

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II
ΕΙΔΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

System Modelling

Συγγραφέας:
Σπυρίδων Χατζηγεωργίου
ΑΕΜ: 10527
spyrchat@ece.auth.gr

June 1, 2023

1 Περιγραφή του Συστήματος

Ως υπό έλεγχο σύστημα δίνεται ένας κινητήρας. Ως γνωστόν, εάν δώσουμε τάση σε έναν κινητήρα, αυτός γυρίζει συνεχώς με μια περίπου σταθερή ταχύτητα η οποία εξαρτάται από το φορτίο του. Άρα, ως προς την ταχύτητα του άξονα περιστροφής του ο κινητήρας είναι ένα ευσταθές σύστημα, διότι η ταχύτητα με την πάροδο του χρόνου παίρνει μια συγκεκριμένη τιμή. Αντίθετα, όμως, η θέση του άξονα μεταβάλλεται συνέχεια και, επομένως, ως προς τη θέση του άξονα το σύστημα είναι ασταθές.

2 Αναγνώριση του Συστήματος

Το δομικό διάγραμμα του συστήματος ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος – ταχογεννήτρια δίνεται στο figure 1.

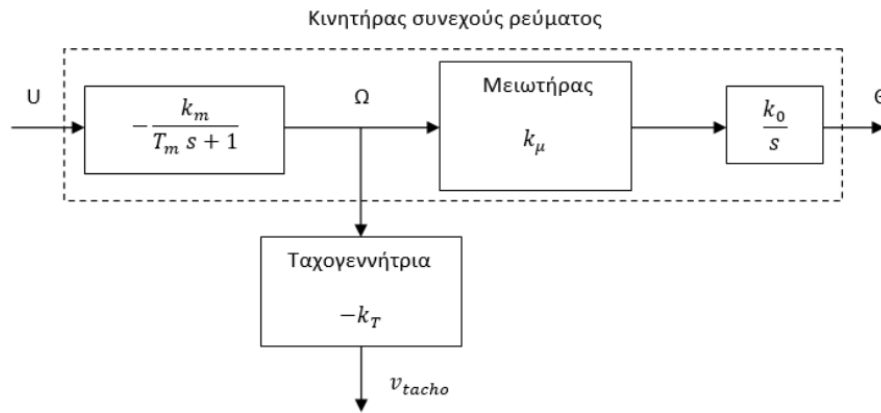


Figure 1: System Block Diagram

όπου U είναι η τάση εισόδου, Ω είναι η ταχύτητα περιστροφής της ταχογεννήτριας σε rpm, Θ είναι η θέση – τάση του άξονα του κινητήρα και v_{tacho} είναι η τάση στην ταχογεννήτρια.

Το αρνητικό πρόσημο μπαίνει στην περίπτωση που θετική περιστροφή της ταχογεννήτριας προκαλεί μείωση της τάσης – θέσης.

Στην περίπτωση του κινητήρα με αναγνωριστικό **2** και με την **πλακέτα 2**,

παρατηρήθηκε ότι για θετική διέγερση +10V η τάση(θέση) του κινητήρα αυξάνεται, άρα **δεν** χρειάζεται το αρνητικό πρόσημο.

Όσον αφορά τον κινητήρα, προσεγγίζουμε τη συνάρτηση μεταφοράς τάσης εισόδου – τάσης ταχογεννήτριας με τον τύπο:

$$\frac{V_{TACHO}}{U}(s) = \frac{k_m k_T}{T_m s + 1} \quad (1)$$

Όπου V_{TACHO} είναι η τάση της Ταχογεννήτριας, U η τάση εισόδου, $k_m k_T$ είναι ελεγκτικοί παράμετροι και T_m η σταθερά χρόνου του συστήματος

Άρα η συνολική συνάρτηση μεταφοράς τάσης εισόδου – θέσης δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{\Theta}{U}(s) = \frac{k_m}{T_m s + 1} k_\mu \frac{k_0}{s} \quad (2)$$

Όπου k_μ η σταθερά του αποσβεστήρα και k_0 ελεγκτική παράμετρος.

