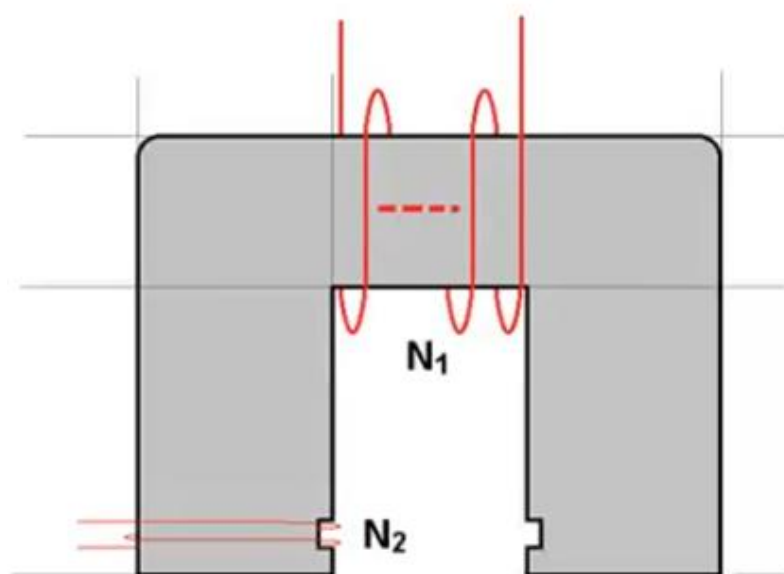


Τεχνολογία Αισθητήρων και
Μικροσυστημάτων
Θέμα : «Αισθητήρες Μαγνητικής
Διαπερατότητας»



Περιεχόμενα

Ερώτηση 1	3
Ερώτηση 2	5
Ερώτηση 3	6
Ερώτηση 4	9
Ερώτηση 5	12
Ερώτηση 6	14

Ερώτηση 1

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση γίνεται η μελέτη των αισθητήρων μαγνητικής διαπερατότητας. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να αναλυθούν και να ερμηνευθούν οι παρακάτω ορισμοί :

- Μαγνητική Διαπερατότητα
- Μαγνήτιση
- Κορεσμός
- Καμπύλη υστέρησης

Μαγνητική Διαπερατότητα

Με τον όρο μαγνητική διαπερατότητα περιγράφεται ο λόγος της έντασης της μαγνητικής επαγωγής προς την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο του χώρου. Η μαγνητική διαπερατότητα συμβολίζεται με μ και είναι ένας καθαρός αριθμός. Μάλιστα, με τη βοήθεια της μαγνητικής διαπερατότητας τα υλικά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι τα παραμαγνητικά, τα διαμαγνητικά και μαγνητικά υλικά.

Μαγνήτιση

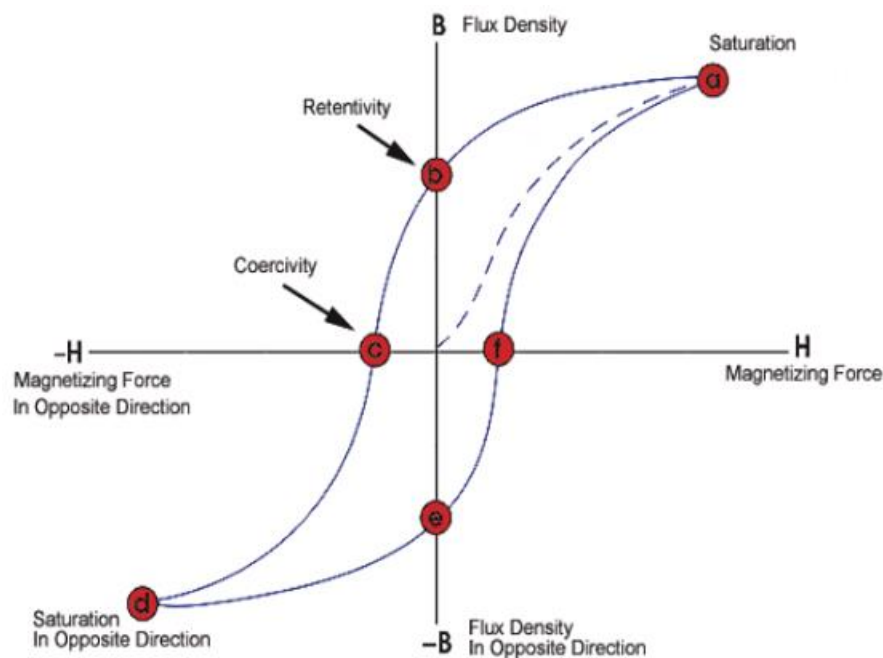
Με τον όρο μαγνήτιση περιγράφεται ο τρόπος μετάδοσης των ιδιοτήτων του μαγνήτη σε μεταλλικά ή μαγνητικά σώματα. Συγκεκριμένα, το φαινόμενο της μαγνήτισης είναι η επιλεκτική σύνδεση των διακριτών μαγνητικών ροπών των ατόμων, όταν αυτά συνδέονται επιλεκτικά σε ένα στερεό, πιθανά με την επίδραση εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Ορίζουμε τη μαγνήτιση ως τη μαγνητική ροπή ανά μονάδα όγκου και τη συμβολίζουμε ως M . Η μαγνήτιση αυξάνει συναρτήσει του αριθμού των παραλληλιζόμενων ηλεκτρονικών μαγνητικών ροπών σε μια κατεύθυνση.

