

# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ Δ.Π.Μ.Σ. Συστήματα Αυτοματισμού

# Εργασία 5

Robotic Manipulator: Path Planning

# Ομάδα 7:

Ευάγγελος Καραβάς - ΑΜ:02123209

Χρήστος Τσικαλάκης - ΑΜ: 02123204

ΑΘΗΝΑ

2024

### Contents

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	3
Περιγραφή στόχου εργασίας	3
Έλεγχος θέσης με τρείς αρθρώσεις	4
Αντίστροφος κινηματικός έλεγχος	
Ιακωβιανή Μήτρα	9
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	19
Σχεδιασμός Τροχιάς	19
Γραφήματα ελέγχου θέσης με τρεις αρθρώσεις	19
Γραφήματα ελέγχου θέσης με επτά αρθρώσεις	22
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	

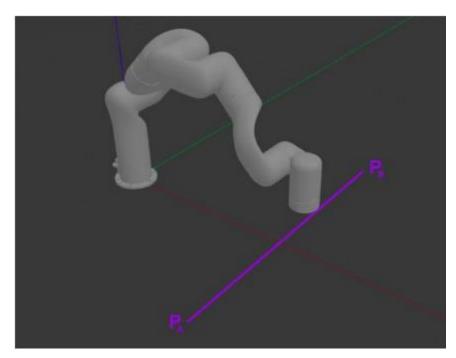
#### ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

# Περιγραφή στόχου εργασίας

Στόχος αυτής της εργασίας είναι ο κινηματικός έλεγχος του ρομποτικού χειριστή xArm 7 μέσω προσομοίωσης στο gazebo μέσω του ROS. Χρησιμοποιούνται δύο μεθοδολογίες για την παρακολούθηση τροχιάς του βραχίονα.

- Στο πρώτο ερώτημα παρακολουθούμε την τροχιά του τελικού στοιχείου δράσης περιοδικά από το σημείο P<sub>A</sub> προς το σημείο P<sub>B</sub> χρησιμοποιώντας μόνο τρεις αρθρώσεις (q1,q2,q4) υπολογίζοντας το αντίστροφο κινηματικό μοντέλο.
- Στο δεύτερο ερώτημα χρησιμοποιούμε πλήρη κινηματικό έλεγχο (q1, q2, q3, q4, q5, q6, q7) με χρήση της Ιακωβιανής μήτρας του ρομποτικού χειριστή.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κίνηση που προσπαθούμε να προσομοιώσουμε και στα δύο ερωτήματα.



#### Έλεγχος θέσης με τρείς αρθρώσεις

Στο πρώτο μέρος θα κάνουμε κινηματικό έλεγχο για το άκρο του ρομποτικού χειριστή, έχοντας ενεργές μόνο τις αρθρώσεις q1, q2, q4 και τις αρθρώσεις q3 = q5 = q7 = 0 και q6 = 0.75 rad.

Αρχικά υπολογίζουμε το κινηματικό μοντέλο του βραχίονα μέσω των διαδοχικών μετασχηματισμών που μας δόθηκαν.

$$\begin{split} &A_{1}^{0}(q_{1}) = Rot(z,q_{1}) \cdot Tra(z,l_{1}), \quad l_{1} = 26.7cm \\ &A_{2}^{1}(q_{2}) = Rot\left(x,-\frac{\pi}{2}\right) \cdot Rot(z,q_{2}) \\ &A_{3}^{2}(q_{3}) = Rot\left(x,+\frac{\pi}{2}\right) \cdot Rot(z,q_{3}) \cdot Tra(z,l_{2}), \quad l_{2} = 29.3cm \\ &A_{4}^{3}(q_{4}) = Rot\left(x,+\frac{\pi}{2}\right) \cdot Tra(x,l_{3}) \cdot Rot(z,q_{4}), \quad l_{3} = 5.25cm \\ &A_{5}^{4}(q_{5}) = Rot\left(x,+\frac{\pi}{2}\right) \cdot Tra(x,l_{4}\sin\theta_{1}) \cdot Rot(z,q_{5}) \cdot Tra(z,l_{4}\cos\theta_{1}), \quad l_{4} = 35.12 \ cm \\ &A_{5}^{5}(q_{5}) = Rot\left(x,+\frac{\pi}{2}\right) \cdot Rot(z,q_{6}) \\ &A_{6}^{6}(q_{6}) = Rot\left(x,-\frac{\pi}{2}\right) \cdot Rot(z,q_{6}) \\ &A_{7}^{6}(q_{6}) = Rot\left(x,-\frac{\pi}{2}\right) \cdot Tra(x,l_{5}\sin\theta_{2}) \cdot Rot(z,q_{7}) \cdot Tra(z,l_{5}\cos\theta_{2}), \quad l_{5} = 12.32 \ cm \\ &\theta_{2} = 0.6646 \ rad \end{split}$$

Έτσι βρίσκουμε το ευθύ κινηματικό μοντέλο

$$\mathsf{A}_{07} = \begin{matrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} \end{matrix}$$

Όπου τα στοιχεία του πίνακα είναι:

 $A_{11}$  = s7\*(s5\*(c4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) - c1\*s2\*s4) + c5\*(c3\*s1 + c1\*c2\*s3)) - c7\*(s6\*(s4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) + c1\*c4\*s2) + c6\*(c5\*(c4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) - c1\*s2\*s4) - s5\*(c3\*s1 + c1\*c2\*s3)))

 $A_{12}$  = s7\*(s6\*(s4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) + c1\*c4\*s2) + c6\*(c5\*(c4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) - c1\*s2\*s4) - s5\*(c3\*s1 + c1\*c2\*s3))) + c7\*(s5\*(c4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) - c1\*s2\*s4) + c5\*(c3\*s1 + c1\*c2\*s3))

 $A_{13}$  = s6\*(c5\*(c4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) - c1\*s2\*s4) - s5\*(c3\*s1 + c1\*c2\*s3)) - c6\*(s4\*(s1\*s3 - c1\*c2\*c3) + c1\*c4\*s2)

