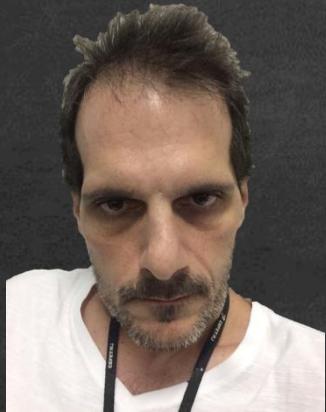




CEFET – RJ / Campus Maria da Graça
Centro Federal de Educação Tecnológica
Celso Suckow da Fonseca – Rio de Janeiro



Prof. Cristiano Fuschilo
cristiano.fuschilo@cefet-rj.br

ROBÓTICA - 2022_1 T.OPTCSINF -
(SIOPO005)



Bacharelado em
Sistemas de
Informação



COORDENAÇÃO DE
**Automação
Industrial**
Ensino de Qualidade



Robótica



Introdução



- Objetivo:
 - Capacitar o aluno a trabalhar com sistemas robóticos.



Bibliografia



- Keramas, James G. Robot Technology Fundamentals. Delmar Publisher, 1999.
- Craig, J.J. Introduction to Robotics. 3rd. Edition, Pearson, 2005.
- Nehmzow, U. Mobile Robotics. Springer, 2000.
- Siegwart, R. Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2001.
- Romano, Vitor Ferreira. Robótica Industrial. Edgard Blücher, 2002.
- E outros...





Objetivos desta aula

- Apresentar os conceitos básicos de Robótica:
 - Introdução.
 - Histórico.
 - Definições Básicas.
 - Áreas de Aplicação.





Discussão

- O que vocês tem na imaginação quando se fala de Robôs?
- ...





ROSE - Jetsons

Character Rigging - Mechanical



Wesley Schneider
Character Animator / Character

www.wanimation.com



Perdidos no Espaço (1965 - 1968)





BUCK Rogers in the 25th Century (1979 - 1981)





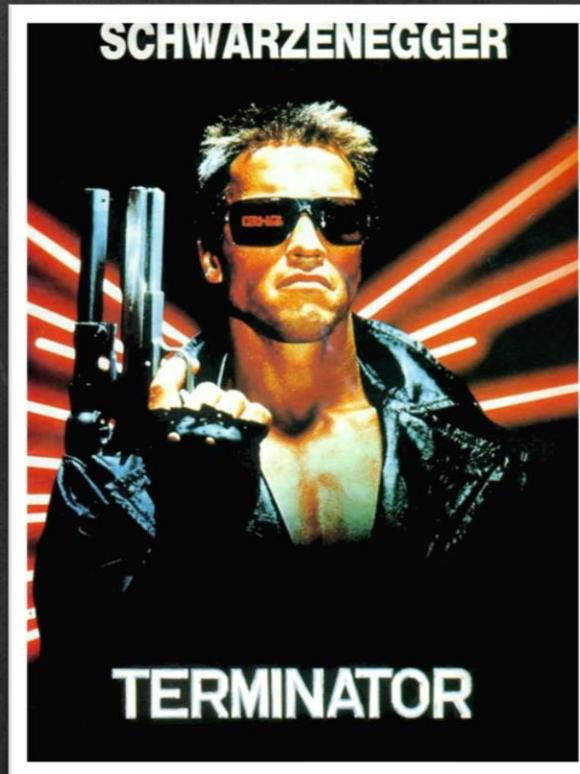
Os Jetsons (1984 - 1987)



Star Wars - Uma Nova Esperança (1977)



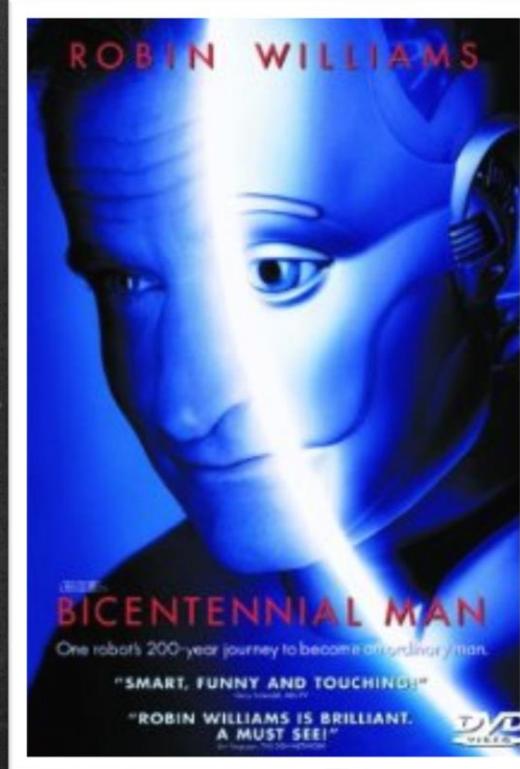
O Exterminador do Futuro (1984)



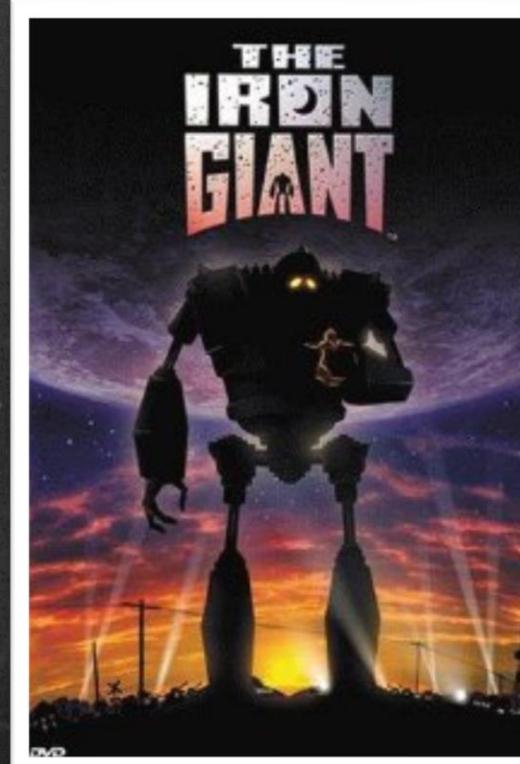
Artificial Intelligence: AI (2001)



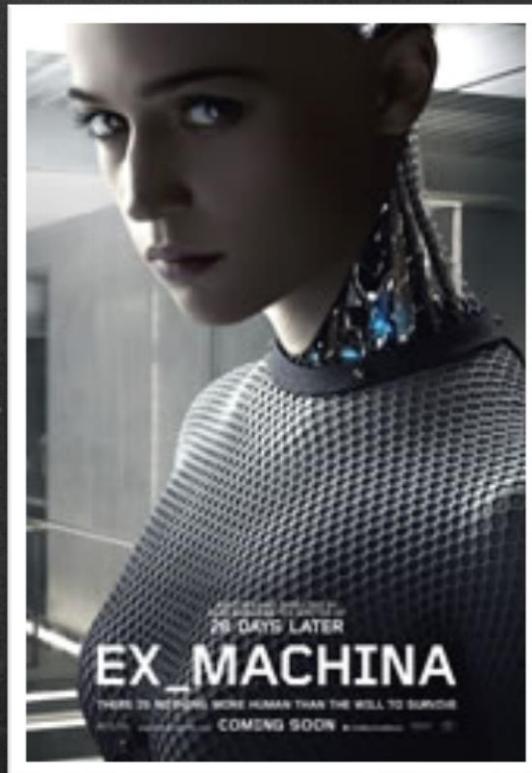
O Homem Bicentenário (2000)



O Gigante de Ferro (2000)



Ex Machina - Instinto Artificial (2015)





**THE FOLLOWING PREVIEW HAS BEEN APPROVED FOR
APPROPRIATE AUDIENCES
BY THE MOTION PICTURE ASSOCIATION OF AMERICA, INC.**

www.filmratings.com

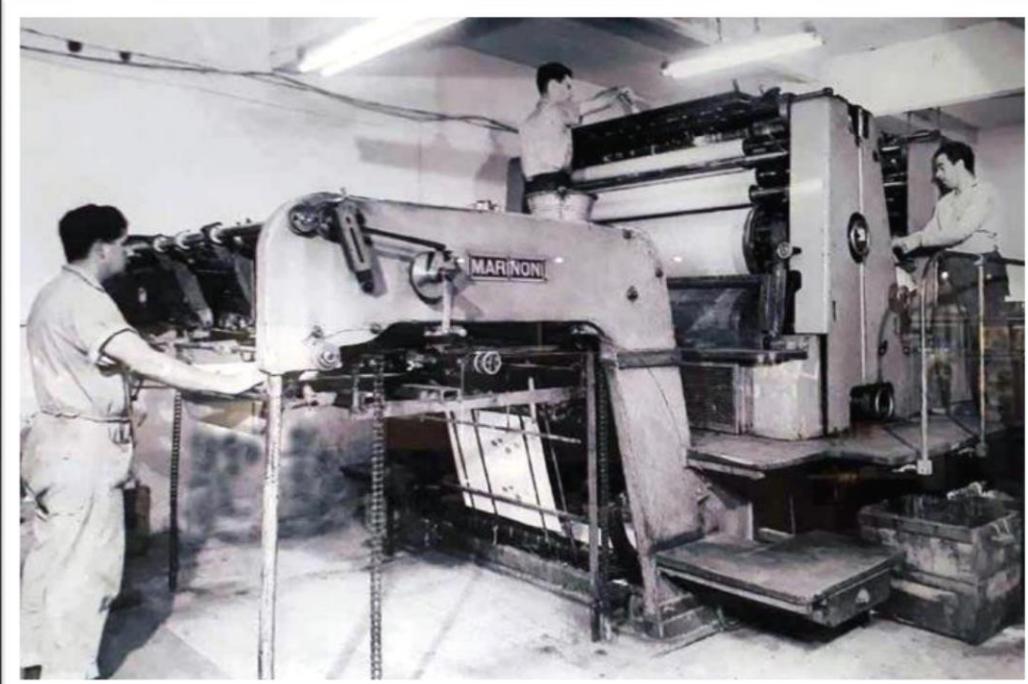
www.mpaa.org

Os mais pé no chão...



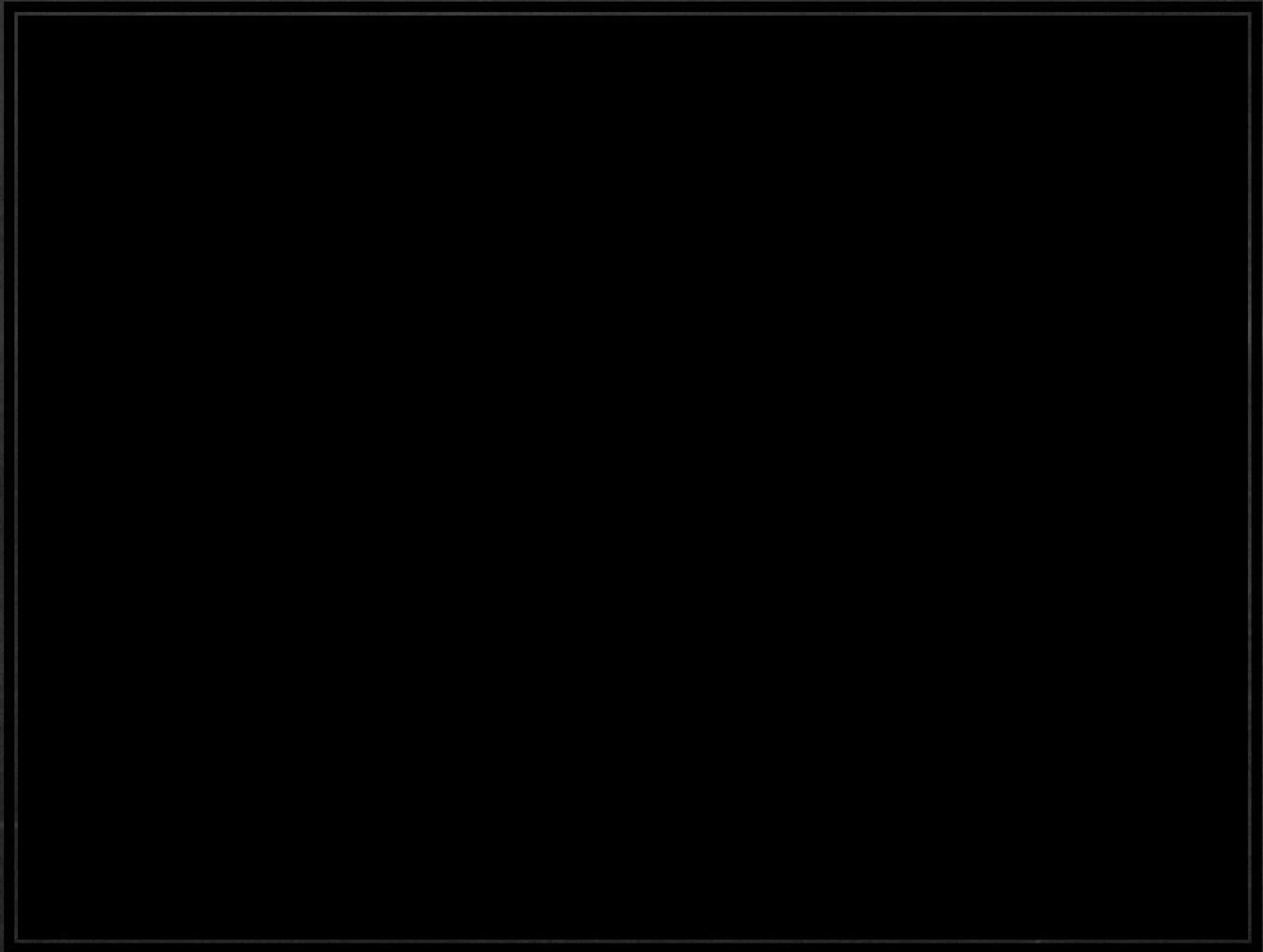
- Os mais pé no chão vão pensar em algo assim...