Κορεσμός

Με τον όρο κορεσμός περιγράφεται η κατάσταση στην οποία η αύξηση ενός μαγνητικού πεδίου, δεν αυξάνει περαιτέρω την μαγνήτισή του, με αποτέλεσμα η πυκνότητα της μαγνητικής ροής του να παραμένει σταθερή σε ένα επίπεδο. Συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε και στο ορισμό της μαγνήτισης, η μαγνήτιση αυξάνει συναρτήσει του αριθμού των παραλληλιζόμενων ηλεκτρονικών μαγνητικών ροπών σε μια κατεύθυνση. Όταν , όμως, οι μαγνητικές ροπές σε ένα στερεό παραλληλίζονται σε μια διεύθυνση, η μαγνήτιση δεν μπορεί να μεγαλώσει περισσότερο και ονομάζεται μαγνήτιση κόρου.

Καμπύλη Υστέρησης

Με τον όρο υστέρηση περιγράφεται το φαινόμενο κατά το οποίο η πυκνότητα ροής B ακολουθεί τη δύναμη μαγνητισμού H σε ένα μαγνητικό υλικό. Με άλλα λόγια, όταν το μαγνητικό υλικό μαγνητίζεται πρώτα σε μία κατεύθυνση και στη συνέχεια προς την άλλη κατεύθυνση, συμπληρώνοντας έναν κύκλο μαγνητισμού, διαπιστώνεται ότι η πυκνότητα ροής B υστερεί πίσω από την εφαρμοζόμενη δύναμη μαγνητισμού H . Η καμπύλη υστέρησης παρουσιάζεται ως τη συνάρτηση της πυκνότητας του μαγνητικού πεδίου ως προς την ένταση του μαγνητικού πεδίου, όπως φαίνεται ακολούθως.

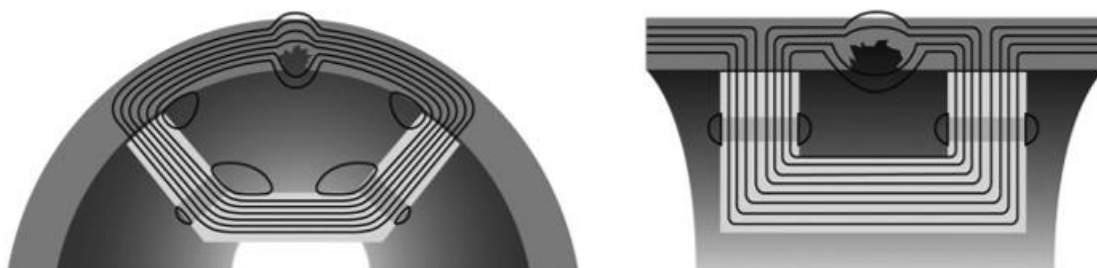


Ερώτηση 2

Σε αυτό το μέρος της εργαστηριακής άσκησης αναλύεται η χρησιμότητα του αισθητήρα μαγνητικής διαπερατότητας. Οι αισθητήρες μαγνητικής διαπερατότητας βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς.

Συγκεκριμένα, στο εργαστήριο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της υγείας του χάλυβα. Υλικά τα οποία έχουν ομογενείς ιδιότητες θα έχουν και ομογενή δομή, δηλαδή δεν θα έχουν ρωγμές ή άλλες ατέλειες στο χάλυβα. Ο αισθητήρας αυτός χρησιμοποιώντας τη μαγνητική διαπερατότητα ανιχνεύει αυτές τις ατέλειες στο εσωτερικό του υλικού, οι οποίες με τη σειρά τους δημιουργούν και ατέλειες στο μαγνητικό πεδίο.

