

Invenția se referă la aparatajul electrotehnic de măsurat și radioelectronică și poate fi utilizată pentru reproducerea cu precizie înaltă a impedanțelor comandate în curent cu orice caracter și cu posibilitatea reglării independente a componentelor activă și reactivă.

Cel mai apropiat după esența tehnică de convertorul propus este convertorul de impedanță [1]. Convertorul apropiat conține un amplificator operațional cu două intrări, doi dipoli și două contacte, primul rezistor este conectat cu un contact la ieșirea amplificatorului operațional, iar cu al doilea contact - la prima lui intrare și la primul contact, al doilea rezistor este conectat cu un contact la a doua intrare a amplificatorului operațional, iar cu al doilea contact este conectat la masă și la al doilea contact, un amplificator, un defazor și un amplificator diferențial conectat cu o intrare la ieșirea amplificatorului operațional, cu a doua intrare - la ieșirea defazorului și la a doua intrare a amplificatorului operațional, iar cu ieșirea - la intrarea amplificatorului, ieșirea căruia e conectată la intrarea defazorului.

Convertorul asigură reproducerea impedanțelor virtuale reprezentate în coordonate polare comandate în curent cu posibilitatea reglării independente a modulului și a fazei impedanței reproduse.

Dezavantajul acestui convertor constă în imposibilitatea reproducerii impedanțelor virtuale comandate, reprezentate în coordonate carteziane cu posibilitatea reglării independente a componentelor activă și reactivă a impedanței reproduse.

Dezavantajul remarcat împiedică utilizarea convertorului în calitate de element de referință comandat în curent, în dispozitive pentru măsurarea impedanței în coordonate carteziane și în alte dispozitive radioelectronice care necesită impedanțe de acest tip.

Problema soluționată de invenție este lărgirea domeniului de utilizare.

Dispozitivul înlătură dezavantajul menționat mai sus prin aceea că convertorul de impedanță conține un amplificator operațional 1 cu două intrări, primul rezistor 2 conectat cu un contact la ieșirea amplificatorului operațional 1 și cu al doilea contact - la intrarea lui inversoare și la prima clemă 3, al doilea rezistor conectat cu un contact la intrarea neinversoare a amplificatorului operațional 1, iar cu al doilea contact la conductorul electric comun și la a doua clemă 5, amplificatorul diferențial 6 conectat cu prima intrare la ieșirea amplificatorului operațional 1, iar cu a doua intrare - la intrarea neinversoare a acestuia, amplificatorul programabil 8 conectat cu intrarea la ieșirea amplificatorului diferențial 6, defazorul 9 conectat cu intrarea la ieșirea amplificatorului programabil 8. Convertorul de impedanță conține suplimentar amplificatorul programabil 7 conectat cu intrarea la ieșirea amplificatorului diferențial 6 și amplificatorul diferențial 10 conectat cu prima intrare la ieșirea amplificatorului 7 și cu intrarea a doua la ieșirea defazorului 9, iar cu ieșirea la intrarea neinversoare a amplificatorului operațional 1.

Amplificatoarele programabile sunt dotate cu reglare lină digitală a raportului de transmisiune în banda de valori de la -1 până la +1, iar defazorul introduce un defazaj de 90°.

Rezultatul invenției constă în reproducerea impedanțelor simulate reprezentate în coordonate carteziane comandate în curent cu reglare separată a componentelor activă și reactivă.

Invenția se explică prin desenul din figura, care reprezintă schema convertorului.

Convertorul conține un amplificator operațional 1, un rezistor 2 cu impedanța R conectat în reacție inversă negativă a amplificatorului 1, prima clemă 3 conectată la intrarea inversoare a amplificatorului 1, al doilea rezistor 4 cu impedanța  $R_1$  conectat între intrarea neinversoare a amplificatorului 1 și masă, iar a doua clemă 5 conectată la masă, precum și amplificatorul diferențial 6 conectat cu intrările, respectiv, la ieșirea amplificatorului 1 și la intrarea neinversoare a acestuia, amplificatoarele programabile 7 și 8, ambele conectate cu intrările la ieșirea amplificatorului 6, defazorul 9 conectat cu intrarea la ieșirea amplificatorului 8 și amplificatorul diferențial 10 conectat cu intrările, respectiv, la ieșirile amplificatorului 7 și defazorului 9, iar cu ieșirea - la intrarea neinversoare a amplificatorului 1.

Convertorul funcționează în modul următor.

