

Εισαγωγική Άσκηση

(Παραδίδεται, ανά ομάδα στο eclass μετά την εκτέλεση της άσκησης, σε προθεσμία που ορίζεται)

- **Απόκριση ΓΧΑ συστημάτων δεύτερης τάξης**
- **Γνωριμία με τα Όργανα**

Σκοπός της άσκησης

- Εξοικείωση των φοιτητών στα χαρακτηριστικά της βηματικής απόκρισης των ευσταθών ΓΧΑ συστημάτων δεύτερης τάξης.

Προ απαιτούμενες γνώσεις

- Κεφάλαιο 2, R.C. Dorf, R.H. Bishop
- Συνοπτική θεωρία εργαστηρίου
- Παρουσιάσεις εργαστηρίου

Σύνταξη - Επιμέλεια:

Ε.ΔΙ.Π Μανόλης Ντουντουνάκης

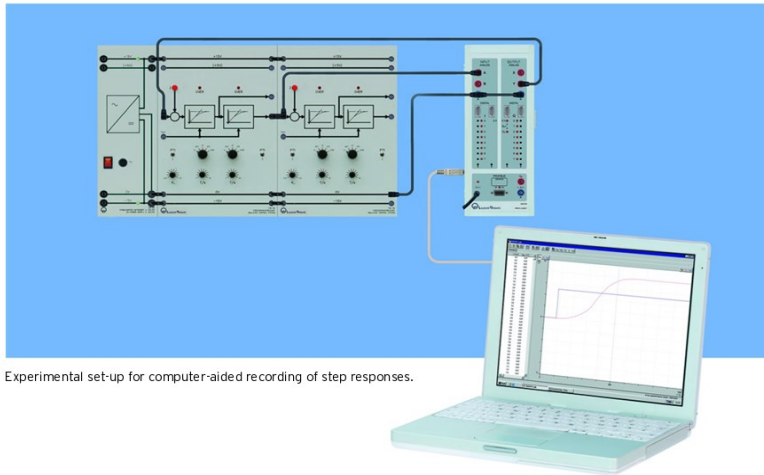
Μ.Δ.Ε. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Υποψήφιος Διδάκτορας Πολυτεχνείου Κρήτης

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

Ευσταθή συστήματα με πόλους, ένα ή περισσότερους, πραγματικούς και αρνητικούς
(Διακόπτες PT1/I στη θέση PT1)

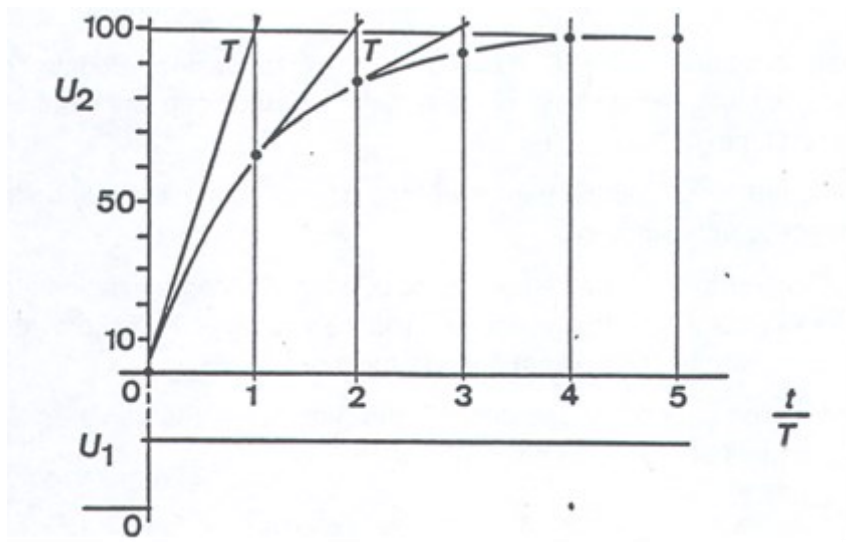
$$H(s) = K_s \frac{1}{T_1 s + 1} \frac{1}{T_2 s + 1} \dots \quad T_i \in \mathbb{R}^+, i \in \mathbb{N}$$



Experimental set-up for computer-aided recording of step responses.

ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η βηματική απόκριση του πρωτοβάθμιου εξομοιωμένου συστήματος του εργαστηρίου δίνεται:



$\frac{t}{T}$	1	2	3	4	5
$\frac{U_2}{U_1}$	63.2%	86.5%	95%	98.2%	99.3%

ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ - ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

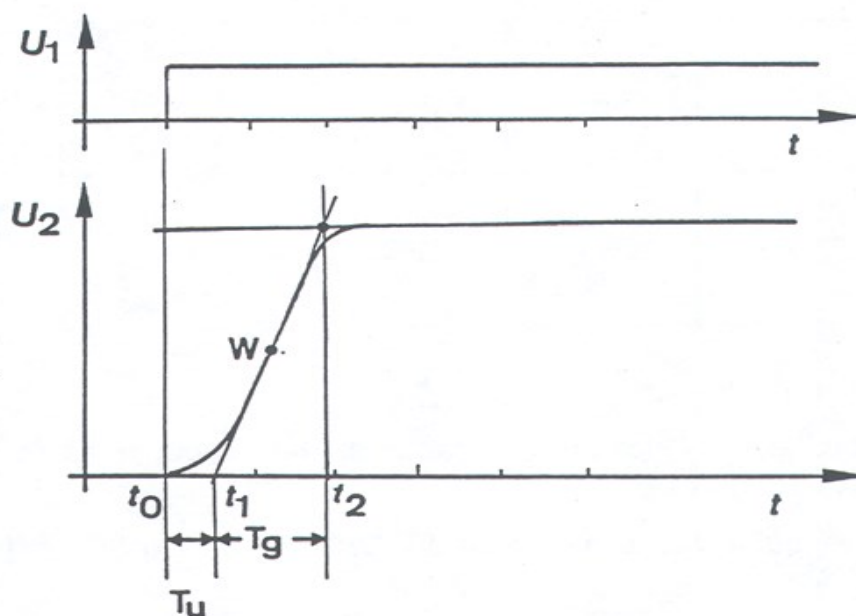
Η συνάρτηση μεταφοράς του δευτεροβάθμιου εξομοιωμένου συστήματος του εργαστηρίου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

- Χρονικές σταθερές του υπό έλεγχο συστήματος, T_1 and T_2
- Κέρδος, του υπό έλεγχο συστήματος, K_s

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

- Χρόνος αργής μεταβολής, $t_u = T_e$, και
- Χρόνος γρήγορης μεταβολής, $t_g = T_b$.

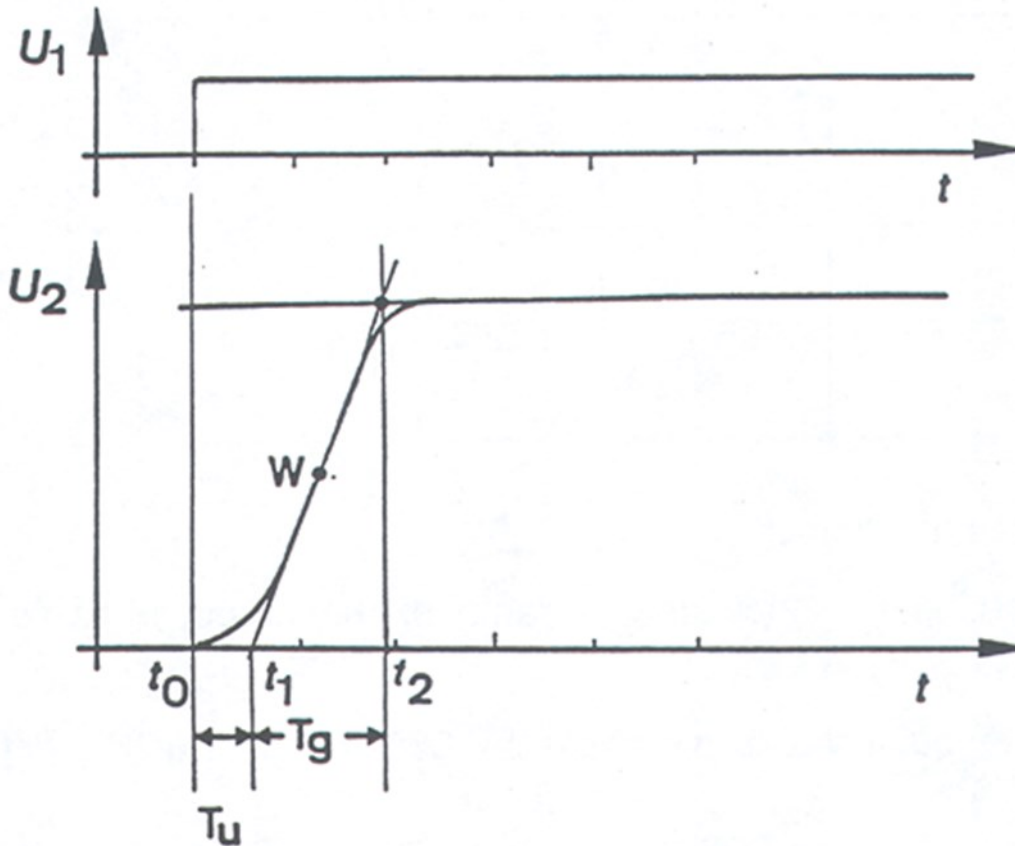


Οι χρονικές σταθερές του δευτεροβάθμιου συστήματος δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις (οι σχέσεις δεν ισχύουν ανάποδα):

