

2. GAIA ROBOTAREN MORFOLOGIA

ROBOTIKA

GAI ZERRENDA

- ▶ SARRERA
- ▶ EGITURA
- ▶ BESOAREN EZAUGARRIAK
- ▶ KONFIGURAZIOAK
- ▶ ERAGINGAILUAK
- ▶ SENTSORISAZIOA
- ▶ AMAIERAKO ELEMENTUAK



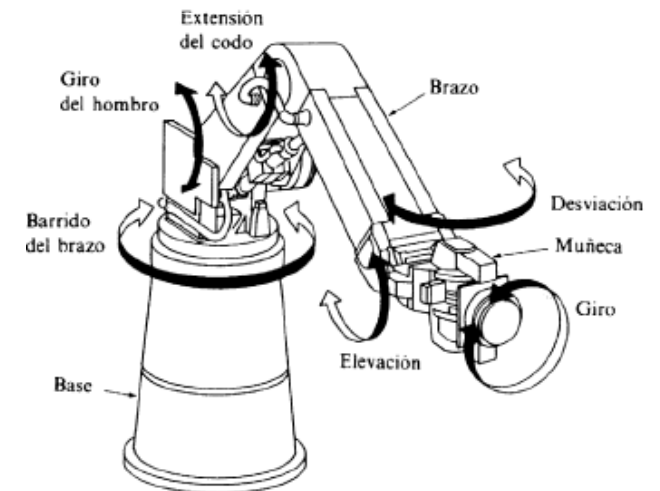
SARRERA

Robot
industrialia

- Giza itxura.
 - **Besoa** (besondoaren posizioa)
 - **Eskumuturra** (amaierako elementuaren orientazioa)
 - **Eskua** (Amaierako elementua)

HELBURUA

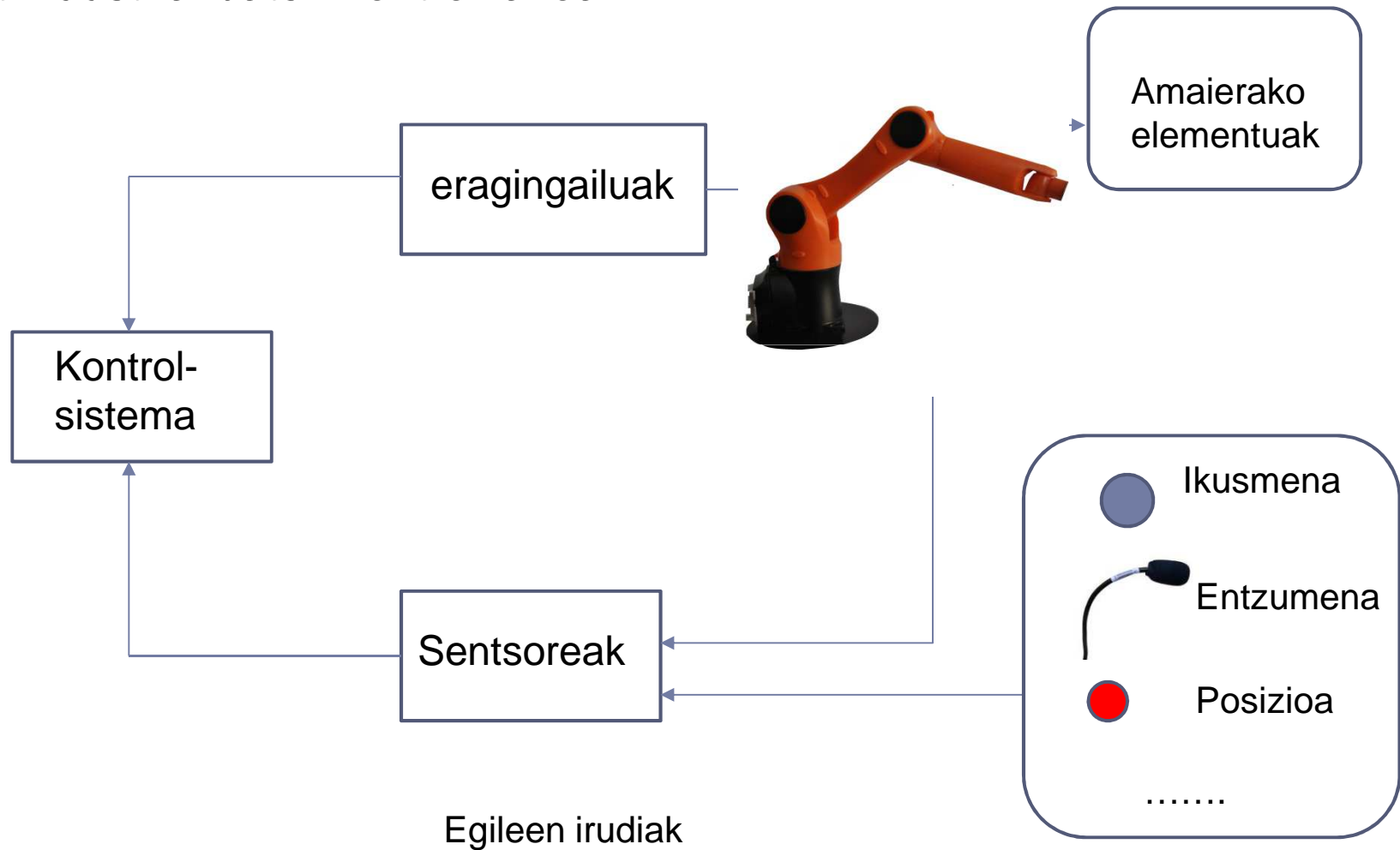
- **KOKATU** objektuak espazioan
 - Kokatu
 - Orientatu



