

Συστήματα Ελέγχου
Προεργασία 2^{ης} εργαστηριακής άσκησης
(Motor-Generator)

Ομάδα εργαστηρίου	25
Σιώτος Μόδεστος	2016030030
Μελάκης Αντώνης	2019030016
Σάβνη Γεωργία	Δεν εργάστηκε

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.

Οι παράμετροι του κινητήρα είναι:

$K_s = 0.8$, $T_g = 1.05$ sec, $T_u = 0.14$ sec.

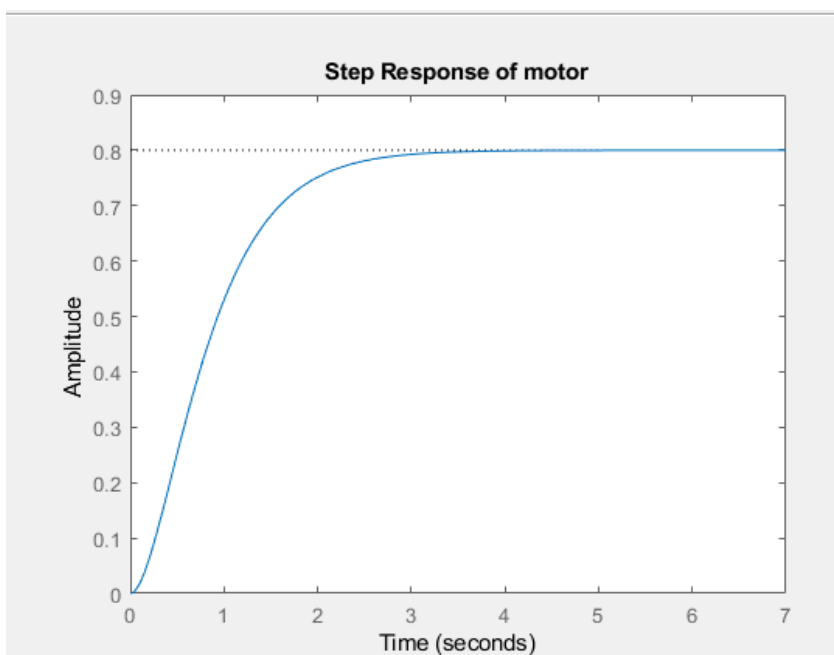
$T_1 \approx 0.3863$ sec

$T_2 \approx 0.4969$ sec

Έτσι η συνάρτηση μεταφοράς γίνεται:

$$H(s) = 0.8 \frac{1}{0.386s+1} \frac{1}{0.496s+1} = \frac{0.8}{0.192s^2 + 0.8832s + 1}$$

Οπότε με τη χρήση του Matlab, η βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος χωρίς δράση ελεγκτή εμφανίζεται έτσι:



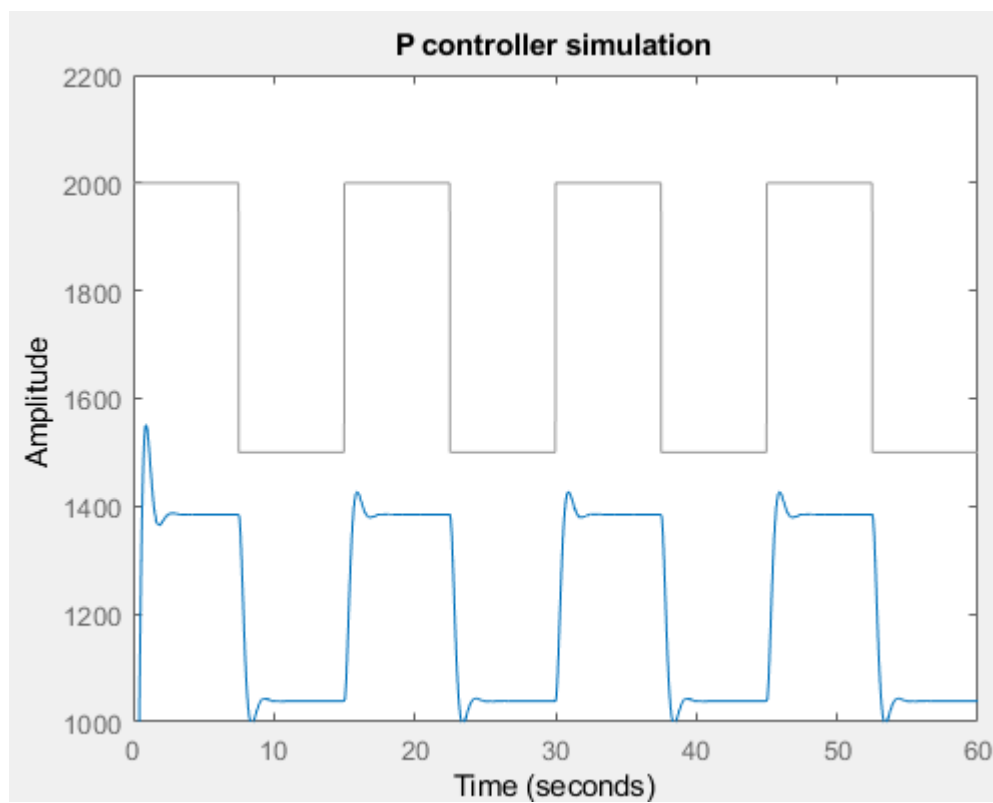
2.

