

## I.- INTRODUCCIÓN

---

- 1.1.- Conceptos generales.
  - 1.2.- Un poco de Historia
  - 1.3.- Modelado de Robots: Sistemas dinámicos
  - 1.4.- Sistemas de Control.
  - 1.5.- Sistemas Robóticos.
- 





## 1.1 Conceptos Generales

‘ROBOTA’



Fuerza del trabajo o Servidumbre  
(Karel Capek, R.U.R. 1921)

*Primera mitad Siglo XX*

Máquinas → Amplificación de la potencia muscular *del hombre*

*Finales de Siglo XX*

Máquinas Inteligentes → Sistemas capaces de procesar información

***Primer Robot Industrial patentado***  
**George Devol (1954)**



## ¿Qué es un Robot?

### Automaton: El que se mueve por si mismo

¿Un robot es un dispositivo electrónico y generalmente mecánico, que desempeña tareas automáticamente, ya sea de acuerdo a supervisión humana directa, a través de un programa predefinido o siguiendo un conjunto de reglas generales?

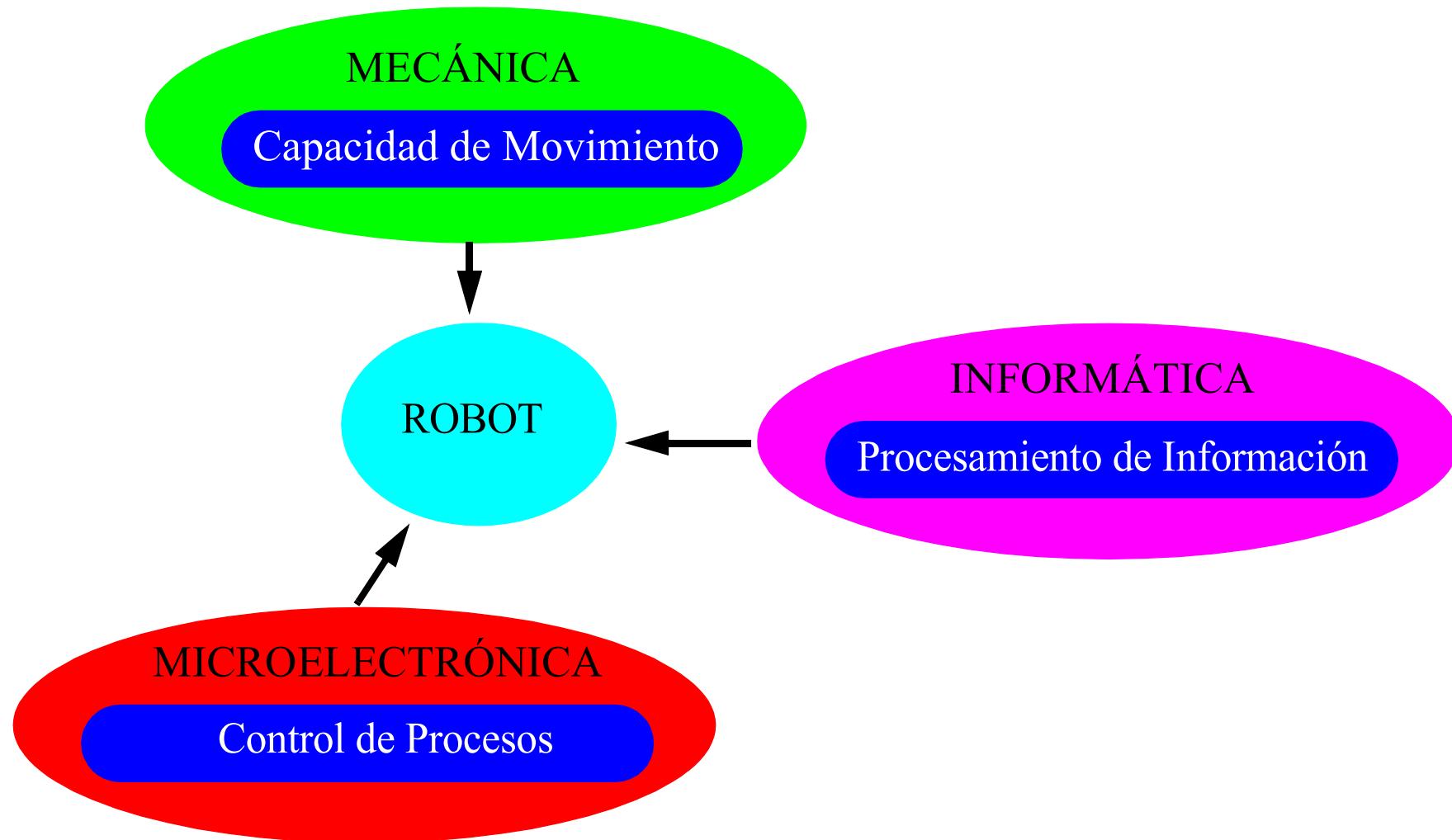
¿Una batidora es un robot?



¿Un coche autónomo es un robot?

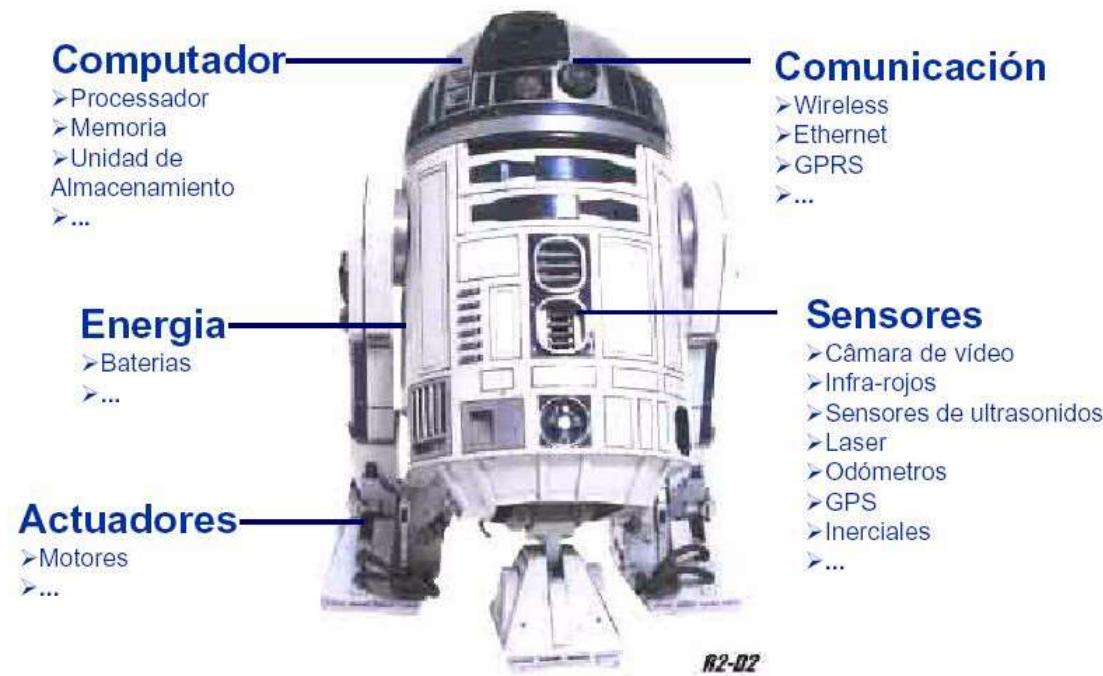


## ¿Qué es un Robot?





## ¿Qué es un Robot?



**Palabras Clave:** Modelos de Robot, Control del Movimientos, Percepción, Planificación, Navegación...

## 1.2.- UN POCO DE HISTORIA



Universidad  
de Huelva

*Son todos los que están*

*pero...*

*No están todos los que son...*



## 1.2.- UN POCO DE HISTORIA

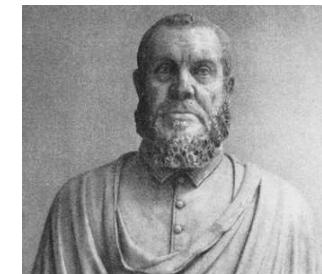
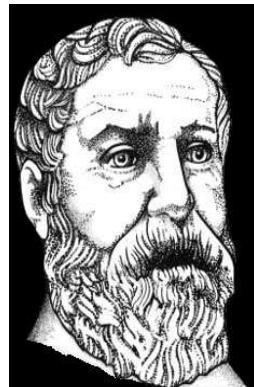
### *Hablemos del ayer Remoto:*

#### *La era de los Autómatas*



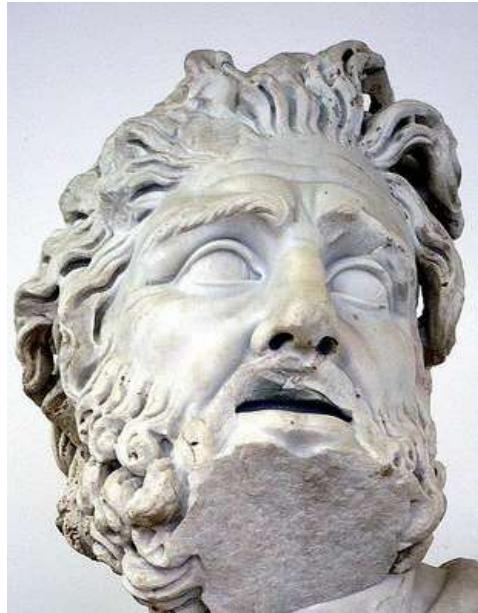
MECÁNICA

Capacidad de Movimiento





## UN POCO DE HISTORIA



Ya desde el principio...  
**sobre 900–800 a. C.**

Dédalo Construyó a Talos

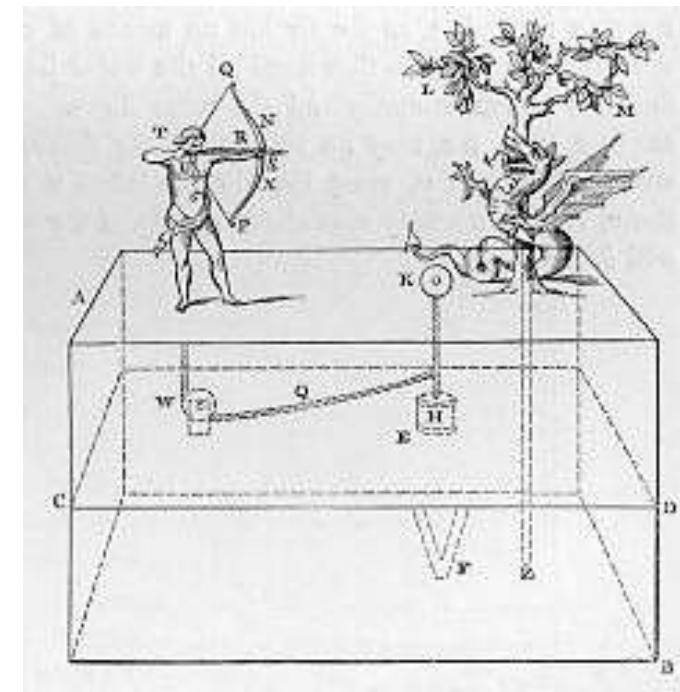
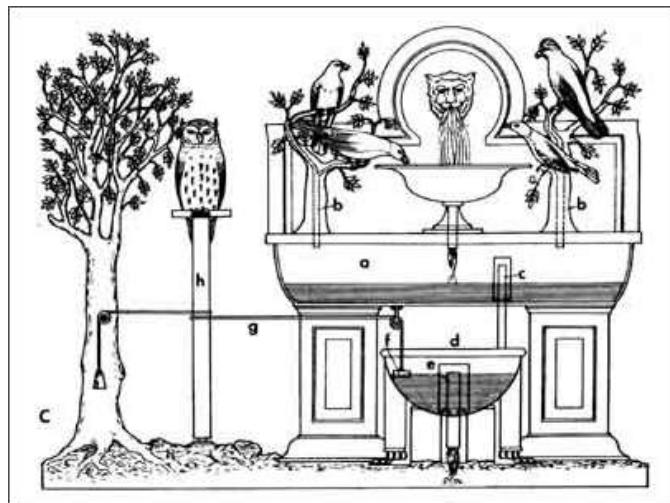
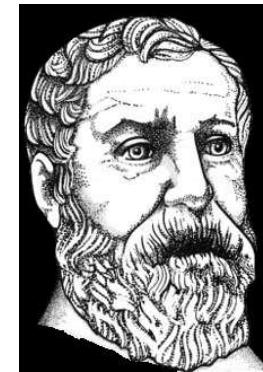


