

1. Introducció

Definició de robòtica:

- Conjunt d'estudis i tècniques de realització de robots.
- En l'estat actual de la tecnologia, la robòtica inclou el conjunt de disciplines, teòriques o tecnològiques, que permeten de concebre, realitzar i automatitzar estructures mecàniques poliarticulades destinades a la producció industrial, i és un element important de la fabricació amb ajuda d'ordinador. La robòtica és fonamentalment pluridisciplinària i es basa en gran mesura en els progressos de la microelectrònica i de la microinformàtica, així com dels de les noves disciplines tals com la intel·ligència artificial, el reconeixement de formes, la generació automàtica de plans d'acció, etc.

Font: Gran enciclopèdia catalana.

Definició de robòtica:

- Màquina automàtica capaç de manipular objectes, executar operacions i moviments diversos segons un programa que pot ésser modificable o adaptable, i que pot anar equipat amb sensors per tal de detectar els senyals d'entrada i les condicions ambientals.

Font: Gran enciclopèdia catalana.

- "Un robot industrial és un manipulador reprogramable multifuncional dissenyat per moure peces, eines o dispositius especials mitjançant moviments variats, programats per a l'execució de tasques diverses"

Font: Robot Industry Assosiatin (RIA)

Orígen de la paraula robot:

- El terme robot ve de la paraula txeca robota, que significa treball realitzat per servitud.
- Va ser utilitzat per primer cop per Karel Capek en la seva obra de teatre *Rossum's Universal Robots* (1921), a on els robots eren humans artificials que treballaven per als humans (i acaben rebel.lant-se ...).

Robot i ciència ficció:

- Els robots van adquirir protagonisme en la literatura i el cinema de ciència ficció del segle XX, on els robots són enginyers amb capacitat física i intel.ligència similar o superior a la dels humans, i moltes vegades més amb aparença humana.
- Son destacables les novel.les d'Isaac Asimov, on s'anuncien les 3 lleis de la robòtica:
 - Un robot no pot fer mal a un humà
 - Un robot ha d'obeir als humans
 - Un robot ha de protegir la seva existència
- I nombroses pel.lícules ...

Història de la robòtica:

1950 -

R.C. Goertz, l'Argonne National Laboratory, desenvolupa un sistema mecànic mestre-esclau per a la telemanipulació d'elements radioactius

1955 -

G.V. Devol, patenta el primer manipulador programable amb memòria

1960 -

G. C. Devol i J. Engelberger, funden la primera empresa de robots Unimation.

1965 -

Desenvolupen el Unimate, de 2 tones, actuació hidràulica i que reproduïx trajectories en espai articular.

1970 -

Instal·len el seu primer Unimate a la fàbrica de GM a Trenton

Kawasaki s'uneix a Unimation i comença la fabricació i l'ús de robots industrials al Japó. En aquest any General Motors, **incorpora bateries de robots en el procés de fabricació de les carrosseries dels cotxes**

L'empresa alemanya KUKA instal·la una de les primeres línia de soldadura equipada únicament amb robots industrials.

1970 -

L'empresa sueca ASEA (avui ABB), fabrica el primer robot completament elèctric controlat amb un microprocessador.

1975 -

- Unimation / Vicarm amb suport de GM comercialitzen el robot PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly), basat en els dissenys de Scheinman (braç articulat).
- Hiroshi Makino, de la Univ. Yamanashi, desenvolupa el robot SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm), de baix cost i configuració orientada al ensamblat.
- Sankyo, Pentel i NEC comercialitzen els primers robots SCARA.

1980 -

1985 -

1990 -

a Carnegie Mellon es desenvolupa el concepte d'accionament directe (sense reductors), que permet moviments més ràpids i precisos.

Adept (USA) presenta el AdeptOne, el primer robot SCARA amb accionament directe.

GM es desenvolupa CONSIGNIT, el primer sistema de visió artificial capaç de localitzar i identificar peces en una cinta transportadora.

1980 -

El professor Raymond Clavel del EPFL (Suïça) desenvolupa el robot Delta, un robot paral. Iel dissenyat per a la manipulació ràpida d'objectes petits i lleugers

1985 -

1990 -

ABB comercialitza el FlexPicker, basat en el disseny de Clavel.

1995 -

Robot humanoïde
Robots mòbils
Robots d'entreteniment
Robots domèstics

2000 -



2. Tipus de robots

Robots manipuladors (industrials):

- Robot de base sedentària destinat a treballar en un espai limitat, té mobilitat als terminals, o braços, normalment destinats a agafar i desplaçar objectes, mentre que la base es manté fixa o, com a màxim, es desplaça de forma limitada sobre una guia o un rail;
- S'utilitzen en entorns de producció automatitzats, encara que existeixen aplicacions fora de l'entorn industrial.
- S'hi engloben diferents tipus de robots: articulats, cartesianes, cilíndrics, deltes, etc.

KUKA
KR-1000



Robots autònoma:

- Robot sense base fixa i, per tant, es pot traslladar per treballar en zones àmplies;
- La tracció de la plataforma pot ser per mitjà de rodes, de potes o d'erugues;
- S'utilitzen en diferents tipus d'entorns.
- Tenen un gran ventall d'aplicacions i es classifiquen en terrestres (com ara cotxes) i aeris (drons). També destaquen els AGV (automated guided vehicles), vehicles sense conductor per a entorns industrials, capaços de transportar components de manera automàtica.



Robots humanoide:

- Robot amb morfologia humana
- El seu disseny pot tenir finalitats funcionals o experimentals.



Robot Nau: Pot reconèixer expressions facials, gestos corporals i variacions de to, compta amb un sistema multimedia basat en linux, micròfons per a reconeixement i detecció de posició dels sons, altaveus i càmeres. Desenvolupat per Aldebaran Robotics. S'utilitza com a suport a l'aprenentatge de nens autistes.

Robot Geminoid: Robots de característiques molt realistes. El primer desenvolupat va ser un clon del propi director del projecte. Com a característiques dir que és teleoperat o pre-programat, mou el cap i el tors.



Robots d'ús particular:

- En aquesta categoria s'agrupen els robots dedicats a activitats no productives i pensats per al consum general en l'àmbit domèstic o educatiu.

Robots assistents:

- Realitza una tasca física per al benestar d'una persona amb discapacitat.
- La tasca està vinculada en el context de les activitats humanes normals de la vida diària que hauria de realitzar un assistent.

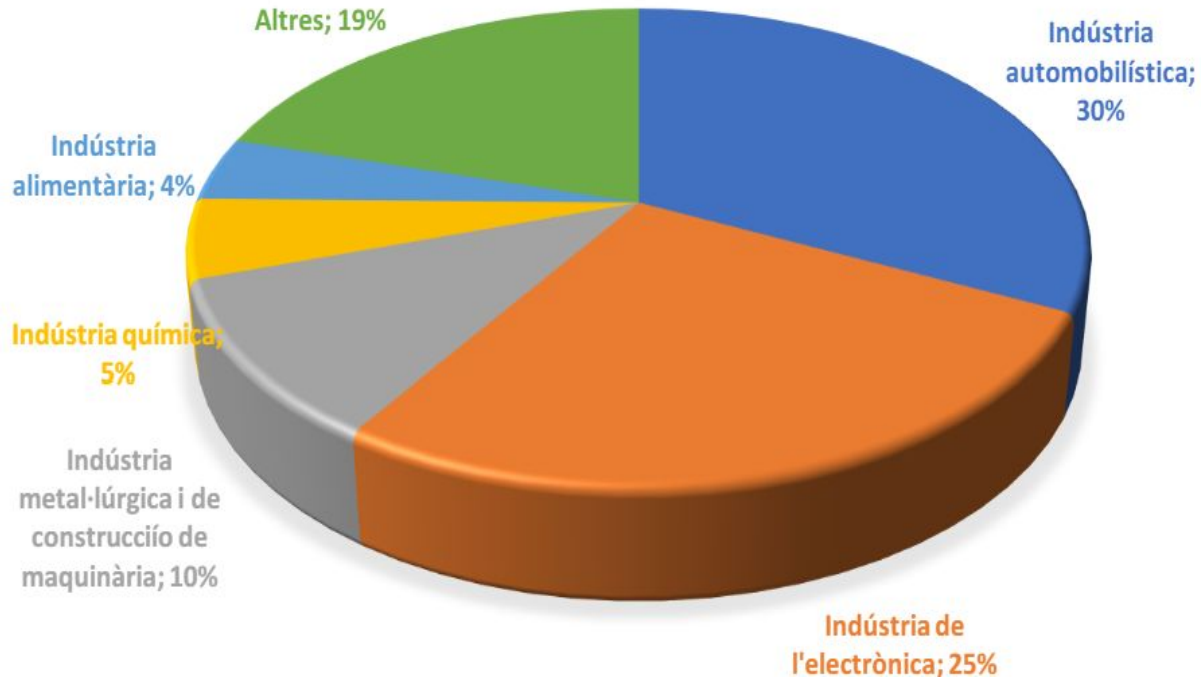


Importància de la robòtica per a la indústria:

Robòtica industrial: Neix a partir de les exigències pràctiques de la producció industrial; és un element clau en l'automatització flexible, encaminada a la disminució de costos. màquines que autònomament o per control remot són capaces de fer tasques submergides en un líquid.

