



ΣΧΟΛΗ Η.Μ.Μ.Υ ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

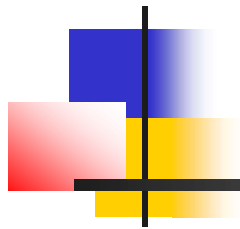


Δ/ντης: Καθηγητής Μιχάλης Ζερβάκης

Διδάσκοντας: Επ. Καθηγητής Ν. Μπεκιάρης

- Λυμπέρης

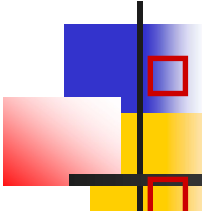
Ε.ΔΙ.Π. Μανόλης Ντουντουνάκης



ΣΥΣ201

(2^η Εργαστηριακή Άσκηση)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- 
- ☐ Ο Έλεγχος και η αποτύπωση των αποτελεσμάτων γίνεται με χρήση Η/Υ
 - ☐ Όλες οι ασκήσεις συνδυάζουν χρήση πραγματικών συστημάτων με χρήση Η/Υ
 - ☐ Οι ασκήσεις έχουν διάρκεια δυο (2) ώρες
 - ☐ Οι ασκήσεις πραγματοποιούνται σε ομάδες των τριών (3) ατόμων.
 - ☐ Στο τέλος του εξαμήνου γίνεται **προφορική εξέταση** του εργαστηρίου.
 - ☐ Η εξέταση είναι υποχρεωτική.
 - ☐ Όλες οι εργαστηριακές ασκήσεις καλύπτονται σε ικανοποιητικό βαθμό από τις σημειώσεις του εργαστηρίου και το βιβλίο θεωρίας.
 - ☐ Στο εργαστήριο εγγράφονται περίπου 150 φοιτητές κάθε εξάμηνο και έχουμε ποσοστό επιτυχίας περίπου 70%.

ΤΡΟΠΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

- Κάθε εργαστηριακή άσκηση αποτελείται από πειραματικό μέρος, και μέρος επεξεργασίας – αξιολόγησης των αποτελεσμάτων.
- Η συμμετοχή του πειραματικού μέρους είναι 50% στη συνολική βαθμολογία της άσκησης.
- Η συμμετοχή του μέρους επεξεργασίας – αξιολόγησης των αποτελεσμάτων είναι 50% στη συνολική βαθμολογία της άσκησης.
- Οι εργαστηριακές αναφορές (πειραματικό μέρος, μέρος επεξεργασίας - αξιολόγησης) παραδίδονται, ηλεκτρονικά, στις προθεσμίες που ορίζονται.
- Στο τέλος του εξαμήνου γίνεται **προφορική εξέταση** του εργαστηρίου. Η συμμετοχή της εξέτασης στο τελικό βαθμό του εργαστηρίου είναι 40%.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

- Στο εργαστήριο, θα μελετήσουμε, τη συμπεριφορά και τον έλεγχο πραγματικών συστημάτων, με χρήση PID ελεγκτή.
- Στο εργαστήριο, θα κατανοήσουμε, «απτά», κλασσικά προβλήματα αυτομάτου έλεγχου, όπως έλεγχο στρόφων κινητήρα ή έλεγχο τάσης γεννήτριας
- Στο εργαστήριο, θα διαπιστώσουμε, «απτά», τη καταλληλότητα ή μη ενός ελεγκτή, στο πρόβλημα που εξετάζουμε



ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΥΛΕΙΑΣ

Πριν το Εργαστήριο:

- Μελέτη, της θεωρίας της εργαστηριακής άσκησης
- Μελέτη, από το βιβλίο θεωρίας, των χαρακτηριστικών του υπό παρατήρηση συστήματος

Στο Εργαστήριο:

Μετά το Εργαστήριο:

Σε κάθε μέτρηση ή ομάδα μετρήσεων, προσπαθήστε να απαντήσετε σε ερωτήσεις όπως τι μετρώ, γιατί μετρώ, ποιος είναι ο στόχος κλπ.

Σύνταξη Εργαστηριακής αναφοράς:

Προσεκτικά, με σαφήνεια και λιτότητα, απαντώντας στις ερωτήσεις, δείξτε ότι έχετε καταλάβει τι μελετήσατε, και έχετε γίνει «γνώστης» της σχετικής περιοχής



«Ρόλος – Σκοπός» της προφορικής εξέτασης

Η εξέταση είναι μια μεγάλη άσκηση επανάληψης, με σκοπό, μεταξύ άλλων, τη διαφοροποίηση της βαθμολογίας μέσα στην ομάδα και τον εντοπισμό της (πιθανής) αντιγραφής.

Εξεταστέα ύλη, είναι ότι έχει αναρτηθεί και έχετε κάνει στο εργαστήριο και στις αναφορές σας. Διαβάστε προσεκτικά, κύρια, τις παρουσιάσεις που αναρτήθηκαν, τις αναφορές σας και τις πρότυπες αναφορές που αναρτήθηκαν. Σε κάθε μέτρηση ή ομάδα μετρήσεων, προσπαθήστε να απαντήσετε σε ερωτήσεις όπως τι μετρώ, γιατί μετρώ, ποιος είναι ο στόχος κλπ.