Definição de Robô:

- Definições modernas (dicionário Houaiss):
 - Máquina, autômato de aspecto humano, capaz de se movimentar e de agir.
 - Mecanismo comandado por controle automático.
 - Mecanismo automático que efetua operações repetitivas.



Robô - Definições



- The Robot Institute of America (1979) :
 - "A reprogrammable, multifunctional manipulator designed to move materials, parts, tools, or specialized devices through various programmed motions for the performance of a variety of tasks"
 - Um manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados através de vários movimentos programados para a execução de uma variedade de tarefas





Robô - Definições

- Webster (1983):
 - "An automatic device that performs functions normally ascribed to humans or a machine in the form of a human"
 - Um dispositivo automático que executa funções normalmente atribuídas a humanos ou a uma máquina na forma de um humano



Robô - Definição ISO



- ISO (1998):
 - “A machine formed by a mechanism, including several degrees of freedom, often having the appearance of one or several arms ending in a wrist capable of holding a tool, a workpiece or an inspection device”.
 - Uma máquina formada por um mecanismo, incluindo vários graus de liberdade, muitas vezes tendo a aparência de um ou vários braços terminando em um pulso capaz de segurar uma ferramenta, uma peça de trabalho ou um dispositivo de inspeção



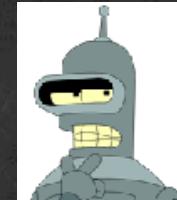
Robô - Definição ISO



- ISO 9283 (1998)
 - Visa facilitar o entendimento entre usuários e fabricantes de robôs e sistemas robóticos.
 - Define as principais características de funcionamento.
 - Descreve como devem ser especificados.
 - Recomenda como realizar 14 testes para verificar se o robô obedece a especificação.



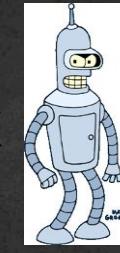
O que exatamente é um robô?



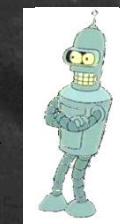
- Não é um mero utensílio automatizado (batedeira)
- Não é uma simples máquina que repete operações (máquina de lavar)
- Não é um simples processador de informações (computador)



X



X



X





Uma Breve História da Robótica



História da Robótica



- Máquinas que realizam tarefas repetitivas existem desde o século 3 A.C.
- Robôs não mecânicos sempre existiram no imaginário humano.
- Robôs mecânicos existem na ficção desde o início do século XX.
- Robôs industriais: a partir de 1960.



Pré-História – 230 a.C.



- O inventor grego Ctesibius (Κτησίβιος) criou diversos equipamentos baseados em água:
 - Um órgão hidráulico precursor do órgão moderno,
 - Clepsidras, ou relógios de água, com ponteiros, sinos e figuras que se moviam.
- Seus relógios foram os mais precisos até a invenção dos relógios com pêndulos, no século XVII.
- É chamado “o pai da pneumática”.



http://en.wikipedia.org/wiki/Water_clock



Water Clock



*Augusta
Stylianou*

www.mlahanas.de/Greeks/Technology/AncientGreekTechnology002.html



Pré-História - 1774



- 1768-1774: Inventores suíços Pierre e Henri-Louis Jacquet-Droz (pai e filho) criaram diversos autômatos, entre eles:
 - The Writer: um garoto que escrevia uma mensagem de até 40 caracteres (6000 peças)
 - The Musician: uma mulher que tocava piano (2500 peças).
 - The Draughtsmen (2000 peças): realiza 4 desenhos.
- Máquinas mecânicas programáveis.



Autômatos



en.wikipedia.org/wiki/Jaquet-Droz_automata



Pré-História - 1774



- Eram vendidos a reis e imperadores.
- Considerados ancestrais dos computadores modernos:
 - The Writer has an input device to set tabs that form a programmable memory, 40 cams that represents the read only program, and a quill pen for output.
 - *The Writer* possui um dispositivo de entrada para definir abas que formam uma memória programável, 40 *cams* que representam o programa somente leitura e uma caneta de pena para saída.
- Ainda estão em funcionamento e podem ser vistos no Musée d'Art et d'Histoire de Neuchâtel, na Suiça.



The Writer



en.wikipedia.org/wiki/Jaquet-Droz_automata



Pré-História - 1801

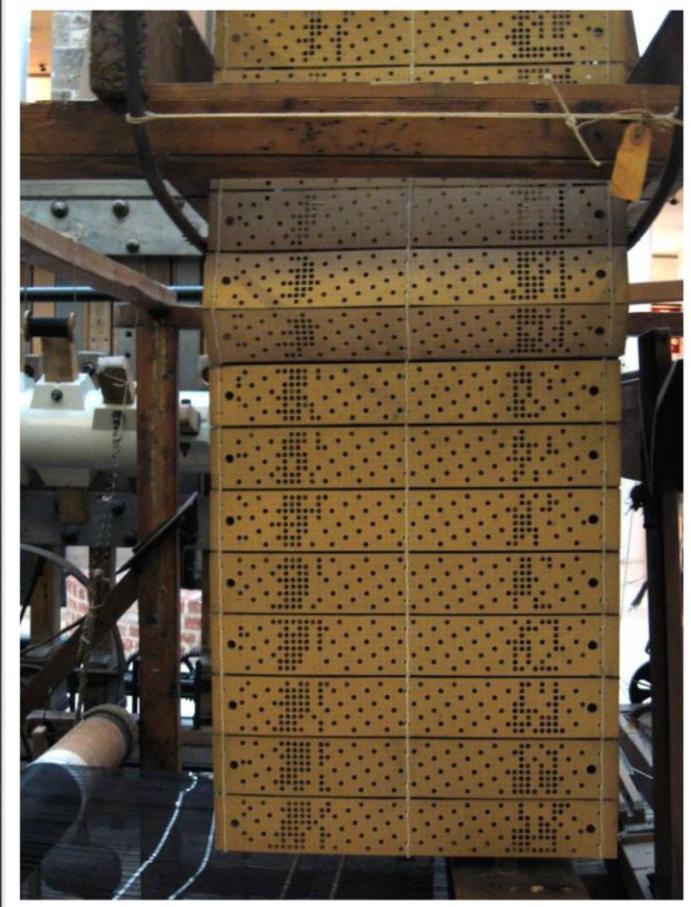


- 1801: Invenção do Tear mecanizado por Joseph Marie Jacquard:
 - Produzia tecidos com padrões diferentes.
 - Foi a primeira máquina a usar cartões perfurados para controlar uma sequencia de operações.
 - Era “programado” por cartões perfurados, que depois foram usados nos primeiros computadores.

http://en.wikipedia.org/wiki/Jacquard_loom



Tear mecanizado



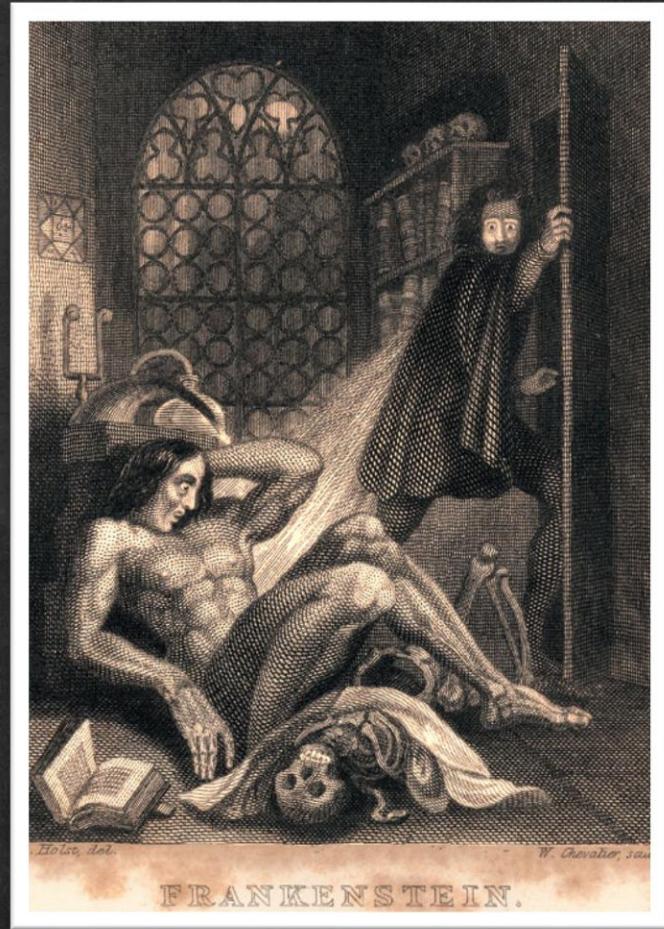
en.wikipedia.org/wiki/Jacquard_loom



Pré-História - 1818



- Mary Shelley's Escreve o romance Frankenstein.
- O Monstro é um “robô”, andróide, construído com “peças” orgânicas...



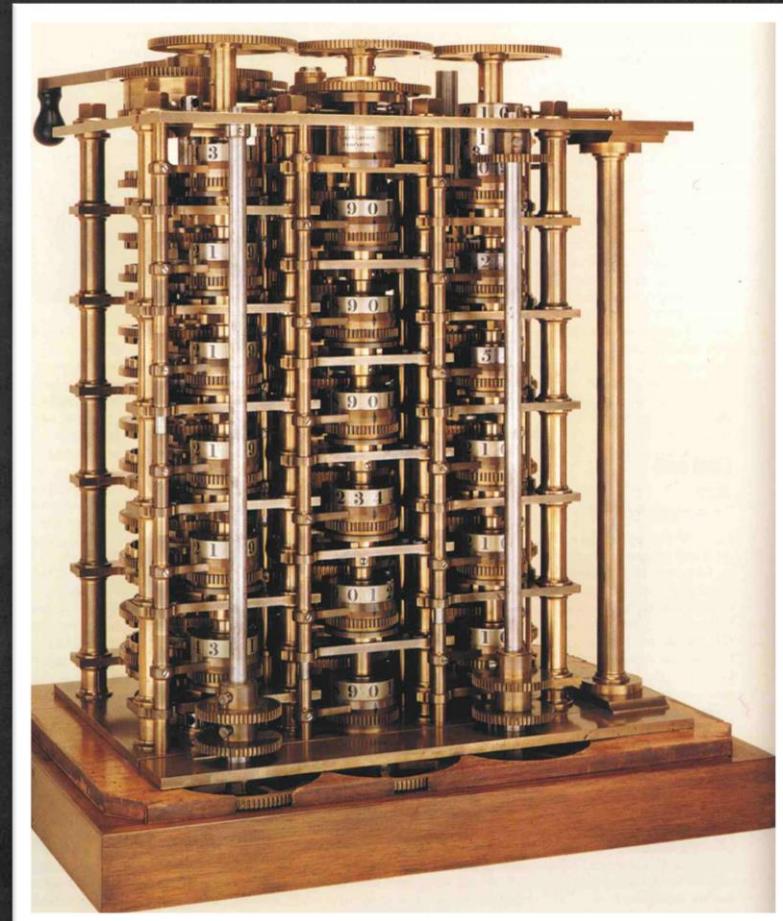
FRANKENSTEIN.



Pré-História - 1832



- 1832: Charles Babbage cria o primeiro computador de uso geral, utilizando apenas partes mecânicas.
- Maquina Diferencial era programável.



Pré-História



- 1830: O primeiro torno automatizado é criado pelo americano Christopher Spencer.
- 1892: Stewart Babbitt cria um guindaste motorizado com uma garra usada para remover os lingotes de ferro de uma fornalha.



