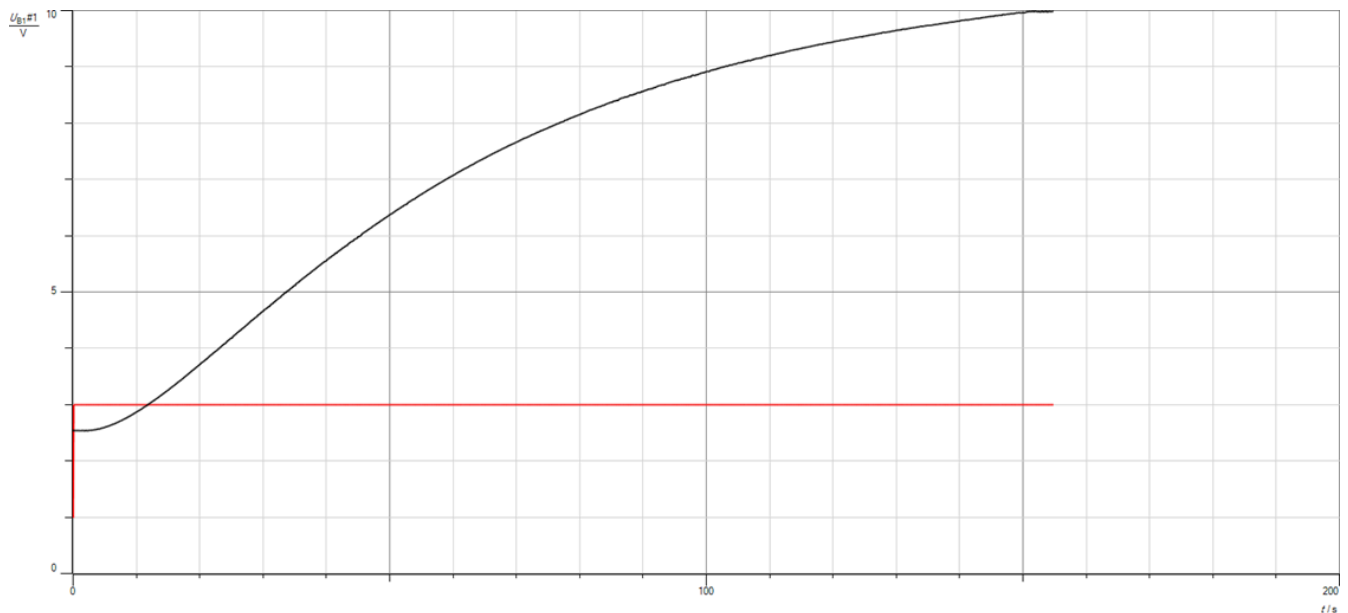


Συστήματα Ελέγχου
Αναφορά 3^{ης} εργαστηριακής άσκησης (Temperature)

Ομάδα εργαστηρίου	25
Σιώτος Μόδεστος	2016030030
Μελάκης Αντώνης	2019030016
Σαΐνη Γεωργία	Δεν εργάστηκε

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Πείραμα 1: Ανοικτό σύστημα - χωρίς ανάδραση.



Πείραμα 2: Απόκριση με PID ελεγκτή με βάση τη μεθόδου CHR, για 20% overshoot και reference aperiodic.

Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τιμές στο εργαστήριο:

Ελεγκτής	K	T_i	T_d
P	9.30		
PI	8	50	
PID	13	70	2.4

Για $K_s = 0.75$, $T_g = 50 \text{ sec}$, $T_u = 5 \text{ sec}$ υπολογίζονται:

Τάξη θερμικού συστήματος:

$$n = \frac{T_u}{T_g} \cdot 10 + 1 = 0.1 \cdot 10 + 1 = 2$$

Οπότε έχουμε ένα **δευτεροτάξιο σύστημα**.

