



ΣΧΟΛΗ Η.Μ.Μ.Υ ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

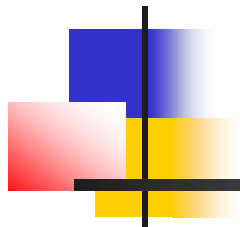
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ



Δ/ντης: Καθηγητής Μιχάλης Ζερβάκης

Διδάσκοντας: Επ. Καθηγητής Ν. Μπεκιάρης -
Λυμπέρης

Ε.ΔΙ.Π. Μανόλης Ντουντουνάκης



ΣΥΣ201

(3^η Εργαστηριακή άσκηση)



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:

Μετα 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

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

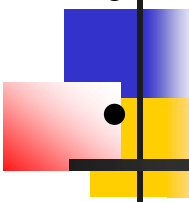
CASSY Lab 2 is a modern 32-bit software, applicable for Windows XP/Vista/7 with the following features:

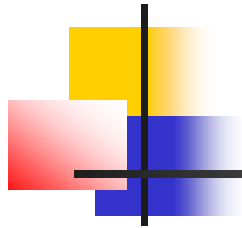
- Data recording
- Multimeter
- Oscilloscope
- XY-plotter
- FFT-analysis
- Variety of evaluation aids
- Export of measurement data and diagrams.

Νέα Δομή Ασκήσεων

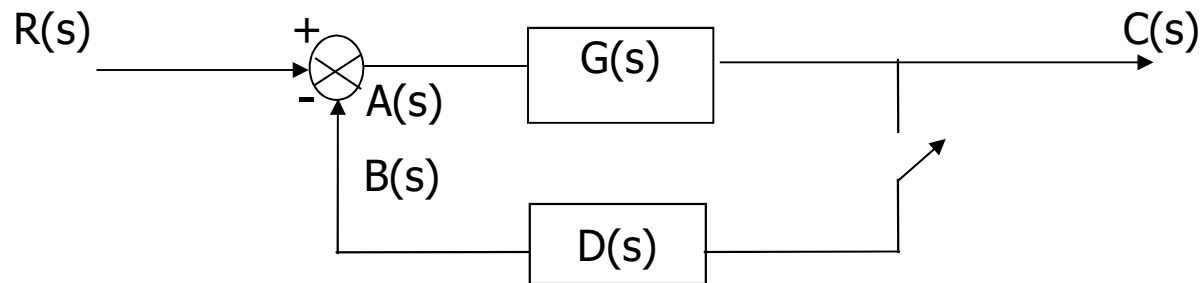
- Υλοποιούμε τη συνδεσμολογία
- Φορτώνουμε το αντίστοιχο «αρχείο» του πειράματος
- Ρυθμίζουμε slider
- F9
- Zoom & Marker

Διαφορετική «λογική» σε σχέση με ΣΥΣ401

- 
- Λιγότερες μετρήσεις
 - Στοχευμένες, μετρήσεις
 - Έμφαση στην αξιολόγηση – κατανόηση των αποτελεσμάτων - μετρήσεων

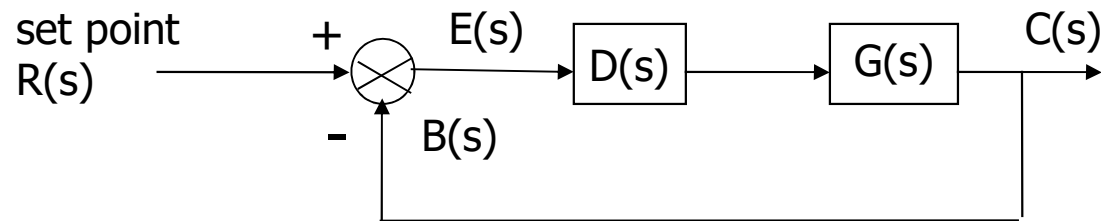
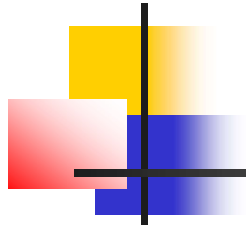


Σύστημα Ελέγχου Διεργασίας



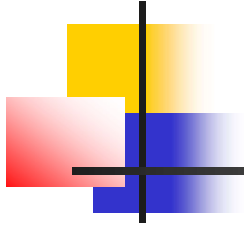
- Σκοπός ενός συστήματος αυτόματου ελέγχου διεργασίας είναι να διατηρεί σταθερή την έξοδό του σε επίδραση διαταραχών (απορρίπτει τις διαταραχές που οφείλονται σε μεταβολές του φορτίου κλπ.)
- Η συνολική συνάρτηση μεταφοράς με αρνητική ανάδραση είναι:

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



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

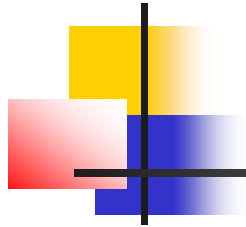
$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)D(s)}{1 + G(s)D(s)}$$



