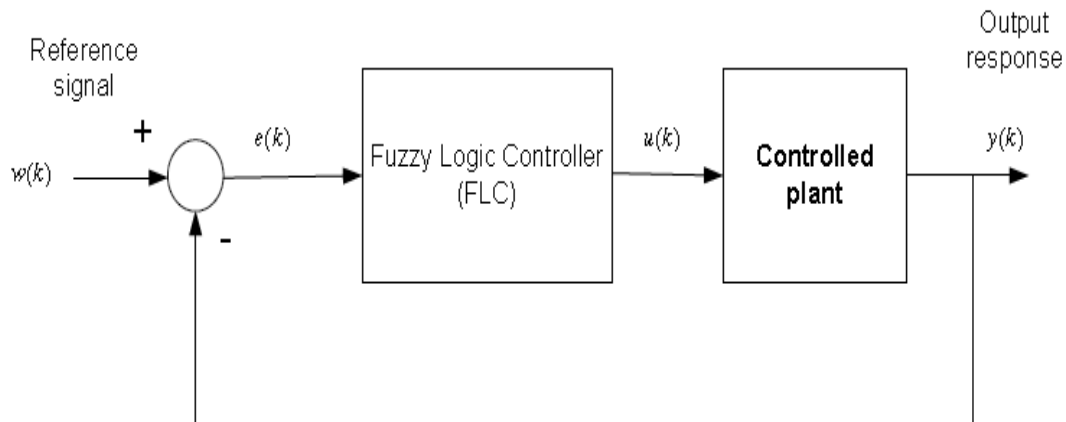


# ΑΣΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

---



## *Εργασία 1 σειρά T1*

*Έλεγχος ταχύτητας ενός μηχανισμού τραπεζιού εργασίας με ασαφείς Ελεγκτές*

Παρασκευαΐδης Κωνσταντίνος

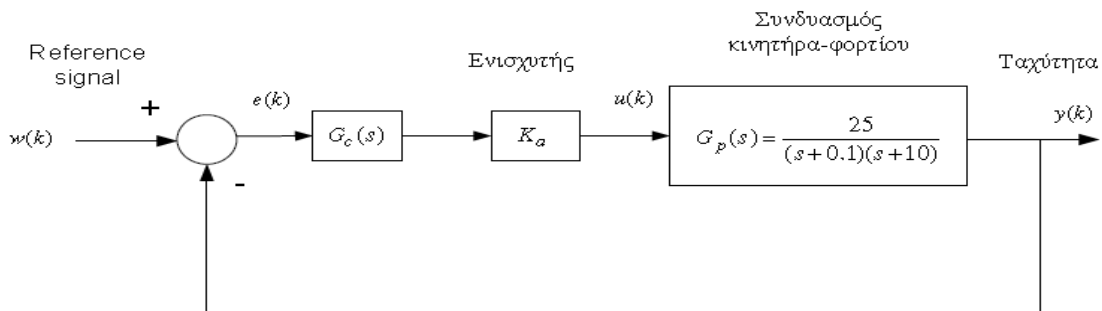
AEM: 7754

[konstapf@auth.gr](mailto:konstapf@auth.gr)

## Σχεδίαση γραμμικού ελεγκτή

Αρχικά πρέπει να επιλέξουμε τα κέρδη του PI γραμμικού ελεγκτή του παρακάτω σχήματος με συνάρτηση μεταφοράς :

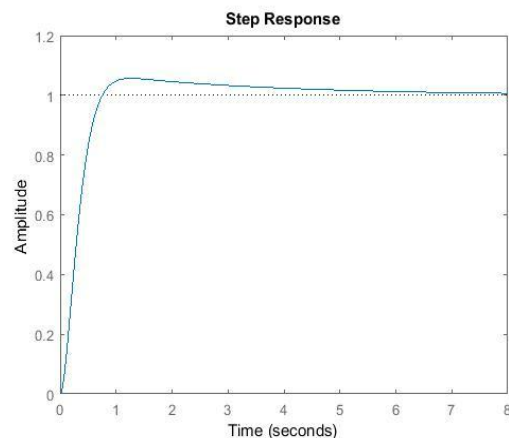
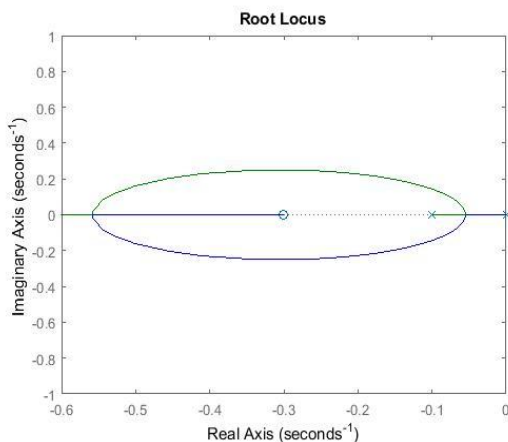
$$G_p(s) = \frac{25}{(s + 0.1)(s + 10)}$$