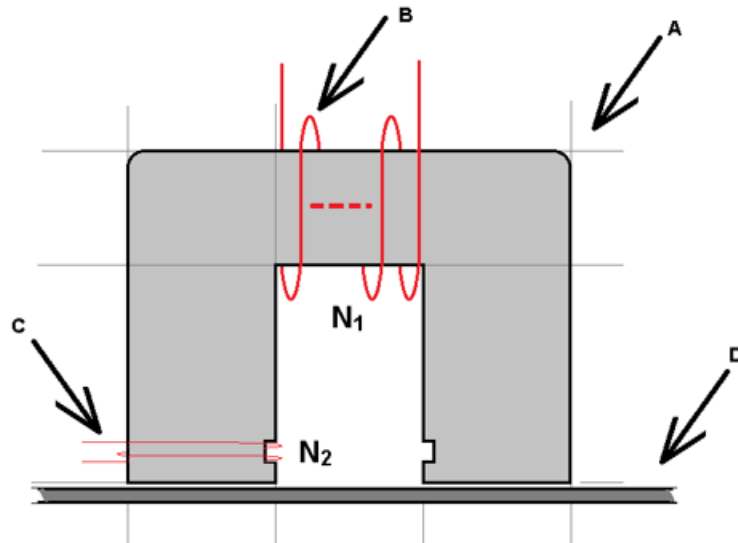
Οι αισθητήρες αυτοί βρίσκουν εφαρμογή και στον έλεγχο βλάβης τοιχώματος υδρορροής. Συγκεκριμένα, ο αισθητήρας τοποθετείται κατά μήκος του σωλήνα. Οι μαγνητικές γραμμές διαρρέουν τον αισθητήρα και οποιαδήποτε ατέλεια στο μαγνητικό πεδίο υπάρχει θα ανιχνευτεί από τον αισθητήρα. Παρακάτω φαίνονται κάποια τοιχώματα υδρορροής στα οποία μπορεί να χρησιμεύσει ο αισθητήρας μαγνητικής διαπερατότητας.



Το μεγάλο προτέρημα αυτού του αισθητήρα είναι ότι ο έλεγχος, που πραγματοποιεί, γίνεται επιδερμικά χωρίς να επεμβαίνει καταστροφικά στο υλικό που εξετάζει.

Ερώτηση 3

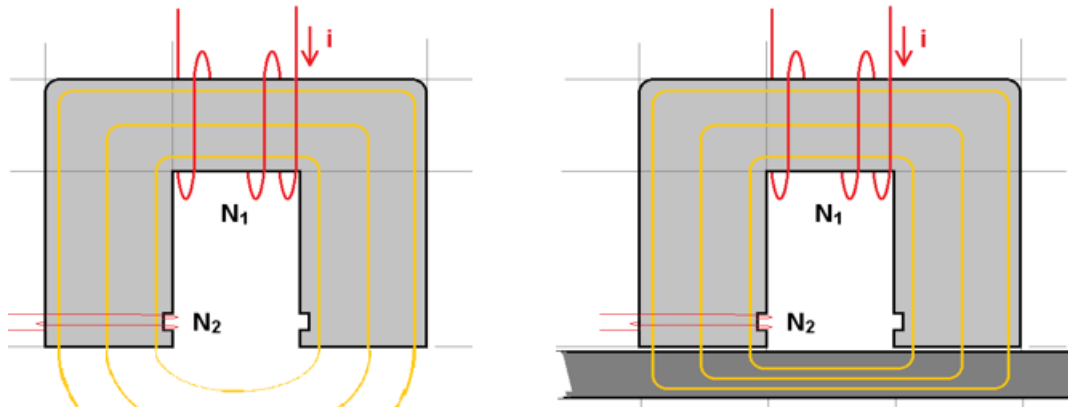
Σε αυτό το μέρος της εργαστηριακής άσκησης αναλύεται η λειτουργία και τα μέρη του αισθητήρα μαγνητικής διαπερατότητας, καθώς και η συμπεριφορά του ως μαγνητικό κύκλωμα. Ο αισθητήρας μαγνητικής διαπερατότητας αποτελείται από ένα μαγνητικό πυρήνα και δύο πηνία τα οποία περιελίσσονται γύρω από αυτόν, όπως φαίνεται ακολούθως.



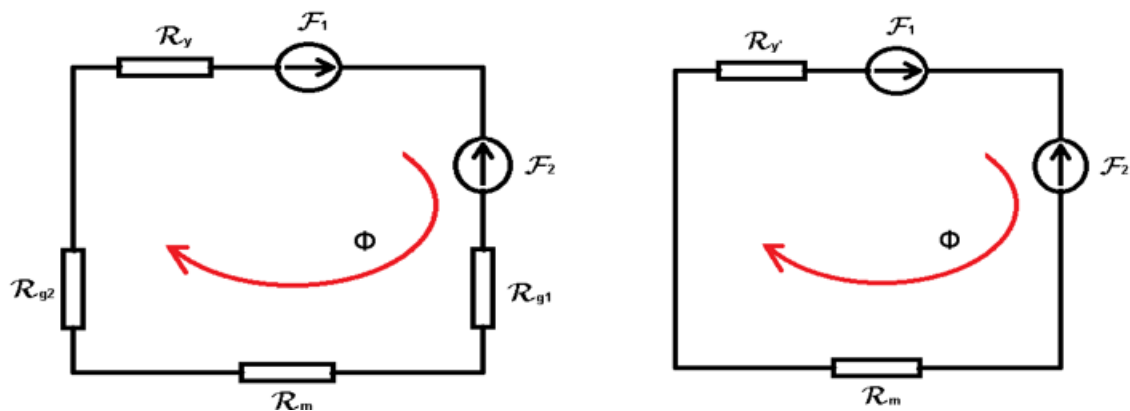
Τα βελάκια, που αναγράφονται στην παραπάνω εικόνα, αντιστοιχούν στα εξής μέρη του αισθητήρα:

- A. Πυρήνας ηλεκτρικού χάλυβα
- B. Πηνίο διέγερσης
- C. Πηνίο λήψης
- D. Δοκίμιο προς μέτρηση

Ο αισθητήρας τίθεται σε λειτουργία όταν διεγείρεται το πηνίο διέγερσής του και τοποθετείται επάνω σε ένα δοκίμιο προς μέτρηση. Ανάλογα, τώρα με το πλήθος των μαγνητικών γραμμών, που το διαπερνούν, εξάγεται ένα συμπέρασμα για την ύπαρξη κάποιας ατέλειας στο μαγνητικό πεδίο και άρα και στο υλικό. Μια απεικόνιση του τρόπου λειτουργίας του αισθητήρα φαίνεται ακολούθως.



Μάλιστα, ο αισθητήρας απεικονίζεται ισοδύναμα με το ακόλουθο μαγνητικό κύκλωμα.

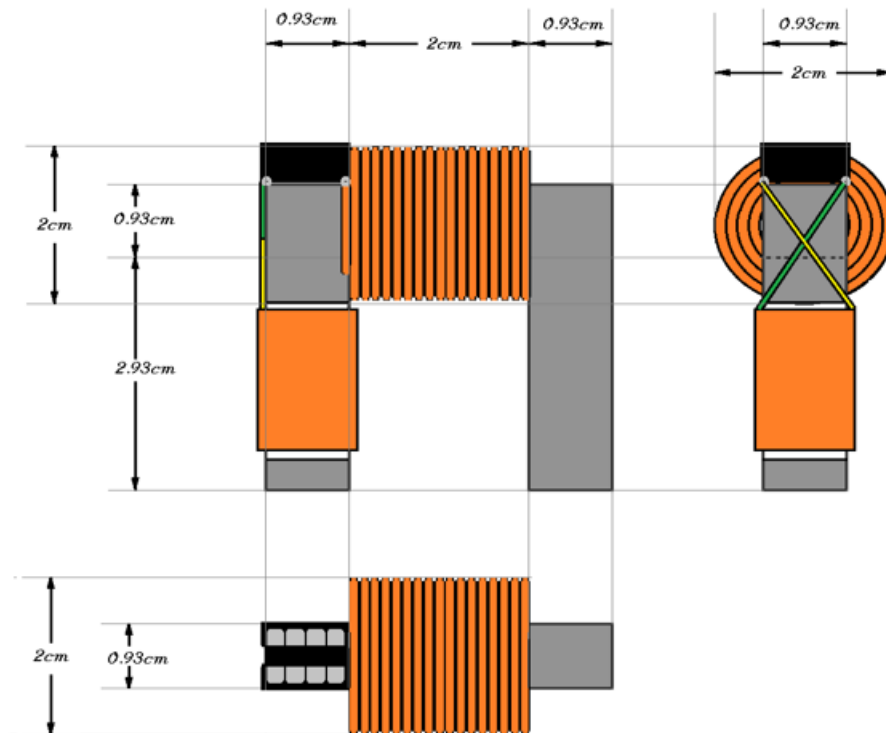


Στο παραπάνω μαγνητικό κύκλωμα, έχουν γίνει οι εξής συμβολισμοί :

- Το δοκίμιο συμβολίζεται από τη μαγνητική αντίσταση R_m
- Το κενός αέρος συμβολίζεται με τις μαγνητικές αντιστάσεις R_{g1} , R_{g2}
- Η εσωτερική μαγνητική αντίσταση του πυρήνα συμβολίζεται με R_y

Το παραπάνω μαγνητικό κύκλωμα ισοδυναμεί με ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, μια και υπάρχει μια πηγή μαγνητικού πεδίου και το ένα πηνίο λειτουργεί σαν αμπερόμετρο.

Ακολουθώντας, φαίνεται το μηχανολογικό σχέδιο του αισθητήρα μαγνητικής διαπερατότητας.

