# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

*ΜΑΘΗΜΑ:* ***ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ Ι***

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ #1 (2021-2022)**

Στο σχήμα παρουσιάζεται ένα δοχείο σταθερής γεωμετρίας. Στο δοχείο εισέρχεται ένα ρευστό μέσω 2 παροχών: της παροχής εισόδου **Fo1 (m3/s)** με θερμοκρασία **Το (Κ)** και της παροχής εισόδου **Fo2 (m3/s)** με θερμοκρασία **Το (Κ)**. Παράλληλα, από το ίδιο δοχείο εξέρχεται το ρευστό με παροχή **F (m3/s**) και έχει θερμοκρασία **Τ (Κ)**. Η συνολική παροχή εισόδου είναι ίση με την παροχή εξόδου (**Fo1+Fo2=F**) και επομένως η στάθμη διατηρείται σταθερή και αμετάβλητη. Το ρευστό θερμαίνεται μέσα στο δοχείο με παροχή ατμού **qsteam (J/s)**. Το ρευστό είναι σταθερής και αμετάβλητης πυκνότητας **ρ (1000 kg/m3)**, η θερμοχωρητικότητα του ρευστού είναι σταθερή και αμετάβλητη **cp (4184 J/K·kg)** και ο όγκος του ρευστού εντός του δοχείου είναι σταθερός και αμετάβλητος **V (m3)**.

**Fo1, m3/s To, K**

**Fo2, m3/s To, K**

**T, K**

**F, m3/s T, K**

**qsteam, J/s**

**Α)** Να αναπτύξετε το μαθηματικό μοντέλο (διαφορική εξίσωση 1ης τάξης) που να περιγράφει την μεταβολή της θερμοκρασίας Τ(t) στο δοχείο με τον χρόνο (t).

**Β)** Να αναπτύξετε υπολογιστικό κώδικα που θα επιλύει το παραπάνω μαθηματικό μοντέλο στο πεδίο του χρόνου. ***Δεδομένα****: Fo1 = Fo2 = 0.5·10-3 m3/s, To = 298 K, T(t=0) =288 K, Χρόνος προσομοίωσης = 0:1: 10000 s και:*

***B1)*** *Να θεωρήσετε* qsteam *=70000 J/s και V = 1 m3.* ***B2)*** *Να θεωρήσετε* qsteam *=7000 J/s και V = 1 m3.* ***B3)*** *Να θεωρήσετε* qsteam *=70000 J/s και V = 0.5 m3.* ***B4)*** *Να θεωρήσετε* qsteam *=7000 J/s και V = 0.5 m3.*

***B5)*** *Να βρείτε την τιμή της* qsteam *=Χ J/s έτσι ώστε η τελική θερμοκρασία να είναι 340Κ. (θεωρήστε V = 1 m3).*

Δώστε το αποτέλεσμα υπό μορφή γραφήματος ή γραφημάτων (μεταβολή θερμοκρασίας με τον χρόνο). Εξηγήστε τις διαφορές στα αποτελέσματα των Β1-Β4 και τον λόγο αυτών των διαφορών υπό φυσική σκοπιά/σημασία (ανάλυση έως μια σελίδα).

**Γ)** Να μετασχηματίσετε κατά Laplace το μαθηματικό μοντέλο που βρήκατε στο **ερώτημα Α)** χωρίς να προχωρήσετε σε αριθμητική αντικατάσταση αριθμητικών δεδομένων. Με βάση τον μετασχηματισμό:

***Γ1)*** *Να δώσετε την συνάρτηση μεταφοράς της διεργασίας Gp(s) που συνδέει το σήμα εξόδου (θερμοκρασία Τ) με την παροχή ατμού (qsteam).*

***Γ2)*** *Να δώσετε την συνάρτηση μεταφοράς της διαταραχής Gd(s) που συνδέει το σήμα εξόδου (θερμοκρασία Τ) με την θερμοκρασία (Το).*

***Γ3)*** *Με τι ισούται η χρονική σταθερά «τ», με τι ισούται η σταθερά ενίσχυσης/απολαβή της διεργασίας (έστω «Κp») και με τι ισούται η σταθερά ενίσχυσης/απολαβή της διαταραχής (έστω «Κd») για τα ερωτήματα Γ1 και Γ2 αντίστοιχα?*

