

ADAM BŁASZKOWSKI

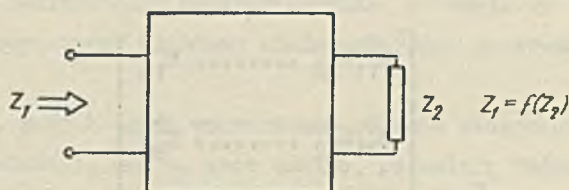
Katedra Elektroniki

WIELOWEJŚCIOWY PRZETWORNIK IMPEDANCJI

Streszczenie. W artykule podano definicję wielozaciskowego przetwornika impedancji i macierzowy opis jego podstawowych własności. Analogicznie do czterozaciskowych przetworników impedancji dokonano podziału przetworników na wielozaciskowe konwertory i inwertory impedancji, podając ich matematyczny opis.

Idea czterozaciskowego przetwornika impedancji znana jest w literaturze od kilkunastu lat [1]. Ten typ przetwornika impedancji wraz z równaniem opisującym jego własności przedstawia rys. 1. Szczególne przypadki przetwornika impedancji, konwertor ujemnej impedancji opisany równaniem:

$$Z_1 = -kZ_2, \quad (1)$$



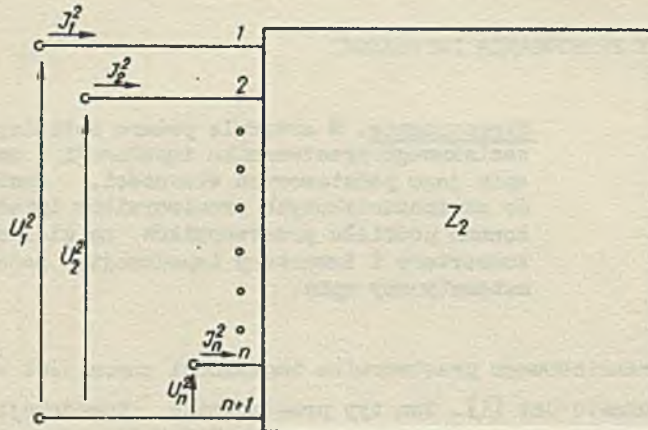
Rys. 1. Czterozaciskowy przetwornik impedancji

gdzie k jest liczbą rzeczywistą większą od zera oraz girator opisany równaniem:

$$Z_1 = \frac{R^2}{Z_2}, \quad (2)$$

doczekały się wielu opracowań teoretycznych, a także są stosowane w szeregu układach elektronicznych [2].

Ideę czterozaciskowego przetwornika impedancji można rozszerzyć na układ posiadający $n+1$ zacisków wejściowych w sposób, jaki to uczyniono w pracy [3] dla szczególnego przypadku inwertora impedancji - generatora.



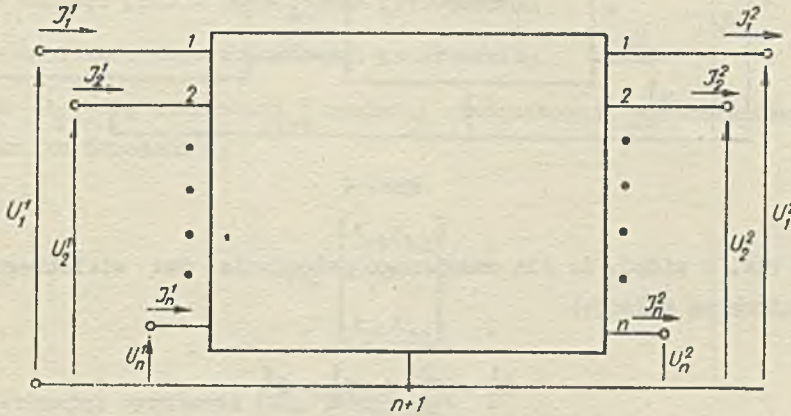
Rys. 2. Wielobiegownik o $n+1$ zaciskach

Wyobraźmy sobie w tym celu wielobiegownik o $n+1$ zaciskach i załóżmy, że jest on siecią bierną. Wielobiegownik taki (rys. 2) można opisać macierzą impedancyjną:

$$Z_2 = \begin{bmatrix} z_{11}^2 & z_{12}^2 & \dots & z_{1n}^2 \\ z_{21}^2 & z_{22}^2 & \dots & z_{2n}^2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ z_{n1}^2 & z_{n2}^2 & \dots & z_{nm}^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

gdzie elementy z_{ij}^2 są zespolone.

Połączmy zaciski wielobiegownika z zaciskami wyjściowymi układu posiadającego $2n+1$ końcówek, wśród których wyodrębnimy n zacisków wejściowych, tyleż wyjściowych i jeden zacisk wspólny (rys. 3).