El gigantesco hombre de bronce que protegía Creta



## UN POCO DE HISTORIA

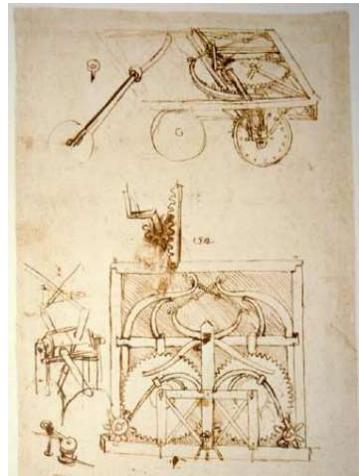
Herón de Alejandría  
**Siglo I a.C**





## UN POCO DE HISTORIA

### Los Robots de Leonardo 1452-1519



¿El primer robot móvil?



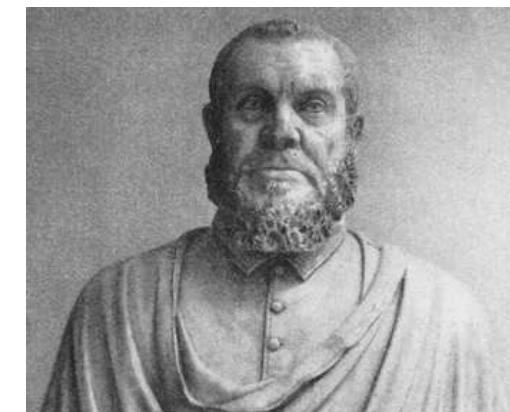
¿El primer humanoide?



## UN POCO DE HISTORIA

## EL HOMBRE DE PALO DE JUANELO TURRIANO (1500-1585)

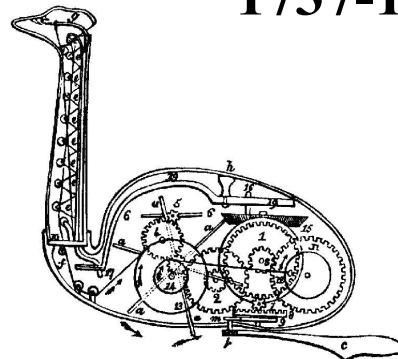
La leyenda más extendida en la ciudad de Toledo afirma que consistía en un aparato antropomórfico de madera, construido con el fin de recolectar limosnas, y con capacidad para mover piernas y brazos.



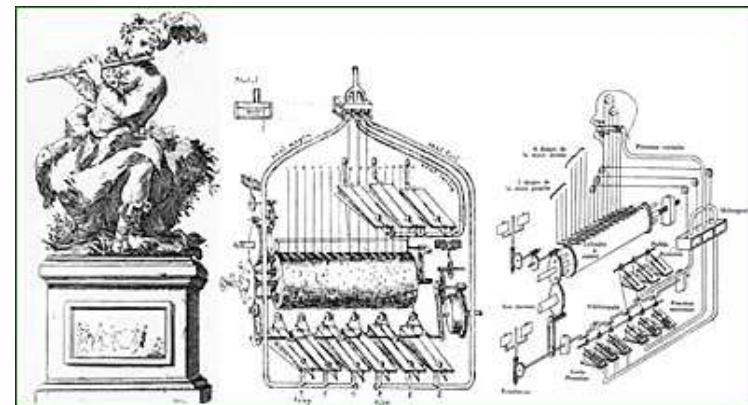
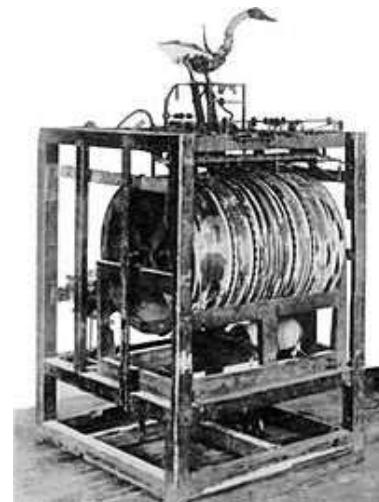


## UN POCO DE HISTORIA

Jacques Vaucanson (1709-1782)  
**1737-1743**



*Pato con aparato digestivo*



*El flautista*

## UN POCO DE HISTORIA

Pierre Jaquet-Droz (1721–1790)  
**1768-1774**

*El arte del relojero*





## UN POCO DE HISTORIA

Robert-Houdin  
**1805 – 1871**

*El mago de los autómatas*

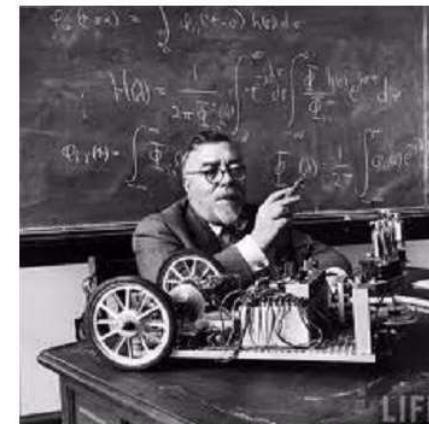
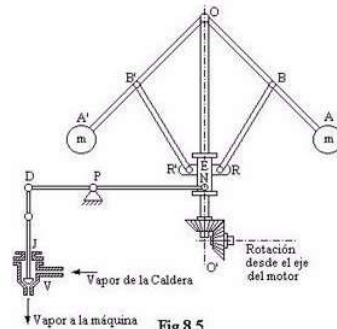


Fue el primer mago que empleó la electricidad en sus trucos.



## UN POCO DE HISTORIA

La Realimentación entra en escena..



ELECTRÓNICA

Control de Procesos

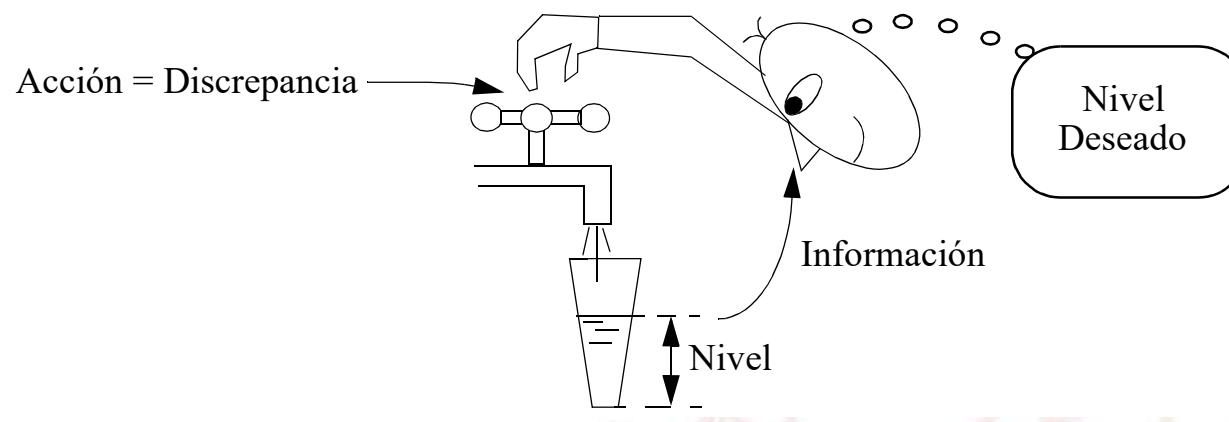




## LA ESTRUCTURAS DE REALIMENTACIÓN

**Ejemplo:** proceso de llenado un vaso de agua.

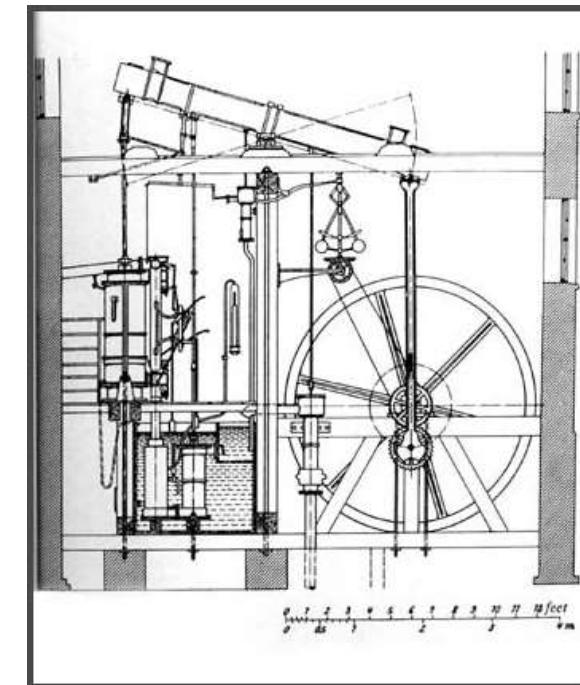
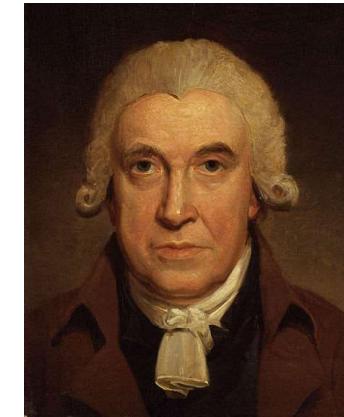
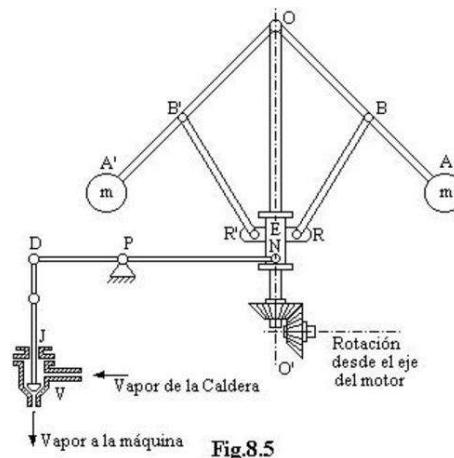
- a)Abre el grifo (acción externa)
- b)Observa como aumenta el nivel del agua en el vaso comparándolo con el nivel deseado (transmisión circular de la información)
- c)Lo cierra gradualmente conforme se va alcanzando el nivel deseado (modificación de la acción realizada).





