

Τελική εξέταση στο μάθημα «Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου»

ΘΕΜΑ 1^ο (35%)

1. Γράψετε (όχι βρείτε) την συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος «ενισχυτής ισχύος – κινητήρας συνεχούς – μειωτήρας» με είσοδο την τάση στον ενισχυτή και έξοδο την γωνία στροφής. Είναι το σύστημα ευσταθές;

Απάντηση :

Η ζητούμενη συνάρτηση μεταφοράς είναι :

$$G(s) = \frac{K_{tot}}{s(Ts + 1)}$$

Οι πόλοι του συστήματος είναι :

$$p_1 = 0, \quad p_2 = -\frac{1}{T}$$

Ο πόλος p_1 κάνει το σύστημα θεωρητικά «αδιάφορο», αλλά πρακτικά ασταθές.

2. Περιγράψετε δύο τρόπους με τους οποίους μπορεί κανείς να εκτιμήσει τις δύο βασικές παραμέτρους της συνάρτησης.

Απάντηση :

Οι παράμετροι K_{tot} και T του μοντέλου, μπορούν :

- Είτε να υπολογισθούν από τα χαρακτηριστικά των επί μέρους μονάδων - βλέπε «Μοντέλο κινητήρα συνεχούς ρεύματος» στις σημειώσεις
 - Είτε να «εκτιμηθούν» με την βοήθεια πειραματικής μεθόδου – βλέπε 1^η Εργαστηριακή Άσκηση.
3. Έστω ότι για τον έλεγχο κλειστού βρόχου του παραπάνω συστήματος χρησιμοποιείται PID ελεγκτής. Πως θα προσδιορίσετε τα κέρδη του ελεγκτή για καλή δυναμική συμπεριφορά του συστήματος;

Απάντηση :

2^η Θεωρητική Εργασία.

4. Εκτός από τον έλεγχο κλειστού βρόχου, έχει νόημα κάποια άλλη μορφή ελέγχου για το παραπάνω σύστημα; Ποια είναι αυτή και πως υλοποιείται;

Απάντηση :

Ναι, έχει σοβαρό νόημα ο έλεγχος πρόσω τροφοδότησης.

Βλέπε σχετικό κεφάλαιο σημειώσεων

ΘΕΜΑ 2° (30%)

1. Η συνάρτηση μεταφοράς ενός συστήματος έχει δύο μιγαδικούς πόλους : $p_1 = -2+2i$, $p_2 = -2-2i$ και κανένα μηδενιστή. Ποιος είναι ο λόγος απόσβεσης και ποια η φυσική συχνότητα του συστήματος;

Απάντηση :

Η συνάρτηση μεταφοράς είναι :

$$G(s) = \frac{A}{[s - (-2 + 2i)][s - (-2 - 2i)]} = \dots = \frac{A}{s^2 + 4s + 8} = \left(\frac{A}{8}\right) \frac{(\sqrt{8})^2}{s^2 + 2\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\sqrt{8}s + (\sqrt{8})^2}$$

Πρόκειται για ένα τυπικό δευτεροτάξιο σύστημα με λόγο απόσβεσης $\zeta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ και φυσική συχνότητα $\omega_n = \sqrt{8} \text{ sec}^{-1}$.

2. Στην εγκατάσταση που φαίνεται στο σχήμα, έχει σχεδιασθεί ο έλεγχος που επίσης φαίνεται.
2.1 Τι είδους έλεγχος είναι αυτός και ποια τα πλεονεκτήματά του.

Απάντηση :

Πρόκειται για έλεγχο με ανάδραση μεταβλητών κατάστασης. Ο συγκεκριμένος έλεγχος, αν μπορεί να εφαρμοσθεί εύκολα, μπορεί να οδηγήσει σε έλεγχο εγκαταστάσεις οποιασδήποτε τάξης. Δεν απαιτεί επίσης την χρήση του κλασσικού PID ελεγκτή και ειδικότερα του διαφορικού όρου, ο οποίος έχει το πρόβλημα ότι ενισχύει τον «θόρυβο» των μετρήσεων.

2.2 Πως θα υλοποιηθεί ο εν λόγω έλεγχος;

Απάντηση :

Ο έλεγχος μπορεί να υλοποιηθεί με :

- Μετρήσεις των μεγεθών : Y και dY/dt
- Χρήση κοινού/τυπικού μικροελεγκτή.

