



Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Μάθημα: Σχεδίαση Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου

1^η Σειρά Ασκήσεων

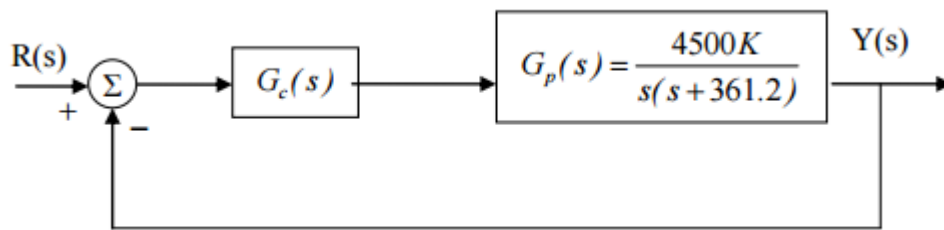
Εργασία: PID Ελεγκτής

Ονοματεπώνυμο: Σταυρακάκης Δημήτριος

ΑΜ : 03112017

Εξάμηνο 10^ο

Σκοπός της άσκησης αυτής είναι να σχεδιάσουμε ελεγκτές οι οποίοι θα πληρούν κάποιες προϋποθέσεις που μας δίνονται. Το σύστημα το οποίο καλούμαστε να ελέγξουμε στα δύο πρώτα ερωτήματα είναι το ακόλουθο:



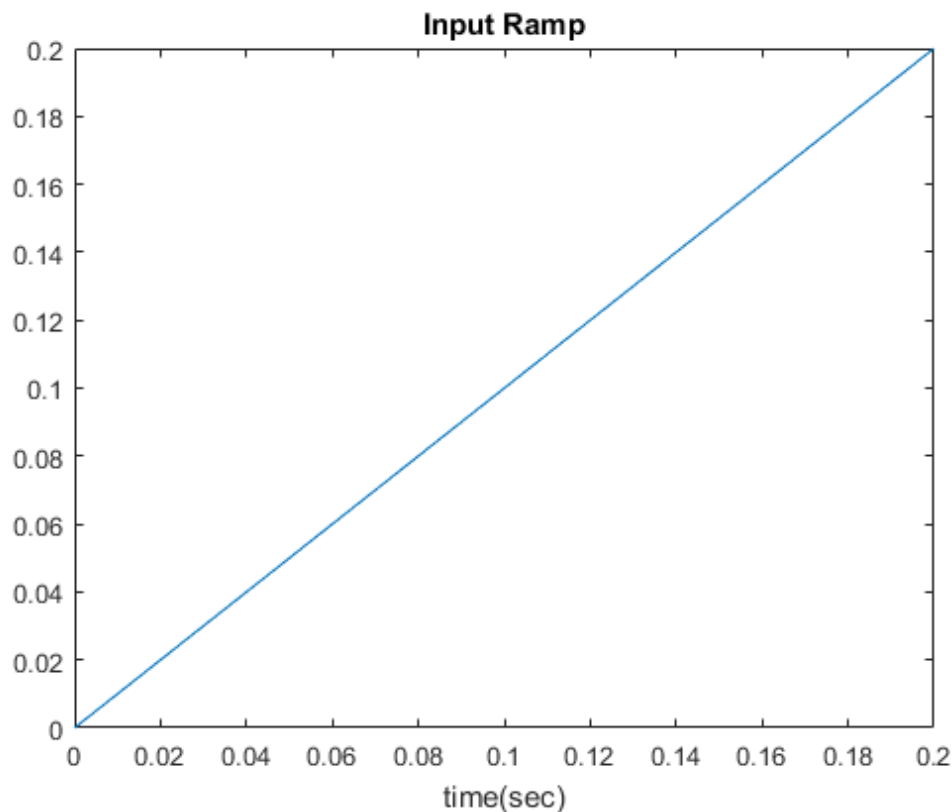
Ερώτημα Α) Καλούμαστε να σχεδιάσουμε έναν PD ελεγκτή:

