Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ

Τομέας Σημάτων, Ελέγχου και Ρομποτικής

Ρομποτική Ι
Εξαμηνιαία Εργασία
Β.Κινηματική Προσομοίωση

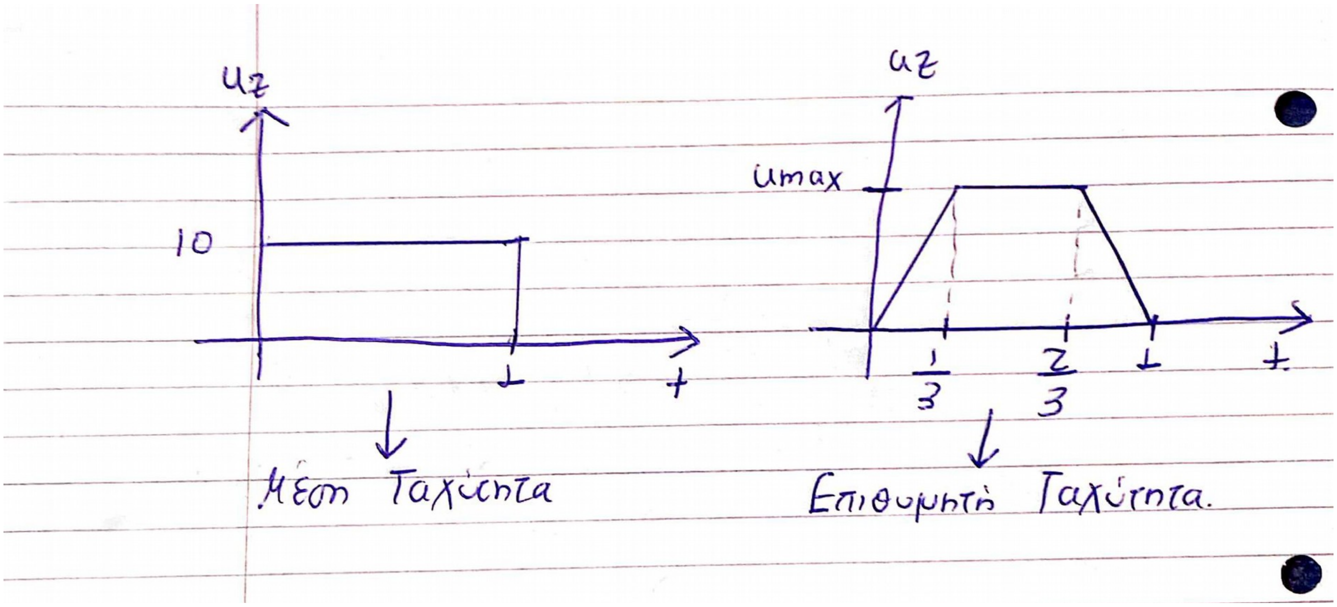
1) Όνομα: Εμμανουήλ Αναστάσιος
2) Επώνυμο: Σερλής
3) Αριθμός Μητρώου: 03118125
4) Εξάμηνο: 7ο

7. Όσον αφορά τον **σχεδιασμό τροχιάς** στο task space, και εφόσον δίνεται αναλυτικά η διαδρομή που καλείται να ακολουθήσει το τελικό άκρο του ρομπότ, μένει να καθοριστεί η ομαλότητα της εκτελούμενης τροχιάς ως προς την ταχύτητα και την επιτάχυνση.

Συγκεκριμένα, κάθε μία εκ των 2 διαδρομών(ημικυκλική και ευθεία) που ακολουθεί ο end effector κατά την διάρκεια μίας περιόδου T χωρίζεται σε 3 επιμέρους τμήματα: ένα τμήμα επιταχυνόμενης κίνησης (μέχρι μία ταχύτητα u_{max}), ένα τμήμα ομαλής κίνησης με $u=u_{max}$ και ένα τμήμα επιβραδυνόμενης κίνησης, ώστε στο τελικό σημείο να επιτευχθεί ταχύτητα u=0.

Σημειώνεται, ότι οι 3 επιμέρους κινήσεις έχουν ίση χρονική διάρκεια $t=T_{HALF}/3$= 1/3 sec. Επιπλέον, τα παραπάνω αφορούν την ταχύτητα κατά τον άξονα z’z, μιας και έχουμε $u_x=0$ και η ταχύτητα στον y’y άξονα μπορεί να καθοριστεί μέσω των εξισώσεων κυκλικής κίνησης για το 1ο μέρος, ενώ στο 2ο μέρος δεν έχουμε κίνηση κατά τον άξονα αυτό, δηλαδή $u_y=0$.

