

Εργασία Ρομποτικής

Θέμα: Σχεδιασμός επιθυμητών τροχιών και προγραμματισμός της κίνησης του τροχοφόρου ρομπότ Pioneer 3-DX σε περιβάλλον προσομοίωσης.

Ακαδημαϊκό έτος: 2019-2020

Διδάσκων: Κ. Βλάχος

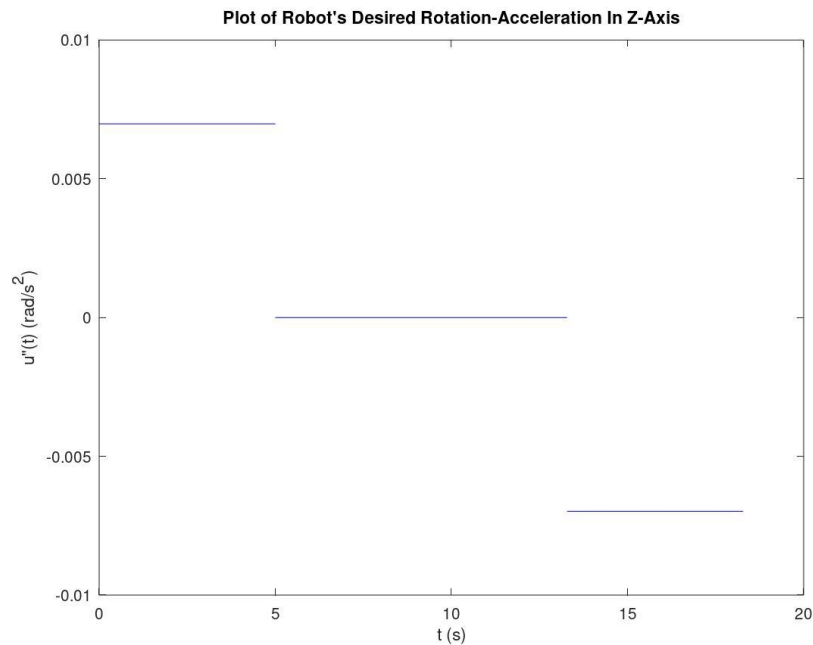
Φοιτητής: Παπακώστας Ιωάννης, ΑΜ: 4143



A. Πρώτο κομμάτι της κίνησης του τροχοφόρου Ρομπότ

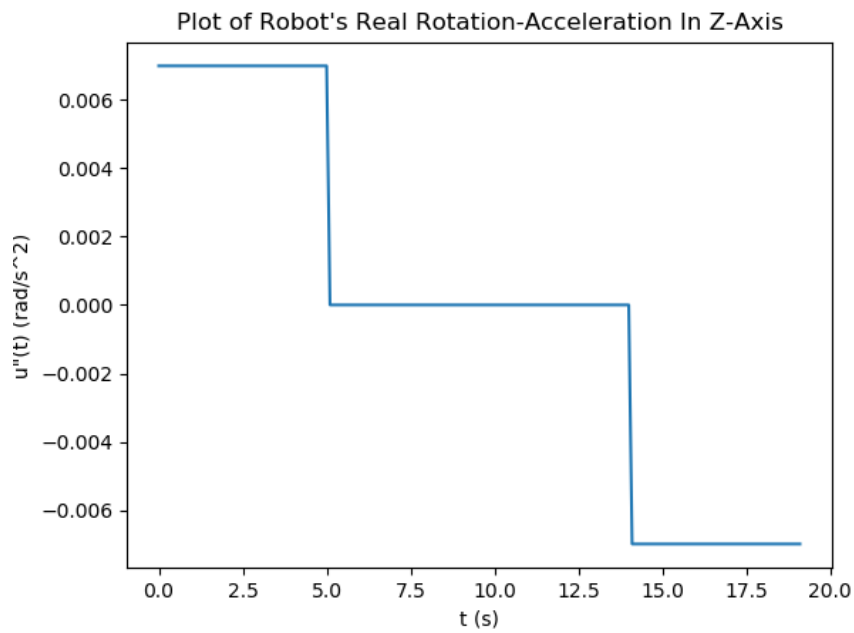
Στο πρώτο κομμάτι της κίνησης του ρομπότ, επιθυμούμε να κινηθεί από την αρχική θέση $q_0 = [x_0 \ y_0 \ \theta_0]^T = [0 \text{ m} \ 0 \text{ m} \ 0 \text{ rad}]^T$ στην ενδιάμεση θέση $q_u = [x_u \ y_u \ \theta_u]^T = [\text{round}((AM/200)) \text{ m} \ \text{round}((AM/2)/200) \text{ m} \ \pi/a]^T$.

Για την υλοποίηση της κίνησης αυτής, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των γραμμικών συναρτήσεων με παραβολικά τμήματα. Όμως, για να φτάσει το ρομπότ στον στόχο του θα πρέπει πρώτα να περιστραφεί κατάλληλα ως προς τον άξονα z και στην συνέχεια να ακολουθήσει ευθεία πορεία μέχρι το επιθυμητό σημείο. Έτσι, στις παρακάτω γραφικές παραστάσεις παρουσιάζονται οι επιθυμητές και οι πραγματικές τροχιές της επιτάχυνσης, της ταχύτητας αλλά και της θέσης του ρομπότ στο πρώτο κομμάτι της κίνησης του.



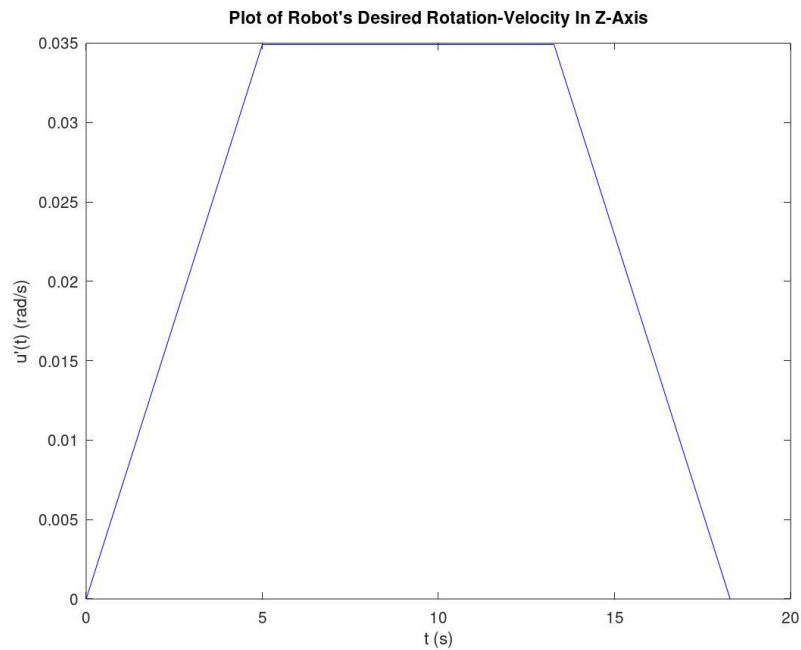
(1)

Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z , ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_u . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta''(t)=u''(t)$)



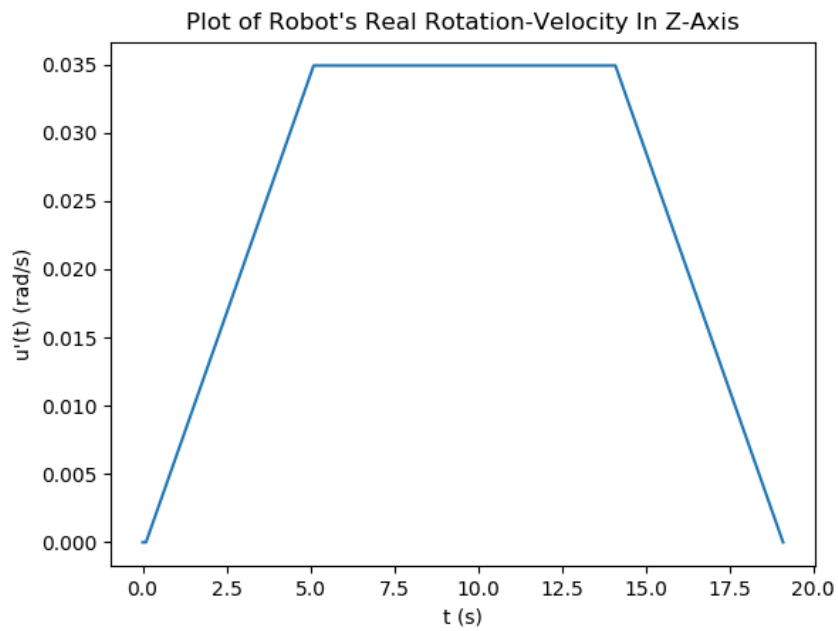
(2)

Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_u . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta''(t)=u''(t)$)



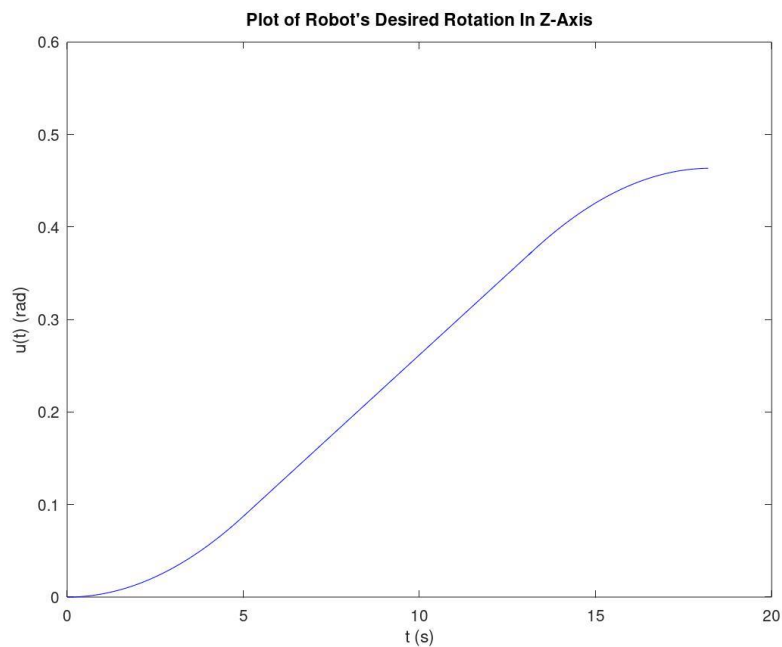
(3)

Στην εικόνα 3 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_u . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta'(t)=u'(t)$)



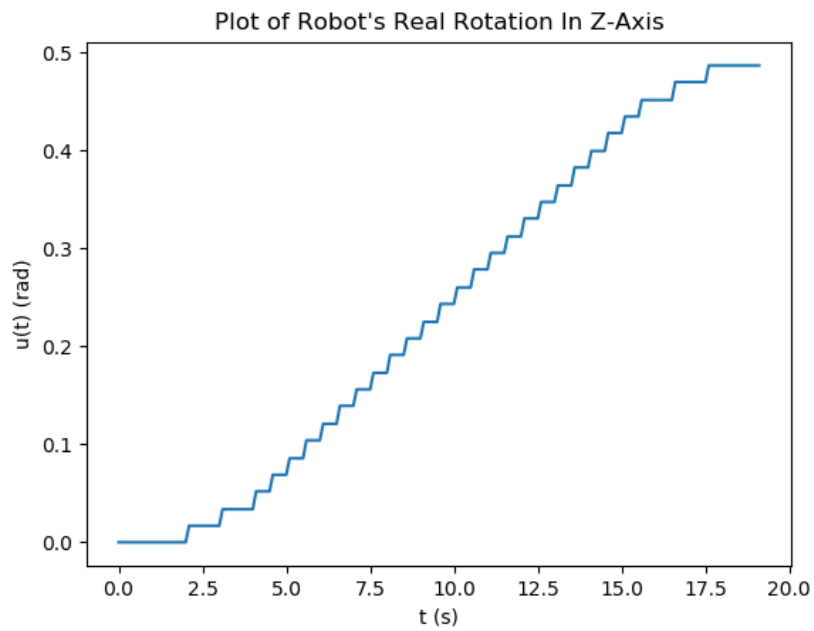
(4)

Στην εικόνα 4 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_u . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta'(t)=u'(t)$)



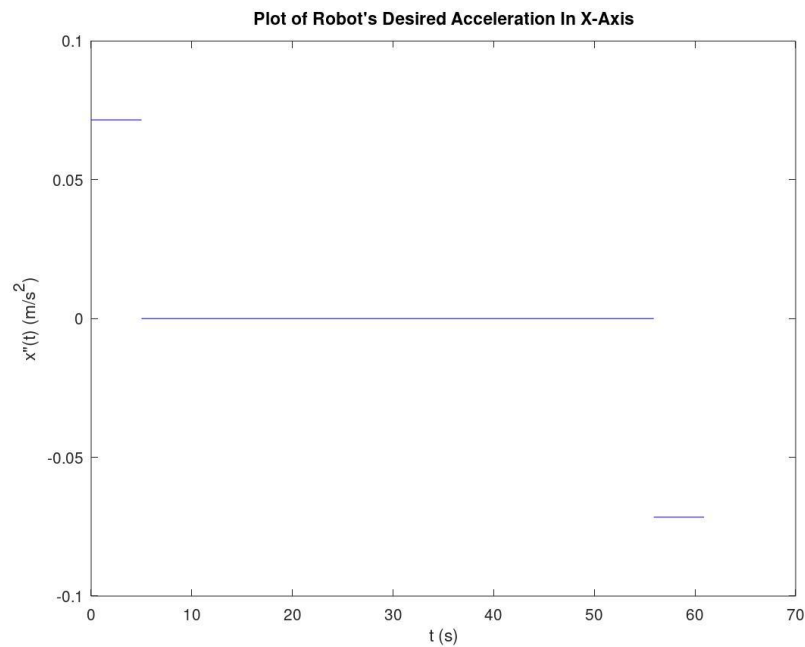
(5)

Στην εικόνα 5 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της θέσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_u . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta(t)=u(t)$)



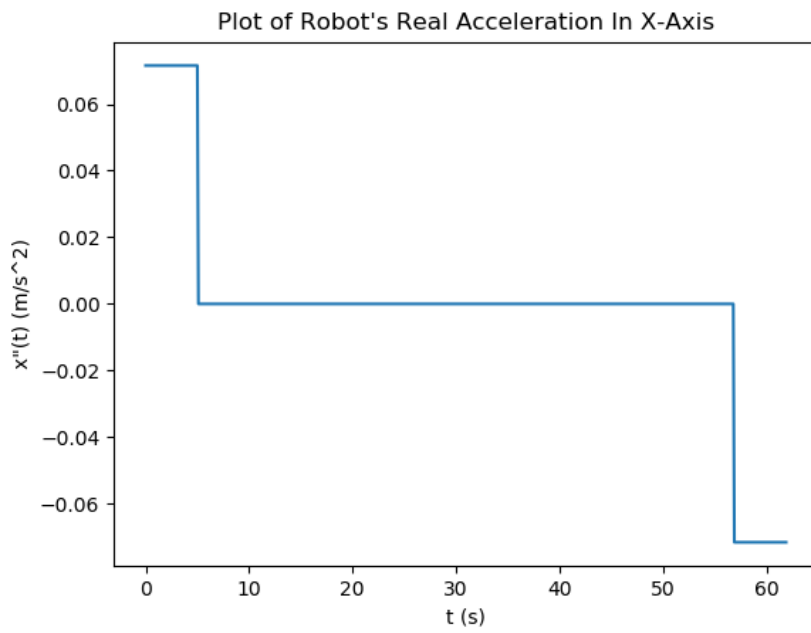
(6)

Στην εικόνα 6 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της θέσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_u . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta(t)=u(t)$)



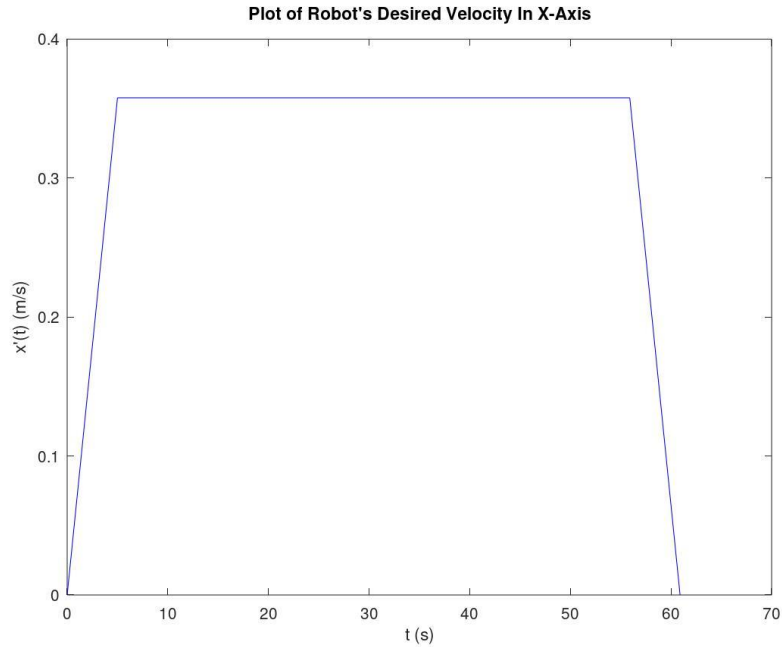
(7)

