

2^η Εργασία στην Υπολογιστική Νοημοσύνη-Car Control using FLC

Δημήτριος Τικβίνας

AEM 9998

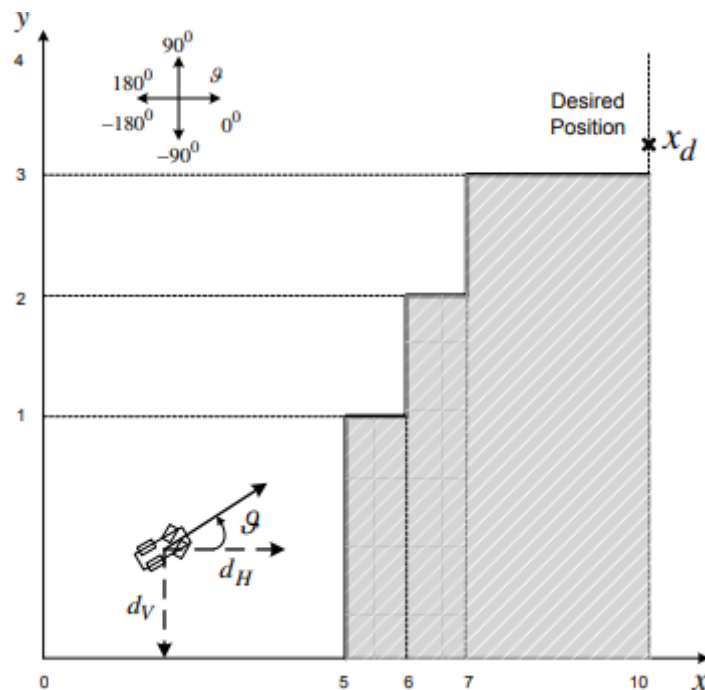
Σεπτέμβριος 2023

dtikvina@ece.auth.gr

Εισαγωγή

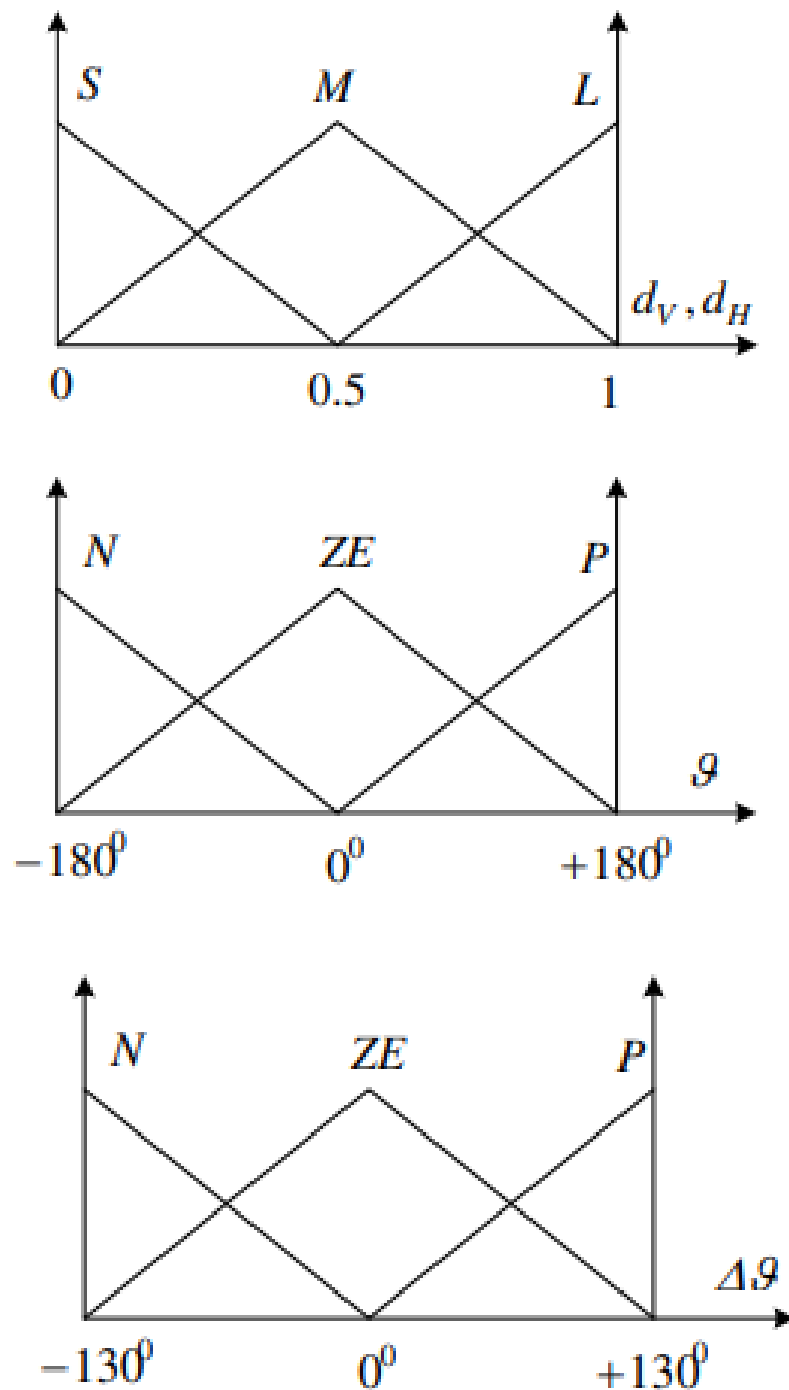
Σκοπός της εργασίας αυτής είναι ο σχεδιασμός ενός ασαφούς ελεγκτή με σκοπό τον έλεγχο της κίνησης ενός οχήματος προς αποφυγή των εμποδίων, αυτών που στέκονται ανάμεσα στην αρχική του θέση και σε αυτήν που θέλει να μεταβεί.

