

Προεργασία 2ης Άσκησης

(Παραδίδεται, ανά ομάδα στο mdoudounakis@tuc.gr πριν την εκτέλεση της άσκησης)

Σημείωση. Παραδίδονται κώδικες και αποτελέσματα (γραφικές παραστάσεις).

ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η συνάρτηση μεταφοράς του απλοποιημένου δευτεροβάθμιου, γραμμικού συστήματος που περιγράφει τον κινητήρα (την γεννήτρια) του εργαστηρίου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

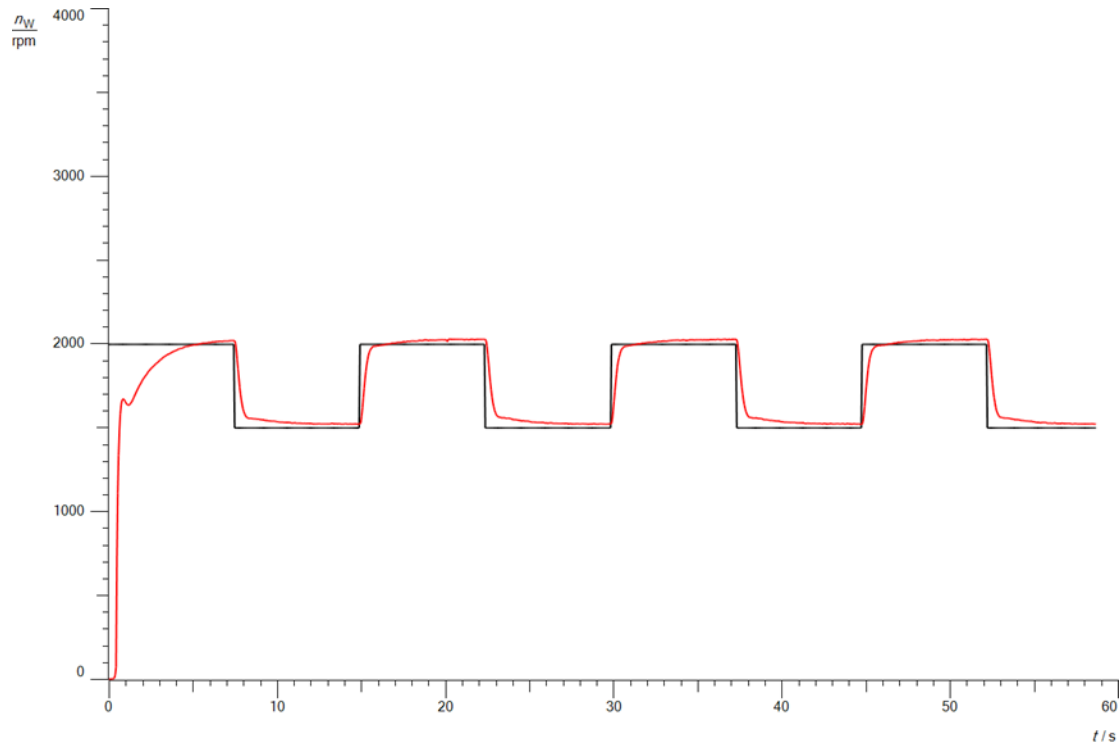
$$H(s) = K_s \frac{1}{T_1 s + 1} \cdot \frac{1}{T_2 s + 1} = \frac{b_0}{s^2 + a_1 s + a_0} \quad (1)$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

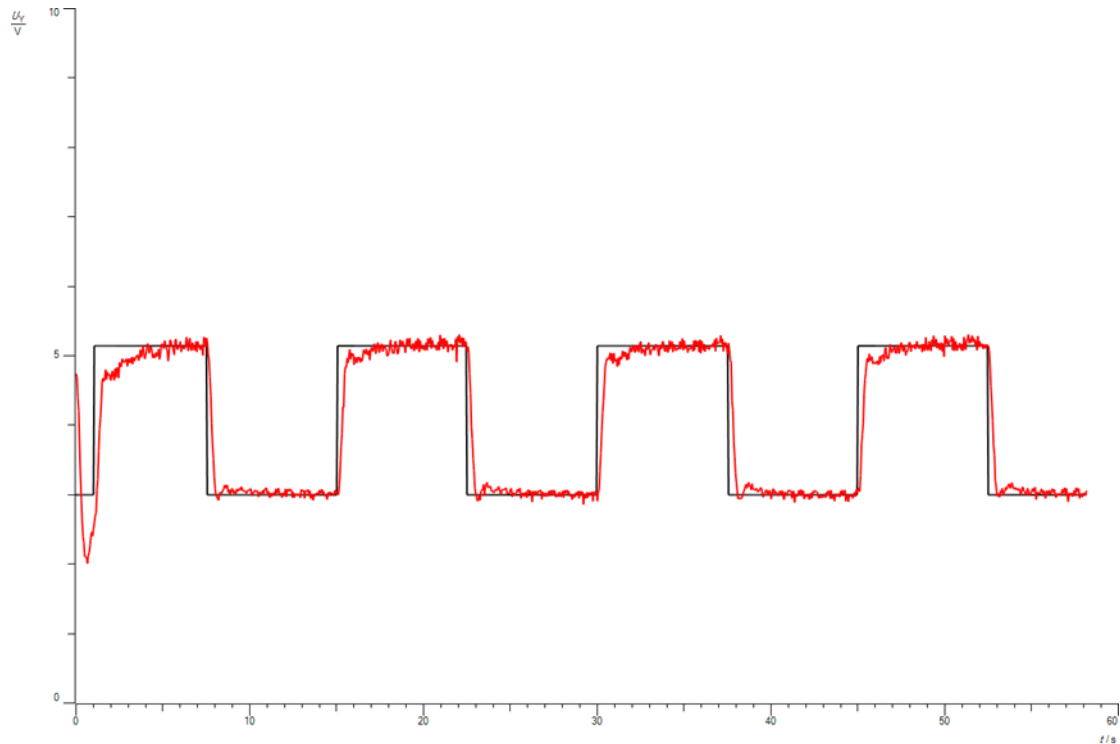
(με χρήση λογισμικού τύπου Matlab, χωρίς τη χρήση μαθηματικών)