 $\begin{array}{l} \textbf{A}_{14} = (293 \times \text{c1*s2})/10 - (21 \times \text{s1*s3})/4 - (9697 \times \text{c6*}(\text{s4*}(\text{s1*s3} - \text{c1*c2*c3}) + \text{c1*c4*s2}))/1000 - \\ (75977 \times \text{s6*}(\text{s4*}(\text{s1*s3} - \text{c1*c2*c3}) + \text{c1*c4*s2}))/10000 - (75977 \times \text{c6*}(\text{c5*}(\text{c4*}(\text{s1*s3} - \text{c1*c2*c3}) - \text{c1*s2*s4}) - \text{s5*}(\text{c3*s1} + \text{c1*c2*s3})))/10000 + (9697 \times \text{s6*}(\text{c5*}(\text{c4*}(\text{s1*s3} - \text{c1*c2*c3}) - \text{c1*s2*s4}) - \text{s5*}(\text{c3*s1} + \text{c1*c2*s3})))/1000 - (7747 \times \text{c4*}(\text{s1*s3} - \text{c1*c2*c3}))/1000 - (13701 \times \text{s4*}(\text{s1*s3} - \text{c1*c2*c3}))/400 + (21 \times \text{c1*c2*c3})/4 - (13701 \times \text{c1*c4*s2})/400 + (7747 \times \text{c1*s2*s4})/1000 \\ \end{array}$ 

 $A_{21}$  = c7\*(s6\*(s4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) - c4\*s1\*s2) + c6\*(c5\*(c4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) + s1\*s2\*s4) - s5\*(c1\*c3 - c2\*s1\*s3))) - s7\*(s5\*(c4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) + s1\*s2\*s4) + c5\*(c1\*c3 - c2\*s1\*s3))

 $A_{22}$  = - c7\*(s5\*(c4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) + s1\*s2\*s4) + c5\*(c1\*c3 - c2\*s1\*s3)) - s7\*(s6\*(s4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) - c4\*s1\*s2) + c6\*(c5\*(c4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) + s1\*s2\*s4) - s5\*(c1\*c3 - c2\*s1\*s3)))

 $A_{23}$  = c6\*(s4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) - c4\*s1\*s2) - s6\*(c5\*(c4\*(c1\*s3 + c2\*c3\*s1) + s1\*s2\*s4) - s5\*(c1\*c3 - c2\*s1\*s3))

 $\begin{array}{l} \textbf{A}_{24} = (21 \text{*c1*s3})/4 + (293 \text{*s1*s2})/10 + (9697 \text{*c6*}(\text{s4*}(\text{c1*s3} + \text{c2*c3*s1}) - \text{c4*s1*s2}))/1000 + \\ (75977 \text{*s6*}(\text{s4*}(\text{c1*s3} + \text{c2*c3*s1}) - \text{c4*s1*s2}))/10000 + (75977 \text{*c6*}(\text{c5*}(\text{c4*}(\text{c1*s3} + \text{c2*c3*s1}) + \text{s1*s2*s4}) - \text{s5*}(\text{c1*c3} - \text{c2*s1*s3})))/10000 + (7747 \text{*c4*}(\text{c1*s3} + \text{c2*c3*s1}))/1000 - (9697 \text{*s6*}(\text{c5*}(\text{c4*}(\text{c1*s3} + \text{c2*c3*s1}) + \text{s1*s2*s4}) - \text{s5*}(\text{c1*c3} - \text{c2*s1*s3})))/1000 + (13701 \text{*s4*}(\text{c1*s3} + \text{c2*c3*s1}))/400 + (21 \text{*c2*c3*s1})/4 - \\ (13701 \text{*c4*s1*s2})/400 + (7747 \text{*s1*s2*s4})/1000 \end{array}$ 

 $\mathbf{A}_{31}$  = c7\*(c6\*(c5\*(c2\*s4 - c3\*c4\*s2) - s2\*s3\*s5) - s6\*(c2\*c4 + c3\*s2\*s4)) - s7\*(s5\*(c2\*s4 - c3\*c4\*s2) + c5\*s2\*s3)

 $\mathbf{A}_{32}$  = - c7\*(s5\*(c2\*s4 - c3\*c4\*s2) + c5\*s2\*s3) - s7\*(c6\*(c5\*(c2\*s4 - c3\*c4\*s2) - s2\*s3\*s5) - s6\*(c2\*c4 + c3\*s2\*s4))

 $A_{33} = -86*(c5*(c2*s4 - c3*c4*s2) - s2*s3*s5) - c6*(c2*c4 + c3*s2*s4)$ 

 $\mathbf{A}_{34} = (293*c2)/10 - (13701*c2*c4)/400 - (21*c3*s2)/4 + (7747*c2*s4)/1000 + (75977*c6*(c5*(c2*s4 - c3*c4*s2) - s2*s3*s5))/10000 - (9697*s6*(c5*(c2*s4 - c3*c4*s2) - s2*s3*s5))/1000 - (9697*c6*(c2*c4 + c3*s2*s4))/1000 - (75977*s6*(c2*c4 + c3*s2*s4))/10000 - (7747*c3*c4*s2)/1000 - (13701*c3*s2*s4)/400 + 267/10$ 

