



El presente trabajo de Robótica e Inteligencia Artificial, ha merecido la calificación de Matricula de Honor en la Universidad Carlos III en los estudios de Cultura y Civilización.

Robótica e Inteligencia Artificial

Revisión III 2007

Índice

INTRODUCCION

OBJETIVOS

DEFINICIONES

COMO “FUNCIONA” UN SER HUMANO.

HISTORIA DE LA AUTOMATICA Ó ROBOTICA POPULAR

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ROBOTS

ROBOTS DE USO DOMESTICO

ROBOTS HUMANOIDES

ROBOTS INDUSTRIALES

ROBOTS DE PRECISIÓN

ROBOTS PARA USO EN CIRUGIA

ROBOTS PARA LA INDUSTRIA MILITAR

ROBOTS PARA LA INDUSTRIA AERONAUTICA

LA ROBOTICA EN ESPAÑA

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCION

Uno de las principales leyes que rigen el universo, es tender hacia el mínimo esfuerzo.

En esa línea, se encuentra el hombre, que siempre ha soñado tener “algo” que le libere de las tareas mas pesadas.

Durante siglos, ha luchado por conseguirlo, inventando maquinas, que de una forma u otra, consigan alcanzar total o parcialmente ese objetivo.

A lo largo de la historia el hombre se ha fascinado por maquinas que imitan al hombre y a los animales.

Estas maquinas los griegos las daban el nombre de autómatas. De esta palabra deriva la palabra autómata: *Maquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado.*

El ser humano, con su obligada tendencia a seguir el mínimo esfuerzo, desde siempre ha intentado hacer mas confortables todas aquellas tareas que le son desagradables o dificultosas.

En el Siglo XXI, nos encontramos con un numero elevado de maquinas o dispositivos que “dominan nuestras vidas” haciéndolas cada vez mas llevaderas, pero con numerosas servidumbres.

Luchamos por conseguir un “alguien sin sentimientos ni necesidades” que realice nuestras obligaciones. Ese “alguien” lo llamamos robot, autómata, clon, androide, etc.

OBJETIVOS

El objetivo de este modesto trabajo, consiste en explorar los orígenes y el estado actual de las maquinas que realizan determinadas tareas así como aquellas que son capaces de tomar decisiones por si mismas, sin necesidad de la intervención humana, intentando adivinar, cual será su futuro.

Muchas preguntas podriamos hacernos:

¿Seremos los hombres capaces de fabricar una maquina que realice y se comporte como un ser humano?

¿Esta hipotética maquina tendría sentimientos?

¿Cuánto tiempo viviría?

¿Se pelearía con otras maquinas para imponer su voluntad?

¿El hombre las podría controlar?

¿Seriamos esclavos de ellas?

Nos gustaría tener contestaciones a alguna de ellas.

En esta tertulia pensaremos en voz alta primero, como es el ser humano y el cerebro que lo controla, con animo de entender para posteriormente fabricar aquello que queremos “imitar”.

También exploraremos los orígenes y el estado actual de las maquinas que realizan determinadas tareas, así como aquellas que son capaces de tomar decisiones por si mismas, sin necesidad de la intervención humana, intentando adivinar, cual será su futuro.

Comentaremos también los:

- Robots de uso Domestico
- Robots Humanoides
- Robots Industriales
- Robots de Precisión
- Robots para Uso en Cirugía
- Robots para La Industria Militar
- Robots para La Industria Aeronáutica

Cualquiera de ellos cada vez mas fascinantes.

Finalmente, entre todos intentaremos sacar unas conclusiones.

DEFINICIONES

Antes de comenzar, observamos lo que dicen los diccionarios sobre los términos objeto de este trabajo.

Autómata

Dice el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, vigésima edición. 1992)

1. Instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos. || 2. Máquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado. || 3. Persona estúpida o excesivamente débil, que se deja dirigir por otra.

Inteligencia

La inteligencia es una facultad especial propia de ciertas clases de seres orgánicos que les otorga, juntamente con el pensamiento, la voluntad de obrar, la conciencia de la existencia y de la Individualidad, así como también los medios de establecer relaciones con el mundo exterior y de atender a sus necesidades.

Pueden, pues, distinguirse;

- a) los seres inanimados formados únicamente de materia, sin vitalidad ni inteligencia, tales son los cuerpos brutos;
- b) los seres animados que no piensan, formados de materia y dotados de vitalidad; pero faltos de inteligencia, y
- c) los seres animados que piensan, formados de materia, dotados de vitalidad y que tienen además un principio inteligente que les da la facultad de pensar.

Inteligencia artificial

Es una de las áreas de las ciencias computacionales encargadas de la creación de hardware y software que tenga comportamientos inteligentes

Pensar

Dice el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, vigésima edición. 1992) en su 2ª acepción

Reflexionar, examinar con cuidado una cosa para formar dictamen

Razonar

Dice el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2005

Pensar, ordenando ideas y conceptos para llegar a una conclusión

Memoria humana

Dice la enciclopedia libre Wikipedia

La memoria humana es la función cerebral resultado de conexiones sinápticas entre neuronas, mediante la que el ser humano puede retener experiencias pasadas. Los recuerdos se crean cuando las neuronas integradas en un circuito refuerzan la intensidad de las sinapsis.

Robot

La definición más completa es la establecida por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), que define primero el manipulador y, basándose en dicha definición, el robot:

Manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectoria variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

Robot industrial

La definición más comúnmente aceptada posiblemente sea la de la Asociación de Industrias Robóticas (RIA), según la cual:

Un **robot industrial** es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.

Esta definición, ligeramente modificada, ha sido adoptada por la Organización Internacional de Estándares (ISO) que define al robot industrial como:

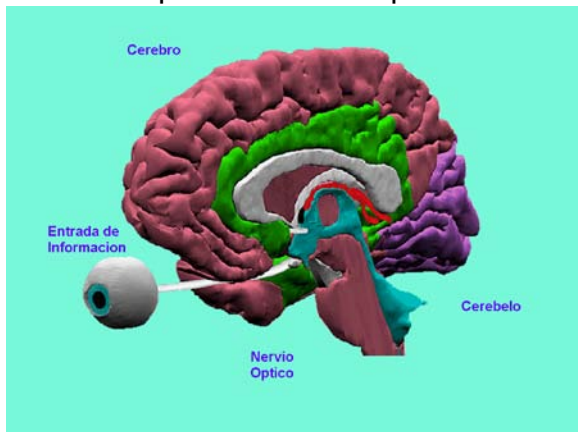
Manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas.

COMO “FUNCIONA” UN SER HUMANO.

Por las definiciones anteriores, deducimos que tanto la robótica como la inteligencia artificial, pretenden imitar la forma, maneras de actuación, sentimientos, lenguaje, etc., de los seres humanos. Por ello, antes de empezar, haremos una serie de consideraciones de lo que es, aquello que queremos imitar, un ser humano.

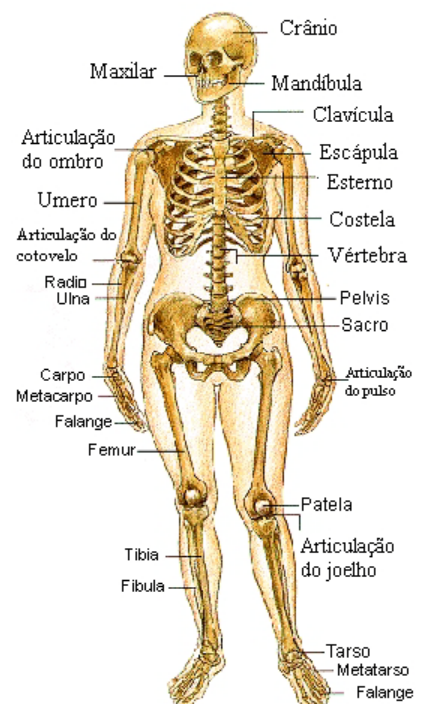
El hombre, es una maquina extraordinariamente compleja, construida por una serie de materiales, muchos de ellos desconocidos, donde sus principales componentes son el Carbono, el Oxígeno, Hidrógeno, Halógenos, Calcio, Magnesio, Sodio Potasio, Aluminio, Cobre, Hierro, Oro, Plata, Manganeseo, Cobalto, Azufre, Litio, Yodo, Bismuto, Cinc, Fluir, Fósforo, Arsénico, todos ellos organizados en moléculas y todas ellas, en un perfecto orden, formando los tejidos, músculos, vísceras, huesos, glándulas, etc.

Desde el punto de vista puramente físico, su cuerpo, en estado normal,



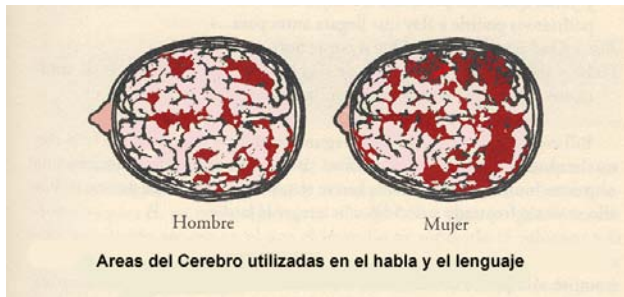
tiene una resistencia, de los materiales que lo componen, extraordinariamente fuerte, en algunas de sus partes y muy frágil en otras.

La forma de recibir información del exterior, se efectúa a través de lo que llamamos órganos de los sentidos, tales como, los ojos que detectan imágenes a corta media y larga distancia, el



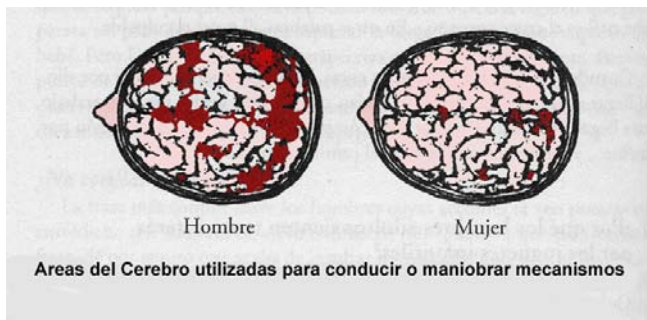
oído, que percibe sonidos entre un intervalo concreto de frecuencias, el olfato que es capaz de diferenciar olores, el gusto, que distingue sabores y el tacto, que por si mismo diferencia formas y tamaños de los diferentes objetos.

En términos muy generales y haciendo una tremenda simplificación, la información del exterior del cuerpo humano, es observada por los órganos de los sentidos y conducida directamente al Cerebelo, donde es traducida, al lenguaje cerebral, procesada y codificada de tal forma que pueda ser almacenada en el cerebro, que es la gran memoria de todas nuestras vivencias.



Si observamos las imágenes obtenidas en un equipo de Resonancia Magnética Nuclear, para el Cerebro, observamos que en el área del lenguaje, las áreas utilizadas por la mujer, frente a las del hombre, ella utiliza mucho más el cerebro.

Por el contrario, utilizando la misma técnica, cuando se maniobran sistemas mecánicos, la superioridad del hombre, desde este punto de vista, es manifiesta, puesto que utiliza una mayor parte de su cerebro para ejecutar esas tareas.

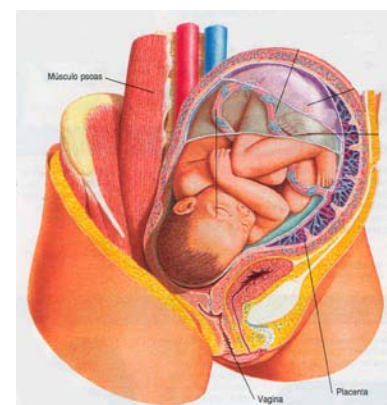


Serían numerosos los ejemplos de diferencias entre el "macho" y la "hembra" de los humanos, como por ejemplo que el hombre en su mirada, cubre un ángulo sólido de unos 40° mientras que la mujer es capaz de observar 180°. No es objeto de este trabajo,

mostrar todas las diferencias entre ambos.

El ser humano, cuando nace, se encuentra "sin acabar", puesto que la hembra que lo ha contenido, por su naturaleza, no puede soportarlo más de 9 meses y no 12 como lo hacen la mayoría de los mamíferos de su peso,

Consecuentemente, el ser nacido de mujer, necesita completar su formación, la vista, el oído, el gusto y el tacto, en el exterior, durante un periodo de tiempo mínimo de unos cinco meses. Aun así, se encuentra completamente indefenso, siendo incapaz de andar, alimentarse, defenderse lo más mínimo, etc.



Su cerebro, se encuentra completamente vacío, conteniendo únicamente, la información genética heredada de sus progenitores.

Nacemos "sin acabar...", no somos capaces de vivir por nosotros mismos. Ni vemos ni oímos, ni entendemos como lo haremos más tarde.

Esa información genética, le proporciona a su especie, la gran habilidad de aprender con facilidad, copiando e imitando, al principio, de todo lo que le rodea, y empezando a poder relacionar unas ideas con las otras.

En el cerebro se encuentra todo el control de los mecanismos que nos permitirán sintetizar las proteínas, replicar nuestro ADN, poner en marcha el sistema locomotor, etc, pero el cerebro se encuentra completamente vacío.

Según va pasando el tiempo, van apareciendo los cambios...



Al saber formar y relacionar, imágenes con sonidos, vamos guardando esas percepciones personales, en algún lugar, del hemisferio derecho o izquierdo del cerebro, según seas macho o hembra.

Cuando va pasando el tiempo, vamos adquiriendo una cierta “información propia” que se encuentra aislada. Es entonces cuando las neuronas, empiezan a trabajar, y sus terminaciones, los axones, se ponen en contacto unos con los otros, estableciendo unos circuitos que relacionan nuestras percepciones adquiridas.



Según vamos “viviendo”, dentro de nuestro cerebro, va aumentando su información y el número de contactos entre las neuronas. Cada contacto neuronal, es una posibilidad. A ese fenómeno se denomina “conciencia” que lógicamente es diferente de unos a otros, según las vivencias que cada cual, ha tenido la oportunidad de almacenar.



Es evidente, que según, haya tenido una infancia u otra, su conciencia será diferente.

La experiencia nos enseña, que dos hermanos, criados en el mismo ambiente, resultan diferentes.

No debemos extrañarnos, Primero, no sabemos porque, la carga genética de dos hermanos de los mismos padres, es diferente.

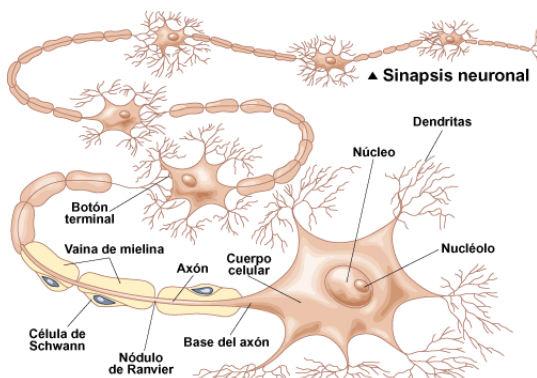
Segundo, las condiciones de desarrollo de uno y otro, siempre son diferentes, puesto que la vida en el hogar paterno varían de un año a otro siendo sus vivencias irrepetibles. En los hermanos mellizos y gemelos, estas diferencias son menores.



El tiempo, va conformando nuestros cambios externos e internos, mediante nuevas conexiones neuronales, que llevan nuestras percepciones por caminos preferenciales, difíciles ya de modificar, adquiriendo, en cada uno, lo que llamamos “personalidad” cuando llegamos a la adolescencia.

Adquirida esa “personalidad”, nuestro universo, se limita exclusivamente a eso; a lo que hemos creado en nuestro cerebro.

Cuando nos llega una información cualquiera, cada uno la interpreta, según el número de sus conexiones neuronales. Es lo que llamamos percepción personal, que no necesariamente es igual de unos a otros, para el mismo suceso.



El tiempo ha sido el mismo, pero el proceso interno, siempre habrá sido distinto, de unos a otros.

Según va pasando el tiempo, la personalidad particular de cada uno, va transformándose.

Cada vez tienes más información, es decir más conexiones, pero las nuevas, son generadas por la base principal adquirida, con lo cual la autoafirmación aumenta siempre en la misma dirección.

Según progresa su desarrollo intelectual, solo le interesan “las preguntas”. El final de su vida, se ha hecho tantas preguntas, que solo le interesan las “respuestas”.

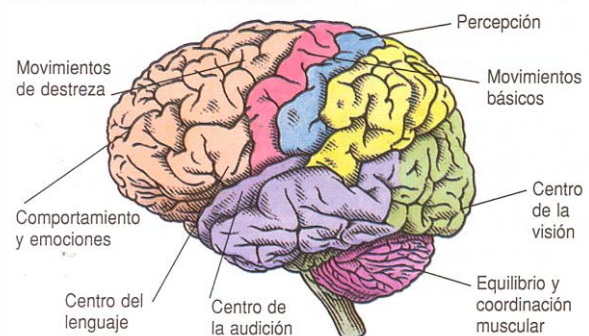
El cerebro humano, utiliza más del 95% en actividades “funcionales” tales como andar de pie, respirar, mover el corazón, controlar todos los músculos, mantener el equilibrio térmico, controlar todo el sistema bioquímico, electroquímico, enzimático, hormonal, etc.

Todas estas habilidades de control, no las adquiere por sí mismo, le son transmitidas genéticamente.

Menos del 5% lo utiliza para su propio aprendizaje, formación de su “conciencia” y entretenimiento.

En este apartado, podríamos concluir diciendo, que el cerebro de un ser humano, “motor y vida” de la especie humana, es extraordinariamente complejo, ignorándose todavía, la mayoría del mecanismo de funcionamiento y siendo muy diferente para el macho y la hembra, para el blanco y el negro, el niño, el joven y el viejo.

El 95% se utiliza en Actividades Funcionales



El 5% restante es utilizado para su formación fantasía, entretenimiento, idiomas, sueños e ideales, etc.

HISTORIA DE LA AUTOMÁTICA Ó ROBOTICA POPULAR

Herón de Alejandría (85 d.C.) Tenía mecanismos animados que se movían a través de dispositivos hidráulicos, poleas y palancas, y tenían fines eminentemente lúdicos.

La cultura árabe (siglos VIII a XV) heredó y difundió los conocimientos griegos, utilizándolos no sólo para mecanismos aplicados a la diversión, sino que le dio una aplicación práctica, introduciéndolos en la vida cotidiana de la realeza. Ejemplo de estos

son diversos sistemas dispensadores automáticos de agua para beber a lavarse. También de este periodo son otros autómatas, de los que hasta la actualidad no han llegado más que referencias no suficientemente documentadas, como el Hombre de hierro de Alberto Magno (1204-1282) o la cabeza parlante de Roger Bacon (1214-1294). Otro ejemplo relevante de aquella época fue el Gallo de Estrasburgo (1352). Este que es el autómata más antiguo que se conserva en la actualidad, formaba parte del reloj de la torre y la catedral de Estrasburgo y al dar la hora movía las alas y el pico.

Durante los siglos XV y XVI algunos de los más relevantes representantes del renacimiento se interesan también por los ingenios descritos y desarrollados por los griegos. Es conocido el León mecánico construido por Leonardo Da Vinci (1452-1519) para el rey Luis XII de Francia, que se abría el pecho con su garra y mostraba el escudo de armas del rey. En España es conocido el Hombre de palo, construido por Juanelo Turriano en siglo XVI para el emperador Carlos V. Este autómata con forma de monje, andaba y movía la cabeza, ojos, boca y brazos.



Durante los siglos XVII y XVIII se crearon ingenios mecánicos que tenían algunas de las características de los robots actuales. Estos dispositivos fueron creados en su gran mayoría por artesanos del gremio de la relojería. Su misión principal era la de entretener a las gentes de la corte y servir de atracción en las ferias. Estos autómatas representaban figuras humanas, animales o pueblos enteros. Son destacables entre otros el pato de Vaucanson y los muñecos de la familia Droz y de Maillardet.

Jacques Vaucanson (1709-1782), autor del primer telar mecánico, construyó varios muñecos animados, entre los que se destacan un flautista capaz de tocar varias melodías y un pato (1738) capaz de graznar, beber, comer, digerir y evacuar la comida. El relojero suizo Pierre Jaquet Droz (1721-1790) y sus hijos Jaquet y Henri-Louis construyeron muñecos capaces de escribir (1770), dibujar (1772) y tocar diversas melodías en un órgano (1773). Estos aún se conservan en el museo de Arte e Historia de Neuchâtel, Suiza. Contemporáneo de los relojeros franceses y suizos fue Henry Maillardet, quien construyó, entre otros, una muñeca capaz de dibujar y que aún se conserva en Filadelfia.

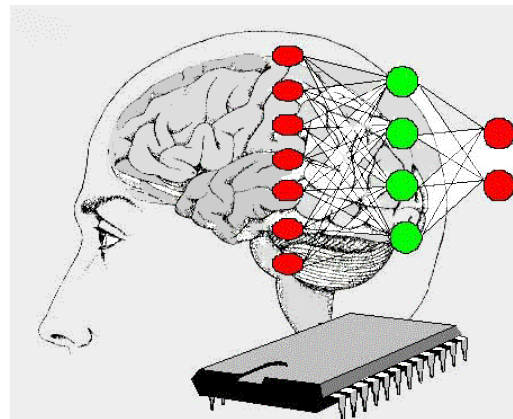
A finales del siglo XVIII y principios del XIX se desarrollaron algunas ingeniosas invenciones mecánicas utilizadas generalmente en la industria textil, entre las que se destacan la hiladora giratoria de Hargreaves (1770), la hiladora mecánica de Crompton (1779), el telar mecánico de Cartwright (1785) y el telar de Jacquard (1801). Este último utilizaba una cinta de papel perforada como un programa para las acciones de la máquina. Es a partir de este momento cuando se empiezan a utilizar dispositivos automáticos en la producción, dando paso a la robótica industrial.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Desde siempre el ser humano ha querido imitar habilidades propias del hombre.

Lo que mas le ha llamado su atención ha sido imitar su inteligencia ó parte de ella.

Los científicos empezaron centrando su atención la lógica de Aristóteles y Platón tomando como base el concepto lógico de los silogismos e intentando materializar, con maquinas, las conclusiones lógicas que tenia el hombre.



las
en



Se define la inteligencia artificial (IA) como aquella inteligencia exhibida por artefactos creados por humanos (es decir, artificiales).

Uno de sus primeros logros, fue la maquina calculadora. Podía hacer cálculos tales como sumar, restar, multiplicar y dividir, “mecánicamente” y obtener un resultado, como lo hace el hombre.

Años después, la ciencia electrónica, las hizo mucho mas rápidas y eficientes extendiéndose su uso por todo el mundo.

El concepto de Inteligencia Artificial, a menudo se aplica a los computadores.

El nombre también se usa para referirse al campo de la investigación científica que intenta acercarse a la creación de tales sistemas. Aunque la IA está rodeada de bastante ciencia ficción, se trata de una rama de la Informática, que trata sobre comportamientos inteligentes, aprendizaje y adaptación en máquinas.



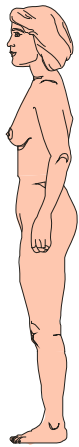
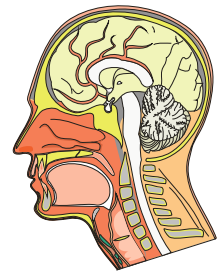
Debido a que la inteligencia artificial tuvo muchos padres no hay un consenso para definir ese concepto, pero podemos decir que la inteligencia artificial se encarga de modelar la inteligencia humana dentro de sistemas computacionales.



La inteligencia artificial es, hoy día, una de las áreas con más retos en las Ciencias de la Computación. Posee amplias relaciones con disciplinas matemáticas como el Álgebra y la Estadística, tomando de éstas algunas herramientas para desempeñar su labor.

Nació como mero estudio filosófico y razonístico de la inteligencia humana, mezclada con la inquietud del hombre de imitar la naturaleza (como volar y nadar), hasta inclusive querer imitarse a sí mismo.

Sencillamente, la Inteligencia Artificial busca el *imitar la inteligencia humana*, aunque obviamente no lo ha logrado todavía en su totalidad.

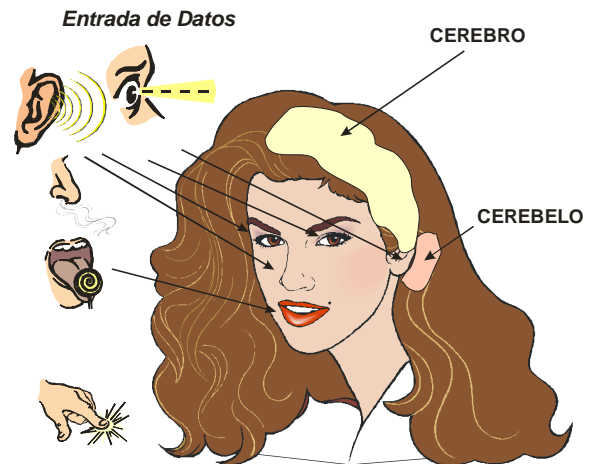


Como bien sabemos, el ser humano está controlado por la cabeza que contiene todos los elementos de su control. El controla todo el funcionamiento del ser humano. En el resto de los mamíferos, ocurre lo mismo.

El resto del cuerpo es *el ejecutor de las ordenes enviadas por el cerebelo y el cerebro*.

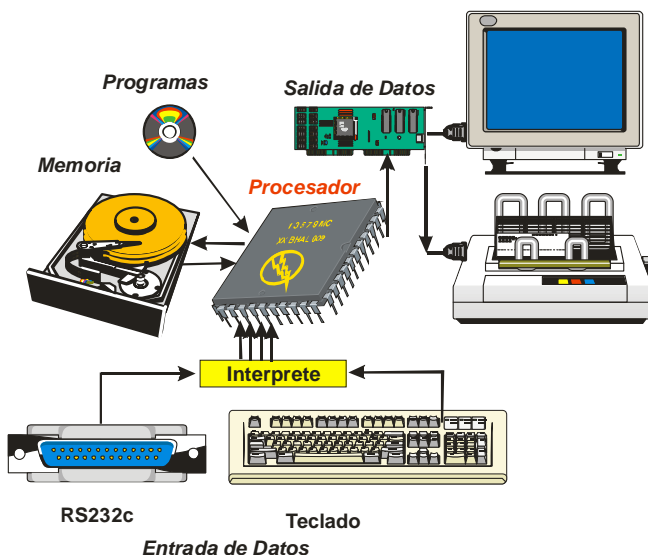
Cada movimiento, interior o exterior, ocurre gracias al envío de una "orden cerebral" que los componentes del ser humano, ejecutan con precisión.

Un esquema simplificado de nuestra cabeza, nos muestra dos componentes básicos, el Cerebelo, que es donde se procesa la información y el cerebro que es donde se almacena históricamente, toda la información.



La llegada de estas información, al cerebelo, es originada por lo que llamamos *órganos de los sentidos* tales como la vista, el oído el gusto y el tacto entre otros.

En el continuo afán del hombre, en imitar con maquinas, las habilidades que tiene, el propio hombre, ha creado lo que llamamos *cerebro electrónico*.



Consiste, en general, en un microprocesador que solo maneja los números 0 y 1. Esto quiere decir, en otros términos, "nada" y "todo". Es decir la base de la electrónica digital.

Con esas "dos variables" por decirlo de alguna manera, tendremos que arreglárnoslas para conseguir nuestros objetivos. Es evidente, que manejar estos términos no resulta fácil.

