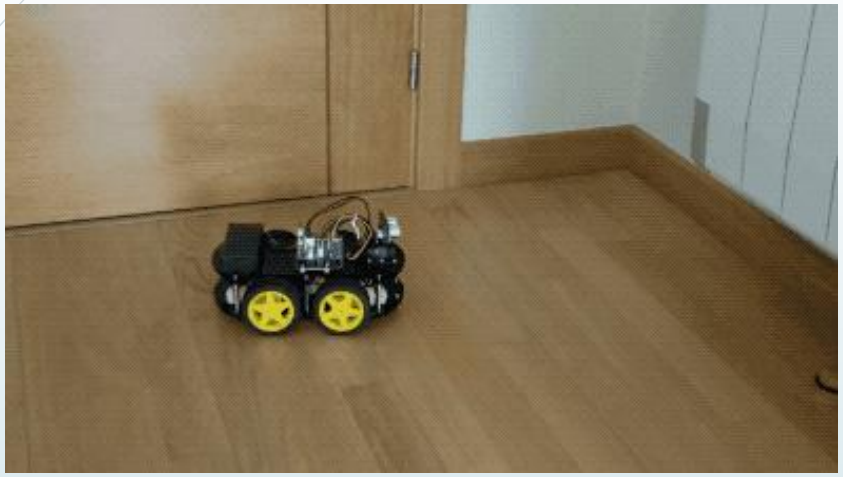








Clasificación general de los robots.
Inteligencia Intermedia







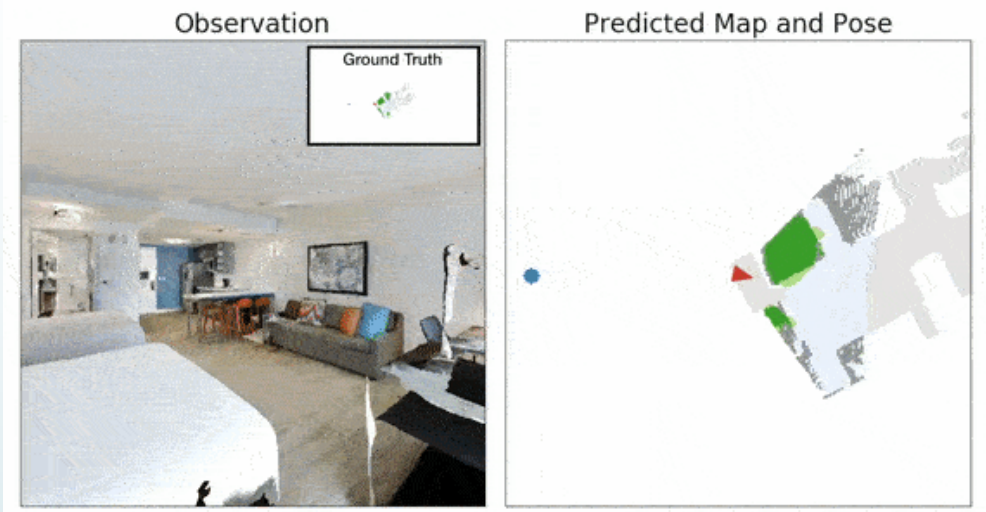


Clasificación general de los robots.
Inteligencia Elevada

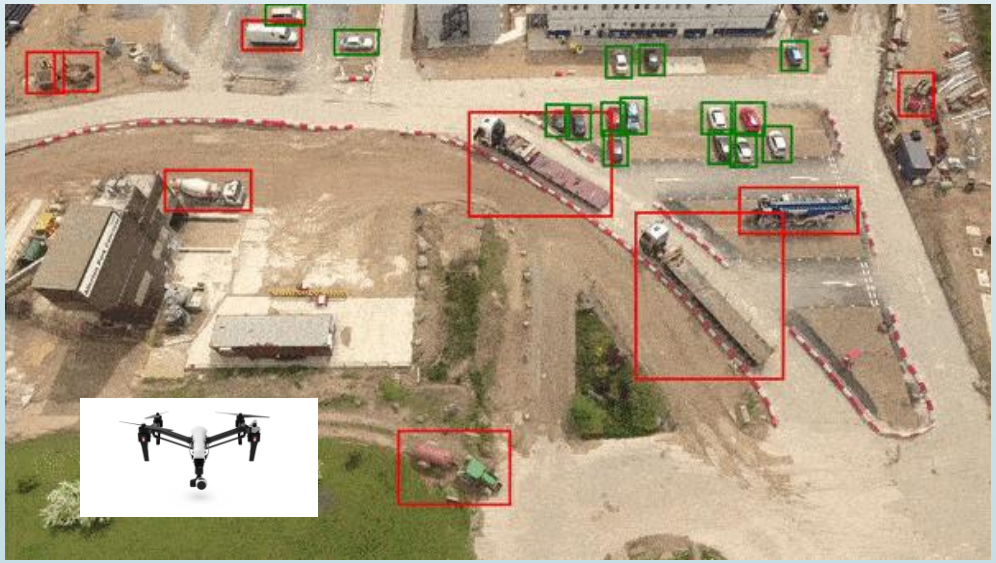


Manipulación e interacción con humanos





SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)



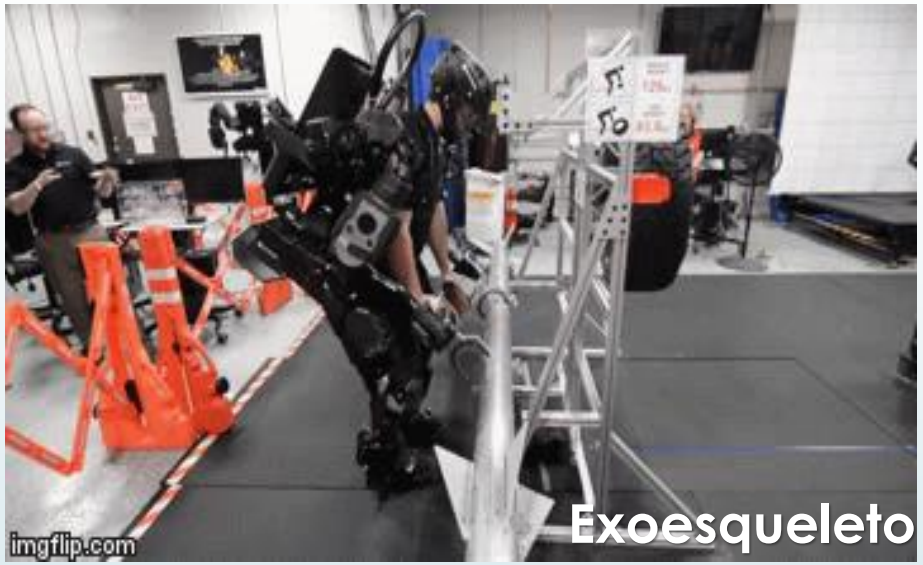
Clasificación general de los robots.

