



REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3154 (13) G2
(51) Int. Cl.: G01R 27/02 (2006.01)
H03H 11/46 (2006.01)
G01R 35/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

Table with 2 columns: (21) Nr. depozit: a 2005 0295, (22) Data depozit: 2005.10.04; (45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.09.30, BOPI nr. 9/2006. (71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; (72) Inventatori: NASTAS Vitalie, MD; NASTAS Alexandru, MD; (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

(54) Convertor de impedanță

(57) Rezumat:

Invenția se referă la aparatul 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.

Esența invenției constă în 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.

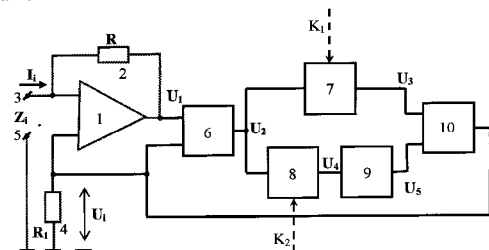
Amplificatoarele programabile sunt dotate cu reglare lină digitală a raportului de transmisiune în banda de valori de la -1 până la +1, iar defazorul introduce un defazaj de 90°.

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

Revendicări: 2

Figuri: 1

15



# MD 3154 G2 2006.09.30

## Descriere:

Invenția se referă la aparatul electrotehnic de măsurat și radioelectronică și poate fi utilizată pentru reproducerea cu precizie înaltă a impedanțelor comandate în curent cu orice caracter și cu

5      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  
10     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.

15     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.

20     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.

25     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,  
30     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  
35     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.

40     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<sub>1</sub> conectat între intrarea neinversoare a  
    amplificatorului 1 și masă, iar a doua clemă 5 conectată la masă, precum și amplificatorul diferențial  
45     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.

50     Convertorul funcționează în modul următor.

    Amplificatorul operațional 1 și dipolul 2 cu impedanța R formează un convertor de curent în  
    tensiune. Tensiunea U<sub>1</sub> la ieșirea lui este:

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

55     unde: I<sub>i</sub> – curentul de intrare, R – impedanța dipolului 2, U<sub>i</sub> – căderea de tensiune pe dipolul 4.  
    Tensiunea U<sub>2</sub> la ieșirea amplificatorului diferențial 6, luând în considerație (1):

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

## MD 3154 G2 2006.09.30

4

unde:  $K_{d1}$  – coeficientul de amplificare al amplificatorului diferențial 6.  
Tensiunea  $U_3$  la ieșirea amplificatorului 7:

$$5 \quad U_3 = -K_1 \cdot K_{d1} \cdot I_i \cdot R, \quad (3)$$

unde:  $K_1$  – coeficientul de amplificare al amplificatorului 7.  
Tensiunea  $U_4$  la ieșirea amplificatorului 8, luând în considerație (2):

$$10 \quad U_4 = K_2 \cdot U_2 = -K_{d1} \cdot K_2 \cdot R \cdot I_i, \quad (4)$$

unde:  $K_2$  – coeficientul de amplificare al amplificatorului 8.  
Coeficientul de transfer al defazorului 9  $K_\varphi$  poate fi reprezentat:

$$15 \quad K_\varphi = U_5 / U_4 = M \cdot e^{j90^\circ} = M \cdot j \sin 90^\circ = jM, \quad (5)$$

unde:

$M$  – modulul coeficientului de transfer al defazorului;

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

$j$  – unitatea imaginară.

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

$$U_5 = K_\varphi \cdot U_4 = -jM \cdot K_{d1} \cdot K_1 \cdot R \cdot I_i \quad (6)$$

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

$$25 \quad U_i = K_{d2} \cdot (U_5 - U_3) = K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot (K_1 - jM \cdot K_2) \cdot R \cdot I_i \quad (7)$$

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

$$30 \quad Z_i = U_i / I_i = K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot (K_1 - jM \cdot K_2) \cdot R = \\ = K_{d2} \cdot K_{d1} \cdot K_1 \cdot R - jK_{d2} \cdot K_{d1} \cdot M \cdot K_2 \cdot R \equiv R_i + jX_i, \quad (8)$$

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

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

35 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...+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.

45 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...+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...+1, componenta reactivă  $jX_i$  a impedanței reproduse  $Z_i$  va varia în banda de valori  $jX_i = j(-1K\Omega \dots +1 K\Omega)$ .

50

## (57) Revendicări:

5 1. Convertor de impedanță ce conține un amplificator operațional cu două intrări, primul  
rezistor conectat cu un contact la ieșirea amplificatorului operațional, iar cu al doilea contact la  
intrarea lui inversoare și la prima clemă, al doilea rezistor, conectat cu un contact la intrarea  
neinversoare a amplificatorului operațional, iar cu al doilea contact la masă și la a doua clemă, primul  
amplificator diferențial conectat cu prima intrare respectiv la ieșirea amplificatorului operațional și cu  
10 a doua intrare la intrarea neinversoare a acestuia, primul amplificator programabil conectat cu  
intrarea la ieșirea primului amplificator diferențial și un defazor conectat cu intrarea la ieșirea  
primului amplificator programabil, **caracterizat prin aceea că** suplimentar conține al doilea ampli-  
ficator programabil conectat cu intrarea la ieșirea primului amplificator diferențial și al doilea ampli-  
ficator diferențial conectat cu prima intrare la ieșirea celui de-al doilea amplificator programabil și cu  
15 a doua intrare la ieșirea defazorului, iar cu ieșirea la intrarea neinversoare a amplificatorului opera-  
țional.

20 2. Convertor de impedanță conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** amplifi-  
catoarele 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°.

## (56) Referințe bibliografice:

1. MD 2130 G2 2003.03.31

<b>Șef Secție:</b>	NEKLIUDOVA Natalia
<b>Examinator:</b>	GHIMZA Alexandru
<b>Redactor:</b>	UNGUREANU Mihail

MD 3154 G2 2006.09.30