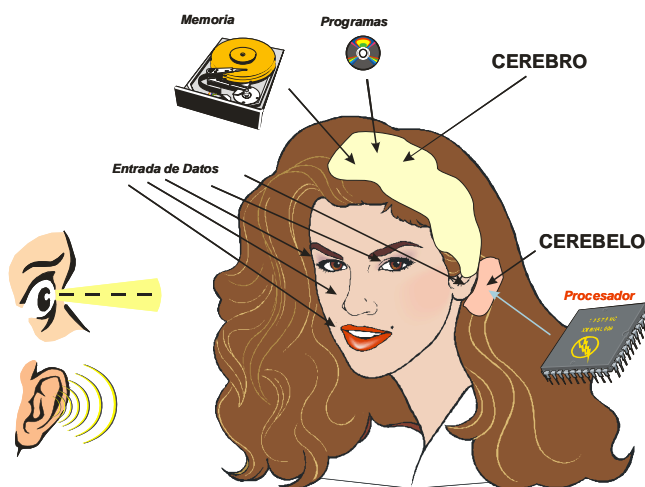
Con animo de simplificarlo, entre el hombre y el microprocesador colocamos, lo que en términos muy generales, muchos autores llaman un interprete. Este interprete nos

permite introducir la información que deseemos mediante un teclado alfanumérico, un ratón o bien mediante una puerta de entradas digitales llamada RS232c que no detallamos aquí.

La información que le llega al microprocesador, una vez procesada, es guardada en un mecanismo de almacenamiento de datos llamado "disco duro" entre otros dispositivos, que su detalle, haría interminable esta descripción rudimentaria del funcionamiento del cerebro electrónico.

El microprocesador es potenciado en cuanto a su utilización mediante el uso de unos programas, que de una forma secuencial, dan instrucciones para realizar diversas tareas al microprocesador y demás dispositivos con la eficacia deseada.

Una vez obtenida la información, es enviada a lo que llamamos dispositivos de salida tales como la pantalla de visualización, la impresora, o cualquier otro dispositivo que te deja ver el resultado de lo que ha hecho el ordenador.



Si nos fijamos en el llamado cerebro electrónico ha copiado, con los materiales disponibles a su alcance, la Cabeza Humana que es el centro de control del hombre.

Sabemos muy bien como funciona el cerebro electrónico, pero desgraciadamente ignoramos, en gran medida el lenguaje que maneja el cerebro de los mamíferos, suponiendo que fueran equivalentes.

Con ánimo de entender el funcionamiento del llamado "cerebro humano", en 1937 el matemático inglés Alan Mathison Turing formalizó el concepto de *algoritmo* y resultó ser la precursora de las computadoras digitales.

Un algoritmo (del latín, *dixit algorithmus* y éste del matemático persa *al-Jwarizmi*) es un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

En palabras más sencillas

Es un conjunto de operaciones y cálculos, perfectamente ordenados, con el fin de generar un resultado.

Es decir, que un algoritmo es un método para encontrar la solución a algún problema.

Los algoritmos son el objeto de estudio de la algoritmia.

Su importancia radica en mostrar la manera de llevar a cabo procesos y resolver problemas matemáticos

Igual que las funciones matemáticas, los algoritmos reciben una entrada y la transforman en una salida ("efecto caja negra").

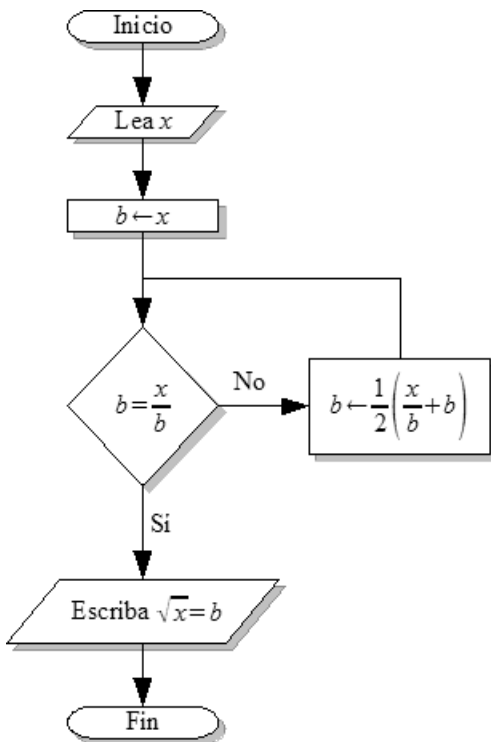
Para que un algoritmo pueda ser considerado como tal, debe ser *definido, finito y eficiente*

Por *eficiente* se entiende que las instrucciones encuentran la solución en el menor tiempo posible

Finito implica que tiene un determinado número de pasos, es decir, que termina.

Definido, que si se sigue el mismo proceso más de una vez se llega siempre al mismo resultado.

Como ejemplo, podríamos citar el algoritmo para calcular una raíz cuadrada.



No hay que fijarse demasiado en cada uno de sus términos si no en el conjunto de *operaciones y cálculos, perfectamente ordenados, con el fin de generar un resultado.*

Vemos que es *definido, finito y eficiente*

Quizás lo mas relevante es que *manipula una condición.*

Si el resultado es conforme, toma una acción. Si NO lo es, toma otra acción.

Este concepto es la base del comando condicional de programación en Fortran, Basic, etc.,

IF..... valor , THEM resultado o toma otra acción.

En la vida cotidiana se emplean algoritmos en multitud de ocasiones para resolver diversos problemas.

Manuales de usuario, los cuales muestran algoritmos para usar el aparato en cuestión o inclusive en las instrucciones que recibe un trabajador por parte de su patrón.

También existen ejemplos de índole matemática

- algoritmo de la división para calcular el cociente de dos números*
- algoritmo de Euclides para calcular el máximo común divisor de dos enteros positivos*
- método de Gauss para resolver un Sistema lineal de ecuaciones.*
- Etc.*

Como bien sabemos, *el cerebro humano, constantemente compara lo que observa, con lo que para él, es una referencia.* En otras palabras, siempre está estableciendo “condiciones”.

Por ejemplo, el cerebro percibe que ahora es de DIA, porque puede ver la luz del Sol, o sus reflejos luminosos, que bien conoce.

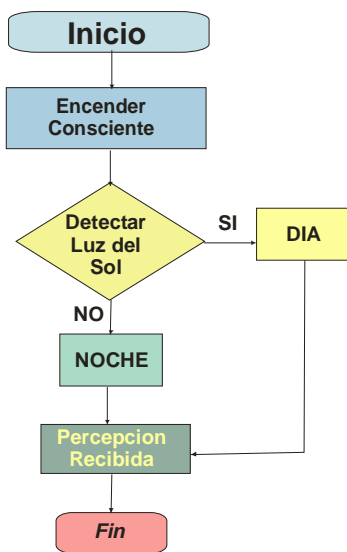
Sabe muy bien que es de Noche, al ser incapaz de ver la luz del Sol.



Observa una "condición"

Si veo la luz del Sol entonces es de DIA.
 NO veo la luz del Sol entonces es de Noche.

Este fenómeno, lo puedo expresar mediante un algoritmo de una forma sencilla.



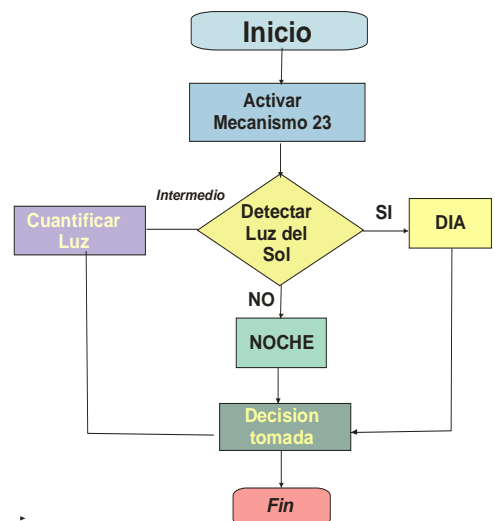
El cerebro humano, para esta decisión, tiene pocas posibilidades puesto que tiene una *Difícil cuantificación* al observar la cantidad de luz que le llega.

Por el contrario, de un solo golpe de vista, *Observa otras cosas simultáneamente* y las almacena en su memoria.

Este mismo fenómeno, observado por una maquina, provista de un sensor de Luz, ofrece muchas mas posibilidades.

Puede cuantificar la cantidad de luz que le llega.

PERCEPCION DIA/NOCHE



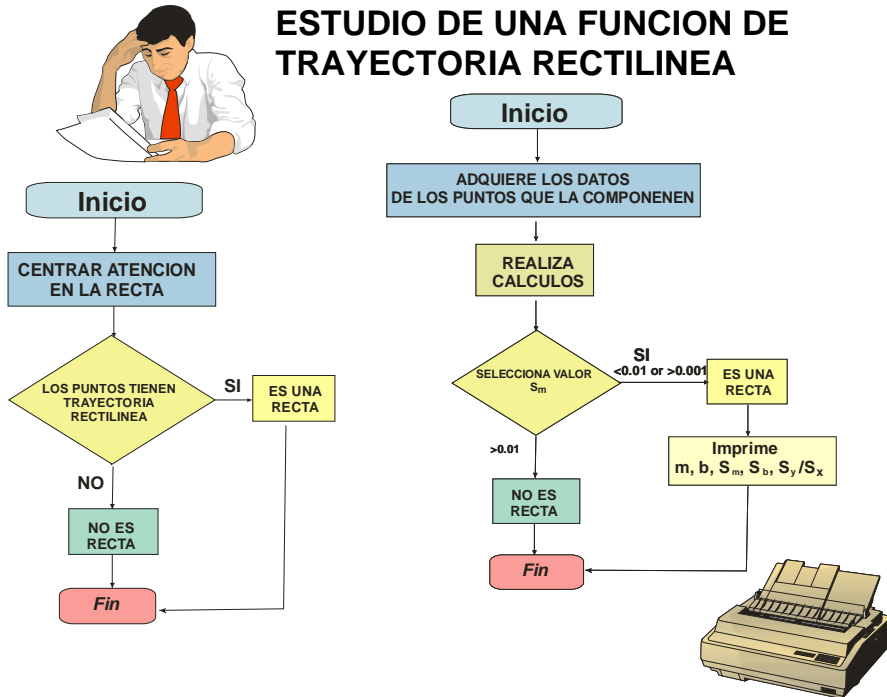
Detecta otras longitudes de onda en el rango visible, ultravioleta e infrarrojo, pudiendo tomar mas decisiones.

Por el contrario *No ve mas que la cantidad de luz que le alcanza ignorando todos los fenómenos diferentes que le rodean.*

En ambos casos, tanto el hombre como la maquina no hacen mas que comparar lo que detectan.

En el caso del estudio de una función de trayectoria rectilínea, el hombre presenta pocas posibilidades.

El cerebro electrónico define su trayectoria y calcula todos los parámetros que la caracterizan como son su pendiente y ordenada en el origen.



Además, calcula los coeficientes necesarios para establecer sus errores, tales como desviación Estándar de todas las pendientes posibles con los puntos que disponemos, la Desviación Standard de todas las ordenadas en el origen, Regresión de Y sobre el eje x, grados de libertad, etc.

Su utilización es muy sencilla y se obtiene en milésimas de segundo una vez introducidos los datos

del eje Y y los del eje X

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5		y	x		m	0,0109	0,3565	b		
6		0,0005	0,0000		Sm	0,1359	0,3328	Sb		
7		0,9900	1,0000		R2	0,0022	0,4296	Sy/x		
8		0,2010	2,0000		F	0,0065	3,0000	gdl		
9		0,3005	3,0000		ssreg	0,0012	0,5537	ssres		
10		0,3999	4,0000							
11										
12					m	0,0109	0,3565	b		
13					Sm	0,1359	0,3328	Sb		
14					R2	0,0022	0,4296	Sy/x		
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

De la misma forma que el cerebro humano consigue fácilmente considerar diferentes “condiciones” para llegar a una conclusión, el cerebro electrónico, establece condiciones, “anidadas” con otras condiciones.

En la figura puede observarse el algoritmo de este fenómeno.

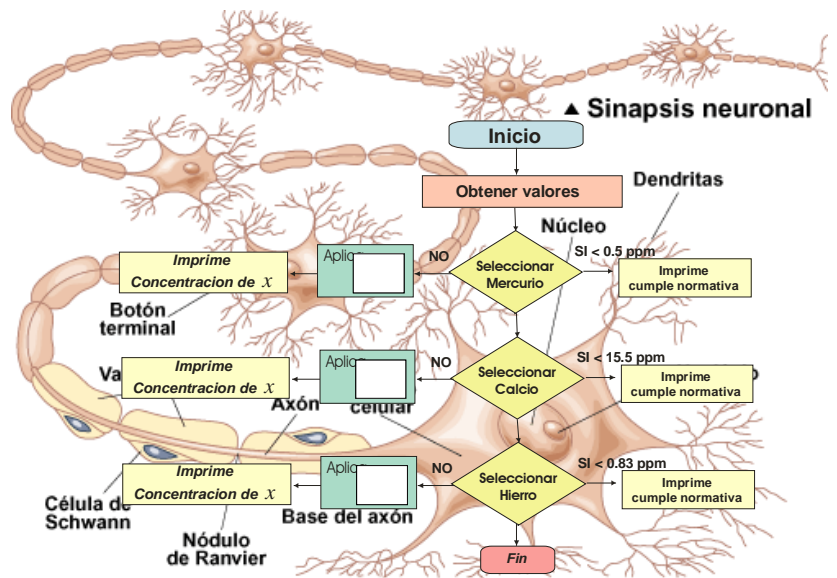
Son numerosos los comandos lógicos que disponen hoy día los ordenadores y que permiten procesar numerosas “condiciones”.

Quitando casos muy concretos donde el cerebro electrónico es superior, el cerebro humano es tremendamente ágil en este sentido.

Podríamos poner numerosos ejemplos, pero el punto débil está en los sensores que hoy tenemos disponibles y en su sensibilidad.

Los sensores humanos, son pocos pero se combinan muy bien entre ellos, ocupando muy poco espacio.

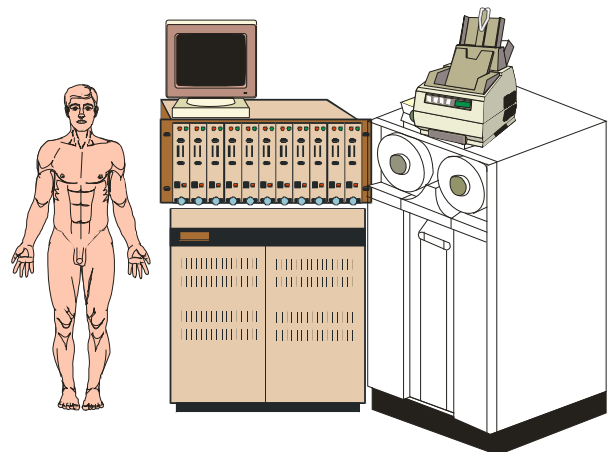
Los sensores fabricados por el hombre, son muy sensibles y se limitan a unas pocas magnitudes, siendo su tamaño voluminoso en muchos casos.



Sensores medianamente sofisticados jamás cabrían en el interior del ser humano.

Desgraciadamente, disponemos de muchos recursos matemáticos, que superan al hombre en gran medida.

Por su parte, con los cinco órganos de los sentidos, el hombre, los combina muy bien, en tiempo real, ocupando un espacio mínimo y generando “una inteligencia” y un gusto por las cosas, muy difícil de superar.



Historia de la inteligencia artificial

La historia de la Inteligencia Artificial ha pasado por diversas situaciones:

Los juegos matemáticos antiguos, como el de las torres de Hanoi (aprox. 3000 a.c.), demuestran el interés por la búsqueda de un bucle resolutor, una IA capaz de ganar en los mínimos movimientos posibles.

En 1903 Lee De Forest inventa el tríodo (también llamados bulbo o válvula de vacío).

Podría decirse que la primera gran máquina inteligente diseñada por el hombre fue el computador ENIAC, compuesto por 18.000 válvulas de vacío, teniendo en cuenta que el concepto de "inteligencia" es un término subjetivo que depende de la inteligencia y la tecnología que tengamos en esa época. Un indígena del amazonas en el siglo 20 podría calificar de inteligente a un tocadiscos, cuando en verdad no lo es tanto.

En 1937, el matemático inglés Alan Mathison Turing (1912-1953) publicó un artículo de bastante repercusión sobre los "Números Calculables", que puede considerarse el origen oficial de la Informática Teórica.

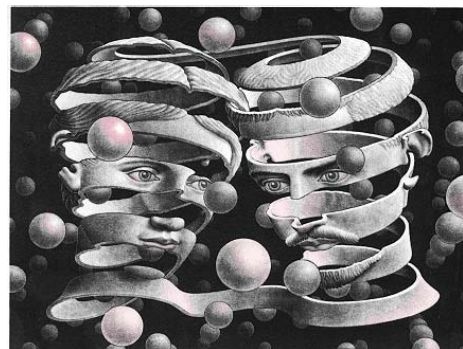
En este artículo, introdujo la Máquina de Turing, una entidad matemática abstracta que formalizó el concepto de algoritmo y resultó ser la precursora de las computadoras digitales. Con ayuda de su máquina, Turing pudo demostrar que existen problemas irresolubles, de los que ningún ordenador será capaz de obtener su solución, por lo que a Alan Turing se le considera el padre de la teoría de la computabilidad.

También se le considera el padre de la Inteligencia Artificial, por su famosa Prueba de Turing, que permitiría comprobar si un programa de ordenador puede ser tan inteligente como un ser humano.

En 1951 William Shockley inventa el transistor de unión. El invento del transistor hizo posible una nueva generación de computadoras mucho más rápidas y pequeñas.

El término Inteligencia Artificial fue inventado en 1956, en "la conferencia de Darmouth" (un congreso en el que se hicieron previsiones triunfalistas a diez años que jamás se cumplieron) lo que provocó el abandono casi total de las investigaciones durante quince años.

Llama la atención que en esa fecha la informática apenas se había desarrollado, y ya se planteaba la posibilidad de diseñar mecanismos inteligentes.



En aquella reunión se encontraban entre otros, Claud Shannon, padre de la Teoría de la Información; Marvin Minsky, que más tarde demostraría las limitaciones de ciertos modelos de redes neuronales; Herbert Simon, premio Nóbel de Economía quien además desarrolló el primer programa de Inteligencia Artificial y un largo etcétera de investigadores.

En esta conferencia se hicieron previsiones triunfalistas a diez años que jamás se cumplieron, lo que provocó el abandono casi total de las investigaciones durante quince años.

En 1980 la historia se repitió con el desafío japonés de la quinta generación, que dio lugar al auge de los sistemas expertos, pero que no alcanzó muchos de sus objetivos, por lo que este campo sufrió una nueva interrupción en los años noventa.

En la actualidad estamos tan lejos de cumplir la famosa prueba de Turing como cuando se formuló: *Existirá Inteligencia Artificial cuando no seamos capaces de distinguir entre un ser humano y un programa de computadora en una conversación a ciegas.*

Como anécdota, muchos de los investigadores sobre IA sostienen que " *la inteligencia es un programa capaz de ser ejecutado independientemente de la máquina que lo ejecute, computador o cerebro*".

En 1987 Martin Fischles y Oscar Firschein describieron los atributos de un agente inteligente. Al intentar describir con un mayor ámbito (no sólo la comunicación) los atributos de un agente inteligente, la IA se ha expandido a muchas áreas que han creado ramas de investigación enormes y diferenciadas. Dichos atributos del agente inteligente son:

Tiene actitudes mentales tales como creencias e intenciones.

Tiene la capacidad de obtener conocimiento, es decir, aprender.

Puede resolver problemas, incluso particionando problemas complejos en otros más simples.

Entiende. Posee la capacidad de crearle sentido, si es posible, a ideas ambiguas o contradictorias.

Planifica, predice consecuencias, evalúa alternativas (como en los juegos de ajedrez)

Conoce los límites de su propias habilidades y conocimientos.

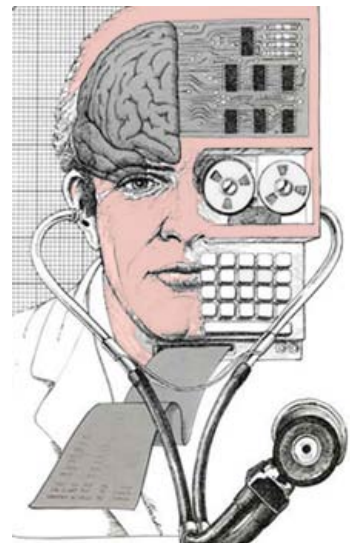
Puede distinguir a pesar de las similitud de las situaciones.

Puede ser original, creando incluso nuevos conceptos o ideas, y hasta utilizando analogías.

Puede generalizar.

Puede percibir y modelar el mundo exterior.

Puede entender y utilizar el lenguaje y sus símbolos.



Podemos entonces decir que la IA incluye características humanas tales como el aprendizaje, la adaptación, el razonamiento, la auto corrección, el mejoramiento implícito, y la percepción modular del mundo. Así, podemos hablar ya no sólo de un objetivo, sino de muchos, dependiendo del punto de vista o utilidad que pueda encontrarse a la IA.

En algunas de estas ramas los resultados teóricos van muy por encima de las realizaciones prácticas.

Muchos de los investigadores sobre IA sostienen que *"la inteligencia es un programa capaz de ser ejecutado independientemente de la máquina que lo ejecute, computador o cerebro"*.

El objetivo de la IA es hacer de las computadoras, máquinas más útiles.

¿Qué pueden hacer las computadoras dentro del área de la Inteligencia Artificial?

Resolver problemas difíciles: Es conocido que las computadoras pueden realizar cálculos aritméticos a increíble velocidad, actualmente no es extraño ver programas que realizan cálculo integral y mucho más, como la resolución de problemas mecánicos.

Ayudar a los Expertos a Analizar y Diseñar:

Algunos programas sirven para auxiliar a los médicos, para analizar ciertos tipos de enfermedad, otros para entender el funcionamiento de circuitos electrónicos y otros mas nos auxilian en la configuración de los módulos que conforman sistemas complejos de equipo de computo.

Entender Imágenes Simples: Computadoras equipadas con los dispositivos adecuados (cámaras de TV etc.) pueden ver lo suficiente para tratar con un espacio limitado, los objetos que ahí se encuentran y la relación que guarda uno con respecto del otro.

Ayudar a Manufacturar Productos: Actualmente máquinas de propósito específico auxilian en trabajos que el hombre considera peligroso, aburrido o poco remunerado. El pasar de máquinas de propósito específico a robots inteligentes, requiere de agregar muchas capacidades, una de ellas es la de razonar acerca del movimiento en tres dimensiones, tal como el requerido para mover una caja de un estante a otro.

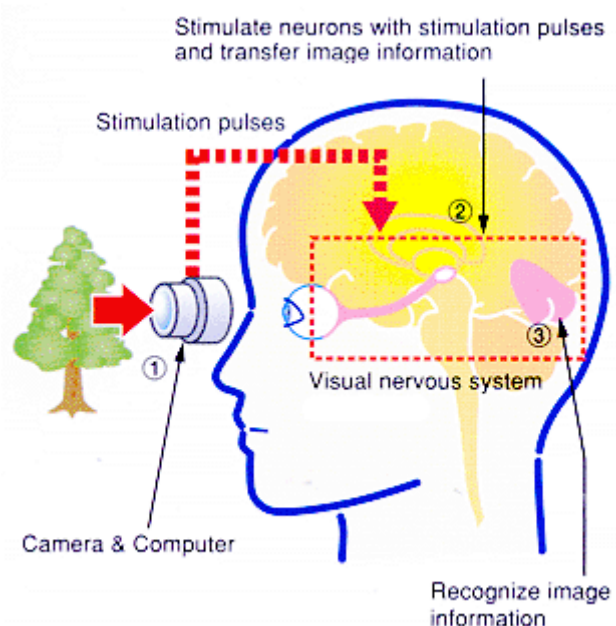
Técnicas y campos de la Inteligencia Artificial

- Aprendizaje Automático (Machine Learning)
- Ingeniería del conocimiento (Knowledge Engineering)
- Lógica difusa (Fuzzy Logic)
- Redes neuronales artificiales (Artificial Neural Networks)
- Sistemas reactivos (Reactive Systems)
- Sistemas multi-agente (Multi-Agent Systems)
- Sistemas basados en reglas (Rule-Based Systems)
- Razonamiento basado en casos (Case-Based Reasoning)
- Sistemas expertos (Expert Systems)
- Redes Bayesianas (Bayesian Networks)
- Vida artificial (Artificial Life)
- Videojuegos (videojuego)
- Computación evolutiva (Evolutionary Computation)
- Células Binarias (Binary Cells)
- Estrategias evolutivas
- Algoritmos genéticos (Genetic Algorithms)
- Técnicas de Representación de Conocimiento*
- Redes semánticas (Semantic Networks)
- Tecnologías de apoyo*
- Interfaces de usuario
- Visión artificial



Aplicaciones de la Inteligencia Artificial

- Lingüística computacional
- Minería de datos (Data Mining)
- Mundos virtuales
- Procesamiento de lenguaje natural (Natural Language)



Processing)
Robótica
Sistemas de apoyo a la decisión
Videojuegos
Etc.

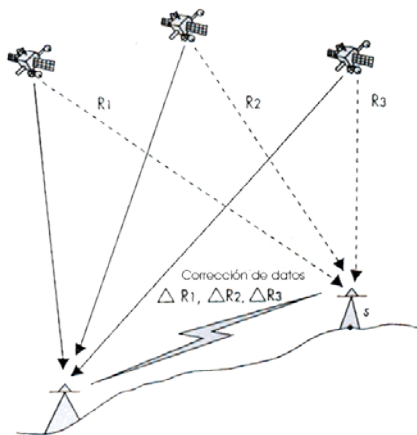
El hombre quiere imitar con maquinas... Todas las tareas que realiza el hombre

Estudiamos algunas de ellas y las comparamos en la forma en las que las realizan las maquinas.

El hombre Calcula distancias

A ojo
Las mide con reglas y cintas métricas
Razona con recursos matemáticos
Ha creado una ciencia "la Topografía"

La Inteligencia Artificial, va mas lejos. Mediante el uso del GPS



Utiliza satélites artificiales

Los coloca en el espacio en orbitas Geoestacionarias
Calcula la posición de los objetos "desde el cielo" con gran precisión

Como tiene mapas, sitúa a un "móvil" en el lugar donde se encuentra en tiempo real, de día o de noche, este nublado o despejado.

El GPS es definitivo en la industria militar
Mide fincas y superficies
Dibuja Mapas

Localiza personas en cualquier parte del mundo
Guía a los excursionistas
Moviliza tropas
Permite una navegación segura por tierra, mar o aire
Es capaz de llevar Misiles Nucleares a cualquier parte del mundo.
Etc.

