

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

Cea mai apropiată soluție este metoda de măsurare a componentelor impedanței, care constă în formarea unui circuit de măsurare în serie din obiectul măsurat, contactele de ieșire ale unui convertor de impedanță și un generator de semnal, formarea unui semnal de dezechilibru din căderea sumară de tensiune pe obiectul măsurat și circuitul de ieșire al convertorului, controlul defazajului dintre semnalul de dezechilibru și semnalele de referință, echilibrarea circuitului de măsurare prin reglarea componentelor impedanței reproduse de convertor și determinarea componentelor impedanței măsurate din dependența cunoscută a acestora de componentele impedanței reproduse de convertor [1].

Dezavantajul acestei metode constă în eroarea mare de măsurare în cazul măsurării impedanțelor cu valoare mică, cauzată de prezența căderilor parazitare de tensiune pe clemele și conductoarele de conectare ale obiectului măsurat (vezi fig. 1).

Problema pe care o rezolvă invenția este majorarea preciziei de măsurare a impedanțelor de valoare mică și, ca urmare, lărgirea domeniului de utilizare.

Metoda, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că constă în formarea unui circuit rezonant de măsurare în serie din obiectul măsurat, contactele de ieșire ale unui convertor de impedanță și un generator de semnal, formarea unui semnal de dezechilibru din căderea sumară de tensiune pe obiectul măsurat și circuitul de ieșire al convertorului, echilibrarea circuitului de măsurare prin reglarea componentelor impedanței reproduse de convertor până la obținerea stării de rezonanță între impedanța măsurată și impedanța reprodusă de convertor și determinarea componentelor impedanței măsurate din dependența cunoscută a acestora de componentele impedanței reproduse de convertor în stare de echilibru. Obiectul măsurat se conectează în circuitul de măsurare cu patru cleme, două dintre care se conectează la polii opuși ai acestui obiect și se utilizează pentru trecerea curentului prin el, iar celelalte două cleme de asemenea se conectează la polii opuși ai obiectului măsurat – pentru obținerea căderii de tensiune pe el.

Rezultatul invenției constă în majorarea preciziei de măsurare a componentelor impedanței într-o bandă largă de valori.

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

- fig. 1, diagrama vectorială a procesului de măsurare conform metodei din cea mai apropiată soluție;
- fig. 2, diagrama vectorială a procesului de măsurare conform metodei revendicate.

Conform metodei propuse obiectul măsurat cu impedanța Z_X , convertorul de impedanță cu impedanța de ieșire Z_r și generatorul de semnal cu curentul de ieșire I formează un circuit rezonant în serie. Impedanța măsurată Z_X și impedanța de referință Z_r , reprodusă de convertor, pot fi reprezentate în coordonate carteziene sau polare:

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

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

unde: R_X , X_X , R_r , X_r – respectiv, componentele activă și reactivă ale impedanțelor măsurată și de referință;

Z_r , φ_r , Z_X , φ_X – respectiv, modulul și faza impedanțelor măsurată și de referință;

j – unitatea imaginară.

Aceste impedanțe formează un circuit rezonant în serie, alimentat de curentul I , produs de generator. În metoda din cea mai apropiată soluție (vezi fig. 1) în acest circuit intră și rezistențele contactelor, precum și ale conductoarelor de conectare R_C ale obiectului măsurat, căderea de tensiune pe ele U_{R_C} ducând la apariția unei erori considerabile la măsurarea impedanțelor de valoare mică.

Obiectul măsurat se conectează în circuitul de măsurare cu patru cleme, două cleme utilizându-se pentru trecerea curentului I prin el, iar celelalte două – pentru obținerea căderii de tensiune U_X pe el. Ca rezultat, căderea de tensiune U_{R_C} se exclude din circuitul rezonant și din expresia pentru semnalul de dezechilibru U_{de} , care prezintă suma căderilor de tensiune pe componentele activă (U_X) și reactivă (U_r) ale impedanțelor măsurată și de referință:

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

Echilibrarea circuitului de măsurare se efectuează prin două operații de reglare a componentelor activă R_r și reactivă X_r , sau a modulului Z_r și a fazei φ_r ale impedanței de referință, reproduse de convertor, până la valorile, respectiv, R_{r0} și X_{r0} , căderile de tensiune pe care constituie, respectiv, $U_{R_{r0}}$ și $U_{X_{r0}}$. Această stare corespunde rezonanței tensiunilor în circuitul de măsurare:

$$I[(R_X + jX_X) + (R_{r0} + jX_{r0})] = I[Z_X \exp(j\varphi_X) + Z_r \exp(j\varphi_r)] = 0. \quad (4)$$

Soluția ecuației (4), care prezintă rezultatul măsurării în coordonate carteziene, este:

$$R_X = -R_{r0}, \quad X_X = -X_{r0}, \quad (5)$$

sau în coordonate polare:

$$Z_X = Z_r, \quad \varphi_X = \varphi_r + 180^\circ \quad (6)$$

După cum rezultă din relațiile (5) și (6), la finisarea procesului de măsurare componentele impedanței măsurate se exprimă respectiv prin componentele impedanței de referință în coordonate carteziene (5) sau polare (6) și nu conțin erori, cauzate de rezistențele clemelor și conductoarelor de conectare a obiectului măsurat.

Ca exemplu de implementare practică poate servi măsurarea componentelor impedanței unei bobine de inductanță, care conține componenta reactivă $X_X = 10 \Omega$ și componenta activă $R_X = 1 \Omega$. Din inductanța măsurată și contactele de ieșire ale convertorului de impedanță se formează un circuit de măsurare în serie, alimentat cu un curent $I = 10$ mA. La echilibrarea circuitului de măsurare se reglează componenta activă a impedanței de referință până la

valoarea $R_{r0} = -1 \Omega$, și componenta reactivă a acestei impedanțe până la valoarea $X_{r0} = -10 \Omega$. Valorile componentelor impedanței măsurate constituie: $R_X = -R_{r0} = 1 \Omega$, $X_X = -X_{r0} = 10 \Omega$, acestea fiind rezultatul măsurării.