Control

MANUAL



SEMI-AUTOMÁTICO



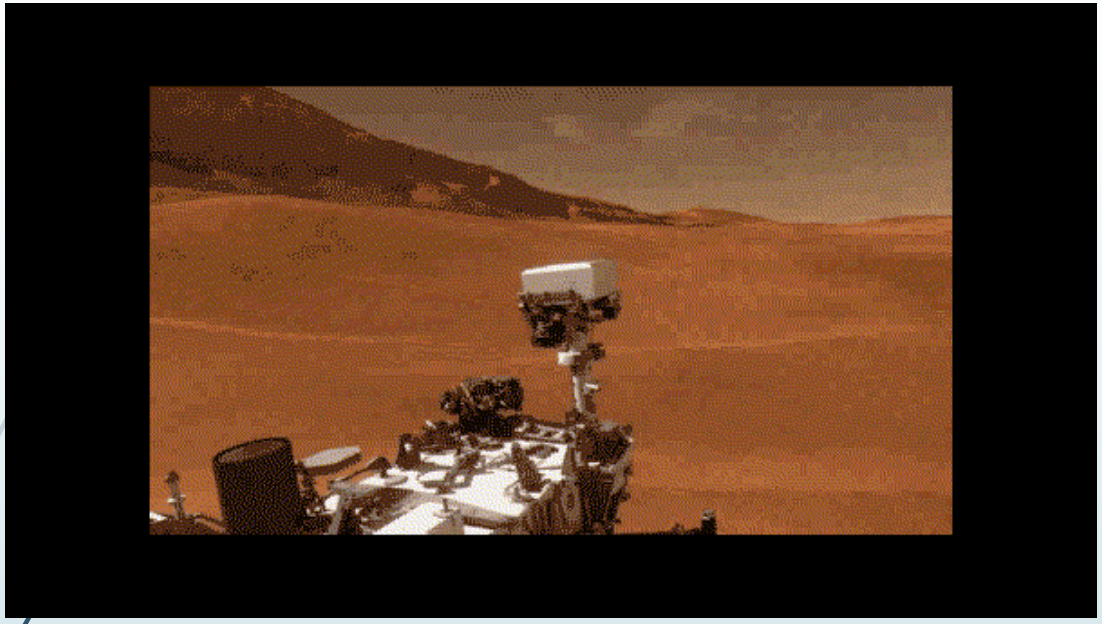
SEMI-AUTOMÁTICO



AUTOMÁTICO



Clasificación general de los robots.
Alimentación Externa





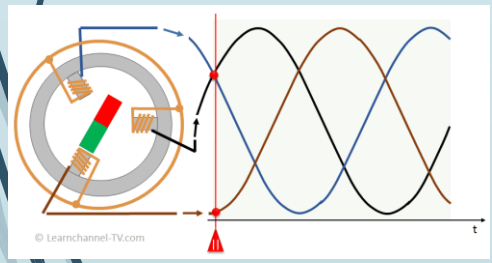
Eólica



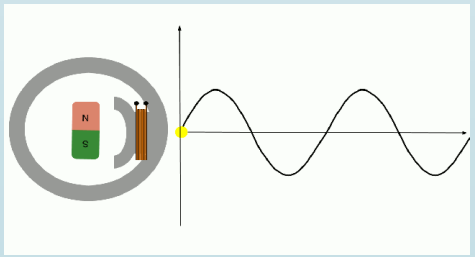
Solar

Corriente Alterna

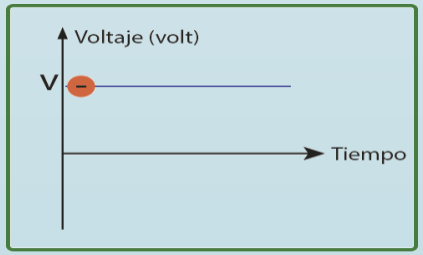
Trifásica



Monofásica



Corriente Continua





Combustión

Clasificación general de los robots. Alimentación Incorporada





Tecnología	Características Principales
Pilas Zinc-carbono	Baratas, baja densidad de energía, vida útil corta, no recargables.
Baterías Plomo-ácido	Robustas, bajo coste, capacidad de alta corriente de arranque, pesadas y contienen electrolito líquido (peligroso). Recargables.
Baterías Níquel-cadmio (Ni-Cd)	Larga vida útil, alta tasa de descarga, pero sufren de "efecto memoria" y el cadmio es tóxico. Recargables.
Baterías de Litio (Li-ion)	Alta densidad de energía, poco peso, no tienen efecto memoria. Más caras y requieren circuitos de protección para evitar sobrecalentamiento. Recargables.
Baterías Polímero Litio (LiPo)	Muy ligeras, permiten diseños muy finos y flexibles, excelente rendimiento en alta demanda de energía. Mayor riesgo de inflamación si se dañan o sobrecargan. Recargables.
Power-banks	No es una tecnología química, sino un producto final. Proporciona carga portátil. La capacidad (mAh) y la tecnología interna dependen del modelo. Recargables.