Το επίπεδο στο οποίο θα εργαστούμε παρουσιάζεται παρακάτω:



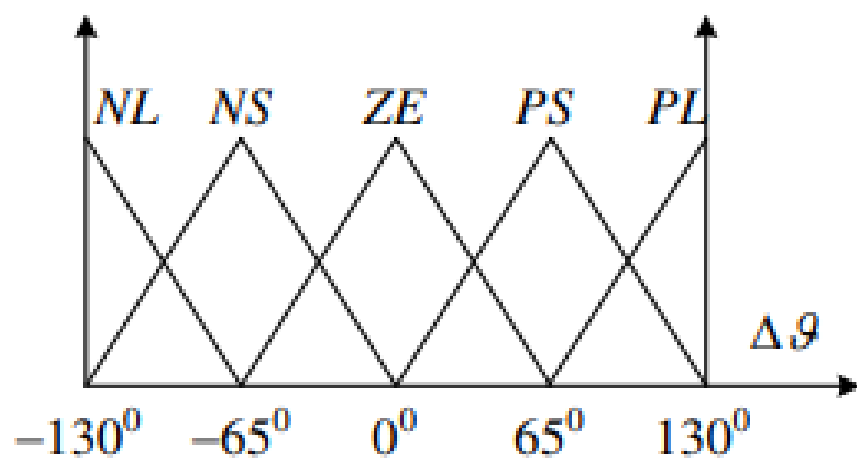
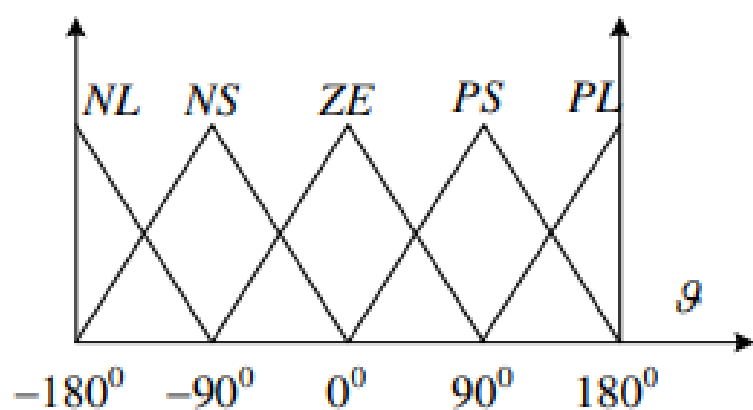
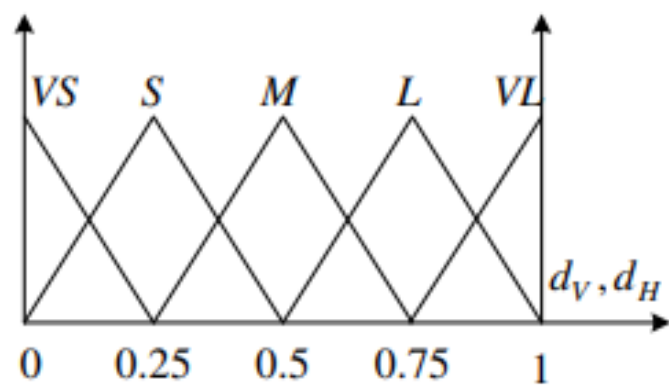
Ο **ασαφής ελεγκτής** απαρτίζεται από 3 εισόδους και μία έξοδο. Οι εισόδοι είναι η κάθετη απόσταση d_v του οχήματος από τα εμπόδια με εύρος τιμών $[0, 1]$, η οριζόντια απόσταση d_H του οχήματος από τα εμπόδια με εύρος τιμών $[0, 1]$ και η διεύθυνση της ταχύτητας του οχήματος θ με εύρος τιμών $[-180^\circ, 180^\circ]$. Η έξοδος του ελεγκτή είναι η μεταβολή της διεύθυνσης της ταχύτητας του οχήματος $\Delta\theta$ με εύρος τιμών $[-130^\circ, 130^\circ]$.