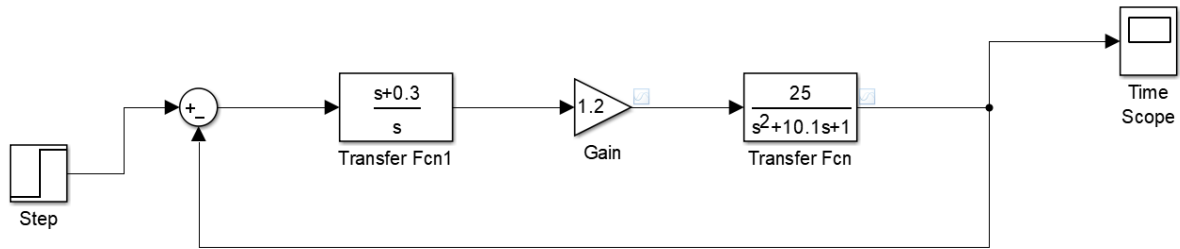


Οι προδιαγραφές του ελεγκτή είναι :

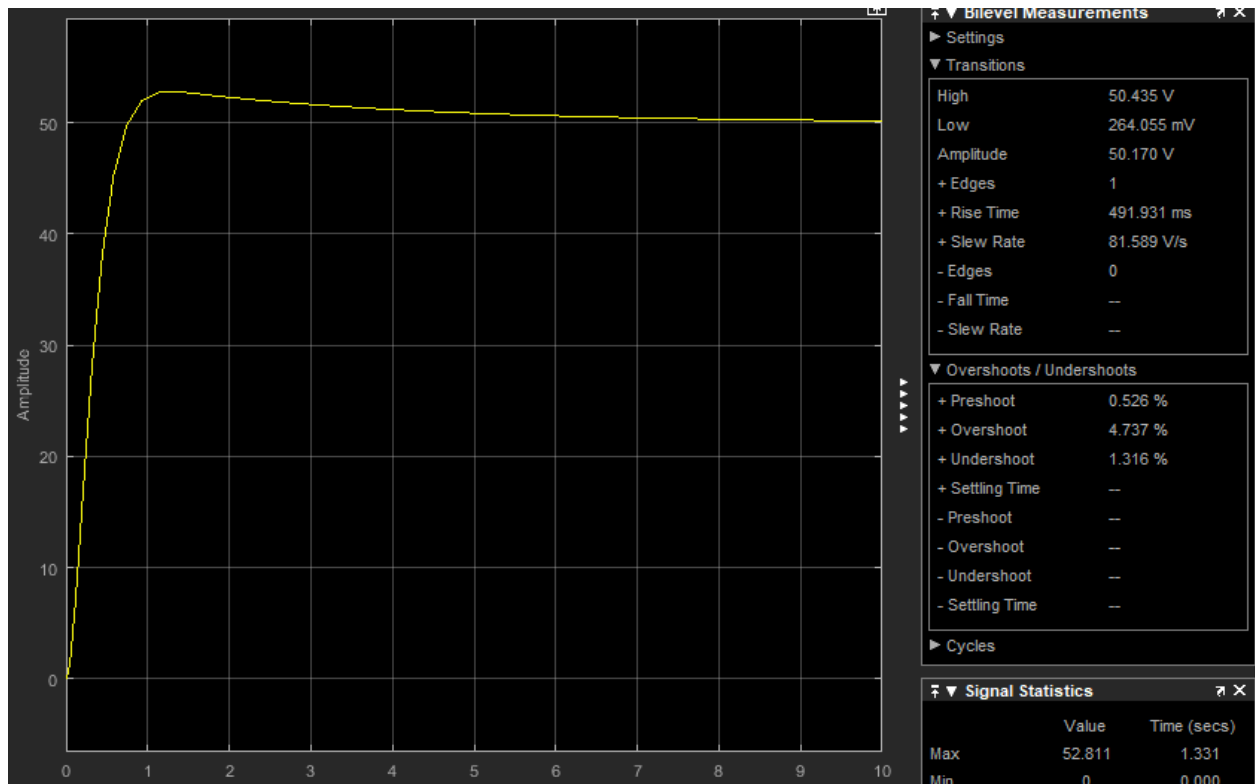
- Υπερύψωση για βηματική είσοδο μικρότερη από 8%.
- Χρόνος ανόδου μικρότερος από 0,6 δευτερόλεπτα.

