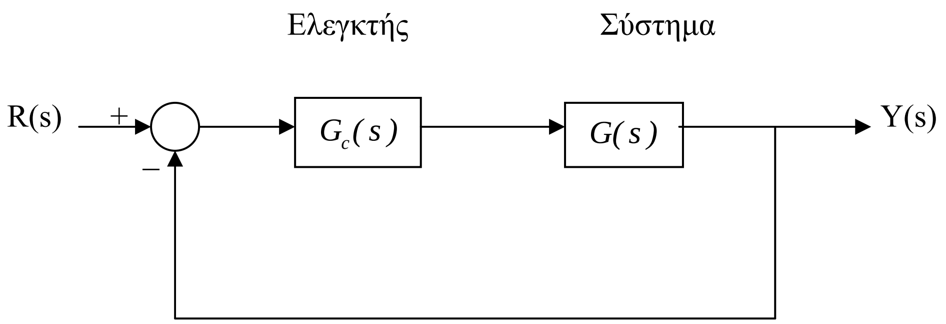
Ε.Μ.Π. ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ: Σ. Ε. Ρ.
ΜΑΘΗΜΑ: Σχεδίαση Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου
ΕΞΑΜΗΝΟ: 6^o
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: Ιουνίου
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 25/6/2012
ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 3 ώρες

Ονοματεπώνυμο	
Αριθμός Μητρώου	

ΟΜΑΔΑ Α

Θέμα 1 (2 μονάδες): Δίνεται το προς έλεγχο σύστημα:



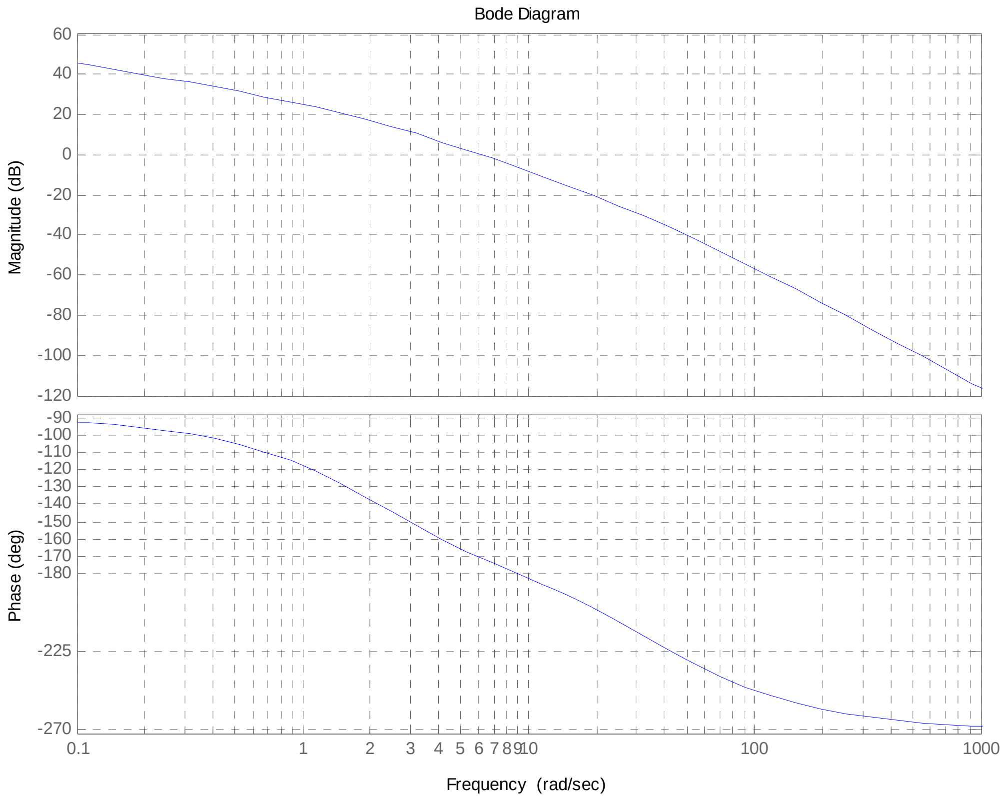
όπου, $G(s) = \dfrac{1}{s(s+2)(s+40)}$.