Scorbot gidalibuaren irudia

Egitura: **Kontrola eta komunikazioa**

Robot industrial baten kontrol lazoak



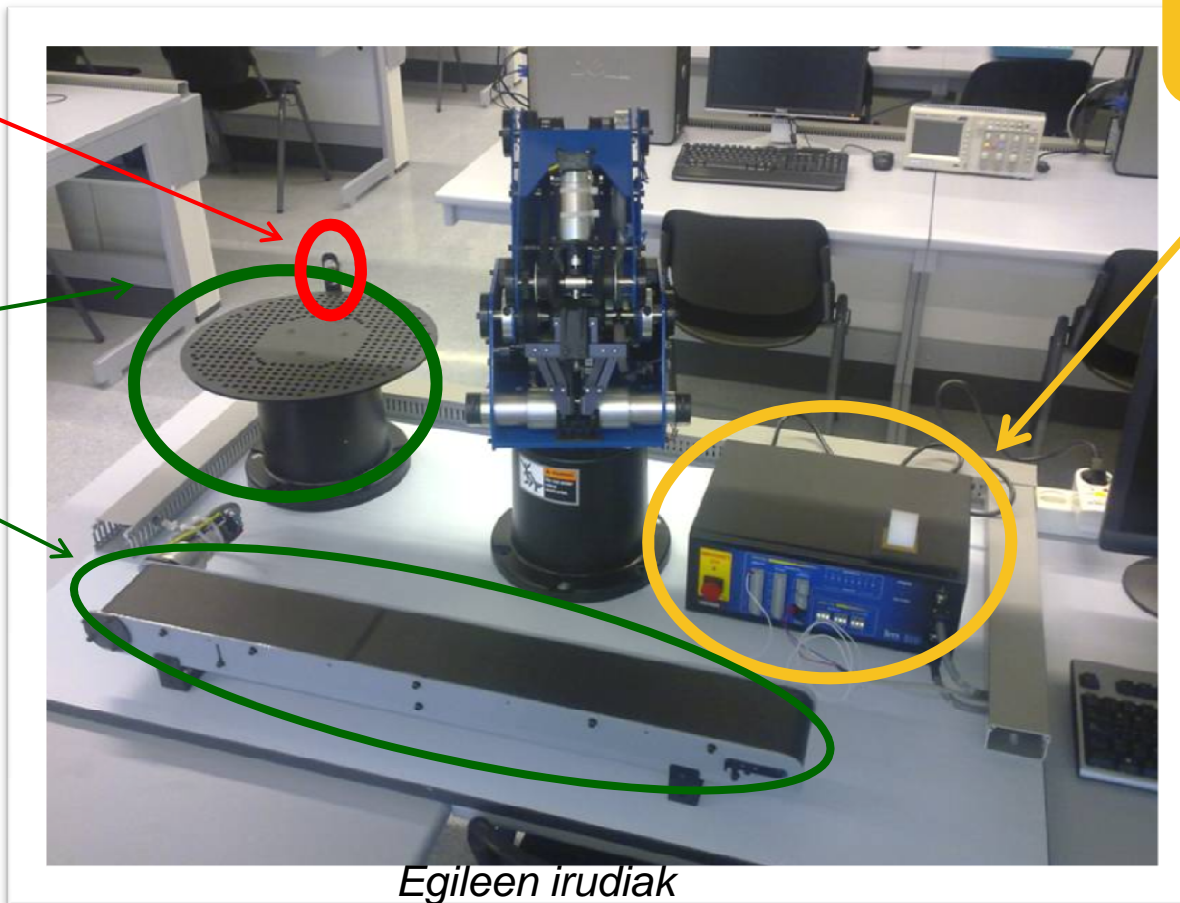
Egitura: **Kontrola eta komunikazioa**

SCORBOT robot-sistemaren egitura

Sentsore-
sistema

Periferikoa

Kontrol-
sistema
Kontroladorea



Egileen irudiak

Egitura: **Kontrola eta komunikazioa**

Kontroladorea

Ardatz PERIFERIKOAK

Kontroladoreak periferikoen 2 motore gehiago kontrolatu dezake.

2 periferiko (7 eta 8 ardatzak).

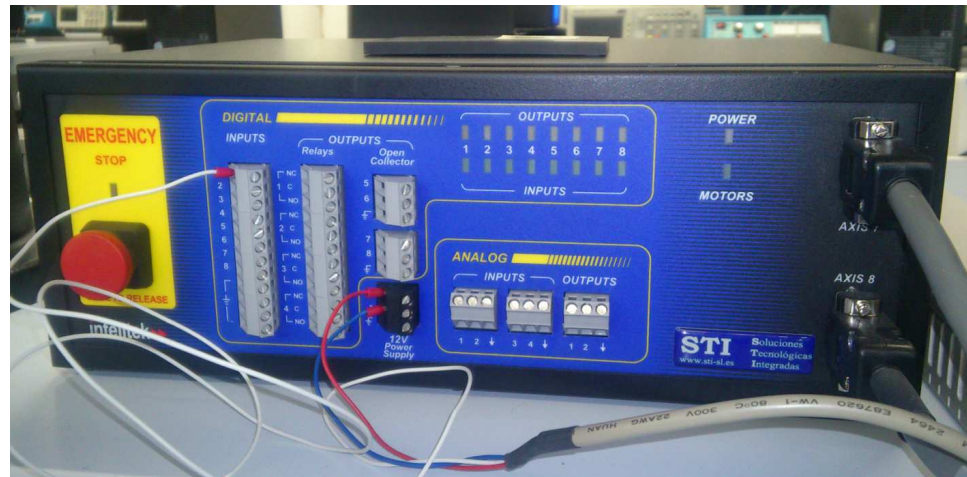
Adibideak: **garraio-zinta, mahai birakorra edo robotaren oinarri lineala.**