Απαραίτητη
προϋπόθεση:
Σύγκλιση

Τρόποι Σύγκλισης:

- Ασύμπτωτική
- Εκθετική

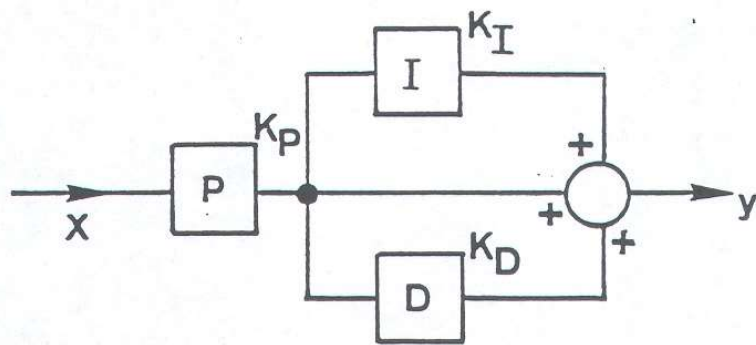


Διαδικασία σχεδίασης

Μια προτεινόμενη μέθοδος σχεδίασης δίνεται ως ακολούθως:

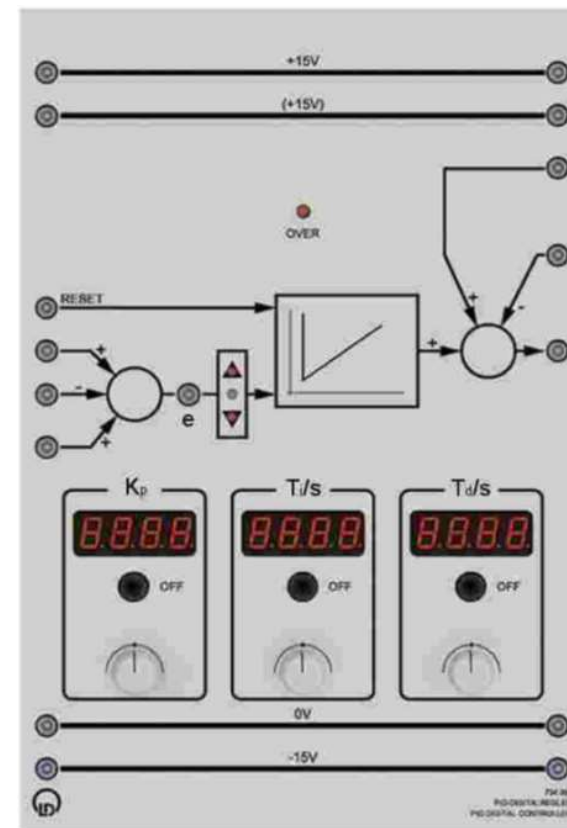
- Προδιαγραφές καλής απόδοσης
- Εννοιολογικός σχεδιασμός
- Μαθηματική μοντελοποίηση
- Εγκυρότητα μοντέλου και αναγνώριση μοντέλων
- Ανάλυση του μαθηματικού μοντέλου
- Τροποποίηση και επαναλήψεις
- Κατασκευή και έλεγχος

PID ελεγκτής (73406)

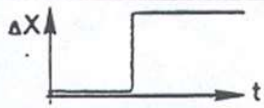
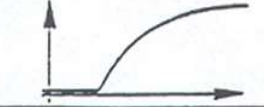

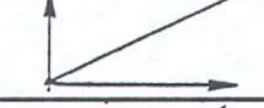
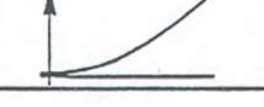


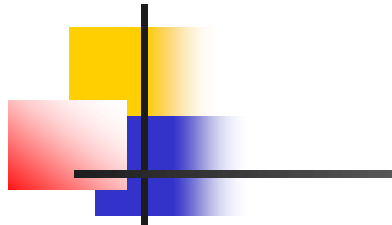
Digital PID ελεγκτής (734064)