Να σχεδιαστεί ελεγκτής $G_c(s) = K_c\beta \dfrac{Ts+1}{\beta Ts+1} = K\dfrac{Ts+1}{\beta Ts+1}$, με $\beta > 1$ τέτοιος ώστε,

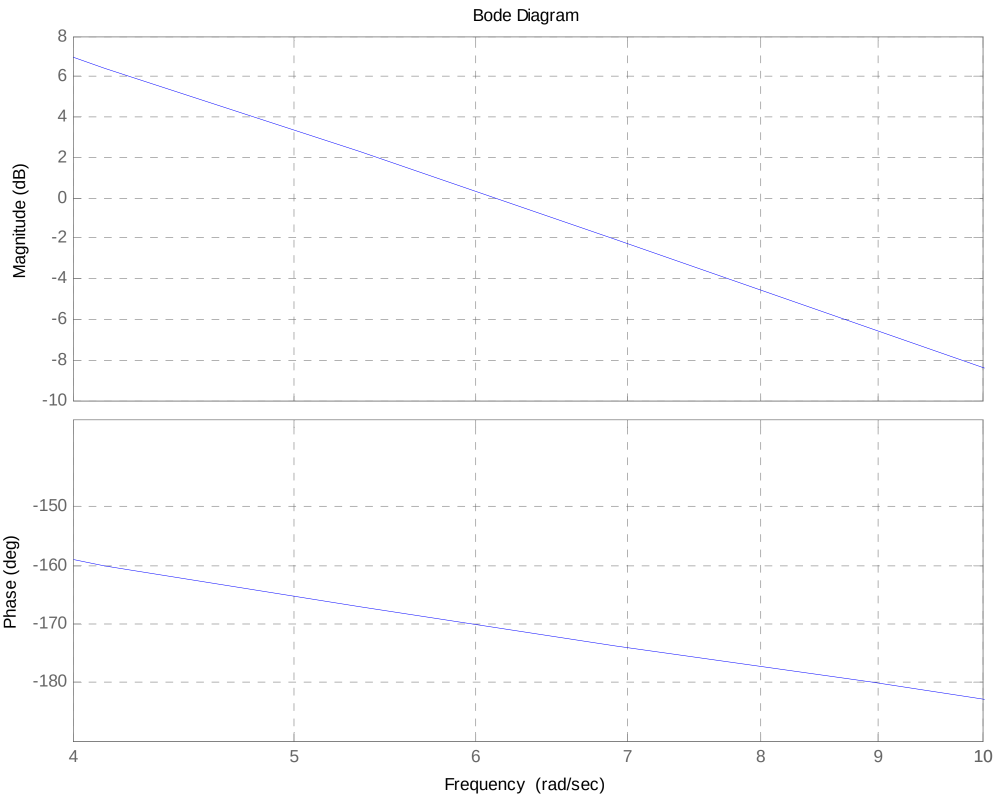
α) Το σφάλμα μόνιμης κατάστασης στη μοναδιαία συνάρτηση αναρρίχησης να είναι ≤ 0.05 (0.3 μονάδες)

β) Το περιθώριο φάσης να είναι τουλάχιστον 40^o. (1.7 μονάδες)

Τα Σχήματα 1 και 2 που ακολουθούν αντιστοιχούν στο μη αντισταθμισμένο, αλλά με το σωστό K για την επιθυμητή σταθερά σφάλματος ταχύτητας σύστημα. Να σημειωθούν ενδεικτικά τα μεγέθη που χρησιμοποιήθηκαν στα πιο πάνω ερωτήματα.

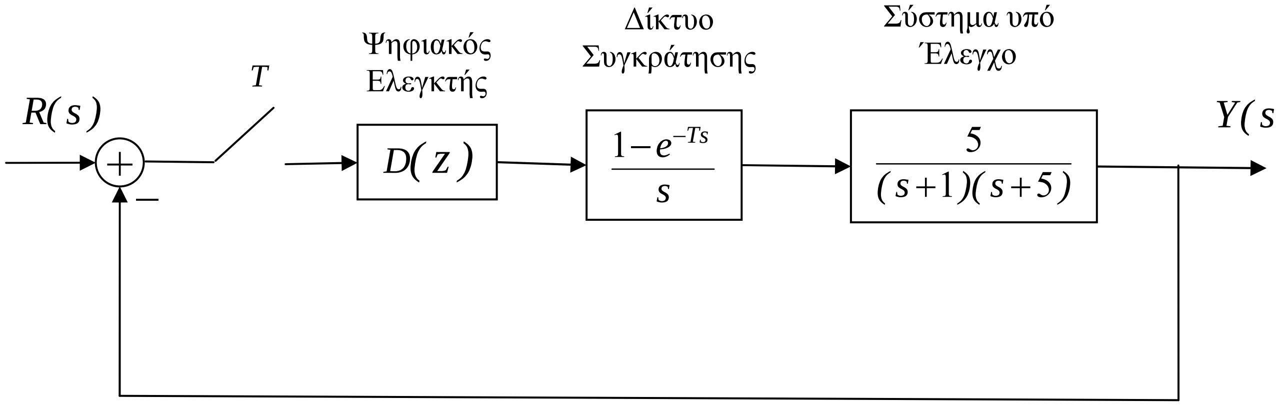


Σχήμα 1: Διαγράμματα Bode μη πλήρως αντισταθμισμένου (ρυθμισμένο μόνο το κέρδος K) συστήματος.



