

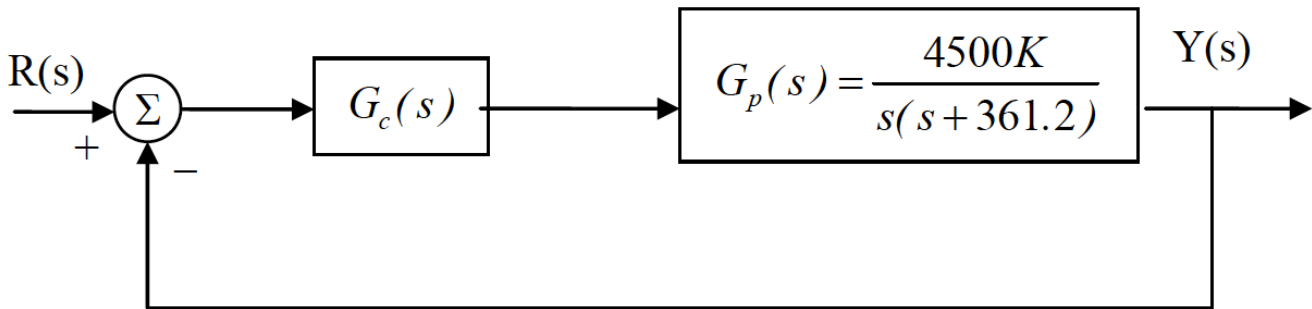
Σχεδίαση Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου

Matlab/Simulink Project 1



Ον/μο : Βαβουλιώτης Γεώργιος (ΑΜ: 03112083)
Ροή Σ
Εξάμηνο : 8

Στην άσκηση αυτή μας δίνεται το σύστημα το οποίο φαίνεται παρακάτω και πρέπει να σχεδιάσουμε με χρήση Matlab/Simulink ένα PD-ελεγκτή, ένα PI-ελεγκτή και ένα PID-ελεγκτή με προδιαγραφές οι οποίες δίνονται στην εκφώνηση της άσκησης. **Οι κώδικες και για τα 3 μέρη παραδόθηκαν σε cd, εδώ απλά δείχνω τα αποτελέσματα.**

