

Krzyszyna STEC

Institut Podstawowych Problemów  
Elektrotechniki i Energoelektroniki  
Politechniki Śląskiej



REALIZACJA WYBRANEGO TYPU LINIOWEJ REZYSTANCJI  
STEROWANEJ (IRS) Z NIEUZIEMIANYM ZACISKIEM WEJŚCIOWYM

**Streszczenie.** W praktyce często konieczne jest szeregowo łączenie rezystancji sterowanych. Ma to na przykład miejsce przy modelowaniu charakterystyk nieliniowych [1]. Wszystkie znane dotychczas liniowe rezystancje sterowane mają jeden zacisk uziemiony [1, 2, 3, 4], nie mogą więc być użyte w połączeniach szeregowych. Wcześniejsze próby doprowadziły [1] do nieuziemionej struktury LSR, która nie może jednak być uważana za dwójnik. W pracy uzyskano nieuziemięną strukturę LSR. Przyjęto założenie, że liniowa rezystancja sterowana musi spełniać dwa warunki:

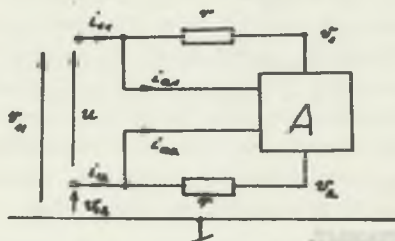
- 1) warunek dwójnika, tzn. równość prądów obu zacisków,
- 2) warunek LSR, tzn.  $u = i k r V_c$ ,

gdzie:  $u$  - napięcie,  
 $i$  - prąd,  
 $k$  - stała,  
 $r$  - stała rezystancja,  
 $V_c$  - napięcie sterujące.

Wprowadzono równania nieuziemięonej struktury LSR. Zaproponowano dwie równoważne struktury LSR.

W układach praktycznych, np. przy modelowaniu zadanej charakterystyki nieliniowej [1] niejednokrotnie zachodzi konieczność szeregowego łączenia rezystancji sterowanych. W literaturze, np. [1], [2], [3], [4] spotyka się prawie wyłącznie rezystancje z uziemionym zaciskiem wejściowym, które nie mogą być łączone szeregowo. Nieliczne [1] proponowane rozwiązania prowadzą do rezystancji, które trudno uważać za dwójniki.

W pracy tej wprowadzono zależności, jakie spełniać winny układy IRS o założonej strukturze ogólnej oraz przedstawiono dwa możliwe rozwiązania problemu. Do rozważań przyjęto dwójnik o strukturze pokazanej na rys. 1, gdzie A jest układem złożonym z rezystancji, wzmacniaczy operacyjnych i układu mnożącego. Założono, że rezystancje wejściowe układu A są znacznie większe od  $r$  tak, że prądy  $i_{a1}$  i  $i_{a2}$  są pomijalnie małe, tzn. możemy przyjąć  $i_{a1} = i_{a2} = 0$ .



Rys. 1

Ogólna struktura LRS  
The general VCLR structure

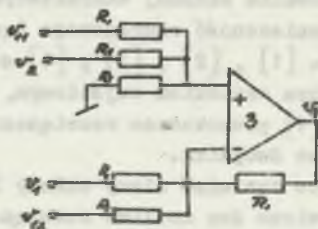
W zależności (1) wynika, że:

$$V_{11} - V_1 = V_2 - V_{12} \quad (3)$$

Wprowadzamy napięcie pomocnicze  $V_3$  liniowo zależne od prądu wejściowego dwójnika

$$V_3 = r(i_{11} - i_{12}) = 2ir = V_{11} - V_1 - V_{12} + V_2 \quad (4)$$

Równanie to realizuje układ pokazany na rys. 2.



Rys. 2

Realizacja wyrażenia (4)  
The realization of the equation (4)

Układ pokazany na rys. 1 musi spełniać jednocześnie dwa równania:  
ogólne równanie dwójnika

$$i_{11} = -i_{12} = i, \quad (1)$$

równania LRS

$$u = ir(t) = ikrV_c \quad (2)$$

gdzie:

$V_c$  - napięcie sterujące,

$k$  - stała,

$u = V_{11} - V_{12}$ .

Na podstawie wyrażen (2), (3) i (4) otrzymujemy następujące zależności

$$u = 2k_1 r V_c i = V_1 - V_2 + V_3$$

gdzie:

$k_1 = \frac{k}{2}$  zostaje przyjęte jako stała układu mnożącego z napięciami wejściowymi  $V_3$  i  $V_c$  i napięciem wyjściowym  $k_1 V_3 V_c$ .