Όλες οι εισόδοι και οι έξοδοι διαχωρίζονται σε 3 ασαφή σύνολα ως εξής:



Μετά από πολλά trials and errors, καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως τα ασαφή αυτά σύνολα δεν επαρκούν για τον πλήρη και σωστό χαρακτηρισμό των κανόνων βάσης που χαρακτηρίζουν εν γένει το σύστημα μας, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται σημαντικά προβλήματα στην περάτωση του στόχου ελέγχου. Για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου, προσθέσαμε 2 ακόμα ασαφή σύνολα σε κάθε μεταβλητή, ώστε να διαμερίσουμε τα μεγάλα αρχικά σύνολα σε μικρότερα, με απότοκο την πιο ακριβή διόρθωση κάθε στιγμή της εξόδου του ελεγκτή.

Οι μεταβλητές πλέον διαμερίζονται ως εξής:



Βάση κανόνων

Με βάση τα παραπάνω και μετά από αρκετές δοκιμαστικές εκτελέσεις, παράχθηκε η εξής βάση κανόνων:

- 1. If (d_H is not S) and (theta is NL) then (d_theta is PL) (1)
- 2. If (d_H is not S) and (theta is NS) then (d_theta is PS) (1)
- 3. If (d_H is not S) and (theta is ZE) then (d_theta is ZE) (1)
- 4. If (d_H is not S) and (theta is PL) then (d_theta is NL) (1)
- 5. If (d_H is not S) and (theta is PS) then (d_theta is NS) (1)
- 6. If (d_H is S) and (theta is NL) then (d_theta is NL) (1)
- 7. If (d_H is S) and (theta is NS) then (d_theta is PL) (1)
- 8. If (d_H is S) and (theta is ZE) then (d_theta is PL) (1)
- 9. If (d_H is S) and (theta is PS) then (d_theta is ZE) (1)
- 10. If (d_H is S) and (theta is PL) then (d_theta is NS) (1)
- 11. If (d_H is VS) and (theta is NL) then (d_theta is NL) (1)
- 12. If (d_H is VS) and (theta is NS) then (d_theta is PL) (1)
- 13. If (d_H is VS) and (theta is ZE) then (d_theta is PL) (1)
- 14. If (d_H is VS) and (theta is PL) then (d_theta is NS) (1)
- 15. If (d_H is VS) and (theta is PS) then (d_theta is ZE) (1)

