MD 2086 F1 2003.01.31

REPUBLICA MOLDOVA

(19) Agenția de Stat
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) **2086** (13) **F1**
(51) **Int. Cl.**[7]**:** G 01 R 27/02

(12) BREVET DE INVENȚIE

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. depozit: a 2001 0392
(22) Data depozit: 2001.12.03

(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
2003.01.31, BOPI nr. 1/2003

(71) Solicitant: NASTAS Vitalie, MD
(72) Inventator: NASTAS Vitalie, MD
(73) Titular: NASTAS Vitalie, MD

(54) Metodă de măsurare a componentelor impedanței

(57) Rezumat:

1

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

Esența invenției constă în formarea unui circuit rezonant de măsurare din obiectul măsurat şi elementul de referință, alimentarea circuitului rezonant cu un semnal de măsurare, controlul mărimii active obținute ca rezultat al interacțiunii semnalului de măsurare cu circuitul rezonant şi reglarea impedanței elementului de referință până la obținerea rezonanței între componentele măsurate ale impedanței necunoscute şi componentele respective ale impedanței de referință, impedanța de referință

2

se reproduce cu caracter virtual prin conversiunea mărimilor reale de referința, reglarea valorii ei se efectuează prin reglarea acestor mărimi reale de referință, caracterul componentelor ei care asigură obținerea stării de rezonanță se modelează invers caracterului componentelor măsurate respective ale impedanței necunoscute, iar valorile componentelor măsurate ale impedanței necunoscute se determină din dependența impedanței de referință de mărimile reale de referință.

Revendicări: 1

MD 2086 F1 2003.01.31

Descriere:

Invenţia se referă la domeniul măsurărilor electrice şi electronice şi poate fi utilizată pentru măsurarea cu precizie înaltă a componentelor impedanţei.

E cunoscută metoda de măsurare a componentelor impedanţei ce constă în conectarea obiectului măsurat într-un circuit de punte, alimentarea circuitului de punte cu semnal de măsurare, controlul semnalului de dezechilibru al punţii cu un organ de nul, reglarea impedanţelor de referinţă până la obţinerea condiţiei de echilibru al punţii şi determinarea impedanţei necunoscute din dependenţa cunoscută a acesteia de impedanţele de referinţă [1].

Această metodă are următoarele neajunsuri importante:

– eroarea metodică cauzată de imposibilitatea conectării la masă în acelaşi timp a sursei de semnal şi a indicatorului de nul;

– algoritmul complicat de echilibrare a punţii în cazul măsurării impedanţelor cu caracter complex.

De asemenea e cunoscută metoda de măsurare a impedanţelor conform căreia obiectul măsurat se conectează într-un circuit de măsurare cu compensare, se formează un semnal de compensare a căderii de tensiune pe impedanţa măsurată sau a curentului care trece prin ea, se reglează mărimea semnalului de compensare până la atingerea egalităţii acestui semnal cu semnalul respectiv dependent de impedanţa măsurată şi se determină impedanţa necunoscută din relaţia cunoscută dintre aceasta şi tensiunea sau curentul de compensare [2].

Această metodă are următoarele neajunsuri importante:

– erorile de măsurare cauzate de erorile specifice de formare a semnalului de compensare şi de influenţa organului de nul asupra condiţiei de echilibru al circuitului de măsurare;

– algoritmul complicat de echilibrare a circuitului de măsurare în cazul măsurării impedanţelor cu caracter complex ce complică procesul de măsurare.

Cea mai apropiată după esenţă este metoda de măsurare a componentelor impedanţei prin rezonanţă [3]. Metoda constă în formarea unui circuit rezonant de măsurare din obiectul măsurat şi elementul de referinţă, alimentarea circuitului rezonant cu un semnal de măsurare, controlul mărimii active obţinute ca rezultat al interacţiunii semnalului de măsurare cu circuitul rezonant şi reglarea impedanţei elementului de referinţă până la obţinerea rezonanţei între componenta reactivă a impedanţei necunoscute şi componenta reactivă a impedanţei de referinţă. Valoarea componentei reactive a impedanţei necunoscute se consideră egală cu valoarea componentei reactive a impedanţei de referinţă cu semn opus în momentul de rezonanţă a circuitului de măsurare, iar valoarea componentei active poate fi determinată după valoarea semnalului rezidual în circuitul rezonant.

Din cele expuse rezultă că condiţia necesară pentru efectuarea măsurării este obţinerea efectului de rezonanţă în circuitul de măsurare. Deoarece conform metodei descrise aceasta este posibil numai între componentele reactive ale impedanţei măsurate şi impedanţei de referinţă, metoda nu permite echilibrarea circuitului de măsurare după componenta activă a impedanţei şi, prin urmare, măsurarea acesteia cu precizie înaltă. În calitate de element de referinţă se utilizează cutii de inductanţe şi de capacităţi.