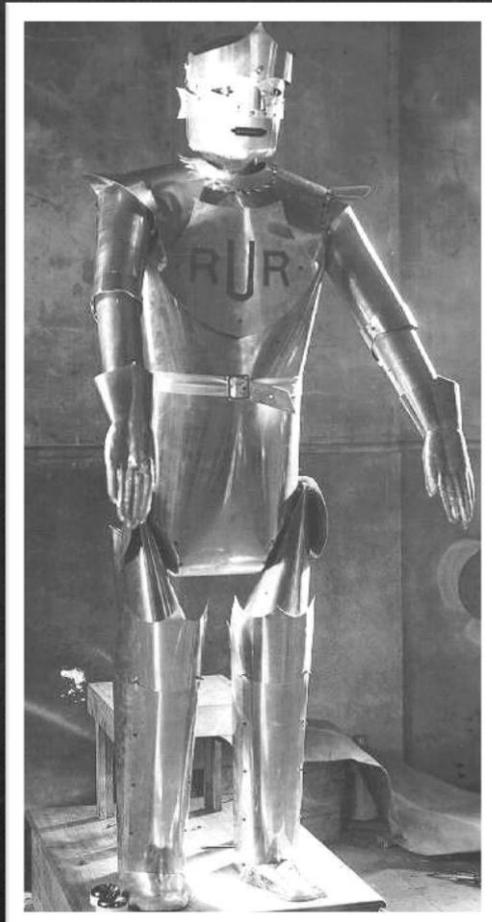
Robô (1921)



- O termo Robô surge na peça "R.U.R.", do escritor checo Karel Capek.
- “Robô vem do termo checo “robota”, que significa trabalho forçado.
- Os Robôs eram escravos, criados para satisfazer a vontade dos homens.
- Não eram mecânicos, mas criados por “engenharia genética”.
- Capek morre em 1938, perseguido pela Gestapo...



Robô da Peça R.U.R. de Capek (1921)



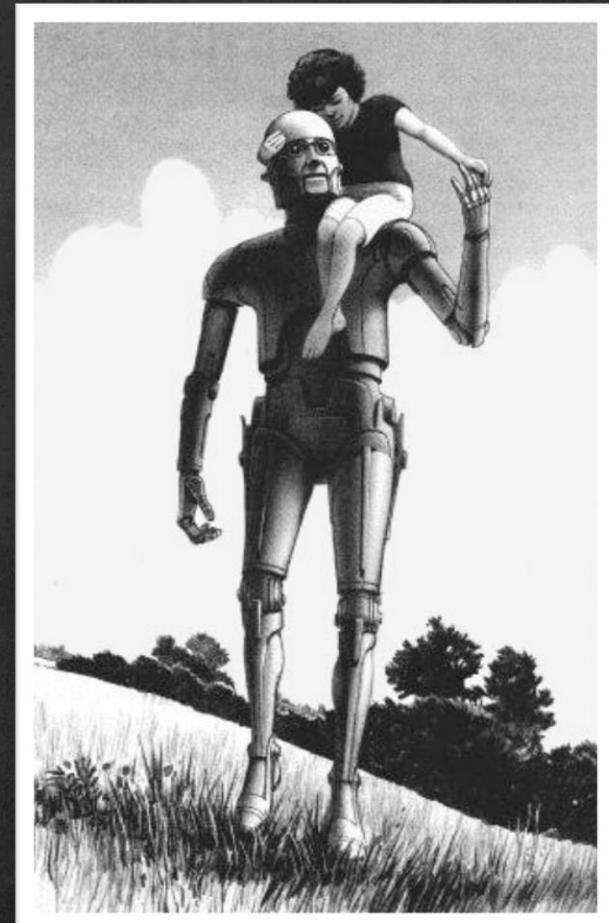
Metrópolis (1926)

- O filme mudo de Fritz Lang tem como personagem principal a robô fêmea Robotrix, a cópia de uma líder trabalhista.
- Criada para oprimir os trabalhadores...



Complexo de Frankenstein

- Até esta época autores tinham complexo de Frankenstein.
- Asimov mudou isso:
 - Robbie (1940): A primeira história com um personagem robô, uma babá que salva uma criança.
 - Liar (1941): Esta história introduz a primeira psicóloga de robôs, a Dra. Susan Calvin.



Robótica (1942)



- O termo “Robótica” surge na história “Rundarround”, também de Asimov (1942).
 - Tem o sentido da ciência que estuda a construção de robôs.
- As histórias de Asimov foram coletadas no livro “Eu, Robô”. Elas também introduziram:
 - O cérebro positrônico: o “precursor” do microprocessador.
 - As três leis da Robótica.



As três leis da Robótica (1942)



- A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm.
- A robot must obey the orders given it by human beings except where such orders would conflict with the First Law.
- A robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or second Laws.
- A implementação destas leis ainda estão além da nossa capacidade tecnológica.



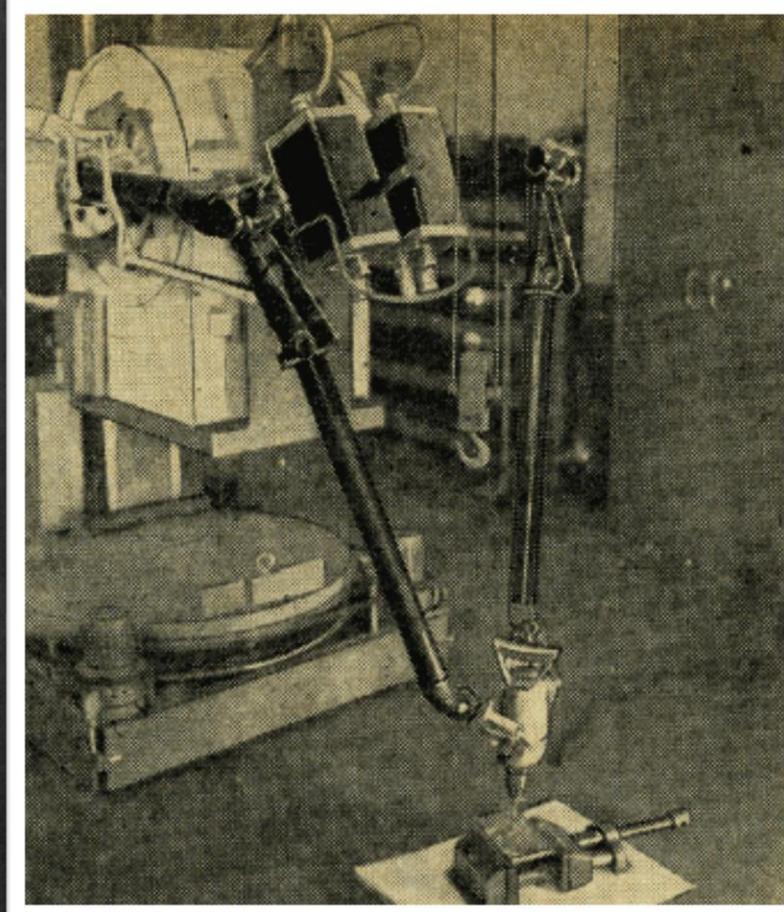


Da ficção á realidade: Anos 40

- No final da década de 40 e início da de 50 são iniciadas as primeiras pesquisas com robôs reais.
- 1947: Impulsionados pelo programa da bomba atômica, o Laboratório Nacional em Argonne desenvolve o primeiro manipulador robótico tele-operado:
 - Manipulação de material radioativo.



O primeiro robô teleoperado



O primeiro robô teleoperado



- Argonne National Laboratory scientists are able to perform by remote control virtually any operation which human hands can do and yet be protected from harmful radiation by intervening three-foot shielding walls of concrete and glass.
- The Argonne manipulator consists of two master handles (outside the shielded "cave") and two mechanical hands (inside the shielded "cave") "slaved" to the master handles, displaced from them by about six to eight feet, but moving in exact synchronization with them.





Da ficção á realidade: Anos 40

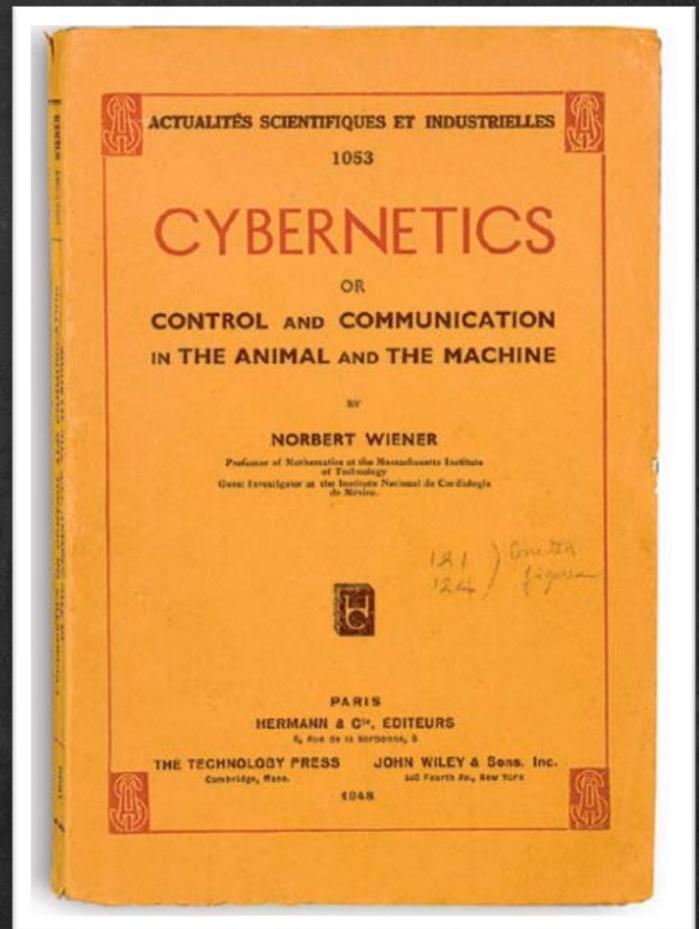
- 1948: É adicionado um sensor de força ao robô do Laboratório Nacional em Argonne.
- 1951: É desenvolvido o primeiro manipulador articulado tele-operado, pela Comissão de Energia Atômica Francesa.



1948



- 1948: Norbert Wiener publica o livro “Cybernetics”:
 - Define as principais idéias sobre controle e comunicação em sistema mecânicos e animais.
 - Visualizou que a informação como uma quantidade era tão importante quanto a energia ou a matéria.



