

# L8. Măsurarea inductivităților și capacităților prin metode indirecte

## 1. Obiectul lucrării

În lucrare se studiază metodele uzuale de măsurare a parametrilor de circuit care caracterizează funcționarea în curent alternativ staționar a elementelor de circuit bipolare pasive și liniare ca : bobinele fără miez magnetic, condensatoarele și rezistoarele.

## 2. Noțiuni pregătitoare

Metoda utilizată în lucrare este o metodă indirectă , bazată pe utilizarea ampermetrului și voltmetrului .

Metoda industrială a ampermetrului și voltmetrului se folosește în c.c. pentru măsurarea rezistenței  $R_x$  și în curent alternativ pentru măsurarea impedanței  $Z_x$  , admitind că rezistența este practic aceeași ( frecvența c.a. este mică și elementele de circuit sunt liniare ) .

În relațiile de calcul ale lui  $R_x$  și  $Z_x$  trebuie introduse corecțiile datorate consumurilor proprii ale aparatelor de măsurare.

Pentru măsurarea inductivității mutuale metoda indirectă a ampermetrului și voltmetrului este folosită în două variante :

I) măsurarea t.e.m. indusă în una din cele două bobine la trecerea unui curent alternativ de intensitate și frecvență cunoscute prin cealaltă bobină, urmată de calculul inductivității mutuale.

II) măsurarea inductivităților proprii ale bobinelor montate în serie adițional , apoi diferențial , și calculul inductivității mutuale .

## 3. Programul lucrării

### a. Probleme de studiat

1. Se va măsura inductivitatea proprie pentru trei bobine diferite, utilizându-se atât montajul amonte cât și montajul aval.

2. Se vor măsura inductivitățile proprii ale două bobine cuplate magnetic , utilizându-se atât montajul amonte cât și montajul aval . Valoarea inductivității proprii  $L_2$  , necesară pentru calculul inductivității mutuale prin varianta I) , se va considera media aritmetică a celor două valori obținute prin realizarea celor două montaje : amonte și aval.

3. Se va măsura capacitatea a trei condensatoare diferite , utilizându-se atât montajul amonte cât și montajul aval.

4. Se va măsura inductivitatea mutuală a bobinelor de la punctul 2, prin metoda indirectă utilizându-se variantele I) și II).

### b. Modul de experimentare

Pentru măsurarea inductivităților proprii și a capacităților se va utiliza montajul din fig. 1.

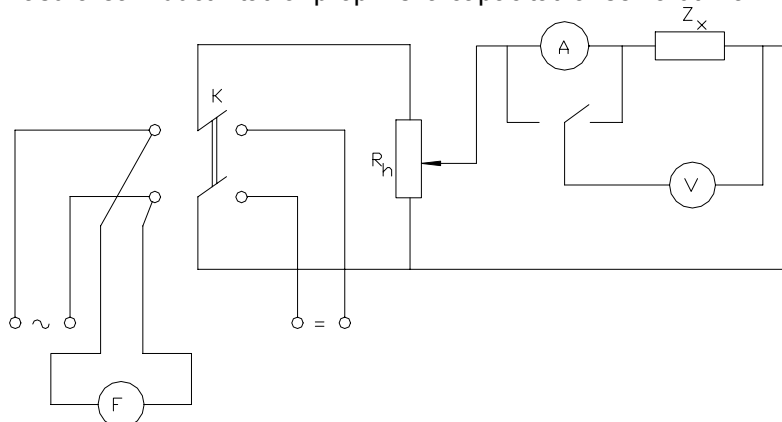


Fig.1 Metoda industrială a ampermetrului și voltmetrului pentru măsurarea unei impedanțe

unde :  $Z_x$  – impendante de masurat ( bobina sau condensator ) ; A – ampermetru de curent continu si curent alternativ ; V – voltmetru de curent continu si curent alternativ ;  $R_h$  – reostat ; F – frecventmetru .