Επεξήγηση επιλογής βάσης κανόνων

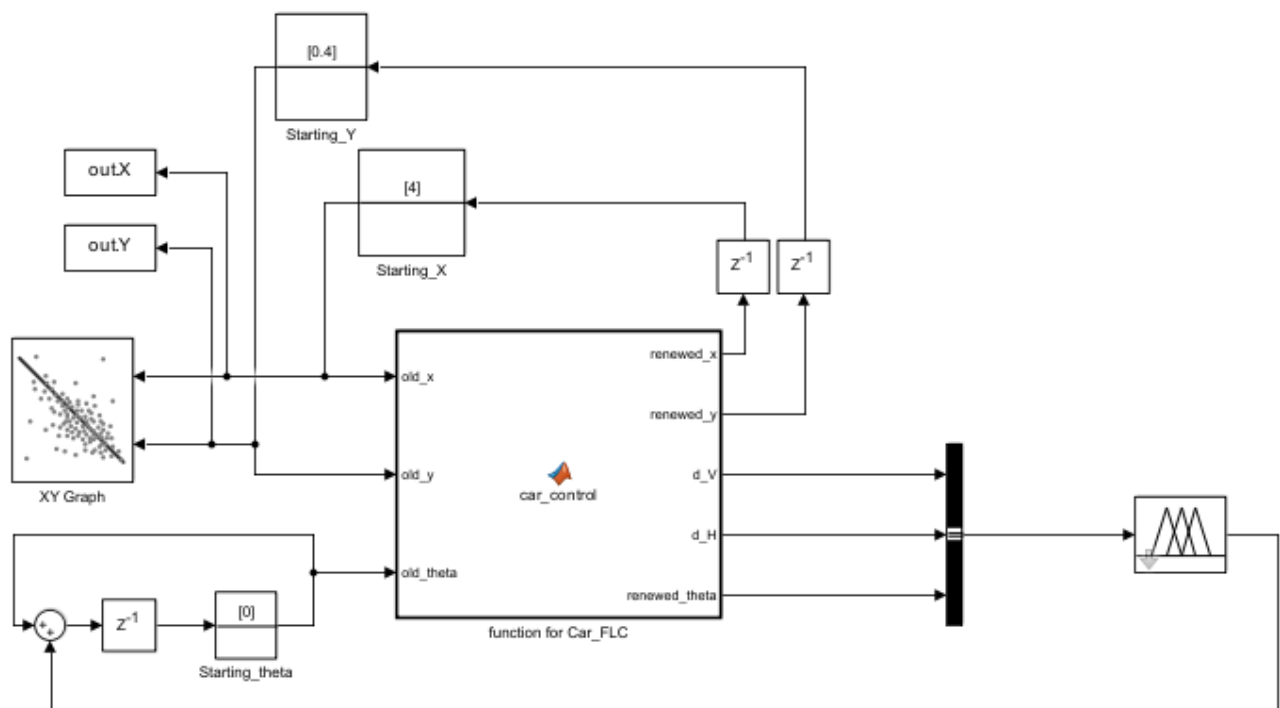
Οι κανόνες 1 έως 5 μπήκαν με το σκεπτικό το αυτοκίνητο να προσεγγίζει το εμπόδιο από τα δυτικά προς τα ανατολικά έως ότου η οριζόντια απόσταση d_H να γίνει Small.

Όταν η απόσταση d_H γίνει Small, φτιάχτηκαν οι κανόνες από 6 έως 10 ώστε το αυτοκίνητο να κατευθύνεται προς το βορρά και να μην συγκρούεται με το εμπόδιο.

Τέλος, στην περίπτωση που το αυτοκίνητο ξεφύγει και έχει φτάσει πάρα πολύ κοντά στο εμπόδιο, δηλαδή το d_H είναι Very Small, τότε φτιάχτηκαν οι κανόνες 11 έως 15 ώστε να αποτρέπεται η σύγκρουση, αλλάζοντας όσο γίνεται την κατεύθυνση της ταχύτητας προ της αντίθετη κατεύθυνση.

Υλοποίηση του FLC στο Simulink

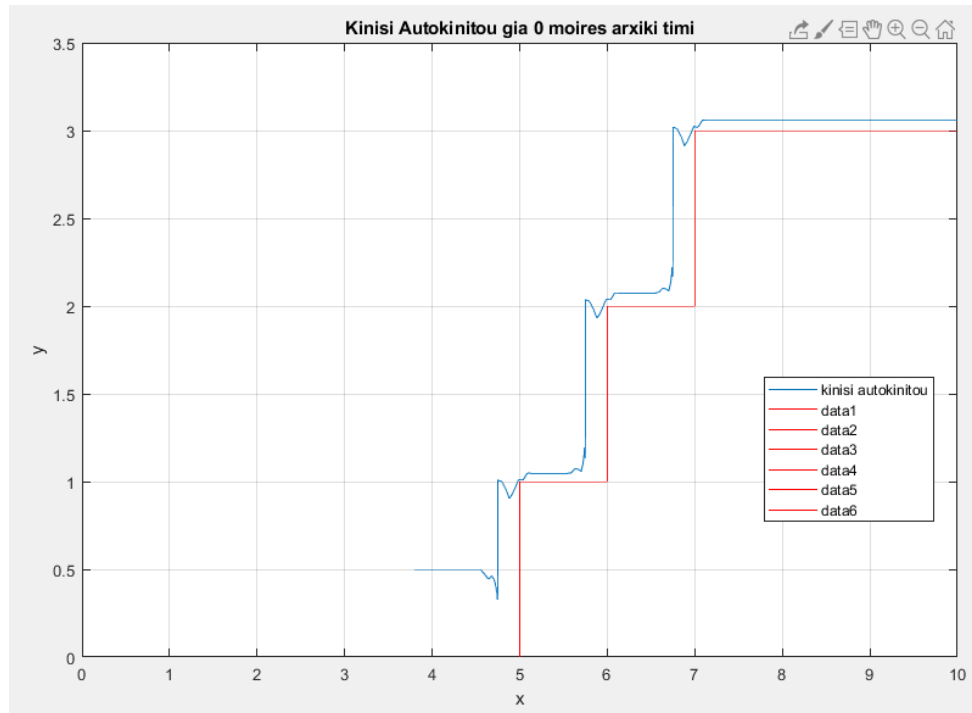
Παρακάτω παρουσιάζεται το σχήμα που δημιουργήθηκε για την υλοποίηση του FLC στο Simulink.