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

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

ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΤΑΞΗΣ ΑΠΟ ΔΕΥΤΕΡΗΣ - ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ Ν-ΒΑΘΜΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



$$H(s) = K_s \frac{1}{T_1 s + 1} \frac{1}{T_2 s + 1} \dots \quad T_i \in \mathbb{R}^+, i \in \mathbb{N}$$

Η συνάρτηση μεταφοράς του απλοποιημένου δευτεροβάθμιου εξομοιωμένου συστήματος του εργαστηρίου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

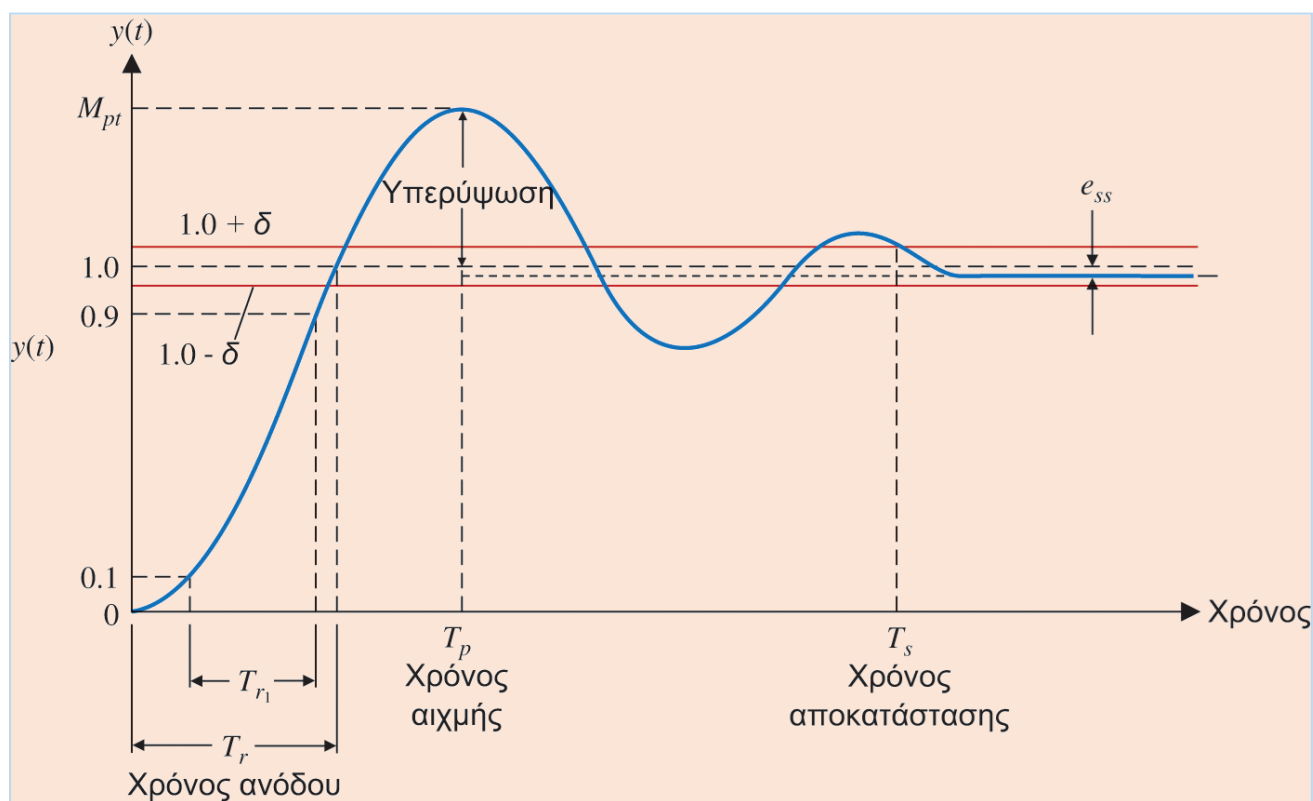
- Χρονικές σταθερές του απλοποιημένου δευτεροβάθμιου εξομοιωμένου συστήματος του υπό έλεγχο συστήματος, T_1 and T_2
- Κέρδος, του υπό έλεγχο συστήματος, K_s

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

- Χρόνος αργής μεταβολής, $t_u = T_e$, και
- Χρόνος γρήγορης μεταβολής, $t_g = T_b$.