Η εξέταση είναι προφορική, ο καθένας απαντάει εκ μέρους του, μόνο. Θα γίνουν στο καθένα 5-6 ερωτήσεις περίπου. Υπάρχει και αρνητική βαθμολόγηση.

Technical Details

CASSY-Interfaces and CASSY Lab 2

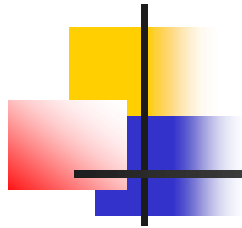
The CASSY family consists of various hardware components and the dedicated software package CASSY Lab 2.



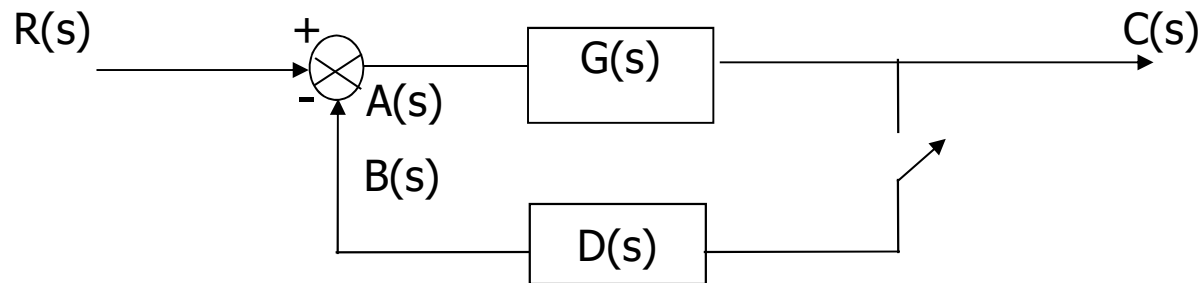
CASSY Lab 2

CASSY Lab 2 is a modern 32-bit software, applicable for Windows XP/Vista/7 with the following features:

- Data recording
- Multimeter
- Oscilloscope
- XY-plotter
- FFT-analysis
- Variety of evaluation aids
- Export of measurement data and diagrams.

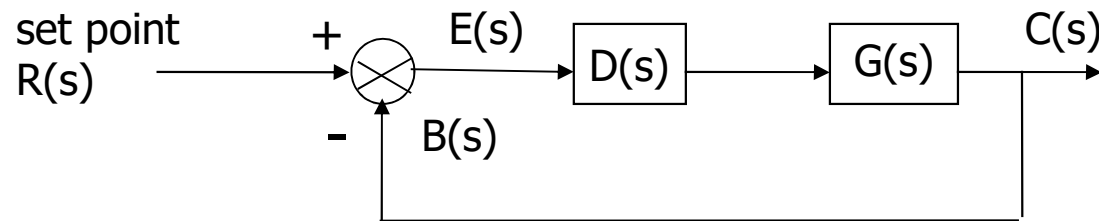
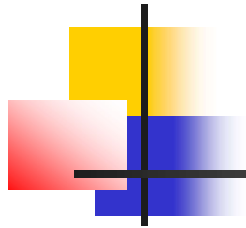


Σύστημα Ελέγχου Διεργασίας



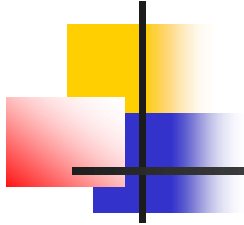
- Σκοπός ενός συστήματος αυτόματου ελέγχου διεργασίας είναι να διατηρεί σταθερή την έξοδό του σε επίδραση διαταραχών (απορρίπτει τις διαταραχές που οφείλονται σε μεταβολές του φορτίου κλπ.)
- Η συνολική συνάρτηση μεταφοράς με αρνητική ανάδραση είναι:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)D(s)}$$



- Ο ελεγκτής ενεργοποιείται σύμφωνα με την ύπαρξη ή όχι σφάλματος: σφάλμα(e) = set point $R(s)$ – $B(s)$ μεταβλητή διεργασίας.
- Συνάρτηση μεταφοράς κλειστού βρόγχου:

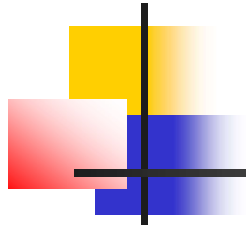
$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)D(s)}{1 + G(s)D(s)}$$



Απαραίτητη
προϋπόθεση:
Σύγκλιση

Τρόποι Σύγκλισης:

- Ασύμπτωτική
- Εκθετική

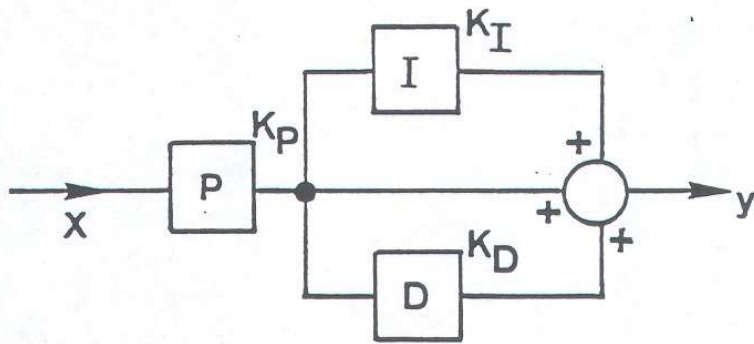


Διαδικασία σχεδίασης

Μια προτεινόμενη μέθοδος σχεδίασης δίνεται ως ακολούθως:

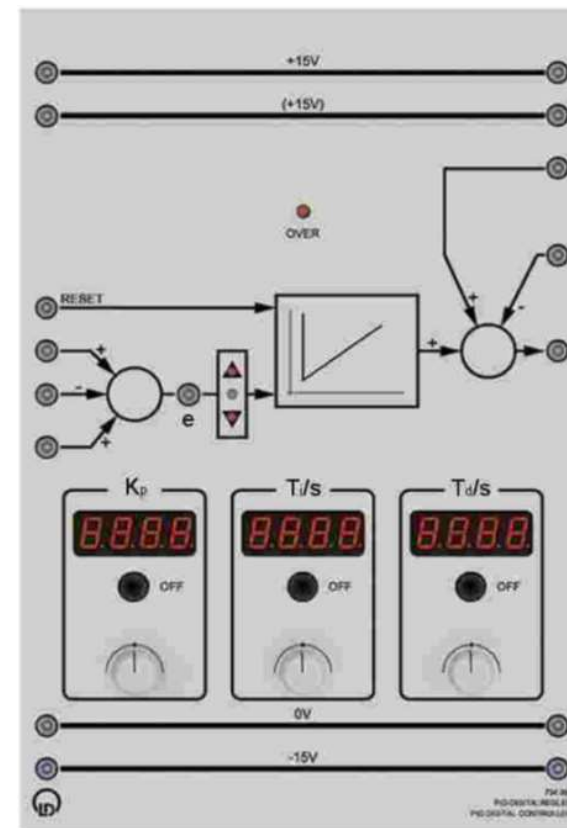
- Προδιαγραφές καλής απόδοσης
- Εννοιολογικός σχεδιασμός
- Μαθηματική μοντελοποίηση
- Εγκυρότητα μοντέλου και αναγνώριση μοντέλων
- Ανάλυση του μαθηματικού μοντέλου
- Τροποποίηση και επαναλήψεις
- Κατασκευή και έλεγχος

PID ελεγκτής (73406)

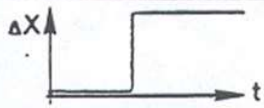
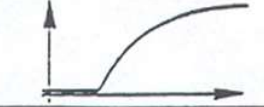

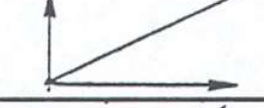



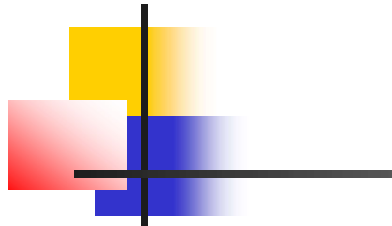
Digital PID ελεγκτής (734064)

734 061 PID Controller is
also possible



Επιλογή είδους ελεγκτή

Controlled system step response	Primary controlled variables	Applicable controllers	Inapplicable controllers
	Flow-through transport	I, <u>PI</u>	P, PD, PID
	Mixture	I, <u>PI</u> , <u>PID</u>	P, PD
	Pressure	P, PI	I
	Fluid level	P reference PI disturbance	I!
	Level course	PD reference PID disturbance	I!



Controlled system	Controller				
	P	I	PI	PD	PID
net dead time			+		
P element		+	+		
PT1 with little dead time	+	+	+	+	++
PT2 with little dead time	+		+		++
Higher order system					++
I element and delay	+		+	++	++

+: appropriate controller type

++: particularly appropriate controller type



ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

- Επιλογή, μεθόδου σχεδίασης ελεγκτή
- Επιλογή, Σύνθεσης – Δομής (P, PI, PD, PID) ελεγκτή