$$A_{41} = 0$$
,  $A_{42} = 0$ ,  $A_{43} = 0$ ,  $A_{44} = 1$ 

Kαι τα σύμβολα  $s_i = sin(q_i)$  και  $c_i = cos(q_i)$ 

Τα στοιχεία του πίνακα που θα χρησιμοποιήσουμε για το πρώτο ερώτημα είναι τα  $A_{14}$ ,  $A_{24}$ ,  $A_{34}$  δηλαδή τα:

```
\begin{split} &P_{\text{ex}} = \text{I2*cos}(\text{q1}) * \sin(\text{q2}) - \text{I3*}(\sin(\text{q1}) * \sin(\text{q3}) - \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \cos(\text{q3})) - \\ &\text{I4*cos}(\text{q1}) * (\sin(\text{q4}) * (\sin(\text{q1}) * \sin(\text{q3}) - \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \cos(\text{q3})) + \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q4}) * \sin(\text{q2})) \\ &- \text{I5*cos}(\text{q5}) * (\cos(\text{q6}) * (\sin(\text{q4}) * (\sin(\text{q1}) * \sin(\text{q3}) - \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \cos(\text{q3})) + \\ &\cos(\text{q1}) * \cos(\text{q4}) * \sin(\text{q2})) - \sin(\text{q6}) * (\cos(\text{q5}) * (\cos(\text{q4}) * (\sin(\text{q1}) * \sin(\text{q3}) - \cos(\text{q3}) * \sin(\text{q1}) + \\ &\cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \cos(\text{q3})) - \cos(\text{q1}) * \sin(\text{q2}) * \sin(\text{q4})) - \sin(\text{q5}) * (\cos(\text{q3}) * \sin(\text{q3}) - \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \cos(\text{q3})) \\ &- \cos(\text{q1}) * \sin(\text{q2}) * \sin(\text{q4})) - \text{I5*} \sin(\text{q2}) * (\sin(\text{q6}) * (\sin(\text{q4}) * (\sin(\text{q1}) * \sin(\text{q3}) - \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q3})) + \\ &\cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \cos(\text{q3})) + \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q4}) * \sin(\text{q2})) + \\ &\cos(\text{q6}) * (\cos(\text{q5}) * (\cos(\text{q4}) * (\sin(\text{q1}) * \sin(\text{q3}) - \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \cos(\text{q3})) - \\ &\cos(\text{q1}) * \sin(\text{q2}) * \sin(\text{q4})) - \sin(\text{q5}) * (\cos(\text{q3}) * \sin(\text{q1}) + \cos(\text{q1}) * \cos(\text{q2}) * \sin(\text{q3})))) \\ \end{aligned}
```

```
\begin{split} P_{\text{ey}} &= \text{I3*}(\cos(\text{q1})*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3})*\sin(\text{q1})) + \text{I2*}\sin(\text{q1})*\sin(\text{q2}) + \\ \text{I4*}\cos(\text{q1})*(\sin(\text{q4})*(\cos(\text{q1})*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3})*\sin(\text{q1})) - \cos(\text{q4})*\sin(\text{q1})*\sin(\text{q2})) + \\ \text{I4*}\sin(\text{q1})*(\cos(\text{q4})*(\cos(\text{q1})*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3})*\sin(\text{q1})) + \sin(\text{q1})*\sin(\text{q2})*\sin(\text{q4})) + \\ \text{I5*}\cos(\text{q5})*(\cos(\text{q6})*(\sin(\text{q4})*(\cos(\text{q1})*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3})*\sin(\text{q1})) - \\ \cos(\text{q4})*\sin(\text{q1})*\sin(\text{q2})) - \sin(\text{q6})*(\cos(\text{q5})*(\cos(\text{q4})*(\cos(\text{q1})*\sin(\text{q3}) + \\ \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3})*\sin(\text{q1})) + \sin(\text{q1})*\sin(\text{q2})*\sin(\text{q4})) - \sin(\text{q5})*(\cos(\text{q1})*\cos(\text{q3}) + \\ \cos(\text{q2})*\sin(\text{q1})*\sin(\text{q3})))) + \text{I5*}\sin(\text{q2})*(\sin(\text{q6})*(\sin(\text{q4})*(\cos(\text{q1})*\sin(\text{q3}) + \\ \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3})*\sin(\text{q1})) - \cos(\text{q4})*\sin(\text{q1})*\sin(\text{q2})) + \\ \cos(\text{q6})*(\cos(\text{q5})*(\cos(\text{q4})*(\cos(\text{q1})*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3})*\sin(\text{q1})) + \\ \sin(\text{q1})*\sin(\text{q2})*\sin(\text{q4})) - \sin(\text{q5})*(\cos(\text{q1})*\cos(\text{q3}) - \cos(\text{q2})*\sin(\text{q1})) + \\ \sin(\text{q1})*\sin(\text{q2}) + \sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})*\cos(\text{q3}) + \sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3}) + \cos(\text{q3}) + \cos(\text{q3}) + \sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3}) + \cos(
```

$$\begin{split} P_{\text{ez}} &= 11 + 12*\cos(q2) - 14*\cos(q1)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)) + \\ 14*\sin(q1)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - 13*\cos(q3)*\sin(q2) - \\ 15*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \\ \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) + \cos(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))) + \\ 15*\sin(q2)*(\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \\ \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))) \end{split}$$

#### Αντίστροφος κινηματικός έλεγχος

Για την q1 γνωρίζουμε ότι ισχύει:

• 
$$q1 = atan2(P_{ev*}, P_{ex*})$$

Όπου τα  $P_{ex*}$  ,  $P_{ey*}$  και  $P_{ez*}$  είναι τα τελικά στοιχεία δράσης του ρομποτικού βραχίονα.

Για το q2 έχουμε ορίσει τα:

$$p3 = l2 - (l4cos(\theta 1) + l5cos(q6 - \theta 2))cos(q4) + (l4sin(\theta 1) - l5sin(q6 - \theta 2))sin(q4)$$

$$p4 = l3 + (l4sin(\theta 1) - l5sin(q6 - \theta 2))cos(q4) + (l4cos(\theta 1) + l5cos(q6 - \theta 2))sin(joint_4)$$

Ώστε η άρθρωση q2 έχει τη λύση:

• 
$$q2 = \arctan\left(\frac{p3\sqrt{P_{ex}^2 + P_{ey}^2 - p4(P_{ez} - l1)}}{p4\sqrt{P_{ex}^2 + P_{ey}^2 - p3(P_{ez} - l1)}}\right)$$

Και για την άρθρωση q4:

$$\begin{split} p1 &= -l2*l5*cos(\theta 2 - q6) + l3*l5sin(\theta 2 - q6) - l2*l4cos(\theta 1) + l3*l4sin(\theta 1) \\ p2 &= l2*l5sin(\theta 2 - q6) + l3l5cos(\theta 2 - q6) + l2*l4sin(\theta 1) + l3l4cos(\theta 1) \\ \text{Kai télog to } M &= \frac{1}{2}*\left(\left(\sqrt{P_{ex^2} + P_{ey}^2}\right)^2 + (P_{ez}^2 - l1)^2 - l_2^2 - l_3^2 - l_4^2 - l_5^2 - 2l_4*l_5\cos(q6 + \theta 1 - \theta 2) \end{split}$$

• 
$$q4 = \arctan\left(\frac{M}{\sqrt{p_1^2 + p_2^2} - M^2}\right) - \arctan\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$$

Πρέπει να αναφερθεί ότι το q2 θα υπολογίζεται μετά το q4 αφού για τον υπολογισμό του q2 χρησιμοποιούμε στο p3 και p4 το  $\cos(q4)$ . Επίσης για τον υπολογισμό των αντίστροφων γεωμετρικών σχέσεων προέκυψαν παραπάνω λύσεις που δεν χρησιμοποιήσαμε στα q2 και q4.