$$V_1 - V_2 = k_1 V_3 V_c - V_3 \quad (5)$$

$$V_1 + V_2 = V_{11} + V_{12} \quad (6)$$

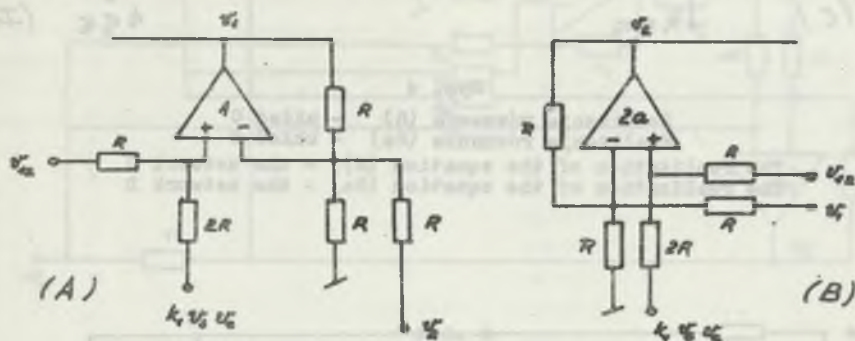
Dodając równania (5) i (6) otrzymamy:

$$V_1 = 2V_{12} - V_2 + k_1 V_3 V_0 \quad (7)$$

lub

$$V_2 = 2V_{12} - V_1 + k_1 V_3 V_0 \quad (7a)$$

Równania (7) i (7a) realizują układy pokazane na rys. 3



Rys. 3

Realizacja równania (7) - układ A

Realizacja równania (7a) - układ B

The realization of the equation (7) - the network A

The realization of the equation (7a) - the network B

Odejmując równania (5) i (6) otrzymamy:

$$V_2 = 2V_{11} - V_1 - k_1 V_3 V_0 \quad (8)$$

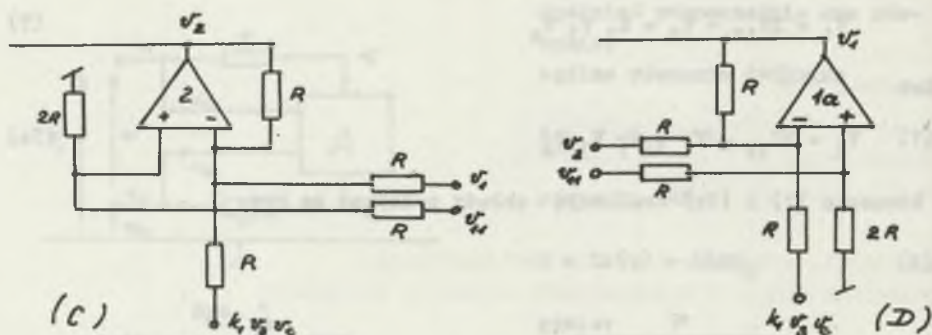
lub

$$V_1 = 2V_{12} - V_2 - k_1 V_3 V_0 \quad (8a)$$

Układy spełniające równania (8) i (8a) pokazane są na rys. 4.

Aby układ LRS spełniał założenia (1) i (2) konieczne jest równoczesne spełnienie zależności (7) i (8) lub (7a) i (8a).

Ostateczna realizacja LRS powstanie przez złożenie układu z rys. 2, układu mnożącego oraz układów (A) i (C) - rys. 5 lub (B) i (D) - rys. 6.



