



Οι λύσεις των ασκήσεων (σε αρχείο pdf) μαζί με οποιοδήποτε συνοδευτικό αρχείο (πχ MATLAB) θα πρέπει να ενσωματωθούν σε ένα αρχείο zip με τα Ονοματεπώνυμα της ομάδας σας και να αποσταλούν στην εξής διεύθυνση: graduatecontrol@gmail.com.

Θέμα 1°

Δίνεται το σύστημα που περιγράφεται από τη συνάρτηση μεταφοράς:

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

A. Προσδιορίστε την τάξη του συστήματος n , αν γνωρίζετε ότι με εφαρμογή P ελεγκτή με συντελεστή ενίσχυσης $K_c=16/9$ προκύπτει περιθώριο φάσης 60° .

B. Ας θεωρήσετε τώρα και νεκρό χρόνο στη συνάρτηση μεταφοράς η οποία πλέον

γίνεται $G(s) = \frac{1}{(s+1)^n} e^{-\theta s}$ με τιμή του n αυτή που υπολογίστηκε από το ερώτημα 3A.

Υπολογίστε το εύρος τιμών της παραμέτρου θ , για το οποίο προκύπτει ευσταθές σύστημα κλειστού βρόχου, αν εφαρμόσουμε τον P-ελεγκτή που αναφέρθηκε στο ερώτημα A.

Θέμα 2°

Δίνεται σύστημα που περιγράφεται από την ακόλουθη συνάρτηση μεταφοράς όπου $T_1 > 0$, $T_2 > 0$:

$$G(s) = \frac{K}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$

Εφαρμόστε τη μέθοδο IMC με στόχο το σχεδιασμό ελεγκτή στον οποίο η συνάρτηση μεταφοράς κλειστού βρόχου να είναι πρώτης τάξης: $\frac{1}{(\lambda s + 1)}$. Το αποτέλεσμα θα πρέπει να εκφραστεί σε δομή PID.

Θέμα 3°

Δίνεται το ονομαστικό σύστημα

$$G(s) = \frac{0.036(s + 25.3)}{s^2(s^2 + 0.04s + 1)}$$

Και η οικογένεια συστημάτων $G_p(s) = \frac{0.036(s + 25.3)}{s^2(s^2 + bs + 1)}$, με $b \in (0.5 * 0.04, 2 * 0.04)$.

Προσδιορίστε ένα φίλτρο πολλαπλασιαστικής αβεβαιότητας που να εξασφαλίζει την περιγραφή της παραπάνω αβεβαιότητας.

Θέμα 4°

Δίνεται το ονομαστικό σύστημα που περιγράφεται από την ακόλουθη συνάρτηση μεταφοράς:

$$G(s) = \frac{3(-2s + 1)}{(10s + 1)(6.5s + 1)}$$

Και η οικογένεια συστημάτων που περιγράφεται ως εξής:

$$G_p(s) = \frac{3(\tau_1 s + 1)}{(\tau_2 s + 1)(\tau_3 s + 1)}$$

όπου $-2.5 \leq \tau_1 \leq -1.5$, $9 \leq \tau_2 \leq 11$, $6 \leq \tau_3 \leq 7$

Να σχεδιάσετε σύστημα ελέγχου του συστήματος χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία mixed sensitivity, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται ταυτόχρονα οι εξής προδιαγραφές:

- 1) Έύρωση ευστάθεια
- 2) Ολοκληρωτική δράση στην ονομαστική απόδοση
- 3) $\omega_B \geq 0.1$ στην ονομαστική απόδοση
- 4) $M_s \leq 3$ στην ονομαστική απόδοση

Για τη συνάρτηση μεταφοράς KS θεωρήστε σταθερό φίλτρο $W_u = 1$.

Στη συνέχεια θα προσομοιώσετε το σύστημα κλειστού βρόχου για μοναδιαίες βηματικές επιβολές στην επιθυμητή τιμή, χρησιμοποιώντας το ονομαστικό μοντέλο και τρία επιπλέον συστήματα που θα επιλέξετε εσείς, με την προϋπόθεση να ανήκουν στην παραπάνω οικογένεια συστημάτων.

Θέμα 5°

Δίνεται το ονομαστικό σύστημα που περιγράφεται από την ακόλουθη συνάρτηση μεταφοράς:

$$G(s) = \frac{4}{3s + 1}$$

Το πραγματικό σύστημα έχει την ακόλουθη δυναμική:

$$G'(s) = \frac{4e^{-0.1s}}{(3s+1)(0.1s+1)^2}$$

- A) Προσδιορίστε το βάρος της προσθετικής αβεβαιότητας $W_A(s)$
- B) Σχεδιάστε σε ένα γράφημα το μέτρο των $G(j\omega), G'(j\omega), W_A(j\omega)$ συναρτήσει της συχνότητας ω με ελάχιστες και μέγιστες τιμές για τη συχνότητα 0.01 και 100 αντίστοιχα.
- Γ) Προσδιορίστε το κριτήριο εύρωστης ευστάθειας χρησιμοποιώντας την προσθετική αβεβαιότητα.
- Δ) αν εφαρμόσετε το ρυθμιστή $K(s) = k/s$ υπολογίστε το εύρος των θετικών τιμών του k για το οποίο εξασφαλίζεται εύρωστη ευστάθεια. Η τιμή $k = 2$ περιλαμβάνεται σε αυτό; Εξασφαλίζεται ονομαστική ευστάθεια για $k = 2$;

Θέμα 6°

Δίνεται το σύστημα που περιγράφεται από τη συνάρτηση μεταφοράς $G(s) = \frac{s-3}{s+1}$.

- i. Σχεδιάστε σύστημα ελέγχου που να επιτυγχάνει όσο το δυνατό μεγαλύτερη ω_b έτσι ώστε να εξασφαλίζεται μηδενική ρυθμιστική απόκλιση σε περίπτωση βηματικής επιβολής στην επιθυμητή τιμή και περιθώριο φάσης μεγαλύτερο από 30° . Προσομοιώστε το σύστημα κλειστού βρόχου δίνοντας μοναδιαία βηματική επιβολή στην επιθυμητή τιμή.
- ii. Θέλουμε να πετύχουμε συνάρτηση μεταφοράς καθοδήγησης $T(s) = \frac{5}{s+5}$. Δείξτε ότι ο ελεγκτής που προκύπτει προκαλεί αστάθεια στον κλειστό βρόχο (Υπόδειξη: Διερευνήστε τις συναρτήσεις μεταφοράς ανάμεσα σε εσωτερικά σήματα και την επιθυμητή τιμή στο σύστημα κλειστού βρόχου).
- iii. Χρησιμοποιούμε τον ελεγκτή $K(s) = -\frac{5(s+1)}{s(s+13)}$. Δείξτε ότι το σύστημα κλειστού βρόχου δεν έχει καλή απόδοση για συχνότητες μεγαλύτερες από 1.3 rad/s. (Υπόδειξη: Διερευνήστε τη συνάρτηση ευαισθησίας στην περιοχή αυτής της συχνότητας).
- iv. Σχεδιάστε ελεγκτή που να εξασφαλίζει ευστάθεια στο σύστημα κλειστού βρόχου, ολοκληρωτική συμπεριφορά και $\omega_c = 1.5 \text{ rad/s}$. Με βάση τη συνάρτηση ευαισθησίας διερευνήστε αν βελτιώνεται η απόδοση του συστήματος σε σχέση με την περίπτωση iii.