

Lesław TOPÓR-KAMIŃSKI

Instytut Elektrotechniki
Teoretycznej i Przemysłowej
Politechniki Śląskiej

ROZSZERZENIE POJĘCIA DWÓJNIKA REZYSTANCYJNEGO NA UOGÓLNIONE DWÓJNIKI OSOBLIWE

Streszczenie: Przedstawiono zagadnienie istnienia dwójników rezystancyjnych o charakterystykach innych niż linie na płaszczyźnie prądowo-napięciowej. Zdefiniowano uogólnione elementy osobliwe oraz ich podział na trzy grupy o różnych własnościach topologicznych. Podano kryterium realizowalności fizycznej sieci zawierających uogólnione dwójniki osobliwe.

ENLARGEMENT OF NOTION OF RESISTIVE ONE-PORT UPON GENERALIZED PECULIAR ONE-PORTS

Summary: The problem of existence of resistive one-ports with their characteristics other than lines on $u-i$ plane, has been presented. Generalized peculiar elements as well as their division into three groups with various topological properties, have been defined. Criterion of physical realizability of the networks comprising generalized peculiar one-ports, has been given.

РАСШИРЕНИЕ ПОНЯТИЯ СОПРОТИВИТЕЛЬНОГО ДВУХПОЛЮСНИКА НА ОБОБЩЕННЫЕ ОСОБЕННЫЕ ДВУХПОЛЮСНИКИ

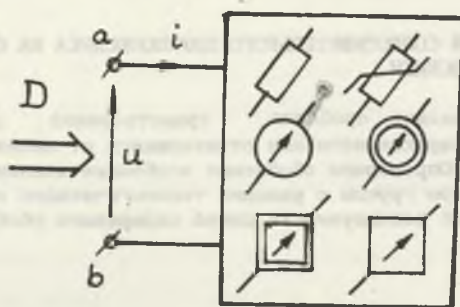
Резюме: Представлена проблема существования сопротивительных двухполюсников с характеристиками отличающимися от линии на плоскости ток - напряжение. Определены обобщенные особенные элементы, а также их классификация на три группы с разными топологическими свойствами. Дан критерий физической реализуемости цепей содержащих обобщенные особенные двухполюсники.

1. WSTĘP

Wraz z rozszerzaniem się badań skupionych układów aktywnych zauważono, że konsekwencją wprowadzenia dwójników rezystancyjnych idealnych, takich jak przerwa, zwarcie, idealne źródła autonomiczne, a w szczególności idealne źródła sterowane, jest pojawienie się układów, których charakterystyki nie są takie, jak rozumie się to w sensie klasycznym, czyli ciągiem punktów układającym się w linię krzywą na płaszczyźnie $u-i$, lecz mogą to być zbiory punktów tworzących obszary, pojedyncze izolowane punkty tej płaszczyzny lub brak jakiegokolwiek punktu, czyli zbiór pusty. Układy takie nazwano w literaturze patologicznymi, zdegenerowanymi, singularnymi lub osobliwymi. Okazało się, że nie są one tylko efektem przyjęcia wyidealizowanego teoretycznego modelu układów aktywnych, lecz stanowią uzupełnienie zbioru klasycznych dwójników rezystancyjnych, a cały tak uzupełniony zbiór uogólnionych dwójników rezystancyjnych staje się kompletny i wewnętrznie niesprzeczny, co oznacza, że jakiegokolwiek połączenie jego dowolnych elementów nie powoduje otrzymania układu o własnościach spoza tego zbioru.

2. UOGÓLNIONY REZYSTANCYJNY DWÓJNIK OSOBLIWIY

Dany jest dwuzaciskowy bezinercyjny układ rezystancyjny "D" (rys. 1) zawierający rezystancje liniowe i nieliniowe, źródła autonomiczne i sterowane.



Rys. 1.

Między zaciskami ab tego układu występują wartości chwilowe prądu i oraz napięcia u , przy czym $i, u \in R$, gdzie R jest zbiorem liczb rzeczywistych. Niech w każdej chwili układ "D" opisuje para liczb (i, u) , której wartości przebiegają zbiór D będący podzbiorem przestrzeni R^2 , czyli:

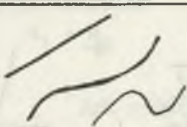
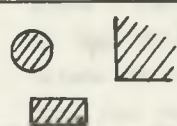
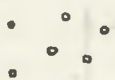
$$\bigwedge_t (i, u) \in D \subset R^2 \quad (1)$$

Definicja 1

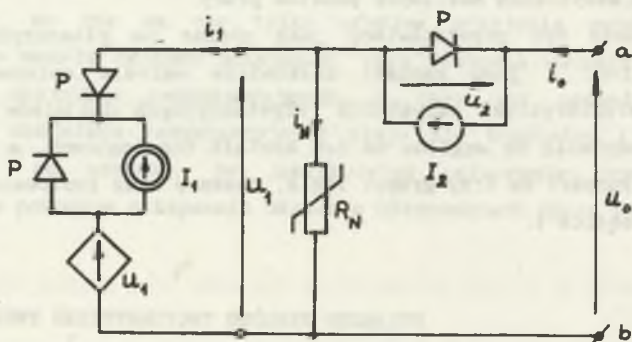
Uogólnionym elementem (dwójnikiem) osobliwym nazywany będzie układ opisany relacją (1), przy czym zbiór D nazywany będzie obszarem jego pracy, czyli zbiorem wszystkich możliwych punktów pracy.

Zbiór D może być przedstawiony jako obszar na płaszczyźnie prądowo napięciowej i - u , a jego kształt całkowicie określa opisywany dwójnik osobliwy. Charakterystyki wszystkich rezystancyjnych dwójników bezinercyjnych można podzielić ze względu na ich kształt topologiczny, a tym samym i podstawowe własności na trzy grupy: linie, obszary oraz izolowane punkty, co przedstawia tablica 1.