Μέθοδος CHR 0% overshoot - setpoint response

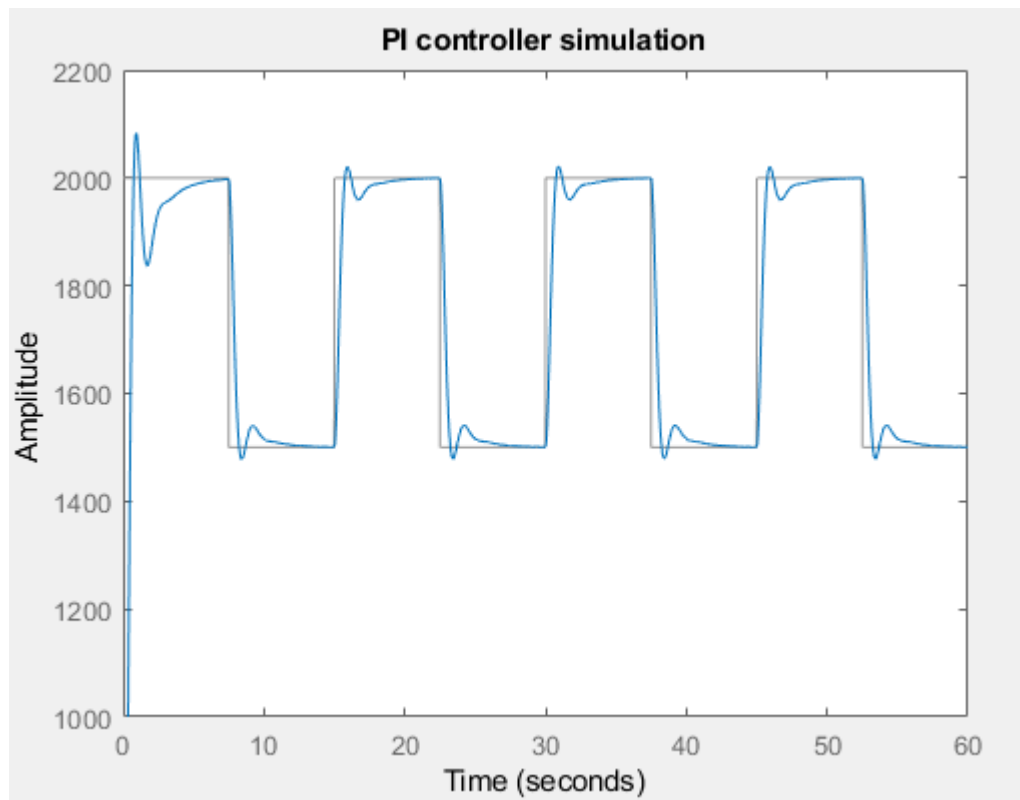
Έχουμε τις εξής τιμές:

Ελεγκτής	K	T_i	T_d
P	2.81		
PI	3.28	1.26	
PID	5.625	1.05	0.07

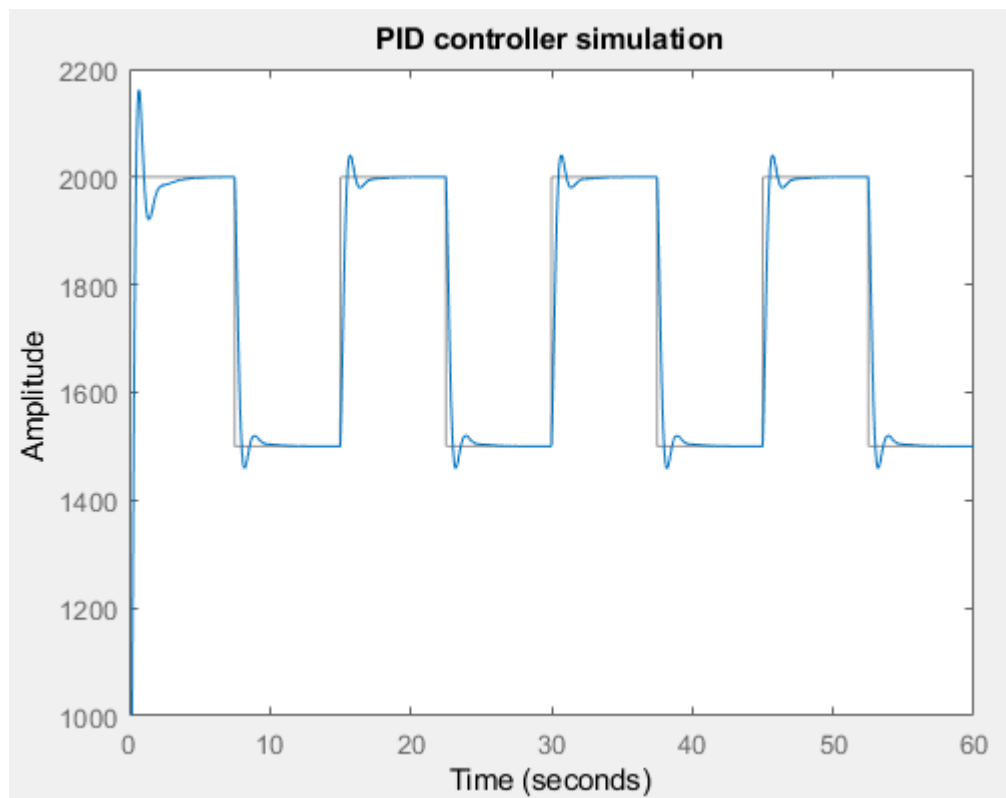
Για P ελεγκτή:



Για PI ελεγκτή:



Για PID ελεγκτή:



3.

Μας ζητείται να υπολογίσουμε τους δείκτες απόδοσης **ISE** και **ITAE**.

