



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 υποβληθούν μέσω της πλατφόρμας Helios.

Θέμα 1°

Στο μάθημα δείξαμε ότι ένα σύστημα μεταβλητών κατάστασης που περιγράφει τη δυναμική του συστήματος ελατηρίου-μάζας είναι:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{v}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{K}{M} & -\frac{B}{M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ v(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{M} \end{bmatrix} F(t)$$

$$[x(t)] = [1 \quad 0] \begin{bmatrix} x(t) \\ v(t) \end{bmatrix} + [0]F(t)$$

Όπου K η σταθερά του ελατηρίου, B ο συντελεστής τριβής, M η μάζα, $x(t)$ η απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας, $v(t)$ η ταχύτητα και $F(t)$ η πρόσθετη δύναμη (πλην του βάρους).

Α) Να μετατρέψετε το σύστημα των μεταβλητών κατάστασης στην αντίστοιχη συνάρτηση μεταφοράς.

Β) Αφού επιλέξετε τιμές για τις παραμέτρους του συστήματος K , B , M να μετατρέψετε το σύστημα σε δύο διαφορετικά ισοδύναμα συστήματα μεταβλητών κατάστασης από το οποίο το ένα θα πρέπει να είναι η κανονική (διαγώνιος μορφή).

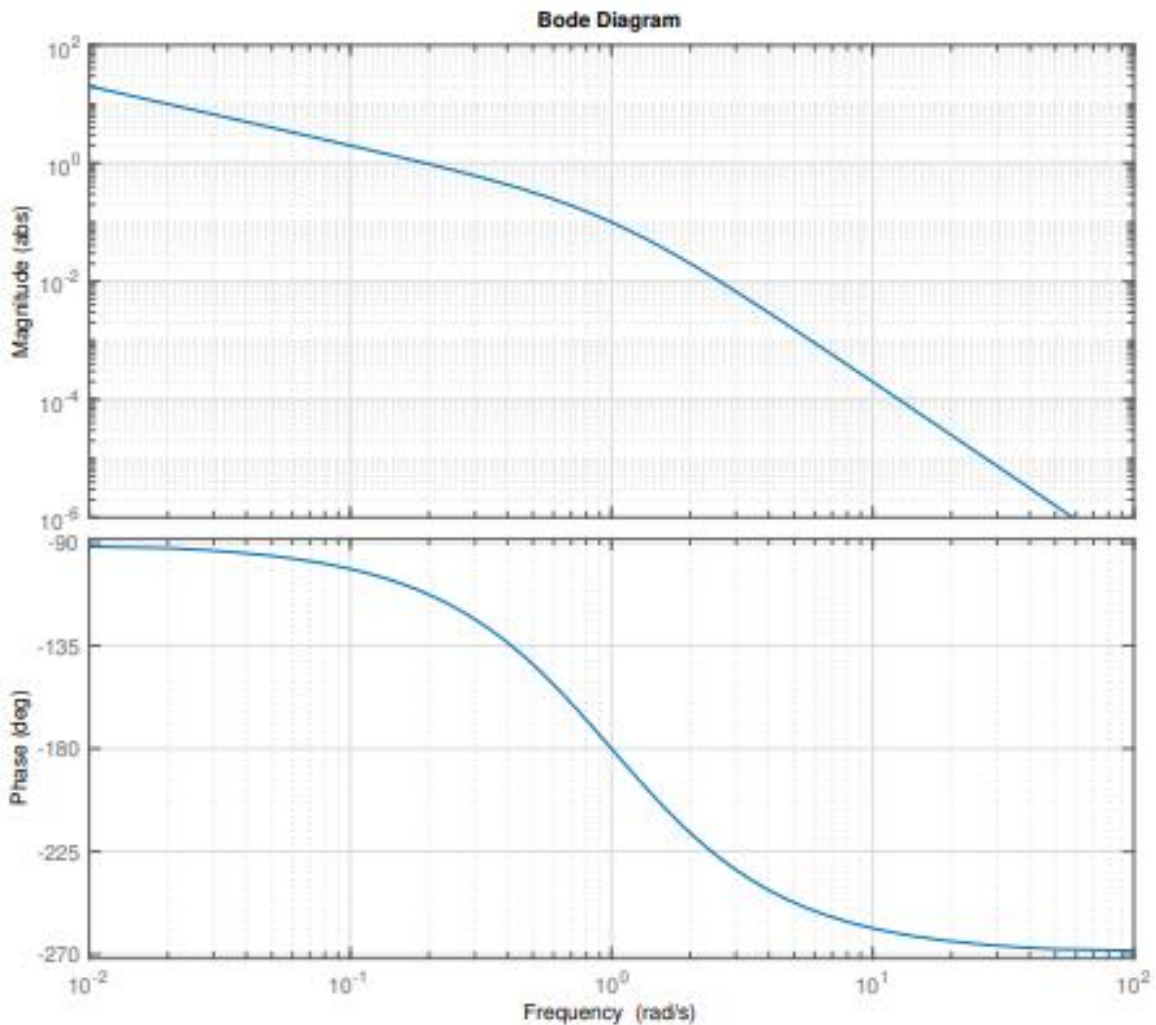
Θέμα 2°

Δίνεται παρακάτω το διάγραμμα Bode ενός συστήματος $G(s)$ (χωρίς την παρουσία ελεγκτή). Το σύστημα ρυθμίζεται με P-ελεγκτή $K(s)=Kc>0$. Για τα υπόλοιπα στοιχεία του συστήματος κλειστού βρόχου (αισθητήρας, στοιχείο τελικής ρύθμισης) θεωρήστε συναρτήσεις μεταφοράς ίσες με τη μονάδα.

Α) Υπολογίστε το εύρος τιμών του συντελεστή ενίσχυσης Kc για το οποίο το σύστημα κλειστού βρόχου είναι ευσταθές.

Β) Αν ο συντελεστής ενίσχυσης Kc του P-ρυθμιστή επιλεγεί ίσος με 1 αλλά προστεθεί νεκρός χρόνος στη δυναμική του συστήματος δηλαδή προκύψει η συνάρτηση μεταφοράς $\tilde{G}(s) =$

$G(s)e^{-\theta s}$ να προσδιορίσετε το εύρος της τιμής της παραμέτρου θ για το οποίο το σύστημα κλειστού βρόχου είναι ευσταθές.



Θέμα 3°

Δίνεται σύστημα που περιγράφεται από την ακόλουθη συνάρτηση μεταφοράς:

