

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 ce constă în formarea unui circuit rezonant de măsurare din obiectul măsurat și bornele de ieșire ale unui convertor de impedanță, alimentarea circuitului de măsurare cu semnal de măsurare, controlul modulului semnalului de dezechilibru rezultat din interacțiunea circuitului rezonant cu semnalul de măsurare, echilibrarea circuitului de măsurare în trei etape prin reglarea impedanței reproduse de convertor și determinarea componentelor impedanței necunoscute din dependența lor de mărimile de intrare ale convertorului [1].

Dezavantajele acestei metode sunt:

- algoritmul complicat de măsurare, care conține trei etape de echilibrare a circuitului de măsurare,
- necesitatea controlului modulului semnalului de dezechilibru, ceea ce micșorează precizia măsurării, complică construcția și mărește prețul de cost.

Problema pe care o rezolvă invenția este mărirea preciziei de măsurare, simplificarea implementării practice și micșorarea costului.

Metoda, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în formarea unui circuit rezonant de măsurare din obiectul măsurat și bornele de ieșire ale unui convertor de impedanță cu reglare independentă a modulului și fazei impedanței reproduse, alimentarea circuitului de măsurare cu semnal de măsurare, formarea unui semnal de dezechilibru, obținut în urma interacțiunii circuitului rezonant cu semnalul de măsurare, echilibrarea circuitului de măsurare prin reglarea impedanței reproduse de convertor și determinarea componentelor impedanței necunoscute din dependența lor de mărimile de intrare ale convertorului. Conform metodei, suplimentar se formează un semnal de referință cu aceeași fază ca și impedanța reprodusă de convertor, convertorului i se asigură valorile prestabilite ale modulului și fazei impedanței reproduse egale, respectiv, cu valoarea maximă a benzii de reglare și cu 180° . Echilibrarea circuitului de măsurare se efectuează în două etape: la prima etapă se reglează faza impedanței reproduse în banda de valori $90\dots 270^\circ$ până la obținerea defazajului de 0° între semnalul de dezechilibru și semnalul de referință, iar la etapa a doua se reglează modulul impedanței reproduse până la trecerea acestui defazaj de la valoarea 0° la valoarea 180° . Conform metodei propuse valorile prestabilite ale modulului și fazei impedanței reproduse constituie, respectiv, valoarea maximă a benzii de reglare și 180° , iar reglarea fazei impedanței reproduse la prima etapă de echilibrare se efectuează în banda de valori $90\dots 270^\circ$.

Rezultatul invenției constă în posibilitatea măsurării componentelor impedanței în coordonate polare cu precizie înaltă și algoritm simplu.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă diagramele vectoriale, ce ilustrează procesul de măsurare:

- fig. 1, la prima etapă de echilibrare;
- fig. 2, la etapa a doua de echilibrare.

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 rezonant, de exemplu, în serie, alimentat cu semnal de măsurare cu valoarea curentului I .

Convertorul de impedanță posedă valorile inițiale preinstalate ale modulului impedanței reproduse egală cu valoarea maximală a benzii de reglare și a fazei egală cu 180° .

Curentul I (vezi fig. 1) formează căderile de tensiune U_X pe impedanța măsurată și U_{r1} 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 în două etape. La prima etapă de echilibrare (vezi fig. 1) se reglează faza impedanței reproduse de convertor până la obținerea defazajului de 0° între semnalul de dezechilibru și semnalul de referință, în această calitate fiind utilizată căderea de tensiune pe impedanța de referință U_{r1} . La finisarea primei etape vectorul tensiunii U_{r1} ajunge în poziția U_{r2} , iar vectorul semnalului de dezechilibru U_{de1} – în poziția U_{de2} . La etapa a doua (vezi fig. 2) se reglează modulul impedanței reproduse de convertor Z_r până la trecerea valorii defazajului între semnalele U_{de2} și U_{r2} de la valoarea 0° la valoarea 180° (pozițiile U_{r3} și U_{de3}), care corespunde stării de echilibru. În această stare valorile fazei și modulului căderii de tensiune pe impedanța reprodusă de convertor constituie respectiv $(180+\varphi_{r0})^\circ$ și U_{r0} . Acestei stări îi corespunde satisfacerea condiției $U_{de} = 0$ sau, conform relației

$$(3):$$

$$I[Z_X \exp(j\varphi_X) + Z_r \exp(j\varphi_r)] = 0 \quad (4)$$

Soluția ecuației (4) este:

$$Z_X = Z_r, \varphi_X = -\varphi_r \quad (5)$$

După cum rezultă din relația (5), 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 $Z_X = Z_X \exp(j\varphi_X) = 10 \cdot \exp(j45^\circ) \text{ k}\Omega$. Valoarea preinstalată a impedanței reproduse de convertor constituie $Z_r = Z_r \exp(j\varphi_r) = 100 \cdot \exp(j180^\circ) \text{ k}\Omega$. La prima etapă de echilibrare (vezi fig. 1) se reglează faza φ_r până la valoarea $(180+45)^\circ$. La etapa a doua de echilibrare (vezi fig. 2) se variază modulul Z_r până la atingerea momentului de trecere a defazajului între semnalele U_{de2} și U_{r2} de la valoarea 0° la valoarea 180° . Componentele impedanței măsurate, conform relației (5), constituie: $Z_r = Z_X = 10 \text{ k}\Omega$, $\varphi_X = -\varphi_r = 45^\circ$, ceea ce prezintă rezultatul măsurării.