Για τον P ελεγκτή έχουμε:

$$\mathbf{ISE = 1.8892e+07 \ , \ ITAE = 9.4904e+05}$$

Για τον PI ελεγκτή έχουμε:

$$\mathbf{ISE = 1.5622e+06 \ , \ ITAE = 5.5292e+04}$$

Για τον PID ελεγκτή έχουμε:

$$\mathbf{ISE = 8.7196e+05 \ , \ ITAE = 3.1663e+04}$$

Συμπεραίνουμε, ότι ο PID ελεγκτής έχει τις χαμηλότερες τιμές τόσο για το ISE όσο και για το ITAE. Αυτό υποδεικνύει ότι ο PID ελεγκτής είναι ο καλύτερος από τους τρεις, καθώς προσφέρει καλύτερη συνολική απόκριση και μειώνει τα σφάλματα γρηγορότερα. Ο χειρότερος ελεγκτής για το πείραμά μας είναι ο P βάσει των τιμών ISE και ITAE και όπως φαίνεται και από τις γραφικές στο προηγούμενο ερώτημα.

4.

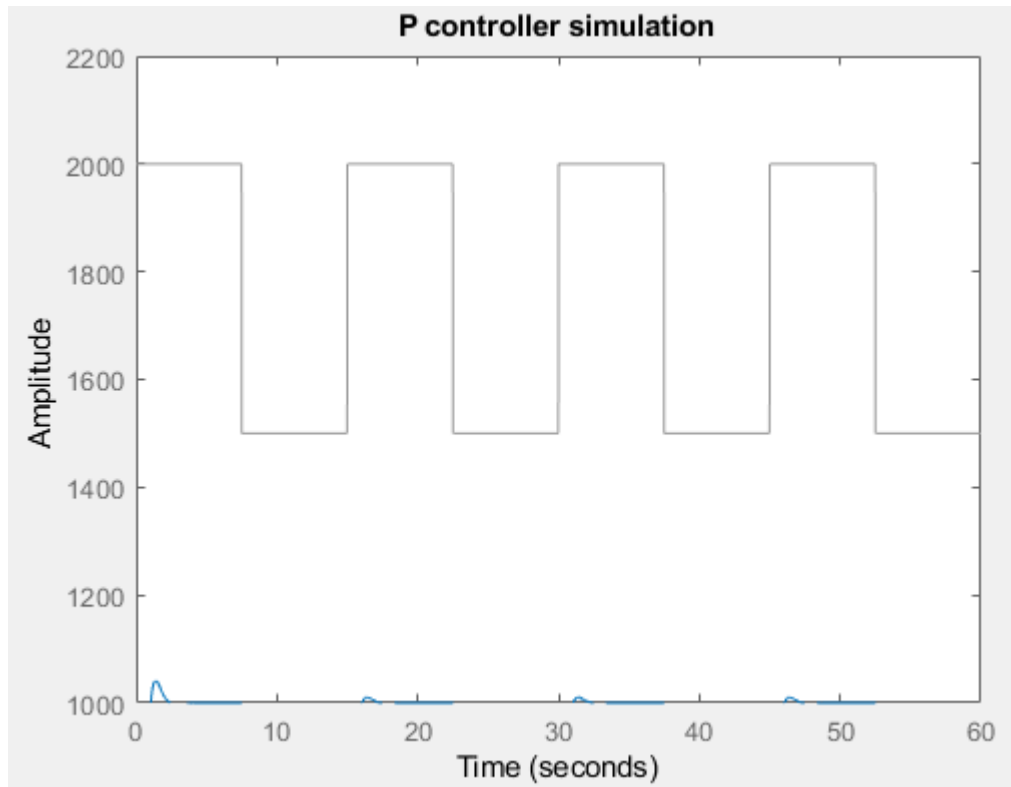
Επαναλαμβάνω το 2 & 3, χρησιμοποιώντας ελεγκτές ρυθμισμένους με την εμπειρική μέθοδο Tsum με το ίδιο σήμα εισόδου και το ίδιο παράθυρο παρατήρησης.

Μέθοδος Tsum

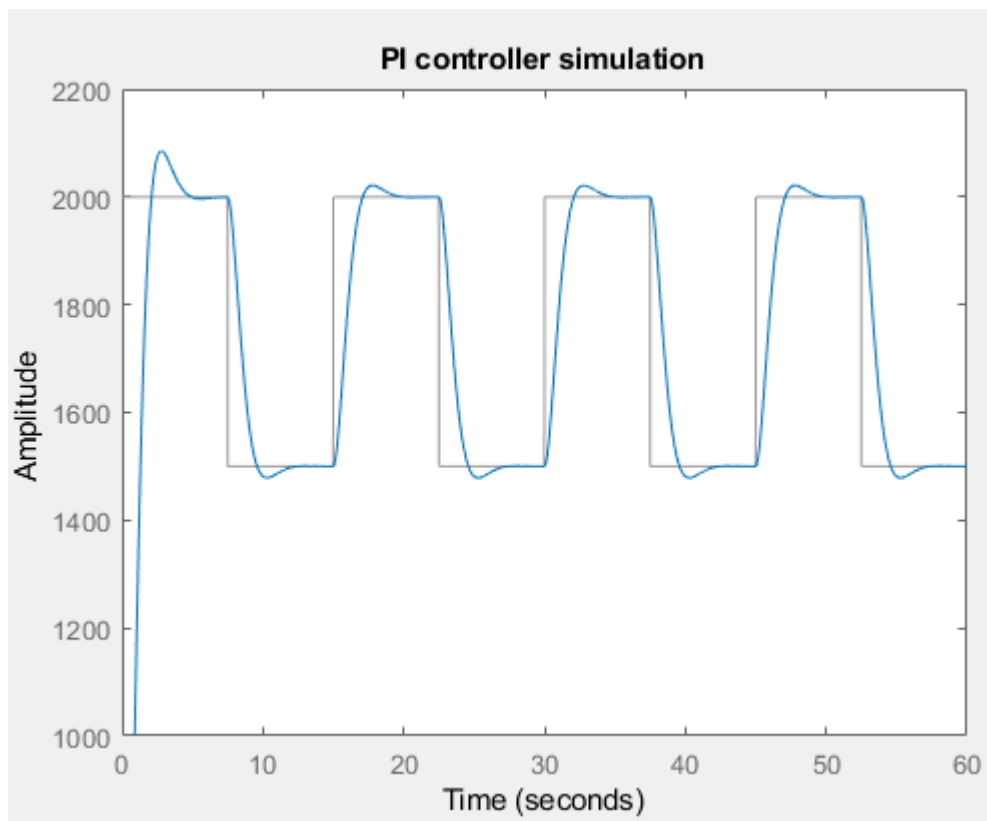
$$\mathbf{T_E = T_1 + T_2 = 0.8832 \ sec}$$