Όσον αφορά τον καθορισμό της u_{max}, παρατηρούμε ότι ο end effector έχει μέση ταχύτητα $u_{z,mean}=|z_A-z_B|/T_{HALF}$ = 10m/sec. Με βάση τα παραπάνω, προκύπτουν οι κάτωθι γραφικές u-t για την μισή περίοδο κίνησης:



Θέλουμε τα εμβαδά των 2 χωρίων να είναι ίσα, δηλαδή:

$E_{MEAN}=E_{REAL}$ =>
$10*1=1/2*(umax/0.333)*(0.333)^2+umax*0.333+0.5*(umax/0.333)*(0.333)^2$ => … => **$u_{max,z}=15$ m/sec**

Όσον αφορά την θέση και την ταχύτητα του end effector κατά τον άξονα y'y για το ημικυκλικό τμήμα της τροχίας, οι εξισώσεις κυκλικής κίνησης μας δίνουν:

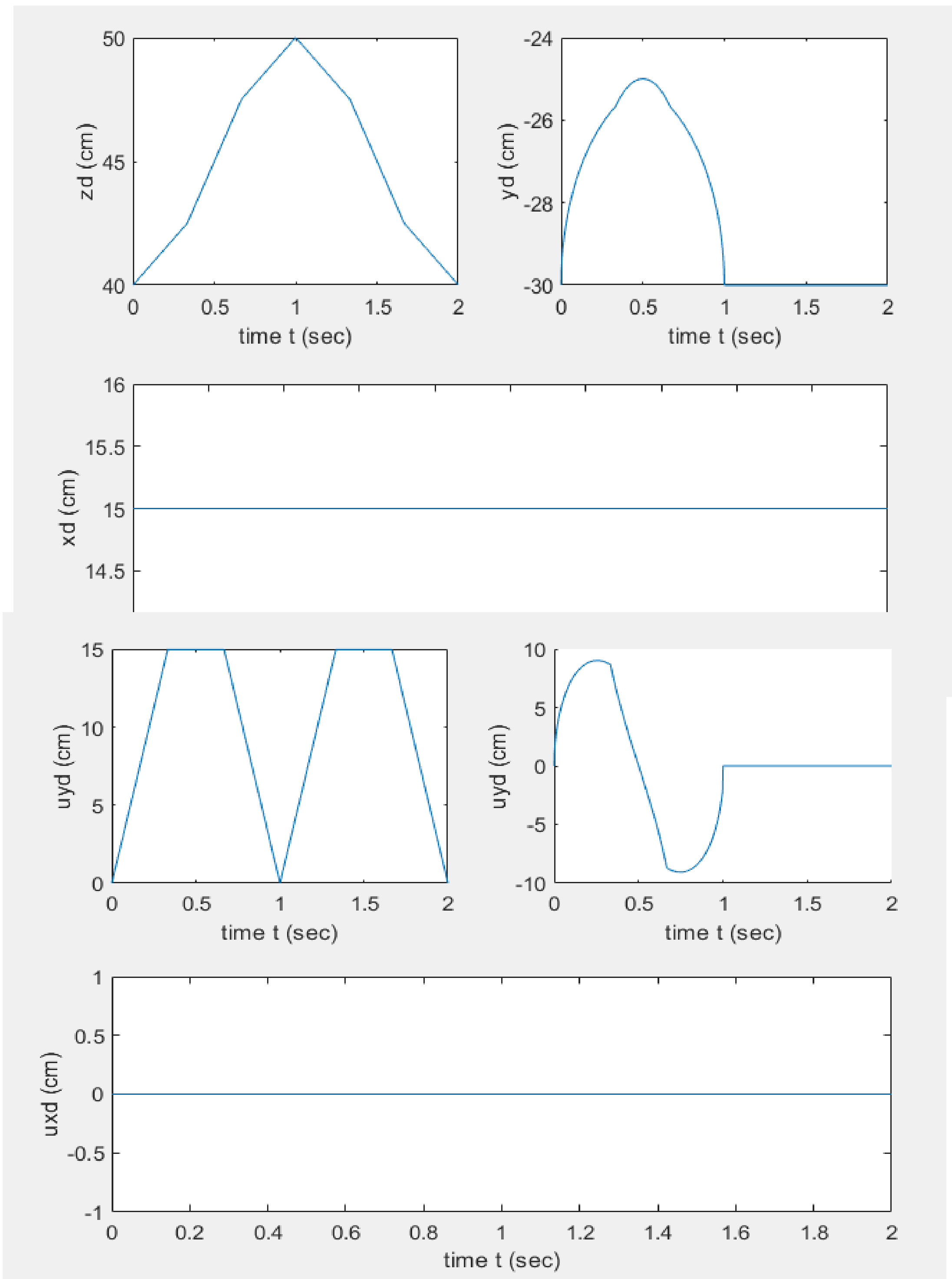
$(z-z_c)^2+(y-y_C)^2=R^2$ => **$y=+sqrt(R^2-(z-z_c)^2)+y_c$,** με το θετικό πρόσημο της ρίζας να αιτιολογείται λόγω του ότι θέλουμε το άνω ημικυκλικό κομμάτι της κίνησης και κατ'επέκταση αύξηση της y-συνιστώσας.