- **Productivitat:** augment de la producció i reducció de costos de diversos tipus com laborals, de materials, energètics i d'emmagatzematge.
- **Flexibilitat:** permet adaptar-se a la fabricació de nous productes sense la necessitat que es modifiqui la cadena de producció i, per tant, sense parades ni pèrdues de temps.
- **Qualitat:** l'alt nivell de repetitivitat de les tasques realitzades pels robots assegura una elevada i uniforme qualitat del producte final.
- **Seguretat:** ja que minimitza la presència de persones en els processos de fabricació perillosos, disminuint les possibilitats d'accidents laborals i reemplaçant als operaris en la realització de tasques tedioses i monòtones.

Distribució de la demanda de robots



Tendències actuals

Robots tradicionals

- No són conscients de l'entorn
- Focalitzats en la precisió i repetibilitat
- Programació complexa
- Específics per a determinades tasques
- Ràpid i potent

Robots col·laboratius (cobot)

- Veuen i entenen el seu entorn
- Focalitzats en la flexibilitat i la facilitat d'ús
- Programació senzilla
- Flexibles, capaç d'adaptar-se a diverses tasques
- Comparativament, lent i menys potent

Lectures / vídeos recomanats:

SparkFun Robotics 101: Intro to Robotics

<http://www.youtube.com/watch?v=d3MBTT10pxk>

The Most Advanced Robots in the World

<https://www.youtube.com/watch?v=djKNh503jPU>

Alan Winfield. Robotics: A very short introduction. Oxford University Press, 2012

3. Robot manipulador industrial

Manipulador

- Maxim 3 graus de llibertat (gdl).
- Moviment seqüencial d'eixos, amb desplaçaments d'extrem a extrem en cada eix.
- Trajectories fixes.
- Solució a mida de baix cost en aplicacions de manipulació senzilles.



Robots

- $3 \leq \text{gdl} \leq 6$
- Moviments continus de cada eix (accionadors electricos)
- Trajectories variables
- Programables
- Solucions més cares però més potents i flexibles.



Morfologia (forma)

- La morfologia del braç té impacte en les seves característiques i usos
- La morfologia pot ser molt variada



Components



Braç
articulat

Element
terminal

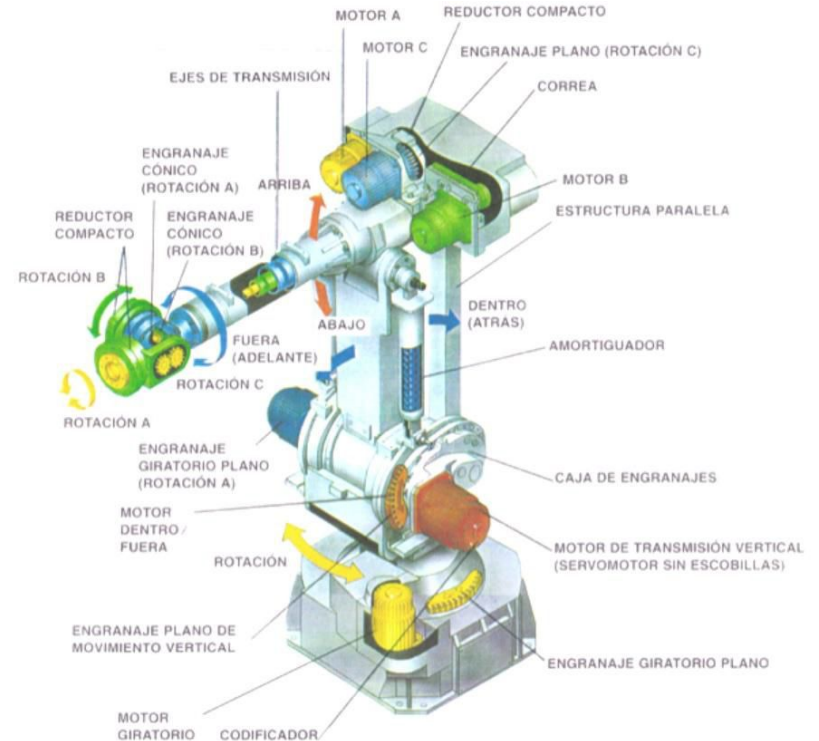


Controlador

Cònsola de
programació

Elements que constitueixen el braç

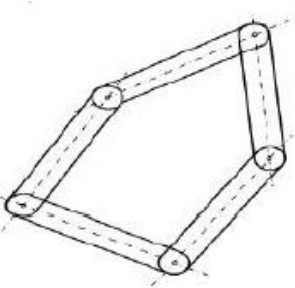
- **Estructura mecànica:** Cadena de **segments rígids** units per **articulacions** que són les que proporcionen la mobilitat
- **Sistema d'actuació:**
 - **Actuadors:** proporcionen l'energia mecànica necessària per moure les articulacions
 - **Element de reducció o transmissió:** adapten i transferèixen l'energia mecànica dels actuadors a les articulacions
- **Sensors interns:** permeten conèixer la posició i la velocitat de les articulacions, necessaris per al control del robot.



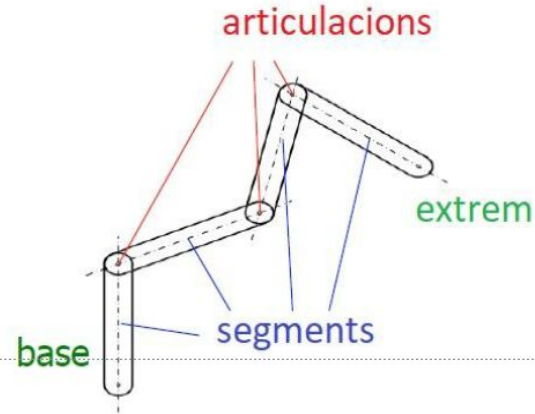
Cadena cinemàtica

A l'estructura mecànica formada per segments rígids units per articulacions, amb un extrem fix (base) i un altre mòbil (extrem), s'anomena **cadena cinemàtica**.

Cadena cinemàtica tancada:



Cadena cinemàtica oberta:



Característiques estàtiques d'un robot:

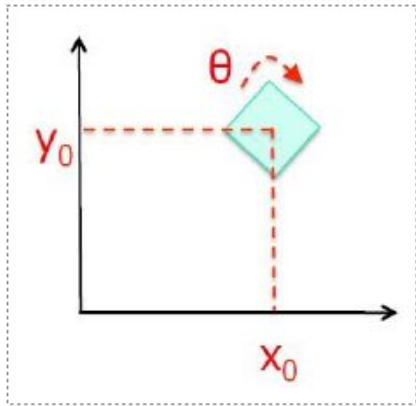
- **Graus de llibertat (GDL):** quantifica la mobilitat de l'estructura
- **Espai de treball:** capacitat de posicionament i orientació de l'extrem
- **Accessibilitat:** determina la facilitat amb la qual l'element terminal assoleix un punt de l'espai, pot ser totalment o parcialment accessible
- **Maniobrabilitat:** diferents formes d'assolir l'objectiu final
- **Mobilitat:** ampliar l'espai de treball incorporant carrils o rodes o bancades lliscants.



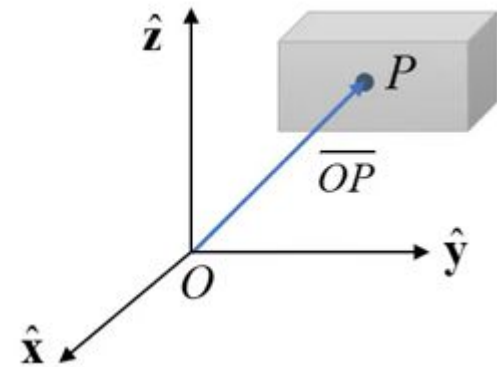
Espai de treball:

Per definir la posició i la orientació d'un objecte respecte un sistema de coordenades:

- En un pla, dues distàncies, x_0 i y_0 , i un angle, Θ



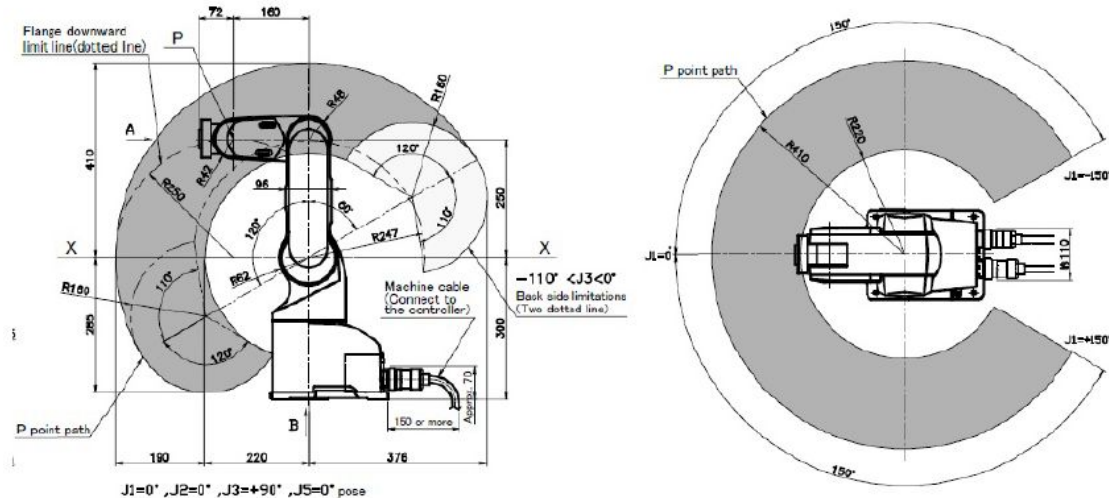
- En un pla, tres distàncies, x_0 i y_0 , i tres angles, Θ



Espai de treball d'un robot articulat

Regió espacial: Volum espacial assolible per l'extrem del robot

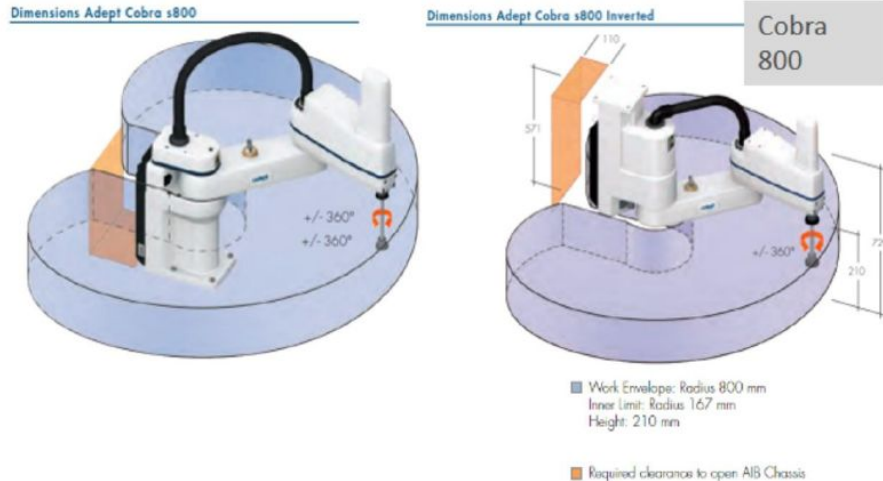
Abast (àrea de treball lineal): Superfície plana sobre la qual el robot pot manipular objectes



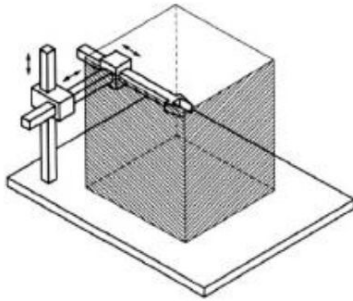
Espai de treball de treball d'un robot articulat

Regió espacial: Volum espacial assolible per l'extrem del robot

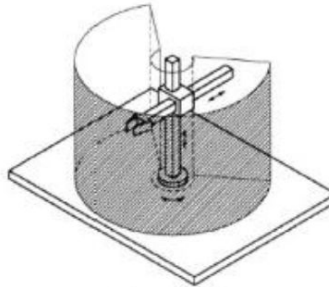
Abast (àrea de treball lineal): Superfície plana sobre la qual el robot pot manipular objectes



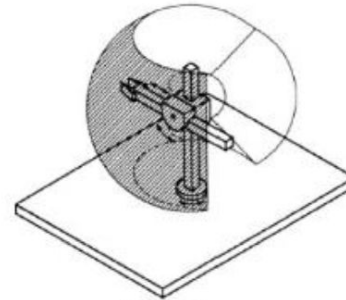
Espai de treball i configuració mecànica



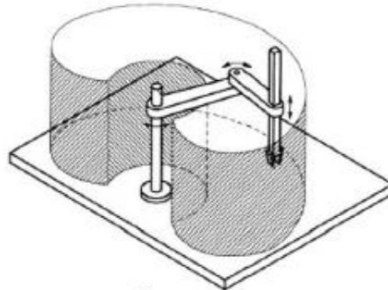
Cartesiano



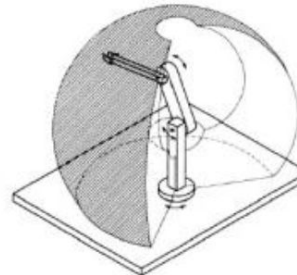
Cilíndrico



Esférico



Scara



Antropomórfico

Graus de llibertat (GDL)

Nombre de variables necessàries per definir la configuració d'una cadena

GDL en cadenes obertes: coincideix amb el nombre d'articulacions si tenen 1 GDL

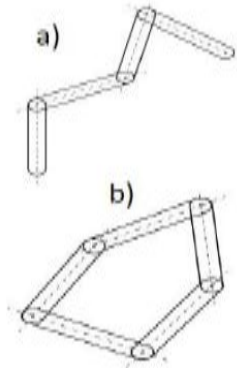
GDL en cadenes tancades: és inferior al nombre d'articulacions

Fòrmula de Grübler:

$$NDGL = \lambda(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

Vàlida per a moltes cadenes cinemàtiques però no totes

- λ : dimensió de l'espai de treball
- n : nombre de segments amb la base
- j : nombre d'articulacions
- f_i : GDL de l'articulació i



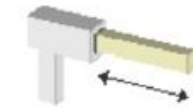
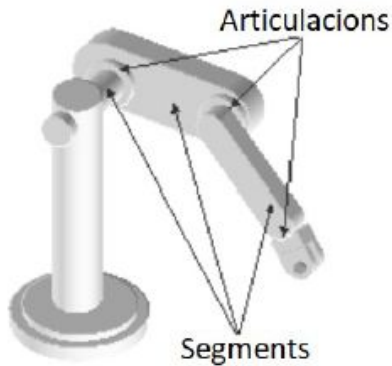
| | Cadena a | Cadena b |
|-----------|----------|----------|
| λ | 3 | 3 |
| n | 4 | 5 |
| j | 3 | 5 |
| f_i | 1 | 1 |
| nGDL | 3 | 2 |

Articulacions

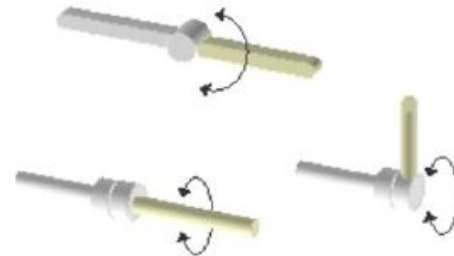
Líneas, si un segment llisca sobre un eix solidari al segment anterior: lliscants, traslacional o prismàtiques.

Rotacionals, quan un segment gira entorn d'un eix solidari al segment anterior

Tenen 1 GDL



Articulació lineal



Articulació rotacional

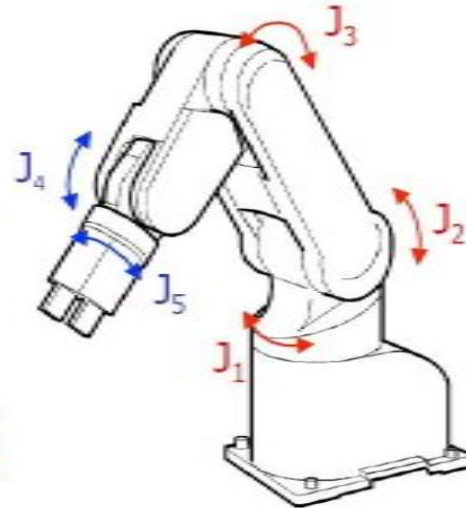
Robot articulat

És la configuració mecànica més flexible i utilitzada.
Presenten entre 4 i 6 (7) GDL
Gran part de les articulacions són rotatives.
S'anomena robot angular o antropomòrfic.