## UN POCO DE HISTORIA

James Watt  
1736-1819

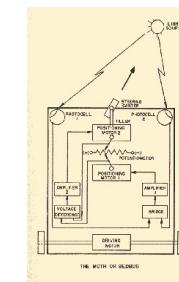
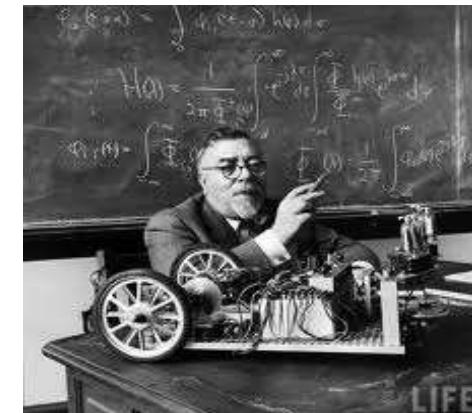
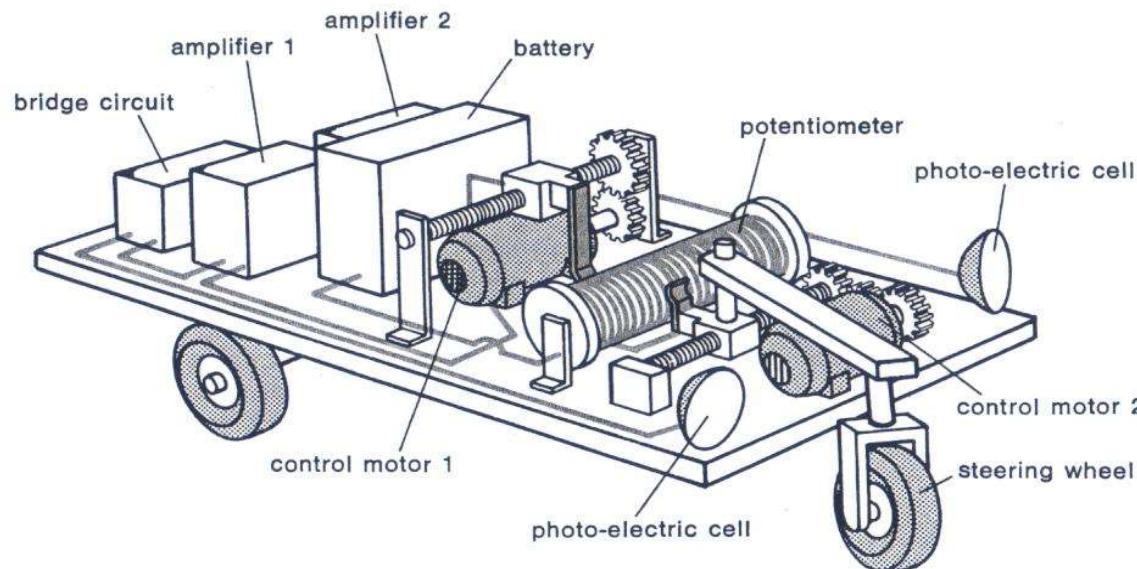


**Regulador:** Mecanismo cuya misión principal es adoptar una posición que dependa de la velocidad de giro de un eje y que dicha posición controle la mayor o menor acción motora sobre la carga del sistema

## UN POCO DE HISTORIA

Desde 1942 investigó acerca de los robots y sistemas automáticos, desarrollando así los fundamentos de una nueva ciencia: la cibernetica, vocablo adoptado por Wiener en 1947, y que procede del griego "kybernetes" y que significa piloto.

Norbert Wiener  
**1894-1964**

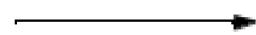




## UN POCO DE HISTORIA

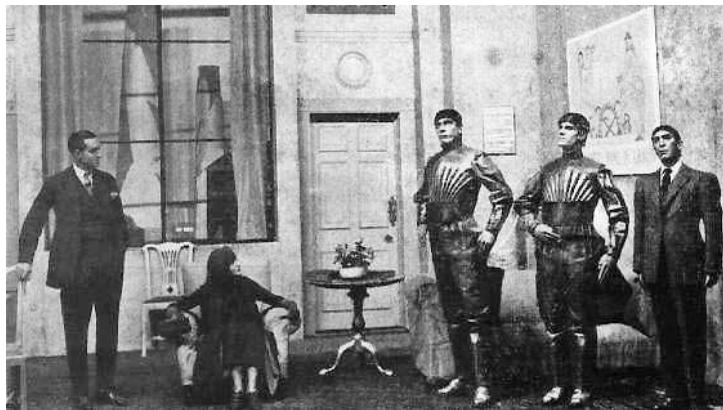
Karel Čapek  
**1890-1938**

‘ROBOTA’



Fuerza del trabajo o Servidumbre

1920 – R.U.R. (Rossum's Universal Robots)

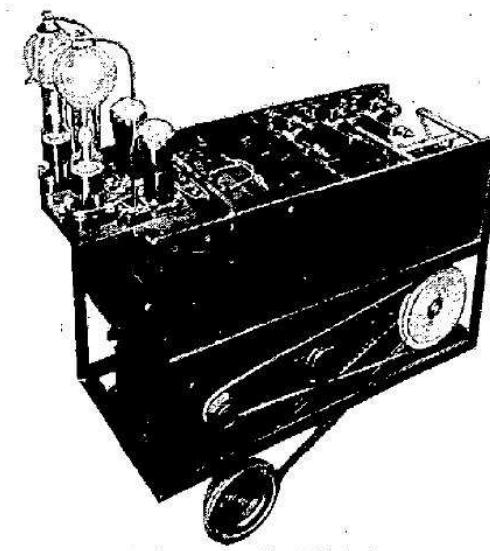
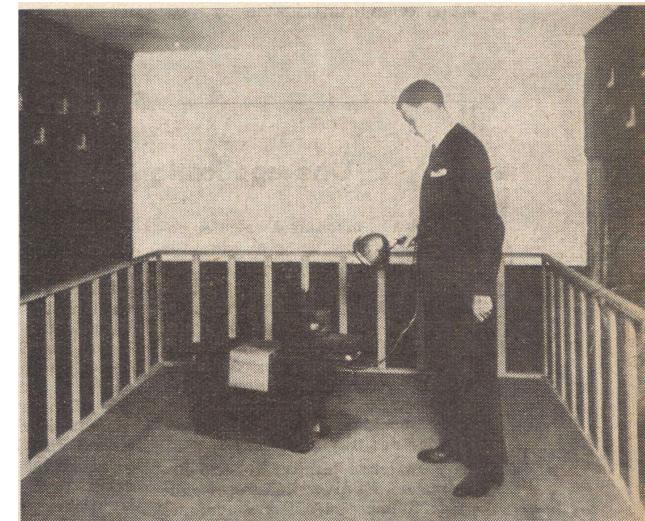
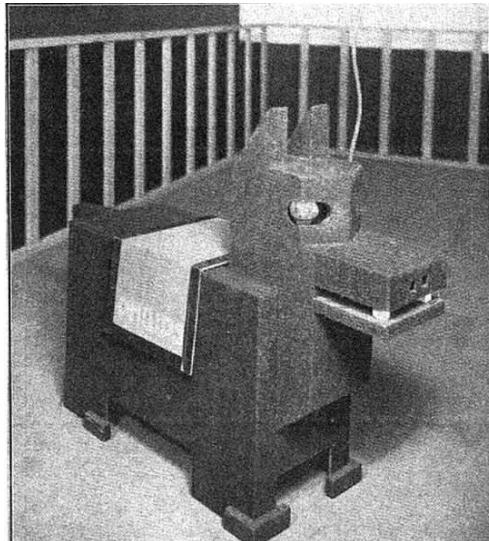




## UN POCO DE HISTORIA

Henri Piraux  
**1929**

The Radio Dog



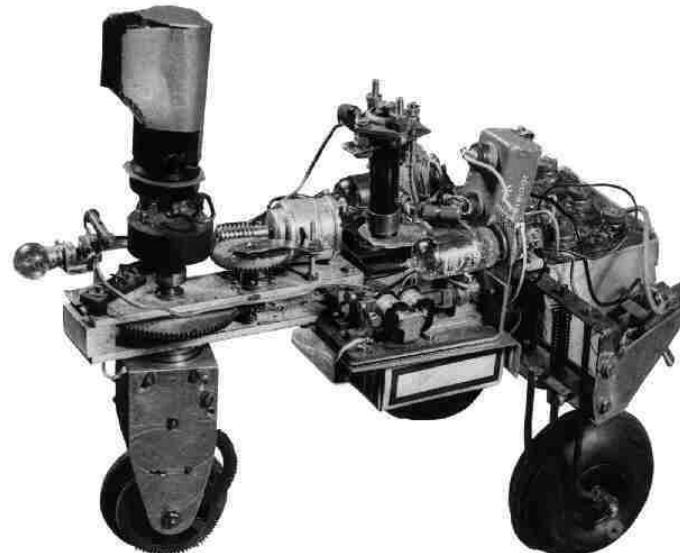
*The Mechanism of the French Mechan.*

## UN POCO DE HISTORIA



Universidad  
de Huelva

W. Grey Walter  
**1910 – 1977**



Las Tortugas Elmer y Elsie  
**1948**





## UN POCO DE HISTORIA

Albert Ducrocq  
**1921-2001**



Miso 1-Miso 3  
**1951**



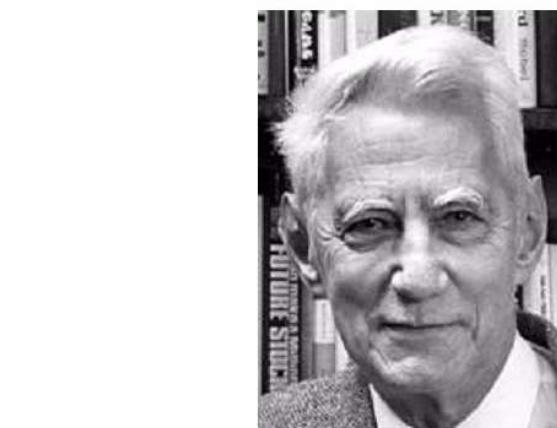
## UN POCO DE HISTORIA UN POCO DE HISTORIA Procesando la información..

Aparece la Inteligencia de los robots....