Clasificación general de los robots. Materiales y Estructura Mecánica Base Móvil

UAV, UGV, USV, UUV (Unmanned Air-Ground-Surface-Underwater Vehicle)



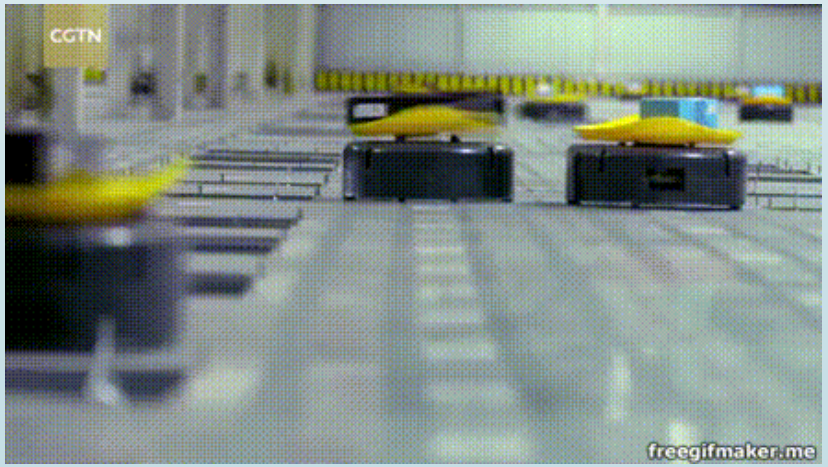






AGV (Automated Guided Vehicle)





