



Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών &
Μηχανικών Υπολογιστών
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Διαφάνειες Εργαστηρίου Ηλεκτρικές Μετρήσεις

Άννα Τασολάμπρου

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

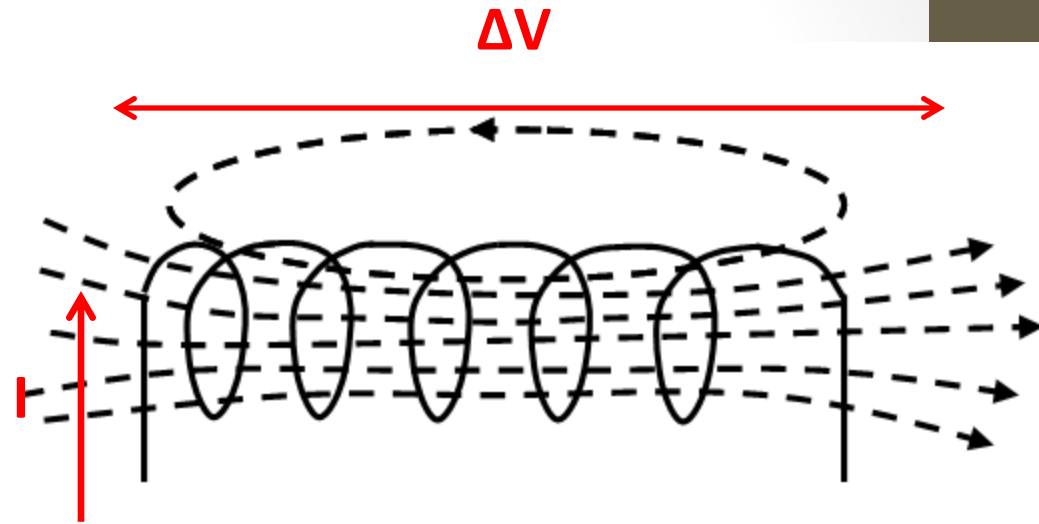
Πηνίο με N σπείρες που διαρρέεται από ρεύμα I , οπότε σαν αποτέλεσμα έχουμε κάθε σπείρα να διαπερνάται από μαγνητική ροή Φ_B

Ορισμός αυτεπαγωγής

$$L = N\Phi_B / I$$

$$N \frac{d\Phi_B}{dt} = L \frac{di}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$$

$$V = L(di/dt)$$



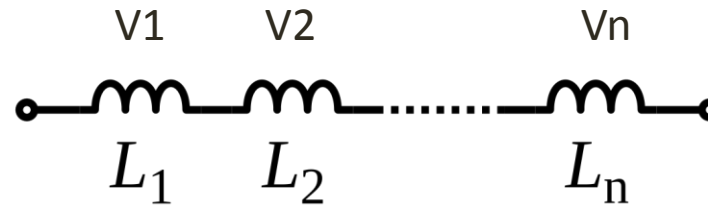
Ο συντελεστής αυτεπαγωγής έχει μονάδες Henry και ένα τμήμα του κυκλώματος με αυτεπαγωγή ονομάζεται πηνίο

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

$$V=L(di/dt)$$

ΙΔΙΟ ΡΕΥΜΑ!!!

σύνδεση σε σειρά N πηνίων



$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$V_{\text{total}} = L_1 di/dt + L_2 di/dt + \dots + L_n di/dt$$

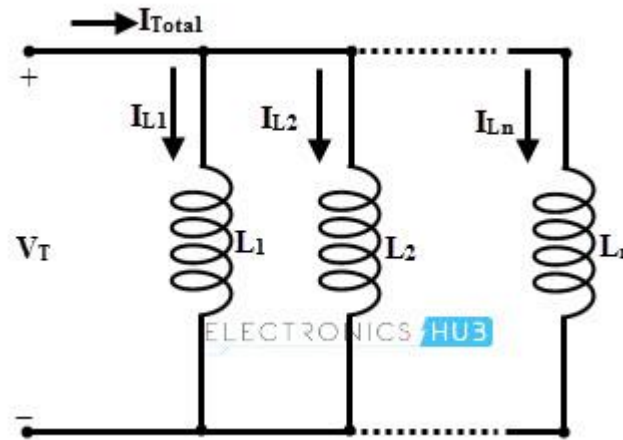
$$L_{\text{ισοδ}} = L_1 + L_2 + \dots + L_N$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

σύνδεση παράλληλα N πηνίων

$$V=L(di/dt)$$

ΙΔΙΑ ΤΑΣΗ!!!



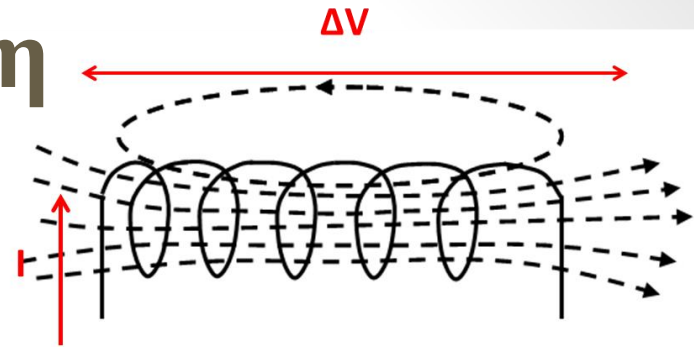
$$I_{total} = I_{L1} + I_{L2} + \dots + I_{Ln}$$

$$dI_{total}/dt = dI_{L1}/dt + dI_{L2}/dt + \dots + dI_{Ln}/dt$$

$$V/L_{ισοδ} = V/L_1 + V/L_2 + \dots + V/L_n$$

$$\frac{1}{L_{ισοδ}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_N}$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής



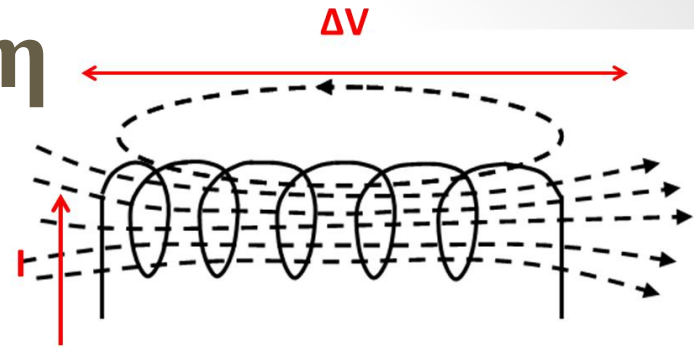
Κύκλωμα R-L στο συνεχές (DC).

