

## Tentamen i Robotteknik MPR160 och MPR210, 20 oktober 1997

Lärare: Rolf Berlin, 070-799 24 89  
Anders Boström ank 1526

Tillåtna hjälpmedel: Typgodkända kalkylatorer och alla formelsamlingar.

Betygslista anslås onsdag 5/11 på Robotlaboratoriets anslagstavla.

Granskning sker hos Gunvor Johansson torsdag 6/11 på inst. för prod teknik.

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

1 a Förklara vad som menas med följande robot-termer:

- A "Playback robot" 1p
- B "Direct drive robot" 1p
- C "Articulated arm" 1p
- D "Robot work space" 1p
- E AGV 1p

1b Nämn och beskriv kortfattat de tre huvuduppgifter som navigering av mobila robotar delas upp i. (det går bra med engelska namn) 3p

1c Förklara begreppet sensorfusion och ge ett exempel, från industrirobotar eller mobila robotar, på detta. 2p

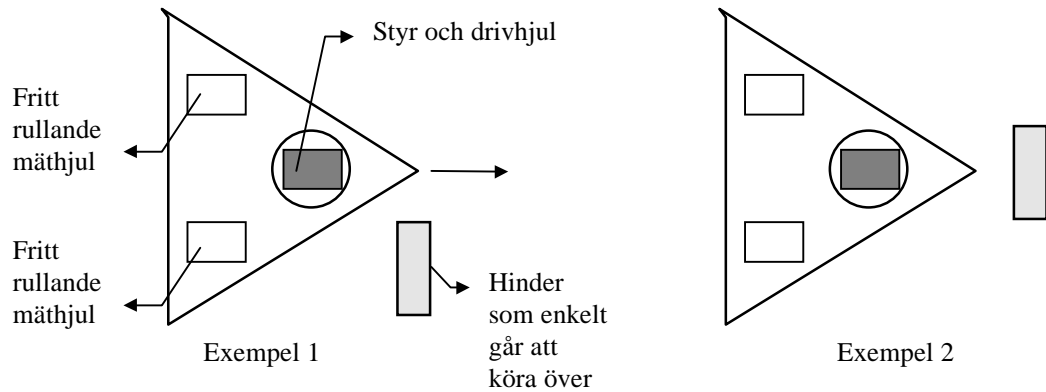
2a Förklara vad som menas med SCARA-effekten 2p

2b Beskriv hur en SCARA robot är uppbyggd, (typ av länkar och placering i förhållande till varandra. 2p

2c Förklara begreppen transportabilitet och spegling i samband med off-line programmering av industrirobotar. 2p

2d Nedan finns en bild på en mobil robot med ett styr och driv-hjul samt två passiva mätthjul (encoder på axeln). Roboten körs rakt fram och styrs med dödräkning utifrån vad de båda mäthjulen registrerar. Motivera i vilken riktning roboten fortsätter efter hindret i de båda exemplen nedan.

4p



3a En arbetsstation med 3D-grafisk off-line programmering kan automatiskt kontrollera flera viktiga problem och begränsningar innan robotprogrammet laddas i en fysisk industrirobot. Nämn och förklara kortfattat tre viktiga kontroller? 3p

3b Beskriv kortfattat de tre metoder för "interprocess communication" som normalt används i robotspråk. 3p

3c Nedan finns en bild från en kamera, upplösningen är 8 x 8 pixel med 0-7 nivåer gråskala. Förklara vad ett histogram är och rita ett utifrån bilden. 4p

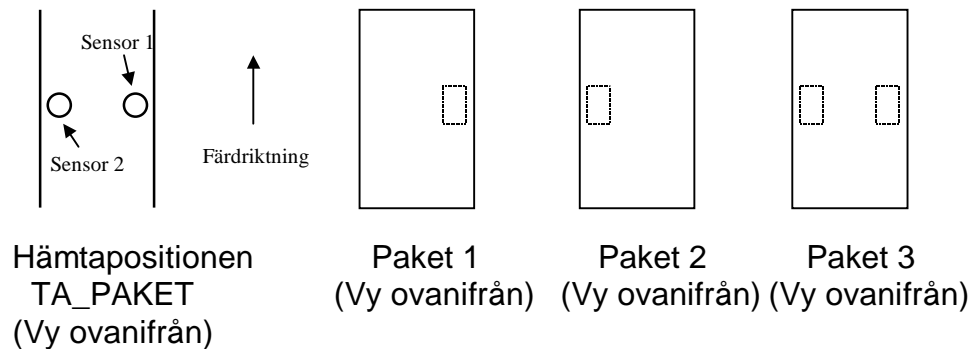
0	3	3	3	1	0	0	0
2	7	7	2	2	5	2	1
7	7	7	4	2	2	2	2
7	7	7	5	5	4	2	2
6	6	6	6	6	5	4	2
7	6	6	7	4	4	1	1
6	6	6	2	4	2	1	0
0	0	3	2	2	1	0	0

