

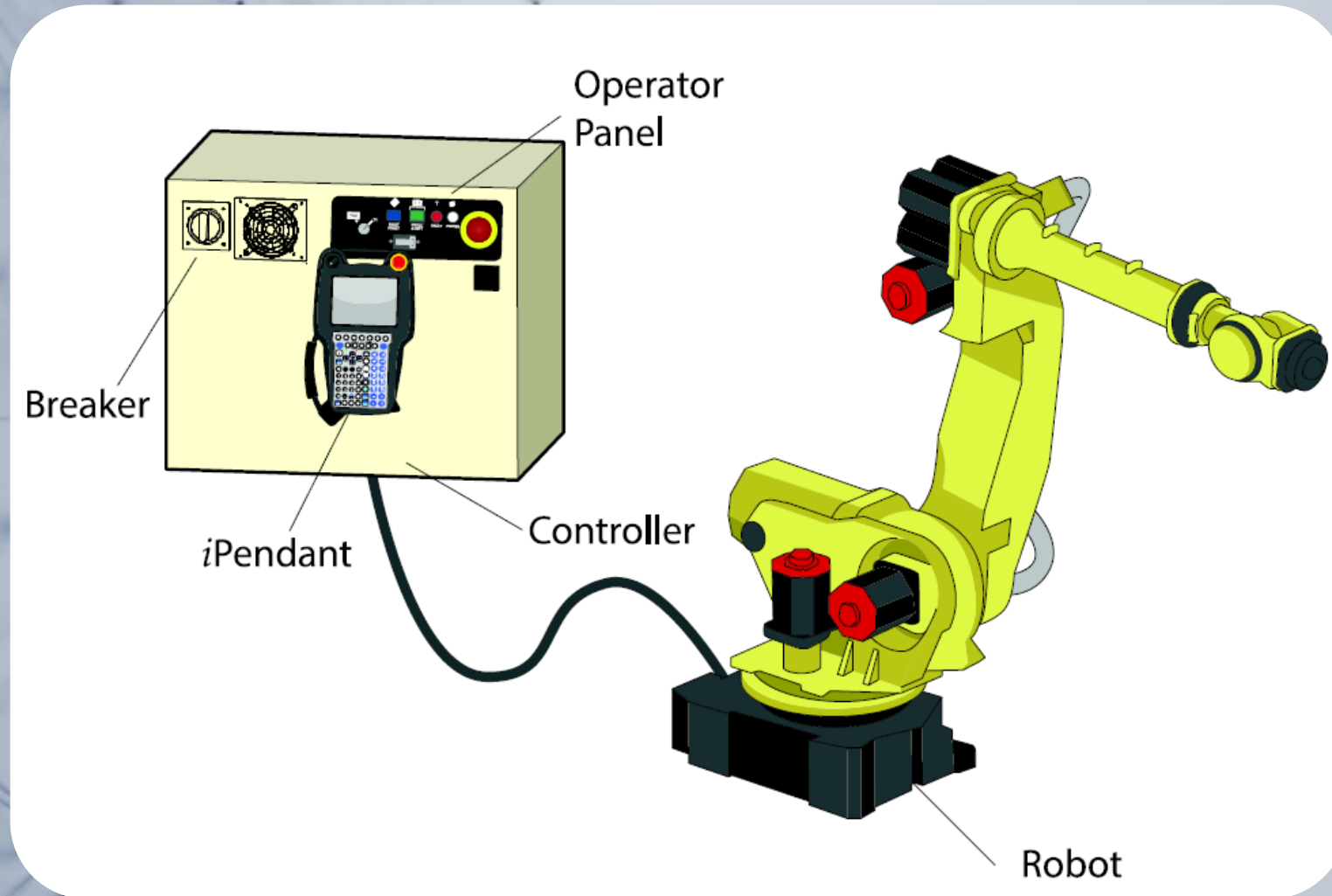
OHJELMOINNIN PERUSTEET – FANUC

AVERTAS ROBOTICS OY

KOULUTTAJA: PYRY LAUKKANEN, AVERTAS ROBOTICS

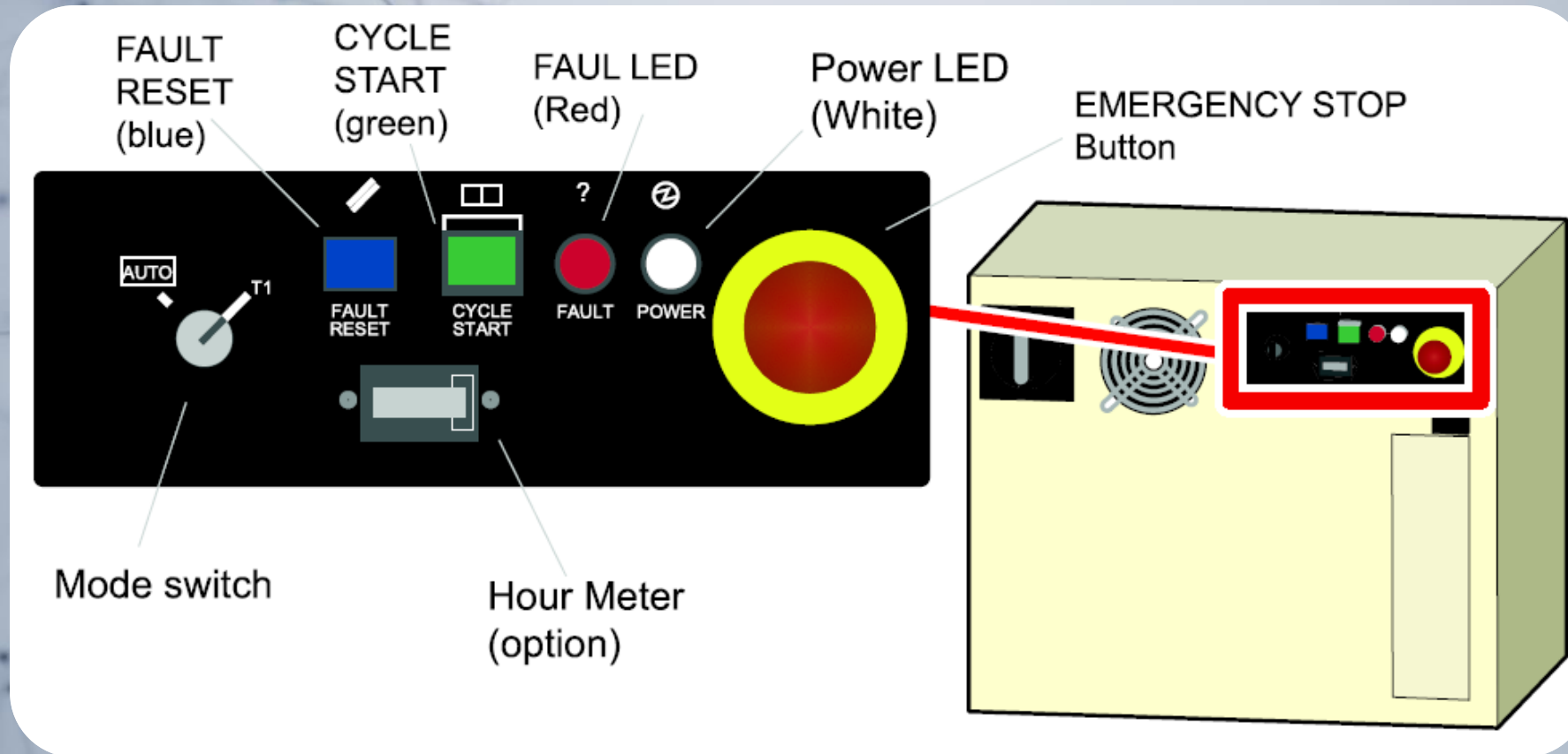


ROBOTTIJÄRJESTELMÄ - ESITTELY



OHJAUSKAAPPI - TURVALAITTEET

Käynnistyspaneeli

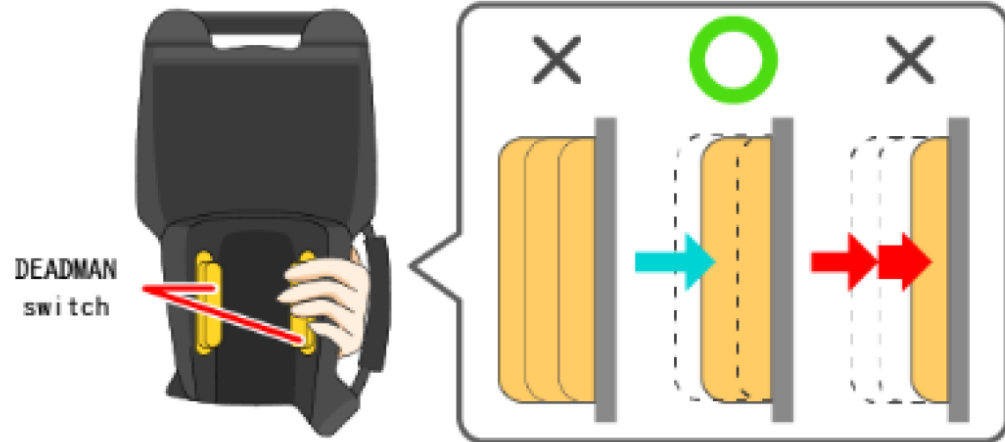


OPETUSYKSIKKÖ - TURVALAITTEET

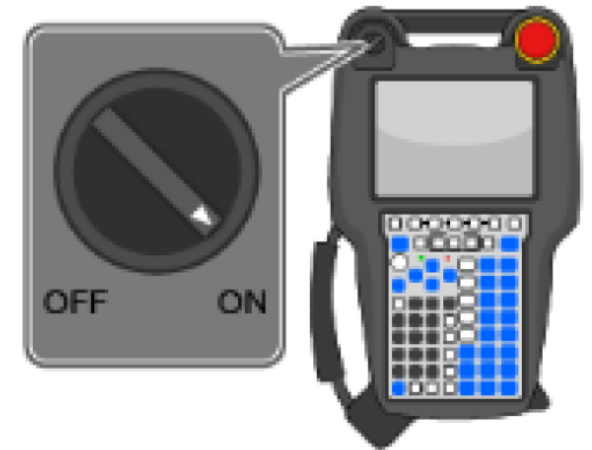
Hätäseis



Kuolleenmiehenkytkin

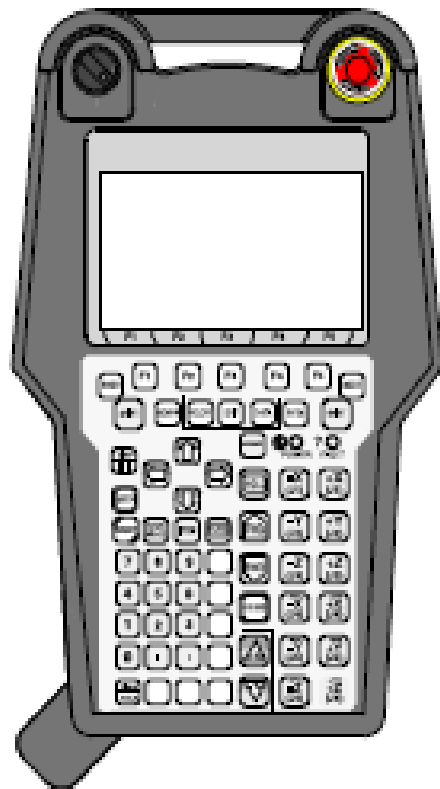


Pendant ON/OFF

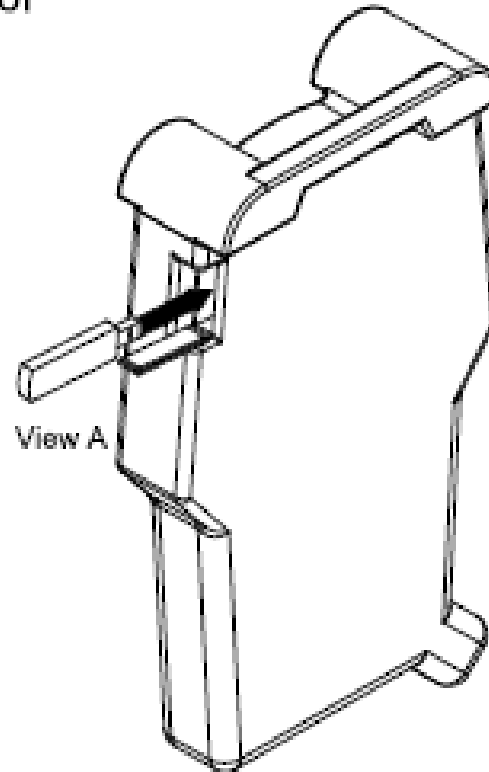


OPETUSYKSIKKÖ - LIITÄNNÄT

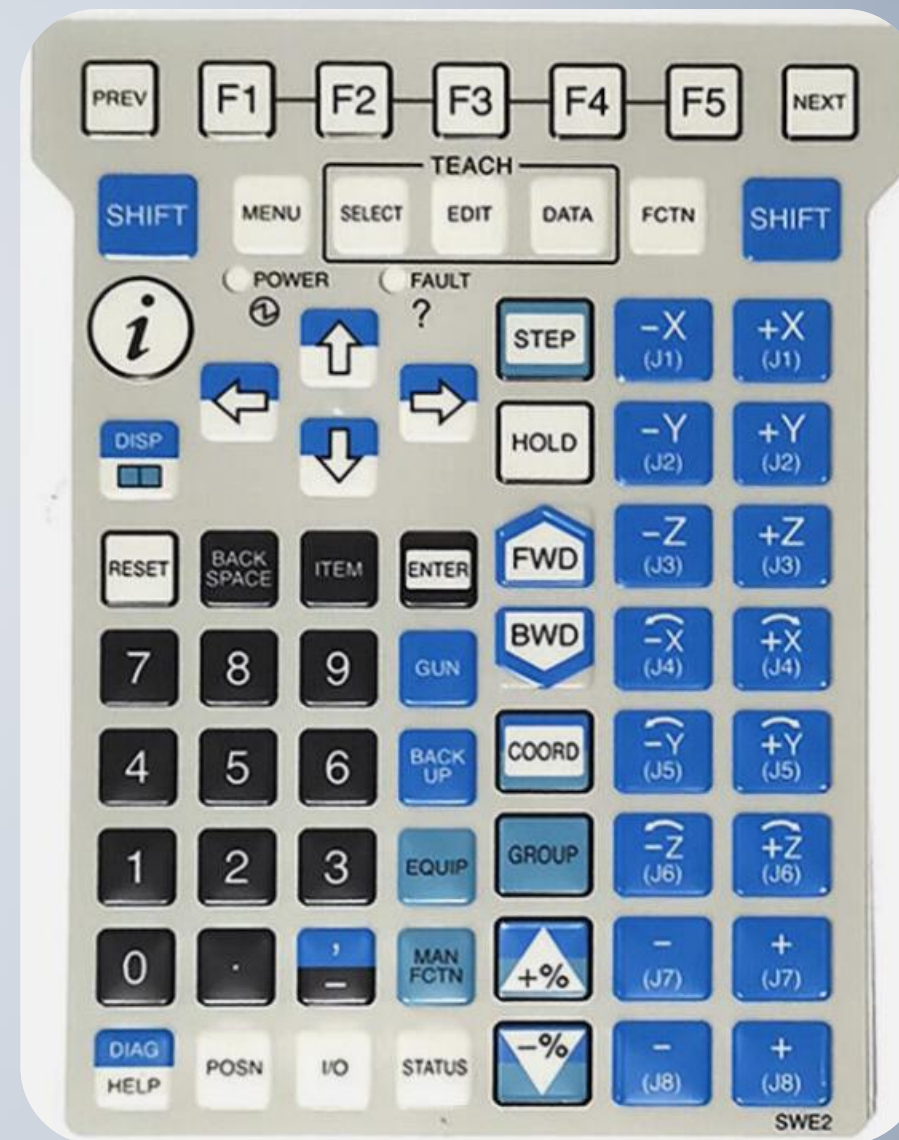
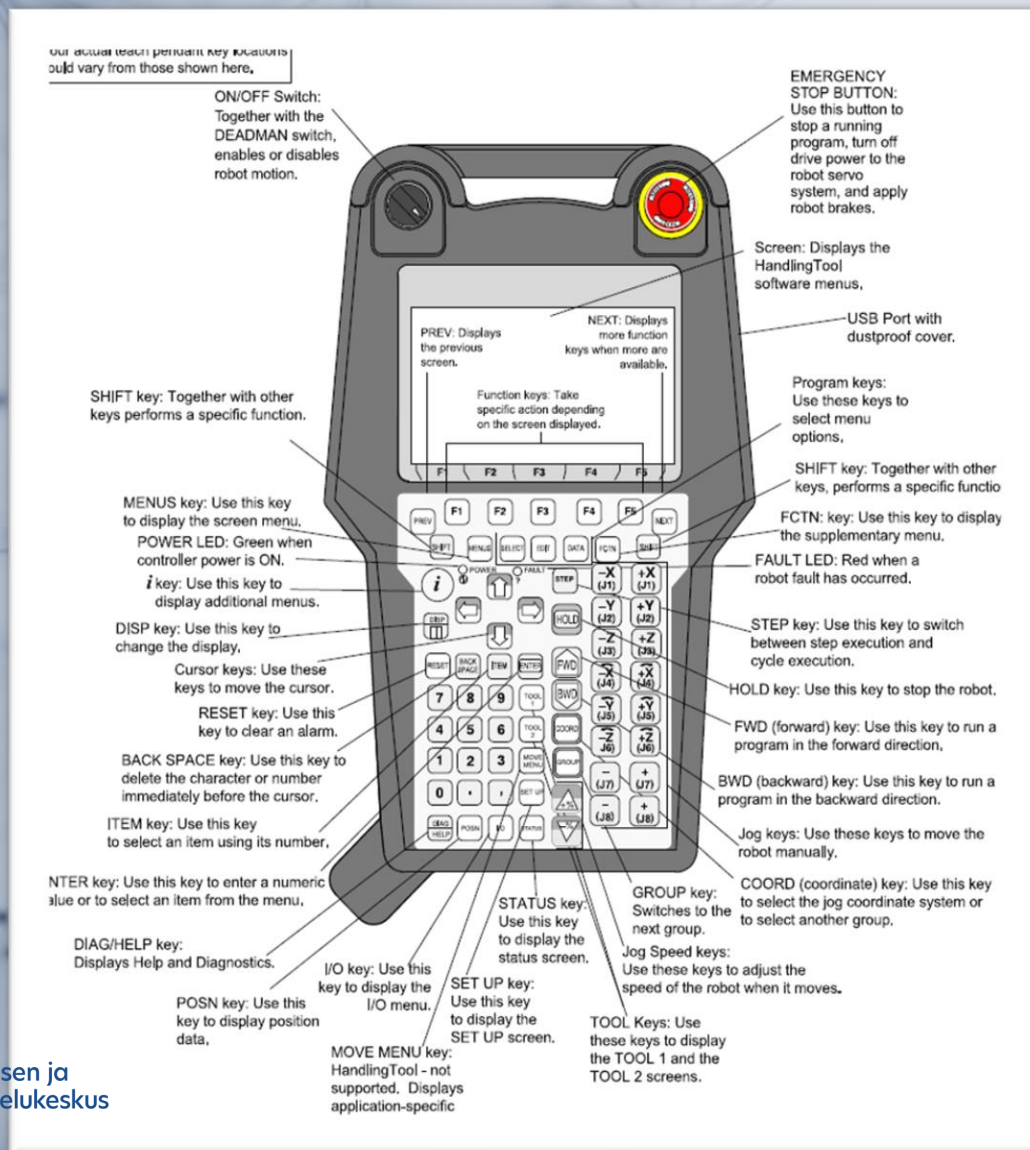
USB-portti opetusyksikössä