Οι χρονικές σταθερές του απλοποιημένου δευτεροβάθμιου συστήματος δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις **(οι σχέσεις δεν ισχύουν ανάποδα)**:

- $T_1 = \frac{T_b}{e} \approx 0.37T_b$
- $T_2 = \frac{T_e}{3-e} \approx 3.33T_e$
- $n \cong \frac{T_u}{T_{g*}} * 10 + 1$



Βηματική απόκριση συστήματος ελέγχου Μετρήσιμα χαρακτηριστικά

Χρήση του διακόπτη εκφόρτωσης (Toggle switch, single pole)

Ο διακόπτης εκφόρτωσης, χρησιμοποιείται για την εκφόρτωση του συστήματος υπό έλεγχο, δηλαδή μηδενικές αρχικές συνθήκες. Το 0 του διακόπτη συνδέεται στα +15 Volt και το 1 με όλα τα I_{OFF} των συστημάτων. Πριν από κάθε μέτρηση γίνεται εκφόρτωση ως εξής. Με τη τροφοδοσία

ανοικτή, το διακόπτη στο Set Point Potentiometer πάνω, ανοίγομε το διακόπτη εκφόρτωσης μέχρι η απόκριση του συστήματος να επιστρέψει μόνιμα στο μηδέν. Μετρήσεις παίρνονται με το διακόπτη εκφόρτωσης κλειστό. Εναλλακτικά, χωρίς το διακόπτη εκφόρτωσης, γίνεται εκφόρτωση κλείνοντας τη τροφοδοσία και περιμένοντας λίγα δευτερόλεπτα πριν την ανοίξομε ξανά.

Πειραματικό μέρος

(Να υπολογίζονται οι παράμετροι του συστήματος (χρόνος ανόδου, υπερύψωσης κλπ.) της απόκρισης), σε κάθε μέτρηση, με τη χρήση του Cassylab.

Όλες οι μετρήσεις γίνονται ως εξής:

- Καταγραφή με δυο κανάλια ((κανάλι X) – (κανάλι A))
- Τα Volt/div και Time/div ρυθμίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα Cassy Lab 2
- Με τη βοήθεια των εργαστηριακών βοηθών ενεργοποιήστε τα κανάλια, A του καταγραφικού και X της γεννήτριας κυματογράφων
- Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους στα +15 Volt, –15 Volt και 0 Volt (όχι στα +5 Volt)

Σημείωση 1: Όπου υπάρχουν αμφιβολίες για τη διάταξη ή και τις ρυθμίσεις, που πρέπει να υλοποιήσετε, συμβουλευτείτε τους διδάσκοντες του εργαστηρίου

Σημείωση 2: Πάντα οδηγούμε το σήμα εισόδου, που παράγεται από τη γεννήτρια κυματογράφων, πχ X, μέσω του καναλιού του καταγραφικού, πχ A, στην επιθυμητή θέση.

Συστήματα 2^{ης} τάξης

Να υλοποιήσετε τη συνδεσμολογία του διαγράμματος 1.1. Να κάνετε τις ακόλουθες ρυθμίσεις:

Στο εξομοιωμένο σύστημα:

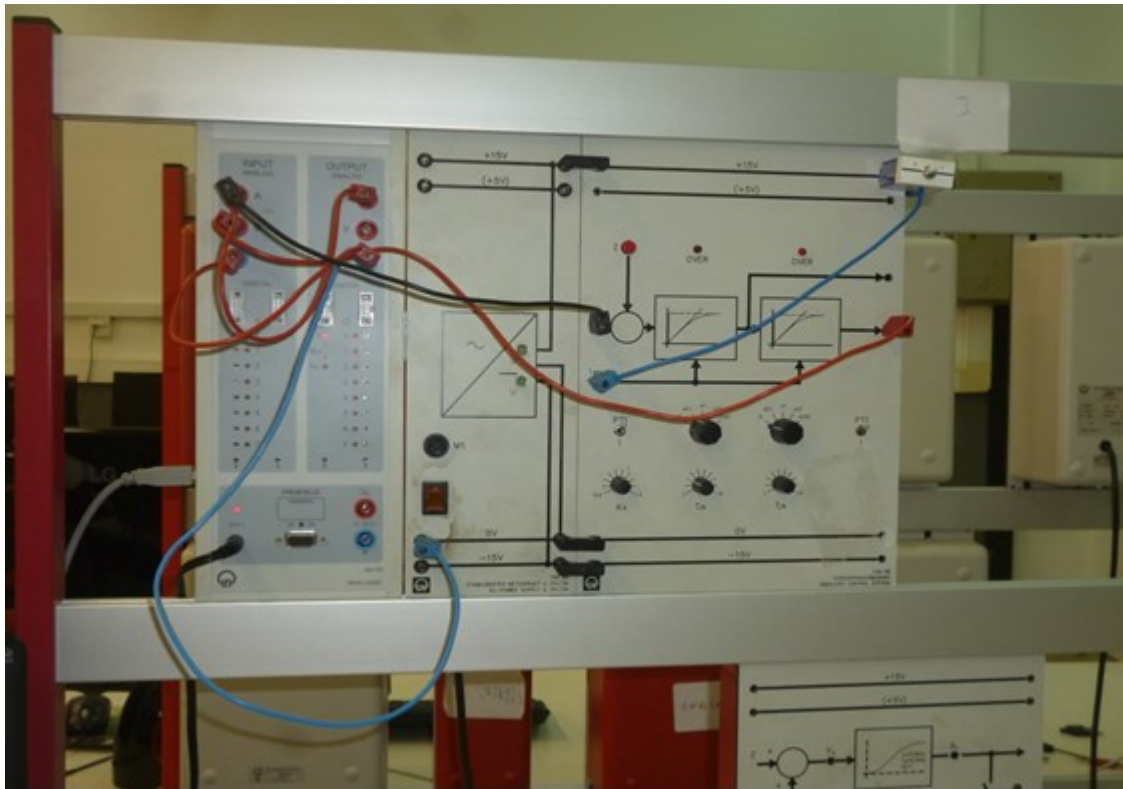
- $K_s = 1.0$ και
- Διακόπτες PT1/I στη θέση PT1

Στη γεννήτρια κυματογράφων, X, του Profi - CASSY:

- Range -10 V...10 V
- Signal Form: DC
- V : 5.0 Volt

Στα κανάλια του καταγραφικού:

- Κανάλι A: στην είσοδο του συστήματος
- Κανάλι B: στην έξοδο του συστήματος
- Κανάλι X: στο κανάλι A του καταγραφικού



Διάγραμμα 1.1: Βηματική απόκριση συστημάτων δεύτερης τάξης

Να καταγράψετε τη βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος, με τη βοήθεια του διακόπτη εκφόρτισης, για $T_1 = T_2$ όταν:

- $T_1 = 1 \text{ sec}$, και
- $T_1 = 2 \text{ sec}$

Να καταγράψετε τη βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος, με τη βοήθεια του διακόπτη εκφόρτισης, για $T_2 = 5 \cdot T_1$ όταν:

- $T_1 = 1 \text{ sec}$

Να καταγράψετε τη βηματική απόκριση του ανοικτού συστήματος, με τη βοήθεια του διακόπτη εκφόρτισης, όταν:

- $T_1 = 0.1 \text{ sec}$ και $T_2 = 10 \text{ sec}$

Να υπολογίσετε, στην αναφορά σας, για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, τη συνάρτηση μεταφοράς του υπό έλεγχο συστήματος. Σε κάθε περίπτωση να υπολογίζονται οι χρόνοι T_u , T_g , και

οι παράμετροι της βηματικής απόκρισης (χρόνος ανόδου κλπ.), από τη γραφική παράσταση (όχι από το Matlab).

Παρατήρηση 1. Μετρήσεις παίρνονται μόνο μετά από πλήρη εκφόρτιση του συστήματος είτε με χρήση του διακόπτη toggle switch είτε κλείνοντας τη τροφοδοσία για όσο χρειάζεται.

Παρατήρηση 2. Να σχολιάσετε, ανά μέτρηση, όσο πιο αναλυτικά μπορείτε, τα αποτελέσματα στο πειραματικό μέρος.

Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων εξομοίωσης.

Να σχολιάσετε - δικαιολογήσετε, ανά μέτρηση, όσο πιο αναλυτικά μπορείτε, τυχόν διαφορές ή ομοιότητες μεταξύ των αποτελεσμάτων προσομοίωσης με Matlab στο θεωρητικό μέρος και των πειραματικών αποτελεσμάτων στο πειραματικό μέρος.