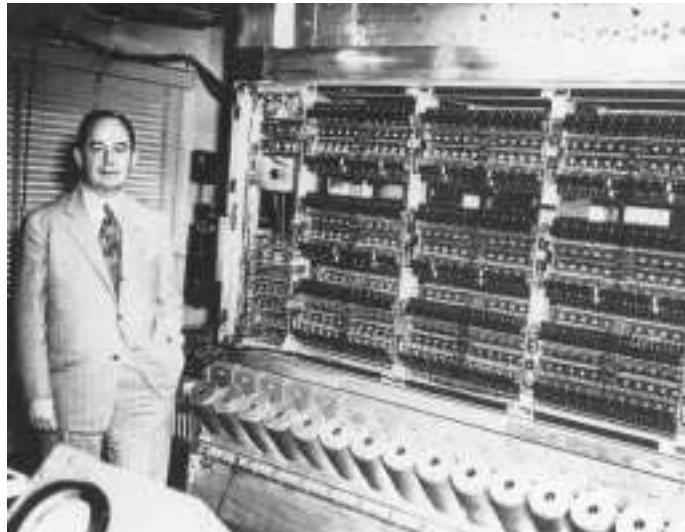


COMPUTACIÓN

Procesamiento de Información



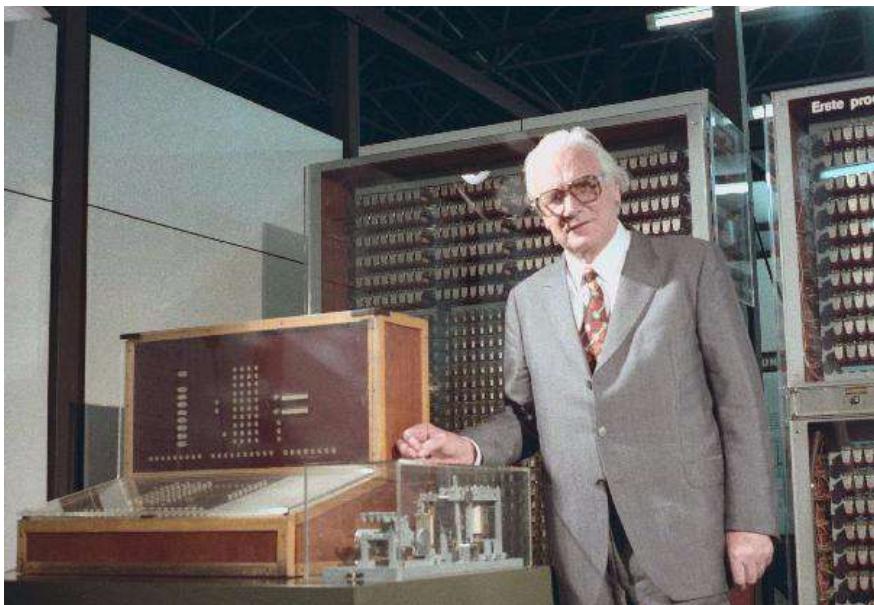
## John von Neumann 1903- 1957



## UN POCO DE HISTORIA

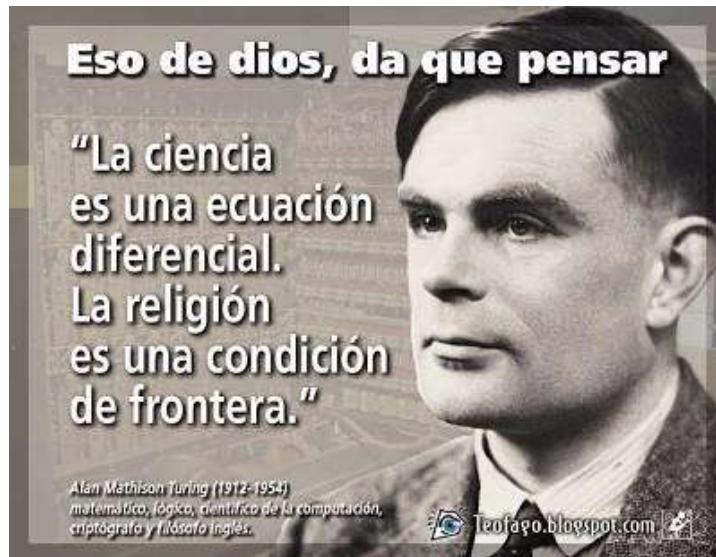
Su logro más destacado fue terminar la primera computadora controlada por programas que funcionaba, la **Z3** en **1941**. También fundó la primera compañía de ordenadores en 1946 y construyó la **Z4**, que se convirtió en **1950** en la **primera computadora en ser comercializada**

Konrad Zuse  
**1910-1995**



## UN POCO DE HISTORIA

Es considerado uno de los **padres de la ciencia de la computación** siendo el precursor de la informática moderna. Proporcionó una influyente formalización de los conceptos de algoritmo y computación: la **máquina de Turing**.



Alan Turing  
**1912-1954**

## UN POCO DE HISTORIA

En 1950 Shannon de los laboratorios Bell construyó el primer ratón capaz de escapar de un laberinto y aprender el camino.

Claude Elwood Shannon  
**1916 - 2001**



*Es el padre de la teoría de la comunicación*

## UN POCO DE HISTORIA

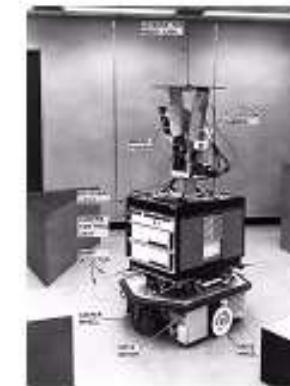
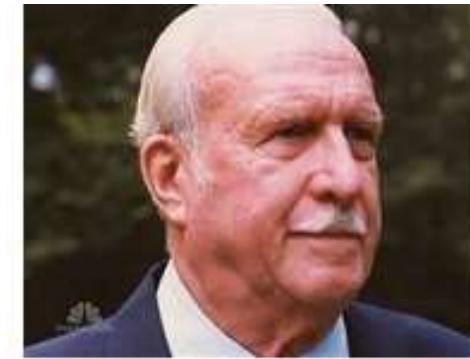
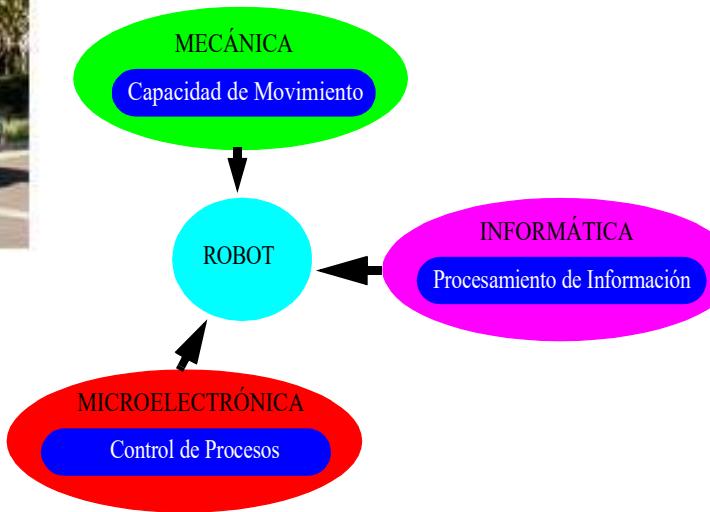
Matemático, ingeniero eléctrico, informático y profesor azerbaiyano de la Universidad de Berkeley. Es famoso por introducir en **1965** la teoría de **conjuntos difusos o lógica difusa**



Lotfi Zadeh  
**1921**



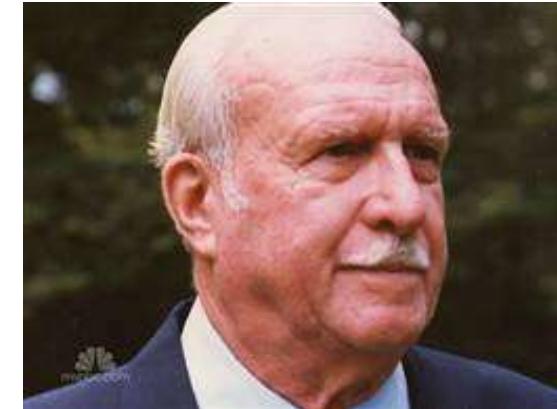
## UN POCO DE HISTORIA El Robot como síntesis





## UN POCO DE HISTORIA

**GEORGE DEVOL**  
1916 - 2001



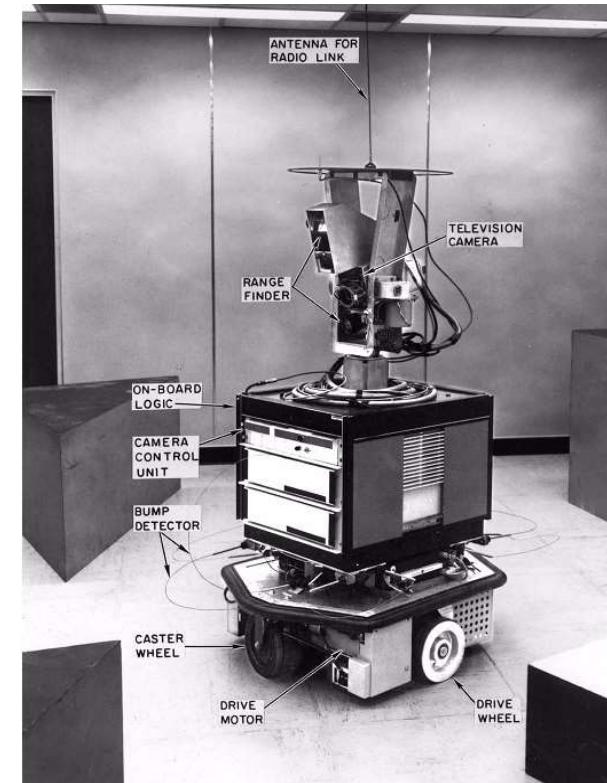
Fue en 1954 **Devol** concibió la idea de un dispositivo de transferencia programada de artículos. Este fue el primer robot programable. Lo materializa, en 1959, **Joseph Engelberger**. Es el germen de la empresa **Unimation**, posteriormente **Staubly**.



## UN POCO DE HISTORIA

## Shakey (Standford)

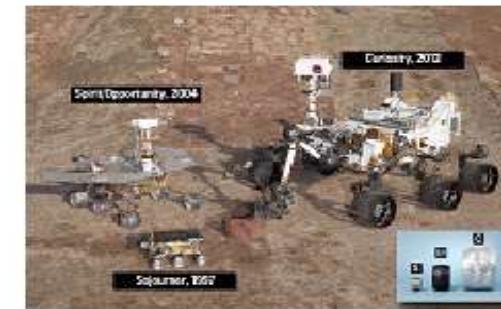
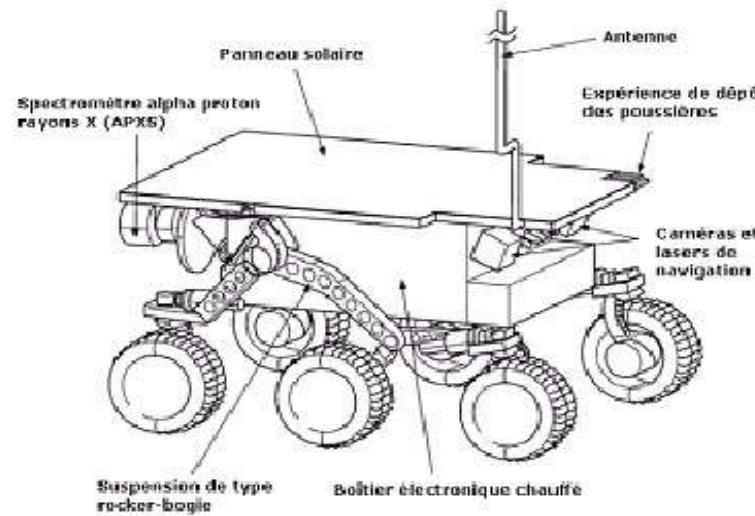
1966-1972



El robot **Shakey** fue el primer robot en ser capaz de razonar acerca de sus propias acciones, identificando objetos mediante análisis de imagen y obedeciendo órdenes en lenguaje natural y planificando tareas