Η παραγώγιση της τελευταίας εξίσωσης δίνει:

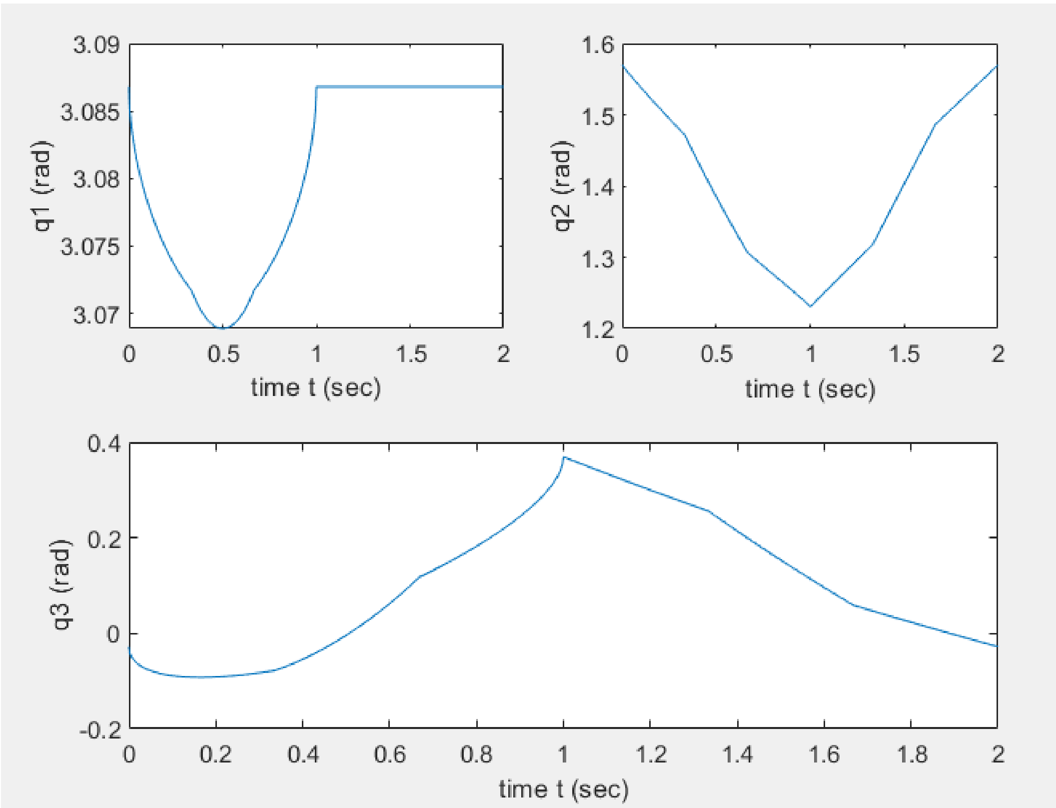
$2(z-z_c)*z'+2(y-yc)*y'=0 \Rightarrow$ $\mathbf{y'=-(z'*(z-z_c))/(y-yc)}$