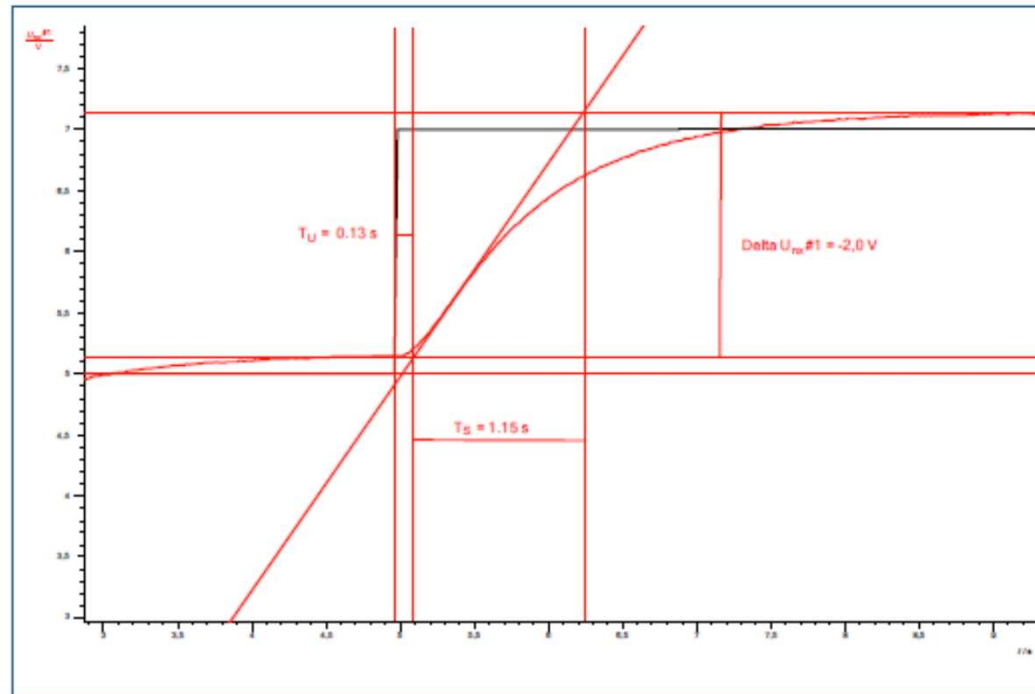
Απλοποιημένο Δευτεροβάθμιο Σύστημα

T 8.2.1

Analysis of the step response

$K_0 =$	$T_0 =$	$T_U =$
$K_S = \frac{\Delta U_{ss}}{\Delta U_R}$	$T_1 = \frac{T_S}{e} \approx 0,37 T_S$	$T_2 = \frac{T_U}{3-e} \approx 3,33 T_U$
	$T_1 =$	$T_2 =$

Unladen Motor: $Z = 0 \text{ V}$



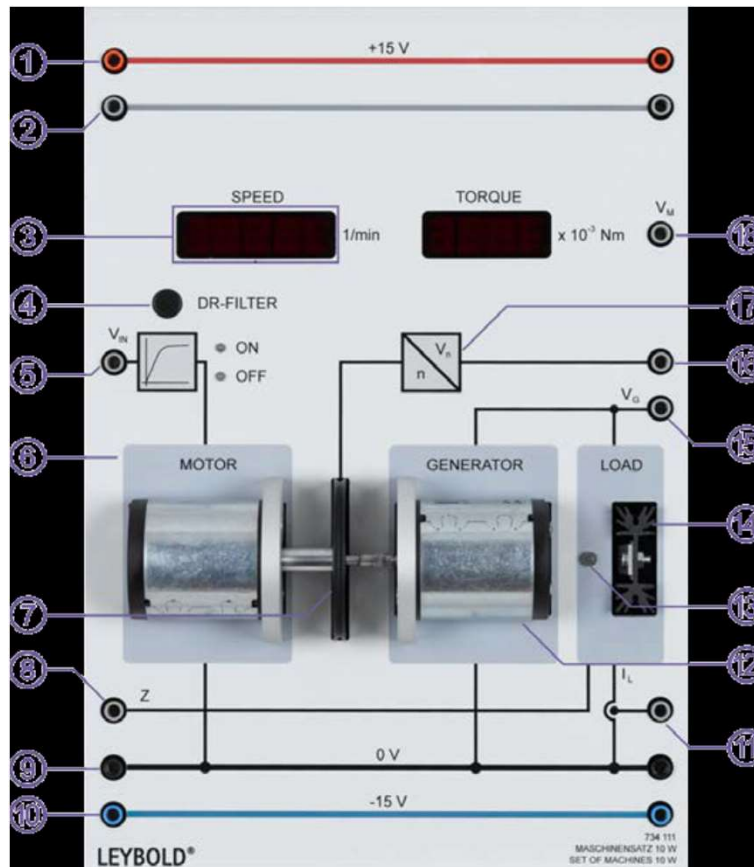
Determination of the system gain: $K_S = \frac{\Delta U_{ss}}{\Delta U_{IN}} \rightarrow K_S = \frac{2.00}{2.00} = 1$

The time constants are determined with the tangent at the inflection point: $T_U = 0.13 \text{ sec}$
 $T_S = 1.15 \text{ sec}$.

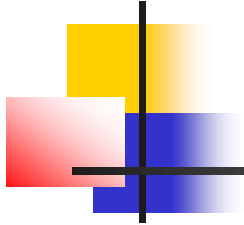
A substituted system of n similar PT1 elements is determined by T_U and T_S .

$K_S = 1$	$T_S = 1.15 \text{ sec}$	$T_U = 0.13 \text{ sec}$
$K_S = \frac{\Delta U_{ss}}{\Delta U_{IN}}$	$T_1 = \frac{T_S}{e} \approx 0.37 T_S$	$T_2 = \frac{T_U}{3-e} \approx 3.33 T_U$
	$T_1 = 0.43 \text{ sec}$	$T_2 = 0.43 \text{ sec}$
$n \approx \frac{T_U}{T_S} 10 + 1$	$n = 2$	

Motor – Generator Set

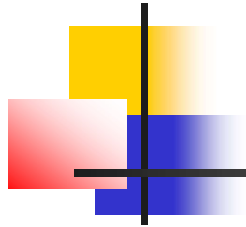


2. Motor – Generator



- Έλεγχος της τάσης εξόδου μιας DC γεννήτριας.
- Έλεγχος της ταχύτητας (στροφών) ενός DC κινητήρα.