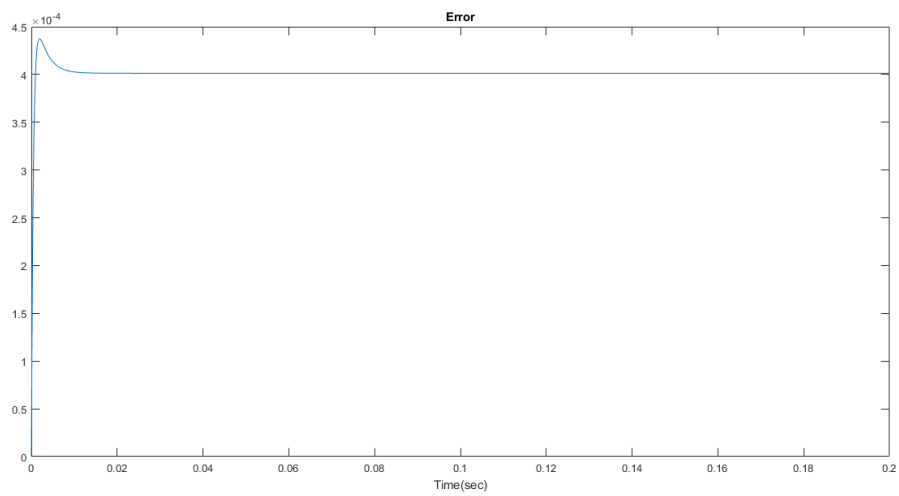
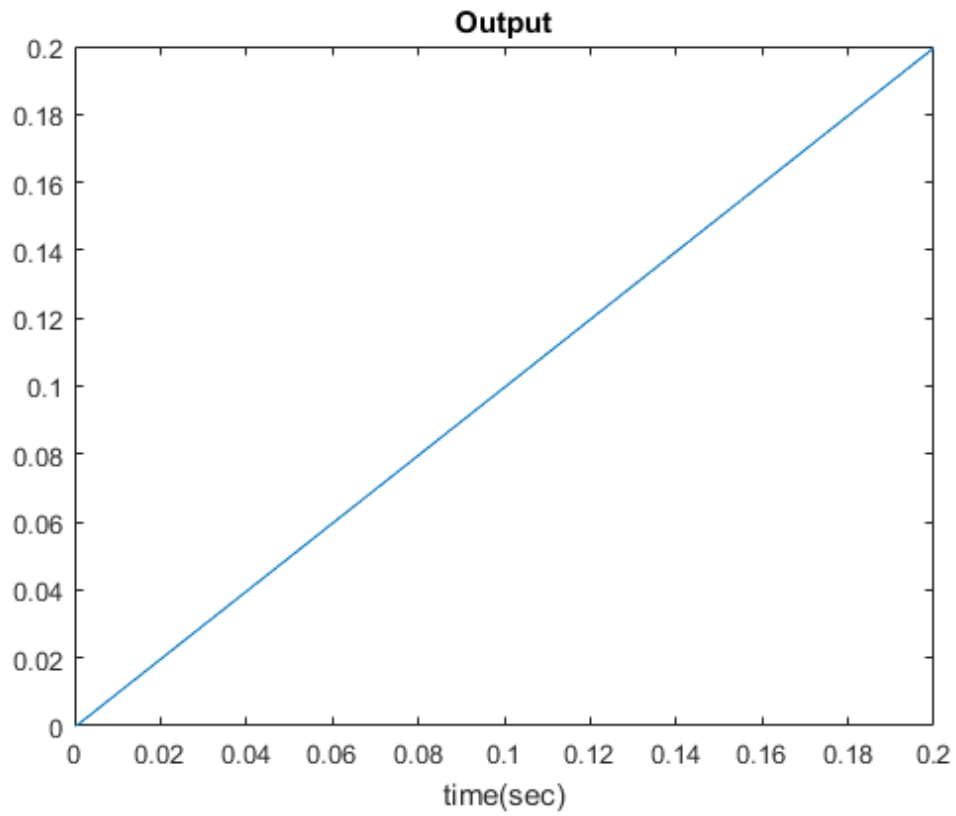
$$G_c(s) = k_p + k_d s$$