Στην εικόνα 7 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα x, ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



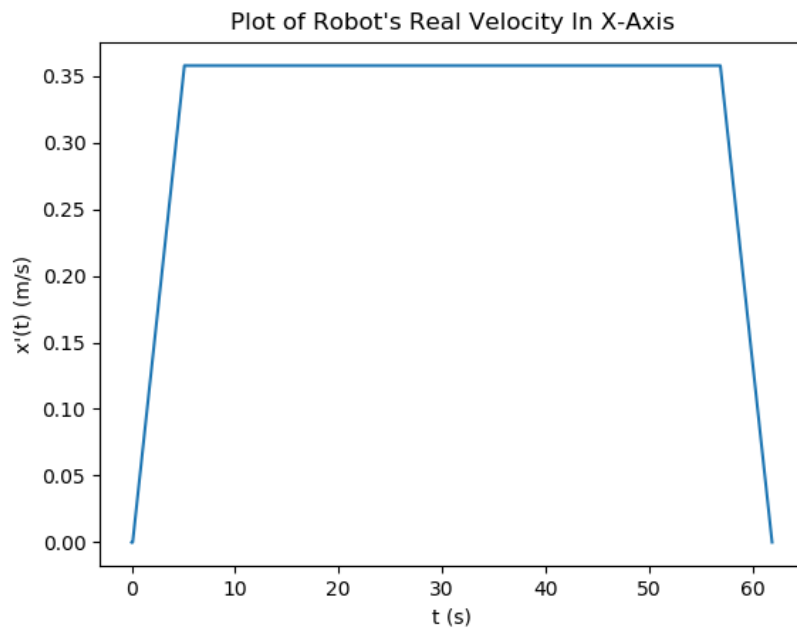
(8)

Στην εικόνα 8 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα x , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



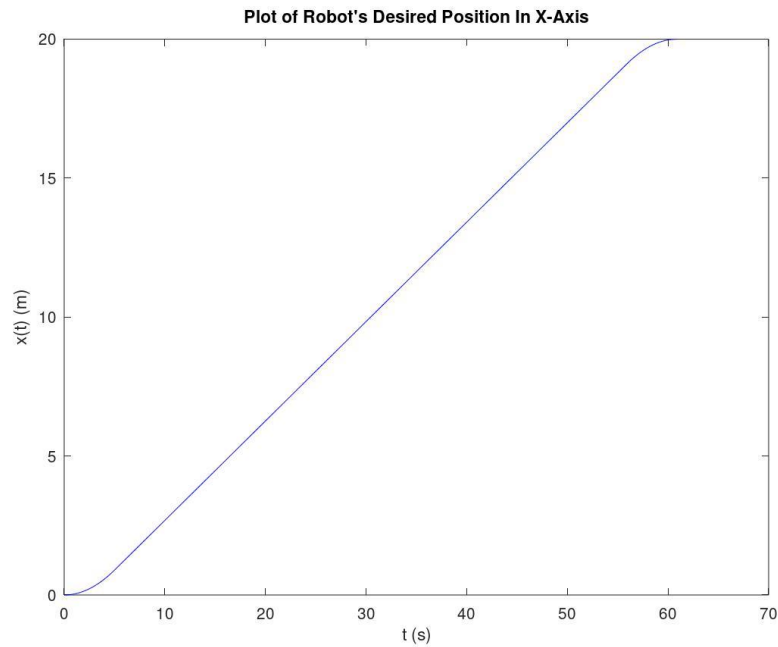
(9)

Στην εικόνα 9 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα x , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



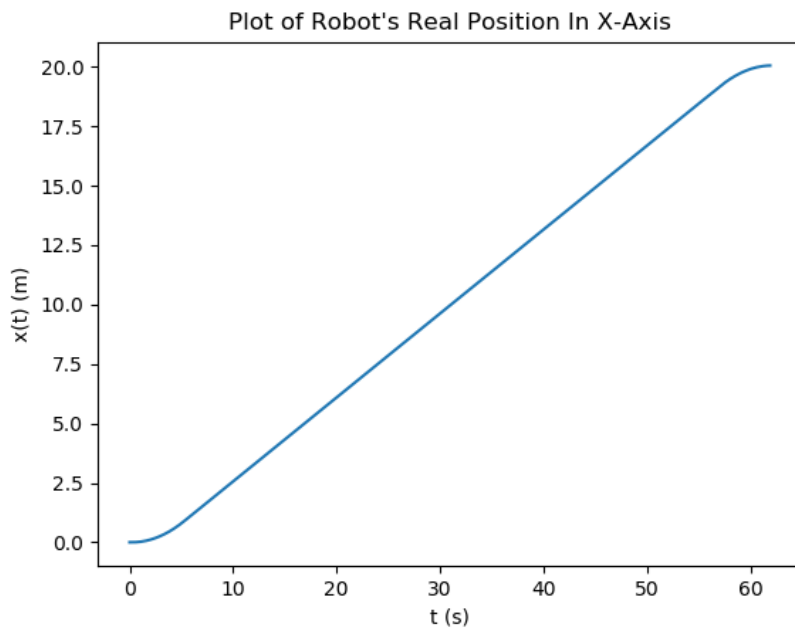
(10)

Στην εικόνα 10 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα x, ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



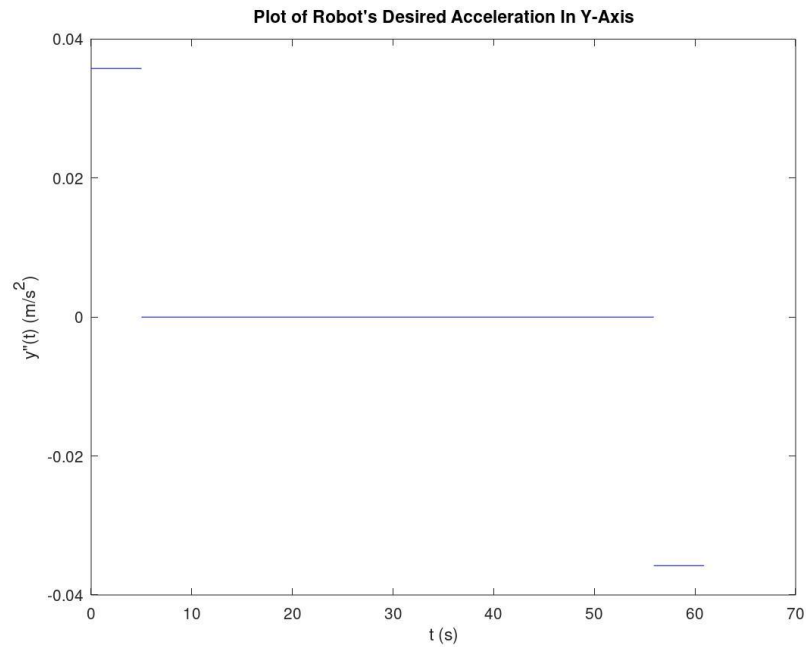
(11)

Στην εικόνα 11 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της θέσης του ρομπότ ως προς τον άξονα x κατά την διάρκεια της κίνησης του προς την θέση q_u .



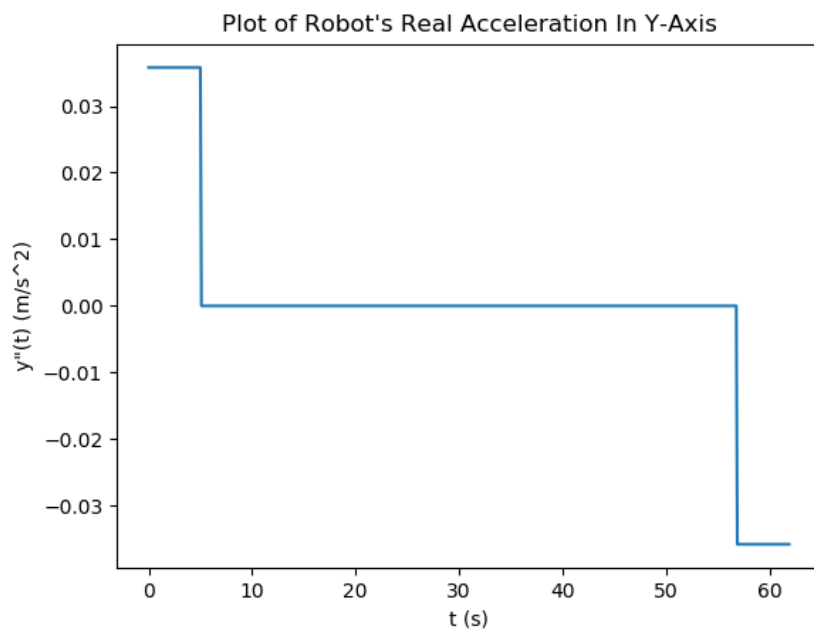
(12)

Στην εικόνα 12 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της θέσης του ρομπότ ως προς τον άξονα x κατά την διάρκεια της κίνησης του προς την θέση q_u .