| | Robot |
|-----------|-------|
| λ | 3 |
| n | 6 |
| j | 5 |
| f_i | 1 |
| nGDL | 5 |

articulacions
del canell

5 GDL



articulacions
principals

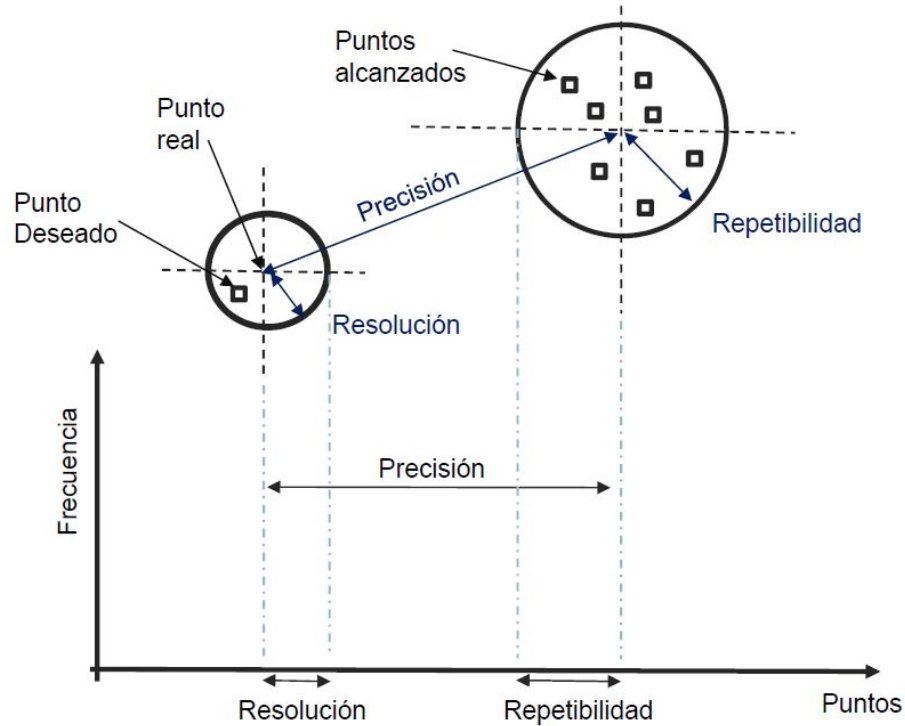
Robot articulat: GDL



Característiques dinàmiques d'un robot:

- **Capacitat de càrrega:** màxima càrrega capaç de moure un robot mantenint les presentacions, els braços industrials 1- 200 Kg
- **Estabilitat:** absència de moviment o vibracions en l'element terminal
- **Precisió de moviments:**
 - **Resolució espacial:** el moviment més petit que pot fer un robot, translació de 0.2 a 0.002 mm i rotacions de 0.01° , està relacionat amb la resolució dels sensors instal·lats i les impressions dels components mecànics
 - **Precisió:** capacitat de situar l'extrem del canell a un punt determinat de l'espai, translació ± 0.01 i ± 0.05 mm i rotació 0.01° .
 - **Repetibilitat:** capacitat de situar-se en el mateix punt tantes vegades com sigui necessari o error en el posicionament del robot en un punt, translació ± 1 i ± 0.05 mm.

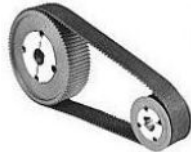
Característiques dinàmiques d'un robot:



Sistemes d'accionament

Actuadors: Proporcionen l'energia mecànica necessària per moure les articulacions

Elements de reducció i transmissió: Adapten i transfereixen l'energia mecànica des dels actuadors a les articulacions



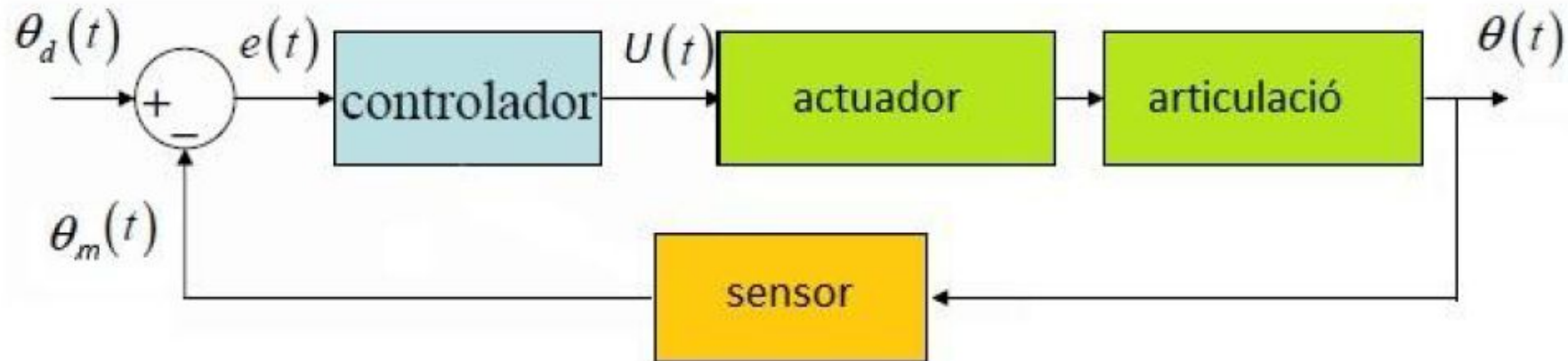
Tipus d'actuadors

| | Avantatges | Desavantatges |
|--|---|---|
| <p>Elèctrics</p> <p>Són els més utilitzats</p> | <p>Precisos</p> <p>Fiabls</p> <p>Fàcils de controlar</p> <p>Silenciosos</p> | <p>Potència limitada</p> <p>Calen sistemes de transmissió</p> <p>Necessiten frens</p> <p>No adequats en entorns inflamables</p> |
| <p>Pneumàtics</p> <p>No s'utilitza per moure braços però sí com element terminal</p> | <p>Econòmics</p> <p>Precisos</p> <p>Senzilla i nets</p> <p>Robustos</p> | <p>Dificultats de control continu</p> <p>Poca precisió amb càrregues grans</p> <p>Sorollosos</p> |
| <p>Hidràulics</p> <p>Es limita a robots amb gran capacitat de càrrega o per treballar en entorns inflamables</p> | <p>Ràpids</p> <p>Alta relació potència/càrrega</p> <p>Alta capacitat de càrrega</p> | <p>Instal·lació costosa</p> <p>Manteniment difícil</p> <p>Fuites</p> |

Sensors interns

| | | |
|-----------|---------------------------|--|
| Posició | Analògics | <p>Potenciòmetres - > càrrega resistiva variable pot ser lineal o rotacional</p> <p>Sincro Resolver -> transformador que al girar varia la posició induint més o menys tensió</p> <p>Sensor de posició inductiu -> determinen la posició en funció de canvis en un camp magnètic</p> <p>LVDT (sensor de desplaçament lineal variable) -> electromecànic transforma vibracions o moviment mecànic a corrent elèctrica</p> |
| | Digitals | <p>Encoders absoluts</p> <p>Encoders incrementals</p> <p>Regla òptica</p>   |
| Velocitat | Tacòmetres | <p>Conjunt de bobines i imants, s'indueix un corrent proporcional a la velocitat</p> |
| Força | Galgues extensiomètriques | <p>Resistència que varia en funció de la força aplicada</p> |

Control



Elements terminals

Funció

Encarregats d'interaccionar directament amb l'entorn del robot.

Característiques

- Proporcionen versatilitat al robot
- Són independents del robot
- Es dissenyen a mida
- Fabricants diferents dels constructors del braç robotic

Classificació

- Subjecció: pinces, ventoses, electroimants, ...
- Operació: soldadura, tall, pintura, ...

Elements terminals

Classificació general:

- Elements de subjecció (o grapes) - permeten subjectar i manipular objectes
 - Pinces a pressió
 - Subjecció per enganxament
 - Subjecció magnètiques - electroimants
 - Subjecció per succió - ventoses de buit
- Eines específiques - permeten realitzar operacions específiques sobre els objectes

Exemples d'elements de subjecció

Revista de robots



Pinzas de 2 dedos



Pinzas de 3 dedos



Pinzas de 4 dedos



Pinzas para cobots



Pinzas paralelas



Pinzas angulares



Pinzas giratorias



Planos aspirantes



Pinzas neumáticas



Pinzas eléctricas



Pinzas de vacío



Pinzas autocentrantes



Pinzas fabricadas en 3D



Pinzas con dedos flexibles

Grapes de paletització



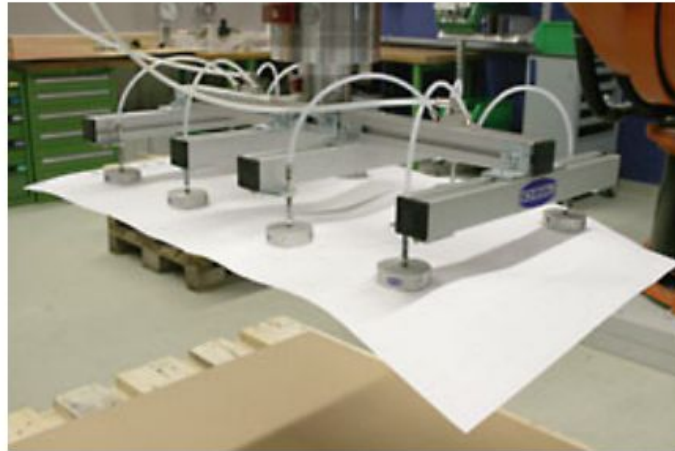
Subjecció per succió



OnRobot



Inesem



6. Tipus de programació

- Programació per guiatge
- Programació textual

Programació per guiatge

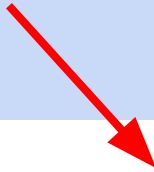
Consisteix en fer realitzar al robot les tasques, al mateix temps es registren les configuracions adoptades (posicions de les articulacions) per a la seva posterior repetició de forma automàtica.

