

Tentamen i Robotteknik MPR160 och MPR210, 18 december 1997

Lärare: Rolf Berlin, ank 1277 alt 070-799 24 89

Anders Boström ank 1526

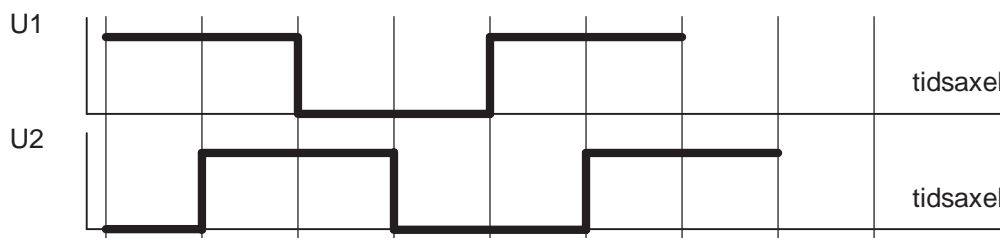
Tillåtna hjälpmedel: Typgodkända kalkylatorer och alla formelsamlingar.

Betygslista anslås torsdag 8/1 på Robotlaboratoriets anslagstavla, samt på robottekniks hemsida [http: www.pe.chalmers.se/student/robot/](http://www.pe.chalmers.se/student/robot/)

Granskning sker hos Gunvor Johansson fredag 9/1 kl 10-12 på inst. prod teknik.

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

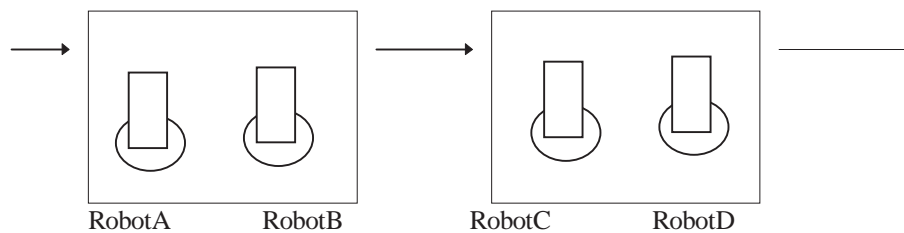
- 1a Nämn 3 typiska applikationer som första generationen industrirobotar användes till på 60 och 70-talet. Beskriv kortfattat någon orsak till varför just dessa applikationer blev robotiserade. 3p
- 1b Beskriv noga hur en universell ("articulated") robotarm är uppbyggd. Förklara typ av leder, orientering i förhållande till varandra samt resulterande arbetsvolym som robotarmen kan nå. 3p
- 1c Upplösningen på en roterande pulsgivare med två pulståg U1 och U2 med 90° fasskillnad kan ökas mycket med evaluering och interpolation.



Förklara hur de två olika metoderna fungerar?

4p

- 2a Nämn 10 andra knapp-funktioner än **nödstopp** som normalt finns på en programmeringslåda för en industrirobot. (ej siffror eller bokstäver) 5p
- 2b Beskriv kortfattat 5 motiv/drivkrafter för att använda full 3D off-line programmering av industrirobotar. 5p
- 3a Näm två fördelar och två nackdelar med pneumatik, hydraulik och elmotor som drivsystem för robotar. 3p
- 3b Varför har ofta robotstystemen möjlighet att styra fler än 6 servoaxlar, ge 2 exempel på tillämpningar. 2p
- 3c En robotinstallation håller på att projekteras. Genomför en analys över vilken tillgänglighet man kan förvänta sig av följande robotcell:



Robotcellen består av 4 robotar som arbetar parvis med att svetsa bilkarosser. Robotarna är placerade parvis i två stationer så att Robot A och B gör var sin fjärdedel av arbetet och Robot C och D gör resterande fjärdedelar. Stationerna är placerade i serie i produktionsflödet. Om en Robot behöver repareras kan den berörda robotstationen stängas av medan den andra robotstationen kan fortsätta att producera, då måste dock de båda robotarna i den aktiva stationen göra var sin halva av totala arbetet. En typisk svetsrobot har, inklusive applikationsutrustning, en tillgänglighet på 98,5%.

Beräkna förväntad tillgänglighet för hela robotcellen.

5p

4. **Tätning av bilkarosser.** En robot står mitt emellan två transportbanor. Bilkarosser förs fram och positioneras i rätt läge varefter roboten får klartecken genom att ingång 1 respektive ingång 2 i robotens styrsystem ettställs. Roboten tätar därefter en bilkaross genom att lägga tätningsmassa längs 3 svetsfogar (fogarna är rätlinjiga och lika långa samt definierade med start och slutposition, se deklARATIONER nedan). För att positionerna som används för tätningssträngarna ska fungera för båda transportbanorna är två referensramar definierade (RAM1 och RAM2). Roboten bär en dispenser (behållare för tätningsmassan) som innehåller tre sensorer. En av sensorerna ettställer ingång 11 när nivån i dispensern har sjunkit till ett visst värde. Detta värde innebär att dispensern ska fyllas på, men att detta ska göras endast om roboten är ledig (dvs när det inte finns någon kaross som ska tätas). En annan sensor ettställer ingång 22 när nivån i dispensern är så låg att innehållet precis räcker till att tätas en hel svetsfog. Om detta inträffar ska roboten så fort som möjligt gå till en speciellt utformad påfyllningsstation (REFILL). När roboten nått denna position påbörjas fyllningen av dispensern (automatiskt) och stoppas när roboten lämnar påfyllningsstationen. Information om när dispensern är helt fylld ges genom att den tredje sensorn ettställer ingång 33. Efter påfyllning och när en kaross är färdigtätad ska roboten ställa sig i en beredskapsposition (HOME). För att roboten ska kunna gå till positionerna REFILL och HOME måste RAM1 vara aktiv. Oavsett vilken typ av robotrörelse som är aktiv (LINEAR eller JOINT, se nedan) når roboten alla positioner utan att kollidera, förutsatt att rätt referensram är aktiv.