Ελεγκτής	K	T_i	T_d
P	1.25		
PI	0.625	0.44	
PID	1.25	0.58	0.15

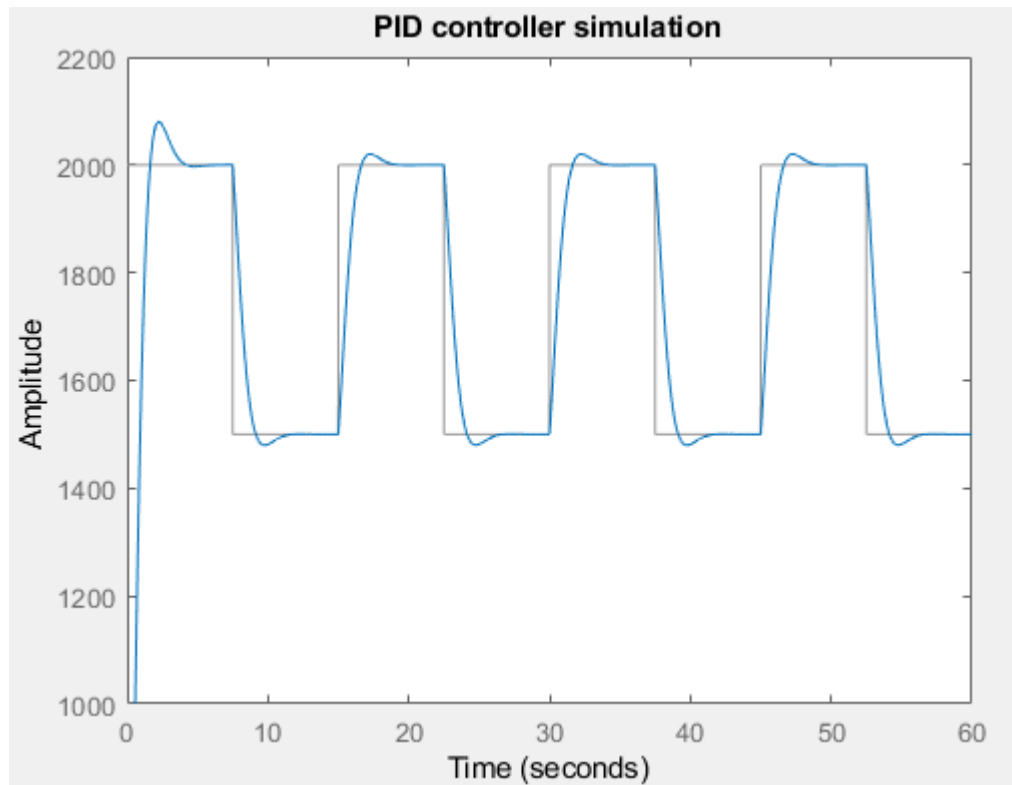
P ελεγκτής:



PI ελεγκτής:



PID ελεγκτής:



Για τον P ελεγκτή έχουμε:

$$\text{ISE} = 4.8232\text{e}+07 \text{ , } \text{ITAE} = 1.5435\text{e}+06$$

Για τον PI ελεγκτή έχουμε:

$$\text{ISE} = 3.8098\text{e}+06 \text{ , } \text{ITAE} = 1.1042\text{e}+05$$

Για τον PID ελεγκτή έχουμε:

$$\text{ISE} = 2.2965\text{e}+06 \text{ , } \text{ITAE} = 7.4890\text{e}+04$$

Συμπεραίνουμε, ότι τα αποτελέσματα της μεθόδου Tsum αναδεικνύουν τον PID ελεγκτή ως τον βέλτιστο, παρουσιάζοντας τις ελάχιστες τιμές για τα κριτήρια απόδοσης ISE και ITAE. Αντίθετα, ο P ελεγκτής κατατάσσεται τελευταίος, με τις υψηλότερες τιμές στα ίδια κριτήρια, υποδηλώνοντας την χειρότερη απόδοσή του.

5.

Είναι εμφανές ότι η μέθοδος TSUM, σε σύγκριση με την CHR, οδηγεί σε υποδεέστερη απόκριση του συστήματος για όλους τους τύπους ελεγκτών στο συγκεκριμένο σενάριο. Αυτό επιβεβαιώνεται από τα διαγράμματα απόκρισης, όπου οι χρόνοι ανόδου και σταθεροποίησης είναι σημαντικά μεγαλύτεροι για την TSUM, καθώς και από τους υπολογισμένους δείκτες απόδοσης.

6.

Οι παράμετροι της γεννήτριας είναι:

$K_s = 0.87$, $T_g = 1.12 \text{ sec}$, $T_u = 0.10 \text{ sec}$.