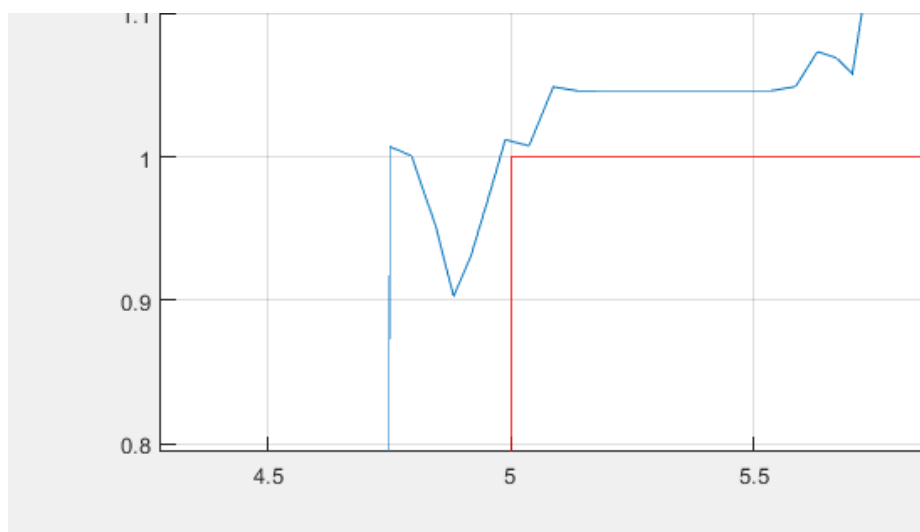
Διαγράμματα και κίνηση αυτοκινήτου

Παρακάτω παρουσιάζεται η κίνηση του αυτοκινήτου και για τις τρεις αρχικές φορές της ταχύτητας που μας ζητήθηκαν να εξετάσουμε, με τις αρχικές συντεταγμένες του αυτοκινήτου να είναι το (4 , 0.4).

