

Invenția se referă la domeniul măsurărilor electrice și electronice și poate fi utilizată pentru măsurarea cu precizie înaltă a componentelor impedanței.

Se cunoaște metoda de măsurare a componentelor impedanței, care constă în formarea unui circuit rezonant de măsurare 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 unui semnal de dezechilibru în urma interacțiunii circuitului de măsurare cu semnalul de măsurare și formarea unui semnal de referință. Echilibrarea circuitului de măsurare se efectuează în două etape consecutive prin reglarea impedanței reproduse de convertor. Metoda asigură determinarea modulului și fazei impedanței necunoscute din dependența lor de mărimile de intrare ale convertorului în stare de echilibru al circuitului de măsurare [1].

Dezavantajul acestei metode constă în timpul mare de măsurare, cauzat de necesitatea efectuării a două etape consecutive de echilibrare.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în micșorarea timpului de măsurare.

Metoda, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în formarea unui circuit de măsurare rezonant în serie, constând din obiectul măsurat, bornele de ieșire ale unui convertor de impedanță cu reglare independentă a modulului și fazei impedanței reproduse și cu valori preinstalate ale modulului și fazei impedanței reproduse, egale respectiv cu valoarea maximă a benzii de reglare și 180°, alimentarea circuitului de măsurare cu un semnal de măsurare, formarea unui semnal de dezechilibru în urma interacțiunii circuitului de măsurare cu semnalul de măsurare, formarea unui semnal de referință cu aceeași fază ca și impedanța reprodusă de convertor, echilibrarea circuitului de măsurare prin reglarea componentelor impedanței reproduse de convertor, inclusiv a fazei în banda de valori 90...270°, și determinarea componentelor impedanței necunoscute din dependența lor de mărimile de intrare ale convertorului. Suplimentar se formează un al doilea semnal de referință, cu faza egală cu faza curentului din circuitul de măsurare. Echilibrarea circuitului de măsurare se efectuează prin reglări concomitente a modulului impedanței reproduse de convertor până la obținerea unui defazaj de 90° între semnalul de dezechilibru și cel de-al doilea semnal de referință și a fazei impedanței reproduse de convertor până la atingerea valorii defazajului între semnalul de dezechilibru și primul semnal de referință egale cu 0° sau 180°, iar procesul de echilibrare se oprește la obținerea valorii modulului semnalului de dezechilibru egale cu zero.

Rezultatul invenției constă în majorarea vitezei de măsurare a componentelor impedanței în coordonate polare.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-2, care reprezintă:

- fig. 1, diagrama vectorială, care ilustrează procesul de echilibrare a circuitului de măsurare la reglarea modulului impedanței reproduse de convertor;

- fig. 2, diagrama vectorială, care ilustrează procesul de echilibrare a circuitului de măsurare la reglarea fazei.

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,

$j$  – unitatea imaginară.

Obiectul măsurat cu impedanța (1) și convertorul de impedanță cu impedanța de ieșire (2) formează un circuit de măsurare rezonant în serie, alimentat cu un semnal 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° (poziția  $Ur_1$  în fig. 1, 2).

Curentul  $I$  (vezi fig. 1) formează căderile de tensiune  $U_x$  pe impedanța măsurată și  $U_r$  pe impedanța de referință.

Suma acestor tensiuni constituie tensiunea  $U_{de1}$ , utilizată în calitate de semnal de dezechilibru:

$$U_{de1} = U_x + U_r = I(Z_X + Z_r) = I[Z_X \exp(j\varphi_x) + Z_r \exp(j\varphi_r)] \quad (3)$$

Echilibrarea circuitului de măsurare se efectuează prin două operații efectuate concomitent. Pentru aceasta în calitate de primul semnal de referință se utilizează căderea de tensiune pe impedanța reprodusă de convertor  $U_r$ , iar în calitate de al doilea semnal de referință – curentul  $I$ , care alimentează circuitul de măsurare. În prima operație de echilibrare (vezi fig. 1) se reglează modulul impedanței reproduse de convertor  $Z_r$  până la obținerea defazajului de 90° între semnalul de dezechilibru și cel de-al doilea semnal de referință (consecutiv, pozițiile  $Ur_1$ ,  $Ur_2$ ,  $U_{0r}$ ). În a doua operație de echilibrare (vezi fig. 2) se reglează faza impedanței reproduse de convertor  $\varphi_r$  până la atingerea valorii defazajului între semnalul de dezechilibru  $U_{de}$  și primul semnal de referință egale cu 0° sau 180° (consecutiv, pozițiile  $Ur_1$ ,  $Ur_2$ ,  $U_{0r}$ ). Ambele operații de echilibrare se opresc la obținerea valorii modulului semnalului de dezechilibru  $U_{de} = 0$  (vezi fig. 2). În această stare valorile fazei și modulului impedanței măsurate constituie respectiv:

$$Z_X = Z_r, \varphi_x = -\varphi_r \quad (4)$$

După cum rezultă din (4), la finisarea 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 cu valoarea  $Z_X = Z_X \exp(j\varphi_x) = 10(k\Omega) \cdot \exp(j45^\circ)$ . Valoarea preinstalată a impedanței reproduse de convertor constituie  $Z_r = Z_r \exp(j\varphi_r) = 100(k\Omega) \cdot \exp(j180^\circ)$ . În prima operație de echilibrare (vezi fig. 1) se reglează modulul  $Z_r$  până la obținerea defazajului de 90° între semnalul de dezechilibru  $U_{de}$  și curentul  $I$ . În a doua operație de echilibrare, efectuată concomitent cu prima (vezi fig. 2), se variază faza  $\varphi_r$  până la atingerea valorii defazajului între semnalul  $U_{de}$  și semnalul  $U_r$  egale cu 0° sau 180°. Acestei

stării îi corespunde valoarea semnalului  $U_{de} = 0$ , ceea ce servește ca semnal pentru oprirea procesului de echilibrare. Componentele impedanței măsurate, conform relațiilor (4), constituie:  $Z_r = Z_X = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $\varphi_x = -\varphi_r = 45^\circ$ , ceea ce prezintă rezultatul măsurării.