El hombre quiere imitar con maquinas...
Todas las tareas que realiza el hombre

Le imita hasta en sus juegos
Hace juegos increíbles para enfrentarse con él
Pone a prueba la capacidad del entendimiento humano

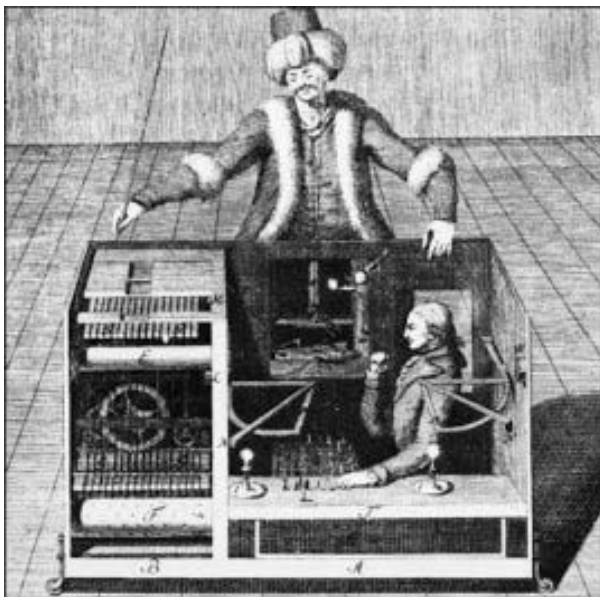


Los juegos computerizados son uno de los mejores ejemplos de Inteligencia Artificial.

Desde 1920 ya le imitaba “en el cine” haciendo películas donde los hombres, jugaban al ajedrez contra una maquina.

En la película Jaque a la Reina, una maquina, que contenía un hombre en su interior, jugaba con quien quisiera, ganando la “maquina” siempre.

Los jugadores descubren el fraude por su manera de jugar.



En 1912 Leonardo Torres Quevedo desarrolla las primeras maquinas para jugar al ajedrez.

Los Jugadores ajedrecistas era una máquina capaz de jugar finales (sencillos) de partidas de ajedrez.

Construye el primero de estos ingenios y causa una gran sensación.

Disponía de un brazo mecánico para realizar los movimientos, y sensores eléctricos para conocer la posición de las fichas.

Estas maquinas, y las siguientes en el tiempo, que juegan al ajedrez, es el ejemplo típico de la “lógica condicional”

En la memoria están guardadas las posiciones de todas las fichas del tablero, en cada momento.

Utiliza la sentencia

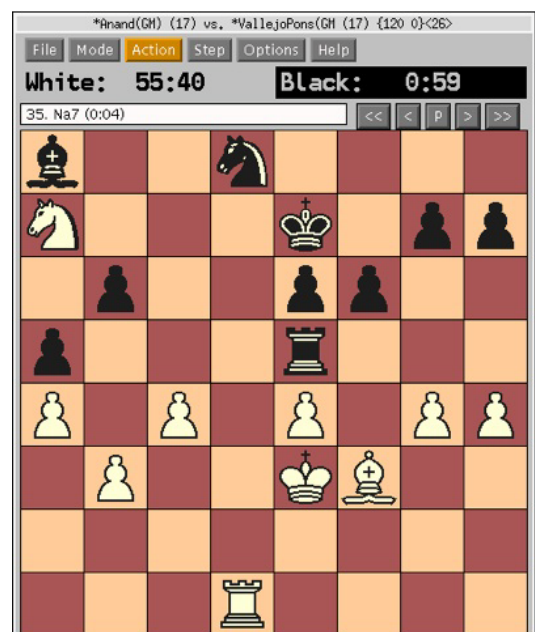
Si peón negro está en A4 y alfil blanco en B3 y caballo en..... ENTONCES mueve reina a la posición E4

El jugador mueve ficha

La maquina detecta la posición y “guarda en su memoria la nueva posición” del tablero, haciendo un nuevo movimiento lógico.

Así sucesivamente.

Casi siempre gana la maquina que en su programación ha sido asesorada por un reputado jugador de ajedrez.



Existen varios niveles. Son programas muy largos que requieren una programación delicada, un potente y rápido microprocesador y un gran conocimiento de un jugador de ajedrez.

Como el jugador de ajedrez, existen numerosos juegos en las mas diversas categorías.



Cualquiera de ellos, son un buen ejemplo de Inteligencia Artificial.

El hombre quiere imitar con maquinas... Todas las tareas que realiza el hombre

El hombre, mejor o peor, sabe dibujar

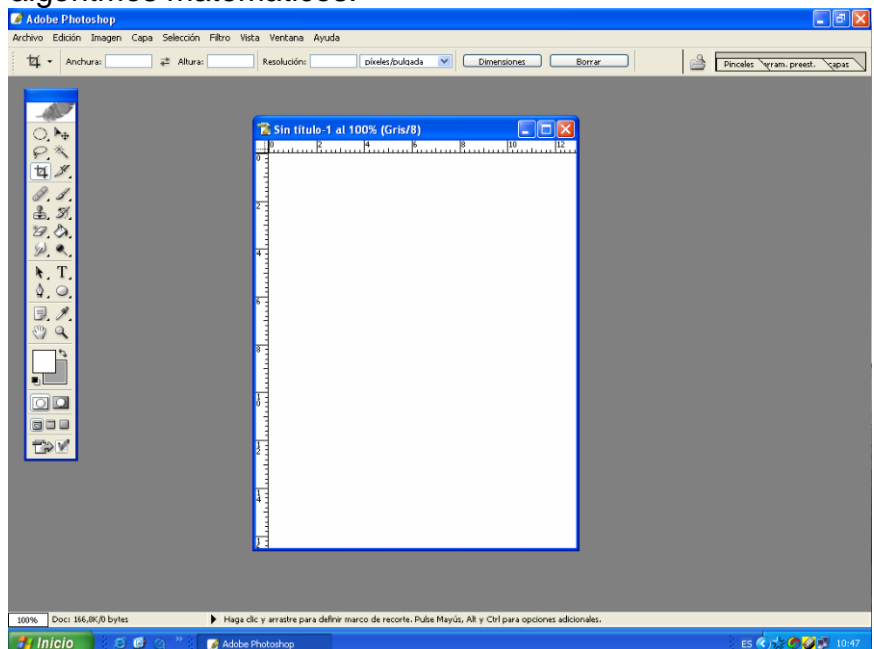
- Copia del natural
- Inventa lo que le sugiere su cerebro
- Utiliza los materiales que desea
- Etc.

Los sistemas de Inteligencia Artificial permiten dibujar con gran precisión, de una forma *vectorial*, utilizando complejos algoritmos matemáticos.

También puede dibujar *punto a punto* con facilidad.

El programa Adobe Photoshop presenta en el monitor, un conjunto de herramientas de dibujo que permiten dibujar, capturar fotos, retocarlas, manipularlas, etc. Mejor que cualquier ser humano.

Pero no sabría crear una obra de arte, por si solo.





Con las herramientas que dispone, puede hacer mas cosas.

Hasta 4.700.000 colores diferentes con infinidad de pinceles, difuminos, copiado de sus alrededores, etc.

Pero para hacer una obra creativa, siempre necesitará el “genio creador del hombre”.

El hombre quiere imitar con maquinas... Todas las tareas que realiza el hombre

Percibe sensaciones de todo tipo.

Una de sus grandes preocupaciones ES APRENDER

La Inteligencia Artificial ayuda a aprender al hombre mediante *Simuladores*.

- Simulador de conducción de trenes
- Simulador de vuelo
- Simulador de aviones de combate
- Simulador para aprender a conducir.
- Simuladores para aprender idiomas.
- Etc.



Podríamos concluir, señalando que las maquinas que utilizan Inteligencia Artificial, son aquellas, que mediante la información que le envían, los sensores que contienen, son capaces de tomar sus propias decisiones.

Teniendo en cuenta que técnicamente disponemos de pocos sensores (sensores de luz, de presencia, térmicos, etc), pocas son las tareas que pueden realizar, por el momento.

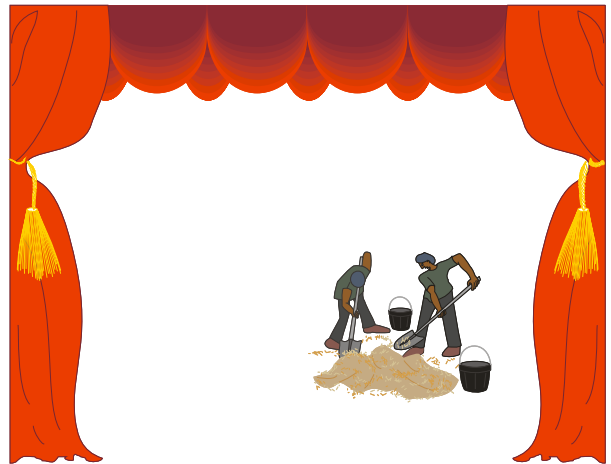
Lógicamente, cuando dispongamos de mas sensores, sus respuestas podrán combinarse y ofrecernos unos resultados mas prácticos.

ROBOTS

La palabra robot fue utilizada por primera vez en el año 1921, cuando el escritor checo Karel Capek (1890-1938) estrena en el teatro nacional de Praga su obra Rossum's Universal Robot (R.U.R). Su origen es la palabra eslava Robot, que se refiere al trabajo realizado de manera forzada.

Los robots de R.U.R eran máquinas andróides fabricadas a partir de la "fórmula" obtenida por un brillante científico llamado Rossum. Estos robots servían a sus dueños humanos desarrollando todos los trabajos forzados, hasta que finalmente se revelaban contra sus dueños, destruyendo toda la vida humana, a excepción de sus creadores, con la frustrada esperanza de que les enseñen a reproducirse.

La robótica como ciencia tecnológica se define como:



"Ciencia aplicada que surge de la combinación de la tecnología de las máquina-herramienta y de la informática".

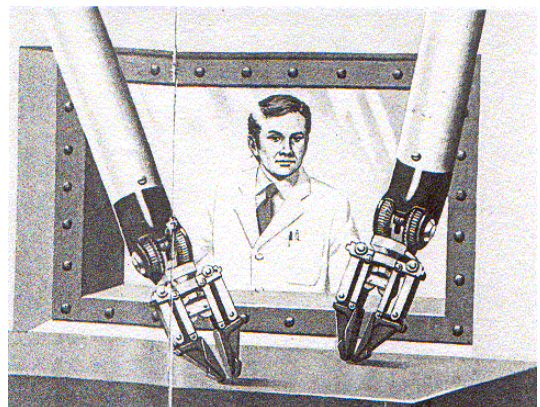
Donde

Máquina-herramienta: "máquina que efectúa cualquier trabajo Manual"

Informática: "ciencia del tratamiento automático y racional de la información"

El robot como máquina lleva un desarrollo independiente del término robot. Tras los primeros autómatas, casi todos de aspecto humano, los progenitores más directos fueron los telemanipuladores.

En 1948 R.C Goertz del Argonne National Laboratory, desarrolló, con el objetivo de manipular elementos radioactivos sin riesgo para el operador, el primer telemanipulador. Éste consistía en un dispositivo mecánico, maestro-esclavo.



Años más tarde, en 1954, Goertz hizo uso de la tecnología electrónica y del servocontrol sustituyendo la transmisión mecánica por otra eléctrica y desarrollando así el primer telemanipulador con servocontrol bilateral.

En 1958 el ingeniero Raph Mosher de la General Electric, desarrolló el Handy-Man, consistía en 2 brazos mecánicos teleoperados mediante un maestro del tipo denominado exoesqueleto.

La sustitución del operador por un programa de ordenador que controlase los movimientos de la manipulador dio paso al concepto del robot.

La primera licencia de un robot fue solicitada en 1954 por el inventor británico C.W. Kenward, esta patente fue emitida por el reino unido en 1957 con el numero 781465.

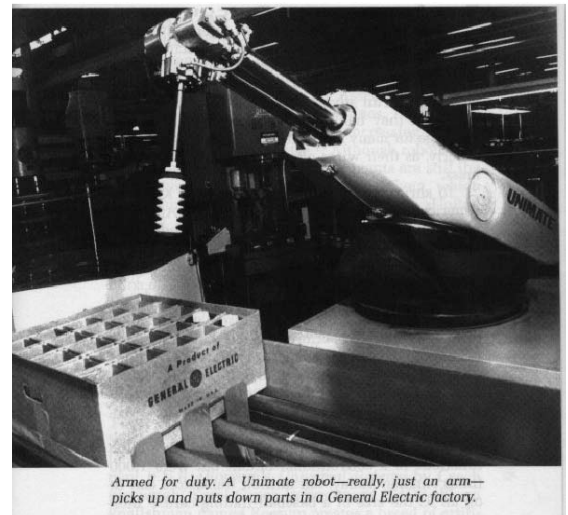
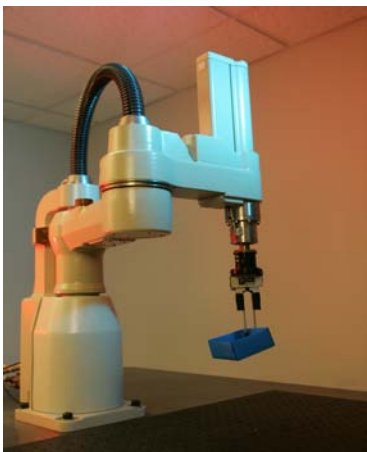


Sin embargo, el estadounidense George C. Devol había establecido las bases para fabricar el robot industrial moderno en 1954, esto fue patentado en 1961 con el numero 2988237.

En 1968 J.F Engelberger, director de ingeniería, de la división aeroespacial de la empresa Mannig Maxwell y Moore en Stanford, Connecticut, firmo un acuerdo con Kawasaki para la construcción de robots tipo Unimate, Nissan fue quien ayudo al Japón a aventajar a Estados Unidos en el crecimiento de la robótica, que formo la Asociación de Robótica Industrial de Japón (JIRA) en 1972.

Dos años mas tarde se formo el instituto de robótica de América (RIA). Por su parte Europa tuvo un despertar tardío . En 1973 la firma Sueca ASEA Construyo el primer robot totalmente eléctrico, el robot IRb6, seguido un año mas tarde por el IRb60. En 1980 se fundo la Federación Internacional de Robótica con sede en Estocolmo Suecia.

Los primeros Robot respondían a las configuraciones esféricas y antropomórficas. En 1982 el profesor Makino de la Universidad Yamanashi de Japón, desarrolla en concepto de robot SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm), que busca un Robot con un numero reducido de grados de libertad (3 o 4), un coste limitado y una configuración dedicada al ensamblado de piezas.



Armed for duty. A Unimate robot—really, just an arm—picks up and puts down parts in a General Electric factory.

Los Robot en 30 años de desarrollo, han permitido que tomen posición en todas las áreas de producción y tipos de industrias. Los futuros desarrollo de la robótica apunta aumentar su movilidad, destreza y autonomía de sus acciones. Existen otros tipos de aplicaciones que han hecho evolucionar en gran medida tanto la concepción de los Robots como su propia morfología.

Casi todos los robots siguen los tres pasos tradicionales:

Percepción, de lo que tienen a su alrededor.

Razonamiento, decidir la tarea que va a efectuar.

Tomar la acción ejecutándola.

En términos generales podemos decir, que los robots, son maquinas complejas, provistas de multitud de accesorios, que mediante la ejecución de un

programa, son capaces de ejecutar, secuencialmente, una serie de operaciones, de gran interés, para los procesos industriales y científicos.

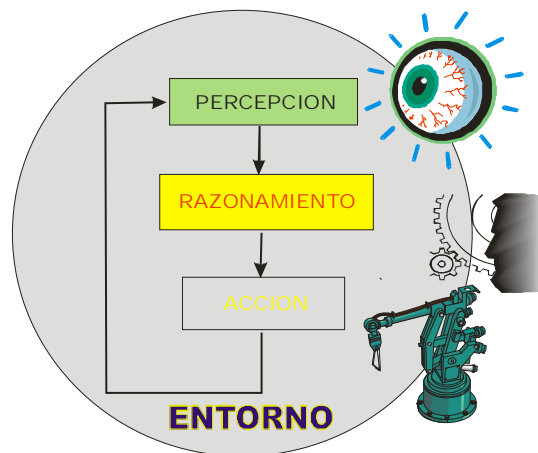
La cronología ha sido la siguiente:

Primera generación: máquinas-herramienta

- No utilizan información externa que les permita reconocer su entorno o sus movimientos relativos a dicho entorno
- Repite la tarea programada secuencialmente.

Segunda generación: adaptación y flexibilidad

- Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia
- Puede localizar, clasificar y detectar esfuerzos y adaptar sus movimientos en consecuencia.



Tercera generación: inteligencia artificial

- Potenciar al máximo la capacidad de percepción
- Comprensión del lenguaje natural, interpretación visual del entorno, capacidad de aprendizaje, etc.
- Posee capacidad para la planificación automática de tareas

¿ Qué es un robot actual?

Es un agente físico artificial, dotado de capacidades perceptivas, de "razonamiento" y de acción que le permiten actuar en diferentes entornos y con un determinado grado de " autonomía ".



Clases de Robots

Con una definición tan amplia, podríamos clasificarlos en varias categorías, según su campo de aplicación: Estos son:

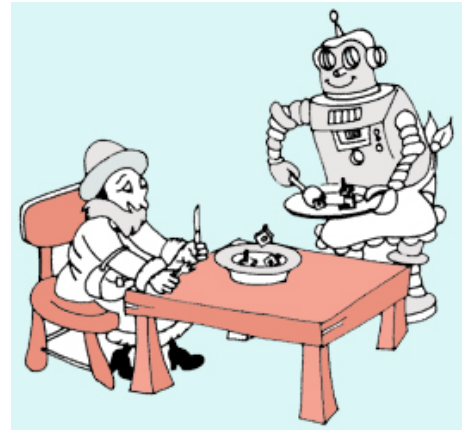
ROBOTS DE USO DOMESTICO
ROBOTS HUMANOIDES
ROBOTS INDUSTRIALES

ROBOTS DE PRECISIÓN
ROBOTS PARA USO EN CIRUGIA
ROBOTS PARA LA INDUSTRIA MILITAR
ROBOTS PARA LA INDUSTRIA AERONAUTICA

ROBOTS DE USO DOMESTICO

Podemos entender éstos, como las máquinas, utensilios y aparatos que de una forma más o menos mecánicas, nos facilitan, nos ayudan o complementan la ejecución de determinadas tareas del hogar, jardín, etc.. además de aquellos otros que puedan servir para el entretenimiento y el ocio.

En este planteamiento distinguiremos entre las maquinas que ayudan o ejecutan por sí solas determinadas tareas domésticas; que conocemos como electrodomésticos y aquellas otras que podemos considerar que cuentan con determinada “inteligencia”; los robots.



Los electrodomésticos

Para el hombre moderno, el tiempo es oro. La amplia y variada oferta de ocio y expansión que la sociedad actual ofrece, hace imprescindible el aligeramiento de tareas domésticas, que con carácter general, resultan ingratas, repetitivas y poco gratificantes; *lavar, planchar, limpiar, etc.*

Resulta indispensable contar con más tiempo libre para dedicarlo a las relaciones sociales y actividades lúdicas. Es necesario contar con “dispositivos” que faciliten el quehacer diario. Que hagan más fácil el desarrollo de las tareas cotidianas, en este caso las domésticas.



Para dar respuestas a estas necesidades, la industria ha desarrollado una extensa y variada gama de máquinas que además, dada la generalización de su utilización en los países “desarrollados”, suponen un mercado que desde el punto de vista económico proporciona sustanciosos beneficios, que ha animado y animan al desarrollo de nuevos proyectos.



Los electrodomésticos son cada vez más eficaces y sofisticados, menos ruidosos y voluminosos y utilizados de forma generalizada en mayor número.



De forma continuada asistimos a la incorporación, a nuestro diario, de nuevas máquinas que realizan tareas domésticas, que hace solo algunos años hubiera sido impensable.

Los espectaculares resultados económicos, que la implementación en la sociedad del uso de los

electrodomésticos ha proporcionado a la industria, ha dado pié a emprender proyectos más ambiciosos que puedan cubrir la demanda en alza, que este nicho de mercado está generando, por consiguiente, aparecen los robots domésticos.

Los avances en este campo son tan importantes que ya se cuenta con robots que hacen compañía, que vigilan la casa, que sirven de mascota...

Robots en el hogar

Resulta extremadamente difícil desarrollar robots que interactúen con un entorno tan abierto como es el de un hogar, son demasiadas las opciones que se deben contemplar. A pesar de ello, actualmente, se cuenta con robots suficientemente sofisticados y eficaces en la ejecución de determinadas tareas.

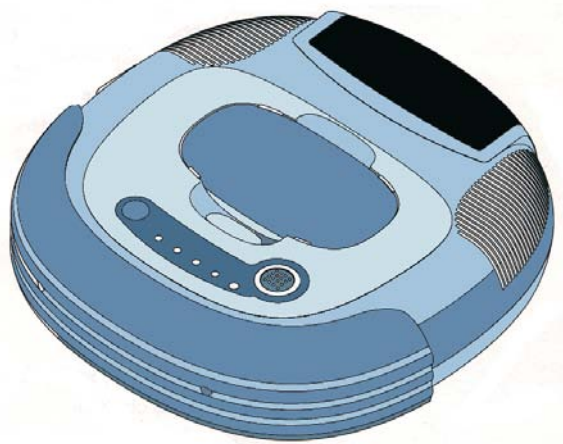
Robots que limpian el suelo

Este aparato, actualmente comercializado de forma generalizada, limpia automáticamente todo tipo de suelos y utiliza distintas funciones para desplazarse por la casa sin necesidad de que la persona este presente .

Realiza la limpieza en tres fases para eliminar todo tipo de suciedad dejando a su paso un suelo completamente limpio (cuenta con cepillo y aspirador).

Toda la basura y el polvo se almacena en un depósito sin bolsa, muy fácil de retirar y vaciar.

Según sus promotores comerciales, vuelve automáticamente a la base principal de carga de energía una vez terminada la limpieza, o cuando la batería dispone de poca carga.



Su mayor problema, es la falta de potencia, que por el momento es pobre.



A pesar de las limitaciones que pueda tener, no cabe duda de que supone un gran avance en la tarea doméstica de limpiar el suelo.

Robot que plancha

Siemens comercializa este robots que permite el secado y planchado de camisas, blusas, jerséis, chaquetas,...

Incorpora un cuerpo hinchable, con la forma de una camisa que mediante aire caliente seca la ropa y además la deja

planchada, lista para ser usada.

Dispone de doce programas distintos, para seleccionar, en función del tipo de ropa que deseemos planchar..

Además sirve también para ventilar y refrescar chaquetas de trajes, chaquetones, americanas o chaquetas de tela, devolviéndoles su prestancia original.

Robots que cocinan

Puede preparar platos increíbles en segundos. Saben pesar, Cortar, licuar, batir, calentar etc siguiendo las secuencias de sus programas.

Los robots mencionados suponen apenas una muestra de los que actualmente se pueden encontrar en el mercado, frigoríficos que te indican los alimentos que faltan, máquinas que cortan el césped, otras que limpian piscina y otros muchos....

Pero la tecnología, abarca mucho más:



Robots de compañía Wakamaru



Ideal para los consumidores que buscan ayuda, de alta tecnología, para el hogar.

Reconocer hasta 10 caras y entender unas 10.000 palabras diferentes del mismo idioma.

Hay otros muchos de diferentes y variadas características, para hacer compañía, para jugar, cuentacuentos; una larga y variada listas de máquinas robotizadas que ejecutan las más diversas tareas.

Podríamos concluir, diciendo que hay robots que hacen compañía, que sirven de mascota, que vigilan la casa, que limpian etc..... Pero jamás máquina alguna, por sofisticada y eficaz que resulte, podrá suplir, en modo alguno, los sentimientos, cariño y dedicación que un ser humano puede transmitir a otro, y si alguna vez los "sentimientos" y prestaciones de las máquinas, desplazan de alguna manera, a los sentimientos humanos , la civilización tal y como la sentimos y conocemos tendría que buscar otros horizontes

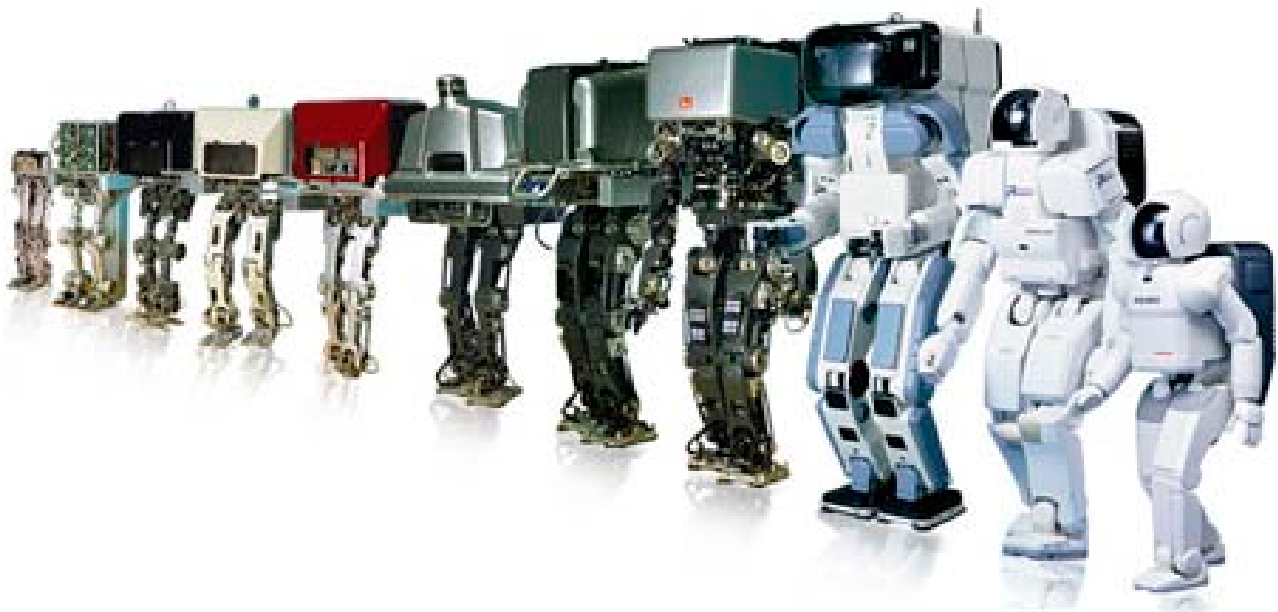
Ninguna máquina podrá suplir jamás el cariño de una madre y un padre por sus hijos.



Las máquinas, no lo olvidemos, han de servir siempre a la inteligencia humana, nunca desplazarla.

ROBOTS HUMANOIDES

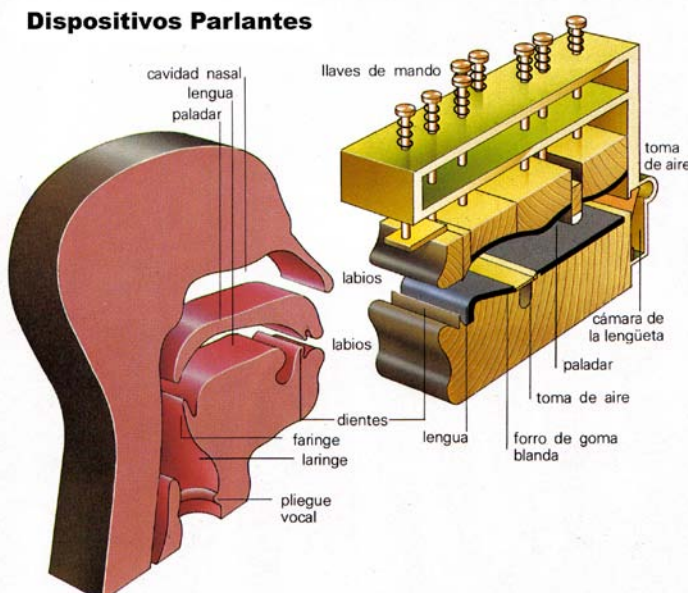
Son numerosos los Robots Humanoides que compiten y ayudan al ser humano en su vida diaria.



