

Ευφυή και Προσαρμοστικά Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου

Εργασία 2022-2023

Δίνεται το σύστημα:

$$M\ddot{q} + G\sin(q) + C\dot{q} = u \quad (1)$$

που περιγράφει τη λειτουργία του ανεστραμμένου εκκρεμούς. Στην (1) με $q \in \mathbb{R}$ συμβολίζουμε τη γωνία εκτροπής σε rad , με \dot{q} τη γωνιακή ταχύτητα σε rad/s και με \ddot{q} τη γωνιακή επιτάχυνση σε rad/s^2 . Επιπλέον $u \in \mathbb{R}$ είναι η είσοδος ελέγχου εκφρασμένη ως ροπή ($N \cdot m$) που ασκείται στη βάση του ανεστραμμένου εκκρεμούς. Έξοδος του συστήματος είναι η γωνία εκτροπής q . Οι παράμετροι $M [N \cdot m \cdot s^2/rad]$, $G [N \cdot m]$, $C [N \cdot m \cdot s/rad]$ που εμφανίζονται στην (1) θεωρούνται σταθερές αλλά άγνωστες. Για λόγους προσομοίωσης και μόνο, να τις λάβετε ως $M = 1/2$, $G = 10$, $C = 1$. Στόχος είναι να σχεδιαστεί ελεγκτής που να ελέγχει τη λειτουργία του (1) στη γειτονιά του μηδενός. Πιο συγκεκριμένα, για το σκοπό αυτό ζητούνται τα παρακάτω:

1. Να γραμμικοποιηθεί το (1) στη γειτονιά του μηδενός.
2. Θεωρώντας το (1) πλήρως γνωστό, να σχεδιαστεί ελεγκτής μοντέλου αναφοράς όταν από το (1) είναι διαθέσιμα προς μέτρηση μόνο η έξοδος $y = q$ και η είσοδος u . Να προσομοιώσετε σε MATLAB τη λειτουργία του συστήματος κλειστού βρόγχου για τα παρακάτω δύο σενάρια.
 - α) Εκτρέπουμε το εκκρεμές κατά γωνία $q(0) = 0.1745 \text{ rad}$ (ή 10°). Το κρατάμε ακίνητο στη θέση αυτή. Στη συνέχεια το αφήνουμε και επιθυμούμε να ακινητοποιηθεί στη θέση $q = 0$, εμφανίζοντας μηδενική υπερύψωση και χρόνο αποκατάστασης που να μην υπερβαίνει τα 10 s. Να επαναλάβετε τη προσομοίωση και για γωνία εκτροπής $q(0) = 0.8727 \text{ rad}$ (ή 50°).
 - β) Θεωρώντας ως αρχική γωνία εκτροπής $q(0) = 0 \text{ rad}$, η γωνία εκτροπής να παρακολουθεί τα σήματα $0.0175\sin(0.5t)$, $0.0873\sin(90t)$.
3. Θεωρώντας άγνωστες τις παραμέτρους της (1), να σχεδιαστεί άμεσος προσαρμοστικός ελεγκτής μοντέλου αναφοράς ανάδρασης καταστάσεων και να προσομοιωθεί σε MATLAB η λειτουργία του συστήματος κλειστού βρόγχου για τα σενάρια α) και β) του Ζητήματος 2.
4. Θεωρώντας άγνωστες τις παραμέτρους της (1), να σχεδιαστεί άμεσος προσαρμοστικός ελεγκτής μοντέλου αναφοράς ανάδρασης εξόδου και να προσομοιωθεί σε MATLAB η λειτουργία του συστήματος κλειστού βρόγχου για τα σενάρια α) και β) του Ζητήματος 2.
5. Για τα Ζητήματα 2, 3 και 4 να γίνει μελέτη ευρωστίας (με τη βοήθεια προσομοιώσεων), των αποκρίσεων εξόδου ως προς τις μεταβολές των ελεύθερων παραμέτρων των ελεγκτών που σχεδιάζετε.