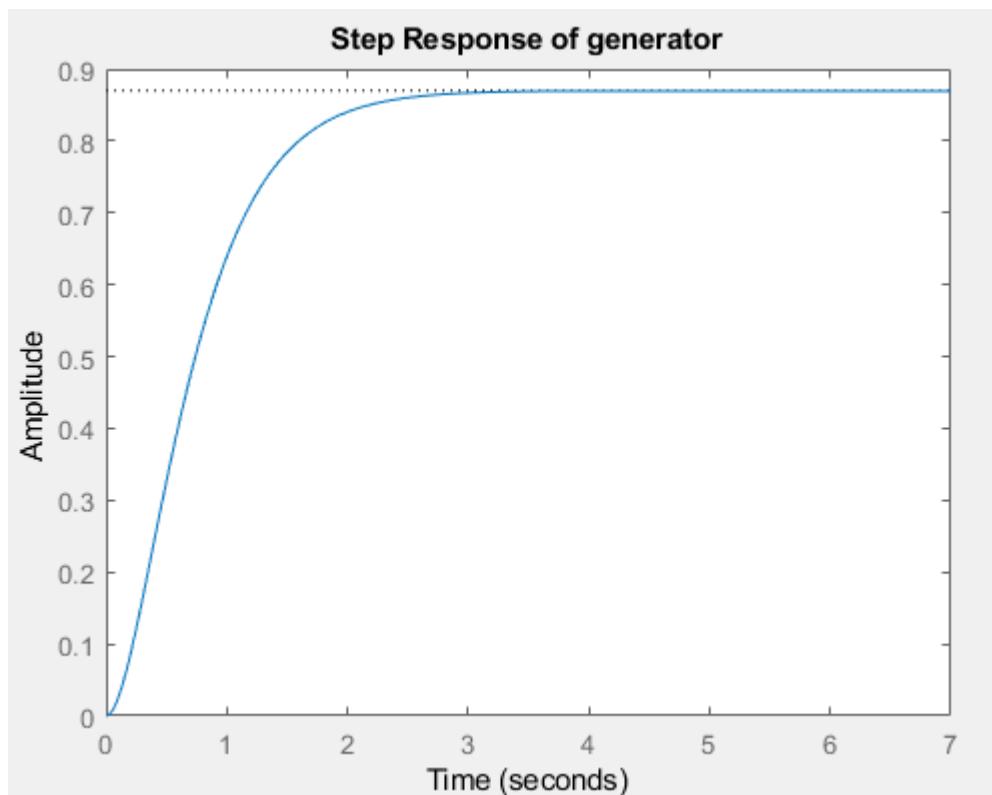
$T_1 \approx 0.412 \text{ sec}$

$T_2 \approx 0.355 \text{ sec}$

Έτσι η συνάρτηση μεταφοράς γίνεται:

$$H(s) = 0.87 \frac{1}{0.412s+1} \frac{1}{0.355s+1} = \frac{0.87}{0.1463s^2 + 0.767s+1}$$

Οπότε με τη χρήση του Matlab, η βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος χωρίς δράση ελεγκτή εμφανίζεται έτσι:



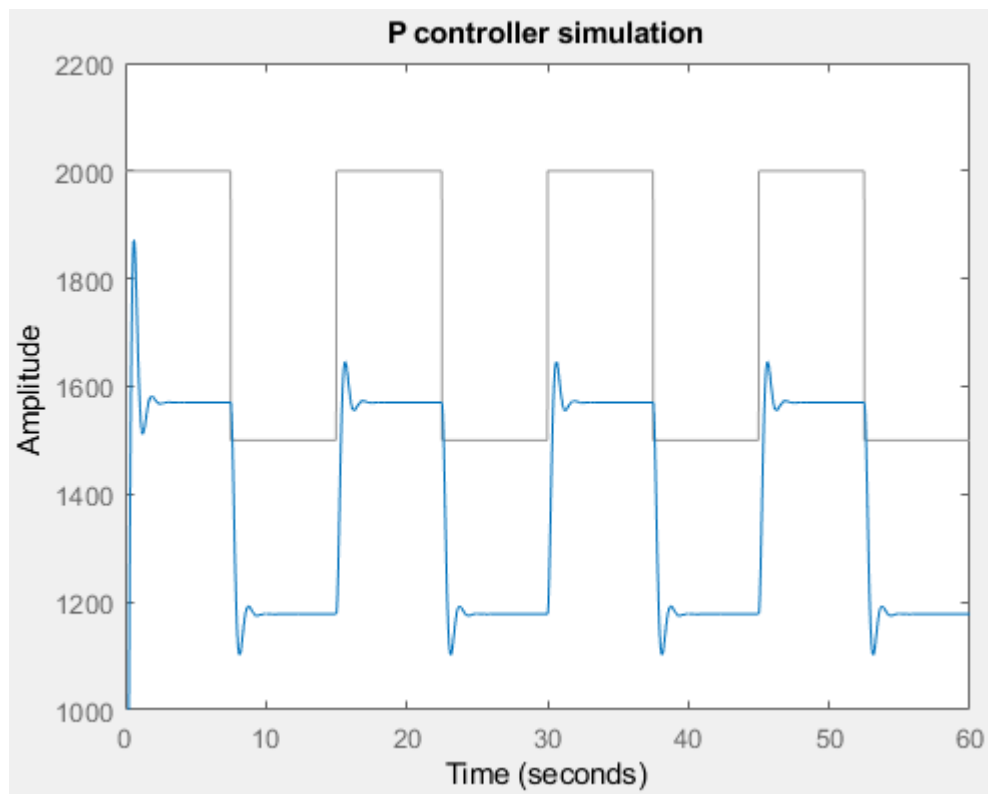
7.