Muchos, intentan imitar la morfología de los hombres

Generalmente utilizan dispositivos parlantes, que una vez mas, imitan las habilidades del ser humano.

Dispositivos Parlantes



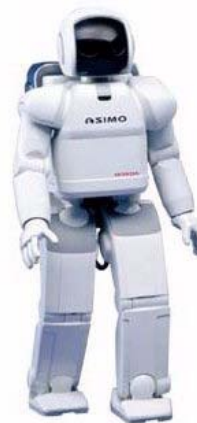


Su cuerpo es articulado y realizan movimientos y flexiones de una forma natural.

Existen varios modelos, algunos de ellos detallamos a continuación.

Asimo

Honda Motor Co (Tokyo, Japan) posee un androide caminador llamado Asimo que funciona con un sistema llamado Advanced Step 1,2 m de alto, 0,45 Pesa 43 kg.



El primer gran sociedad fue el desde 1986 hasta

Otros robots destacaron durante nombre de ASIMO" proyectos de Massachussets

En 1986 los trabajar en la para poder caminar

in Innovative Mobility. El androide tiene m de ancho y 0,44 m de profundidad.

humanoide que realmente llego a la robot diseñado y fabricado por HONDA la actualidad.

bípedos y humanoides también este tiempo, pero "el robot que recibió el fue el principal referente. Por encima de desarrollados en el Instituto Tecnológico o la Universidad Carnegie Mellon.

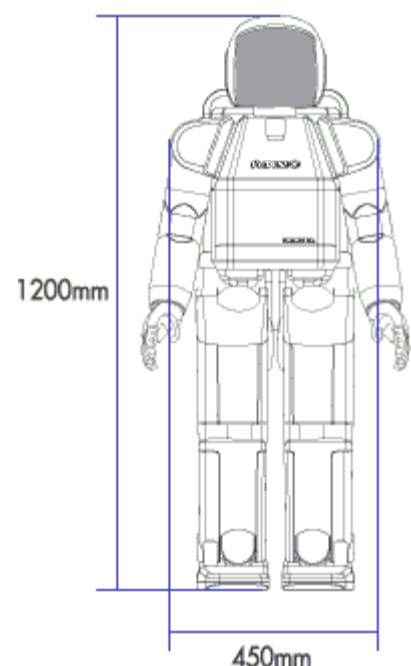
ingenieros de Honda empezaron a problemática de caminar. La pregunta era ¿qué necesita un robot para poder caminar dinámicamente?

Hasta esa fecha muchos documentos científicos habían señalado la dificultad de fabricar robots caminantes, pero muy pocos científicos se atrevían a señalar la respuesta a la pregunta.

El primer ingenio robótico de HONDA era el E0, diseñado en 1986. Para la época era un autentico prodigio que podía moverse sobre dos piernas, no sin caerse, en numerosas ocasiones.

Entre 1991 y 1993 con las nuevas versiones E4, E5 y E6 se empezaron a emplear conceptos como el ZMP (Zero Moment Point), que hoy en día componen el ABC de la robótica bípeda universal.

Durante esta época el proyecto se mantuvo bajo un relativo secretismo. Diversas instituciones sabían que HONDA estaba trabajando en robótica humanoide pero pocos se



podían imaginar los avances que los científicos nipones estaban alcanzando.

Entre 1993 y 1997 surgieron P1, P2 y P3, auténticas máquinas humanoides con tanto nivel de detalle que el público empezó a asombrarse con los resultados obtenidos. El modelo más voluminoso llegó a ser el P2 que pesaba 210 Kg y medía 1,82 mts.

Cuando HONDA llegó a estos extremos, en los que veía claramente que controlaba la robótica humanoide básica (la capacidad de caminar) analizó sus posibilidades comerciales, llegando a la conclusión de que un robot que pudiera aplastar a su propietario no era muy comercial.



Entonces surgió ASIMO, un pequeño robot de 1,20 m de altura y 43 kg de peso que podría maravillar al mundo, saliendo en la televisión sin riesgo para sus coetáneos.

En realidad ASIMO ha cambiado mucho desde su primera aparición a principios de milenio. En un principio pesaba 54 Kg. pero a base de "dieta tecnológica" ha pasado a pesar 43 Kg. (en Enero de 2004).

La "dieta tecnológica" más popular es sin lugar a dudas la Japonesa, la cultura de la nanotecnología y miniaturización arrasa en el mercado tecnológico japonés y eso se traduce en pérdidas de peso para ASIMO.

Dimensiones:

Las medidas de ASIMO están pensadas para adaptarse al entorno humano: 1,20 m de altura, 450 mm de ancho de hombros, 440 mm de profundo y 43 Kg de peso.

El grupo de baterías que incorpora en su mochila le proporciona 38 voltios y 10AH a plena carga.

Puede levantar un peso de 0,5 Kg en cada mano.

Honda define la inteligencia como la "capacidad de establecer estrategias de resolución de problemas para lograr un objetivo concreto mediante el reconocimiento, el análisis, la asociación y la combinación de datos, la planificación y la toma de decisiones". Honda es la primera en reconocer que ASIMO todavía dista mucho de tener todas estas capacidades, pero considera que se han realizado avances importantes.

Además de las capacidades cognitivas asociadas al sistema de "avance inteligente", las versiones de ASIMO que se están desarrollando en Japón cuentan con varias funciones inteligentes, entre las que destacan la capacidad de reconocer a personas, objetos y gestos, calcular las distancias y el sentido de desplazamiento de varios objetos. Estas informaciones visuales se registran, interpretan y traducen en acciones. Gracias a estas funciones, ASIMO puede evitar los objetos que se encuentran en su camino, saber que alguien quiere darle la mano y actuar en consecuencia tendiéndole la suya.

En cierta medida, ASIMO también puede entender y hablar. Puede reconocer voces, distinguir sonidos y palabras, responder a determinadas instrucciones e intercambiar

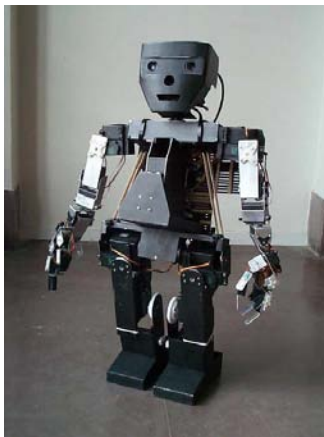
frases simples y saludos con una persona. Actualmente, ASIMO puede entender 50 saludos y tratamientos distintos, así como 30 instrucciones, y actuar en consecuencia.

ASIMO y su evolución, es para muchos investigadores la Biblia de la robótica humanoide. Otros consideran que la robótica humanoide no es rentable, el tiempo y la propaganda que HONDA recibe gracias a su humanoide lo dirán, mientras tanto el que en otro tiempo fuera fabricante de electrodomésticos y coches es ahora un componente vital de la historia de la robótica.

S-Doll

Kokoro, una subsidiaria de Sanrio de Japón, ha producido un robot humanoide y parlante que llaman S-Doll.

Puede entender el habla y llevar adelante una conversación con un humano.



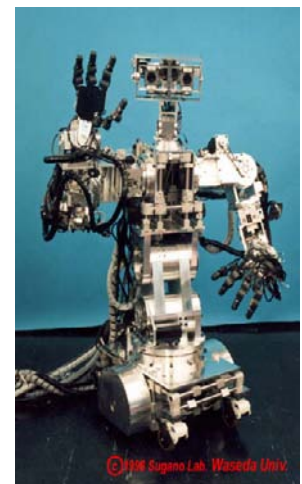
Elvis y Elvina

La Chalmers University en Goteburg, Suecia tiene tres proyectos, que son Elvis, en el que trabajan ya con un segundo prototipo, y un nuevo humanoide pequeño al que bautizaron Elvina.

Wendy

Otro proyecto desarrollado por Waseda University (Tokyo, Japón), un androide llamado Wendy, similar a Hadaly.

Tiene un total de 52 grados de movilidad (DOF).



Robot Azafata

Este tipo de Robot Humanoide, pretende dar servicio en exposiciones, congresos, ferias, etc., contestando, con cierta gracia, a todos los visitantes que le piden informaciones sencillas.

Cada día que pasa, es mas popular, por su imagen de mujer hermosa, que llama la atención de los visitantes, a los cuales no les importa, para nada, las respuestas del robot azafata.

Aunque sea un buen recurso de "marketing" presenta un gran futuro.



Dispone de numerosas configuraciones que le permiten adaptarse muy fácilmente a distintas tareas.

Habla idiomas y puede mantener una conversación sencilla con los visitantes a las exposiciones.

Robots que juegan al fútbol y similares

Son pequeños dispositivos, que saben regatear, avanzar y disparar a la portería. Por el momento, no son muy hábiles.

Saben hacer equilibrios con la pelota con mayor precisión que jugar al fútbol.

Robots que saben bailar

Todos los ritmos

Bailan con parejas

Hablan con ellas

No se cansan

Resultan una pareja encantadora



Robot Políglota

Capaz de Hablar y entender en Seis idiomas.

Existen muchas versiones

Dos idiomas que habla y entiende con un amplio vocabulario

Robots que dirigen la circulación

Dirigen el trafico con gran habilidad.

Detectan y distinguen a coches y peatones.

Controlan y toman decisiones según el numero de coches y peatones

Toman el control de los semáforos

Se comunican con otros robots de circulación.

Reciben ordenes del centro de control de trafico y las ejecutan con gran fidelidad.



Robots que juegan con los niños

Juegan con ellos
Cuentan cuentos
Juegan a los juegos clásicos infantiles



Robots para juegos de adultos

Uno de los juegos que mas practican los adultos, es el sexo.

La gran demanda de este producto, ha animado a los fabricantes a manufacturarlos con gran fidelidad.

Los Robots sexuales más costosos son realizadas con silicona.

Son muy semejantes a personas vivas, con la cara y el cuerpo modelados de mujeres y hombres verdaderos.

Fabricados con material prácticamente igual a la piel humana (igual al utilizado para los efectos especiales de las películas), con pelo realista (o verdadero).

Estos Robots tienen generalmente un esqueleto articulado de PVC o de metal con coyunturas flexibles que permiten ser posicionadas en una variedad de posiciones de actos sexuales

Existen numerosos modelos todos ellos configurables.

En los de mayor precio, existen ocho modelos de mujeres reales muy hermosas y atractivas y recientemente dos modelos de hombres viriles.

Cada "robot sexual" se pueden configurar entre 12 caras diferentes, ocho modelos de piernas y cuatro torsos de diferentes proporciones.





El usuario elige lo que mas le conviene

Realizan todas las “operaciones de sexo” a la perfección

Su coste oscila entre:

Mujeres 8.000 \$ a 11.000\$

Hombres 12.000 \$ a 15.000 \$

El plazo de entrega es de unos 3 meses.

En el mundo existen unos 20.000 Robots sexuales femeninos

Unos 2.500 modelos masculinos (solo 3 años en el mercado)

Este hecho real debería ser un buen sujeto de investigación para Psicólogos

Como son ampliamente utilizados se estropean mucho. Existe una “Clínica” de reparación de estos Robots. Sus precios también son elevados

Los expertos en robótica desarrollan máquinas que son ya una prolongación imprescindible del cuerpo humano y que sirven tanto para la exploración subacuática como para la manipulación de cables de alta tensión, el transporte de grandes pesos o el ensamblaje en una cadena de montaje.

Pero es la inteligencia artificial y la creación de robots de aspecto y cualidades humanos, aún con un coste de producción muy elevado, la línea de investigación que actualmente despierta una curiosidad mayor acerca del papel que jugarán estas máquinas en la vida cotidiana futura.

Entre los proyectos en marcha en España destaca un robot autónomo móvil, de aspecto similar a 'R2D2', y que ha sido desarrollado por el departamento de robótica de la Escuela Superior de Técnicos Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, para destinarle a hacer las visitas guiadas del Museo de las Artes y las Ciencias de Valencia.



Bautizado como "Urbano", esta máquina, valorada en más de 60.000 euros, incorpora un láser que le permite orientarse espacialmente, un rostro capaz de gesticular, ya que puede hasta "enfadarse", y una capacidad lingüística que le permite incluso contar chistes.

Ramón Galán, profesor del departamento, explicó que "Urbano" "no tiene un programa de comportamiento básico", sino que se le ha dotado de unas habilidades y de cierta conciencia.

El robot escoge entre sus habilidades las que considera en cada momento más adecuadas, aunque su comportamiento sea "todavía muy infantil, porque no tiene suficiente experiencia".

"En la medida en que vaya creciendo su base de datos va a ser cada vez más inteligente, hasta llegar a tomar conciencia de sí mismo y no esperar órdenes sino adelantarse a ellas: esto es la inteligencia artificial".

.

ROBOTS INDUSTRIALES

Se entiende por Robot Industrial a un dispositivo de maniobra, destinado a ser utilizado en la industria y dotado de uno o varios brazos, fácilmente programable para cumplir operaciones diversas con varios grados de libertad y destinado a sustituir la actividad física del hombre en las tareas repetitivas, monótonas, desagradables o peligrosas.

El RIA Robot Institute of América define al Robot como



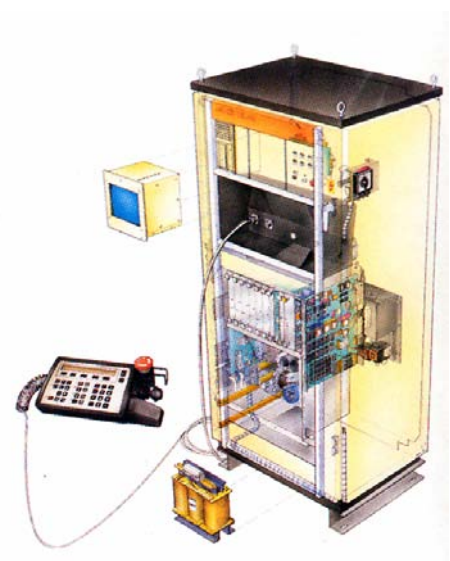
"Un manipulador multifuncional reprogramable, diseñado para mover materiales, partes, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos variables programados para realizar una variedad de labores"

Realmente, los Robots no incorporan nada nuevo a la tecnología en general, la novedad radica en la particularidad de su arquitectura y en los objetivos que se procura con los mismos.

El trabajo del Robot se limita generalmente a pocos movimientos repetitivos de sus ejes,

estos son casi siempre 3 para el cuerpo y 3 para la mano o puño.

Su radio de acción queda determinado por un sector circular en el espacio donde este alcanza a actuar. Cuando las partes o piezas a manipular, son idénticas entre sí y se presentan en la misma posición, los movimientos destinados a reubicar o montar partes se efectúan mediante dispositivos articulados que a menudo finalizan con pinzas.



La sucesión de los movimientos se ordena en función del fin que se persigue, siendo fundamental la memorización de las secuencias correspondientes a los diversos movimientos.



Puede presentarse el caso en el que las piezas o partes a ser manipuladas no se presenten en posiciones prefijadas, en este caso el robot deberá poder reconocer la posición de la pieza y actuar u orientarse para operar sobre ella en forma correcta, es decir se lo deberá proveer de un sistema de control adaptativo.

Si bien no existen reglas acerca de la forma que debe tener un robot industrial, la tecnología incorporada a él, está perfectamente establecida y en algunos casos procede de las aplicadas a las máquinas-herramientas.

Los desplazamientos rectilíneos y giratorios son *neumáticos, hidráulicos o eléctricos*.

Como es sabido, los sistemas neumáticos no proveen movimientos precisos debido a la compresibilidad del aire y en ellos deben emplearse topes positivos para el posicionamiento, lo que implica la utilización de dispositivos de desaceleración.

Los Robots Neumáticos poseen una alta velocidad de operación manipulando elementos de reducido peso.

Los accionamientos hidráulicos proporcionan elevadas fuerzas, excelente control de la velocidad y posicionamiento exacto.

En cuanto a los sistemas eléctricos se utilizan motores de corriente continua o motores paso a paso. Estos dos tipos de Robots quedan reservados a la manipulación de elementos más pesados o los procesos de trayectorias complejas como las tareas de soldadura por punto o continua.



Clasificación de los robots industriales

Una clasificación del grado de complejidad del Robot puede establecerse de la siguiente forma:

Robots de primera generación:

Dispositivos que actúan como "esclavo" mecánico de un hombre, quien provee, mediante su intervención directa, el control de los órganos de movimiento. Esta

transmisión tiene lugar mediante servomecanismos actuados por las extremidades superiores del hombre, caso típico manipulación de materiales radiactivos, obtención de muestras submarinas, etc.

Robots de segunda generación:

El dispositivo actúa automáticamente sin intervención humana frente a posiciones fijas en las que el trabajo ha sido preparado y ubicado de modo adecuado ejecutando movimientos repetitivos en el tiempo, que obedecen a lógicas combinatorias, secuenciales, programadores paso a paso, neumáticos o Controladores Lógicos Programables.

Un aspecto muy importante está constituido por la facilidad de rápida reprogramación que convierte a estos Robots en unidades "versátiles" cuyo campo de aplicación no sólo se encuentra en la manipulación de materiales sino en todo los procesos de manufactura, como por ejemplo: en el estampado en frío y en caliente asistiendo a las máquinas-herramientas para la carga y descarga de piezas. En la inyección de termoplásticos y metales no ferrosos, en los procesos de soldadura a punto y continúa en tareas de pintado, reemplazando con ventaja algunas operaciones de máquinas convencionales.



Robots de tercera generación:

Son dispositivos que habiendo sido construidos para alcanzar determinados objetivos serán capaces de elegir la mejor forma de hacerlo teniendo en cuenta el ambiente que los circunda. Para obtener estos resultados es necesario que el robot posea algunas condiciones que posibiliten su interacción con el ambiente y los objetos. Las mínimas aptitudes requeridas son: capacidad de reconocer un elemento determinado en el espacio y la capacidad de adoptar propias trayectorias para conseguir el objetivo deseado. Los métodos de identificación empleados hacen referencia a la imagen óptica por ser esta el lenguaje humano en la observación de los objetos, sin embargo no puede asegurarse que la que es natural para el hombre, constituye la mejor solución para el robot.

Tipos de configuraciones para robots industriales

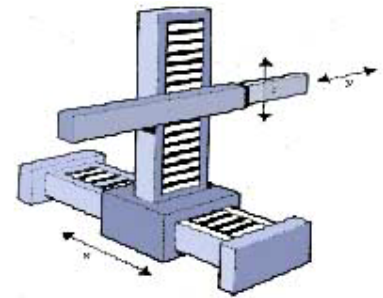
Cuando se habla de la configuración de un robot, se habla de la forma física que se le ha dado al brazo del robot.

El brazo del manipulador puede presentar cuatro configuraciones clásicas: la cartesiana, la cilíndrica, la polar y la angular.

Configuración cartesiana:

Posee tres movimientos lineales, es decir, tiene tres grados de libertad, los cuales corresponden a los movimientos localizados en los ejes X, Y y Z.

Los movimientos que realiza este robot entre un punto y otro son con base en interpolaciones lineales. Interpolación, en este caso, significa el tipo de trayectoria que realiza el manipulador cuando se desplaza entre un punto y otro.

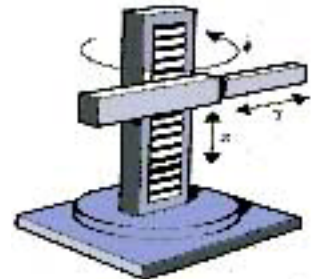


A la trayectoria realizada en línea recta se le conoce como interpolación lineal y a la trayectoria hecha de acuerdo con el tipo de movimientos que tienen sus articulaciones se le llama interpolación por articulación.

Configuración cilíndrica:

Puede realizar dos movimientos lineales y uno rotacional, o sea, que presenta tres grados de libertad.

El robot de configuración cilíndrica está diseñado para ejecutar los movimientos conocidos como interpolación lineal e interpolación por articulación.

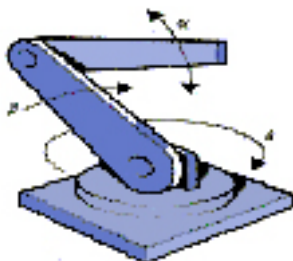
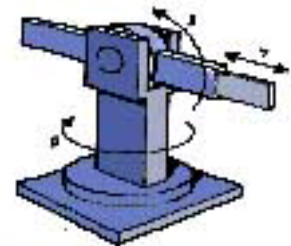


La interpolación por articulación se lleva a cabo por medio de la primera articulación, ya que ésta puede realizar un movimiento rotacional.

Configuración polar:

Tiene varias articulaciones. Cada una de ellas puede realizar un movimiento distinto: rotacional, angular y lineal.

Este robot utiliza la interpolación por articulación para moverse en sus dos primeras articulaciones y la interpolación lineal para la extensión y retracción.

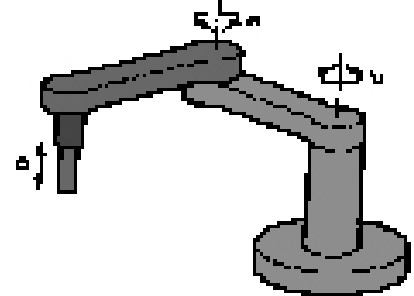


Configuración angular (o de brazo articulado):

Presenta una articulación con movimiento rotacional y dos angulares. Aunque el brazo articulado puede realizar el movimiento llamado interpolación lineal (para lo cual requiere mover simultáneamente dos o tres de sus articulaciones), el movimiento natural es el de interpolación por articulación, tanto rotacional como angular.

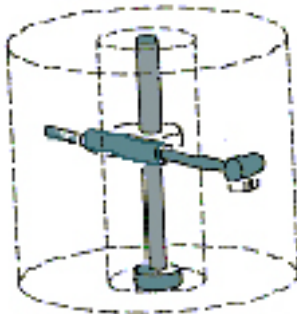
Además de las cuatro configuraciones clásicas mencionadas, existen otras configuraciones llamadas no clásicas.

El ejemplo más común de una configuración no clásica lo representa el robot tipo SCARA, cuyas siglas significan: Selective appliance Arm Robot for Assembly. Este brazo puede realizar movimientos horizontales de mayor alcance debido a sus dos articulaciones rotacionales. El robot de configuración SCARA también puede hacer un movimiento lineal (mediante su tercera articulación).

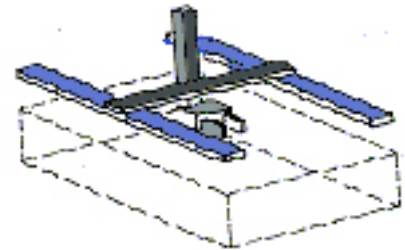


Volumen de trabajo

Para acercarnos más al conocimiento de los robots industriales, es preciso comentar todo lo que se refiere al volumen de trabajo y la precisión de movimiento.



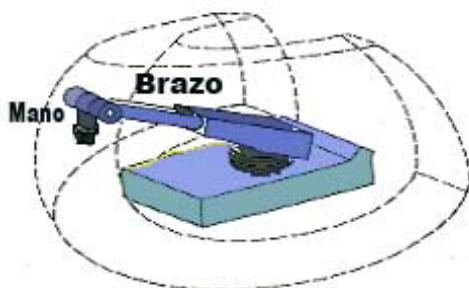
Entre las características que identifican a un robot se encuentran su volumen de trabajo y ciertos parámetros como el control de resolución, la exactitud y la repetibilidad.



El volumen de trabajo de un robot se refiere únicamente al espacio dentro del cual puede desplazarse el extremo de su muñeca. Para determinar el volumen de trabajo no se toma en cuenta el efecto final. La razón de ello es que a la muñeca del robot se le pueden adaptar "garras" de distintos tamaños.

Para ilustrar lo que se conoce como volumen de trabajo regular y volumen de trabajo irregular, tomaremos como modelos varios robots.

El robot cartesiano y el robot cilíndrico presentan volúmenes de trabajo regulares. El robot cartesiano genera una figura cúbica.



El robot de configuración cilíndrica presenta un volumen de trabajo parecido a un cilindro (normalmente este robot no tiene una rotación de 360°)

Por su parte, los robots que poseen una configuración polar, los de brazo articulado y los modelos SCARA presentan un volumen de trabajo irregular.

Sistemas de Impulsión de los robots industriales:

Los más comunes son tres:

Hidráulico.

El sistema de impulsión hidráulica es en la que se utiliza un fluido, generalmente un tipo de aceite, para que el robot pueda movilizar sus mecanismos. La impulsión hidráulica se utiliza para robots grandes, los cuales presentan mayor velocidad y mayor resistencia mecánica.

Eléctrico.

Se le da el nombre de impulsión eléctrica cuando se usa la energía eléctrica para que el robot ejecute sus movimientos. La impulsión eléctrica se utiliza para robots de tamaño mediano, pues éstos no requieren de tanta velocidad ni potencia como los robots diseñados para funcionar con impulsión hidráulica. Los robots que usan la energía eléctrica se caracterizan por una mayor exactitud y repetibilidad.

Neumático.

En la impulsión neumática se comprime el aire abastecido por un compresor, el cual viaja a través de mangueras.

Los robots pequeños están diseñados para funcionar por medio de la impulsión neumática. Están limitados a operaciones como la de tomar y situar ciertos elementos.

Es importante señalar que no todos los elementos que forman el robot pueden tener el mismo tipo de impulsión.

Beneficios

Los beneficios que se obtienen al implementar un robot de este tipo son:

- Reducción de la labor.
- Incremento de utilización de las máquinas.
- Flexibilidad productiva.
- Mejoramiento de la calidad.
- Disminución de pasos en el proceso de producción.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo, reducción de riesgos personales.
- Mayor productividad.
- Flexibilidad total.
- Calidad de trabajo humano:
- Seguridad: trabajos peligrosos e insalubres.



Comodidad: trabajos repetitivos, monótonos y en posiciones forzadas.

Utilización practica

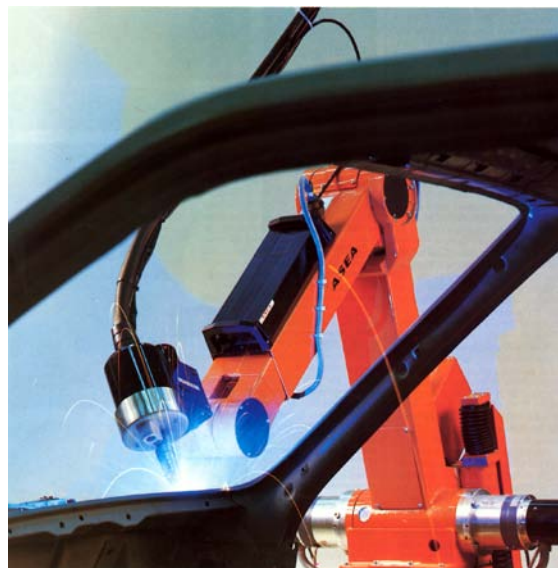
Los robots industriales son robots que se emplean para tareas vinculadas con la producción de bienes de origen manufacturado en fabricas o industrias.

Los tipos más habituales son:

Robots de soldadura

Se emplean masivamente en el ensamblaje de vehículos a motor, la soldadura por arco es la más habitual.

Los robots de soldadura suelen tener la apariencia de un brazo articulado que mediante algún mecanismo alimenta los electrodos necesarios para producir la soldadura.