Initial reostatul  $R_h$  se dispune pe pozitia de tensiune nula. Se creste apoi tensiunea pina la cel mult valoarea nominala a tensiunii de functionare a elementelor de circuit de incercat, observind indicatiile ampermetrului din circuit.

Pentru masurarea inductivitatii proprii se va mentine in circuit un curent mai mic decit curentul maxim admisibil prin bobina de masurat.

Pentru eliminarea influentelor câmpului magnetic al bobinei masurate asupra indicatiilor aparatelor, aceasta se va dispune la minim 50 cm distanta de aparatul de masurat.

Daca se cunoaste rezistenta  $R_x$  a bobinei, se vor executa masuratori numai in curent alternativ ( montaj amonte si aval ).

Datele si rezultatele se vor trece in tabelele 1 si 2.

Pentru capacitati, masuratorile se vor executa numai in curent alternativ, prin montaj amonte si aval, iar in calcule se vor face corectiile care iau in cosideratie curentul prin voltmetru  $I_v$ , respectiv rezistenta interna a ampermetrului  $R_A$  ( se neglijeaza pierderile in dielectricul condensatoarelor ). Datele si rezultatele se vor trece in tabelele 3 si 4.

Montajul amonte Tabelul 1

| f    | U   | I   | $R_A$        | $L_A$ | $R_x$        | $L_x$ |
|------|-----|-----|--------------|-------|--------------|-------|
| [Hz] | [V] | [A] | [ $\Omega$ ] | [H]   | [ $\Omega$ ] | [H]   |
|      |     |     |              |       |              |       |

Montajul aval Tabelul 2

| f    | U   | I   | $R_V$        | $I_v$ | $R_x$        | $Z_x^2$      | $L_x$ |
|------|-----|-----|--------------|-------|--------------|--------------|-------|
| [Hz] | [V] | [A] | [ $\Omega$ ] | [A]   | [ $\Omega$ ] | [ $\Omega$ ] | [H]   |
|      |     |     |              |       |              |              |       |

Montajul amonte Tabelul 3

| f    | U   | I   | $R_A$        | $C_x$       |
|------|-----|-----|--------------|-------------|
| [Hz] | [V] | [A] | [ $\Omega$ ] | [ $\mu F$ ] |
|      |     |     |              |             |

Montajul aval Tabelul 4

| f    | U   | I   | $I_v$ | $I_c$ | $C_x$       |
|------|-----|-----|-------|-------|-------------|
| [Hz] | [V] | [A] | [A]   | [A]   | [ $\mu F$ ] |
|      |     |     |       |       |             |

l) Pentru masurarea inductivitatii mutuale a variometrului prin aceasta a metodei indirecte se utilizeaza montajul din figura 2.

Se alimenteaza circuitul primar  $A_1B_1$  ( bobina fixa ) si se masoara tensiunea la bornele circuitului secundar  $A_2B_2$  ( bobina mobila ), cu un voltmetru de rezistenta interioara mare .

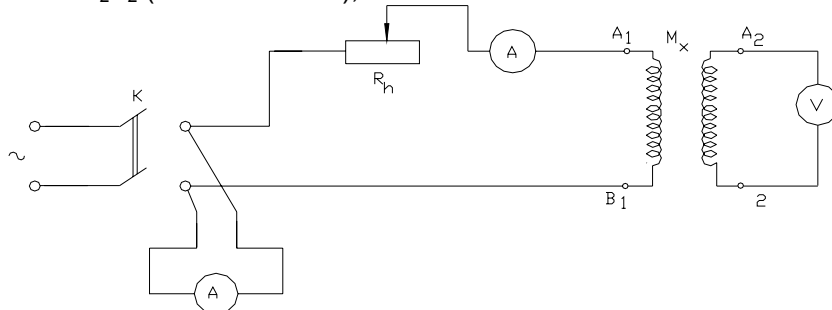


Fig. 2 Metoda indirectă pentru măsurarea inductivităților mutuale (varianta I)



## 4. Prelucrarea datelor

1+2) Inductivitatea proprie a bobinei masurate, in cazul montajului amonte, se determina cu relatia:

$$L_X = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - (R_X + R_A)^2} - L_A \quad (1)$$

unde  $\omega = 2\pi f$  – reprezinta pulsatia.

