

1. Πειραματικό μέρος

1.1. Διεξαγωγή μετρήσεων

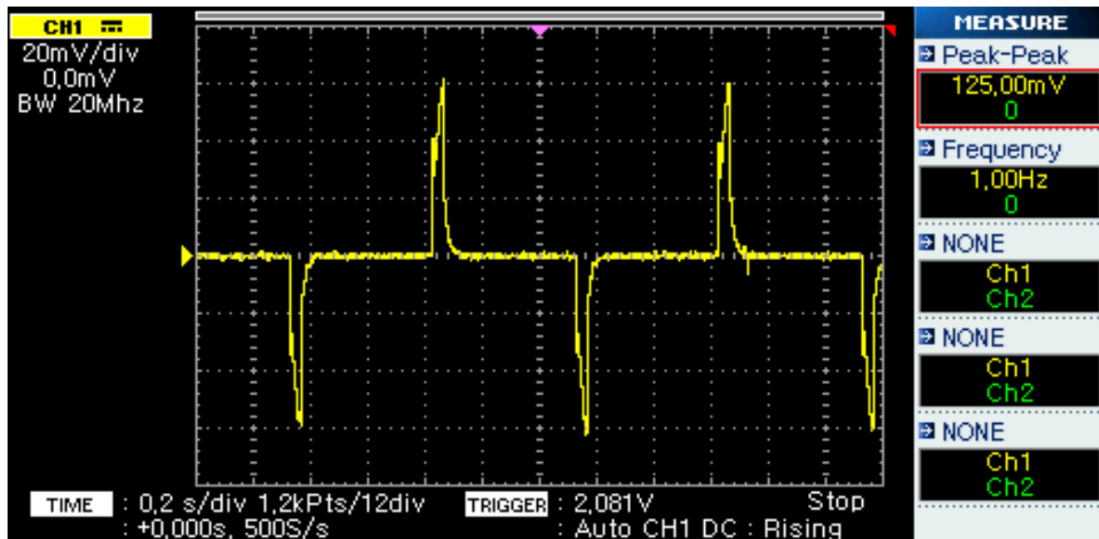
Συνδέουμε το πηνίο διέγερσης με τη γεννήτρια συχνοτήτων και με τον ενισχυτή ισχύος και το πηνίο λήψης με τον παλμογράφο. Τοποθετούμε τον αισθητήρα γύρω από μία ράβδο χάλυβα και τροφοδοτούμε το πηνίο διέγερσης με ημιτονοειδές σήμα τάσης $V_{in_pp} = 5V$ και συχνότητας $f = 1Hz$. Καταγράφουμε το σήμα λήψης που προκύπτει σε κάποιο σημείο της ράβδου.

Στη συνέχεια προκαλούμε φθορά σε αυτό το σημείο της ράβδου. Τοποθετούμε ξανά τον αισθητήρα στο ίδιο σημείο και καταγράφουμε το νέο σήμα.

Έπειτα θερμαίνουμε επαγωγικά το ίδιο σημείο και όταν επανέλθει η θερμοκρασία της ράβδου (χωρίς κάποια παρέμβαση) στα φυσιολογικά επίπεδα, τοποθετούμε ξανά τον αισθητήρα και καταγράφουμε το νέο σήμα.

1.2. Επεξεργασία μετρήσεων

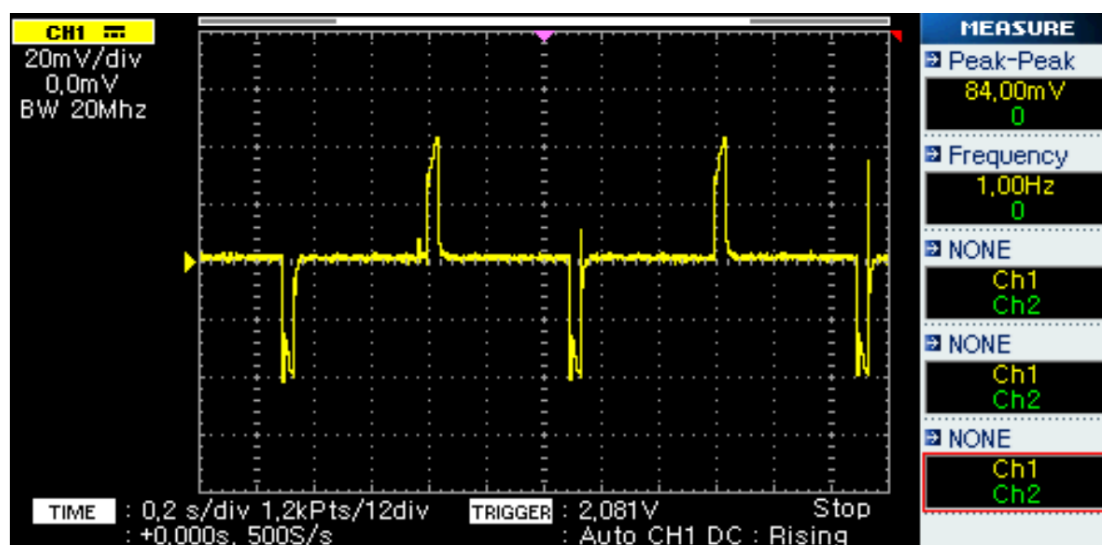
1. Στην εικόνα 1 βλέπουμε το σήμα από το πηνίο λήψης σε ένα σημείο της μεταλλικής ράβδου με σήμα διέγερσης $V_{in_pp} = 5V$ και $f = 1Hz$.