Η παρουσία αυτεπαγωγής σε ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος έχει σαν αποτέλεσμα την εξάρτηση των ηλεκτρικών μεγεθών από το χρόνο. Σαν παράδειγμα, σε κύκλωμα με αυτεπαγωγή L , ωμική αντίσταση R και πηγή E , το ρεύμα δεν παίρνει αμέσως την μέγιστη του τιμή αλλά να αυξάνεται ακολουθώντας μία εξίσωση της μορφής:

$$i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-(R/L)t} \right)$$

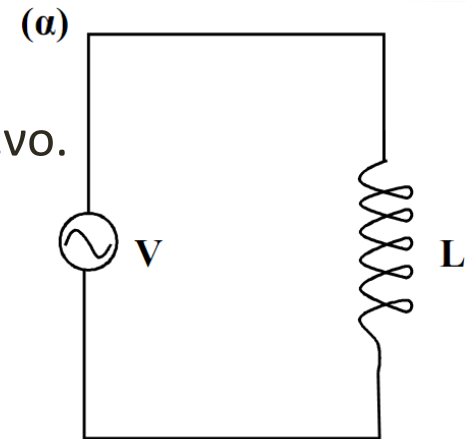
Δηλαδή, η αυτεπαγωγή σε κύκλωμα συνεχούς έχει σαν αποτέλεσμα το ρεύμα να πλησιάζει ασυμπτωτικά την τελική του τιμή. Όσο μεγαλύτερη είναι η αυτεπαγωγή, τόσο καθυστερεί το ρεύμα να πάρει την τελική του τιμή, με την διαδικασία να εξαρτάται από το λόγο L/R . Όμως η τελική τιμή του ρεύματος δεν εξαρτάται από την αυτεπαγωγή αλλά μόνο από την ωμική αντίσταση.

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής



Κύκλωμα R-L στο εναλλασσόμενο (AC).

Θα εξετάσουμε στη συνέχεια την συμπεριφορά ενός κυκλώματος που περιέχει αυτεπαγωγή στο εναλλασσόμενο. Αρχικά, ας δούμε την περίπτωση κυκλώματος που περιλαμβάνει μόνο ένα ιδανικό πηνίο L και μία πηγή τροφοδοσίας $V=V_0e^{j\omega t}$. Εφαρμόζοντας τον νόμο τάσεων Kirchhoff στο κύκλωμα



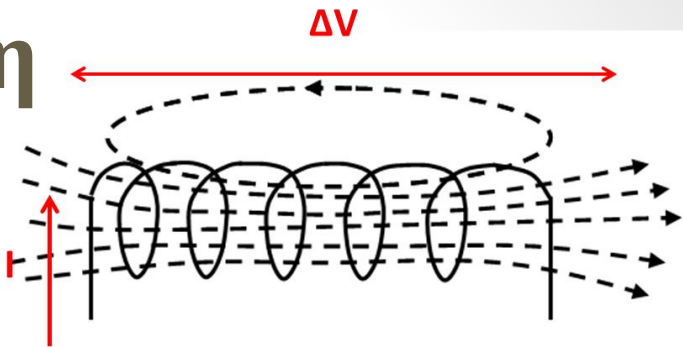
$$V_0 e^{j\omega t} - L \frac{di}{dt} = 0$$

Αν υποθέσουμε ότι το ρεύμα δίνεται από εξίσωση της μορφής $I=Ae^{j\omega t}$

$$V_0 e^{j\omega t} - L \frac{d}{dt} (Ae^{j\omega t}) = 0 \Rightarrow V_0 e^{j\omega t} - j\omega LAe^{j\omega t} = 0 \Rightarrow A = \frac{V_0}{j\omega L}$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

Κύκλωμα R-L στο εναλλασσόμενο (AC).



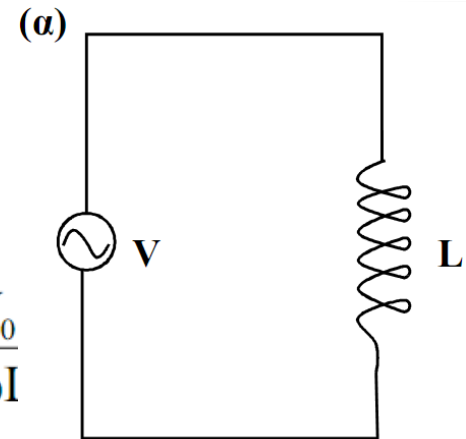
$$V_0 e^{j\omega t} - L \frac{di}{dt} = 0$$

Αν υποθέσουμε ότι το ρεύμα δίνεται από εξίσωση της μορφής

$$I = A e^{j\omega t}$$

$$V_0 e^{j\omega t} - L \frac{d}{dt} (A e^{j\omega t}) = 0 \Rightarrow V_0 e^{j\omega t} - j\omega L A e^{j\omega t} = 0 \Rightarrow A = \frac{V_0}{j\omega L}$$

$$I = A e^{j\omega t} \Rightarrow I = \frac{V_0}{j\omega L} e^{j\omega t} = \frac{V_0}{\omega L} e^{j\omega t - \pi/2}$$



Το ρεύμα καθυστερεί κατά $\pi/2$ σε σχέση με την τάση. Επίσης η ποσότητα ωL παρουσιάζει ρόλο αντίστοιχο με την ωμική αντίσταση (ισούται με το λόγο τάση/ρεύμα) και ονομάζεται επαγωγική αντίσταση που στη μιγαδική μορφή δίνεται από $\mathbf{xL} = j\omega L$. Όμως η συμπεριφορά αυτή εμφανίζεται μόνο στο εναλλασσόμενο καθώς στο συνεχές ($\omega=0$) η τιμή της επαγωγικής αντίστασης είναι μηδέν.

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

$$V_0 e^{j\omega t} - L \frac{di}{dt} = iR$$

Αν υποθέσουμε ότι το ρεύμα δίνεται από εξίσωση της μορφής

$$I = A e^{j\omega t}$$

$$V_0 e^{j\omega t} - L \frac{d}{dt} (A e^{j\omega t}) = iR \Rightarrow V_0 e^{j\omega t} - j\omega L A e^{j\omega t} = R A e^{j\omega t} \Rightarrow A = \frac{V_0}{R + j\omega L}$$

$$I = \frac{V_0}{R + j\omega L} e^{j\omega t} = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} e^{j\omega t - \phi}$$

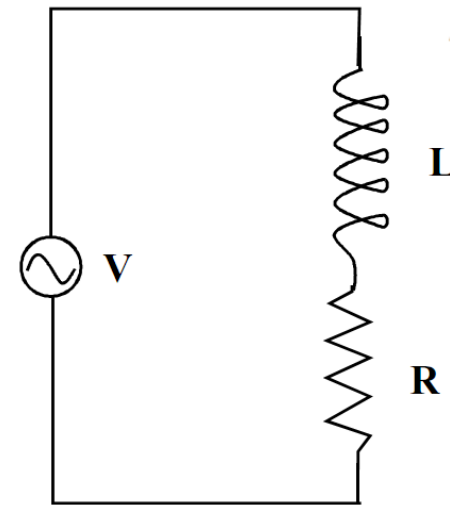
Η αντίσταση του κυκλώματος ονομάζεται εμπέδηση, είναι συνδυασμός της ωμικής και της επαγωγικής αντίστασης

$$\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

(η μιγαδική μορφή είναι $z_L = R + j\omega L$).