In cazul montajului aval se utilizeaza relatiile:

$$Z_X^2 = \frac{U(U + 2R_X \cdot I_V)}{I^2 + I_V^2} \quad (2)$$

$$L_X = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z_X^2 - R_X^2} \quad (3)$$

unde  $\omega = 2\pi f$ ; iar  $I_V = \frac{U}{R_V}$

3) Capacitatea condensatorului masurat, in cazul montajului amonte, se determina cu relatia:

$$C_X = \frac{1}{\omega \sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - R_A^2}} \quad (4)$$

unde:  $\omega = 2\pi f$

Pentru montajul aval se utilizeaza relatiile:

$$I_C = \sqrt{I^2 - I_V^2} \quad (5)$$

$$C_X = \frac{1}{\omega U} * \sqrt{I^2 - I_V^2} \quad (6)$$

$$M_X = \frac{U}{\omega I} \cdot \frac{\sqrt{(R_2 + R_V)^2 + (\omega L_2)^2}}{R_V} \quad (7)$$

4) I) Inductivitatea mutuala a celor doua bobine ale variometrului se determina, in acest caz cu relatia:

$$M_X = \frac{U}{\omega I} \cdot \frac{\sqrt{(R_2 + R_V)^2 + (\omega L_2)^2}}{R_V} \quad (7)$$

II) In acest caz pentru determinarea inductivitatii mutuale se utilizeaza relatia:

$$M_X = \frac{L_S - L_O}{4} \quad (8)$$

Marimile din tabelul 6 se calculeaza cu urmatoarele seturi de relatii:

$$\left. \begin{aligned} Z_S &= \sqrt{\frac{U(U + 2 * R_S * I_V)}{I^2 - I_V^2}} \\ R_S &= R_1 + R_2 \\ L_S &= \frac{1}{\omega} * \sqrt{Z_S^2 - R_S^2} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\left. \begin{aligned}
 Z_0 &= \sqrt{\frac{U(U + 2R_0 I_V)}{I^2 - I_V^2}} \\
 R_0 &= R_1 + R_2 \\
 L_0 &= \frac{1}{\omega} \sqrt{Z_0^2 - R_0^2}
 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$\omega = 2\pi f$$

Nota 1. In relatiile (9) si (10)  $R_1$  si  $R_2$  reprezinta rezistentele celor doua bobine ale variometrului ( $R_1$ -rezistenta bobinei fixe; $R_2$ -rezistenta bobinei mobile).

2.Valoarea  $L_2$  din relatia (7) este cea specificata la punctul 2 din "CHESTIUNI DE STUDIAT"

Se va reprezenta grafic dependenta  $M_x=f(\alpha)$  pentru ambele variante ale metodei indirecte studiate.

### 5.Interpretarea datelor. Concluzii

1+2+3) Se vor compara inductivitatile proprii si capacitatile determinate cu cele doua montaje (amonte si aval) si se va preciza care montaj este mai adecvat avind in vedere valorile masurate.

4)Se vor compara inductivitatile mutuale determinate prin cele doua variante si se va preciza care varianta da rezultate mai precise.

#### E)INTREBARI

1)Ce influenta are frecventa asupra parametrilor care caracterizeaza rezistoarele,bobinele si condensatoarele ? Cum variaza cu frecventa  $R,L,C$  ?Dar parametrii globali  $Z$  si  $\phi$  ?

2)Ce precautii se iau la efectuarea montajelor de masurare a inductivitatilei proprii si mutuale ?