USB Port (UT1:)
with dustproof
cover
See View A



OPETUSYKSIKKÖ - PAINIKKEET

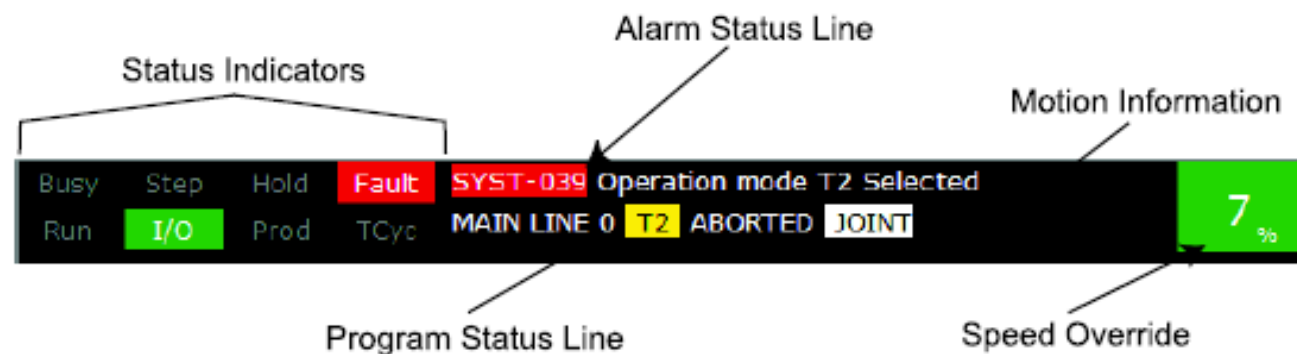


OPETUSYKSIKKÖ - NÄYTTÖ

Näytön näkymä

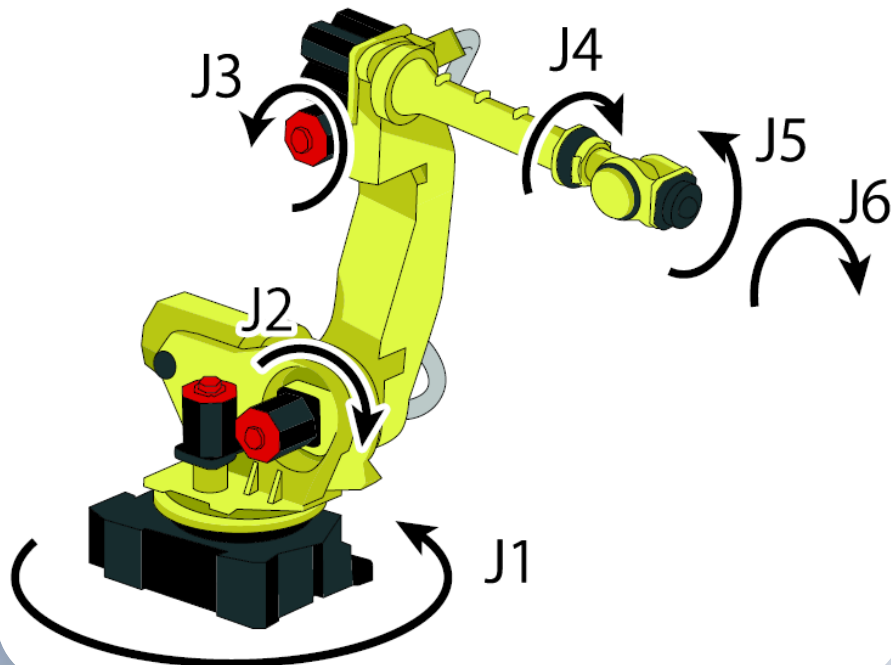


Näytön yläpalkki



ROBOTIN KÄSIAJOKOORDINAATISTOT

Nivelkoordinaatisto "JOINT"

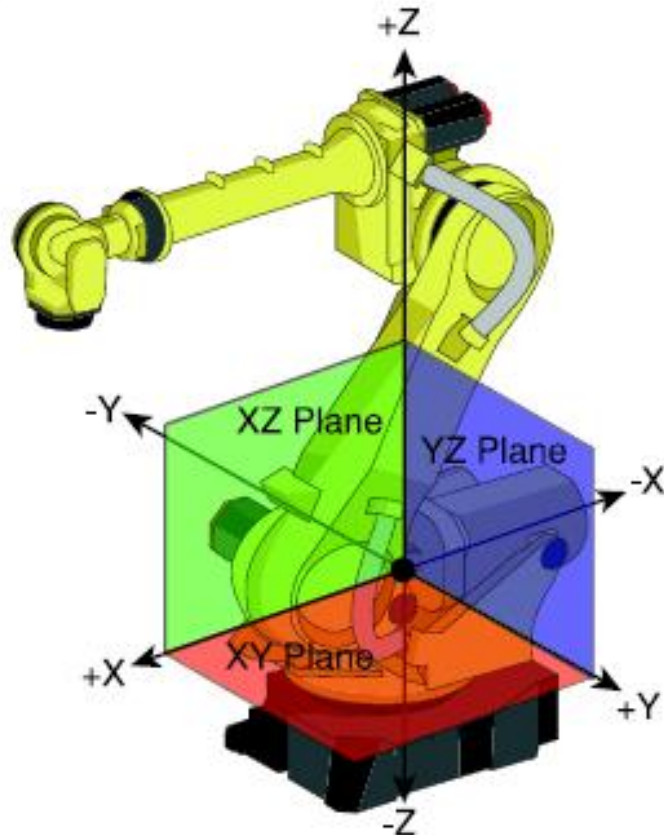


Koordinaatisto valitaan **COORD**-painikkeella

Robotin nivelet liikkuvat toisistaan riippumattomasti

ROBOTIN KÄSIAJOKOORDINAATISTOT

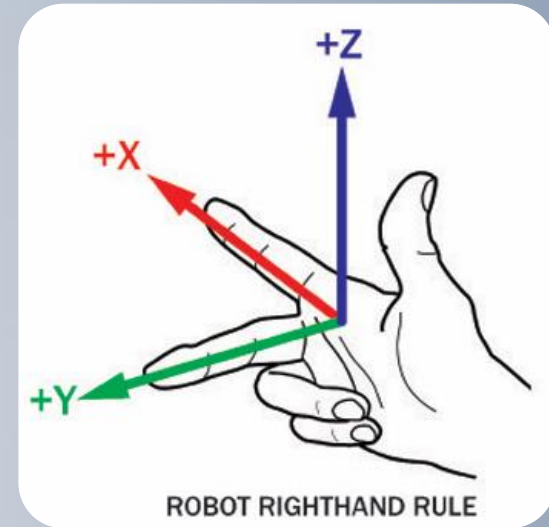
Suorakulmainen
koordinaatisto "WORLD"



Robotin työkalupiste liikkuu X-, Y- ja Z-akselien suuntaisesti, sekä kiertyy niiden ympäri

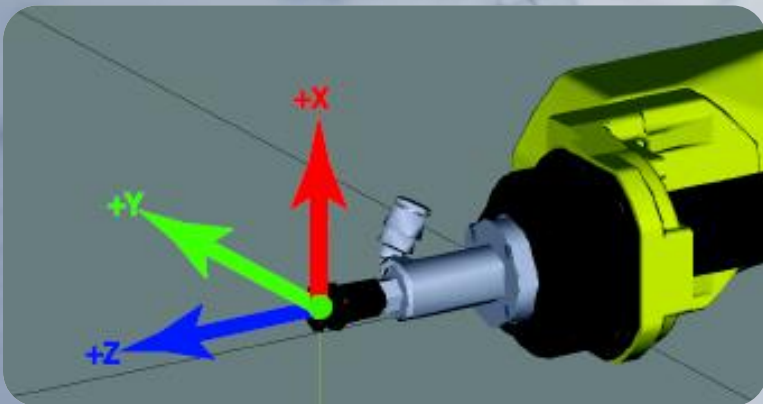
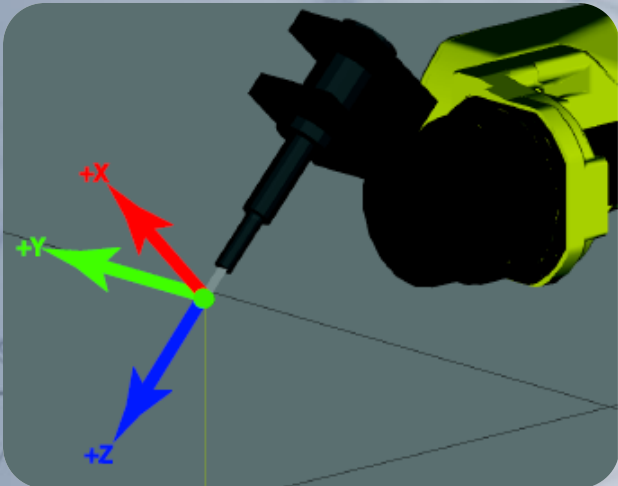
Liikesuunnat pysyvät samoina riippumatta robotin asennosta

Suunta X+ on robotin kaapeleista eteenpäin. Loput suunnat määrittyvät "oikean käden säännön" mukaisesti



ROBOTIN KÄSIAJOKOORDINAATISTOT

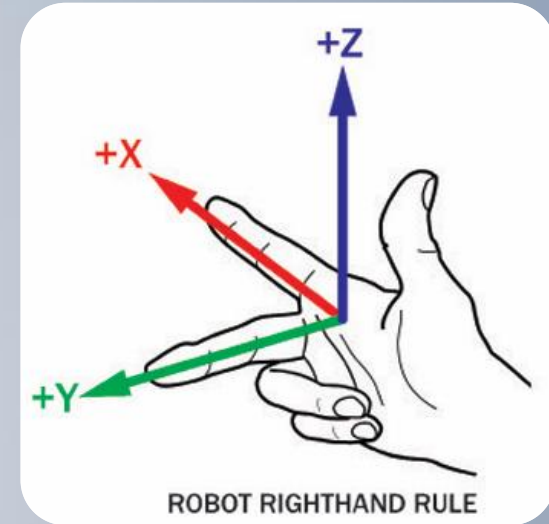
Työkalukoordinaatisto "TOOL"



Robotin työkalupiste liikkuu X-, Y- ja Z-akselien suuntaisesti, sekä kiertyy niiden ympäri

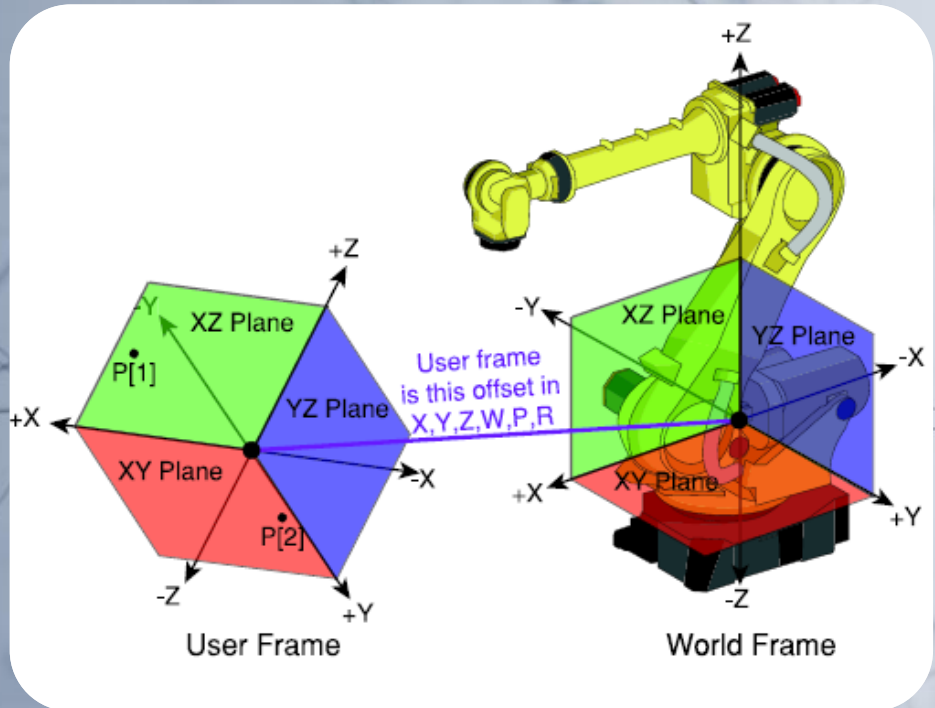
Liikesuunnat muuttuvat robotin työkalun asennon mukana

Aktiivisen työkalupisteen valinta
SHIFT + COORD näppäinyhdistelmällä



ROBOTIN KÄSIAJOKOORDINAATISTOT

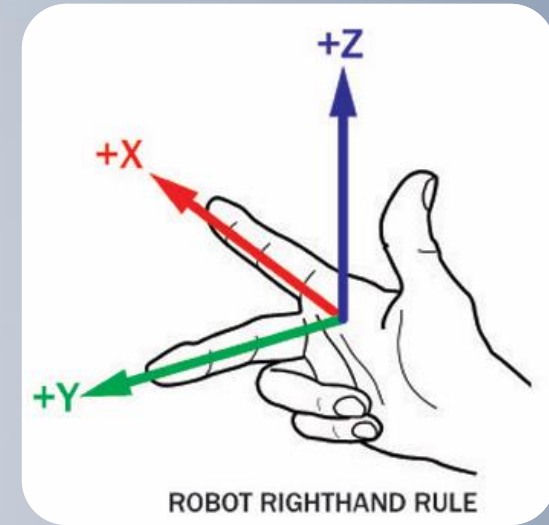
Käyttäjäkoordinaatisto "USER"



Robotin työkalupiste liikkuu käyttäjän määrittämän koordinaatiston X-, Y- ja Z-akselien suuntaisesti ja kiertyy niiden ympäri

Liikesuunnat pysyvät samoina robotin asennosta riippumatta

Aktiivisen käyttäjäkoordinaatiston valinta SHIFT + COORD näppäinyhdistelmällä



ROBOTIN KÄSIAJO

- 1)** Valitse T1 tila ohjauskaapin valintakytkimellä
- 2)** Aseta opetusyksikkö käyttöön ON/OFF kytkimellä
- 3)** Valitse käyttöön sopiva käsiajokoordinaatisto COORD painikkeella
- 4)** Valitse sopiva käsiajonopeus – ja + painikkeilla
- 5)** Kytke servovirta päälle painamalla ”kuolleenmiehenkytkintä” keskiasentoon
- 6)** Pidä ”kuolleenmiehenkytkin” painettuna, paina RESET ja SHIFT. Pidä SHIFT painettuna koko ajan
- 7)** Aja robottia akseliajonäppäimillä

TOOL FRAMEN KALIBROINTI

Rahoittaja

Jatkuvan oppimisen ja
työllisyyden palvelukeskus

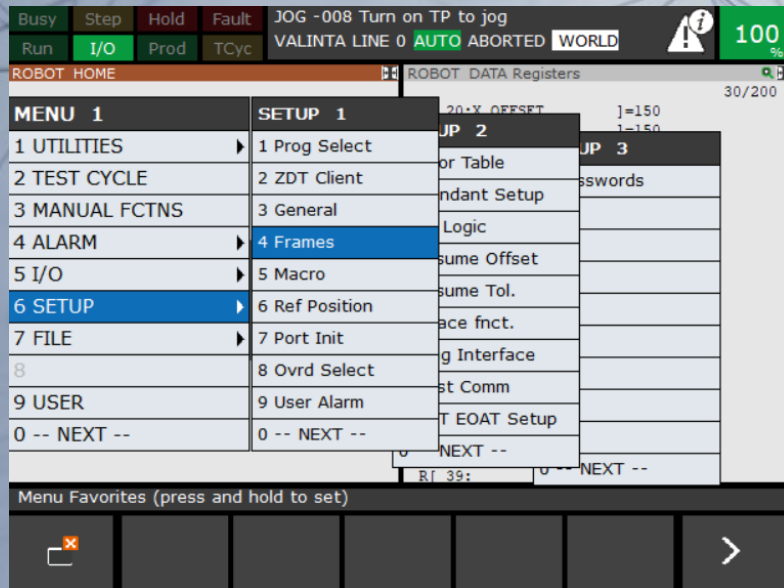


Tavoite (vaihtoehto 1 tai 2):

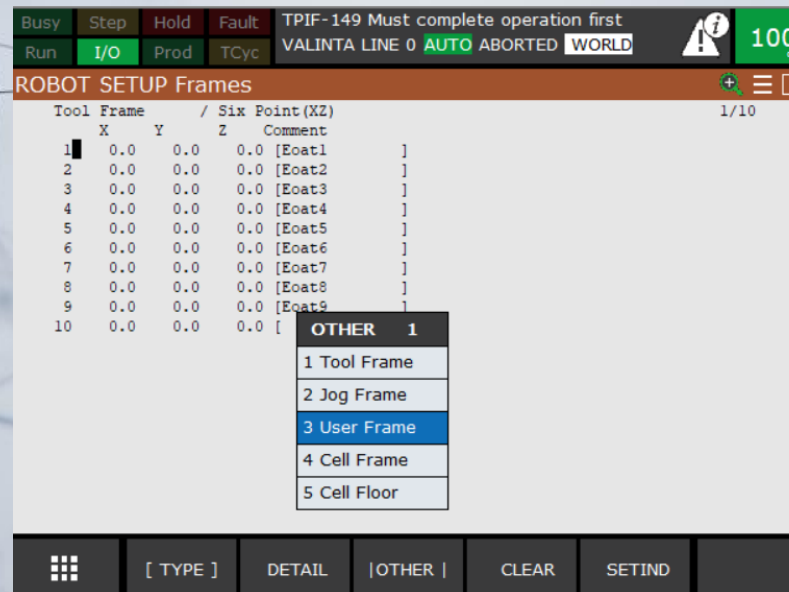
- 1) Työkalun keskipisteen kalibrointi (Three point, Six Point (XZ)) (esim. hitsauslangan pää)
- 2) Työkalun keskipisteen mittaaminen ja määrittäminen numeerisesti (tarttuja)

TCP = Tool Center point =
Työkalupiste

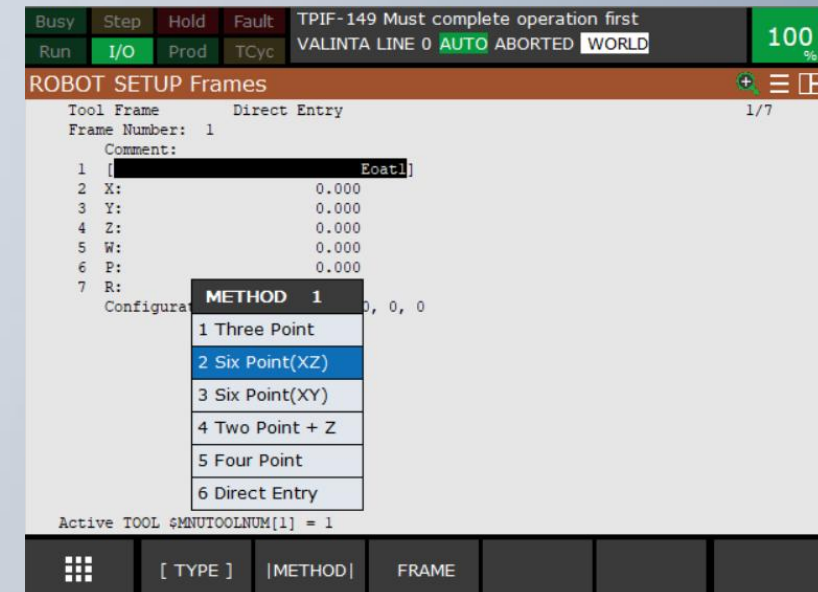
1. MENU – SETUP – FRAMES



2. OTHER: Frame tyypin valinta



3. Kalibrointimetodin valinta



TOOL FRAMEN KALIBROINNIN TARKISTUS

- 1.** Kun kalibrointi on valmis, valitaan työkalupiste käyttöön painamalla SHIFT + COORD ja kirjoitetaan TOOL-FRAME numero.
- 2.** Viedään työkalupiste lähelle tarkistuskärkeä tai pistemäistä kohdetta. Pyöritetään WORLD-koordinaatiston XYZ-kiertokulmilla ja tarkistetaan kuinka hyvin TCP pysyy paikallaan.
- 3.** Tarkistetaan vielä työkalun Z-suunta. Käytä TOOL-koordinaatistoa ja tarkista mihin suuntana robotti liikkuu Z+ ja Z- suunnilla. Yleisesti Z+ on poispäin työpinnasta.

TCP = Tool Center point =
Työkalupiste



USER FRAMEN KALIBROINTI

Tavoite:

Tehdään taso, joka helpottaa ohjelmointia ja laskentaa sekä mahdollistaa pisteiden helpon siirtämisen tulevaisuudessa.

TCP = Tool Center point =
Työkalupiste

1. MENU – SETUP – FRAMES

The screenshot shows the robot's main menu with 'MENU 1' selected. Under 'MENU 1', '4 ALARM' is expanded to show '4 Frames'. The '4 Frames' option is highlighted in blue. The background shows the robot's status bar with 'VALINTA LINE 0 AUTO ABORTED WORLD' and '100%'.

2. OTHER: Frame tyypin valinta

The screenshot shows the 'ROBOT SETUP Frames' screen. A table lists 10 frames with columns for X, Y, Z, and Comment. An 'OTHER' menu is open, showing options: '1 Tool Frame', '2 Jog Frame', '3 User Frame' (highlighted), '4 Cell Frame', and '5 Cell Floor'. The status bar at the top shows 'TPIF-149 Must complete operation first' and '100%'.