Sarrerak

8 sarrera digital
4 irteera analogiko

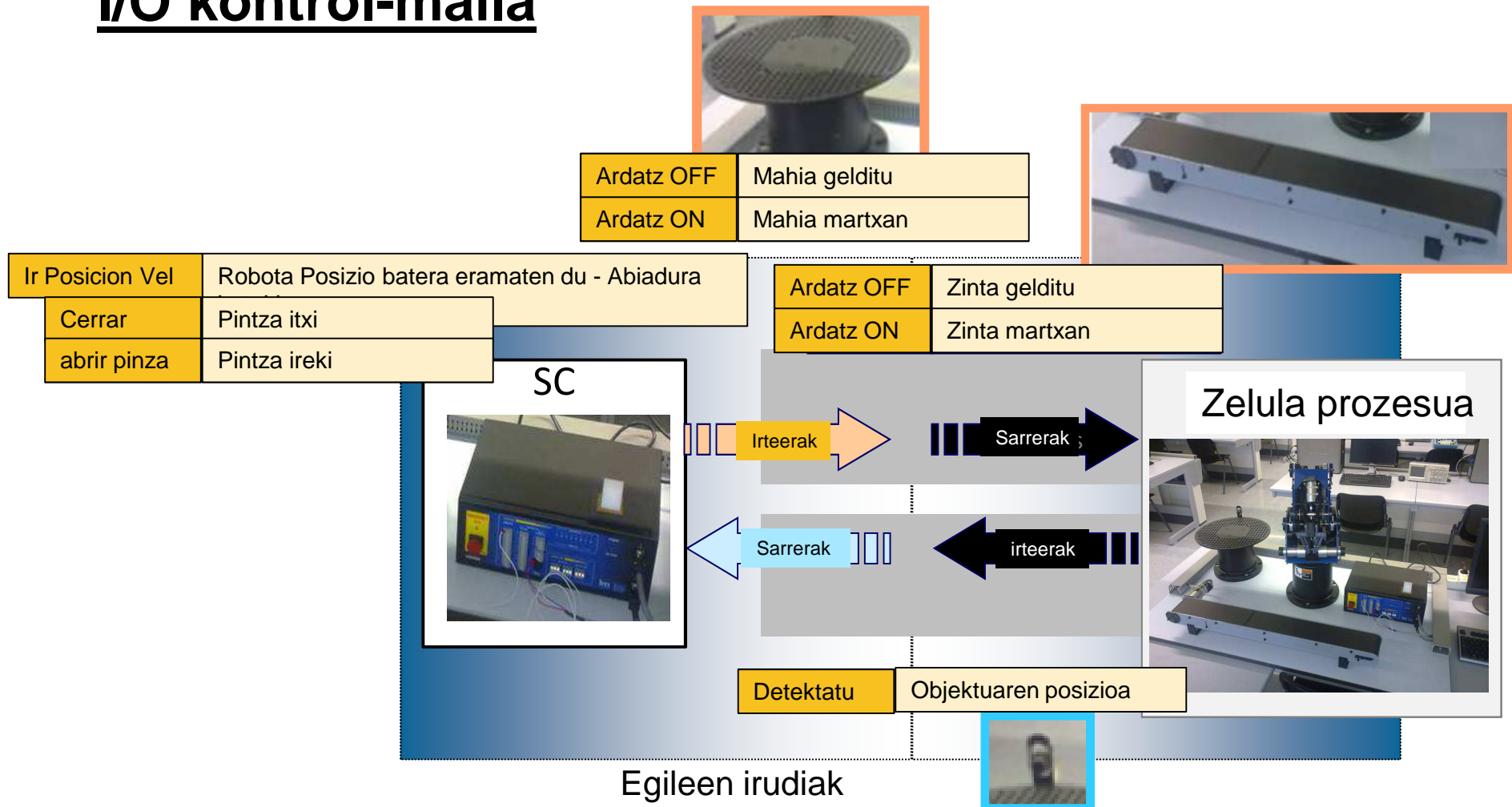
Irteerak

8 irteera digital
2 irteera analogiko



Egitura: **Kontrola eta komunikazioa**

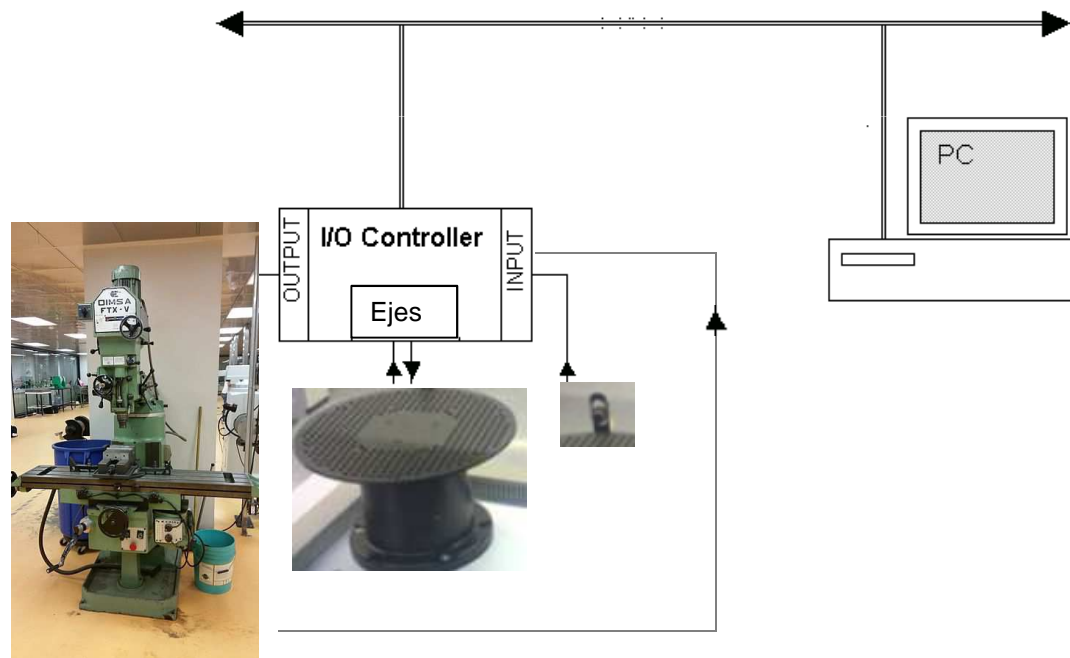
I/O kontrol-maila



Egitura: **Kontrola eta komunikazioa**

I/O kontrol-maila

- ▶ Maila baxuko kontrola
- ▶ Kontrolaren ezaugarriak
 - ▶ Fidagarriak
 - ▶ Zurrunak
 - ▶ Ez modularrak

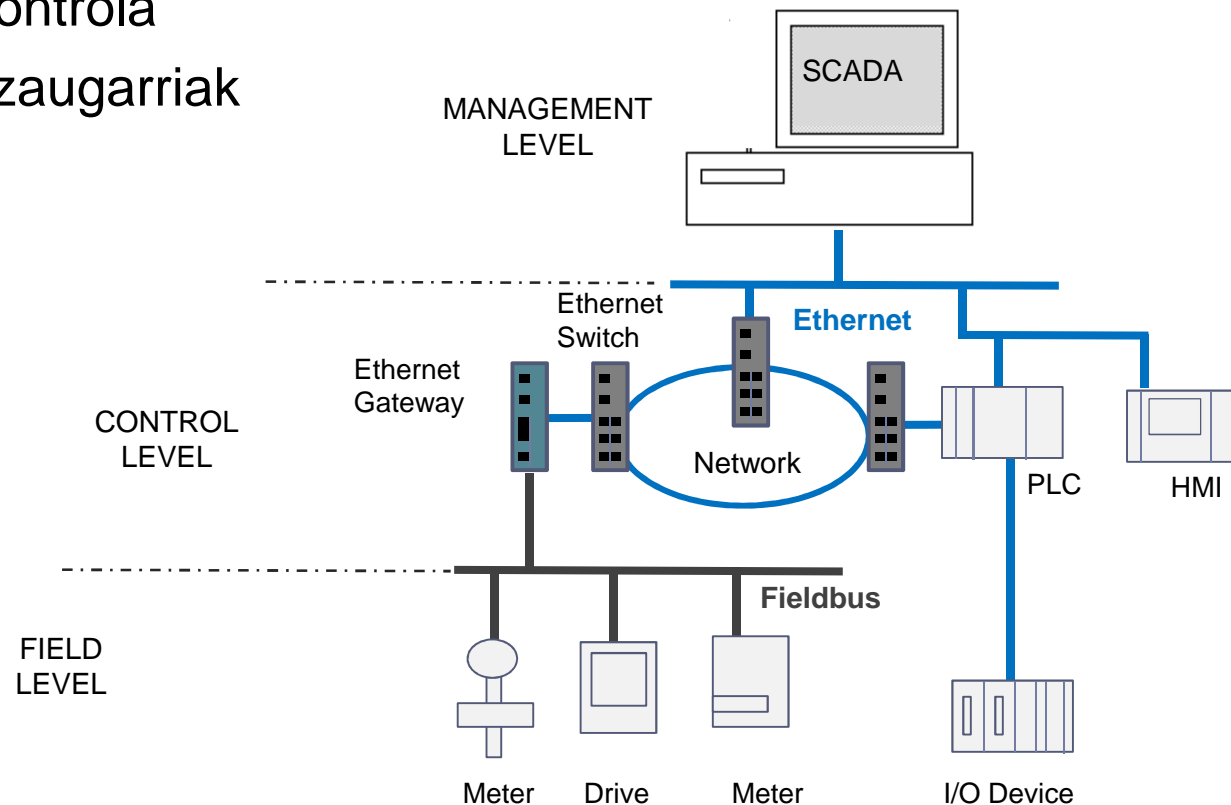


https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fresadora_chica.jpg

Egitura: **Kontrola eta komunikazioa**

Lerroko kontrol-maila

- ▶ Goi mailako kontrola
- ▶ Kontrolaren ezaugarriak
 - ▶ Modularrak



Egileen irudiak

Egitura: **Orokorrak**

- ▶ **Egitura mekanikoa**

Amaierako elementua mugitzea ahalbidetzen duten osagai multzoa.

- ▶ **Lokomozio-sistema (Eragingailuak)**

Egitura mekanikoan eragiten dute bere konfigurazioa aldatuz, eta beraz, amaierako elementuaren posizioa.

- ▶ **Sentsore-sistema (Sentsoreak)**

Robotaren egoera eta bere ingurunea ezagutzeko beharrezkoa

- ▶ **Behe mailako kontrol-sistema**

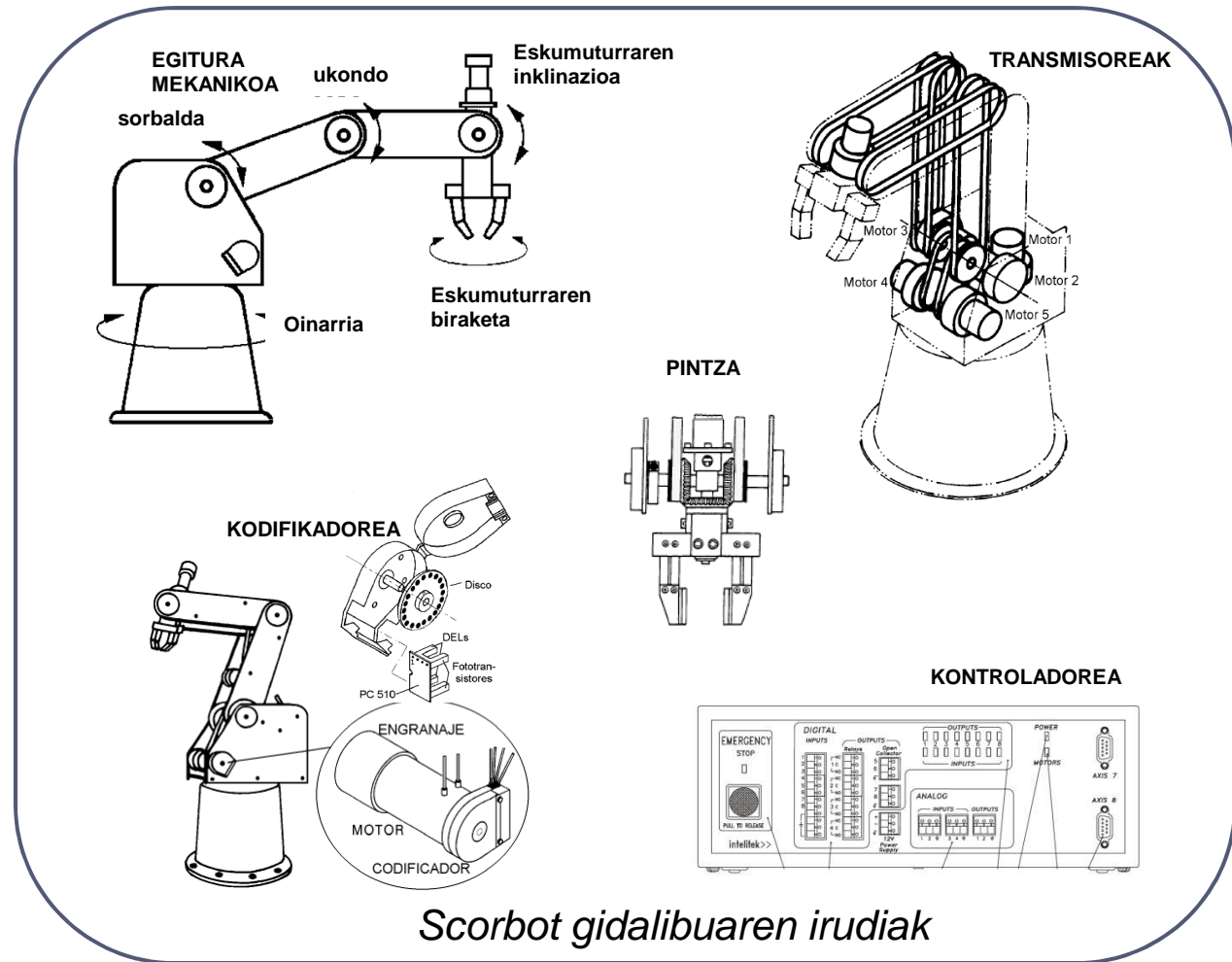
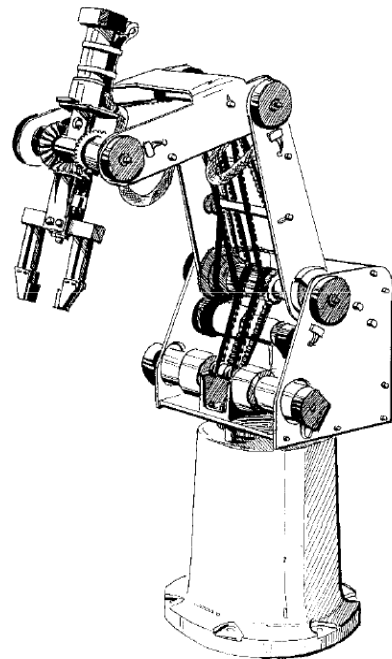
Robotaren eragingailuak kontrolatzen ditu, sentsoreetatik jasotzen duen informazioa kontutan izanik eta dagokien mugimenduak exekutatzuz.

