

Tentamen i Robotteknik MPR160 och MPR210, 14 januari 1998

Lärare: Rolf Berlin, ank 1286
Anders Boström ank 1526

Tillåtna hjälpmedel: Typgodkända kalkylatorer och alla formelsamlingar.

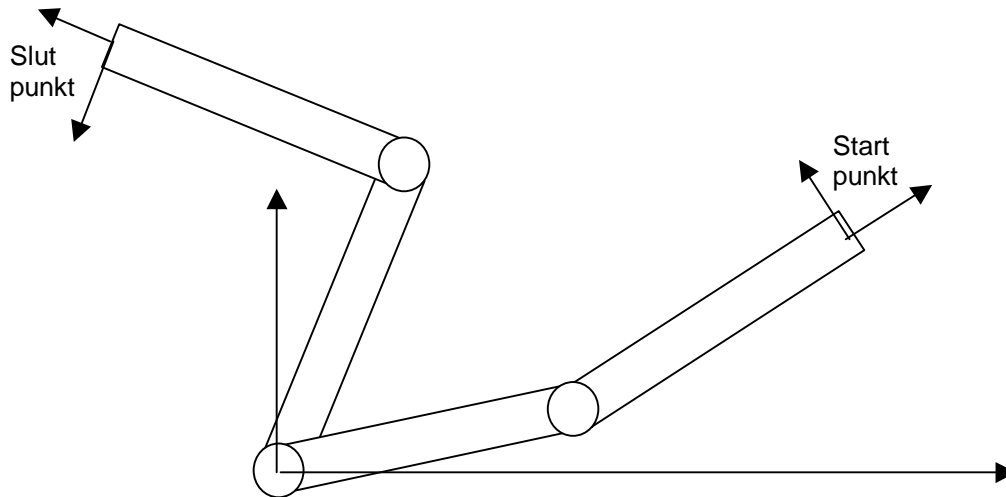
Betygslista anslås torsdag 22/1 på Robotlaboratoriets anslagstavla. Granskning sker hos Gunvor Johansson fredag 23/1 på inst. för prod teknik.

Betygsgränser: 30-39p=betyg 3, 40-49p =betyg 4 50-60p=betyg 5

- 1a Förklara hur en "articulated" robotarm kan nå samma position med fyra olika armkonfigurationer. 2p
- 1b Beskriv hur en "direct drive" robot är uppbyggd och motivera två fördelar och två nackdelar med konstruktionen 3p
- 1c Beskriv detaljerat hur en 6-dimensionell kraftgivare för en robothandled är uppbyggd: mekaniskt, elektriskt, datormässigt. 5p
- 2a Förklara vad SCARA är en förkortning av samt det unika med denna konstruktion. 2p
- 2b Förklara ingående vad dödräkning innebär vid navigering av mobila robotar, ta en framhjulsdreven bil som exempel. 3p
- 2c Motivera tre fördelar och tre nackdelar med pneumatiskt drivna robotarmar. 3p
- 2d Förklara begreppen transportabilitet och spegling i samband med off-line programmering av industrirobotar. 2p

3a Beskriv vad som menas med en statiskt stabil gående robot samt motivera hur många ben som en sådan minst måste ha för att kunna förflytta sig. 3p

3b Ge en kort beskrivning på fyra olika varianter på bangenerering "trajectory planning", och visa hur den tvåledade manipulatorens rörelse mellan start och slut punkten i figuren. 4p



3c Nämn 6 grundkrav på ett off-line system med 3D-grafisk off-line programmering. 3p

4. **Montering av instrumentpanel.** Kompletta instrumentpaneler monteras av en robot i bilkarosser. Instrumentpanelerna anländer till robotcellen fastskruvade i fixturer (på samma sätt som de är i monterat tillstånd i bilkarossen). Roboten är utrustad med ett speciellt gripdon vilket bl a innehåller skruvdragare och sensorer.