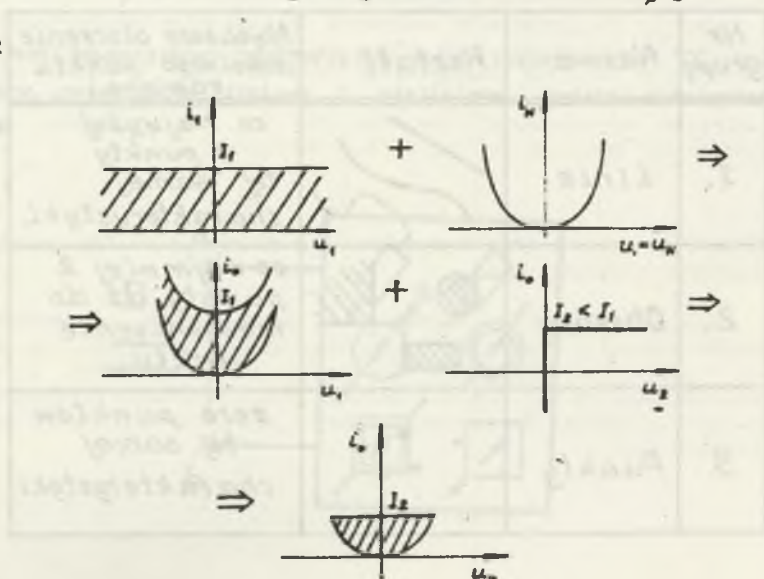
Tablica 1

Nr grupy	Nazwa	Kształt	Najbliższe otoczenie dowolnego punktu zawiera:
1.	Linie		co najwyżej 2 punkty tej samej charakterystyki,
2.	Obszary		co najmniej 2 punkty, aż do nieskończenie wielu,
3.	Punkty		zero punktów tej samej charakterystyki

Grupa pierwsza zawiera klasyczne dwójniki rezystancyjne liniowe i nieliniowe w tym także aktywne. Grupa druga zawiera dwójniki o charakterystykach będących pewnym ciągłym obszarem na płaszczyźnie $u-i$. Przykładem takiego dwójnika jest powszechnie znany norator, którego charakterystyką jest cała płaszczyzna $u-i$. Grupa trzecia zawiera dwójniki o charakterystykach będących izolowanymi punktami na płaszczyźnie $u-i$. Przykładem może być nullator, którego charakterystyką jest punkt $(0,0)$ będący środkiem układu współrzędnych $u-i$. Bardziej złożony przykład dwójnika grupy drugiej, zawierający źródła sterowane i rezystancje nieliniowe, przedstawiony jest na rys. 2, natomiast na rys. 3 pokazane są charakterystyki jego elementów składowych i charakterystyka wypadkowa widziana na zaciskach ab .

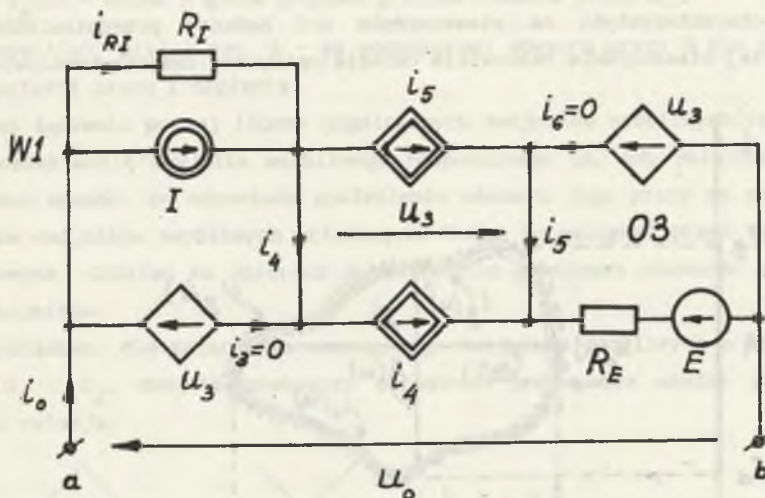


Rys. 2



Rys. 3

Na rys. 4 przedstawiony jest z kolei przykład złożonego dwójnika z grupy trzeciej.



Rys. 4

W układzie tym dla węzła W1 i oczka 03 zachodzą równania:

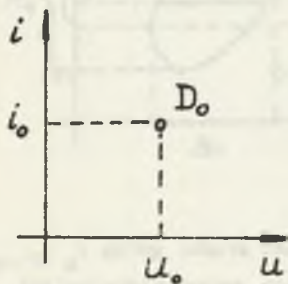
$$i_o = I + \frac{u_3}{R_I}, \quad u_3 = i_o R_E + E \quad (2), (3)$$

$$\text{oraz dla całości: } u_3 = u_o. \quad (4)$$

Stąd otrzymuje się:

$$i_o = \frac{E + IR_I}{R_I - R_E}, \quad u_o = \frac{(IR_E + E)R_I}{R_I - R_E} \quad (5), (6)$$

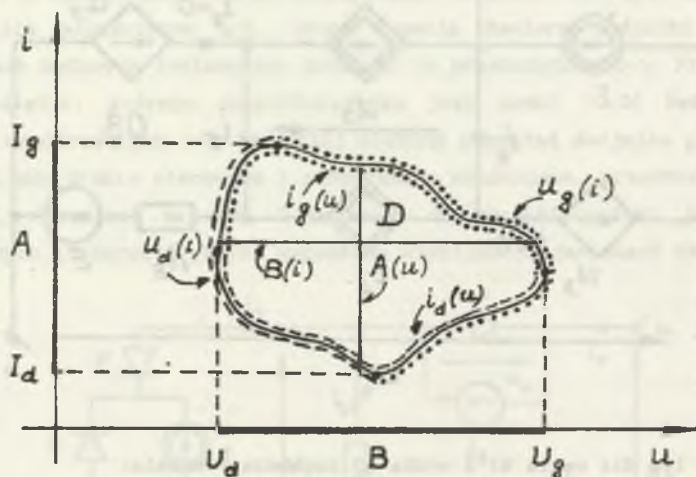
Jak widać z relacji (5) i (6), wartości prądu i napięcia na zaciskach wejściowych ab tego dwójnika są stałe i niezależne od układu dołączonego, zatem charakterystyka jego jest punkt o współrzędnych (u_o, i_o) - rys. 5.