Μέθοδος CHR 0% overshoot - setpoint response

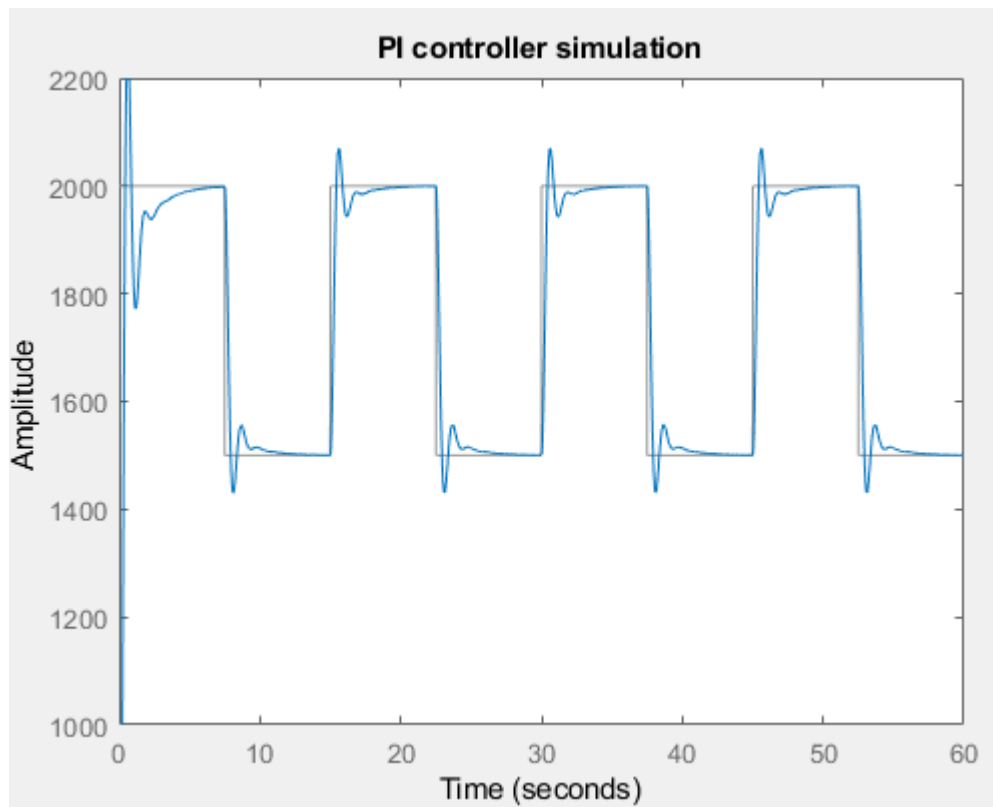
Έχουμε τις εξής τιμές:

Ελεγκτής	K	T_i	T_d
P	3.86		
PI	4.50	1.34	
PID	7.72	1.12	0.05

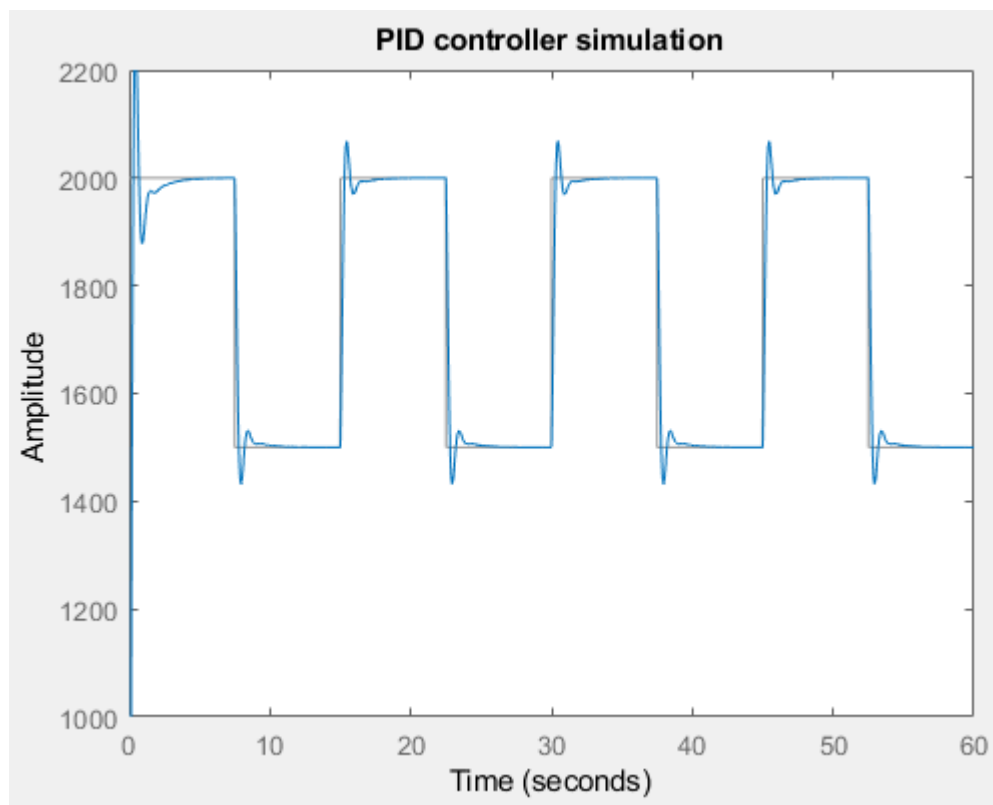
Για P ελεγκτή:



Για PI ελεγκτή:



Για PID ελεγκτή:



8.

Μας ζητείται να υπολογίσουμε τους δείκτες απόδοσης **ISE** και **ITSE**.

