

ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΣΤΟ PC/LAB

Δίνεται ένα σύστημα τριών δεξαμενών σε σειρά και χωρίς αλληλεπίδραση. Στην πρώτη δεξαμενή υπάρχει η μοναδική ροή εισόδου, έστω $q_1(t)$. Οι διατομές των τριών δεξαμενών είναι A_1, A_2, A_3 και οι αντιστάσεις στη ροή είναι αντίστοιχα R_1, R_2, R_3 .

Θεωρήστε ότι το υγρό στο συνολικό σύστημα έχει σταθερή πυκνότητα.

- 1) Σχηματίστε σύστημα μεταβλητών κατάστασης **1** με βάση θεμελιώδεις νόμους στο οποίο η είσοδος θα είναι η ροή εισόδου στην πρώτη δεξαμενή και έξοδος η ροή εξόδου από την τρίτη δεξαμενή.
- 2) Σχηματίστε συνάρτηση μεταφοράς ανάμεσα στη ροή εξόδου από την τρίτη δεξαμενή και τη ροή εισόδου στην πρώτη δεξαμενή.
- 3) Σχηματίστε σύστημα μεταβλητών κατάστασης **2** με μετατροπή της συνάρτησης μεταφοράς στο οποίο και πάλι η είσοδος θα είναι η ροή εισόδου στην πρώτη δεξαμενή και έξοδος η ροή εξόδου από την τρίτη δεξαμενή.
- 4) Σχηματίστε σύστημα μεταβλητών κατάστασης **3** με διαγωνιοποίηση του συστήματος 1. Εξετάστε αν προκύπτει η ίδια κανονική μορφή με διαγωνιοποίηση του συστήματος 2.
- 5) Σε ένα αρχείο Simulink αναπαραστήστε το σύστημα με τους τέσσερις διαφορετικούς τρόπους και επιπλέον
 - A) Χρησιμοποιώντας διαφορετική συνάρτηση μεταφοράς για κάθε δεξαμενή.
 - B) Ως διάγραμμα βαθμίδων από το οποίο προκύπτει η αναπαράσταση 3.
- 6) Δώστε μοναδιαία βηματική επιβολή στη μεταβλητή εισόδου με μηδενικές αρχικές συνθήκες και επαληθεύστε ότι οι αποκρίσεις όλων των συστημάτων συμπίπτουν.

- 7) Υπολογίστε την τιμή της μεταβλητής εξόδου την χρονική στιγμή 10 μετά την επιβολή και συγκρίνετε με την τιμή που προκύπτει από την προσομοίωση.
- 8) Υπολογίστε την βηματική επιβολή που πρέπει να δοθεί στη μεταβλητή εισόδου έτσι ώστε την χρονική στιγμή 10 μετά την επιβολή η ροή εξόδου από την τρίτη δεξαμενή να είναι 5. Επαληθεύστε με κατάλληλη προσομοίωση.
- 9) Τροποποιήστε το σύστημα μεταβλητών κατάστασης 1 έτσι ώστε η έξοδος να είναι η στάθμη στην πρώτη, στη δεύτερη ή στην τρίτη δεξαμενή. Σε ποιες περιπτώσεις είναι το σύστημα παρατηρήσιμο;
- 10) Εξετάστε τη ρυθμισιμότητα του συστήματος μεταβλητών κατάστασης 1. Υπάρχει περίπτωση να προσδιορίσετε τιμές παραμέτρων που να καθιστούν το σύστημα μη ρυθμίσιμο; Τροποποιήστε το σύστημα έτσι ώστε η μεταβλητή εκ χειρισμού να είναι ροή εισόδου στη δεύτερη ή στην τρίτη δεξαμενή. Εξετάστε τη ρυθμισιμότητα του συστήματος και στις δύο αυτές περιπτώσεις.
- 11) Σχεδιάστε πίνακα ανατροφοδότησης για το σύστημα μεταβλητών κατάστασης 1 και παρατηρητή, θεωρώντας ότι δεν είναι δυνατή η μέτρηση όλων των μεταβλητών κατάστασης, ώστε το σύστημα κλειστού βρόχου να είναι ευσταθές.
- 12) Θεωρήστε τώρα ότι υπάρχουν ροές εισόδου που αποτελούν μεταβλητές εκ χειρισμού και στις τρεις δεξαμενές και επίσης ότι υπάρχουν αισθητήρες που μετρούν σε πραγματικό χρόνο τις στάθμες στις τρεις δεξαμενές. Το σύστημα ξεκινά από μηδενικές αρχικές συνθήκες και στόχος μας είναι οι στάθμες στις τρεις δεξαμενές να οδηγηθούν σε επιθυμητές τιμές.
- Τροποποιήστε κατάλληλα το σύστημα μεταβλητών κατάστασης 1.
 - Δείξτε ότι υπάρχουν θετικές επιθυμητές τιμές για τις τρεις στάθμες που δεν μπορούν να επιτευχθούν ταυτόχρονα.

- c. Επιλέξτε επιθυμητές τιμές για τις τρεις στάθμες που όλες να είναι θετικές και διαφορετικές του μηδενός και να μπορούν να επιτευχθούν.
- d. Σχεδιάστε σύστημα ελέγχου που να είναι σε θέση να οδηγήσει τις τρεις στάθμες στις επιθυμητές τιμές που επιλέξατε στο c.
- e. Σχεδιάστε παρατηρητή που να εκτιμά όλες τις μεταβλητές κατάστασης, θεωρώντας ότι γνωρίζει σε πραγματικό χρόνο μόνο τις μεταβλητές εισόδου και τη στάθμη στην τρίτη δεξαμενή. Ο παρατηρητής δεν παίζει κάποιο ρόλο στη ρύθμιση του συστήματος.
- f. Αναπτύξτε αρχείο Simulink που να προσομοιώνει ταυτόχρονα τα ερωτήματα d και e.