

## Εργαστηριακή Άσκηση Φυσικής

### Μέτρηση του συντελεστή αυτεπαγωγής πηνίου

#### I. Μέτρηση του συντελεστή αυτεπαγωγής με αμπερόμετρο και βολτόμετρο (πολύμετρο)

Απαραίτητα όργανα και υλικά

- Τροφοδοτικό.
- Γεννήτρια συχνοτήτων
- Ομάδα αντιστάσεων ή ποτενσιόμετρο.
- Πηνίο αμελητέας ωμικής αντίστασης (π.χ.: 300 σπειρών με σιδηροπυρήνα)
- Πολύμετρο

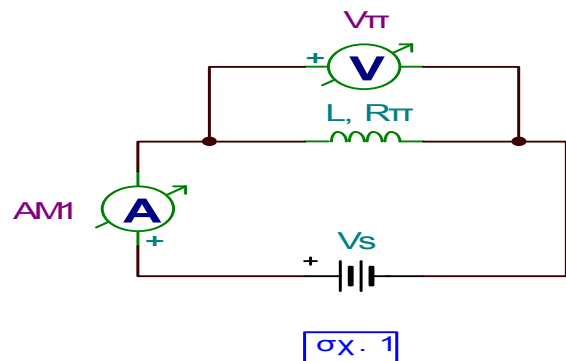
Εκτέλεση του πειράματος

Υπολογισμός ωμικής αντίστασης  $R_{\pi}$  του πηνίου

1. Πραγματοποιούμε το κύκλωμα του σχήματος 1. Τροφοδοτούμε το κύκλωμα με  $4,5 V_{DC}$ .

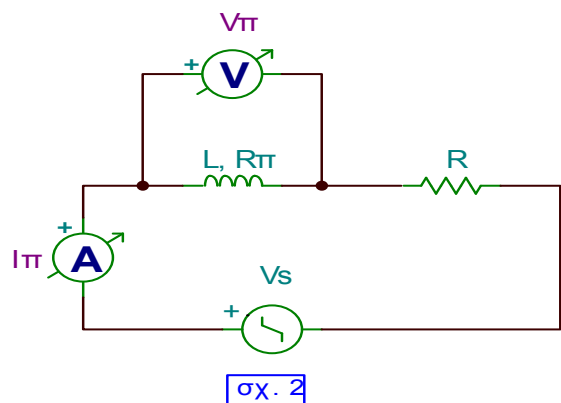
- Με το **VOM** υπολογίζουμε την τάση στα άκρα του πηνίου και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.
- Οι μετρήσεις ( ενδεικτικές ) του VOM φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| $V_{\Sigma} (Volt)$ | $I_{\Sigma} (A)$ | $R_{\pi} (\Omega) = \frac{V_{\Sigma}}{I_{\Sigma}}$ |
|---------------------|------------------|--|
| <b>1,09</b>         | <b>1,04</b>      | <b>1,05</b>  |



Υπολογισμός αυτεπαγωγής L του πηνίου

2. Πραγματοποιούμε το κύκλωμα του σχήματος 2. Μετράμε με το VOM  $4,5 V_{rms}$  στην έξοδο της γεννήτριας συχνοτήτων, συχνότητας  $f = 1kHz$ , και τροφοδοτούμε το κύκλωμα. Παίρνοντας διαφορετικές αντιστάσεις, καταγράφουμε τις ενδείξεις των οργάνων μέτρησης στον παρακάτω



πίνακα και φτιάχνουμε τη γραφική παράσταση  $V_{\pi} = f(I_{\pi})$ .

| $R(\Omega)$ | $V_{\pi,rms}$ (Volt) | $I_{\pi,rms}$ (mA) |
|-------------|----------------------|--------------------|
| 10          | 4,490                | 50,800             |
| 47          | 3,850                | 44,600             |
| 100         | 2,900                | 32,700             |
| 120         | 2,510                | 29,100             |
| 220         | 1,580                | 18,400             |
| 470         | 0,740                | 9,060              |
| 1000        | 0,388                | 4,480              |
| 2000        | 0,140                | 2,220              |