Robots de paletizado

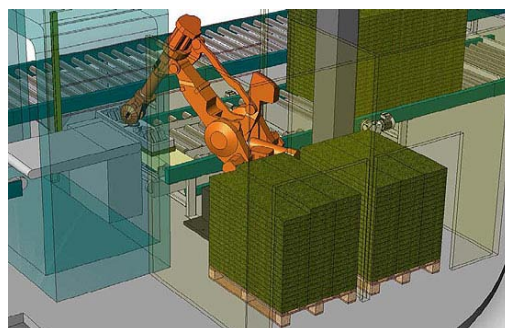
Los robots de paletizado permiten ubicar productos, materiales y en general objetos que se encuentren situado sobre un palet.

Los sistemas automáticos de paletizado son de muy diversa naturaleza y aspecto. Algunos robots de paletizado se encuentran distribuidos por todo el recinto de almacenaje y tienen la forma de cintas de transporte y numerosas carretillas que permiten situar los palés a diferentes alturas.

Otros robots de paletizado, presentan la forma de un eje de dos dimensiones que permite situar los palés en repisas a una sola altura.

Robots de carga y descarga

Este tipo de robots suele estar formado por un doble eje (X e Y) que permite desplazar cargas sobre dos puntos, de esta forma nos situamos en el punto A y recogemos el objeto en cuestión para a continuación desplazarnos sobre el plano y situarlo en un punto B.



Suele ser necesario un tercer grado de libertad (en Z) para poder desplazar los objetos verticalmente y evitar así que toquen el suelo.

Robot Scara

Se comportan de forma parecida al brazo humano, permitiendo ubicar el extremo de la mano en cualquier ubicación pero siempre sobre el plano.

En el eje vertical solo realizan manipulaciones simples que habitualmente consisten en presionar y desplazarse unos pocos centímetros.

Debido a estas características se usan sobremanera en la fabricación de electrónica de consumo y en la clasificación de artículos para su empaquetado.

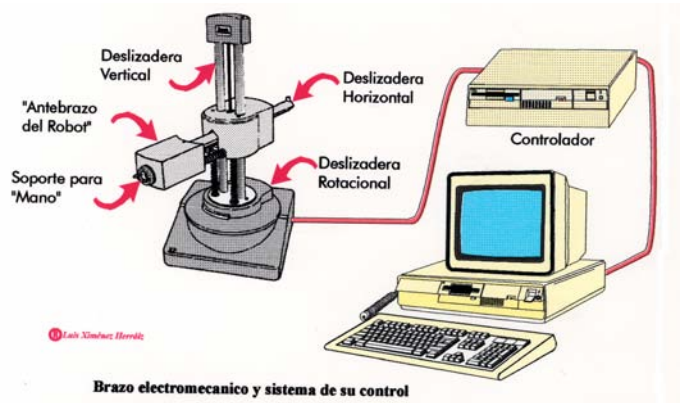
Casi todos los productos industriales de consumo, se fabrican hoy día con diferentes Robots Industriales.

Aunque su coste inicial es alto, *robotizar un proceso repetitivo, siempre es rentable.*

ROBOTS DE PRECISION

Conocemos muchos tipos de robots, que de una forma u otra, resuelven problemas muy concretos. Pero las necesidades del mercado, hacen necesario unas exigencias de gran precisión, manteniendo una gran rapidez de operación y que puedan trabajar en ambientes que llamaríamos "especiales".

Los robots industriales, son capaces de "manipular" objetos de gran tamaño, pero su reproducibilidad y precisión no suelen superar el 4% de Coeficiente de Variación, puesto que sus movimientos suelen ser neumáticos o hidráulicos.



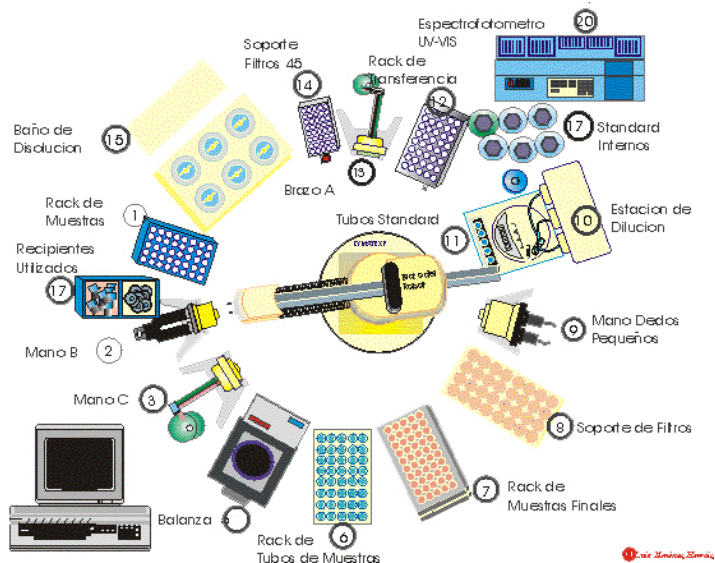
Los llamados robots de precisión, no son capaces de manejar grandes pesos, como máximo 1.7 Kilogramos, pero las tareas que ejecutan son tan "repetitivas" y precisas, que su variación, en numerosos ensayos idénticos son mejores del 0,5 % de Coeficiente de variación.

Estos equipos, por lo general, están formados por un brazo giratorio, que puede moverse con 5 grados de libertad, gracias a una serie de motores de pasos, de gran precisión provistos de la tecnología "encoder" que permiten frenar sus movimientos, antes de llegar a su destino, en unos pocos milisegundos.

Todo el sistema, se encuentra conectado a una unidad de control, tremendamente sofisticada, donde la información que necesita, se la comunica un ordenador “modesto” tipo PC, manejado por el usuario.

Al brazo del robot, se le ajustan unas “manos” con unos “dedos” que son diferentes para cada tipo de tareas que vayan a realizar.

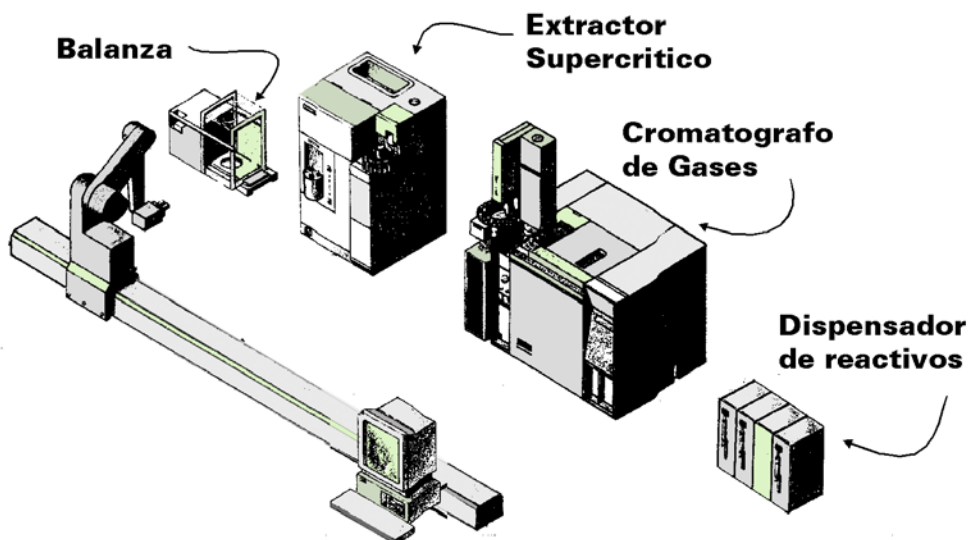
Al alcance del brazo del robot, se colocan los materiales necesarios para realizar las tareas que se pretenden ejecutar. Un software muy complejo, le indicará todos y cada uno de los movimientos que precisa realizar, en el orden y secuencia pretendidos.



El brazo del robot, es capaz de girar 350 ° sobre su eje, lo cual le permite alcanzar los componentes necesarios para el objeto de su trabajo.

Algunos diseños, realizados originariamente diseñados por la compañía Hewlet Packar, permiten desplazar el movimiento del brazo del robot, con una trayectoria rectilínea, lo cual le permite realizar muchas tareas.

DIAGRAMA DE TRABAJO en un Robot de Desplazamiento Lineal



Es importante resaltar el hecho de que en estos sistemas robotizados, el brazo del robot, lo único que hace es manipular la muestra para después introducirla en otro sistema, que a su vez, es otro robot que hace ciertas tareas de interés para el ensayo.

Robots de esta precisión, resultan de vital importancia en aplicaciones tales como:

*Análisis Químicos de muy alta sensibilidad, del orden de unas pocas partes por billón,
Análisis de control en la Industria Farmacéutica
Análisis de Rocas Lunares,
Manipulación de materiales radiactivos de alta y media actividad,
Sistemas de teleguía de misiles
Cirugía robotizada,
Etc.*

En la actualidad, sin contar los usos militares, se encuentran instalados mas de 2.000 equipos en todo el mundo y alrededor de la docena en España.

Su manejo, requiere personal muy especializado, en su propia disciplina académica y requiere unos buenos conocimientos de informática.

Como ejemplo de su utilización, podríamos citar el Análisis de Rocas Lunares.

Esta determinación, precisa trabajar, en una atmósfera inerte, que no contamine la muestra, con los componentes de nuestro planeta.

Requiere trabajar en un ambiente de gran pureza y su manipulación debe realizarse a distancia, puesto que los componentes que la conforman, "teóricamente desconocidos" podrían contaminar al operador e inocular hipotéticas enfermedades.



Los robots de precisión, realizan esta tarea con gran facilidad.

ROBOTS PARA USO EN CIRUGIA

La cirugía robótica es una aplicación de robots de precisión, a diferentes técnicas quirúrgicas, que incluye la posibilidad de comandar ese instrumental a distancia.

Según afirman los expertos abocados a estas técnicas, este es el futuro de la medicina. La también llamada "cibercirugía" propone amplios campos de acción, cada vez más variados, algunos de los cuales son experimentados con éxito.

Los mayores avances en estas técnicas se han realizado en Estados Unidos de Norteamérica y algunos países de Europa Occidental.

Esto no tiene nada de ciencia ficción, y los robots que pueden verse hoy en las salas de operaciones no tienen semejanza real con un cirujano.

Lejos de presentar formas humanas, constituyen una gran variedad de prototipos de las más diversas formas y tamaños, según las tareas para las cuales han sido ideados.

Son capaces de cumplir diversas funciones de acuerdo a la programación que reciban.

El objetivo de la cirugía robótica no es reemplazar la figura del cirujano, quien hasta hoy es indispensable en el quirófano. Lo que ofrecen los desarrollos robóticos es una maravillosa ampliación de las capacidades propias de los profesionales del bisturí.

Ellos pueden registrar y perpetuar las habilidades de un cirujano dado en el mejor momento de su carrera y en el máximo de su experiencia.

Cirujanos con una menor habilidad manual, alcanzan niveles similares a las de sus colegas más destacados, potenciando la precisión de sus habilidades.

Los sistemas también pueden corregir ciertas inhabilidades tales como, temblores, deficiencias en la fuerza para maniobrar instrumentos, etc., la mayoría de las cuales son producidas por la edad. Esto puede prolongar el tiempo útil de desarrollo de la profesión, y aprovechar la experiencia acumulada durante más tiempo.



Pero siempre hablamos de máquinas puestas a disposición del profesional, sin que hayan logrado reemplazarlo, al menos hasta hoy.

Como queda dicho, la precisión es una de las mayores ventajas de la aplicación de la robótica a la cirugía.

Otra de estas ventajas es, sin duda, la escasa invasión del organismo durante las técnicas quirúrgicas. Esto ha llevado a los cibercirujanos a experimentar, con singular éxito en el campo, por ejemplo, de la cardiología.

En una operación de corazón tradicional, debe abrirse el tórax para permitir libertad de acción de manos e instrumental. Esto produce una terrible invasión orgánica, además de postoperatorios largos y llenos de riesgo. Los prototipos robóticos que se usan en este tipo de operaciones constan de tres brazos, que se insertan en el pecho del paciente por pequeños orificios.

Están articulados para moverse con soltura, aun en un campo muy reducido.

Uno de ellos maneja una video cámara, que permite al equipo ver todo lo que sucede dentro, a través de uno o más monitores.

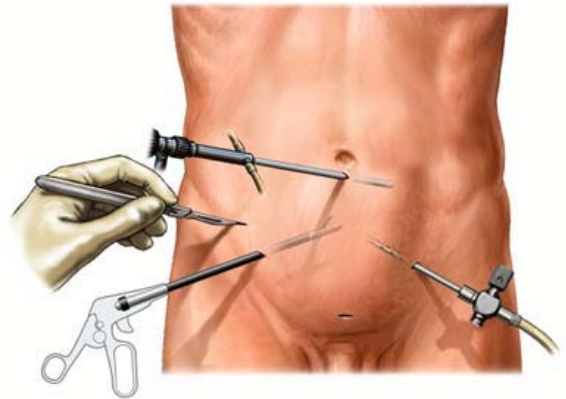
El cirujano comanda los controles de los otros dos brazos robóticos, dotados de mini-instrumentos quirúrgicos. Un profesional debidamente entrenado logra realizar trabajos tan finos como la costura de arterias, con total precisión.

Se logran los mismos resultados que en una operación tradicional, pero con un postoperatorio mucho más corto y confortable y con menor riesgo de infecciones.

En otras intervenciones sumamente trabajosas, como el reemplazo de cadera, el cirujano no sólo debe tener habilidad, sino fuerza y precisión para cortar y perforar huesos de grandes dimensiones y reemplazarlos por prótesis. La exactitud lograda por los desarrollos robóticos en este campo es inigualable por la mano humana.

Las “clásicas” técnicas laparoscópicas, ya pueden considerarse como una cirugía “semi-robotizada”

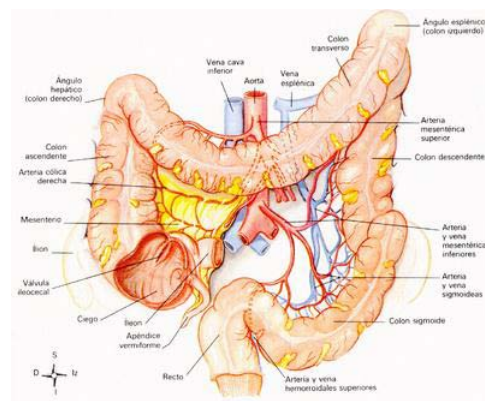
Se ayudan de micro cámaras de TV internas y otros instrumentos



Los robots “móviles” de uso interno, se introducen en el intestino y nos van radiando lo que ven.

AESOP 3000 es un robot que conduce la cámara en cirugía laparoscopia.

Este robot entiende las órdenes vocales del cirujano y las ejecuta con movimientos muy exactos. El cirujano puede limitar la amplitud de los movimientos del robot para evitar accidentes. Este robot ha demostrado que es funcional, mientras disminuye el número de cirujanos necesarios en un acto quirúrgico.



“Caminan” tanto por el intestino delgado como por el grueso.

El robot reptar por el interior del conducto en cuestión y gracias a la cámara que incorpora puede tomar imágenes de las paredes de dichos conductos.

Este robot apodo (sin patas) es original por su diseño y por que al emplear señales de radio como mecanismo de control remoto, debería disponer de mayor libertad que los dispositivos de endoscopia tradicionales.

Tienen poco campo de actuación quirúrgica, pero informan detalladamente al cirujano el estado del paciente.

La cirugía laparoscopia es sólo un paso intermedio en lo que está por venir en cirugía.

Actualmente es el mejor instrumento para aplicar las nuevas tecnologías en cirugía. La laparoscopia basada en imágenes, es ideal para aplicar la tele conferencia, la tele presencia, la realidad virtual y la robótica.

Nuevos desarrollos prevén un comando de voz para que el mismo cirujano pueda dirigir la videocámara hacia su objetivo sin la necesidad de ayudantes, asegurando una unidad de criterio dentro del quirófano.

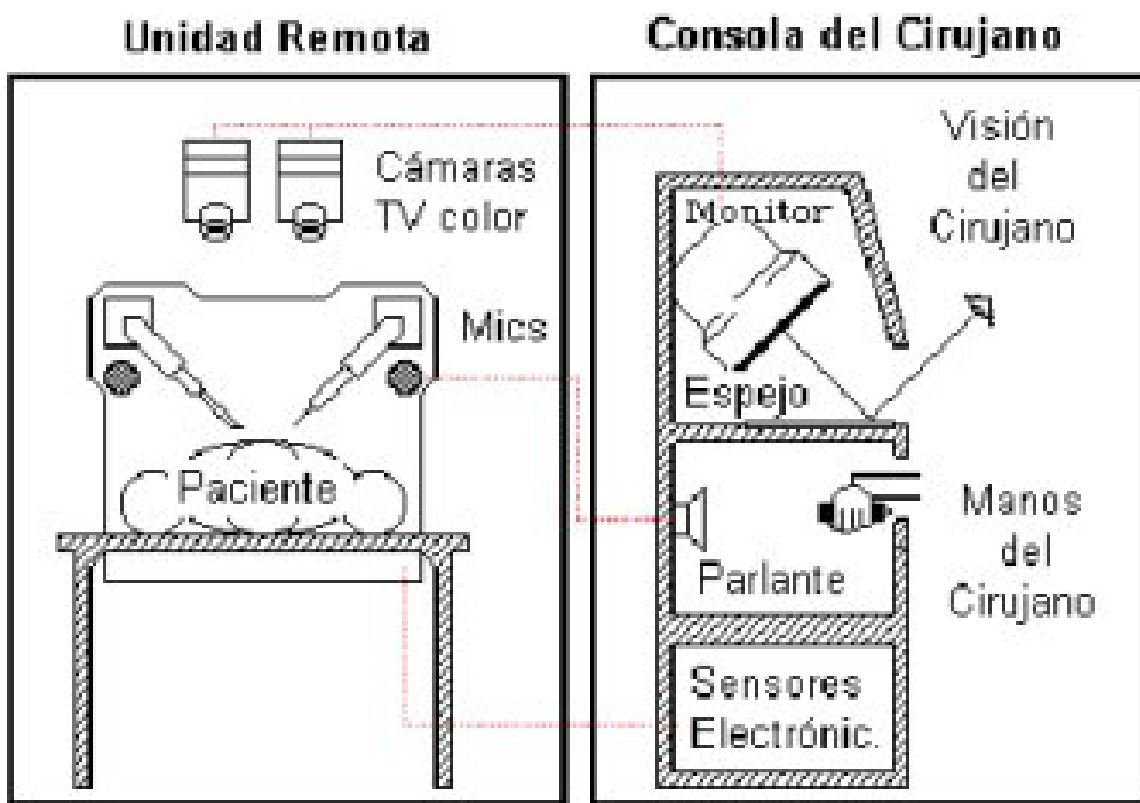
La cirugía robótica es la aplicación de robots a diferentes técnicas quirúrgicas, que incluye la posibilidad de comandar ese instrumental a distancia.

La también llamada "cibercirugía" propone amplios campos de acción, cada vez más variados, muchos de los cuales ya han sido experimentados con éxito. En líneas generales, su esquema es simple.

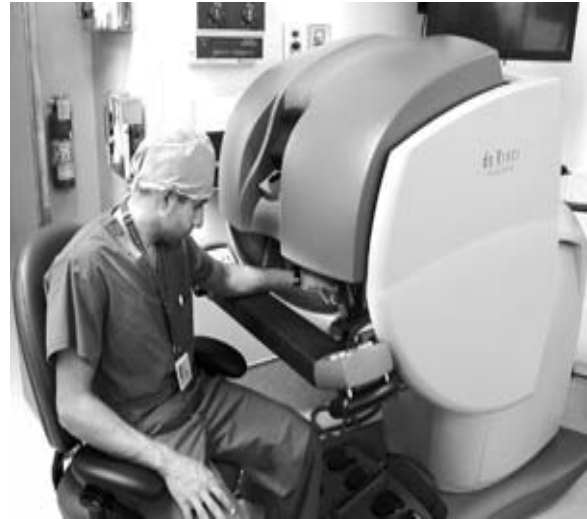
El sistema quirúrgico robotizado Da Vinci, dispone de un brazo articulado, de gran precisión, dotado de diferentes instrumentos quirúrgicos donde no puede faltar una o mas micro cámaras de televisión.



Todos los movimientos son controlados por un potente ordenador.



La sensibilidad de sus dedos puede ser captada, registrada y superampliada, en sistemas que potencian esa percepción, por ejemplo, al realizar un corte.



Un sistema de cirugía aumentativa, puede transformar un campo quirúrgico pequeño, donde los cortes no tendrán más que unos pocos milímetros, en una superficie virtual mucho más amplia. Esto permite, después del entrenamiento necesario, cortar con resoluciones menores al milímetro.

La cirugía oftalmológica resulta, por su necesidad de delicadeza y precisión, otro campo ideal para la intervención de robots.

Poder ampliar, el pequeño campo de operación y realizarlo, sin temblores y con un control total, resulta una gran ayuda.

Robots-cirujanos comandados a distancia desde una localización geográficamente distante es lo que se llama tele-cirugía.



Esto requiere de un altísimo nivel de afinación de los sistemas robóticos y de telecomunicación, de manera que ambas terminales del equipo estén actuando exactamente sobre los mismos datos.

Ya se han efectuado algunas intervenciones con robots en zonas en conflicto bélico, comandados por cirujanos desde puntos no afectados.

Pero también se prevé usar tele-ciber-cirugía a fines de que mayor número de personas, en especial las poblaciones alejadas de los grandes centros urbanos, puedan gozar de los beneficios de toda la tecnología y las habilidades de los mejores profesionales.

La simulación es un sistema o un ejercicio que habilita al participante a reproducir o representar bajo condiciones de prueba, fenómenos que ocurren comúnmente en la vida cotidiana.

La simulación se basa en la realidad virtual utilizando imágenes en tres dimensiones.



Hoy en día los simuladores son usados en medicina. El Dr. Chopra utiliza modelos de simulación para enfrentar a residentes de anestesia a situaciones poco comunes y de urgencia. Este autor ha encontrado que los residentes responden más rápida y eficazmente a situaciones como hipertermia maligna e isquemia coronaria que aquéllos que no son entrenados en el simulador.

El robot “paciente” responde con precisión a los estímulos de multitud de enfermedades.

Resulta un magnifico “entrenador” para los nuevos médicos, especialmente los de medicina general o de familia, puesto que en un corto periodo de tiempo, puede aprender a encontrar muchos de los síntomas y reflejos de los futuros enfermos.

Otro robot entrena a los alumnos en cualquier tipo de partos conocidos.

En un órgano virtual y con la ayuda de la simulación, el cirujano puede planear un procedimiento quirúrgico y con la tecnología adecuada (interfaces, software), puede realizar la cirugía planeada cuantas veces lo desee. Luego puede elegir las mejores cirugías, editarlas, eliminar los falsos movimientos y finalmente lograr el procedimiento perfecto para un paciente específico.



Es exactamente lo mismo que hace el director de cine cuando repite una escena varias veces hasta lograr la deseada.

Con base en lo anterior, Altobelli planea procedimientos de cirugía reconstructiva maxilofacial a partir de las imágenes en tres dimensiones, de pacientes con anomalías faciales de tipo traumático o congénito.

Un modelo de simulación de cirugía hepática desarrollado por Marescaux, permite al cirujano sumergirse y navegar en el órgano. Así, el cirujano conoce la anatomía del hígado, la localización del tumor y su relación con los vasos y conductos biliares. El autor utiliza este modelo para plantear y simular el acto quirúrgico en repetidas ocasiones, obteniendo finalmente un procedimiento perfecto.

Ahora, si no sólo se toman los datos anatómicos, sino que también se integran en un computador los datos fisiológicos y patológicos del paciente, se obtiene un paciente virtual. A este paciente virtual se le pueden aplicar terapias virtuales, tanto médicas como quirúrgicas. Por ejemplo, en cirugía de cáncer, se puede hacer un balance entre la radicalidad y el daño orgánico, se puede saber cuál será la respuesta al trauma quirúrgico en el postoperatorio, se predicen los resultados y la morbilidad, y por ende se evitan

complicaciones. De otro lado el paciente conocerá casi exactamente cuál es el riesgo al que se enfrenta y los resultados esperados.



La cirugía asistida por robots o cirugía de tele presencia es la utilización de un manipulador (aparato) programable para la realización de tareas a través de movimientos programados y variables en un acto quirúrgico.

La primera mención del uso de robots en instrumentación quirúrgica se dio a principios de la década de los setenta, con el objetivo de hacer cirugía a distancia en el espacio.

En cirugía los robots son ampliamente utilizados y tienen ventajas con relación

a los humanos: tienen mayor exactitud y precisión espacial y pueden repetir múltiples veces el mismo procedimiento con iguales resultados.

Por ejemplo, el cirujano puede tomar aquel procedimiento perfecto logrado a través de la simulación, programarlo en un robot y finalmente éste lo ejecutará de manera perfecta sobre el paciente.

Actualmente existen varios sistemas robóticos que se utilizan rutinariamente en cirugía. Cada robot tiene características y alcances específicos y según eso son utilizados para fines diferentes. Día a día se demuestran más ventajas de la utilización de los robots.

ARTEMIS es un sistema de manipulación quirúrgica, de origen alemán, dotado de instrumentos poli articulados que le permiten alcanzar movimientos jamás logrados en cirugía laparoscopia. Este robot, utilizando visión en tres dimensiones, puede rodear estructuras circulares como un vaso sanguíneo o el esófago gracias a las múltiples articulaciones que poseen sus brazos.



A Zeus System in "Operation"

ZEUS (Computer Motion) es un robot que permite al cirujano operar a distancia del paciente. Consta de una consola con dos controles tipo pinza de disección y un monitor que suministra una imagen en dos dimensiones

La tele cirugía es un área que se origina de la robótica. Se combinan la telecomunicación y la utilización de robots para realizar procedimientos quirúrgicos a distancia.

En septiembre de 2001, se llevó a cabo el primer procedimiento trasatlántico de la historia, llamado "Cirugía Lindbergh".

El cirujano localizado en Nueva York - USA, realizó una colecistectomía laparoscopia a una paciente de 68 años hospitalizada en Estrasburgo - Francia, con la ayuda del sistema robótico ZEUS. La transmisión se realizó por cable de fibra óptica obteniendo un retardo de sólo 150 milisegundos (ida y vuelta de la señal), a pesar de existir una distancia de 7.500 km entre las dos ciudades.

Mientras que en la actualidad no existe un beneficio directo demostrado para los pacientes, los robots manipulados a distancia parecen ser excelentes en condiciones en las cuales sea imposible tener a un cirujano experto disponible, como en el espacio, bajo el mar o en campo de guerra, además de tener un papel importante en la educación quirúrgica a distancia.

Con la utilización de robots se recuperan muchas de aquellas características perdidas en cirugía laparoscopia.

Cadiere realizó 78 experiencias quirúrgicas en humanos, utilizando el sistema Da Vinci, un robot que comprende una consola con instrumentos tipo joy-sticks y una visión en tres dimensiones.



El autor asegura que el robot devuelve los grados de libertad perdidos en laparoscopia, facilita la manipulación de instrumentos en paredes abdominales gruesas, elimina el temblor normal de las manos del cirujano, ofrece una posición ergonómica y permite trabajar a distancia del paciente.

Existen actualmente sistemas robóticos que devuelven al cirujano la posibilidad de sentir la textura, la flexibilidad y la resistencia del tejido que está manipulando.