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

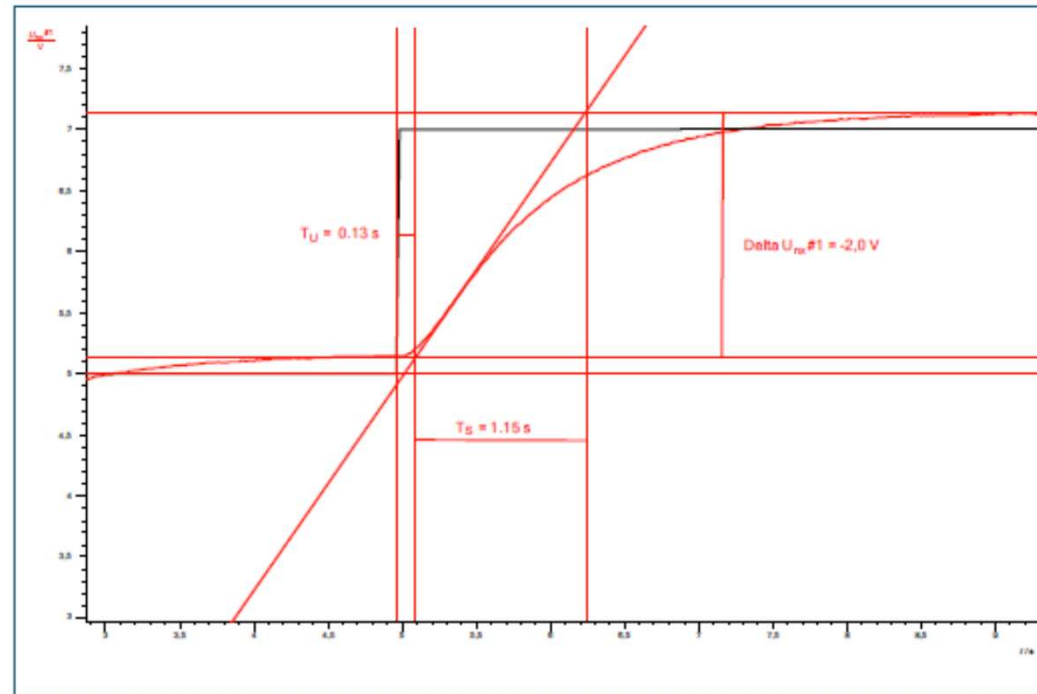
Απλοποιημένο Δευτεροβάθμιο Σύστημα

T 8.2.1

Analysis of the step response

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

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



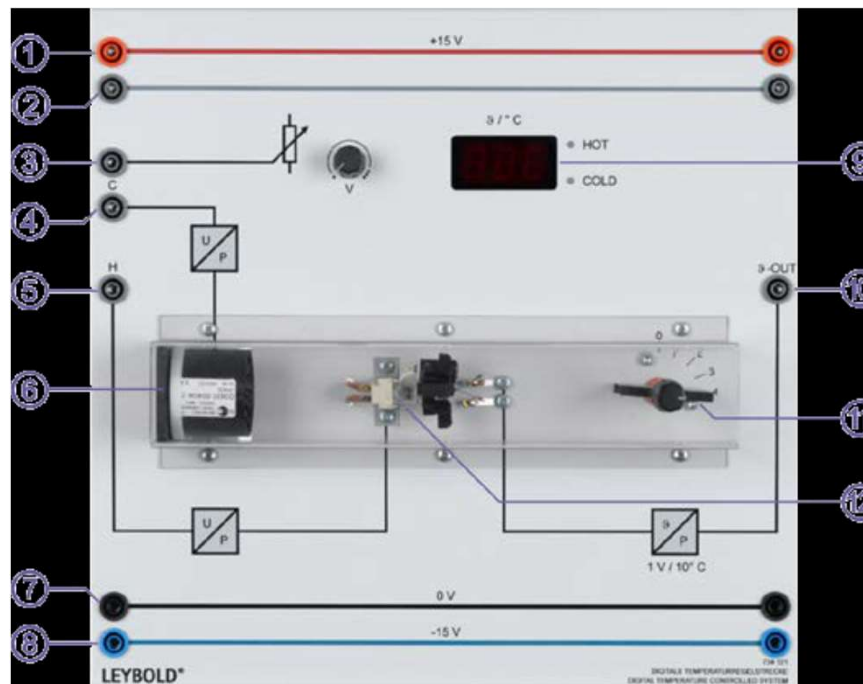
Determination of the system gain: $K_S = \frac{\Delta U_{ss}}{\Delta U_{IN}} \rightarrow K_S = \frac{2.00}{2.00} = 1$

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 .

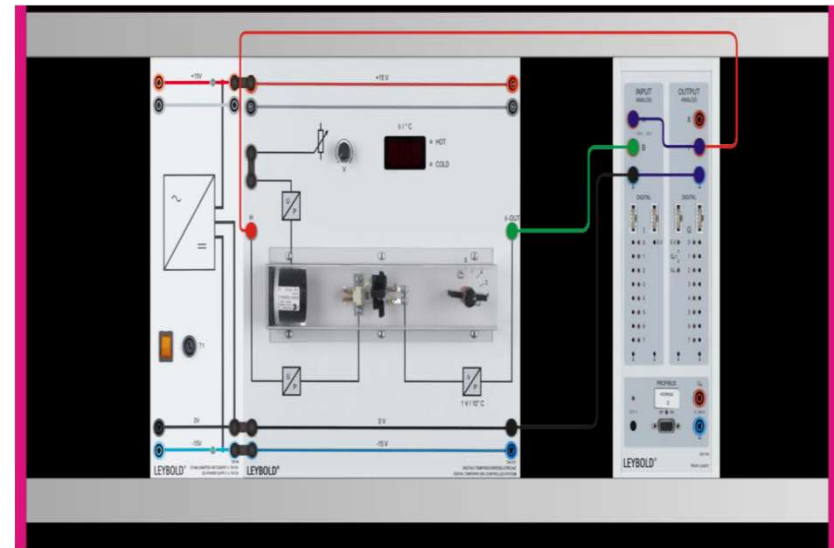
$K_S = 1$	$T_S = 1.15 \text{ sec}$	$T_U = 0.13 \text{ sec}$
$K_S = \frac{\Delta U_{ss}}{\Delta U_{IN}}$	$T_1 = \frac{T_S}{e} \approx 0.37 T_S$	$T_2 = \frac{T_U}{3-e} \approx 3.33 T_U$
	$T_1 = 0.43 \text{ sec}$	$T_2 = 0.43 \text{ sec}$
$n \approx \frac{T_U}{T_S} 10 + 1$	$n = 2$	