# Ιακωβιανή Μήτρα

Στη συνέχεια ακολουθεί ο υπολογισμός της Ιακωβιανής μήτρας όπου θα είναι ένας πίνακας 6x7 στοιχείων λόγω των επτά περιστροφικών αρθρώσεων. Η σχέση από την οποία προκύπτουν τα στοιχεία του Ιακωβιανού πίνακα φαίνεται από τη παρακάτω σχέση, με προσέγγιση της κάθε άρθρωσης:

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{J}_{L_i} \\ \boldsymbol{J}_{A_i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{b}_{i-1} \times \boldsymbol{r}_{i-1,E} \\ \boldsymbol{b}_{i-1} \end{bmatrix} : \text{ για στροφική άρθρωση}$$
 όπου  $\boldsymbol{b}_{i-1} : \text{ο άξονας της άρθρωσης } i$  
$$\boldsymbol{r}_{i-1,E} : \text{διάνυσμα } O_{i-1} \rightarrow O_E$$

Για κάθε στοιχείο του Ιακωβιανού πίνακα, σε κάθε άρθρωση προκύπτουν τα επιμέρους στοιχεία του πίνακα:

```
\begin{split} &J_{11}\text{=-} \text{I}3^*(\cos(\text{q1})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) - \text{I}2^*\sin(\text{q1})^*\sin(\text{q2}) - \\ &L^*\cos(\text{q1})^*(\sin(\text{q4})^*(\cos(\text{q1})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) - \cos(\text{q4})^*\sin(\text{q1})^*\sin(\text{q2})) - \\ &L^*\sin(\text{q1})^*(\cos(\text{q4})^*(\cos(\text{q1})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) + \sin(\text{q1})^*\sin(\text{q2})^*\sin(\text{q4})) - \\ &L^*\sin(\text{q1})^*(\cos(\text{q6})^*(\sin(\text{q4})^*(\cos(\text{q1})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) - \cos(\text{q4})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\sin(\text{q1})) + \sin(\text{q1})^*\sin(\text{q2})^*\sin(\text{q4}) - \sin(\text{q5})^*(\cos(\text{q1})^*\cos(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\sin(\text{q1})) + \sin(\text{q1})^*\sin(\text{q2})^*\sin(\text{q4}) - \sin(\text{q4})^*(\cos(\text{q1})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) - \cos(\text{q4})^*\sin(\text{q1})^*\sin(\text{q2})) + \\ &L^*\cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) - \cos(\text{q4})^*\sin(\text{q1})^*\sin(\text{q2}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) + \sin(\text{q1})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) + \\ &L^*\cos(\text{q2})^*\sin(\text{q2})^*\sin(\text{q3}) - \sin(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) + \sin(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q2})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) + \\ &L^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3})^*\sin(\text{q1})) + \\ &L^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3})) + \\ &L^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \\ &L^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \\ &L^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \\ &L^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\sin(\text{q3}) + \\ &L^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})^*\cos(\text{q3})
```

```
\begin{split} J_{12} &= -\text{l3*}(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \text{l2*}\sin(q1)*\sin(q2) - \\ \text{l4*}\cos(q1)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) - \\ \text{l4*}\sin(q1)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) + \sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \\ \text{l5*}\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \\ \cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) + \sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) + \cos(q2)*\sin(q3))) - \text{l5*}\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q3) + \cos(q3)))) - \\ \text{l4*}\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3)) - \sin(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3)*
```

```
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2) +
\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
sin(q1)*sin(q2)*sin(q4)) - sin(q5)*(cos(q1)*cos(q3) - cos(q2)*sin(q1)*sin(q3))))
J_{13} = \cos(q1) * (l2 * \cos(q2) - l4 * \cos(q1) * (\cos(q2) * \cos(q4) + \cos(q3) * \sin(q2) * \sin(q4)) + cos(q3) * \sin(q4) + cos(q5) * \cos(q5) * \cos(
l4*sin(q1)*(cos(q2)*sin(q4) - cos(q3)*cos(q4)*sin(q2)) - l3*cos(q3)*sin(q2) -
15*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)
\sin(q_2) \sin(q_3) \sin(q_5) + \cos(q_6) (\cos(q_2) \cos(q_4) + \cos(q_3) \sin(q_2) \sin(q_4)) + \cos(q_5) \sin(q_5) \sin(q_5) + \cos(q_5) \sin(q_5) \sin(q_5) + \cos(q_5) \sin(q_5) \sin(q_5) + \cos(q_5) \sin(q_5) \sin(q_5) \sin(q_5) + \cos(q_5) \sin(q_5) \sin(q_5
15*\sin(q2)*(\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)
\sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)))
J_{14} = -\cos(q_2)*(l_3*(\cos(q_1)*\sin(q_3) + \cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1)) +
14*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2))
+ 14*\sin(q1)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) + \sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4))
+ 15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) -
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1) + \sin(q_1) \sin(q_2) \sin(q_4) - \sin(q_5) \cos(q_1) \cos(q_3) - \cos(q_3) \cos
\cos(q_2) \cdot \sin(q_1) \cdot \sin(q_3)))) + 15 \cdot \sin(q_2) \cdot (\sin(q_6) \cdot (\sin(q_4) \cdot (\cos(q_1) \cdot \sin(q_3) + \cos(q_4) \cdot (\cos(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_4)))))
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2) +
\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3))))) -
\sin(q1)*\sin(q2)*(l4*\cos(q1)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)) -
14*\sin(q1)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) + 13*\cos(q3)*\sin(q2) + 13*\cos(q3)*\sin(q3)
15*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)
\sin(q_2) \sin(q_3) \sin(q_5) + \cos(q_6) \cos(q_5) \cos(q_5) \cos(q_5) \cos(q_5) \cos(q_5) \cos(q_5) \sin(q_5) \cos(q_5) \cos(q_5
15*\sin(q2)*(\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)
\sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)))
J_{15} = (\cos(q1) \cos(q3) - \cos(q2) \sin(q1) \sin(q3)) (4 \cos(q1) \cos(q2) \cos(q4) + 1)
\cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)) - l4*\sin(q1)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) +
15*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)
\sin(q2) \cdot \sin(q3) \cdot \sin(q5) + \cos(q6) \cdot (\cos(q2) \cdot \cos(q4) + \cos(q3) \cdot \sin(q2) \cdot \sin(q4)) - \cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \sin(
15*\sin(q2)*(\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q5)*(\cos(q5)*\cos(q5)*\cos(q5)*\cos(q5)*\cos(q5)*\cos(q5)*\cos(q5)
\sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))) +