το ρεύμα καθυστερεί σε σχέση με την τάση κατά γωνία ϕ

$$\epsilon\phi\phi = \omega L / R.$$

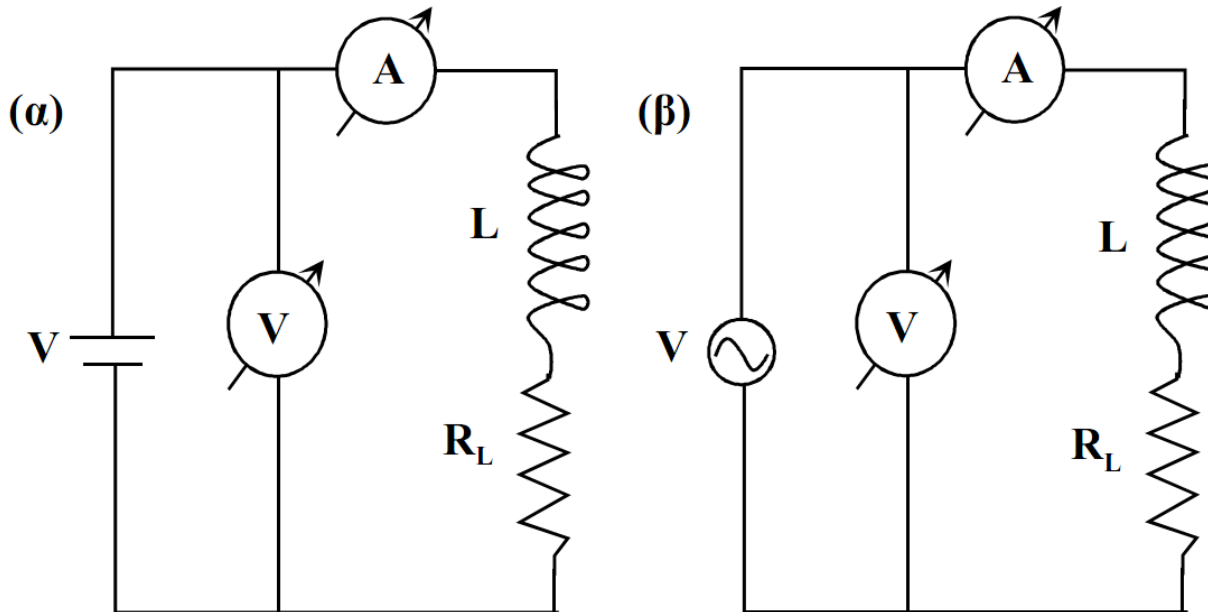


$$V = L(di/dt)$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

Μέτρηση με βολτόμετρο και αμπερόμετρο.

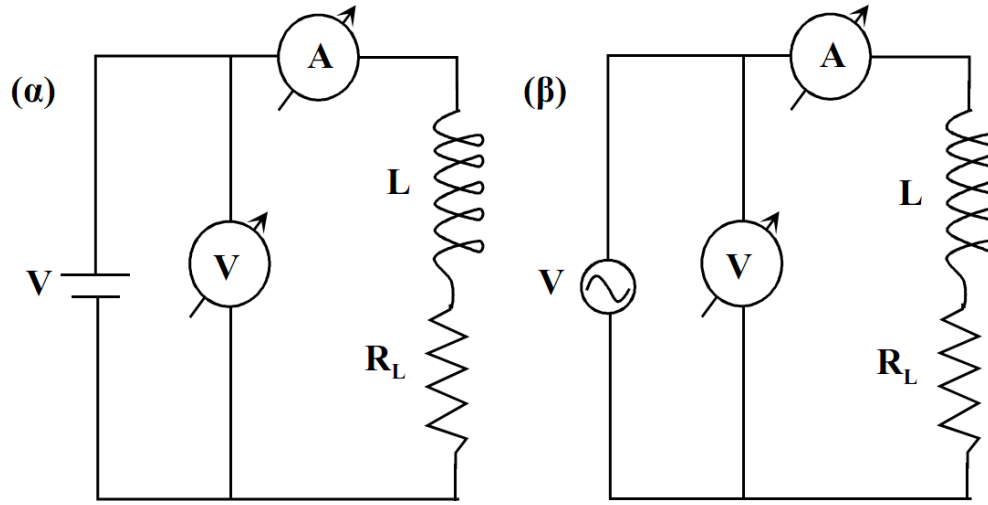
Η μέτρηση μιας αυτεπαγωγής μπορεί απλά να επιτευχθεί με αμπερόμετρο και βολτόμετρο όταν μετρηθούν τα ηλεκτρικά μεγέθη του κυκλώματος διαδοχικά για συνεχή και εναλλασσόμενη τάση. Έστω άγνωστο πηνίο L , R_L του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε τα χαρακτηριστικά.



Σχήμα 10.2 Μέτρηση αυτεπαγωγής με βολτόμετρο και αμπερόμετρο

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

Μέτρηση με βολτόμετρο και αμπερόμετρο.



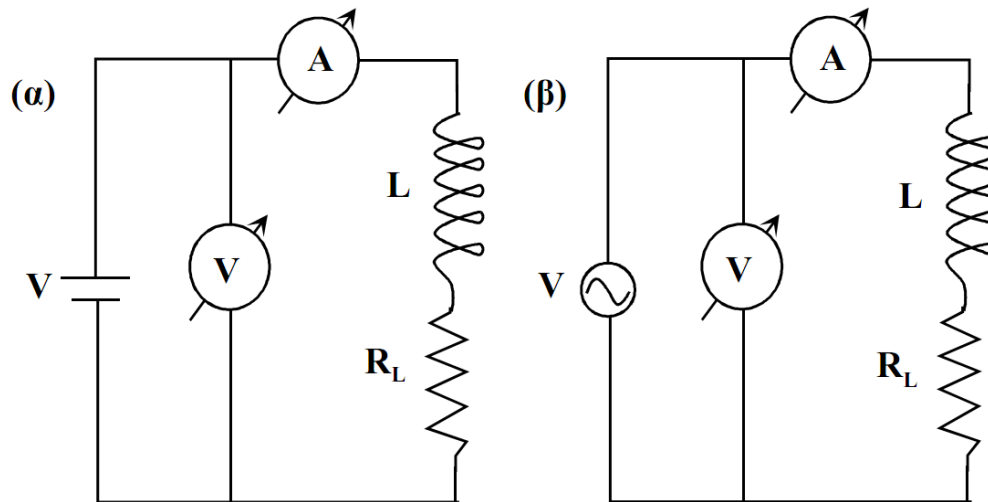
Σχήμα 10.2 Μέτρηση αυτεπαγωγής με βολτόμετρο και αμπερόμετρο

Κύκλωμα R-L στο συνεχές (DC).

$$R_L = \frac{V_{DC}}{I_{DC}}$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

Μέτρηση με βολτόμετρο και αμπερόμετρο.