- ▶ **Erabakitze-sistema eta eginbeharren planifikazioa**

Operadoreak aginduta robotaren mugimendua eginbeharreko lana exekutatzuz egiten da, komunikazio sistemaren laguntzarekin.

- ▶ **Komunikazio sistema**

Egitura: Orokorrak



Egitura: **Osagaiak**

Industri robota

Kate zinematikoa

Artikulazioengatik loturiko osagai-multzo zurrunak

kate-maila: Osagai zurrunak artikulazioarengatik elkar erlazionatuak

Artikulazioak: Ondoz ondoko 2 kate-mailen mugimendu erlatiboa ahalbidetzen dute

Orokorrean, katearen mutur bat finkoa da (oinarria) eta bestea askea (amaierakoa), eta azken honetan lan-osagaia dago

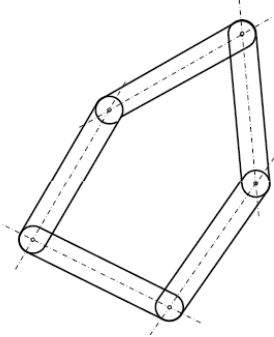
Artikulazio baten **ASKATASUN-GRADUA (AG)**

Kate zinematikoaren aurreko kate-mailarekiko artikulazio batek egin ditzakeen mugimendu aske bakoitza.

Egitura: Osagaiak

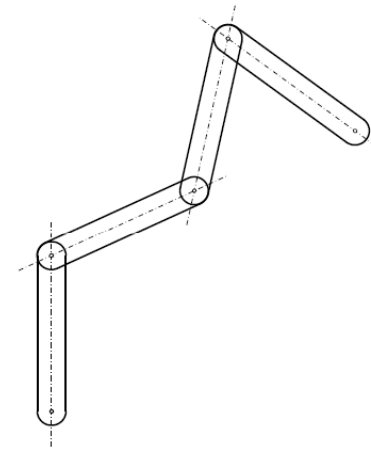
► KATE ZINEMATIKOA

Kate zinematiko ITXIA



Kate-maila batetik beste batera
heltzeko gutxienez 2 bide
daudenean. Zurruntasun
handikoa

Kate zinematiko IREKIA



Kate-maila batetik beste batera
heltzeko bide bakarra
dagoenean.

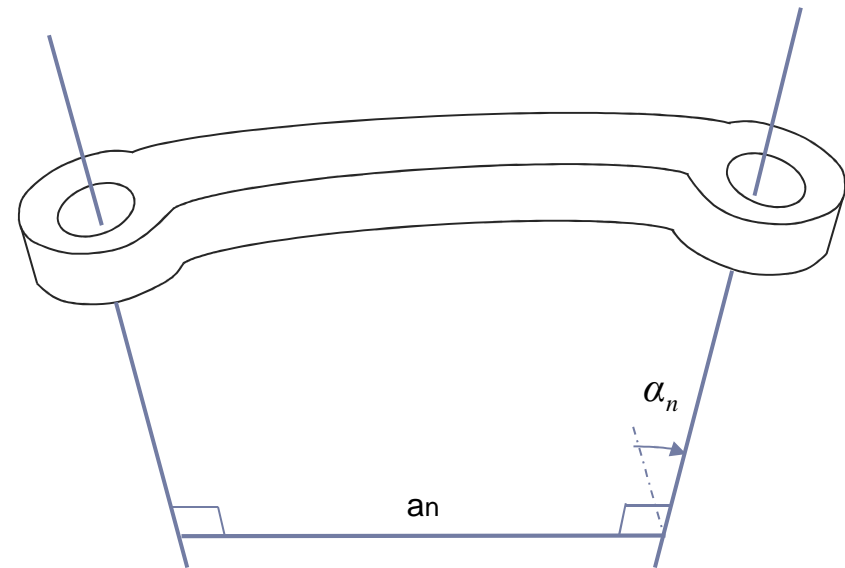
Egileen irudiak

Egitura: Osagaiak

► KATE-MAILAK

Orokorrean, kate zinematikoaren edozein elementu edo kate-maila bi parametroengatik zehazturik geratzen da:

- Luzera (a_n): kate-maila amaitzen den artikulazioen ardatzen arteko distantzia.
- Bihurdura (α_n): Bi ardatzen artean a_n -rekin perpendikularra den planoaren angelua



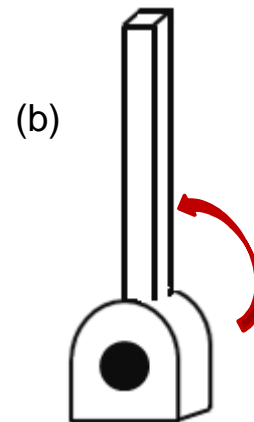
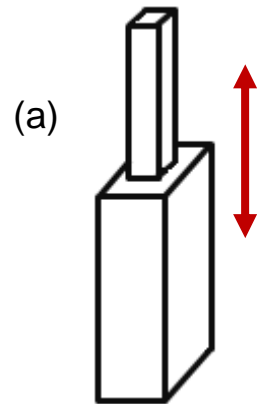
Egileen irudiak

Egitura: Osagaiak

▶ ARTIKULAZIOAK

Artikulazioen mugimendua ondokoa izan daiteke:

- ▶ Desplazamendu edo prismaticoa
- ▶ Biraketa
- ▶ Bien konbinaketa



Artikulazioak (a) prismaticoa (b) errotazionala
egileen irudiak

Egitura: Osagaiak

Robotaren muturra kokatzeko eta orientatzeko 6 AG behar dira gutxienez:

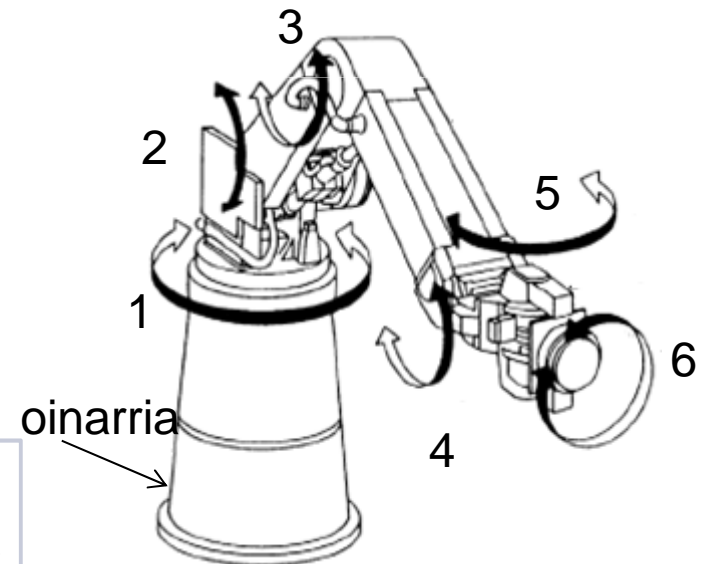
3 AG kokatzeko eta beste 3 orientatzeko.

