



Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Υπολογιστική Νοημοσύνη

8^ο Εξάμηνο

Έλεγχος ταχύτητας ενός μηχανισμού τραπέζιου εργασίας με
ασαφείς ελεγκτές

Σφυράκης Εμμανουήλ
ΑΕΜ:9507
sfyrakise@ece.auth.gr

17 Φεβρουαρίου 2021

Περιεχόμενα

1	Σχεδίαση γραμμικού ελεγκτή	2
2	Σχεδίαση ασαφούς ελεγκτή(FLC)	2
3	Σενάριο 1	2
3.1	Σχεδίαση του ελεγκτή και αποκρίσεις	2
3.2	Λειτουργία της βάσης του ελεγκτή και συμπεράσματα	4

3.3 Ερμηνεία του νόμου ελέγχου του FLC	4
4 Σενάριο 2	5

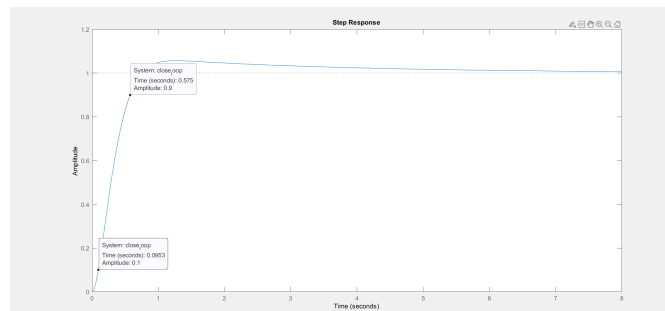
1 Σχεδίαση γραμμικού ελεγκτή

Αρχικά πραγματοποιείται η σχεδίαση ενός PI γραμμικού ελεγκτή με τις εξής προδιαγραφές:

- Υπερύψωση για βηματική είσοδο μικρότερη από 8
- Χρόνος ανόδου μικρότερος από 0.6 δευτερόλεπτα.

Εκτελώντας τα βήματα της εκφώνησης και με πολλαπλή χρήση της μεθόδου δοκιμής και λάθους, καταλήγουμε στις τιμές $K_p = 1.2$, $c = -0.3$ και $K_i = 0.36$ για τις οποίες προκύπτει:

- Υπερύψωση: 6%
- Χρόνος ανόδου: 0.48 δευτερόλεπτα (σχ. 1.1)



Σχήμα 1.1: Βηματική απόκριση γραμμικού PI ελεγκτή

2 Σχεδίαση ασαφούς ελεγκτή(FLC)

Για την δημιουργία του ελεγκτή χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον του Fuzzy editor. Ο ελεγκτής δίνεται στο αντίστοιχο fis αρχείο του παραδοτέου.

3 Σενάριο 1

3.1 Σχεδίαση του ελεγκτή και αποκρίσεις

Στο στάδιο αυτό, ζητάτε αρχικά η ρύθμιση των κερδών κλιμακοποίησης ώστε να έχουμε:

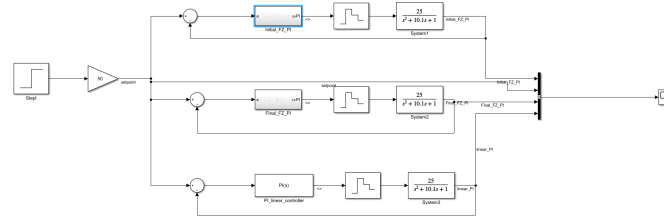
- Υπερύψωση $< 5\%$
- Χρόνος ανόδου $t_r < 0.6sec$.

Τα ζητούμενα αποτελέσματα που προκύπτουν (ξανά με την μέθοδο δοκιμής και λάθους) είναι:

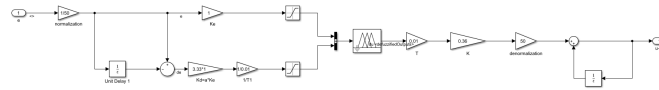
- $K_e = 1.35$

- $\alpha = 0.33$
- $K = 9.6$

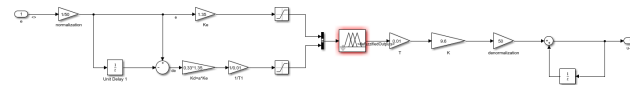
Το τελικό σύστημα που προκύπτει φαίνεται αναλυτικά στα σχ. 3.1, 3.2, 3.3 ενώ οι αποκρίσεις των εκάστοτε ελεγκτών φαίνονται στο σχ.3.4.