- **Guiatge passiu:** actuadors desconnectats
 - **Passiu directe:** el programador mou el robot i es memoritza les posicions de possibles punts de la trajectòria.
 - **Passiu per maniqui:** Es disposa d'un doble, amb la mateixa configuració però més lleuger
- **Guiatge actiu:** moviment amb els propis actuadors
 - **Control per cònsola:** es poden gravar el punts d'interès o tota la trajectòria

Programació per guiatge

| Avantatges | Inconvenients |
|---|---|
| Programació fàcil | Cal emprar el robot, no pot estar a la línia de producció |
| No cal disposar de les coordenades dels elements de l'entorn de treball | Permet programar moviments i accions de l'element terminal però no sincronitzar o comunicar-se amb l'entorn |
| No calen funcions de modelat i control | Dificultat per documentar el programa i dificultats per modificar-lo |

- Programació per guiatge
- Programació textual



Seqüència d'instruccions que indiquen les operacions a realitzar

Les posicions referenciades cal entrar-les a mà

A la pràctica la programació és híbrida

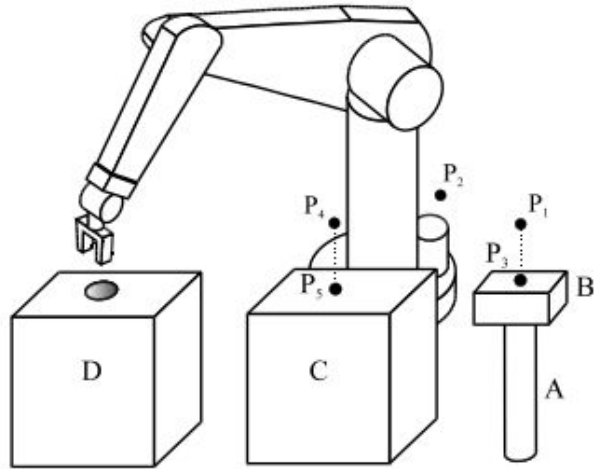
Programació textual

Diferents formes de programació:

- **Nivell de robot** - s'especifiquen els moviments que ha de realitzar el robot
- **Nivell d'objecte** - les instruccions fan referència a l'estat en que queden els objectes a manipular
- **Nivell de tasca** - s'especifica l'objectiu a aconseguir però no el com

Exemple: es vol situar la peça A, sobre la que hi ha la peça B, al interior de l'orifici de la peça D.

Programació a nivell de robot



Moure_a P1 via P2; situar la pinça sobre B

Vel= 0.2*VELMAX; reduir la velocitat

Pinça=OBRIR; Obrir pinça

Prec=ALTA; Augmentar la precisió

Moure_recta_a P3; Baixar verticalment en línia recta

Pinça = TANCAR; Tancar pinça per recollir la peça B

Esperar = 0.5; Esperar per garantir que la pinça està tancada

Moure_recta_a P1; Pujar en línia recta

Prec = MITJANA; Baixar la precisió

Vel = VELMAX; Augmentar la velocitat

Moure_a P4 via P2; Situar-se sobre C

Prec = ALTA; Augmentar la precisió

Vel= 0.2*VELMAX; Reduir la velocitat

Moure_recta_a P5; Baixar verticalment en línia recta

Pinça=OBRIR; Obrir pinça

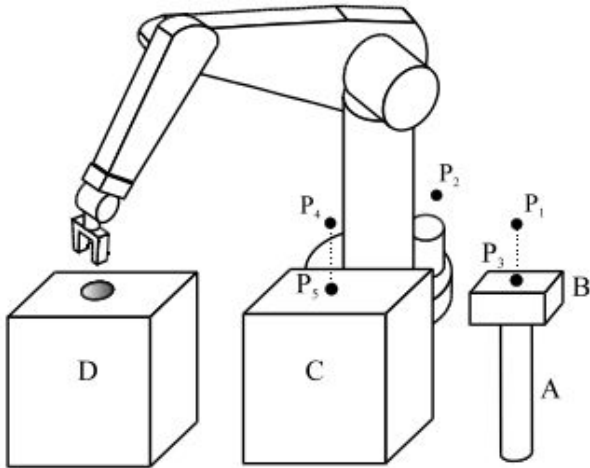
....

Exemple: es vol situar la peça A, sobre la que hi ha la peça B, al interior de l'orifici de la peça D.

Programació a nivell d'objecte

Situa B sobre C fent coincidir
COSTAT_B1 amb COSTAT_C1 i COSTAT_B2 AMB COSTAT_C2;

Situar A dins de D fent coincidir
EIX_A amb EIX_FORAT_D i BASE_A amb BASE_D;



Programació a nivell de tasca

Acoblar A amb D

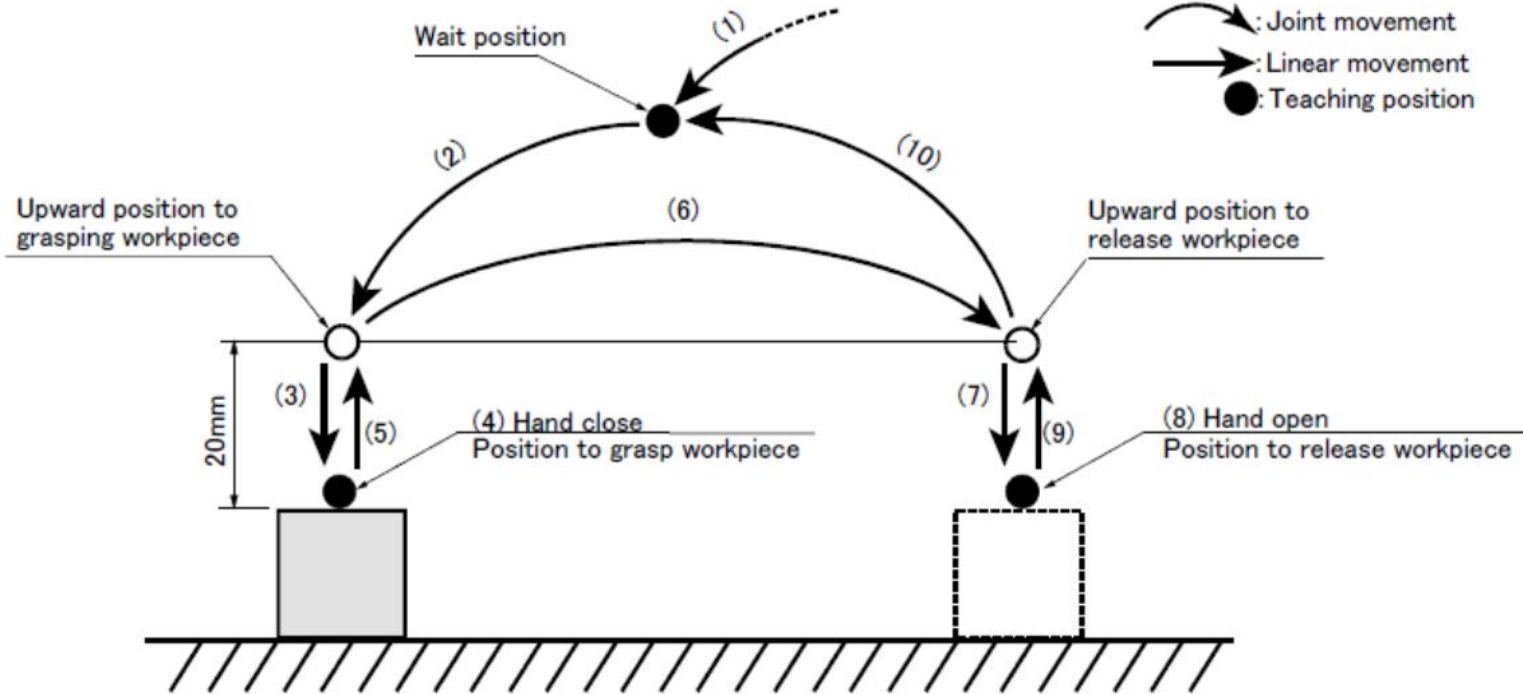
Programació a nivell de robot

- És la més utilitzada
- Hi ha instruccions de tipus:
 - Control de moviment del robot
 - Control del flux d'execució del programa
 - Manipulació d'entrades/sortides
 - Comunicacions
- Llenguatges diferents en funció del fabricant

Programació textual

| Avantatges | Inconvenients |
|--|--|
| El programa es pot desenvolupar fora de línia, mentre el robot està treballant | La programació és més complexe |
| Es pot documentar fàcilment | Cal disposar de les coordenades dels elements de l'entorn de treball |
| És fàcil de modificar | Es poden produir errors de posicionament per calibració incorrecte del robot i el seu entorn |

Exemples de planificació de moviment amb un *pick and place*

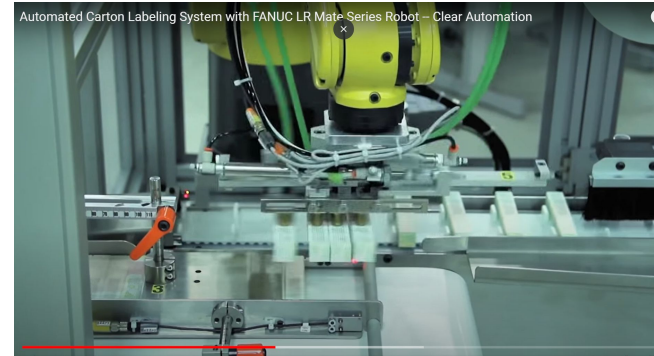


7. Aplicacions dels robots industrials

- Manipulació: moure peces
- Atenció a màquines: càrrega/descàrrega de màquines
- Soldadura
- Projecció: aplicació de pintura, adhesius, ...
- Processat: processa peces
- Muntatge: ensamblat, inserció, ...

