

LÖSNINGAR TILL

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

1-3 se kursboken

4

```
PROG: HUVUD
CALL(PANEL)
CALL(HAMTA)
CALL(MONTERA)
END
```

```
PROG: HAMTA
JOINT
CALL(TOFIXFIN)
SET(2)
JUMP(2,SKRUVLOSS)
JUMP(FIXFEL1)
SKRUVLOSS
SET(10)
JUMP(10,KLART)
JUMP(LOSSFEL1)
FIXFEL1
CALL(ÅTERSTÄLL)
CALL(HAMTA2FIX)
JUMP(SKRUVLOSS)
LOSSFEL1
CALL(ÅTERSTÄLL)
CALL(HAMTA2SKRUV)
KLART
RESET(10)
MOVE(FIXGR)
JOINT
MOVE(HEM)
END
```

```
PROG: TOFIXFIN
JOINT
MOVE(FIXGR)
LINEAR
MOVE(FIXFIN)
END
```

```
PROG: ÅTERSTÄLL
RESET(2)
RESET(10)
MOVE(FIXGR)
JOINT
MOVE(HEM)
END
```

```
PROG: HAMTA2FIX
CALL(PANEL)
CALL(TOFIXFIN)
SET(2)
JUMP(2,KLART2)
CALL(ÅTERSTÄLL)
SET(99)
KLART2
END
```

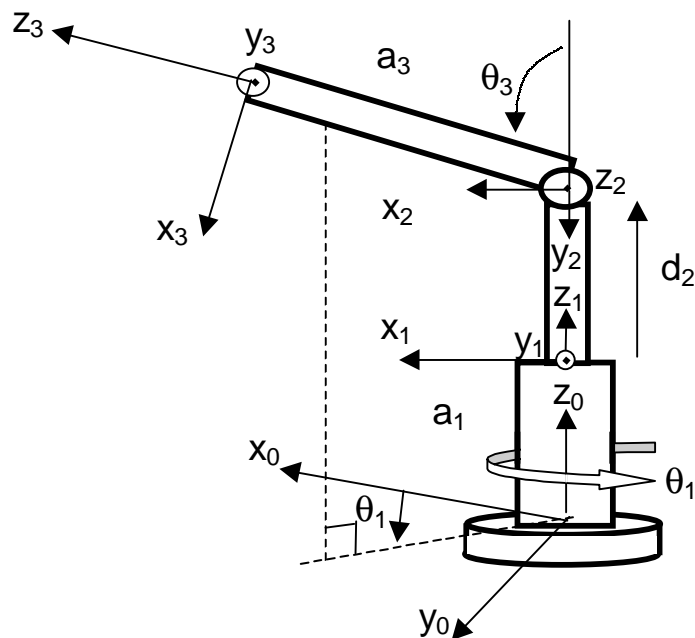
```
PROG: HAMTA2SKRUV
JUMP(FÖRSTA)
IGEN
CALL(HAMTA2FIX)
SET(10)
JUMP(10,SLUT2)
CALL(ÅTERSTÄLL)
FÖRSTA
CALL(PANEL)
CALL(TOFIXFIN)
SET(2)
JUMP(2,TEST2)
CALL(ÅTERSTÄLL)
JUMP(IGEN)
TEST2
SET(10)
JUMP(10,SLUT2)
CALL(ÅTERSTÄLL)
SET(99)
SLUT2
END
```

```
PROG: MONTERA
CALL(TRIXA)
LINEAR
MOVE(MONTFIN)
SET(9)
JUMP(9,VIDARE)
JUMP(LARM)
VIDARE
RESET(9)
RESET(2)
JUMP(2,LARM)
JUMP(FASTSATT)
LARM
SET(99)
FASTSATT
MOVE(MONTGR)
JOINT
CALL(AXIRT)
END
```

$$5a \quad T = A_1 A_2 A_3$$

$$= \begin{vmatrix} \cos \theta_1 & -\sin \theta_1 & 0 & 0 & | & 1 & 0 & 0 & 0 & | & \cos \theta_3 & 0 & \sin \theta_3 & a_3 \sin \theta_3 \\ \sin \theta_1 & \cos \theta_1 & 0 & 0 & | & 0 & 0 & 1 & 0 & | & \sin \theta_3 & 0 & -\cos \theta_3 & -a_3 \cos \theta_3 \\ 0 & 0 & 1 & a_1 & | & 0 & -1 & 0 & d_2 & | & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & | & 0 & 0 & 0 & 1 & | & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} \cos \theta_1 \cos \theta_3 & -\sin \theta_1 & \cos \theta_1 \sin \theta_3 & a_3 \cos \theta_1 \sin \theta_3 \\ \sin \theta_1 \cos \theta_3 & \cos \theta_1 & \sin \theta_1 \sin \theta_3 & a_3 \sin \theta_1 \sin \theta_3 \\ -\sin \theta_3 & 0 & \cos \theta_3 & a_1 + d_2 + a_3 \cos \theta_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

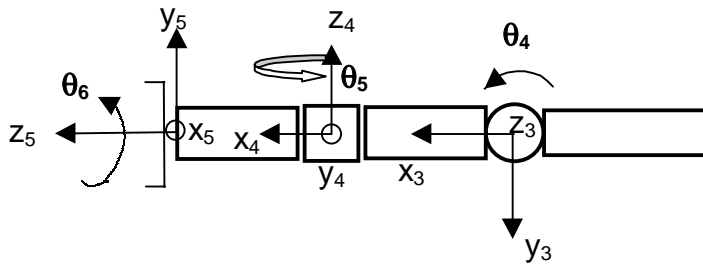


5b

$$\theta_1 = \arctan \frac{h_2}{h_1} \quad \theta_3 = \arcsin \frac{\sqrt{h_1^2 + h_2^2}}{a_3} \quad d_2 = h_3 - a_1 - \sqrt{a_3^2 - h_1^2 - h_2^2}$$

6a

$${}^3Rot_4 = \begin{pmatrix} \cos \theta_4 & 0 & \sin \theta_4 \\ \sin \theta_4 & 0 & -\cos \theta_4 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad {}^4Rot_5 = \begin{pmatrix} -\sin \theta_5 & 0 & \cos \theta_5 \\ \cos \theta_5 & 0 & \sin \theta_5 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$



$${}^3Rot_5 = {}^3Rot_4 {}^4Rot_5 = \begin{pmatrix} -\cos \theta_5 \sin \theta_4 & \sin \theta_4 & \cos \theta_4 \cos \theta_5 \\ -\sin \theta_4 \sin \theta_5 & -\cos \theta_4 & \sin \theta_4 \cos \theta_5 \\ \cos \theta_5 & 0 & \sin \theta_5 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \dot{\theta}_4 \mathbf{e}_{z_3} + \dot{\theta}_5 \mathbf{e}_{z_4} + \dot{\theta}_6 \mathbf{e}_{z_5} \\ &= \dot{\theta}_4 \mathbf{e}_{z_3} + \dot{\theta}_5 (\sin \theta_4 \mathbf{e}_{x_3} - \cos \theta_4 \mathbf{e}_{y_3}) + \dot{\theta}_6 (\cos \theta_4 \cos \theta_5 \mathbf{e}_{x_3} + \sin \theta_4 \cos \theta_5 \mathbf{e}_{y_3} + \sin \theta_5 \mathbf{e}_{z_3}) \end{aligned}$$

6b

Skär kring tre (ursprungligen) vinkelräta axlar (som i gripdonet).

Kroppsfixa (som i gripdonet) eller rumsfixa.