Ε.Μ.Π. ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ: Σ. Ε. Ρ.
ΜΑΘΗΜΑ: Σχεδίαση Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου
ΕΞΑΜΗΝΟ: 6^o
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Γ. Π. Παπαβασιλόπουλος
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: Ιουνίου
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 20/6/2011
ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 3.5 ώρες

Ονοματεπώνυμο	
Αριθμός Μητρώου	

Στα ερωτήματα που ακολουθούν, τα τελευταία ψηφία του Αριθμού Μητρώου αντιστοιχούν στα $\cdots N_3 N_2 N_1$

Θέμα 1 (1 μονάδα): Δίνεται η πιο κάτω περιγραφή ενός συστήματος συνεχούς χρόνου:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -100 - N_3 & -N_2 & -N_1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

Είναι επιθυμητό να τοποθετηθούν οι ιδιοτιμές του συστήματος στις θέσεις, $\lambda_1 = -7.5$, $\lambda_2 = -6$, $\lambda_3 = 14$ χρησιμοποιώντας την ανάδραση κατάστασης $u = \begin{bmatrix} k_1 & k_2 & k_3 \end{bmatrix} x$. Να βρεθεί το k_2. Επιλέξτε στο αντίστοιχο άδειο κουτάκι τη σωστή απάντηση.

0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0

7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	Δεν υπάρχει	Υπάρχει άλλο

Θέμα 2 (1 μονάδα): Δίνεται το σύστημα συνεχούς χρόνου:

$$\dot{x} = Ax = \begin{bmatrix} -5 & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & -1 \end{bmatrix} x, \qquad y = Cx = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} x$$

όπου,

$$\alpha^{-1}{}_{21} = \frac{1}{2} + N_1 + N_2 \quad \text{και} \quad \alpha_{12} = -N_2 + N_3$$

Το σφάλμα εκτίμησης που προκύπτει από έναν παρατηρητή κατάστασης ικανοποιεί την εξίσωση:

$$\dot{e} = (A - LC)e$$

όπου $L = \begin{bmatrix} l_1 & l_2 \end{bmatrix}^T$. Οι ιδιοτιμές λ_1, λ_2 του παρατηρητή είναι τέτοιες ώστε, $\lambda_1 \lambda_2 = 1$, και $\lambda_1 + \lambda_2 = -5$. Να βρεθεί το l_1 και να επιλεγεί το αντίστοιχο κουτάκι.

0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0

7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5

15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	Δεν υπάρχει	Υπάρχει άλλο

Θέμα 3 (1 μονάδα): Δίνεται το σύστημα που περιγράφεται από τις εξισώσεις κατάστασης:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} \frac{1}{4} & \alpha_{12} + \frac{\vartheta}{2} \\ \alpha_{21} + \frac{\vartheta}{2} & \frac{1}{4} \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} u$$

όπου $\alpha_{12} = N_1 - N_3$, $\alpha_{21} = N_3 - N_2$ και ϑ ακέραιος. Εάν $K = I$ είναι η λύση της εξίσωσης Riccati, όπου $Q \geq 0$, από την οποία προκύπτει ο βέλτιστος νόμος ελέγχου που ελαχιστοποιεί το κριτήριο κόστους

$$J = \int_0^\infty \left(x^T Q x + u^T u \right) dt$$

ποιο ϑ είναι δεκτό;

-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5

6	7	8	9	Δεν υπάρχει	Υπάρχει άλλο

Θέμα 4 (1 μονάδα): Δίνεται το σύστημα διακριτού χρόνου:

$$x_{k+1} = a x_k + w_k$$
$$y_k = \frac{1}{10} x_k + \frac{1}{10} v_k$$

για $k = 0,1$ όπου, $a = N_1$ και x_0, w_k, v_k είναι ανεξάρτητες Γκαουσιανές μεταβλητές με μέσες τιμές μηδέν,

$$E(x_0^2) = \sigma_0,\; E(w_k^2) = \sigma_1 \text{ και } E(v_k^2) = \sigma_2 \text{ με } \sigma_0 = \sigma_1 = \sigma_2 = \frac{N_1 + 1}{N_1 + N_2 + N_3}.$$

Να βρεθεί το K_1 του φίλτρου Kalman και να επιλεγεί το σωστό κουτάκι.

