



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών
Τεχνολογία Αισθητήρων και
Μικροσυστημάτων

Εργαστηριακή Άσκηση 2

Μαγνητικοί Αισθητήρες Μέτρησης Θέσης και Πεδίου

Ομάδα 3

Γκιόνι Ερνέστ 03119411

Κουκουλάρης Χαρίλαος 03118137

Τριανταφύλλου Ευάγγελος 03118898

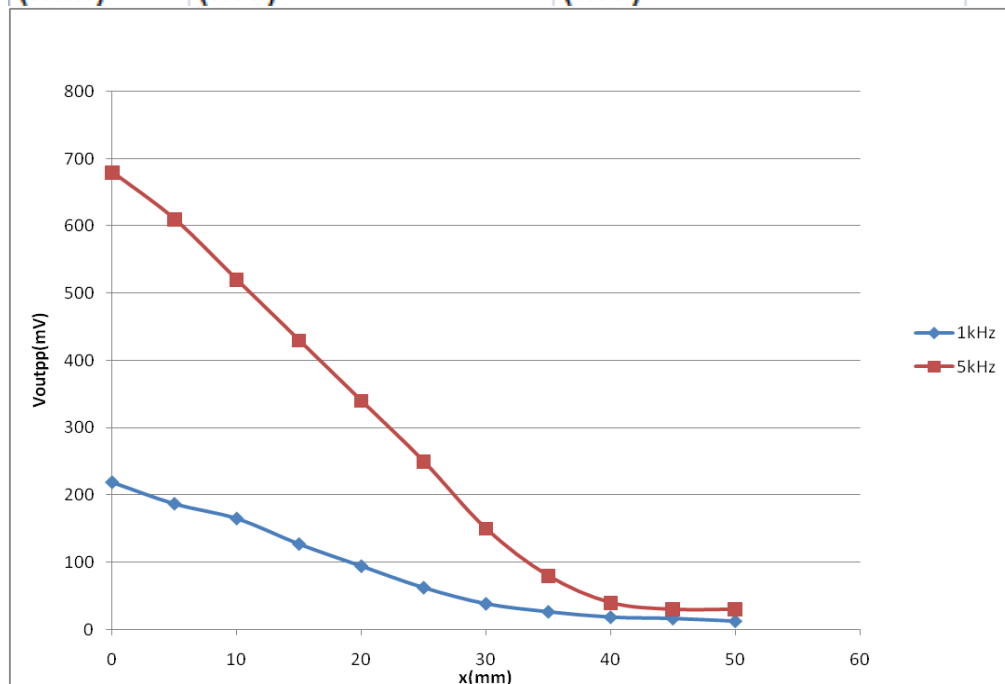
Εαρινό Εξάμηνο 2022-2023

2.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΣΗΣ

Ερώτημα 1.

Σχεδιάζουμε σε ένα κοινό διάγραμμα τις γραφικές παραστάσεις (και για τις δύο συχνότητες) με τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Excel. Οι δύο γραφικές παραστάσεις φαίνονται παρακάτω.

x	Voutpp για f1=1kHz	Voutpp για f2=5kHz
50	12	30
45	16	30
40	18	40
35	26	80
30	38	150
25	62	250
20	94	340
15	127	430
10	165	520
5	187	610
0	219	680
(mm)	(mV)	(mV)



Ερώτημα 2.

2) Βλέπουμε ότι όσο αφαιρούμε τον μαγνητικό πυρήνα από τα πηνία λήψης και διέγερσης τόσο πιο πολύ μειώνεται και η τάση από άκρο σε άκρο της εξόδου του αισθητήρα. Αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς αλληλοεπιδρά μικρότερο μέρος των πηνίων με τον μαγνητικό πυρήνα και επομένως η μαγνητική ροή που επάγεται είναι μικρότερη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ΗΕΔ που δημιουργείται στο πηνίο λήψης να είναι μικρότερη. Αυτό φαίνεται και μαθηματικά από τον παρακάτω τύπο όπου βλέπουμε ξεκάθαρα τη μείωση της ροής και την μείωση της επαγόμενης ΗΕΔ. Επιπρόσθετα όσο μεγαλώνει η συχνότητα τόσο μεγαλώνει η παράγωγος και άρα η ΗΕΔ, οπότε και για 5kHz έχουμε μεγαλύτερη τάση εξόδου από ότι στα 1kHz για ίδια μετατόπιση x του μαγνητικού πυρήνα. Επίσης βλέπουμε ότι για μικρές μεταβολές του x η σχέση είναι σχεδόν γραμμική.

$$V_{out}(t) = -N_0 \frac{d\Phi}{dt}$$

Ερώτημα 3.