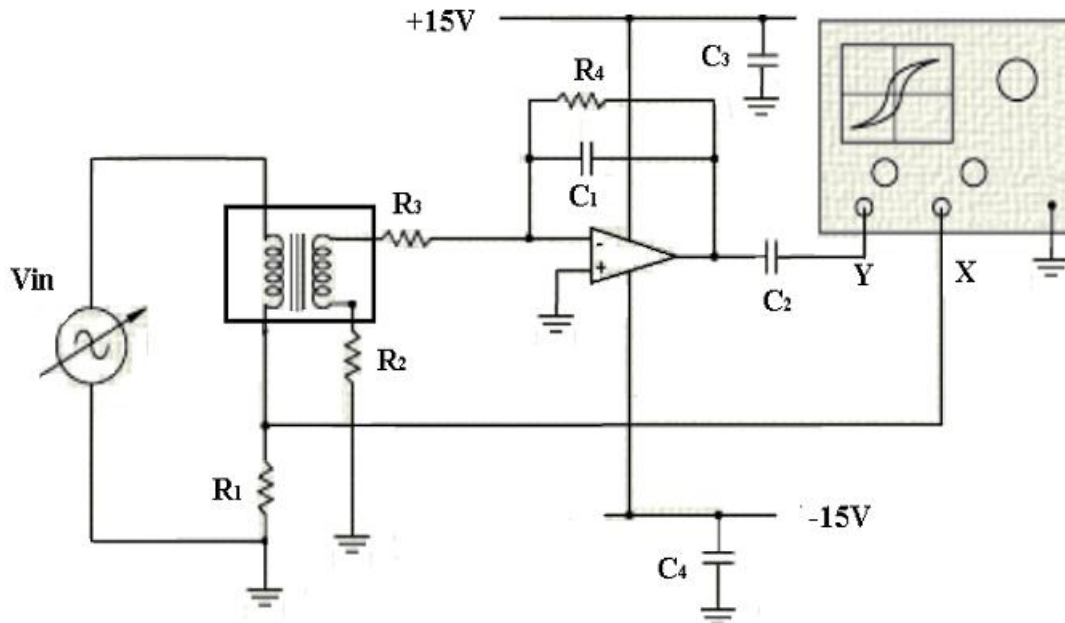


Ερώτηση 4

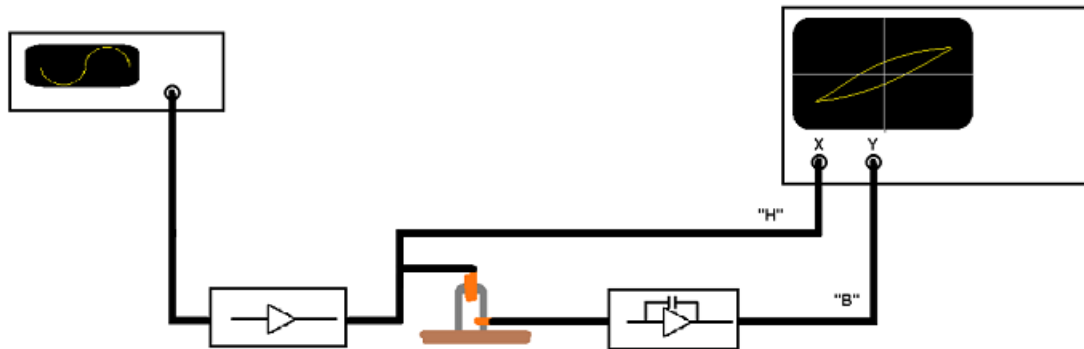
Σε αυτό το μέρος της εργαστηριακής άσκησης αναλύονται οι λειτουργίες μέτρησης και διαπίστευσης του αισθητήρα μαγνητικής διαπερατότητας.

Λειτουργία μέτρησης

Ο στόχος της λειτουργίας μέτρησης είναι ο εντοπισμός της μαγνητικής σκέδασης σε περίπτωση ύπαρξης ρωγμής στο υλικό. Για την επίτευξη αυτού του στόχου υλοποιείται κυκλωματικά το ακόλουθο ηλεκτρολογικό σχέδιο.



Ισοδύναμα σε αναπαράσταση οργάνων εργαστηρίου αυτό το ηλεκτρολογικό σχέδιο αναπαρίσταται ως εξής :



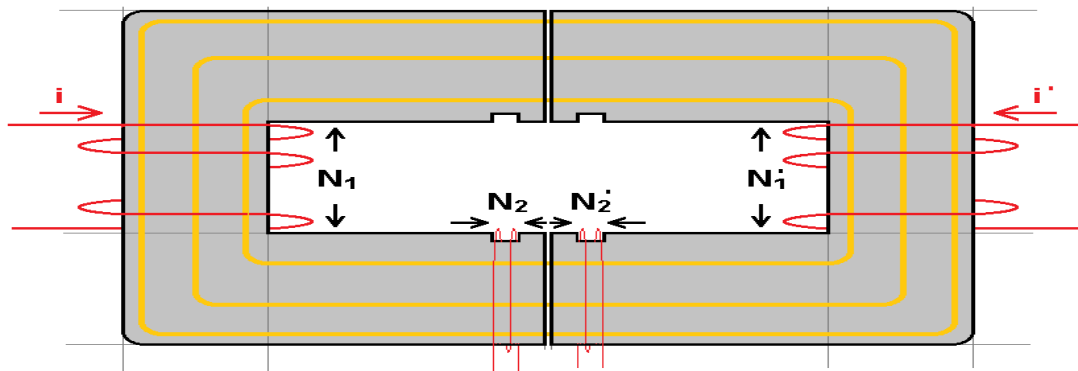
Κατά τη λειτουργία της μέτρησης χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι ολοκλήρωσης :