3. Από τη διπλανή γραφική παράσταση βρίσκουμε την εμπέδηση  $Z$  του κυκλώματος, υπολογίζοντας την κλίση από τον τύπο:

$$Z = \kappa = \frac{\Delta V_{rms}}{\Delta I_{rms}} = \frac{3.5V}{40mA} = 87.5\Omega$$

4. Υπολογίζουμε την αυτεπαγωγή του πηνίου χρησιμοποιώντας τον τύπο της εμπέδησης

$$Z = \sqrt{R_{\pi}^2 + (L \cdot \omega)^2} \quad (1) \text{ του κυκλώματος του σχήματος 2.}$$

Από τη σχέση (1), υπολογίζουμε την αυτεπαγωγή του πηνίου:

$$L = \frac{1}{\omega} \cdot \sqrt{Z^2 - R_{\pi}^2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot \sqrt{(87.5)^2 - (1.05)^2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1000} \cdot \sqrt{7656.25 - 1.1025} \Rightarrow$$

$$L = \frac{10^{-3}}{2 \cdot \pi} \cdot 87.49 = \frac{43.745}{\pi} mH = 13.93mH \Rightarrow$$

$$L = 13.93mH$$

## II. Μέτρηση του συντελεστή αυτεπαγωγής με παλμογράφο

### Απαραίτητα όργανα και υλικά

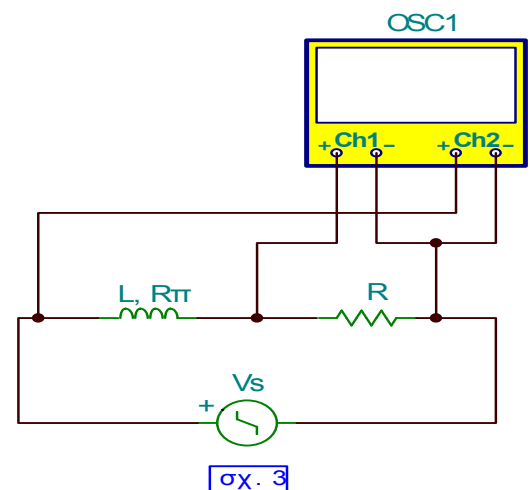
- Αντιστάτης με ωμική αντίσταση  $R = 100\Omega$ .
- Γεννήτρια συχνοτήτων
- Πηνίο αμελητέας ωμικής αντίστασης (π.χ.: 300 σπειρών με σιδηροπυρήνα)
- Παλμογράφος

### 1<sup>ος</sup> τρόπος:

### Εκτέλεση του πειράματος

Υπολογισμός αυτεπαγωγής  $L$  του πηνίου

1. Πραγματοποιούμε το κύκλωμα του σχήματος 3.

