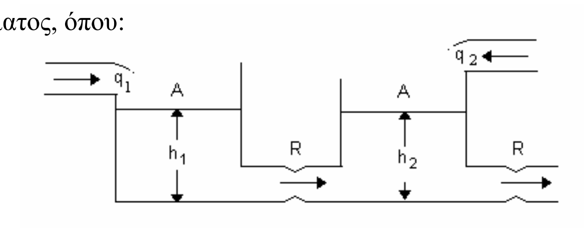
ΕΡΩΤΗΜΑ 1

Δίνεται το σύστημα δεξαμενών του διπλανού σχήματος, όπου:

q_1,q_2 : οι παροχές υγρού στις δύο δεξαμενές,
h_1,h_2 : τα ύψη του υγρού στις δύο δεξαμενές,
A : η διατομή των δεξαμενών και
R : η αντίσταση ροής



Για τις παροχές q_1^*, q_2^*, τα ύψη του υγρού στις δύο δεξαμενές είναι σε μόνιμη κατάσταση h_1^*, h_2^* αντίστοιχα. Υποθέστε ότι ο ρυθμός ροής από ένα ακροφύσιο είναι γραμμική συνάρτηση της διαφοράς στάθμης στα δύο άκρα του ακροφυσίου.

1) Θεωρώντας ότι το σύστημα ξεκινά από τη μόνιμη κατάσταση $q_1^*, q_2^*,\ h_1^*, h_2^*$, προσδιορίστε τις συναρτήσεις μεταφοράς

$$\frac{H_2(s)}{Q_1(s)}, \frac{H_2(s)}{Q_2(s)}, \qquad \text{όπου:} \quad \begin{aligned} H_2(t) &= h_2(t) - h_2^* \\ Q_1(t) &= q_1(t) - q_1^* \\ Q_2(t) &= q_2(t) - q_2^* \end{aligned}$$

2) Για τη ρύθμιση του ύψους h_2 στην επιθυμητή τιμή h_r χρησιμοποιούμε *P*-ρυθμιστή με συντελεστή ενίσχυσης *K*, ενώ σαν μεταβλητή εκ χειρισμού χρησιμοποιούμε την παροχή q_2. Σχεδιάστε το διάγραμμα βαθμίδων του συστήματος, θεωρώντας την παροχή q_1 ως μεταβλητή φορτίου. Ποια θα είναι η τελική τιμή της στάθμης h_2 αν η επιθυμητή τιμή είναι $h_r = h_2^*$, το σύστημα ξεκινήσει από τη μόνιμη κατάσταση $q_1^*, q_2^*,\ h_1^*, h_2^*$ και δοθεί βηματική μεταβολή στην παροχή q_1;

3) Δίνονται τα ακόλουθα δεδομένα:
   - $R = 1\,{}^{m}\!/\!_{(m^3/hr)}$, $\quad q_2^* = 10\dfrac{m^3}{hr}$, $\quad h_2^* = 20m$
   - όταν η βαλβίδα που ρυθμίζει τη ροή q_2 είναι πλήρως ανοικτή, η ροή είναι $q_2 = 15\dfrac{m^3}{hr}$
   - οι μέγιστες ρυθμιστικές αποκλίσεις που θα αντιμετωπίσει ο ρυθμιστής είναι της τάξης του 0.5m.

   Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες επιλέξτε την τιμή του συντελεστή ενίσχυσης *K*. Υπολογίστε την τελική τιμή της στάθμης h_2 αν το σύστημα ξεκινήσει από τη μόνιμη κατάσταση q_1^*, q_2^*, h_1^*, h_2^* και δοθεί βηματική μεταβολή στην επιθυμητή τιμή $h_r = h_2^* + 0.5\ m$, ενώ η παροχή στην πρώτη δεξαμενή παραμένει σταθερή και ίση με q_1^*. Πως μπορείτε να βελτιώσετε τη στατική συμπεριφορά του ρυθμιστή;

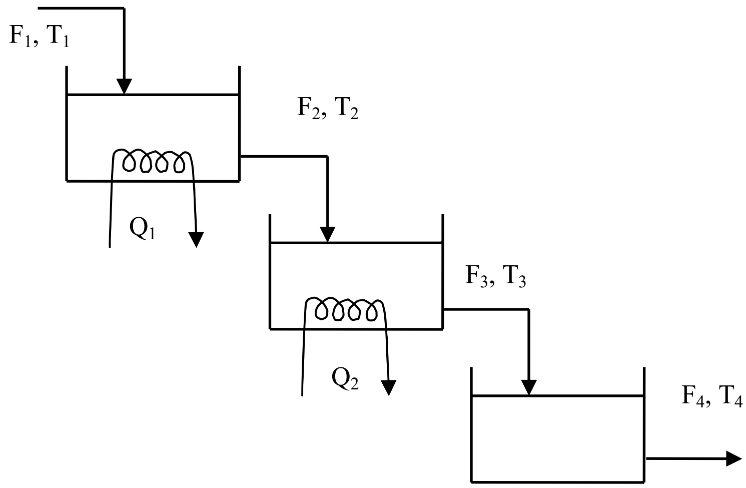
ΕΡΩΤΗΜΑ 2

Για το σύστημα: $G(s) = \dfrac{1}{(s-1)(s+2)}$

σχεδιάστε ρυθμιστή έτσι ώστε για βηματική μεταβολή της επιθυμητής τιμής να επιτυγχάνεται μηδενική ρυθμιστική απόκλιση για $t \to \infty$.