Skruvdragarna drar automatiskt åt skruvarna när utgång 9 ettställs samt lossar skruvarna när utgång 10 ettställs i robotens styrsystem (se In- och utgångar nedan). Kvittens för att vardera proceduren har lyckats ges genom att motsvarande ingångar 9 och 10 ettställs.

För att fixera instrumentpanelen till gripdonet utnyttjas s k nyckellåsning, vilken aktiveras genom att utgång 2 ettställs i robotens styrsystem. Om fixeringen misslyckas detekteras detta genom att ingång 2 är nollställd.

Efter att ha hämtat en instrumentpanel ska roboten ta sig till positionen HEM (se Deklarationer nedan) - oavsett om fel har inträffat eller inte. Vid eventuellt fel ska programmet PANEL anropas, som innebär att en ny instrumentpanel matas fram.

Om fixeringen misslyckas även denna gång (två gånger i rad) måste personal tillkallas. Roboten ställer då utgång 99 efter att ha gått till HEM-positionen. Samma förfarande gäller för lossningen av skruvarna - efter två misslyckade försök i rad ska roboten ställa utgång 99 efter att ha gått till HEM-positionen. **Observera** att (t ex) fel vid fixering följt av fel vid skruvlossning innebär fortsatt programkörning.

Efter att roboten har hämtat en instrumentpanel används underprogrammet TRIXA för att grovpositionera instrumentpanelen inne i bilkarossen i positionen MONTGR. Om fel i samband med monteringen inträffar ska roboten direkt ställa utgång 99. Efter lyckad montering används underprogrammet AXIRT för att flytta roboten från MONTGR till HEM-positionen varefter en ny monteringscykel kan påbörjas.

Notera att nyckellåsningen ska ske före skruvlossning vid hämtning av instrumentpanelen. Vid monteringen är turordningen den omvända. Rätlinjig rörelse krävs till och från finpositioner.

Uppgift. Skriv ett robotprogram för att roboten ska klara av den ovan beskrivna monteringen.

Frammatning av bilkarosser hanteras externt och ska ej beaktas i denna uppgift. Likaså kan tiden för skruvdragning, skruvlossning och nyckellåsning försummas. Vidare kan antas att roboten står i HEM-positionen med alla utgångar nollställda och inga fel har indikerats.

Lösningen presenteras med en programlistning (se programexempel nedan). Skriv tydligt och använd stora bokstäver! För full poäng krävs en fullständig lösning. Avdrag görs för felaktiga sekvenser, brister i funktionalitet (inklusive optimering), logiska fel, strukturella fel, syntaxfel mm. (10p)

Befintliga kommandon och syntax. (namn på hoppdestinationer och programnamn måste vara entydiga):

Kommando	Beskrivning
MOVE(POS)	Roboten går till den globalt definierade positionen POS - Se deklarationer nedan.
JUMP(DEST)	Ovillkorligt hopp i befintligt program till hoppadressen DEST - se programexempel.
JUMP(INP,DEST)	Villkorligt hopp i befintligt program till hoppadressen DEST - se programexempel. Hoppet sker om ingången med nummer INP i robotens styrskåp är ställd (=1). Är ingången nollställd exekveras nästa rad.
RESET(NR)	Nollställer utgången med nummer NR.
SET(NR)	Ställer utgången med nummer NR.
LINEAR	Rätlinjig rörelse aktiverad.
JOINT	Axelinterpolerad rörelse aktiverad, dvs robotens axlar startar och stoppar samtidigt och resulterar i den snabbaste vägen för roboten.
CALL(NAME)	Anropar programmet med programnamnet NAME. För programdefinition - se programexempel.
END	Programslut och återhopp till programraden efter den anropande programraden. I huvudprogrammet sker återhopp till första programraden.