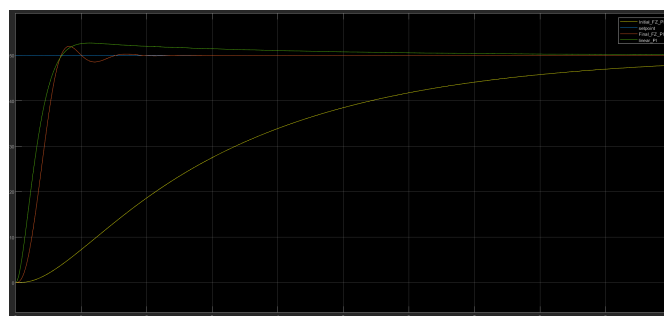
Σχήμα 3.1: Σύστημα για εξαγωγή αποκρίσεων συνόλου ελεγκτών



Σχήμα 3.2: Αρχικός FZ-PI ελεγκτής



Σχήμα 3.3: Τελικός FZ-PI ελεγκτής με ρυθμισμένα κέρδη κλιμακοποίησης



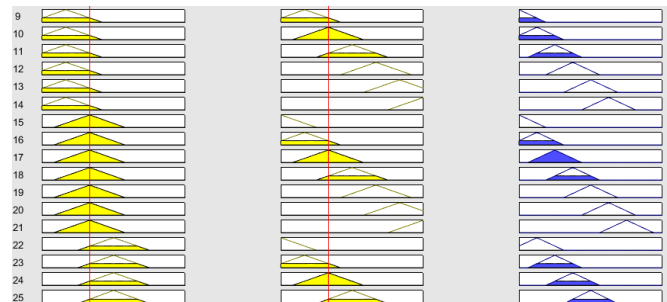
Σχήμα 3.4: Αποκρίσεις συστημάτων

Με την ρύθμιση των κερδών το τελικό σύστημα φτάνει στην μόνιμη κατάσταση σε χρόνο πολύ μικρότερο απ'ότι το αρχικό σύστημα (περίπου 2 δευτερόλεπτα για το τελικό σύστημα έναντι περίπου

20 δευτερολέπτων για το αρχικό σύστημα). Η υπερύψωση που το σύστημα αυτό παρουσιάζει είναι της τάξης του 4-5% το οποίο είναι ένα σχετικά μικρό νούμερο ενώ δεν παρουσιάζεται και κάποια ιδιαίτερη ταλάντωση μέχρι να σταθεροποιηθεί η έξοδος.

3.2 Λειτουργία της βάσης του ελεγκτή και συμπεράσματα

Από την διαμορφωμένη βάση, θεωρούμαι μια διέγερσή όπου το e ισούται με NS και το Δe με NS. Η έξοδος που προκύπτει χρησιμοποιώντας την εντολή **evalfis(FLC, [-0.333, -0.333])** είναι $D_U = -0.392$. Οι κανόνες που διεγείρονται φαίνονται στο σχ.3.5 (Για την εξαγωγή του σχ. 3.5 έγινε χρήση του Fuzzy Editor και εισάγωντας τις ζητούμενες τιμές εισόδου στο πεδίο rules, πήραμε το συγκεκριμένο σχήμα).

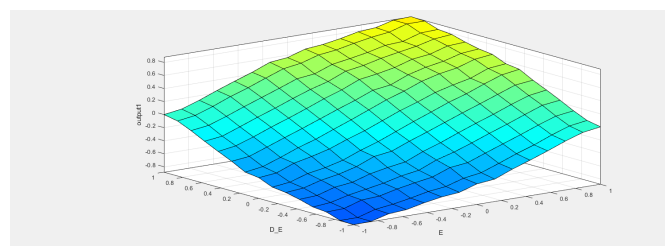


Σχήμα 3.5: Κανόνες που διεγείρονται για $e=NS$ και $\Delta e=NS$

Ο κανόνας που διεγείρεται περισσότερο από τους υπόλοιπους είναι ο κανόνας 17, κατά τον οποίο $e=\Delta e=NS$ και προκύπτει $D_U=NS$. Σύμφωνα με την παρατήρηση αυτή, αλλά και το γεγονός ότι ο αποασαφοποιητής που χρησιμοποιείται(COA) υπολογίζει την τιμή του D_U με βάση την σχέση του κέντρου βάρους, είναι λογικό το σήμα ελέγχου να παίρνει τιμή που βρίσκεται αρκετά κοντά στο μέσο της βάσης του τριγώνου NS, όπως και συμβαίνει.