Τοποθετούμε το μηδενικό κοντά στον κυρίαρχο πόλο, στη θέση -0.3, και δημιουργούμε τον γεωμετρικό τόπο των ριζών χρησιμοποιώντας την εντολή rlocus. Επιλέγουμε την τιμή  $k=1.2$  για το κέρδος και χρησιμοποιώντας την εντολή step() παίρνουμε τη βηματική απόκριση. Στη συνέχεια για πιο αναλυτικά αποτελέσματα έγινε προσομοίωση του ελεγκτή και στο Simulink.





Από την προσομοίωση για  $K=1,2$  πρόεκυψε βηματική απόκριση με rise time=491.931ms και overshoot 4.737% , άρα πληρούνται οι προϋποθέσεις .



Επομένως επιλεγούμε  $K_p = 1.2$  ,  $K_l = 0.36$

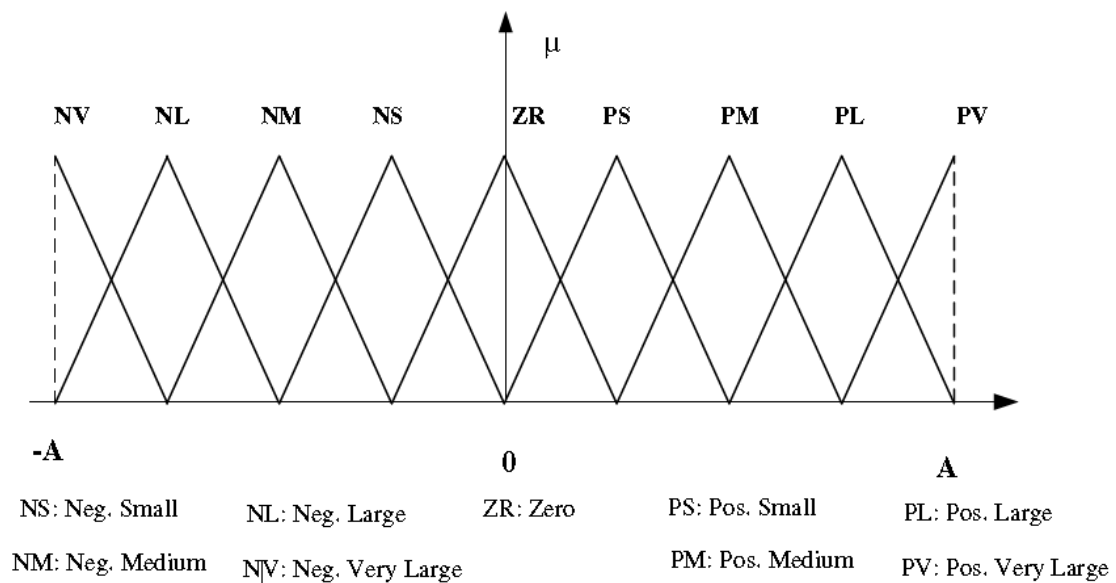
## Ασαφής έλεγχος

Στη συνέχεια δημιουργούμε τον ασαφή ελεγκτή FZ-PI με χαρακτηριστικά :

- Ασαφοποιητής Singleton
- AND υλοποιείται από τον τελεστή  $\min$
- Συνάρτηση συμπερασμού υλοποιείται με τον κανόνα Madmani .
- ALSO υλοποιείται με τον τελεστή  $\max$ .
- Από-ασαφοιτής COA.