Rys. 5

3. DWÓJNIKI ZASTĘPCZE W ZBIORZE UOGÓLNIONYCH REZYSTANCYJNYCH ELEMENTÓW OSOBLIWYCH

Kształt charakterystyki na płaszczyźnie u - i będącej przedstawieniem zbioru D na tej płaszczyźnie całkowicie określa opisywany dwójnik osobliwy.



Rys. 6

Dla dwójnika osobliwego opisanego obszarem spójnym D pokazanym na rys. 6 można napisać określające go relacje: uzależnioną prądowo (7) oraz napięciowo (8):

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{c} \text{^} \\ \text{---} \\ \text{v} \end{array} \\
 I_d \leq i \leq I_g \\
 \text{lub } i \in A
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \begin{array}{c} \text{v} \\ \text{---} \\ \text{^} \end{array} \\
 u_d(i) \leq u \leq u_g(i)
 \end{array}
 \quad
 (i, u) \in D
 \quad (7)$$

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{c} \text{^} \\ \text{---} \\ \text{v} \end{array} \\
 U_d \leq u \leq U_g \\
 \text{lub } u \in B
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \begin{array}{c} \text{v} \\ \text{---} \\ \text{^} \end{array} \\
 i_d(u) \leq i \leq i_g(u)
 \end{array}
 \quad
 (i, u) \in D
 \quad (8)$$

gdzle:

A - prądowy zakres pracy określony granicznymi wartościami prądu: górną I_g i dolną I_d ,

B - napięciowy zakres pracy określony granicznymi wartościami napięcia: górną U_g i dolną U_d ,

$u_d(i), u_g(i)$ - dolna i górna napięciowa granica obszaru pracy D ,

$i_d(u), i_g(u)$ - dolna i górna prądowa granica obszaru pracy D ,

przy czym $A(u), B(i)$ - rys. 6 - są podzbiórami obszaru pracy D dla określonych wartości prądu i napięcia.

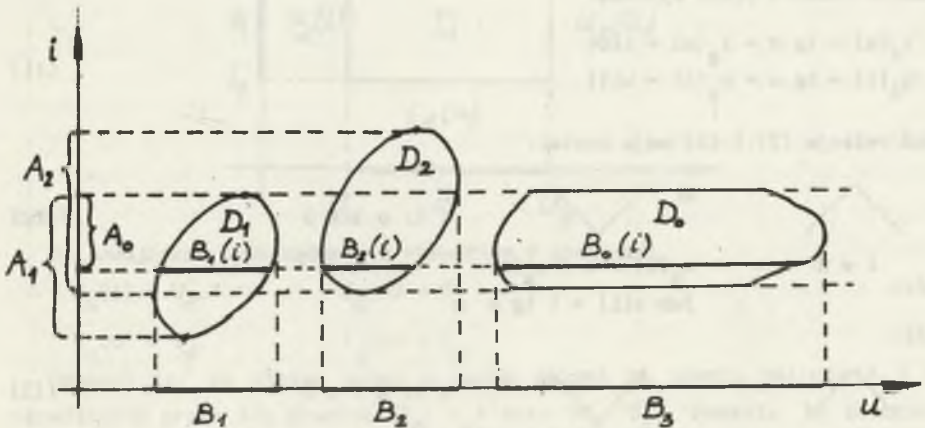
Przez łączenie pewnej liczby uogólnionych dwójników osobliwych rozumiane jest poszukiwanie dwójnika osobliwego równoważnego im, gdy połączone są w określony sposób, co odpowiada znalezieniu obszaru jego pracy na podstawie obszarów dwójników osobliwych składowych. Można to osiągnąć przez wykonanie określonych działań na zbiorach A_k i B_k oraz granicach obszarów pracy D_k tych dwójników.

Przykładowo, dla połączenia szeregowego dwójników osobliwych o obszarach pracy D_1 i D_2 , dwójnik zastępczy określony jest przez obszar pracy D_0 opisany relacją:

$$\begin{matrix} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ \text{---} \text{---} \text{---} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{---} \text{---} \text{---} \\ \text{---} \text{---} \end{matrix} \quad (i, u) \in D_0 \quad (9)$$

$$i \in A = A_1 \cap A_2 \quad u \in B_0(i)$$

przy czym $B_0(i) = B_1(i) + B_2(i)$, co pokazano na rys. 7.



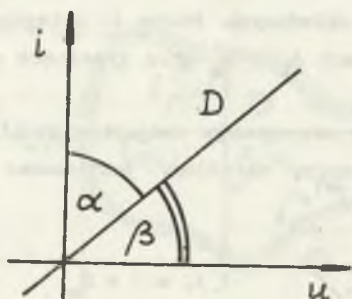
Rys. 7.

Analogicznie można opisać szukanie dwójnika zastępczego dla połączenia równoległego, zamieniając miejscami zmienne zaciskowe (i, u) i odpowiadające im zbiory.