Această metodă are următoarele neajunsuri:

– precizia mică de măsurare a componentei active a impedanţei din cauza măsurării acesteia prin metodă indirectă;

– incomoditatea utilizării şi precizia mică a impedanţelor de referinţă pentru componentele reactive ale impedanţei măsurate, cauzate de utilizarea cutiilor de capacităţi şi inductanţe în calitate de elemente de referinţă;

– influenţa instabilităţii frecvenţei semnalului de măsurare asupra erorii de măsurare cauzată de dependenţa dintre condiţia de echilibru al circuitului de măsurare şi frecvenţă;

– imposibilitatea măsurării cu precizie înaltă a impedanţelor cu caracter complex cauzată de lipsa unui element de referinţă cu caracter complex care ar permite obţinerea stării de echilibru total (după ambele componente ale impedanţei) în circuitul de măsurare;

– incomoditatea dirijării mărimii impedanţei de referinţă în procesul de echilibrare a circuitului de măsurare ce nu permite automatizarea procesului de măsurare.

Neajunsurile remarcate nu permit de a utiliza această metodă pentru măsurarea cu precizie înaltă a impedanţelor de orice caracter şi complică implementarea ei.

Problema pe care o rezolvă invenţia este mărirea preciziei măsurării componentelor impedanţei, lărgirea domeniului de utilizare şi simplificarea implementării ei.

Problema propusă se soluţionează prin faptul că impedanţa elementului de referinţă se reproduce cu caracter virtual prin conversiunea mărimilor reale de referinţă, valoarea ei se reglează prin intermediul reglării acestor mărimi reale de referinţă, caracterul componentelor ei, care asigură obţinerea stării de rezonanţă se modelează invers caracterului componentelor măsurate respective ale impedanţei necuno-

scute, iar valorile componentelor măsurate ale impedanţei necunoscute se determină din dependenţa impedanţei de referinţă de mărimile reale de referinţă.

Conform metodei propuse obiectul măsurat se conectează în circuitul de măsurare. Impedanţa măsurată Z_X poate fi reprezentată prin expresia următoare:

$$Z_X = R_X + jX_X \qquad (1)$$

unde: R_X, X_X – respectiv, componentele activă şi reactivă ale impedanţei Z_X,

j – unitatea imaginară.

Valoarea impedanţei de referinţă Z_R de asemenea poate fi exprimată în modul următor:

$$Z_R = R_R + jX_R \qquad (2)$$

unde: R_R, X_R – respectiv, părţile reală şi imaginară ale impedanţei de referinţă Z_R.

Obiectul măsurat cu impedanţa (1) şi elementul de referinţă cu impedanţa (2) formează un circuit rezonant, de exemplu în serie, alimentat cu un semnal de măsurare cu valoarea curentului I. Diagrama vectorială care ilustrează procesul de măsurare e reprezentată în fig. 1

Curentul I formează căderi de tensiune pe componentele impedanţei măsurate şi impedanţei de referinţă. În procesul măsurării se controlează tensiunea U_{de} obţinută ca rezultat al interacţiunii curentului I cu circuitul rezonant. După cum rezultă din fig. 1, această tensiune este egală cu suma căderilor de tensiune pe componentele impedanţelor măsurată şi de referinţă şi poate fi reprezentată în modul următor:

$$U_{de} = U_{Zx}+U_{Zr} = U_{Rx}+U_{Xx}+ U_{Rr}+U_{Xr} =$$
$$I(Z_X+Z_R) = I[(R_X+jX_X)+(R_R+jX_R)] = I[(R_X+R_R)+j(X_X+X_R)] \qquad (3)$$

unde: U_{Zx}, U_{Zr} – respectiv, căderile de tensiune pe impedanţele măsurată şi de referinţă,

U_{Rx}, U_{Xx} – respectiv, căderile de tensiune pe componentele activă şi reactivă ale impedanţei măsurate,

U_{Rr}, U_{Xr} – respectiv, căderile de tensiune pe componentele activă şi reactivă ale impedanţei de referinţă.

Impedanţa de referinţă Z_R se reproduce cu caracter virtual şi este dependentă de mărimile reale de referinţă, de exemplu de impedanţele reale $Z_{r1}\ldots Z_{rn}$.

$$Z_R = f(Z_{r1}\ldots Z_{rn}) \qquad (4)$$

unde: f – legea dependenţei funcţionale a impedanţei Z_R de impedanţele $Z_{r1}\ldots Z_{rn}$.

