

Προεργασία 3ης άσκησης

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

Σημείωση. Παραδίδονται κώδικες και αποτελέσματα.

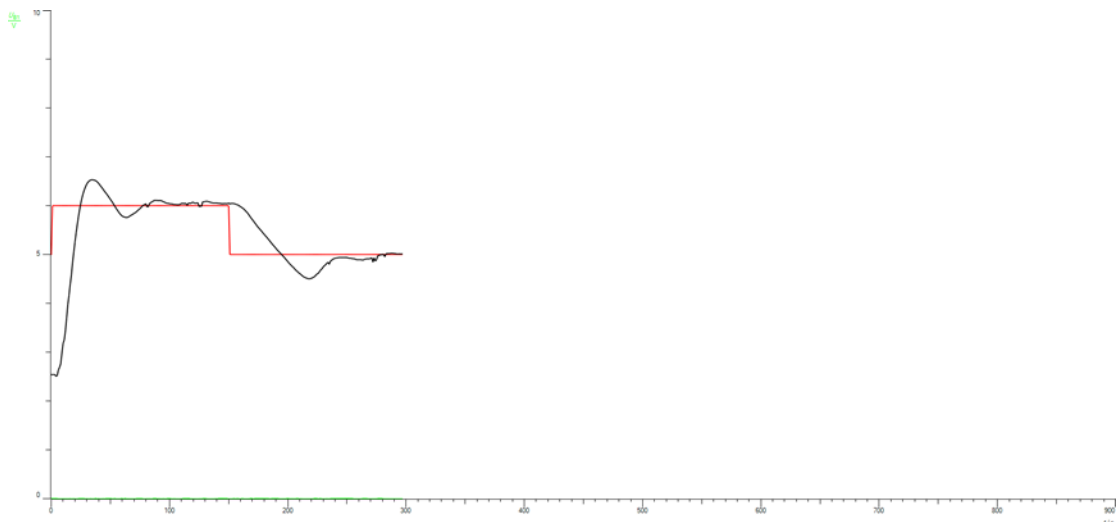
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

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

Δίνονται: Η συνάρτηση μεταφοράς του θερμικού συστήματος του εργαστηρίου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

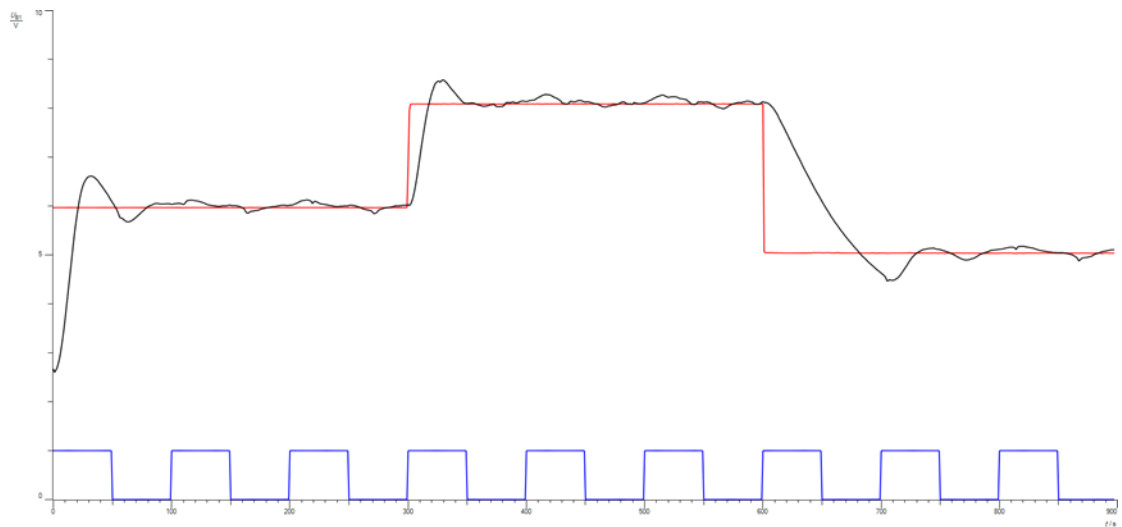
1. Μας δίνονται για το θερμικό σύστημα του εργαστηρίου : $K_s=0,75$, $T_g= 50$ sec, $T_u = 5$ sec. Να υπολογίσετε τη βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος, χωρίς δράση ελεγκτή.
2. Να υλοποιήσετε την απόκριση των P, PI, PID ελεγκτών με CHR για 20% overshoot και reference aperiodic control για το παρακάτω σήμα εισόδου: DC-super posed square wave, offset 5 V, amplitude 1 V, περίοδος 300sec) (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 υλοποιήσετε την απόκριση του PID ελεγκτή με CHR για 0% overshoot και disturbance, για το παρακάτω σήμα εισόδου (κόκκινο χρώμα), παρουσία διαταραχής (μπλε χρώμα) :