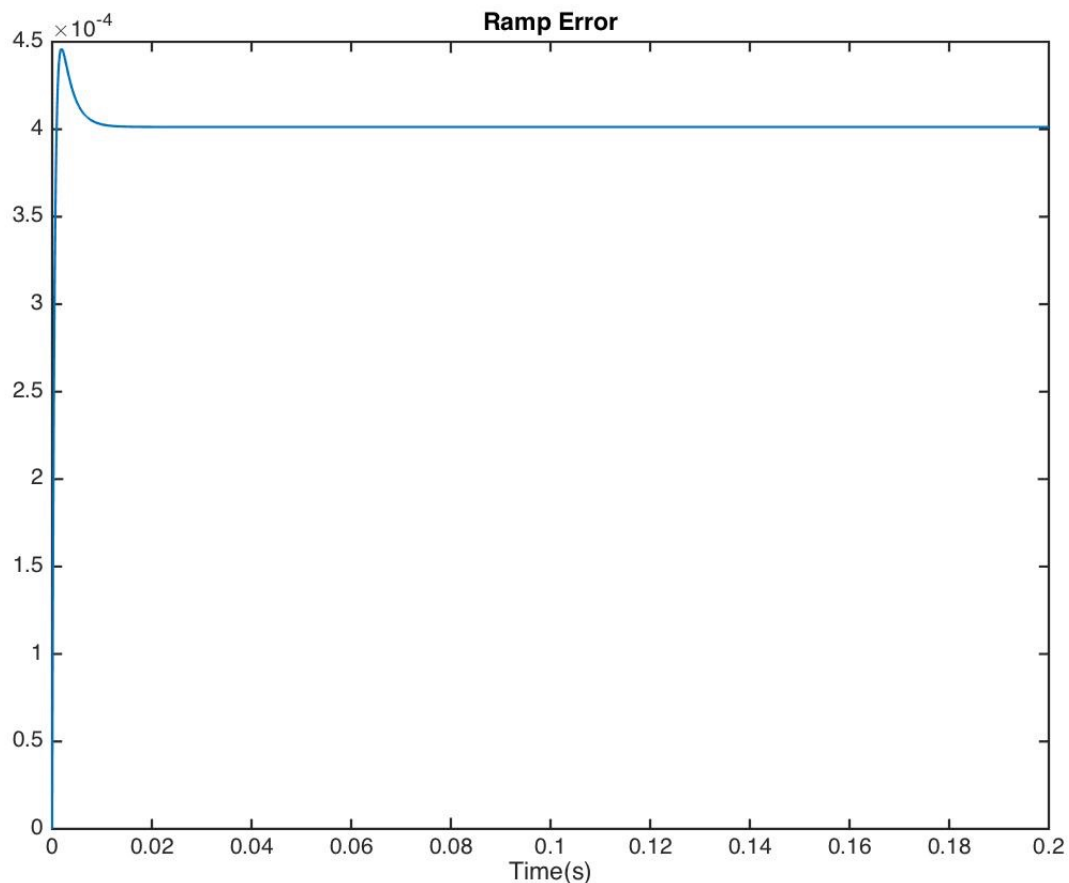


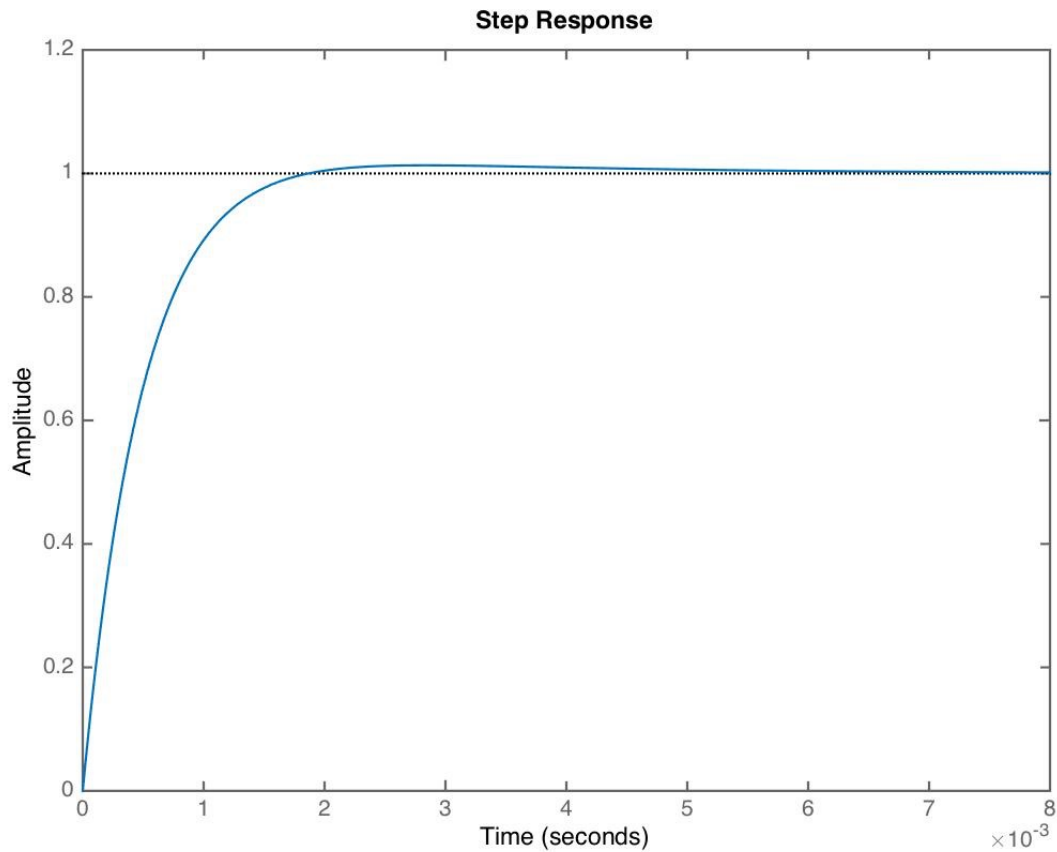
Ερώτημα 1 : Εδώ καλούμαι να σχεδιάσω ένα PD-ελεγκτή, με τις εξής προδιαγραφές :

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

- Σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση στη μοναδιαία συνάρτηση αναρρίχησης ≤ 0.000443
- Μέγιστη υπερύψωση $\leq 5\%$
- Χρόνος ανύψωσης $t_r \leq 0.005 \text{ s}$
- Χρόνος αποκατάστασης $t_s \leq 0.005 \text{ s}$