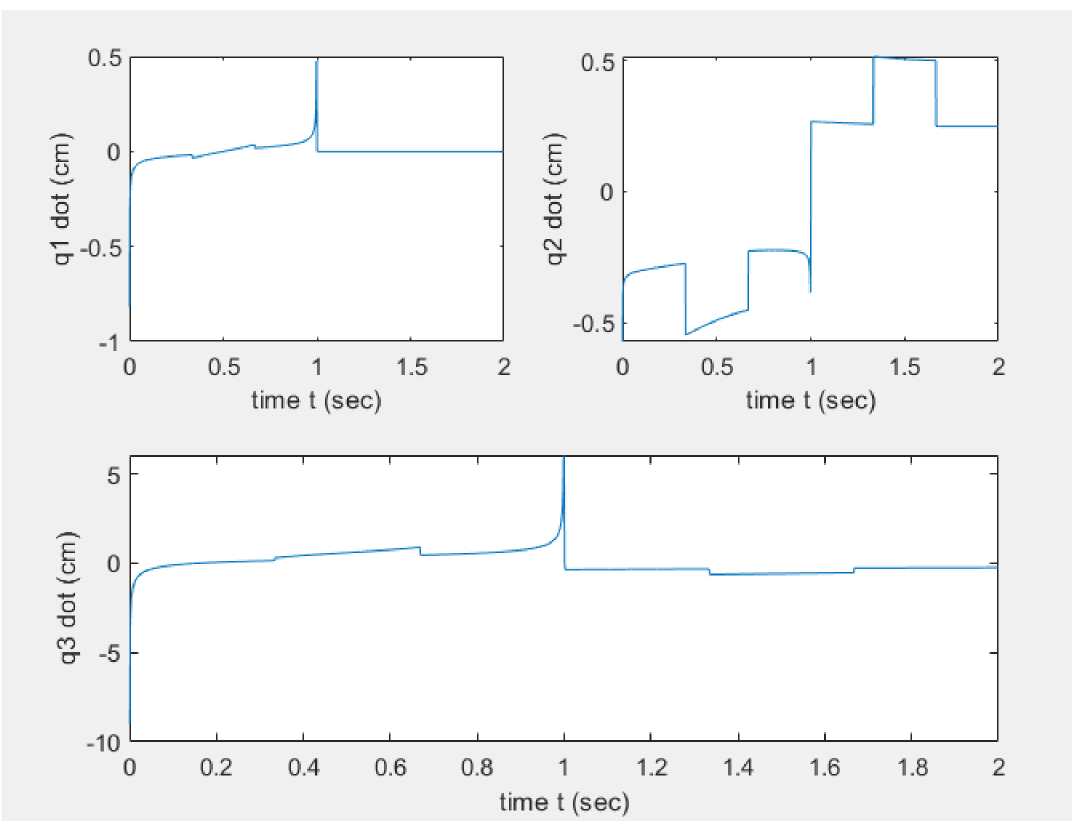
Όσον αφορά το ευθύγραμμο τμήμα της τροχιάς, έχουμε προφανώς $y=y_C=-30cm$ και $y'=0$.

7. (α) <u>Γραφικές Παραστάσεις επιθυμητής θέσης και ταχύτητας end-effector για κάθε άξονα:</u>