ΕΡΩΤΗΜΑ 3

Δίνεται το παρακάτω σύστημα δεξαμενών, όπου η θερμοκρασία εξόδου T_4 από την τρίτη δεξαμενή είναι η ρυθμιζόμενη μεταβλητή, η θερμοκρασία T_1 είναι μεταβλητή φορτίου, ενώ ως μεταβλητές εκ χειρισμού μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εναλλακτικά (όχι ταυτόχρονα) τις ροές θερμότητας Q_1 Q_2. Οι ροές F_1, F_2, F_3, F_4 είναι ίσες και σταθερές.



Η δυναμική συμπεριφορά της θερμοκρασίας στις τρεις δεξαμενές δίνεται από τις ακόλουθες εξισώσεις στο χώρο Laplace:

$$T_2(s) = \frac{1}{4s+1} T_1(s) + \frac{0.2}{4s+1} Q_1(s)$$

$$T_3(s) = \frac{1}{10s+1} T_2(s) + \frac{0.1}{10s+1} Q_2(s)$$

$$T_4(s) = \frac{1}{s+1} T_3(s)$$

Στόχος μας είναι η ελαχιστοποίηση της ρυθμιστικής απόκλισης σε μόνιμη κατάσταση όταν δοθεί μοναδιαία βηματική μεταβολή στη διαταραχή T_1. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε P-ρυθμιστή, που ο συντελεστής ενίσχυσής του δεν μπορεί να ξεπερνά την τιμή 500.

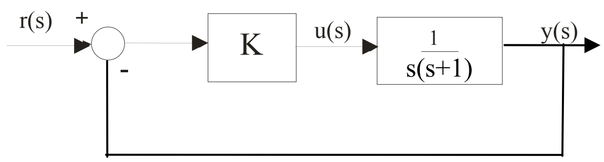
Να υπολογιστεί η μικρότερη δυνατή ρυθμιστική απόκλιση που μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας κάθε μία από τις δύο εναλλακτικές μεταβλητές εκ χειρισμού.

ΕΡΩΤΗΜΑ 4

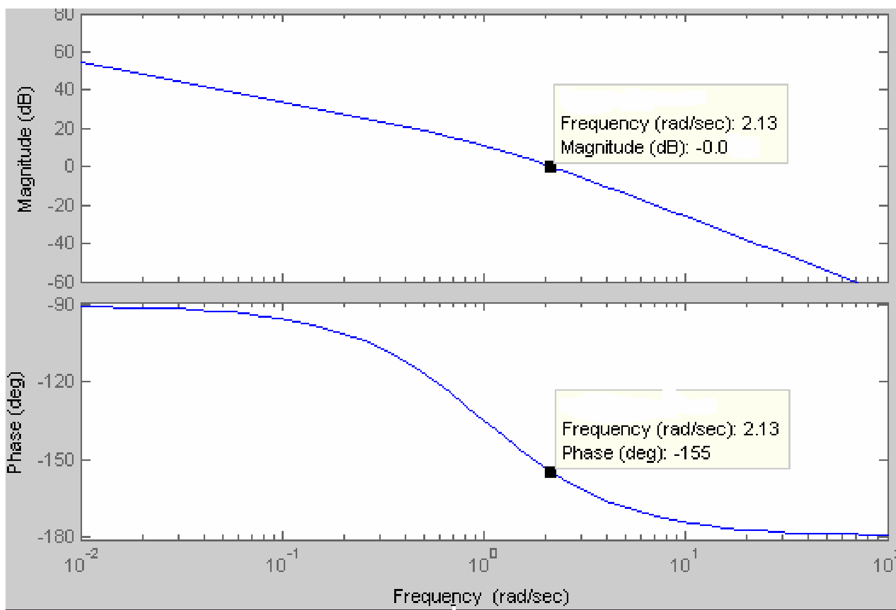
Δίνεται σύστημα που περιγράφεται από την ακόλουθη συνάρτηση μεταφοράς:

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

Για τη ρύθμιση του συστήματος χρησιμοποιείται P-ρυθμιστής σύμφωνα με το ακόλουθο διάγραμμα βαθμίδων.