Διαδικά προβλήματα
(τι συνεπάγεται;)



Χαρακτηριστικά

Μη Γραμμικό Σύστημα (το μόνο στο Εργαστήριο)

Προτιμάται, η μέθοδος CHR (γιατί;)

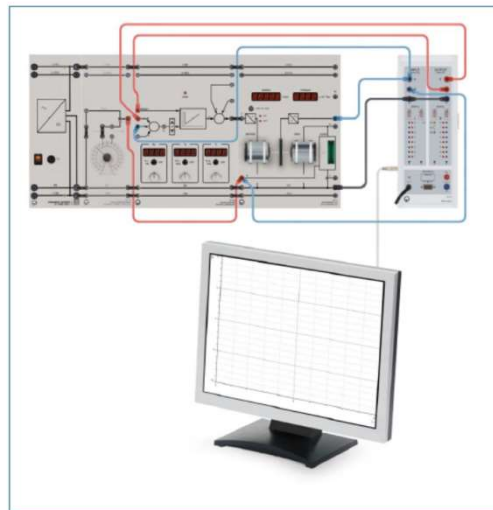
Προτιμάται, ο Ελεγκτής PI (γιατί;)

Σύγκλιση εκθετική (εξηγείστε;)

Έλεγχος της ταχύτητας (στροφών) ενός DC κινητήρα (1)