Σχήμα 2: Μεγέθυνση των διαγραμμάτων Bode του Σχήματος 1.

Θέμα 2 (2.5 μονάδες): Δίνεται το πιο κάτω κλειστό σύστημα:



Να σχεδιαστεί στο z - επίπεδο ψηφιακός ελεγκτής τέτοιος ώστε το αντισταθμισμένο σύστημα να έχει μέγιστη υπερπήδηση 5% και χρόνο κορυφής $0.8\,\text{sec}$. Για ένα σύστημα με δύο μόνο πόλους ή με επικρατούντες πόλους οι τύποι για τις πιο πάνω ποσότητες είναι:

$$M_p = \exp\left(\frac{-\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right) \quad \text{και} \quad t_p = \frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}$$

α) Εάν απαιτούνται 10 δειγματοληψίες ανά κύκλο αποσβεννύμενης ταλάντωσης, να καθορισθεί η περίοδος δειγματοληψίας και να βρεθεί η θέση των επιθυμητών πόλων στο z - επίπεδο.

(1.0 μονάδα)

β) Να προσδιοριστεί ο ελεγκτής $D(z) = K\dfrac{z+a}{z+b}$ έτσι ώστε το αντισταθμισμένο σύστημα να έχει τους επικρατούντες πόλους στις θέσεις του ερωτήματος (α).

(1.5 μονάδα)

Θέμα 3 (2 μονάδες): Δίνεται ένα σύστημα που περιγράφεται από τις εξισώσεις:

$$x(k+1) = Ax(k) + bu(k), \quad x(0) = x_0$$
$$y(k) = cx(k)$$

όπου,

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \beta^2 & 0 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad c = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \beta \in R$$

α) Να καθορισθούν οι περιοχές τιμών του β ώστε το σύστημα να είναι ελέγξιμο (φραγμένης εισόδου-φραγμένης εξόδου), παρατηρήσιμο, ευσταθές (η κάθε μια ιδιότητα ξεχωριστά).

(0.3 μονάδες)

β) Να μετατοπισθούν οι ιδιοτιμές του συστήματος μέσω ανατροφοδότησης κατάστασης έτσι ώστε η κατάσταση να πάει στο μηδέν σε πεπερασμένο χρόνο.

(0.7 μονάδες)

γ) Να βρεθεί νόμος ανατροφοδότησης κατάστασης της μορφής $u(k) = -K\tilde{x}(k)$, όπου $\tilde{x}(k)$ είναι η εκτίμηση του διανύσματος κατάστασης που παράγεται από ένα παρατηρητή πλήρους τάξης έτσι ώστε η κατάσταση του συστήματος και το σφάλμα εκτίμησης να μηδενίζονται σε πεπερασμένο χρόνο. Να βρεθεί ο παρατηρητής και σχεδιαστεί το διάγραμμα βαθμίδων του συστήματος με τον παρατηρητή.

(1.0 μονάδα)

Θέμα 4 (2 μονάδες): Δίνεται ένα γραμμικό, χρονικά αμετάβλητο σύστημα μιας εισόδου μιας εξόδου που περιγράφεται στο χώρο κατάστασης σε κανονική μορφή φάσης (κανονική ελέγξιμη μορφή) με ιδιοτιμές 0 και -2, διάνυσμα κατάστασης $\left[x_1(t) \quad x_2(t)\right]^T$ και έξοδο $y(t) = x_1(t)$.

α) Να βρεθεί η βέλτιστη είσοδος $u(t)$ ως ανατροφοδότηση κατάστασης ώστε να ελαχιστοποιείται το ακόλουθο κριτήριο κόστους:

$$J = \frac{1}{2}\int_0^\infty \left(\left[y(t)\right]^2 + \left[u(t)\right]^2\right) dt$$ (1.0 μονάδα)

β) Να δειχθεί ότι οι πόλοι του κλειστού συστήματος μετά την εφαρμογή του νόμου ανατροφοδότησης του πρώτου ερωτήματος είναι ρίζες του πολυωνύμου

$$h(s) = p(s)p(-s) + b(s)b(-s)$$

όπου $p(s)$ είναι το χαρακτηριστικό πολυώνυμο του ανοικτού συστήματος και $b(s)$ ο αριθμητής της συνάρτησης μεταφοράς του ανοικτού συστήματος. Να αποδειχθεί η πρόταση ότι η βέλτιστη επιλογή των πόλων του κλειστού συστήματος (για την επίλυση του προβλήματος του βέλτιστου γραμμικού ρυθμιστή) είναι οι ρίζες του $h(s)$ που βρίσκονται στο αριστερό μιγαδικό ημιεπίπεδο.

(1.0 μονάδα)

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΛΥΣΕΙΣ

ΠΡΟΧΕΙΡΟ