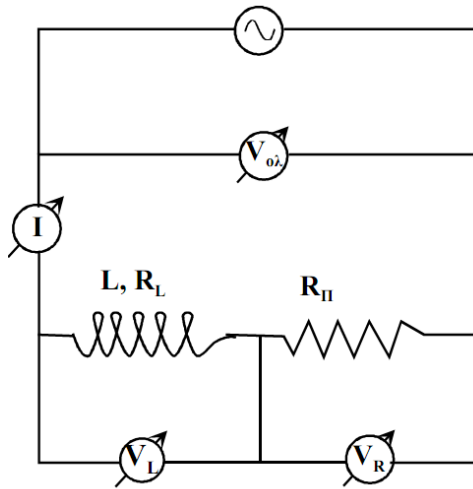


Σχήμα 10.2 Μέτρηση αυτεπαγωγής με βολτόμετρο και αμπερόμετρο

Κύκλωμα R-L στο συνεχές (AC). $Z_L = \frac{V_{AC}}{I_{AC}}$ $Z_L = \sqrt{R_L^2 + (\omega L)^2}$

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\left(\frac{V_{AC}}{I_{AC}}\right)^2 - \left(\frac{V_{DC}}{I_{DC}}\right)^2}$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής



Σχήμα 10.3 Μέτρηση αυτεπαγωγής
τρία βολτόμετρα

Μέτρηση με τρία βολτόμετρα

Μία άλλη μέθοδος μέτρησης της αυτεπαγωγής είναι η σύγκριση της τάσης στα άκρα ενός πηνίου L, R_L με τη τάση στα άκρα μιας γνωστής πρότυπης αντίστασης R_{Π} .

$$V_R = IR_{\Pi} \quad V_L = IZ_L \quad V_{ολ} = Iz$$

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 + (\omega L)^2}, \quad z = \sqrt{(R_{\Pi} + R_L)^2 + (\omega L)^2}$$

$$R_L = \frac{1}{2I^2 R_{\Pi}} (V_{ολ}^2 - V_R^2 - V_L^2)$$

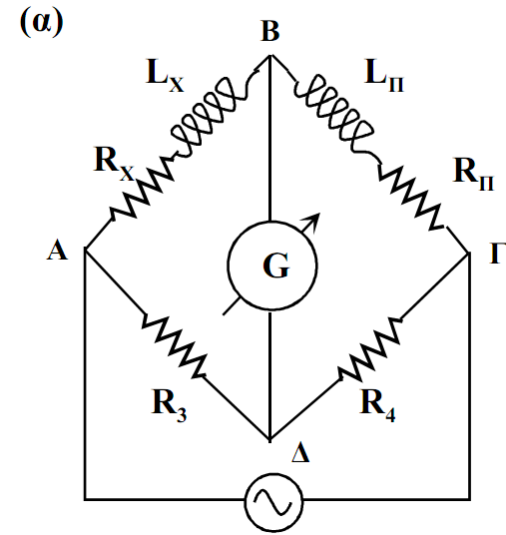
$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\left(\frac{V_L}{I}\right)^2 - R_L^2}$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

Μέτρηση Με γέφυρα Wheatstone

Ισορροπία

$$I_{AB}=I_{B\Gamma}, I_{A\Delta}=I_{\Delta\Gamma}, V_{AB}=V_{A\Delta}, V_{\Gamma B}=V_{\Gamma\Delta}$$



$$\frac{V_{AB}}{V_{B\Gamma}} = \frac{V_{A\Delta}}{V_{\Gamma\Delta}} \Rightarrow \frac{I_{AB}Z_X}{I_{B\Gamma}Z_{\Pi}} = \frac{I_{A\Delta}R_3}{I_{\Gamma\Delta}R_4} \Rightarrow \frac{R_X + j\omega L_X}{R_{\Pi} + j\omega L_{\Pi}} = \frac{R_3}{R_4} \Rightarrow$$
$$R_X = R_{\Pi} \frac{R_3}{R_4} \quad L_X = L_{\Pi} \frac{R_3}{R_4}$$

Κεφάλαιο 10 : Μέτρηση αυτεπαγωγής

1) Αν σε ένα κύκλωμα η τάση και το ρεύμα δίνονται από τις σχέσεις:

$$V=150\eta\mu(500t+10^\circ), I=13.42\eta\mu(500t-53.4^\circ)$$

να βρείτε τα στοιχεία του κυκλώματος.

2) Σε κύκλωμα RL έχουμε $R=20\Omega$, $L=60\text{ mH}$ και $\varphi=80^\circ$. Να βρεθεί το ω

Εργαστηριακή Άσκηση 2

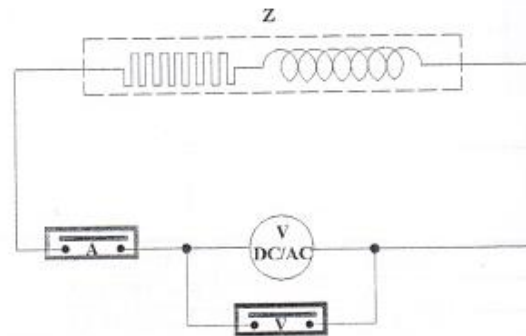
Μέτρηση Αυτεπαγωγής Πηνίου με DC/AC Τάση

Απαιτούμενα Στοιχεία - Όργανα

- Τροφοδοτικό DC 0 έως 30V
- Τροφοδοτικό AC 0 έως 220V
- Ψηφιακά Βολτόμετρα / Αμπερόμετρα
- Γέφυρα RLC

Εργαστηριακή Διαδικασία

1. Πραγματοποιήστε την παρακάτω συνδεσμολογία χρησιμοποιώντας πηνίο από τον πάγκο.