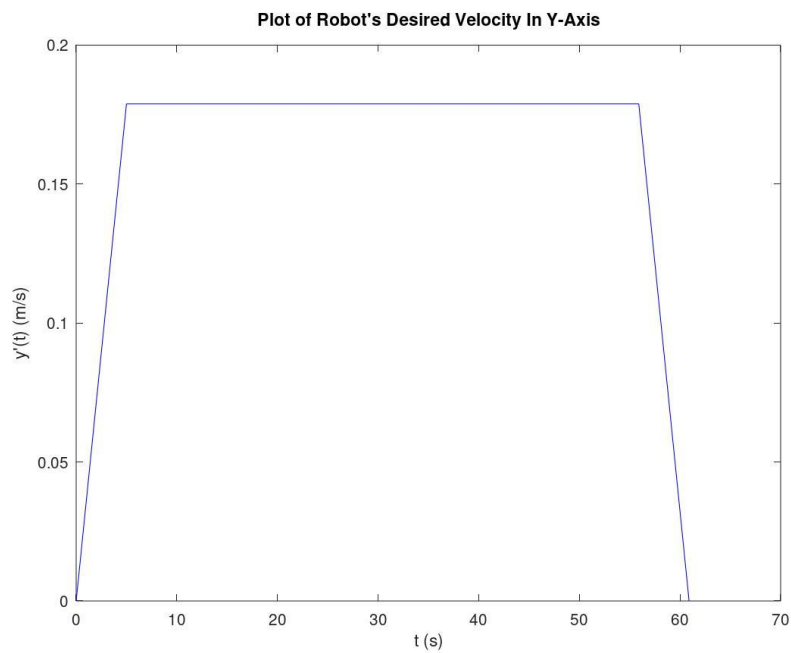
(13)

Στην εικόνα 13 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y, ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



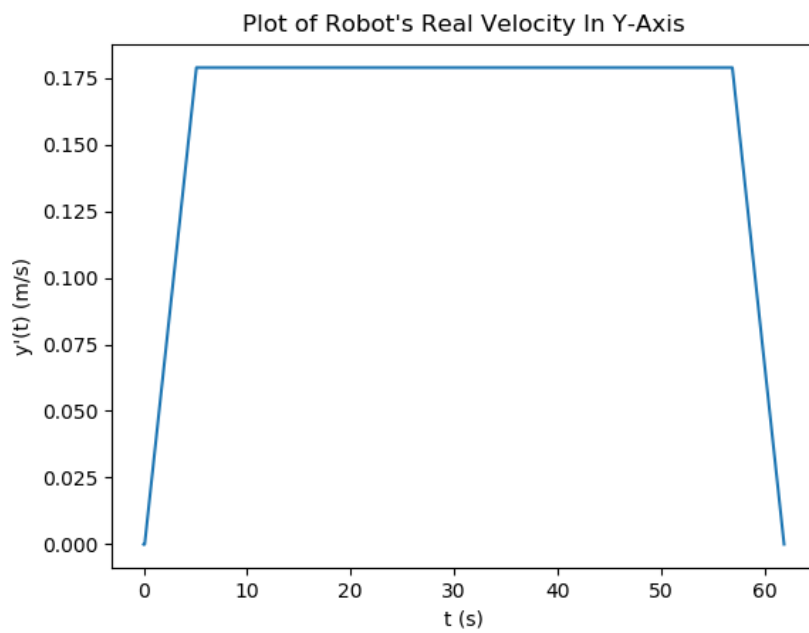
(14)

Στην εικόνα 14 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



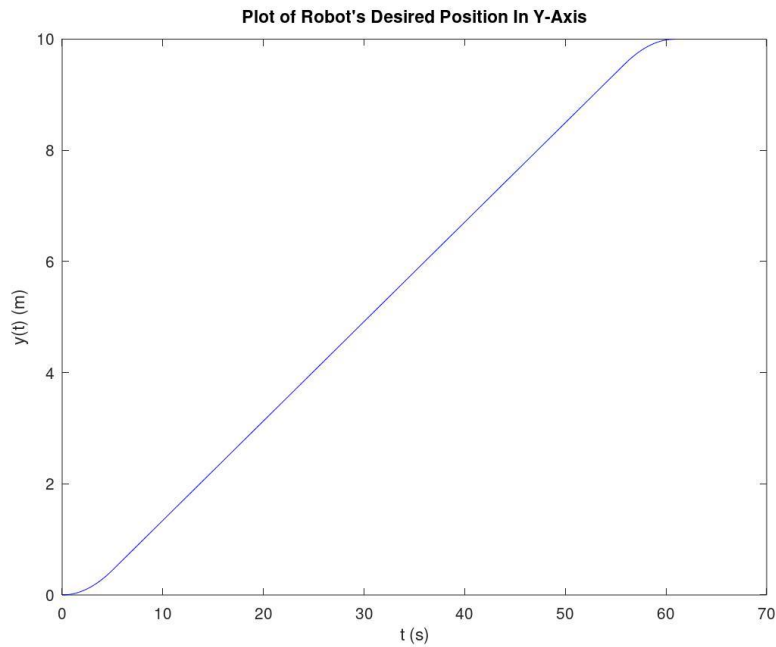
(15)

Στην εικόνα 15 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



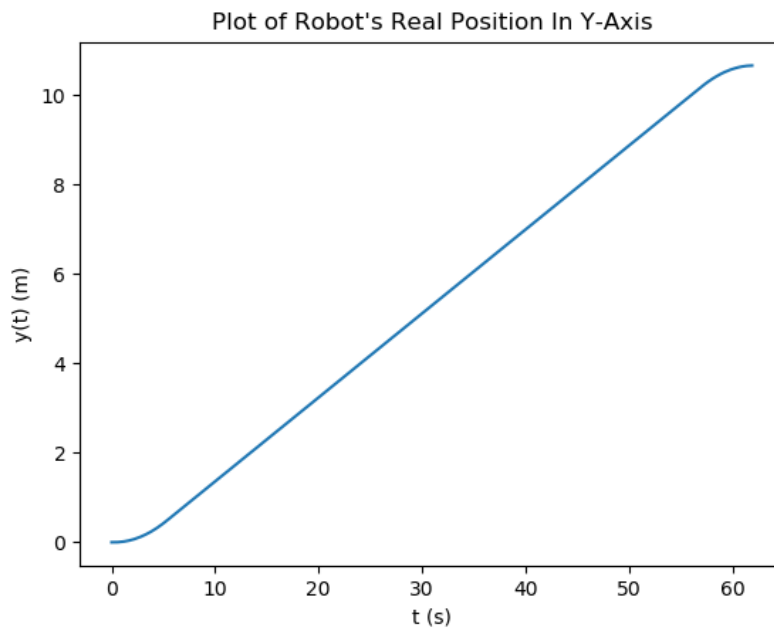
(16)

Στην εικόνα 16 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_u .



(17)

Στην εικόνα 17 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της θέσης του ρομπότ ως προς τον άξονα y κατά την διάρκεια της κίνησης του προς την θέση q_u .



(18)

Στην εικόνα 18 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της θέσης του ρομπότ ως προς τον άξονα y κατά την διάρκεια της κίνησης του προς την θέση q_u .

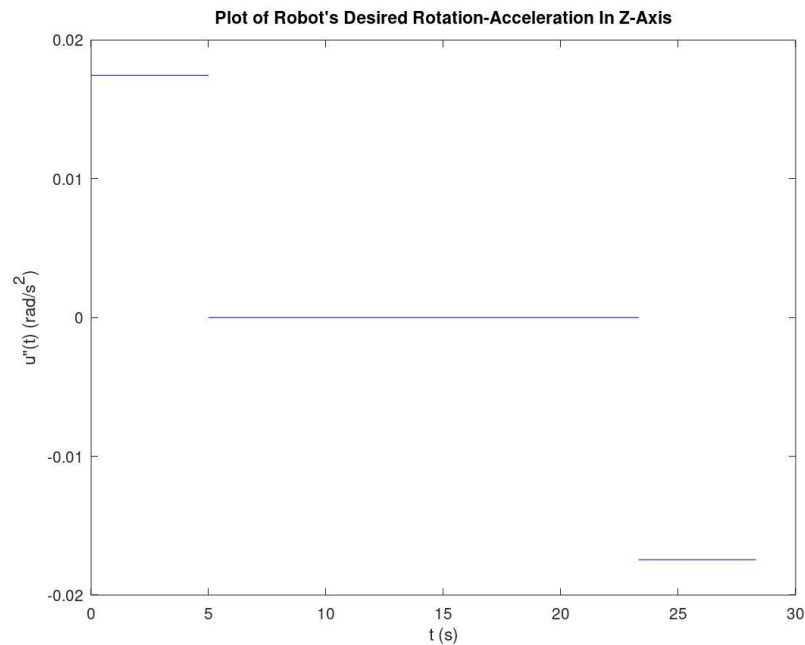
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις παρατηρούμε ότι οι επιθυμητές και οι πραγματικές τροχιές του ρομπότ είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό ίδιες. Στις εικόνες 5 και 6 παρατηρείται μια διαφορά στην καμπύλη αλλά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η ταχύτητα της περιστροφής του ρομπότ ως προς τον άξονα z είναι πολύ μικρή, για να πετύχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια. Έτσι, λόγω στρογγυλοποιήσεων για την δημιουργία του γραφήματος της εικόνας 6, παρατηρείται ότι σε κάποια χρονικά διαστήματα η θέση του ρομπότ παραμένει σταθερή, όμως, στην πραγματικότητα υπάρχουν διαφορές στην θέση του αλλά είναι πολύ μικρές.