Εικόνα 1: Σήμα από πηνίο λήψης σε ένα σημείο της μεταλλικής ράβδου με σήμα διέγερσης $V_{in_pp} = 5V$ και $f = 1Hz$.

Το σήμα εξόδου έχει $V_{pp} = 125mV$ και συχνότητα $f = 1Hz$. Το σήμα είναι το κλασικό σήμα που λαμβάνεται από έναν fluxgate αισθητήρα. Η μορφή αυτού του γραφήματος μπορεί να μας δείξει πληροφορία σχετικά με τη μαγνητική διαπερατότητα της ράβδου.

2. Στην εικόνα 2 βλέπουμε το σήμα εξόδου αφού έχουμε καταπονήσει τη ράβδο.

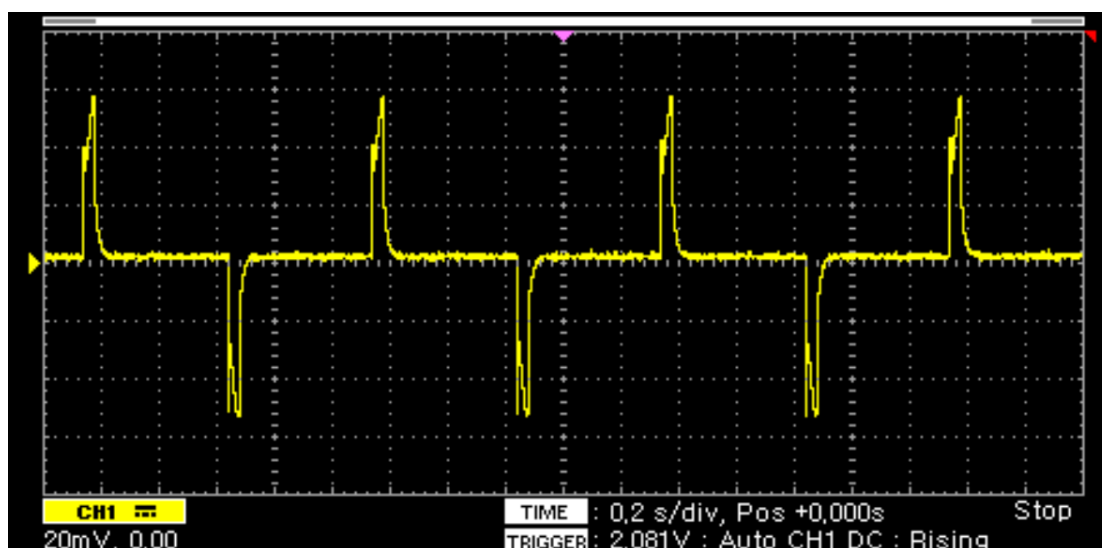


Εικόνα 2: Σήμα εξόδου μετά την καταπόνηση του υλικού

Σε σχέση με το σήμα της εικόνας 1 παρατηρούμε μείωση της τάση V_{pp} από 125mV σε 84mV. Η ράβδος μετά την καταπόνηση της έχει χάσει τις πλήρεις μαγνητικές της ιδιότητες. Θεωρούμε πως η καταπόνηση έγινε με επαγωγική θέρμανση και στη συνέχεια απότομη ψύξη. Κατά τη θέρμανση τα μαγνητικά δίπολα έχασαν τον προσανατολισμό τους αφού τους προσφέρθηκε ενέργεια και μετά με την απότομη ψύξη σταθεροποιήθηκαν σε τυχαίες θέσεις. Ως αποτέλεσμα η μαγνητική διαπερατότητα της ράβδου έχει μειωθεί και έχει μικρότερη μαγνήτιση στον κόρο από την αρχική ράβδο. Για αυτό το λόγο παρατηρούμε μικρότερη V_{pp} τάση.