\sin(q2)*\sin(q3)*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)*(l4*\cos(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)) + \cos(q3)*\sin(q3)
cos(q4)*sin(q1)*sin(q2)) + l4*sin(q1)*(cos(q4)*(cos(q1)*sin(q3) + cos(q2)*cos(q3)*sin(q1))
```

```
+\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) + 15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1)) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q3)*\sin(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3) + \cos(q
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) + \sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_4) - \sin(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_3) - \cos(q_3)*\sin(q_4)) = \sin(q_3)*\sin(q_3)*\sin(q_3)
cos(q2)*sin(q1)*sin(q3))))
J_{16} = (\cos(q2) * \cos(q4) +
\cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))*(l5*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1)) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q3)*\sin(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3) + \cos(q
cos(q4)*sin(q1)*sin(q2)) + cos(q6)*(cos(q5)*(cos(q4)*(cos(q1)*sin(q3) +
\cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1) + \sin(q_1) \sin(q_2) \sin(q_4) - \sin(q_5) \cos(q_1) \cos(q_3) - \cos(q_3) \cos
\cos(q_2) \cdot \sin(q_1) \cdot \sin(q_3) \cdot \sin(q_4) \cdot (\cos(q_1) \cdot \sin(q_3) + \cos(q_2) \cdot \cos(q_3) \cdot \sin(q_1) \cdot \cos(q_3) \cdot \sin(q_3) \cdot \cos(q_3) \cdot \sin(q_3) \cdot \sin(q_3) \cdot \sin(q_3) \cdot \cos(q_3) \cdot \sin(q_3) \cdot 
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2))*(l5*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) + \cos(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) +
\cos(q3) * \sin(q2) * \sin(q4))) - 15 * \sin(q2) * (\cos(q6) * (\cos(q5) * (\cos(q2) * \sin(q4)) - (\cos(q5) * (oo(q5) * 
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\cos(q4)) - \sin(q6)*(\cos(q4)) - \sin(q6)*(\cos(q4)) - \sin(q6)*(\cos(q4)) - \sin(q6)*(\cos(q4)) + \cos(q4)
cos(q3)*sin(q2)*sin(q4))))
J_{17}= - (sin(q5)*(cos(q2)*sin(q4) - cos(q3)*cos(q4)*sin(q2)) +
\cos(q5)*\sin(q2)*\sin(q3))*(l5*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q3)*\sin(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3) + \cos(q
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1) + \sin(q_1) \sin(q_2) \sin(q_4) - \sin(q_5) \cos(q_1) \cos(q_3) - \cos(q_3) \cos
\cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) - (l5*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) + \cos(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) +
\cos(q3) * \sin(q2) * \sin(q4))) - 15 * \sin(q2) * (\cos(q6) * (\cos(q5) * (\cos(q2) * \sin(q4)) - (\cos(q5) * (oo(q5) * 
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) +
\cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))))*(\sin(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) + \cos(q3)*\sin(q3))))
```

```
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) + \cos(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3))
J_{21} = 12 \cos(q_1) \sin(q_2) - 13 \sin(q_1) \sin(q_3) - \cos(q_1) \cos(q_2) \cos(q_3) - \cos(q_3) \cos(q_3) \cos(q_3)
l4*cos(q1)*(sin(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - cos(q1)*cos(q2)*cos(q3)) + cos(q1)*cos(q4)*sin(q2))
-15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) - l4*\sin(q1)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)))
-\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - l5*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q3))))
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) +
\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3))))
J_{22} = 12 \cos(q1) \sin(q2) - 13 \sin(q1) \sin(q3) - \cos(q1) \cos(q2) \cos(q3) - \cos(q3)
14*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2))
-15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)-\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)) - \cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3))))
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3)
\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) - l4*\sin(q1)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)))
-\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - l5*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) -
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) +
\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\cos(q3)*\cos(q3)
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))
J_{23} = \sin(q1)*(l2*\cos(q2) - l4*\cos(q1)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)) +
14*\sin(q1)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - 13*\cos(q3)*\sin(q2) - 13*\cos(q3)*\sin(q3)
15*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q4)*\cos(q5)*\cos(q4) - \cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q4) - \cos
\sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) + \cos(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))) +
15*\sin(q2)*(\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)
\sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)))
J_{24} = \cos(q1) \cdot \sin(q2) \cdot (14 \cdot \cos(q1) \cdot (\cos(q2) \cdot \cos(q4) + \cos(q3) \cdot \sin(q2) \cdot \sin(q4)) - \cos(q3) \cdot \sin(q4) \cdot \cos(q4) \cdot \cos(q
14*\sin(q1)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) + 13*\cos(q3)*\sin(q2) + 13*\cos(q3)*\sin(q3)
15*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q4)*\cos(q5)*\cos(q4) - \cos(q4)*\sin(q4) - \cos(q4) - \cos
\sin(q2) \cdot \sin(q3) \cdot \sin(q5) + \cos(q6) \cdot (\cos(q2) \cdot \cos(q4) + \cos(q3) \cdot \sin(q2) \cdot \sin(q4)) - \cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \sin(
15*\sin(q2)*(\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2))
```

```
\sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)))) -
\cos(q2)*(l3*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
14*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2))
 + l5*cos(q5)*(cos(q6)*(sin(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - cos(q1)*cos(q2)*cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) - \cos(q3)*\cos(q3) - \cos(q3) - \cos(q
cos(q1)*cos(q2)*sin(q3)))) + l4*sin(q1)*(cos(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - l4*sin(q1)*cos(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - l4*sin(q1)*(sin(q1)*sin(q3))))
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\cos(q3)) - \cos(q1)^*\sin(q2)^*\sin(q4)) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
cos(q1)*cos(q2)*sin(q3))))
J_{25} = (\cos(q3) * \sin(q1) + \cos(q1) * \cos(q2) * \sin(q3)) * (l4 * \cos(q1) * (\cos(q2) * \cos(q4) + cos(q3) * \sin(q3)) * (l4 * \cos(q3) * \cos