Oinarria: finkatze-puntua eta egituraren **ERREFERENTZIA**

Besoa (Ardatz nagusiak):

Eskumuturra:

Robotaren AG kopurua eginkizun bat burutzeko behar dena baino handiagoa bada, robota **ERREDUNDANTEA** dela esaten da.



Egitura: Osagaiak

Robotaren muturra kokatzeko eta orientatzeko 6 AG behar dira gutxienez:

3 AG kokatzeko eta beste 3 orientatzeko.

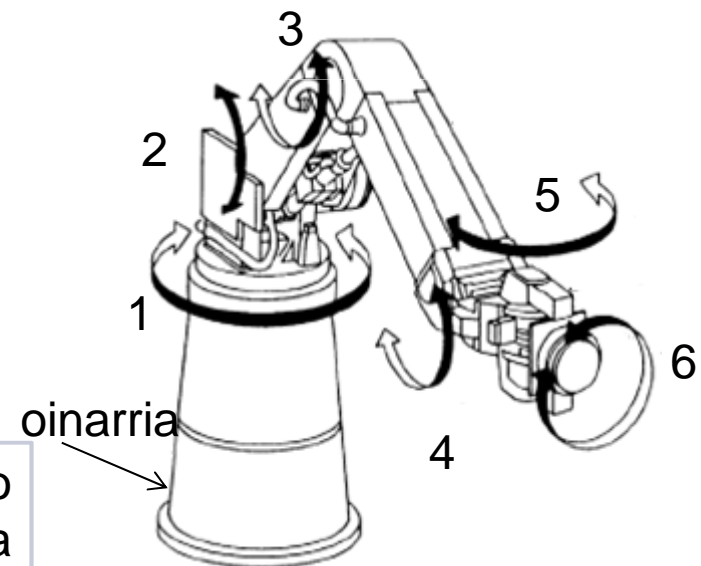
Oinarria: finkatze-puntua eta egituraren **ERREFERENTZIA**

Besoa (Ardatz nagusiak):

1. ardatz-multzoa (1,2,3)

Eskumuturra:

2. ardatz-multzoa (4,5,6)



Robotaren AG kopurua eginkizun bat burutzeko behar dena baino handiagoa bada, robota **ERREDUNDANTEA** dela esaten da.

Robot baten ezaugarri nagusiak

Ezaugarri estatikoak

- Askatasun-gradua
- Lan-espazioa
- Irisgarritasun
- Maniobragarritasun
- Mugikortasun

Ezaugarri dinamikoak

- Karga-ahalmena
- Egonkortasun
- Mugimenduen zehaztasuna:
 - Bereizmen espaziala
 - Zehaztasuna
 - Errepikagarritasuna

Ezaugarri **estatikoak**

▶ **ASKATASUN-GRADUAK(AG)**

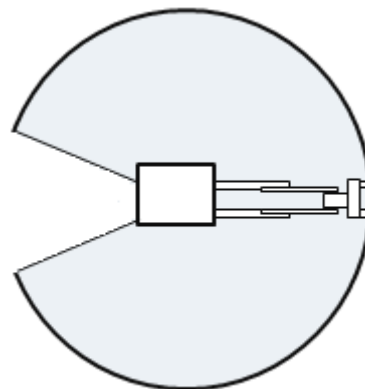
- Artikulazio batek aurreko kate-mailarekiko egin ditzakeen mugimendu aske bakoitzak robotari **askatasun-gradu** bat ematen dio.
- Robotaren AGaren kopurua artikulazio bakoitzaren AGen arteko batuketa da.
- Objektu bat erreferentzia-sistema finko baten kokatzeko eta orientatzeko 6 AG behar dira (3 kokatzeko eta 3 orientatzeko), beraz robotak 6 AG behar ditu bere muturra kokatzeko eta orientatzeko (eta berarekin pieza edo lanabesa)
- AGaren kopurua 6 baino handiagoa denean, robota erredundantea dela esaten da (malgutasun handiagoa dauka baina kontrola okerragotu egiten du)



Ezaugarri **estatikoak**

▶ LAN-ESPAZIOA

- Robotaren muturrak artikulazioen mugimendu-tarteen mugetan mugitzerakoan sortzen duen espazio fisikoa.
- Robotaren fabrikatzaileak ematen du.
- Beharrezkoa da kontuan izatea robotaren lan-eremua diseinatzeko.



egileen irudia

Ezaugarri **estatikoak**

▶ **IRISGARRITASUNA**

- Lan-puntu guztiek ez daukate irisgarritasun berdina.
- Lan-espazioaren puntu bat erabat irisgarria da, robotaren muturrak bertan kokatu badaiteke maneiatzailearen egiturak onartzen duen orientazio guztietan.
- Partzialki irisgarria da, robotaren muturra edozein puntura iris daitekeenean baina ez orientazio guztietatik.
- Robotaren oinarria finkoa suposatuz, lan-espazioa mugatzen duten gainazalek irisgarritasun minimoa azaltzen dute.
- Irisgarritasun maximoko puntuak, existitzen badira, lan-espazioaren barnean egon beharko dira



Ezaugarri **estatikoak**

▶ **MANIOBRAGARRITASUNA**

- Seitik gorako askatasun-graduak, **maniobragarritasun-graduak** deitzen dira.
- Orokorrean, hobe da maniobragarritasun-graduak dituen maneiatzaile bat erabiltzea, ezaugarri berezidun lan-elementuak diseinatzea baino edo ingurunea aldatzea baino.



Ezaugarri **estatikoak**

▶ **MUGIKORTASUNA**

- Robot bati mugikortasuna gehituz bere lan-eremua ere gehitzen da.
- Horrela ingurune zabalago batera iris daiteke, eta baita muntaia-kate baten desplazamenduarekin bere mugimendua sinkronizatu.
- Aukerak:
 - Errail eta gurpilak
 - Bankada baten gainean irristatu



Ezaugarri **dinamikoak**

▶ **KARGA-AHALMENA**

- Robot batek mugitu dezakeen kargarik maximoa (kg), bere prestazioak mantenduz.
 - Robot industrialak: karga-ahalmena (1-200Kg).
 - Soldadura eta mekanizazio Robota: karga-ahalmena 50Kg.
- Robot bat aukeratzekoan ezaugarriak nagusienetarikoa Karga-ahalmena da.
- Fabrikatzaileak ematen duen datua da, amaierako elementua barne baldin eta batera saltzen bada.

Ezaugarri **dinamikoak**

▶ **EGONKORTASUNA**

- Amaierako elementuaren mugimenduan oszilaziorik ez agertzearekin dago lotuta egonkortasuna.
- Oszilazioak kaltea ekartzen dute:
 - Besoaren zati mekanikoetan eta hidraulikoetan.
 - Lanabesa puntu zehatz baten kokatzeko behar den denbora handitzea ekar dezake.
 - Geldialdi-posizioa pasatzen bada inguruko elementu batekin talka egin dezake.
- Oszilazio motak
 - Motelduak
 - Ez-motelduak

Ezaugarri **dinamikoak**

▶ **BEREIZMEN ESPAZIALA**

- Robotak egin dezakeen mugimendu-gehipenik txikiena adierazten du.
- Ohiko balioak: translazioa 0.2-0.002mm; errotazioa 0.01°
- Bi faktoreen menpe dago:
 - Robotaren besoan dauden kontrol-sistemako sentsoreen bereizmenean.
 - Osagai mekanikoen ez-zehaztasunak.