4. **Paketering.** En robot har i uppgift att sortera 3 olika slags paket (Paket 1, 2 och 3). Dessa kommer rätt orienterade men med slumpvis inbördes ordning till roboten på ett transportband. Paketen stannas av transportbandet i en speciell position (TA\_PAKET) där roboten kan gå och hämta dem. Här (positionen TA\_PAKET) detekteras paketen av 2 induktiva sensorer (se figur). Sensorerna är kopplade till varsin ingång i robotens styrskåp (ingång 21 och ingång 22). Paketen har märkts med små metallplattor på undersidan (se figur där dessa är streckade) vilket gör att sensorerna ställer (=1) respektive ingång i robotens styrskåp när de känner av metallplattorna.

**Paket 1:** 1 metallplatta på höger sida (i färdriktning sedd ovanifrån).

**Paket 2:** 1 metallplatta på vänster sida (i färdriktning sedd ovanifrån).

**Paket 3:** 2 metallplattor.



Paketen ska staplas i ordningen 1, 2, 3, 1, 2, 3, osv. Detta görs i en staplingsstation (med fjädrande magasinering - roboten använder positionen PAKETERA för alla paketen).

Det finns också 3 lagringsstationer (en för varje slag av paket, med fjädrande magasinering) där roboten placerar paket som för tillfället inte kan placeras i staplingsstationen. Lagringsstationerna ställer varsin ingång (1, 2 och 3) i robotens styrskåp så fort det finns paket lagrade.

Gripdonet har en speciell detektor som är kopplad till ingång 11 i robotens styrskåp. Detektorn känner av om ett paket tappas och ingång 11 ställs i så fall. Ingång 11 är systemdefinierad för att möjliggöra avbrottshantering och fungerar så till vida att om ingången ställs (logiskt går från 0 till 1) avbryter systemet den nuvarande instruktionen och fortsätter exekveringen av nästa instruktion. För att avbrottshandlingen ska fungera måste avbrott vara tillåtet (ENABLE). Staplings- och lagringsstationerna är utformade så att om ett paket tappas innan placeringspositionerna för dessa har nåtts av roboten, kommer paketet att hamna på golvet.

Följande uppkopplingar gäller:

Robotens styrskåp	Funktion
Ingång 1	=1 om paket 1 finns i lagringsstation 1, =0 annars
Ingång 2	=1 om paket 2 finns i lagringsstation 2, =0 annars
Ingång 3	=1 om paket 3 finns i lagringsstation 3, =0 annars
Ingång 11	=1 om roboten har tappat ett paket, =0 annars
Ingång 21	=1 om en metallplatta befinner sig över sensor 1, =0 annars
Ingång 22	=1 om en metallplatta befinner sig över sensor 2, =0 annars

**Uppgift.** Skriv ett huvudprogram (HPROGRAM) och lämpligt antal underprogram (programnamn väljs fritt, men måste vara entydiga). Kravet är att roboten ska klara av den ovan beskrivna paketeringen utan att bli stillastående eller felplacera ett paket. Det finns **alltid** ett paket att hämta vid transportbandet, men om rätt slags paket finns i någon lagringsstation ska roboten prioritera detta och hämta paketet där. Om fel slags paket finns på transportbandet ska detta placeras i en lagringsstation. Kommandon MOVE, GRASP och RELEASE får inte förekomma i huvudprogrammet. 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, logiska fel, i viss mån även strukturella fel, syntaxfel mm. (10p)