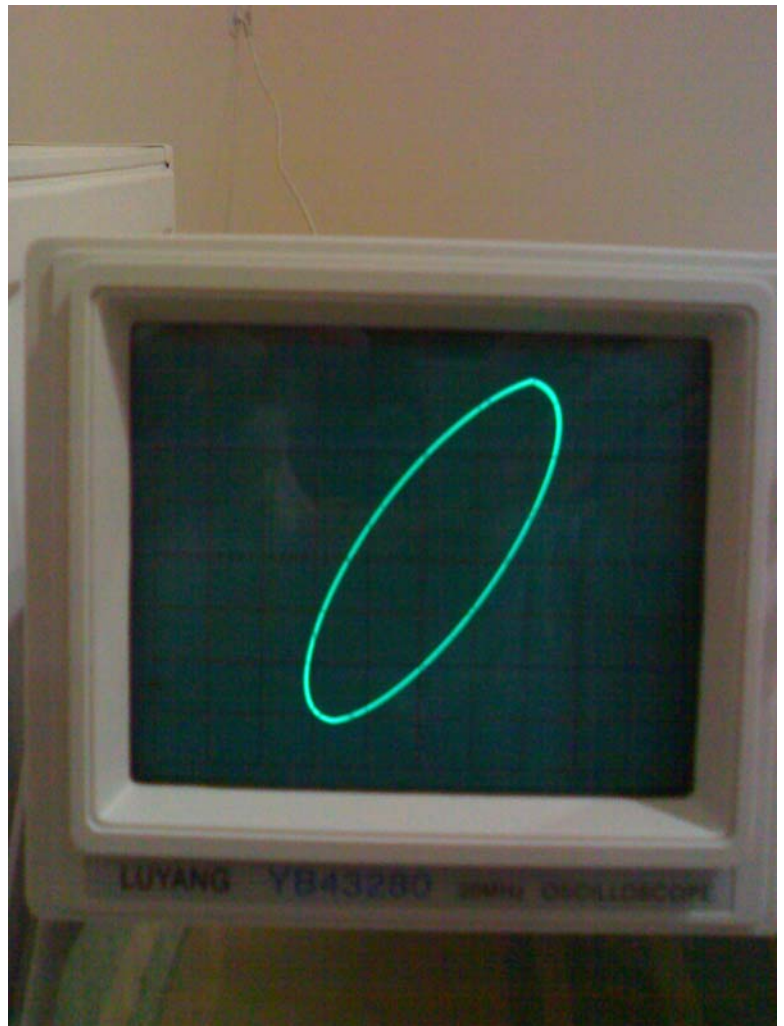


2. Τροφοδοτούμε το κύκλωμα με εναλλασσόμενη τάση  $4,5 V_{rms}$  και συχνότητα  $f = 1\text{kHz}$ .

3. Ρυθμίζουμε τους διακόπτες της κατακόρυφης απόκλισης ( Volt / div ) των **δύο καναλιών** στη θέση **2 Volt**.

4. Ρυθμίζουμε το διακόπτη της οριζόντιας απόκλισης ( Time / div ) στη θέση X, Y (καταργούμε την εσωτερική σάρωση του παλμογράφου) έτσι ώστε να πάρουμε στην οθόνη του παλμογράφου μια εικόνα Lissajous, από την οποία υπολογίζουμε τη διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης στα άκρα του κυκλώματος και της τάσης στα άκρα αντιστάτη που είναι ίδια με τη φάση του ρεύματος.

5. Μετράμε τα  $y_1$  και  $y_2$  στην οθόνη του παλμογράφου όπως φαίνεται παρακάτω  
 $y_1=3,3\text{ div}$  και  $y_2=2,0\text{ div}$



( η αναγωγή σε Volt δεν απαιτείται, αν έχουμε την ίδια ρύθμιση Volt/div και στα δύο κανάλια.)  $f = 1\text{ kHz}$

$$\eta\mu\theta = \frac{y_2}{y_1} \Rightarrow \eta\mu\theta = \frac{2,0}{3,3} \Rightarrow \eta\mu\theta = 0.606$$

$$\epsilon\phi\theta = \frac{\eta\mu\theta}{\sigma\upsilon\nu\theta} = \frac{\eta\mu\theta}{\sqrt{1-\eta\mu^2\theta}} = \frac{0.606}{\sqrt{1-(0.606)^2}} \Rightarrow \epsilon\phi\theta = \frac{0.606}{0.796} \Rightarrow \epsilon\phi\theta = 0.761$$