Πρέπει να πληρούνται οι ακόλουθες προδιαγραφές:

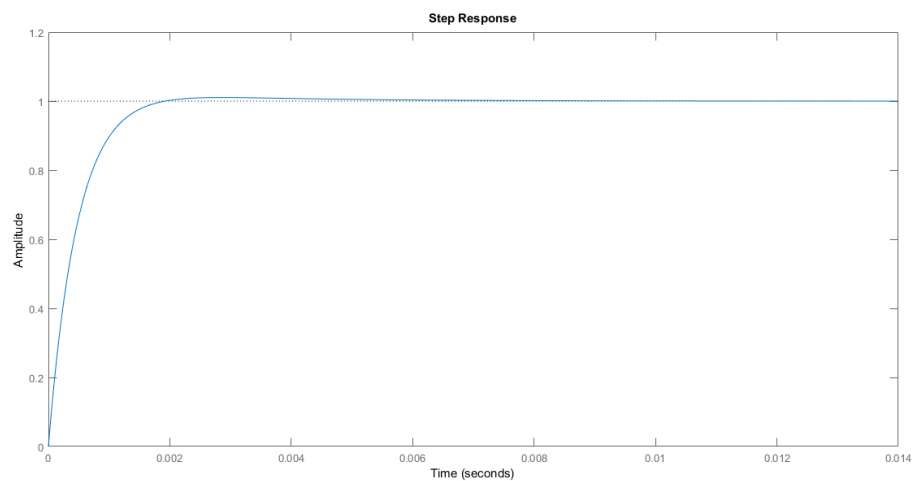
- ✓ Σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση στη μοναδιαία συνάρτηση αναρρίχησης ≤ 0.000443
- ✓ Μέγιστη Υπερύψωση $\leq 5\%$
- ✓ Χρόνος ανύψωσης $\leq 0.005s$
- ✓ Χρόνος αποκατάστασης $\leq 0.02s$

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσής μου, της οποίας ο κώδικας (part1) βρίσκεται στο zip που παραδόθηκε μαζί με την παρούσα αναφορά είναι τα ακόλουθα:





Βλέπουμε ότι το σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση είναι περίπου 0.0004



Stepinfo (πληρούνται οι ζητούμενες προδιαγραφές):

```
RiseTime: 9.6301e-04
SettlingTime: 0.0015
SettlingMin: 0.9038
SettlingMax: 1.0104
Overshoot: 1.0407
Undershoot: 0
Peak: 1.0104
PeakTime: 0.0029
```

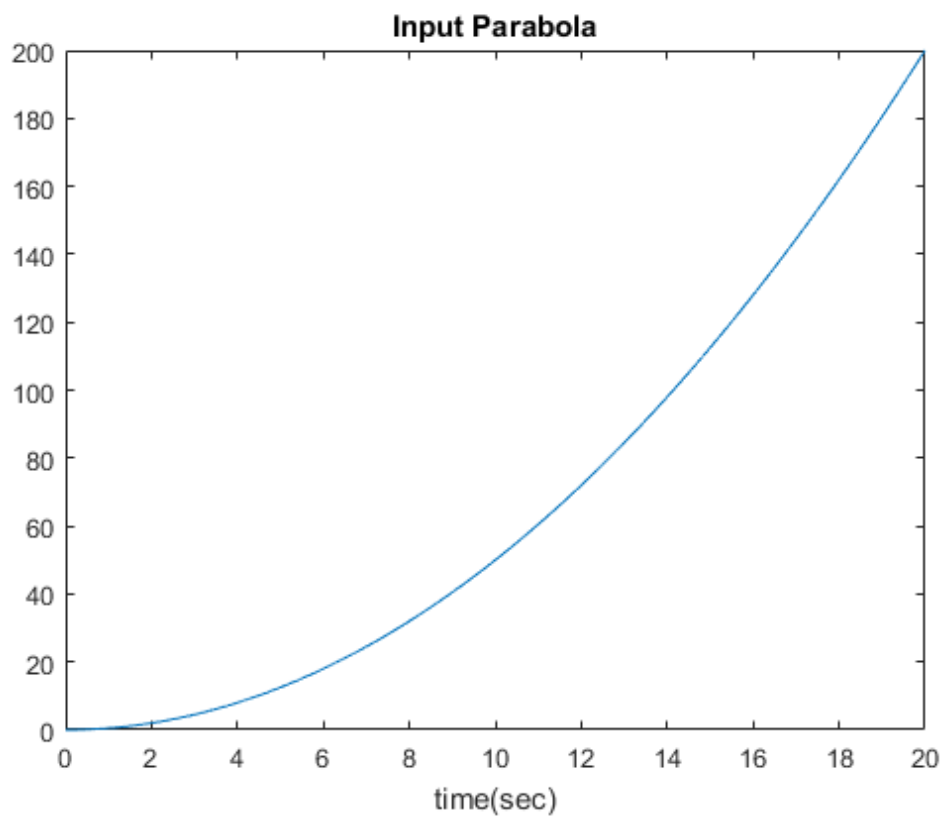
Ερώτημα Β) Καλούμαστε να σχεδιάσουμε έναν PI ελεγκτή:

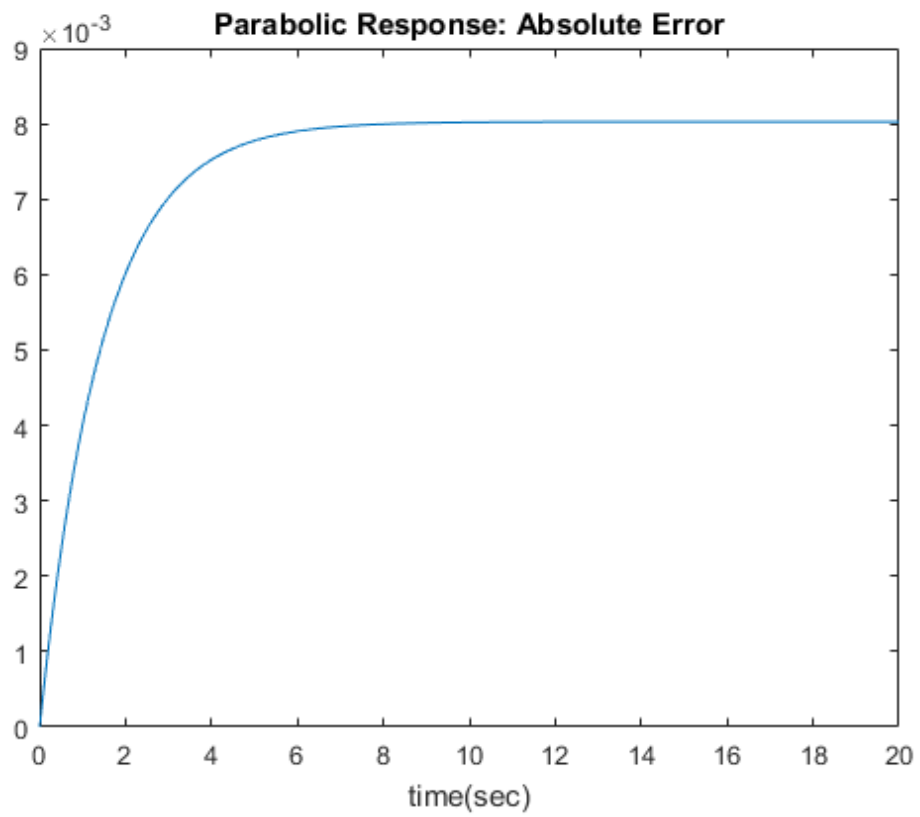
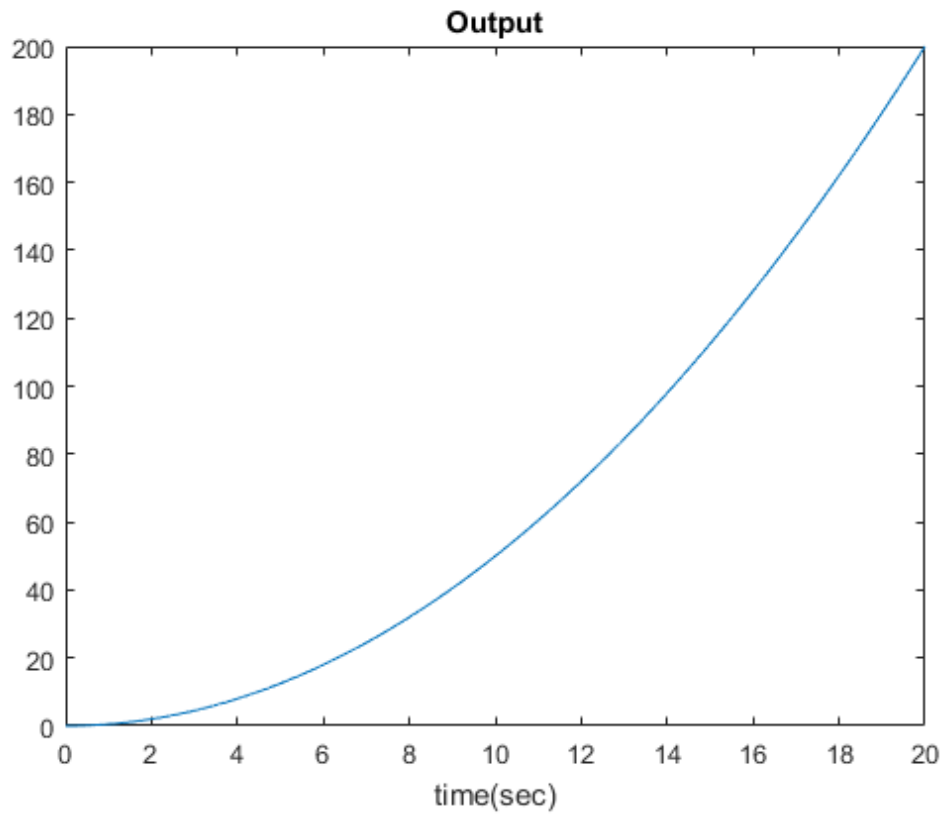
$$G_c(s) = k_p + \frac{k_i}{s}$$

