

Invenția se referă la tehnica electrică de măsurat și radioelectronică și poate fi utilizată pentru reproducerea impedanțelor cu orice caracter și cu posibilitatea reglării independente a componentelor activă și reactivă.

Cea mai apropiată soluție este convertorul de impedanță, care conține un amplificator operațional, două rezistoare, unul dintre ele fiind conectat în reacția inversă negativă a amplificatorului, iar cel de-al doilea – între intrarea neînversoare și masă, un amplificator diferențial, conectat cu intrările respectiv la ieșirea și la intrarea neînversoare ale amplificatorului, primele două amplificatoare programabile, conectate în cascadă și cu intrarea primului la ieșirea amplificatorului diferențial, alte două amplificatoare programabile, de asemenea conectate în cascadă și cu intrarea primului la ieșirea amplificatorului diferențial, un defazor conectat cu intrarea la ieșirea celui de-al doilea din primele amplificatoare programabile și al doilea amplificator diferențial, conectat cu intrările respectiv la ieșirile defazorului și celui de-al doilea din celelalte două amplificatoare programabile, iar cu ieșirea – la intrarea neînversoare a amplificatorului operațional. Convertorul asigură reproducerea impedanțelor cu reglare independentă lină și în trepte a componentelor activă și reactivă [1].

Dezavantajul acestui convertor este construcția complicată, determinată de utilizarea a patru amplificatoare programabile, ceea ce îi măjorează prețul de cost și complică utilizarea lui.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției convertorului.

Convertorul de impedanță, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține două cleme, una dintre care este conectată la masă, un amplificator operațional, conectat cu intrarea înversoare la cea de-a doua clemă, două rezistoare, unul dintre care este conectat între ieșirea amplificatorului operațional și intrarea lui înversoare, iar al doilea – între intrarea neînversoare a amplificatorului operațional și masă, două amplificatoare programabile cu coeficienți de transfer reglabili lin în limitele $-1...+1$, un defazor cu defazaj de 90° , conectat cu intrarea la ieșirea primului amplificator programabil, precum și două amplificatoare diferențiale, primul fiind conectat cu intrările respectiv la ieșirea amplificatorului operațional și la intrarea lui neînversoare, iar al doilea fiind conectat cu intrările respectiv la ieșirile defazorului și celui de-al doilea amplificator programabil, iar cu ieșirea – la intrarea neînversoare a amplificatorului operațional. Convertorul mai conține două divizoare de tensiune, fiecare fiind format din trei contacte a, b și c, n rezistoare, conectate în serie, cu polii rezistoarelor extreme conectați respectiv la contactele a și b, și un comutator, conectat cu contactul mobil la contactul c, iar cu contactele fixe – respectiv la punctele de interconectare ale rezistoarelor divizorului și la contactul a. Divizoarele sunt conectate cu contactele a la ieșirea primului amplificator diferențial, cu contactele c – respectiv la intrările primului și celui de-al doilea amplificatoare programabile, iar cu contactele b – la masă. Rezistențele rezistoarelor divizoarelor posedă valori, determinate de benzile de valori necesare ale componentelor impedanței reproduse, iar primul amplificator diferențial posedă un factor de transfer, determinat de valoarea maximă a componentelor impedanței reproduse.

Rezultatul invenției prezintă un convertor pentru reproducerea impedanțelor în coordonate carteziane cu reglare independentă în trepte și lină a componentelor.

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

- fig. 1, schema convertorului de impedanță;

- fig. 2, schema desfășurată a divizoarelor de tensiune.

Convertorul (fig. 1) conține amplificatorul operațional 1 cu rezistorul 2, conectat în reacție inversă negativă, prima clemă 3 conectată la masă, al doilea rezistor 4, conectat între intrarea neînversoare a amplificatorului 1 și masă și a doua clemă 5, conectată la intrarea înversoare a amplificatorului 1, precum și amplificatorul diferențial 6, conectat cu intrările respectiv la ieșirea amplificatorului 1 și la intrarea neînversoare a acestuia. Divizoarele de tensiune 7 și 8 sunt conectate cu contactele a la ieșirea amplificatorului 6 și cu contactele b la masă. Amplificatoarele programabile 9 și 10 sunt conectate cu intrările respectiv la contactele c ale divizoarelor 7 și 8. Defazorul 11 este conectat cu intrarea la ieșirea amplificatorului 10. Amplificatorul diferențial 12 este conectat cu intrările respectiv la ieșirile amplificatorului 9 și defazorului 11, iar cu ieșirea – la intrarea neînversoare a amplificatorului 1. Divizoarele de tensiune 7 și 8 posedă ambele aceeași structură (fig. 2), formată din n rezistoare cu rezistențele $R_{d1}, R_{d2}, \dots, R_{dn}$, conectate în serie, rezistoarele extreme fiind conectate cu polii liberi la contactele a și b. Comutatorul este conectat cu contactul mobil la contactul c al divizorului, iar cu contactele fixe – respectiv la polii rezistoarelor divizorului și la contactul a.