Αν θερμάνουμε τη ράβδο τόσο ώστε να ξεπεραστεί η θερμοκρασία Κιουρί τότε το σήμα εξόδου θα μηδενιστεί αφού το υλικό θα χάσει πλήρως τις μαγνητικές του ιδιότητες και τα δίπολα θα είναι ολικώς αποπροσανατολισμένα.

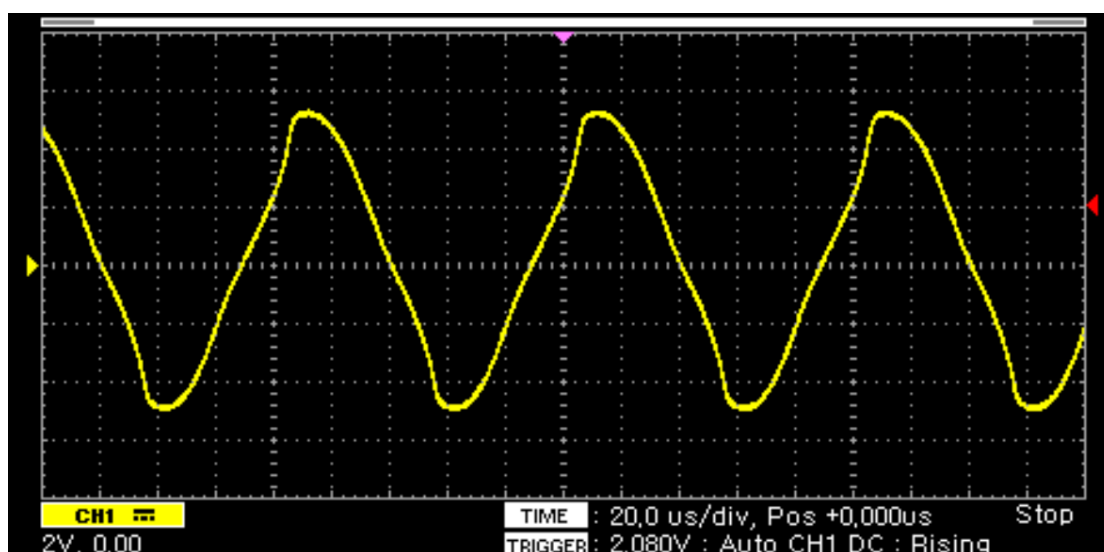
3. Στην εικόνα 3 βλέπουμε το σήμα εξόδου αφού έχουμε θερμάνει τη ράβδο με επαγωγική θέρμανση και την έχουμε αφήσει να ψυχθεί ομαλά.



Εικόνα 3: Σήμα εξόδου αφού έχουμε θερμάνει τη ράβδο με επαγωγική θέρμανση και την έχουμε αφήσει να ψυχθεί ομαλά

Το σήμα της εικόνας 3 έχει $V_{pp} = 5.4 \times 20mV = 108mV$. Το σήμα προσεγγίζει αρκετά το σήμα πριν την καταπόνηση (εικόνα 1) οπότε συμπεραίνουμε πως η διαδικασία που ακολουθήσαμε επανάφερε το υλικό σχεδόν στην αρχική του κατάσταση. Μετά την επαγωγική θέρμανση τα δίπολα αποκτούν ενέργεια ώστε να μπορέσουν να «ξεκολλήσουν» από τις θέσεις τους και να αλλάξουν προσανατολισμό. Στη συνέχεια με την ομαλή ψύξη τα δίπολα προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσουν την ενέργεια τους προσανατολίζονται με τέτοιο τρόπο που εν τέλει αυξάνονται οι μαγνητικές της ιδιότητες. Για αυτό το λόγο το V_{pp} έχει αυξηθεί.

4. Στην εικόνα 4 φαίνεται η έξοδος αν είχαμε ένα σήμα εισόδου συχνότητας 10kHz.



Εικόνα 4: Σήμα εξόδου για σήμα εισόδου συχνότητας 10kHz.