Ο αισθητήρας fluxgate που αξιοποιεί την ανίχνευση της θέσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρκετές εφαρμογές όπως είναι:

- Στο σασί των διαστημοπλοίων/αεροπλάνων για την ανίχνευση της έντασής των κραδασμών προς αποφυγή ατυχημάτων
- Στην ανίχνευση και πρόβλεψη σεισμών- ανίχνευση προσεισμικών κυμάτων.
- Στα επιταχυνσιόμετρα για την μέτρηση της επιτάχυνσης.
- Ως υποκατάστατο των strain gauges για την μέτρηση της μετατόπισης των μετάλλων (αρκετά δύσκολη υλοποίηση)

2.2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΠΕΔΙΟΥ

Στο πείραμα αυτό κα χρησιμοποιούμε :

- Έναν αισθητήρα fluxgate.
- Μια γεννήτρια συχνοτήτων (και επιλογή συχνοτήτων 1kHz και 5kHz, 5V p-p).
- Έναν παλμογράφο.

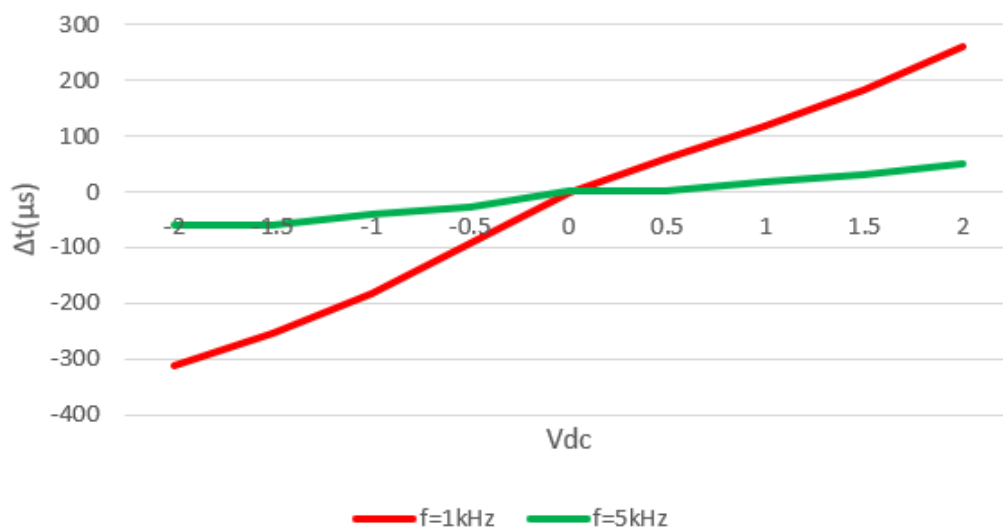
Ερώτημα 1.

Επιλέξαμε να δείξουμε τα αποτελέσματα των 3 αυτών αποτελεσμάτων σε ένα ενιαίο πίνακα. Οι μετρήσεις της χρονικής διαφοράς μεταξύ ελαχίστου-μεγίστου έγιναν μετρώντας τα κουτάκια στον παλμογράφο ενώ η περίοδος καθορίζεται για κάθε συχνότητα. Η χρονική διαφορά Δt βρίσκεται $T/2 - t_{1,2}$. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των εικόνων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

	f=1kHz		f=5kHz	
$V_{dc}(V)$	t1,2(ms)	Δt	t1,2(μs)	Δt
-2	811	-311	160	-60
-1.5	754	-254	159	-59
-1	683	-183	139.6	-39.6
-0.5	592	-92	126	-26
0	500	0	101.6	1.6
0.5	440	60	96.6	3.4
1	382	118	82.2	17.8
1.5	318	182	67.6	32.4
2	238	262	50	50

Ερώτημα 2.

