

# Yaskawa/MOTOMAN Hitsausrobotti



Euroopan unionin rahoittama –  
NextGenerationEU

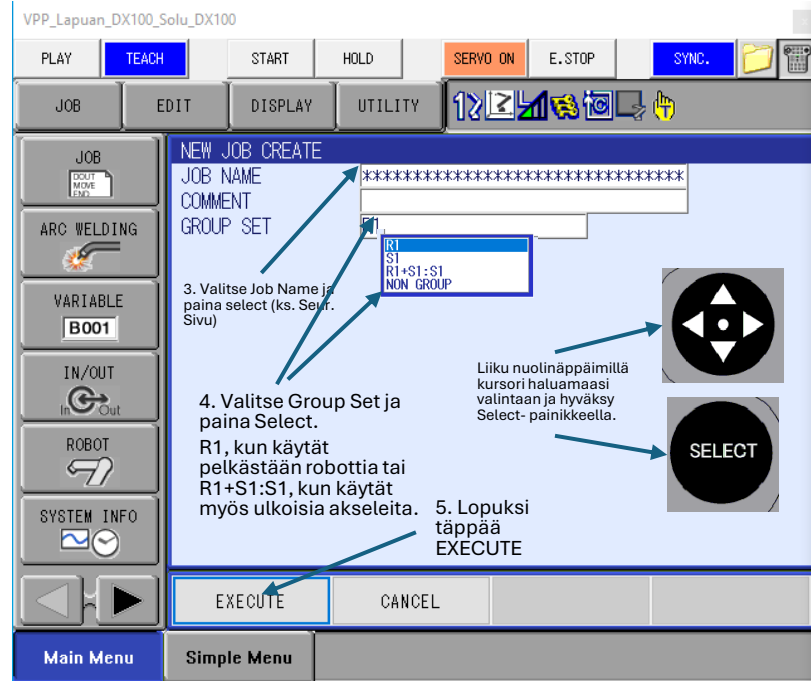
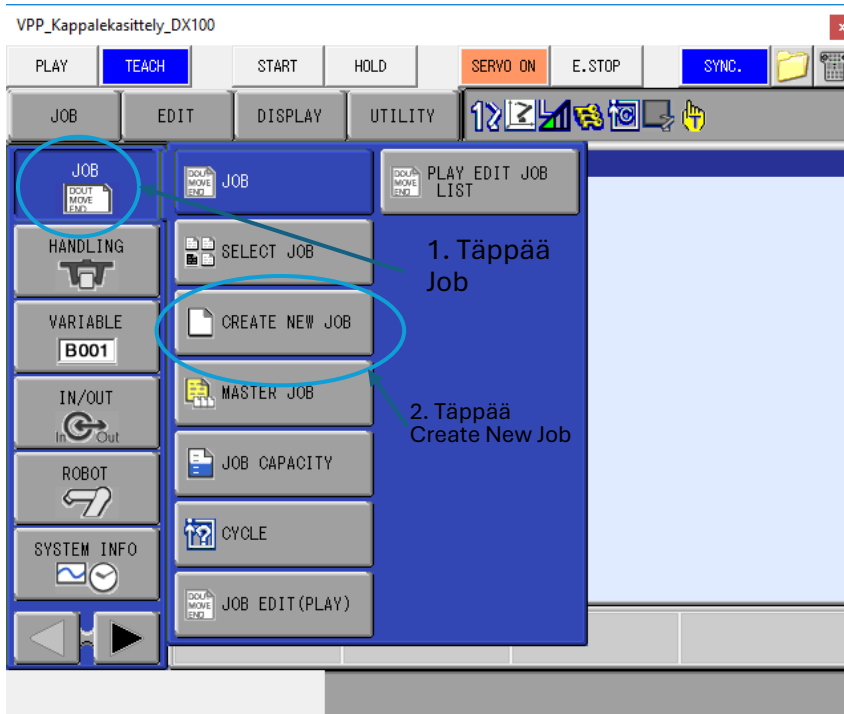


Jatkuvan oppimisen ja  
työllisyyden palvelukeskus

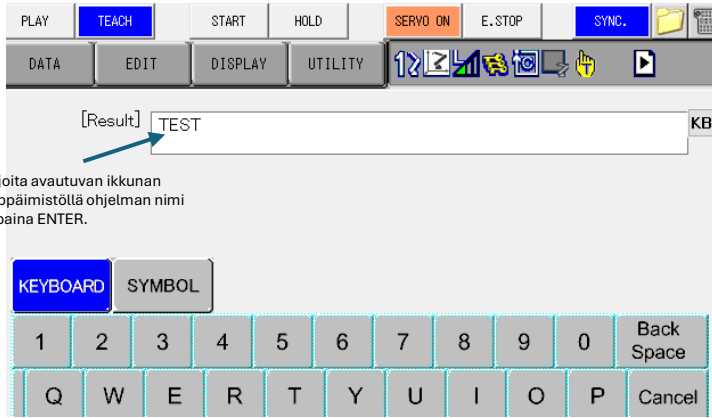
# Motoman DX100 hitsausrobotin käynnistys

- Käynnistä Fronius hitsausvirtalähde pyöräyttämällä virtakytkintä.
- Odota, että Froniukseen tulee St op teksti ja sen jälkeen käynnistä Motoman pyöräyttämällä virtakytkintä kontrollerista.

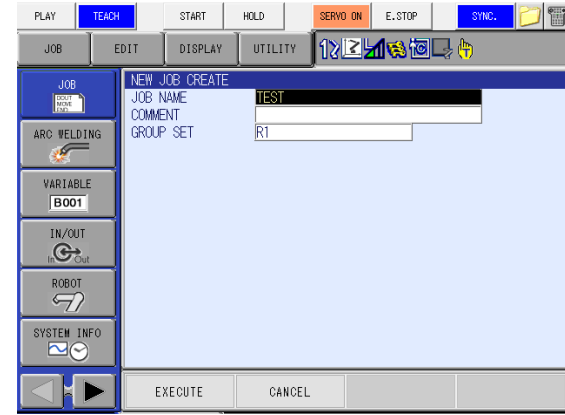
# Uuden ohjelman luonti



# Ohjelman nimen lisäys

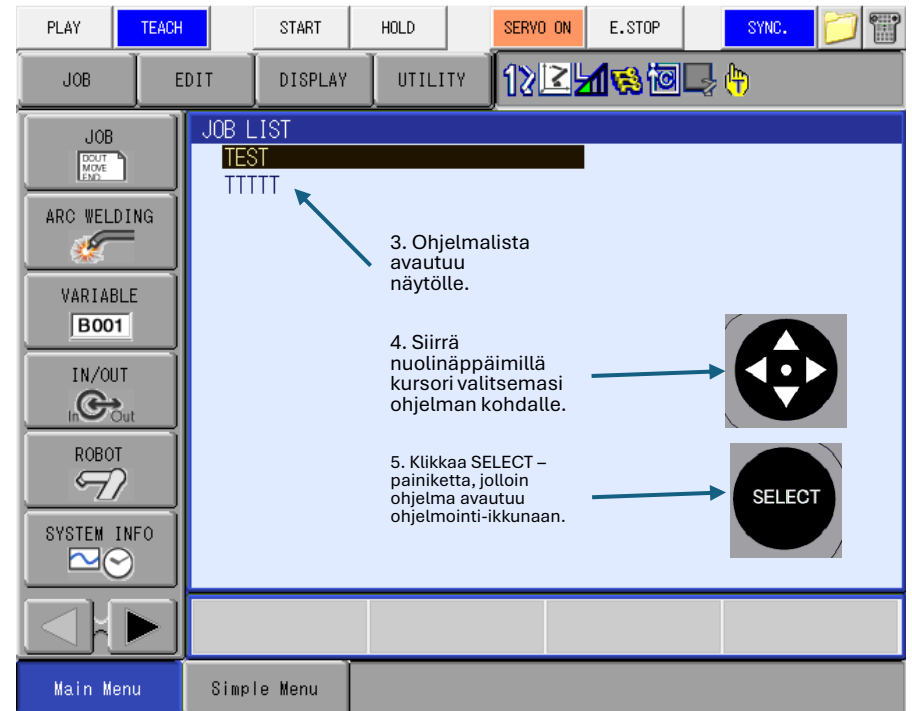
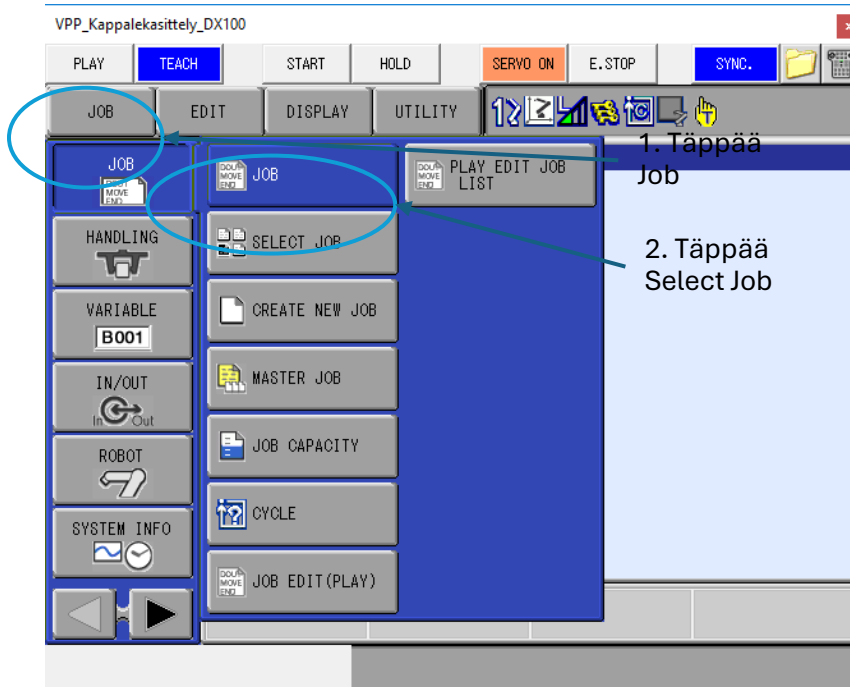