Manipulació

Pick and place - el robot trasllada les peces d'un punt a un altre

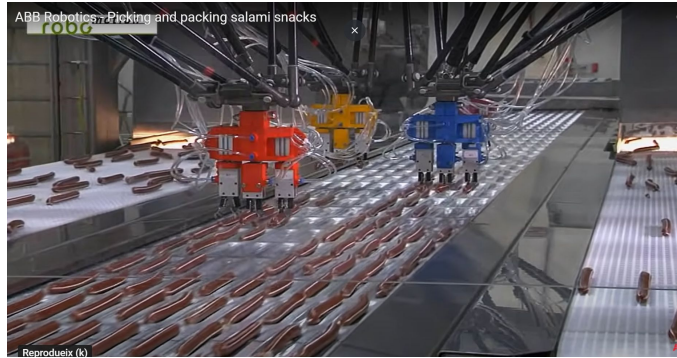


<https://www.youtube.com/watch?v=aPTd8XDZOEK>

<https://www.youtube.com/watch?v=bivf3ynolqs>

Manipulació

Empaquetat - Introduir productes en caixes

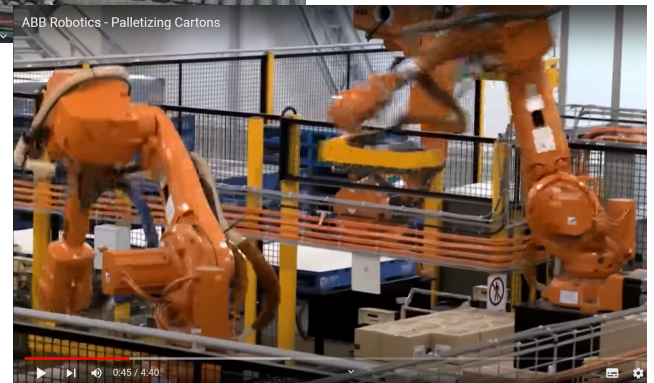
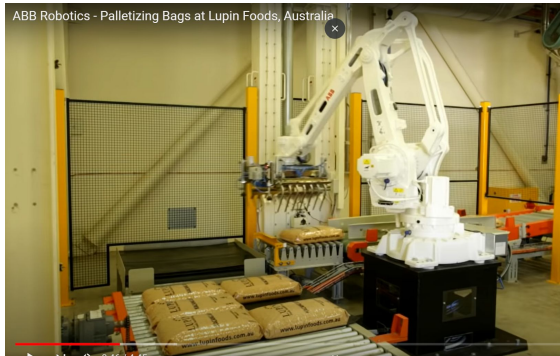


<https://www.youtube.com/watch?v=Bfciv8J1iQo>

<https://www.youtube.com/watch?v=aPTd8XDZOEK>

Manipulació

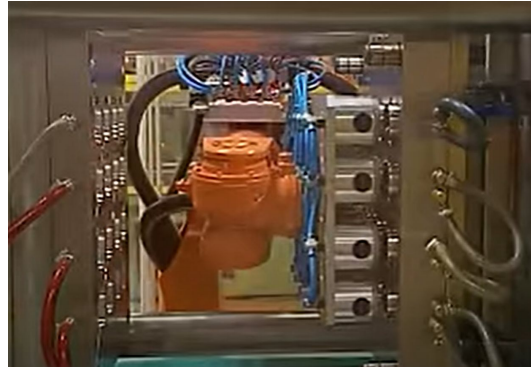
Paletitzar - Introduir productes en caixes



https://www.youtube.com/watch?v=taTL_nozwJs
<https://www.youtube.com/watch?v=QfbdVboVNUM>
<https://www.youtube.com/watch?v=7U1-X5ogsKA>

Atenció a màquines

Realització de tasques auxiliars com col·locar peces en un motlle

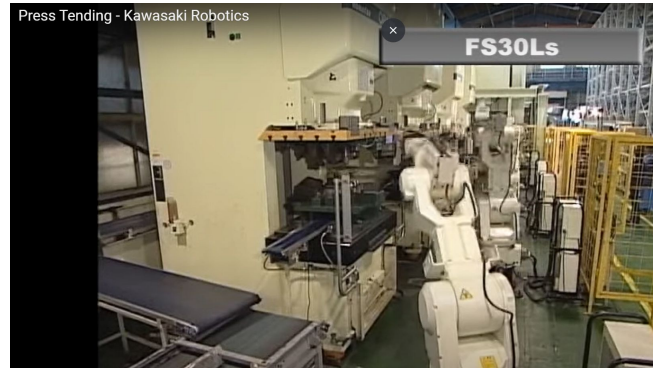


<https://www.youtube.com/watch?v=P0iwj3lebPM>

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

Atenció a màquines

Prensas: el robot carga i descarrega planxes d'una premsa

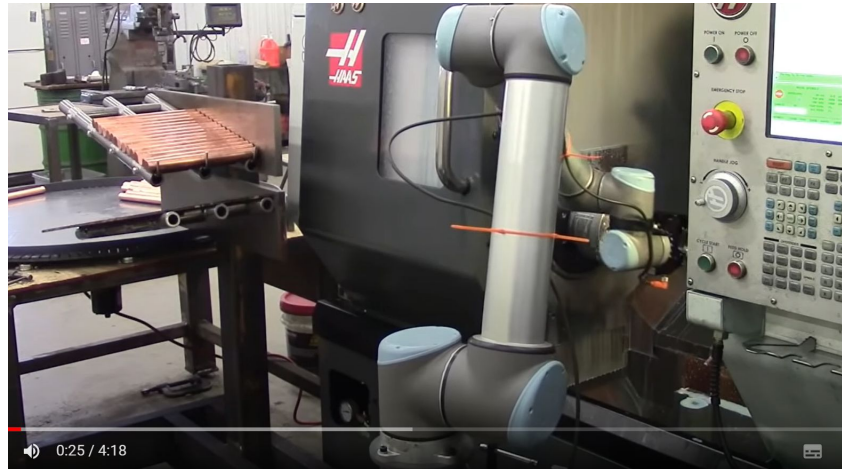


<https://www.youtube.com/watch?v=Nrea-6JYXmM>

<https://www.youtube.com/watch?v=ms3lExQ-GHU>

Atenció a màquines

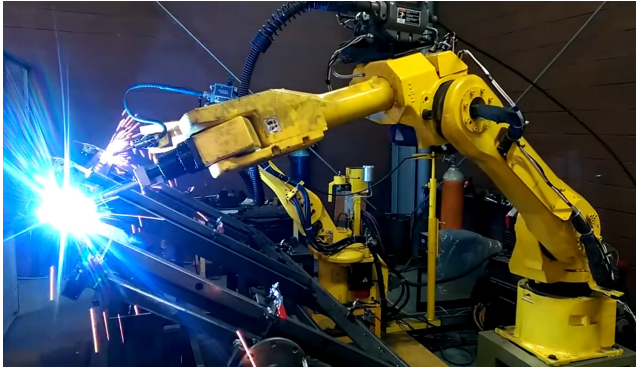
Carga i descarga de peces d'una màquina eina,



https://www.youtube.com/watch?v=qkm_uMQ8NbM

Soldadura per arc i per punts

S'utilitza en la soldadura de xassís i estructures



<https://www.youtube.com/watch?v=TmoliXQ6V64>
<https://www.youtube.com/watch?v=NeFCvVR8QZc>

Projeccions

Pintura, anticorrosius, adhesius



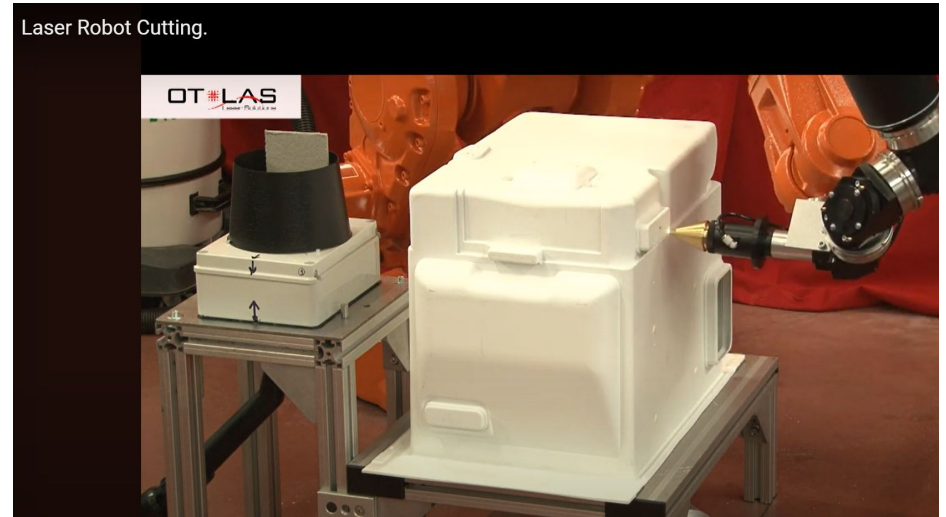
<https://www.youtube.com/watch?v=aA28IYXB34w>

<https://www.youtube.com/watch?v=gUWClijX7oa0>

<https://www.youtube.com/watch?v=xLyfegzK6AU>

Procés

Tall, pulit, ...