Deklarationer. Följande positioner och program är tillgängliga och kan anropas med kommandona MOVE och CALL. De är globala och behöver inte definieras:

Deklaration	Beskrivning
HEM	Beredskapsposition
FIXGR	Grovposition för hämtning av instrumentpanel
FIXFIN	Finposition för hämtning av instrumentpanel
MONTGR	Grovposition för montering av instrumentpanel
MONTFIN	Finposition för montering av instrumentpanel
PANEL	Program som matar fram ny instrumentpanel
TRIXA	Program som flyttar roboten (kollisionsfritt) från HEM till MONTGR
AXIRT	Program som flyttar roboten (kollisionsfritt) från MONTGR till HEM

In- och utgångar.

Robotens styrskåp	Funktion
Ingång 2	=1 om instrumentpanelen är fixerad i gripdonet, =0 annars
Ingång 9	=1 innebär lyckad skruvdragning, =0 annars
Ingång 10	=1 innebär lyckad skruvlossning, =0 annars
Utgång 2	=1 innebär att nyckellåsning aktiveras, =0 innebär inaktivering
Utgång 9	=1 innebär att skruvdragning aktiveras, =0 innebär inaktivering
Utgång 10	=1 innebär att skruvlossning aktiveras, =0 innebär inaktivering
Utgång 99	=1 innebär stoppad programkörning och larm till personal, =0 innebär "OK".

Programexempel: OBS! Dessa program är endast syntaxmässigt riktiga.

```

PROG:DEMO
LINEAR
CALL(FASTNA)
JOINT
END

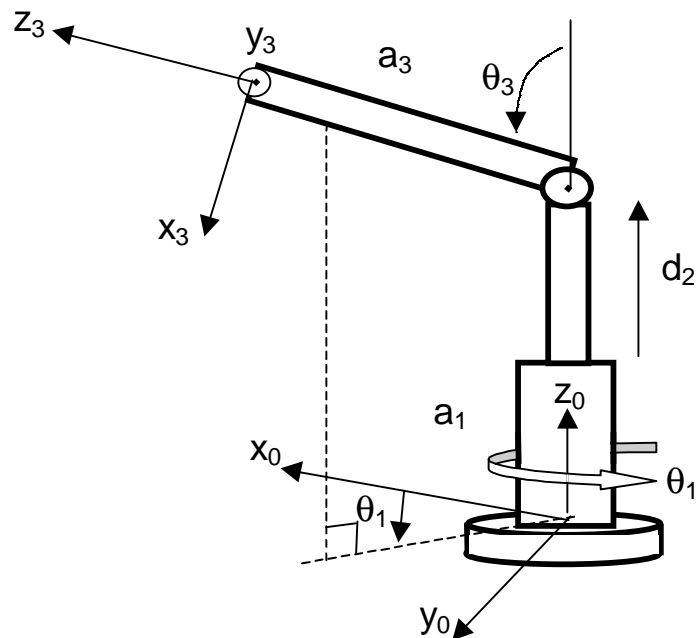
```

```

PROG:FASTNA
RESET(99)
HIT
MOVE(HEM)
JUMP(2,DIT)
DIT
JUMP(HIT)
SET(99)
CALL(TRIXA)
END

```

5. Roboten i figuren har tre länkvariabler: θ_1 , d_2 , θ_3
- a) Bestäm den homogena transformationsmatrisen för roboten. 7p
- b) Bestäm θ_1 , d_2 , θ_3 när verktyget har läget (h_1, h_2, h_3) . 3p



- 6 Figuren visar ett gripdon med tre frihetsgrader (länkvariabler): θ_4 , θ_5 , θ_6 . I utgångsläget i figuren sker rotationerna kring tre vinkelräta axlar.
- a) Bestäm vinkelhastigheten hos ytterändan relativt x_3 , y_3 , z_3 för godtyckliga värden på θ_4 , θ_5 , θ_6 . 8p
- b) Definiera kardanvinklarna (Roll-Pitch-Yaw). Är de rumsfixa eller kroppsfixa? 2p