2. Τροφοδοτήστε με DC τάση 10V και ρεύμα 1A και το και καταχωρήστε τις μετρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα.
3. Τροφοδοτήστε με AC τάση (100V) και καταχωρήστε τις μετρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΟΡΓΑΝΩΝ	DC	AC
ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ		
ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ		

4. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση R, τον συντελεστή αυτεπαγωγής L, την επαγωγική αντίσταση X_L και τη γωνία τάσεως ρεύματος σύμφωνα με τους τύπους:

$$R = \frac{V_{DC}}{I_{DC}} \quad Z = \frac{V_{AC}}{I_{AC}} \quad Z = R_L + jX_L \quad L = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\frac{V_{AC}^2}{I_{AC}^2} - R^2} \quad \varphi = \arctan\left(\frac{X_L}{R}\right)$$

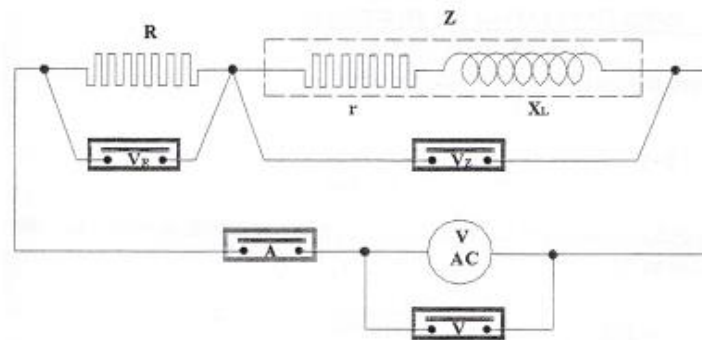
Μέτρηση Αυτεπαγωγής Πηνίου με AC Τάση

Απαιτούμενα Στοιχεία – Όργανα

- Τροφοδοτικό AC 0 έως 220V
- Ρυθμιστική αντίσταση 290Ω
- Ψηφιακά Βολτόμετρα / Αμπερόμετρα
- Γέφυρα RLC

Εργαστηριακή Διαδικασία

1. Πραγματοποιείτε την παρακάτω συνδεσμολογία χρησιμοποιώντας πηνίο από τον πάγκο



2. Τροφοδοτείστε με AC τάση (100V) και καταχωρήστε τις μετρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ	ΟΡΓΑΝΩΝ
ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ V	
ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ V_R	
ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ V_Z	
ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ	

3. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση r , τον συντελεστή αυτεπαγωγής L και την επαγωγική αντίσταση X_l σύμφωνα με τους τύπους :

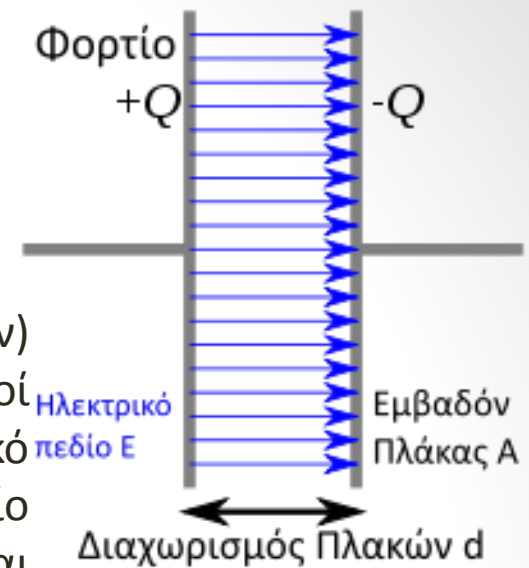
$$R = \frac{V_R}{I}, \quad Z = \frac{V_Z}{I}, \quad Z' = R + r + jX_L, \quad r = \frac{V^2 - V_R^2 - V_Z^2}{2RI^2}, \quad L = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\frac{V_Z^2}{I^2} - r^2}$$

4. Να γίνει έλεγχος των μετρήσεων με τη γέφυρα RLC.

- <https://www.youtube.com/watch?v=Pv6zsQiBzXo>

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Πυκνωτή ονομάζουμε τη διάταξη δύο αγωγών (οπλισμών) που διαχωρίζονται από κάποιο μονωτή. Οι δύο αγωγοί έχουν ίσο και αντίθετο φορτίο, όπου ο αγωγός με το θετικό φορτίο έχει μεγαλύτερο δυναμικό. Το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ των οπλισμών άρα και η διαφορά δυναμικού είναι ανάλογο του φορτίου (νόμος Gauss). Επομένως ο λόγος (φορτίο)/(διαφορά δυναμικού) είναι σταθερή ποσότητα που ονομάζεται χωρητικότητα C ($C=Q/V$) με μονάδα στο SI το **Farad (F)**. Ο απλούστερος τύπος πυκνωτή είναι ο επίπεδος πυκνωτής: δύο παράλληλες επίπεδες αγώγιμες πλάκες, με εμβαδόν A και σε απόσταση d (με $A \gg d$). Λόγω έλξης των αντιθέτων φορτίων, τα περισσότερα φορτία θα είναι στις απέναντι εσωτερικές επιφάνειες των πλακών. Το ηλεκτρικό πεδίο E στο χώρο μεταξύ των πλακών είναι $E_{\text{πυκν}} = \sigma/\epsilon_0$, άρα η χωρητικότητα μπορεί να υπολογιστεί σε:

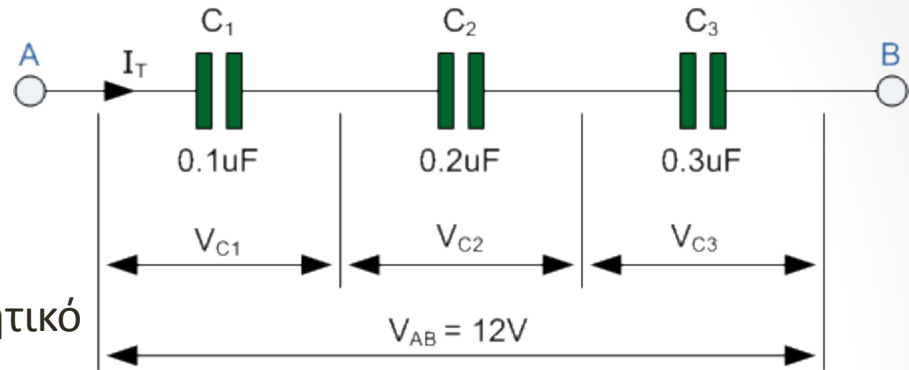


$$V_{AB} = E_{\text{πυκν}} d = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d = \frac{Q/A}{\epsilon_0} d \Rightarrow C = \frac{Q}{V_{AB}} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Σύνδεση σε σειρά,