Ezaugarri **dinamikoak**

▶ ZEHAZTASUNA

- Robotaren muturra lan-espazioaren puntu batean kokatzeko **ahalmena**. Hau da, programatutako posizioarekiko robotaren posizionamenduan egindako batez besteko errorea.
- Zehaztasuna, benetan lortutako posizioaren eta hasieran eskatutakoaren arteko diferentzia maximoa da.
- Balio arruntak: transl. ± 0.01 eta $\pm 5\text{mm}$; errot. 0.01°
- Zehaztasunean parte hartzen duten faktoreak:
 - Osagai mekanikoen lasaiera.
 - Mugimendu-kontrol osagaien bereizmen espaziala.
 - Finkatutako posizioa helburu bezala.

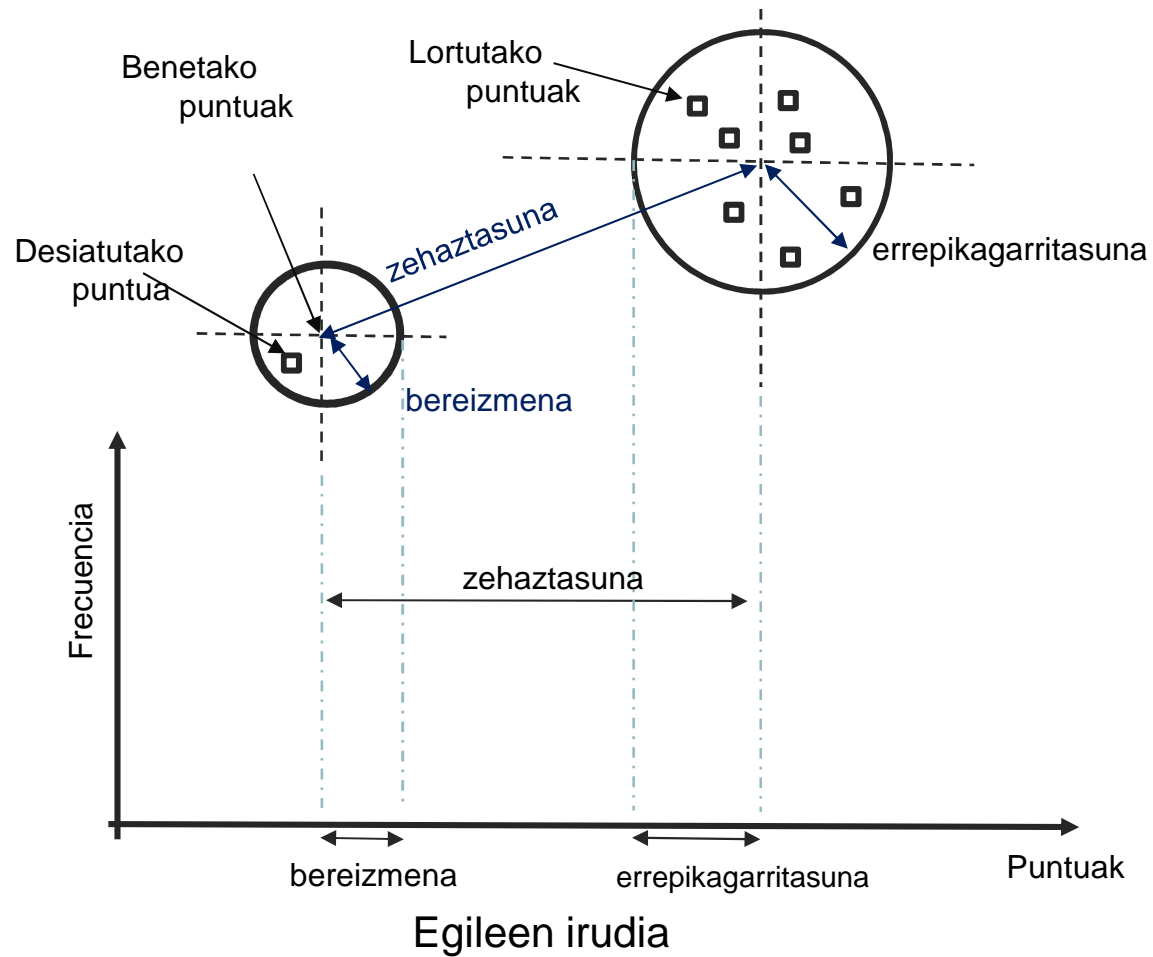
Ezaugarri **dinamikoak**

▶ **ERREPIKAGARRITASUNA**

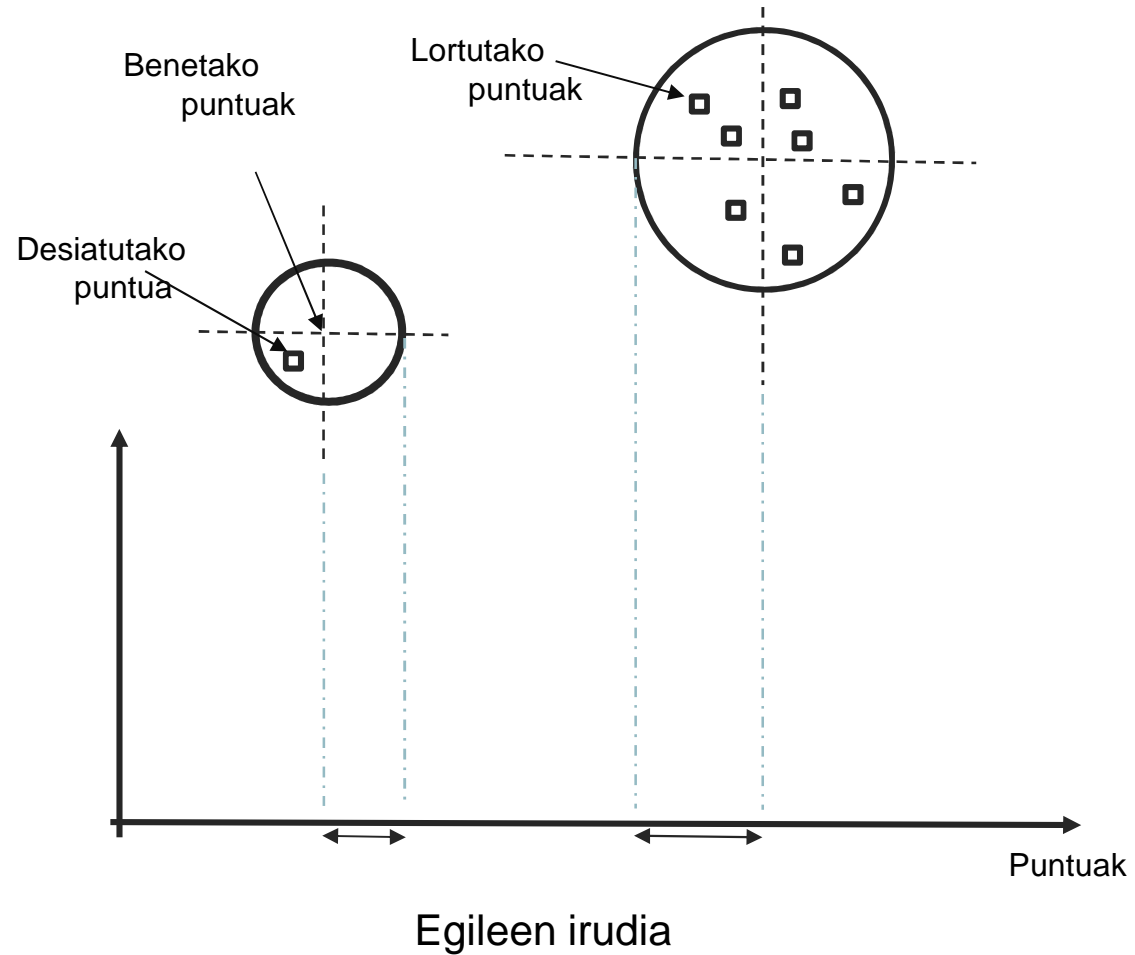
- Puntu berean behar diren alditan kokatzeko ahalmena. Hau da, posizio berdineraren errepikagarritasunarekin joatea agintzen zaionean robotaren posizionamenduan egindako batez besteko errorea.
- Balio arruntenak : tral. ± 1 eta $\pm 0.05\text{mm}$
- Magnitude honek, zeregin zehatz bat egiten duen maneiatzaile baten mugimenduen errepikapenaren zehaztasuna ezartzen du.
- Robotaren muturraren puntuen bariantza edukitzen duen gainazal esferiko baten bitartez adierazten da, posizionamendu-agindu anitzen ostean eta hasierako eta amaierako puntu eta karga-baldintza berdinetik.