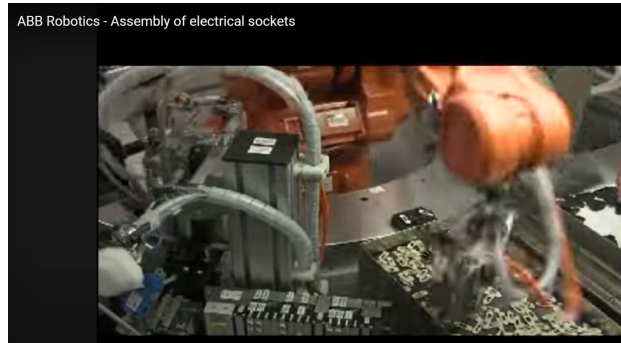
https://www.youtube.com/watch?v=7DWDp__pHBg

<https://www.youtube.com/watch?v=7k20Zp5aPjY>

<https://www.youtube.com/watch?v=DRW0g7IsEzk>

Muntatge

Muntar peces que requereixen precisió

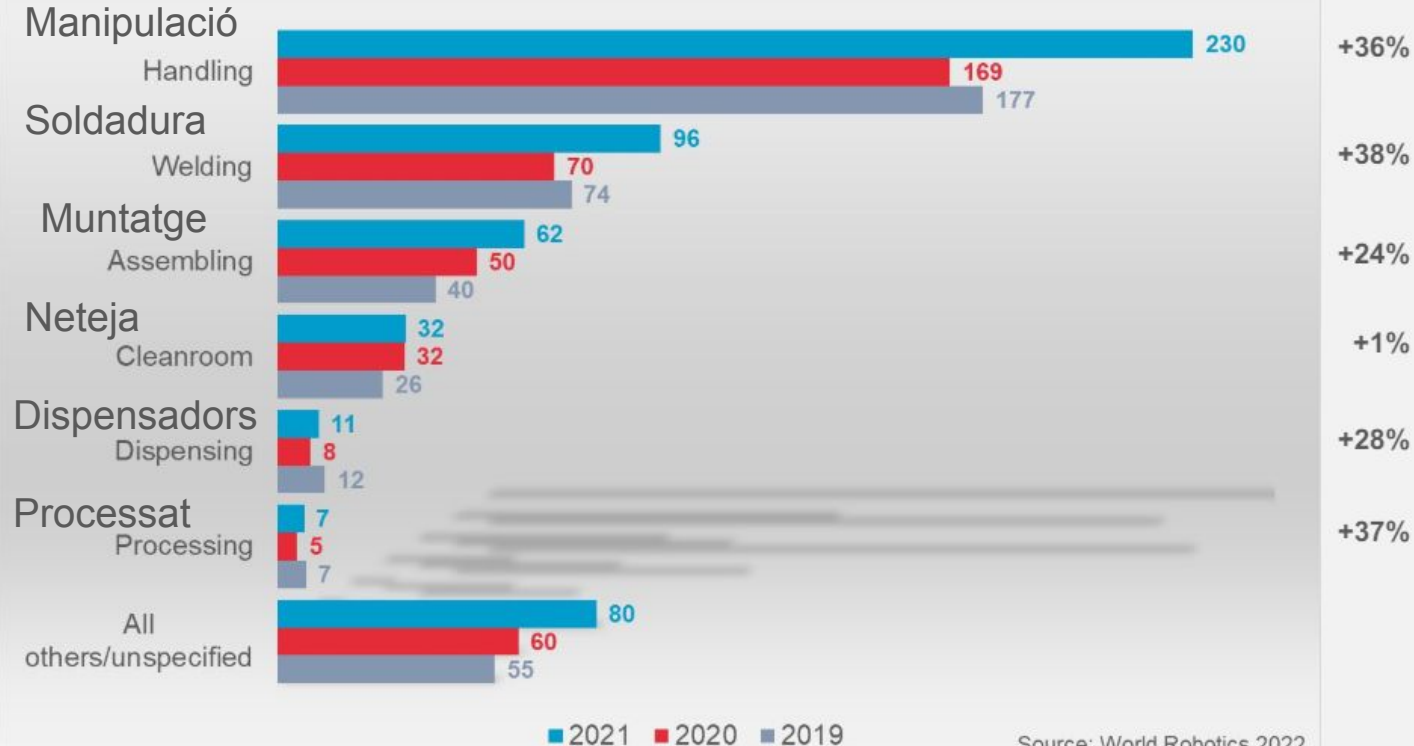


<https://www.youtube.com/watch?v=txahbz9eswk>

Handling is most important application with 44% share

Annual installations of industrial robots by application - World

1,000 units

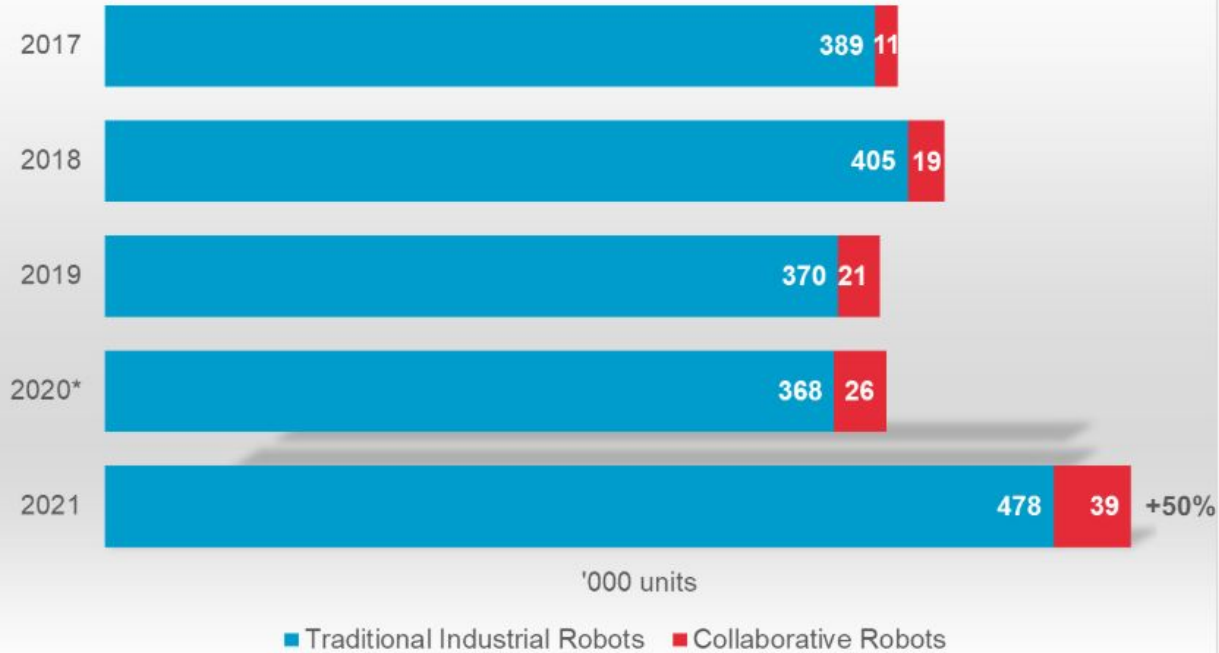


Source: World Robotics 2022

https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf

Collaborative robots steadily growing their market share

Collaborative and traditional industrial robots



*revised

Source: World Robotics 2022

Disposició del robot

Possibles situacions:

- Disseny integral d'una cèl·lula de fabricació
- Integració en un procés productiu amb màquina i disseny ja definit

Ubicació respecte al flux productiu:

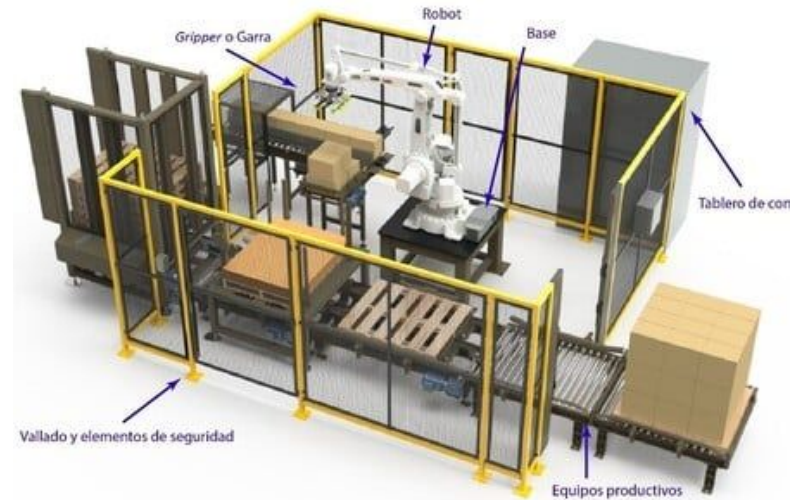
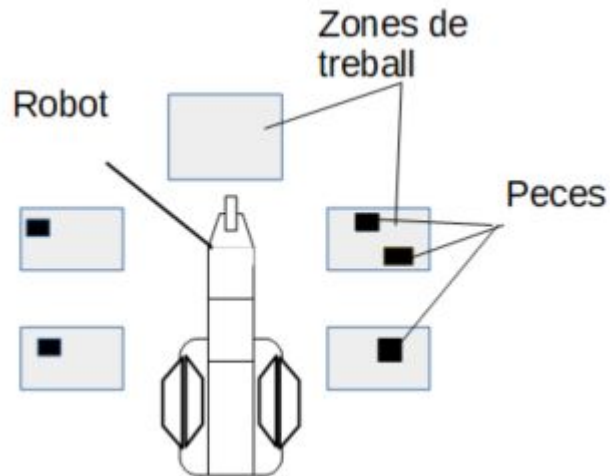
- Centre de la cèl·lula de fabricació
- Amb línia amb el procés
- Mòbil

Possibles muntatges:

- A terra
- Suspès: paret / sostre

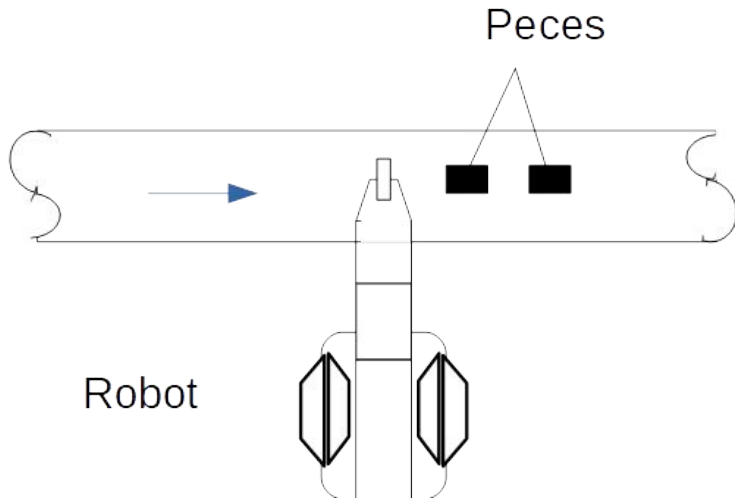
Disposició del robot en el centre d'una cèl·lula

- Aprofitament màxim del camp d'acció
- Robots articulats, SCARA, polars i cilíndrics
- Aplicacions: carga/descarga de màquines, soldadura, paletització, ensamblat



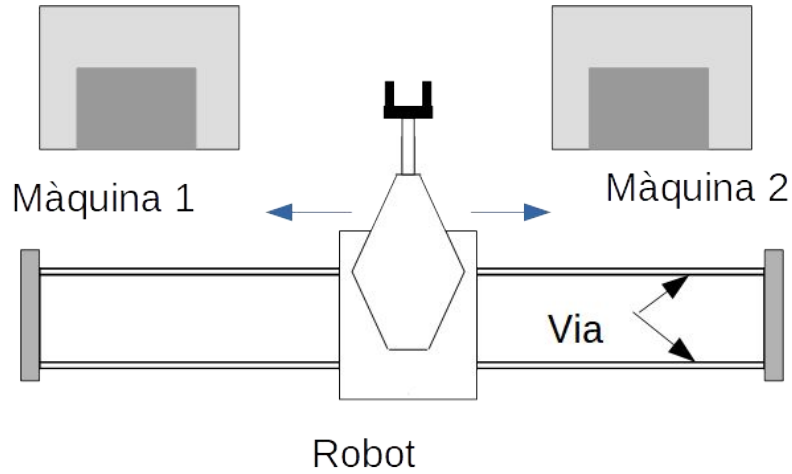
Disposició del robot en línia amb el procés

- Treball sobre línies de transport intermitent o continuat.
- Aplicacions: línies de soldadura d'automòbils



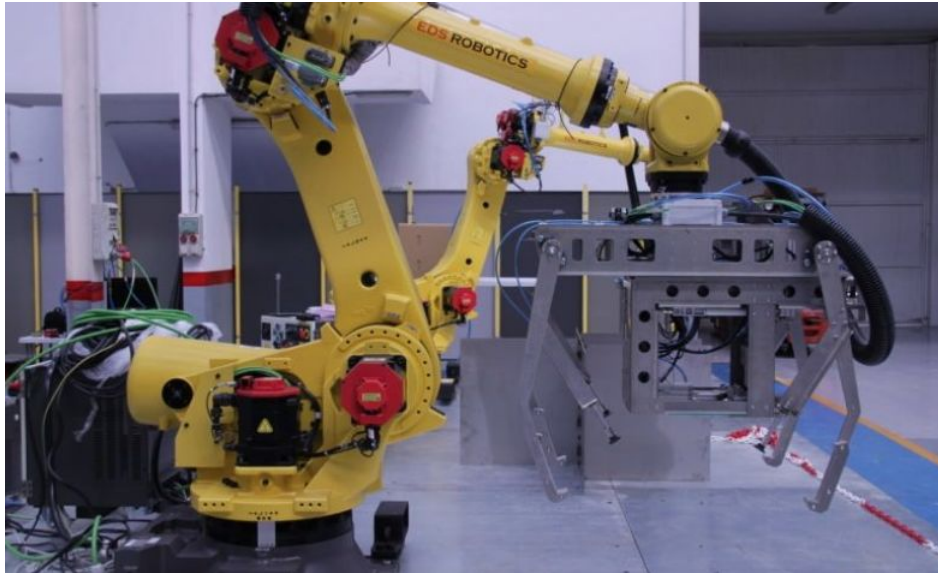
Disposició del robot mòbil

- Desplaçament lineal del robot sobre una via
- Aplicacions: treball sobre peces mòbils, gran camp d'acció, càrrega i descàrrega de varies màquines



Muntatge del robot a terra

Típicament els robots angulars estan dissenyats per ser fixats a terra i treballen verticalment. Els petits es solen fixar a taules de treball.



<https://www.edsrobotics.com/blog/comprar-robot-industrial/>



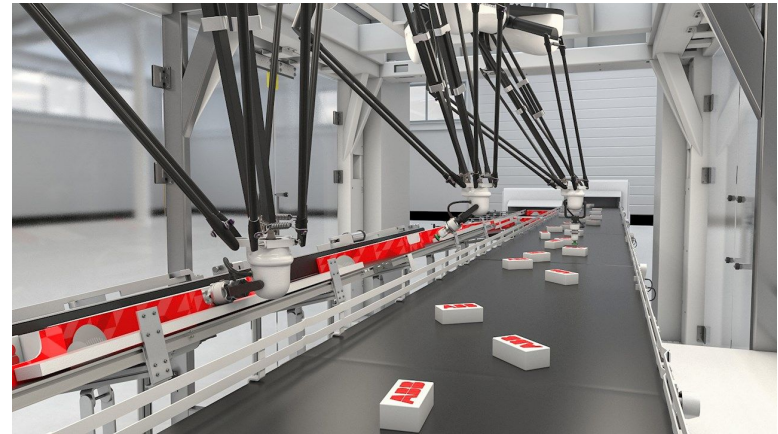
<https://new.abb.com/news/es/detail/82902/abb-amplia-la-gama-de-robots-scara-para-un-montaje-mas-rapido-y-de-alta-precision>

Muntatge del robot suspès

Alguns robots angulars poden treballar fixats a la paret o al sostre; els robots delta estan dissenyats per ser muntats al sostre.

S'aprofita més l'àrea de treball

Útils en algunes aplicacions com la projecció de material, aplicació d'adhesius, tall, soldadura en arc.



<https://new.abb.com/news/es/detail/93548/abb-lanza-el-robot-delta-de-cinco-ejes-mas-rapido-de-su-clase-para-la-recogida-el-embalaje-y-la-reorientacion-de-productos-ligeros>

Muntatge del robot suspès mòbil



<https://www.thefabricator.com/thefabricatorenespanol/article/automationrobotics/cuando-un-robot-de-soldadura-tiene-un-cerebro>

<https://proysol.com/productos/celulas-de-soldadura/robot-suspendido-por-track-aereo/>