Przedstawiony sposób opisu dwójników osobliwych z grupy drugiej (tablica 1) łatwo uogólnia się na pozostałe grupy. Przykładowo, w grupie 1 dla rezystancji liniowej zachodzi:

$$\begin{aligned} A: i &\in (-\infty: +\infty) = i \in R \\ B: u &\in (-\infty: +\infty) = u \in R \end{aligned} \quad (10)$$

gdzie R jest zbiorem liczb rzeczywistych.



Rys. 8.

Granice obszaru pracy wynoszą:

$$\begin{aligned} i_d(u) &= \operatorname{tg} \beta = i_g(u) = i(u) \\ u_d(i) &= \operatorname{tg} \alpha = u_g(i) = u(i) \end{aligned} \quad (11)$$

Stąd relacje (7) i (8) mają postać:

$$\begin{array}{l} \text{---} \wedge \text{---} \\ i \in R \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{---} \vee \text{---} \\ u_d(i) \leq u \leq u_g(i) \\ \text{lub } u(i) = i \operatorname{tg} \alpha \end{array} \quad (i, u) \in D \quad (12)$$

$$\begin{array}{l} \text{---} \wedge \text{---} \\ u \in R \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{---} \vee \text{---} \\ i_d(u) \leq i \leq i_g(u) \\ \text{lub } i(u) = u \operatorname{tg} \beta \end{array} \quad (i, u) \in D \quad (13)$$

Natomiast dla nullatora z grupy trzeciej zachodzi:

$$\begin{aligned} A: i &= 0, & B: u &= 0, & \text{stąd:} \\ i_d(u) &= i_g(u) = 0, & u_d(i) &= u_g(i) = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

4. PODZBIORY ZBIORU UOGÓLNIONYCH BEZINERCYJNYCH DWÓJNIKÓW OSOBLIWYCH

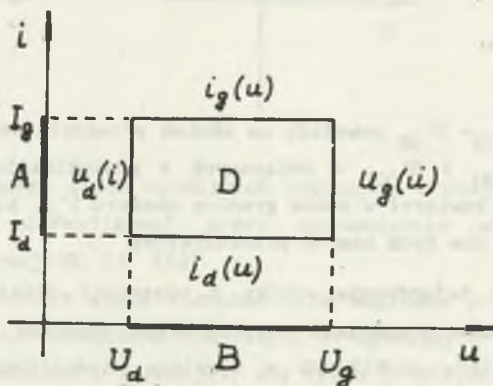
Oprócz podziału uogólnionych dwójników osobliwych na grupy topologiczne przedstawione w tabeli 1, można wyróżnić w tej klasie dwójników podzbiory o pewnych wspólnych cechach przydatnych do rozważań teoretycznych i praktycznych.

Definicja 2

Obszary płaszczyzny R^2 , których granicami są linie proste równoległe do osi współrzędnych lub pewne ich odcinki, przy czym proste te mogą być położone także w nieskończoności, a odcinki mogą mieć długości nieskończenie małe (punkty), będą nazywane obszarami ortogonalnymi.

Definicja 3

Dwójniki osobliwe o ortogonalnych obszarach pracy na płaszczyźnie u - i nazywane będą dwójnikami osobliwymi ortogonalnymi.



Rys. 9

Dla dwójników tych zgodnie z rysunkiem 9 zachodzi:

$$u_d(i) = U_d, \quad u_g(i) = U_g. \quad (15)$$

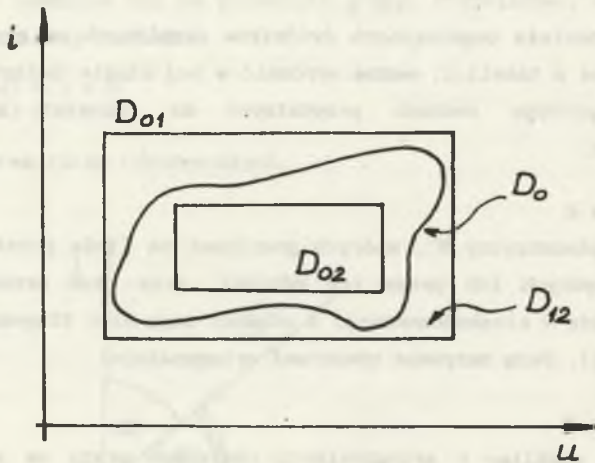
$$i_d(u) = I_d, \quad i_g(u) = I_g. \quad (16)$$

Oznacza to, że obszar pracy D można opisać za pomocą zbiorów A i B określonych przez ich granice $[I_d; I_g]$ oraz $[U_d; U_g]$. Pozwala to znacznie uprościć poszukiwanie obszarów pracy dwójników zastępczych [12].

W szczególności, dla każdego dowolnego dwójnika osobliwego D_0 można dobrać dwa dwójniki osobliwe ortogonalne D_{01} i D_{02} (rys. 10) takie, że granice obszaru D_0 położone będą w pasie D_{12} opisanym relacją:

$$D_{12} = D_{01} - D_{02} \quad (17)$$

która określa zakresowany obszar na rys. 10.



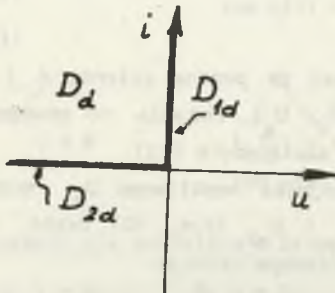
Rys. 10.

Można wykazać, że:

Twierdzenie 1.

Obszar $D'_{12} = D'_{01} - D'_{02}$ powstały na skutek przekształceń obszarów D_{01} i D_{02} do obszarów D'_{01} i D'_{02} , a związanych z poszukiwaniem np. dwójników zastępczych, będzie zawierał w sobie granicę obszaru D'_0 , który powstałby na skutek dokonania na nim tych samych przekształceń.