Αποτελέσματα Προσομοίωσης





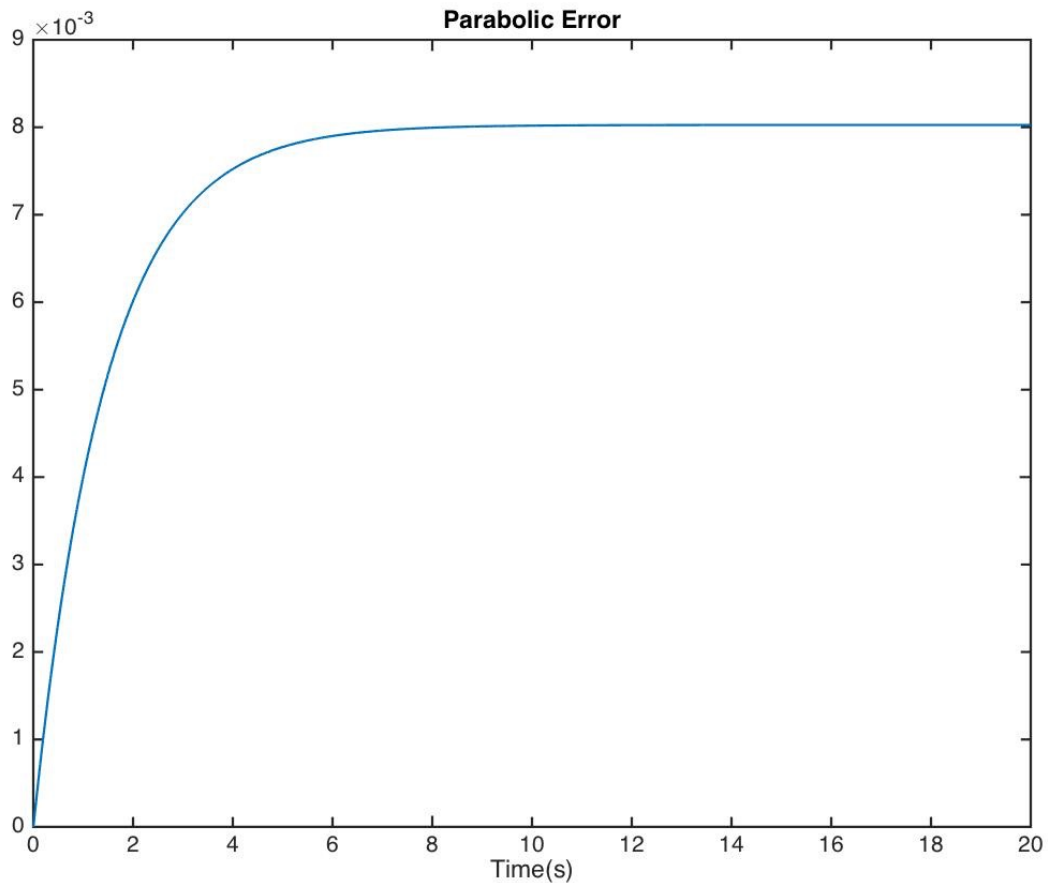
Τα αποτελέσματα όπως τα έδωσε το Matlab είναι τα εξής(πληρούν τις δοσμένες προδιαγραφές):