$$H = \frac{N_1}{R_1 \cdot l_1} V_1$$

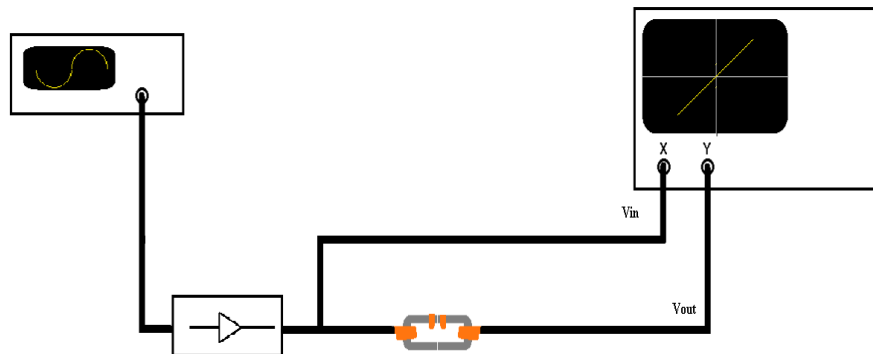
$$B = -\frac{1}{S} \int V_2 dt$$

Λειτουργία Διάσπασης

Ο στόχος της λειτουργίας διάσπασης είναι η σύγκριση αν 2 ή περισσότεροι όμοιοι αισθητήρες μαγνητικής διαπερατότητας έχουν την ίδια ακρίβεια, δηλαδή εντοπίζουν τις ίδιες ατέλειες στο μετρούμενο δοκίμιο.



Για την επίτευξη αυτού του στόχου υλοποιείται κυκλωματικά το ακόλουθο σχέδιο.



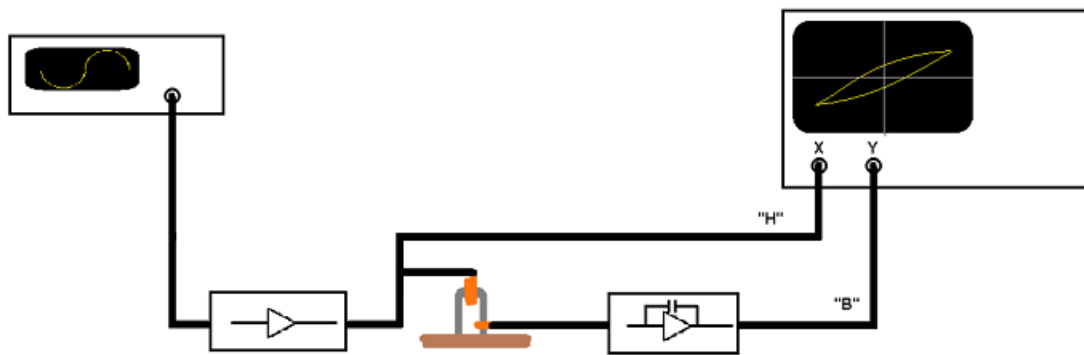
Συγκρίνοντας, λοιπόν, αυτή τη διάταξη με τη διάταξη που χρειάζεται για τη λειτουργία μέτρησης φαίνεται ότι σε αυτή την περίπτωση αποκόπτεται το στάδιο του ολοκληρωτή, καθώς το μόνο που μας ενδιαφέρει είναι η ένδειξη των εξόδων τους να είναι ίδια.

Ερώτηση 5

Σε αυτό το μέρος της εργαστηριακής άσκησης περιγράφεται η κυκλωματική διάταξη της κάθε λειτουργίας του αισθητήρα μαγνητικής διαπερατότητας. Οι κυκλωματικές διατάξεις των αντίστοιχων λειτουργιών , όπως αναφέρθηκαν και νωρίτερα, είναι οι ακόλουθες.