And method	<input type="text" value="min"/>
Or method	<input type="text" value="max"/>
Implication	<input type="text" value="min"/>
Aggregation	<input type="text" value="max"/>
Defuzzification	<input type="text" value="centroid"/>

Οι λεκτικές μεταβλητές του σφάλματος E, της μεταβολής του σφάλματος  $\Delta E$ , και της μεταβολής του σήματος έλεγχου U περιγράφονται από εννέα λεκτικές τιμές όπως φαίνεται και από το επόμενο σχήμα.



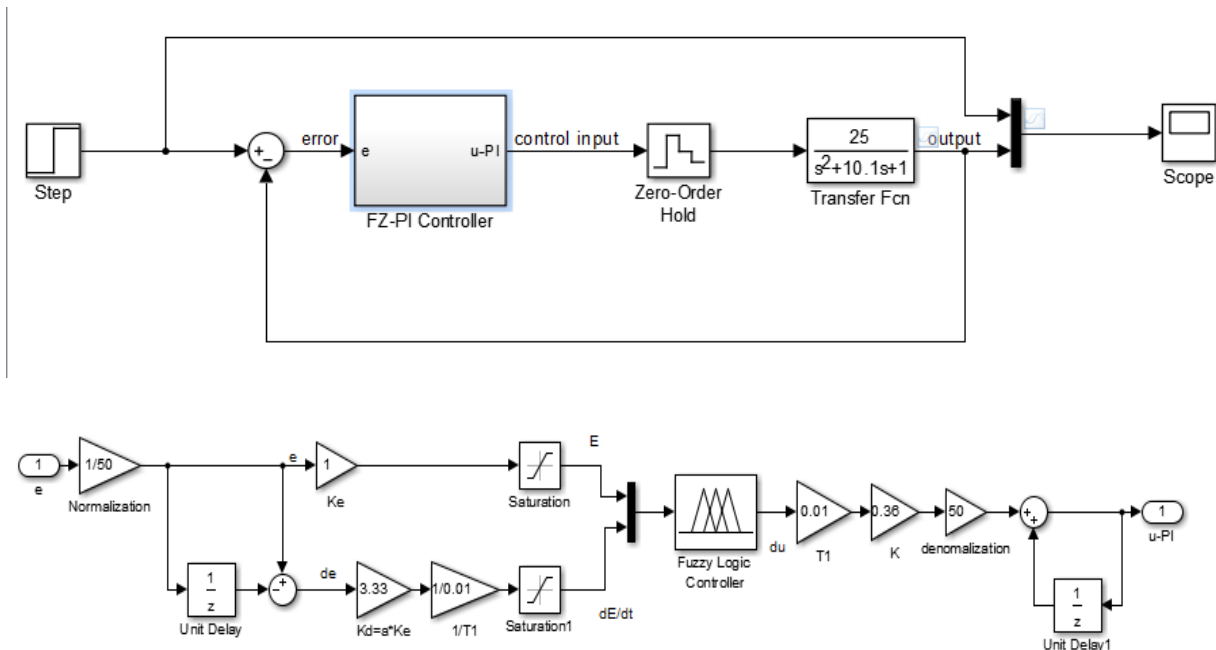
Η βάση κανόνων του ασαφούς ελεγκτή είναι η παρακάτω :

		E								
ΔΕ		NV	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL	PV
	PV	ZR	PS	PM	PL	PV	PV	PV	PV	PV
	PL	NS	ZR	PS	PM	PL	PV	PV	PV	PV
	PM	NM	NS	ZR	PS	PM	PL	PV	PV	PV
	PS	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL	PV	PV
	ZR	NV	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL	PV
	NS	NV	NV	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
	NM	NV	NV	NV	NL	NM	NS	ZR	PS	PM
	NL	NV	NV	NV	NV	NL	NM	NS	ZR	PS
	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NL	NM	NS	ZR

## Σενάριο 1

A) Σχεδίαση του ελεγκτή και αποκρίσεις .

Προσομοιώνουμε τον ελεγκτή στο simulink και ρυθμίζουμε τα κέρδη έτσι ώστε η απόκριση κλειστού βρόγχου για νηματική διέγερση  $r=50 \cdot \text{stepfun}$  να έχει καλύτερα χαρακτηριστικά από τον γραμμικό ελεγκτή . Θέλουμε υπερύψωση μικρότερη από 5% και χρόνο ανόδου  $< 0.6s$  .Σαν αρχικές τιμές κερδών χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές που υπολογίστηκαν από τον γραμμικό ελεγκτή .