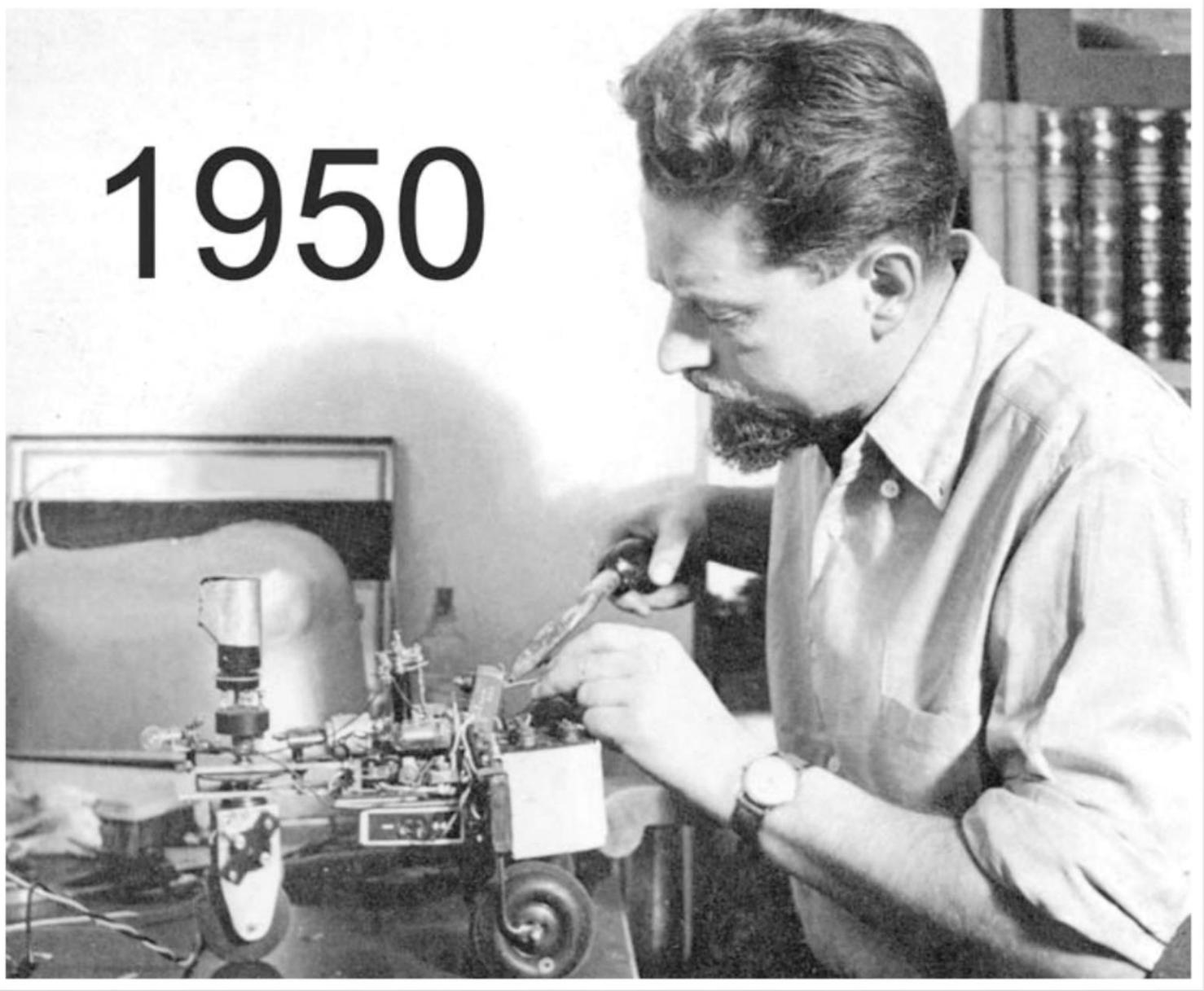


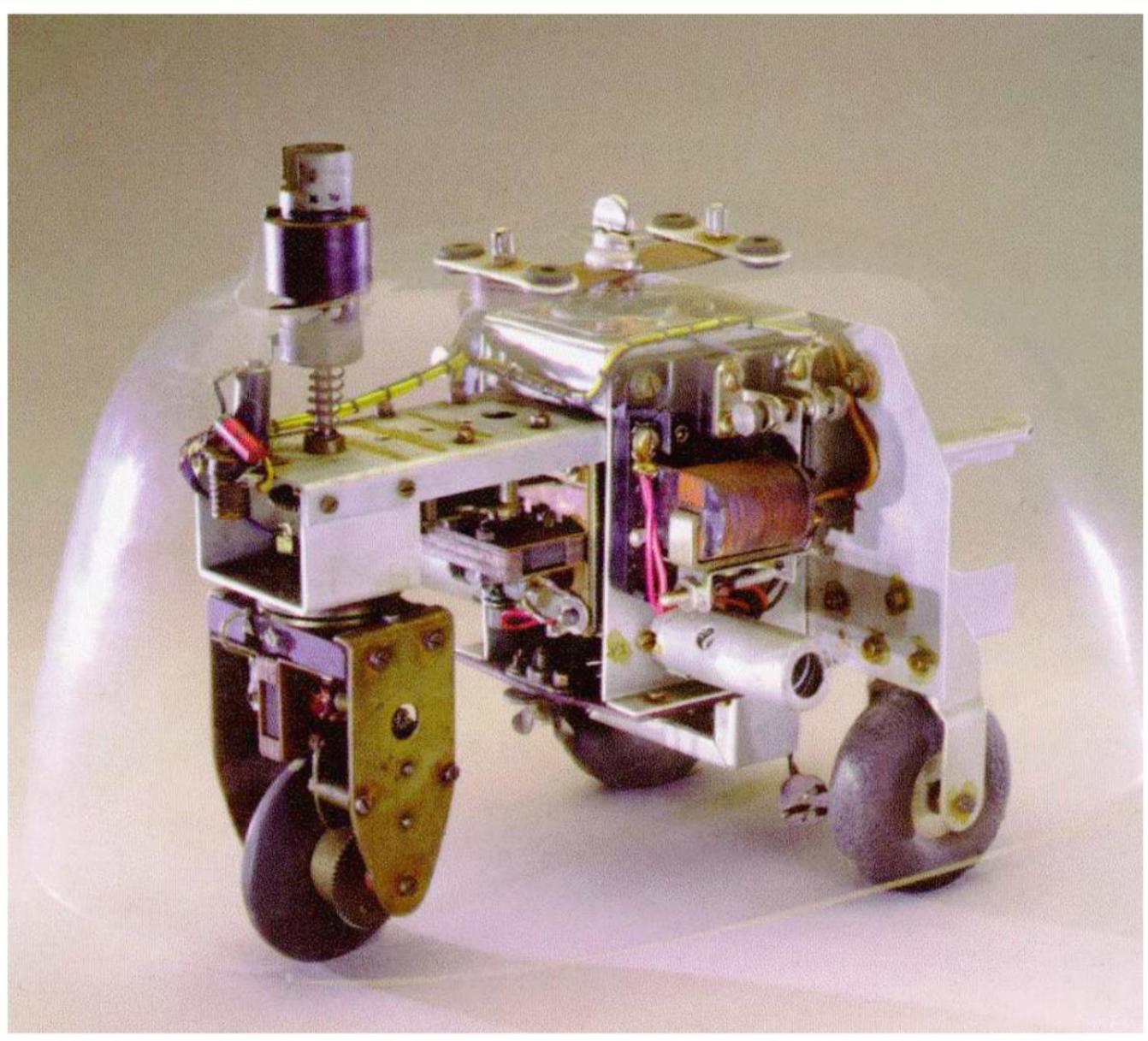
Elsie the Tortoise (1949-1950)

- Grey Walter cria oito “tartarugas robóticas”.
- Possuindo uma fotocélula, dois motores e controladas por válvulas, estes robôs exibiam um comportamento semelhante ao de seres vivos.
- Procuravam fontes de luz e dançavam em volta delas até que suas baterias se acabassem.
- Inteligência “bacterial”...



1950





1954



- George Devol cria o termo Universal Automation e inicia o desenvolvimento de robôs programáveis.
- Devol pede a patente de uma “máquina de transferência programável”.
- Ainda em 1954: junto com Joseph Engelberger, Devol cria a Unimation:
 - A primeira indústria a produzir robôs comerciais.



Isaac Asimov e Joe Engleberger



1956 – AI is born



- John McCarthy, do MIT, cria o termo “Artificial Intelligence”:
 - A área de IA foi iniciada em uma conferência no Dartmouth College no verão de 1956.
 - “They wrote programs that were, to most people, simply astonishing: computers were solving word problems in algebra, proving logical theorems and speaking English” (en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence).



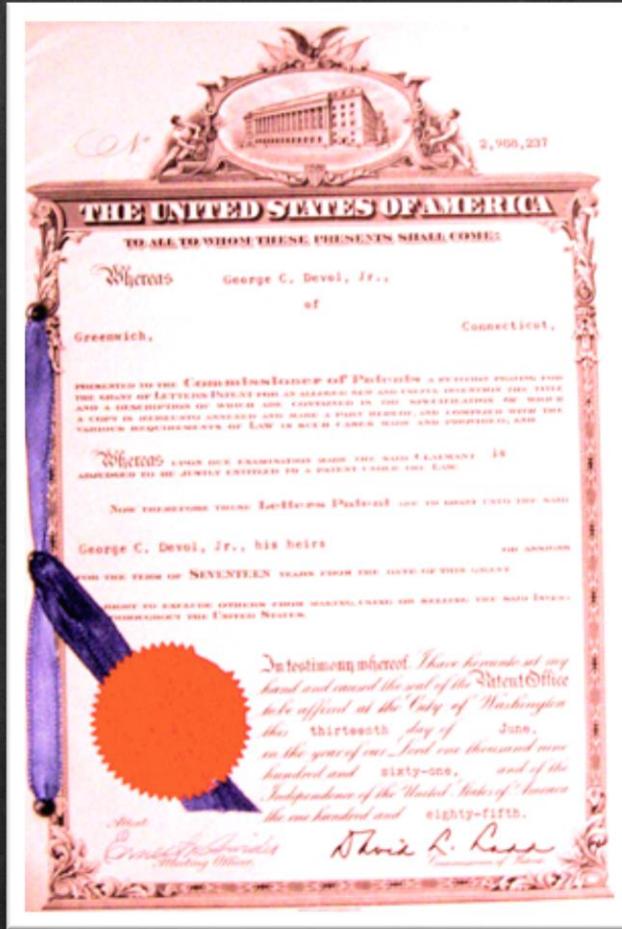


Década de 60

- 1960: A Unimation inicia o desenvolvimento do primeiro robô comercial do mundo, o UNIMATE.
- 1961: George Devol consegue a patente (pedida em 1954) para o seu “Programmed Article Transfer Machine”, também conhecido como manipulador industrial...
- 1962: A General Motors instala o primeiro robô industrial do mundo em uma linha de produção, um UNIMATE.



Patente Robo



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Original_Robot_Patent.jpg



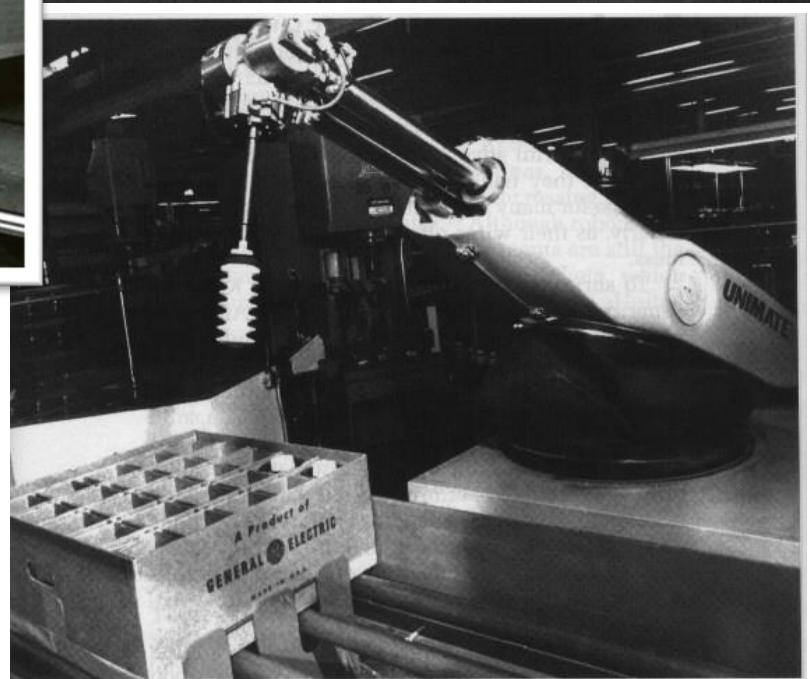
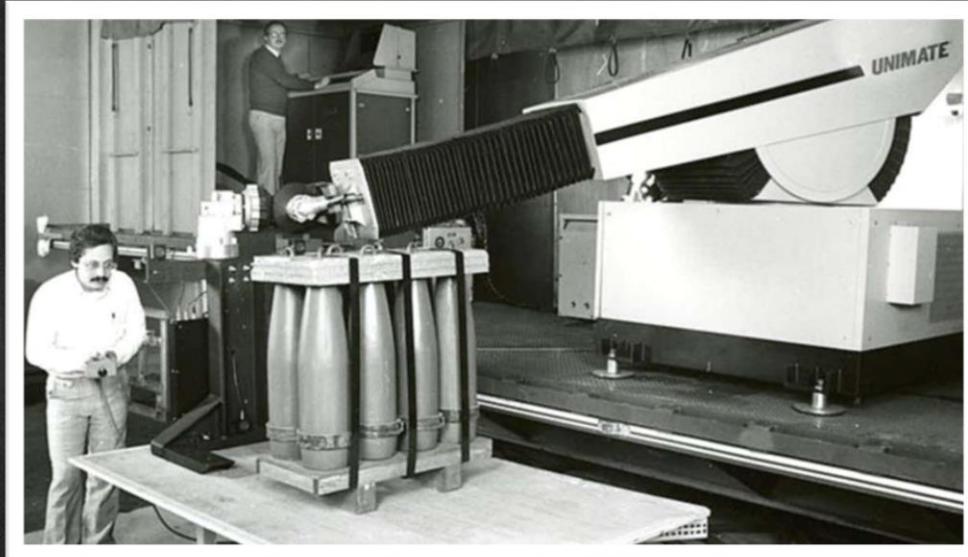
UNIMATE (1960)

- Obedecendo comandos armazenados em um cilindro magnético, o manipulador de 1 tonelada empilhava peças de metal incandescentes.
- Também foi usado para automatizar a fabricação de tubos de TV.