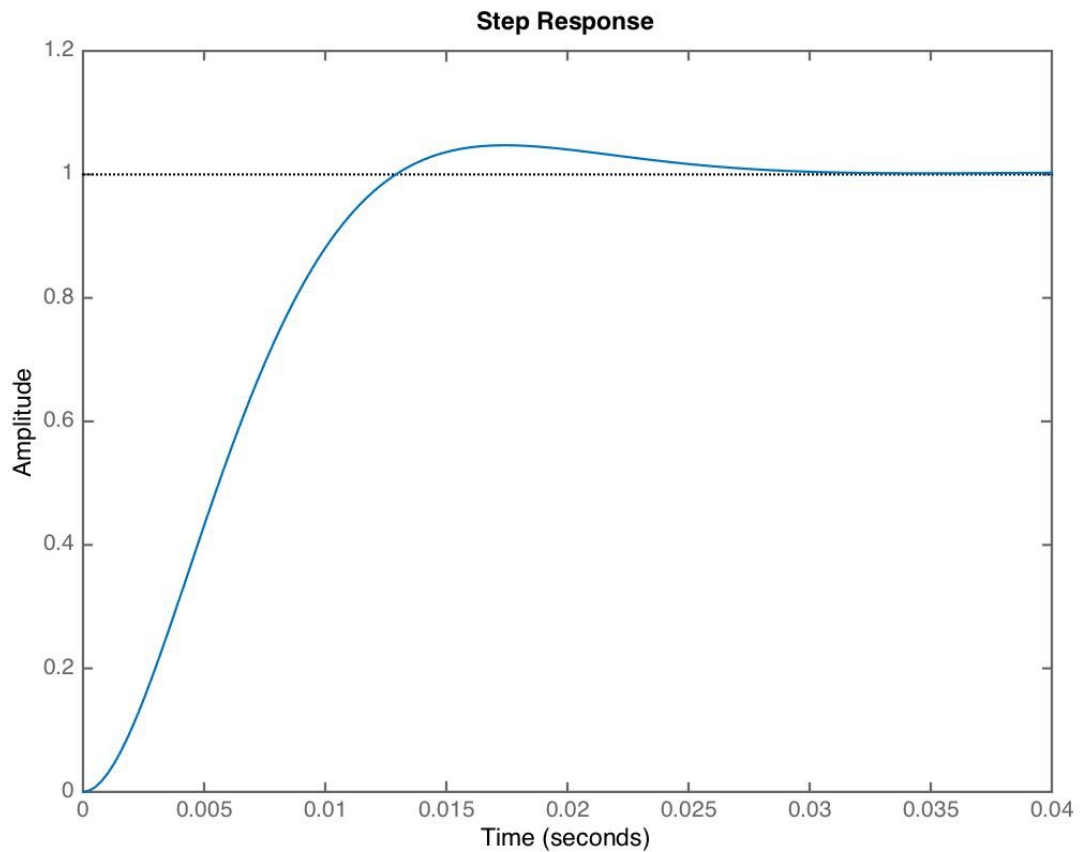
```
RiseTime: 9.7913e-04
SettlingTime: 0.0015
SettlingMin: 0.9048
SettlingMax: 1.0131
Overshoot: 1.3135
Undershoot: 0
Peak: 1.0131
PeakTime: 0.0028
```

Ερώτημα 2 : Εδώ καλούμαι να σχεδιάσω ένα PI-ελεγκτή, $G_c(s) = k_p + \frac{k_i}{s}$, με τις εξής προδιαγραφές :

- Σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση από τη μοναδιαία παραβολική είσοδο $\left(\frac{t^2}{2}\right) \leq 0.2$
- Μέγιστη υπερύψωση $\leq 5\%$
- Χρόνο ανύψωσης $t_r \leq 0.01\text{ s}$
- Χρόνο αποκατάστασης $t_s \leq 0.02\text{ s}$

Αποτελέσματα Προσομοίωσης





Τα αποτελέσματα όπως τα έδωσε το Matlab είναι τα εξής(πληρούν τις δοσμένες προδιαγραφές):

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

Ερώτημα 3 : Καλούμαι λοιπόν να σχεδιάσω ένα PID-ελεγκτή, $G_c(s) = k_p + k_d s + \frac{k_i}{s}$ με τις εξής προδιαγραφές :

- Σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση στη μοναδιαία συνάρτηση αναρρίχησης ≤ 0.2
- Μέγιστη υπερύψωση $\leq 5\%$
- Χρόνος ανύψωσης $t_r \leq 0.005 \text{ s}$
- Χρόνος αποκατάστασης $t_s \leq 0.005 \text{ s}$

Υποθέτω ότι $G_p(s) = \frac{2.718 \cdot 10^9}{s(s+400.26)(s+3008)}$ στο αρχικό σύστημα.

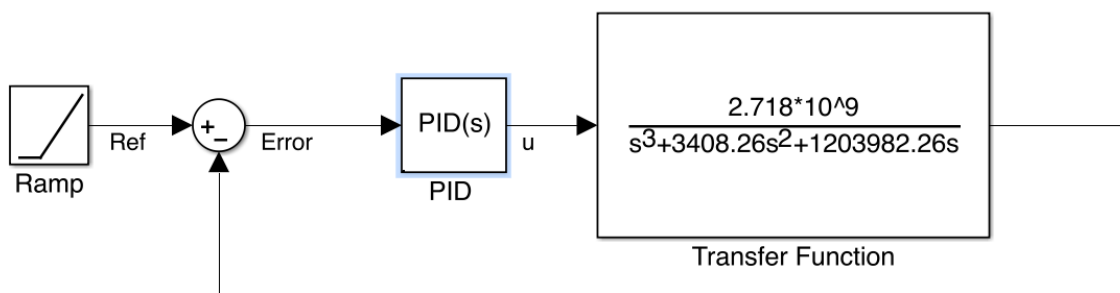
Αποτελέσματα Προσομοίωσης

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης δεν τα παρουσιάζω εδώ αφού ο κώδικας κάνει αρκετή ώρα για να τρέξει και να επιστρέψει όλες τις δυνατές τριάδες (K_p, K_i, K_d) που πληρούν τις προϋποθέσεις.