3.3 Ερμηνεία του νόμου ελέγχου του FLC

Το 3-D σχήμα που αναπαριστά την έξοδο D_U συναρτήσει των εισόδων e και Δe δίνεται στο σχ. 3.6.



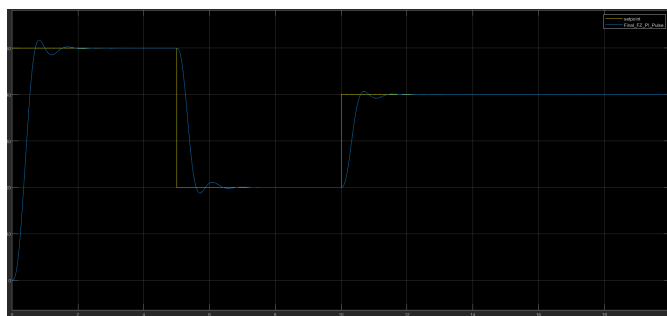
Σχήμα 3.6: Επιφάνεια $D_U-e-\Delta e$

Το σχήμα αντιπροσωπεύει την μορφή των κανόνων βάσης. Κρατώντας σταθερή την μία είσοδο και είτε αυξάνοντας είτε μειώνοντας την δεύτερη είσοδο, βλέπουμε στο σχήμα και ταυτόχρονη, ανάλογη, μεταβολή στην τιμή της εξόδου, γεγονός που περιγράφεται και από τους κανόνες βάσης.

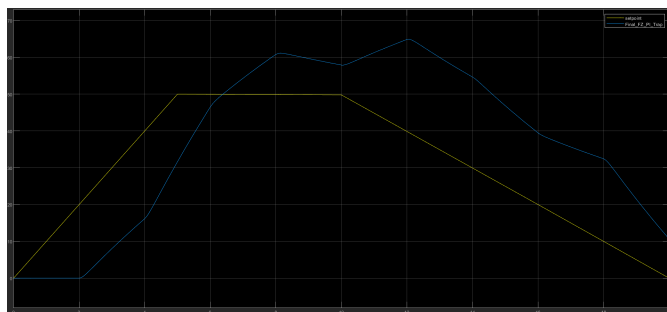
Γενικά, παρατηρούμε ότι η έξοδος ακολουθεί το άθροισμα των δύο εισόδων. Εξού και το γεγονός ότι το σχήμα δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες ανωμαλίες όπως απότομες κλίσεις.

4 Σενάριο 2

Οι γραφικές παραστάσεις των αποκρίσεων του συστήματος, με χρήση του τελικού FZ-PI ελεγκτή, για σήμα αναφοράς παλμού και τραπεζοειδές σήμα δίνονται αντίστοιχα στα σχ. 4.1 και 4.2



Σχήμα 4.1: Απόκριση συστήματος για παλμικό σήμα αναφοράς



Σχήμα 4.2: Απόκριση συστήματος για τραπεζοειδές σήμα αναφοράς

Στην περίπτωση της παλμικής εισόδου, βλέπουμε ότι η έξοδος ακολουθεί την είσοδο σε μεγάλο βαθμό, παρουσιάζοντας απλά κάποιες μικρές ταλαντώσεις μέχρι να σταθεροποιηθεί.

Στην περίπτωση της τραπεζοειδούς εισόδου, ωστόσο, ενώ η έξοδος δείχνει να ακολουθεί σε ένα σχετικό βαθμό την είσοδο, εμφανίζει αρκετές ταλαντώσεις και δεν φαίνεται να σταθεροποιείται. Άρα θα λέγαμε ότι ο FLC δεν έχει μεγάλη ικανότητα να παρακολουθεί εισόδους ράμπας.