Λειτουργία μέτρησης

Η κυκλωματική διάταξη της λειτουργίας μέτρησης φαίνεται ακολούθως

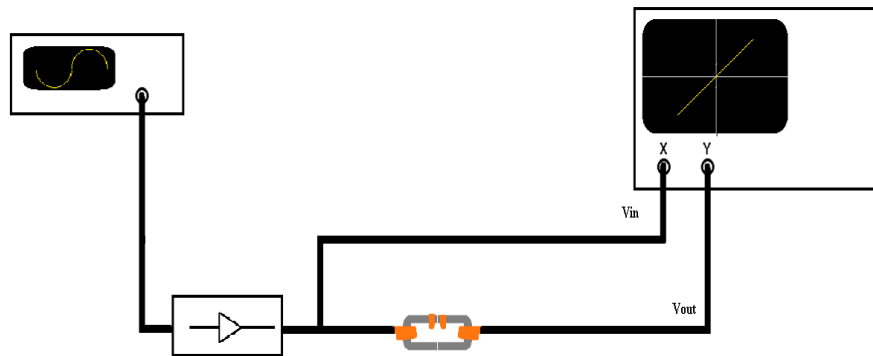


Αυτή η κυκλωματική διάταξη αποτελείται από τα εξής μέρη :

- Γεννήτρια τροφοδοσίας
- Παλμογράφος
- Ενισχυτής
- Ολοκληρωτής
- Αισθητήρας μαγνητικής διαπερατότητας

Λειτουργία διάσπασης

Η κυκλωματική διάταξη της λειτουργίας μέτρησης φαίνεται ακολούθως.



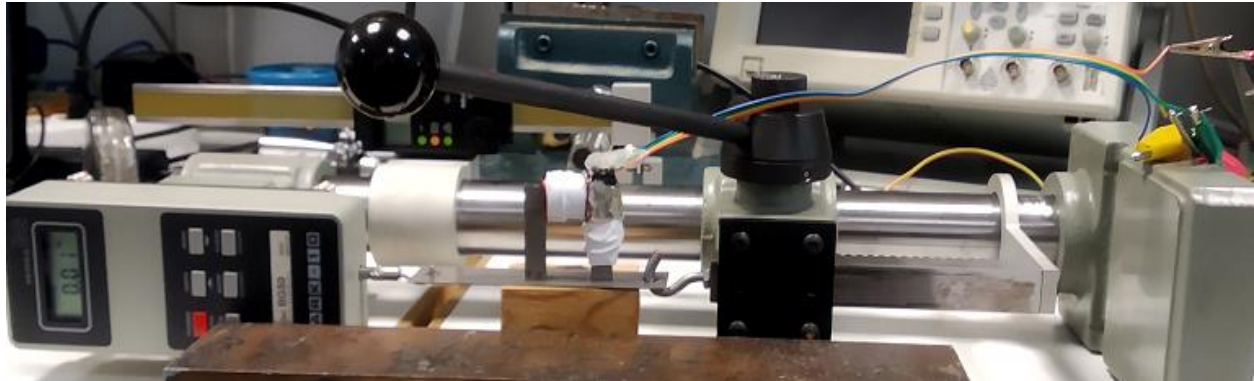
Αυτή η κυκλωματική διάταξη αποτελείται από τα εξής μέρη :

- Γεννήτρια τροφοδοσίας
- Παλμογράφος
- Ενισχυτής
- Αισθητήρας μαγνητικής διαπερατότητας

Στη λειτουργία διάσπασης , όπως εξηγήθηκε και νωρίτερα, παραλείπεται το στάδιο του ολοκληρωτή, μιας και η μέτρηση, που λαμβάνουμε είναι μεταξύ ίδιων μεγεθών.

Ερώτηση 6

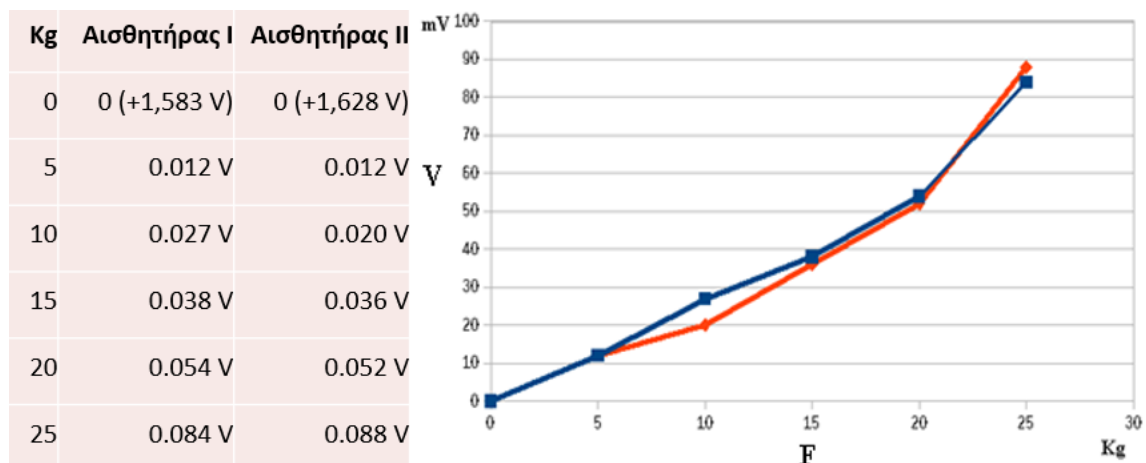
Σε αυτό το μέρος της εργαστηριακής άσκησης δίνεται μια σύντομη περιγραφή του πειράματος. Στόχος του πειράματος είναι η απόδειξη ότι άσκηση εξωτερικής δύναμης επηρεάζει την εσωτερική δομή του δοκιμίου. Μια αναπαράσταση του πειράματος, που γίνεται, φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Μέσω ενός δυναμόμετρου ασκούμε πίεση σε ένα δοκίμιο, στο οποίο εφάπτεται ο αισθητήρας, ενώ μέσω της λαβής ασκείται δύναμη, η οποία είναι εφικτό να μετρηθεί. Οι μετρήσεις, που λαμβάνονται στον παλμογράφο, αντιστοιχίζονται στις δυνάμεις, που ασκήθηκαν μέσω του δυναμόμετρου.