Με χρήση του προγράμματος Excel φτιάξαμε τις γραφικές παραστάσεις και για τις 2 συχνότητες βάση του παραπάνω πίνακα. Οι 2 αυτές γραφικές παραστάσεις φαίνονται παρακάτω:



Ερώτημα 3.

Παρατηρούμε ότι γραμμική αύξηση του DC offset προκαλεί γραμμική αύξηση της χρονικής διαφοράς. Παρατηρούμε επίσης ότι για 5kHz έχουμε μεγαλύτερες τάσεις. Επομένως με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να κάνουμε calibration και σωστή βαθμονόμηση του αισθητήρα σε περίπτωση που η γεννήτρια του ημιτονικού αίματος

παρουσιάζει DC συνιστώσα τάσης. Παρατηρούμε επίσης ότι σε υψηλότερες συχνότητες, λόγω μικρότερης περιόδου, η χρονική διαφορά είναι μικρότερη για ίδιο DC offset σε σχέση με μικρότερες συχνότητες

Ερώτημα 4.

Οι αισθητήρες fluxgate όπως είδαμε είναι ικανοί να μετρήσουν αλλαγή μαγνητικού πεδίου όταν αυτή επιβάλλεται κοντά τους. Αυτή η ιδιότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών όπως :

- Μέτρηση των στροφών ενός κινητήρα
- Ανίχνευση οχήματος σε μια διασταύρωση
- Εφαρμογή σε δορυφόρους για την σωστή ευθυγράμμιση τους.
- Εφαρμογή κάρτες (χρεωστικές, ταυτότητες κλπ) για την ανίχνευση της μαγνητικής τους ταυτότητας.
- Βιοϊατρικές εφαρμογές όπως είναι η εποπτεία της καρδιάς μέσω του μαγνητικού πεδίου που εκπέμπει σε κάθε χτύπο του.
- Μελέτη ηλιακών καταιγίδων μέσω της αλλαγής που προκαλούν στο μαγνητικό πεδίο της Γης.

2.3. ΒΡΟΧΟΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ

Η συνολική αντίσταση του πηνίου ισούται με 100 Ω.

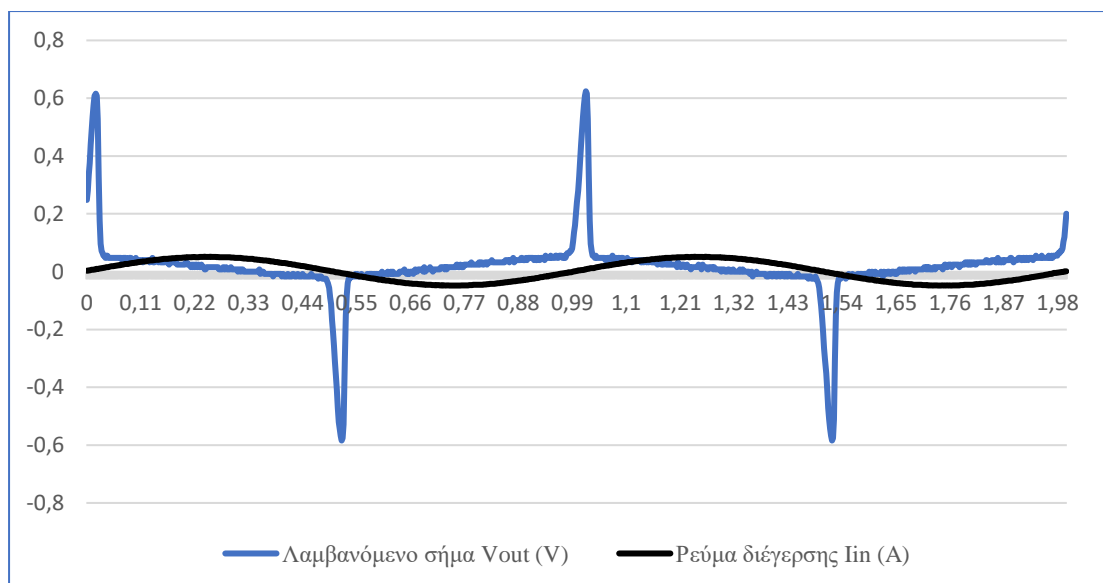
Ερώτημα 1.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των μετρήσεων που παρέχονται και την τιμή της αντίστασης του πηνίου σε συνδυασμό με το «Νόμο του Ohm», υπολογίζονται οι τιμές του ρεύματος διέγερσης. Δηλαδή εφαρμόζεται ο τύπος:

$$I_{in}(t) = \frac{V_{in}(t)}{R}$$

Ερώτημα 2.