T 8.2.1

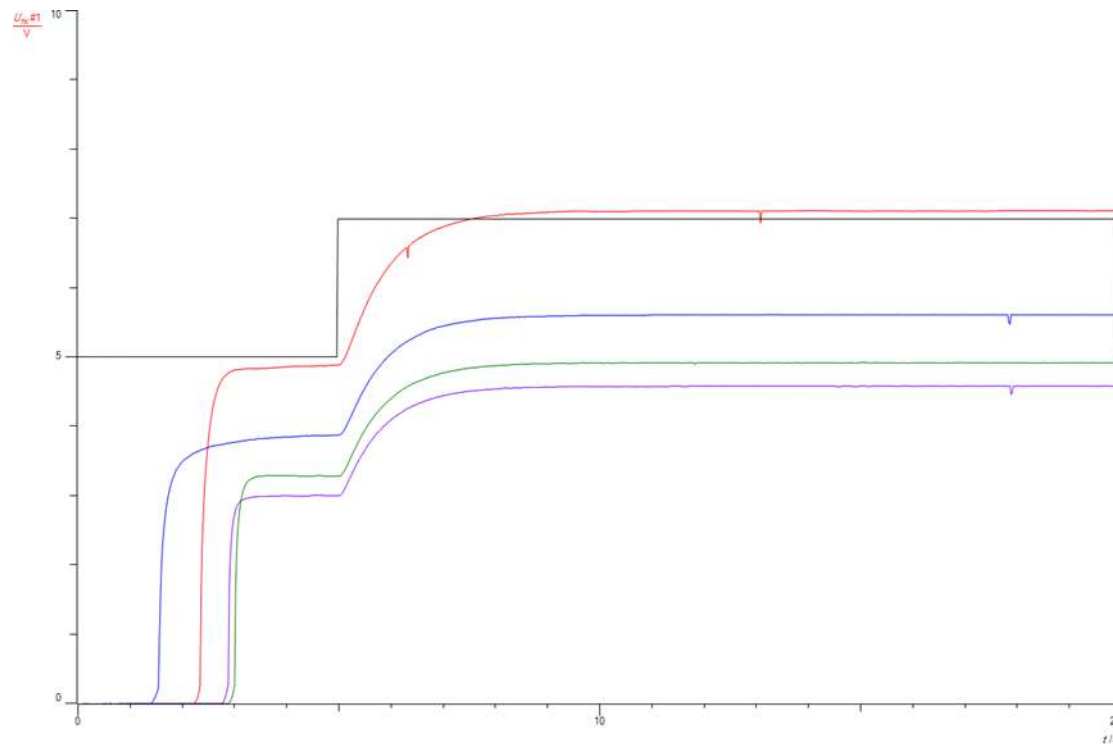
Experimentation



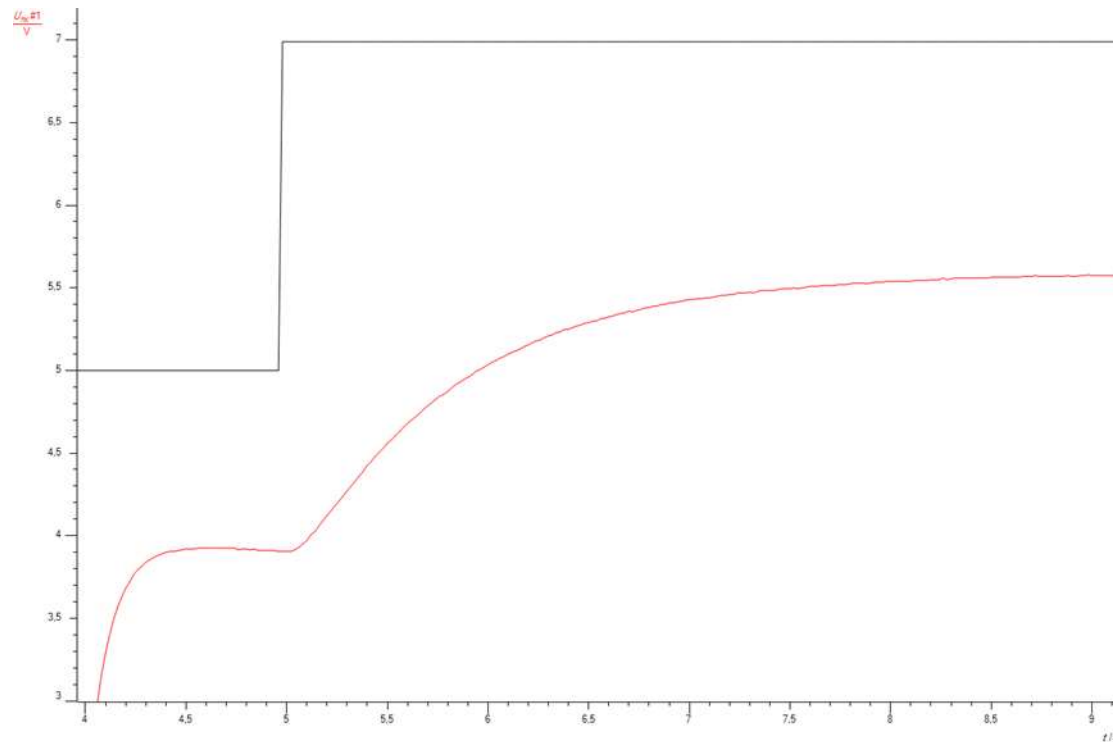
Reference Responses for Reference Step

- Set up the experiment as displayed.
- Switch the DR filter of the set of machines to ON.
- Reference variable generator: toggle switch pointing down.

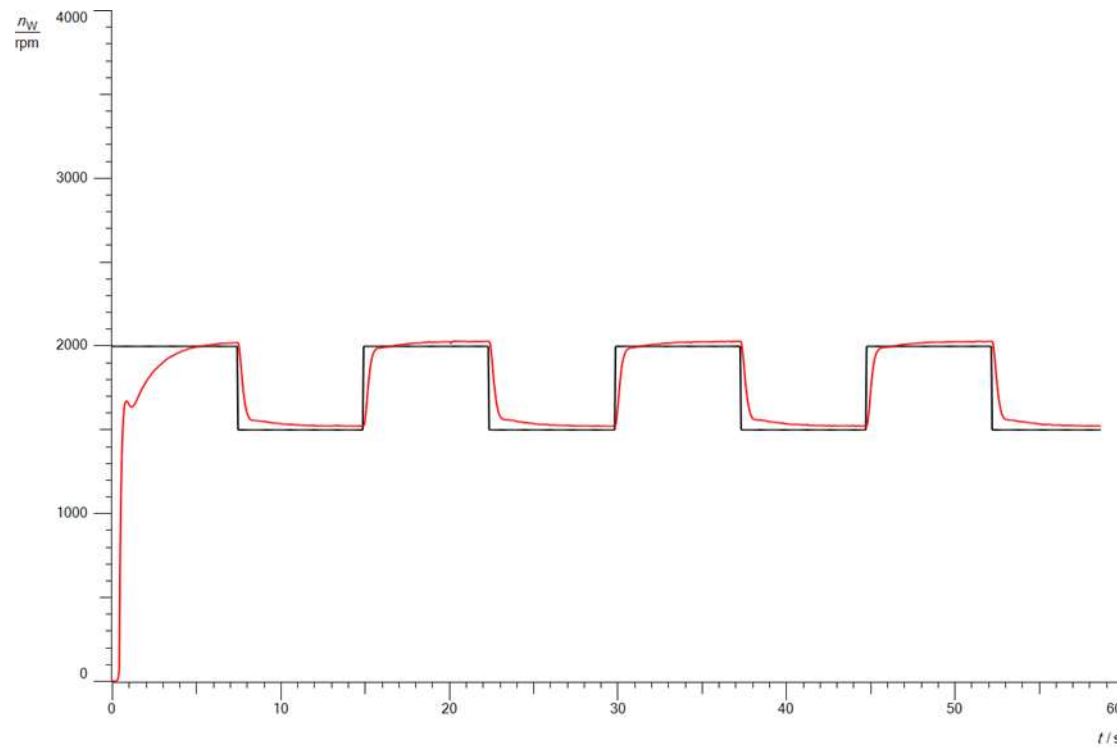
Έλεγχος της ταχύτητας (στροφών) ενός DC κινητήρα (2)



Έλεγχος της ταχύτητας (στροφών) ενός DC κινητήρα (3) (focus)