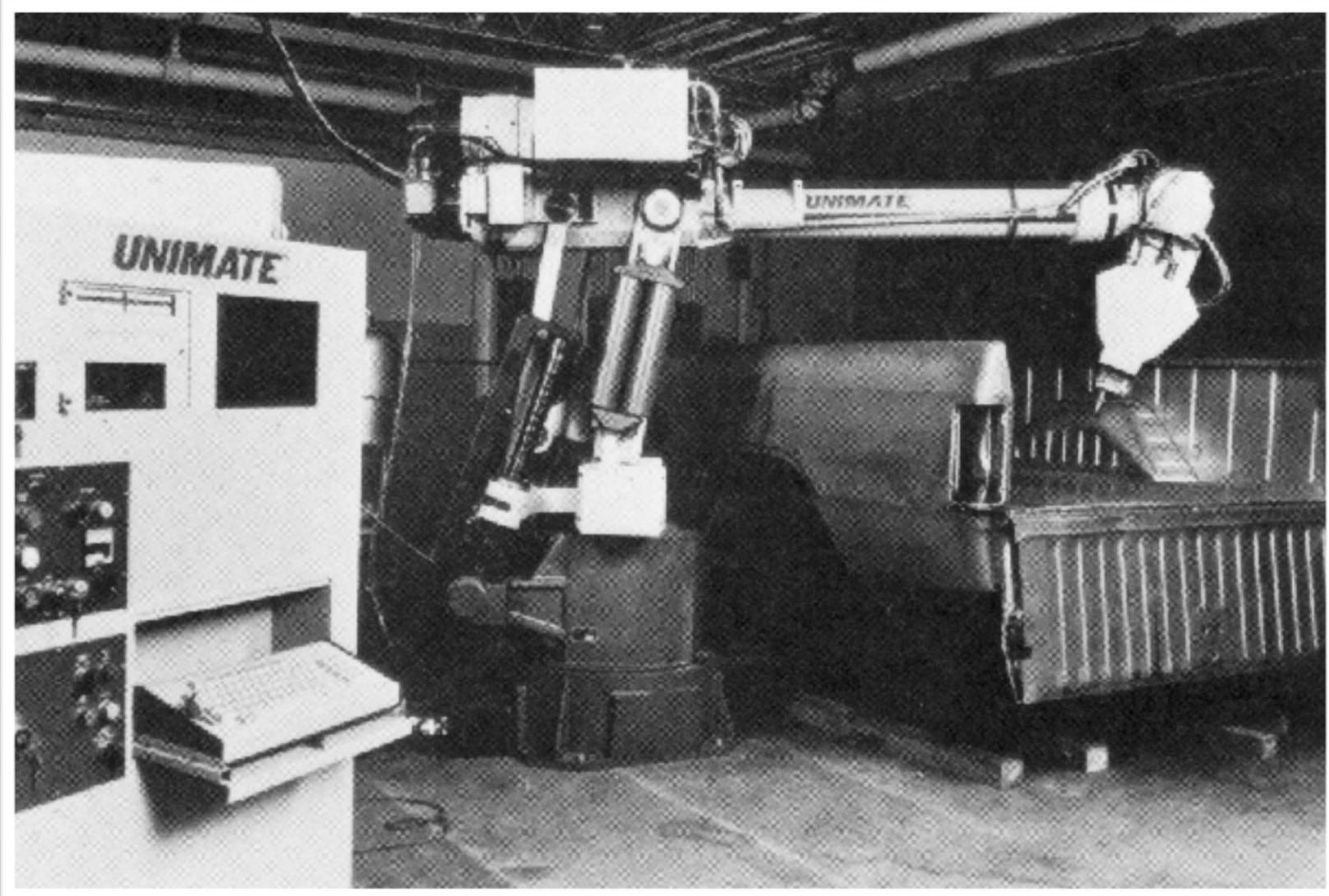


Unimate



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







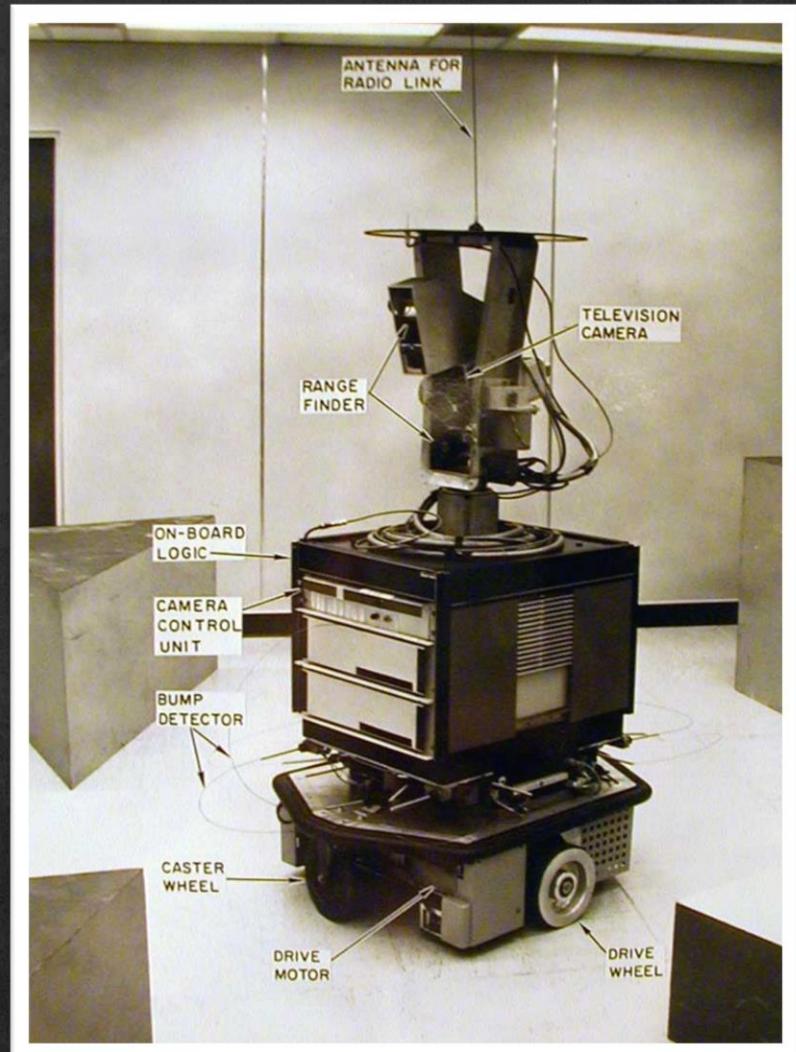
1968 - Shakey

- O Stanford Research Institute demonstra o primeiro robô inteligente.
- O robô é capaz de interpretar visualmente o meio onde está inserido, localizar objetos, navegar entre os objetos e raciocinar sobre suas ações.
- Foi nomeado “Shakey” por causa de seus movimentos erráticos e “Balançantes”.



Shakey (1968)

- O Primeiro Robô “Inteligente”.







Shakey (III)

- " Shakey da SRI foi um verdadeiro pioneiro, mostrando que o comportamento robótico verdadeiramente autônomo era viável muito antes de qualquer outra pessoa "
 - James Morris, Ph.D., Carnegie Mellon University.
- " Shakey foi o projeto que colocou o Centro de Inteligência Artificial SRI no mapa "
 - Ray Perrault, Ph.D., AI Center director.
- " Foi realmente fundamental, não apenas para a robótica, mas para a IA em geral."



Shakey no Museu...



- Atualmente, o robô reside no Museu de História do Computador em Mountain View, Califórnia.



1968

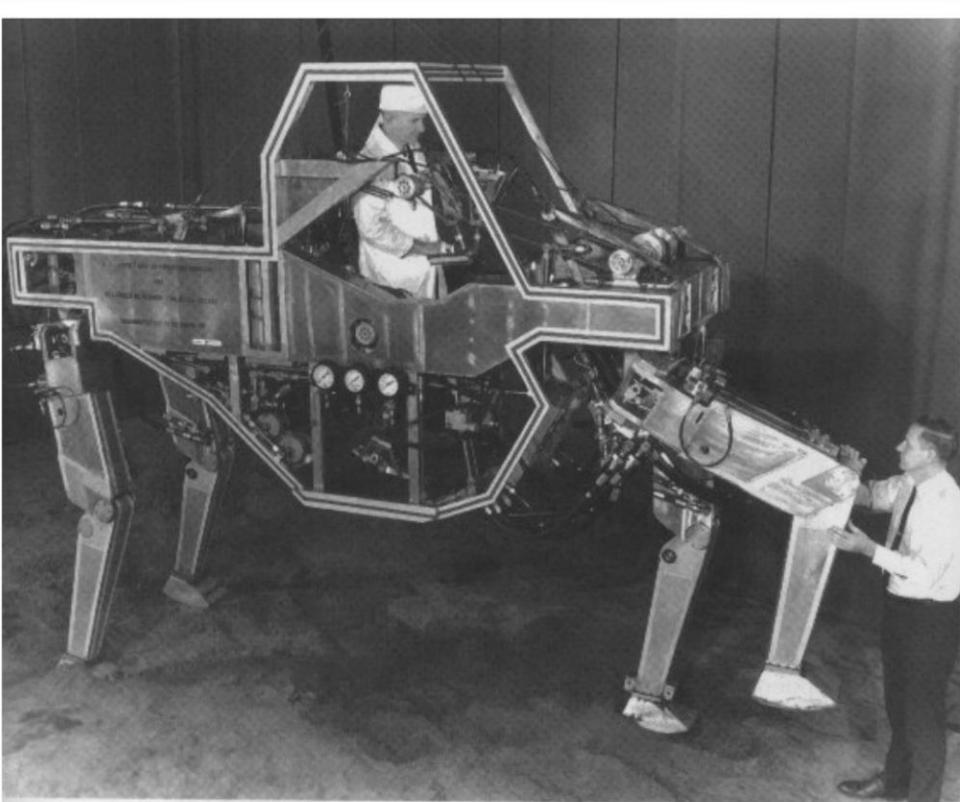


- A General Electric constrói o “Four Legged Walking Truck” para o exército americano:
 - Os movimentos são comandados por um operador dentro do robô, mecanicamente.
 - The operator's hands controlled the two front legs while his feet operated the two rear legs. Although it was said to be easy to control, operators were fatigued after something like 15 minutes due to the stress of coordinating the positions of the four legs using only manual control of the hydraulic servos.



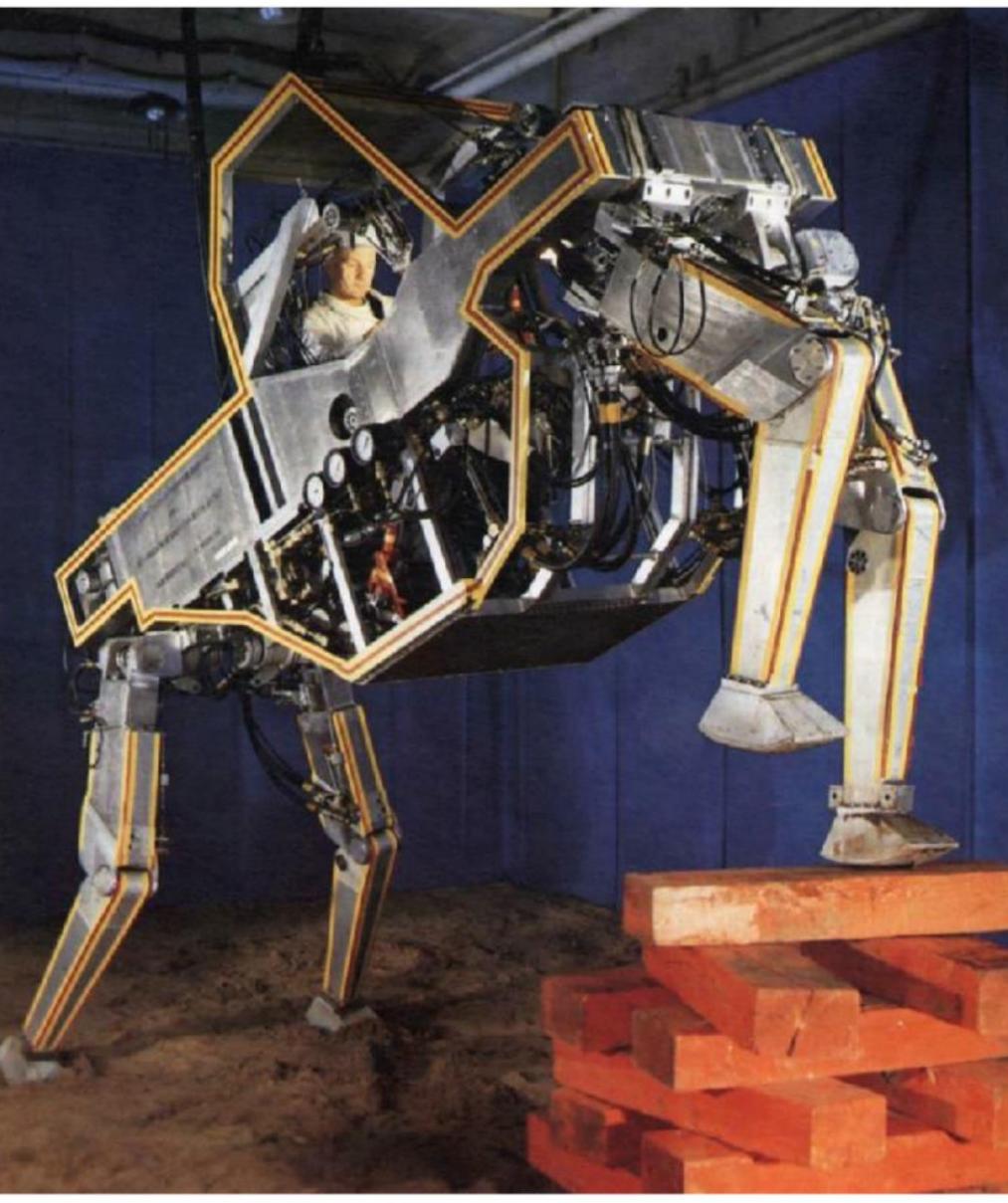


GE Walking Truck (1968)



A human drove this experimental robot, called the GE Walking Truck, by pushing pedals that controlled the machine's legs.