Convertorul funcționează în modul următor.

Conform [MD 248 Z 2011.03.31], tensiunea U_1 la ieșirea amplificatorului diferențial 6 constituie:

$$U_1 = -K_{d1} \cdot I_i \cdot R, (1)$$

unde: K_{d1} – coeficientul de amplificare al amplificatorului diferențial 6.

Tensiunile U_2, U_3 la contactele c ale divizoarelor 7 și 8 constituie respectiv:

$$U_2 = K_{br} \cdot U_1 = -K_{br} \cdot K_{d1} \cdot I_i \cdot R, (2)$$

$$U_3 = K_{bx} \cdot U_1 = -K_{bx} \cdot K_{d1} \cdot I_i \cdot R, (3)$$

unde: K_{br}, K_{bx} – respectiv, coeficienții de divizare ai divizoarelor 7 și 8.

Tensiunile U_4, U_5 la ieșirile amplificatorului 9 și defazorului 11 constituie respectiv:

$$U_4 = K_{lr} \cdot U_2 = -K_{lr} \cdot K_{br} \cdot K_{d1} \cdot I_i \cdot R, (4)$$

$$U_5 = K_{\varphi} \cdot K_{lx} \cdot U_3 = -j K_{lx} \cdot K_{bx} \cdot K_{d1} \cdot I_i \cdot R, (5)$$

unde: K_{lr}, K_{lx} – factorii de transfer respectivi ai amplificatoarelor 9 și 10,

$K_{\varphi} = M \cdot j \sin 90^\circ = j$ – factorul de transfer al defazorului 11, $M = 1$.

Tensiunea U_i la ieșirea amplificatorului 12, luând în considerație (4) și (5), constituie:

$$U_i = K_{d2} \cdot (U_5 - U_4) = K_{d1} \cdot (K_{br} \cdot K_{lr} - j K_{bx} \cdot K_{lx}) \cdot R \cdot I_i, (6)$$

unde $K_{d2} = 1$ – factorul de transfer al amplificatorului 12.

Impedanța Z_i reprodusă de convertor la clemele 3 și 5 se determină:

$$Z_i = U_i / I_i = K_{d1} \cdot (K_{br} \cdot K_{lr} - j K_{bx} \cdot K_{lx}) \cdot R \equiv R_i + j X_i, (7)$$

unde: $R_i = K_{d1} \cdot K_{br} \cdot K_{lr} \cdot R$,

$X_i = - K_{d1} \cdot K_{bx} \cdot K_{lx} \cdot R$ – respectiv componentele activă și reactivă ale impedanței reproduse.

După cum rezultă din (7), selectarea benzii de valori a componentelor activă și reactivă ale impedanței reproduse se efectuează prin reglarea în trepte a coeficienților de divizare K_{br} , K_{bx} ai divizoarelor 7 și respectiv 8, iar reglarea lină a acestor componente – prin reglarea respectivă a factorilor de transfer K_{lr} , K_{lx} ai amplificatoarelor 9 și 10. Valoarea maximă a componentelor impedanței reproduse este determinată de valoarea factorului de transfer K_{d1} al amplificatorului 6.

Ca exemplu de implementare practică poate servi cazul în care $R = 1 \text{ K}\Omega$, $K_{d1} = 100$. Atunci, conform (7), la variația coeficientului K_{lr} în banda de valori $-1 \dots +1$, pentru $K_{br} = 0,01$, componenta activă R_i a impedanței Z_i va varia în banda de valori $R_i = (-1 \text{ K}\Omega \dots +1 \text{ K}\Omega)$, iar pentru $K_{br} = 1$, $R_i = -100 \text{ K}\Omega \dots +100 \text{ K}\Omega$. La variația coeficientului K_{lx} în banda de valori $-1 \dots +1$, pentru $K_{bx} = 0,01$, $X_i = (-1 \text{ K}\Omega \dots +1 \text{ K}\Omega)$, iar pentru $K_{bx} = 1$, $X_i = (-100 \text{ K}\Omega \dots +100 \text{ K}\Omega)$.