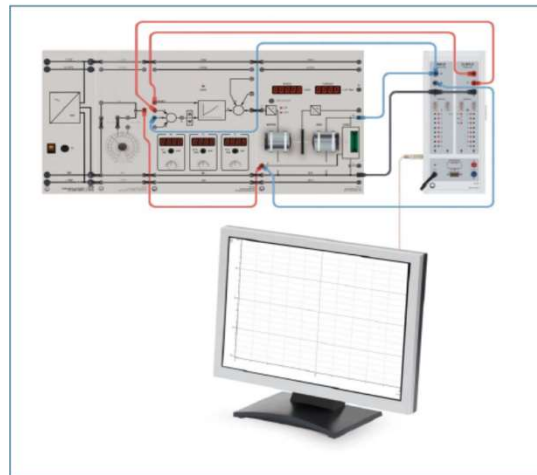


Βηματική απόκριση κλειστού συστήματος με ΡΙ ελεγκτή (CHR)



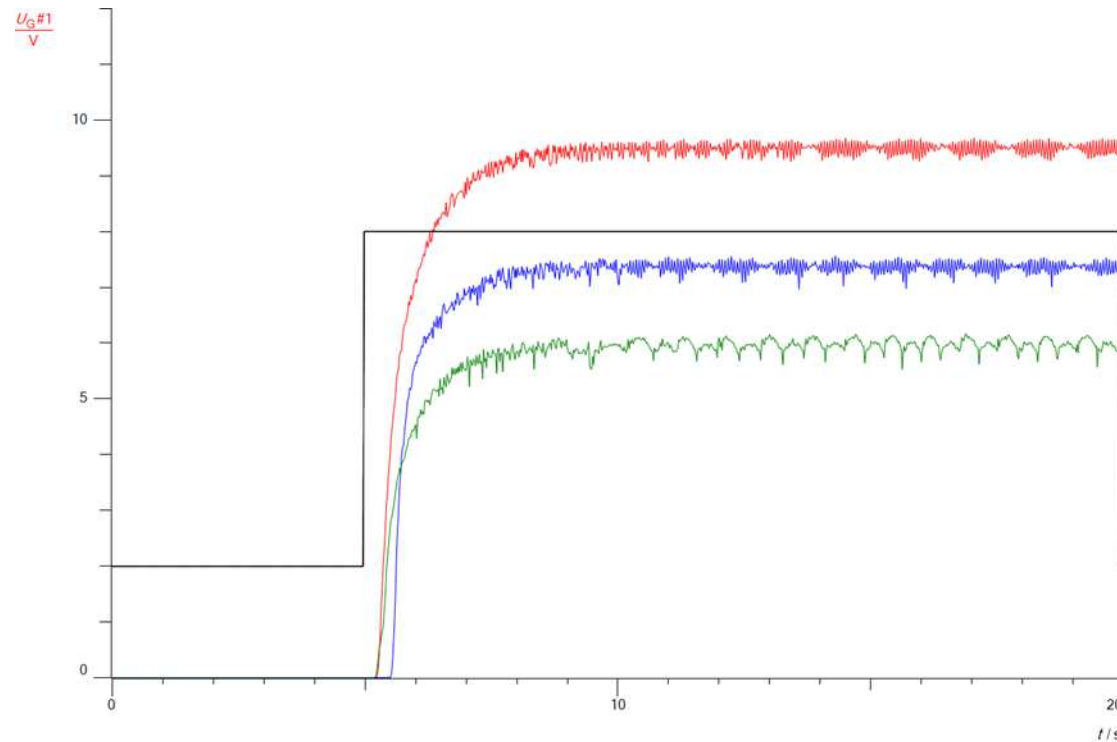
Έλεγχος της τάσης εξόδου μιας DC γεννήτριας (1)