Tool Frame	X	Y	Z	Comment
1	0.0	0.0	0.0	[Eoat1]
2	0.0	0.0	0.0	[Eoat2]
3	0.0	0.0	0.0	[Eoat3]
4	0.0	0.0	0.0	[Eoat4]
5	0.0	0.0	0.0	[Eoat5]
6	0.0	0.0	0.0	[Eoat6]
7	0.0	0.0	0.0	[Eoat7]
8	0.0	0.0	0.0	[Eoat8]
9	0.0	0.0	0.0	[Eoat9]
10	0.0	0.0	0.0	[Eoat10]

3. METHOD: Three Point

The screenshot shows the 'ROBOT SETUP Frames' screen with the 'Three Point' method selected. The 'Orient Origin Point' is set to 'UNINIT'. The status bar at the top shows 'TPIF-149 Must complete operation first' and '100%'.

```

User Frame      Three Point
Frame Number:  1
X:  0.0  Y:  0.0  Z:  0.0
W:  0.0  P:  0.0  R:  0.0
Comment:
[
  UFrame1]
Orient Origin Point: UNINIT
X Direction Point:  UNINIT
Y Direction Point:  UNINIT
    
```

Suunnat:

- **Orient Origin:** Luodaan origo, esimerkiksi lavan kulma. Kannattaa käyttää samoja suuntia kuin robotin WORLD-suunnat
- **X Direction Point:** Origosto X-suuntaan. Origo ja X pisteen välinen suoruus määrittää Y suunnan (90 astetta Origo ja X suhteen)
- **Y Direction Point:** Tällä määritetään Y:n suunta, joka määrittää myös pinnan kallistuksen ja onko Z+ ylös vai alas

USER FRAMEN KALIBROINNIN TARKISTUS

- 1.** Kun kalibrointi on valmis, valitaan haluttu **työkalupiste** käyttöön painamalla SHIFT + COORD ja kirjoitetaan oikea TOOL FRAME numero.
- 2.** Viedään työkalupiste lähelle juuri tehdyn USER FRAME:n X-suuntaa (esimerkiksi lavan reuna).
- 3.** Valitaan haluttu **USER FRAME** käyttöön painamalla SHIFT + COORD ja kirjoitetaan oikea USER FRAME numero.
- 4.** Vaihdetaan käsiajokoordinaatistiksi **USER** painamalla COORD-näppäintä
- 5.** Liikutetaan robottia **USER**-koordinaatistossa. Robotin TCP:n tulisi kulkea luodun koordinaatiston mukaisesti esim. lavan reunaa pisin.

Rahoittaja



Jatkuvan oppimisen ja
työllisyyden palvelukeskus

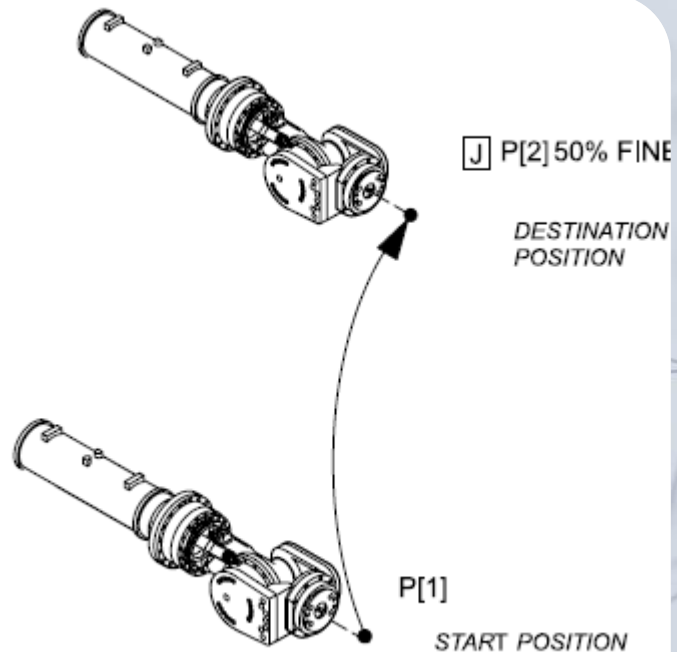
poke
POHJOISEN KESKI-SUOMEN
AMMATTIOPISTO

OHJELMAN LUOMINEN

- 1)** Siirry SELECT painikkeella ohjelman valinta valikkoon
- 2)** Paina CREATE F2 painikkeella tai kosketusnäytöltä
- 3)** Anna ohjelmalle nimi. Ohjelman nimi täytyy alkaa kirjaimella
- 4)** Hyväksy nimi ENTER painikkeella
- 5)** DETAIL painamalla pääsee ohjelman lisäasetuksiin kuten kommentin lisäys, kirjoitussuoja ym.
- 6)** Hyväksy ohjelma ENTER painikkeella
- 7)** Uusi työ aukeaa näytölle ja voit aloittaa ohjelman luonnin

OHJELMALLISET LIIKETYYPIT

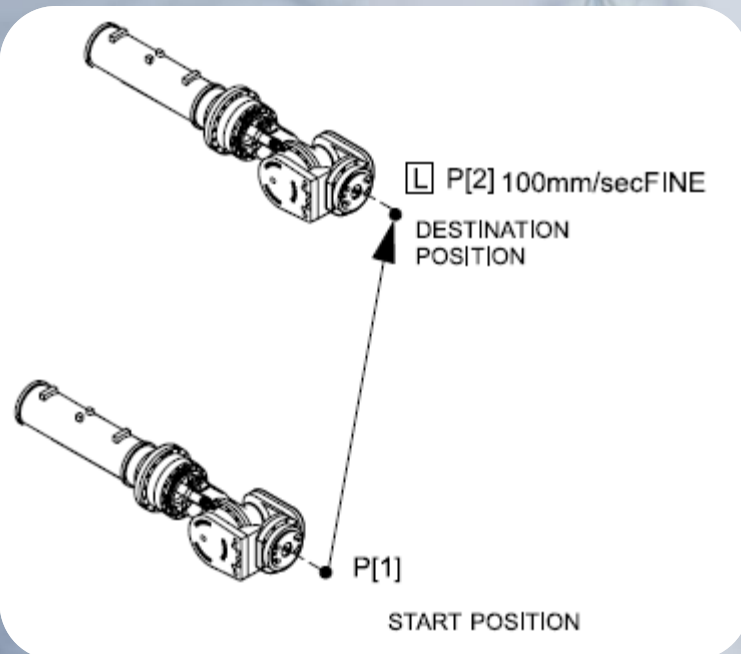
Nivelliike "J"



- Nivelliike J eli "Joint". Työkalupistettä ei kontrolloida
- Käytetään siirtymisiin, joissa robotin ei tarvitse liikkua seuraavaan pisteeseen suoraviivaisesti
- Kaikki akselit perillä yhtä aikaa
- Nopeusmäärittely 0-100%
- Esimerkki: J P[1] 100% FINE

OHJELMALLISET LIKETYYPIT

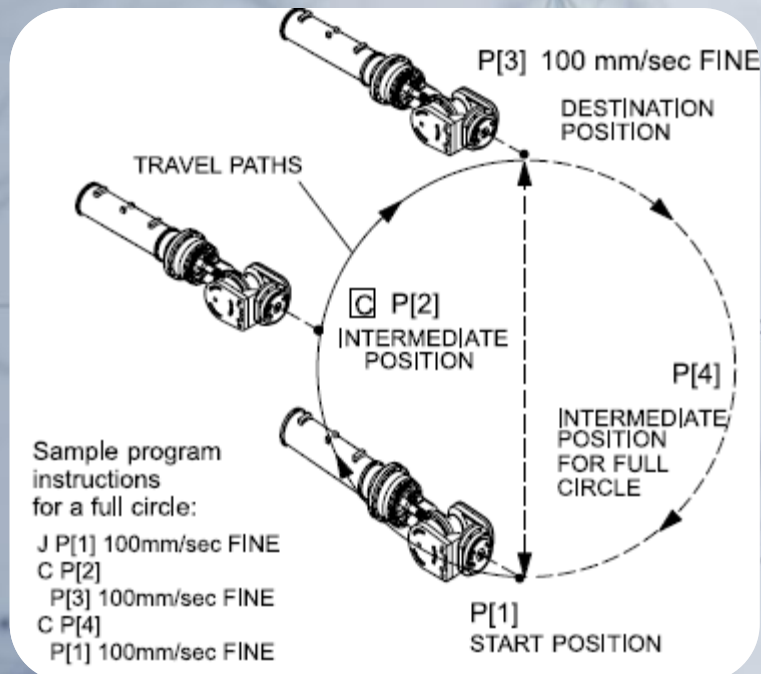
Lineaariliike "L"



- Lineaariliike L eli "Linear". Pisteiden välinen liike lasketaan suoraviivaisesti.
- Työkalupistettä kontrolloidaan koko liikkeen ajan
- Nopeusmäärittely 0-2000mm/sec
- Esimerkki: L P[1] 100mm/sec FINE

OHJELMALLISET LIKETYYPIT

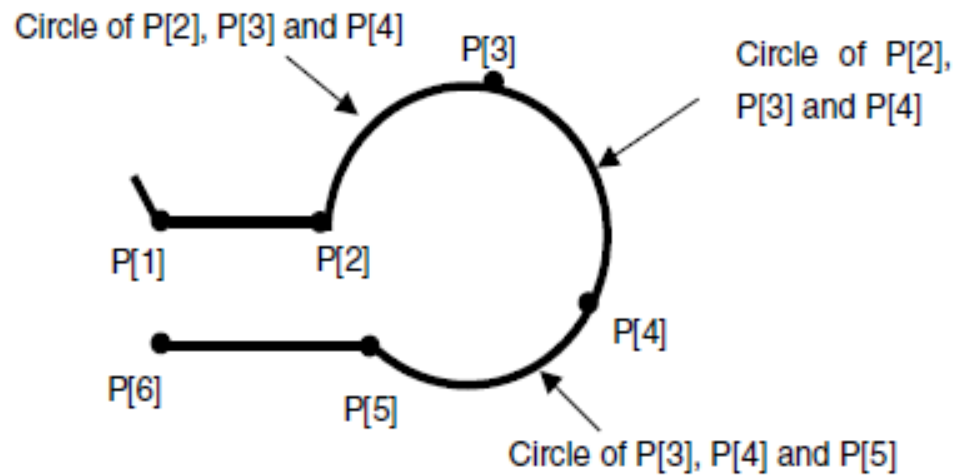
Ympyräliike "C"



- Ympyräliike C eli "Circular". Robotti luo kaaren annetuista pisteistä
- Kaaren muodostusta varten ennen kaarta vaaditaan J tai L liikepiste. C liikekomento sisältää kaksi liikepistettä
- Työkalupistettä kontrolloidaan koko liikkeen ajan
- Nopeusmäärittely 0-2000mm/sec
- Esimerkki: L P[1] 100mm/sec FINE
C P[2]
P[3] 100mm/sec FINE

OHJELMALLISET LIIKETYYPIT

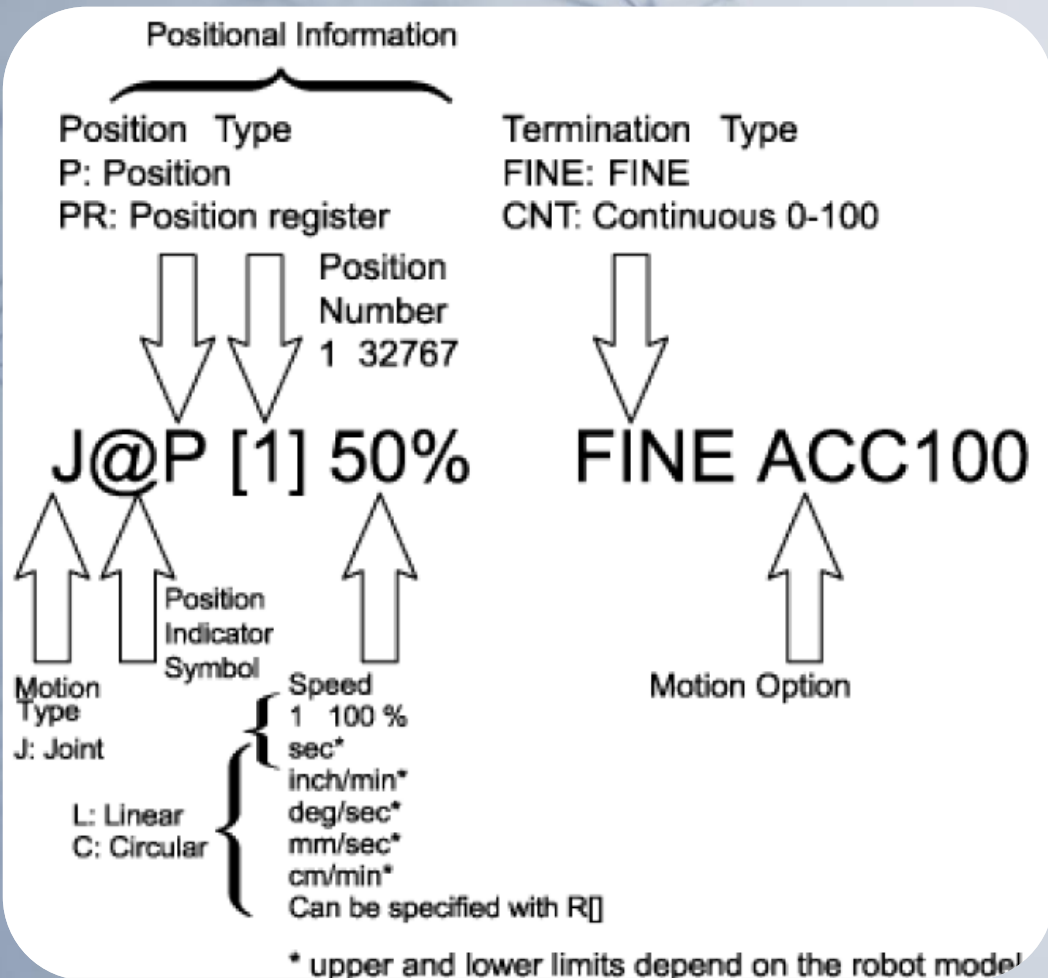
Kaariliike "A"



- Kaariliike A eli "Circular Arc". Robotti luo kaaren annetuista pisteistä
- Kaaren muodostusta varten vaaditaan vähintään kolme Circular Arc-pistettä
- Nopeusmäärittely 0-2000mm/s
- Esimerkki:
 - L P[1] 100mm/sec CNT100
 - L P[2] 100mm/sec CNT100
 - A P[3] 100mm/sec CNT100
 - A P[4] 100mm/sec CNT100
 - A P[5] 100mm/sec FINE
 - L P[6] 100mm/sec CNT100

OHJELMALLISET LIIKETYYPIT- LISÄTIETOJA

Liikepisteen asetukset



Liikepisteen riviltä voidaan nähdä:

- Liikemuoto
- Onko piste saavutettu
- Pisteen paikkarekisterin numero
- Liikenopeus
- Paikoitustarkkuus
- Liikkeen lisäasetukset

OHJELMAPISTEEN LUOMINEN

Tyhjien rivien teko ohjelmaan

1. EDIT CMD
2. Valitse Insert
3. Kirjoita haluttujen tyhjiä rivien määrä

Ohjelmapisteen luominen

1. Aja robotti haluamaasi sijaintiin
2. Valitse END rivi tai tyhjä rivi (jos rivillä on jo piste se ylikirjoitetaan)
3. Siirry rivin vasempaan reunaan
4. Luo piste painamalla POINT tai SHIFT + POINT, F1 painikkeella tai kosketusnäytöltä
5. Valitse haluttu liikemuoto
6. Kun piste on luotu aseta haluttu nopeus, sekä paikoitustarkkuus

OHJELMAN VALITSEMINEN JA AJAMINEN

Luodun ohjelman valitseminen

- 1) Paina SELECT
- 2) Etsi listasta haluttu työ ja paina ENTER
- 3) Näytölle aukeaa valittu ohjelma

Koeajo rivi kerrallaan:

- 1) Valitse **STEP** painikkeella liike kerrallaan toteutettava ajo
- 2) STEP tila on käytössä kun näytön **yläreunan STEP** palaa keltaisena. **FWD** painike toteuttaa aina vain yhden käskyn

Valitun ohjelman ajaminen

- 1) Kytke servovirta kuolleenmiehenkytkimellä, Paina **SHIFT** pohjaan ja näpäytä **FWD** painiketta.
- 2) Robotti suorittaa ohjelmaa niin pitkään kuin **SHIFT** painiketta pidetään pohjassa
- 3) Liikenopeus määräytyy asetetun ajonopeuden perusteella, kuitenkin maksimissaan käsiajolle määritetyn **250mm/sec** nopeudella (turvanopeus)

OHJELMAN MUOKKAAMINEN

Ohjelmapisteen sijainnin muutos

- 1) Siirry riville jota haluat muuttaa ja siirrä robotti haluttuun uuteen asentoon.
- 2) Muuta sijainti painamalla **SHIFT + TOUCHUP**

Ohjelmapisteen arvojen muuttaminen

- 1) Siirry riville jota haluat muuttaa
- 2) Siirry rivillä oikealle muutettavan arvon päälle (nopeus, paikoitustarkkuus ym.)

Rivin poistaminen

- 1) Siirry riville jonka haluat poistaa
- 2) Paina EDCMD
- 3) Valitse DELETE
- 4) Valitse poistettava alue, paina YES

Tyhjän rivin lisääminen käskyjen väliin

- 1) Siirry riville jonka yläpuolelle haluat rivin lisätä
- 2) Paina EDCMD
- 3) Valitse INSERT
- 4) Aseta haluttu rivimäärä ja paina ENTER

KÄSKYJEN LUONTI OHJELMAAN

Instruction valikko

INST-painiketta painamalla saadaan auki käskylistä. Luettelosta löytyy ohjelmoinnissa tarvittavat käskyt

- **Registers:** rekisterit, esim. laskentaa varten
- **I/O:** tulo- ja lähtökäskyt
- **IF/SELECT:** IF lausekkeet, jos jokin on toivotusti tehdään jokin toiminto
- **WAIT:** odotuskäsky, esim. tulotiedon odotus tai aikaodotus
- **JMP/LBL:** hyppykäsky, voidaan hypätä esim. ohjelman lopusta alkuun
- **CALL:** ohjelmakutsu, voidaan kutsua ohjelman sisässä olemassa olevaa toista ohjelmaa

TULO- JA LÄHTÖSIGNAALIT

Tulot / Inputs

Tulot on signaalitietoja robotin oheislaitteilta. Esimerkiksi sorvin sen hetkisiä tilatietoja voidaan tarkastella.

Tulojen tilan tarkistaminen valikon kautta

- 1) Paina MENU / IO / Digital tai Robot
- 2) Näyttöön aukeaa Output tiedot, paina IN/OUT painiketta vaihtaaksesi Input näkymään

Tarkennus

Digital – robottiin kuulumattomat signaalit

Robot – robottiin liitettyjen laitteiden signaalit

TULO- JA LÄHTÖSIGNAALIT

Lähdöt / Outputs

Lähdöt on signaalitietoja robotin oheislaitteille. Esimerkiksi tarttujan ohjaus auki/kiinni.
Lähtöjen ohjaaminen valikon kautta

1) Paina **MENU / IO / Digital** tai **Robot**

2) Näyttöön aukeaa Output tiedot

3) Siirry halutun signaalin riville kohtaan **STATUS**

Vaihtaa tilaa painamalla painikkeilla F4 tai F5, tai kosketusnäyttöä käyttäen kohdasta ON tai OFF

Tarkennus

Digital – robottiin kuulumattomat signaalit

Robot – robottiin liitettyjen laitteiden signaalit

TULO- JA LÄHTÖSIGNAALIT

Input-signaalien hallinta ohjelmassa

Tulojen tilaa luetaan ohjelmassa **WAIT** käskyn avulla (**WAIT ...=...**).

Esim.

WAIT DI[1]=ON (rivillä pysytään niin pitkään että ehto toteutuu)

Tarkennus

DI = Digital Input

RI = Robot Input (EE-interface robotin varressa)

TULO- JA LÄHTÖSIGNAALIT

Output-signaalien hallinta ohjelmassa

Lähdöt asetetaan käskyllä DO tai RO käskyllä (DO []=...)

Esim.

DO [1]=ON (Digital Out 1 tila asetetaan päälle)

Tarkennus

DO = Digital Output

RO = Robot Output (EE-interface robotin varressa)

KAPPALEEN HAKU JA VIENTI- OHJELMA

Tavoite:

Yhden ohjelman teko, jossa suoritetaan kappaleen haku noutopaikasta ja vienti jättöpaikkaan. Nimetään ohjelma nimellä Harjoitus3.

Käytettävät elementit:

Liikepisteet J ja L

Tarttujan leuat kiinni/auki käskyt (RO tai DO)

Jos tarttujassa anturit, niin WAIT IN-käsky varmistukseen (RI tai DI)

WAIT-käskyllä "timer", hidastetaan robottia

HARJOITUS 3

KAPPALEEN HAKU JA VIENTI-OHJELMA, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: J P[1] 30% FINE	Aloitus liikepiste, turva- tai kotiasema
2: J P[2] 30% CNT100	Siirtymä liikepiste, noutopaikan yläpuolelle
4: L P[3] 200mm/sec CNT100	Kaksiosaisen lähestymisen nopea osuus, välipiste
5: L P[4] 50mm/sec FINE	Kaksiosaisen lähestymisen hidas osuus, alapiste
6: RO[2]=ON	Robot OUT 2 ohjaus päälle, esim. tartunta kappaleeseen
7: WAIT RI[2]=ON	Robot IN 2 odotus ON tilaan, esim. tartunnan varmistusanturi
8: WAIT 1.00(sec)	1 sekunnin odotus
9: L P[3] 50mm/sec CNT100	Poistuminen tarttumispisteestä hitaasti, lyhyt nousu
10: L P[2] 50mm/sec CNT100	Poistuminen tarttumispisteestä hitaasti, lyhyt nousu
11: J P[6] 100% CNT100	Siirtymä jättöpaikan yläpuolelle
12: L P[7] 200mm/s CNT100	Kaksiosaisen lähestymisen nopea osuus, välipiste
13: L P[8] 50mm/s FINE	Kaksiosaisen lähestymisen hidas osuus, piste jossa kappale jätetään
14: RO[2]=OFF	Robot OUT 2 ohjaus pois päältä, esim. päästetään irti kappaleesta
15: WAIT RI[2]=OFF	Robot IN 2 odotus ON tilaan, esim. tartunnan varmistusanturi
16: L P[9] 50mm/s CNT100	Hidas liike ylös jättöpaikasta
17: J P[1] 30% FINE	Liike kotiasemaan

REKISTERIT

Mihin rekistereitä käytetään?