Temperature Controlled System



3. Temperature controlled system

- ❑ Μελέτη συστημάτων ΓΧΑ με πολύ μεγάλες χρονικές σταθερές
- ❑ Εισαγωγή στο ψηφιακό έλεγχο (digital PID)





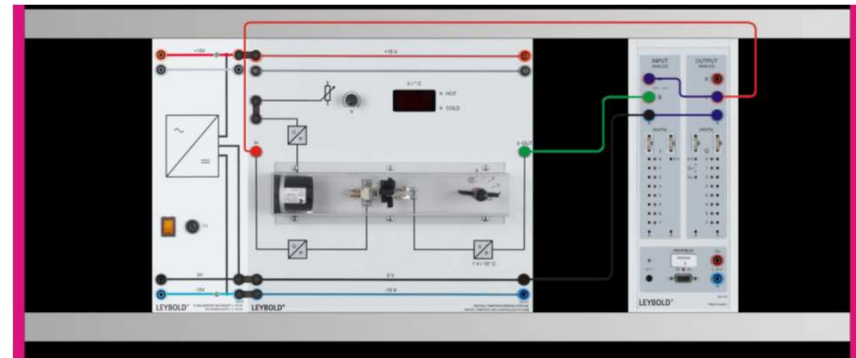
Χαρακτηριστικά θερμικών συστημάτων

- Μέθοδος CHR (γιατί;)
- Ελεγκτής PID (γιατί;)
- Σύγκλιση ασυμπτωτική (εξηγείστε;)

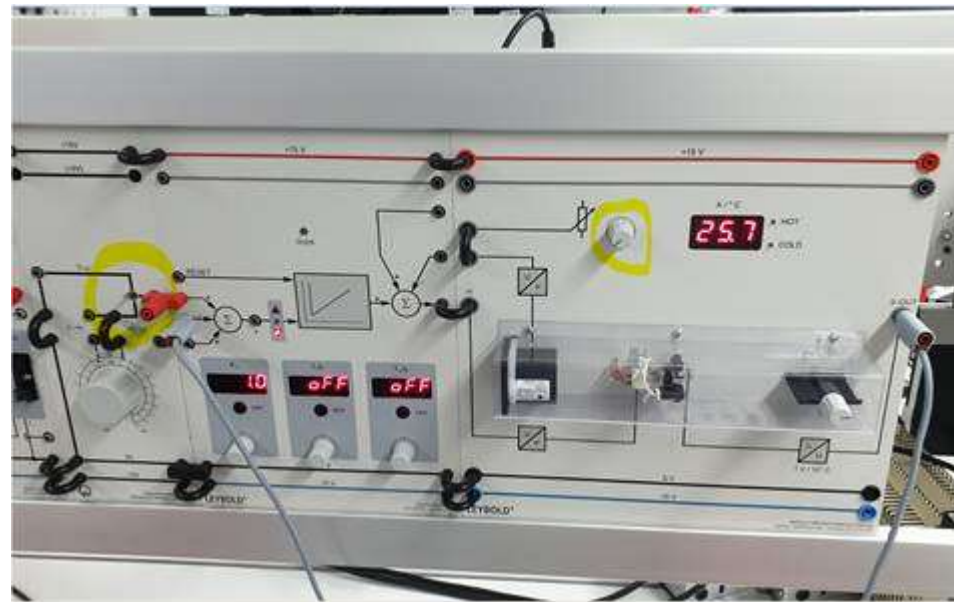
Σύστημα θερμοκρασίας Temperature Controlled System

• ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

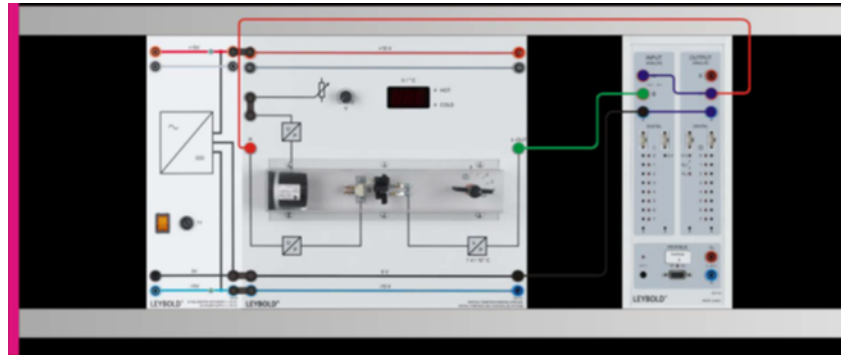
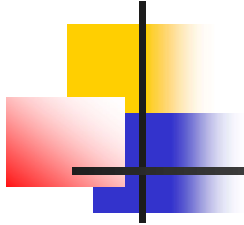
- Σύστημα με μεγάλη χρονική σταθερά
- Μηχανικό ανάλογο (ΤΕΙ – ΜΠΔ)
- Αρχικοποίηση – «Κρύωμα»



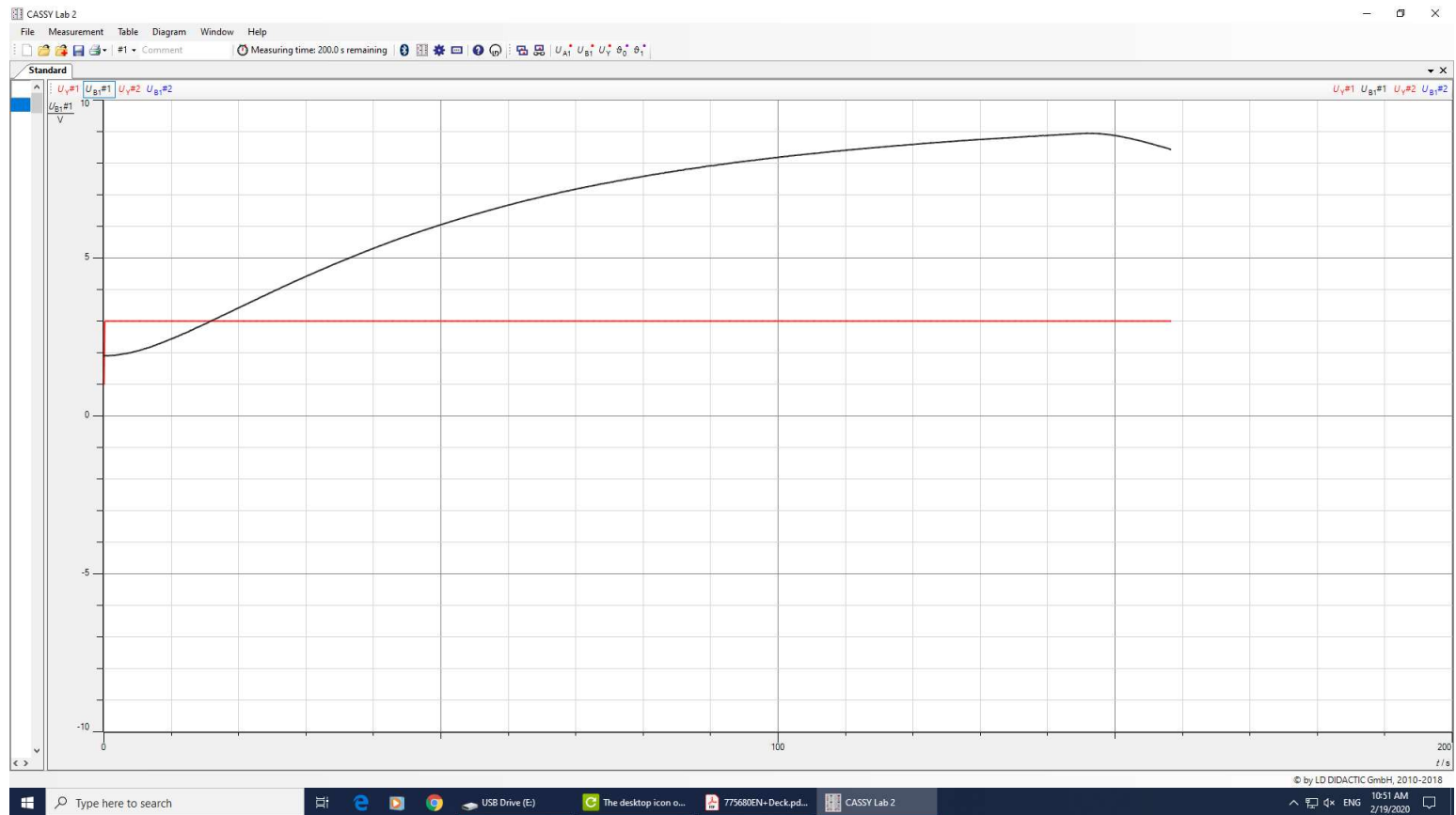
Αρχικοποίηση – «Κρύωμα»