Rys. 3

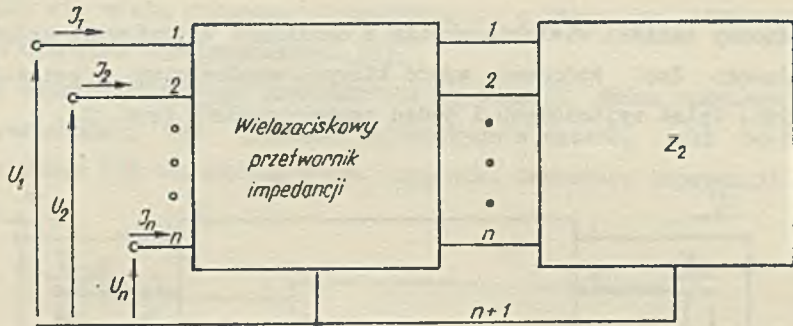
Macierz impedancyjna takiego układu będzie funkcją macierzy impedancyjnej

$$Z_1 = f(Z_2) \quad (4)$$

Elementem realizującym przekształcenia f macierzy Z_2 jest układ $2n+1$ zaciskowy, który nazwiemy wielozaciskowym przetwornikiem impedancji.

Założenia, przy których wprowadzono pojęcie wielozaciskowego przetwornika impedancji, nie są zbyt ogólne, pozwalają jednak na przejrzyste postawienie zagadnienia.

Wielozaciskowym przetwornikiem impedancji jest więc liniowy wielobiegownik o $2n+1$ zaciskach, który po połączeniu do swego wyjścia wielobiegownika opisanego macierzą Z_2 , może być opisany macierzą Z_1 , przy czym spełniona jest zależność (4) (rys. 4).



Rys. 4

Z rys. 4 widać, że dla omawianego połączenia dwu wielobiegunków spełnione są relacje:

$$U_2^1 = U_2^2 \quad \text{i} \quad I_2^1 = I_2^2 \quad (5)$$

Ponieważ

$$U_2^2 = Z_2 I_2^2 \quad (6)$$

to:

$$U_2^1 = Z_2 I_2^1 \quad (7)$$

Wielozaciskowy przetwornik impedancji możemy opisać w następujący sposób:

$$U_1^1 = A_{11} U_2^1 + A_{12} I_2^1 \quad (8)$$

$$I_1^1 = A_{21} U_2^1 + A_{22} I_2^1$$

gdzie:

U_1^1 - macierz napięć wejściowych przetwornika

U_2^1 - macierz napięć wyjściowych przetwornika

I_1^1 - macierz prądów wejściowych przetwornika

I_2^1 - macierz prądów wyjściowych przetwornika.

Macierze A_{ij} są elementami macierzy łańcuchowej wielozaciskowego przetwornika impedancji:

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Przekształcając wyrażenia (8), otrzymamy:

$$U_1 I_1^{-1} = (A_{11} Z_2 + A_{12})(A_{21} Z_2 + A_{22})^{-1} \quad (10)$$

Wynika stąd, że wielobiegownik przetwarzający z przyłączonym doń wielobiegownikiem biernym Z_2 można opisać macierzą:

$$Z_1 = (A_{11} Z_2 + A_{12})(A_{21} Z_2 + A_{22})^{-1} \quad (11)$$

Jest to ogólny przypadek przetworzenia macierzy impedancji. Może być on punktem wyjścia do analizy bardziej interesujących w praktyce przypadków szczególnych.

Założmy, że spełnione są warunki:

$$A_{12} = A_{21} = 0 \quad (12)$$

a w przypadku inwersji impedancji zależnością:

$$z_{ij}^1 = \frac{R^2}{z_{ij}^2} \quad (18)$$

Są to zależności analogiczne, jak w przypadku czterozaciskowego przetwornika impedancji.

Opis realizacji wielozaciskowego inwertora impedancji za pomocą wzmacniaczy podany jest w pracy [3]. Autor przytacza przykłady jego zastosowania w układzie filtru dolno- i pasmowo-przepustowego.

Istnieje również możliwość zbudowania filtrów opartych o inne typy wielozaciskowych przetworników impedancji, zagadnienie to nie ma jednak, jak dotychczas, opublikowanych opracowań.

LITERATURA

- [1] CIRELSON D.A.: K teorii aktywnych preobrazowatelej impedansa, *Elektrosvjaz*, 1964 No 4.
- [2] BŁASZKOWSKI A.: Własności i zastosowanie wybranych typów przetworników impedancji, *Zeszyty Naukowe Pol. Śląskiej, seria Automatyka*, zeszyt 16, 1970.
- [3] HOLT A.G., LINGGARD R.L.: Multiterminal gyrator, *Proc. JEE*, vol. 117 No 8, August 1970.

МНОГОПОЛУСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИМПЕДАНСА**С о д е р ж а н и е**

В статье представлено определение многополюсного преобразователя импеданса и матричную запись его главных свойств. Дано математическое описание двух типов многополюсных преобразователей: конвертора и инвертора импеданса.

MULTITERMINAL IMPEDANCE TRANSFORMER**S u m m a r y**

Definition of the multiterminal impedance transformer and matrix notation of their basic properties are given. The mathematical description of two types of transformers; the multiterminal impedance converter and inverter are to be found in this paper.

Rękopis złożono w Redakcji w dniu 30.XII.1970 r.