Dowód powyższego twierdzenia wynika z własności działań na zbiorach. Twierdzenie to pozwala poszukiwać przybliżonych obszarów pracy prostszymi metodami dla dwójników osobliwych o dowolnie skomplikowanych kształtach obszarów pracy.



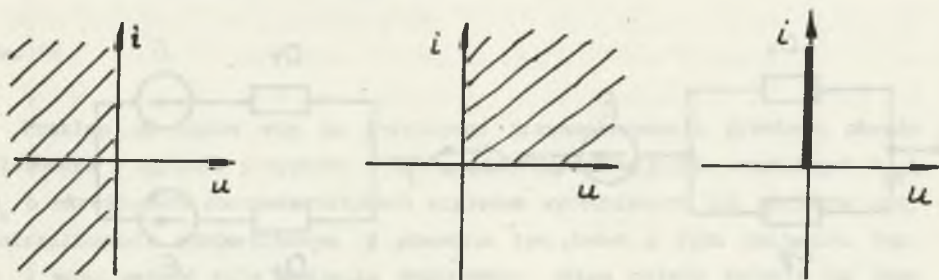
Rys. 11.

Ortogonalne dwójniki osobliwe opisują także własności dwójników, których charakterystyki składają się z podzbiorów ortogonalnych. Zachodzi to przykładowo dla idealnego elementu diodowego (rys. 11), którego obszar pracy jest sumą dwu podzbiorów ortogonalnych D_{1d} i D_{2d} (półprostych) o granicach $[0; 0]$, $[0; \infty]$ oraz $[\infty; 0]$, $[0; 0]$, czyli:

$$D_d = D_{1d} \cup D_{2d} \quad (18)$$

Podobnie jak dla twierdzenia 1 można wykazać na podstawie własności działań na zbiorach, że poszukiwany obszar zastępczy D'_d dla układu, w którym pracuje idealna dioda, równy jest sumie podzbiorów D'_{1d} i D'_{2d} poszukiwanych każdy oddzielnie.

Kolejnym podzbiorem zbioru uogólnionych rezystancyjnych dwójników osobliwych, a zarazem podzbiorem dwójników osobliwych ortogonalnych są dwójniki ortogonalne o granicach tylko zerowych lub nieskończonych $(0, \infty)$. Podzbiór ten zawiera takie elementy jak o charakterystykach będących półpłaszczyznami, ćwierćpłaszczyznami, półprostymi lub z nich złożone (bez źródeł autonomicznych), co pokazano na rys. 12.



Rys. 12.

Analizę i syntezę sieci osobliwych złożonych z dwójników ortogonalnych $(0, \infty)$ można sformalizować przez wprowadzenie algebry Boole'a w przestrzeni binarnej $(0, 1)^2$ [13].

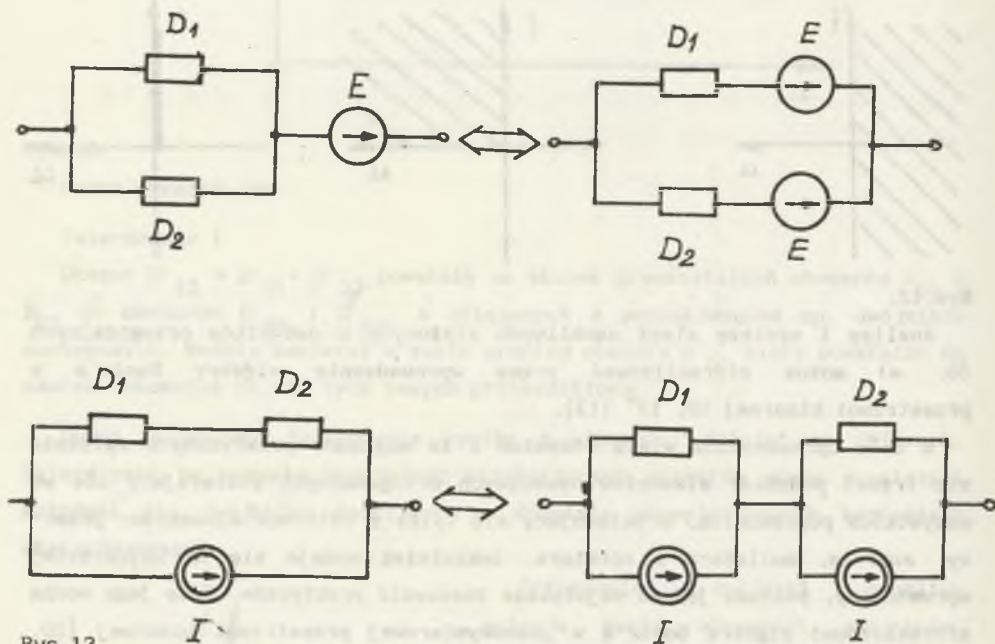
W celu uproszczenia wielu rozważań i ze względów praktycznych wyróżnia się trzeci podzbiór elementów osobliwych ortogonalnych zawierający się we wszystkich poprzednich, a składający się tylko z czterech elementów: przerwy, zwarcia, nullatora i noratora. Jakkolwiek wydaje się on najbardziej uproszczony, posiada jednak największe znaczenie praktyczne. Opis jego można sformalizować algebrą Boole'a w jednowymiarowej przestrzeni binarnej [10, 11].

Elementy osobliwe ortogonalne pozwalają dokonywać operacji typu suma, tożsamość, zmiana znaku, wybór obszaru wartości, niezależnie na każdej zmiennej zaciskowej łączonych dwójników i generować w ten sposób wiele niekonwencjonalnych połączeń niemożliwych do zrealizowania za pomocą dwójników rezystancyjnych klasycznych. Elementy osobliwe ortogonalne mają podstawowe znaczenie w tworzeniu wszelkich obwodów o parametrach skupionych, gdyż potrzebne są do tego przerwa i zwarcie oraz idealne źródła, które do nich należą.