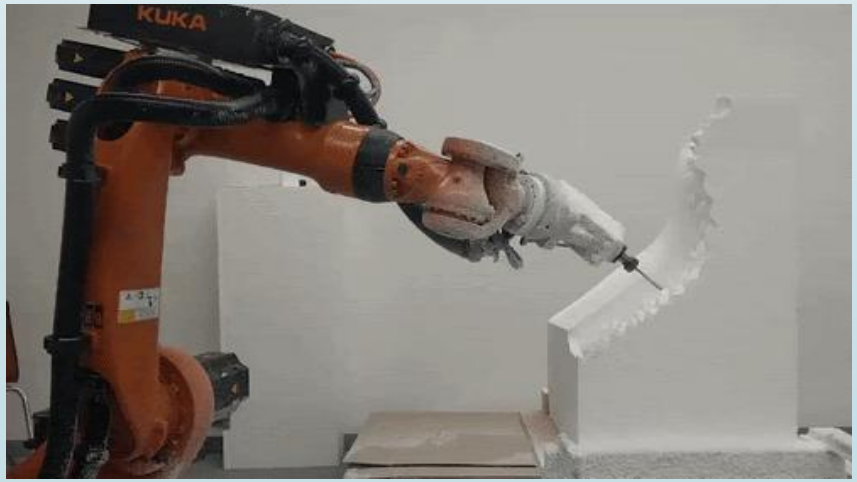


Clasificación general de los robots. Materiales y Estructura Mecánica

Manipuladores









Clasificación general de los robots. Materiales y Estructura Mecánica

Bio-miméticos

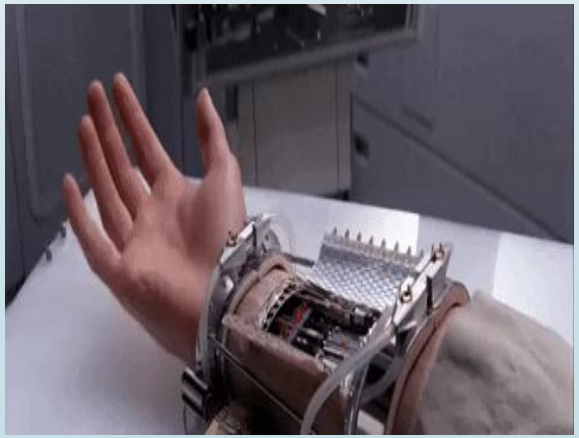






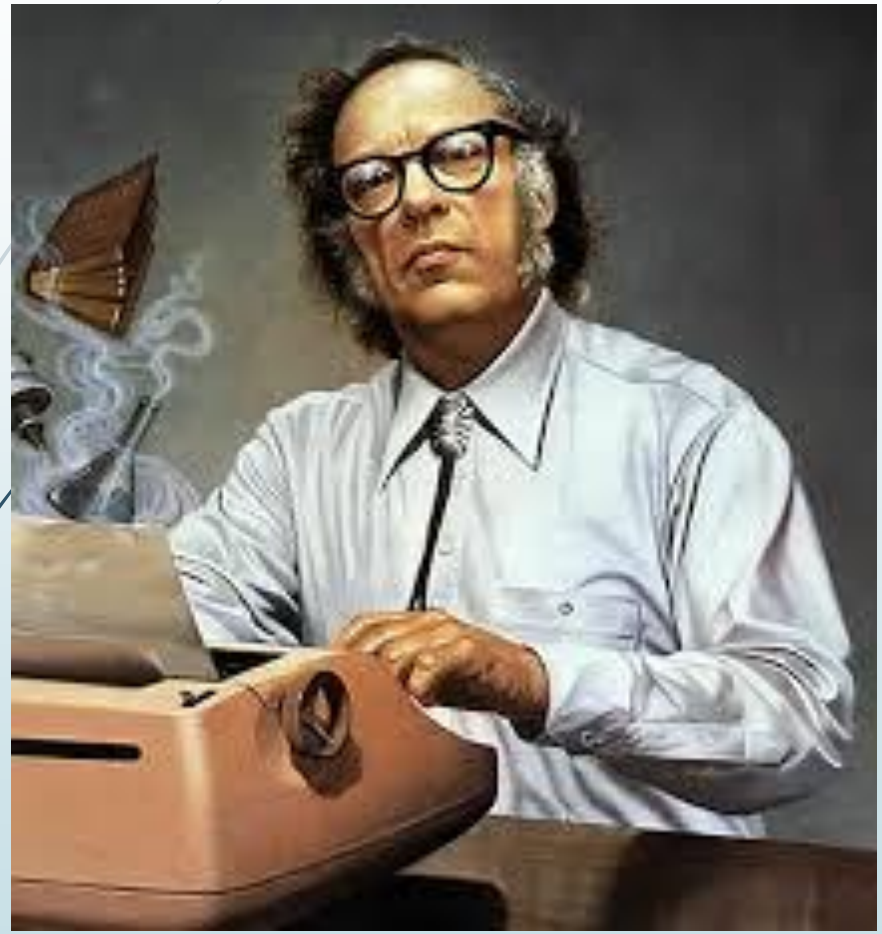








Leyes fundamentales de la robótica.
De la ciencia ficción a la realidad.

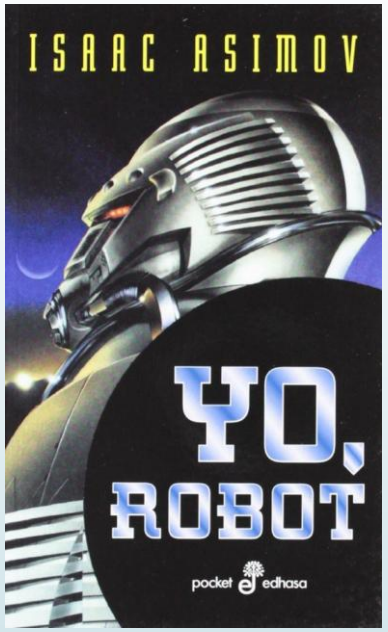


Isaac Asimov

- Nació en Petróvichi, Rusia, 2 de enero de 1920 y falleció en Nueva York, Estados Unidos, 6 de abril de 1992.