- Numeerisia muistipaikkoja
 - Lukuarvoja tallennus ja käsittely ohjelman aikana
 - Laskenta, kappalemäärien seuranta, ohjelmavalinta, prosessiparametrit, mitat

Rekisteriarvoja voidaan lukea, muuttaa ja verrata ohjelman aikana, mikä mahdollistaa joustavan ja ehdollisen ohjelmoinnin.

```

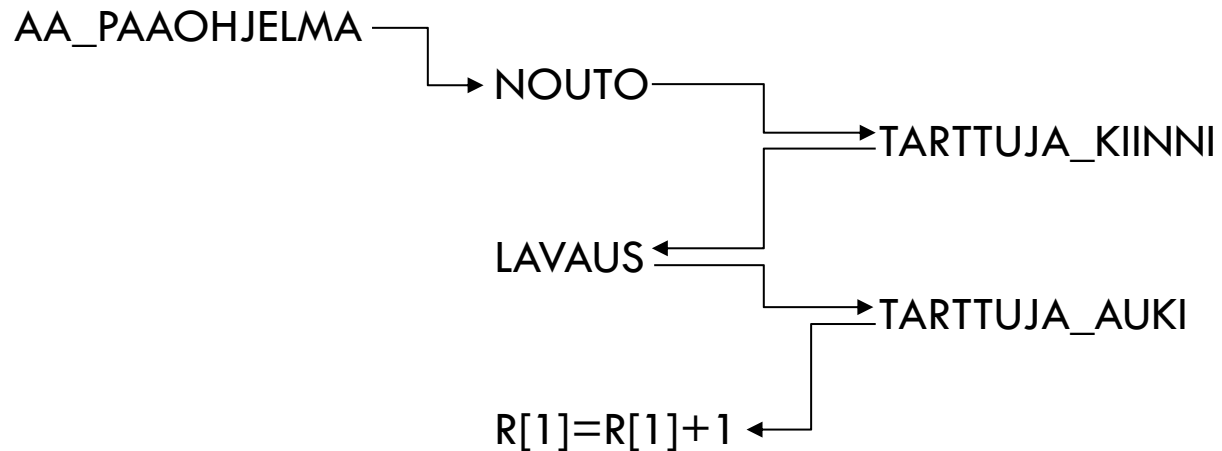
DATA Registers
1/200
R[ 1:Lava valmis ]=1
R[ 2: ]=0
R[ 3: ]=0
R[ 4: ]=0
R[ 5:Halkaisija ]=200
R[ 6:Sade ]=100
R[ 7: ]=0
R[ 8: ]=0
R[ 9: ]=0
R[ 10:X_CUR ]=0
R[ 11:X_MAX ]=3
R[ 12:Y_CUR ]=3
R[ 13:Y_MAX ]=3
R[ 14: ]=0
R[ 15: ]=0
R[ 16: ]=0
R[ 17: ]=0
R[ 18: ]=0
R[ 19: ]=0
R[ 20:X_OFFSET ]=150
R[ 21:Y_OFFSET ]=150
Press ENTER
  
```

Esimerkkikäsky, laskenta

$R[10]=R[10]+1$

Tavoite ja ohjelmarakenne:

Ohjelma, jossa suoritetaan asiat aliohjelmissa. Lisätään myös kappalelaskuri. Aluksi pitää tehdä kyseiset aliohjelmat: TARTTUJA_KIINNI, TARTTUJA_AUKI, NOUTO ja LAVAUS.



Käytettävät elementit:

Tarttujan leuat kiinni/auki
käskyt (**RO** tai **DO**)

Jos tarttujassa anturit, niin
WAIT IN-käsky varmistukseen
(**RI** tai **DI**)

CALL-aliohjelmakutsu

Liikepisteet **J** ja **L**

Rekisterikäsky laskentaan

HARJOITUS 4

TARTTUJA_AUKI, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: ! Tarttujan ohjaus	Kommentti
2: RO[1: Open Gripper]= ON	Tarttujan leukojen ohjaus "auki" päälle
4: RO[2: Close Gripper]= OFF	Tarttujan leukojen ohjaus "kiinni" pois päältä
5: ! Signaalien odotus/tarkistus	Kommentti
6: WAIT RI[1:Gripper Open]= ON	Odotetaan että tarttujan leuat auki, tarttujassa magneettianturit
7: WAIT RI[1:Gripper Closed]= OFF	Odotetaan että tarttujan leuat eivät ole kiinni, tarttujassa magneettianturit
8: WAIT 1.00(sec)	1 sekunnin odotus

TARTTUJA_KIINNI, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: ! Tarttujan ohjaus	Kommentti
2: RO[1: Open Gripper]= OFF	Tarttujan leukojen ohjaus "auki" pois päältä
4: RO[2: Close Gripper]= ON	Tarttujan leukojen ohjaus "kiinni" päälle
5: ! Signaalien odotus/tarkistus	Kommentti
6: WAIT RI[1:Gripper Open]= OFF	Odotetaan että tarttujan leuat auki, tarttujassa magneettianturit
7: WAIT RI[1:Gripper Closed]= ON	Odotetaan että tarttujan leuat eivät ole kiinni, tarttujassa magneettianturit
8: WAIT 1.00(sec)	1 sekunnin odotus

**Nämä ohjelmat
ovat melkein identtisiä,
RO ja RI käskyjen tilat
toimivat vain ristiin.**

HARJOITUS 4

NOUTO, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: J P[1] 30% FINE	Siirtymä liikepiste, noutopaikan yläpuolelle
2: L P[3] 200mm/sec CNT100	Kaksiosaisen lähestymisen nopea osuus, välipiste
3: L P[4] 50mm/sec FINE	Kaksiosaisen lähestymisen nopea osuus, alapiste
4: CALL TARTTUJA_KIINNI	Aliohjelmakutsu, tartutaan kappaleeseen
8: ! Nousu ylös kappaleen kanssa	1 sekunnin odotus
9: L P[3] 50mm/sec CNT100	Kaksiosainen poistuminen tarttumispisteestä hitaasti, lyhyt nousu
10: L P[2] 200mm/sec CNT100	Kaksiosainen poistuminen tarttumispisteestä, nopeampi liike
11: J P[1] 30% CNT100	Siirtymä noutopaikan yläpuolelle

LAVAUS, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: J P[1] 30% FINE	Siirtymä liikepiste, jättöpaikan yläpuolelle
2: L P[3] 200mm/sec CNT100	Kaksiosaisen lähestymisen nopea osuus, välipiste
3: L P[4] 50mm/sec FINE	Kaksiosaisen lähestymisen nopea osuus, alapiste
4: CALL TARTTUJA_AUKI	Aliohjelmakutsu, tartutaan kappaleeseen
8: ! Nousu ylös ilman kappaletta	1 sekunnin odotus
9: L P[3] 50mm/sec CNT100	Kaksiosainen poistuminen tarttumispisteestä hitaasti, lyhyt nousu
10: L P[2] 200mm/sec CNT100	Kaksiosainen poistuminen tarttumispisteestä, nopeampi liike
11: J P[1] 30% CNT100	Siirtymä noutopaikan yläpuolelle

**Nämä ohjelmat
ovat melkein
identtisiä,
CALL-ohjelmat
eroavat**

AA_PAAOHJELMA ALIOHJELMILLA, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: J P[1] 30% FINE	Aloitus liikepiste, turva- tai kotiasema
2: CALL NOUTO	Aliohjelma, kappaleen nouto
3: CALL LAV AUS	Aliohjelma, kappaleen vienti. Laajennetaan myöhemmin lavauskuvioksi
4: R[9]=R[9]+1	Valitaan vapaa rekisteri, tehdään kappalelaskuri

AA_PAAOHJELMA-ohjelmaa on mahdollista laajentaa tästä. Myöhemmin lisätään laskennan nollaus, lavauskuvio ja sen laskenta sekä lavauspisteiden siirto.

POSITIOREKISTERIT

Mihin positiorekistereitä käytetään?

Positiorekisterit (PR) ovat muistipaikkoja, joihin tallennetaan kokonaisia sijaintitietoja

- Koordinaatit XYZ ja orientaatio
- Robotin liikkeitä halutaan siirtää/kopioida/muokata ilman uudelleenopettamista
- Käyttökohteita:
 - Lavauskuviot
 - Offset-liikkeitä
 - Kameran tai anturien tuottamien sijaintikorjausten hyödyntäminen.

Esimerkki

```
PR[1,1:Lavaus offset] = R[10:X_CUR] * R[20:X_OFFSET]  
L P[3] 100mm/sec FINE Offset, PR[1:Lavaus offset]
```

```
PR[ 1:Lavaus offset ]=R  
PR[ 2: ]=*  
PR[ 3: ]=*  
PR[ 4: ]=*  
PR[ 5: ]=*  
PR[ 6: ]=*  
PR[ 7: ]=*  
PR[ 8: ]=*  
PR[ 9: ]=*  
PR[ 10:KESKIPISTE ]=R  
PR[ 11:Kaaripiste 1 ]=R  
PR[ 12:Kaaripiste 2 ]=R  
PR[ 13:Kaaripiste 3 ]=R  
PR[ 14:Kaaripiste 4 ]=R  
PR[ 15: ]=*  
PR[ 16: ]=*  
PR[ 17: ]=*  
PR[ 18: ]=*  
PR[ 19: ]=*  
PR[ 20: ]=*  
Press ENTER
```

IF/THEN KÄSITTELY

IF/THEN-lausekkeilla robotti vertaa esimerkiksi **rekisteriarvoja** ja päättää niiden perusteella, jatketaanko lavauksen laskentaa vai siirtyäkö seuraavaan riviin, sarakkeeseen tai kerrokseen.

Busy	Step	Hold	Fault	
Run	I/O	Prod	TCyc	TEST LINE 0

ROBOT TEST

```

1: IF (R[1:Lava valmis]=1) THEN
2: !Alla olevat kaskyt suoritetaan
3: !jos IF ehdot tayttyvat
4: R[1:Lava valmis]=0
5:
6: !IF lausekkeen lopetus
7: ENDIF
[End]
```

IF/THEN KÄSITTELY

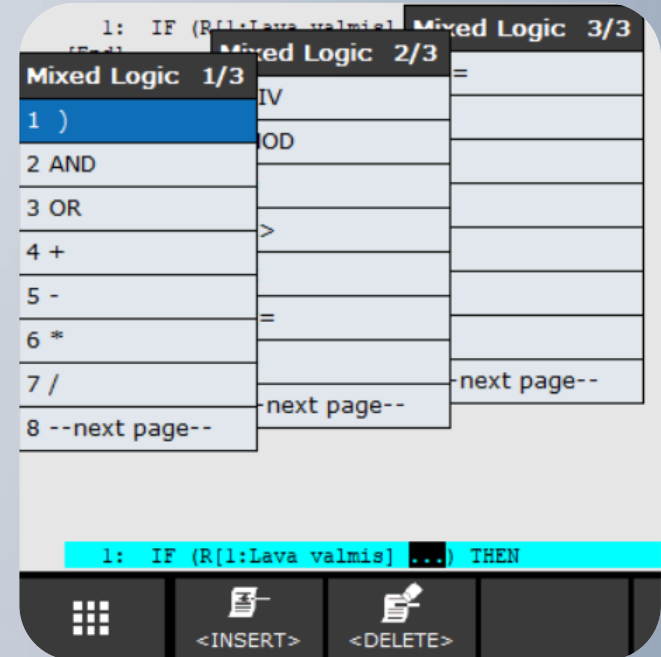
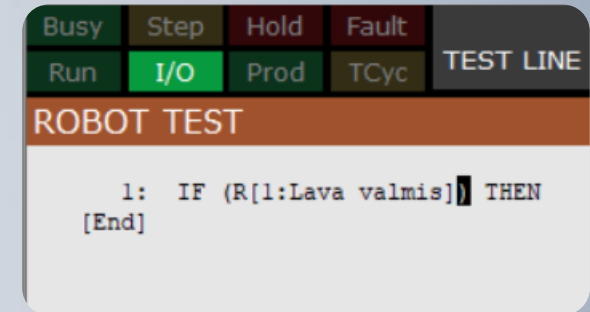
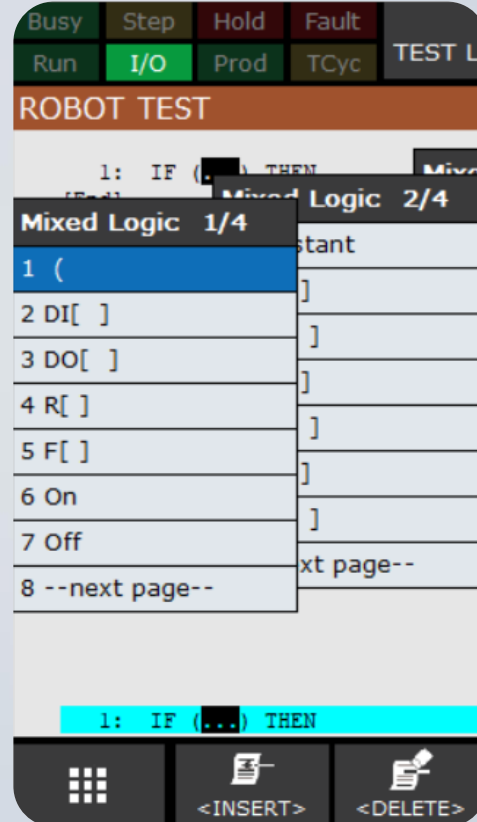
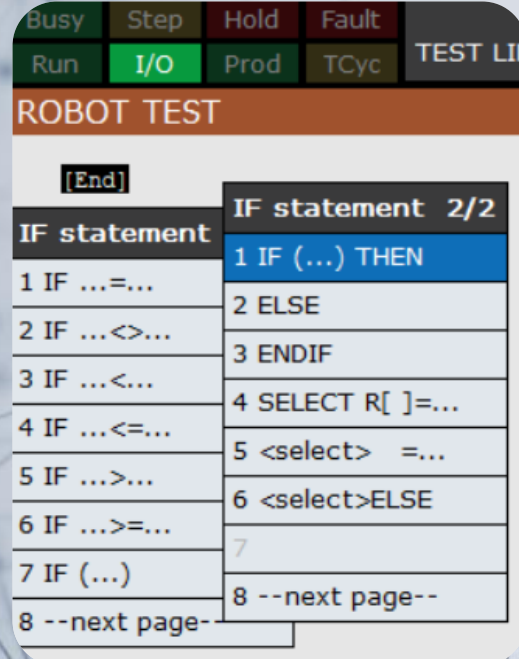
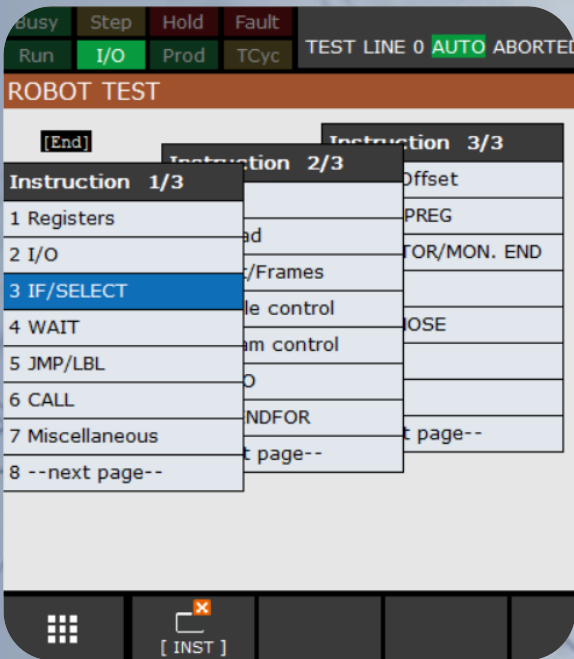
1. INST JA IF/SELECT

2. VALITAAN IF(...)THEN

3. VALITAAN SULJE AUKI

4. VALITAAN REKISTERI

5. INSERT-TOIMINNOT



Esimerkkikäsky:
IF (R[12:Y_CUR] >= R[13:Y_MAX]) THEN
R[1:Lava valmis]=1

Kuvaus:

Ensimmäinen askel on luoda **NOLLAUS**-ohjelma, jossa lavaus nollataan.

Seuraavaksi muokataan **LAV AUS**-ohjelmaa niin, että sen sisällä suoritetaan lavauskuvio (esim. 3 x 2 kuvio). Testataan käyttäen ohjelmaa **AA_PAAOHJELMA**, jonka sisältä **NOUTO** ja **LAV AUS** löytyvät.

Käskyt:

Lavaus offset

```
PR[1,1] = R[10:X_CUR] * R[20:X_OFFSET]
```

```
PR[1,2] = R[12:Y_CUR] * R[21:Y_OFFSET]
```

Siirto

```
L P[1] 50mm/sec FINE Offset, PR[1]
```

Nollaus/laskenta

```
R[10:X_CUR]=0
```

```
R[10:X_CUR]=R[10:X_CUR]+1
```

Laskennan käsittely

```
IF (R[12:Y_CUR] >= R[13:Y_MAX]) THEN
```

```
R[1:Lava valmis]=1
```

Käytettävät elementit:

Positiorekisterit (täytyy olla alustettuna käyttöön). 1 kpl Offset-käyttöön, 1 kpl apurekisteriksi nollausta varten

Rekisterit laskentaan: 7kpl (**X_nykyinen**, **X_max** ja **X_offset**. **Y_nykyinen**, **Y_max** ja **Y_offset**. Lisäksi **Lava_valmis**)

NOLLAUS, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: ! Rekisterien nollaus	Kommentti
2: R[10:X_CUR]=0	
2: R[11:Y_CUR]=0	
2: ! Positiorekisterin nollaus	
3: PR[1:Lavaus offset]=PR[100:Nolla]	PR[100]:aan on tallennetu arvot 0,0,0,0,0,0

X_CUR ja Y_CUR laskee kuinka monta kappaletta lavalle on tuotu X- ja Y-suunnassa. PR[1]:een lasketaan se määrä, kuinka paljon ensimmäistä lavauspaikkaa siirretään kullakin kerralla.

HARJOITUS 5

LAVAUS, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: ! Parametrinen lavaus 2-suuntaan	Kommentti
2: J [1] 20% CNT100	Piste lavan yläpuolella
3: PR[1,1:Lavaus offset] = R[10:X_CUR] * R[20:X_OFFSET]	Offset-laskenta, X-suunta
4: PR[1,2:Lavaus offset] = R[12:Y_CUR] * R[21:Y_OFFSET]	Offset-laskenta, Y-suunta
5: L P[2] 200mm/sec FINE Offset, PR[1:Lavaus offset]	Lähestyminen, käyttäen PR[1]:n offsetmäärää
6: L P[3] 50mm/sec FINE Offset, PR[1:Lavaus offset]	Jättöpiste, käyttäen PR[1]:n offsetmäärää
7: CALL TARTTUJA_AUKI	Kappaleen irroitus
8: L P[2] 100mm/sec CNT50 Offset, PR[1:Lavaus offset]	Paluu lähestymispisteeseen
9: R[10:X_CUR] = R[10:X_CUR]+1	Kappaletiedon päivitys X-suuntaan
10: IF (R[10:X_CUR] >= R[11:X_MAX]) THEN	X-suunnan tarkistus
11: R[10:X_CUR]=0	Jos X-suunta täynnä, X:n tyhjennys
12: R[12:Y_CUR]=R[12:Y_CUR]+1	Lisätään Y-suuntaan yksi
13: IF (R[12:Y_CUR] >= R[13:Y_MAX]) THEN	Y-suunnan tarkistus
14: R[1:Lava valmis]=1	Jos yläpuolinen ehto täyttyy, tämä suoritetaan
15: ENDIF	Yläpuolella 2kpl IF-lauseketta, joten oltava 2kpl ENDIF
16: ENDIF	

"PARAM_YMPYRA"-OHJELMA

Tavoite:

Luodaan yhdellä pisteellä parametrinen ympyrä, jonka kokoa voidaan säätää Rekisteri-arvolla. Tällaista ohjelmaa käytetään yleisesti esim. sorvin pakan puhdistuspuhalluksessa.