B. Δεύτερο κομμάτι της κίνησης του τροχοφόρου Ρομπότ

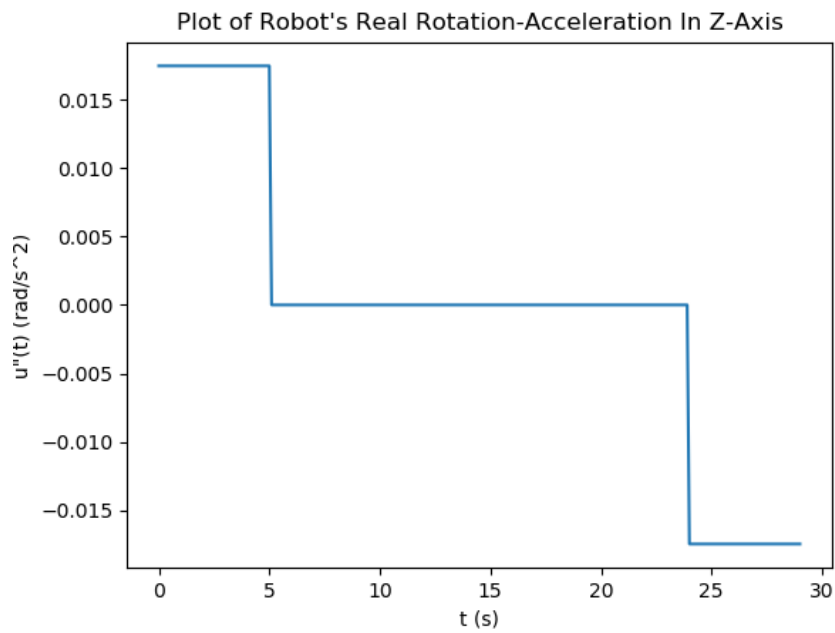
Στο δεύτερο κομμάτι της κίνησης του ρομπότ, επιθυμούμε να κινηθεί από την ενδιάμεση θέση $q_u = [x_u \ y_u \ \theta_u]^T = [\text{round}(AM/200) \text{ m} \ \text{round}((AM/2)/200) \text{ m} \ n/a]^T$ στην τελική θέση $q_f = [x_f \ y_f \ \theta_f]^T = [\text{round}(AM/200) \text{ m} \ -\text{round}((AM/2)/200) \text{ m} \ ((AM/2)/1000) \text{ rad}]^T$.

Για την υλοποίηση της κίνησης αυτής, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των γραμμικών συναρτήσεων με παραβολικά τμήματα. Όμως, για να φτάσει το ρομπότ στον στόχο του θα πρέπει πρώτα να περιστραφεί κατάλληλα ως προς τον άξονα z και στην συνέχεια να ακολουθήσει ευθεία πορεία μέχρι το επιθυμητό σημείο. Έτσι, στις παρακάτω γραφικές παραστάσεις παρουσιάζονται οι επιθυμητές και οι πραγματικές τροχιές της επιτάχυνσης, της ταχύτητας αλλά και της θέσης του ρομπότ στο δεύτερο κομμάτι της κίνησης του.



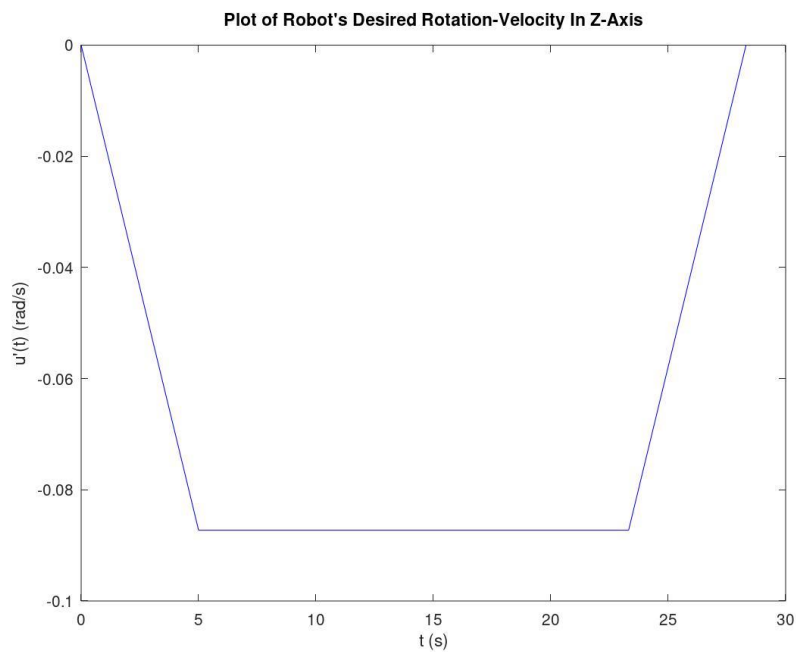
(19)

Στην εικόνα 19 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta''(t)=u''(t)$)



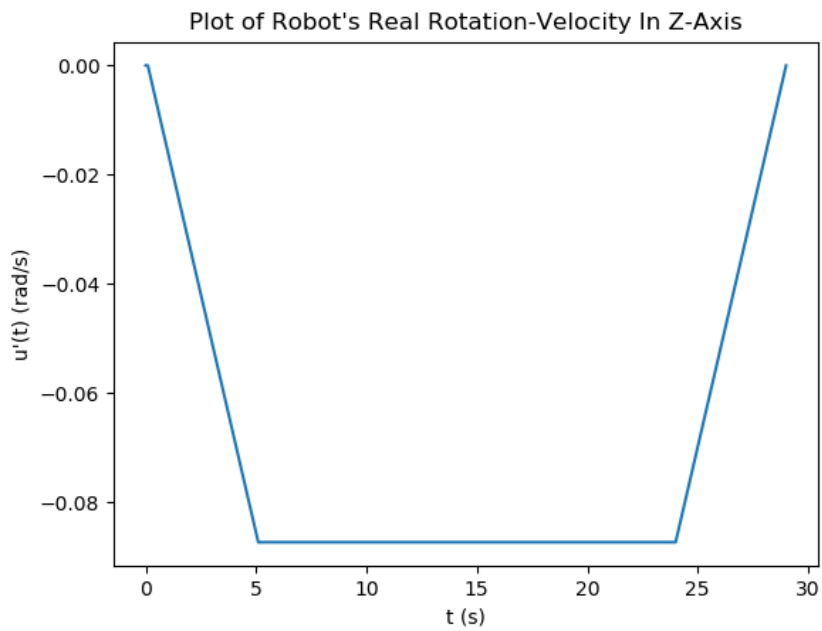
(20)

Στην εικόνα 20 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta''(t)=u''(t)$)



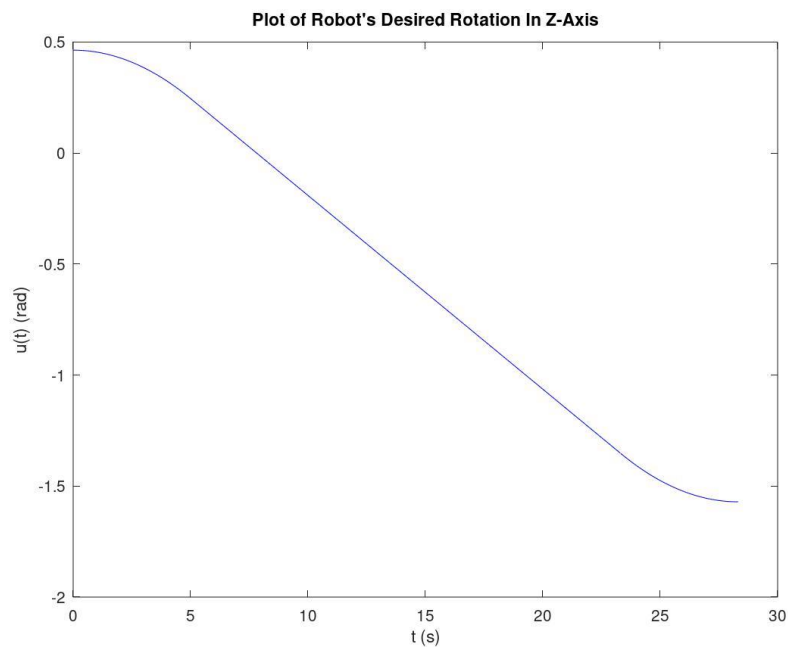
(21)