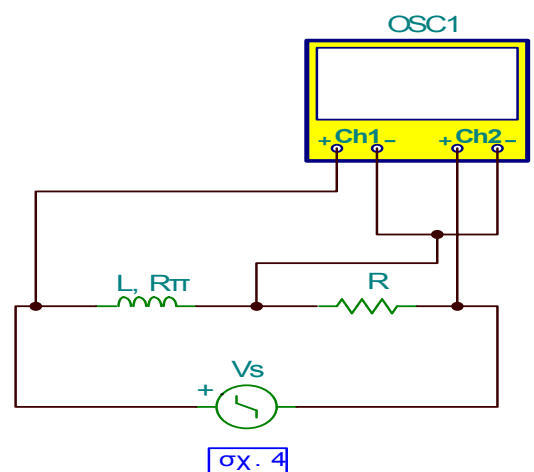
$$\epsilon\phi\theta = \frac{L \cdot \omega}{R_\pi + R} \Rightarrow L = \frac{R_\pi + R}{\omega} \cdot \epsilon\phi\theta \Rightarrow L = \frac{1.05 + 100}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot 0.761 \Rightarrow L = \frac{101.05}{2 \cdot 3.14 \cdot 1000} \cdot 0.761 \Rightarrow$$

$$L = 12.24\text{mH}$$

2ος τρόπος:

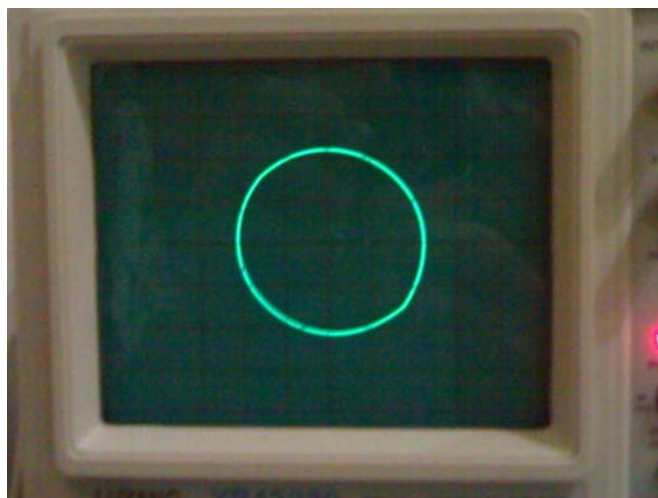
**Υπολογισμός αυτεπαγωγής L του πηνίου**

1. Πραγματοποιούμε το κύκλωμα του σχήματος 4.
2. Τροφοδοτούμε το κύκλωμα με εναλλασσόμενη τάση  $4,5 V_{rms}$  και συχνότητα  $f = 1\text{kHz}$ .



3. Ρυθμίζουμε τους διακόπτες της οριζόντιας απόκλισης ( Volt / div ) των δύο καναλιών στη θέση 2 Volt.
4. Ρυθμίζουμε το διακόπτη της κατακόρυφης απόκλισης ( Time / div ) στη θέση X, Y (καταργούμε την εσωτερική σάρωση του παλμογράφου) έτσι ώστε να πάρουμε στην οθόνη του παλμογράφου μια εικόνα Lissajous, από την οποία υπολογίζουμε τη διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης στα άκρα του κυκλώματος και της τάσης στα άκρα αντιστάτη που είναι ίδια με τη φάση του ρεύματος.
5. Μεταβάλλουμε τη συχνότητα της γεννήτριας μέχρι να σχηματιστεί στην οθόνη του παλμογράφου ένας κύκλος\*. Σημειώνουμε τη συχνότητα f της γεννήτριας για την οποία επιτεύχθηκε αυτό και υπολογίζουμε την αυτεπαγωγή του πηνίου.

\* Για να δούμε αυτό τον κύκλο θα πρέπει να απομονώσουμε με μονωτική ταινία τη γείωση του δικτύου που έρχεται μέσω της τροφοδοσίας της γεννήτριας συχνοτήτων.



$$f = 1.24 \text{ kHz}$$

$$V_{\pi, rms} = V_{R, rms} \text{ άρα}$$

$$Z_{\pi} = R \Rightarrow \sqrt{R_{\pi}^2 + (L \cdot \omega)^2} = R \Rightarrow L = \frac{\sqrt{R^2 - R_{\pi}^2}}{2 \cdot \pi \cdot f} \Rightarrow L = \frac{\sqrt{100^2 - 1.05^2}}{2 \cdot 3.14 \cdot 1224} \Rightarrow L = 13.00 \text{ mH}$$

