

Ευφυή και Προσαρμοστικά Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου Εργασία 2

Έστω το σύστημα:

$$\dot{\varphi} = p$$

$$\dot{p} = \vartheta_1 \varphi + \vartheta_2 p + (\vartheta_3 |\varphi| + \vartheta_4 |p|) p + \vartheta_5 \varphi^3 + \vartheta_6 u, \quad p, u \in \mathbb{R}$$

όπου φ [rad] παριστάνει γωνία και το p [rad/s] γωνιακή ταχύτητα. Το u [rad] είναι η είσοδος ελέγχου. Τα φ , p είναι μετρήσιμα. Οι άγνωστες και σταθερές παράμετροι είναι:

$$\vartheta_1 = -0.018, \vartheta_2 = 0.015, \vartheta_3 = -0.062, \vartheta_4 = 0.009, \vartheta_5 = 0.021, \vartheta_6 = 0.75$$

A) Να δείξετε ότι το (0,0) είναι ασταθές σημείο ισορροπίας του συστήματος ανοιχτού βρόχου και να το επαληθεύσετε με τη βοήθεια προσομοιώσεων.

B) Να κάνετε το διάγραμμα $p - \varphi$, με τη βοήθεια του οποίου να διαπιστώσετε την ύπαρξη οριακού κύκλου για το σύστημα ανοιχτού βρόχου και με τη βοήθεια προσομοιώσεων να αποφανθείτε για την ευστάθεια του οριακού κύκλου.

Γ) Με δεδομένο ότι το δοθέν μοντέλο περιγράφει την κατά roll κίνηση ενός αεροσκάφους με τριγωνικές πτέρυγες, με το φ να παριστάνει τη γωνία περιστροφής και το p τη γωνιακή ταχύτητα και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των ερωτημάτων A), B), να περιγράψετε ποιοτικά τη συμπεριφορά του συστήματος ανοιχτού βρόχου.

Δ) Να σχεδιαστεί προσαρμοστικός ελεγκτής που να καθιστά φραγμένα όλα τα σήματα στον κλειστό βρόχο και το σύστημα κλειστού βρόχου να συμπεριφέρεται όπως το μοντέλο αναφοράς:

$$\varphi_{ref}(s) = \frac{1}{s^2 + 1.4s + 1} r(s).$$

Ε) Να προσομοιώσετε την απόκριση του συστήματος κλειστού βρόχου για είσοδο αναφοράς:

$$r(t) = \begin{cases} 0^\circ, & 0 \leq t < 1 \\ 5^\circ, & 1 \leq t < 10 \\ 0^\circ, & 10 \leq t < 22 \\ -5^\circ, & 22 \leq t < 35 \\ 0^\circ, & 35 \leq t < 45 \\ 10^\circ, & 45 \leq t < 55 \\ 0^\circ, & 55 \leq t < 65 \\ -10^\circ, & 65 \leq t < 75 \\ 0^\circ, & 75 \leq t < 90 \\ 5^\circ, & 90 \leq t < 98 \\ 0^\circ, & 98 \leq t < 110 \\ -5^\circ, & 110 \leq t < 120 \\ 0^\circ, & 120 \leq t \leq 140 \end{cases}.$$

Να κάνετε τις γραφικές παραστάσεις των $\varphi, r, \varphi_{ref}$ ως προς το χρόνο, των p, p_{ref} ως προς το χρόνο, των σφαλμάτων παρακολούθησης ως προς το χρόνο και της εισόδου ελέγχου ως προς το χρόνο.

Να κάνετε επίσης τις γραφικές παραστάσεις όλων των προσαρμοστικών κερδών του ελεγκτή που θα σχεδιάσετε.

Να επαναλάβετε τα παραπάνω για είσοδο αναφοράς $r(t) = 0.1745 \sin(t)$, $t \in [0, 140]$ s.