## UN POCO DE HISTORIA

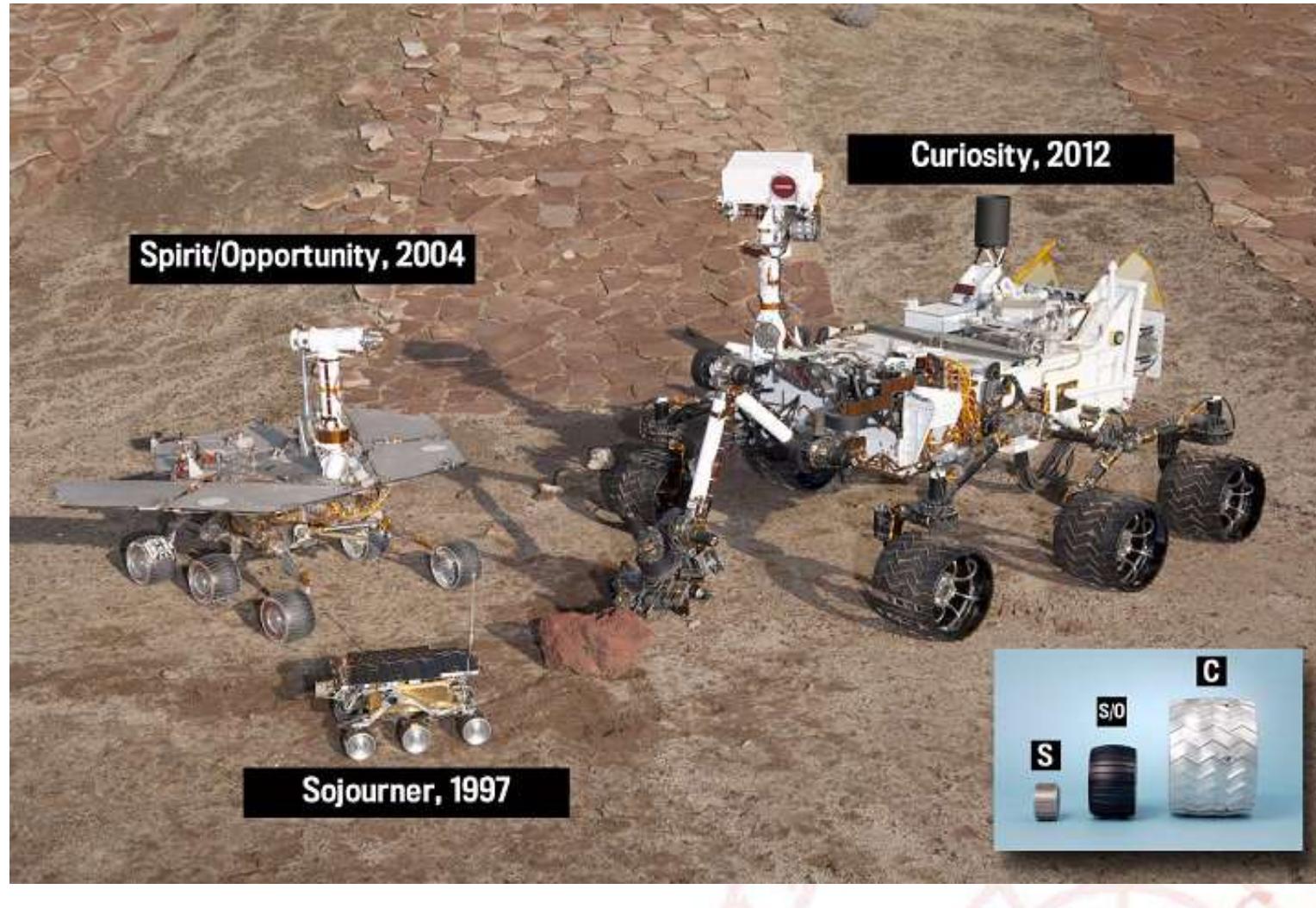
**Sojourner (Mars Pathfinder)**  
1996-1997

El Sojourner era un vehículo de seis ruedas con un peso de 10,6 kg y estaba facultado para desplazarse unos 500 metros desde el lander. Su velocidad máxima era de 1 centímetro por segundo



## UN POCO DE HISTORIA

### Sojourner (Mars Pathfinder) 1996-1997





## UN POCO DE HISTORIA

ASIMO (HONDA)  
**1986-2011**

ASIMO (acrónimo de "Advanced Step in Innovative Mobility"- paso avanzado en movilidad innovadora),



E0->E6->P1->P3-> ASIMO



QRIO (SONY)



NAO (ALDB)



## UN POCO DE HISTORIA

Sebastian Thrun (Google/Udacity)  
**1967**



El 9 de octubre de 2005, Stanley y la Racing Team Stanford recibieron 2 millones de dólares por ser el primer equipo en completar el curso de 132 millas DARPA Grand Challenge en el desierto de Mojave de California.

Stanley terminó en poco menos de 6 horas y 54 minutos y un promedio de más de 19 kilómetros por hora en el curso.

## UN POCO DE HISTORIA

**1920:** Karel Capek emplea por primera vez la palabra checa “robo”

**1938:** Los americanos Willard Pollard y Harold Roselund fabrican la primera máquina para pintar con spray.

**1951:** Raymond Goertz diseña el primer brazo mecánico manejado a distancia para la Comisión de la Energía Atómica

**1954:** George Devol diseña el primer robot programable comercial. Se comercializaría a partir de 1961.

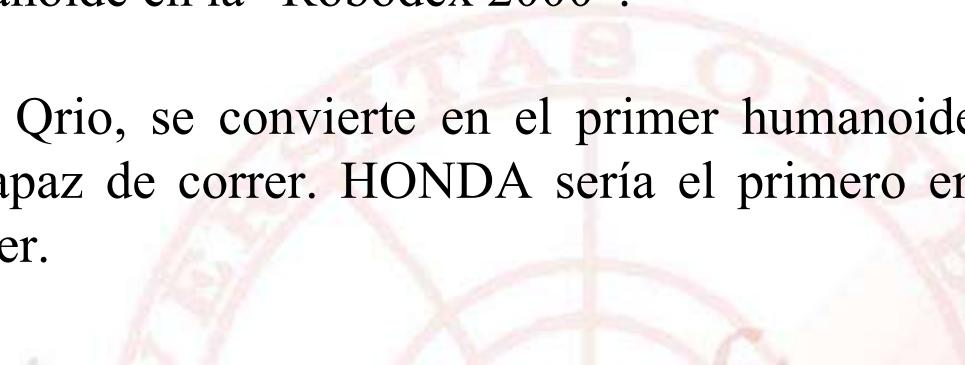
**1959:** Se funda el Artificial Intelligence Laboratory en el MIT.

**1960:** Sale al mercado el primer robot comercial. El robot se llamó "Versatran".

**1965:** Se funda el Robotics Institute en la “Carnegie Melon University”.



- 1973:** Aparece el primer robot controlado por un mini-ordenador, el robot es el “T3”. Los "mini-ordenadores" de esta época pesaban habitualmente más 30 kilos.
- 1976:** El robot de la NASA “Viking II” aterriza en Marte. Disponía de un brazo robótico articulado.
- 1978:** Empiezan a surgir numerosas empresas dedicadas a la fabricación de robots para la industria.
- 1986:** HONDA, inicia un proyecto para construir un robot humanoide.
- 1997:** HONDA presenta P3 un enorme robot humanoide.
- 1997:** Sojourner
- 1999:** SONY lanza "Aibo" un perro-robot.
- 2000:** SONY presenta un pequeño humanoide en la “Robodex 2000”.
- 2003:** El robot humanoide de SONY, Qrio, se convierte en el primer humanoide comercial completamente autónomo capaz de correr. HONDA sería el primero en caminar, pero SONY el primero en correr.



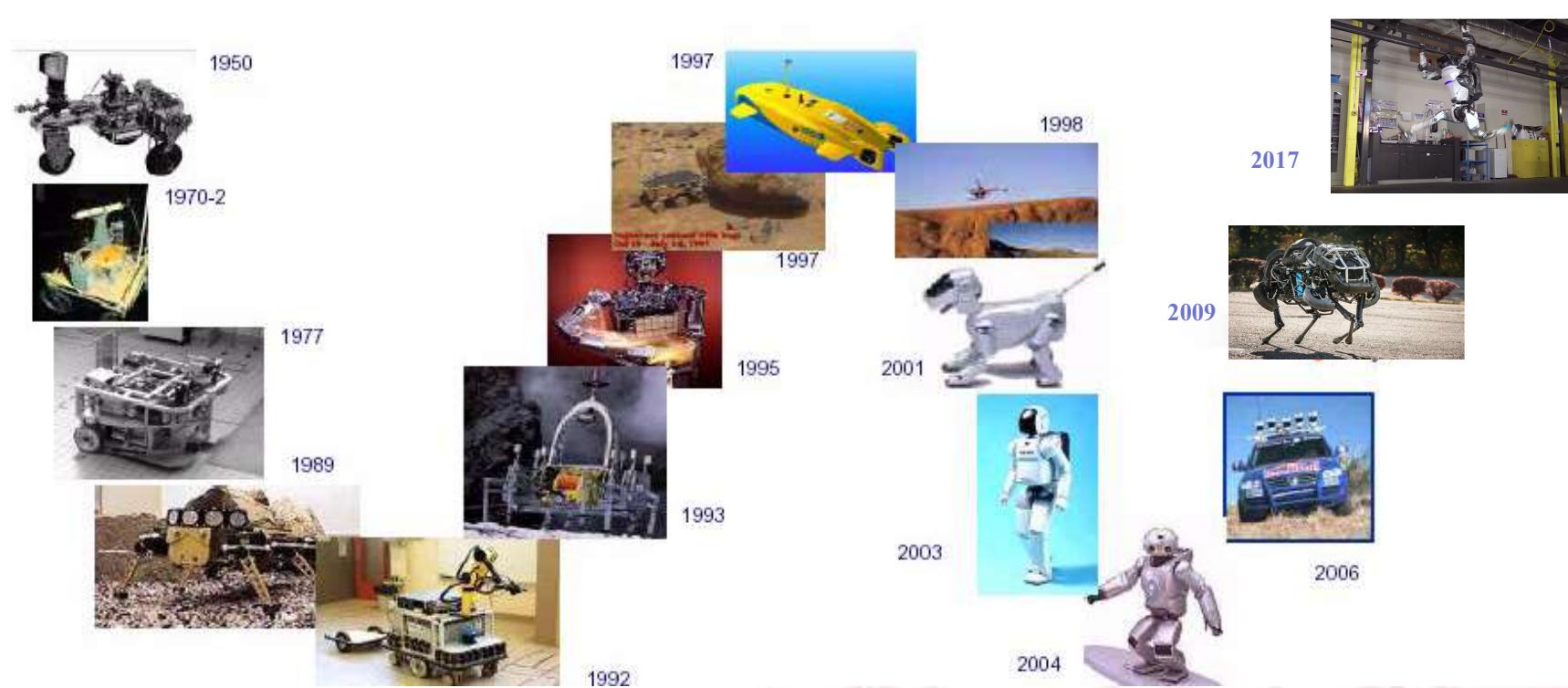


**2004:** Primera edición del "Darpa Grand Challenge".

**2004:** Spirit

**2005:** Stanley (Stanford Racing Team whose leader is Sebastian Thrun) wins, the 2005 DARPA Grand Challenge (132 ml in 6:58:58), earning the 2 million dollar prize, the largest prize money in robotic history.

**2005:** Big Dog (Boston Dynamics)....





## 1.3.- Modelado de Robots: Sistemas Dinámicos

### SISTEMA ESTÁTICO

El valor presente de los atributos depende solamente del valor presente de las interacciones externas. Los atributos permanecen constantes si el valor de las interacciones externas no cambian.