Kirjoita avautuvan ikkunan näppäimistöllä ohjelman nimi ja paina ENTER.

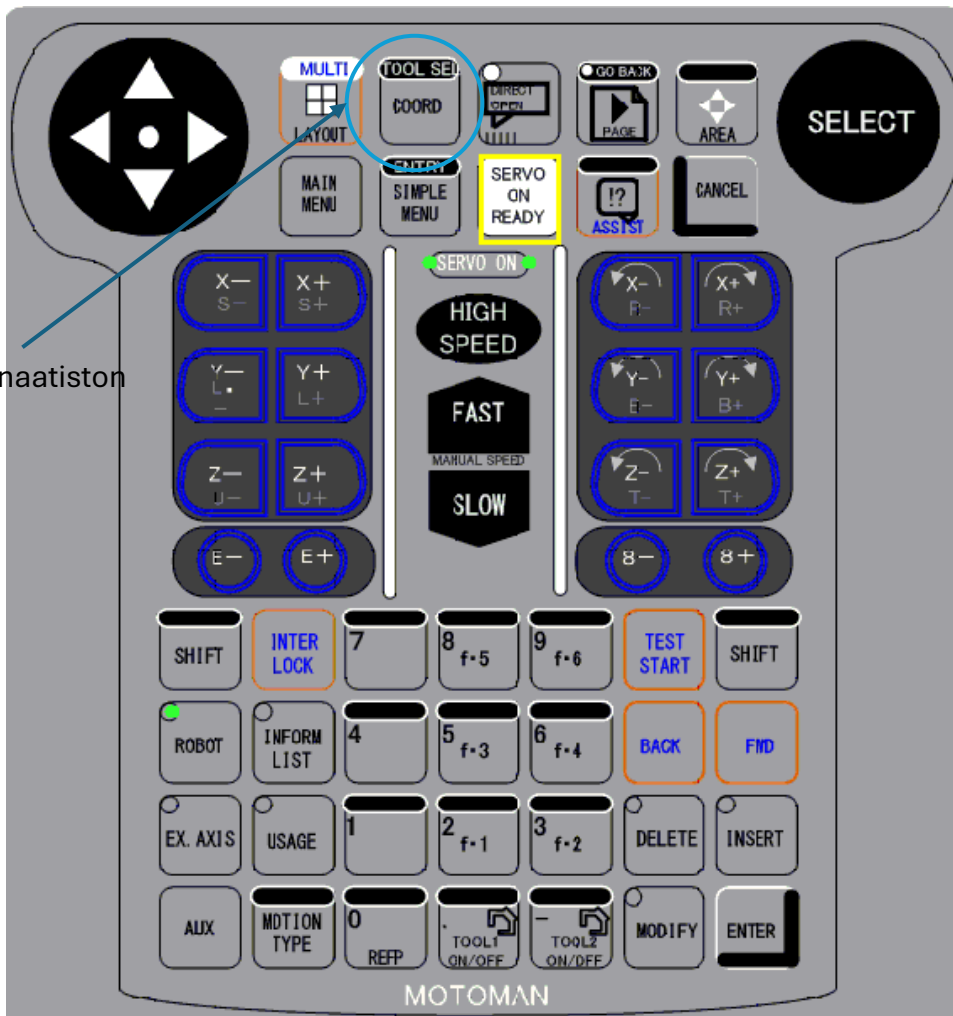


EXECUTE täppäyksen jälkeen avautuu ohjelmointi-ikkuna.

# Ohjelman valinta



# ■ Robotin käsiajokoordinaatistot



Koordinaatiston valinta

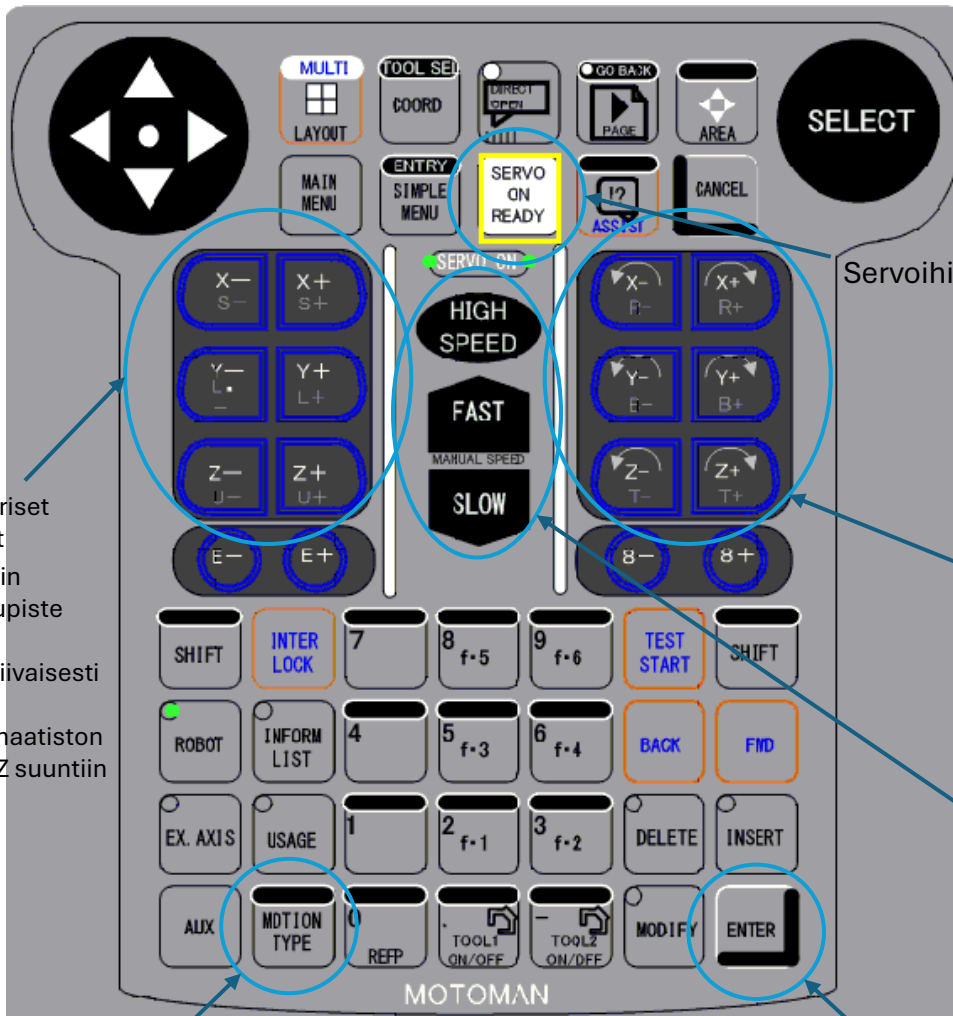
Robotin käsiajolla liikutteluun on valittavissa/vaihdeavissa 4 eri koordinaatistoa, joiden suuntaisesti työkalupiste liikkuu.