$$G(s) = \frac{e^{-\theta s}}{(10s+1)}. \text{ Το σύστημα ρυθμίζεται με τον PI ρυθμιστή: } K(s) = 10 \left(1 + \frac{1}{2s} \right) \text{ και}$$

προκύπτει περιθώριο φάσης ίσο με 10° . Ο αισθητήρας και το στοιχείο τελικής ρύθμισης θεωρούνται αμελητέας δυναμικής. Η μονάδα χρόνου στο μοντέλο του συστήματος είναι sec.

- A) Με βάση τα δεδομένα του θέματος υπολογίστε το νεκρό χρόνο θ του συστήματος (Σημείωση: αν καταλήξετε σε εξίσωση της μορφής $\theta\omega = \phi$, όπου ω συχνότητα σε rad/sec και ϕ γωνία, θα πρέπει η γωνία να δίνεται σε rad).
- B) Έχοντας υπολογίσει το νεκρό χρόνο, προσομοιώστε αναλυτικά και στο Matlab την απόκριση του συστήματος $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{e^{-\theta s}}{(10s+1)}$ όταν το σύστημα ξεκινήσει από μηδενικές αρχικές συνθήκες και στην είσοδο δοθεί γραμμική επιβολή $u(t) = t$. Δίνεται $L\{t\} = 1/s^2$. Προσέξτε ότι το ερώτημα αναφέρεται στο $G(s)$ και όχι στο σύστημα κλειστού βρόχου.

Θέμα 4°

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

$$G(s) = \frac{K}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)}$$

- A. 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.
- B. Προσομοιώστε στο Matlab την απόκριση του ρυθμιζόμενης μεταβλητής σε μοναδιαία βηματική επιβολή στην επιθυμητή τιμή για διάφορες τιμές του λάμδα (ή αντίστοιχα του τ_c) και σχολιάστε τα αποτελέσματα ως την επίπτωση που έχει η επιλογή αυτή στη δυναμική συμπεριφορά του συστήματος κλειστού βρόχου.

Θέμα 5°

Δίνεται σύστημα μιας εισόδου-μιας εξόδου, που απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:

- A) Αναπτύξτε εξισώσεις κατάστασης με μεταβλητές κατάστασης X_1, X_2, X_3 , θεωρώντας σαν έξοδο τη μεταβλητή κατάστασης X_2 .
- B) Εξετάστε τη ελεγχσιμότητα και παρατηρησιμότητα του συστήματος συναρτήσει της παραμέτρου a .
- Γ) Εξετάστε την ευστάθεια του συστήματος συναρτήσει της παραμέτρου a .