**Ejemplo:** Decodificador

### SISTEMA DINÁMICO

El valor presente de los atributos depende tanto del valor presente de las interacciones como de los valores pasados de los atributos. Los atributos pueden cambiar aun cuando no lo haga el valor de las interacciones.

**Ejemplo:** Sistemas Secuenciales

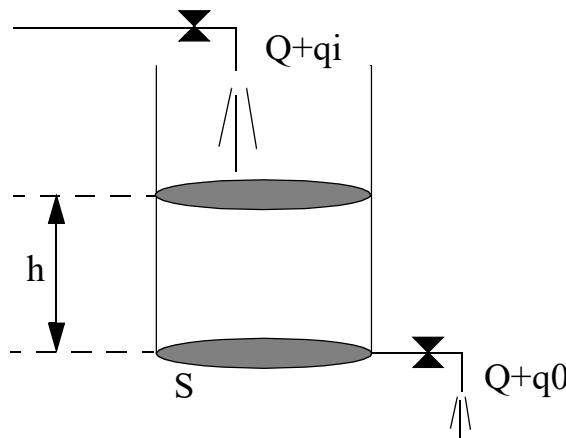


## Sistemas Dinámicos

**Estado.**- Especificación del valor de aquellas magnitudes que:

- A partir de ellas es posible obtener el valor de todos los atributos que caracterizan el sistema.
- Su conocimiento, junto al de las variables de entrada, permite predecir la evolución de los atributos

**Ejemplo:** depósito

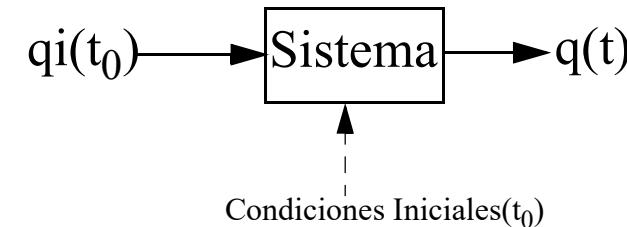
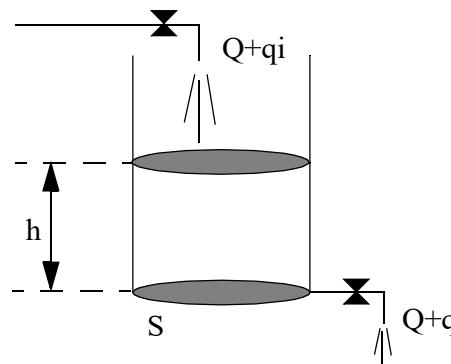


**Atributos:**

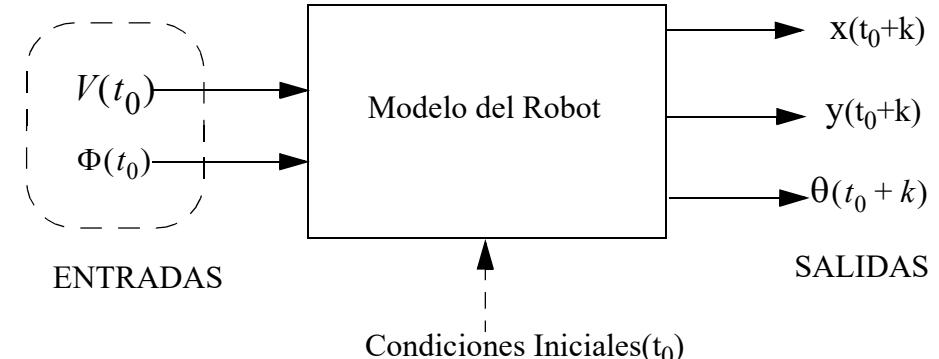
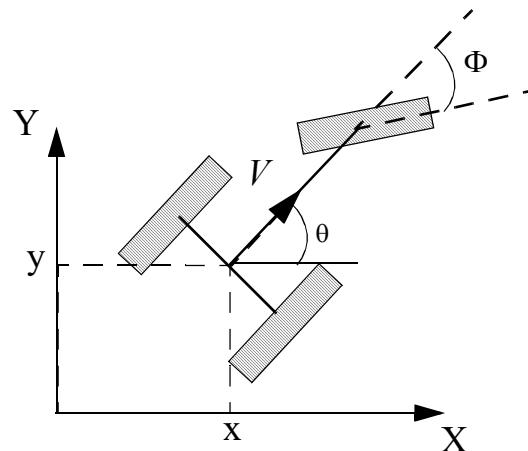
Volumen de Agua V  
Flujo de salida  $q_0$   
Flujo de entrada  $q_i$   
Nivel del líquido  $h$



## REPRESENTACIÓN ENTRADA SALIDA



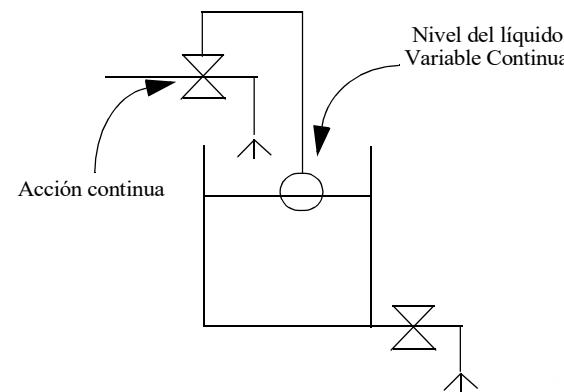
## UN ROBOT COMO SISTEMA DINÁMICO



## Sistemas Dinámicos en Tiempo Continuo

Las magnitudes que determinan la evolución del proceso cambian de forma continua en el tiempo. Existe una similitud entre los procesos continuos y los sistemas electrónicos analógicos.

**Ejemplo.-** Sistema de llenado de una caldera industrial, se trata de mantener el nivel un líquido. La altura cambia de forma continua.



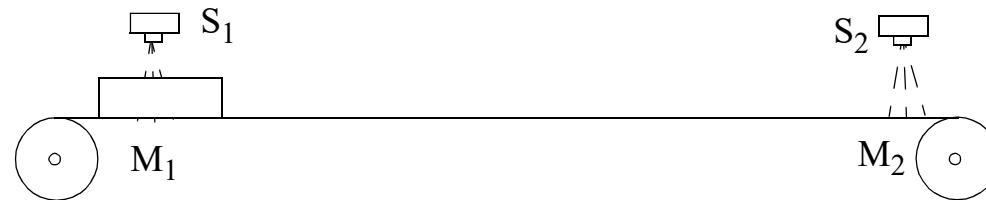
Si la evolución de las magnitudes es registrada mediante un sistema de muestreo (computador), se denominan sistemas muestrados o en **Tiempo Discreto**.



## Sistemas Eventos Discretos

Las magnitudes que determinan la evolución del proceso cambian de forma discreta o discontinua y suelen estar representadas por variables booleanas. Se dice que el sistema evoluciona mediante eventos.

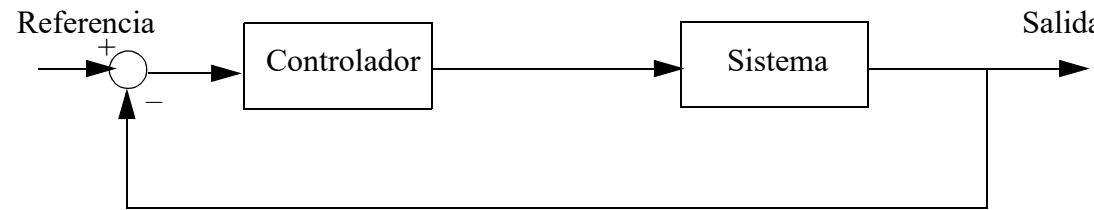
### Ejemplo- Una cinta transportadora



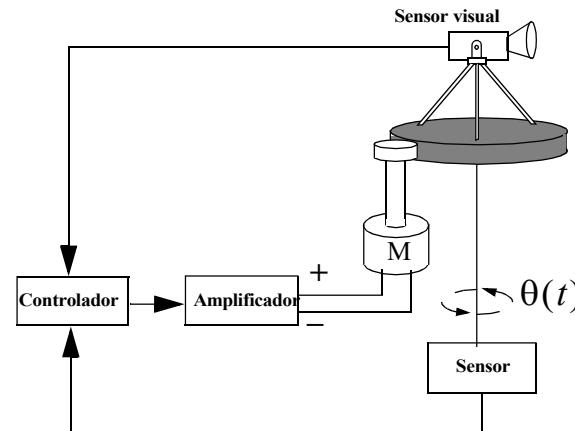
## 1.4.- Sistemas de Control

**Control de Sistema Dinámicos en Tiempo Continuo/Discreto:** Automática.

Mecanismos que permiten actuar durante un proceso continuo con el fin de que las magnitudes alcance un valor determinado.



**Ejemplo.-**



## Control de Sistemas de Eventos Discretos: Control Secuencial

El control de procesos discretos suele abordarse mediante técnicas de control secuencial.

Los sistemas de mando adquieren una estructura secuencial:

- El proceso se divide en una serie de estados o estadios.
- Cada estado se activa y desactiva de forma secuencial.
- Cada estado activo tiene asociada una serie de acciones.

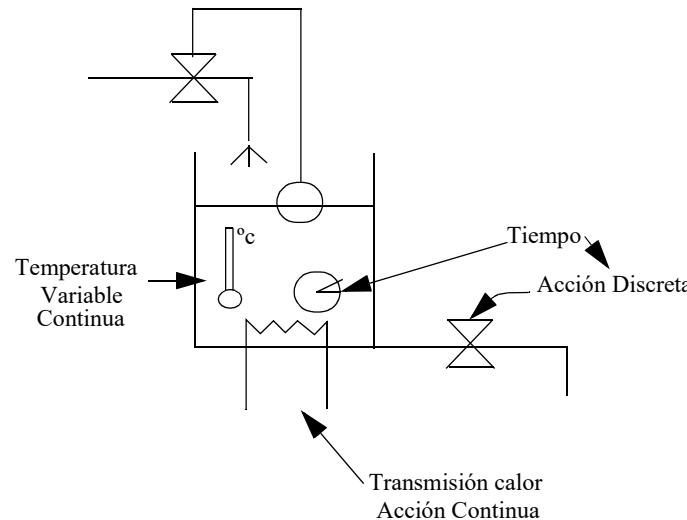
**Herramientas:** Grafos de transición de estados, Redes de Petri



En múltiples ocasiones, en el control de un proceso se ven involucradas magnitudes de naturaleza continua y magnitudes de naturaleza discreta.

En estos casos es necesario aplicar estrategias tanto secuenciales como de regulación. Es lo que se denomina **CONTROL HÍBRIDO**.