T 8.2.1

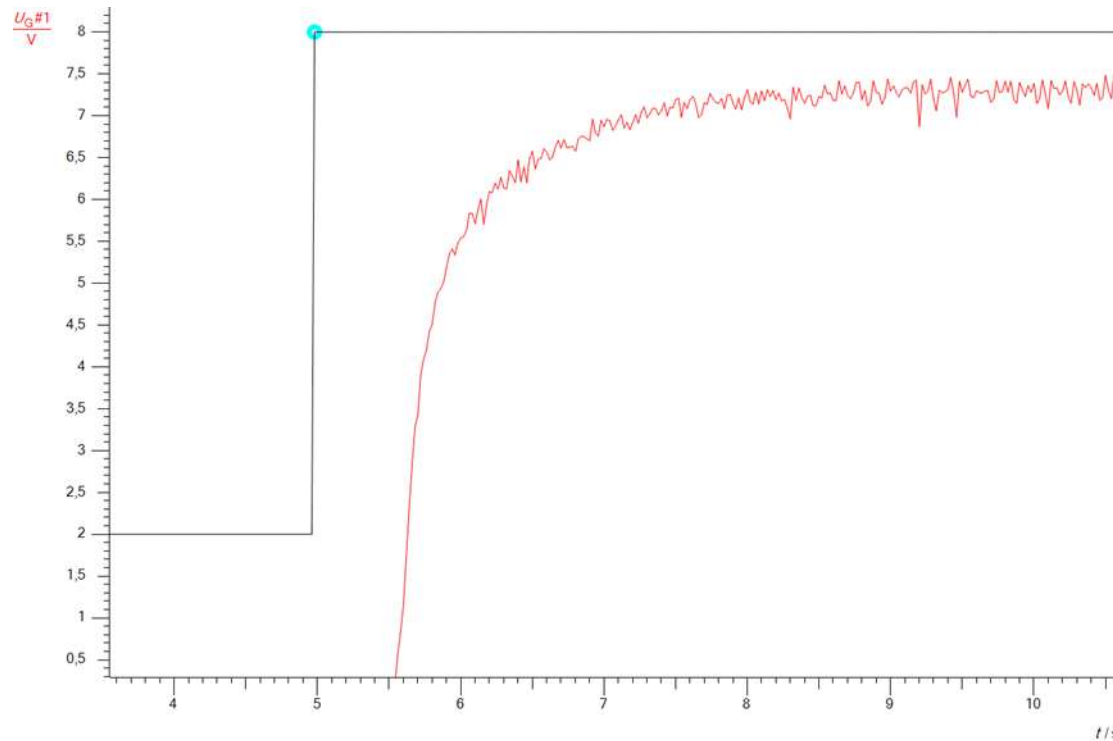


- Set up the experiment as displayed.
- Set the DR filter to ON.
- Set the PID digital controller: $K_P = 4.8$, $T_N = 1.3$, $T_V = \text{off}$.
- Load the CASSY Lab 2 example [CL VoltageRef labx](#).
- Set loading to $Z = 0.50 \text{ V}$.
- Set the step amplitude for the reference variable to $A = 2 \text{ V}$.
- Begin the measurement by pressing F9.
- Set the PID digital controller: $K_P = 0.60$, $T_N = 0.60$, $T_V = \text{off}$.
- Repeat the measurement.
- Set the PID digital controller: $K_P = 2.30$, $T_N = 1.0$, $T_V = 0.25 \text{ off}$.
- Repeat the measurement.
- Discuss your results.
- How can you empirically optimize the regulator circuit?
- Repeat the experiment for different loadings and set points for the generator voltage.

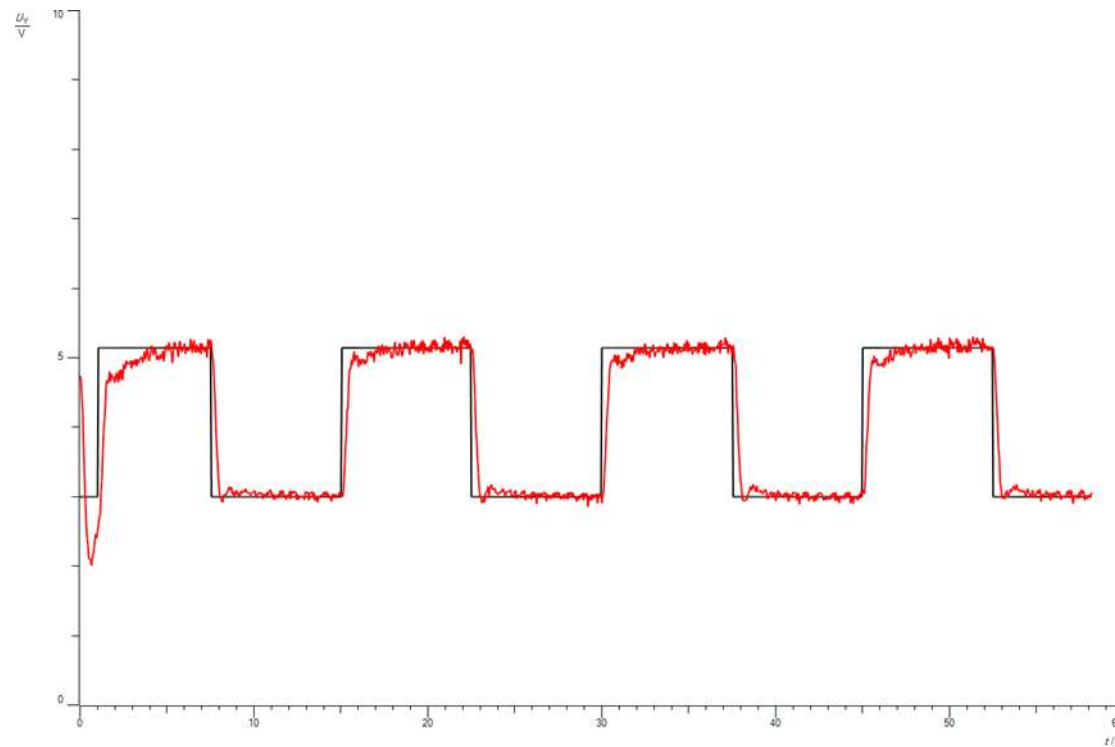
Έλεγχος της τάσης εξόδου μιας DC γεννήτριας (2)



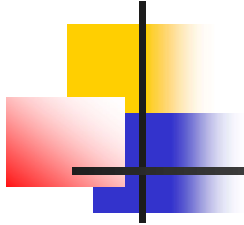
Έλεγχος της τάσης εξόδου μιας DC γεννήτριας (3) (focus)



Βηματική απόκριση κλειστού συστήματος με ΡΙ ελεγκτή (CHR)



Προτιμούνται:



- Παρατήρηση της αποτελεσματικότητας του ελεγκτή σε προβλήματα tracking, αντί σε βηματική απόκριση (γιατί;)
- Σε προβλήματα tracking, για τη μέθοδο CHR, επιλέγουμε πάντα με 0% (γιατί;)