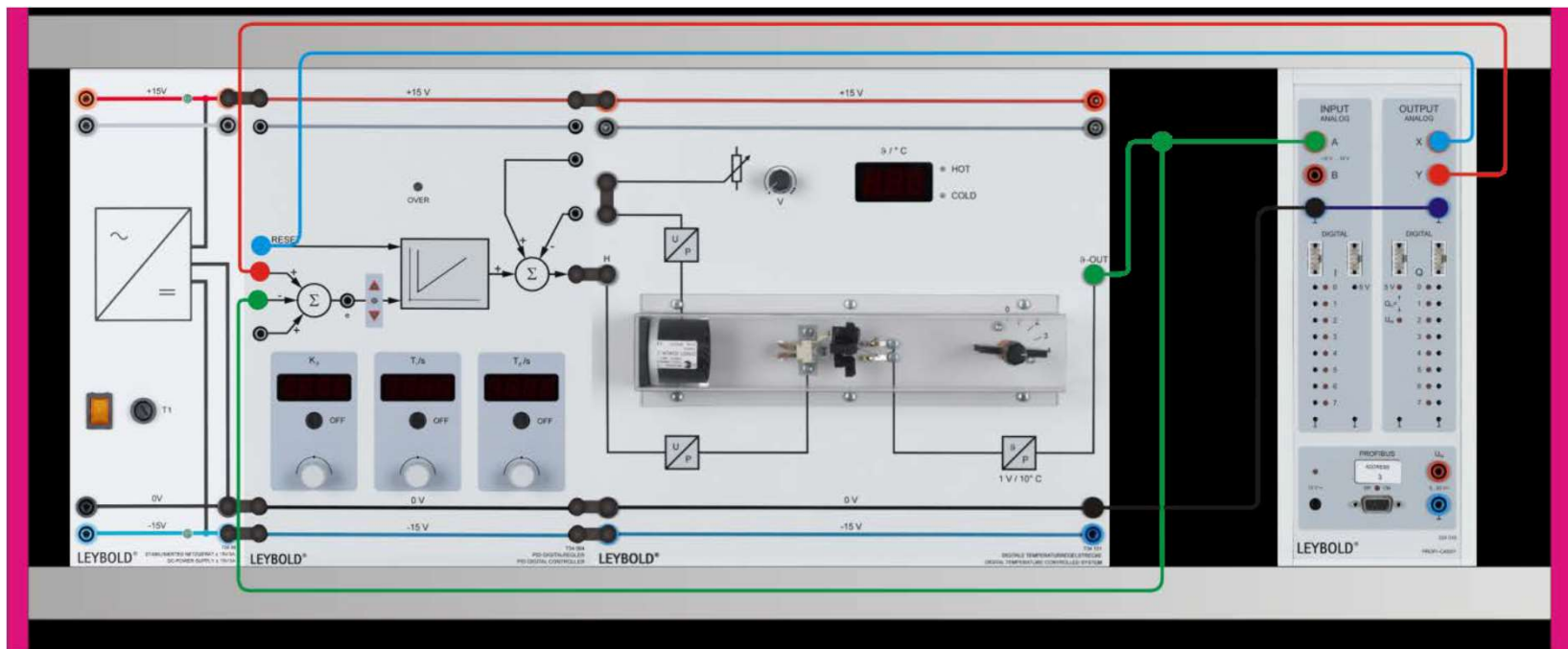
ΑΝΟΙΚΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ – ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΔΡΑΣΗ



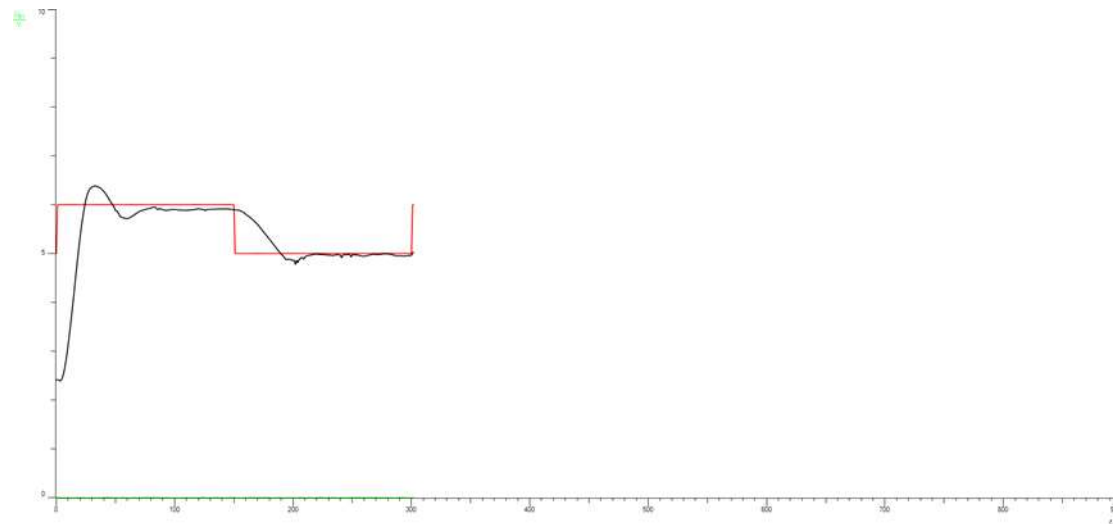
ΑΝΟΙΚΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ – ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΔΡΑΣΗ



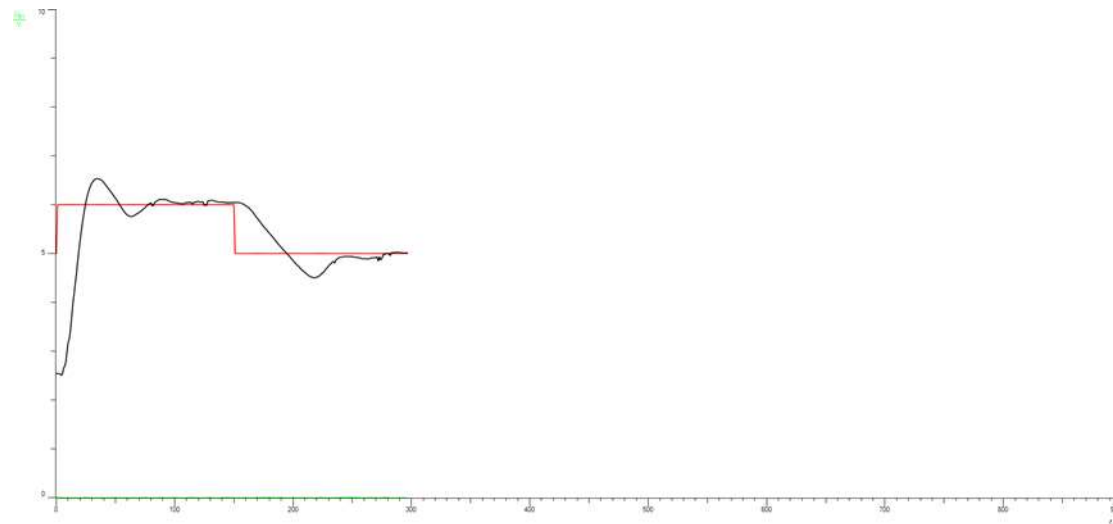
Αναλογικός Έλεγχος με PID ελεγκτή



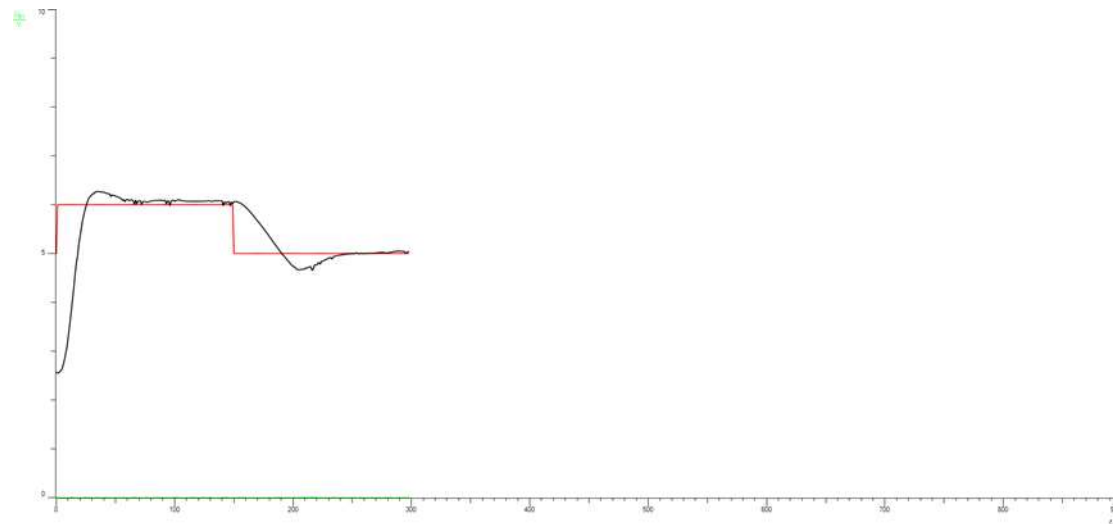
P με CHR για 20% overshoot και reference aperiodic control

