

Invenția se referă la domeniul măsurărilor electrice și poate fi utilizată pentru măsurarea componentelor impedanței. Este cunoscută metoda de măsurare a componentelor impedanței, care include formarea unui circuit de măsurare rezonant din obiectul măsurat și bornele de ieșire ale unui convertor de impedanță cu valori inițiale preinstalate ale componentelor, alimentarea circuitului de măsurare cu un semnal de măsurare, formarea semnalului de dezechilibru și a două semnale de referință. Echilibrarea circuitului de măsurare se efectuează prin reglarea concomitentă a fazei în banda de valori  $90...270^\circ$  și a modulului impedanței reproduse de convertor. Metoda asigură determinarea modulului și a fazei impedanței necunoscute din dependența lor cunoscută de valorile de intrare ale convertorului în stare de echilibru al circuitului de măsurare [1].

Dezavantajele acestei metode constau în timpul mare de măsurare, cauzat de banda largă de reglare a fazei impedanței reproduse de convertor, precum și structura complicată la implementarea practică, deoarece necesită formarea a două semnale de referință.

Problemele pe care le rezolvă invenția constau în micșorarea timpului de măsurare și simplificarea implementării practice.

Metoda, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include formarea unui circuit de măsurare rezonant în serie din obiectul măsurat și bornele de ieșire ale unui convertor de impedanță cu reglare independentă și cu valori preinstalate ale modulului și fazei impedanței reproduse, egale cu valoarea maximă a benzii de reglare și cu  $180^\circ$ , respectiv, alimentarea circuitului de măsurare rezonant cu un semnal de măsurare, formarea unor semnale de dezechilibru și de referință din căderile de tensiune pe circuitul rezonant și pe impedanța reprodusă de convertor, respectiv, echilibrarea circuitului de măsurare prin reglarea modulului până la obținerea valorii zero a semnalului de dezechilibru și reglarea concomitentă a fazei impedanței reproduse de convertor până la atingerea valorii defazajului între semnalele de dezechilibru și de referință egale cu  $0^\circ$  sau  $180^\circ$ , precum și în determinarea componentelor impedanței măsurate din dependența lor cunoscută de mărimile de intrare ale convertorului. În dependență de caracterul impedanței obiectului măsurat, reglarea fazei impedanței reproduse de convertor se efectuează în benzile de valori:  $180...270^\circ$  – pentru impedanțe cu caracter inductiv,  $90...180^\circ$  – pentru impedanțe cu caracter capacitiv și  $180^\circ$  – pentru impedanțe cu caracter activ.

Rezultatul tehnic al invenției constă în micșorarea timpului de măsurare cu precizie înaltă a componentelor impedanței în coordonate polare și în simplificarea implementării practice.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-3, care reprezintă:

- fig. 1, diagrama vectorială, care ilustrează procesul de măsurare pentru impedanțe cu caracter inductiv;
- fig. 2, diagrama vectorială, care ilustrează procesul de măsurare pentru impedanțe cu caracter capacitiv;
- fig. 3, diagrama vectorială, care ilustrează procesul de măsurare pentru impedanțe cu caracter activ.

Impedanța măsurată  $Z_X$  și impedanța de referință  $Z_r$ , reprodusă de convertor, pot fi reprezentate în coordonate polare:

$$Z_X = Z_X \exp(j\varphi_X), \quad (1)$$

$$Z_r = Z_r \exp(j\varphi_r), \quad (2)$$

unde:  $Z_X$ ,  $Z_r$ ,  $\varphi_X$ ,  $\varphi_r$  – respectiv, modulele și fazele impedanțelor măsurată și de referință,  $j$  – unitate imaginară. Obiectul măsurat cu impedanța (1) și convertorul de impedanță cu impedanța de ieșire (2) formează un circuit rezonant în serie, alimentat cu semnalul de măsurare cu valoarea curentului  $I$ . Convertorul de impedanță posedă valorile inițiale preinstalate ale modulului impedanței reproduse, egală cu valoarea maximă a benzii de reglare și a fazei, egală cu  $180^\circ$  (poziția  $U_{r1}$  în fig. 1, 2, 3).

Suma căderilor de tensiune  $U_X$  pe impedanța măsurată și  $U_r$  pe impedanța de referință constituie tensiunea  $U_{de}$ , utilizată în calitate de semnal de dezechilibru:

$$U_{de} = U_X + U_r = I(Z_X + Z_r) = I[Z_X \exp(j\varphi_X) + Z_r \exp(j\varphi_r)] \quad (3)$$

În calitate de semnal de referință se utilizează caderea de tensiune pe impedanța reprodusă de convertor  $U_r$ .

Echilibrarea circuitului de măsurare se efectuează prin două operații concomitente:

– reglarea modulului  $Z_r$  al impedanței  $Z_r$  reproduse de convertor până la obținerea condiției de echilibru după modul  $U_{de}=0$ ;

– reglarea fazei  $\varphi_r$  a acestei impedanțe până la obținerea condiției de echilibru după fază  $\delta\varphi = \varphi_X - \varphi_r = 0^\circ$ , sau  $180^\circ$ .

Banda de reglare a fazei constituie  $90^\circ$  în cazul măsurării impedanțelor cu caracter inductiv sau capacitiv și  $0^\circ$  în cazul măsurării rezistenței active.

În procesul echilibrării căderea de tensiune  $U_r$  obține consecutiv valorile  $U_{r1}$ ,  $U_{r2}$ ,  $U_{r0}$ , iar semnalul de dezechilibru – respectiv, valorile  $U_{de1}$ ,  $U_{de2}$ ,  $U_{de0}$ . În stare de echilibru valorile fazei și modulului impedanței măsurate constituie respectiv:

$$Z_X = Z_{r0}, \quad \varphi_X = 180^\circ + \varphi_{r0} \quad (4)$$

După cum rezultă din relația (4), la finalizarea procesului de măsurare modulul și faza impedanței necunoscute se exprimă respectiv prin modulul și faza impedanței de referință, reproduse de convertor, ceea ce prezintă rezultatul măsurării.

Ca exemplu poate servi măsurarea componentelor unei impedanțe capacitive cu valoarea  $Z_X = Z_X \exp(j\varphi_X) = 20 \cdot \exp[j(-45^\circ)]$  k $\Omega$ . Valoarea preinstalată a impedanței reproduse de convertor constituie  $Z_r = Z_r \exp(j\varphi_r) = 100 \cdot \exp(j180^\circ)$  k $\Omega$ . La echilibrarea circuitului de măsurare, conform fig. 2, se reglează faza  $\varphi_r$  până la atingerea valorii defazajului între semnalul  $U_{de}$  și semnalul  $U_r$  de 0 sau  $180^\circ$ , ceea ce corespunde  $\varphi_r = 180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$ . Concomitent se reglează modulul  $Z_r$  până la obținerea valorii semnalului de dezechilibru  $U_{de} = 0$ . Componentele

impedanței măsurate, conform relației (4), constituie:  $Z_r = Z_x = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $\varphi_x = 180^\circ + 135^\circ = -45^\circ$ , ceea ce prezintă rezultatul măsurării.