$\frac{20}{9}$	$\frac{30}{5}$	$\frac{60}{8}$	$\frac{110}{13}$	$\frac{180}{20}$	$\frac{270}{29}$	$\frac{380}{40}$	$\frac{510}{53}$	$\frac{660}{68}$	$\frac{830}{85}$	Δεν υπάρχει	Υπάρχει άλλο

Θέμα 5 (1 μονάδα): Ένα σύστημα διακριτού χρόνου περιγράφεται από τις εξισώσεις:

$$x_{k+1} = \begin{bmatrix} -0.5 & 0.5 \\ \gamma & \delta \end{bmatrix} x_k + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$
$$y_k = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} x_k$$

όπου, $\gamma = 2N_1 + 2\theta$ και $\delta = 2N_2$. Κάνουμε ανατροφοδότηση εξόδου. Να βρεθούν οι τιμές του θ για τις οποίες επιτυγχάνεται έλεγχος deadbeat χρησιμοποιώντας $u = \rho y$, με κατάλληλο ρ.

-9.5	-8.5	-7.5	-6.5	-5.5	-4.5	-3.5	-2.5	-1.5	-0.5	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5

5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	Δεν υπάρχει	Υπάρχει άλλο

Θέμα 6 (1 μοναδα): Θεωρήστε το σύστημα συνεχούς χρόνου:

$$\frac{dx}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a & b \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \qquad y = \begin{bmatrix} c & 1 \end{bmatrix} x$$

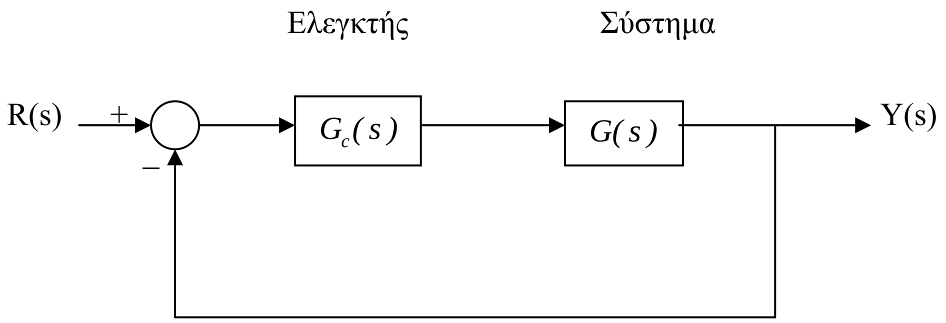
όπου,

$u = \rho y$, $a = (N_1 + 1)(N_1 + N_2 + N_3)$, $b = -N_1 - 3$ και $c = -(N_1 + N_2 + N_3)$.

Για ποιες ακέραιες τιμές του ρ, το σύστημα μπορεί να γίνει ασυμπτωτικά ευσταθές με χρήση ανάδρασης εξόδου;

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Δεν υπάρχει	Υπάρχει άλλο

Θέμα 7 (3 μονάδες): Δίνεται το προς έλεγχο σύστημα:



όπου, $G(s) = \dfrac{1}{s(1+0.6s)(1+0.1s)}$.

Να σχεδιαστεί ελεγκτής $G_c(s) = K_c \alpha \dfrac{Ts+1}{\alpha Ts+1} = K \dfrac{Ts+1}{\alpha Ts+1}$, με $0 < \alpha < 1$ τέτοιος ώστε,