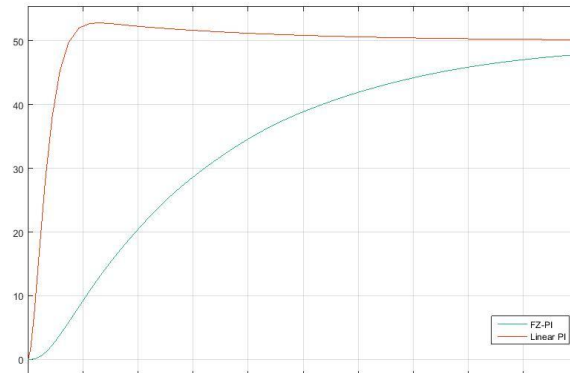
1. Απόκριση συστήματος με

αρχικές τιμές :

$$K = 0.36, \alpha = 3.33,$$

$$K_e = 1$$

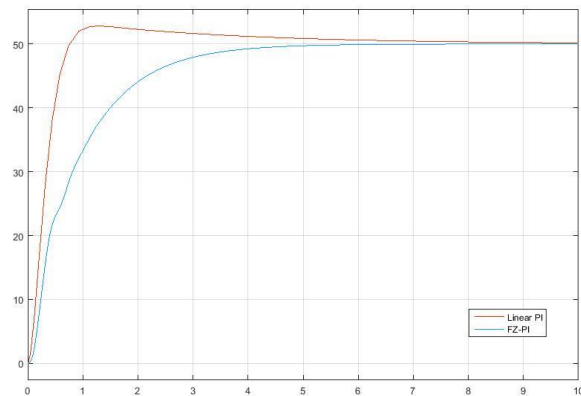
Όπως φαίνεται η αρχική σχεδίαση είναι μακριά από τις προδιαγραφές που θέλουμε .



2. Απόκριση συστήματος με

$$K = 10, \alpha = 1, K_e = 1$$

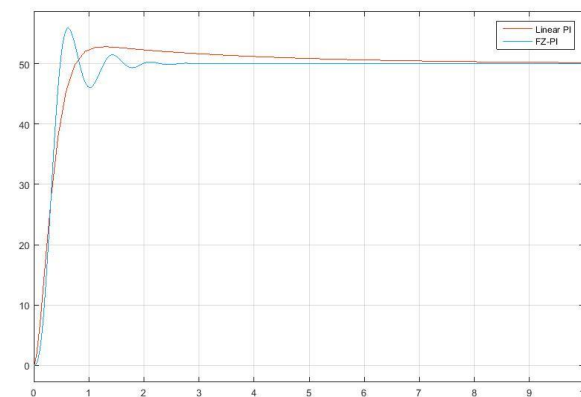
Αυξάνουμε το κέρδος  $K$  και την σταθερά  $\alpha$  ώστε να έχουμε γρηγορότερη σύγκλιση και μικρότερο χρόνο ανόδου. Πάλι όμως δεν τηρούνται οι προδιαγραφές



3. Απόκριση συστήματος με

$$K = 12, \alpha = 0.27, K_e = 1$$

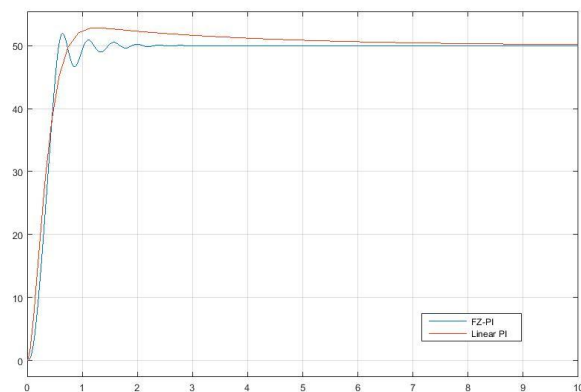
Και πάλι αυξάνουμε λίγο το κέρδος και μειώνουμε το  $\alpha$ . Ο χρόνος ανόδου βελτιώνεται αλλά έχουμε μεγαλύτερη υπερύψωση από την επιθυμητή .