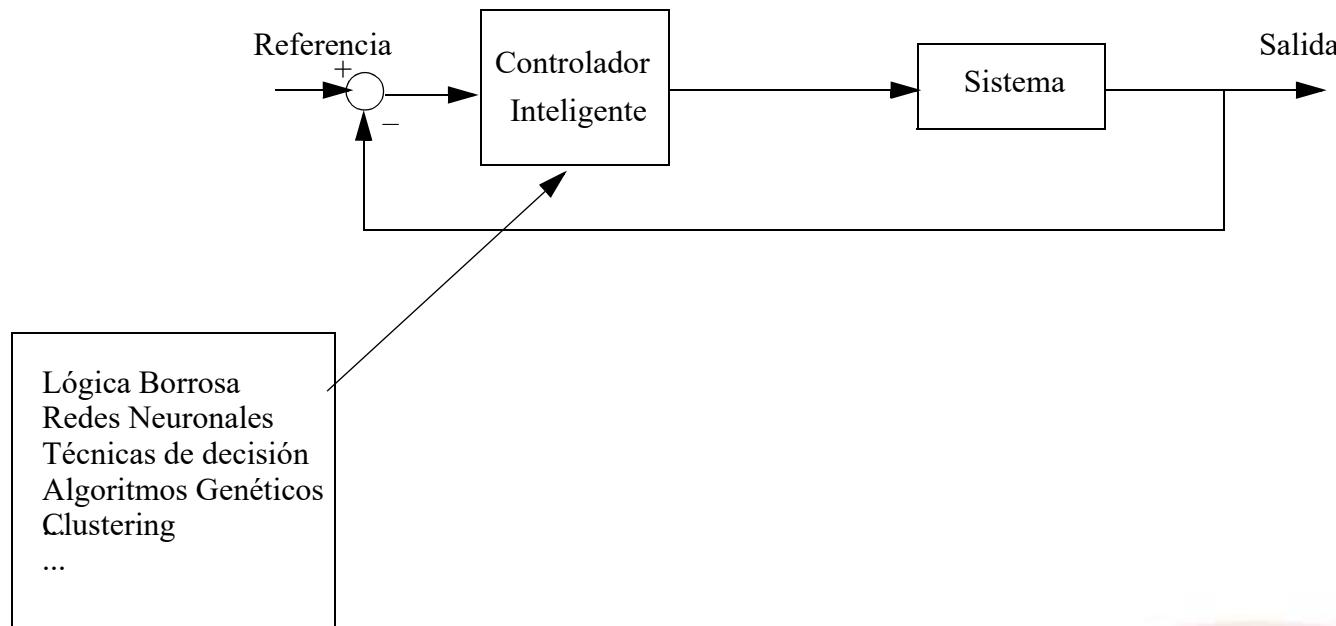
Ejemplo:



Las técnicas de control híbrido  
son utilizadas para el control de robot y sistemas autónomos

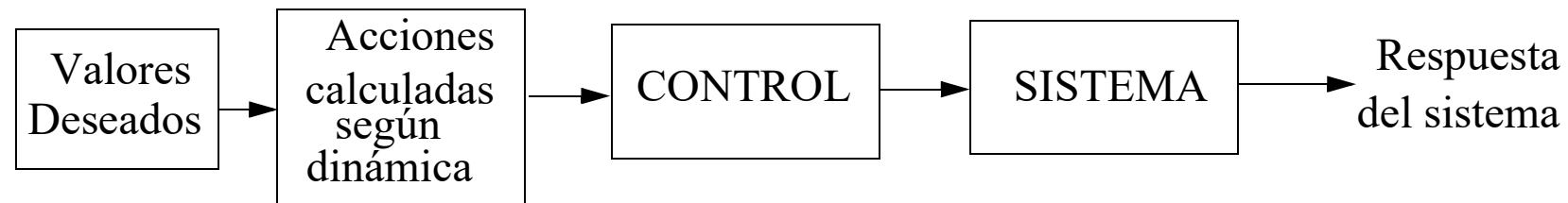
## Control Inteligente:

Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas a los sistemas de control

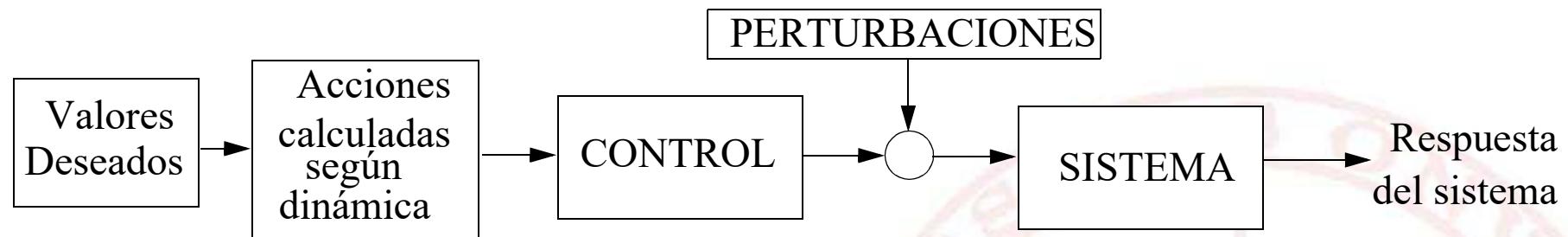


## ESTRUCTURAS DE CONTROL

-**Control en bucle abierto.**- El bloque de control actúa sobre el sistema de acuerdo a unos objetivos previamente establecidos.

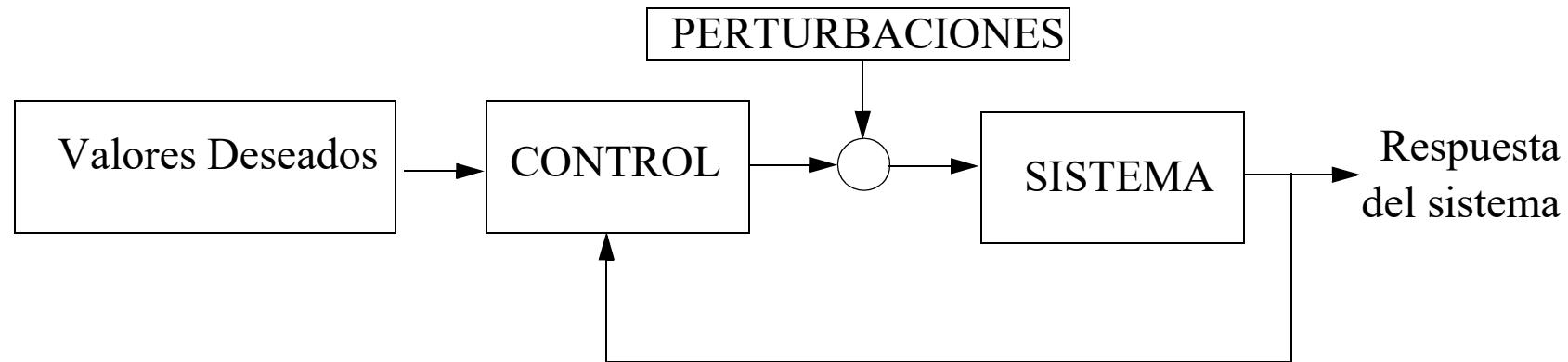


La aparición de perturbaciones puede alejar al sistema del comportamiento deseado



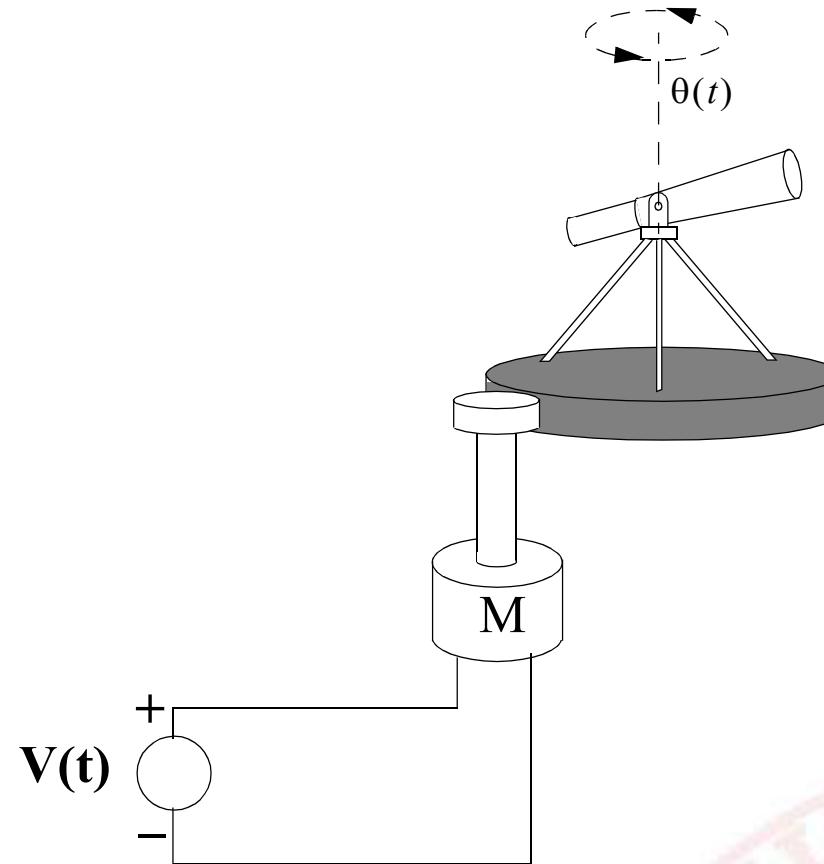


**Control en bucle cerrado.**- En ellos, el controlador considera la salida, modificando, en función de ella, la acción a realizar sobre el sistema.



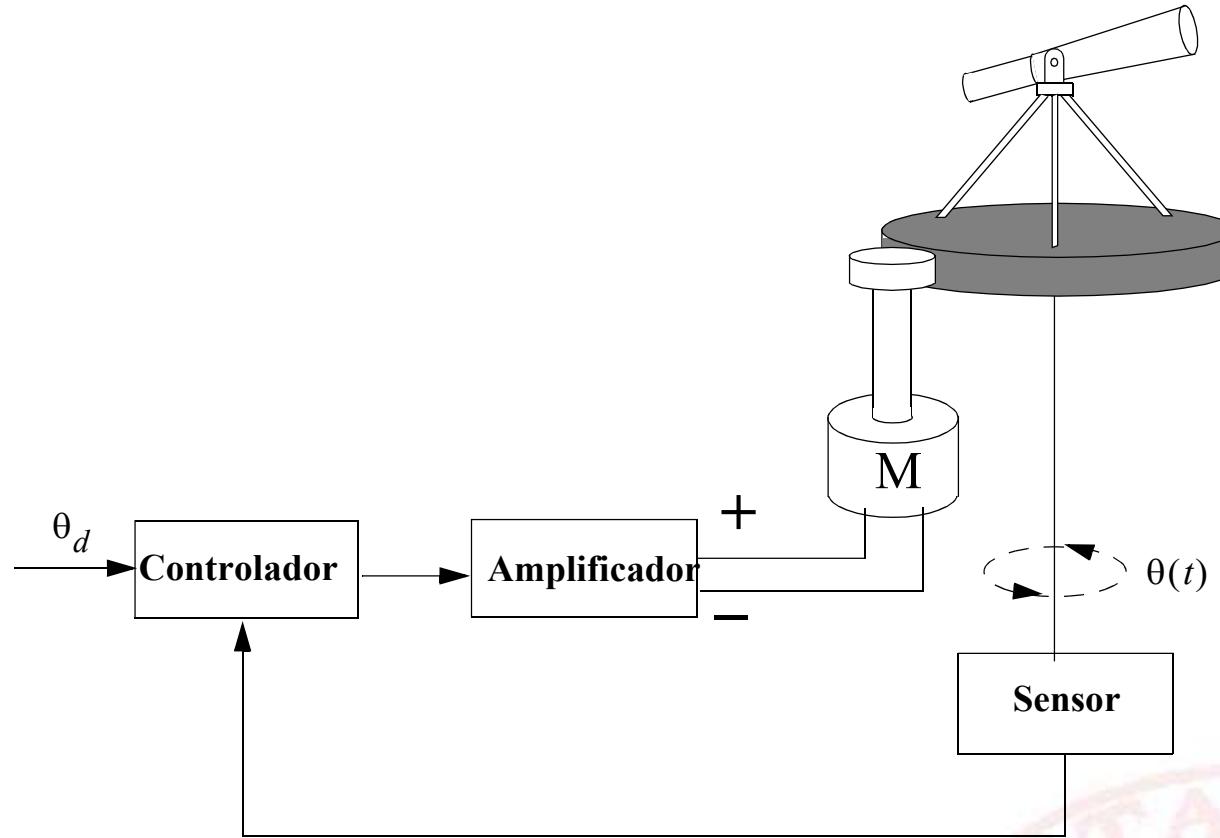
Por lo tanto, los sistemas de control en bucle cerrado son sistemas que presentan **estructura de realimentación**, y como tales, podrán ser analizados utilizando las herramientas propias de la dinámica de sistemas.