\cos(q_3) \cdot \sin(q_2) \cdot \sin(q_4) - 4 \cdot \sin(q_1) \cdot (\cos(q_2) \cdot \sin(q_4) - \cos(q_3) \cdot \cos(q_4) \cdot \sin(q_2)) + \cos(q_3) \cdot \sin(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \sin(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \sin(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \sin(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \sin(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_
15*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)
\sin(q2) \cdot \sin(q3) \cdot \sin(q5) + \cos(q6) \cdot (\cos(q2) \cdot \cos(q4) + \cos(q3) \cdot \sin(q2) \cdot \sin(q4)) - \cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \sin(
15*\sin(q_2)*(\cos(q_6)*(\cos(q_5)*(\cos(q_2)*\sin(q_4) - \cos(q_3)*\cos(q_4)*\sin(q_2)) - \cos(q_5)*(\cos(q_5)*(\cos(q_5)*\cos(q_5)*\cos(q_5)*\cos(q_5)*\cos(q_5)
\sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) + \cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)))) +
\sin(q2) \cdot \sin(q3) \cdot (l4 \cdot \cos(q1) \cdot (\sin(q4) \cdot (\sin(q1) \cdot \sin(q3) - \cos(q1) \cdot \cos(q2) \cdot \cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) + 15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q5)*(\cos(q6))*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)) + \cos(q5)*(\cos(q6))*(\cos(q6))*(\sin(q4))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\sin(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(\cos(q1))*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhing)*(outhi
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\cos(q3)) + \cos(q1)^*\cos(q4)^*\sin(q2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) +
14*\sin(q1)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) + \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
cos(q1)*cos(q2)*sin(q3)))))
J_{26} = (\cos(q2) * \cos(q4) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\cos(q3)*\cos(q3)
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*
```

```
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) - (l5*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) + \cos(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) +
\cos(q3) * \sin(q2) * \sin(q4))) - 15 * \sin(q2) * (\cos(q6) * (\cos(q5) * (\cos(q2) * \sin(q4) - \cos(q5) * (\cos(q5) * \cos(q5) * (\cos(q5) * \cos(q5) * (\cos(q5) * \cos(q5) * (\cos(q5) * (oo) 
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) +
\cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))))*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
cos(q1)*cos(q4)*sin(q2)
J_{27}= - (sin(q5)*(cos(q2)*sin(q4) - cos(q3)*cos(q4)*sin(q2)) +
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\cos(q3)) + \cos(q1)^*\cos(q4)^*\sin(q2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) - (l5*\cos(q5)*(\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(o
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5) + \cos(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) +
\cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4))) - 15*\sin(q2)*(\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4) - \cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)
\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)*\sin(q5)) - \sin(q6)*(\cos(q2)*\cos(q4) +
\cos(q3) \cdot \sin(q2) \cdot \sin(q4))) \cdot (\sin(q5) \cdot (\cos(q4) \cdot (\sin(q1) \cdot \sin(q3) - \cos(q1) \cdot \cos(q2) \cdot \cos(q3)) - \cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \cos(q3) 
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) + \cos(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3))
J_{31} = 0
J_{32} = 0
J_{33} = \cos(q1) * (l3 * (\sin(q1) * \sin(q3) - \cos(q1) * \cos(q2) * \cos(q3)) - l2 * \cos(q1) * \sin(q2) + l2 * \cos(q3) * \cos
14*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2))
+ l5*cos(q5)*(cos(q6)*(sin(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - cos(q1)*cos(q2)*cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
cos(q1)*cos(q2)*sin(q3)))) + l4*sin(q1)*(cos(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - l4*sin(q1)*cos(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - l4*sin(q1)*(sin(q1)*sin(q3))))
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
```

```
\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) - \sin(q1)*(l3*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
12*\sin(q1)*\sin(q2) + 14*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3) + \cos
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) + l4*\sin(q1)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1))
+ sin(q1)*sin(q2)*sin(q4)) + l5*cos(q5)*(cos(q6)*(sin(q4)*(cos(q1)*sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1)) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) -
cos(q4)*sin(q1)*sin(q2)) + cos(q6)*(cos(q5)*(cos(q4)*(cos(q1)*sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) + \sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_4) - \sin(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_3) - \cos(q_3)*\sin(q_4)) = \sin(q_3)*\sin(q_3)*\sin(q_3)
cos(q2)*sin(q1)*sin(q3))))
J_{34} = \sin(q1) \cdot \sin(q2) \cdot (l3 \cdot (\sin(q1) \cdot \sin(q3) - \cos(q1) \cdot \cos(q2) \cdot \cos(q3)) + cos(q3) \cdot \sin(q3) \cdot \cos(q3) \cdot \cos
14*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2))
+ 15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q_1)*\cos(q_2)*\sin(q_3))) + l_4*\sin(q_1)*(\cos(q_4)*(\sin(q_1)*\sin(q_3) - \cos(q_4)*(\sin(q_4)*\sin(q_4)))) + l_4*\sin(q_4)*(\cos(q_4)*(\sin(q_4)*\sin(q_4))) + l_4*\sin(q_4)*(\cos(q_4)*(\sin(q_4)*\sin(q_4))))
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3)) - \cos(q3)*\sin(q3)
\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) + \cos(q1)*\sin(q2)*(l3*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2)^*\cos(q_3)^*\sin(q_1) + l_4^*\cos(q_1)^*(\sin(q_4)^*(\cos(q_1)^*\sin(q_3) + \cos(q_2)^*\cos(q_3)^*\sin(q_1))
-\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) + l4*\sin(q1)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + l4*\sin(q3))) + l4*\sin(q3)
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1)) + \sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_4)) +
15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) -
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) + \sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_4) - \sin(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_3) - \cos(q_3)*\sin(q_4)) = \sin(q_3)*\sin(q_3)*\sin(q_3)