Käytettävät elementit:

IF (...) THEN

L ja C liikekomennot

PR[1 1:Kaaripiste 1]

PR[1 2:Kaaripiste 2]

PR[1 3:Kaaripiste 3]

PR[1 4:Kaaripiste 4]

R[6:Sade]

R[5:halkaisija]

HARJOITUS 5 "PARAM_YMPYRA"-OHJELMA, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: ! Ympyrän keskipiste	Kommentti
2: ! Pisteeseen ei koskaan ajeta	
3: IF (1=0) THEN	Rakennetaan sellainen IF-lauseke, joka ei koskaan toteudu
4: L PR[10:KESKIPISTE] 100mm/sec FINE	Ympyrän keskipiste, joka voidaan käydä opettamassa uudelleen
5: ENDIF	
6: ! Pisteiden keskitys	Kommentti
7: PR[11:Kaaripiste 1] = PR[10:KESKIPISTE]	Pisteiden keskitys
8: PR[12:Kaaripiste 1] = PR[10:KESKIPISTE]	
9: PR[13:Kaaripiste 1] = PR[10:KESKIPISTE]	
10: PR[14:Kaaripiste 1] = PR[10:KESKIPISTE]	
11: ! Sateen laskenta halkaisijasta	Kommentti
12: R[6:Sade] = R[5:Halkaisija]/2	
13: ! Pisteiden laskenta halkaisijasta	
14: PR[11,1:Kaaripiste 1] = PR[11,1:Kaaripiste 1]-R[6:Sade]	
15: PR[12,2:Kaaripiste 2] = PR[12,2:Kaaripiste 2]+R[6:Sade]	
16: PR[13,1:Kaaripiste 3] = PR[13,1:Kaaripiste 3]+R[6:Sade]	
17: PR[14,2:Kaaripiste 4] = PR[14,2:Kaaripiste 4]-R[6:Sade]	
18: L PR[11:Kaaripiste 1] 100mm/sec FINE	Ympyrän ajo
19: C PR[12:Kaaripiste 2] PR[13:Kaaripiste 3] 100mm/sec CNT100	Ympyrän ajo
20: C PR[14:Kaaripiste 4] PR[11:Kaaripiste 1] 100mm/sec FINE	Ympyrän ajo

"VALINTA"-OHJELMA

Tavoite:

Ohjelmassa käsittely, jossa rekisteriarvon mukaan suoritetaan jokin kolmesta eri ohjelmasta.

Tehdään kolme eri aliohjelmaa (1: PARAM_YMPYRA, 2: AA_PAAOHJELMA ja 3: TURVA). Kaksi ensimmäistä on tehty valmiiksi, 3: TURVA-ohjelmaan tehdään vain yksi piste, "turva-asema".

Käytettävät elementit:

R[30:Valinta]
IF (...) THEN - rakenne
CALL-aliohjelmakutsu

”VALINTA”-OHJELMA, TARKISTUS

Ohjelmarivi	Selite
1: IF (R[30:Valinta]=1) THEN	Jos R[30]:n arvoksi tulee 1
2: CALL PARAM_YMPYRA	
2: ENDIF	
4:	
5: IF (R[30:Valinta]=2) THEN	Jos R[30]:n arvoksi tulee 2
6: CALL AA_PAAOHJELMA	
7: ENDIF	
8: IF (R[30:Valinta]=3) THEN	Jos R[30]:n arvoksi tulee 3
9: CALL TURVA	
10: ENDIF	

R[30:Valinta]-rekisterin arvoa voidaan käsin muuttaa Rekisterilistasta (DATA-Rekister) tai ottaa arvoja myös robottisolun ulkopuolelta, joka muuttaisi tätä valintaa.

VARMUUSKOPIOINNIN TEKO

Varmuuskopiointi tapahtuu USB-tikulle joko opetusyksikön usb-portin kautta tai robotin kaapin usb-portin kautta.

MENU – FILE – FILE

Valitaan paikka missä usb-tikku on kiinni. Paina **UTIL** ja **SET DEVICE**

UT1 = opetusyksikkö

UD1 = robotin kaappi

MAKE DIR luo tikulle uuden kansion joka voidaan nimetä.

BACKUP-näppäimestä voidaan valita erilaisia varmuuskopioita, yleisin on **AOA (all of above)** jolla saadaan otettua kaikki varmuuskopiot kerralla.

HITSAUSKÄSKYT

```
1:J @P[1] 40% FINE
: Weld Start[1,1]
[End]
```

Enter procedure number.

REGISTER	VALUE	[CHOICE]
----------	-------	----------

```
1:J P[1] 100% FINE
2:J P[2] 40% FINE
: Weld Start[1,1]
3:L P[3] WELD_SPEED CNT100
: Weld Start[1,2]
4:L @P[4] WELD_SPEED FINE
: Weld End[1,3]
```

[1,1]: ensimmäinen on Weld Procedure,
toinen on Weld Schedule

Weld Procedureja ja Weld
Scheduleja voi vaihtaa lennossa

HITSAUSKÄSKYT

1/2

```
1: Arc Start[1]
[End]
Enter schedule number.
REGISTER          VALUE  [CHOICE]
```

Voidaan käyttää myös ainoastaan komentona, ilman liikemääreitä

- Arc Start [i]: valitaan haluttu Welding Schedule
- Arc Start [R[i]]: valitaan Welding Schedule käyttämällä rekisteriarvoa
- Arc Start [...,...]: valitaan itse hitsausarvot

```
1: Arc Start [WP1,25.0Volts,250.0IPM]
```

[v, wfs] v: voltage, jännite wfs: wire feed speed, langansyöttönopeus	MIG langansyöttönopeuden kontrollilla
[v, a] v: voltage, jännite a: amperage, virta	MIG jossa "Weld Control Power" = CURRENT valittuna SETUP Weld Equip ruudussa
[a, wfs] a: amperage, virta wfs: wire feed speed, langansyöttönopeus (mm/sec, cm/min tai IPM)	TIG langansyöttönopeuden kontrollilla
[a] a: amperage, virta	TIG jossa "TIG wire feed control"=NONE valittuna SETUP Weld Equip ruudussa

LEVITYSLIIKKEET

Voidaan käyttää ainoastaan Lineaari- tai Ympyräliikkeessä

Weave Sine 2 on nopeampi, jaettu kahteen vaiheeseen Weave Sinen neljän sijasta. Ei voida käyttää seurannassa (TAST)

Weave {pattern} [i]

— **Direct:** Weave schedule number (1–32)

— **Indirect:** R[i]
 Weld schedule number = contents of R[i]

Weave {pattern} [Hz, mm, s, s]

Hz	Taajuus (Hertz)
mm	Amplitudi, poikkeama milleissä
s	Viipyminen vasen reuna (ms)
s	Viipyminen oikea reuna (ms)

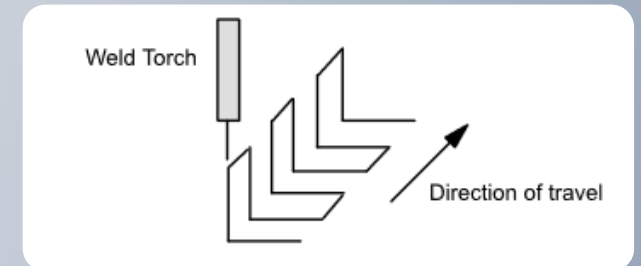
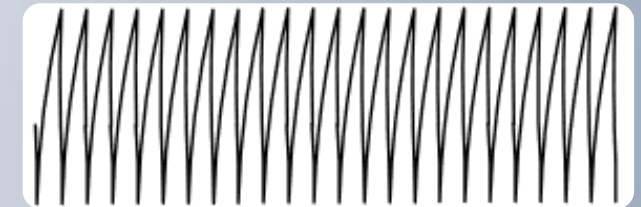
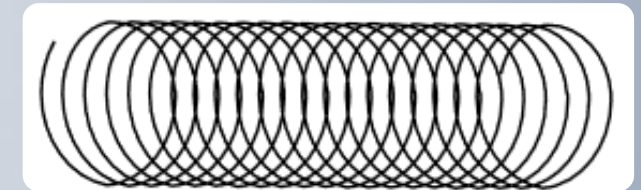
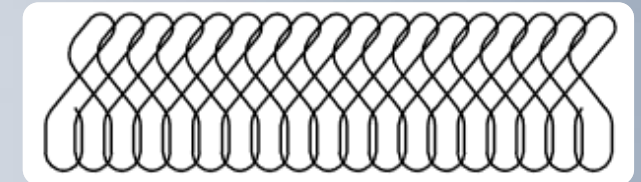
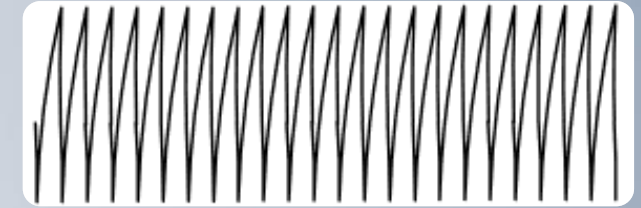
Weave Sine [i]
 Weave Sine [Hz,A,s,s]

Weave Figure 8[i]
 Weave Figure 8[Hz,A,s,s]

Weave Circle [i]
 Weave Circle [Hz,A,s,s]

Weave Sine 2[i]
 Weave Sine 2[Hz,A,s,s]

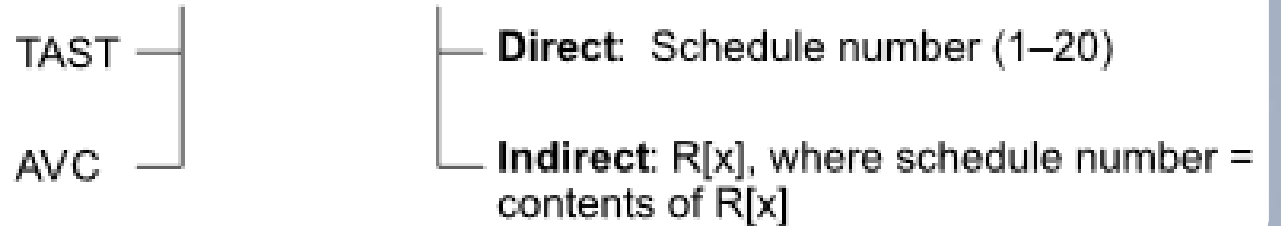
Weave L [i]
 Weave L[Hz,A,s,s]



SEURANTA, TAST

TAST = Thru-Arc Seam Tracking

TRACK {SENSOR} [i]

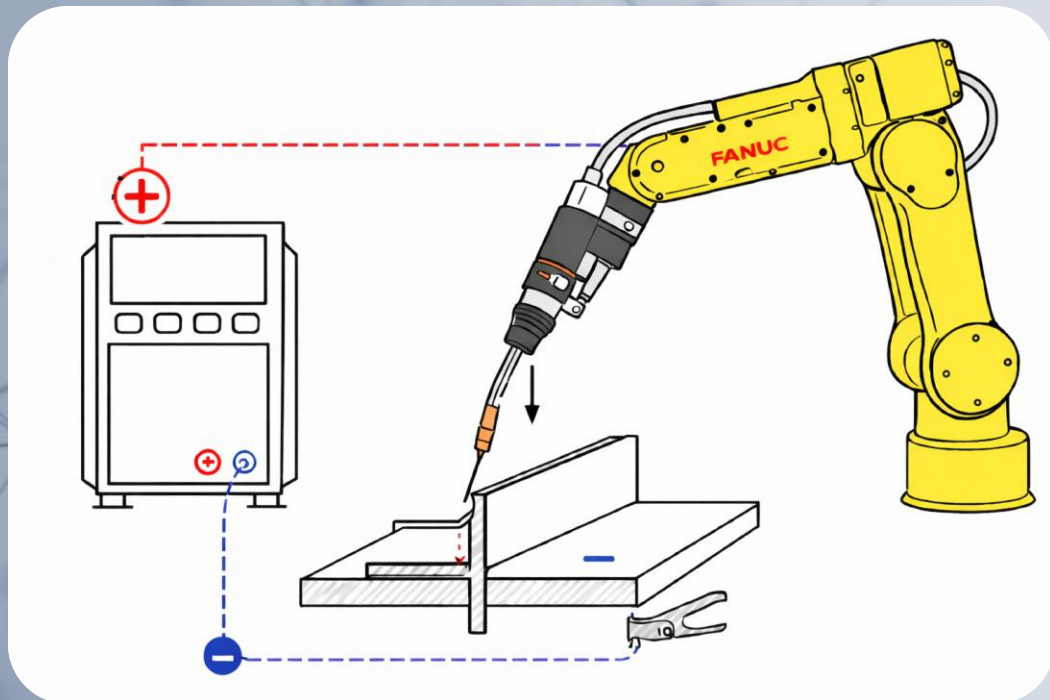


TAST-toiminto seuraa hitsaussaumaa mittaamalla valokaaren sähköisiä muutoksia ja korjaa robotin liikerataa reaaliaikaisesti, jotta hitsaus pysyy sauman keskellä myös kappaleen mitta- tai sijaintipoikkeamien aikana. Se toimii ilman erillisiä antureita ja edellyttää oikein kalibroitua Tool Framea sekä soveltuvaa hitsausprosessia.

OHJELMAESIMERKKI, HITSAUS

Ohjelmarivi	Selitys
1: LBL[1]	Label 1, ohjelma looppausta varten
2: J P[1] 100% FINE	Aloitus liikepiste
3: J P[2] 100% CNT100	Siirtymä liikepiste
4: L P[3] 500mm/sec CNT100	Väli lähestyminen
5: L P[4] 100mm/sec FINE Weld Start [1,1]	Loppu lähestyminen
6: : Weld Start [1,1]	
7: L P[5] WELD_SPEED FINE Weld End [1,1]	Hitsaus
8: L P[5] 100mm/sec CNT100	Poistuminen
9: J P[6] 100% CNT100	Siirtymä liikepiste
10: J P[7] 100% CNT100	Lopetus liikepiste
11: JMP LBL[1]	Hyppy LBL[1] kohtaa, tarkoitus toteuttaa ohjelman looppaus

LANKAHAKU, TOUCH SENSING



Lankahaku- eli kosketushakutoiminto (Search / Touch Sensing) käyttää hitsauslankaa sähköisenä anturina kappaleen tai sauman reunan paikantamiseen, pysäyttämällä robotin liikkeen kosketushetkellä ja tallentamalla tämän sijainnin ohjelman jatkokäyttöä varten. Toiminnon avulla voidaan kompensoida kappaleen sijaintipoikkeamia ennen hitsausta.

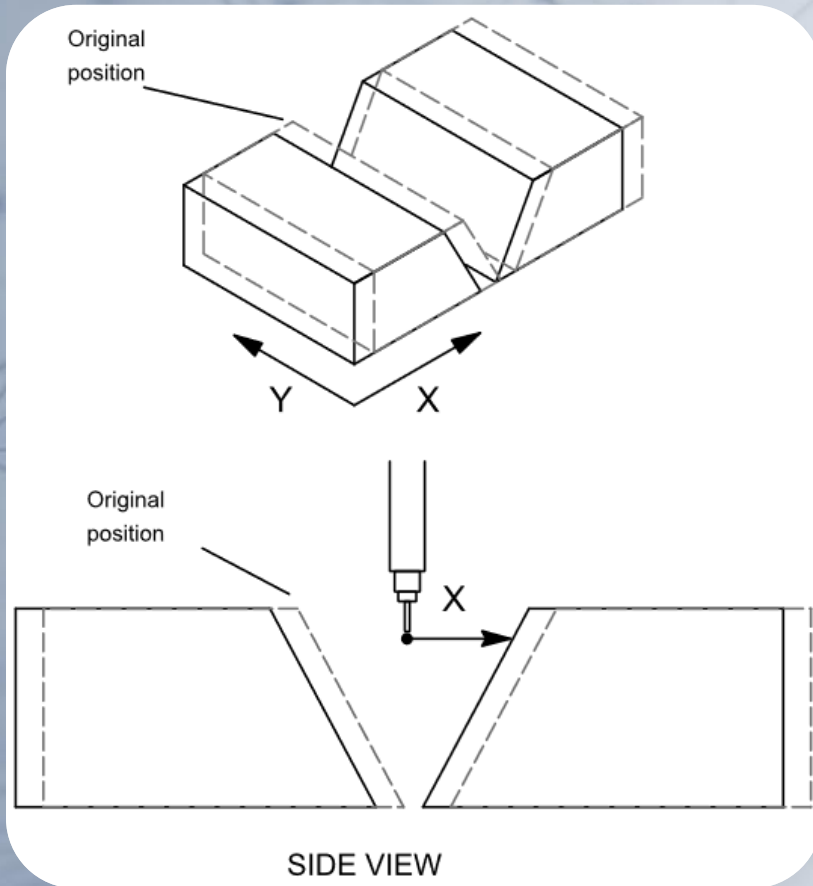
OHJELMAESIMERKKI, LANKAHAKU

Esimerkkiohjelma

INSTRUCTION	DESCRIPTION
1: J P[1] 100% Fine	Teach a point in space
2: Search Start[3] PR[3]	Use touch schedule 3. Store offset in pos. reg. 3
3: J P[2] 100% Fine	Teach a search starting position
4: J P[3] 100% Fine Search [Y]	Do a search motion in Y direction
5: J P[4] 100% Fine	Teach a search start position
6: J P[5] 100% Fine Search [X]	Do a search motion in X direction
7: Search End	End of the search
8: J P[6] 100% Fine	Teach an intermediate point (optional)
9: Touch Offset PR[3]	The following points will be offset by PR[3]
10: J P[7] 100% Fine	P[7] is offset by PR[3]
11: Arc Start [1]	Begin welding
12: L P[8] 30IPM Fine	P[8] is offset by PR[3]
13: Arc End [1]	End welding
14: Touch Offset End	End of offsetting positions

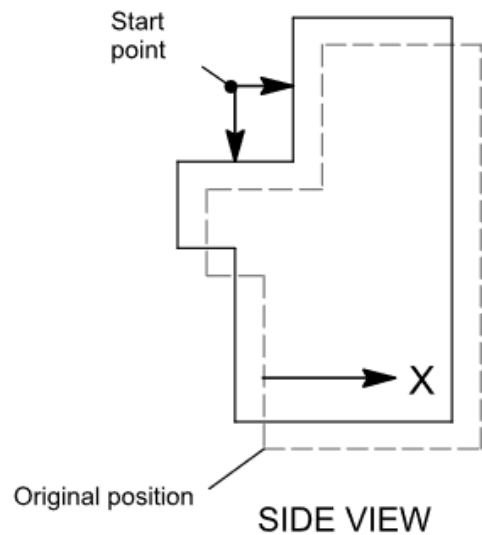
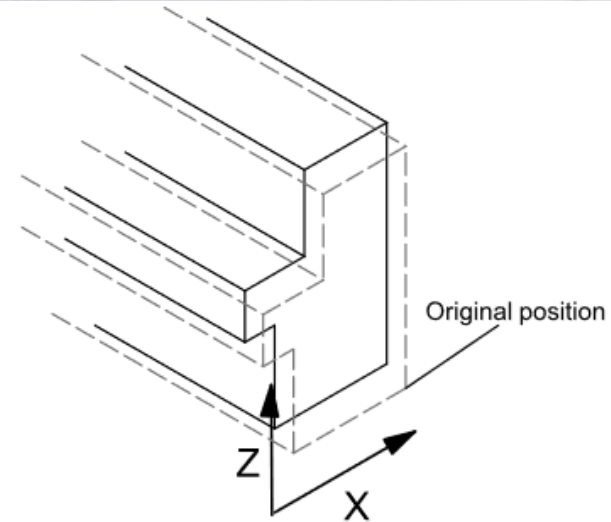
LANKAHAKU, YHDEN SUUNNAN HAKU

Yhden suunnan haku
(Offset yhdessä suunnassa)



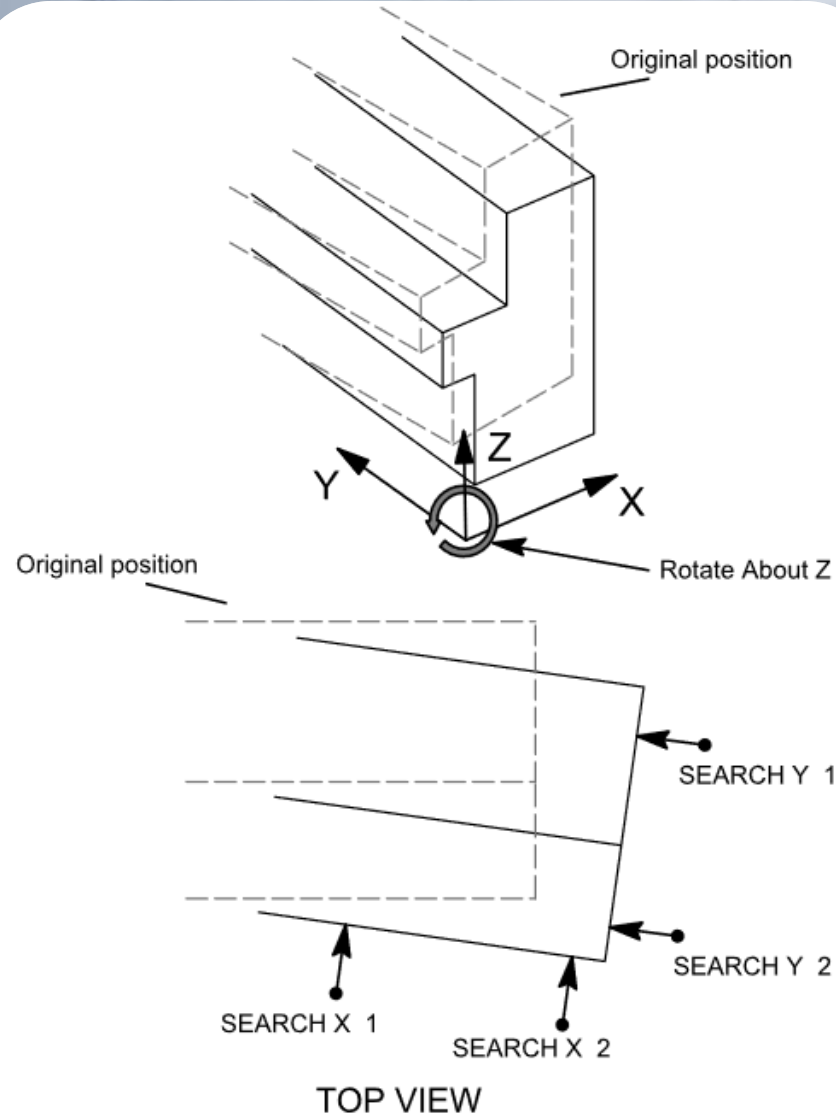
LANKAHAKU, KAHDEN SUUNNAN HAKU

Kahden suunnan haku
(X ja Y offset)