Οι χρονικές σταθερές του είναι:

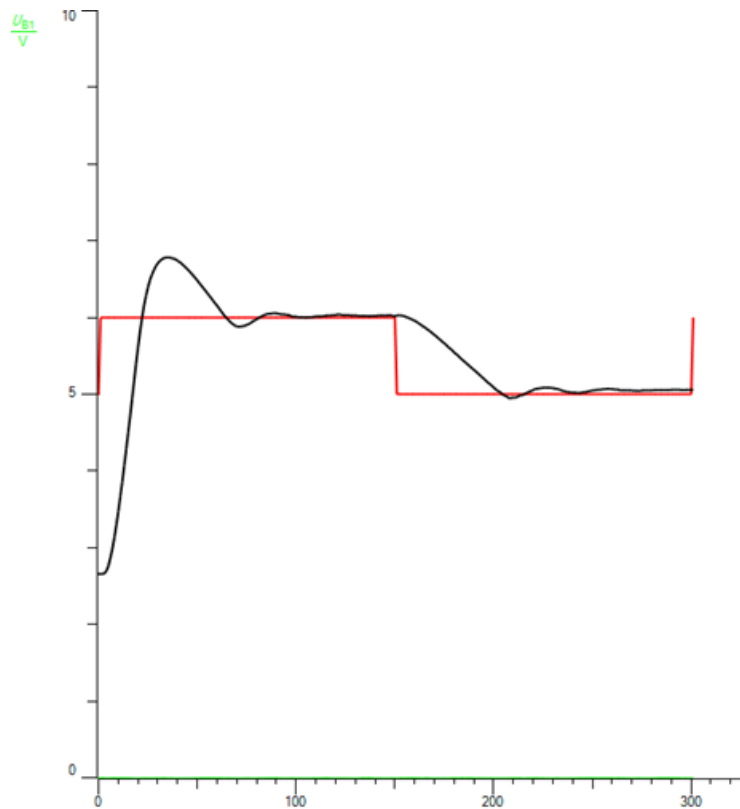
$$T_1 \approx 0.37 T_b = 0.37 T_g = 18.5 \text{ sec}$$

$$T_2 \approx 3.33 T_e = 3.33 T_u = 16.65 \text{ sec}$$

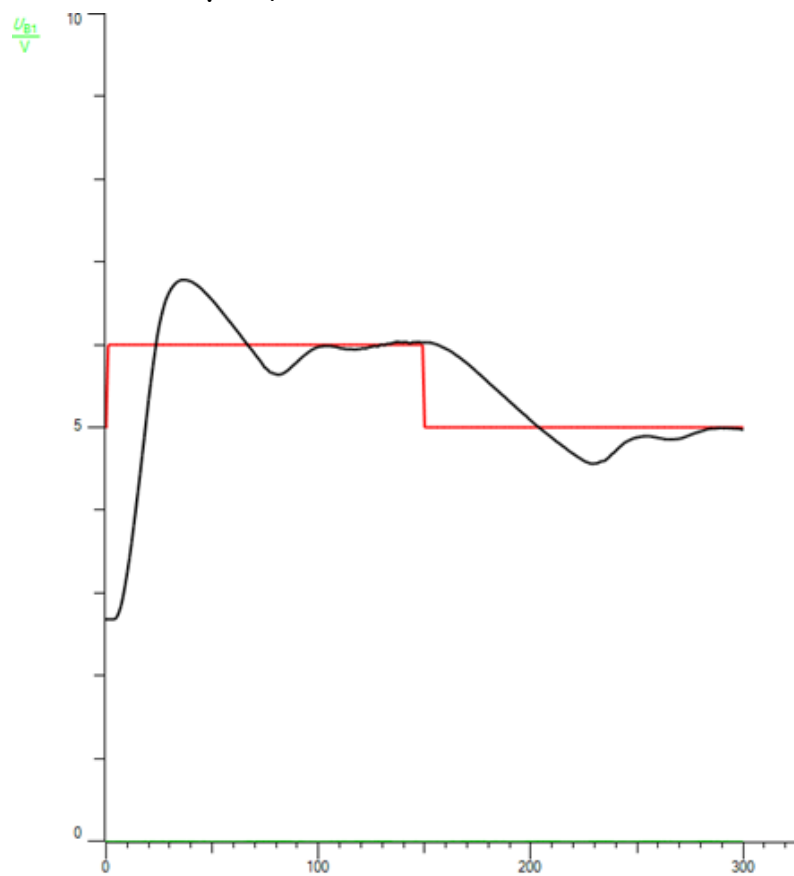
Συνάρτηση μεταφοράς:

$$H(s) = 0.75 \frac{1}{18.5s+1} \frac{1}{16.65s+1} = \frac{0.75}{308s^2 + 35.15s + 1}$$