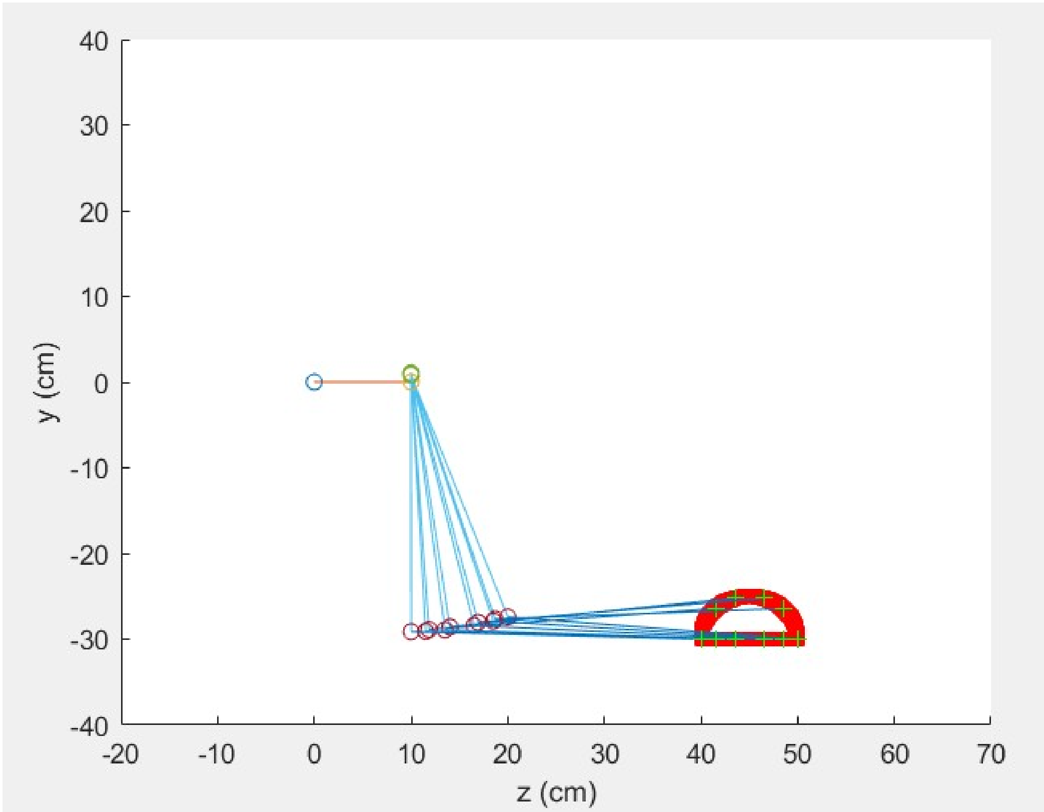


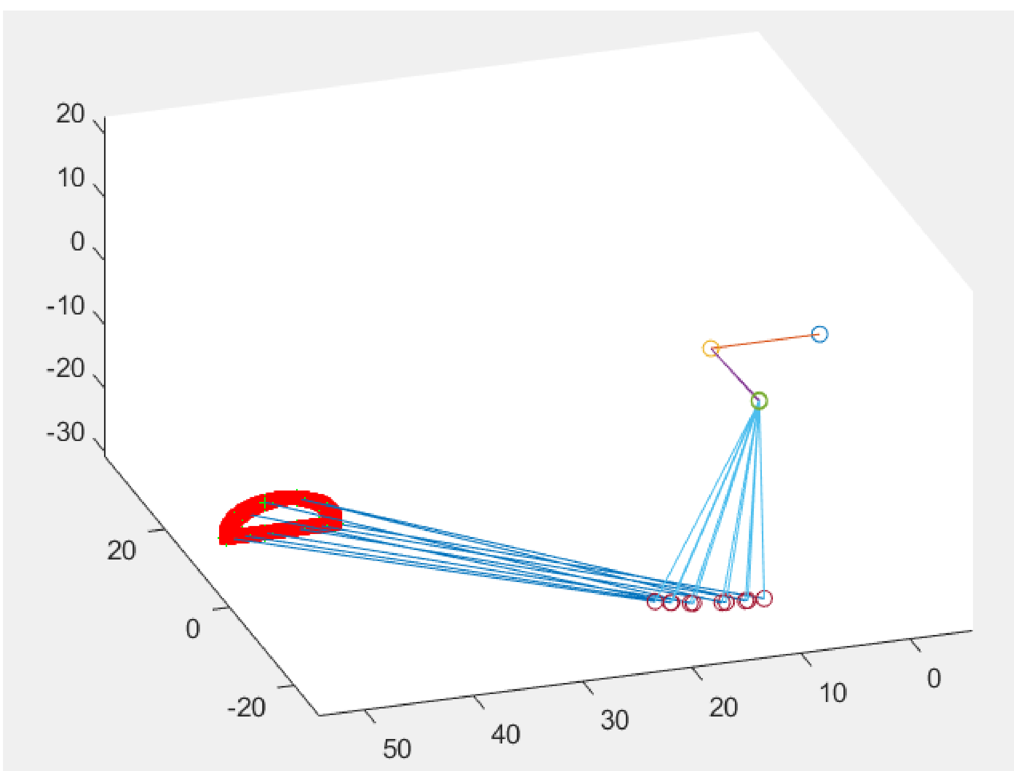
(β) <u>Γραφικές παραστάσεις επιθυμητών γωνιών στροφής και γωνιακών ταχυτήτων των αρθρώσεων:</u>





(γ) <u>Animation Κίνησης σε 2D(y-z επίπεδο) και σε 3D για μία περίοδο</u>





Σημειώνονται τα εξής ανά ερώτημα:

(α) Οι επιθυμητές θέσεις και ταχύτητες του end effector αποτελούν απόρροια της ανάλυσης του σχεδιασμού τροχιάς στο ερώτημα 6.

(β) Για τον προσδιορισμό των επενεργήσεων στις αρθρώσεις {q1,q2,q3}, χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα από το ανάστροφο γεωμετρικό μοντέλο του ερωτήματος Α.5, ενώ για τις γωνιακές ταχύτητες χρησιμοποιήθηκε η εντολή diff της Matlab.

Προφανώς, στην θεωρητική ανάλυση, βρέθηκαν 8 λύσεις, αλλά στην άνωθι προσομοίωση χρησιμοποιήθηκε μόνο το πρώτο ζεύγος {q1,q2,q3}, το οποίο διαθέτει “+” σε κάθε εναλλαγή περίπτωση εναλλαγής προσήμου.

(γ) Τα άνωθι animations αφορούν μία μόνο περίοδο, ενώ η περιοδική κίνηση επέρχεται από την εξωτερική for loop “for n=1:loops” όπου loops είναι η μεταβλητή που καθορίζει τον αριθμός των επαναλήψεων της σχεδιασμένης τροχιάς(στο παραδοτέο έχουμε loops=5).