Αφού έχει γίνει επεξεργασία των δεδομένων σχεδιάζονται σε κοινό διάγραμμα οι καμπύλες της έντασης του ρεύματος εισόδου και της τάσης εξόδου συναρτήσει του χρόνου.



Ερώτημα 3.

Η ολοκλήρωση της αναπτυσσόμενης τάσης στην έξοδο οδηγεί στην εύρεση της μαγνητικής επαγωγής πολλαπλασιασμένης με ένα σταθερό όρο. Αυτό προκύπτει από το νόμο του Faraday ως εξής:

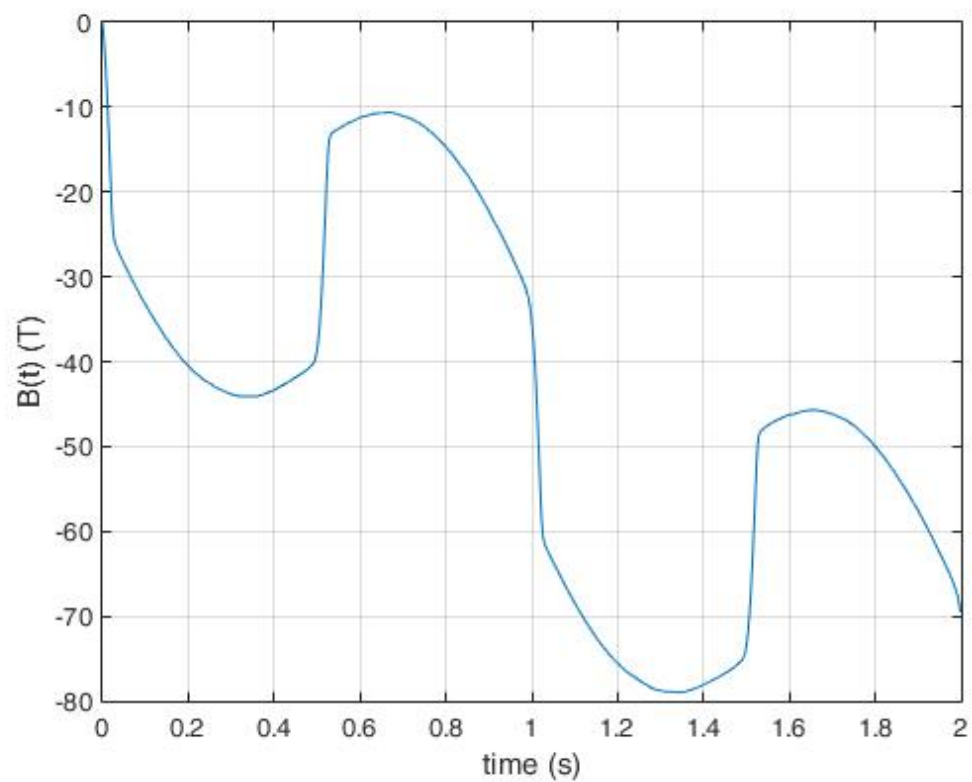
$$V_{out}(t) = -N_0 \frac{d\Phi}{dt} = -N_0 A \frac{dB}{dt} \Rightarrow$$

$$B(t) = -\frac{1}{N_0 A} \int_{t_0}^t V_{out}(\tau) d\tau$$

όπου N_0 είναι η σπείρες του πηνίου λήψης και A το εμβαδόν της διατομής των πηνίων. Επειδή είναι γνωστή η διάμετρος ($D = 1 \text{ mm}$) του κυλίνδρου γύρω από τον οποίο είναι τυλιγμένα χρησιμοποιείται η επόμενη σχέση για τον υπολογισμό της διατομής.

$$A = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \text{ mm}^2 = \pi \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 25\pi 10^{-8} \text{ m}^2$$

Χρησιμοποιώντας ως $N_0 = 1000$ σπείρες, ως $A = 25\pi 10^{-8} \text{ m}^2$ και τη σχέση ολοκλήρωσης, προκύπτει η ακόλουθη καμπύλη.



Ερώτημα 4.