**COORD** -painikkeella valitaan haluttu koordinaatisto. Jokaisella Coord-painikkeen painalluksella vaihtuu valittavissa oleva koordinaatisto. Käytettävän koordinaatiston symboli näkyy näytön yläreunan info-kentässä.

Valittavissa olevat koordinaatistot ovat:

- - Nivelkoordinaatisto, jolloin liikepainikkeet liikuttavat vain ko. painikkeessa kerrottua (S,L,U,R,B,T) robotin akselia.
- - Suorakulmainen koordinaatisto, jolloin robotin työkalupiste liikkuu (vasemmanpuoleiset painikkeet) maailmakoordinaatiston X,Y ja Z akseleiden suuntaisesti. Myös orientoivat liikkeet (oikeanpuoleiset painikkeet) kiertyvät maailmakoordinaatiston X,Y ja Z akseleiden ympäri.
- - Työkalukoordinaatisto, jolloin robotti liikesuunnat ja orientaatiot tapahtuvat työkalun sen hetkisen asennon suuntaisesti.
- - Käyttäjakoordinaatisto, jolloin robotin liikkeet ja orientaatiot menevät valitun käyttäjakoordinaatiston suuntaisesti vrt. suorakulmainen koordinaatisto.

# ■ Robotin liikutteluun liittyvät painikkeet



Lineaariset liikkeet  
-Robotin työkalupiste liikkuu suoraviivaisesti valitun koordinaatiston X, Y ja Z suuntiin

Servoihin virrat

Motion Type –painikkeella voi vaihtaa ohjelmaan tallentuvan liiketyypin.

MovL, Lineaarinen liike. Työkalupistettä kontrolloidaan.

MovJ, Nivelliike. Työkalupistettä ei kontrolloida.

MovC, Ympyräliike. Robotti muodostaa ympyrän kaaren annetuista pisteistä

MovS, Käyräliike.

Orientoivat liikkeet

-Robotti kiertää valitun työkalun TCP:n ympäri.

Orientoivat Rx, Ry ja Rz -suunnat riippuvat valitusta koordinaatistosta.

Nopeuden lisäys/vähennys

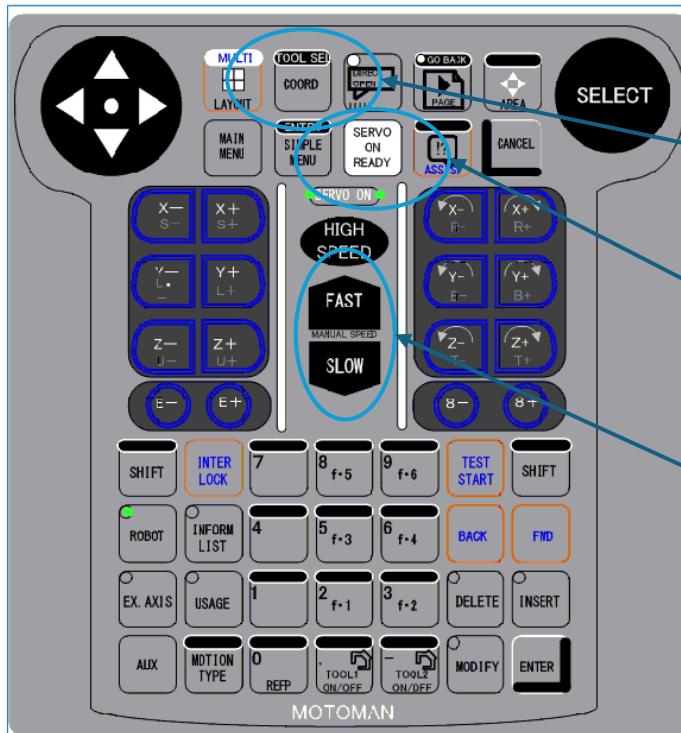
Liiketyypin valinta

Komennon kuittaus

# Harjoitus 1

- Käynnistä Fronius ja Motoman.
- Liikuttele robottia käyttäen pendantin lineaaristen ja orientoivien liikkeiden painikkeita.
- Vaihda koordinaatistoja käyttäen pendantin coord –painiketta.
- Huomaa erot eri koordinaatistoilla tapahtuvien liikkeiden välillä.

# Robotin käsiajo



Käännä pendantin avaimesta robotti TEACH-tilaan.

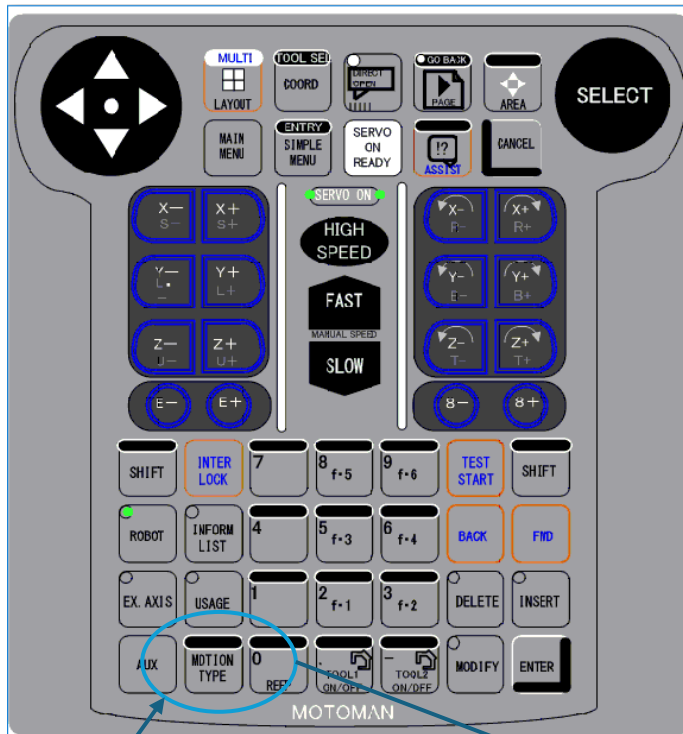
1. Valitse COORD –painikkeella koordinaatisto, jonka suuntaisesti haluat robotin liikkuvan käsiajolla.

2. Paina Servo On Ready painiketta, jolloin servovalo alkaa vilkkua servovalmiuden merkiksi.

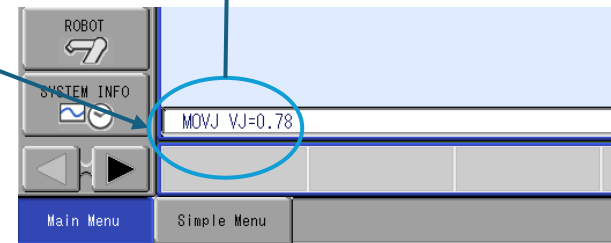
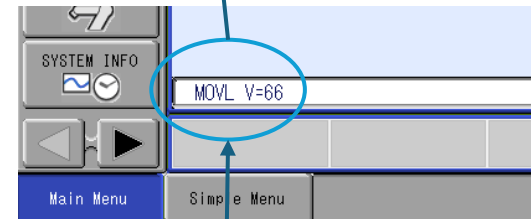
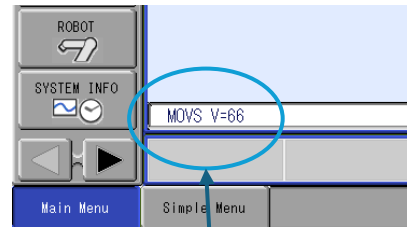
3. Valitse FAST/SLOW -painikkeilla. Haluamasi käsiajo/testiajo nopeus.

4. Paina Pendantin takana oleva sallintakytkin puoleenväliin, että servot saavat virtaa. SERVO ON –merkkivalo palaa yhtäjaksoisesti.