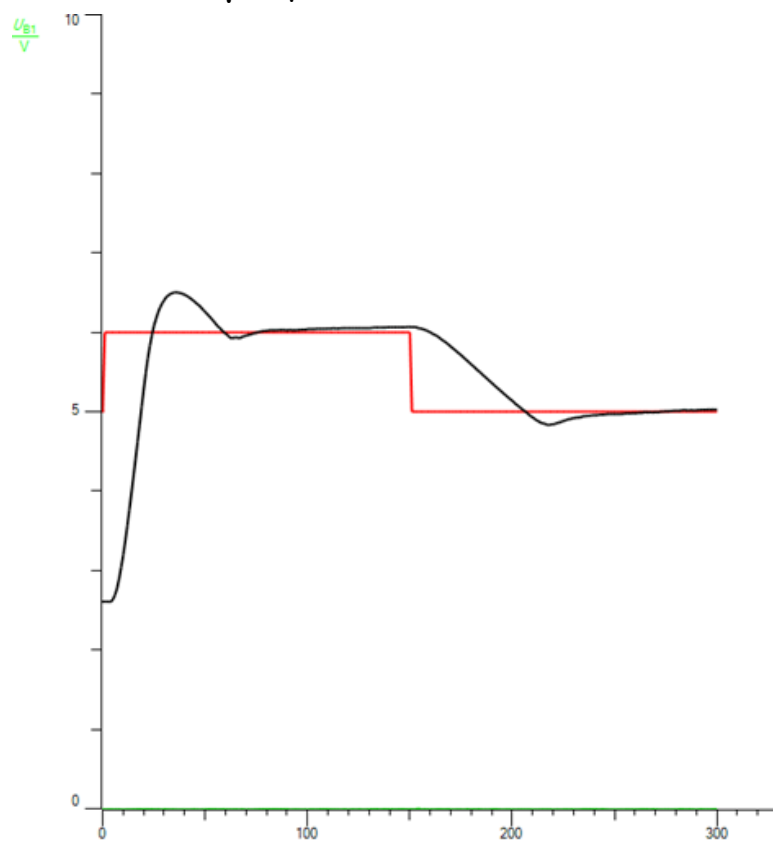
Για Ρ ελεγκτή:



Για PI ελεγκτή:



Για PID ελεγκτή:

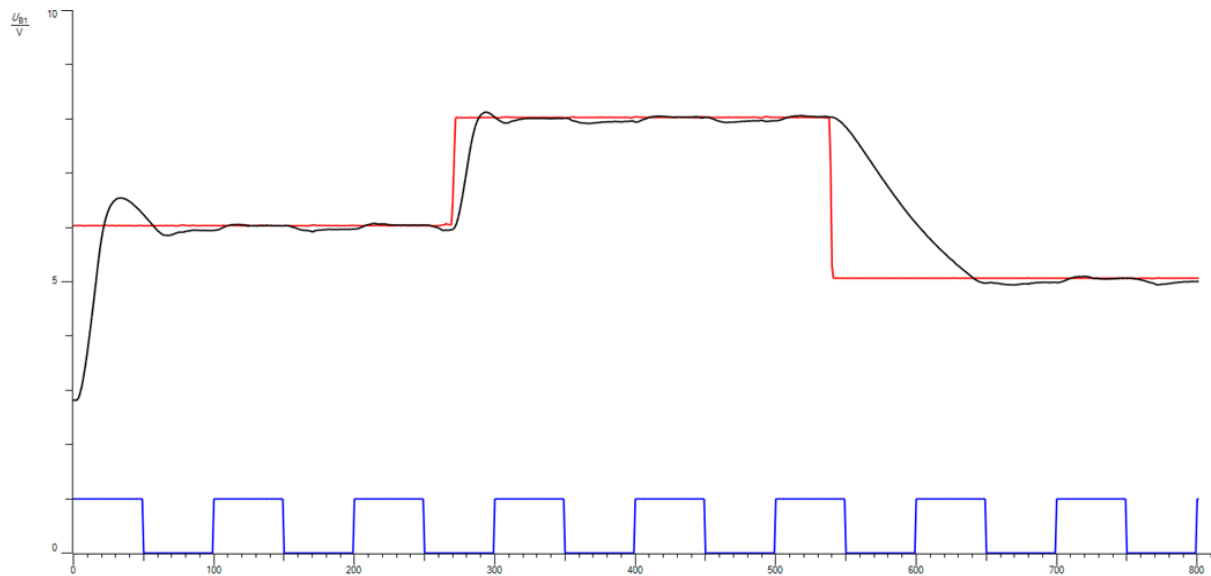


Πείραμα 3: Απόκριση με PID ελεγκτή με βάση τη μεθόδου CHR, για 0% overshoot και disturbance.

Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τιμές στο εργαστήριο:

Ελεγκτής	K	T_i	T_d
PID	13	120	2.1

Για PID ελεγκτή:



Επεξεργασία των μετρήσεων – Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

1. Για το 2ο πείραμα, που δεν έχουμε disturbance, επιλέγουμε τη μέθοδο CHR για setpoint release και συγκεκριμένα επιλέξαμε για 20% overshoot. Αυτή ήταν η καταλληλότερη μέθοδος, με δεδομένο ότι αποκλείσαμε την ZN μέθοδο γιατί θα καεί το σύστημα. Για το 3ο πείραμα, που έχουμε disturbance, επιλέγουμε τη μέθοδο CHR για load disturbance response – 0% overshoot. Η μέθοδος συμπεριφέρεται ικανοποιητικά σε εξωτερικές διαταραχές και επιλέγουμε 0% overshoot γιατί θέλουμε όσο το δυνατόν μικρότερη υπερύψωση ώστε να είναι ευσταθές το σύστημα.

2. Όπως γνωρίζουμε, επειδή τα θερμικά συστήματα χαρακτηρίζονται ως συστήματα με πολύ μεγάλη χρονική σταθερά, δηλαδή είναι πολύ αργά συστήματα, ο πιο κατάλληλος ελεγκτής είναι ο PID.

Πειραματικά αποδείχθηκε ότι ο ελεγκτής PID σε σχέση με τους ελεγκτές PI, P παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα σύμφωνα με τις γραφικές παραστάσεις σε χρόνους αποκατάστασης, ποσοστά υπερύψωσης, χρόνους ανόδου, καθόδου και μείωσης σφάλματος μόνιμης κατάστασης.

3. Στα πειράματά μας έχουμε ασυμπτωτική σύγκλιση. Στα θερμικά συστήματα η σύγκλιση είναι ασυμπτωτική και όχι εκθετική. Αυτό συμβαίνει διότι έχουμε σταδιακή και αργή προσέγγιση του συστήματος στην ισορροπία του, λόγω των φυσικών διαδικασιών διάχυσης θερμότητας που επιβραδύνουν την μεταφορά θερμότητας όσο πλησιάζει στην τελική κατάσταση. Επίσης παρατηρούμε ότι στην αύξηση της θερμοκρασίας είναι πιο απότομη από ότι στη μείωση, που είναι λογικό, αφού δεν χρησιμοποιούμε το ανεμιστηράκι για τη μείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της μέτρησης.

4. Η αλλαγή της θέσης του πτερυγίου στη θέση 2, η οποία επιτρέπει μικρότερη ροή του αέρα, θα αυξήσει τις χρονικές σταθερές του συστήματος, καθιστώντας το σύστημα πιο αργό στην απόκρισή του. Αυτό σημαίνει ότι θα χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να φτάσει σε μια νέα ισορροπία μετά από αλλαγές ή διαταραχές.

5. Αν αυξήσουμε την ταχύτητα του ανεμιστήρα, η βελτιωμένη ροή του αέρα θα μειώσει τις χρονικές σταθερές του συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι θα χρειάζεται λιγότερο χρόνο για να φτάσει σε μια νέα ισορροπία μετά από αλλαγές ή διαταραχές, και η συνολική απόκριση του συστήματος θα βελτιωθεί.