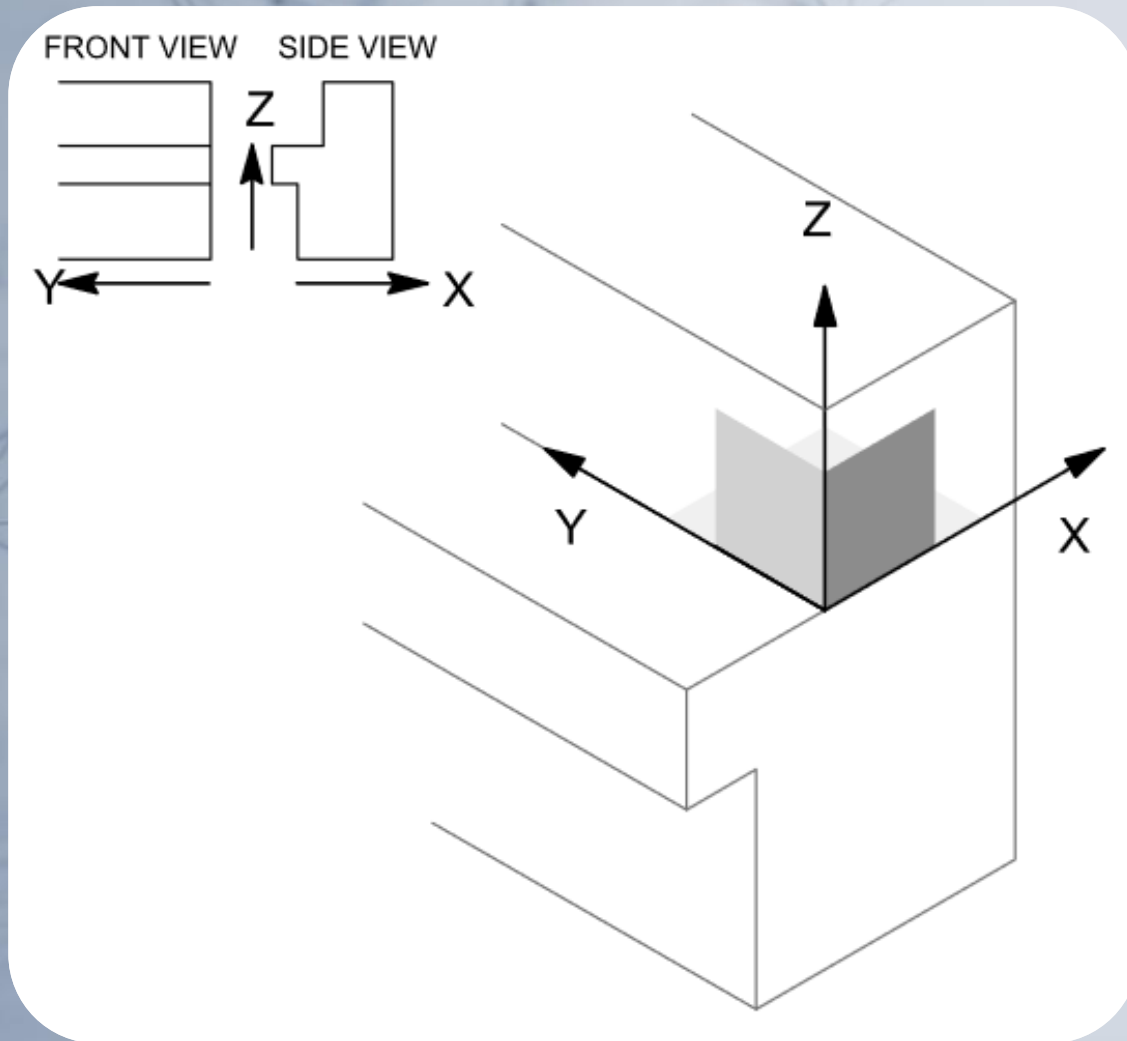


LANKAHAKU, KOLMEN SUUNNAN HAKU

Kolmen suunnan haku
(X ja Y offset sekä kiertymä Z:n ympäri)



LANKAHAKU, FRAMET



Touch Frame

- Maksimissaan 32 Touch Framea
- Opetusmetodi tai direct entry-metodi

LANKAHAKU, TOUCH SCHEDULET

Touch Schedule

DATA Touch Sched 1/17

```

1 Touch Schedule:8      [ Touch      ]
2 Master flag:         OFF
3 Search speed         50.0 mm/sec
4 Search distance      100.0 mm
5 Touch frame          2
6 Search pattern        Simple
7 Pattern Type          2_D Shift
8 Incremental search:  ON
9 Auto return:         ON
10 Return speed         100.0 mm/sec
11 Return distance:    2000.0 mm
12 Reference Group:    1
13 Return term type:   Fine
14 Contact Record PR:  31
15 Error on failure:   ON
16 Error register num: 32
17 Robot Group:        [1,*,*,*,*,*,*,*,*]
  
```

Touch Schedule listaus

DATA Touch Sched 1/32

	(mm/sec)	(mm)	FRAME	MASTER	GMASK
1	50.0	100.0	1	OFF	1
2	50.0	100.0	1	OFF	1
3	50.0	100.0	1	OFF	1
4	50.0	100.0	1	OFF	1
5	50.0	100.0	1	OFF	1
6	50.0	100.0	1	OFF	1
7	50.0	100.0	1	OFF	1
8	50.0	100.0	1	OFF	1
9	50.0	100.0	1	OFF	1

Rahoittaja



Jatkuvan oppimisen ja
työllisyyden palvelukeskus

poke

POHJOISEN KESKI-SUOMEN
AMMATTIOPISTO

LANKAHAKU, KOMENNOT

Touch Sensing komennot

- Search Start
- Search End
- Touch Offset
- Touch Offset End

Touch Search [] komento ohjaa robotin liikkeen (positiivinen tai negatiivinen x, y tai z suunta) haettavaa kappaletta kohti. Kun kontakti syntyy, robotin nykyisen TCP:n sijainti tallennetaan muistiin ja robotin liike pysähtyy. Search ja Search Start tulee olla määritelty FINE-määreellä.

INSTRUCTION

DESCRIPTION

J P[3] 100% FINE

Move to search start position

J P[3] 20% FINE SEARCH [-X]

Search motion

LANKAHAKU, MUOKKAAMINEN

Pisteiden korjaaminen Touch Sensing-ohjelmassa:

- Suorita ohjelmaa niin, että Search-rutiini on suoritettu ja data saatu
- Suorita rivi, jolla on komento **TOUCH OFFSET**
- Single step:iä käyttäen aja pisteitä ja korjaa haluamasi pisteen sijainti **F5- TOUCHUP**

LANKAHAKU, MUOKKAAMINEN

INSTRUCTION	DESCRIPTION
1: J P[1] 100% Fine	Teach a point in space.
2: Search Start [4] PR[4]	Search uses schedule 4, position register 4, to store position
3: J P[2] 100% Fine	Teach a search starting position.
4: J P[3] 100% Fine Search [Y]	Do a search motion in the Y direction.
5: J P[4] 100% Fine Search [-Z]	Do a search in the -Z direction.
6: Search End	End of the search.
7: J PR[4] 100% Fine	Move the robot to to the computed position PR[4].
8: ARC START[1]	

Ohjelmaesimerkki,
kahden suunnan haku

LANKAHAKU, KOORDINOITU HAKU

Ohjelmaesimerkki, kahden suunnan haku koordinoidulla liikkeellä

INSTRUCTION

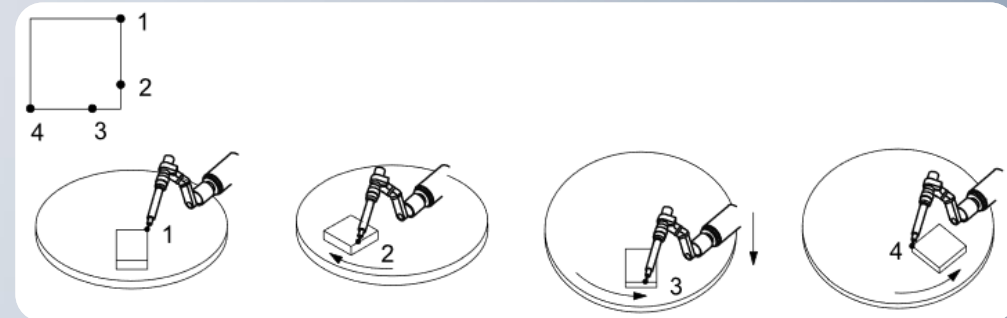
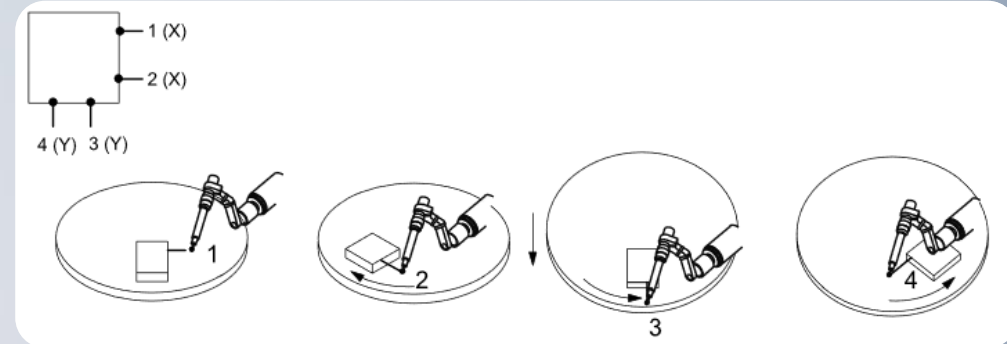
```
1: J P[1] 20% FINE
2:   Search Start[2] PR[2]
3: J P[2] 100% FINE
4: J P[3] 100% Search[X]
5: J P[4] 100% FINE
6: J P[5] 100% FINE Search[X]
7: J P[6] 100% CNT100
8: J P[7] 100% FINE
9: J P[8] 100% FINE Search[Y]
10: J P[9] 100% FINE
11: J P[10] 100% FINE Search[Y]
12:   Search End
13: J P[1] 100% FINE
14:   Touch Offset PR[2]
15: J P[11] 100% FINE
16:   ARC START[1]
17: L P[12] 30mm/sec FINE COORD
18: L P[13] 30mm/sec FINE COORD
19:   ARC END[1]
20:   Touch Offset End
21: J P[1] 100% FINE
```

DESCRIPTION

Teach a home position (follower/leader)
Search uses schedule 2, register 2 to store offset
Teach a search start position (follower/leader)
Do a search in X-direction relative to part
Go to another search start position
Do a search in the X-direction relative to part
Teach an intermediate point
Go to another search start position
Do a search in Y-direction relative to part
Go to another search start position
Do a search in Y-direction relative to part
End of search
Go to home position
The following positions will be offset by PR[2]
Go to starting position
P[12] is offset by PR[2]
P[13] is offset by PR[2]
End of offsetting position
Go to home position

NOTE:

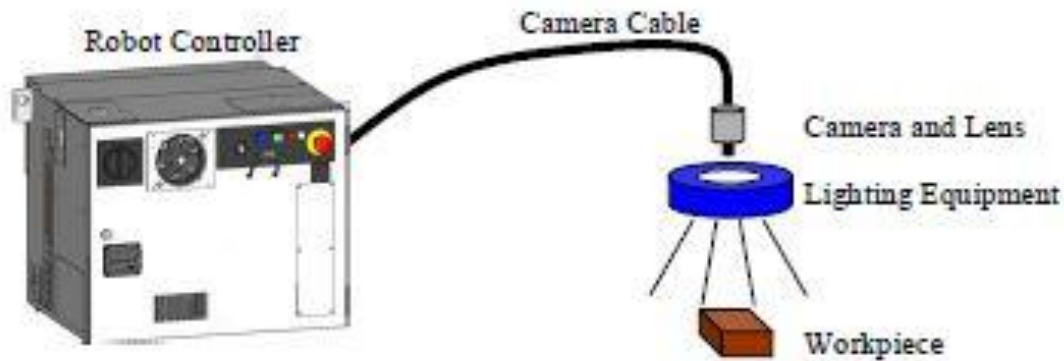
The search direction is part relative as shown in Figure 17–18. When the part moves, the search direction does not change.
Offset PR[2] is part relative as shown in Figure 17–19.
Motions between searches are allowed.



iRVISION – 2D KONENÄKÖJÄRJESTELMÄ

iRVision consists of the following components:

- Camera and lens
- Camera cable
- Lighting Equipment
- Camera multiplexer (used if needed)



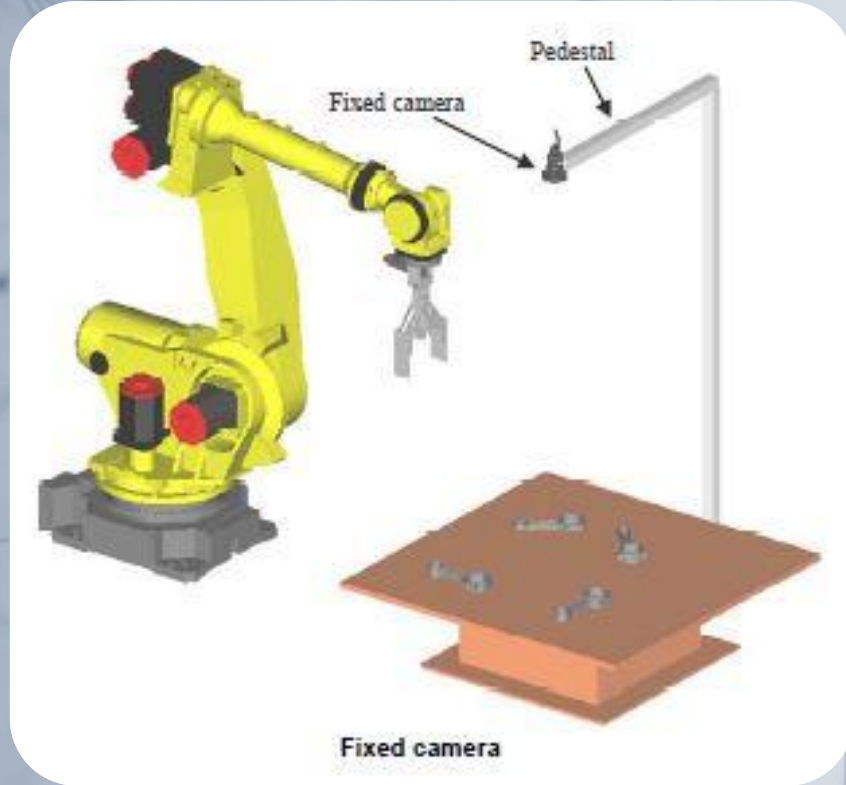
Basic configuration of iRVision

2D konenäköjärjestelmä sisältää

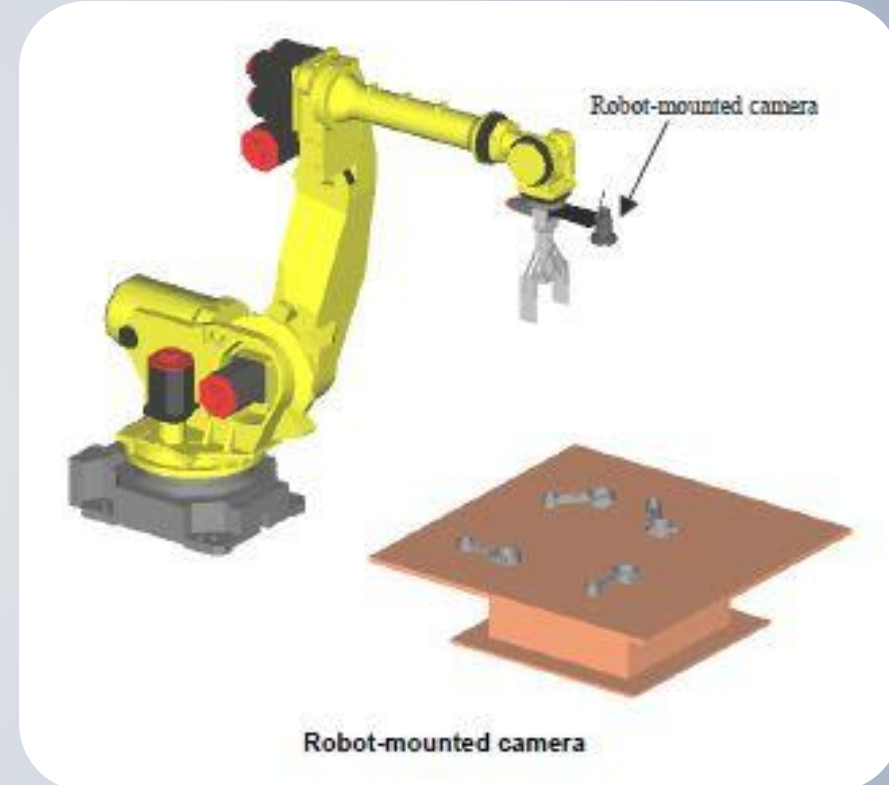
- Kamera ja linssi
- Kameran kaapeli (Coax)
- Kameran lisävalaistus (lisävaruste)
- Kameran haaroitin usean kameran järjestelmässä

Kaikki komponentit FANUC:n omia, mukaan lukien järjestelmäohjelmisto

IRVISION – 2D KONENÄKÖJÄRJESTELMÄ



2D konenäköjärjestelmä kiinteällä kameralla



2D konenäköjärjestelmä robottiin kiinnitetyllä kameralla

IRVISION – 2D KONENÄKÖJÄRJESTELMÄ

Konenäkökameran näkökentän laskenta

The size of the field of view of the camera is determined by three factors: The size of the image sensor, the focal distance of the lens, and the distance from the camera to the workpiece.

The size of the image sensor (L_c) is calculated by the following formula.

$$L_c = \text{Cell size} \times \text{Image size (pixels)}$$

The rough value of the field of view of the camera (L) is calculated by the following formula.

$$L = (D - f) \div f \times L_c$$

When the distance D from a camera to a workpiece is 700mm and the monochrome camera (SC130EF2) is used, the view size is shown below table.

Focal distance of the lens	Size of the field of view
8 mm	587 mm × 469 mm
12 mm	389 mm × 311 mm
16 mm	290 mm × 232 mm
25 mm	183 mm × 147 mm

The calculation result is an approximate value. Some difference may occur between the calculated value and the actual measurement value. When an accurate value is required, please confirm by the actual measurement.

Käyttämällä FANUC:n 2D kameraa näkökenttä määrittyy polttovälin perusteella taulukon mukaisesti 700mm kuvauskorkeudella

Rahoittaja



Jatkuvan oppimisen ja
työllisyyden palvelukeskus

poke

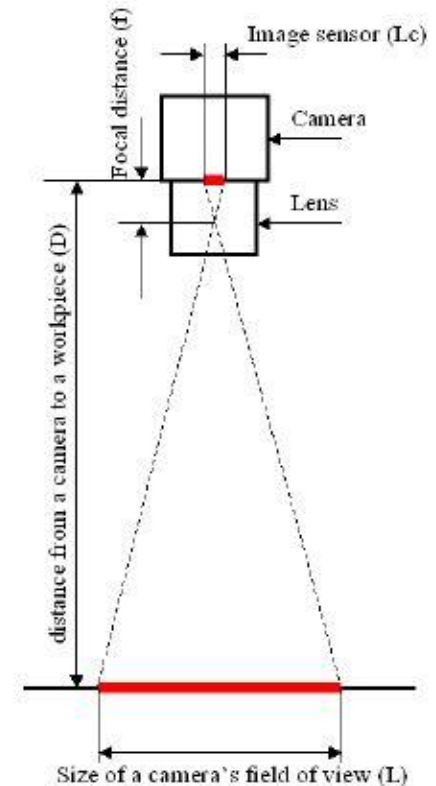
POHJOISEN KESKI-SUOMEN
AMMATTIOPISTO

IRVISION – 2D KONENÄKÖJÄRJESTELMÄ

Jos kameran näkökenttää halutaan suurentaa, on se mahdollista tehdä:

- Kuvauskorkeutta kasvattamalla
- Vaihtamalla linssiin, jossa on lyhyempi polttoväli

Minimi kuvauskorkeus määräytyy polttovälin perusteella taulukon mukaisesti



Size of a field of view of a camera

If you want to enlarge the view size, there are the following methods.