# Liikekomentojen lisäys



1. Vaihda Liiketyyppi klikkailemalla Motion Type painiketta kunnes haluttu liiketyyppi näkyy muokkaus rivillä.



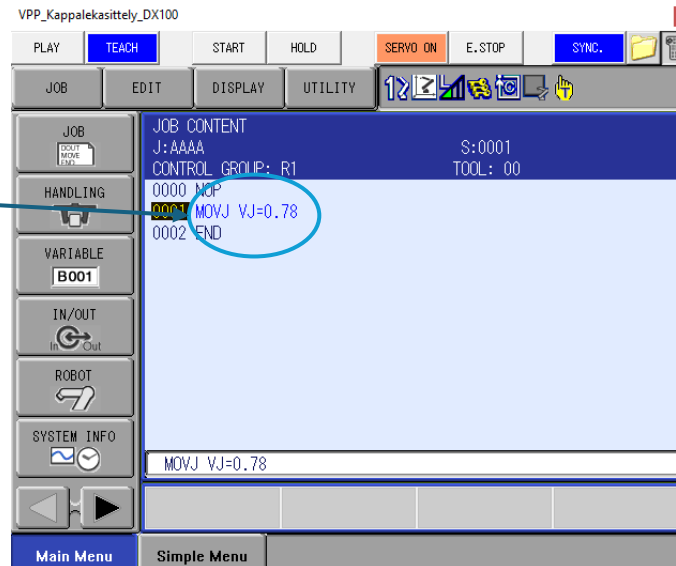
**HUOM!**  
Liiketyypit voivat vaihdella robotin mallista ja robottisolusta riippuen ES. Synchronoitu S-liiketyyppi.

MOVJ liikkeen nopeus on prosentteina maksimi nopeudesta. MOVL, MOV C ja MOV S liikkeissä nopeus on oletuksena mm/s.

2. Klikkaa Enter.



3. Liikekomento ilmestyy komentoikkunaan kursorin alapuolella olevalle riville.



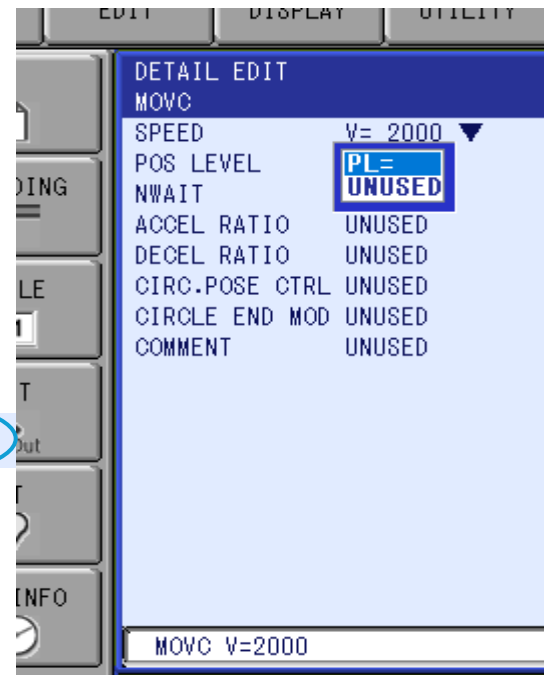
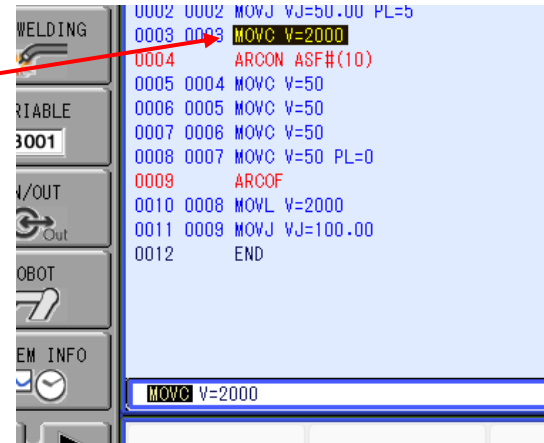
# Liikekomennon argumentit, paikoitustarkkuus, PL

1. Vie kursori liikekomennon päälle ja klikkaa Select, jolloin komennon muokkausrivi aktivoituu.

2. Klikkaa uudelleen Select, jolloin komennon editointi-ikkuna avautuu

3. Vie kursori POS LEVEL riville ja klikkaa Select. Valitse PL= ja klikkaa Select.

Kirjoita PL arvoksi Es. 0 ja klikkaa Enter. Klikkaa vielä 2 kertaa Enter jolla hyväksyt muutoksen /lisäyksen komenttoon.



# Liikekomentojen poisto



1. Siirrä kursori poistettavan liikekomennon kohdalle

2. Aja robotti FWD paikikkeella ko. liikemomennon pisteeseen.

3. Poista komento painamalla Delete ja Enter

TAI

3. Poista komento painamalla Modify ja Enter, jonka jälkeen paina Delete ja Enter, jolloin ei tarvitse ajaa robottia ko. liikekomennon pisteeseen.

**HUOM !**

- Liiketyypit voivat vaihdella robotin mallista ja robottisolusta riippuen ES. Synchronoitu S-liiketyyppi.  
- Numero 4 painikkeella voi vaihtaa Synchronoidun ja normaalin liikkeen välillä.

MOVJ liikkeen nopeus on prosentteina maksimi nopeudesta.  
MOVL, MOVJ ja MOVS liikkeissä nopeus on oletuksena mm/s.

# Harjoitus 2, liikekomennot

Tee uusi ohjelma **H2NNN** , Group Set **R1+S1:S1**.

Liikuta robottia käyttäen pendantin lineaaristen ja orientoivien liikkeiden painikkeita ja lisää liikekomennot ohjelmaan.

Tavoitteena on tehdä ohjelma, jossa on seuraavat liike komennot :

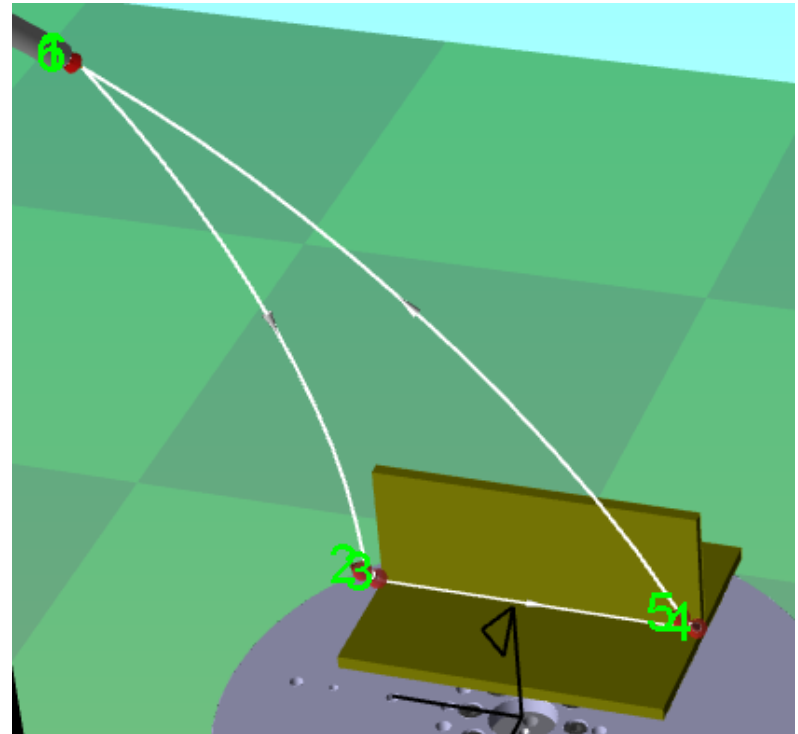
nopeudet  $MOVJ = \% / MAX$

$MOVL = CM/min$

NOP

1. **MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00** -> Robotti peruspisteellä, joka sijaitsee sellaisessa paikassa että käyttäjällä on esteetön pääsy hitsattavalle kappaleelle.
2. **MOVJ VJ=80.00 PL=0 +MOVJ VJ=100.00** -> Robotin työkalu lähestymispisteessä, n. 30-40mm etäisyys aloituspisteestä. Huom paikoitustatkkuus PL=0
3. **MOVL V=4500 PL=0 +MOVJ VJ=100.00** -> Robotin työkalu aloituspisteessä, työkalun orientaatio 45 astetta. Huom paikoitustatkkuus PL=0.
4. **MOVL V=60.0 PL=0 +MOVJ VJ=100.00** -> Robotin työkalu lopetusasteessa, työkalun orientaatio 45 astetta. Huom paikoitustatkkuus PL=0.
5. **MOVL V=4500 +MOVJ VJ=100.00** -> Robotin työkalu poistuspisteessä, n. 30-40mm etäisyys lopetusasteesta.
6. **MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00** -> Robotti peruspisteellä, joka sijaitsee sellaisessa paikassa että käyttäjällä on esteetön pääsy hitsattavalle kappaleelle. Huom, tämä on sama piste kuin kohdassa 1.