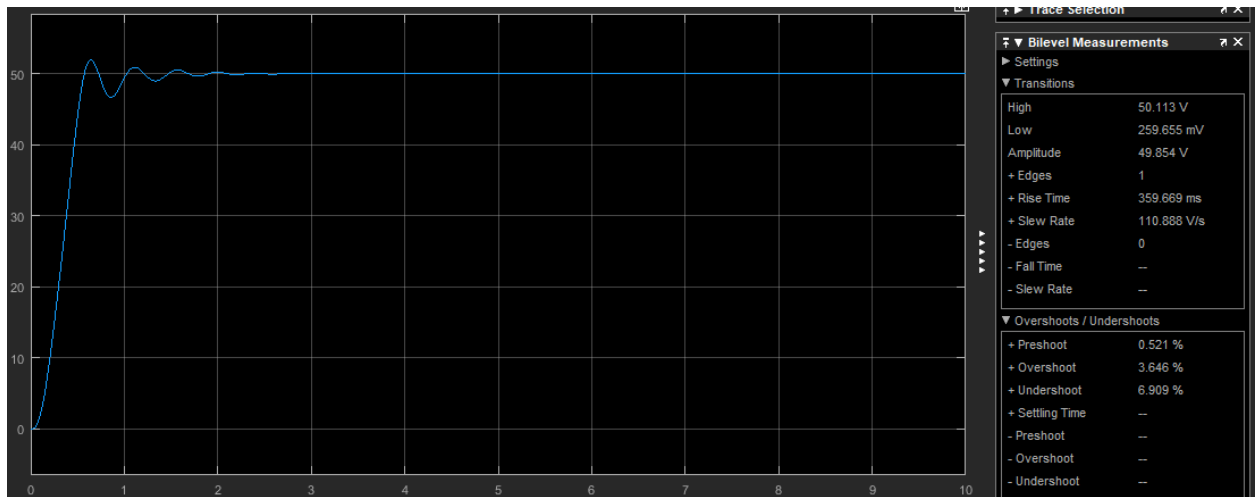
4. Απόκριση συστήματος με

$$K = 12, \alpha = 0.27, K_e = 2.5$$

Τέλος αυξάνουμε το  $K_e$  ώστε να μειώσουμε την υπερύψωση. Με αυτές τις τιμές το σύστημα έχει την επιθυμητή απόκριση.



Το τελικο συστημα εχει rise time=359,669ms και overhoot 3,646%



### B) Λειτουργία της βάσης του ελεγκτή και συμπεράσματα

Για διεγερση e=PS και de=PS βάζουμε ως είσοδο [e ; de]=[0.21 ; 0.27]

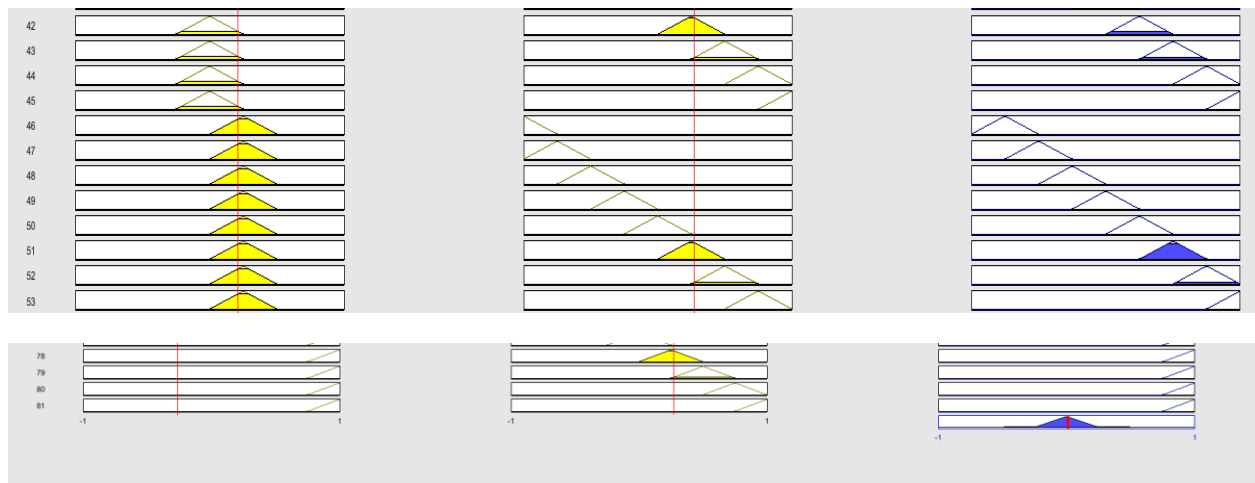
Με αυτή την είσοδο διεγείρονται οι παρακάτω κανόνες :