- Fue un escritor y profesor de bioquímica en la facultad de medicina de la universidad de Boston de origen ruso, nacionalizado estadounidense.
- Conocido por ser un prolífico autor de obras de ciencia ficción, historia y divulgación científica.
- También escribió sobre matemáticas, astronomía, y química.

Leyes fundamentales de la robótica.
De la ciencia ficción a la realidad.





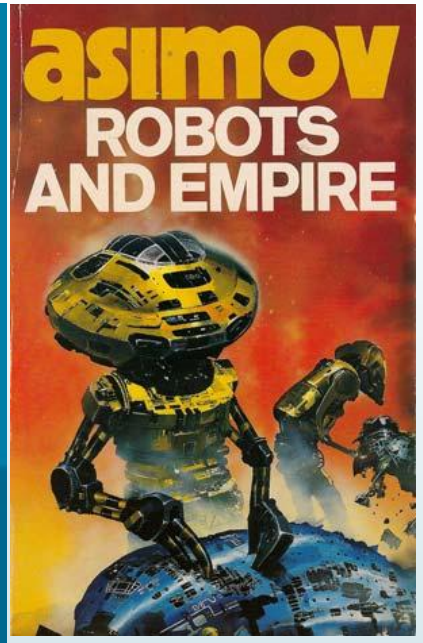


Escribió más de 500 obras de ciencia ficción, incluyendo decenas de novelas, relatos y cuentos. Dentro de los que se destacan El círculo vicioso (Runaround en inglés) de 1942, donde introduce las famosas 3 leyes de la robótica.