Con el sistema de cirugía de tele presencia del Dr. Green, un robot con imagen en tres dimensiones, el cirujano recupera el sentido del tacto a través de retroalimentación de la fuerza ejercida, por lo tanto el cirujano opera percibiendo las mismas sensaciones que en cirugía abierta.

ROBOT	TIPO	APLICACIÓN	MÁS INFORMACIÓN
Zeus	Maestro-esclavo	Cirugía de corazón, próstata, vesícula	www.computermotion.com
Da Vinci	Maestro-esclavo	Cirugía de corazón, próstata, vesícula	www.intuitivesurgical.com
Inch-worm	Activo autónomo	Colonoscopia	www.ntu.edu.sg/home/mrcas95/groups/crobot/locomoti.html
Probot	Activo	Cirugía benigna de próstata	www.me.ic.ac.uk/case/mim/index.html
Robodoc	Activo	Prótesis de cadera	www.robodoc.com
CASPAR	Activo	Prótesis de rodilla	www.orthomaquet.de
Minerva	Activo	Neurocirugía	www.foresight.org/nanomedicine/surgery.html
AESOP	Activo	Manejo de cámara voz activado	www.computermotion.com

El Pentágono destino 12 millones de dólares a las investigaciones de un proyecto que busca construir un robot que actúe como médico en los campos de batalla y tenga la capacidad de intervenir quirúrgicamente a los heridos. "El resultado significará un paso muy importante para salvar vidas

El "Trauma Pod", así se llama, estará basado en el concepto del sistema de cirugía Da Vinci que se está usando desde 2000 en hospitales civiles, con éxito, en el tratamiento de cáncer de próstata y reparando venas y arterias.

El principal reto será potenciar el sistema Da Vinci, que posee tres brazos robóticos que son operados por un cirujano con mandos a distancia.

Los brazos pueden introducirse en el cuerpo humano a través de una abertura un poco mayor a la de un centímetro.



El cirujano obtiene un imagen de tres dimensiones de lo que está ocurriendo porque uno de los brazos incorpora dos cámaras diminutas.

Pero el sistema necesita ser sometido a dos grandes "colaboradores" para que pueda ser utilizado en los campos de batalla.

El método Da Vinci está apoyado por la presencia de enfermeras que van reemplazando los instrumentos quirúrgicos en la manos de los robots, un proceso que tiene que ser automático en el campo.

Las conexiones entre la consola de operación y el robot "cirujano" no puede estar sujeta a la presencia de cables y debe estar protegida de cualquier interferencia del enemigo.

"El reto más importante es saber cómo podemos proveer de un cuidado médico de alta calidad lo más cerca posible de la acción y de los soldados", explicó John Bashkin de SRI.

"Por el momento, los recursos que el robot médico puede llevar consigo son muy limitados", lamentó.

Hasta 2006 hay 400 robots Da Vinci trabajando en los quirófanos del mundo.

ROBOTS PARA LA INDUSTRIA MILITAR

Uno de los campos más interesantes de la robótica, son sus aplicaciones militares.

Cada día es mayor la inversión, que los gobiernos de todo el mundo, emplean, en la industria robótica, para la seguridad de sus Fuerzas Armadas y del ciudadano frente a atentados terroristas.

El ejército estadounidense ha estado financiando en los



últimos años diversos proyectos sobre robótica militar.

Estos robots tienen aplicación en diferentes entornos como:

- Transporte
- Combate directo
- Protección personal
- Antiterrorismo
- Artificieros
- Reconocimiento
- Etc.

Uno de los principales problemas que presentan, es el coste que supone desplazarlos hasta el lugar donde van a ser utilizados.

Por esta razón recientemente las Fuerzas del Aire de los Estados Unidos adaptaron un dispositivo de carga capaz de transportar robots de elevado volumen y lo ubicaron en la parte trasera de los vehículos todo terreno, tipo Humvee, muy difundidos entre las fuerzas militares de los EEUU. Este nuevo dispositivo es capaz de cargar 350 kilos de carga.



Spinner es un Robot con ruedas u orugas, capaz de desplazarse por territorios de diferente naturaleza.

Habitualmente se usa para investigar territorios hostiles donde resultaría peligroso, demasiado costoso o incluso imposible llevar a un ser humano.

Otro robot diseñado por investigadores de la Carnegie Mellon University será capaz de llevar suministros atravesando diversos tipos de terrenos y soportando las consecuencias de posibles accidentes como vuelcos o

daños estructurales leves.

Los investigadores e ingenieros del Robotic Institute, que desarrollaron este proyecto, aseguran que el robot tiene las siguientes características entre otras:

Puede recorrer 450 Km sin repostar.

Soporta misiones de hasta 14 días.

Es reversible, puede volcar y continuar rodado Soporte de armas modular y ampliable

Este tipo de robots podría resultar de gran utilidad en el suministro a tropas situadas a grandes distancias de bases militares propias, facilitando el avance de las tropas en entornos bélicos.

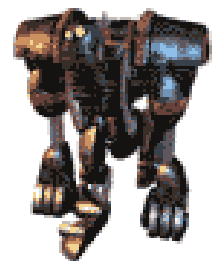
No necesita mas piloto que el enviado por su control y sensores

Algunos de los Robots de combate directo son parecidos a los tanques convencionales. Se desplazan con facilidad por el territorio enemigo y el espacio que ocupan los servidores del tanque, lo ocupan armas.

Es controlado en todas sus acciones por los “observadores”.

Los soldados humanos, están fuera del alcance del fuego enemigo.

Los especialistas del departamento de cibernética y robótica de la Academia Militar de Brno están trabajando en el proyecto de ROBIN- robot inteligente- que será capaz de cumplir misiones como el reconocimiento de los objetivos enemigos.



Robin, dotado de un cerebro- computador, pesará más de cien kilos, pero a pesar de ello se desplazará sobre sus patas metálicas con la suavidad de un gato.

Cada una de sus seis patas terminará en un pequeño balón de goma que se inflará y desinflará según lo accidentado del terreno. Las patas estarán provistas de ganchos de titanio que el robot militar desplegará al escalar una roca.

El robot desarrollará en terrenos planos una velocidad de 10 kilómetros por hora, en terrenos accidentados será un poco más lento, pero a diferencia de los robots que se desplazan sobre orugas o ruedas, podrá transitar por cualquier terreno.

El robot inteligente ROBIN estará dotado de una mini cámara para la visión nocturna y sensores para sonidos, calor, olores y movimiento.

Cuando se ordene al robot obtener datos sobre la guarnición de un bunker, éste utilizará, para orientarse en el espacio, datos del sistema de posicionamiento por satélite, GPS.

Al acercarse al bunker, el robot, basándose en la irradiación del calor y en el análisis de las voces, podrá determinar cuántos soldados están en el interior y ello permitirá decidir cuán numeroso deberá ser el destacamento de asalto.

El robot, diseñado en la Academia Militar de Brno, podrá ser dotado también de un dispositivo para la recogida de heridos ya que es capaz de cargar hasta cien kilos.

ROBIN podrá desempeñarse asimismo como centinela o como portador de municiones. Provisto de blindaje, podrá desminar los terrenos. Si la mina o una granada le arranca una

extremidad, no representará problema sustituirla con otra. El robot inteligente será también útil en caso de averías ecológicas.

Especialistas de la Academia Militar de Brno y de la Academia Checa de Ciencias ya han preparado el proyecto del robot y si lograsen conseguir los recursos necesarios, ROBIN podría ser operativo en muy poco tiempo.

El Gobierno de George W. Bush, preocupado por las casi 1.500 bajas de soldados norteamericanos en Irak, ha decidido enviar un retén de guerreros muy especiales.

El Observation Reconnaissance Detection Systems (o SWORDS), es el nuevo soldado cibernético que el Pentágono envía a Irak para luchar contra los insurgentes y reducir el número de bajas entre sus soldados, mientras en Washington se preguntan si los iraquíes podrán hacerse cargo de la seguridad del país.



Se trata de un robot como los que desde hace cinco años utilizan la policía y los militares para desactivar bombas a distancia, pero con capacidad para observar, reconocer y detectar al enemigo, al que después neutraliza con una poderosa ametralladora. Es la ciencia ficción hecha realidad. El Pentágono ha enviado en abril del 2007, al frente de batalla iraquí, 18 robots armados SWORDS para proteger a sus tropas.

Foster-Miller, con sede en Waltham (Massachusetts), es la empresa estadounidense que desarrolla esta nueva máquina de guerra. William Ribich, presidente ejecutivo, explica que su compañía “tiene un firme compromiso para proveer a las tropas estadounidenses el mejor material posible y con rapidez”. El grupo fabricante del robot guerrero cuenta en la actualidad con un equipo formado por 350 ingenieros y científicos, especializados en robótica, en el desarrollo de nuevos materiales de alta tecnología e instrumental médico.

Foster-Miller es una de las pequeñas compañías que tienen acceso al colosal presupuesto militar de Estados Unidos, que este año superará los 400.000 millones de dólares. El proyecto de presupuesto para 2007 presentado por la Casa Blanca el 7 de febrero prevé el gasto de 1.700 millones de dólares hasta 2011 en vehículos sin tripulante que pueden realizar “trabajos peligrosos sin poner en riesgo la vida de los soldados”.

Lockheed Martin y General Dynamics son las otras compañías que están desarrollando vehículos similares al SWORDS para sacar provecho al incremento del gasto militar, del que se beneficiarán especialmente las compañías especializadas en el desarrollo de armamento. Además, el Departamento de Defensa está apoyando otros proyectos para poder desplegar robots en zonas de combate, lanzados desde un avión.

Pero el robot de Foster-Miller se convertirá en el primer dispositivo electrónico armado por control remoto que entre en acción en misiones de combate.

Otro modelo de la tecnología SWORDS, es de un metro de altura, fue ya la estrella en la 24ª conferencia Ciencia Militar, celebrada a finales de noviembre de 2004 en Orlando (Florida). La revista Time, en su edición del pasado 29 de noviembre, calificó al robot armado como una de las invenciones más increíbles de 2004. “Insurgentes iraquíes, ya podéis preocuparos”, afirmaba el artículo de la prestigiosa revista. Y es que, como dicen los militares de la brigada Stryker, que ya lo han utilizado en Kuwait antes de mandarlo al campo de batalla, “no es algo con lo que uno pueda jugar”.



“Es un guerrero rápido y preciso”, señalan los expertos del Departamento de Defensa estadounidense. El SWORDS es una versión guerrera del robot Talon que fabrica Foster-Miller, y que es utilizado ya por los artificieros de la Armada estadounidense en Irak y Afganistán, donde tienen desplegados más de un centenar de unidades.

Los Talon son usados por el Pentágono desde el año 2000, cuando cumplieron su misión con éxito en Bosnia. Los robots fueron de gran utilidad también en los trabajos de rescate en la zona cero, de las Torres Gemelas tras el 11-S y en las acciones militares en Afganistán.

Los primeros Talon llegaron a Irak en marzo de 2003, donde han participado en más de 20.000 misiones. Lo que hace diferente al nuevo modelo es que va armado con fusiles y rifles automáticos –M249, M240 o Barrett del calibre 50–, dispone de cuatro cámaras de precisión, visión nocturna, sensores térmicos y lentes para observar desde la distancia. Su autonomía es de cuatro horas, durante las que puede desplazarse a una velocidad de 6,5 kilómetros por hora, subir escaleras, superar obstáculos o permanecer oculto en completo silencio hasta que abre fuego contra el enemigo.

Para poder funcionar, la máquina sigue necesitando de un operador humano, que es el que se encarga de analizar las imágenes y la información que le llega del frente –a 1,5 kilómetros de distancia– antes de poner el dedo en el gatillo y abrir fuego con su poderosa ametralladora. Además se han hecho pruebas con misiles de 66 milímetros –puede llevar hasta cuatro– y dos lanzagranadas (Milkor Mk-1S). Los expertos dicen que podría ser equipado incluso con armamento antitanques o el nuevo sistema de misiles DREAD.

Los militares que han hecho pruebas con el robot aseguran que su disparo es más certero que el de un soldado, “porque el arma está montada sobre una plataforma más estable”, a lo que se le añade la ayuda precisa de la electrónica. Hasta tal punto es preciso que mientras un soldado puede hacer un tiro certero a un balón de baloncesto a 300 metros, el robot lo hace con una moneda.

Sus creadores van más allá y explican que el SWORDS es un soldado que no se cansa, no se asusta, no necesita comer ni vestirse ni ser entrenado y que, con sus precisos sensores y cámaras, es capaz de rastrear el terreno sin ningún riesgo para los militares que van con el fusil echado al hombro.



El coste de cada una de las unidades que irán a Irak esta primavera se estima en 230.000 dólares, aunque su vicepresidente Arnis Mangolds dijo durante la convención celebrada en Florida que la intención de la compañía es rebajar el precio del modelo básico hasta los 180.000 dólares cuando entre en producción.

Además, la versatilidad de estos robots armados les permite adaptarse con facilidad a la misión original de desactivar

explosivos. En cualquier caso, ocupan poco espacio en sus cajas a la espera de volver al combate.

La brigada Stryker, que participó en la puesta a punto de los robots, recibirá las primeras unidades de inmediato.

David Crane, experto en cuestiones militares, asegura que la tecnología es “viable” para lo que denomina “ambiente de combate urbano”, y explica que se trata “de una evolución natural” de los medios que hasta ahora utilizaba Defensa y las agencias de seguridad en sus misiones robotizadas Talon y Ferret. La compañía Foster-Miller ya está trabajando en una nueva versión más sencilla de manejar, que dotaría al operador de una consola de mandos similar a la de un videojuego y de unas gafas de realidad virtual que permitirá mejorar la precisión.

No es un secreto para nadie que la Armada y la Administración presidida por George W. Bush tienen un problema frente a la opinión pública estadounidense ante las constantes bajas en el frente iraquí. El SWORDS es la respuesta además a lo que Crane califica como



una “guerra contra los medios de comunicación”. “Al robot no pueden matarlo”, señala. Y en este clima, el nuevo robot de Foster-Miller salta al campo de batalla. La compañía ha dedicado seis meses y dos millones de dólares al desarrollo de esta nueva versión del Talon, sometiéndolo a todo tipo de pruebas para evitar fallos de funcionamiento durante la campaña.

Los expertos en defensa se hacen la siguiente pregunta:

¿por qué poner en riesgo la vida de un soldado cuando en su lugar puedes poner un robot?

La respuesta de William Ribich es rotunda en ese sentido. “Cada uno de estos robots permite proteger a un soldado”, afirma, a la vez que deja claro que los SWORDS “no son máquinas autónomas asesinas como las que aparecen en las películas de ficción”, a pesar de que puede realizar hasta 350 disparos por minuto sin necesidad de ser recargado.

Además se ha dotado a los robots de un dispositivo para evitar que las fuerzas enemigas puedan piratear o interferir la señal de radio que les comunica directamente con el operador que los maneja y toma las decisiones antes de poner el dedo en el gatillo.

¿Pero llegará el día en el que los robots armados sustituyan al hombre en el campo de batalla?

La respuesta es contundente: “No, nunca se eliminará al soldado de las misiones sobre el terreno. Habrá una mezcla, pero el soldado siempre estará ahí”.

Los Robots humanoides de combate:

*No tienen miedo
Obedecen siempre
No se cansan
Aguantan muy bien el fuego cruzado
Si son “heridos” se los repara y seguirán combatiendo
No hay que pagar a la viuda ninguna pensión*

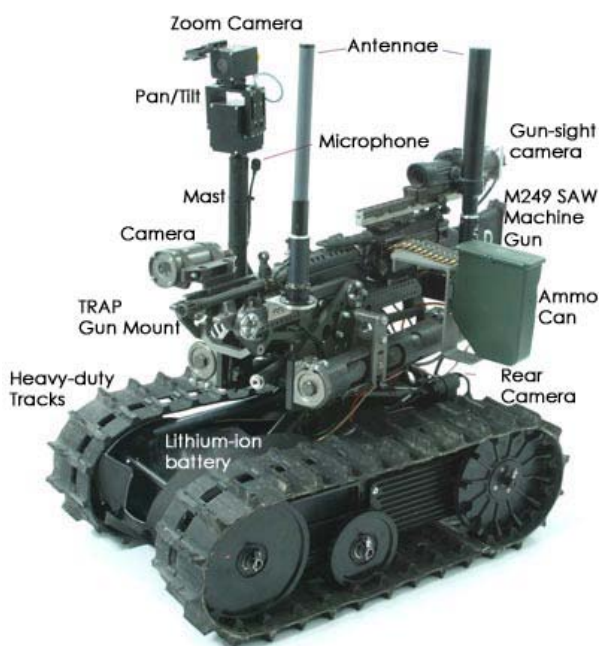
No debemos olvidar que *hasta que la infantería no toma posesión del terreno, No será tierra conquistada*

La Robótica militar también dispone de mini robots que “observan y hostigan” al enemigo. Son:

*Bajo costo
Difícil de destruir
Confunden los radares
Informan a la Plana Mayor la situación del enemigo*



Su pequeño tamaño no les hace menos importantes.



Los robots antiterrorismo, durante muchos años han demostrado su eficacia en todo el mundo.

Realizan tareas muy peligrosas y han salvado muchos miles de vidas humanas.

ROBOTS PARA LA INDUSTRIA AERONAUTICA

El robot, para la industria aeronáutica, es una de las herramientas fundamentales para conseguir su funcionamiento, a nivel civil.

El Jumbo 747 es controlado y llevado a su destino mediante el “piloto automático” como otros muchos aviones.



Lo despegue, navega y aterriza automáticamente.

Puede hacer esas tareas sin intervención humana.

Jumbo 747 transporta mas de 300 personas.

La vida de todos, depende de “una maquina”.

Todos los pasajeros, viajan confiados.

Para hacer posible su buen funcionamiento precisa un complejo sistema de Radiobalizas en tierra ó GPS desde el aire

En la aviación Militar, el Automatismo, la Robótica y la Inteligencia Artificial todavía es mas importante

En la aeronáutica militar, destacan el Unmanned Air Vehicle, UAV expresión inglesa empleada para identificar aviones capaces de volar sin necesidad de piloto.

Es decir, un sistema informático que combina GPS, GIS, servomecanismos y CPU se encarga de pilotar el avión sin que sea necesario disponer de un piloto en la cabina.

Los UAV se emplean principalmente en misiones de reconocimiento y el principal país que los emplea es los EEUU, que dispone de diferentes modelos de UAV de reconocimiento.



A medida que la potencia de estos sistemas informáticos va en aumento, las funciones que realizarán estos robots también aumentará.

La lógica indica que la evolución de los UAV ira desde los aviones de reconocimiento, pasando por los aviones de bombardeo para llegar hasta el empleo de cazas autónomos y en ultima instancia helicópteros autónomos.

Existen diferentes proyectos de desarrollo entre las principales empresas de aeronáutica como BOEING para diseñar y fabricar aviones autónomos.

El Herón, con una envergadura de 16,6 metros y un peso máximo al despegue de 1.150 kilos, ha sido fabricado por las Industrias Aeronáuticas Israelíes (IAI), pionera en este tipo de vehículos no tripulados.

Avión sin piloto con más de 30 horas de autonomía y capacidad de llegar a las profundidades de los países árabes vecinos, entró en servicio de la Fuerza Aérea israelí, en un acto en la Base Aérea de Palmahim, al sur de Tel Aviv.

El avión espía *Lockheed U-2*, apodado Dragón Lady, es un avión monoplace, con un solo motor, en servicio con la Fuerza Aérea de los Estados Unidos



Realiza misiones de vigilancia a altitudes superiores a 21.000 m.

También hace tareas de investigación y desarrollo de sensores electrónicos, calibración de satélites y validación de datos de satélites.

Ha sido desde hace muchos años el avión espía más famoso del mundo. Provisto de una excepcional cámara digital, es capaz de fotografiar a 20.000 metros de altura, aviones enemigos, posados en tierra, por la noche, con una calidad que pueden contarse sus remaches.

En la actualidad, ha sido sustituido por el avión sin piloto "Global Hawk". Por el momento vuelos de vigilancia sobre territorio de Estados Unidos desde la Base Beale de la Fuerza Aérea en California.

Está totalmente robotizado y todo su control se realiza desde tierra.

Predator es uno de los aviones autónomos con más horas de vuelo en el ejército estadounidense.



Ha participado en misiones de espionaje desde su creación en 1994-1996 y desde que fuera modificado para albergar misiles, ha participado en numerosas misiones de bombardeo navegando mediante control remoto.

El equipamiento básico del Predator incluye un juego de cámaras muy flexible que se emplea para fotografía en misiones de espionaje.



Como dice la prensa Norteamericana, "En el peor de los casos, lo que se pierde es un avión."

No verán a un piloto de los EEUU en una televisión árabe con un cañón apuntando a la cabeza

Son numerosos los aviones de combate sin piloto que surcan los cielos de todo el mundo.



Lógicamente, no tienen ventanas y utilizan todo su volumen interior para transportar armas y tecnología de todo tipo. *Es el futuro de la aviación militar.*

AWACS Boeing 7070

Sistema aerotransportado de detección y control) incorpora avanzados modelos de radar para la detección de aviones y misiles enemigos.

El AWACS transmite la información a centros de control en tierra o en mar y puede alertar a cazas u otras fuerzas para que se ocupen del enemigo.

Están equipados con un radar gigante capaz de detectar todo el tráfico aéreo a una distancia de más de 360 kilómetros, incluyendo los aparatos que vuelan a baja altitud.



Viajan con innumerable cantidad de equipos llenos de Inteligencia Artificial.

Cada uno cuesta unos 1.000 millones de dólares

La aventura espacial es una nueva dimensión en la robótica, Inteligencia Artificial y Tecnología.

Todo es tan grande y está tan lejos, que para intentar comprenderlos, necesitamos acudir a nuevos conceptos: *las mecánicas Quánticas y Relativistas.*



En la industria aeroespacial, son numerosos los diferentes tipos de robots, con un alto grado de autonomía, que se utilizan en las diferentes misiones de la NASA.

El hombre trabaja en varias áreas

Satélites artificiales

Espacio próximo

Espacio Exterior

Cualquiera de ellas, llenas de Robots de precisión.

Dentro del grupo de los satélites artificiales, tenemos diferentes secciones:

- Satélites de comunicaciones
- Satélites espía
- Satélites de posicionamiento
- Satélites de experimentación

Para cualquiera de ellas, es preciso lanzarlas al espacio en cohetes gigantescos.

Su fabricación, puesta a punto, lanzamiento y entrada en órbita, es una operación muy compleja, que involucra a muchísimas personas de máximo nivel tecnológico.

Sin la ayuda de la Robótica y la Inteligencia Artificial, sería MISION IMPOSIBLE

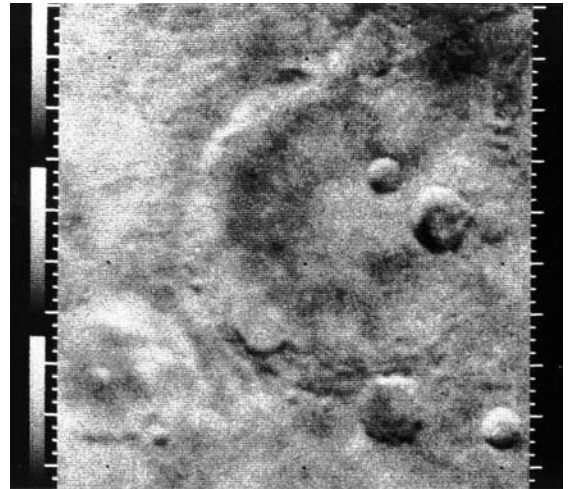
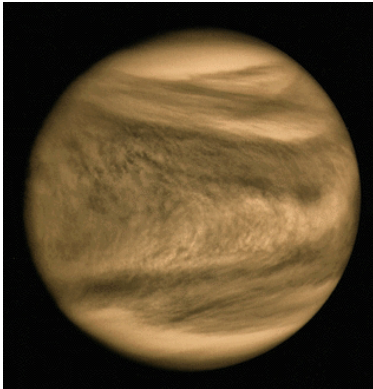


Para llegar a este momento, además de muchísimo dinero, es necesario coordinar el esfuerzo de muchas empresas, científicos, ingenieros, especialistas, etc., que siguen un plan de acción muy complejo que solo se supera con entusiasmo.

En 1965 A. Leonov, sale de la nave VOSKHOD 2, y realiza el primer paseo espacial.

En el mismo año El MARINER 4 toma las primeras fotografías espaciales del planeta Marte. Esta misión esta totalmente Robotizada

En 1966 la nave americana VENERA 3 es la primera en penetrar en la atmósfera de Venus.

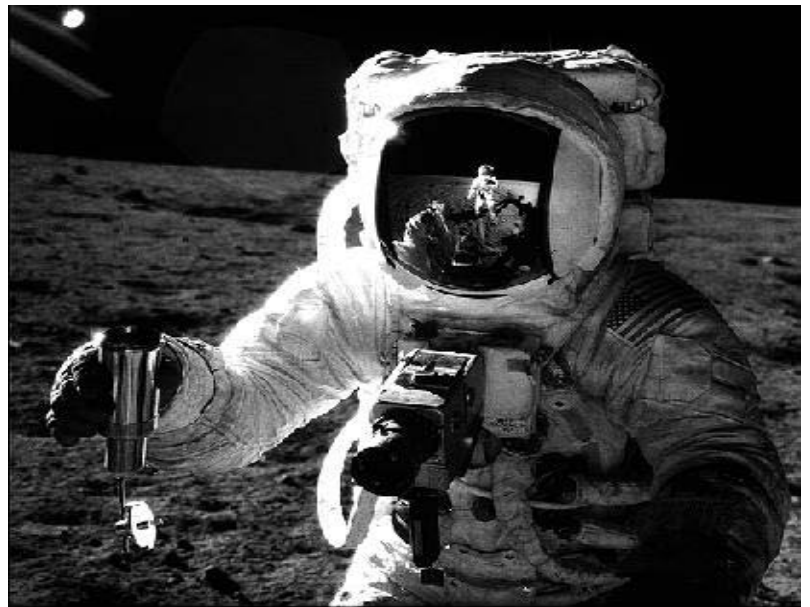


En 1968 los astronautas de la nave APOLO 8, orbitan la Luna.



En Julio 1969 Neil Amstrong es el primer humano en pisar la luna.

Todos los medios tecnicos, que lo pusieron allí estaban llenos de Robótica e Inteligencia Artificial



En 1971 se pone en órbita terrestre la primer estación espacial: SAYUT 1.

Se coloca en órbita la primera nave alrededor de Marte, MARINER 9.

El satélite obtiene magnificas fotos de increíble calidad.

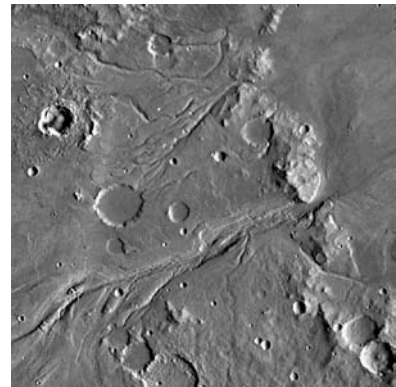
En 1972 se lanza el PIONEER 10 al planeta Júpiter.

Necesariamente completamente robotizado

En Julio de 1997 llega a Marte una nave Norteamericana, posando en su suelo el conocido robot Pathfinder.

Transmitió 17.000 fotografías, 8.000 millones de mediciones meteorológicas y 16 análisis químicos del suelo y rocas marcianas.