Zbiór elementów osobliwych ortogonalnych $(0, \infty)$ posiada dwie odróżniające je od pozostałych dwójników rezystancyjnych własności, a mianowicie:

- rozdzielność połączenia szeregowego względem równoległego,
- rozdzielność połączenia równoległego względem szeregowego.

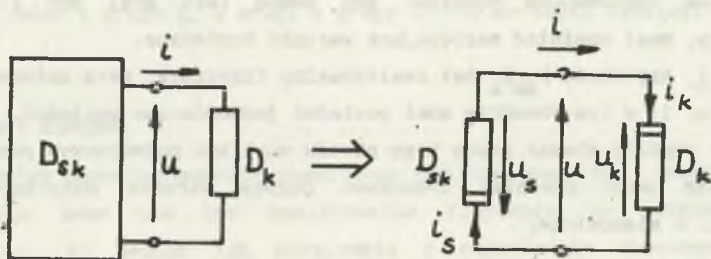
Powszechnie znane są one dla zwarć, przerw i idealnych diod, a wykazać ich istnienie można na podstawie formalnego opisu algebra Boole'a [10, 11, 13]. Własności te, znane w postaci twierdzenia o przesuwaniu źródeł idealnych, posiadają też częściowo źródła idealne, co przedstawiono na rys. 13 a) i b). Wynika to stąd, że dwie granice ich obszarów pracy są nieskończone.



Rys. 13.

5. REALIZOWALNOŚĆ FIZYCZNA UOGÓLNIONYCH SIECI OSOBLIWYCH

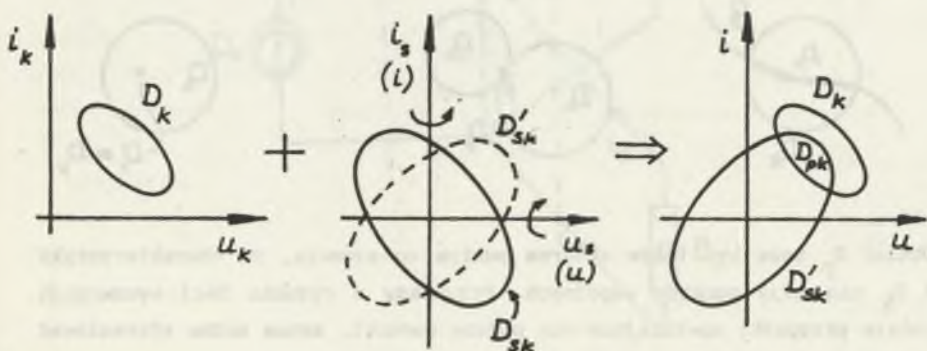
Aby określić możliwość fizycznej realizacji sieci zawierającej k uogólnionych dwójników osobliwych, należy rozpatrzyć zachowanie się zmiennych zaciskowych każdego dwójnika D_k tej sieci w obwodzie (rys. 14) utworzonym przez połączenie go z dwójnikiem zastępczym pozostałej części sieci D_{sk} .



Rys. 14.

Problem sprowadza się do k -krotnego przeanalizowania prostego obwodu złożonego w ogólnym przypadku z dwu uogólnionych dwójników osobliwych D_{sk} i D_k o określonych charakterystykach względem wyróżnionych ich zacisków przy ostrzałowaniu odbiornikowym. W obwodzie tym jeden z tych dwójników (np. D_{sk}) musi pełnić rolę dwójnika źródłowego, zatem należy zmienić na jego zaciskach dodatni kierunek prądu lub napięcia, aby przejść do ostrzałowania źródłowego, co jest równoznaczne z obrotem jego charakterystyki symetrycznie wokół osi napięcia lub prądu. Tak przekształcone obszary pracy po nałożeniu na siebie wyznaczają wspólny obszar pracy D_{pk} obu dwójników (rys. 15), a tym samym obszar współpracy dwójnika D_k z pozostałą częścią sieci jako iloczyn zbiorowy, czyli:

$$D_{pk} = D_k \cap D_{sk} \quad (19)$$



Rys. 15.

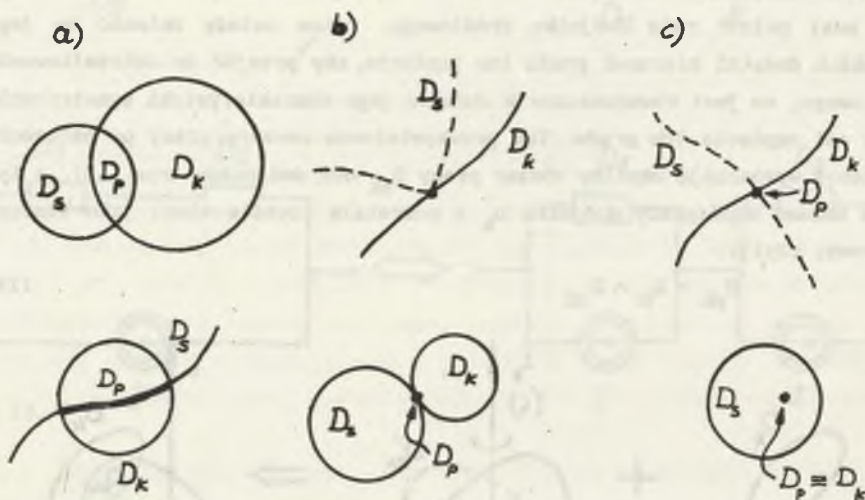
Jeżeli charakterystyki dwójników D_{sk} i D_k będą przebiegać wszystkie możliwe kształty obszarów pracy z trzech grup dwójników osobliwych (tabela 1), to otrzymane wspólne obszary pracy będą także miały kształty linii, obszarów lub izolowanych punktów. Aby obwód taki mógł być fizycznie realizowalny, musi spełniać następujące warunki konieczne:

Warunek 1. Aby obwód $D_{sk}D_k$ był realizowalny fizycznie, para zmiennych zaciskowych (u, i) w tym obwodzie musi posiadać jednoznaczne wartości, a co za tym idzie – wspólny obszar pracy tego obwodu musi być pojedynczym punktem.