όλοι οι πυκνωτές έχουν ίδιο φορτίο, στην περιοχή μεταξύ δύο πυκνωτών ο ένας οπλισμός του ενός πυκνωτή έχει θετικό φορτίο και ο αντίστοιχος του άλλου αρνητικό



$$V_{AB} = Q/V_{ολ} = V_1 + V_2 + V_3 = Q/C_1 + Q/C_2 + Q/C_3$$

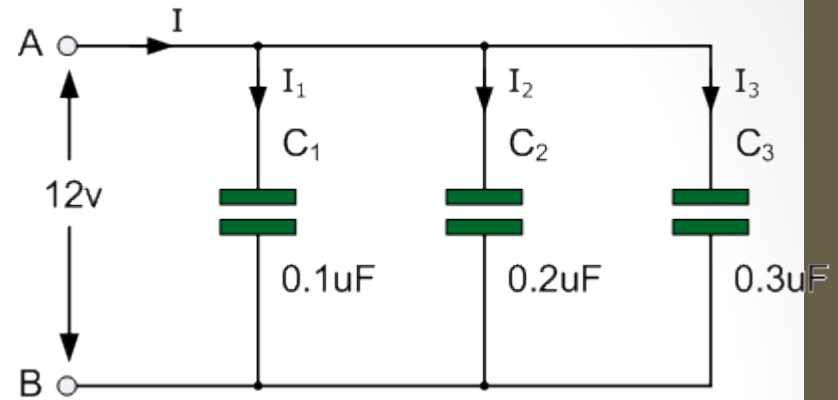
ΙΔΙΑ φορτίο

$$\frac{1}{C_{ολ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_N}$$

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Σύνδεση παράλληλα,

όλοι οι πυκνωτές βρίσκονται στην ίδια διαφορά δυναμικού, το φορτίο τους κατανέμεται ανάλογα με την τιμή της χωρητικότητας και η ολική χωρητικότητα δίνεται από τη σχέση



ΙΔΙΑ τάση!!

$$C_{ολ} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_N$$

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Κύκλωμα R-C στο συνεχές.

Η παρουσία χωρητικότητας σε ένα κύκλωμα συνεχούς έχει επίσης σαν αποτέλεσμα την εξάρτηση των ηλεκτρικών μεγεθών από το χρόνο. Σαν παράδειγμα,

$$i = \frac{E}{R} e^{-t/RC} = I_0 e^{-t/RC}$$

Επομένως, η χωρητικότητα σε κύκλωμα συνεχούς έχει σαν αποτέλεσμα το ρεύμα να τείνει να μηδενιστεί, με τη διαδικασία να εξαρτάται από το γινόμενο RC. Δηλαδή ο πυκνωτής στο συνεχές λειτουργεί σαν διακόπτης.

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Κύκλωμα RLC στο συνεχές

Η συμπεριφορά στο συνεχές ενός κυκλώματος CL (ή RCL) είναι τελείως διαφορετική από το RC καθώς σε αυτό έχουμε μία ταλάντωση. **Αν υποθέσουμε ότι ο πυκνωτής είναι αρχικά φορτισμένος, στη συνέχεια εκφορτίζεται μέσω του πηνίου.** Λόγω της αυτεπαγωγής του πηνίου L το ρεύμα αυξάνει σταδιακά μέχρι μία μέγιστη τιμή I_m , οπότε ο πυκνωτής έχει εκφορτιστεί. Όμως λόγω του ρεύματος I_m ο **πυκνωτής ξαναφορτίζεται** αλλά αυτή τη φορά με αντίθετη πολικότητα, δηλαδή μέγιστη τάση $-V_m$ και φορτίο $-Q$ αντίστοιχα. Στη συνέχεια, ο πυκνωτής εκφορτίζεται ξανά αλλά αυτή τη φορά λόγω του φορτίου $-Q$, το ρεύμα που δημιουργείται στο πηνίο θα έχει αντίθετη φορά $-I_m$. **Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται για αρκετό χρόνο σαν μία επανάληψη εναλλαγής φορτίου ρεύματος. Αν μάλιστα δεν υπάρχουν απώλειες (ωμικές αντιστάσεις) στο κύκλωμα, η επανάληψη των διαδικασιών θα συνεχίζεται έπ' άπειρον. Η συμπεριφορά αυτή είναι μία ηλεκτρική ταλάντωση.**

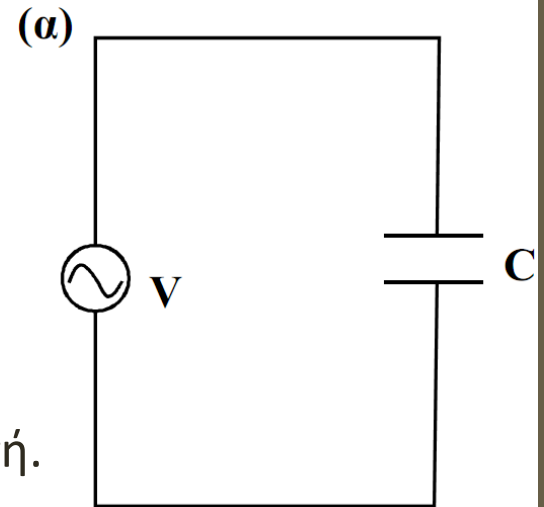
Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Κύκλωμα R-C στο εναλλασσόμενο.

Θα εξετάσουμε στη συνέχεια την συμπεριφορά στο εναλλασσόμενο ενός κυκλώματος που περιέχει πυκνωτή. Αρχικά, ας δούμε την περίπτωση ενός κυκλώματος που περιλαμβάνει μόνο ένα ιδανικό πυκνωτή C και μία πηγή τροφοδοσίας $\mathbf{V}=\mathbf{V}_0e^{j\omega t}$

Εφαρμόζοντας τον νόμο τάσεων Kirchhoff στο κύκλωμα:

$$V_0 e^{j\omega t} - \frac{q}{C} = 0$$



Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Κύκλωμα R-C στο εναλλασσόμενο.

$$V_0 e^{j\omega t} - \frac{q}{C} = 0$$

Αν υποθέσουμε ότι το ρεύμα δίνεται από εξίσωση της μορφής

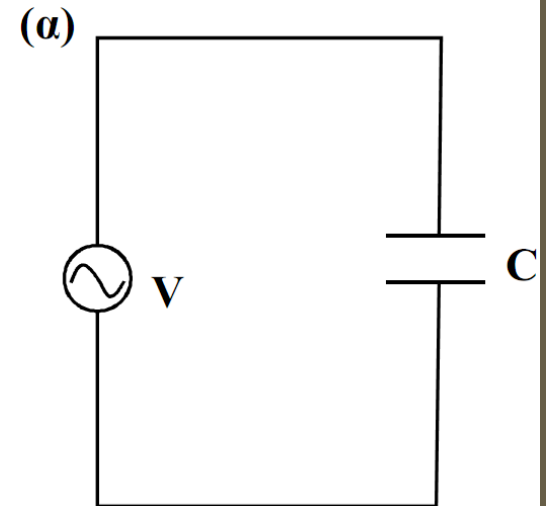
$$I = A e^{j\omega t}$$

$$V_0 e^{j\omega t} - \frac{1}{C} \int A e^{j\omega t} dt = 0 \Rightarrow V_0 e^{j\omega t} - \frac{1}{j\omega C} A e^{j\omega t} = 0 \Rightarrow A = j\omega C V_0$$

$$I = j\omega C V_0 e^{j\omega t} = \omega C V_0 e^{j\omega t + \pi/2}$$

φαίνεται ότι το ρεύμα προηγείται κατά $\pi/2$ της τάσης.