6. Στο πλαίσιο της μελέτης μας, εξετάσαμε το πρόβλημα tracing σε θερμικά συστήματα, όπου ο στόχος είναι η έξοδος του συστήματος να ακολουθεί όσο το δυνατόν καλύτερα μια επιθυμητή μεταβλητή είσοδο.

Λόγω της φύσης των θερμικών συστημάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από αργή απόκριση και μεγάλη χρονική σταθερά, επιλέξαμε τον ελεγκτή PID για την αντιμετώπιση του προβλήματος tracing. Ο PID ελεγκτής προσφέρει έναν συνδυασμό αναλογικής, ολοκληρωτικής και παραγωγικής δράσης, επιτρέποντας την ακριβή ρύθμιση της απόκρισης του συστήματος. Στο πείραμά μας, χρησιμοποιήσαμε μια μεταβλητή είσοδο αντί της βηματικής εισόδου, η οποία προσομοιώνει τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός θερμικού συστήματος. Στη συνέχεια, εφαρμόσαμε τον PID ελεγκτή για να ρυθμίσουμε την έξοδο του συστήματος ώστε να ακολουθεί όσο το δυνατόν καλύτερα την επιθυμητή είσοδο.

Επεξεργασία του υπολογιστικού μέρους – Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Αρχικά σε όλα τα πειράματα στο εργαστήριο, το σύστημα ήταν αρχικοποιημένο σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ στο matlab ξεκινούσε από 0 βαθμούς.

Πείραμα 1 – Παράμετροι του θερμικού συστήματος

Στο πείραμα 1 έχουμε μια πολύ διαφορετική εικόνα από την πειραματική και θεωρητική μέτρηση. Συγκεκριμένα η απόκριση σταθεροποιείται σε πολύ μεγαλύτερη τιμή στις πειραματικές μετρήσεις, πειραματικά έχουμε σταθεροποίηση σε μια τιμή λίγο πιο πάνω από 9 ενώ θεωρητικά έχουμε στο 2. Ακόμα το σύστημα στο εργαστήριο κάνει περισσότερο χρόνο να σταθεροποιηθεί από ότι στο matlab και η καμπύλη στο matlab έχει πιο απότομη κλίση

Πείραμα 2 – Απόκριση με PID ελεγκτή με βάση τη μεθόδου CHR, για 20% overshoot και reference aperiodic

Και για τους 3 ελεγκτές τα αποτελέσματα που παρατηρούμε σε σχέση με το υπολογιστικό και το πειραματικό κομμάτι είναι παρόμοια. Το πρόβλημα που είναι κοινό για όλους τους ελεγκτές στην πειραματική μας μέτρηση είναι η αργή μείωση της θερμοκρασίας σε σχέση με αυτής του Matlab, όπως είναι λογικό.

Ειδικότερα, για τον P ελεγκτή στο εργαστήριο παρατηρήσαμε ότι σταθεροποιείται σε μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με το Matlab. Οι PI, PID ελεγκτές έχουν γρηγορότερο χρόνο σταθεροποίησης στο Matlab και πειραματικά εμφανίζουν μικρότερη μέγιστη τιμή καμπύλης.

Πείραμα 3 – Απόκριση με PID ελεγκτή με βάση τη μεθόδου CHR, για 0% overshoot και disturbance

Στο 3ο πείραμα παρατηρούμε ορισμένες διαφορές μεταξύ των υπολογισμών μας και του πειράματος. Αρχικά η μέγιστη αρχική τιμή της απόκλισης είναι μεγαλύτερη στο Matlab σε σχέση με τα πειράματά μας. Αν εξαιρέσουμε τα spikes που μας εμφάνισε το Matlab με βάση τον κώδικα μας στην προεργασία, καταλαβαίνουμε ότι υπολογιστικά έχουμε καλύτερο tracing, καθώς ειδικά κατά τη μείωση της θερμοκρασίας, στο Matlab γίνεται πιο άμεσα και πιο απότομα.