Amplificatorul operațional 1 și dipolul 2 cu impedanța R formează un convertor de curent în tensiune. Tensiunea  $U_1$  la ieșirea lui este:

$$U_1 = -I_i \cdot R + U_i \quad (1)$$

unde:  $I_i$  – curentul de intrare, R – impedanța dipolului 2,  $U_i$  – căderea de tensiune pe dipolul 4.

Tensiunea  $U_2$  la ieșirea amplificatorului diferențial 6, luând în considerație (1):

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

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

Tensiunea  $U_3$  la ieșirea amplificatorului 7:

$$U_3 = -K_1 \cdot K_{d1} \cdot I_i \cdot R, \quad (3)$$

unde:  $K_1$  – coeficientul de amplificare al amplificatorului 7.

Tensiunea  $U_4$  la ieșirea amplificatorului 8, luând în considerație (2):

$$U_4 = K_2 \cdot U_2 = -K_{d1} \cdot K_2 \cdot R \cdot I_i, \quad (4)$$

unde:  $K_2$  – coeficientul de amplificare al amplificatorului 8.

Coeficientul de transfer al defazorului 9  $K_\phi$  poate fi reprezentat:

$$K_{\phi} = U_5 / U_4 = M \cdot e^{j90^\circ} = M \cdot j \sin 90^\circ = jM, \quad (5)$$

unde:

$M$  – modulul coeficientului de transfer al defazorului;

$e$  – baza logaritmului natural ( $e = 2,7\dots$ );

$j$  – unitatea imaginară.

Tensiunea  $U_5$  la ieșirea defazorului 9, luând în considerație (4) și (5) poate fi reprezentată:

$$U_5 = K_{\phi} \cdot U_4 = -j M \cdot K_{d1} \cdot K_1 \cdot R \cdot I_i \quad (6)$$

Tensiunea  $U_i$  la ieșirea amplificatorului diferențial 10, luând în considerație (3) și (6), constituie:

$$U_i = K_{d2} \cdot (U_5 - U_3) = K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot (K_1 - j M \cdot K_2) \cdot R \cdot I_i \quad (7)$$

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

$$\begin{aligned} Z_i &= U_i / I_i = K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot (K_1 - j M \cdot K_2) \cdot R = \\ &= K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot K_1 \cdot R - j K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot M \cdot K_2 \cdot R \equiv R_i + j X_i, \end{aligned} \quad (8)$$

unde:  $R_i = K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot K_1 \cdot R$  – componenta activă a impedanței reproduse,

$X_i = -j K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot M \cdot K_2 \cdot R$  – componenta reactivă.

După cum rezultă din (8), impedanța  $Z_i$  reprodusă de convertor la clemele 3 și 5 este exprimată în coordonate carteziene în formă de suma componentelor activă  $R_i$  și reactivă  $jX_i$ . Reglarea coeficientului de amplificare  $K_1$  al amplificatorului 7 rezultă în variația componentei active  $R_i$ , iar reglarea coeficientului de amplificare  $K_2$  al amplificatorului 9 rezultă în variația componentei reactive  $jX_i$  a impedanței reproduse  $Z_i$ . Reeșind din aceasta, amplificatoarele 7 și 9 sunt dotate cu reglare digitală a coeficienților de amplificare  $K_1, K_2$ . Variația lină a coeficienților  $K_1, K_2$  în banda de valori  $-1 \dots +1$  asigură reglarea lină independentă a componentelor activă și reactivă în domeniul valorilor pozitive și negative și astfel, reproducerea impedanțelor cu orice caracter. Deoarece în calitate de mărime primară a convertorului servește curentul  $I_i$ , iar în calitate de mărime rezultantă de ieșire servește tensiunea  $U_i$ , impedanța reprodusă  $Z_i$  este comandată în curent.

În calitate de exemplu de implementare practică poate servi cazul în care  $K_{d1} = K_{d2} = M = 1, R = 1K\Omega$ . Atunci, conform (8) la variația coeficientului  $K_1$  în banda de valori  $-1 \dots +1$  componenta activă  $R_i$  a impedanței reproduse  $Z_i$  va varia în banda de valori  $R_i = -1K\Omega \dots +1 K\Omega$ , iar la variația coeficientului  $K_2$  în banda de valori  $-1 \dots +1$ , componenta reactivă  $jX_i$  a impedanței reproduse  $Z_i$  va varia în banda de valori  $jX_i = j(-1K\Omega \dots +1 K\Omega)$ .