Η ποσότητα $1/\omega C$ παρουσιάζει ρόλο αντίστοιχο της αντίστασης και ονομάζεται χωρητική αντίσταση που στη μιγαδική μορφή δίνεται από $X_C = -j(1/\omega C)$. Όμως η συμπεριφορά αυτή εμφανίζεται μόνο στο εναλλασσόμενο καθώς στο συνεχές ($\omega=0$) η τιμή της χωρητικής αντίστασης είναι άπειρη και ο πυκνωτής, όπως ήδη αναφέρθηκε, λειτουργεί σαν διακόπτης.

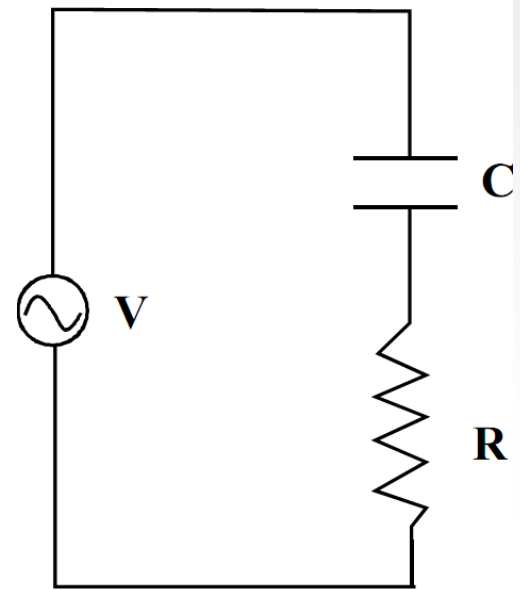


Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

$$V_0 e^{j\omega t} - \frac{q}{C} = iR$$

Αν υποθέσουμε ότι το ρεύμα δίνεται από εξίσωση της μορφής

$$I = A e^{j\omega t}$$



$$V_0 e^{j\omega t} - \frac{1}{C} \int A e^{j\omega t} dt = iR \Rightarrow V_0 e^{j\omega t} - \frac{1}{j\omega C} A e^{j\omega t} = A R e^{j\omega t} \Rightarrow A = \frac{V_0}{R - j \frac{1}{\omega C}}$$

$$I = \frac{V_0}{R - j \frac{1}{\omega C}} e^{j\omega t} = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} e^{j\omega t + \phi}$$

Η εμπέδηση του κυκλώματος είναι συνδυασμός της ωμικής και της χωρητικής αντίστασης και δίνεται από τη σχέση

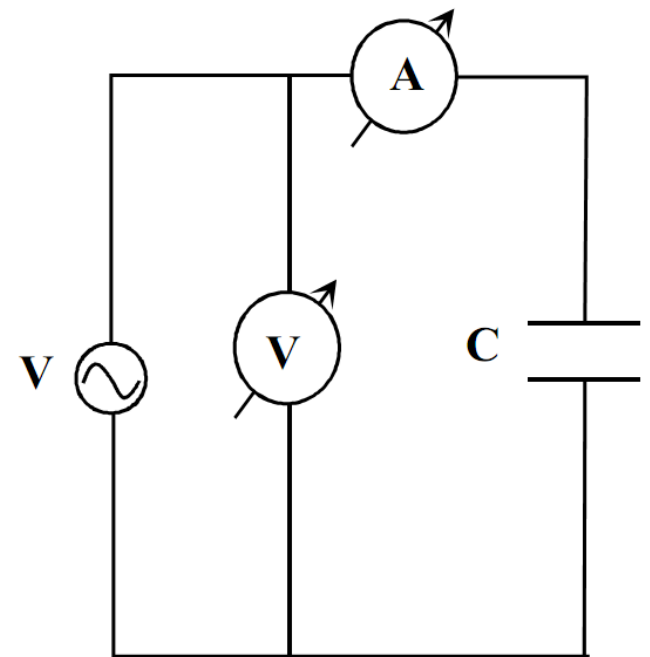
$$\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$Z_C = R - j/\omega C, \quad \epsilon\phi\phi = 1/(\omega CR)$$

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

Μέτρηση Με βολτόμετρο και αμπερόμετρο.

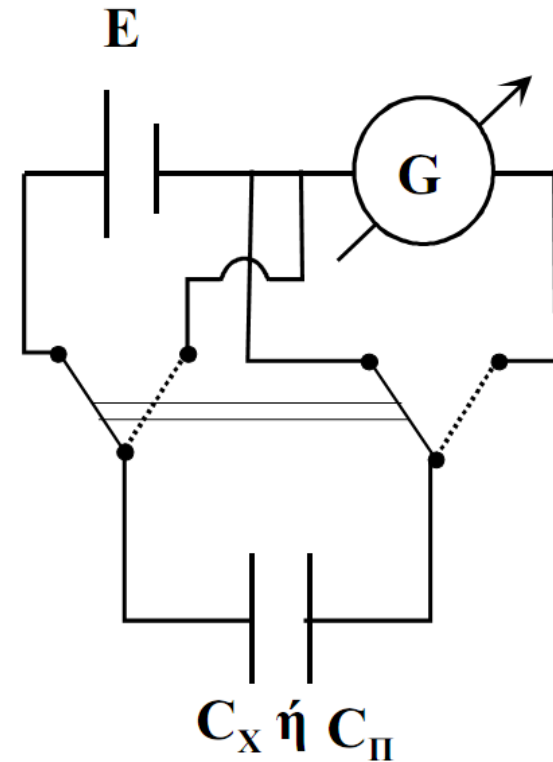
$$X_c = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{1}{\omega C} = \frac{V}{I} \Rightarrow C = \frac{I}{\omega V}$$