END



# Ohjelman ajo

## Testiajo rivi kerrallaan

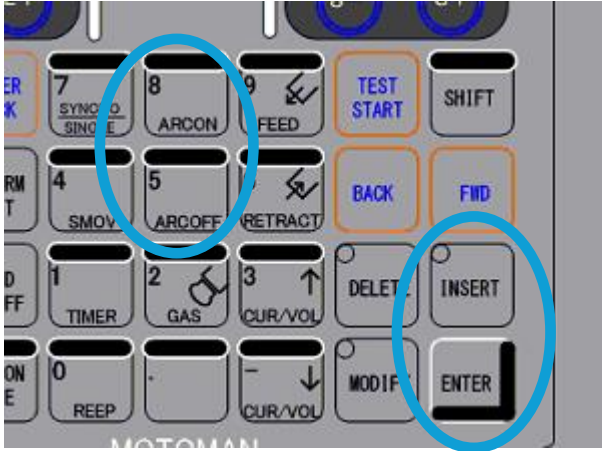
- Forward (FWD) -painikkeella voit ajaa liikekomentoja yksi kerrallaan. Kun robotin työkalupiste on saavuttanut liikekomennossa olevan pisteen voit ajaa ohjelman seuraavalla rivillä olevan liikekomennon FWD-painikkeen uudelleen painalluksella.
- **Huom ! Liikekomennon suoritus keskeytyy ja robotti pysähtyy, kun vapautat FWD-painikkeen.** FWD-painikkeen uudelleenpainallus jatkaa liikekomennon suoritusta.
- Interlock + Forward –painikeyhdistelmällä voit ajaa myös muutkin komentorivit kuin liike komentorivit es. Rivit, joissa on matemaattisia lausekkeita, \*Call kutsu tms.

## Testiajo koko ohjelma kerrallaan

- Interlock + Test Start –paineettuina robotti suorittaa ohjelman lukien rivit ylhäältä alaspäin ohjelman loppuun saakka.
- Ohjelman suoritus alkaa ohjelma kursorin osoittamalta riviltä.
- Ohjelman suoritus keskeytyy ja robotti pysähtyy, jos vapautat painikkeen (robotin parametreiissä on määriteltynä kummanko painikkeen vapautus pysäyttää ohjelman).
- Painikkeen uudelleenpainallus jatkaa ohjelman suoritusta.

# Hitsauskomentojen, ARCON ja ARCOF, lisäys ohjelmaan

Hitsauskomennot löytyvät pendantin 5 ja 8 näppäimistä.

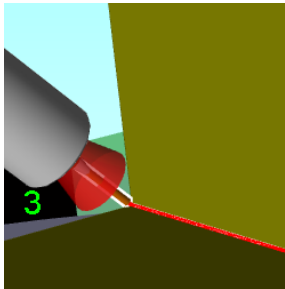


Hitsauksen aloitus: **ARCON komento** lisätään aloituspisteen alapuolella olevalle riville seuraavasti:

- Vie ensin kursori aloituspisteen rivinumeron ( rivi 3 ) päälle.
- Klikkaa pendantin ARCON komentoa ( 8 ).
- Klikkaa Enter
- Insert ja enter klikkauksilla hyväksyt ARCON komennon komentoriville.

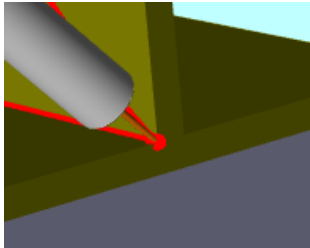
Hitsauksen lopetus: **ARCOF komento** lisätään lopetuspisteen alapuolella olevalle riville seuraavasti:

- Vie ensin kursori lopetuspisteen rivinumeron päälle.
- Klikkaa pendantin ARCOF komentoa ( 5 ).
- Klikkaa Enter
- Insert ja enter klikkauksilla hyväksyt ARCOF komennon komentoriville lopetuspisteen alapuolelle.



Aloituspiste

Lopetuspiste



NOP

MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00

MOVJ VJ=80.00 PL=0 +MOVJ VJ=100.00

MOVL V=4500 PL=0 +MOVJ VJ=100.00

**ARCON**

MOVL V=10.0 PL=0 +MOVJ VJ=100.00

**ARCOF**

MOVL V=4500 +MOVJ VJ=100.00

MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00

END

# ASF, Arc Start File lisäys ARCON komenttoon

Hitsauksen ARCON aloituskomenttoon annetaan Arc Start File.  
ASF on taulukko, johon syötetään hitsauksessa käytettävät tiedot.

## ARCON komennon Arc Start Filen (ASF) valinta

Vie kursori ARCON komennon päälle.

```
0003 0003 MOVL V=  
0004 ARCON  
0005 0004 MOVL V=
```

-> Klikkaa Select



-> Editointirivi aktivoituu



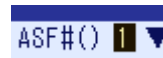
-> Klikkaa uudelleen Select, jolloin Editointi ikkuna avautuu



-> Klikkaa jälleen Select ja vie kursori ASF#() Method vaihtoehtoon



-> Klikkaa Select ja vie kursori File numeron päälle



-> Klikkaa Select ja näppäile tiedoston numero, jota haluat käyttää hitsauksessa (Es. 10)



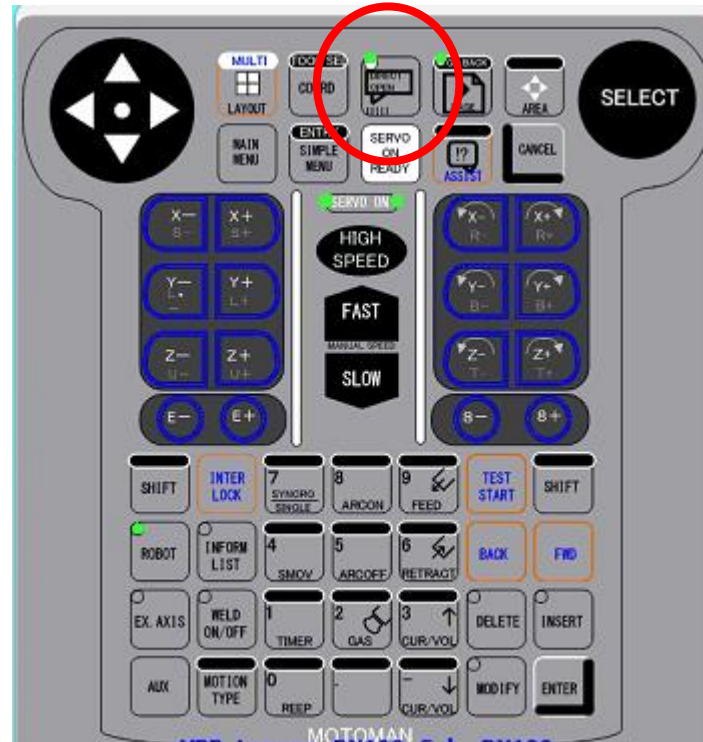
-> Klikkaa Enter -> Klikkaa Enter -> Klikkaa Enter, jolloin komentorivi päivittyy

```
0003 0003 MOVL V=4500 PL=0  
0004 ARCON ASF#(10)  
0005 0004 MOVL V=80 PL=0
```

# ASF / Arc Start File taulukko ja ARCOF

Arc Start File taulukkoon tarvittavat tiedot ovat hitsausnopeus ja Job, jota (mm. Fronius) hitsausvirtalähde käyttää hitsauksen aikana.

