

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

2^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ MATLAB/SIMULINK

Διδάσκοντες: Α. ΣΟΛΔΑΤΟΣ, Χ. ΨΥΛΛΑΚΗΣ

Θεωρήστε την πειραματική διάταξη του Ανεστραμμένου Εκκρεμούς που εξετάσατε στο εργαστήριο. Μια γραμμική περιγραφή ενός ανάλογου συστήματος δίνεται από τις εξισώσεις:

$$\dot{x}_{ol} = \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \\ \dot{x} \\ \ddot{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 20.6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -0.5 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ x \\ \dot{x} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0.5 \end{bmatrix} u, \quad \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ x \\ \dot{x} \end{bmatrix}$$

με κάποιες αρχικές συνθήκες, όπου θ είναι η γωνιακή θέση της ράβδου σε rad , x η απόσταση του Βαγονιού από κάποιο σημείο αναφοράς σε m , u η είσοδος ελέγχου σε N και $[y_1 \ y_2]^T$ το διάνυσμα εξόδου.

Α) Είναι επιθυμητό να επαναφέρουμε το Βαγονάκι με το Ανεστραμμένο Εκκρεμές στην αρχική τους, αδιατάραχτη θέση όταν ανεπιθύμητες εξωτερικές δυνάμεις τους προσδίδουν κάποιες αρχικές συνθήκες. Σε αυτό το ερώτημα, θεωρούμε ότι το x_{ol} είναι μετρήσιμο. Έστω ότι $u = -Kx_{ol}$ είναι μία γραμμική ανάδραση κατάστασης που τοποθετεί δύο από τους πόλους κοντά στον φανταστικό άξονα και τους άλλους σε τέτοιες θέσεις ώστε η επίδρασή τους να είναι αμελητέα. Θέλουμε εντός 2 sec οι απόλυτες τιμές των συνιστωσών του x_{ol} να γίνουν και να παραμείνουν μικρότερες του 0.015 . Θέλουμε επίσης ο συντελεστής απόσβεσης $\zeta = 0.5$ για τους δύο πρωτεύοντες πόλους του κλειστού συστήματος. Να βρεθεί κατάλληλο K και να σχεδιαστούν οι αποκρίσεις των $\theta, \dot{\theta}, x, \dot{x}, u$ όταν η αρχική συνθήκη είναι $[-0.2 \ -0.06 \ 0.01 \ 0.3]^T$.

Β) Να βρεθεί κατάλληλο K ώστε ο νόμος ελέγχου $u = -Kx_{ol}$ να ελαχιστοποιεί το τετραγωνικό κριτήριο κόστους

$$J = \frac{1}{2} \int_0^\infty (x_{ol}^T(t)x_{ol}(t) + u^2(t))dt$$

και να σχεδιαστούν οι αποκρίσεις των $\theta, \dot{\theta}, x, \dot{x}, u$ για την προηγούμενη αρχική συνθήκη.

Γ) Με τα δεδομένα του ερωτήματος (Α), να μετακινηθεί το Βαγονάκι με το Ανεστραμμένο Εκκρεμές σε κάποια καινούργια θέση της προτίμησής σας, διαφορετική από την αρχική, κάνοντας κατάλληλη επιλογή της εισόδου u . Να σχεδιαστούν οι αποκρίσεις. Ποιά είναι η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα;

Δ) Έστω ότι δεν είναι μετρήσιμο το x_{ol} αλλά το $[y_1 \ y_2]^T$. Να επαναληφθούν τα ερωτήματα (Α) και (Β) με χρήση παρατηρητή κατάστασης.

Ε) Αξιολογήστε τη σχεδιάσή σας αν οι τιμές 20.6 και -0.5 στον πιο πάνω πίνακα αντικατασταθούν με τις 20.9 και -0.8 αντιστοίχως.

Κάθε σπουδάστρια/ης παραδίδει τη δικιά της/του εργασία που διαφέρει από των υπολοίπων. Εκεί περιλαμβάνονται το πρόγραμμα του Matlab/Simulink, τα αποτελέσματα και μια δισκέττα/CD με τα προγράμματα.