R42 : IF E IS ZR AND dE IS PS THEN du IS PS

R43: IF E IS ZR AND dE IS PM THEN du IS PM

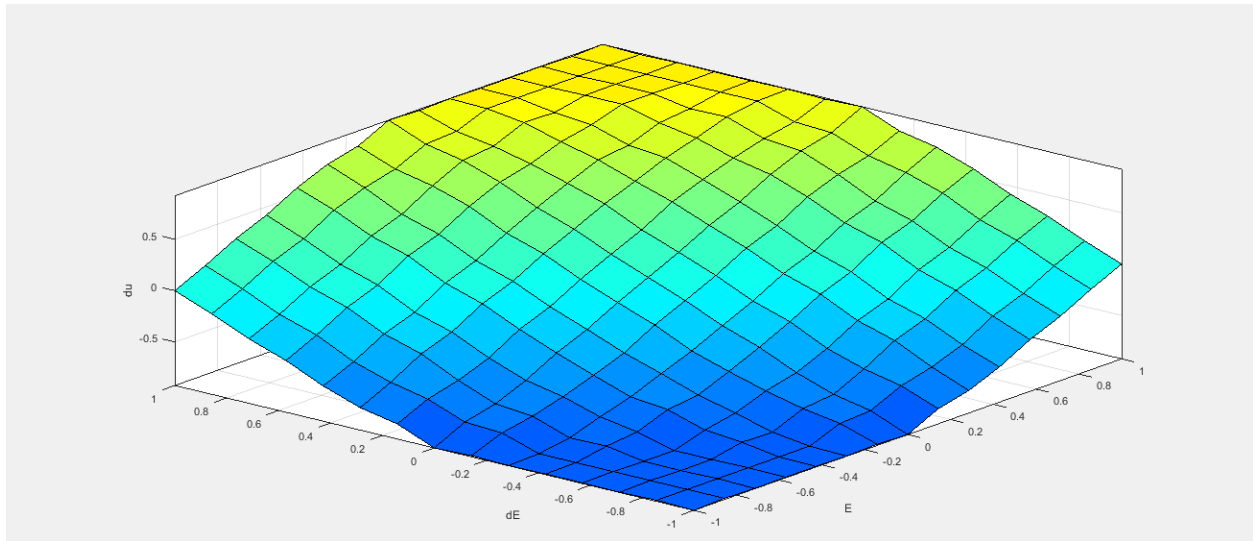
R51: IF E IS PS AND dE IS PS THEN du IS PM

R52: IF E IS ZR AND dE IS PM THEN du IS PL



Το τελικό συμπέρασμα είναι  $du=0,477$  το οποίο είναι πολύ κοντά στην κεντρική τιμή του PM . Η ερμηνεία της βάσης είναι ότι αφού το σφάλμα της ταχύτητας είναι θετικά μικρό και η μεταβολή του σφάλματος θετικά μικρή η τότε η έξοδος  $du$  είναι θετικά μεσαία. Το αποτέλεσμα είναι λογικό και δείχνει ότι η βάση λειτουργεί σωστά .