- Increase the distance from the camera to the workpiece.
- Exchange to a lens with the shorter focal distance.

If the distance from a camera to a workpiece is too near, a lens is not in focus.

The minimum object distance of each lens offered from FANUC is shown in the following table.

The distance from the tip of the workpiece should be longer than the minimum object distance.

Focal distance of the lens	Minimum object distance
8 mm	260 mm
12 mm	260 mm
16 mm	290 mm
25 mm	210 mm

IRVISION – KAMERAN KALIBROINTI

Kameran kalibrointi

Määrittele kameran perusasetukset iRVisionin Setupissa, Camera Setup-välilehdellä

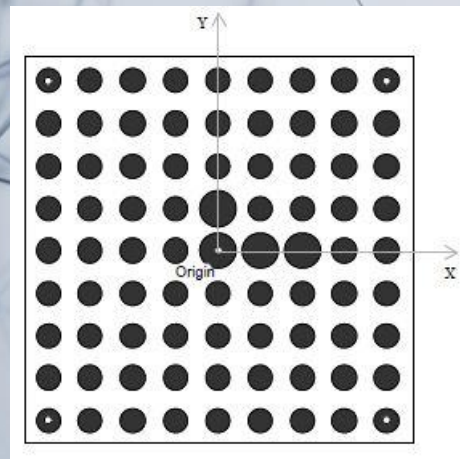
Kameran kalibrointiin voi käyttää esimerkiksi alustassa olevaa muotoa jonka kamera näkee hyvin. iRVision-manuaalissa on lisätietoa kalibrointitavoista.

Rahoittaja

 Jatkuvan oppimisen ja työllisyyden palvelukeskus

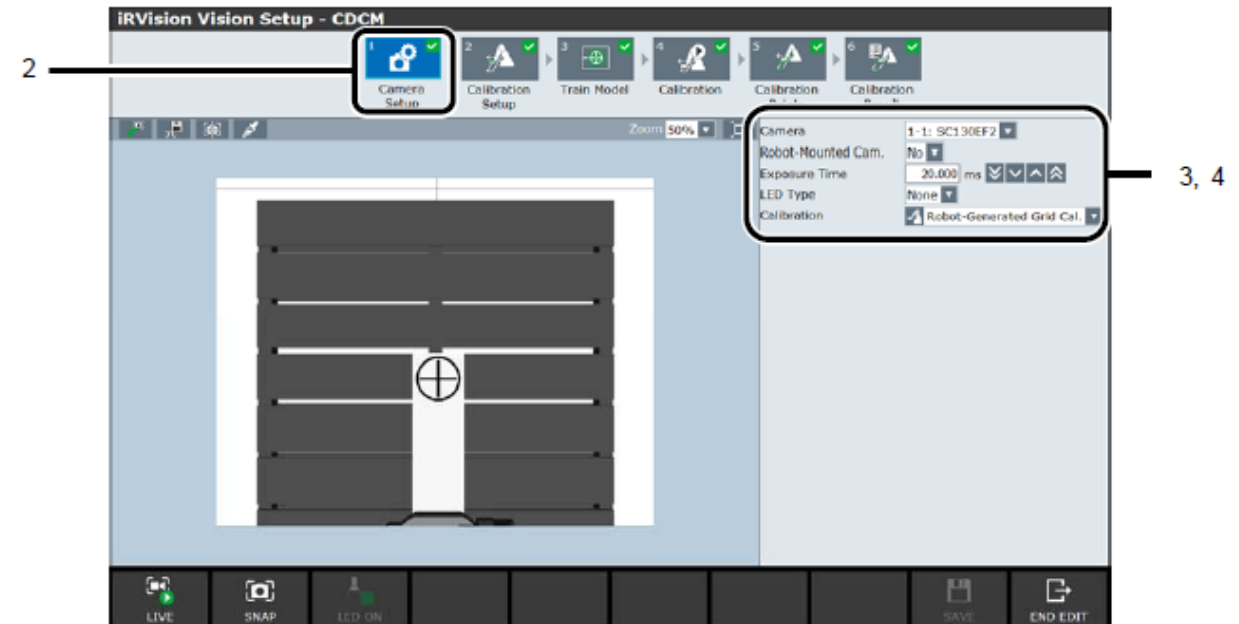
 POHJOISEN KESKI-SUOMEN AMMATTIOPISTO

Robotin mukana tullutta kalibrointilevyä voi myös käyttää



Set the camera to use and the type of camera calibration for the camera data that has been created.

- 1 On the vision data list screen, click the camera data that has been created.
- 2 Click [Camera Setup] in the navigation area. A screen like the following one will appear.



- 3 Set the camera to use, the method for camera installation, the exposure time, the presence/absence of LED lighting, etc.
- 4 Select [Robot-Generated Grid Cal.] for [Calibration].
- 5 Adjust the diaphragm and focus of the lens. If you click [LIVE], a live image will be displayed in the image view. Make adjustments while looking at the live image.

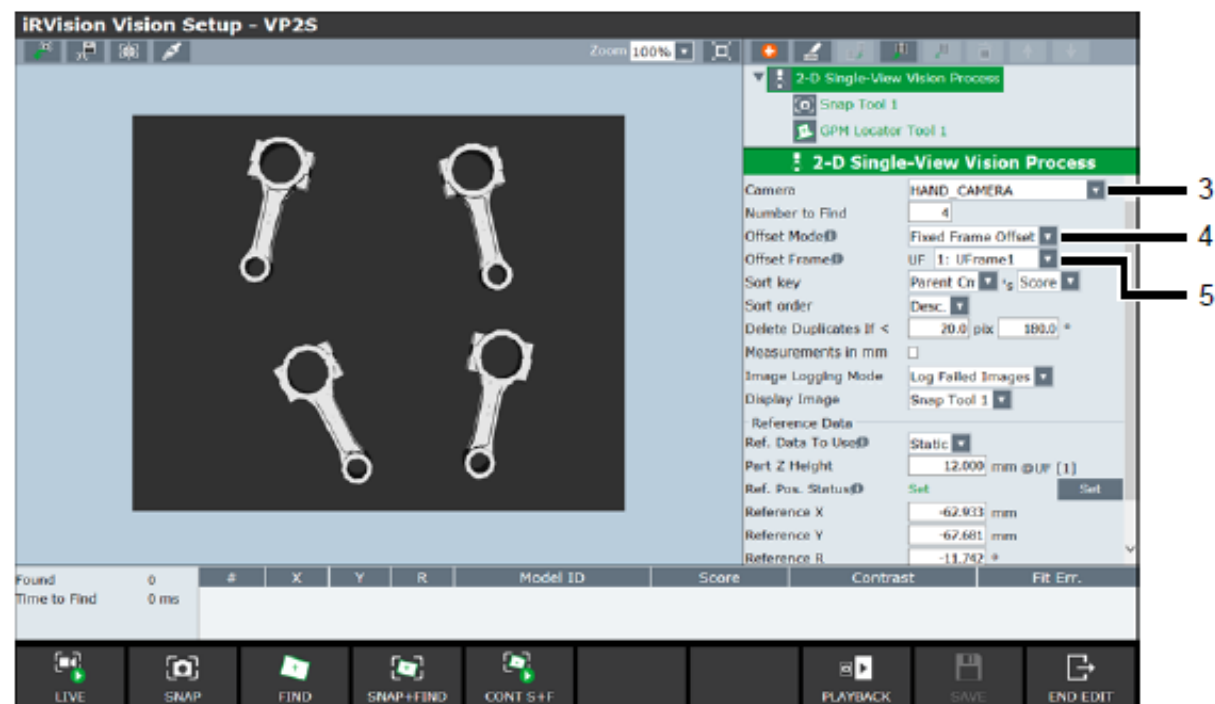
CAUTION

Adjust the diaphragm and focus of the lens before performing camera calibration. If the diaphragm and focus are readjusted, camera calibration needs to be performed again.

IRVISION – KUVAUSPROSESSIN TEKO

Kuvausprosessin teko

- 1 Create a vision process for [2-D Single-View Vision Process].
For details of the vision process creation, refer to Setup Edition Subsection 1.3.1.1, "Create" in the "R-30iB Plus CONTROLLER iRvision OPERATOR'S MANUAL (Reference) B-83914EN".
- 2 On the vision data list screen, when the created vision process is selected and clicked [Edit], the vision data edit screen will appear.



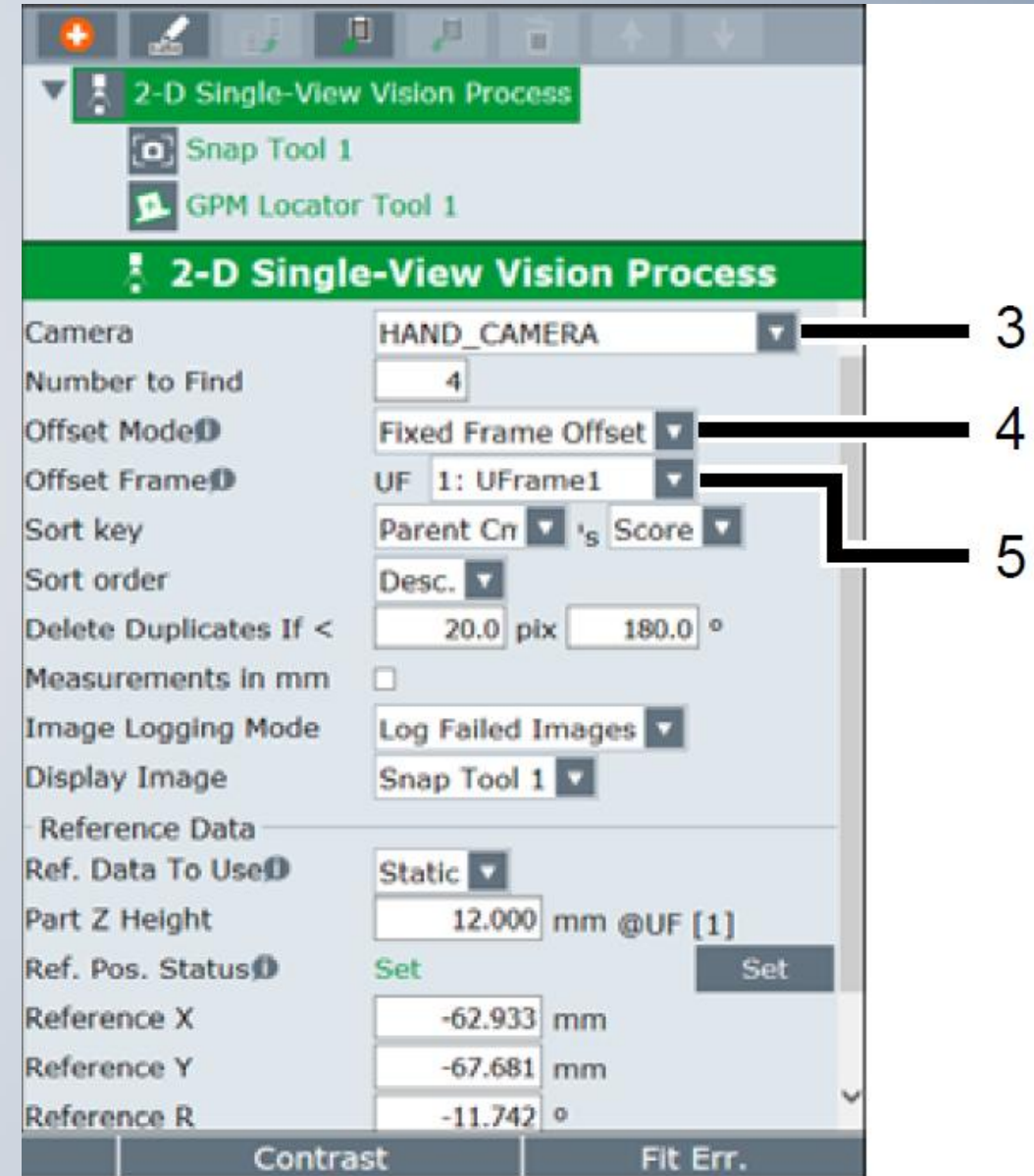
- 3 From the [Camera] drop-down box, select the camera data to be used.
Select the camera data specified in Setup Edition Subsection 1.3.1, "Camera Data Creation and Teaching".
- 4 From the [Offset Mode] drop-down box, select [Fixed Frame Offset].
- 5 From the [Offset Frame] drop-down box, select the user frame to set.
Select the frame number specified in Setup Edition Subsection 1.3.2, "Offset Frame Setting".

IRVISION – KUVAUSPROSESSIN TEKO

Kuvausprosessin teko

Halutulle kappaleelle tehdään kuvausprosessi, jossa määritetään seuraavat asetukset:

- Käytettävä kamera
- Kuinka monta kappaletta etsitään
- User Frame, jossa kappaleen offset lasketaan



2-D Single-View Vision Process

Snap Tool 1

GPM Locator Tool 1

2-D Single-View Vision Process

Camera	HAND_CAMERA	3
Number to Find	4	
Offset Mode	Fixed Frame Offset	4
Offset Frame	UF 1: UFrame1	5
Sort key	Parent Cn 's Score	
Sort order	Desc.	
Delete Duplicates If <	20.0 pix 180.0 °	
Measurements in mm	<input type="checkbox"/>	
Image Logging Mode	Log Failed Images	
Display Image	Snap Tool 1	
Reference Data		
Ref. Data To Use	Static	
Part Z Height	12.000 mm @UF [1]	
Ref. Pos. Status	Set	Set
Reference X	-62.933 mm	
Reference Y	-67.681 mm	
Reference R	-11.742 °	

Contrast

Fit Err.

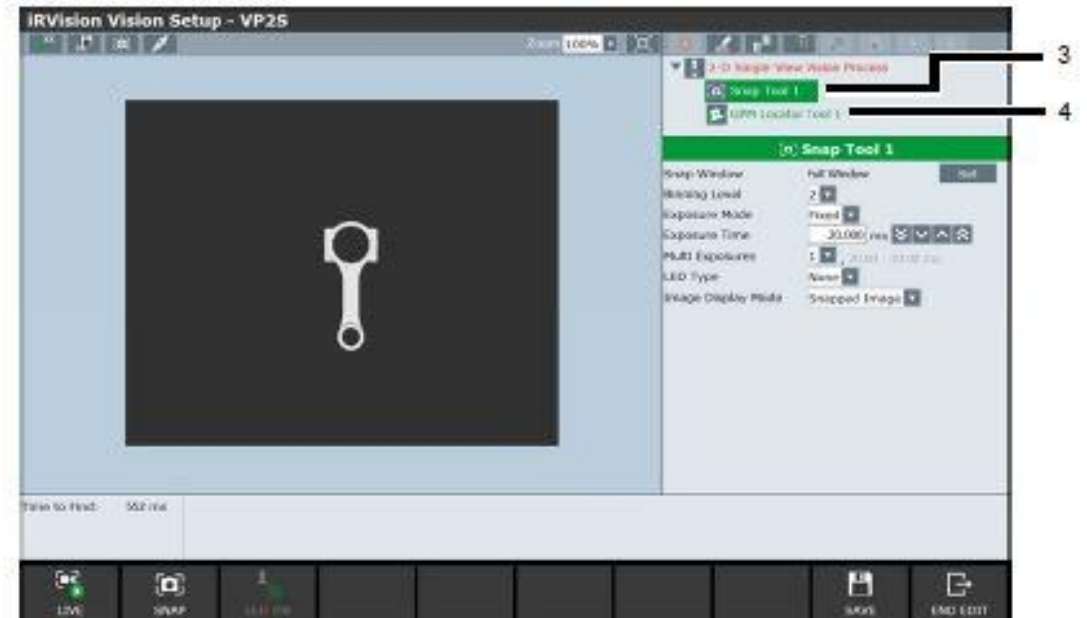
IRVISION – KUVAPROFIILIN TEKO

Kuvattava kappale asetetaan kameran näköalueelle niin että kappale löytyy painamalla **SNAP**-näppäintä.

Robotti liikutetaan asentoon, jossa se pystyy tekemään ensimmäisen mittauksen. Alla oleva esimerkkiohjelma, johon ensimmäinen piste (kuvauspiste) myös tallennetaan riville 4.

```
1: UFRAME_NUM=1 ;
2: UTOOL_NUM=1 ;
3: R[1:Notfound]=0 ;
4:L P[1] 2000mm/sec FINE ;
5: WAIT R[1] ;
6: VISION RUN_FIND 'A' ;
7: VISION GET_OFFSET 'A' VR[1] JMP LBL[100] ;
8: ;
9: IHandling ;
10:L P[2] 2000mm/sec CNT100 VOFFSET,VR[1] Tool_Offset,PR[1] ;
11:L P[2] 500mm/sec FINE VOFFSET,VR[1] ;
12: CALL HAND_CLOSE ;
13:L P[2] 2000mm/sec CNT100 VOFFSET,VR[1] Tool_Offset,PR[3] ;
14: IHandling ;
15: JMP_LBL[900] ;
16: ;
17: LBL[100] ;
18: R[1:Notfound]=1 ;
20: ;
21: LBL[900] ;
```

- 1 Place a workpiece in the field of view of the camera.
- 2 Move the robot to the measurement position where the workpiece can be snapped. Record this robot position as the first measurement position. Refer to the sample program in Setup Edition Subsection 1.3.4, "Robot Program Creation and Teaching". P[1] in line 4 is the first measurement position. Record the current robot position to P[1].



- 3 Set up the snap tool. The snap tool is a tool that snaps images that are used to teach and find models. Set the snap conditions such as the snap window and the exposure time. For details, refer to Setup Edition Section 4.1, "SNAP TOOL" in the "R-30iB Plus CONTROLLER iRVision OPERATOR'S MANUAL (Reference) B-83914EN".
- 4 Select a locator tool from the tree view and teach the model to use for detection. By default, the GPM Locator Tool is set as the locator tool. For details of the GPM Locator Tool and other command tools, refer to Setup Edition Section 4, "COMMAND TOOLS" in the "R-30iB Plus CONTROLLER iRVision OPERATOR'S MANUAL (Reference) B-83914EN".

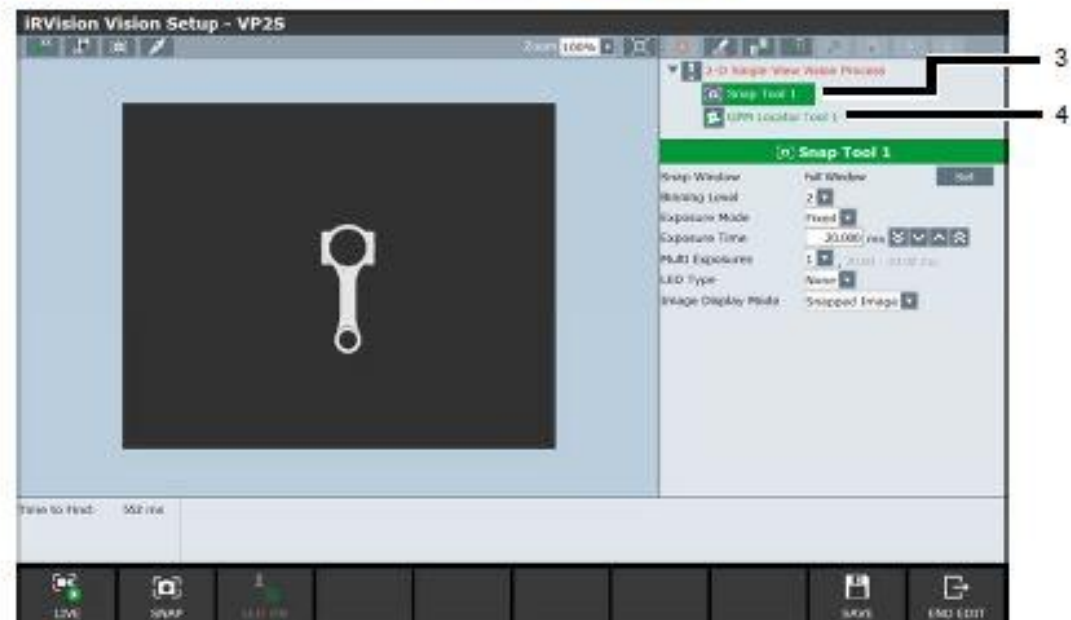
IRVISION – KUVAPROFIILIN TEKO

Palataan takaisin **Snap tooliin**, jossa tehdään tarvittavat asetukset (exposure time = valotusaika, snap window = kuvausalue)

Seuraavaksi tehdään **GPM Locatorilla** asetukset kuvan löytämiseksi.

```
1: UFRAME_NUM=1 ;
2: UTOOL_NUM=1 ;
3: R[1:Notfound]=0 ;
4:L P[1] 2000mm/sec FINE ;
5: WAIT R[1] ;
6: VISION RUN_FIND 'A' ;
7: VISION GET_OFFSET 'A' VR[1] JMP LBL[100] ;
8: ;
9: IHandling ;
10:L P[2] 2000mm/sec CNT100 VOFFSET,VR[1] Tool_Offset,PR[1] ;
11:L P[2] 500mm/sec FINE VOFFSET,VR[1] ;
12: CALL HAND_CLOSE ;
13:L P[2] 2000mm/sec CNT100 VOFFSET,VR[1] Tool_Offset,PR[3] ;
14: IHandling ;
15: JMP_LBL[900] ;
16: ;
17: LBL[100] ;
18: R[1:Notfound]=1 ;
20: ;
21: LBL[900] ;
```

- 1 Place a workpiece in the field of view of the camera.
- 2 Move the robot to the measurement position where the workpiece can be snapped. Record this robot position as the first measurement position. Refer to the sample program in Setup Edition Subsection 1.3.4, "Robot Program Creation and Teaching". P[1] in line 4 is the first measurement position. Record the current robot position to P[1].