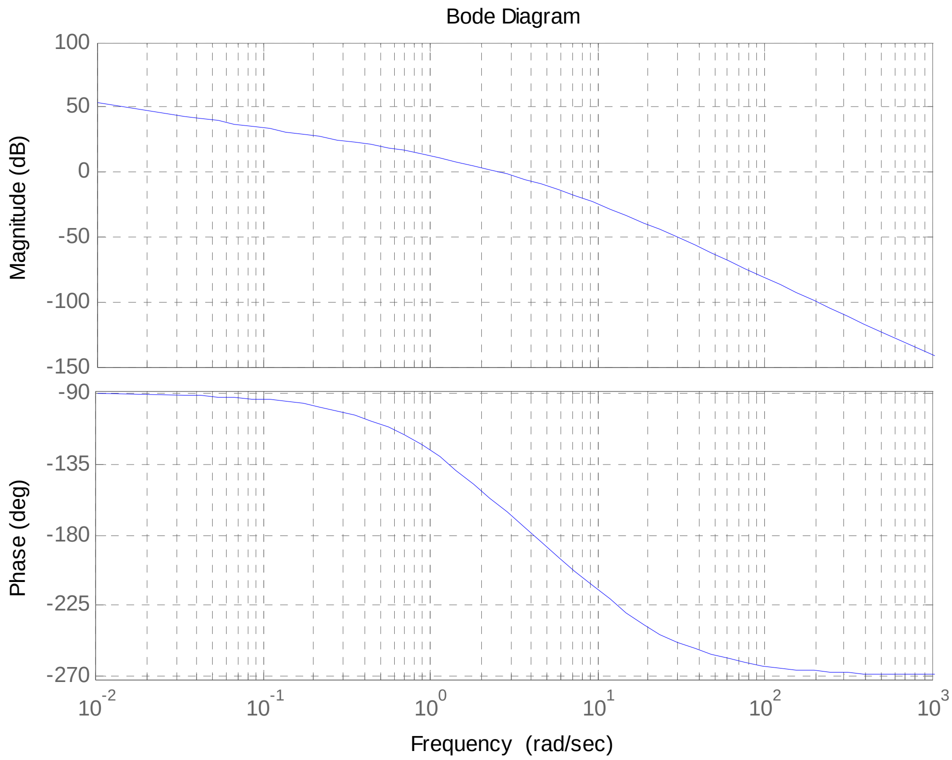
α) Η σταθερά σφάλματος ταχύτητας $K_v = 5 \sec^{-1}$. (0.3 μονάδες)

β) Το περιθώριο φάσης να είναι τουλάχιστον 45^o . (1.5 μονάδες)

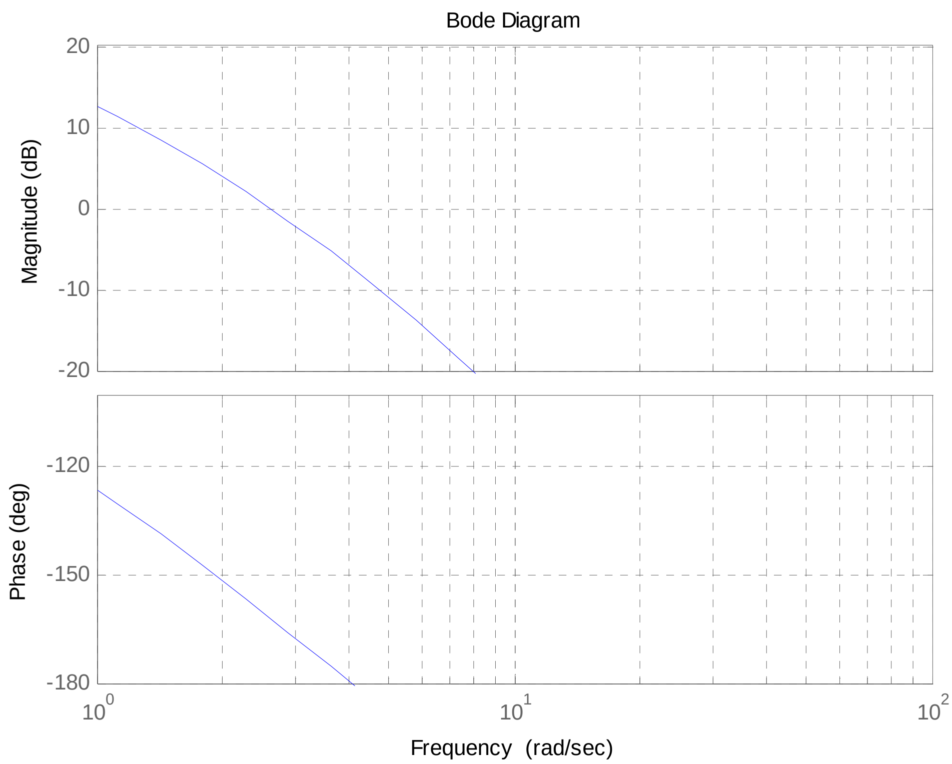
γ) Το περιθώριο ενίσχυσης να είναι τουλάχιστον $10\ dB$. (0.7 μονάδες)

δ) Να βρεθεί ο αντίστοιχος ελεγκτής διακριτού χρόνου χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ταύτισης πόλων και μηδενικών (περίοδος δειγματοληψίας = 0.1sec). (0.5 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.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΛΥΣΗ

ΠΡΟΧΕΙΡΟ