(Όλες οι ερωτήσεις είναι ισοδύναμες)

- Μας δίνονται, οι παραμετροί, του κινητήρα: $K_s = 0.8$, $T_g = 1.05 \text{ sec}$, $T_u = 0.14 \text{ sec}$. Να υπολογίσετε τη βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος, χωρίς δράση ελεγκτή.
- Να υπολογίσετε την απόκριση των P, PI και PID ελεγκτών με τη μέθοδο CHR για 0% overshoot, reference aperiodic (setpoint response), (του κλειστού συστήματος) ελέγχου στροφών κινητήρα με χρήση PI ελεγκτή, για την παρακάτω είσοδο (μαύρο χρώμα): DC-super posed square wave, offset 1.5 V, amplitude 0.5 V, περίοδος 15 sec) (κόκκινο χρώμα).



3. Να υπολογίσετε στην εξομοίωση, τους δείκτη απόδοσης ISE, και ITAE. Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα ως προς τη καταλληλότητα των ελεγκτών P, PI, PID στο πρόβλημα μας.
4. Να επαναλάβετε το 2 & 3, χρησιμοποιώντας, ελεγκτές ρυθμισμένους με την εμπειρική μέθοδο T_{sum} . χρησιμοποιώντας το ίδιο σήμα εισόδου και το ίδιο παράθυρο παρατήρησης.
5. Να συγκρίνετε την αποτελεσματικότητα των μεθόδων CHR & T_{sum} , χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα για τους δείκτες απόδοσης.
6. Μας δίνονται, οι παραμετροι, της γεννητριας: $K_s = 0.87$, $T_u = 0.10 \text{ sec}$, $T_g = 1.12 \text{ sec}$). Να υπολογίσετε τη βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος, χωρίς δράση ελεγκτή.
7. Να υπολογίσετε την απόκριση των P, PI και PID ελεγκτών με τη μέθοδο CHR για 0% overshoot, reference aperiodic (setpoint response), (του κλειστού συστήματος) ελέγχου τάσης εξόδου γεννήτριας με χρήση PI ελεγκτή, για την παρακάτω είσοδο (μαύρο χρώμα): DC-super posed square wave, offset 3 V, amplitude 2.0 V, περίοδος 15 sec):



8. Να υπολογίσετε στην εξομοίωση, τους δείκτη απόδοσης ISE, και ITSE. Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα ως προς τη καταλληλότητα των ελεγκτών P, PI, PID στο πρόβλημα μας.
9. Να επαναλάβετε το 7 & 8, χρησιμοποιώντας, ελεγκτές ρυθμισμένους με την εμπειρική μέθοδο T_{sum} . χρησιμοποιώντας το ίδιο σήμα εισόδου και το ίδιο παράθυρο παρατήρησης.
10. Να συγκρίνετε την αποτελεσματικότητα των μεθόδων CHR & T_{sum} , χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα για τους δείκτες απόδοσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η συνάρτηση μεταφοράς, ενός δευτεροβάθμιου συστήματος ή ισοδύναμα ενός απλοποιημένου δευτεροβάθμιου συστήματος, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