- 3 Set up the snap tool. The snap tool is a tool that snaps images that are used to teach and find models. Set the snap conditions such as the snap window and the exposure time. For details, refer to Setup Edition Section 4.1, "SNAP TOOL" in the "R-30iB Plus CONTROLLER iRVision OPERATOR'S MANUAL (Reference) B-83914EN".
- 4 Select a locator tool from the tree view and teach the model to use for detection. By default, the GPM Locator Tool is set as the locator tool. For details of the GPM Locator Tool and other command tools, refer to Setup Edition Section 4, "COMMAND TOOLS" in the "R-30iB Plus CONTROLLER iRVision OPERATOR'S MANUAL (Reference) B-83914EN".

IRVISION – KUVAN LÖYTÄMINEN

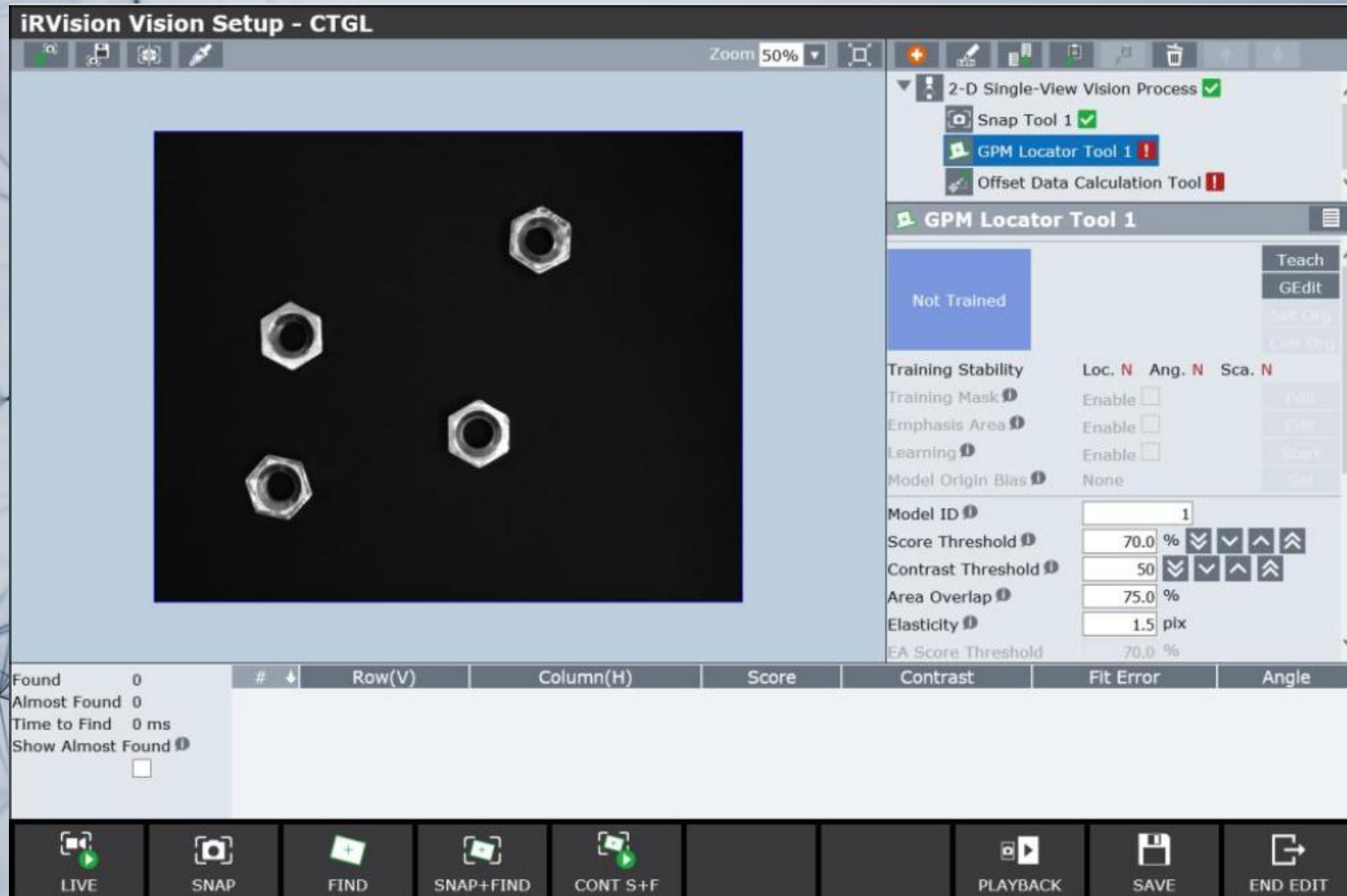
TEACH-näppäin: opetetaan kuvassa näkyvä kuva

GEdit-näppäin: lisätään graafinen muoto (viiva, suorakulmio tai ympyrä) kuvaan ja editoidaan sitä

Set Org-näppäin: voidaan asettaa ja muokata muodon origoa

Score Threshold: kuinka suuri osuvuus vaaditaan löydetylle muodolle

Contrast Threshold: kuinka suuri kontrastin osuvuus vaaditaan löydetylle muodolle



iRvision Vision Setup - CTGL

Zoom 50%

2-D Single-View Vision Process ✓

- Snap Tool 1 ✓
- GPM Locator Tool 1 !
- Offset Data Calculation Tool !

GPM Locator Tool 1

Not Trained

Teach
GEdit
Set Org
Use Org

Training Stability

Training Mask	Enable	<input type="checkbox"/>
Emphasis Area	Enable	<input type="checkbox"/>
Learning	Enable	<input type="checkbox"/>
Model Origin Bias	None	

Loc. N Ang. N Sca. N

Model ID 1

Score Threshold 70.0 %

Contrast Threshold 50

Area Overlap 75.0 %

Elasticity 1.5 pix

EA Score Threshold 70.0 %

Found	#	Row(V)	Column(H)	Score	Contrast	Fit Error	Angle
0							
Almost Found							
0							
Time to Find							
0 ms							
Show Almost Found							
<input type="checkbox"/>							

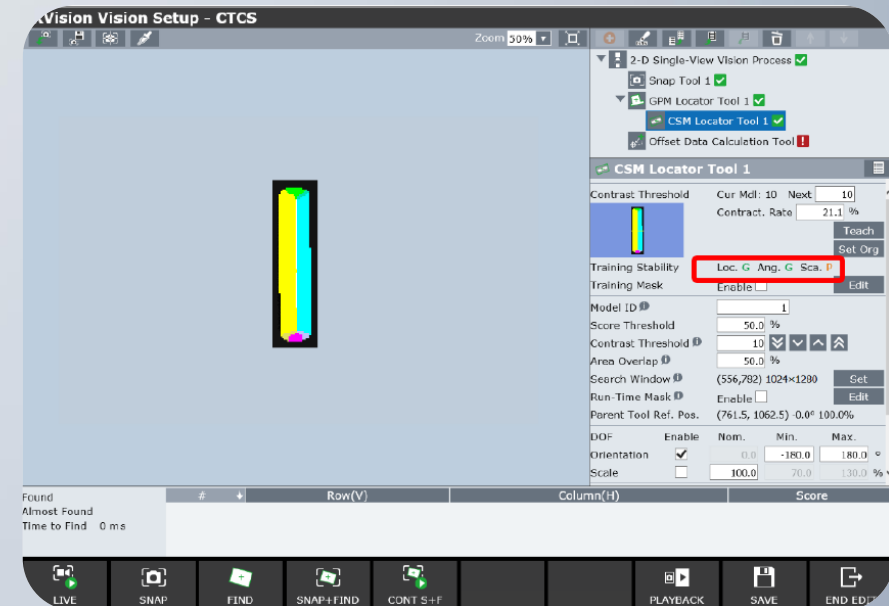
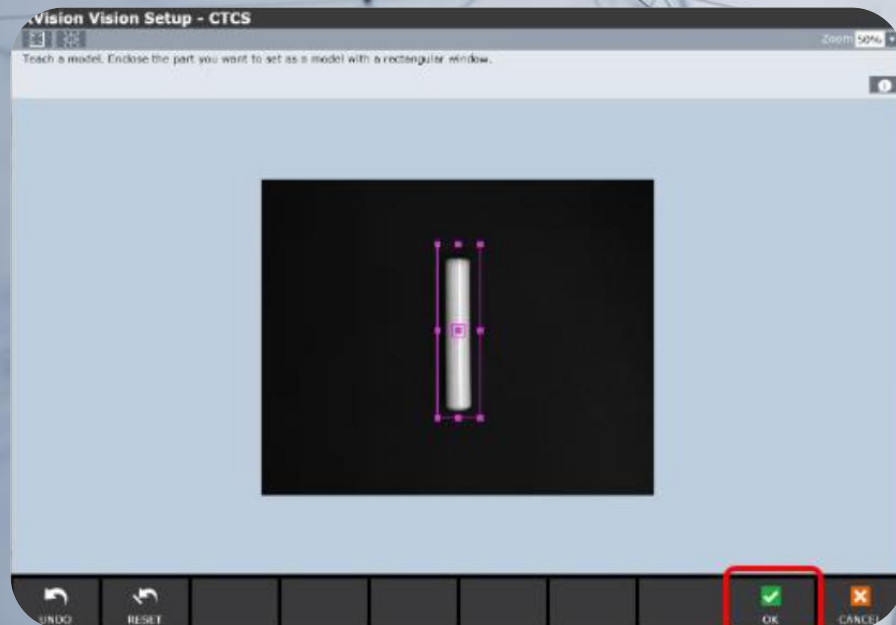
LIVE SNAP FIND SNAP+FIND CONT S+F PLAYBACK SAVE END EDIT

IRVISION – MUODON OPETTAMINEN

TEACH-näppäin: opetetaan kuvassa näkyvä kuva. Löydetyn muodon ympärille säädetään liila suorakulmio niin että se kattaa koko muodon. Hyväksy painamalla OK.

Kun muoto on opetettu, arviointitulokset (evaluation results) sijainnille, orientaatiolle ja skaalaukselle näkyvät jonakin seuraavana tuloksena:

- 1) Good: kappale löytyy hyvin
- 2) Poor: kappale löytyy mutta ei hyvin
- 3) None: kappaletta ei löydy



IRVISION – MUODON OPETTAMINEN

GEdit

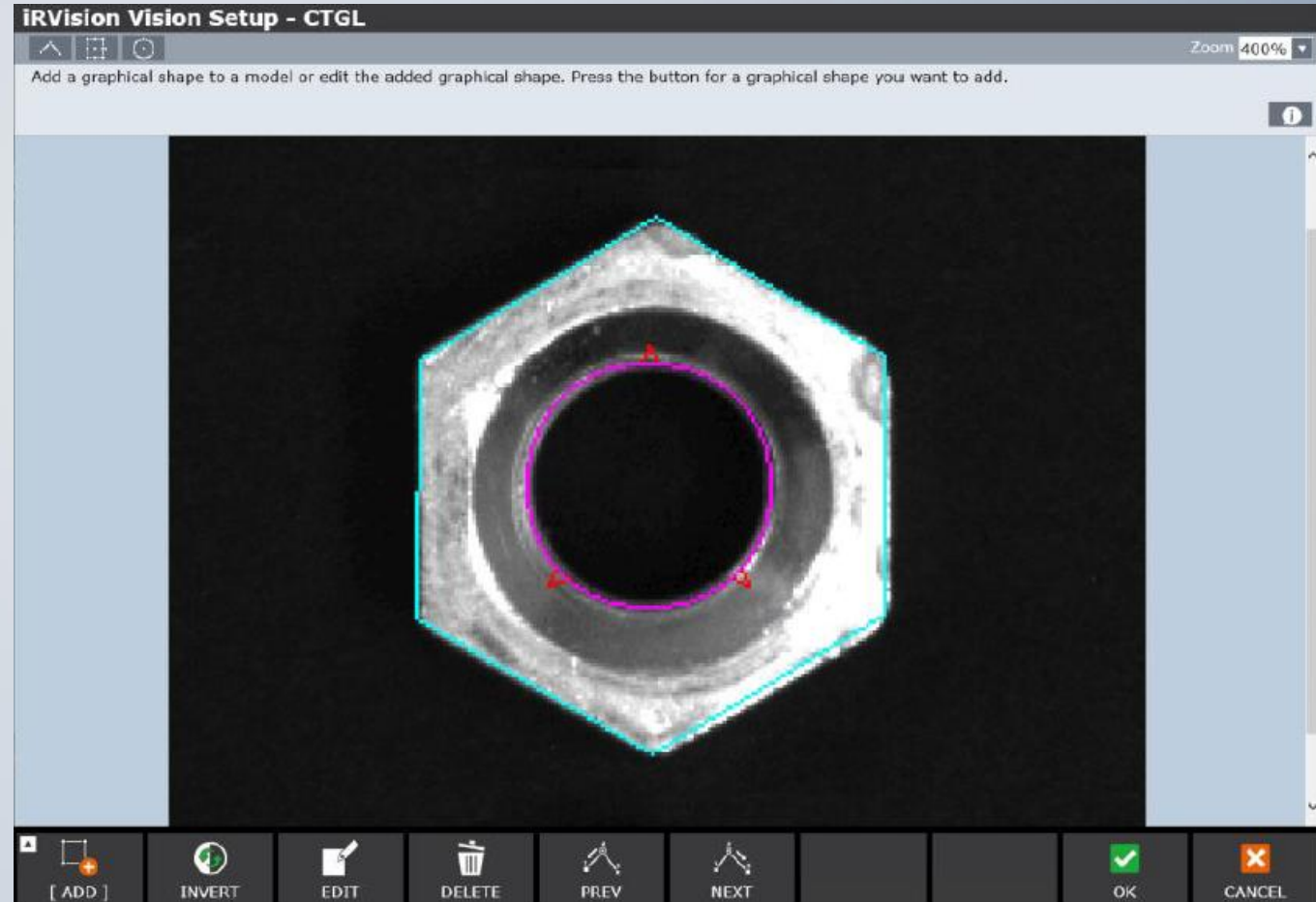
ADD-näppäimellä voidaan lisätä etsittävä muoto. Vasemmassa yläkulmassa on lisäksi vaihtoehtona luoda muotoina sekmenttiviiva, nelikulmio tai ympyrä.

Jos muotoa haluaa muokata, niitä voi selata PREV ja NEXT näppäimillä.

Siirrä muotoa oikeaan kohtaan ja muuta sen kokoa vastaamaan kuvan muotoa. RESET-näppäimellä palaa takaisin ennen muokkausta olevaan muotoon.

Kun muokkaus on valmis, hyväksytään se painamalla OK.

Jos jokin muoto ei ole opetettu, se jää liilan väriseksi.



IRVISION – MUODON OPETTAMINEN

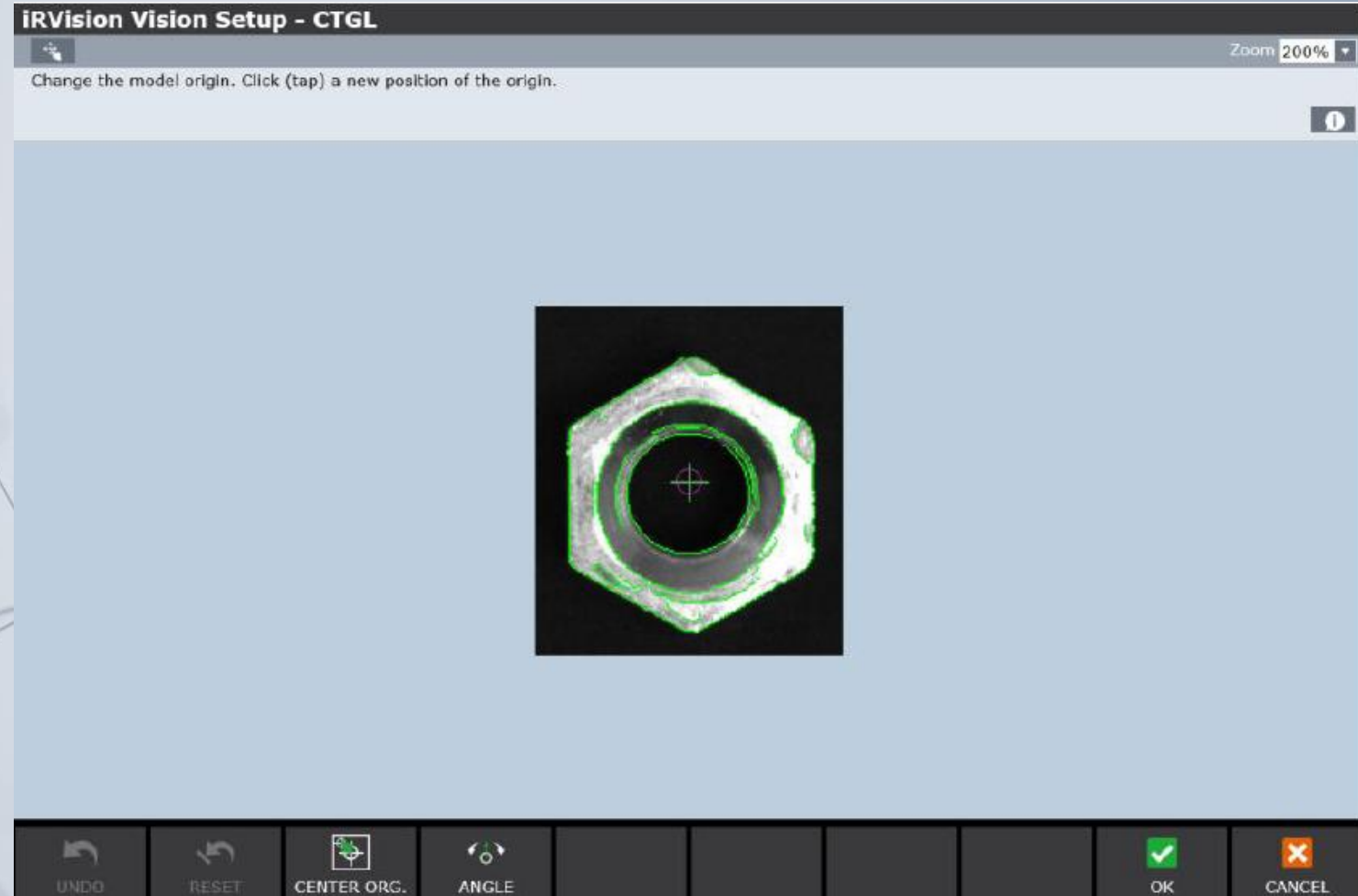
Set Org

Löydetyyn kuvan origoa voi muuttaa **Set Org**-näppäimellä.

Kuvan keskelle ilmestyy risti jonka voi siirtää paikkaan, jossa haluaa kappaleen origon olevan.

Painamalla **CENTER ORG** robotti laskee automaattisesti kappaleelle origon rotaatiokeskipisteen.

Hyväksy muutokset painamalla OK.



IRVISION – MUODON OPETTAMINEN

Rahoittaja



Training Mask

Jos kuvasta löytyy ei-toivottuja muotoja (useimmiten heijastuksia tai varjoja), ne voidaan poistaa **Training Mask** rivin **Edit-näppäimellä**.

Tämän jälkeen ei-toivotut muodot värjätään punaisella, jolloin niitä ei oteta huomioon kuvaustilanteessa. Kuvaa voi suurentaa Zoom-näppäimellä ja apuna voi käyttää kynää.

Maskaus hyväksytään painamalla OK.

IRVision Vision Setup - CTGL

Zoom 200%

2-D Single-View Vision Process ✓

- Snap Tool 1 ✓
- GPM Locator Tool 1 ✓
- Offset Data Calculation Tool !

GPM Locator Tool 1

Teach
GEdit
Set Org
Gen Org

Training Stability Loc. G Ang. G Sca. G

Training Mask Enable Edit

Emphasis Area Enable Edit

Learning Enable Start

Model Origin Bias None Set

Model ID

Score Threshold %

Contrast Threshold %

Area Overlap %

Elasticity pix

EA Score Threshold %

Allow Floating EA

Ignore Polarity

#	Row(V)	Column(H)	Score	Contrast	Fit Error	Angle
Found	0					
Almost Found	0					
Time to Find	0 ms					

LIVE SNAP FIND SNAP+FIND CONT S+F PLAYBACK SAVE END EDIT