- Avaa ASF taulukko siirtämällä kursori ARCON riville ja klikkaamalla DIRECT OPEN painiketta.
- Etsi välilehdiltä SDP rivi, johon syötät hitsausnopeuden (CM/min).
- Etsi välilehdiltä Job täppi ja merkkää se valituksi,
- Job täppäyksen jälkeen voit syöttää Job riville hitsausvirtalähteen hitsauksen aikana käyttämän taulukon numeron. Yleensä kannattaa selvyuden vuoksi käyttää samaa Job numeroa, kuin mikä on ASF taulukon numero.



HUOM ! ARCOF komentoon ei lisätä AEF numeroa.

Hitsauksen lopetusarvot syötetään hitsausvirtalähteen Job taulukkoon.

# Harjoitus 3, Alapienan hitsaus

Kopioi ohjelma H2NNN ohjelmaksi **H3NNN**

Lisää ohjelmaan ARCON ja ARCOF komennot.

NOP

MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00

MOVJ VJ=80.00 PL=0 +MOVJ VJ=100.00

MOVL V=750.0 PL=0 +MOVJ VJ=100.00

**ARCON ASF#(10)**

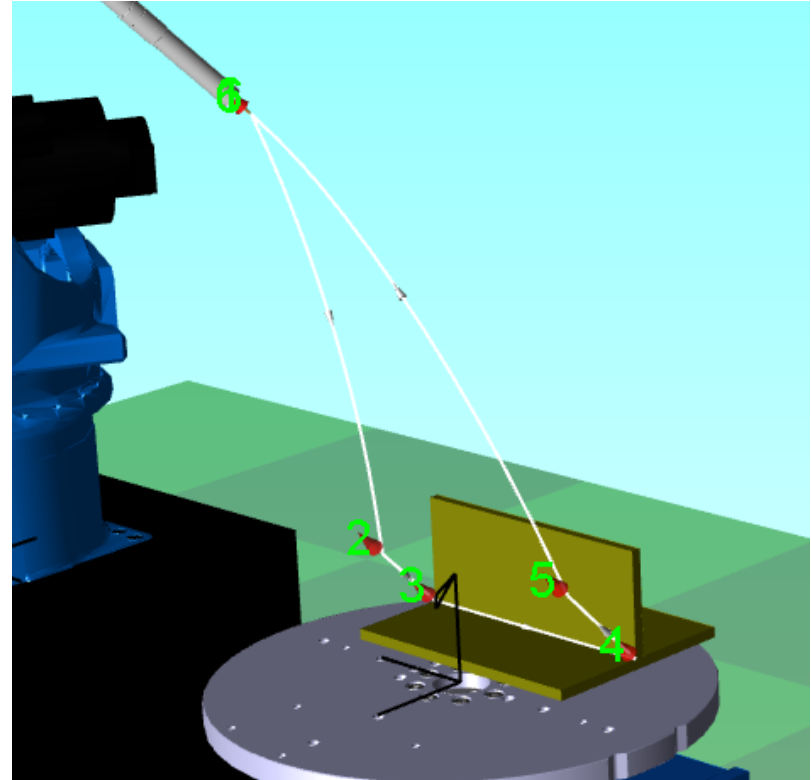
MOVL V=10.0 PL=0 +MOVJ VJ=100.00

**ARCOF**

MOVL V=750.0 +MOVJ VJ=100.00

MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00

END



Avaa ASF file ja syötä hitsausnopeudeksi 50 cm/min

Fronius virtalähteen Job 10 syötettävät arvot:

Virta 200A

Jännite 22V

Muut arvot voivat aluksi olla nolliä, joita voi myöhemmin säätää paremman hitsaustuloksen saavuttamiseksi.

**Teollisuudessa käytettävät hitsausarvot saadaan hitsausohjeesta, WPS**

# Harjoitus 4, putki/levy hitsaus

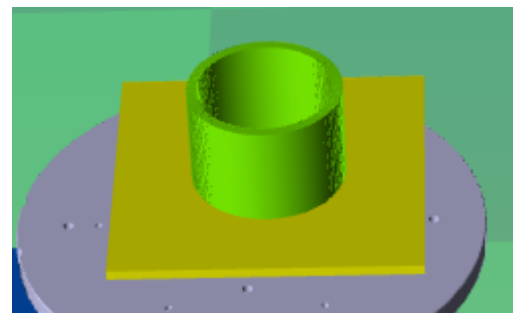
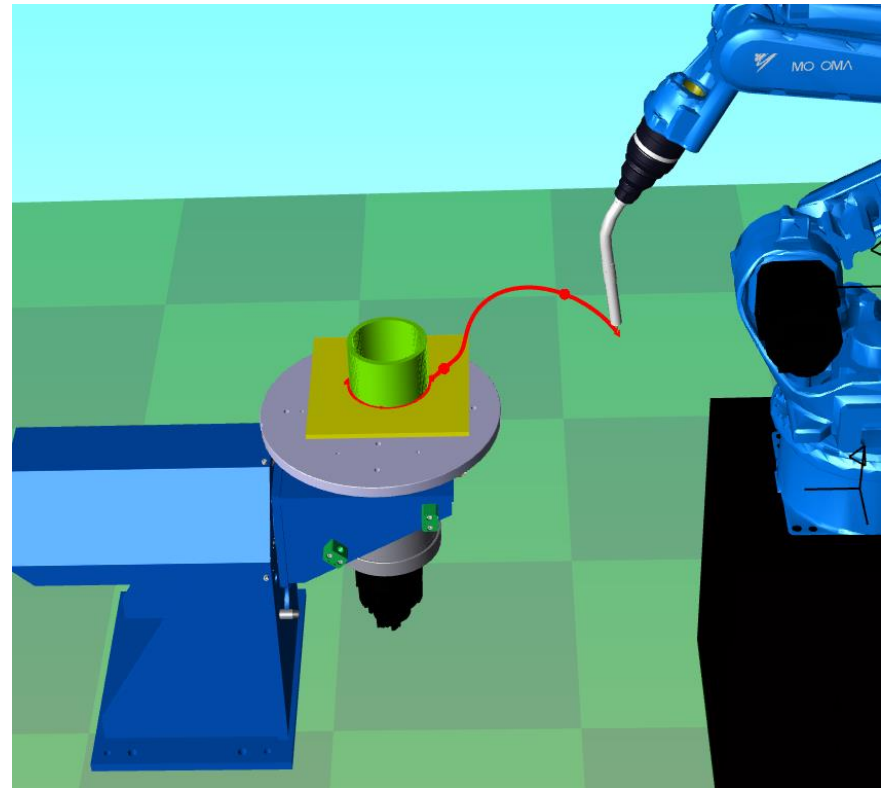
Tee hitsausohjelma, **H4NNN**, jossa komennot putken hitsaukseen levyllä.

Putken halkaisija 60-150 mm

Putken paksuus 4-8 mm

Putken pituus n.50 mm

Levyn koko n. 8x200x200 mm



# Harjoitus 4 , putki/levy hitsaus

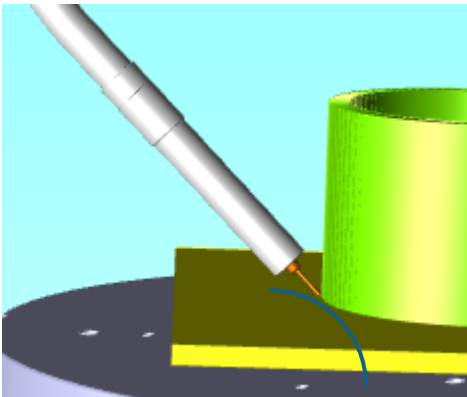
Tee hitsausohjelma, **H4NNN**, jossa komennot putken hitsaukseen levyllä.