Punkt ten musi spełniać dodatkowo węższy warunek dotyczący jego stabilności, a mianowicie:

Warunek 2. Nieskończenie małe zmiany charakterystyki obu dwójników mogą zmienić jednoznaczności wartości pary zmiennych zaciskowych (u, i).

Na rys. 16a) przedstawione są przykłady wspólnych obszarów pracy dwójników $D_{sk}D_k$, które nie spełniają warunków 1 i 2, spełniają tylko warunek 1 (rys. 16b) oraz spełniają oba warunki (rys. 16c).



Rys. 16.

Obszar D_p może być także zbiorem pustym co oznacza, że charakterystyki D_{sk} i D_k nie mają punktów wspólnych. Przykłady z rysunku 16c) wyczerpują wszystkie przypadki spełniające oba podane warunki, zatem można sformułować twierdzenie:

Twierdzenie 2.

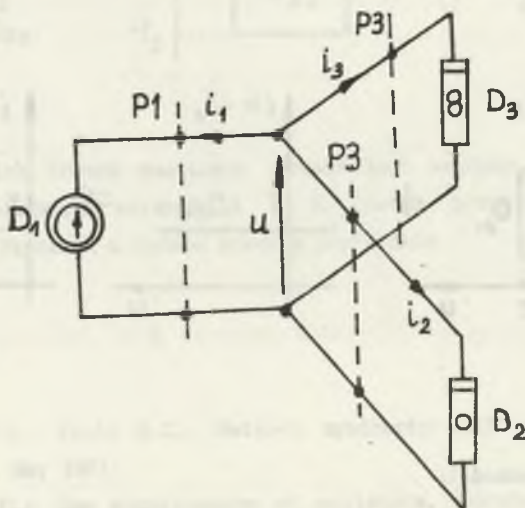
Aby obwód złożony z dwu uogólnionych dwójników osobliwych mógł być realizowalny fizycznie, musi zawierać albo dwa dwójniki z grupy 1 (tablica 1), albo jeden z grupy 2, a drugi z grupy 3 i tylko takie zestawy.

6. UWAGI KOŃCOWE

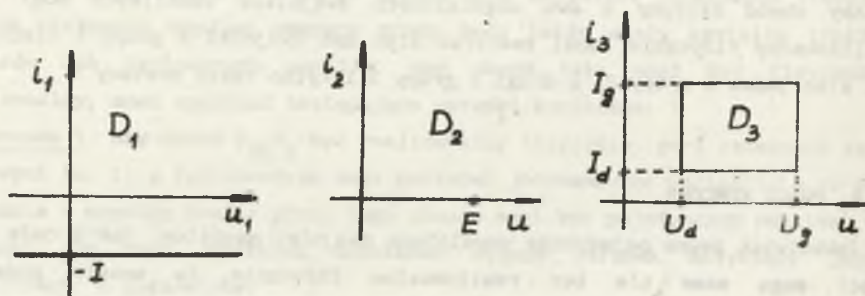
Jakkolwiek pewne pojedyncze uogólnione dwójniki osobliwe, jak i całe ich sieci mogą same nie być realizowalne fizycznie (w sensie podanym poprzednio), to jednak ich połączenia z odpowiednio dobranymi innymi uogólnionymi dwójnikami osobliwymi są realizowalne i mogą być stosowane praktycznie, co uzasadnia budowanie teoretycznych modeli ich analizy i syntezy.

Załącznik

Dana jest przykładowo sieć złożona z trzech uogólnionych dwójników osobliwych połączonych równoległe (rys. 17): idealnego źródła prądowego (grupa 1) o wydajności I , dwójnika o charakterystyce punktowej o współrzędnych $(E, 0)$ (grupa 3) oraz dwójnika o prostokątnym obszarze pracy ograniczonym wartościami napięcia U_d, U_g i prądu I_d, I_g (rys. 18).



Rys. 17.



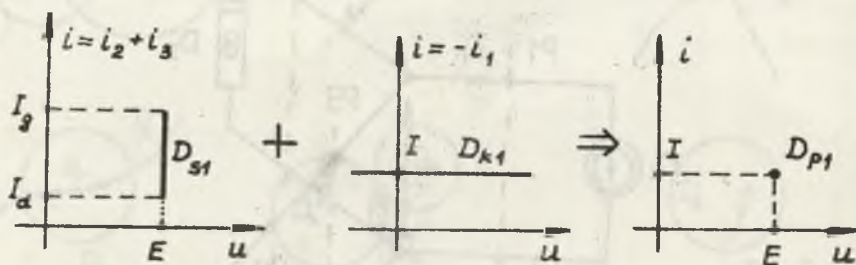
Rys. 18.

Każda wybrana para z podanych trzech dwójników połączona w obwód nie posiada wspólnego obszaru pracy (zbiór pusty), zatem nie może być zrealizowana fizycznie. Połączone razem w sposób pokazany na rys. 17 należy rozpatrzyć w trzech przekrojach.

W przekroju P1 zachodzi:

$$(D_{S1} = D_2 // D_3) + (D_{K1} = D_1(-1)) \Rightarrow D_{P1}(i=I, u=E)$$

co pokazano na rys. 19.