Στην εικόνα 21 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta'(t)=u'(t)$)



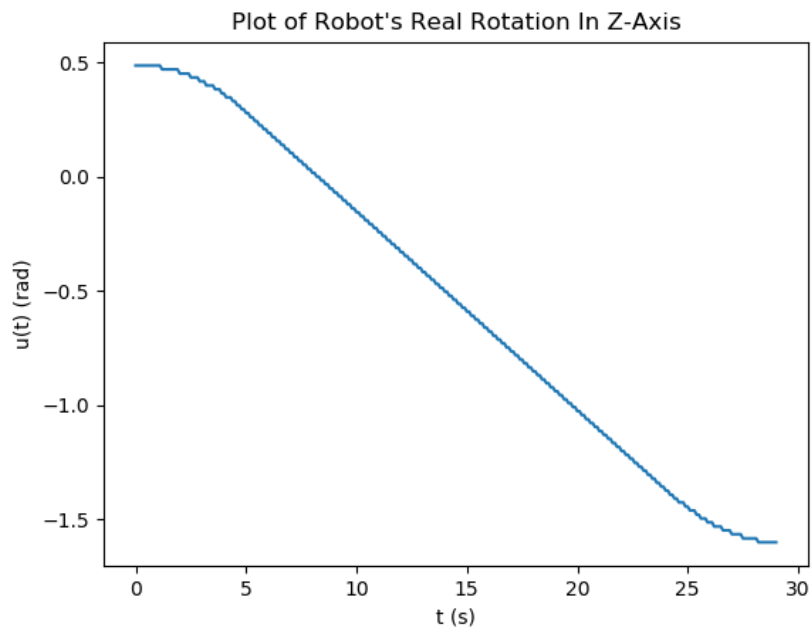
(22)

Στην εικόνα 22 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta'(t)=u'(t)$)



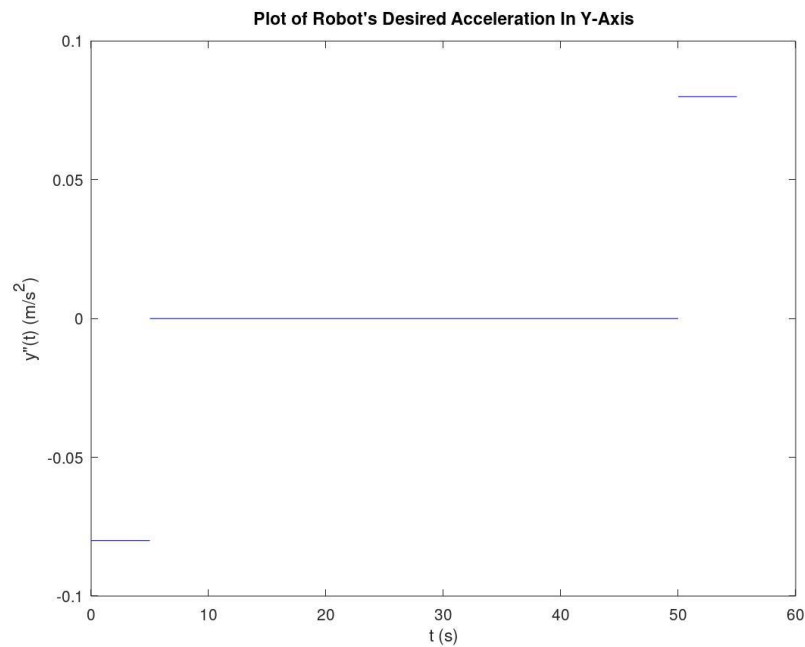
(23)

Στην εικόνα 23 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της θέσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta(t)=u(t)$)



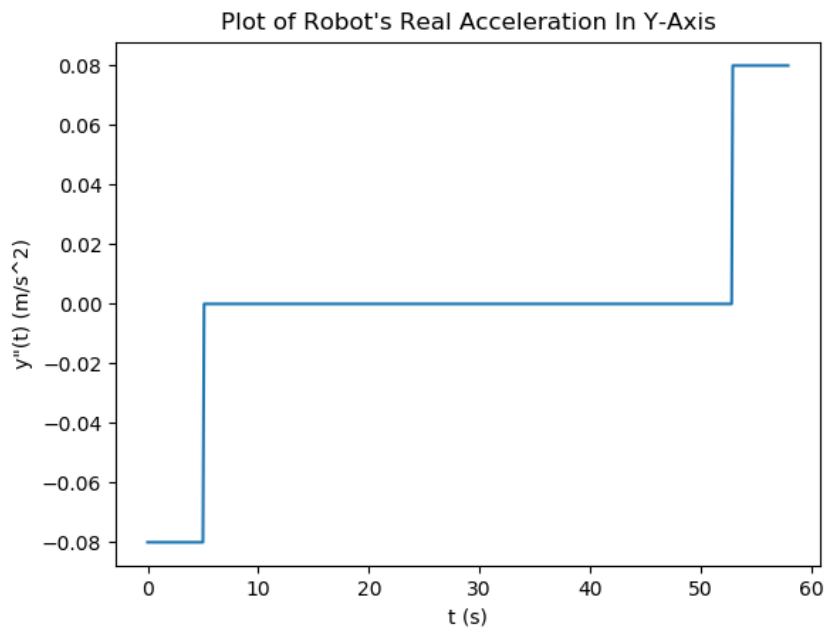
(24)

Στην εικόνα 24 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της θέσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον κατάλληλο προσανατολισμό για την μετακίνηση του στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta(t)=u(t)$)



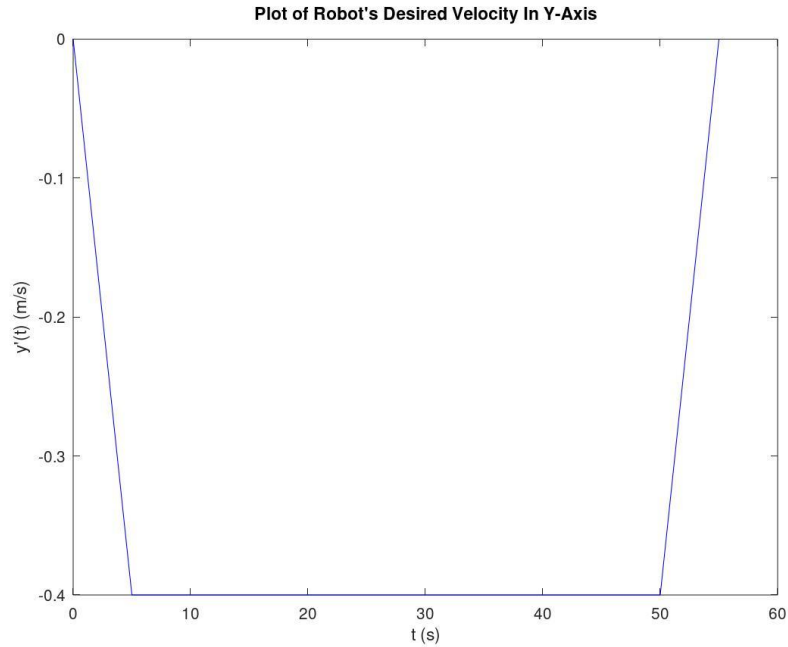
(25)

Στην εικόνα 25 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y, ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_f .