Στη συνέχεια όπως αναφέρω και στον κώδικα κάνω ότι έκανα και στα παραπάνω ερωτήματα για να εξάγω τα σχήματα και τα ακριβή αποτελέσματα για κάθε τριάδα (K_p, K_i, K_d).

Επειδή ο κώδικας αυτός αργούσε πολύ να τρέξει χρησιμοποίησα το Simulink για το ερώτημα αυτό.

Συγκεκριμένα έφτιαξα την εξής διάταξη :



Πατώντας πάνω στο κουτάκι του PID ελεγκτή μου έβγαλε το εξής παράθυρο :

Function Block Parameters: PID

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...](#)

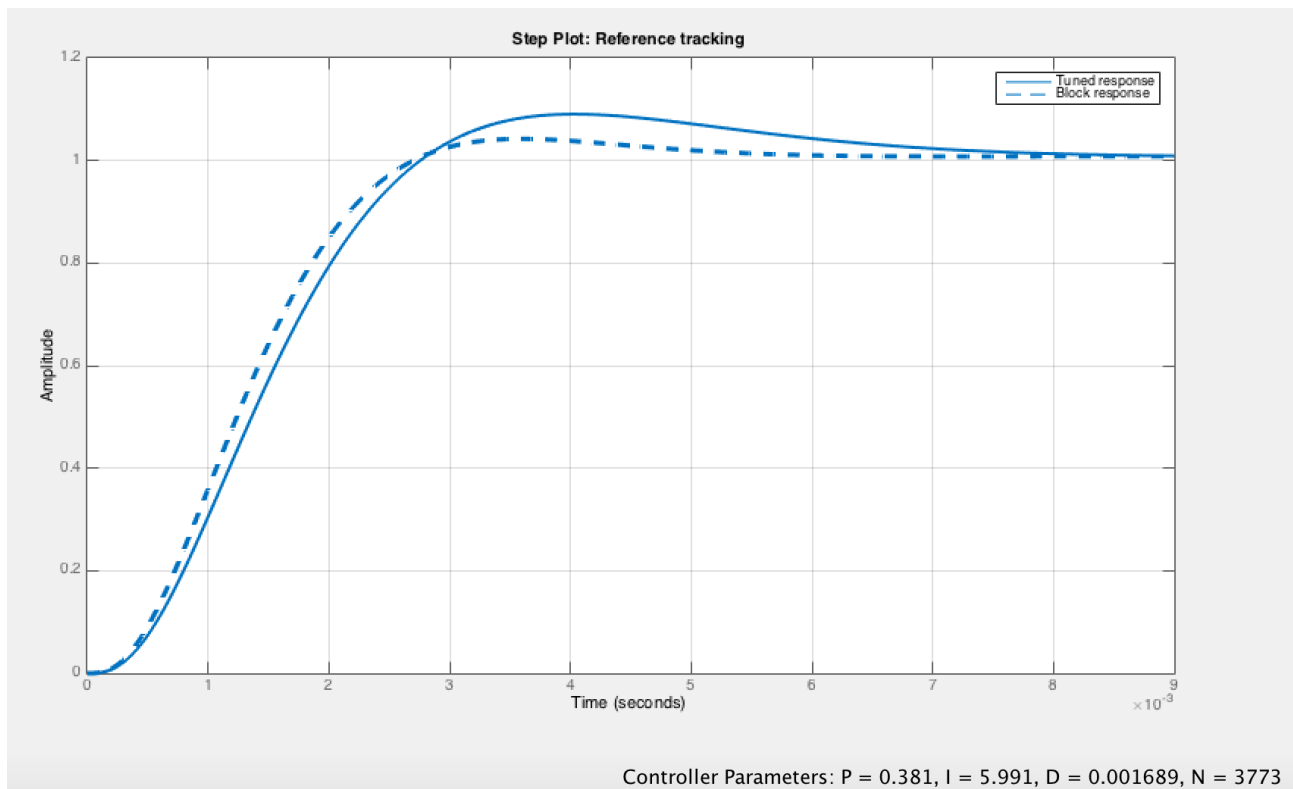
$$P \left(1 + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}} \right)$$