Estos datos ayudaron a los científicos a certificar que el planeta rojo fue hace mucho tiempo un planeta más cálido, con una atmósfera densa y agua líquida en su superficie, muy parecido a la Tierra.



Pero el avance más importante realizado por el Pathfinder fue comprobar el funcionamiento del sistema de descenso ideado por los ingenieros de la NASA.

Uno de los momentos críticos de la misión fue la entrada en la órbita de Marte y la llegada a la superficie.

Técnicamente el proyecto del Pathfinder constaba de dos partes bien diferenciadas. Por un lado el "lander", que era el sistema base, y por otro el "rover", un vehículo robot llamado "Sojourner".

El "lander" llevaba 3 antenas para comunicarse con la Tierra y con el sistema matriz ("Sojourner")

El "Sojourner" fue el primer vehículo manejado por control remoto que podía desplazarse por la superficie de otro planeta, sus características más relevantes fueron:

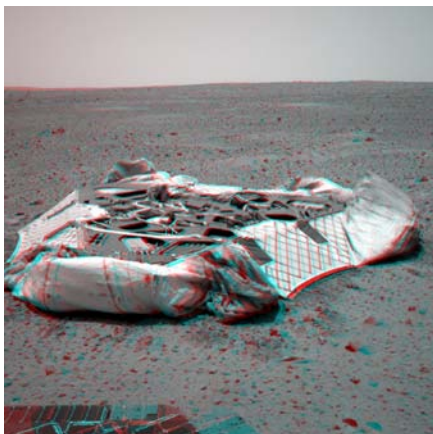
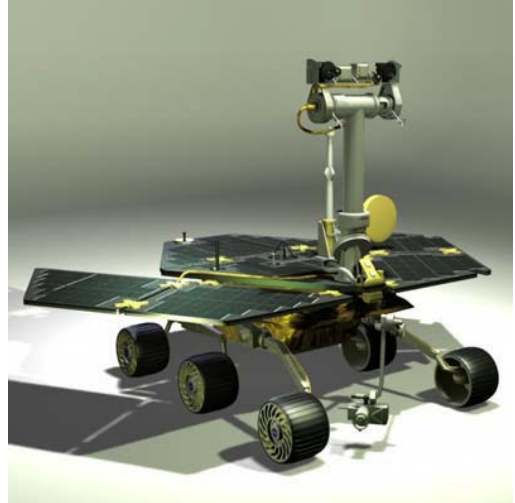
·Peso total: 11.5 Kg.

Peso de los equipos: 4.5 Kg, incluyendo la antena y el modem.

Navegación: autónoma, usando un láser que detecta la presencia de obstáculos.
Sistema de movilidad: seis ruedas y suspensión.
Comandos y telemetría: por un enlace UHF con el lander.
Visión: dos cámaras (anterior y posterior) y su mecanismo motorizado de despliegue.
Fuente de energía: panel solar con una potencia de 16 W y una batería de 50 W.
Control térmico: tres calentadores.
Ordenador: 80C85 MIPS con 0.5 Mb RAM.
Peso: 0.5 Kg
Consumo: 1.5 W
Dimensiones: 63cm de largo 48 de ancho y 28 de alto.

En el año 2002 y 2003 se lanzaron a Marte El Spirit y Opportunity, fueron dos robots gemelos de fabricación estadounidense.

Desarrollados por el "Jet Propulsión Laboratory" de la NASA en California se trataba de dos robots clase "Rover", es decir, con ruedas y capaces de desplazarse por la abrupta superficie de Marte con cierta soltura.



Estos robots fueron desarrollados para su envío a Marte a finales de 2003, principios de 2004.

Tras un aterrizaje exitoso, cada uno en lados opuestos de Marte, lograron desempeñar labores de investigación de diferente naturaleza hasta encontrar evidencias tangibles de que en la superficie de Marte hubo agua en estado líquido hace miles de años.

El "Beagle 2" es el robot desarrollado por la European Space Agency (ESA) para su envío a Marte. Era un pequeño robot fijo (sin ruedas) que disponía de un brazo robótico para tomar muestras del suelo marciano próximo al punto de aterrizaje del robot.

El "Beagle 2" amartizó durante las navidades de 2003, pero durante el descenso debió producirse algún problema con el sistema de frenada en descenso y finalmente el robot nunca llegó a comunicarse con la tierra.

Se barajaron diversas hipótesis, una de ellas era que el sistema de reducción de velocidad y el paracaídas fallaron, otra hipótesis considera que quizás el robot terminó cayendo en una grieta de enorme profundidad desde donde la comunicación fuera imposible.

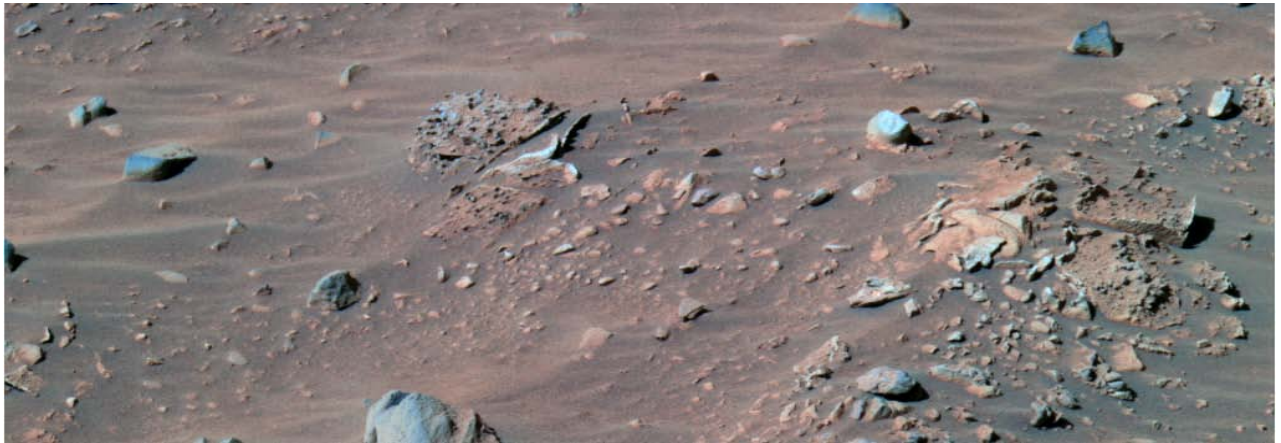
Aunque la ESA restó importancia a este fracaso, resaltando el éxito del satélite "Mars Express" en su



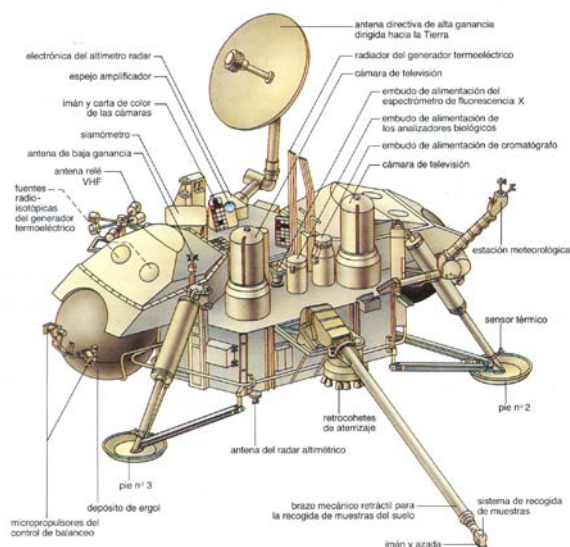
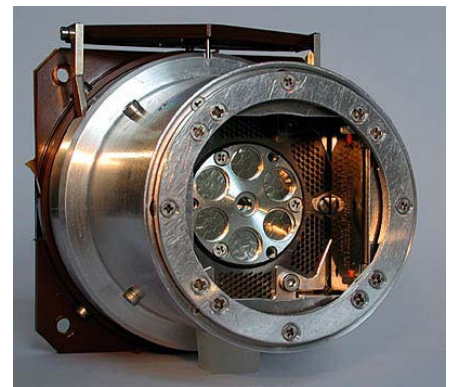
exploración de Marte, finalmente la perdida de la inversión realizada, supuso un duro golpe para las expectativas espaciales de Europa en la exploración de Marte.

Muchos de estos robots van equipados con cámaras sensibles a la radiación infrarroja lo cual precisa una tecnología muy sofisticada obligando a realizar multitud de ensayos en tierra.

Las fotografías que se obtienen son de una calidad increíble.



También, transportan toda clase de detectores o sensores, destacando todos aquellos que son capaces de medir radiaciones de diferente naturaleza.



Construir cada uno de estos robots de investigación espacial, encierran una gigantesca tecnología, que solo es posible mediante el trabajo de numerosos profesionales, de máximo nivel, que utilizan materiales y maquinas que pasado el tiempo son comercializados para la vida cotidiana a precios mucho mas asequibles.

La industria aeroespacial es un magnifico pretexto para el desarrollo de las nuevas tecnologías. Ocurrió exactamente igual en muchas de las guerras que ha sufrido la Humanidad, especialmente la primera guerra

mundial, que estableció las bases de la Industria Química y Metalúrgica y la segunda que afianzó el uso de los productos químicos industriales y la industria farmacéutica así como puso a punto toda la industria de la aviación que hoy nos beneficiamos todos como medio de transporte.

Construir una estación espacial es un trabajo muy complejo y requiere desplazar una gran cantidad de módulos por el espacio para poder ensamblarlos.

En 1987 la MIR fue la primer estación espacial permanente, en órbita terrestre.

Originalmente soviética, después del desmembramiento de la URSS pasó a ser rusa.

Fue la primera estación espacial de investigación habitada de forma permanente de la historia

La Mir fue ensamblada en órbita al conectar de forma sucesiva distintos módulos, cada uno lanzado de forma separada desde el 19 de febrero de 1986 hasta el año 1996.

Estaba situada en una órbita entre los 300 y 400 kilómetros de la superficie terrestre, orbitando completamente la Tierra en dos horas. Fue destruida de forma controlada el 23 de marzo de 2001, precipitándose sobre el Océano Pacífico.



La estación espacial Mir fue construida conectando varios módulos, cada uno de ellos puestos en órbita de forma separada.

El módulo principal de la Mir (lanzado en 1986) albergaba las estancias de vivienda y el control de la estación.

Kvant I (1987) y Kvant II (1989) contenían los instrumentos científicos y las duchas de la tripulación.

Kristall (1990) extendió las posibilidades científicas de la Mir.

Spektr (1995) sirvió de vivienda y espacio de trabajo para los astronautas estadounidenses.

Priroda (1996) dirigía el sensor remoto de la Tierra. El módulo de atraque (1996) servía de punto de anclaje seguro y estable para la lanzadera espacial.

Dentro de sus 100 toneladas, la Mir era similar a un laberinto apretado, abarrotado con mangueras de cables e instrumentos científicos, así como objetos de la vida cotidiana, como fotos, dibujos de niños, libros e incluso una guitarra.

Habitualmente hospedaba a tres miembros de una tripulación, aunque a veces hospedaba a seis durante más de un mes. Excepto por dos cortos períodos, la Mir fue habitada de forma continua hasta agosto de 1999.

Antes, durante y después del programa Shuttle-Mir, la estación era atendida y provista de material por las cápsulas tripuladas Soyuz y los vehículos no tripulados Progress.

En Junio de 1992, el presidente de EE.UU. George H. W. Bush y el presidente ruso Boris Yeltsin se mostraron de acuerdo en unir esfuerzos para la exploración espacial; un astronauta estadounidense embarcaría en la Mir, y dos cosmonautas rusos lo harían en el trasbordador espacial estadounidense.

En septiembre de 1993 el vicepresidente estadounidense Al Gore y el primer ministro ruso Víctor Chernomirdin anunciaron los planes para una nueva estación espacial, la cual se llamaría después como la Estación Espacial Internacional o ISS (de sus siglas en inglés).

Ellos se mostraron de acuerdo en que en preparación de ese nuevo proyecto, los EE.UU. deberían involucrarse en el proyecto Mir, bajo el nombre en código "Fase Uno" (la ISS sería la "Fase Dos").

Los transbordadores espaciales se encargarían del transporte de personas y suministros a la Mir y a cambio los astronautas estadounidenses vivirían en la Mir varios meses. De ese modo EE.UU. podrían aprender y compartir la experiencia rusa de los viajes de larga duración en el espacio.



La Estación Espacial Internacional (en inglés International Space Station (ISS)), es un proyecto común de cinco agencias del espacio: la NASA (Estados Unidos), la Agencia Espacial Federal Rusa (Rusia), la Agencia Japonesa de Exploración Espacial (Japón), la Agencia Espacial Canadiense (Canadá) y la Agencia Espacial Europea (ESA) .

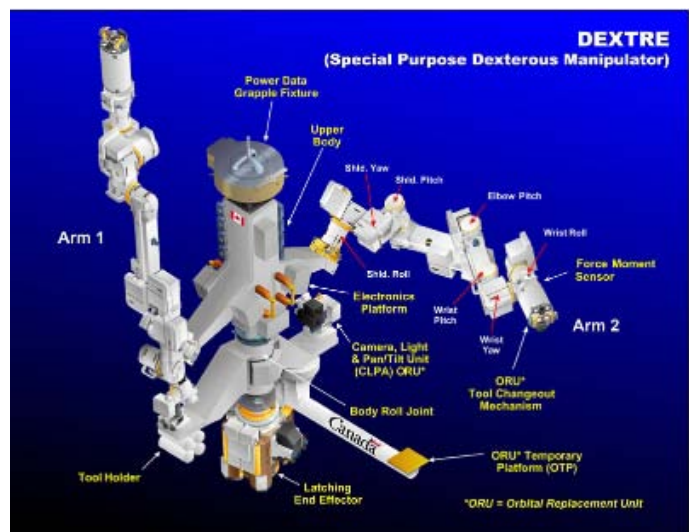
La Agencia Espacial Brasileña (Brasil) participa a través de un contrato separado con la NASA. La Agencia Espacial Italiana tiene también contratos separados para las varias actividades no hechas en el marco de los trabajos de la ESA en la ISS (donde participa Italia también completamente).

La estación espacial está situada en órbita alrededor de la Tierra en una altitud de aproximadamente 360 kilómetros, un tipo de órbita terrestre baja (la altura real varía en un cierto plazo por varios kilómetros debido a la fricción atmosférica y a las repetidas propulsiones).

Da una órbita alrededor de la Tierra en un período de cerca de 92 minutos; antes de junio de 2005 había terminado más de 37.500 órbitas desde el lanzamiento del módulo Zarya el 20 de noviembre, 1998.

En el año 2001 se instaló en la Estación Espacial Internacional el brazo robótico llamado "Canadarm2", que se emplea para labores de logística en el espacio.

Otro fue el Dextre, un robot compuesto por dos brazos desarrollado por la Agencia Espacial Canadiense inicialmente desarrollado para la Estación Espacial Internacional pero su importancia se puso de manifiesto cuando se presentó como el principal candidato para reparar el telescopio Hubble.



Una capacidad elemental del Dextre es reemplazar componentes averiados o gastados tales como baterías, su precisión es milimétrica.

Su estructura recuerda a la de un ser humano, tiene torso, dos brazos, manos y puede trabajar de forma autónoma o de forma fija a un soporte como la propia Estación Espacial.

De muchas maneras la ISS representa una fusión de las estaciones espaciales previamente previstas: MIR 2 de Rusia, la estación espacial estadounidense Freedom, el previsto módulo europeo Columbus y el Módulo Japonés de Experimentos (JEM).

Gracias a la ISS, hay presencia humana permanente en el espacio, pues ha habido siempre por lo menos dos personas a bordo de la ISS desde que el primer equipo permanente entrara en la ISS el 2 de noviembre de 2000.

La estación es mantenida sobre todo por la Soyuz, la nave espacial Progress y el trasbordador espacial. La ISS todavía está actualmente bajo construcción con una fecha proyectada de terminación en 2010. Actualmente, la estación tiene una capacidad para una tripulación de tres astronautas.

Antes de que llegara el astronauta Thomas Reiter de la ESA que se une al equipo de la Expedición 13 en julio de 2006, todos los astronautas permanentes han venido del lado ruso o estadounidense.

La ISS, sin embargo, ha sido visitada por los astronautas de doce países y ha sido también el destino de los primeros cuatro turistas espaciales.

En el espacio exterior, el ser humano tiene grandes dificultades de desplazarse y de "escaparse de la atracción solar" ignorando completamente que nuevos problemas pueden encontrarse. El gran reto de los científicos de hoy día, es precisamente "el descubrirlos".

No disponemos de muchas herramientas. Todo es desconocido. Cada nuevo paso, descubre nuevas limitaciones. En esta materia, parece como si cada vez estuviéramos mas lejos.

El Telescopio espacial Hubble (HST por sus siglas inglesas) es un telescopio robótica localizado en los bordes exteriores de la atmósfera, en órbita circular alrededor de la Tierra a 593 km sobre el nivel del mar, con un periodo orbital entre 96 y 97 min.

Denominado de esa forma en honor de Edwin Hubble, fue puesto en órbita el 24 de abril de 1990 como un proyecto conjunto de la NASA y de la ESA inaugurando el programa de Grandes Observatorios.

El telescopio puede obtener imágenes con una resolución óptica mayor de 0,1 segundos de arco. La ventaja de disponer de un telescopio más allá de la atmósfera radica, principalmente, en que de esta manera se pueden eliminar los efectos de la turbulencia atmosférica, siendo posible alcanzar el límite de difracción como resolución óptica del instrumento.

Además, la atmósfera absorbe fuertemente la radiación electromagnética en ciertas longitudes de onda, especialmente en el infrarrojo, disminuyendo la calidad de las imágenes e imposibilitando la adquisición de espectros en ciertas bandas caracterizadas por la absorción de la atmósfera terrestre.

Los telescopios terrestres se ven también afectados por factores meteorológicos (presencia de nubes) y la contaminación lumínica ocasionada por los grandes asentamientos urbanos, lo que reduce las posibilidades de ubicación de telescopios terrestres.

El Telescopio Espacial Hubble ha sido uno de los proyectos que, sin duda, más han contribuido al descubrimiento espacial y desarrollo tecnológico de toda la Historia de la Humanidad. Gran parte del conocimiento científico del que los estudiosos disponen del espacio interestelar se debe al Telescopio Hubble.

La unidad tiene un peso en torno a 11 toneladas, es de forma cilíndrica y tiene una longitud de 13,2 m y un diámetro máximo de 4,2 m.

El coste del telescopio ascendió (en 1990) a 2000 millones de dólares US.



Inicialmente un fallo en el pulido del espejo primario del telescopio fabricado por Perkin Elmer produjo imágenes ligeramente desenfocadas debido a aberraciones esféricas. Aunque este fallo fue considerado en su día como una importante negligencia por parte del proyecto, la primera misión de servicio al telescopio espacial pudo instalar un sistema de corrección óptica capaz de corregir el defecto del espejo primario alcanzándose las especificaciones de resolución inicialmente previstas.

El telescopio es un reflector de dos espejos, teniendo el principal 2,4 m de diámetro. Para la exploración del cielo incorpora varios espectrómetros y tres cámaras, una de campo estrecho para fotografiar zonas pequeñas del espacio (de brillo débil por su lejanía), otra de campo ancho, para obtener imágenes de planetas, y una tercera, infrarroja.

Desde su lanzamiento, el telescopio ha recibido varias visitas de los astronautas para corregir diversos errores de funcionamiento e instalar equipo adicional.

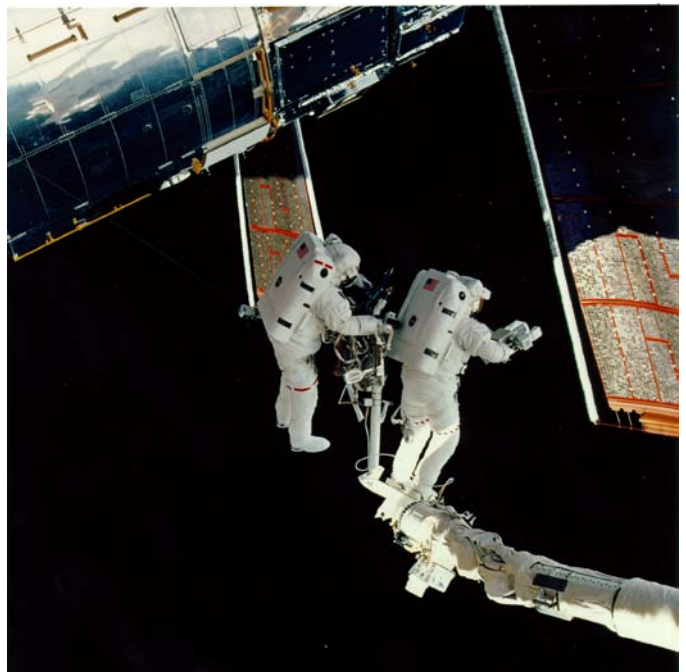
Debido al rozamiento con la atmósfera (muy tenue a esa altura), el telescopio va perdiendo velocidad muy lentamente y, a la vez, ganando atracción gravitacional, de modo que cada vez que es visitado, el trasbordador espacial ha de empujarlo a una órbita ligeramente más alta. De esta manera, se consigue mantener la órbita, que había sido alterada por los efectos físicos antes mencionados, rozamiento y atracción terrestre.

La cámara más sofisticada del telescopio espacial Hubble ha creado una imagen mosaico de un gran pedazo del cielo, que incluye al menos 10 000 galaxias.

Con el telescopio Espacial Hubble se han observado aproximadamente un millón de objetos. En comparación, el ojo humano tan sólo puede ver unas 6.000 estrellas a simple vista.

Las observaciones del telescopio, incluyendo unas 500.000 fotografías, ocupan 1420 discos ópticos de 6,66 GB (8,34 terabytes).

El Hubble tiene un índice, con la posición detallada de 15 millones de estrellas, que le permite apuntar con precisión a sus objetivos.



Astrónomos de más de 45 países han publicado los descubrimientos hechos con el Hubble en 4.800 artículos científicos.

Entre los principales descubrimientos, destacan :

Nacimiento de estrellas en la nebulosa del Águila

Imágenes impresionantes de la colisión del cometa Shoemaker-Levy 9 con Júpiter en 1994.

Las imágenes obtenidas por el telescopio del universo en expansión han proporcionado evidencias a favor de la existencia de la materia oscura del universo.

La teoría de que la mayoría de las galaxias alojan un agujero negro en su núcleo ha sido parcialmente confirmada por numerosas observaciones.

En diciembre de 1995, la cámara de Campo Profundo del Hubble fotografió una región del tamaño de una treintava millonésima (uno entre treinta millones) parte del área del cielo que contiene varios miles de galaxias. Una imagen similar del hemisferio sur fue tomada en 1998 apreciándose notables similitudes entre ambas, lo que ha reforzado el principio que postula la isotropía del Universo (es decir, que la estructura del Universo es independiente de la dirección en la cual se mira).

Ha hecho visibles las primeras galaxias que se formaron.

Ha permitido detectar Helio en el espacio intergaláctico (posiblemente originado en el Big-Bang).

Primeras imágenes que muestran galaxias con cuásares en su interior.

Ha detectado por primera vez emisión láser UV en el espacio.

Ha permitido descubrir un nuevo tipo de lente gravitatoria en forma de cruz que se podría utilizar como lupa para escrutar el universo lejano.

Primer mapa de un asteroide.

Descubrimiento de un nuevo tipo de satélite en la parte exterior de los anillos de Saturno.

Primer mapa de Plutón.

Un par de anillos rodean una estrella que hizo explosión en 1987.

Nubes cometarias gigantes se forman alrededor de una estrella moribunda.

Columnas gigantes de polvo y gas forman en su interior nuevas estrellas.

Posibles sistemas planetarios en formación descubiertos en la nebulosa de Orión.

Ha descubierto galaxias situadas a 13 000 000 000 de años-luz.

Los agujeros negros son reales, y es posible que se encuentren en el núcleo de muchas galaxias.

La mancha oscura de la atmósfera de Neptuno es transitoria: desaparece de un hemisferio y aparece en el opuesto.

Europa, la luna helada de Júpiter, tiene una tenue atmósfera con oxígeno.

Centenares de millones de cometas rodean el Sistema Solar.

Etc.

Una vez mas, *la Robótica y la Inteligencia Artificial, potencian las habilidades del hombre.*

LA ROBOTICA EN ESPAÑA

Leonardo Torres Quevedo es el Ingeniero español más universal y conocido fuera de nuestras fronteras. Gozó en vida de un enorme prestigio científico y técnico, gracias a sus desarrollos, que casi siempre fructificaban en patentes internacionales, en multitud de áreas, como los dirigibles y los transbordadores, siendo especialmente importante su trabajo pionero en el campo de la Automática, de la cual puede decirse que fue su introductor en nuestro país.

Sus trabajos en este campo alcanzaron resonancia internacional, y son citados como precursores de la Cibernética, del Cálculo Analógico y de la Informática. Los desarrollos españoles en esta materia que siguieron a su muerte fueron llevados a cabo principalmente por discípulos suyos (algunos de ellos incluso asistieron y participaron en sesiones de las famosas "Conferencias Internacionales de Cibernética", en los años 50).

En 1903, Torres Quevedo presentó el Telekino en la Academia de Ciencias de París, acompañado de una memoria y haciendo una demostración experimental. En ese mismo años obtendría una patente para tal invento en Francia, España, Gran Bretaña y Estados Unidos.

El Telekino consistía en un autómatas que ejecuta órdenes transmitidas mediante telegrafía sin hilos. Constituyó el primer aparato de radio dirección del mundo, y es un pionero en el campo del mando a distancia. En 1906, en presencia del Rey y ante una gran multitud, demuestra exitosamente en el puerto de Bilbao su invento, guiando un bote por control remoto. Posteriores intentos de desarrollar torpedos teledirigidos fueron frustrados por falta de financiación.

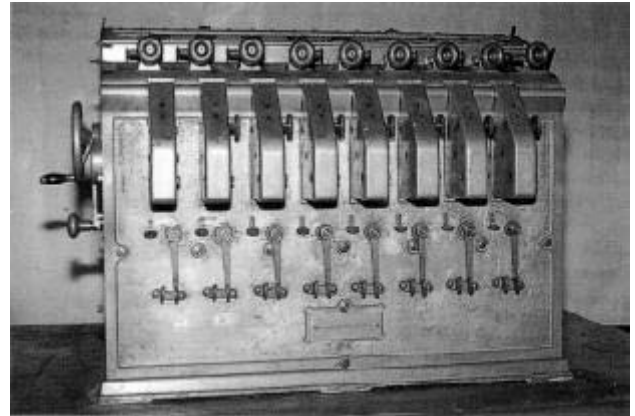


Las máquinas analógicas de cálculo buscan la solución de ecuaciones matemáticas mediante estudio de fenómenos físicos. Los números están representados por magnitudes físicas, que pueden ser rotaciones de determinados ejes, potenciales o corrientes eléctricas, etc. Un proceso matemático se transforma en estas máquinas en un proceso operativo de ciertas magnitudes físicas que conduce a un resultado físico que se corresponde con la solución matemática buscada. El problema matemático se resuelve pues mediante un modelo físico del mismo. Desde mediados del siglo XIX se conocían diversos artilugios de índole mecánica, como integradores, multiplicadores, etc.