5. Να επαναλάβετε το 2 & 3, χρησιμοποιώντας, ελεγκτές ρυθμισμένους με την εμπειρική μέθοδο T_{sum} . χρησιμοποιώντας το ίδιο σήμα εισόδου και το ίδιο παράθυρο παρατήρησης.
6. Να συγκρίνετε την αποτελεσματικότητα των μεθόδων CHR & T_{sum} , χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα για τους δείκτες απόδοσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 **ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

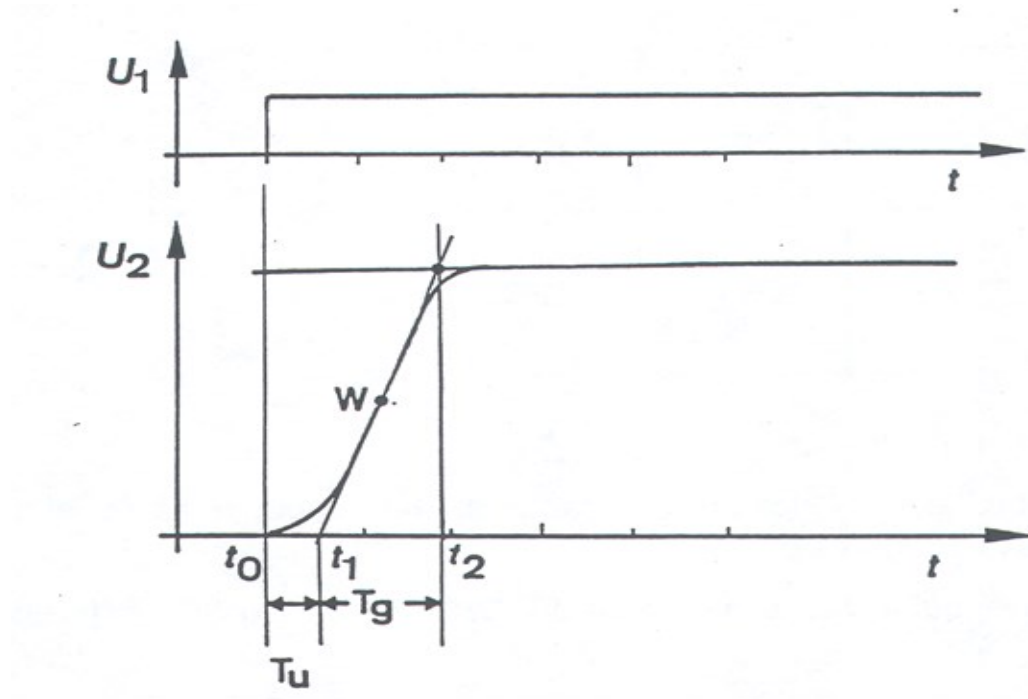
Η συνάρτηση μεταφοράς, ενός δευτεροβάθμιου συστήματος ή ισοδύναμα ενός απλοποιημένου δευτεροβάθμιου συστήματος, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

- 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 & T_{sum}

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.

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	$\frac{0.6}{K} \frac{T_g}{T_u}$	4T _g		$\frac{0.6}{K} \frac{T_g}{T_u}$	2.3 T _g	
PID	$\frac{0.95}{K} \frac{T_g}{T_u}$	2.4 T _g	0.42 T _u	$\frac{1.2}{K} \frac{T_g}{T_u}$	2.0 T _g	0.42 T _u

Πίνακας 2. Παράμετροι ελεγκτή με τη μέθοδο CHR για load disturbance response

T_{sum}

Ελεγκτής	K	T _i	T _d
P	$\frac{1}{K_s}$		
PI	$\frac{0.5}{K_s}$	$0.5 \cdot T_\Sigma$	
PID	$\frac{1}{K_s}$	$0.66 \cdot T_\Sigma$	$0.17 \cdot T_\Sigma$

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

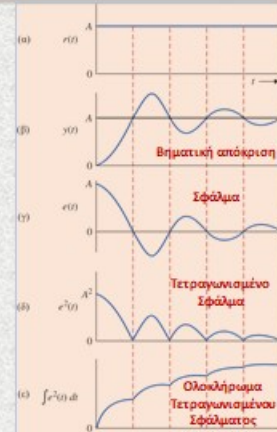
ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

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.