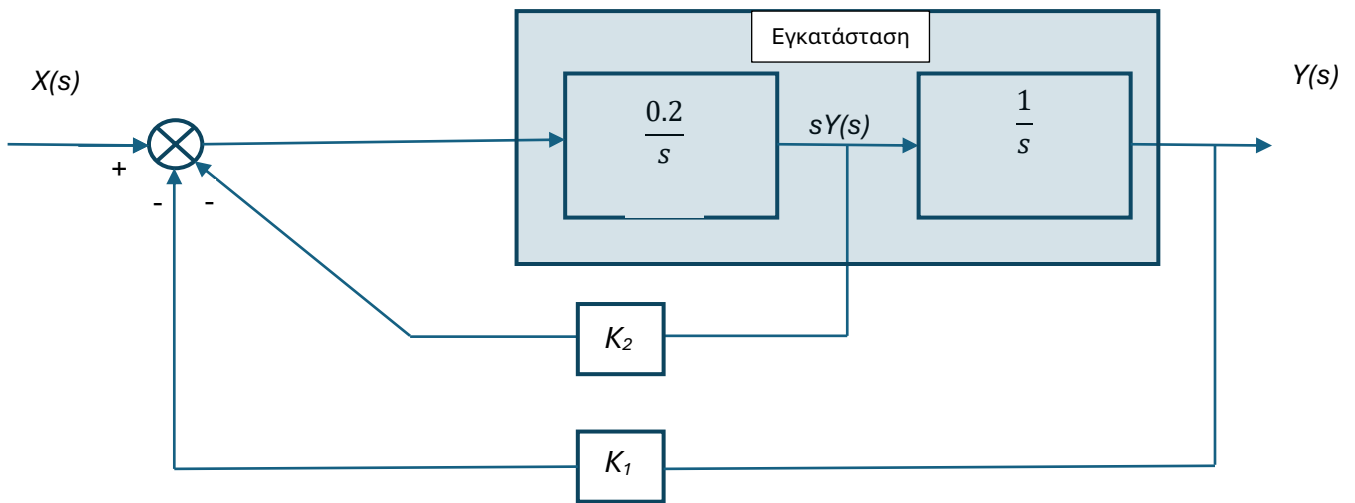
2.3 Ποια είναι η συνάρτηση μεταφοράς $G(s)=Y(s)/X(s)$;

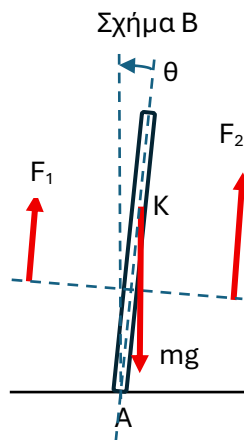
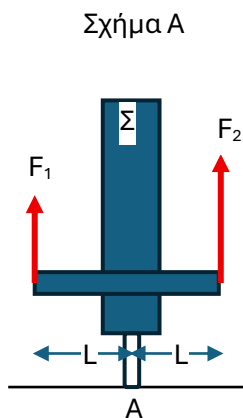
Απάντηση :

Γράφουμε :

$$[X(s) - K_1Y(s) - K_2sY(s)] \left(\frac{0.2}{s}\right) \left(\frac{1}{s}\right) = Y(s) \Rightarrow \dots (\text{μετά από πράξεις}) \dots >$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{0.2}{s^2 + 0.2K_2s + 0.2K_1}$$

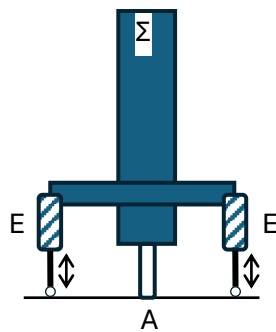




ΘΕΜΑ 3^ο (35%)

Το σώμα Σ του σχήματος, ακουμπά σε οριζόντιο έδαφος στο σημείο Α και προσπαθεί να ισορροπήσει στον κατακόρυφο άξονα «ρυθμίζοντας» τις δυνάμεις F_1 και F_2 (Σχήμα Α).

Σχήμα Γ



1. Γράψετε την διαφορική εξίσωση της περιστροφής του περί το σημείο Α και βρείτε την συνάρτηση μεταφοράς με είσοδο την διαφορά $\Delta F = (F_2 - F_1)$ και έξοδο την γωνία θ , για πολύ μικρές γωνίες θ (Σχήμα Β).