1968-1969

- 1968: Kawasaki licença os robôs hidráulicos projetados pela Unimation e inicia a produção no Japão.
- 1969: Na universidade de Stanford um braço robô é desenvolvido e se transforma em um padrão para projetos de pesquisa:
 - O braço é o primeiro impulsionado eletricamente e controlado por um computador.
 - Ele torna-se conhecido como o braço de Stanford.

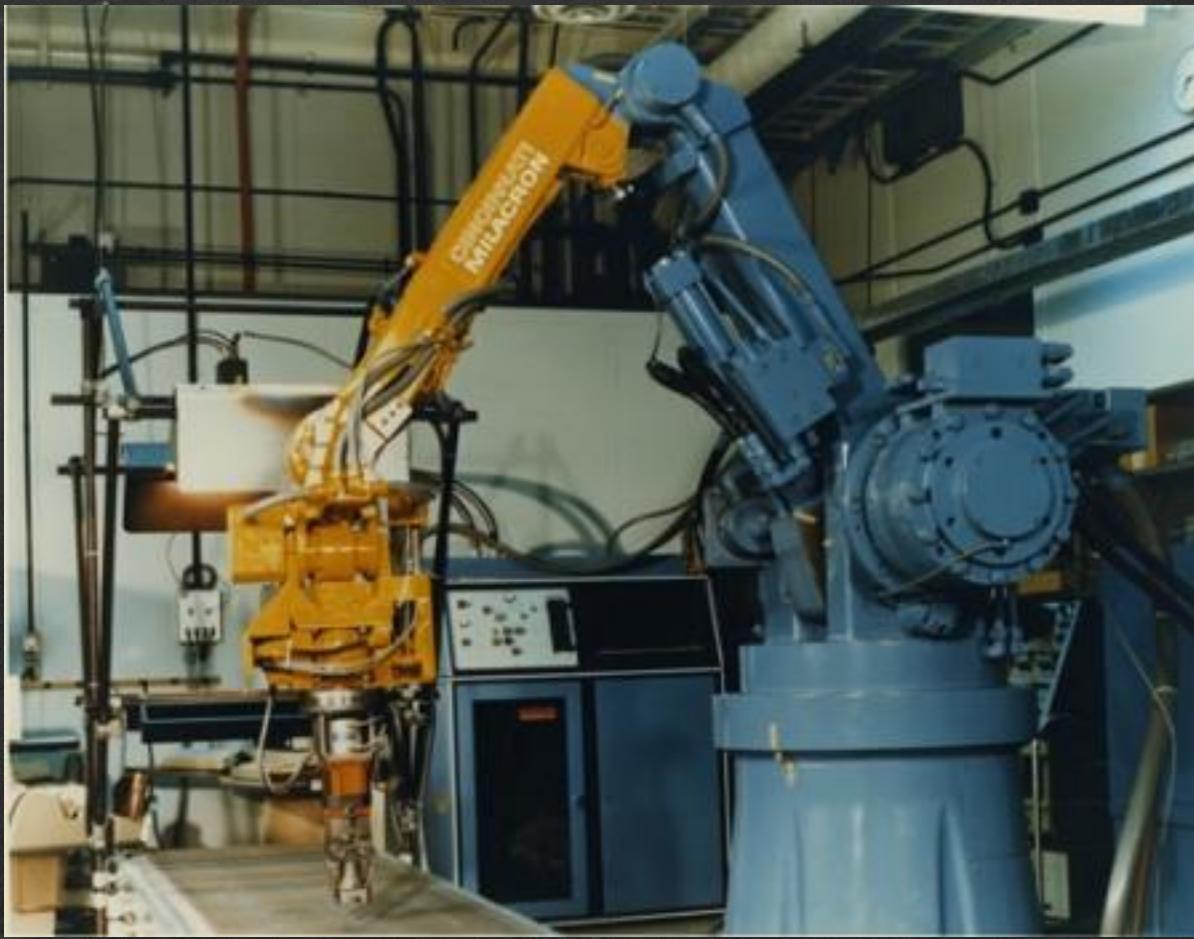




1973: Milacron T3

- Milacron T3: O primeiro robô manipulador industrial controlado por um minicomputador é desenvolvido por Richard Hohn:
 - The Tomorrow Tool
 - “O robô Cincinnati Milacron T3-786 foi o carro-chefe da indústria robótica por muitos anos. Quase indestrutíveis, milhares dessas máquinas ainda estão em produção em ambientes hostis de fabricação 24 horas por dia”.





1974-1977



- 1974: O prof. Scheinman, construtor do Braço de Stanford, funda a Vicarm Inc. para vender uma versão comercial do braço, controlado por um minicomputador.
- 1975: Segundo Joseph Engelberger, este é o primeiro ano que a Unimation tem lucro.
- 1977: Unimation adquire a Vicarm Inc.
- 1977: Asea européia inicia a produção de diversos manipuladores controlados por microcomputador. Ela se tornará a maior fabricante do mundo, a ABB.



1978

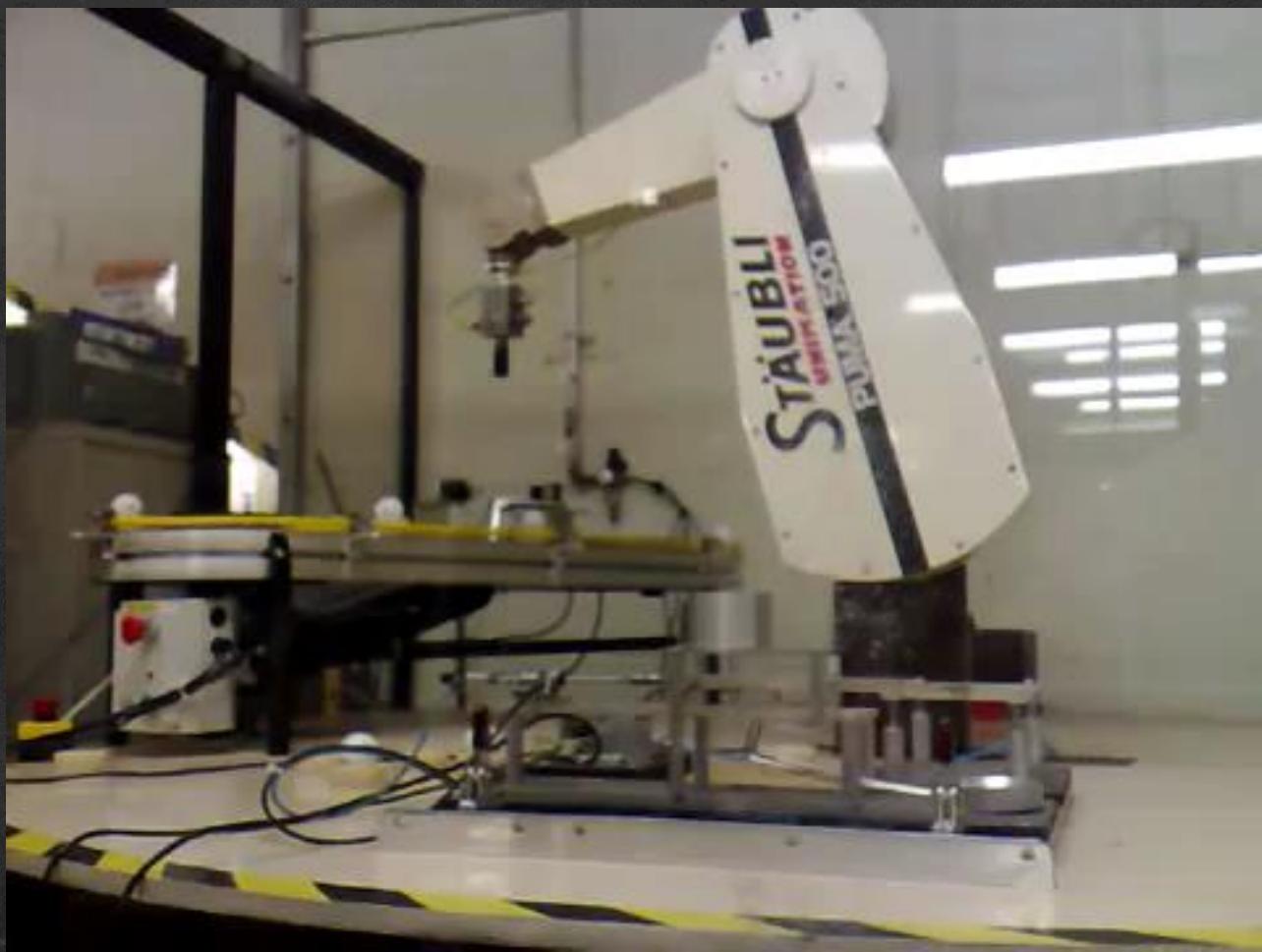


- 1978: Utilizando tecnologia da Vicarm, Unimation desenvolve o manipulador PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly):
 - O PUMA foi um dos maiores sucessos comerciais de todos os tempos e ainda é usado em indústrias e laboratórios de pesquisa.



Unimate Puma





SCARA - 1979



- A Sankyo do Japão e a IBM iniciam a comercialização de robôs SCARA:
 - Selective Compliant Articulated Robot Arm
- Desenvolvido pela Universidade de Yamanashi, é usado em indústrias de montagem de pequenas peças:
 - Computadores,
 - Componentes eletrônicos,
 - Placas de circuito impresso.



SCARA



Vídeo





Década de 80

- Nos anos 80 acontece o maior crescimento de manipuladores industriais, alimentado principalmente pelo aumento da qualidade e a diminuição do ciclo de vida da indústria automobilística.
- 1982: Robótica é reconhecida como tecnologia estratégica pela ONU.





1982-1986

- 1982 Fanuc do Japan e General Electric formam uma joint venture para comercializar robôs nos USA.
- 1986: Com a licença da Unimation terminada, Kawasaki desenvolve e produz sua própria linha de robôs.