Πρέπει να πληρούνται οι ακόλουθες προδιαγραφές:

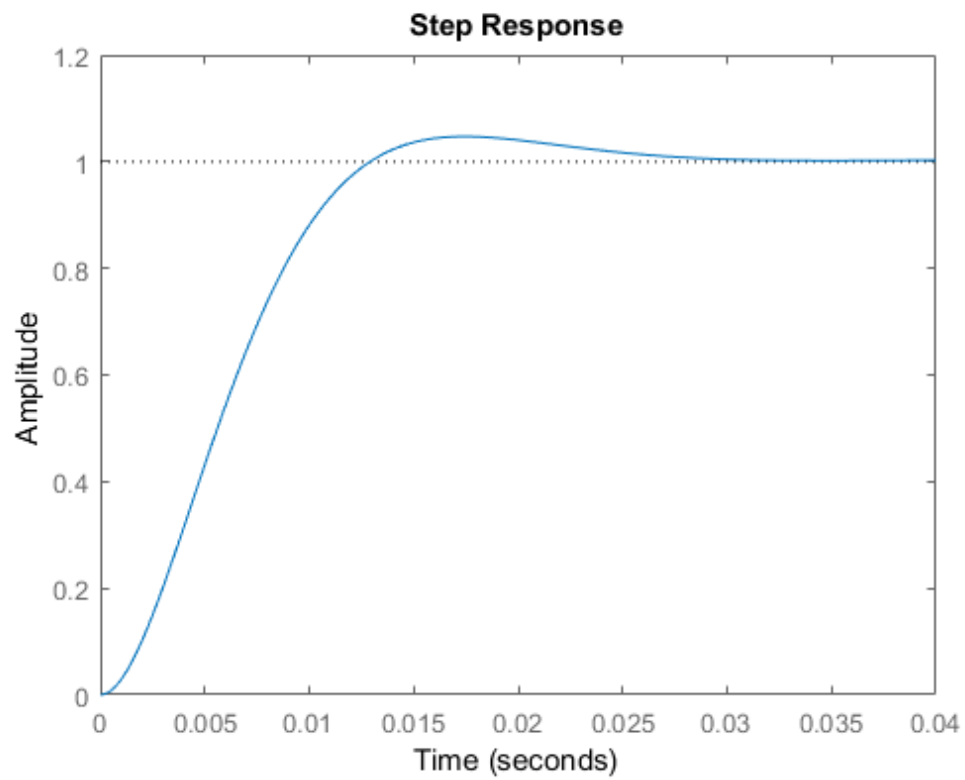
- ✓ Σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση από τη μοναδιαία παραβολική είσοδο ≤ 0.2
- ✓ Μέγιστη Υπερύψωση $\leq 5\%$
- ✓ Χρόνος ανύψωσης $\leq 0.01s$
- ✓ Χρόνος αποκατάστασης $\leq 0.02s$