Απάντηση :

$$F_2(t)L - F_1(t)L - (mg)(AK\sin\theta(t)) = J_A\ddot{\theta}(t) \Rightarrow$$

$$\Delta F(t)L = (mgAK)\theta(t) + J_A\ddot{\theta}(t)$$

(για μικρές γωνίες θ ισχύει : $\sin\theta = \theta$, θ σε ακτίνια)

Από την διαφορική εξίσωση, με μετ/σμό Laplace και πράξεις :

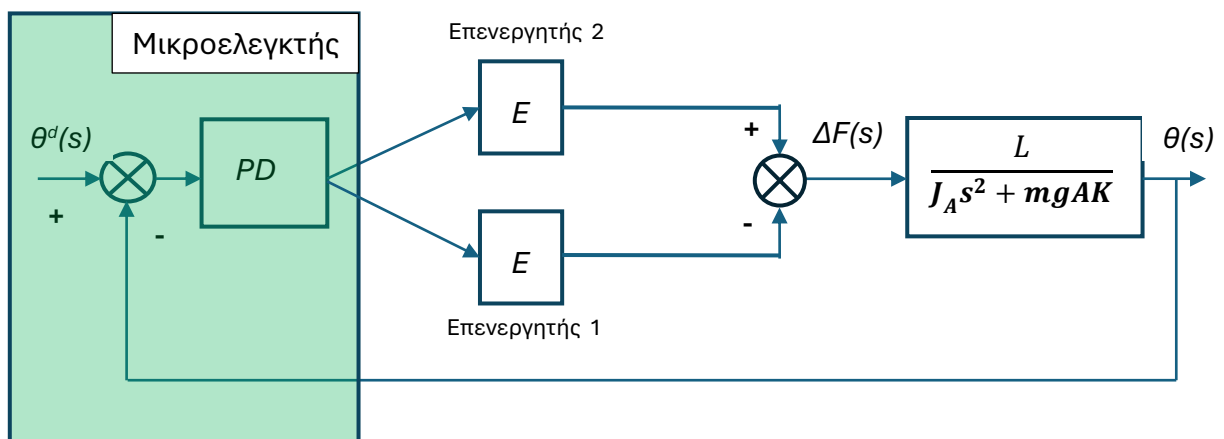
$$\Delta F(t)L = (mgAK)\theta(t) + J_A\ddot{\theta}(t) \Rightarrow \Delta F(s)L = (mgAK)\theta(s) + J_A s^2 \theta(s) \Rightarrow$$

$$G(s) = \frac{\theta(s)}{\Delta F(s)} = \frac{L}{J_A s^2 + mgAK}$$

Οι πόλοι του συστήματος είναι οι μιγαδικοί : $\pm \sqrt{\frac{mgAK}{J_A}} i$, των οποίων το πραγματικό μέρος είναι μηδέν. Το σύστημα συνεπώς είναι ασταθές.

2. Θεωρείστε ότι διαθέτετε δύο ηλεκτρικούς γραμμικούς επενεργητές E και τους τοποθετείτε στο σώμα Σ, όπως Σχήμα Γ, έτσι ώστε όταν αυτοί εξασκούν δύναμη στο έδαφος, το Σ να δέχεται τις δυνάμεις F_1 και F_2 ως αντιδράσεις. Θεωρείστε ότι διαθέτετε επίσης ενισχυτή ισχύος τέτοιο που το ζεύγος «ενισχυτή – επενεργητή» να «παράγει» δύναμη επενέργειας ανάλογη με σήμα ελέγχου ικανό να έλθει από επεξεργαστή. Προτείνετε ένα σύστημα ελέγχου των επενεργητών τέτοιο που να διατηρεί το σώμα σε ισορροπία. Σχεδιάστε δηλαδή τη δομή του, περιγράψτε τον τρόπο υλοποίησής του, αναφέρετε την μέθοδο ελέγχου θα χρησιμοποιήσετε και υπολογίσετε τις παραμέτρους του ελεγκτή.

Απάντηση :



Οι παράμετροι του ελεγκτή μπορούν να υπολογισθούν όπως στην εργαστηριακή άσκηση 4.
E : Σταθερά αναλογίας

3. Πως θα μπορούσατε να συνθέσετε ένα τέτοιο ηλεκτρικό επενεργητή;

Απάντηση :

Ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος με προσθήκη μηχανισμού μετατροπής περιστροφικής σε ευθύγραμμη κίνηση.

Η ροπή που παράγει και συνεπώς η δύναμη επενέργειας είναι ανάλογη του ρεύματος που τον διαρρέει.

Συνεπώς χρειαζόμαστε και ενισχυτή ρεύματος και όχι τάσης.