Για τον P ελεγκτή έχουμε:

$$\mathbf{ISE = 9.5140e+06 , ITSE = 2.5659e+08}$$

Για τον PI ελεγκτή έχουμε:

$$\mathbf{ISE = 1.0597e+06 , ITSE = 1.0019e+07}$$

Για τον PID ελεγκτή έχουμε:

$$\mathbf{ISE = 5.8178e+05 , ITSE = 5.5492e+06}$$

Ο PID ελεγκτής αναδεικνύεται ως ο πλέον αποδοτικός, καθώς επιτυγχάνει τις ελάχιστες τιμές τόσο για το ISE όσο και για το ITSE, υποδηλώνοντας βελτιστοποιημένη απόκριση και ταχύτερη μείωση των σφαλμάτων σε σχέση με τους άλλους δύο ελεγκτές. Αντίθετα, ο P ελεγκτής υστερεί σημαντικά, παρουσιάζοντας τις υψηλότερες τιμές στα ίδια κριτήρια απόδοσης, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τις γραφικές παραστάσεις του προηγούμενου ερωτήματος, καθιστώντας τον τον λιγότερο αποτελεσματικό ελεγκτή στο συγκεκριμένο πείραμα.

9.

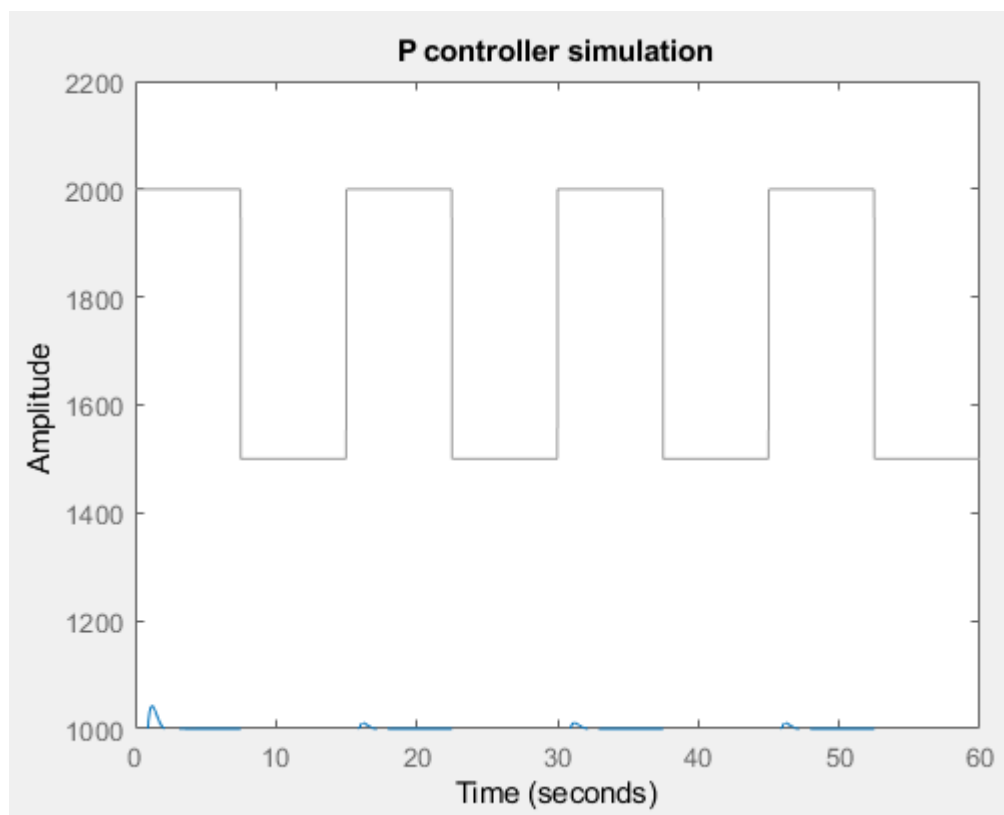
Επαναλαμβάνω το 7 & 8, χρησιμοποιώντας ελεγκτές ρυθμισμένους με την εμπειρική μέθοδο Tsum με το ίδιο σήμα εισόδου και το ίδιο παράθυρο παρατήρησης.

Μέθοδος Tsum

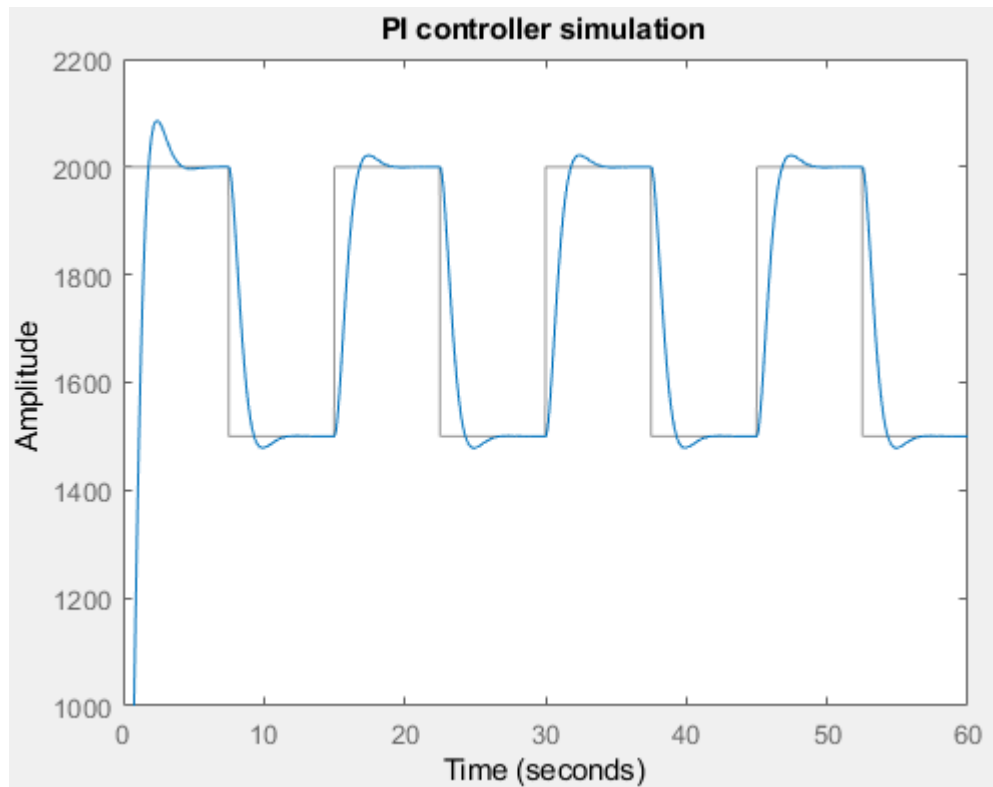
$$T_{\Sigma} = T_1 + T_2 = 0.767 \text{ sec}$$