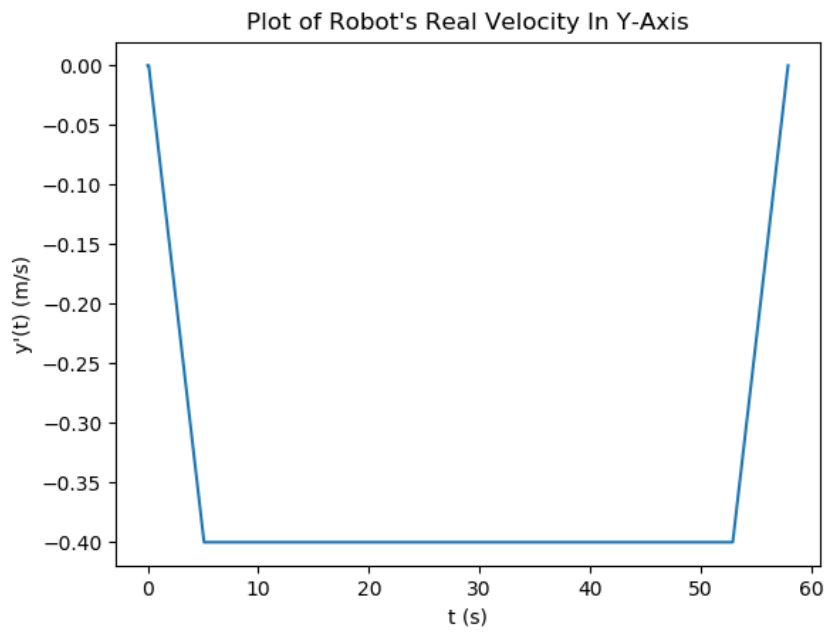
(26)

Στην εικόνα 26 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_f .



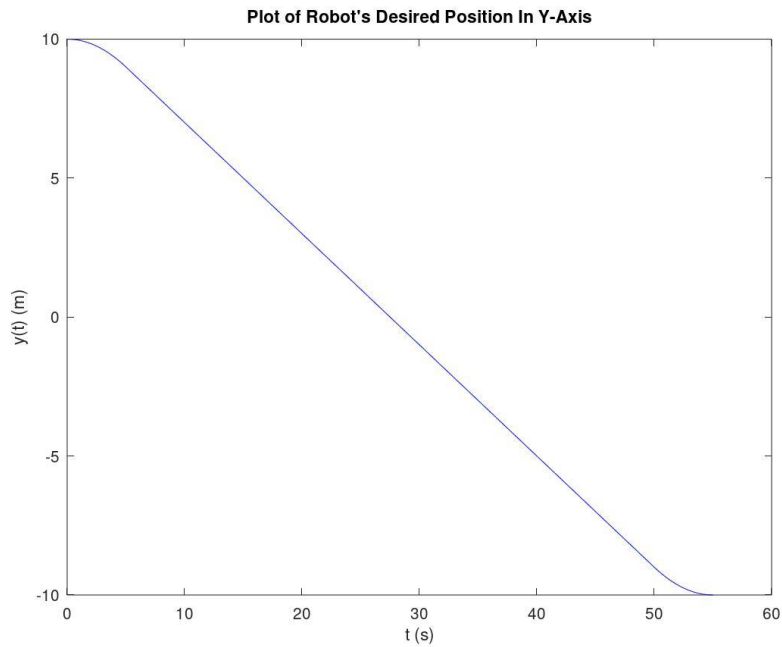
(27)

Στην εικόνα 27 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_f .



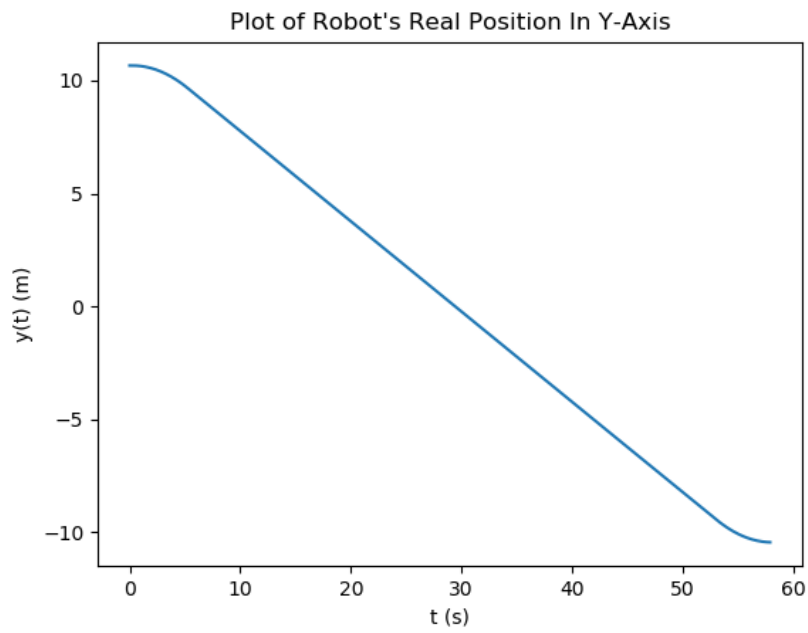
(28)

Στην εικόνα 28 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της κίνησης του ως προς τον άξονα y , ώστε να μετακινηθεί στην θέση q_f .



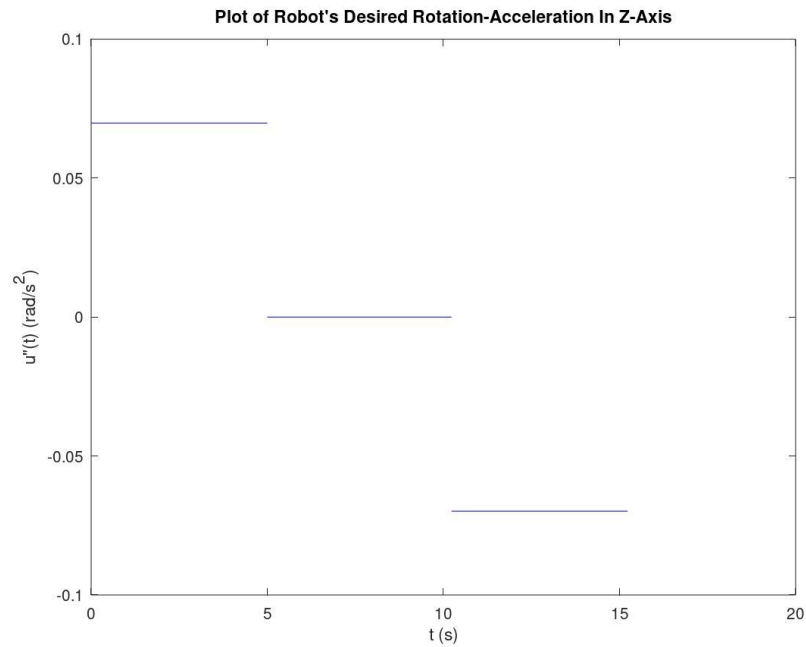
(29)

Στην εικόνα 29 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της θέσης του ρομπότ ως προς τον άξονα y κατά την διάρκεια της κίνησης του προς την θέση q_f .



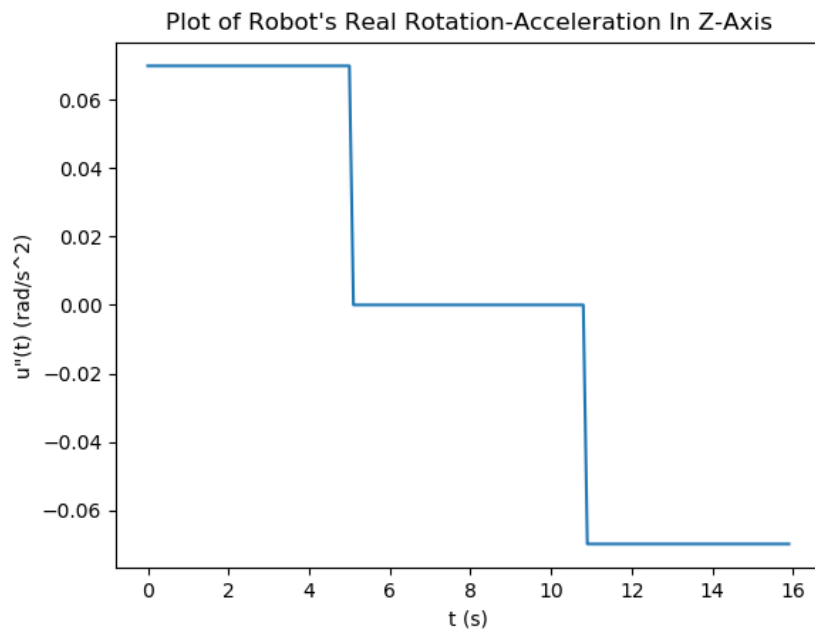
(30)

Στην εικόνα 30 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της θέσης του ρομπότ ως προς τον άξονα y κατά την διάρκεια της κίνησης του προς την θέση q_f .