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσής μου, της οποίας ο κώδικας (part2) βρίσκεται στο zip που παραδόθηκε μαζί με την παρούσα αναφορά είναι τα ακόλουθα:





Σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση :0.008



Stepinfo (πληρούνται οι ζητούμενες προδιαγραφές):

`ans =`

```
RiseTime: 0.0084
SettlingTime: 0.0242
SettlingMin: 0.9070
SettlingMax: 1.0472
Overshoot: 4.7222
Undershoot: 0
Peak: 1.0472
PeakTime: 0.0174
```

Ερώτημα Γ) Καλούμαστε να σχεδιάσουμε έναν PID ελεγκτή:

$$G_c(s) = k_p + k_d s + \frac{k_i}{s}$$

Όμως τώρα έχουμε νέα συνάρτηση μεταφοράς όπως δίνεται στην εκφώνηση:

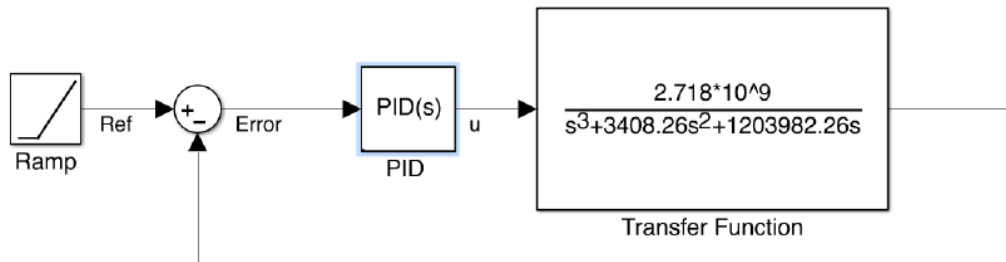
$$G_p(s) = \frac{2.718 \cdot 10^9}{s(s+400.26)(s+3008)}$$

Πρέπει να πληρούνται οι ακόλουθες προδιαγραφές:

- ✓ Σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση στη μοναδιαία συνάρτηση αναρρίχησης ≤ 0.2
- ✓ Μέγιστη Υπερύψωση $\leq 5\%$
- ✓ Χρόνος ανύψωσης $\leq 0.005s$
- ✓ Χρόνος αποκατάστασης $\leq 0.005s$

Το ερώτημα αυτό, καθώς το να βρεθούν καλές τιμές των παραμέτρων με loops, πράγμα που αρχικά επιχείρησα να κάνω***, ήταν δύσκολο και χρονοβόρο, προτίμησα να το επιλύσω με τη βοήθεια του simulink που παρέχει χρήσιμα εργαλεία για τον PID.