Uppgift. Skriv ett robotprogram för att roboten ska klara av den ovan beskrivna tätningen. En produktionsmässig lösning efterfrågas, dvs programmet ska vara optimerat. 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, 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.
REF(FRAME)	Aktiverar den globalt definierade referensramen FRAME.
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 referensramar är tillgängliga och kan anropas med kommandona MOVE och REF. De är globala och behöver inte definieras:

Deklaration	Beskrivning
START1	Startposition för tättningssträng nummer 1
SLUT1	Slutposition för tättningssträng nummer 1
START2	Startposition för tättningssträng nummer 2
SLUT2	Slutposition för tättningssträng nummer 2
START3	Startposition för tättningssträng nummer 3
SLUT3	Slutposition för tättningssträng nummer 3
REFILL	Position för påfyllningsstation
HOME	Beredskapsposition
RAM1	Referensram relaterad till karosser på transportband 1
RAM2	Referensram relaterad till karosser på transportband 2

In- och utgångar.

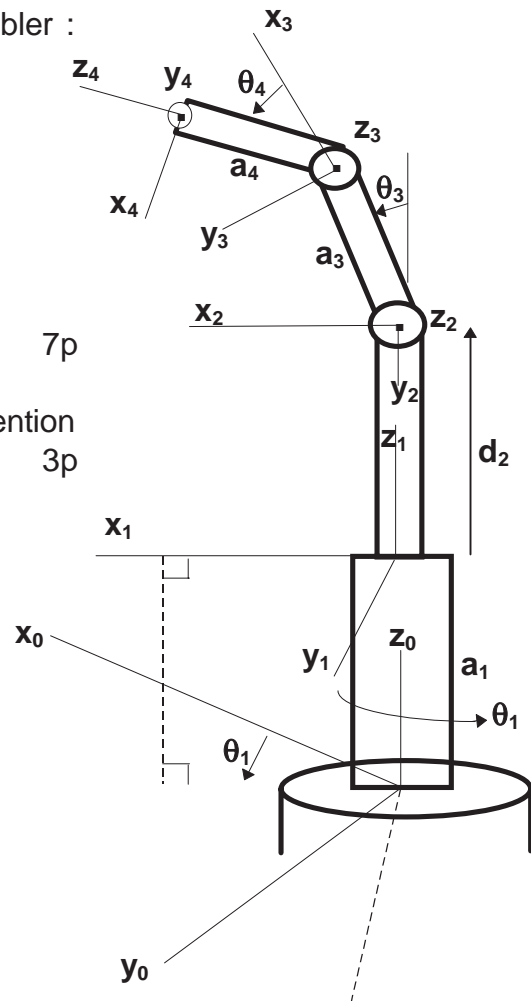
Robotens styrskåp	Funktion
Ingång 1	=1 om kaross finns i positionerad på transportbana 1, =0 annars
Ingång 2	=1 om kaross finns i positionerad på transportbana 2, =0 annars
Ingång 11	=1 innebär att dispensern ska fyllas på när roboten är ledig, =0 annars
Ingång 22	=1 innebär att dispensern ska fyllas på omedelbart, =0 annars
Ingång 33	=1 innebär att dispensern är helt fylld, =0 annars
Utgång 5	=1 innebär att tättningsverktyget sprutar tättningsmassa, =0 innebär stoppad sprutning.

Programexempel: OBS! Dessa program är endast syntaxmässigt riktiga.

PROG:DEMO	PROG:FASTNA
REF(RAM1)	RESET(5)
LINEAR	HIT
CALL(FASTNA)	MOVE(REFILL)
JOINT	JUMP(1,DIT)
END	DIT
	JUMP(HIT)
	SET(5)
	END

5. Roboten i figuren har fyra länkvariabler :
 Θ_1 d_2 Θ_3 Θ_4
 (y_1, z_2, z_3 och y_4 är parallella).

- a Bestäm A_1, A_2, A_3, A_4 med hjälp av de införda koordinatsystemen. 7p
- b Beskriv kortfattat McKerrows konvention för koordinatsystem. 3p



6. Den tvådimensionella roboten i figuren har tre länkvariabler: d_1 Θ_2 Θ_3 .

- a Bestäm hastigheten hos verktyget 4p
- b Bestäm vinkelhastigheten hos verktyget 2p
- c Bestäm Jacobimatrisen (3x3) 4p