Γ) Ερμηνεία του νόμου ελέγχου του FLC

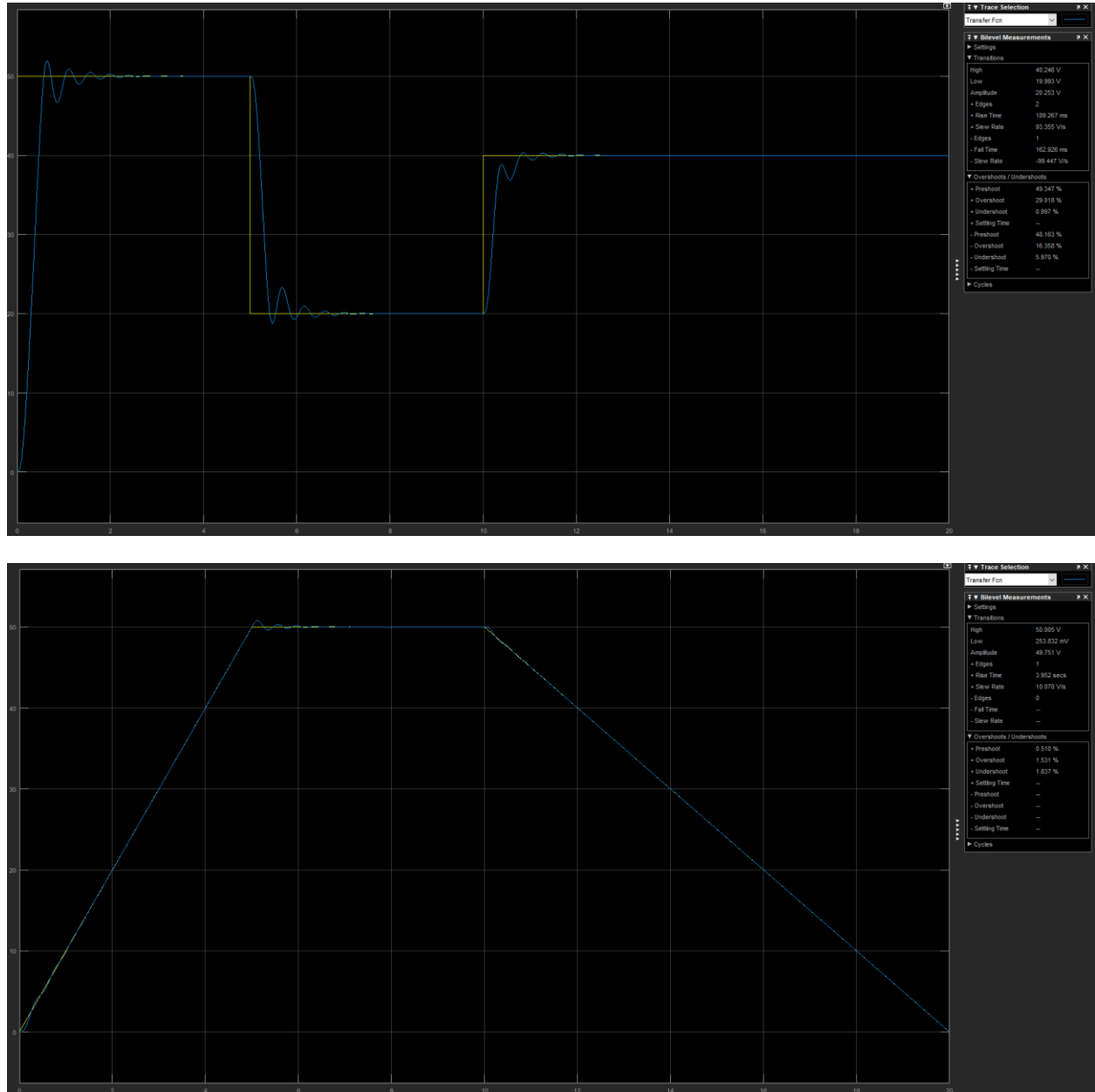


Η μορφή του σχήματος αντιστοιχεί με τη μορφή της βάσης κανόνων Το θετικό σφάλμα και θετική μεταβολή σφάλματος οδηγεί σε θετική μεταβολή της ταχύτητας και αντίθετα για τα αρνητικά. Όταν οι είσοδοι έχουν αντίθετα πρόσημα και ίδια λεκτική τιμή η έξοδος είναι μηδέν. Ο ελεγκτής βρίσκει τη διαφορά ανάμεσα σε πραγματική και επιθυμητή ταχύτητα και επιδρά ώστε να την απαλείψει.



## Σενάριο 2

Οι αποκρίσεις του συστήματος στις εισόδους που δόθηκαν είναι οι παρακάτω :



Από τα σχήματα φαίνεται ότι σύστημα παρακολουθεί ικανοποιητικά και τις δυο συναρτήσεις. Στην πρώτη είσοδο παρατηρούμε λίγο μεγαλύτερο σφάλμα ταχύτητας στις απότομες μεταβολές σε σχέση με την δεύτερη είσοδο. Παρατηρούμε ότι για συναρτήσεις ράμπας ο ελεγκτής επιτυγχάνει σε μικρό χρόνο μηδενικό σφάλμα ενώ ο κινητήρας επιταχύνει και μικρή υπερύψωση όταν σταματά να επιταχύνει αλλά και όταν ξεκινά να επιβραδύνει. Επομένως ο ελεγκτής είναι πολύ ικανός στο να ακολουθεί συναρτήσεις ράμπας.