Initial conditions

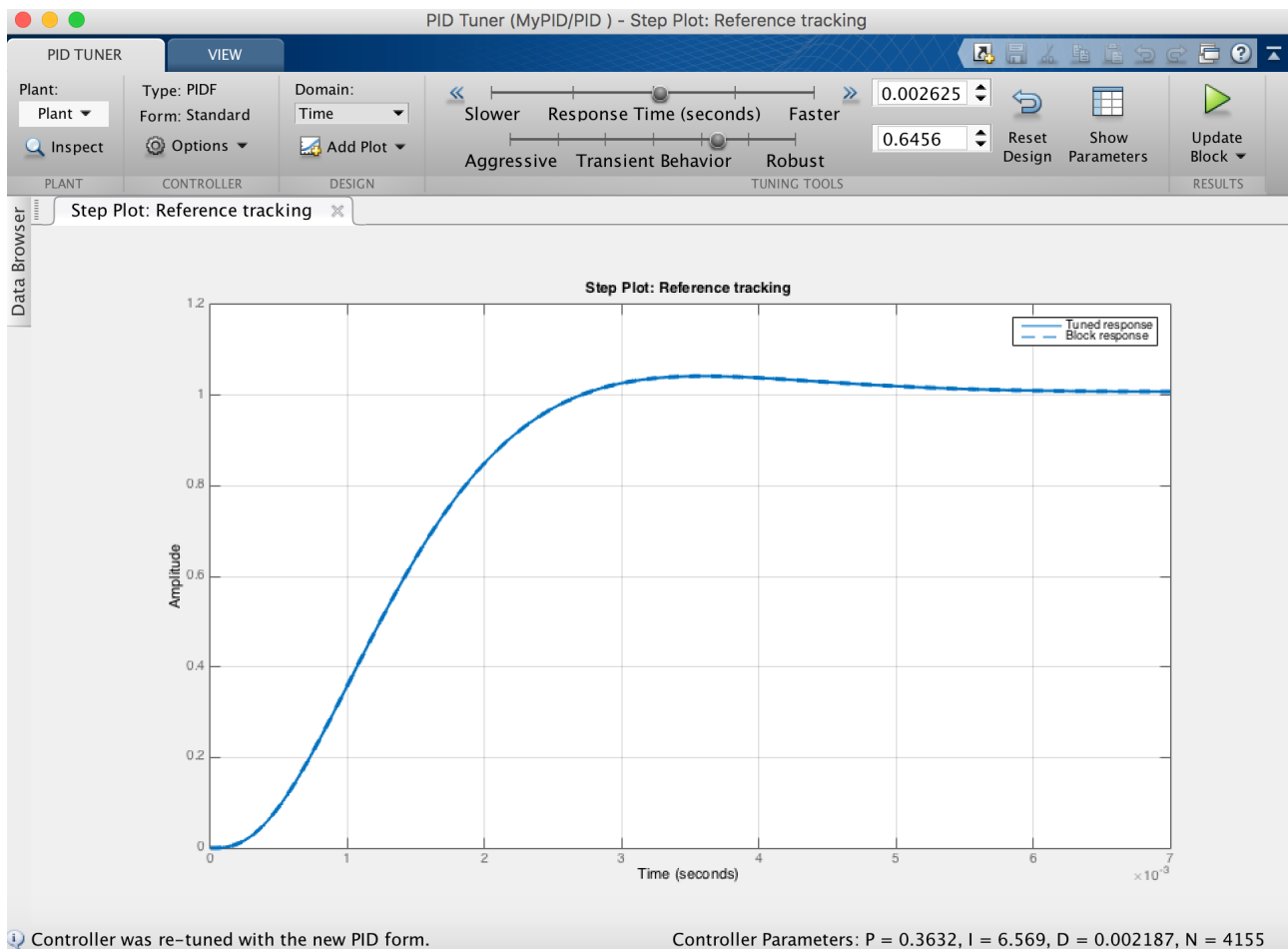
Source: **internal**

OK **Cancel** **Help** **Apply**

Αφού έλεγξα αν όλα ήταν σωστά πάτησα tune και πήρα το εξής αποτέλεσμα :



Παίζοντας λίγο με τις παραμέτρους robust και response time βρήκα τις κατάλληλες για να πληρούνται οι προδιαγραφές της εκφώνησης. Το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω και όντως πληρεί τις ζητούμενες 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