Ελεγκτικής	K	T_i	T_d
P	1.15		
PI	0.57	0.383	
PID	1.15	0.50	0.13

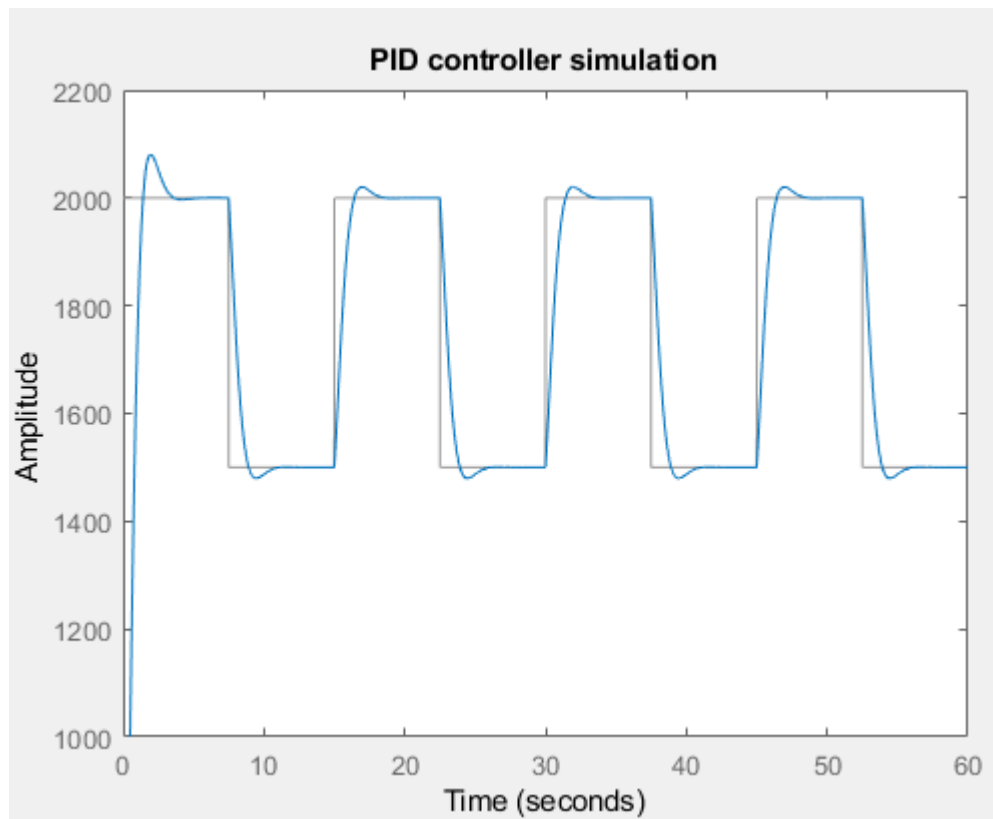
P ελεγκτής:



PI ελεγκτής:



PID ελεγκτής:



Για τον P ελεγκτή έχουμε:

$$\text{ISE} = 4.8054\text{e}+07 , \text{ITSE} = 1.3610\text{e}+09$$

Για τον PI ελεγκτή έχουμε:

$$\text{ISE} = 3.3141\text{e}+06 , \text{ITSE} = 3.1711\text{e}+07$$

Για τον PID ελεγκτή έχουμε:

$$\text{ISE} = 1.9992\text{e}+06 , \text{ITSE} = 1.8985\text{e}+07$$

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της μεθόδου Tsum, ο PID ελεγκτής αναδεικνύεται ως ο πλέον αποδοτικός, επιτυγχάνοντας τις ελάχιστες τιμές για τα κριτήρια απόδοσης ISE και ITSE. Αντίθετα, ο P ελεγκτής παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές στα ίδια κριτήρια, υποδηλώνοντας πως είναι ο λιγότερο κατάλληλος σε σχέση με τους άλλους.

10.

Η σύγκριση των μεθόδων TSUM και CHR αναδεικνύει την υπεροχή της CHR ως προς την απόκριση του συστήματος για όλους τους ελεγκτές στο συγκεκριμένο σενάριο. Η TSUM οδηγεί σε σημαντικά μεγαλύτερους χρόνους ανόδου και σταθεροποίησης, όπως φαίνεται στα διαγράμματα απόκρισης, και επιβεβαιώνεται από τους υπολογισμένους δείκτες απόδοσης.