\cos(q_2) \cdot \sin(q_1) \cdot \sin(q_3)))) + 15 \cdot \sin(q_2) \cdot (\sin(q_6) \cdot (\sin(q_4) \cdot (\cos(q_1) \cdot \sin(q_3) + \cos(q_4) \cdot (\cos(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_4)))))
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2) +
\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3))))
J_{35} = (\cos(q3) * \sin(q1) + \cos(q1) * \cos(q2) * \sin(q3)) * (l4 * \cos(q1) * (\sin(q4) * (\cos(q1) * \sin(q3) + cos(q3) * cos
\cos(q_2)^*\cos(q_3)^*\sin(q_1) - \cos(q_4)^*\sin(q_1)^*\sin(q_2) + l_4^*\sin(q_1)^*(\cos(q_4)^*\cos(q_1)^*\sin(q_3))
+\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) + \sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_4) +
```

```
15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) -
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1) + \sin(q_1) \sin(q_2) \sin(q_4) - \sin(q_5) \cos(q_1) \cos(q_3) - \cos(q_3) \cos
\cos(q_2) \cdot \sin(q_1) \cdot \sin(q_3)))) + 15 \cdot \sin(q_2) \cdot (\sin(q_6) \cdot (\sin(q_4) \cdot (\cos(q_1) \cdot \sin(q_3) + \cos(q_4) \cdot (\cos(q_4) \cdot \cos(q_4) \cdot \cos(q_4)))))
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2) +
\cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) -
(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3)))*(l4*\cos(q1)*(i4*\cos(q1)*(i4*\cos(q1)*(i4*\cos(q1)*(i4*i4)))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*i4))*(l4*if(i4*
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) + \cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) +
15*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2) - \sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) + l4*\sin(q1)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4))))
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q4)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(\cos(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(os(q4)*(o
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\cos(q3)) - \cos(q1)^*\sin(q2)^*\sin(q4)) - \sin(q5)^*(\cos(q3)^*\sin(q1) + \cos(q3)^*\cos(q3)) - \cos(q3)^*\cos(q3)) - \cos(q3)^*\sin(q3) - \cos(q3)^*\sin(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3)) - \cos(q3)^*\sin(q3) - \cos(q3)^*\sin(q3) - \cos(q3)^*\sin(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3) - \cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3)^*\cos(q3
cos(q1)*cos(q2)*sin(q3)))))
J_{36} = (\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) -
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2))*(l5*\cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q5)*(\cos(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q4)*(\sin(q4)*(\sin(q4)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(\cos(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(os(q5)*(o
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\cos(q3)) + \cos(q1)^*\cos(q4)^*\sin(q2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\sin(q3)))) - (l5^*\cos(q5)^*(\cos(q6)^*(\sin(q4)^*(\cos(q1)^*\sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1)) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q3)*\sin(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3) +
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1) + \sin(q_1) \sin(q_2) \sin(q_4) - \sin(q_5) \cos(q_1) \cos(q_3) - \cos(q_3) \cos
\cos(q_2) \sin(q_1) \sin(q_3)))) \cos(q_4) \sin(q_4) \sin(q_3) \cos(q_3) \cos(q_
cos(q1)*cos(q4)*sin(q2)
```

```
J_{37} = (\sin(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) + \sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4))
+ cos(q5)*(cos(q1)*cos(q3) -
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\cos(q3)) + \cos(q1)^*\cos(q4)^*\sin(q2)) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*\cos(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(q3)*o(
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\sin(q1)*\sin(q3) - \cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) +
\cos(q1)^*\cos(q4)^*\sin(q2)) + \cos(q6)^*(\cos(q5)^*(\cos(q4)^*\sin(q1)^*\sin(q3) - \cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*o(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q4)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q5)^*\cos(q
\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3)) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) + \cos(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) +
\cos(q1)^*\cos(q2)^*\sin(q3)))^*(l5^*\cos(q5)^*(\cos(q6)^*(\sin(q4)^*(\cos(q1)^*\sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) - \cos(q_4)*\sin(q_1)*\sin(q_2) -
\sin(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) +
\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4)) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3) - \cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)))) +
15*\sin(q2)*(\sin(q6)*(\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) + \cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1)) - \cos(q3)*\sin(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q3) + \cos(q3)*\cos(q3) + \cos(q3) + \cos(q
\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)) + \cos(q6)*(\cos(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3) +
\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) + \sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_4) - \sin(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_3) - \cos(q_3)*\sin(q_4)) - \sin(q_3)*\cos(q_3)*\sin(q_3) - \cos(q_3)*\sin(q_3) - \cos(q_3)*\sin(q_3) - \cos(q_3)*\cos(q_3)
cos(q2)*sin(q1)*sin(q3))))
J_{41} = 0
J_{42} = 0
J_{43} = -\sin(q1)
J_{44} = \cos(q1) * \sin(q2)
J_{45} = \cos(q3) * \sin(q1) + \cos(q1) * \cos(q2) * \sin(q3)
J_{46}= - sin(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - cos(q1)*cos(q2)*cos(q3)) - cos(q1)*cos(q4)*sin(q2)
J_{47}= - sin(q5)*(cos(q4)*(sin(q1)*sin(q3) - cos(q1)*cos(q2)*cos(q3)) - cos(q1)*sin(q2)*sin(q4))
-\cos(q5)*(\cos(q3)*\sin(q1) + \cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3))
J_{51} = 0
J_{52} = 0
J_{53} = \cos(q1)
J_{54} = \sin(q1) * \sin(q2)
```

```
\begin{split} J_{55}&=\cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3)-\cos(q1)*\cos(q3)\\ J_{56}&=\sin(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3)+\cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1))-\cos(q4)*\sin(q1)*\sin(q2)\\ J_{57}&=\sin(q5)*(\cos(q4)*(\cos(q1)*\sin(q3)+\cos(q2)*\cos(q3)*\sin(q1))+\sin(q1)*\sin(q2)*\sin(q4))\\ +\cos(q5)*(\cos(q1)*\cos(q3)-\cos(q2)*\sin(q1)*\sin(q3))\\ J_{61}&=1\\ J_{62}&=1\\ J_{63}&=0\\ J_{64}&=\cos(q2)\\ J_{65}&=-\sin(q2)*\sin(q3)\\ J_{66}&=-\cos(q2)*\cos(q4)-\cos(q3)*\sin(q2)*\sin(q4)\\ J_{67}&=\sin(q5)*(\cos(q2)*\sin(q4)-\cos(q3)*\cos(q4)*\sin(q2))+\cos(q5)*\sin(q2)*\sin(q3) \end{split}
```