**Δ)** Να αναπτύξετε υπολογιστικό κώδικα που θα επιλύει το παραπάνω μαθηματικό μοντέλο στο πεδίο Laplace (από το ερώτημα Γ). Με άλλα λόγια, θα αναπτύξετε κώδικα που θα προσδιορίζει την απόκριση της θερμοκρασίας για 4 πιθανές περιπτώσεις:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Είσοδος qsteam, J/s** | **Διαταραχή To, K** |
| Δ1 | ***qsteam = 70000*** | ***To=298*** |
| Δ2 | ***qsteam=(70000)\*H(t)+(10000)\*H(t-2000) + (15000)\*H(t-5000)-(5000)\*H(t-7000)*** | ***To = (298)\*H(t)-(8)\*H(t-1000)+(5)\*H(t-8000)*** |
| Δ3 | ***qsteam = 70000*** | ***To = (298)\*H(t)-(8)\*H(t-1000)+(5)\*H(t-8000)*** |
| Δ4 | ***qsteam=(70000)\*H(t)+(10000)\*H(t-2000) + (15000)\*H(t-5000)-(5000)\*H(t-7000)*** | ***To=298*** |

***Δεδομένα****: Fo1 = Fo2 = 0.5·10-3 m3/s, T(t=0) =288 K, V=1m3. Χρόνος προσομοίωσης= 0 : 10 : 15000 s*

Tα αποτελέσματα να δοθούν υπό μορφή γραφημάτων ως προς τον χρόνο. Δηλαδή, να δώσετε την μεταβολή θερμοκρασίας με τον χρόνο, την μεταβολή του σήματος εισόδου (παροχής ατμού) με τον χρόνο και την μεταβολή της διαταραχής (θερμοκρασίας εισόδου) με τον χρόνο. Στην συνέχεια τα αποτελέσματα να σχολιασθούν σύντομα ως προς την μορφή τους (ανάλυση έως 1 σελίδα).

**Ε)** Να δώσετε το **δομικό διάγραμμα ανοικτού βρόχου** που προκύπτει από την παραπάνω ανάλυση. Έπειτα, να δώσετε το **δομικό διάγραμμα κλειστού βρόχου** και να περιγράψετε με λόγια πως θα ελέγχατε την θερμοκρασία στο δοχείο (π.χ. μεταβλητή χειραγώγησης, μετρητικό στοιχείο, τελικό στοιχείο ενεργοποίησης).

Οι απορίες θα επιλύονται κατά τις ώρες του Εργαστηρίου (Παρασκευή 13.00-15.00), καθώς και μετά το τέλος των διαλέξεων στα μαθήματα Τετάρτης/Παρασκευής (10.45-11.00).

**Η προθεσμία υποβολής (κείμενο αναφοράς και κώδικες Μatlab) είναι στις 07/12 (20- 25 μέρες από την ημέρα της ανάρτησης) μέσω eclass (Δεν θα δοθεί καμμία παράταση).**

# Οδηγίες Εργαστηριακής Αναφοράς

Η αναφορά που θα καταθέσετε οφείλει να είναι σε μία οργανωμένη και πλήρως κατανοητή μορφή. Στα πλαίσια αυτά, μία ενδεικτική εργαστηριακή αναφορά μπορεί να ακολουθήσει την εξής δομή:

* *Εξώφυλλο που θα περιλαμβάνει τίτλο εργασίας (π.χ. εργαστηριακή αναφορά 1), ονοματεπώνυμο φοιτητή, ΑΜ φοιτητή, ημερομηνία κατάθεσης, κτλ.*
* *Περιεχόμενα με αρίθμηση σελίδων.*
* *Παρουσίαση αποτελεσμάτων ανά ερώτημα. Σε κάθε ερώτημα θα πρέπει να είναι κατανοητά τα βήματα που ακολουθήθηκαν:*
  + *Π.χ. στην ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου ή στους μετασχηματισμούς Laplace θα πρέπει να είναι κατανοητή η πορεία μέχρι την τελική εξίσωση ή τις τελικές εξισώσεις.*
  + *Π.χ. στην ανάπτυξη κώδικα θα πρέπει στην αναφορά να καταγραφεί το όνομα του κώδικα για το εκάστοτε ερώτημα/υποερώτημα (τα αρχεία m.files κατατίθενται μαζί με την εργαστηριακή αναφορά αλλιώς δεν θα υπάρχει βαθμολόγηση).*
  + *Π.χ. στον σχολιασμό αποτελεσμάτων θα πρέπει να εξηγήσετε (κριτική ανάλυση) την μορφή των διαγραμμάτων και των αποτελεσμάτων και αν είναι αναμενόμενα.*
* *Επίλογος όπου θα παρουσιάζει περιληπτικά το υλικό της εργαστηριακής αναφοράς και τα κυριότερα αποτελέσματα της.*