Στο πρώτο στάδιο της εργασίας θα προσδιορίσουμε το γινόμενο $k_m k_T$, τη σταθερά χρόνου T_m και τη σταθερά του αποσβεστήρα k_μ . Σε δεύτερο στάδιο θα προσδιορίσουμε το γινόμενο $k_\mu k_0$ και εν τέλει τα k_m , k_T και k_0

2.1 ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ $k_m k_T$

Την έξοδο από το SW1 τη συνδέουμε στο INPUT TO POWER AMPLIFIER. Χρησιμοποιούμε το μακρύ μαύρο καλώδιο και προσέχουμε να το τοποθετήσουμε στις δύο ακίδες χωρίς να εξασκήσουμε βία. Η έξοδος SW1 είναι μια τάση 10V DC. Άρα με τον διακόπτη SW1 διεγείρουμε το σύστημα με μία βηματική είσοδο 10V DC. Για όλες σχεδόν τις συνδέσεις χρησιμοποιούνται καλώδια με δύο ακροδέκτες. Στην περίπτωση όμως που συνδέουμε τον τελεστικό ενισχυτή που είναι ο αθροιστικός κόμβος στην είσοδο του συστήματος αυτομάτου ελέγχου τότε χρησιμοποιείται καλώδιο με τρεις ακροδέκτες. Αυτή η σύνδεση ισχύει μόνο για την περίπτωση αναλογικού ελέγχου. Συνδέουμε τα Probes του παλμογράφου ως εξής: το CH1 στο σημείο TACHO και το CH2 στην έξοδο του SW1. Ο διακόπτης SW1 είναι γενικά στη νεκρή (μεσαία) θέση. Μετακινούμε το διακόπτη SW1 στην πάνω θέση (περίπου +10V). Αυτή η μετακίνηση σημαίνει ότι εισάγουμε στο σύστημα μια βηματική είσοδο 10V. Καταγράφουμε και την είσοδο και την έξοδο στον παλμογράφο μνήμης πατώντας το πλήκτρο HOLD.

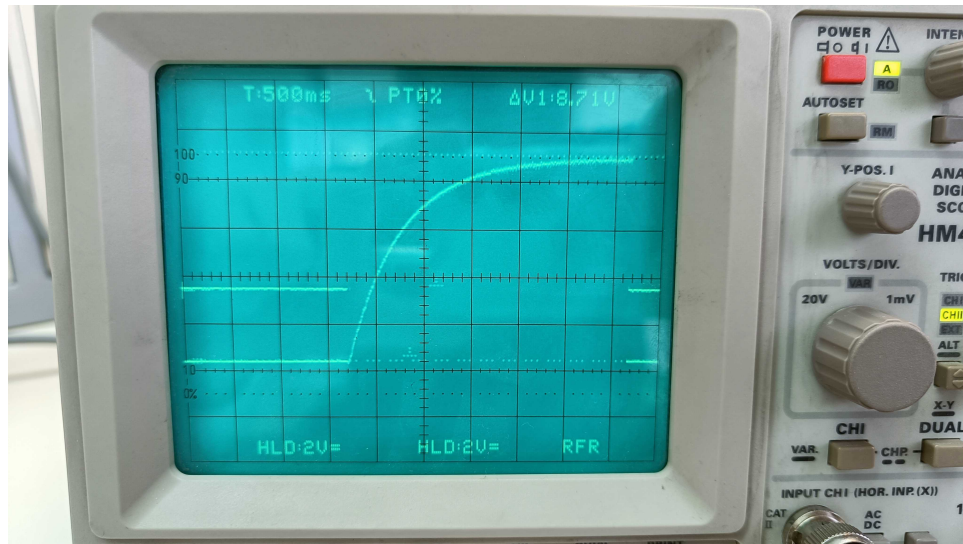


Figure 2: Εύρεση ΔV

Στην Μόνιμη κατάσταση, δηλαδή $s = 0$ και για μία τάση εισόδου ίση με 10V, προσδιορίζουμε το γινόμενο $k_m k_T$ ως:

$$\frac{V_{TACHO}}{U}(s) = k_m k_T = \frac{8.71}{10} = 0.871V \quad (3)$$

2.2 Υπολογισμός του T_m

Για τον υπολογισμό του T_m αρκεί να υπολογίσουμε το χρόνο στον οποίο η κυματομορφή φθάνει στο 63,3% της μέγιστης τιμής της.