Το διάγραμμα Bode που αντιστοιχεί στο σύστημα ανοικτού βρόχου φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



α) Να εξετάσετε την ευστάθεια του συστήματος κλειστού βρόχου.
β) Να προσδιορίσετε τις αποκρίσεις των συστημάτων ανοικτού βρόχου και κλειστού βρόχου (τις συναρτήσεις y(t)) σε παλμική μεταβολή της επιθυμητής τιμής.
γ) Να υπολογίσετε τις τιμές της μεταβλητής εξόδου y(t) όταν $t\rightarrow\infty$ στα συστήματα ανοικτού βρόχου και κλειστού βρόχου για τη μεταβολή του υποερωτήματος β.

Δίνεται ο ακόλουθος μετασχηματισμός Laplace: $\dfrac{\omega}{(s+b)^2+\omega^2} \rightarrow e^{-bt}\sin\omega t$

ΕΡΩΤΗΜΑ 5

Σε έναν αντιδραστήρα συνεχούς έργου και τέλειας ανάδευσης συμβαίνουν οι ακόλουθες αντιδράσεις:
$A \rightarrow B$ (Αντίδραση 1)
$B \rightarrow C$ (Αντίδραση 2)

Οι ρυθμοί των δύο αντιδράσεων σε $\frac{moles}{lt \cdot hr}$ είναι:

$$r_1 = k_1 C_A C_B$$
$$r_2 = k_2 C_B$$

όπου C_A, C_B οι συγκεντρώσεις των συστατικών *A* και *B* σε $\frac{moles}{lt}$ αντίστοιχα στο εσωτερικό του αντιδραστήρα και επομένως (λόγω τέλειας ανάδευσης) και στην έξοδο του αντιδραστήρα. Οι τιμές των σταθερών k_1, k_2 είναι 2 $\frac{lt}{moles \cdot hr}$ και 2 $\frac{1}{hr}$ αντίστοιχα.

Η παροχή (ροή εισόδου) στον αντιδραστήρα είναι σταθερή και ίση με 4 $\frac{lt}{hr}$ και περιέχει μόνο το συστατικό *A* σε συγκέντρωση C_{AF}. Ο όγκος του μίγματος στο εσωτερικό του αντιδραστήρα είναι επίσης σταθερός και ίσος με 2 *lt*.
Στόχος είναι ο σχεδιασμός ενός PD ρυθμιστή για τη ρύθμιση της συγκέντρωσης C_B χρησιμοποιώντας ως μεταβλητή εκ χειρισμού τη συγκέντρωση εισόδου C_{AF}. Ο ρυθμιστής θα πρέπει να σχεδιαστεί για την περιοχή γύρω από το σημείο ισορροπίας που προκύπτει για $C_{AF,s}$ =4 $\frac{moles}{lt}$. Αν ο χρόνος προπορείας του ρυθμιστή είναι 0.2 hr να υπολογίσετε την ενίσχυση *Kc*, έτσι ώστε στο σύστημα κλειστού βρόχου που προκύπτει ο λόγος απόσβεσης να είναι 0.7.
Σημείωση: Θεωρείστε ότι η διεργασία είναι ισοθερμοκρασιακή και ότι οι πυκνότητες όλων των ρευμάτων καθώς και του μίγματος στο εσωτερικό του αντιδραστήρα είναι ίσες μεταξύ τους.

ΕΡΩΤΗΜΑ 6

Να προσδιορίσετε το περιθώριο ενίσχυσης στο παρακάτω σύστημα όταν το περιθώριο φάσης είναι 30°.

$$G(s) = \frac{K}{s(s+1)^2}$$

ΕΡΩΤΗΜΑ 7

Η χαρακτηριστική εξίσωση ενός συστήματος δίνεται από το ακόλουθο πολυώνυμο:

$$s^3 + 6s^2 + 20s + 5K$$

α) Να προσδιορίσετε το εύρος τιμών του K για το οποίο το σύστημα είναι ευσταθές.
β) Να προσδιορίσετε το εύρος τιμών του K για το οποίο όλοι οι πόλοι του συστήματος έχουν πραγματικό μέρος μικρότερο του -1.

ΕΡΩΤΗΜΑ 8

Σε ένα γραμμικό σύστημα δεύτερης τάξης, η % υπέρβαση *M* και ο χρόνος ανύψωσης t_r δίνονται αντίστοιχα από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$M = 100e^{\frac{-\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$$

$$t_r = \frac{1.8}{\omega_n}$$

Στο παρακάτω σύστημα:

$$G(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{b_0}{s^2 + a_1 s + a_0}$$

να προσδιορίσετε τις τιμές των παραμέτρων a_0, a_1, b_0 έτσι ώστε να συμβαίνουν ταυτόχρονα τα εξής:

α) Η υπέρβαση να είναι *M*=20

β) Ο χρόνος ανύψωσης να είναι t_r=0.1

γ) Η απόκριση του συστήματος σε μόνιμη κατάσταση σε περίπτωση μοναδιαίας βηματικής μεταβολής της μεταβλητής εισόδου $u(t)$ να είναι ίση με 1.