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

Kommando	Beskrivning
MOVE(POS)	Roboten går till den globalt definierade positionen POS - Se globala positioner nedan.
GRASP	Roboten stänger gripdonet med tillräcklig fördröjning
RELEASE	Roboten öppnar gripdonet med tillräcklig fördröjning
ENABLE	Avbrott tillåtet
DISABLE	Avbrott ej tillåtet
JUMP(DEST)	Ovillkorligt hopp i befintligt program till hoppadressen DEST - se programexempel.
JUMP(nr,DEST)	Villkorligt hopp i befintligt program till hoppadressen DEST - se programexempel. Hoppet sker om ingången med nummer nr i robotens styrskåp är ställd (=1). Är ingången nollställd exekveras nästa rad.
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.

**Globala positioner.** Följande positioner är tillgängliga och kan anropas med kommandot MOVE. De är globala och behöver inte definieras. Observera att några grovpositioneringar ovanför plock- eller placeringspositionerna inte är nödvändiga:

Global position	Beskrivning
TA_PAKET	Plockposition vid transportbandet
PAKETERA	Placeringsposition staplingsstation
LAGRA1	Placerings- eller plockposition vid lagringsstation 1
LAGRA2	Placerings- eller plockposition vid lagringsstation 2
LAGRA3	Placerings- eller plockposition vid lagringsstation 3

**Programexempel:**

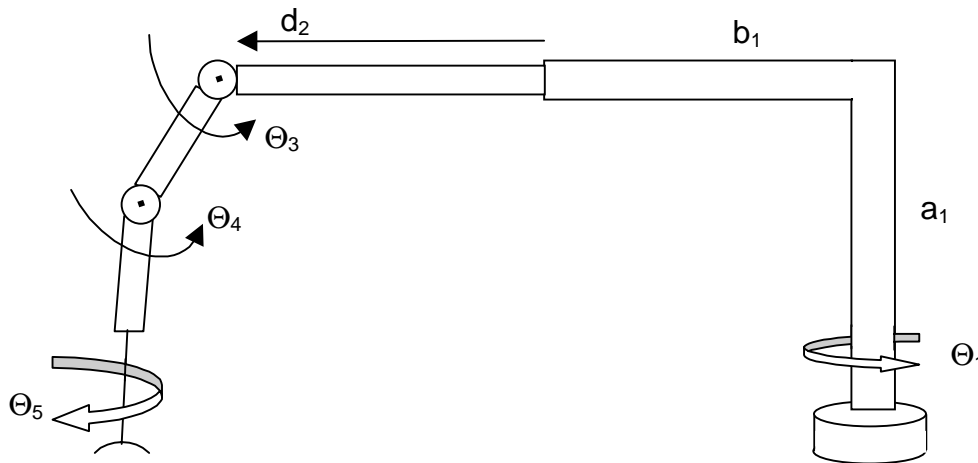
OBS! Dessa program visar syntaxen - Programmet FASTNA kommer förstås aldrig att avslutas.

```
PROGRAM:HPROGRAM
CALL(FASTNA)
END
```

```
PROGRAM:FASTNA
HOPPA_HIT
ENABLE
MOVE(LAGRA2)
DISABLE
GRASP
RELEASE
JUMP(3,HOPPA_DIT)
HOPPA_DIT
JUMP(HOPPA_HIT)
END
4
```

5 Roboten i figuren har fem länkvariabler:  $\theta_1$ ,  $d_2$ ,  $\theta_3$ ,  $\theta_4$ ,  $\theta_5$

- a) Inför ett koordinatsystem i toppen på varje länk enligt McKerrrows konvention. 2p
- b) Bestäm  $A_1$ ,  $A_2$  ( även om a) är fel går det att få full poäng ) 6p
- c) Förklara begreppen redundans och degeneration. 2p



6 Roboten i figuren har fyra länkvariabler:  $\theta_1$ ,  $d_2$ ,  $\theta_3$ ,  $\theta_4$ . Avståndet mellan verktyget och rotation  $\theta_3$  försummas.

- a) Bestäm hastigheten hos verktyget 4p
- b) Bestäm vinkelhastigheten hos verktyget 4p
- c) Definiera differentiell rörelsevektor, differentiell länkvariabelvektor och Jakobimatrix. 2p