Συγκεκριμένα υλοποίησα την ακόλουθη διάταξη (το μοντέλο της παρατίθεται στον κώδικα του zip):



Έπειτα κάνω τα απαραίτητα configurations στον PID

Αυτά φαίνονται στη συνέχεια:

***φαίνεται στο script part3.m,μην το τρέξετε αργεί πολύ και τα αποτελέσματά του δεν είναι ικανοποιητικά, η for loop έχει μπει σε σχόλια και έχω εκχωρήσει τις τιμές που μου δίνει το παρακάτω tuning

PID Controller

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: PID Form: Ideal

Time domain:

☒ Continuous-time
☐ Discrete-time

Main PID Advanced Data Types State Attributes

Controller parameters

Proportional (P): [Compensator formula](#)

Integral (I):

Derivative (D):

Filter coefficient (N):

[Tune...](#)

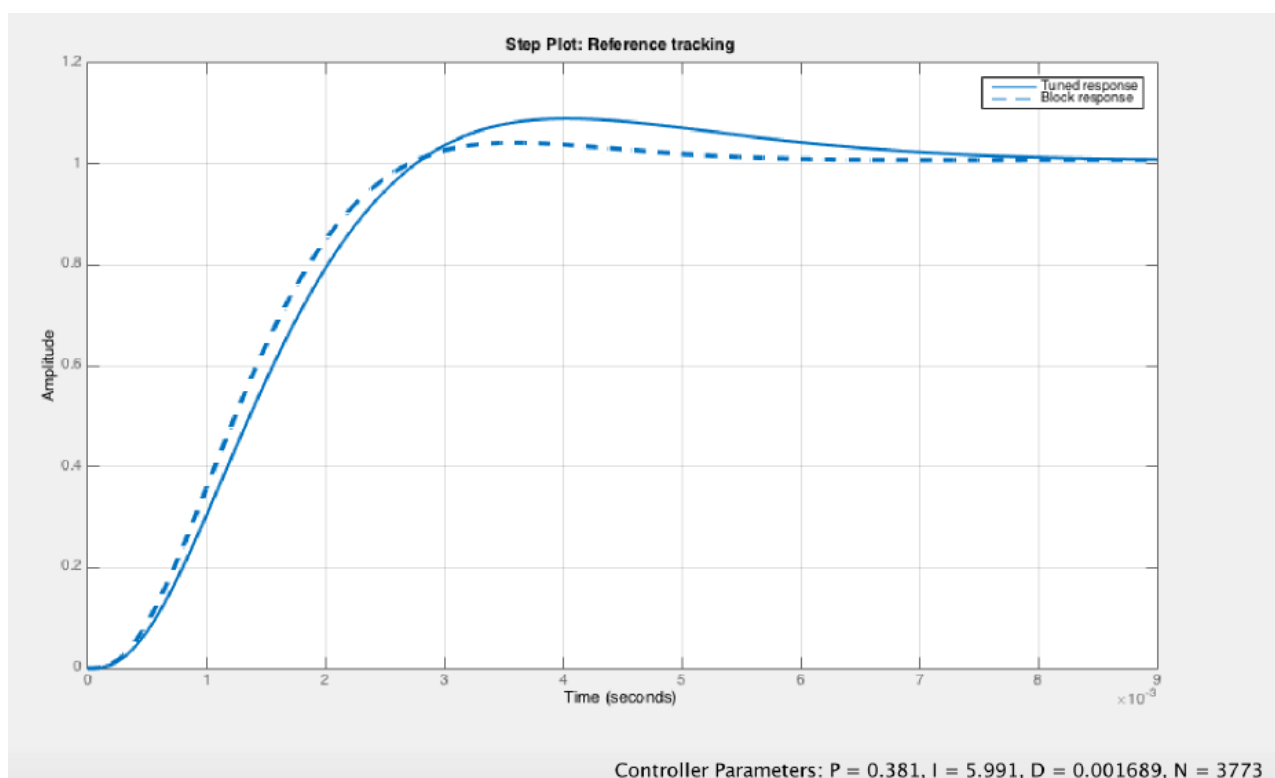
$$P \left(1 + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}} \right)$$

Initial conditions

Source: internal

Αφού λοιπόν βάλω τις εν λόγω τιμές, επιλέγω το tune ώστε να ρυθμιστεί κατάλληλα ο ελεγκτής μου.