Ezaugarri **dinamikoak**



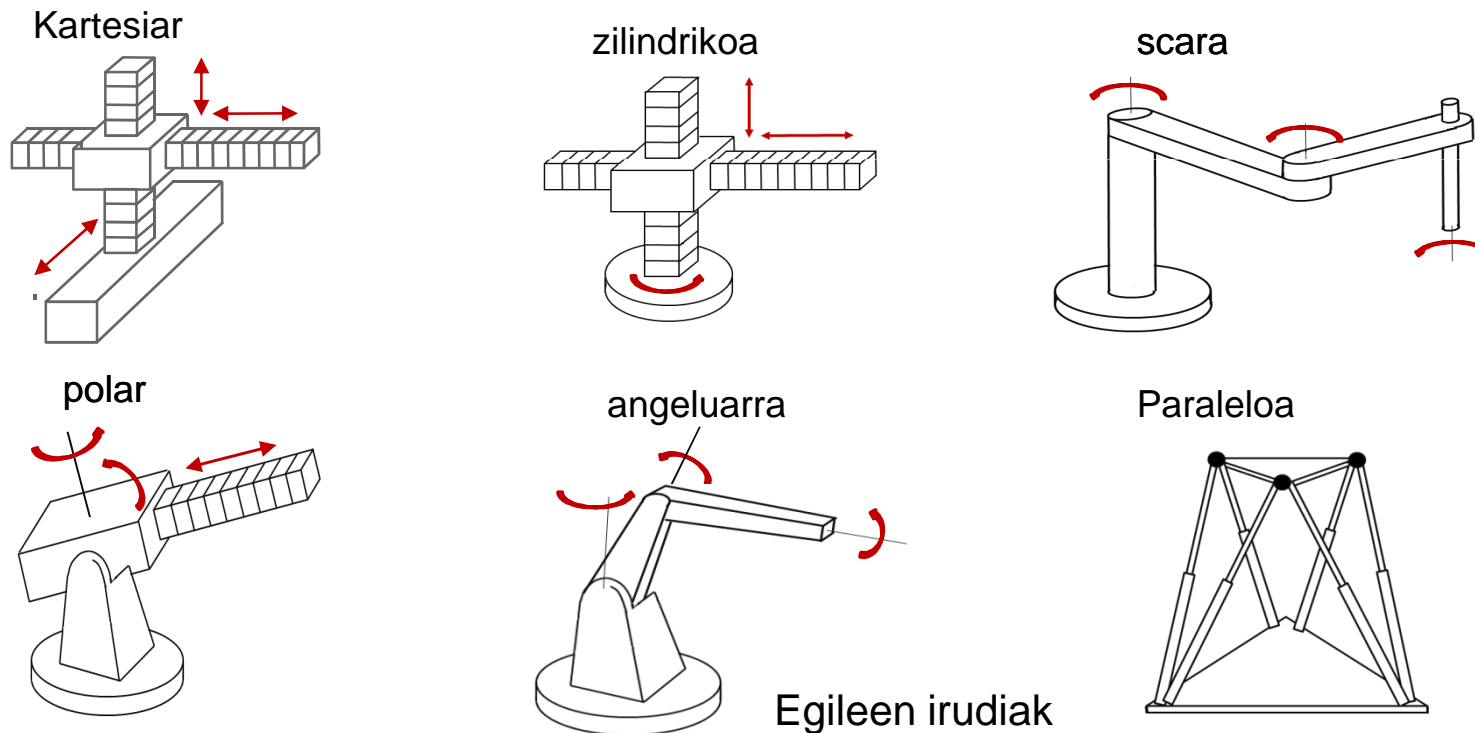
Ezaugarri **dinamikoak**



Robot besoaren konfigurazioak

Kate-mailen arteko artikulazioen aukeraketak egitura berezi bat ezartzen du. Konfigurazioek maneiatzailearen **lehenengo 3 artikulazioei** egiten die erreferentzia.

► Konfigurazio klasikoak

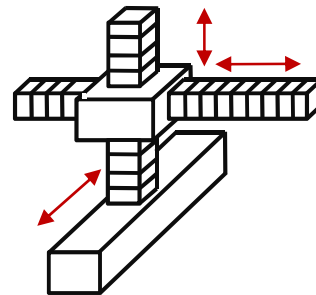


Egileen irudiak

Robot besoaren konfigurazioak

► **Konfigurazio KARTESIAR**

- Hiru artikulazioak prismaticoak (PPP egitura).
- Espazioan puntu baten zehazpena koordenatu kartesiarretan egiten da (x,y,z).
- Lan-espazio zabala eta eraikin zurruna.
- Lan-ahalmena gutxitzen da oinarriko ardatzarekiko dagoen distantzia handitzen denean.
- Espazio itxietan dauden puntuetara heltzeko ez da egokiena.
- Adibideak:
 - Portiko
 - Lerrozuzena
 - bestelakoak...

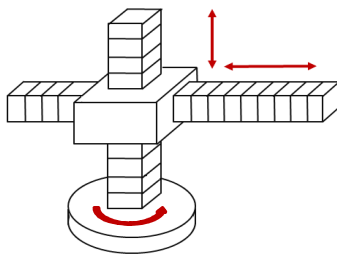


Lan-espazioa:
Bolumena $V = L^3$

Robot besoaren konfigurazioak

► Konfigurazio ZILINDRIKOA

- Ardatz bertikalean errotazio-artikulazio bat dauka eta z ardatzean 2 artikulazio prismaticoak eta erradioa (RPP edo PRP egitura).
- Espazioan puntu baten zehazpena koordenatu zilindrikoen bitartez (α, ρ, z) da .
- Hurbilpen-mugimendua horizontala (mugimendu Teleskopikoa)
- Abantailak ditu zeregina robotarekin zentratua dagoenean.



Lan-espazioa bolumena

$$V = \pi(4l^2 - l^2) \cdot l \approx 9l^3$$

Robot besoaren konfigurazioak

► Konfigurazio Polarra edo Esferikoa

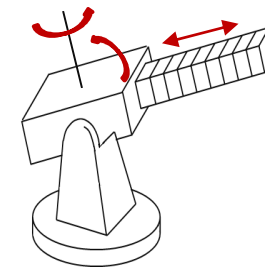
- Bi artikulazio birakari ditu eta bat prismatikoa (RRP egitura).
- Espazioko puntu baten zehazpena koordenatu esferikoen bidez egiten da (α, β, ρ) .
- Robotean zentratutako lan-espazioetan ondo egokitzen da.
- Adibideak:
 - Polar: Lurrari finkatutako egitura bi, ardatz perpendikularrekiko bi biraketa dituena. Hurbilpen-mugimendua teleskopikoa.
 - Pendularra: zintzilik dagoen egitura polarra. Bi norabideetan mugimendu pendularrak lortuz.

Lan-espazioa pendularra

$$V = \frac{\pi}{3} \frac{(8l^3 - l^3)}{3} \approx 7l^3$$

Lan-espazioa: polarra

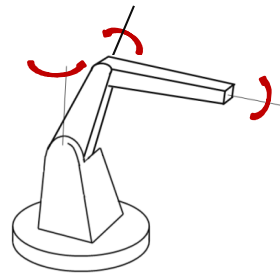
$$V = \frac{4\pi}{3} (8l^3 - l^3) \approx 29l^3$$



Robot besoaren konfigurazioak

► Konfigurazio ANGELUARRA edo ARTIKULARRA

- Hiru artikulazioak errotaziozkoak ditu (RRR egitura).
- Espazioko puntu baten zehazpena koordenatu angeluarren bitartez (α, β, γ) .
- Ondo lan egiten du lan ingurune esferikoetan, hala ere edozein eremutarako egokia da. Ibilbide konplexuak egiteko erraztasuna.
- Espazio itxietara heltzea ahalbidetzen du. Hala ere, ibilbide lerrozuzenentzako kontrol-sisteman esfortzu handiagoak eskatzen ditu.
- Konfigurazio moldakorra.