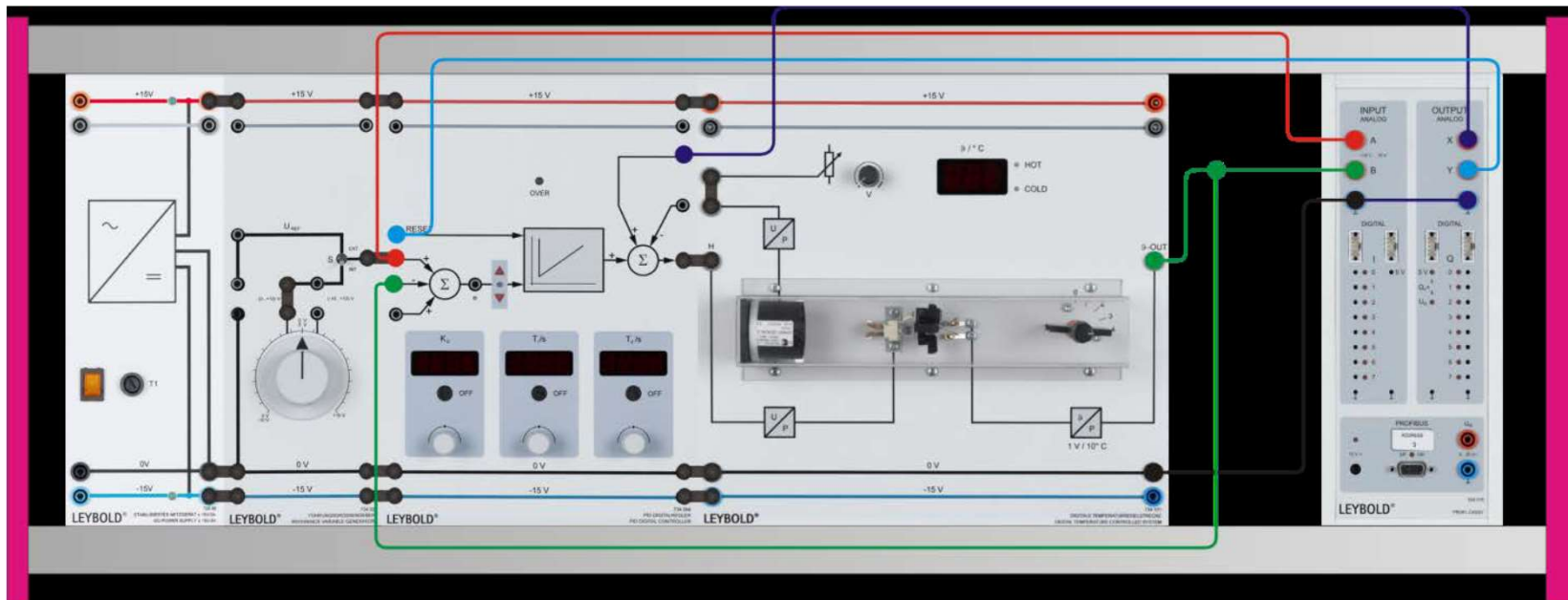
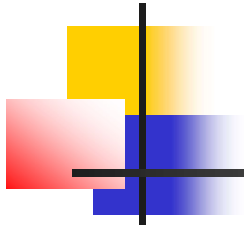


PI, με CHR, για 20% overshoot και reference aperiodic control

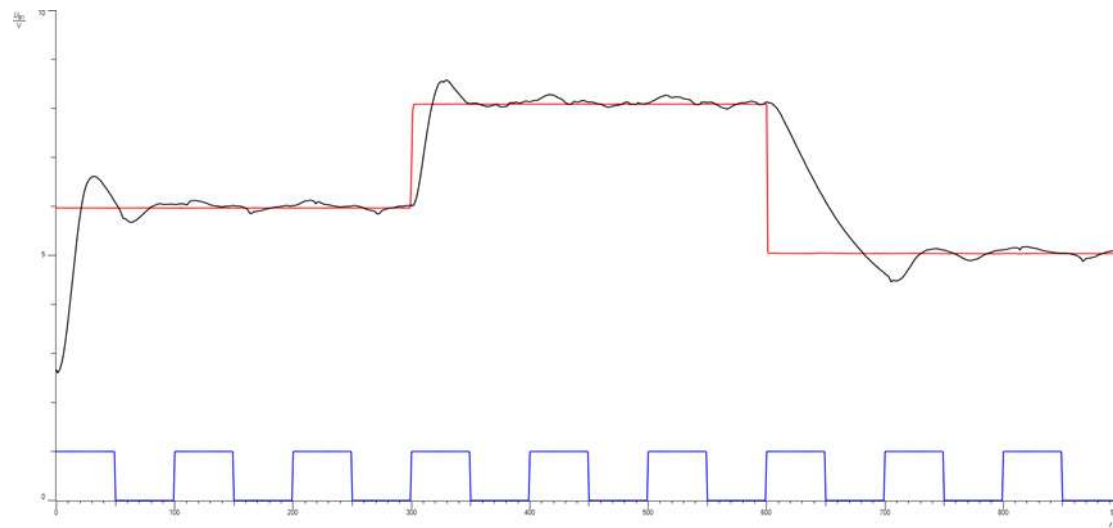


PID, με CHR, για 20% overshoot και reference aperiodic control

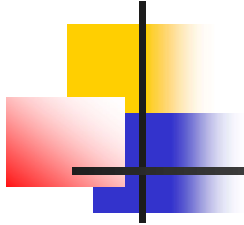




PID με CHR για 0% overshoot και disturbance



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;)