En la práctica: Control en bucle abierto



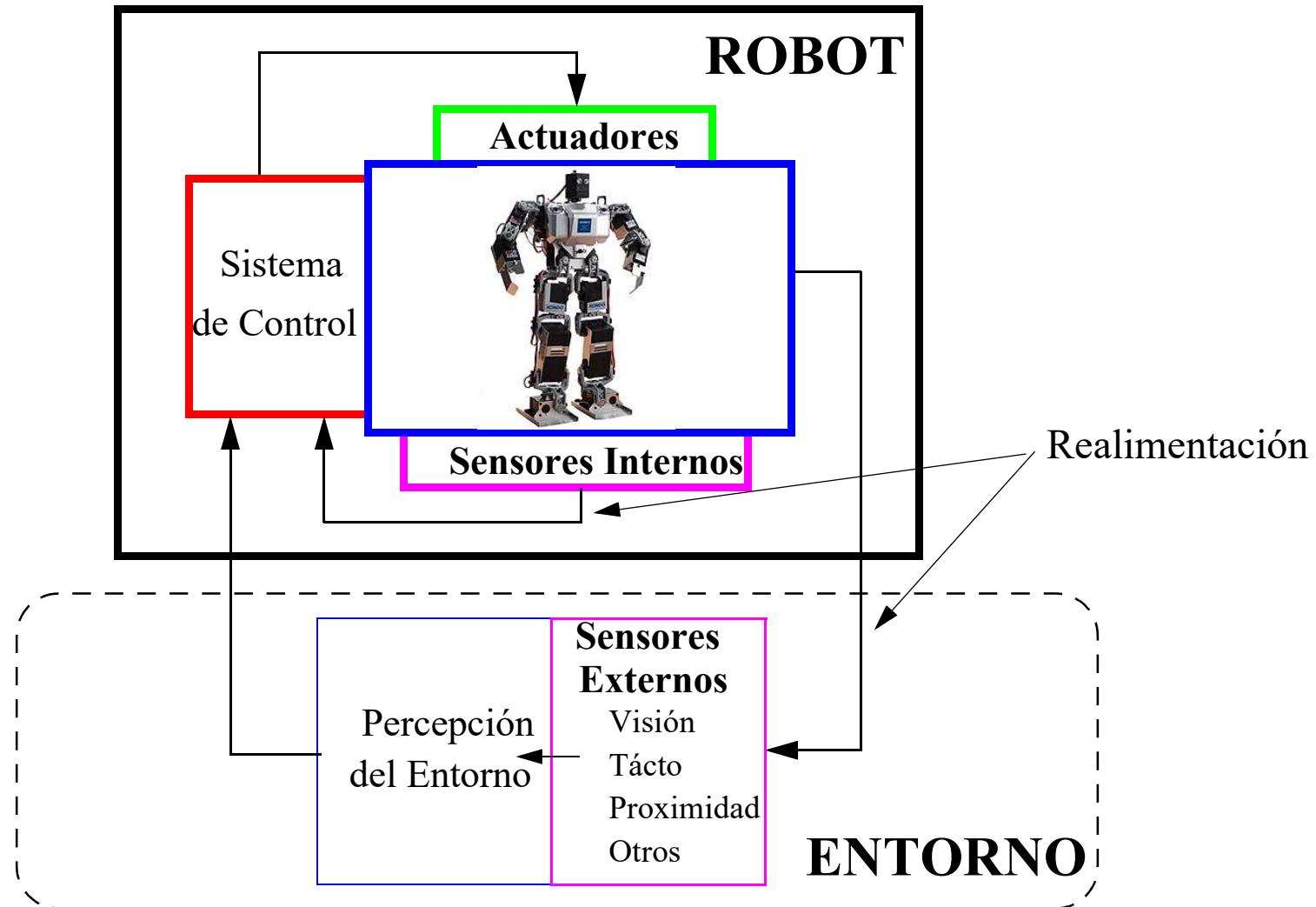


En la práctica: Control en bucle cerrado



## 1.5 Sistemas Robóticos

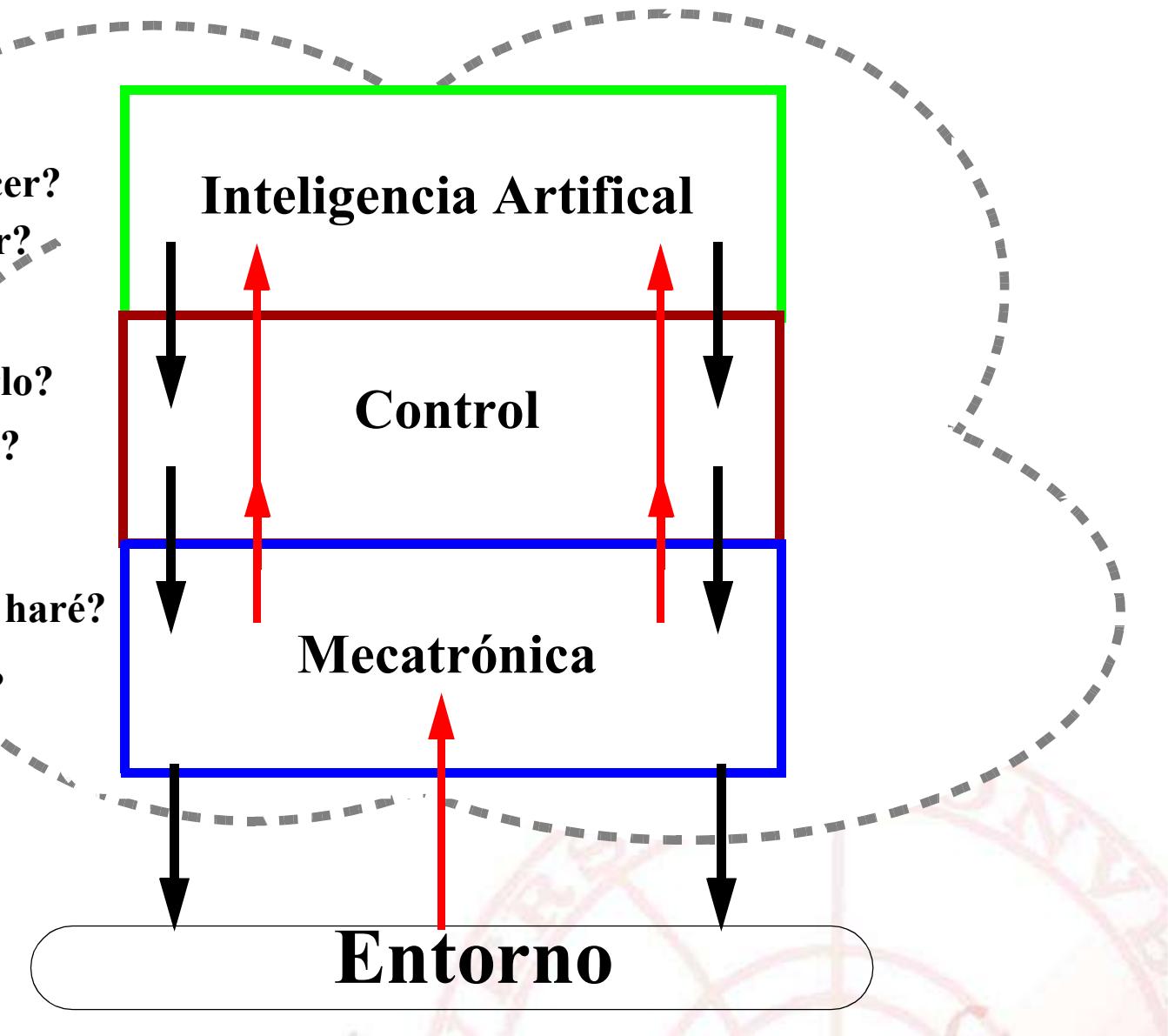
### ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA ROBÓTICO





## Una arquitectura en capas

¿Qué tarea voy a hacer?  
¿Cómo lo voy a hacer?  
  
¿Cómo consigo hacerlo?  
¿Es fiable mi sistema?  
  
¿Con qué elementos lo haré?  
¿Qué medios necesito?



## CLASIFICACIÓN DE ROBOTS

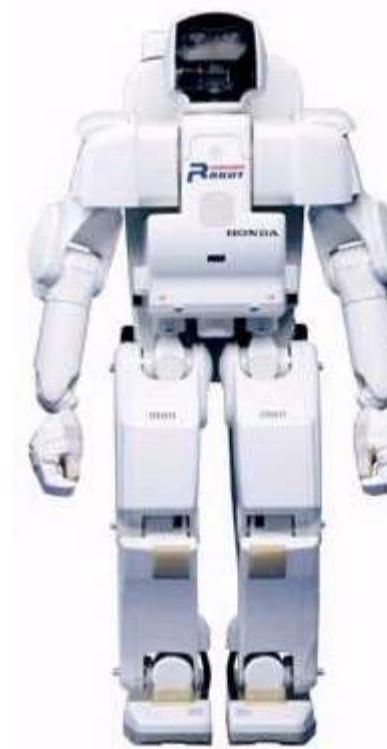
Humanoide: Robot con apariencia humana que busca imitar el comportamiento de éste



P1



P2



P3



ASIMO



Robot móvil terrestre (UGV): Un robot montado sobre una plataforma móvil que se desplaza de forma autónoma.



**ROMEO-4R**  
( U. Sevilla)



**OTILIO**  
( U. Caros III)



**AIBO**  
( Sony)



## Robots Marinos (AUV, UUV, ROUV)



### DELFIM (ISR)

Autonomous underwater vehicle (AUV)

Unmanned underwater vehicle (UUV)



### SIRENE (ISR)

Remotely Operated underwater vehicle (ROUV)

## Robots Aéreos (UAV, RPAS)



### HERO 3 (U. de Sevilla)

Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)

Unmanned Aerial Vehicle (UAV)



Robot Industrial: Robot diseñado para mover materiales, herramientas o dispositivos especializados mediante movimientos variables programados para el desarrollo de diferentes tareas.



**VW vrs1 (VOLKSWAGEN)**



**KR3 (KUKA)**



**PUMA (Unimation)**



**AGV (IST)**



Robot de Servicios: Un robot que opera total o parcialmente para realizar servicios útiles, excluyendo aquel que realiza operaciones de fabricación.



MINERVA



ROOMBA