Putken halkaisija 60-150 mm

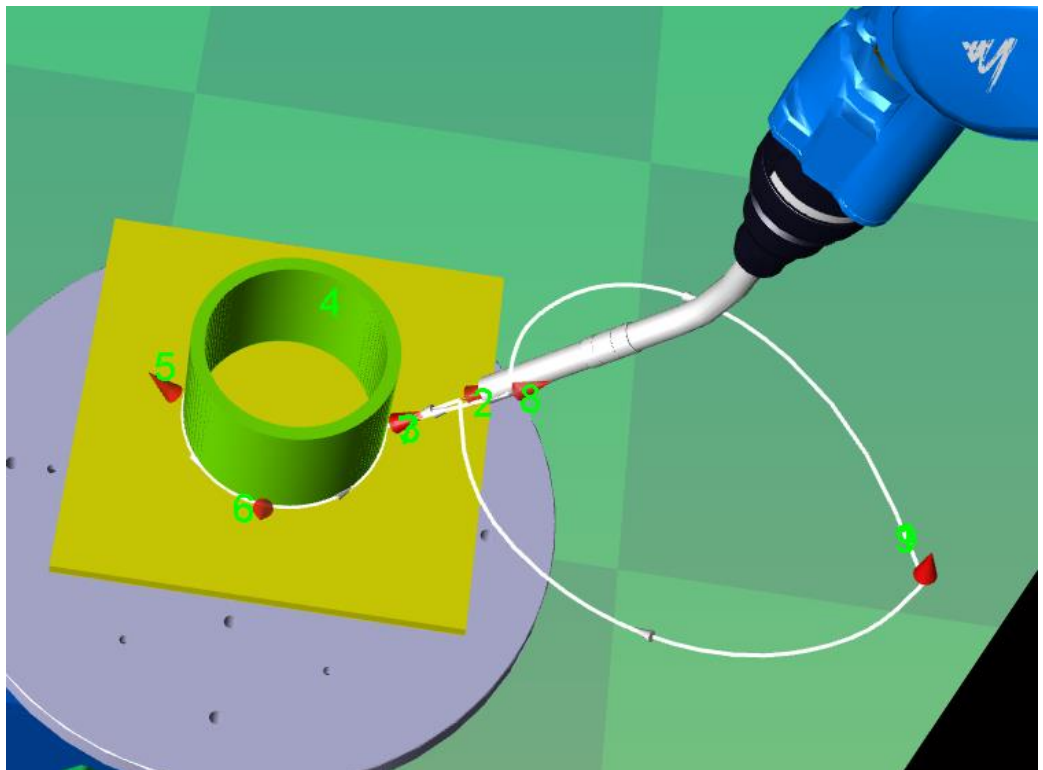
Putken pituus n.50 mm

Levyn koko n. 8x200x200 mm

**Huom !** Polttimen orientaatio 45 astetta, 0-5 astetta työntävä.



MOTION TYPE painikkeella voit vaihtaa eri liiketyyppien välillä (MOVJ,MOVL,MOVC, MOVS)



# Harjoitus 4 , putki/levy hitsaus, PTFWBPB

Kun ohjelma on valmis, liike- ja hitsaus komennot ovat komentoriveillä, voit testata ohjelman askel kerrallaan.

FWD –painikkeella voit ajaa liikekomennot.

INTER LOCK (pohjassa) + FWD –painikkeilla voit suorittaa kaikki komentorivit.

Kun ohjelma on ajettu askel kerrallaan ja mahdolliset korjaukset tehtynä voit ajaa ohjelman kerralla INTERLOCK + TEST START painikkeilla. Liikekomentojen nopeus on tällöin rajoitettu max 250mm/sek.

NOP

MOVJ VJ=100.00

MOVJ VJ=50.00 PL=5

MOVC V=2000 PL=0

ARCON ASF#(10)

MOVC V=50

MOVC V=50

MOVC V=50

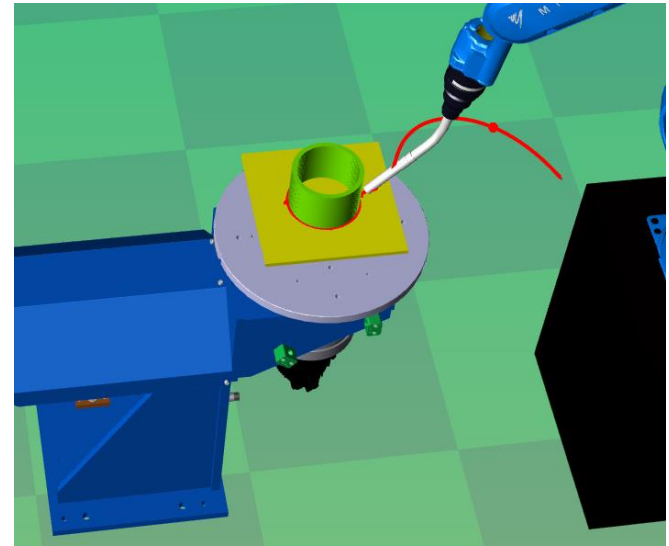
MOVC V=50 PL=0

ARCOF

MOVL V=2000

MOVJ VJ=100.00

END



# Harjoitus 5, Ohjelman ajo automaattiajolla

Kun ohjelma on testiajoilla testattu toimivaksi voidaan ohjelma ajaa automaattiajolla.

1. Poistu robotin työskentely/suoja-alueelta ja kuittaa valoverho.

2. Robotin avaimen vielä ollessa TEACH tilassa (avain Teach asennossa) Siirrä kursori ohjelman alkuun NOP riville.

3. Käännä pendantin virta-avain asentoon AUTO.

4. Klikkaa SERVO ON READY painiketta, että robotin servoihin menee virta.

5. Paina vihreää START painiketta, jolloin ohjelma käynnistyy automaattiajona ja SUORITTA MYÖS HITSUKSEN.

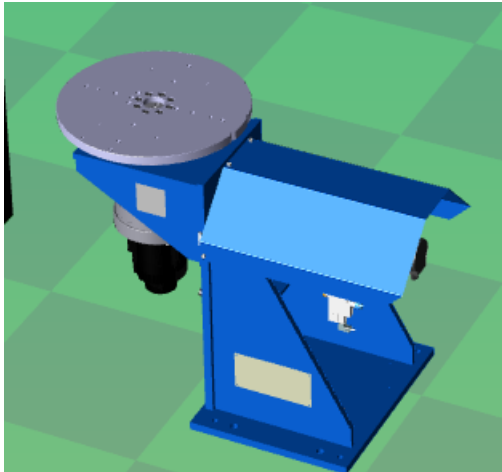
HÄTÄ-SEIS painiketta käytetään tilanteessa, jossa robotti toimii ei halutulla tavalla tai aiheuttaa vaaratilanteen. Robotti pysähtyy tällöin välittömästi käyttäen servojarruja ja samoin hitsausvirtalähde sammuttaa virran hitsauspolttimesta välittömästi.



HOLD painikkeella voit keskeyttää ohjelman suorituksen hallitusti seuraavaan komentoon.

Hitsauksen ollessa meneillään hitsauksen liikekomento pysähtyy ja hitsausvirtalähde suorittaa hitsauksen lopetuksen käyttäen hitsaus job:in annettuja lopetusarvoja. Tästä voit jatkaa hitsausta klikkaamalla SERVO ON READY painiketta ja START painiketta.

# Pyörityspöytä, ulkoinen akseli



Hitsausrobotisolussa on yleensä pyörityspöytä, grilli tai muu vastaavanlainen laite, jossa on yksi tai useampi ulkoinen akseli, joiden asentoja muuttamalla saadaan hitsauskiinnittimessä oleva hitsattava kappale haluttuun hitsausasentoon.

Käytössämme olevassa DX100 solussa on kääntöpöytä, jossa on X ja Y akseli, joilla pöytätaaso voidaan kallistaa (X) ja pyörittää (Y).

Pyörityspöytä otetaan käyttöön ohjelmaa luotaessa valitsemalla Group Set R1+S1:S1. Tällöin voidaan ohjelmaan tehdä myös liikekomentoja, joissa robotin työkalu seuraa kääntöpöydän koordinaatistoa (syncronoitu liike).

The screenshot shows the robot control software interface. The top bar includes buttons for PLAY, TEACH, START, HOLD, SERVO ON, E. STOP, and SYNC. Below this are buttons for JOB, EDIT, DISPLAY, and UTILITY. The main window is titled 'NEW JOB CREATE' and contains the following fields:

- JOB NAME: FW\_PT\_SYNC
- COMMENT: [Empty]
- GROUP SET: R1+S1:S1

On the left side, there are several menu items: JOB, ARC WELDING, VARIABLE (B001), IN/OUT, ROBOT, and SYSTEM INFO. At the bottom, there are EXECUTE and CANCEL buttons.