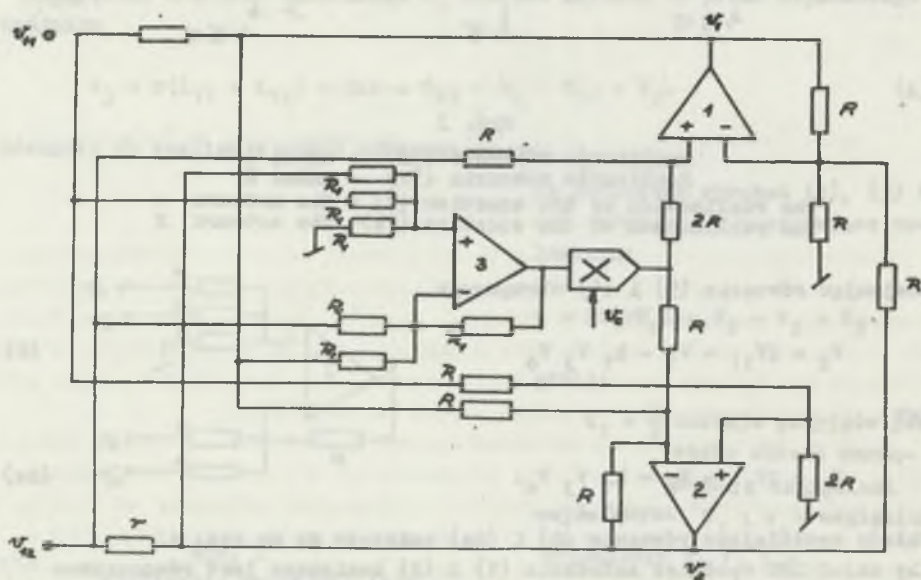
Rys. 4

Realizacja równania (8) - układ C

Realizacja równania (8a) - układ D

The realization of the equation (8) - the network C

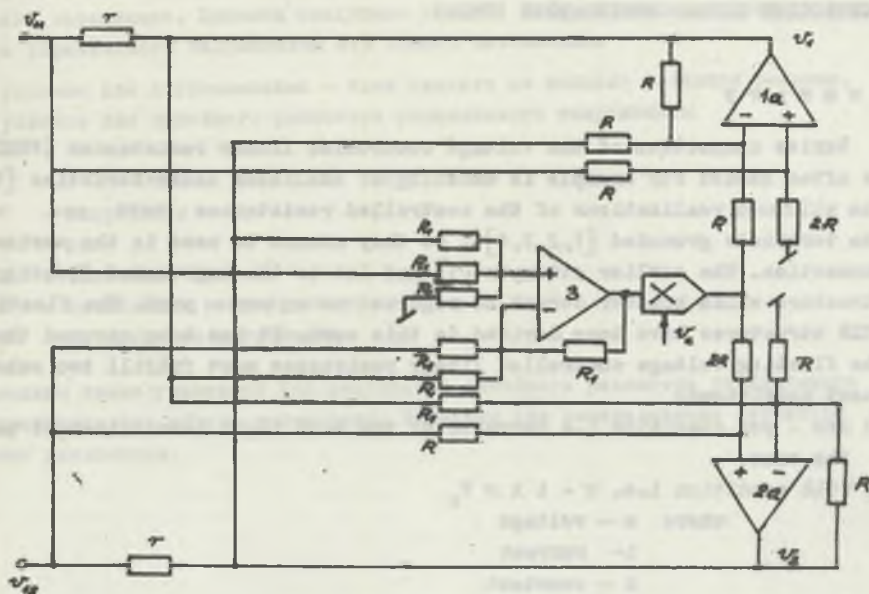
The realization of the equation (8a) - the network D



Rys. 5

Układ LRS odpowiadający równaniom (7) i (8)

The VCLR structure for the equations (7) and (8)



Rys. 6

Układ LRS odpowiadający równaniom (7a) i (8a)  
 The VCLR structure for the equations (7a) and (8a)

## LITERATURA

- [1] Huertas J.L., Acha J.I., Gago A.: Design of general voltage or current controlled resistances and their application to the synthesis of nonlinear networks. IEEE Trans on Circuits and Systems Vol. CAS - 27, No 2, February 1980.
- [2] Geras L.: The  $x$  - Controlled scalar and its application to network synthesis. IEEE Trans on Circuit and Systems, Vol. CAS - 26, No 4, April 1979.
- [3] Malik N.R., Jacson G.L., Kim Y.S.: Theory and application of resistor, linear controlled resistor, linear controlled conductor networks. IEEE Trans on Circuit and Systems Vol. CAS - 23, April 1976.
- [4] Topór-Kamiński L.: Konwertor mocowy sterowany. Zeszyty Naukowe, Politechnika Śląska, Elektryka Nr 60, 1978.

Recenent: doc. dr hab. inż. Maciej Siwoczyński

Wpłynęło do redakcji dn. 2 marca 1985 r.

## REALIZATION OF SOME FLOATING VOLTAGE CONTROLLED LINEAR RESISTANCES (VCLR)

### S u m m a r y

Series connection of the voltage controlled linear resistances (VCLR) is often needed for example in modeling of nonlinear characteristics [1]. The all known realizations of the controlled resistances have one of the terminals grounded [1,2,3,4], so they cannot be used in the series connection. The earlier attempts [1] had led to the ungrounded floating structure which however cannot be regarded as an one - port. The floating VCLR structures have been derived in this work. It has been assumed that the floating voltage controlled linear resistance must fulfill two subsequent conditions:

- 1) one - por condition i.e currents of the both input terminals must be the same,
- 2) VCLR condition i.e.  $u = i k r V_c$

where  $u$  - voltage

$i$  - current

$k$  - constant

$r$  - constant resistance

$V_c$  - control voltage

The equations of the floating VCLR have been derived. The two alternative VCLR structures have been proposed.

### РЕАЛИЗАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЛИНЕЙНЫХ РЕЗИСТОРОВ УПРАВЛЯЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЕМ БЕЗ ОБЩЕГО ЗАЕМЛЕНИЯ

#### Р е з ю м е

Последовательное соединение линейных управляемых резисторов часто является необходимым, на пример для формирования нелинейных характеристик  $I$ .

Все известные управляемые резистанции имеют один из полюсов заземленный 1,2,3,4 так, что не могут быть соединены последовательно.

Только одно испытание было сделано до сих пор  $I$ , но полученный управляемый резистор без общего заземления совсем не был двухполюсником.

В настоящей работе выведены линейные резисторы управляемые напряжением без общего заземления. Приняты следующие условия для реализации линейного резистора управляемого напряжением без общего заземления:

- 1) условие для двухполюсника - токи каждого из полюсов является равными,
- 2) условие для линейного резистора управляемого напряжением

где

- напряжение
- ток
- к - константа
- постоянное сопротивление
- управляющее напряжение

Выведены также уравнения для реализации линейного резистора управляемого напряжением без общего заземления. Показаны две эквивалентные структуры таких резисторов.