$$63.3\% * 0.871 = 5.507V$$

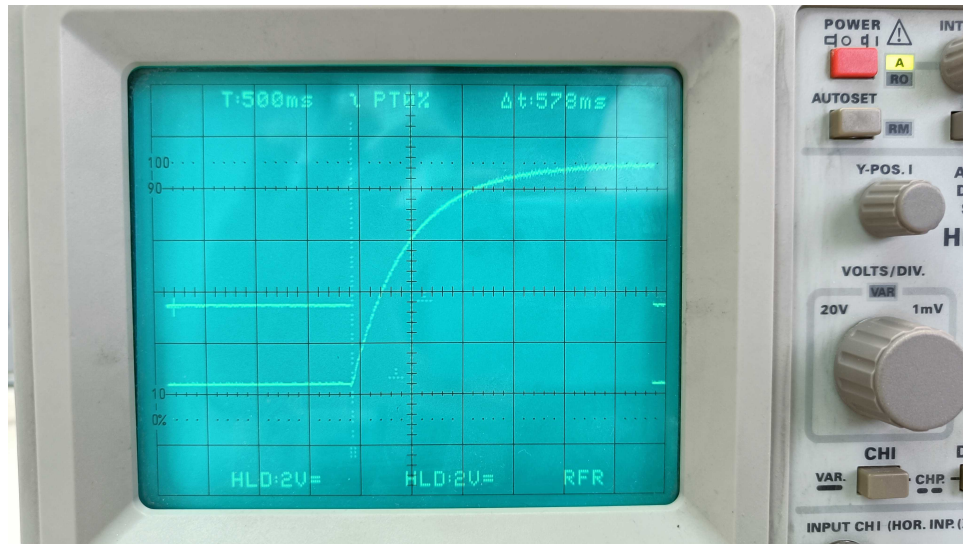


Figure 3: Εύρεση Δt

Η συγκεκριμένη μέτρηση έχει ένα σφάλμα καθώς μετά από επανάληψη της μέτρησης διαπιστώθηκε ότι $\Delta t = 520\text{ms}$ παρόλα αυτά τοποθετείται στην αναφορά για λόγους πληρότητας.

2.3 Εύρεση k_μ

Η παράμετρος k_μ αντιστοιχεί στο λόγο της γωνίας στροφής του "άξονα εξόδου" προς τη γωνία στροφής του άξονα του κινητήρα. Στρέφοντας με το χέρι το δισκόφρενο που φέρει ο άξονας του κινητήρα, παρατηρούμε πόσο περιστρέφεται ο "άξονας εξόδου" σε μια πλήρη περιστροφή του άξονα του κινητήρα. Παρατηρήθηκε ότι $k_\mu = \frac{1}{36}$

2.4 Εύρεση των k_m, k_T και k_0

Στο λειτουργικό διάγραμμα του ολοκληρωτή είσοδος είναι η ταχύτητα της ταχογεννήτριας ($x_1 = \omega$) και έξοδος είναι η θέση του άξονα εξόδου ($x_2 = \theta$). Άρα η συνάρτηση μεταφοράς είναι :

$$\frac{\Theta}{\Omega}(s) = k_\mu \frac{k_0}{s} \rightarrow s x_2 = k_\mu k_0 x_1 \rightarrow \frac{\Delta x_2}{\Delta t} = k_\mu k_0 \omega \quad (4)$$

Για τον υπολογισμό θέτουμε τον κινητήρα σε κίνηση και παρακολουθούμε τη θέση του στον παλμογράφο (MOTOR POSITION INVERTED). Η θέση του

εμφανίζεται ως μια πριονωτή κυματομορφή λόγω της υπερπήδησης του δρομέα του ποτενσιόμετρου από την άκρη της περιστροφής του πάλι στο αρχικό του σημείο. Πατώντας το HOLD μετράμε το Δx_2 (μεταβολή της θέσης σε Volt) και τον αντίστοιχο χρόνο που χρειάζεται για να επέλθει αυτή η μεταβολή Δt .

Βρίσκουμε ότι $\Delta t = 964\text{ms}$, $\Delta x_2 = 13.8\text{V}$. Συνεπώς η κλίση είναι $\frac{\Delta x_2}{\Delta t} = 14.315$. Οι στροφές στην έξοδο του συστήματος είναι, όπως ήδη υπολογίσαμε, είναι μειωμένες κατά $\frac{1}{k_\mu} = 36$ φορές. Άρα, $\omega = 36\omega_{\text{εξόδου}}$. Αν για μια περιστροφή του άξονα χρειάζεται $\Delta t = 964\text{ms}$, τότε σε 1 λεπτό ο άξονας περιστρέφεται με **62.24rpm**. Συνεπώς για την γωνιακή ταχύτητα:

$$\omega = 36 * 62.24 = 2240.64\text{rpm} \quad (5)$$

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta t} = k_\mu k_0 \omega \Rightarrow k_0 = 0.229 \quad (6)$$

Από το Figure 1 φαίνεται ότι ισχύει η σχέση: $v_{\text{TACHO}} = k_T * \omega$ το v_{TACHO} έχει υπολογιστεί προηγουμένως 8.71V , άρα συνολικά $k_T = 3.887 * 10^{-3}$

Γνωρίζοντας και το γινόμενο $k_m k_T$, Προκύπτει $k_m = 224.08$

Τελικά:

- $k_m = 224.08$
- $k_T = 3.887 * 10^{-3}$
- $k_0 = 0.229$
- $T_m = 520 * 10^{-3}$
- $k_\mu = \frac{1}{36}$