Η ανωτέρω περιγραφείσα διαδικασία μου έδωσε το εξής αποτέλεσμα:

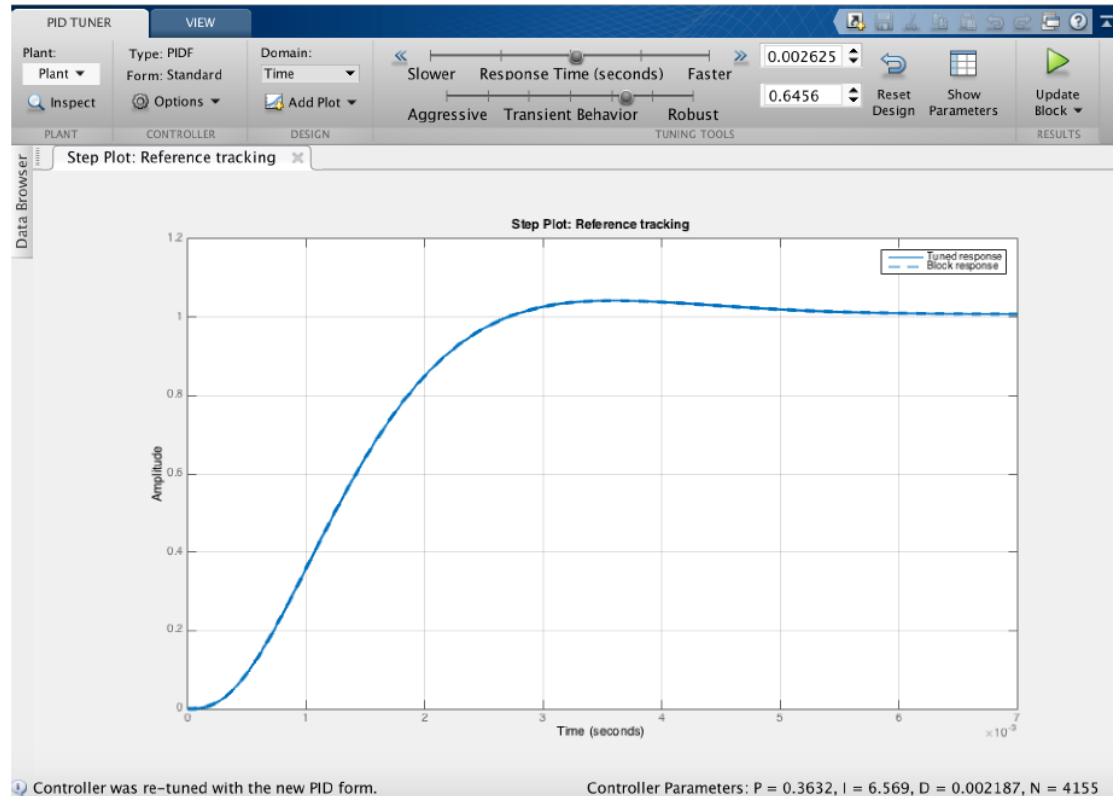


Στη συνέχεια, βλέποντας ότι είμαι σε καλό δρόμο, «έπαιξα» λίγο με τις παραμέτρους :

- ❖ Robust
- ❖ Response time

έτσι ώστε να κάνω τον PID ελεγκτή μου να πληροί όλες τις προδιαγραφές που απαιτούνται.

Παρατίθεται στη συνέχεια το αποτέλεσμα μου:



Και στη συνέχεια τα στοιχεία του: (πληρούνται όλες οι προδιαγραφές)

Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	0.36318	0.36318
I	6.5695	6.5695
D	0.0021867	0.0021867
N	4155.4059	4155.4059

Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	0.00165 seconds	0.00165 seconds
Settling time	0.005 seconds	0.005 seconds
Overshoot	4.22 %	4.22 %
Peak	1.04	1.04
Gain margin	19 dB @ 3.52e+03...	19 dB @ 3.52e+03...
Phase margin	64.6 deg @ 762 ra...	64.6 deg @ 762 ra...
Closed-loop stability	Stable	Stable