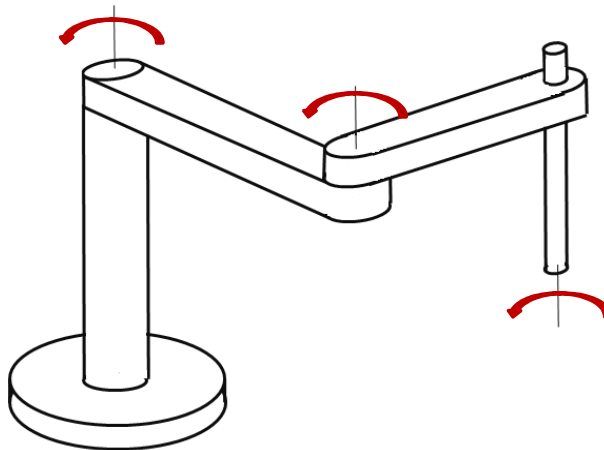
Lan-espazioa:

$$V = \frac{4\pi}{3} (2l^3) \approx 33l^3$$

Robot besoaren konfigurazioak

▶ SCARA konfigurazioa

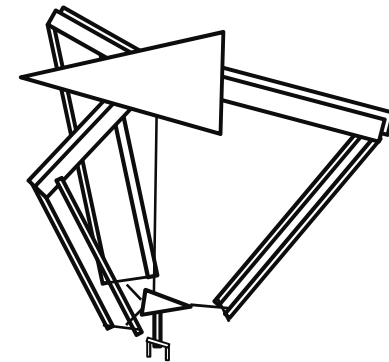
- Errotazio-artikulazio 2 ditu plano berean eta 1 prismatikoa ardatz bertikalean (RRP edo PRR).
- Artikulazioen hiru ardatzek euren artean paraleloak dira.
- Egokia piezen ensemblaketa egiteko (elektronikoa) eta orokorrean zeregin bertikaletan.



Robot besoaren konfigurazioak

▶ Konfigurazio PARALELOA

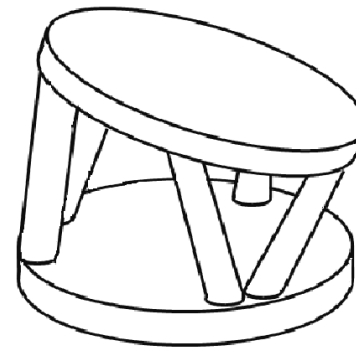
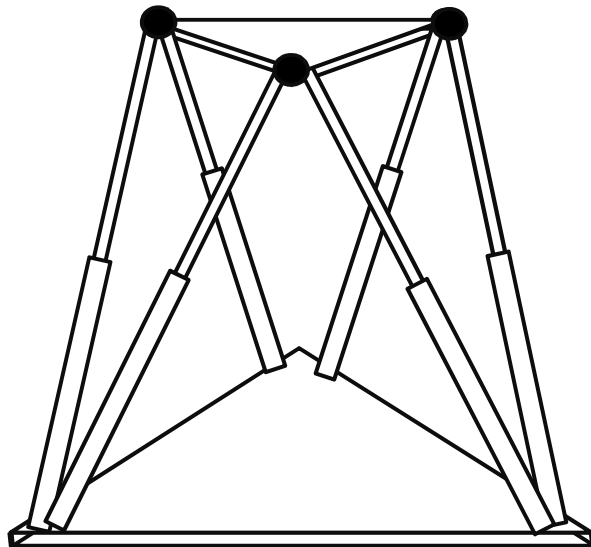
- Amaierako elementua oinarriari lotuta dago, gutxienez 2 kate-zinematikoekin.
- Hasieran hegazkinen simulazioetarako erabili zen.
- Zama eragingailu guztien artean banatzen da. Kate-mailen zurruntasunak posizionamenduan zehaztasuna bermatzen du.
- Igorgailu eta eragingailuetan agertu daitezkeen erroreak konpentsatu dezakete.
- Lan-espazioa mugatua da.



Robot besoaren konfigurazioak

► Konfigurazio PARALELOA

- Gough-Stewart plataforma
 - B oinarria eta P plataforma 6 kate-zinematiko askegatik konektaturik daude, independenteak eta askeak.
 - 6 AG ditu.



Eragingailuak: **Transmisoreak**

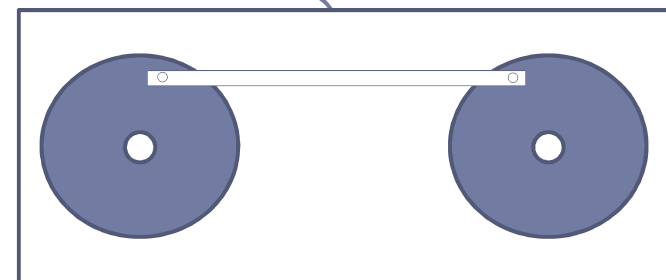
Transmisoreak

Eragingailuetatik artikulazioetara mugimendua transmititzeko arduradunak dira.

Mugimendu zirkularra linealean edo lineala zirkularrean bihurtzeko erabili daitezke. Egiten duten mugimenduaren transformazioaren arabera sailkatu daitezke: **Z - Z**, **Z - L** y **L - Z**.

Trasmisore mota desberdin daude :

- Kateak
- Uhalak
- Kableak
- Lotura zurrunak



zurruna
(egileen irudia)

Eragingailuak: **Erreduktoreak**

Erreduktoreak

Eragingailuaren irteerako abiadura eta momentuari, robotak egin behar dituen mugimenduentzako, balio egokiak ezartzeko arduraduna da.

Robot baten muturrak azelerazio handiak jaso dezakenez, oso garrantzitsua da bere inertzi momentua murriztea.

Mugimendu zirkularra linealean edo lineala zirkularrean bihurtzeko erabili daitezke. Egiten duten mugimenduaren transformazioaren arabera sailkatu daitezke: **Z - Z**, **Z - L** y **L - Z**

Erreduktore mota desberdinak agertzen dira:

- Engranaje-trena
- Erreduktore harmonikoa
- Erreduktore zikloa



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gear-kegelzahnrad.svg>

Eragingailuak: **Eragingailuak**

Eragingailuak

Abiadurazko eta posiziozko kontrol-seinaleak, robotaren artikulazio bakoitzen mugimenduetan transformatzeko arduraduna da. Hau da, artikulazioen higidura sortzen dute.

Inertzi momentua gutxitzeko, eragingailuak (orokorrean pisutsuak) robotaren oinarriaren ondoan egotea ziurtatzen da.

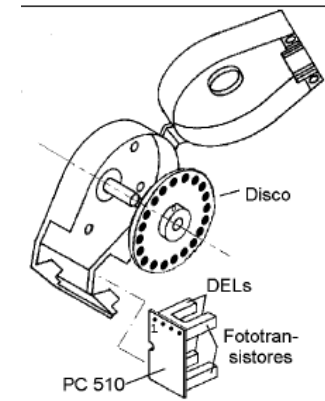
Eragingailu mota desberdinak agertzen dira:

- Pneumatikoak
- Hidraulikoak
- Elektrikoak (motoreak)

SENTSORIZAZIOA

Barruko sentsoreak

- Robotaren barneko egoeraren informazioa lortzeko arduradunak dira (artikulazioen abiadura eta posizioa).
- **Encoderra**: posizio-sentsorea
- **Takometroa**: abiadura-sentsorea



(Scorbot)
gida-liburua

SENTSORIZAZIOA

Kanpoko sentsoreak



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logitech_Quickcam_Pro_4000.jpg

- Robotaren kanpoko egoeraren informazioa lortzeko arduradunak dira, hau da, inguruko datuak jasotzen dituzte.
- **Hurbiltasunezkoak** (ultrauhinak, karrera-amaierakoak..)
- **Ikumenekoak**
- **Indarrezkoak**
- **Ikusmenakoak**

Amaierako elementuak

Funtzioa

- Robotaren inguruarekin zuzenean loturik daudenak.

Ezaugarriak

- Robotari aldakortasun handiago bat eskaintzeen diote.
- Robotarekiko independenteak dira.
- Robot mota bakoitzarekiko bereziki diseinatuak (kostuaren %30a izatera hel daiteke).
- Robot besoaren fabrikatzaileak eta amaierako elementuenak desberdinak dira.

Sailkapena

- Lokailu: Pintzak, bentosak, elektroimanak, eta abar.
- Operazioa: Soldadura, ebaketa, pintura, eta abar