Pentru aceasta se utilizează un convertor de impedanţă [Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах, Ленинград, 1980, стр. 147], care permite de a-i asigura impedanţei Z_R orice caracter necesar conform expresiei (2). În procesul măsurării se reglează valorile componentelor R_R şi X_R ale impedanţei Z_R prin intermediul reglării impedanţelor $Z_{r1}\ldots Z_{rn}$ de care ea depinde până la echilibrarea circuitului de măsurare după componentele măsurate ale impedanţei necunoscute. În cazul măsurării ambelor componente R_X şi X_X condiţia de echilibru al circuitului de măsurare este obţinerea stării de rezonanţă după ambele componente, activă şi reactivă, ale impedanţei măsurate. Acestei stări îi corespunde:

$$U_{de} = 0, \qquad (5)$$

de unde, luând în consideraţie expresia (3), rezultă:

$$I[(R_X+R_R)+j(X_X+X_R)]=0 \qquad (6)$$

Soluţia ecuaţiei (6) este:

$$R_X+R_R = 0, \quad => \quad R_X=-R_R \qquad (7)$$
$$X_X+X_R = 0, \quad => \quad X_X=-X_R \qquad (8)$$

Din ecuaţiile (7) şi (8) rezultă că pentru satisfacerea condiţiei de echilibru (3) e necesar ca caracterul componentelor R_R şi X_R ale impedanţei Z_R să fie invers caracterului componentelor respective R_X şi X_X ale impedanţei Z_X. La terminarea procesului de măsurare conform expresiilor (7) şi (8) componentele activă R_X şi reactivă X_X ale impedanţei măsurate sunt egale respectiv cu componentele activă R_R şi reactivă X_R ale impedanţei de referinţă cu semne opuse şi pot fi determinate din dependenţa cunoscută (4) a impedanţei Z_R de impedanţele reale $Z_{r1}\ldots Z_{r2}\ldots Z_{rn}$.

De exemplu, măsurarea impedanţei cu caracter de rezistenţă activă, care nu e posibilă prin metoda de rezonanţă clasică, se efectuează în modul următor. Impedanţa măsurată $Z_X=R_X$ formează un circuit rezonant în serie împreună cu elementul de referinţă, drept care este utilizat un convertor de impedanţă [Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах, Ленинград, 1980, стр. 147]. Convertorul reproduce impedanţa virtuală de referinţă $Z_R=R_R$ dependentă de valorile rezistenţei rezistoarelor R_1, R_2, R_3 după legea $R_R = - R_1 R_3/ R_2$ şi asigură obţinerea caracterului invers al impedanţei de referinţă faţă de impedanţa măsurată R_X. Pentru valorile $R_2 = R_3=1$ KΩ, $R_R = -R_1$. Circuitul rezonant se alimentează cu curentul I_0=1 mA, care interacţionează cu acesta şi formează căderea de tensiune $U_{de}=10^{-3}(R_X+R_R) = 10^{-3}(R_X-R_1)$. Prin intermediul reglării rezistenţei R_1 se obţine starea de rezonanţă, pentru care $U_{de} = 0$. Presupunem că aceasta are loc când R_1 = 10 KΩ. Atunci $R_X-R_1=0$, unde $R_X=R_1=10$ KΩ, care prezintă rezultatul măsurării.

După cum rezultă din cele expuse metoda propusă asigură posibilitatea echilibrării circuitului de măsurare după ambele componente ale impedanţei măsurate şi prin urmare:

– mărirea preciziei măsurării componentelor impedanţei datorită măsurării acestora prin metoda de nul;

– lărgirea domeniului de utilizare prin asigurarea posibilităţii măsurării cu precizie înaltă şi a componentei active a impedanţei;

– simplificarea implementării ei prin excluderea necesităţii utilizării magazinelor de inductanţă şi capacitate şi prin posibilitatea utilizării impedanţelor de referinţă comandate prin cod digital.

Rezultatul invenţiei prezintă o metodă de măsurare a componentelor impedanţei care permite echilibrarea circuitului de măsurare după toate componentele impedanţei şi, astfel mărirea preciziei măsurării, lărgirea domeniului de utilizare şi simplificarea aplicării practice.

(57) Revendicare:

Metodă de măsurare a componentelor impedanţei ce constă în formarea unui circuit rezonant de măsurare din obiectul măsurat şi elementul de referinţă, alimentarea circuitului rezonant cu un semnal de măsurare, controlul mărimii active obţinute ca rezultat al interacţiunii semnalului de măsurare cu circuitul rezonant şi reglarea impedanţei elementului de referinţă până la obţinerea rezonanţei între componentele măsurate ale impedanţei necunoscute şi componentele respective ale impedanţei de referinţă, **caracterizată prin aceea că** impedanţa elementului de referinţă se reproduce cu caracter virtual prin conversiunea mărimilor reale de referinţă, totodată caracterul componentelor ei care asigură obţinerea stării de rezonanţă se modelează invers caracterului componentelor măsurate respective ale impedanţei necunoscute, reglarea impedanţei elementului de referinţă se efectuează prin reglarea mărimilor reale de referinţă, iar valoarea componentelor măsurate ale impedanţei necunoscute se determină din dependenţa impedanţei de referinţă de mărimile reale de referinţă.

(56) Referinţe bibliografice:

1. Шрамков Е.Г. Электрические измерения, Москва, 1972, с. 281-288
2. Шрамков Е.Г. Электрические измерения, Москва, 1972, с. 280-281
3.Шрамков Е.Г. Электрические измерения, Москва, 1972, с. 289

Şef Secţie: COZMA Valeriu

Examinator: NASTAS Xenia

Redactor: ANDRIUŢĂ Victoria