On the right side, a window displays the program code:

```
J:FW_PT_SYNC S:0001
CONTROL_GROUP: R1+S1:S1 TOOL: 144
0000 NOP
0001 0001 MOVJ VJ=0.78 +MOVJ VJ=0.78
0002 END
```

At the bottom of the code window, the following lines are visible:

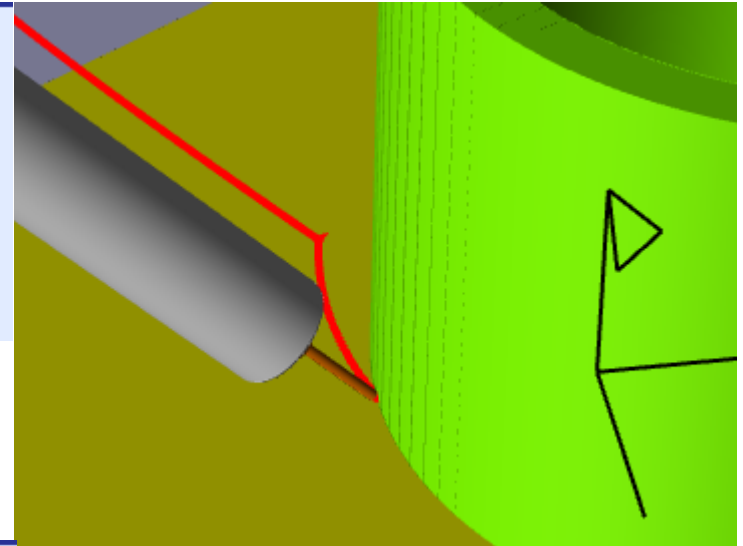
```
MOVJ VJ=0.78
MOVJ VJ=0.78
```

Liikekomennoissa näkyy nyt robotin paikkatiedon lisäksi kääntöpöydän paikkatieto.

# Pyörityspöytä, ulkoinen akseli, synkronoitu liike

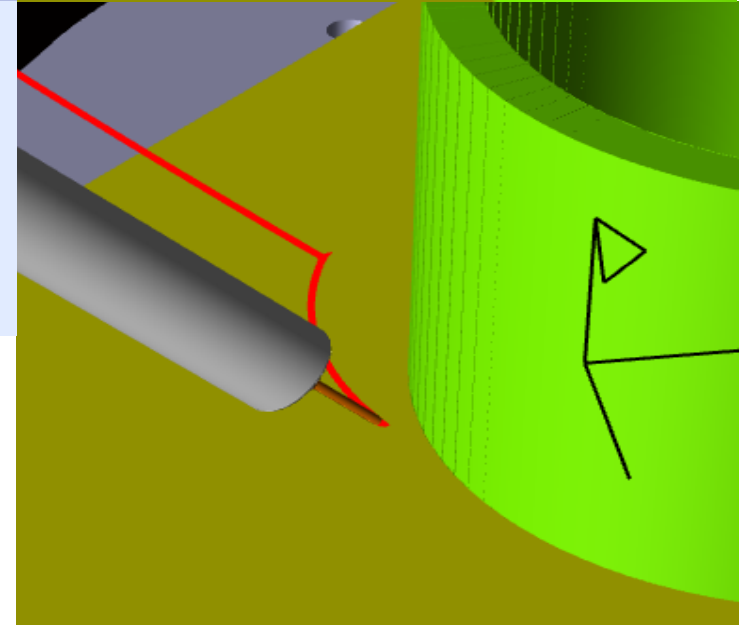
Viereisessä kuvassa on liikekomennoissa käytetty synkronoitua liikettä. Ohjelmassa on kääntöpöytää pyöräytetty 360 astetta ja 90 asteen välein on synkronoitu liikekomento (SMOVC), jossa työkalupiste on tarkasti kappaleiden liitoskohdassa.

```
0000 NOP
0001 0001 MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00
0002 0002 MOVJ VJ=100.00 +MOVJ VJ=100.00
0003 0003 SMOVC V=4500 PL=0 +MOVJ VJ=100.00
0004 0004 SMOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0005 0005 SMOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0006 0006 SMOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0007 0007 SMOVC V=300 PL=0 +MOVJ VJ=80.00
0008 0008 MOVL V=4500 +MOVJ VJ=100.00
0009 0009 MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00
0010 END
```



Viereisessä kuvassa näkyy tilanne, jossa pyörityspöytää on pyörätetty ja ohjelmassa on liikekomennot samoissa pisteissä kuin yläpuolisessa ohjelmassa, mutta liikekomennot eivät ole synkronoituja (MOVC).

```
0000 NOP
0001 0001 MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00
0002 0002 MOVJ VJ=100.00 +MOVJ VJ=100.00
0003 0003 MOVC V=4500 PL=0 +MOVJ VJ=100.00
0004 0004 MOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0005 0005 MOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0006 0006 MOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0007 0007 MOVC V=300 PL=0 +MOVJ VJ=80.00
0008 0008 MOVL V=4500 +MOVJ VJ=100.00
0009 0009 MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00
0010 END
```



Kuvia vertaamalla huomaa miten synkronoiduilla liikkeillä työkalupiste kulkee kappaleiden liitoskohdassa, kun vastaavassa tilanteessa työkalupiste kulkee väärässä kohdassa.

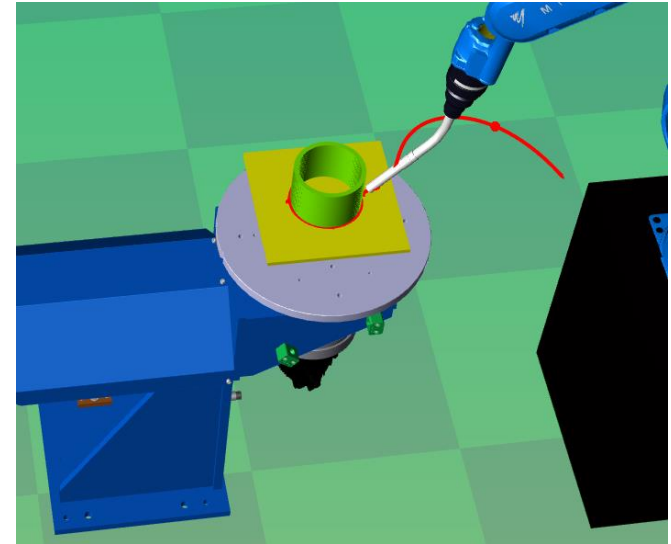
# Harjoitus 6 , putki/levy hitsaus, PTFWPB, Synchronoitu liike

Tee ohjelma putki/levy piena hitsaukselle jossa pöytä pyörii ja hitsauspoltin pysyy suunnillen paikallaan. Pyöritä pöytää n. 90 astetta jokaisen liikekomennon välillä.

Synchronoitu liike otetaan käyttöön pendantin SMOV painikkeella (= numeronäppäin 4 ), jolloin liikekomentojen edessä on S-kirjain es. SMOVL.

```
0000      NOP
0001 0001 MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00
0002 0002 MOVJ VJ=100.00 +MOVJ VJ=100.00
0003 0003 SMOVC V=4500 PL=0 +MOVJ VJ=100.00
0004 0004 SMOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0005 0005 SMOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0006 0006 SMOVC V=300 +MOVJ VJ=100.00
0007 0007 SMOVC V=300 PL=0 +MOVJ VJ=80.00
0008 0008 MOVL V=4500 +MOVJ VJ=100.00
0009 0009 MOVJ VJ=80.00 +MOVJ VJ=100.00
0010      END
```

Lisää ohjelmaan ARCON ja ARCOFF hitsauskomentot.



Kun ohjelma on valmis, liike- ja hitsaus komennot ovat komentoriveillä, voit testata ohjelman askel kerrallaan.

FWD –painikkeella voit ajaa liikekomentot.

INTER LOCK (pohjassa) + FWD –painikkeilla voit suorittaa kaikki komentorivit.

Kun ohjelma on ajettu askel kerrallaan ja mahdolliset korjaukset tehtynä voit ajaa ohjelman kerralla INTERLOCK + TEST START painikkeilla. Liikekomentojen nopeus on tällöin rajoitettu max 250mm/sek.