Σχήμα 11.2 Μέτρηση χωρητικότητας με βολτόμετρο και αμπερόμετρο

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

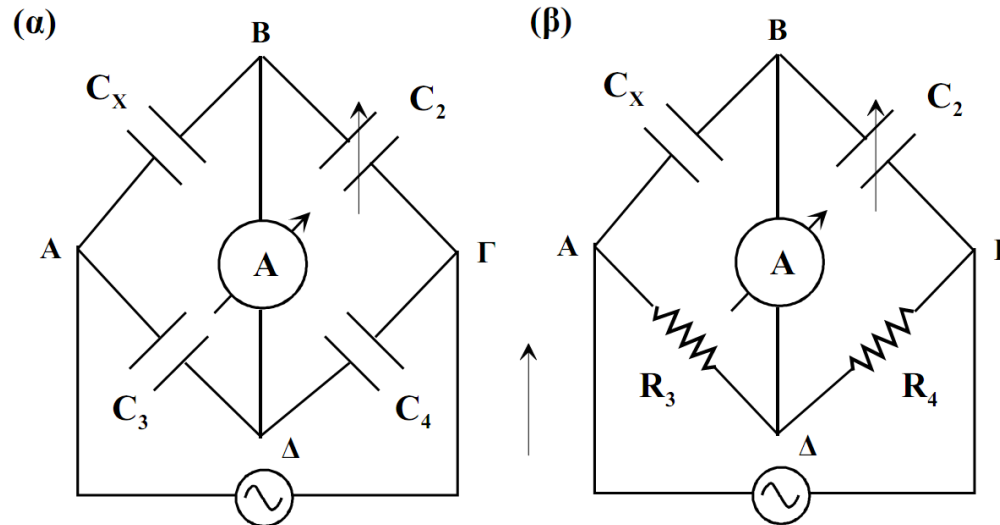
Μέτρηση Με Σύγκριση



Σχήμα 11.3. Υπολογισμός χωρητικότητας με σύγκριση

$$\frac{Q_X}{Q_{\Pi}} = \frac{C_X}{C_{\Pi}} = \frac{\theta_X}{\theta_{\Pi}} \Rightarrow C_X = C_{\Pi} \frac{\theta_X}{\theta_{\Pi}}$$

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας



Σχήμα 11.4 Μέτρηση χωρητικότητας με γέφυρα

$$\frac{V_{AB}}{V_{B\Gamma}} = \frac{V_{A\Delta}}{V_{\Gamma\Delta}} \Rightarrow \frac{I_{AB}Z_X}{I_{B\Gamma}Z_3} = \frac{I_{A\Delta}Z_2}{I_{\Gamma\Delta}Z_4} \Rightarrow \frac{-j/\omega C_X}{-j/\omega C_3} = \frac{-j/\omega C_2}{-j/\omega C_4} \Rightarrow$$

$$C_X = C_2 \frac{C_3}{C_4}$$

$$C_X = C_2 \frac{R_4}{R_3}$$

Κεφάλαιο 11 : Μέτρηση χωρητικότητας

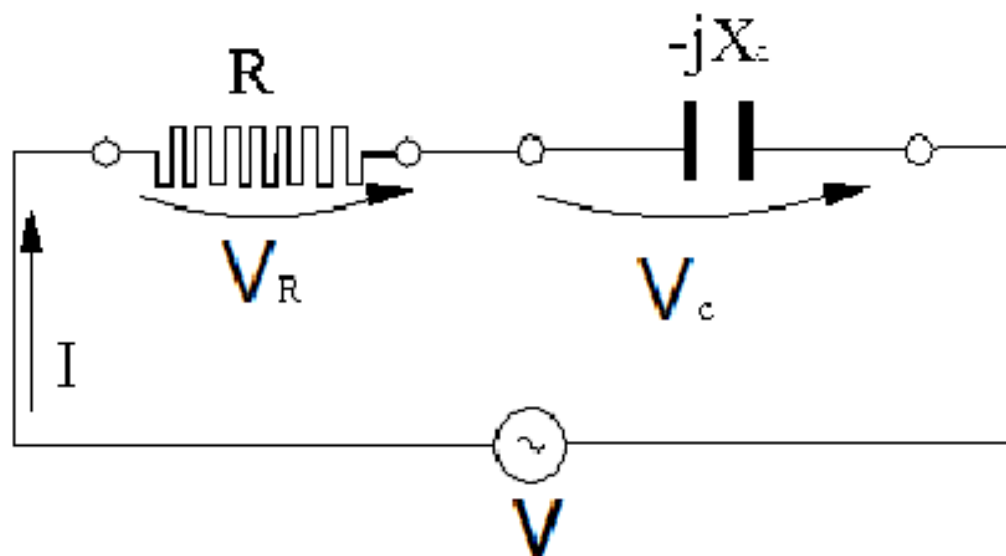
1) Αν σε ένα κύκλωμα η τάση και το ρεύμα δίνονται από τις σχέσεις:

$$V=311\eta\mu(2500t+170^\circ), I=15.5\eta\mu(2500t-145^\circ)$$

2) Σε κύκλωμα RC έχουμε $R=20\Omega$, $C=5\ \mu\text{F}$ και $\varphi=-80^\circ$. Να βρεθεί το ω .

Παράδειγμα μέτρησης Χωρητικότητας Πυκνωτή

Δίδεται $V_{rms} = 230V$, $f = 50 \text{ Hz}$, $R = 150\Omega$, $C = 8,84 \mu\text{F}$ και $\phi_o = 60^\circ$.



Να υπολογισθούν οι τάσεις και το ρεύμα σε κάθε στοιχείο του κυκλώματος.

$$Z = R - j X_c$$

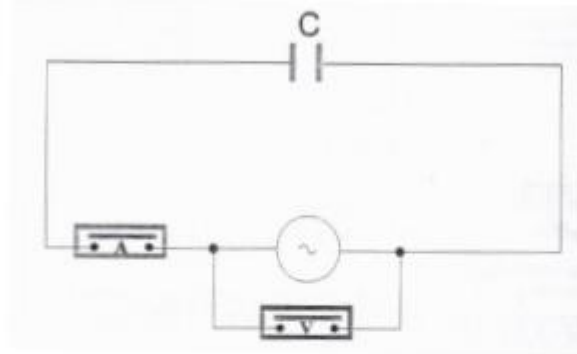
Εργαστηριακή Άσκηση 3

Μέτρηση Χωρητικότητας Πυκνωτή

Απαιτούμενα Στοιχεία – Όργανα

- Τροφοδοτικό AC 0 έως 220V
- Ψηφιακά Βολτόμετρα / Αμπερόμετρα

1) Να πραγματοποιηθεί το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος



2) Τροφοδοτείστε με AC τάση (100V) και καταχωρήστε τις μετρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ	ΟΡΓΑΝΩΝ
ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ	
ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ	

3) Να υπολογίσετε :

i) την χωρητική αντίσταση X_c

.....

ii) την άεργο ισχύ Q

.....

iii) την χωρητικότητα C

.....

4) Με το πολύμετρο στην θέση μέτρησης χωρητικότητας να μετρήσετε τη χωρητικότητα του άγνωστου πυκνωτή.

.....

- <https://www.youtube.com/watch?v=RaY6yzbFdt4>