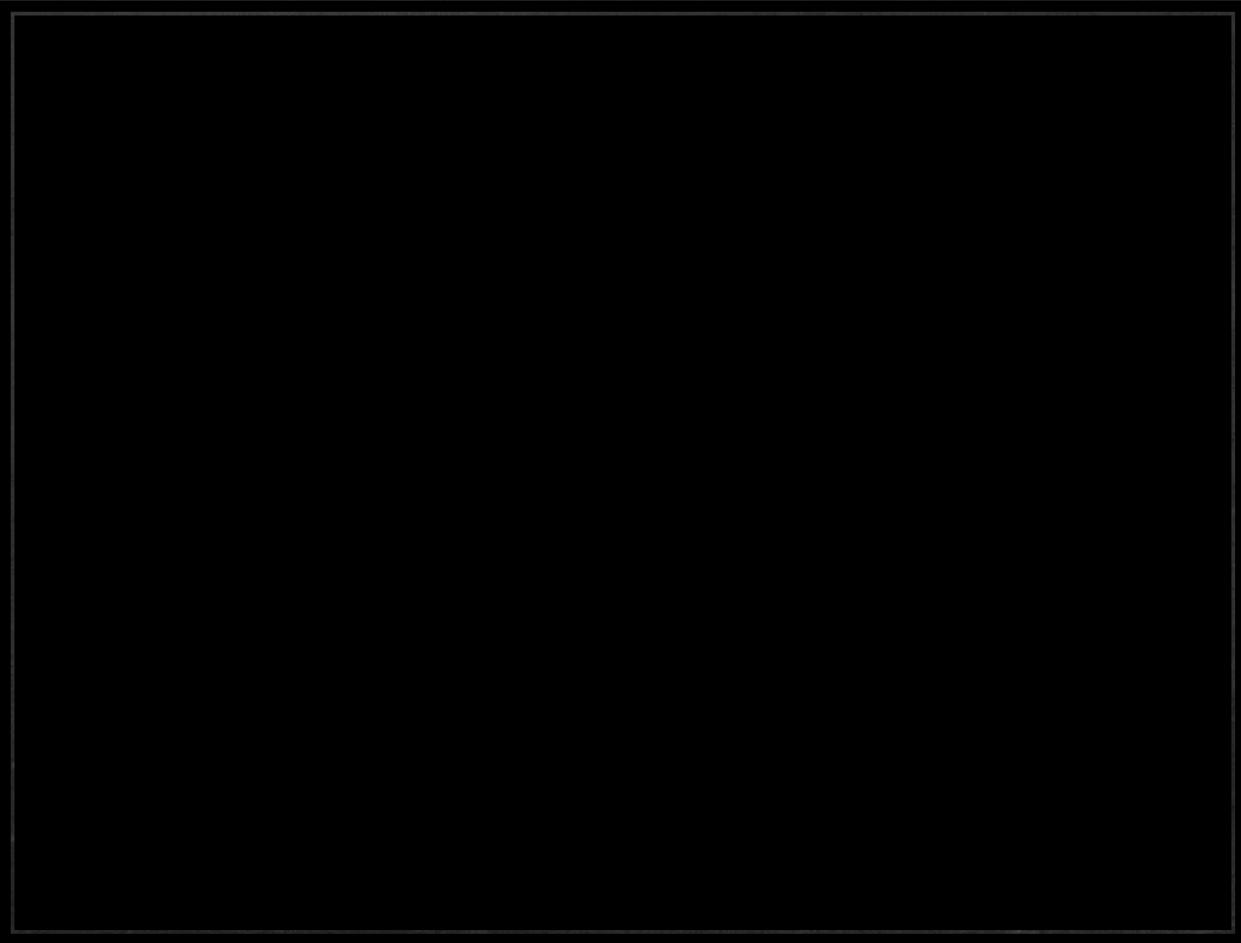


Tsukuba World Fair 1985



- Feira mundial realizada em Tsukuba, Japão.
- De março a setembro, teve mais de 20 milhões de visitantes.
- As principais atrações foram os robôs – tendo impacto na mídia mundial.
- Primeira vez que a TV mostrava robôs realizando tarefas tão complexas.
 - Ver <http://vimeo.com/9122298>





1986: Brooks' Subsumption Architecture

- Em 1986, Rodney Brooks, do MIT, propõe a “Subsumption Architecture”.
- Defendia uma nova abordagem para IA:
 - Incremental, bottom-up.
 - “At each step we should build a complete intelligent system that we let loose in a real world with real sensing and real action” (Brooks, 1991)
 - Arquitetura em camadas.
 - “Embodied”
 - Aprendizado.



1986: Brooks' Subsumption Architecture

- Cria um rebuliço na área de IA com papers entitulados:
 - “Intelligence without Reasoning”
 - “Intelligence without Representation”
 - “Elephants don’t play chess”
 - “Building brains for bodies”
- Constrói diversas “criaturas” que exibem comportamento inteligente.
 - Copia comportamentos simples de insetos.



Criaturas de Brooks

- Hannibal & Atilla



Brooks Cria a iRobot



- 1988: Brooks cria uma empresa para fabricação de robôs.
 - “Eu acredito que no ano 2020 todo lar americano vai ter um robô inteligente. E eu quero fornecer estes robôs... (IJCAI, 2001)
- Inicialmente produz robôs para desativar bombas e ajuda em desastres.





1988: Stäubli compra Unimation

- Grupo Suiço Stäubli, que já distribuía robôs Unimation na Europa desde 1982, compra a Unimation do grupo Westinghouse.
- Fabrica hoje mais de 1400 robôs de precisão por ano.
- Grupo fundado em 1892, especializado em equipamentos têxteis.





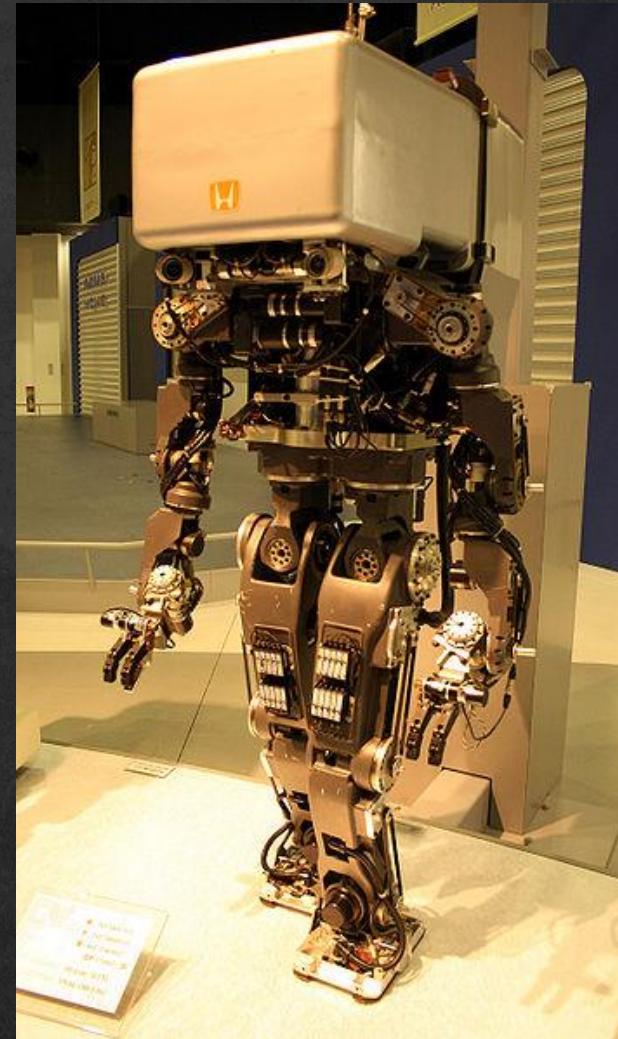
Década de 1990.

- O “baixo custo” e o aumento da capacidade dos microcomputadores possibilita a introdução dos robôs em novas atividades comerciais.
- Os anos 90 vêm as aplicações de robôs se expandindo para a industria de serviços.
- Início de pesquisa séria em robôs humanóides.
- Início do uso doméstico.



1993

- Honda começa a criar protótipos de robôs humanóides.
- Modelo P1:
 - 195 cm
 - 175 kg.
- Modelos P2 (1996) e P3 (1997) são protótipos para o Robô Asimo.



1994: Brooks de novo: MIT Cog

- Novo projeto de Brooks no MIT.
- Criar uma criança de 6 meses.
- Embodied AI



The Cog Project

Rodney Brooks

Cynthia Breazeal

Robert Irie

Matthew Marjanovic

Brian Scassellati

Matthew Williamson

MIT Artificial Intelligence Lab

DANTE (1996)

- Robô de 6 pernas usado para explorar vulcões autonomamente (Carnegie Mellon University)



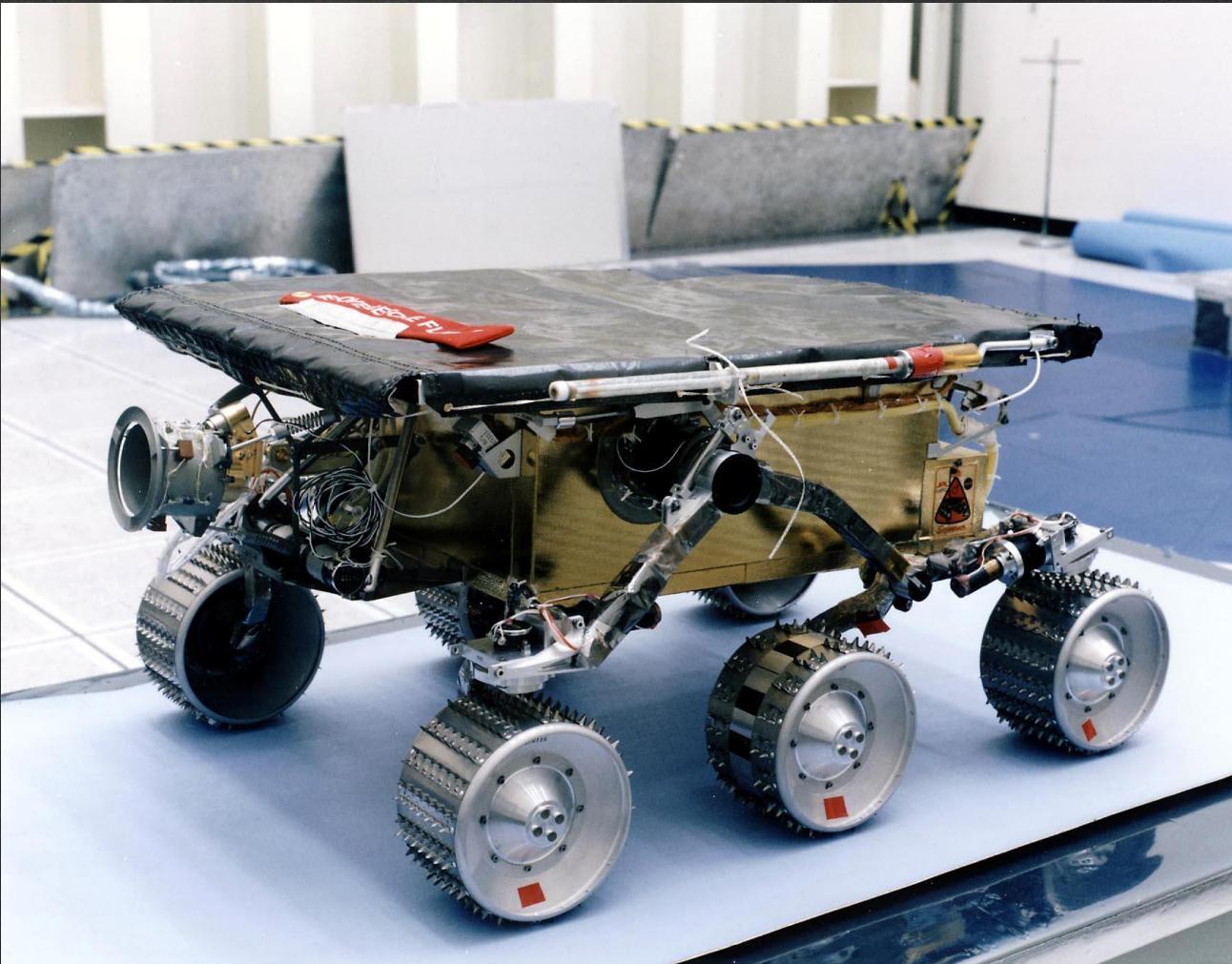


1997 - Pathfinder

- 1997: Missão PathFinder da Nasa.
- O mundo para para assistir, ao vivo, pela internet, imagens transmitidas de Marte pelo robô móvel Sojourner.
- Robô controlado a partir da Terra.
- Grande sucesso para a NASA.