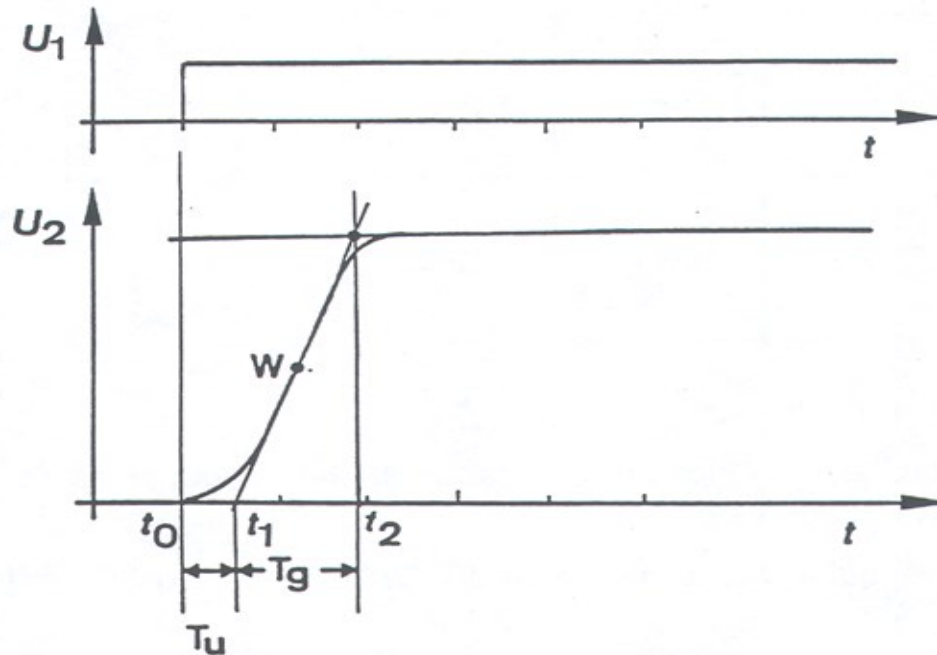
$$H(s) = K_s \frac{1}{T_1 s + 1} \cdot \frac{1}{T_2 s + 1} \quad (1)$$

- controlled system time constants T_1 and T_2

- controlled system gain K_s

Παρατηρώντας στο παλμογράφο τη βηματική απόκριση ενός συστήματος έχουμε, για μη πρωτοβάθμια συστήματα, τις παραμέτρους:

- dead time $t_u = T_e$ (equivalent dead time), και
- balancing time $t_g = T_b$ (balancing time)



Δίνεται:

$$T_1 = \frac{T_b}{e} \approx 0.37T_b$$

$$T_2 = \frac{T_e}{3 - e} \approx 3.33T_e$$

$$T_\Sigma = T_1 + T_2$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥ

CHR

Overshoot	0%			20%		
Ελεγκτής	K	T _i	T _d	K	T _i	T _d
P	$\frac{0.3}{K} \frac{T_g}{T_u}$			$\frac{0.7}{K} \frac{T_g}{T_u}$		
PI	$\frac{0.35}{K} \frac{T_g}{T_u}$	1.2 T _g		$\frac{0.6}{K} \frac{T_g}{T_u}$	T _g	
PID	$\frac{0.6}{K} \frac{T_g}{T_u}$	T _g	0.5 T _u	$\frac{0.95}{K} \frac{T_g}{T_u}$	1.4T _g	0.47 T _u

Πίνακας 1. Παράμετροι ελεγκτή με τη μέθοδο CHR για setpoint response.

T_{sum}

Ελεγκτής	K	T _i	T _d
P	$\frac{1}{K_s}$		
PI	$\frac{0.5}{K_s}$	0.5 · T _Σ	
PID	$\frac{1}{K_s}$	0.66 · T _Σ	0.17 · T _Σ

Πίνακας 3. Παράμετροι ελεγκτή με τη μέθοδο T_{sum}

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

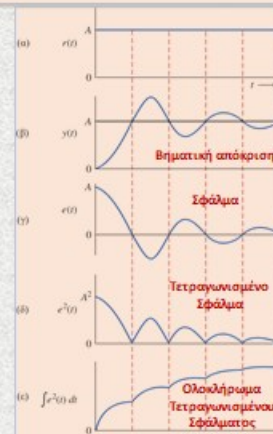
ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Δείκτης απόδοσης είναι μια μετρήσιμη ιδιότητα της απόδοσης ενός συστήματος και επιλέγεται με γνώμονα τις σημαντικότερες προδιαγραφές του συστήματος

Ένας βολικός δείκτης απόδοσης είναι το ολοκλήρωμα του τετραγώνου του σφάλματος, ISE (Integral Square Error), που ορίζεται ως ακολούθως

$$ISE = \int_0^T e^2(t) dt$$

Το άνω όριο, T , του ολοκληρώματος αντιπροσωπεύει μια πεπερασμένη τιμή του χρόνου τέτοια ώστε το ολοκλήρωμα να πλησιάζει σε μια τιμή μόνιμης κατάστασης. Συνήθως, επιλέγουμε για τον χρόνο T την τιμή, T_s , του χρόνου αποκατάστασης



Υπολογισμός του ολοκληρώματος του τετραγωνικού σφάλματος

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Άλλοι δείκτες απόδοσης είναι

$$IAE = \int_0^T |e(t)| dt$$

$$ITAE = \int_0^T t |e(t)| dt$$

$$ITSE = \int_0^T t e^2(t) dt$$

Η καλύτερη επιλογή είναι ο δείκτης $ITAE$ με ευδιάκριτη ελάχιστη τιμή καθώς οι παράμετροι μεταβάλλονται

Η γενική μορφή του ολοκληρώματος απόδοσης είναι

$$I = \int_0^T f(e(t), r(t), y(t), t) dt$$

όπου f είναι συνάρτηση του σφάλματος, της εισόδου, της εξόδου και του χρόνου.