En esta tradición se enmarca la obra de Torres Quevedo en esta materia, que se inicia en 1893 con la presentación en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Memoria sobre las máquinas algébricas. En su tiempo, esto fue considerado "como un suceso extraordinario en el curso de la producción científica española". En 1895 presenta la Memoria *Sur les machines algébriques* en un Congreso en Burdeos. Posteriormente, en 1900, presentará la Memoria *Machines á calculer* en la Academia de Ciencias de París.

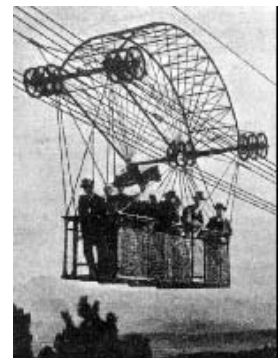
En ellas, examina las analogías matemáticas y físicas que son base del cálculo analógico o de cantidades continuas, y cómo establecer mecánicamente las relaciones entre ellas expresadas en fórmulas matemáticas. Su estudio incluye variables complejas, y utiliza la escala logarítmica. Desde el punto de vista práctico, muestra que es preciso emplear mecanismos sin fin, tales como discos giratorios, para que las variaciones de las variables sean ilimitadas en ambos sentidos.

En el terreno práctico, Torres Quevedo construyó toda una serie de máquinas analógicas de cálculo, todas ellas de tipo mecánico. En estas máquinas existen ciertos elementos, denominados "aritmóforos", que están constituidos por un móvil y un índice que permite leer la cantidad representada para cada posición del mismo. El móvil es un disco o un tambor graduado que gira en torno a su eje. Los desplazamientos angulares son proporcionales a los logaritmos de las magnitudes a representar. Utilizando una diversidad de elementos de este tipo, pone a punto una máquina para resolver ecuaciones algebraicas: resolución de una ecuación de ocho términos, obteniendo sus raíces, incluso las complejas, con una precisión de milésimas. Un componente de dicha máquina era el denominado "husillo sin fin", de gran complejidad mecánica, que permitía expresar mecánicamente la relación $y = \log(10x+1)$, con el objetivo de obtener el logaritmo de una suma, como suma de logaritmos. Con propósitos de demostración, Torres Quevedo también construyó una máquina para resolver una ecuación de segundo grado con coeficientes complejos, y un integrador.



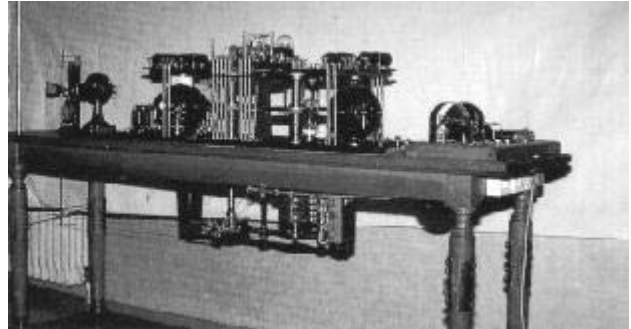
Ya a mediados del siglo XX, el desarrollo de las técnicas electrónicas terminó con este tipo de máquinas. Los elementos fundamentales se sustituyen por circuitos electrónicos, y comienza la breve era de la computación analógica electrónica, que quedó rápidamente obsoleta gracias al uso del ordenador digital y al desarrollo del cálculo numérico.

Torres Quevedo construyó dos jugadores ajedrecistas de lo que, sin duda, constituye su más llamativo invento: *el jugador ajedrecista*. Se trata de un autómatas jugador de final de partidas de ajedrez: juega el rey y torre blancos (máquina) contra el rey negro (jugador humano). El resultado (victoria de las blancas) del juego está determinado algorítmicamente. Para simplificar el diseño, el autómatas lograba siempre el jaque mate, si bien no por el camino más corto. El primer jugador fue construido en 1912 y expuesto en París en 1914, ocasionando gran sensación. Disponía de un brazo mecánico para mover las piezas, y de sensores eléctricos en el tablero para conocer su ubicación. El segundo jugador, de 1920, fue construido por su hijo Gonzalo, y en él el movimiento de las piezas se consigue mediante imanes dispuestos bajo el tablero. Ambos ingenios eran de naturaleza electromecánica, y se citan como precursores de la Inteligencia Artificial. Ciertamente, constituyeron el primer intento exitoso de construir un autómatas que jugase realmente a un juego humano, lo que se venía intentando desde el siglo XVIII.



En Automática, su propósito era explorar a fondo las nuevas facilidades que ofrecían las técnicas electromecánicas, e ir más allá de las supuestas limitaciones de las máquinas. De hecho, sus trabajos en radiocontrol, autómatas jugadores y maquinaria analógica de cómputo forman parte de su trabajo en este campo, si bien en su vertiente aplicada. Torres Quevedo realizó un importantísimo aporte teórico a la Automática (término que él introdujo en España), mediante la publicación, en España y Francia, en 1914, de una Memoria denominada Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones, en la que enuncia los fundamentos teóricos de la automática y expone proyectos de sistemas para realizar operaciones aritméticas por procesos digitales. Es su obra escrita más importante, y está considerada como clásica y paradigmática en la materia.

Este trabajo enlaza directamente con el trabajo, casi un siglo antes, de Charles Babbage y su máquina analítica. Torres describe los esfuerzos de Babbage, y proporciona un diseño de una máquina capaz de calcular automáticamente el valor de la fórmula $ax(y-z)^2$. Incluye dispositivos electromagnéticos para almacenar dígitos



decimales, realizar operaciones binarias, y comparar cantidades. La máquina sería controlada mediante un programa no modificable, que incluiría sentencias de salto condicional. Como medio de almacenamiento del programa se propone un conjunto de áreas conductoras montadas sobre la superficie de un cilindro rotatorio. La memoria, además, contiene la primera formulación conocida de la aritmética de punto flotante. La impresión general de este magnífico trabajo es que Torres Quevedo hubiera sido perfectamente capaz de construir un computador digital electromecánico con un adelanto de unos 20 años, si hubiera tenido la motivación y apoyo económico necesarios. Esta memoria ha sido reimpressa varias veces. Como primera versión de una máquina de tales características, en 1920 presentó en París el ingenio denominado "aritmómetro electromecánico", que consistía en una máquina calculadora conectada a una máquina de escribir en la que se teclaban los números y las operaciones, en el orden en que iban a ser ejecutadas. El cálculo se realizaba sin intervención alguna de operador humano y cuando finalizada, los tipos de la máquina de escribir escribían automáticamente el resultado. Este aparato es la primera concepción práctica y operativa conocida de una calculadora digital. Era capaz de realizar tanto operaciones aritméticas comunes como operaciones lógicas (comparación de números, etc.).

Buena prueba del interés que generaron sus trabajos en Automática es la publicación en 1915 de un artículo sobre su obra, en la prestigiosa revista "Scientific American": Torres and His Remarkable Automatic Devices.

Torres Quevedo alcanzó ya en vida un enorme prestigio y reconocimiento a nivel mundial, sobre todo en España y Francia. Entre sus numerosísimos méritos y distinciones, destacaremos la imposición en 1916, por Alfonso XIII, de la Medalla Echegaray creada por la Academia de Ciencias. En 1918, rechaza el cargo de Ministro de Fomento. En 1920 se produce su ingreso en la Real Academia Española de la Lengua, sucediendo a Benito Pérez Galdós. La Academia reconocía así su participación en la tarea, inconclusa, de redactar un Diccionario Tecnológico, con el que se pretendía resolver el problema de la invasión de neologismos científicos y técnicos, principalmente de origen anglosajón, y que

ya en aquella época era preocupante. En 1922 es nombrado Doctor Honoris Causa por la Universidad de la Sorbona. En 1927, se le nombra uno de los doce miembros asociados de la Academia de Ciencias de París, y, al año siguiente, es Presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la que era miembro desde 1901. Otras distinciones: Gran Cruz de Carlos III, Comendador de la Legión de Honor Francesa, Inspector Honorario del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Presidente de la Sociedad Matemática Española y de la Sociedad Española de Física y Química, y un larguísimo etcétera. En los años siguientes a su fallecimiento, se creó un Instituto con su nombre, adscrito al CSIC. En 1953 tuvieron lugar diversos actos con motivo del centenario de su nacimiento.

Sin embargo, el mejor homenaje a su obra es mantener en estado operativo la mayor parte de sus inventos y desarrollos, algunos de los cuales pueden observarse en el Colegio y en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

CONCLUSIONES

En función del tiempo, el hombre ha ido evolucionando y cambiando de forma de pensar, en muchas áreas. Con los descubrimientos de:

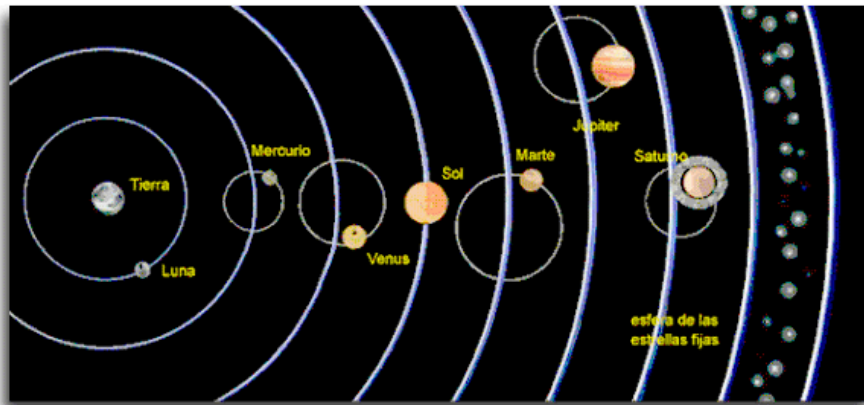
La comunicación verbal
La escritura
La tecnología en general
La comunicación a grandes distancias
La electricidad
La electrónica
La informática
El conocimiento del Espacio Exterior
El ADN y ARN
El genoma humano
Etc.

Hoy se plantean cuestiones inimaginables en el pasado.

La idea de Aristóteles del Universo, fue ampliada por Ptolomeo en el siglo II d. C. hasta constituir un modelo cosmológico completo.



La Tierra permaneció en el centro, rodeada por ocho esferas que transportaban la Luna, el Sol, las estrellas y los cinco planetas del Universo conocidos en aquel tiempo: Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.



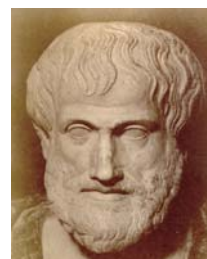
Hoy sabemos, como dice Stephen Hawking, que:

*Cada uno de los progresos se alza sobre los alcanzados anteriormente por el hombre.
El espacio y el tiempo, son curvados y deformados por la masa y la energía.
Hemos cambiado profundamente la manera de ver nuestro lugar en el ORDEN CÓSMICO.
Pasó nuestro lugar de privilegio en el Centro del Universo.
Pasaron la eternidad y la certidumbre.
Pasaron el Espacio y el Tiempo Absolutos, sustituidos por láminas elásticas ...*

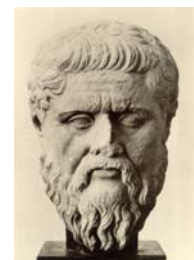
¿Donde quedan hoy día las teorías de Copernico, Galileo, Kepler, Newton y de los filósofos Sócrates, Aristóteles y Platón, por citar algunos de los mas relevantes ...?



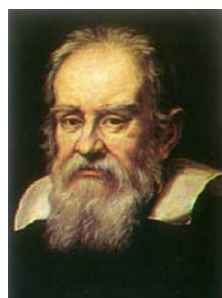
Copernico



Aristototeles



Platón



Galileo



Kepler



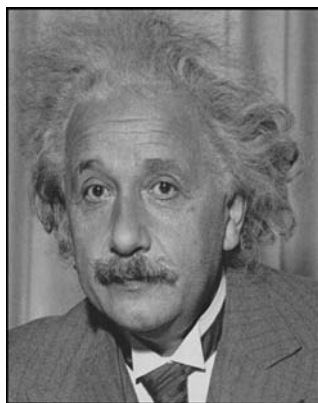
Sócrates



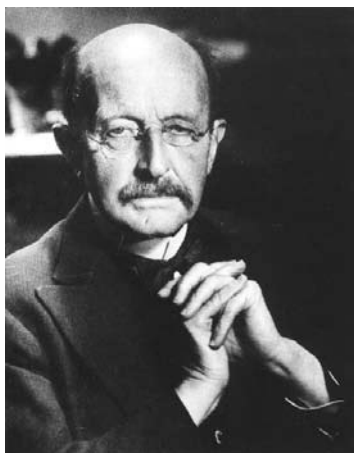
Newton

Han quedado en un lugar de privilegio en la Historia de la Humanidad.

Lo que si sabemos muy bien es que, Albert Einstein, Max Planck, Juliot y Marie Curie, Richard Feynman, Oppenheimer, Stephen Hawking, por citar unas cuantas figuras notables del Siglo XX, no habrían podido formular sus trabajos y teorías sin haberse apoyado en todos y cada uno de sus antecesores.



Albert Einstein



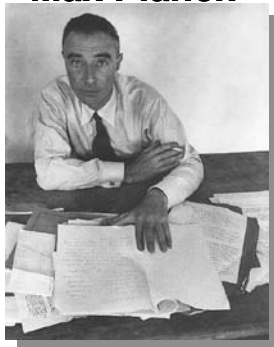
Max Planck



J. & M. Curie



Richard Feynman



Oppenheimer



Stephen Hawking

Para las personas de valor, la Inteligencia Artificial es una *extensión de las capacidades del ser humano*. Es una nueva herramienta que potencia su Cerebro.

Los que se resisten a aceptarla y utilizarla, estarán en inferioridad de condiciones en nuestra Sociedad Competitiva del Siglo XXI.

Cualquier profesional moderno, confía sus gestiones y tareas diarias a un pequeño ordenador de bolsillo, como *una extensión de sus capacidades naturales*. Cada un cierto tiempo, lo actualiza con su ordenador personal, donde guarda su conocimiento



Estamos acostumbrados a ver en las películas de Ciencia Ficción, robots de conformación humana (Androides), que parecen seres humanos.

Un robot, no es obligatorio que tenga aspecto humano.

Si un autómatas, clon, androide, es una Máquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado, como el hombre, muchas preguntas nos tendríamos que hacer, suponiendo que supiéramos hacerlo. Entre otras serían:

¿Seremos los hombres capaces de fabricar una máquina que realice y se comporte como un ser humano?



Uno de los mayores problemas para su funcionamiento, sería la manera de suministrar energía a todo el sistema.

Los seres humanos, la adquieren de los alimentos que periódicamente ingerimos.

Por el momento, una máquina de características humanoides, precisaría un sistema energético, bastante voluminoso para mantenerse "vivo" que ocuparía un espacio que "no cabría" dentro del androide.



¿De que materiales estaría fabricado?

Evidentemente, de material plástico, tipo siliconas o sus derivados. Desgraciadamente, estos materiales, son muy sensibles a la temperatura, a la luz ultravioleta del sol y tienen unas propiedades mecánicas muy pobres, a grosores próximos a los de la piel humana.

¿Esta hipotética máquina tendría sentimientos?

Primero tendríamos que establecer la diferencia entre sentir y sentimientos. Si consideramos estos últimos como el afecto, el cariño, la ternura, etc., definitivamente, según lo entendemos los humanos hoy día, la respuesta sería NO.

¿Cuánto tiempo viviría?

Con los medios actuales de alimentación energética, disponibles a principios del Siglo XXI, con muy poco tiempo y menos todavía si tuviera que moverse como lo hacemos nosotros.

¿Que Inteligencia Artificial existe en estas máquinas?



Habitualmente estos robots disponen de algoritmos deterministas que simulan un comportamiento Inteligente, pero muy pocos de estos "robots" realmente implementan técnicas propias de Inteligencia Artificial.

Obviamente existen excepciones, pero por norma general los robots que se usan a gran escala no son excesivamente inteligentes.

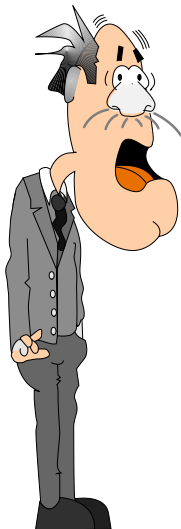
Con la ingente cantidad de divulgación pseudo científica realizada en los últimos años por los medios de comunicación, Cine (de las más nombradas es *Minority Report* de Steven Spielberg) y Televisión, podría parecer que la Inteligencia Artificial y la Robótica van de la mano, cuando en la práctica esto rara vez es así.

Al menos hasta el año 1990 el 99.9% de los robots no disponían de más inteligencia que la proporcionada por unos pocos sensores.

En realidad esas máquinas son robots según la definición tradicional, la que dice que un robot es una máquina capaz de sustituir al ser humano en una cierta tarea.

¿Se pelearía con otras máquinas para imponer su voluntad?

Hoy día los robots saben realizar unas tareas específicas en un entorno muy limitado, realizando con eficacia su trabajo e ignorando lo que sucede fuera de su campo de acción.



¿El hombre las podría controlar?

En la actualidad, los robots solo saben hacer las tareas que le ha encomendado el hombre mediante un Software y un Hardware. Fuera de esto, son materia pesada e inerte que no puede tomar ninguna decisión que no la tenga programada.

¿Seríamos esclavos de ellas?

Nos acostumbraríamos rápidamente a sus beneficios, lo cual de por sí, es una esclavitud.

Hoy en día, en la mayoría de países desarrollados, se considera que un robot es "algo más".

Por ejemplo a principios de siglo XXI en Japón cuando la gente piensa en robots, imagina una máquina capaz de interactuar con los seres humanos. Mientras que en los EEUU un robot es una máquina capaz de pilotar un avión autónomamente o explorar un planeta lejano sin necesidad de intervención humana constante.

Las máquinas que utilizan inteligencia Artificial son aquellas, que mediante la información que le envían, los sensores que contienen, son capaces de tomar sus propias decisiones.

Teniendo en cuenta que técnicamente disponemos de pocos sensores, pocas son también, las tareas que pueden realizar, por el momento.

El ser humano también tiene pocos sensores, pero su gran habilidad es saber combinarlos produciendo un resultado muy eficaz.

Podríamos concluir, diciendo, que por muy creativa y fantástica que sea la mente humana, al no conocerse la mayoría de los mecanismos que la conforman, resultaría excesivamente optimista, pronosticar que seamos capaces de crear androides en un plazo de tiempo razonable.

Sería muy bonito, pero antes, deberíamos tener un mejor conocimiento del funcionamiento del ser humano, para poder imitarlo.

En su afán por entender el funcionamiento del hombre, poco a poco lo va desentramando y quizás algún día descubra lo que no nos gustaría descubrir, *que somos mas parecidos a las maquinas quizás de lo que nos gustaría* como seres libres en nuestro entorno.

Si a pesar de todo... fuera cierto... somos una Maquina Maravillosa llena de recursos.



BIBLIOGRAFÍA

Se presenta a continuación una serie de referencias, donde se incluyen los trabajos, artículos y libros más relevantes desde el punto de vista histórico de la Ingeniería Robótica, que han sido consultados.

Ximenez Herraiz, L, Espectroscopia de Absorción Atómica, Publicaciones Analíticas, 1982.

Solis, C. ,Selles, M. Historia de la Ciencia, Editorial Cátedra, 2007

Stephen Hawking, A Hombros de Gigantes, Editorial Critica, 2006

Rubia, F. El cerebro nos engaña, Ediciones Temas de hoy. 2000

Acarin, N, El cerebro del Rey de la Creación, RBA, 2001

Auslander D.E.: Evolutions in Automatic Control. Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control. ASME Transactions. Marzo, 1969.

Alistair G.J. MacFarlane Editor: Frequency-Response Methods in Control Systems . Editorial IEEE press, New York, 1979.

Stuart Bennett: A history of control engineering: 1800-1930. Editorial Peter Peregrinus, Londres 1979.

Stuart Bennett: A history of control engineering: 1930-1955. Editorial Peter Peregrinus, Londres 1993.

H. W. Dickinson and R. Jenkins: James Watt and the steam engine. Oxford University Press, 1927.

Sebastián Dormido Bencomo: Control Automático: Evolución Histórica. Curso de Verano de Control de Procesos: de la Teoría a la práctica. Dpto. de Informática y Automática. UNED, Julio, 1995

Otto Mayr: The origins of Feedback Control. Editorial M.I.T. Press 1970.

Sigvard Strandh: The History of The Machine. Bracken Books.1989.

George J. Thaler Editor: Automatic control : Classical Linear Theory. Editorial Stroudsburg, Pennsylvania: Dowden, Hutchinson and Ross cop. 1974.

Edmund Lee: Self-regulating wind machine. Otto Mayr: origins pp 93-99

Thomas Mead: Regulator for wind and other mills.

G. B. Airy: On the regulator of the clockwork for effecting uniform movement of equatorials. Mem. Roy. Astron. Soc. vol. 11, pp. 249-267, 1840.

British patent 2476,1868, Joseph Farcot; FARCOT, J.L.L: Le Servo-moteur ou moteur asservi. Baudy, París, 1873

J.C. Maxwell: On Governors. Proc. Roy. Soc. London, vol. 16, pp. 270-283, 1868.

J. A. Vyschnegradsky. Sur la theorie generale des regulateurs. Comptes Rendus, vol. 83, pp. 318-321, 1876.

Routh, E. J.: A treatise on the stability of a given state of motion. Macmillan, London,1877.

A. Hurwitz: Uber die Bedingungen, un ter welchen eine Gleichung nur Wurzeln mit negativen reelen Teilen besitzt. Math. Annalen, pp. 273-284, 1885.

O. Heaviside: Electromagnetic Theory. London, 1899.

A. M. Liapunov: Probleme generale de la stabilite du mouvement. Annales de la Faculte des Sciences de Toulouse, 1907.

Bompiani, E: Sulle condizioni sotto le quali un equazione a coefficienti reale ammette solo radici con parte reale negativa. Giornale di Matematica, 1911, 49, pp. 33-39.

Minorsky: Directional Stability of Automatic Steered Bodies. J. Am. Soc Naval Eng., 1922, 34, p. 284

H. Nyquist: Regeneration theory. Bell Syst. Tech. J., vol. 11, pp. 126-147, 1932.

Hazen, H.L.: Theory of Servomechanisms. JFL, 1934, 218, pp. 283-331

H.S. Black: Stabilized feedback amplifiers. Bell Syst. Tech. J., vol. 13, pp. 1-18, 1934.

Weiss, H.K.: Constant Speed Control Theory. J. Aeron. Sci, 1939, 6(4), pp. 147-152.

H. W. Bode: Relations between attenuation and phase in feedback amplifier design. Bell Syst. Tech. J., vol. 19, pp. 421-454, 1940.

J.G. Ziegler, N.B. Nichols: Optimum settings for automatic controllers. ASME, 1942, 64, pp. 759-768.

H.J. Harris: The analysis and design of servomechanisms. OSRD Rep, 454, 1942.
[Willy 44] Willy Ley: Rakete und Raumschiffart. Berlin, 1944

Brown, G.S., and A.C. Hall: Dynamic Behavior and Design of Servomechanism. ASME, pp. 503-524, 1946.

Hall, A.C.: Application of circuit theory to the design of servomechanism. JFI, 242(4), pp. 279-307, 1946.

Harris, H. Jr: The frequency Response of Automatic Control. AIEE, 65, pp. 539-46, 1946.

Evans, W. R.: Graphical Analysis of Control Systems. Trans AIEE, 67, pp. 547-551, 1948.

Shanon, C. E.: The mathematical theory of communication. Bell Syst. Tech. J., 27, Julio y Octubre de 1948.

N. Wiener: Cybernetics. Cambridge, MA, MIT Press, 1948. [Wiener 49] N. Wiener: Extrapolation. Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series. Cambridge, MA, MIT Press, 1949.

M. A. Aizermann: On a problem concerning the stability in the large of dynamic systems. Usp. Mat. Nauk., vol. 4, pp. 187-188, 1949.

Brown, G.S., Campbell, D.P.: Instrument engineering: its growth and promise in process-control problem. *Mechanical Engineering*, 72(2): 124, 1950.

Evans, W. R.: Control System Synthesis by Root Locus Method. *Trans AIEE*, 69, pp.1-4, 1950

Truxal, J.G.: Feedback theory and control system synthesis. McGraw Hill, New York, 1954.

R. Bellman: Dynamic Programming. Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press, 1957.

R. E. Kalman: Design of a self-optimizing control system. *Trans. ASME*, 80, 468-478, 1958.

Whitaker H.P, J. Yamron y A. Kezer: Design of a Model Reference Adaptive System for Aircraft. R-164, Instrumentation laboratory, MIT, Cambridge, USA, 1958.

R. E. Kalman: Contributions to the theory of optimal control, *Bol. Soc. Math. Mexicana*, vol. 5, pp. 102-119, 1960.

R. E. Kalman: On the general theory of control Systems. *Proceedings of the First IFAC Congress in Moscow*, vol. 1. London: Butterworth, pp. 481-492, 1960.

R. E. Kalman and R. S. Bucy: New results in linear filtering and prediction theory. *Trans. ASME J. Basic Eng.*, vol. 83, ser. D, pp. 95-108, 1961.

V. M. Popov: On the absolute stability of non linear control systems. *Avtomat. Telemekh.*, vol. 22, p. 8, 1961.

Petri, C. A.: *Kommunikation mit Automaten*, Universidad de Bonn, 1962.

L.S. Pontryagin, V.G. Boltyanskii, R.V. Gamkrelidze and Y.F. Mischensko: *The Mathematical Theory of Optimal Processes*. New York: Interscience, 1963.

Åström, K.J., B. Wittenmark: On Self-Tuning Regulators. *Automática*, vol 9, pp. 185-189, 1973.

Parks, P.C.: Model Reference adaptive methods. Redesign using Liapunov's second method. *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol AC-11, pp. 362-367. 1976.

Landau: *Adaptive Control. The model reference approach*. Marcel Dekker, 1979

González de Posada, F. En torno a Torres Quevedo. Prólogo de la conmemoración del cincuentenario de su muerte. Santander, Amigos de la Cultura Científica, 1987.

Lee, J. A. N. *Computer Pioneers*. IEEE Computer Society Press, 1995. NOTA: Leonardo Torres Quevedo es el único español reseñado en esta obra de referencia.

Randell, Brian. From Analytical Engine to Electronic Digital Computer: The Contributions of Ludgate, Torres and Bush. *Annals of History of Computing*, Vol. 4, No. 4, 1982, pp. 327-341.

Randell, Brian. *Origins of Digital Computers: Selected Papers*. 3rd edition. Springer-Verlag, Berlin, 1982. NOTA: Incluye: *Essays on Automatics - Its Definition - Theoretical Extent of its Applications* (original de 1914) y *Electromechanical Calculating Machine*, de 1920.

Rodríguez Alcalde, L. *Torres Quevedo y la Cibernética*. Ediciones Cid, Madrid, 1966.

Rodríguez Alcalde, L. *Biografía de D. Leonardo Torres Quevedo*. Institución Cultural de Cantabria, CSIC; Madrid, 1974.

Santesmases, J. G. *Obra e inventos de Torres Quevedo*. Instituto de España, Madrid, 1980. NOTA: Este libro fundamental e imprescindible contiene una biografía y descripciones detalladas de todo su trabajo, incluyendo una extensa bibliografía y numerosas ilustraciones y láminas. Su autor es reconocido por su labor científica y de promoción en Informática y Automática. Dirigió la construcción de las primeras computadoras electrónicas españolas.