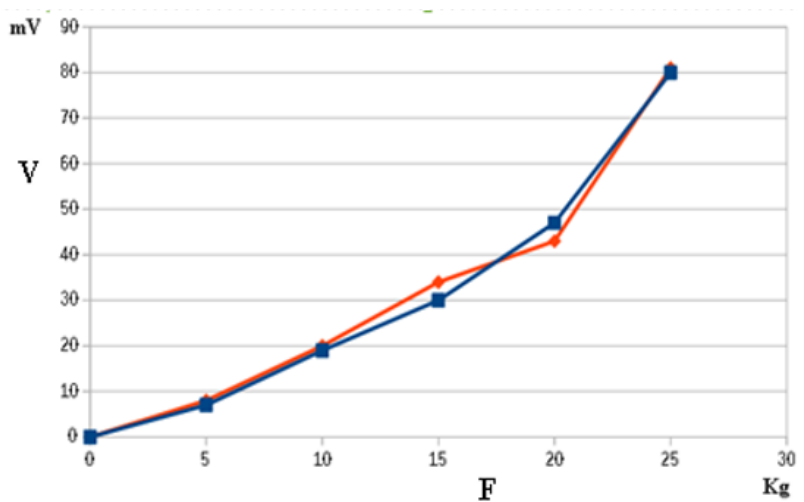
Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν τελικά τα ακόλουθα αποτελέσματα για τα διάφορα δοκίμια :

Δοκίμιο Α



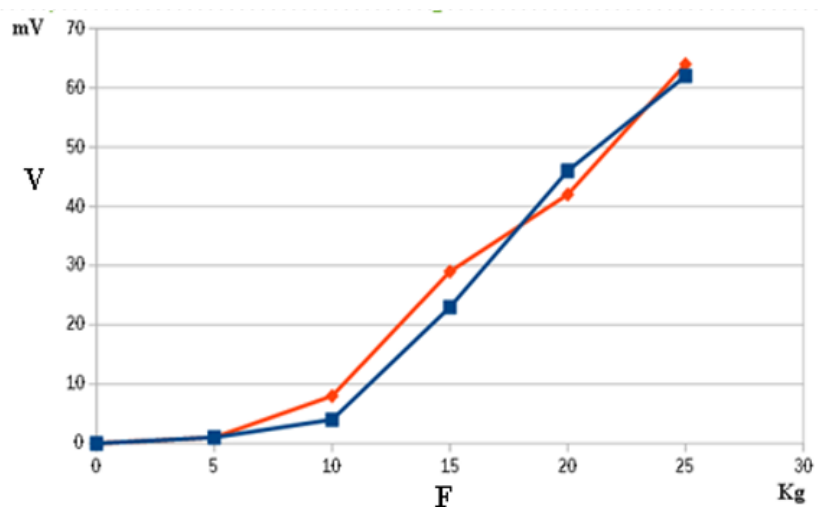
Δοκίμιο Β

Kg	Αισθητήρας Ι	Αισθητήρας ΙΙ
0	0 (+1,628 V)	0 (+1,671 V)
5	0.007 V	0.008 V
10	0.019 V	0.020 V
15	0.030 V	0.034 V
20	0.047 V	0.043 V
25	0.080 V	0.081 V



Δοκίμιο Γ

Kg	Αισθητήρας Ι	Αισθητήρας ΙΙ
0	0 (+1,643 V)	0 (+1,671 V)
5	0.001 V	0.001 V
10	0.004 V	0.008 V
15	0.023 V	0.029 V
20	0.046 V	0.042 V
25	0.062 V	0.064 V



Από τις παραπάνω μετρήσεις παρατηρείται μια αναλογία μεταξύ ασκούμενης εξωτερικής δύναμης και της τάσης στην έξοδο. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο αισθητήρας μαγνητικής διαπερατότητας είναι εφικτό να κάνει τον έλεγχο ενός υλικού επιτυχώς, μιας και η ευαισθησία του αισθητήρα είναι της τάξεως των 100mV, η οποία είναι αρκετά ικανοποιητική για τη λειτουργία , που καλείται να εκτελέσει.