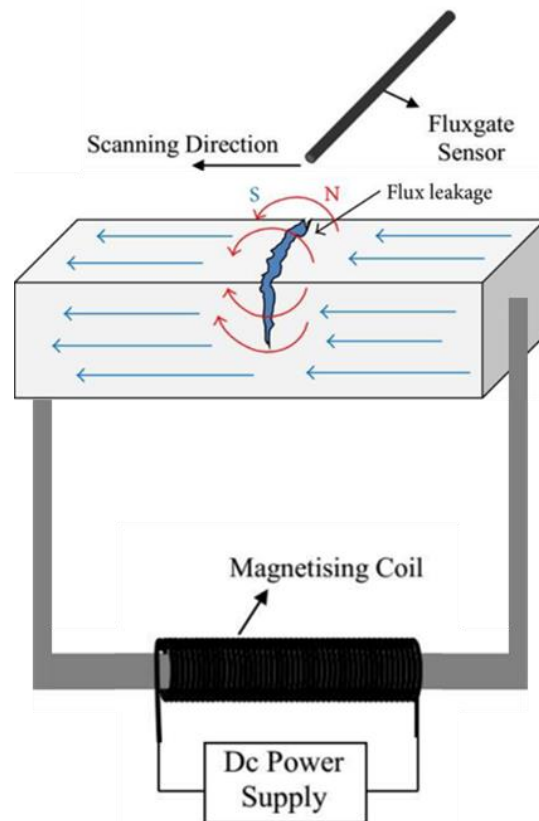
Για ένα σήμα τόσο υψηλής συχνότητας η ράβδος δεν προλαβαίνει να φτάσει στον κόρο. Στην ουσία αυτό που βλέπουμε είναι απλά η αποτύπωση του σήματος εισόδου, χωρίς μας παρέχεται κάποια πληροφορία για τη ράβδο. Εμείς επιλέγουμε σήμα διέγερσης με συχνότητα 1Hz ώστε το υλικό να προλαβαίνει να φτάσει στον κόρο και να εξάγουμε πληροφορίες για αυτό.

5. Ο ρότορας και ο στάτορας στους κινητήρες συνήθως κατασκευάζονται με πολυστρωματική κατασκευή. Πιο αναλυτικά οι μαγνητικοί πυρήνες (πυρήνας ρότορα, πυρήνας στάτορα) αποτελούνται από μεμονωμένα μεταλλικά φύλλα, τα ελάσματα, καθένα από τα οποία είναι μονωμένο από το άλλο με μια επίστρωση. Τα μεμονωμένα φύλλα στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο και ψήνονται ή βιδώνονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν μια στοίβα. Μια στοίβα ελασμάτων αντιπροσωπεύει έναν μαγνητικό πυρήνα και επομένως έναν ρότορα ή στάτορα.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως είναι σημαντικό τα φύλλα που χρησιμοποιούνται να μην έχουν διαρροές, δηλαδή ατέλειες. Πριν κατασκευαστεί ένας πυρήνας θα πρέπει τα μεταλλικά φύλλα να ελεγχθούν. Φυσικά τα φύλλα αυτά δεν είναι τόσο μικρά ώστε να

τα περιτυλίζουμε με δύο πηνία όπως κάναμε παραπάνω. Πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία άλλη τεχνολογία χρησιμοποιώντας τη λογική του fluxgate. Μπορούμε να μαγνητίσουμε το φύλλο μετάλλου και στη συνέχεια σέρνοντας έναν αισθητήρα fluxgate στη επιφάνειά του μπορούμε να εντοπίσουμε τυχόν διαρροές. Όσο δεν υπάρχει διαρροή το μεταλλικό φύλλο με την πηγή μαγνήτισής του κλείνουν μαγνητικό κύκλωμα και έτσι ο fluxgate δεν ανιχνεύει κάτι αφού δεν διαρρέουν μαγνητικές γραμμές. Όταν υπάρξει ατέλεια το μαγνητικό κύκλωμα δε κλείνει πλήρως και ορισμένες μαγνητικές γραμμές διαφεύγουν. Ο αισθητήρας fluxgate τις ανιχνεύει και έτσι αντιλαμβανόμαστε που υπάρχει ατέλεια. Η τεχνολογία φαίνεται στην εικόνα 5.

Αφού ανιχνευθούν οι ατέλειες μπορούν να διορθωθούν με τη επαγωγική θέρμανση. Πάλι η επαγωγική θέρμανση δε θα γίνει με ένα πηνίο γύρω από το υλικό και για αυτό το πηνίο πλησιάζει απλά την επιφάνεια του φύλλου και το θερμαίνει.



Εικόνα 5: Ανίχνευση flux leakage με χρήση flux gate