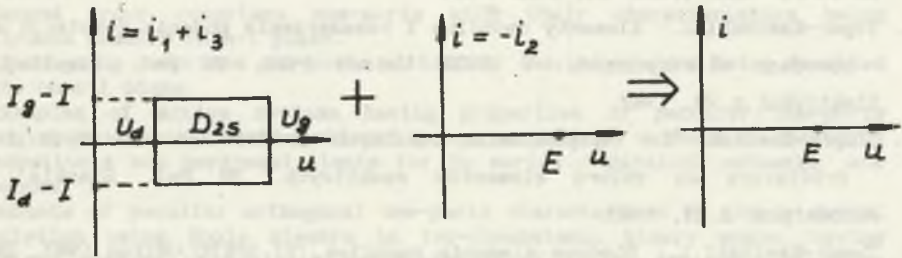


Rys. 19

W przekroju P2 zachodzi:

$$(D_{S2} = D_1 // D_3) + (D_{K2} = D_2(-1)) \Rightarrow D_{P2}(i=0, u=E)$$

co pokazano na rys. 20.

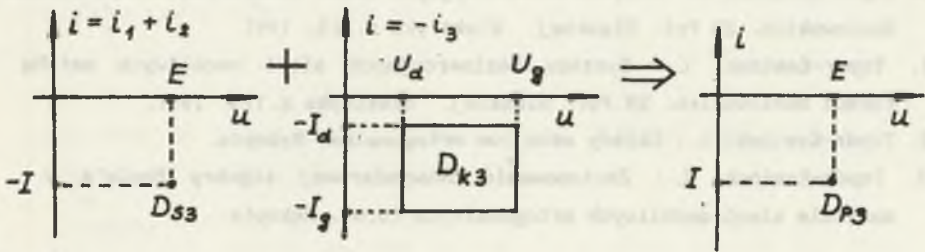


Rys. 20.

W przekroju P3 zachodzi:

$$(D_{S3} = D_1 // D_2) + (D_{K3} = D_3(-1)) \Rightarrow D_{P3}(i = -I, u = E)$$

co pokazano na rys. 21.



Rys. 21.

We wszystkich trzech możliwych przekrojach wspólny obszar pracy jest punktem spełniającym warunki 1 i 2, zatem przykładowy obwód jest realizowalny fizycznie w sensie podanym poprzednio.

LITERATURA

1. Carlin H.J., Youla D.C.: Network synthesis with negative resistors. Proc. IRE, May 1961.
2. Davies A.C.: The significance of nullators, norators and nullors in active - network theory. The Radio and Electr. Engi. Nov. 1967.

3. Chua L.O.: Analysis and synthesis of multivalued memoryless nonlinear networks. IEEE Trans. CT, June 1967.
4. Topór-Kamiński L.: Elementy osobliwe i rozszerzenie pojęcia komutacji w obwodach elektrycznych. V SPETO Ustroń 1981, ZN Pol. Śląskiej, Elektryka, z. 79, 1982.
5. Topór-Kamiński L.: Wprowadzenie idealnych źródeł autonomicznych i źródłatora do zbioru elementów osobliwych. ZN Pol. Śląskiej Automatyka, z. 71, 1983.
6. Topór-Kamiński L.: Diodowe elementy osobliwe. VI SPETO Ustroń 1983, ZN Pol. Śląskiej, Elektryka z. 88, 1984.
7. Topór-Kamiński L.: Analiza obwodów osobliwych metodą macierzowych formuł boolowskich. ZN Pol. Śląskiej, Automatyka z. 73, 1984.
8. Topór-Kamiński L.: Połączenia elementów osobliwych z dwójnikami klasycznymi. ZN Pol. Śląskiej, Elektryka z. 95, 1985.
9. Topór-Kamiński L.: Pojawianie się elementów osobliwych w idealnych układach aktywnych. ZN Pol. Śląskiej, Elektryka z. 113, 1991.
10. Topór-Kamiński L.: Analiza bezinercyjnych sieci osobliwych metodą formuł boolowskich. ZN Pol. Śląskiej, Elektryka z. 115, 1991.
11. Topór-Kamiński L.: Synteza bezinercyjnych sieci osobliwych metodą formuł boolowskich. ZN Pol. Śląskiej, Elektryka z. 115, 1991.
12. Topór-Kamiński L.: Układy osobliwe ortogonalne. Rękopis.
13. Topór-Kamiński L.: Zastosowanie dwuwymiarowej algebry Boole'a w analizie sieci osobliwych ortogonalnych $(0, \infty)$. Rękopis.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Maciej Siwczyński

Wpłynęło do Redakcji dnia 15 listopada 1991 r.

ENLARGEMENT OF NOTION OF RESISTIVE ONE-PORT UPON GENERALIZED PECULIAR ONE-PORTS

A b s t r a c t

The problem of existence of resistive one-ports with their characteristics other than lines on n - i plane, has been presented. Generalized peculiar elements as well as their division into three groups with various topological properties, have been defined.

First group comprises classical resistive one-ports: linear and nonlinear.

Second group comprises one-ports with their characteristics being continuous domains on n - i plane.

Third group comprises one-ports with their characteristics being isolated points on n - i plane.

Examples of active systems having properties of peculiar one-ports belonging to each of above mentioned groups as well as methods of searching of substitute one port-equivalents for in series / parallel networks, are presented.

Subsets of peculiar orthogonal one-ports characterized by simple formal description using Boole algebra in two-dimensional binary space, having practical meaning in analysis and synthesis of active systems, have been defined.

Criterion of physical realizability of the networks comprising generalized peculiar one-ports as well as two necessary conditions and one theorem revering to that realizability, have been given. In the appendix on example of peculiar network realizable physically in defined meaning, has been presented.

That network comprises three peculiar one-ports connected in parallel and, in the same time, each pair being formed from them has no common working domain.

When they are connected together, they fulfill above mentioned realizability conditions.