#### Όπου ισχύει ότι:

$$J_{11} \quad J_{12} \quad J_{13} \quad J_{14} \quad J_{15} \quad J_{16} \quad J_{17}$$

$$J_{21} \quad J_{22} \quad J_{23} \quad J_{24} \quad J_{25} \quad J_{26} \quad J_{27}$$

$$J(q) = \begin{cases} J_{31} \quad J_{32} \quad J_{33} \quad J_{34} \quad J_{35} \quad J_{36} \quad J_{37} \\ J_{41} \quad J_{42} \quad J_{43} \quad J_{44} \quad J_{45} \quad J_{46} \quad J_{47} \\ J_{51} \quad J_{52} \quad J_{53} \quad J_{54} \quad J_{55} \quad J_{56} \quad J_{57} \\ J_{61} \quad J_{62} \quad J_{633} \quad J_{64} \quad J_{65} \quad J_{66} \quad J_{67} \end{cases}$$

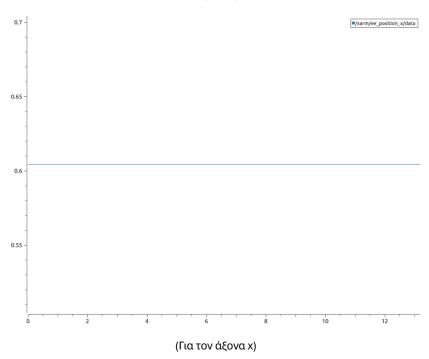
#### ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

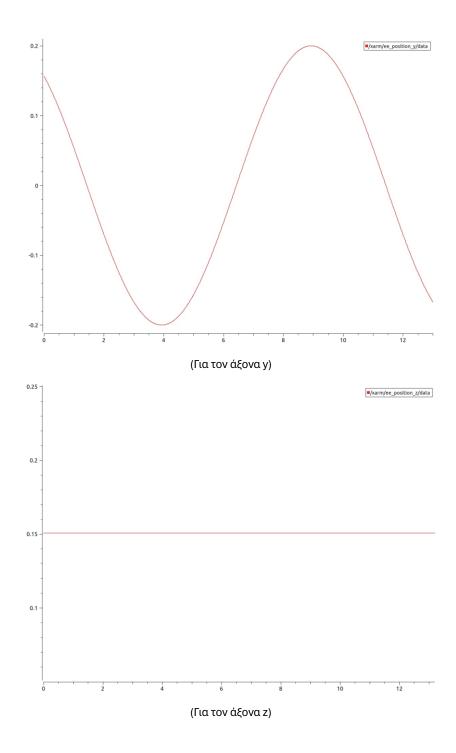
# Σχεδιασμός Τροχιάς

Για την υλοποίηση των παραπάνω αναλύσεων χρησιμοποιήθηκε το ROS και το γραφικό περιβάλλον Gazebo. Επίσης, για το πρώτο ερώτημα πέρα από την αντίστροφη κινηματική ανάλυση υλοποιήθηκε και σχεδιασμός τροχιάς, ώστε το άκρο του βραχίονα να επιταχύνει και επιβραδύνει κατάλληλα αναλόγως τη τοποθεσία του. Γι' αυτό χρησιμοποιήσαμε μια ημιτονοειδές συνάρτηση η οποία δέχεται σαν όρισμα το  $P_{ey}$  και δημιουργεί μια ομαλή κίνηση από το σημείο  $P_{ey}$  και δημιουργεί μια ομαλή κίνηση από το σημείο  $P_{ey}$  και δημιουργεί μια ομαλή κίνηση

# Γραφήματα ελέγχου θέσης με τρεις αρθρώσεις

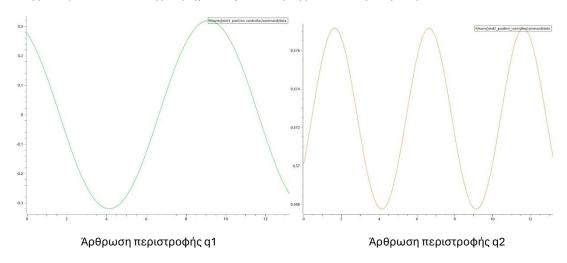
Παρακάτω φαίνονται τα γραφήματα από τις μετατοπίσεις θέσεως του βραχίονα σε x,y,z άξονες.

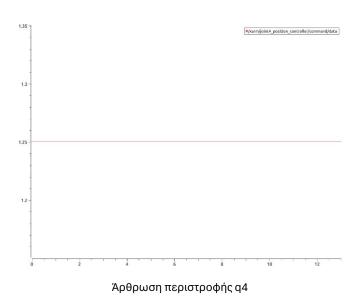




Στα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι μόνο ο άξονας y έχει μετατόπιση, αφού έτσι είχε τεθεί από την εργασία. Το X παραμένει σταθερό 0.643 και το Z στο 0.1508. Στον άξονα Y έχουμε περιοδική μετατόπιση απ'το σημείο A στο σημείο B που απέχουν 40 εκατοστά.

Στη συνέχεια φαίνονται τα γραφήματα με τις τροχιές των q1, q2, q4.





Με την κατάλληλη κίνηση των αρθρώσεων q1, q2, q4 επιτεύχθηκε η επιθυμητή πορεία στον χώρο εργασίας, προέκυψαν τα επιθυμητά αποτελέσματα που είχαν τεθεί εξαρχής δηλαδή το τελικό στοιχείο δράσης να εκτελεί την περιοδική κίνηση παράλληλη στον x άξονα.

### Γραφήματα ελέγχου θέσης με επτά αρθρώσεις

Για την ολοκλήρωση του δεύτερου μέρους της εργασίας χρειάστηκε να υπολογίσουμε την αντίστροφη Ιακωβιανή Μήτρα. Ο παρών βραχίονας αποτελείτε από 7 βαθμούς ελευθερίας οπότε δεν μπορεί να βρεθεί η αντίστροφη, αλλά η ψευδοαντίστροφη του Ιακωβιανού πίνακα. Γενικότερα ο υπολογισμός γίνεται από τον τύπο:

$$J^+(q) = \left(J^T(q)J(q)\right)^{-1}J^T(q)$$

Για το δεύτερο ερώτημα υλοποιήθηκε η ψευδοαντίστροφη Ιακωβιανή Μήτρα παρόλα αυτά ο κώδικας δεν είναι λειτουργικός.

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά από την δημιουργία ενός αντίστροφου κινηματικού μοντέλου, και την δημιουργία σχεδιασμού τροχιάς ο ρομποτικός βραχίονας xArm 7 κατάφερε και έκανε την πορεία που του δόθηκε και το τελικό στοιχείο δράσης έκανε το ευθύγραμμο τμήμα το οποίο είχε ανατεθεί. Ο δεύτερος τρόπος παρόλο που δεν υλοποιήθηκε πλήρως, αναμέναμε τα ίδια αποτελέσματα, με παραπάνω ελευθερία καθώς είχαμε διαθέσιμα όλα τα joints.