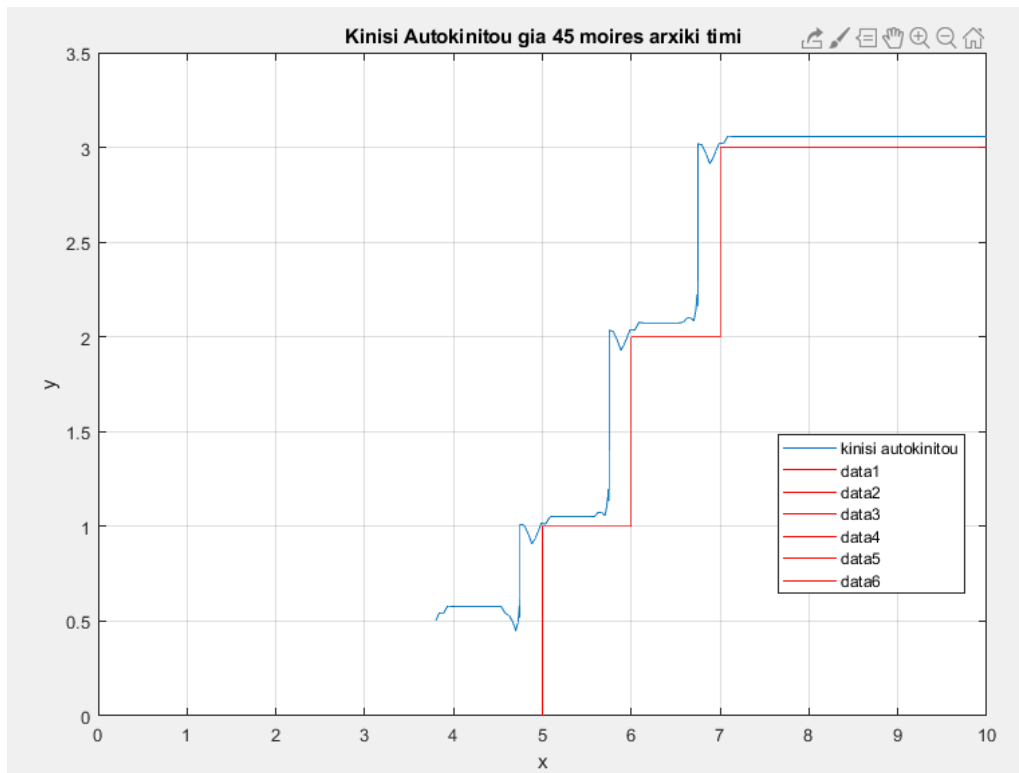
- 0°



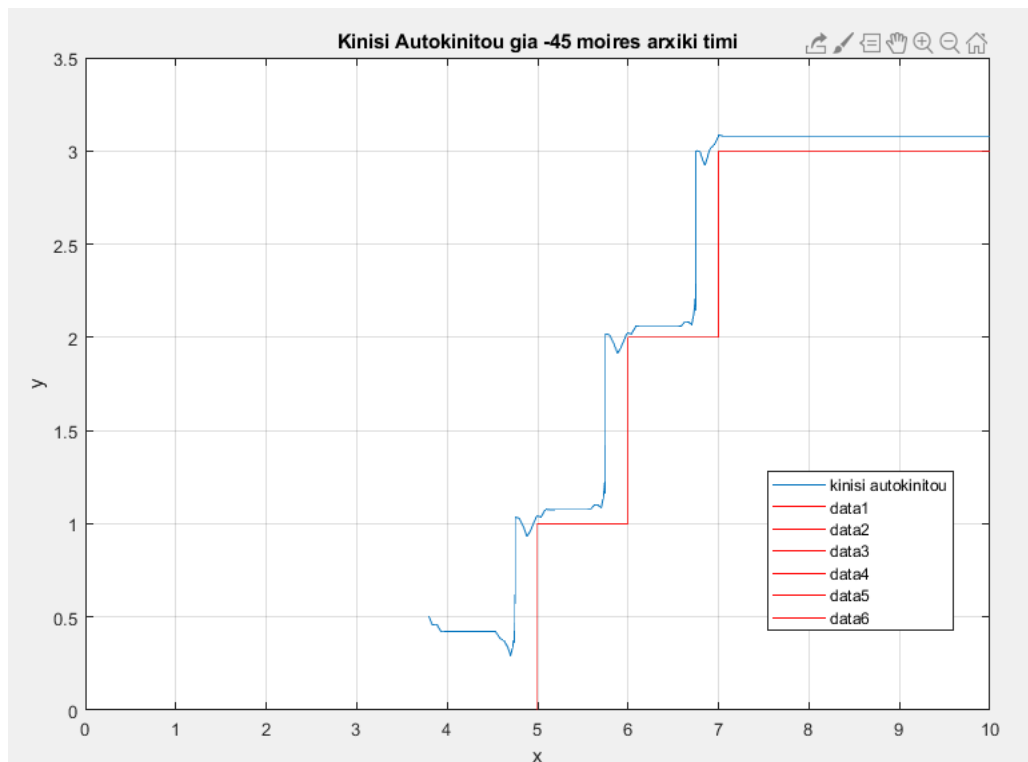
Το αυτοκίνητο δεν ακουμπάει σε καμία γωνία του εμποδίου και αυτό φαίνεται καλύτερα στην επόμενη εικόνα.



- 45°



- -45°



Συμπεράσματα

Από όλα τα παραπάνω, φαίνεται ότι και για τις 3 αρχικές φορές της ταχύτητας του αυτοκινήτου, ο FLC δουλεύει σωστά, και κατευθύνει το όχημα με αρκετή ακρίβεια στον επιθυμητό στόχο, ο οποίος είναι το $(10, 3.2)$. Διευκρινίζεται, ότι σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις το αυτοκίνητο δεν ακουμπάει το εμπόδιο, σημαντική προδιαγραφή της εργασίας μας