Leyes fundamentales de la robótica.

De la ciencia ficción a la realidad.





Posteriormente, en 1985, Asimov introdujo en su libro Robots e Imperio, una cuarta norma, denominada como Ley Cero de la Robótica, con el siguiente enunciado:

"Un robot no puede causar daño a la humanidad o, por inacción, permitir que la humanidad sufra daño, aun cuando ello entre en conflicto con las otras leyes"

Leyes fundamentales de la robótica.
De la ciencia ficción a la realidad.

Desde un punto de vista tecnológico…….
¿Cómo desearíamos que sean los Robots?



- **Autónomos**: que pudiesen desarrollar su tarea de forma independiente.
- **Fiables**: que siempre realizasen su tarea de la forma esperada.
- **Versátiles**: que pudiesen ser utilizados para varias tareas sin necesidad de modificaciones en su control ni en su morfología.

Leyes fundamentales de la robótica.
De la ciencia ficción a la realidad.

Las 6 leyes de la Robótica que propone la Unión Europea:



1. Todo robot deberá tener un interruptor de emergencia.
2. Ningún robot podrá hacer daño a un humano.
3. Prohibido crear vínculos emocionales con ellos.
4. Seguro obligatorio para los de mayor tamaño.
5. Los robots tendrán derechos y obligaciones.
6. Deberán pagar impuestos.

Leyes fundamentales de la robótica.
De la ciencia ficción a la realidad.

¿Y en Argentina?



El 16 de noviembre de 2020, el Instituto de Estudios Estratégicos y de Relaciones Internacionales (IEERI) del Círculo de Legisladores de la Nación Argentina (CLNA) con el apoyo del Congreso de la Nación dio inicio a la sesión parlamentaria de apertura y constitución de las comisiones para el tratamiento del proyecto de ley sobre inteligencia artificial y robótica.

El este proyecto está pendiente de tratamiento.

Inteligencia Artificial.

¿Qué es la inteligencia artificial?



- **IA (Inteligencia Artificial):** un software capaz de imitar el razonamiento humano: Sistemas Expertos, Redes Neuronales, Fuzzy Logic, Algoritmos Genéticos.
- **ML (Machine Learning):** un subconjunto de Inteligencia Artificial donde las personas «entrenan» a las máquinas para reconocer patrones basados en datos y hacer sus predicciones.
- **DL (Deep Learning):** un subconjunto de ML en el que la máquina es capaz de razonar y sacar sus propias conclusiones, aprendiendo por sí misma.

Plan Nacional de IA Argentina:

https://ia-latam.com/portfolio/plan-nacional-de-ia-gobierno-de-argentina/

Inteligencia Artificial.

Clasificación de objetos con Google Teachable Machine.

https://www.youtube.com/watch?v=Dr5W3XDNF88



Inteligencia Artificial.

Robot controlado por gestos con Google Teachable Machine, Arduino Uno y plataforma de programación PictoBlox:

https://www.youtube.com/watch?v=ARR3YWnTf-o



Inteligencia Artificial.

TinyML y Edge Impulse.

https://www.youtube.com/watch?v=KtK9S2HSep4



Inteligencia Artificial.

Comparativa Rápida		
Plataforma de ML para Arduino UNO	Google Teachable Machine	TinyML con Edge Impulse
Ubicación del Modelo	Se ejecuta en el navegador de tu PC.	Se ejecuta dentro del chip del dispositivo.
Rol de Arduino Uno	Actúa como un "esclavo" que recibe órdenes por USB.	Actúa como un sistema autónomo e inteligente.
Conexión	Requiere estar siempre conectado a la computadora.	Puede funcionar con baterías y sin internet/PC.
Dificultad	Muy baja (no requiere programar la IA).	Media-Alta (requiere optimizar el modelo).