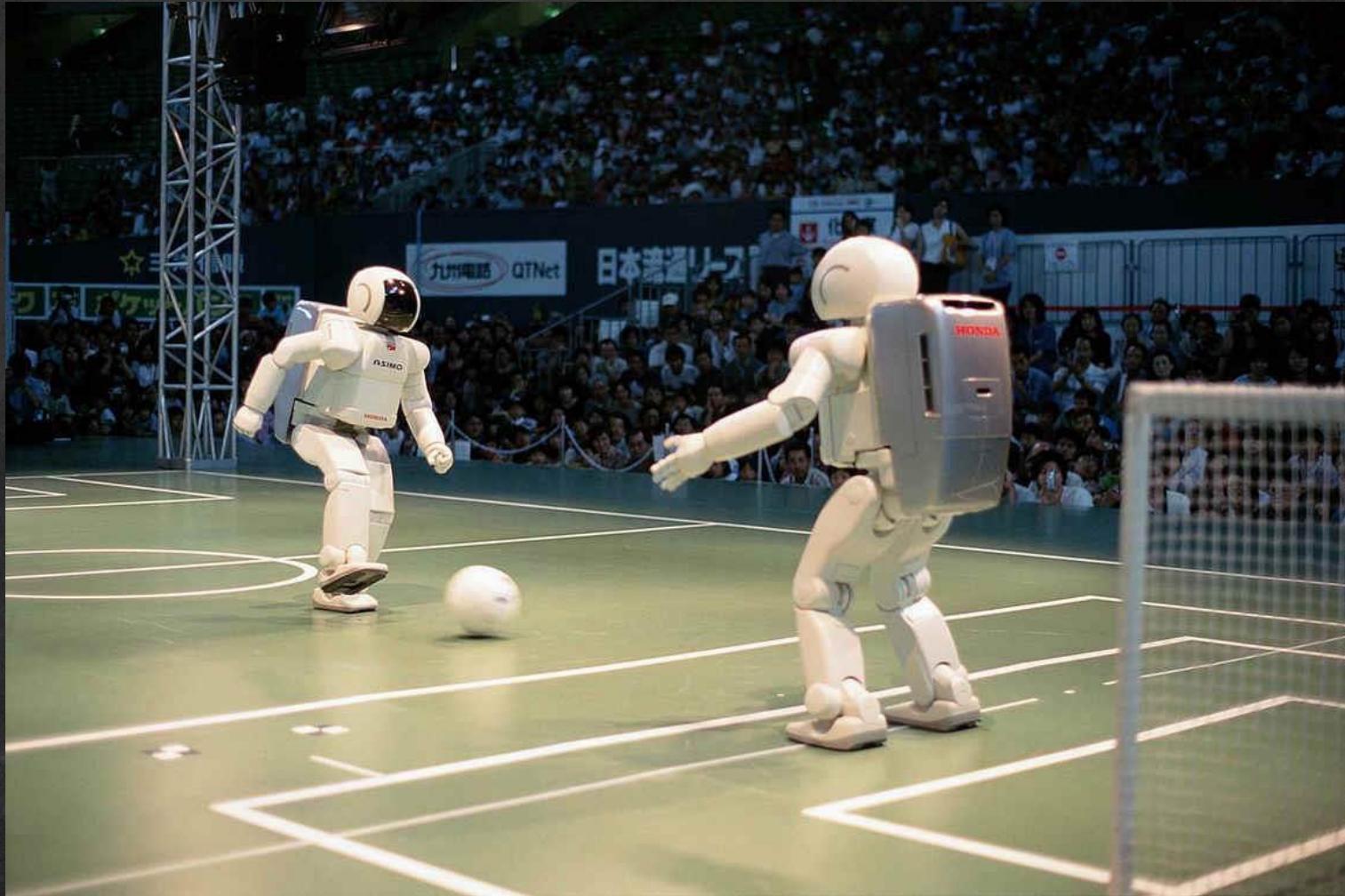
NASA Sojourner Rover (1997)

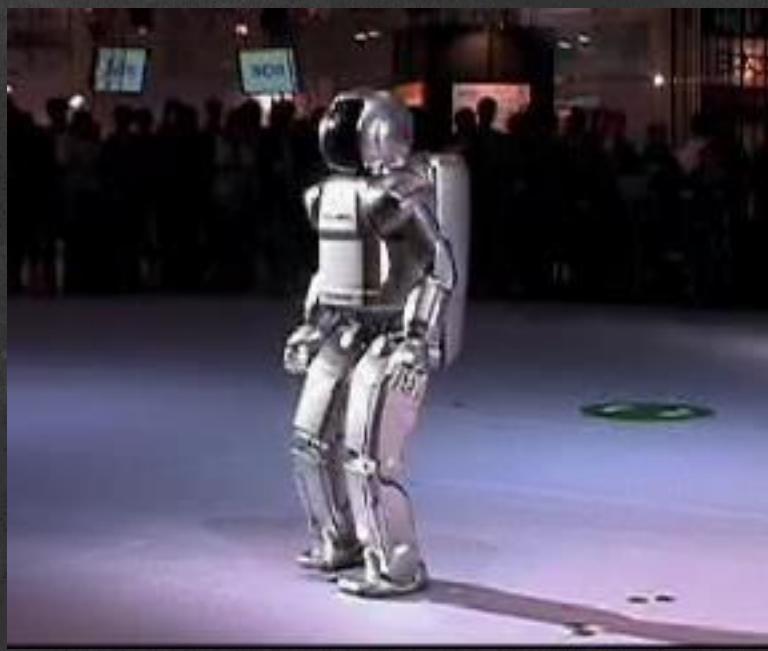


Sony Aibo (1999)



HONDA Asimo (2000)





Século XXI



- Diversas novas aplicações para robôs surgem todos os dias.
- Novas empresas são criadas e se fundem.
- Pesquisa com ênfase em robôs móveis e humanóides.



Sony Qrio (2003)



2002 - iRobot Roomba



- iRobot, empresa de Rodney Brooks, lanza o Roomba:
 - O mais barato aspirador de pó robótico no mercado.
- Hoje: www.irobot.com
 - Fabrica aspiradores, limpadores, avatares, etc.



Produtos iRobot hoje.

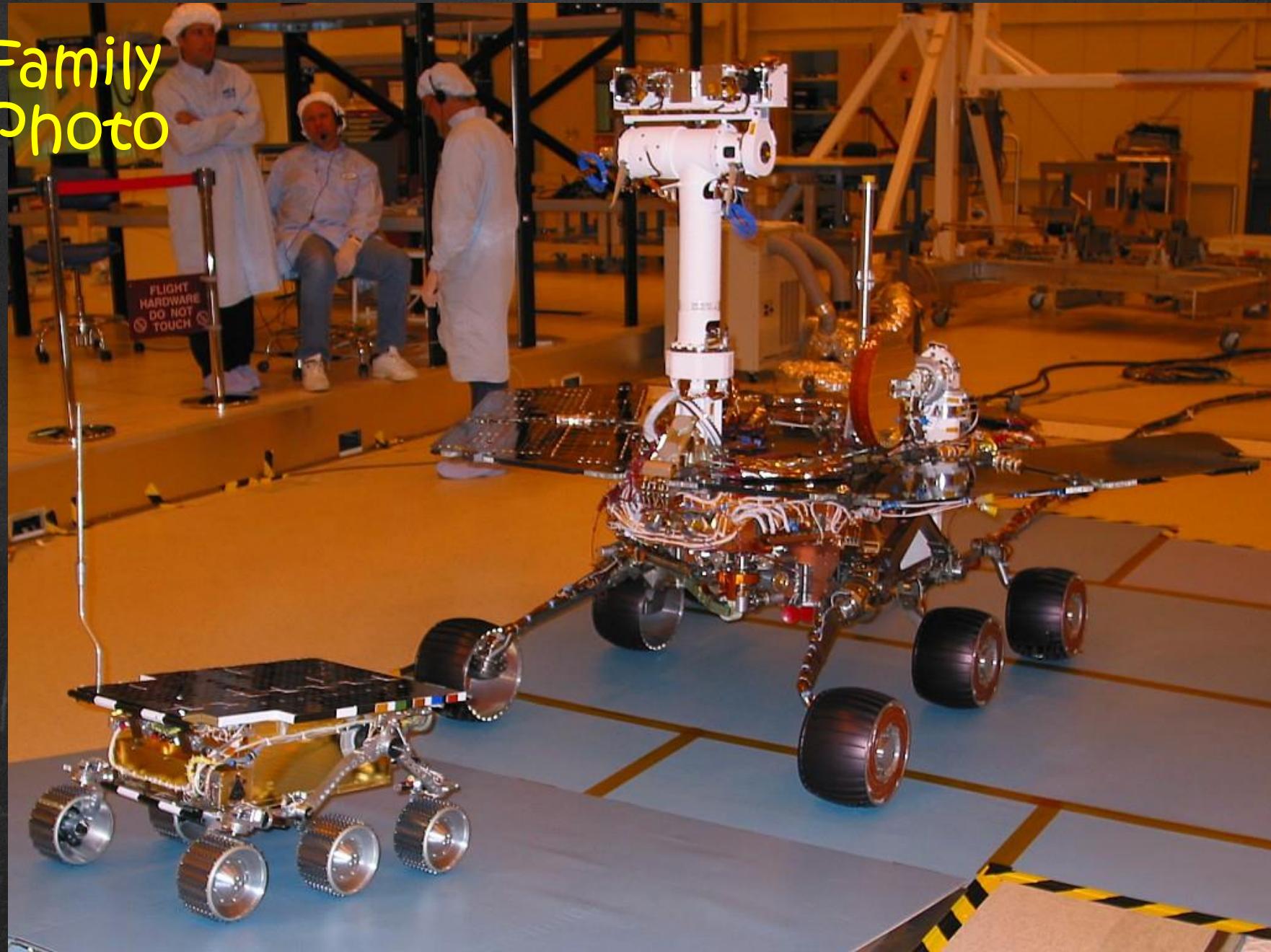




Spirit e Opportunity (2004)



Family
Photo



Actroid

2003 - 2010

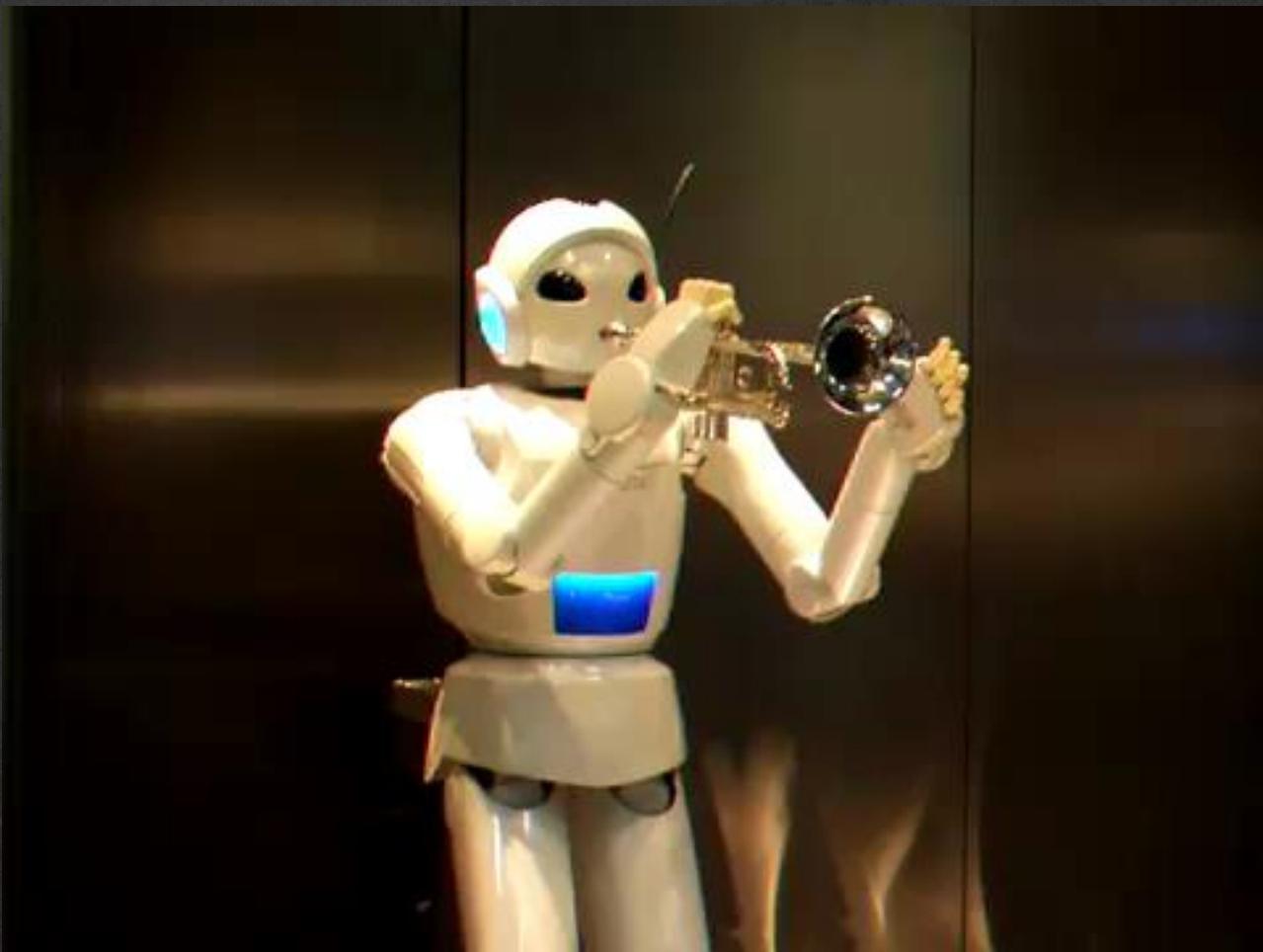


- Primeira unidade em 2003.
- Actroid começara a ser vendida no Japão este ano, por US\$ 20.000, em lojas selecionadas.





Toyota Partner Robots (2009)



Conclusão do Histórico



- Grandes Fabricantes:
 - ABB
 - GE/Fanuc
 - Motoman-Yaskawa
 - Kawasaki
 - Honda
 - Kuka
- E centenas de outros...





That's all Jerks