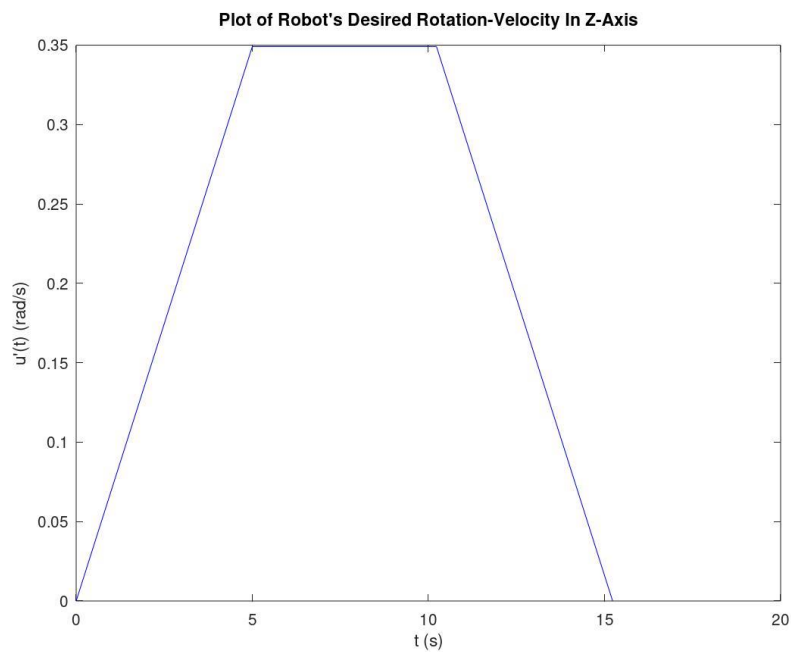
(31)

Στην εικόνα 31 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z , ώστε να αποκτήσει τον τελικό προσανατολισμό που πρέπει να έχει στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta''(t) = u''(t)$)



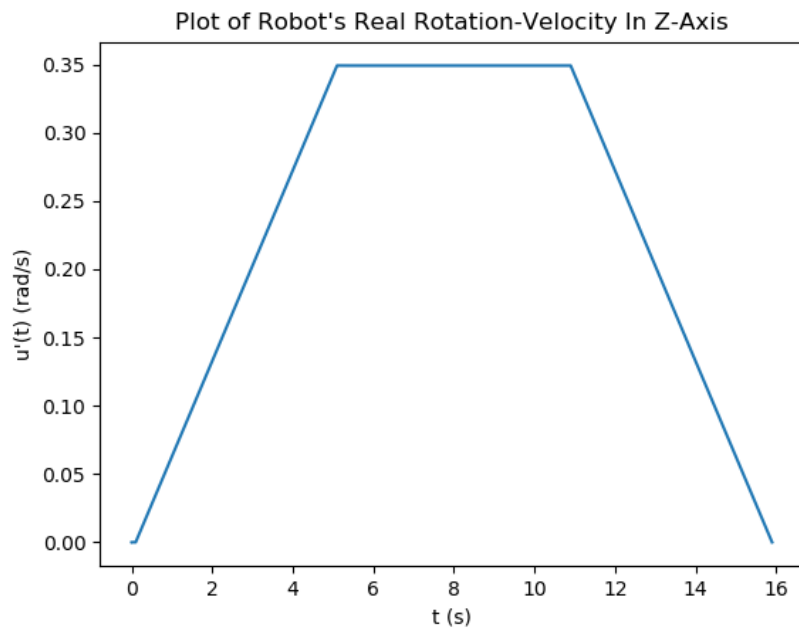
(32)

Στην εικόνα 32 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της επιτάχυνσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον τελικό προσανατολισμό που πρέπει να έχει στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta''(t)=u''(t)$)



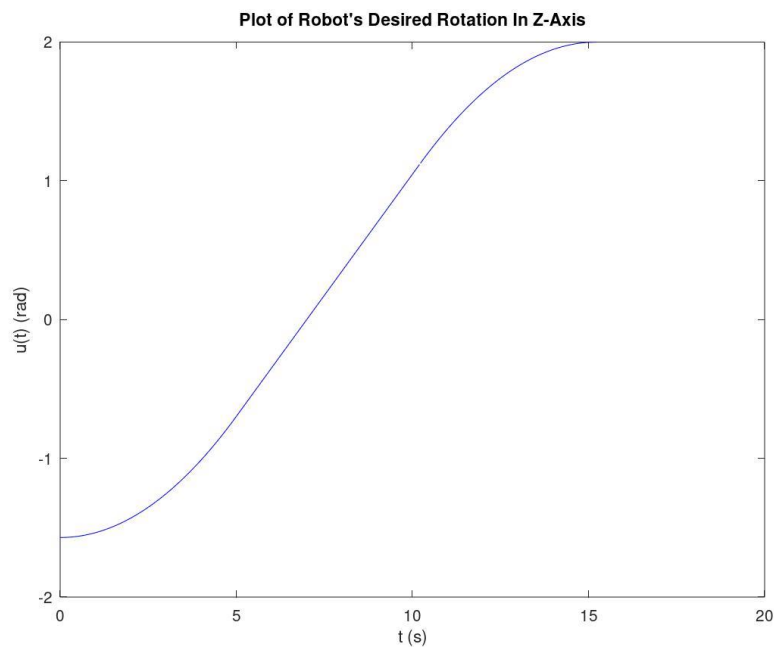
(33)

Στην εικόνα 33 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον τελικό προσανατολισμό που πρέπει να έχει στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta'(t)=u'(t)$)



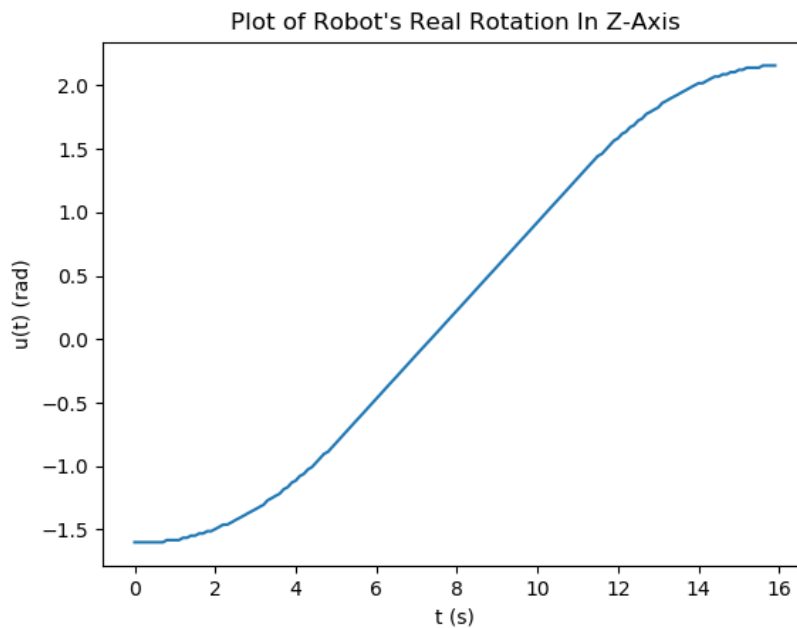
(34)

Στην εικόνα 34 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της ταχύτητας του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον τελικό προσανατολισμό που πρέπει να έχει στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta'(t)=u'(t)$)



(35)

Στην εικόνα 35 παρουσιάζεται η επιθυμητή τροχιά της θέσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον τελικό προσανατολισμό που πρέπει να έχει στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta(t)=u(t)$)



(36)

Στην εικόνα 36 παρουσιάζεται η πραγματική τροχιά της θέσης του ρομπότ κατά την διάρκεια της περιστροφής του ως προς τον άξονα z, ώστε να αποκτήσει τον τελικό προσανατολισμό που πρέπει να έχει στην θέση q_f . (Στο παραπάνω διάγραμμα ισχύει $\theta(t)=u(t)$)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις διαπιστώνουμε ότι οι επιθυμητές και οι πραγματικές τροχιές του ρομπότ είναι σε αρκετά μεγάλο βαθμό ίδιες. Στα παραπάνω γραφήματα δεν υπάρχουν τροχιές για την επιτάχυνση, την ταχύτητα και την θέση του ρομπότ στον άξονα x αφού οι θέσεις q_f και q_u έχουν την ίδια συντεταγμένη ως προς τον άξονα x, με αποτέλεσμα το ρομπότ να μην χρειάζεται να μετακινηθεί ως προς τον άξονα αυτό. Τέλος, για να αποκτήσει το ρομπότ τον τελικό του προσανατολισμό πρέπει να γίνει μια επιπλέον περιστροφή του ως προς τον άξονα z μετά από την μετακίνηση του στο επιθυμητό σημείο του επιπέδου x-y.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ

Για την δημιουργία των επιθυμητών γραφικών παραστάσεων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα octave και script σε γλώσσα python.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΟΥ ΥΛΟΠΟΙΕΙ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ

Για την άσκηση χρησιμοποιήθηκε το πακέτο Rosaria και το πρόγραμμα που υλοποιεί την κίνηση του ρομπότ είναι το move.py που βρίσκεται στο μονοπάτι rosaria_controller/src.