

BERNARD BARON

Instytut Podstawowych Problemów
Elektrotechniki i EnergoelektronikiSYNTEZA WIELOWNIKÓW AKTYWNYCH Z "N" ELEMENTAMI "NIC"
METODĄ LICZB STRUKTURALNYCH

Streszczenie. W pracy niniejszej, podjęto próbę realizacji n-parowielownika czynnego typu RC zawierającego n elementów NIC, metodą liczb strukturalnych. Wykazano, że istnieje realizacja dowolnej macierzy admitancyjnej n parowielownika aktywnego, zawierającego n elementów NIC w układzie 3n - parowielownika biernego typu RC. Lemat 2 oraz dowód Lematu 3, mogą służyć do ustalenia reprezentacji 3n - parowielownika. Pracę podsumowano twierdzeniem określającym klasę struktur podobnych, w których możliwa jest realizacja dowolnej macierzy admitancyjnej o wymiarach nxn przy pomocy n elementów NIC oraz 3n - parowielownika typu RC.

1. Analiza n-parowielownika czynnego zawierającego n-elementów NIC

Rozpatrywany układ pokazano na rys. 1. W układzie tym 3n-parowielownik jest typu RC, a jego wejścia od 1 do n stanowią n wejść aktywnego n-parowielownika opisanego równaniami

$$I_1(p) = \sum_{j \in \{1, 2, \dots, n\}} Y_1^j(p) E_j(p), \quad (1)$$

gdzie sumowanie odbywa się po wskaźnikach $j \in \{1, 2, \dots, n\}$.

Przyjmujemy, że wszystkie elementy NIC są typu inwersji napięcia, a więc spełniają zależności

$$I_{(2)1+|2n|}^1(p) = - I_{(1)1+|n|}^1(p); \quad E_{(2)1+|2n|}^1(p) = - k_{(1)1+|n|}^1(p) \quad (2)$$

dla $i \in \{1, 2, \dots, n\}$.

Dla 3n-parowielownika możemy napisać

$$I_1(p) = \sum_{j \in \{1, 2, \dots, 3n\}} \tilde{Y}_1^j(p) E_j(p), \quad (3)$$

gdzie sumowanie odbywa się po wskaźnikach $j \in \{1, 2, \dots, 3n\}$ dla każdego $i \in \{1, 2, \dots, 3n\}$.

Można wykazać

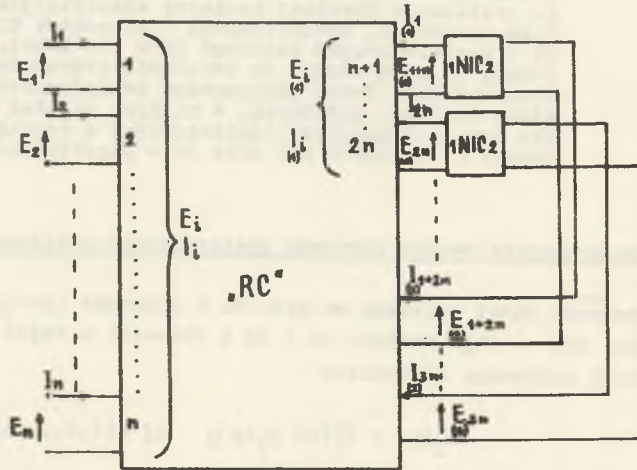
$$Y_1^j(p) = \tilde{Y}_1^j(p) + (\tilde{Y}_1^{k+|n|}(p) - k\tilde{Y}_1^{k+|2n|}(p)) Z_k^1(p) (\tilde{Y}_{1+|n|}^j(p) + \tilde{Y}_{1+|2n|}^j(p)). \quad (4)$$

gdzie

$$\delta_k^j = \begin{cases} 1 & \text{dla } j = k \\ 0 & \text{dla } j \neq k \end{cases}$$

$$\hat{Z}_k^j(p) \hat{Y}_u^k(p) = \delta_1^j \quad (5)$$

$$\tilde{Y}_1^j(p) = k(\tilde{Y}_{1+|n|}^{j+|2n|}(p) + \tilde{Y}_{1+|2n|}^{j+|2n|}(p)) - (\tilde{Y}_{1+|n|}^{j+|n|}(p) + \tilde{Y}_{1+|2n|}^{j+|n|}(p)). \quad (6)$$



Rys. 1

Wyraziliśmy więc macierz admitancyjną n -parowielownika czynnego zawierającego n -elementów NIC, przy pomocy elementów macierzy admitancyjnej $3n$ -parowielownika biernego. W następnym paragrafie pokażemy, że dla dowolnej macierzy admitancyjnej o elementach będących funkcją wymierną, określonej w ośrodku liczb rzeczywistych, istnieje reprezentacja macierzy admitancyjnej $3n$ -parowielownika biernego typu RC spełniająca relację (4).

2. Zagadnienie realizacji dowolnej macierzy admitancyjnej o elementach będących funkcją wymierną

Dane elementy $Y_1^j(p)$ zapiszemy w postaci

$$Y_1^j(p) = \frac{P_1^j(p)}{Q(p)},$$

przy czym $P_1^j(p)$ są wielomianami a $Q(p)$ przedstawia wspólny mianownik wszystkich elementów $Y_1^j(p)$ (jeżeli są jednakowe) lub najmniejszą wspólną wielokrotność wszystkich mianowników, przy czym elementy $Y_1^j(p)$ mają maksymalny rząd t

$$\max_{1 \leq j} (\text{rzęd } Y_1^j(p)) = t \quad (8)$$

Wybieramy admitancje $\tilde{Y}_1^j(p)$ dla $1, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ układu RC nie mające biegunów w nieskończoności w postaci

$$\tilde{Y}_1^j(p) = \frac{\tilde{P}_1^j(p)}{q(p)}, \quad (9)$$

gdzie stopień $\tilde{P}_1^j(p)$ jest nie większy od m
stopień $q(p)$ wynosi $m+1$ i powinien być dostatecznie duży.

Wprowadźmy następujące oznaczenie

$$Y_1^j(p) - \tilde{Y}_1^j(p) = \frac{q(p)P_1^j(p) - Q(p)\tilde{P}_1^j(p)}{q(p)Q(p)} = \frac{R_1^j(p)}{q(p)Q(p)}, \quad (10)$$

gdzie $1, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, a maksymalny stopień elementów $R_1^j(p)$ wynosi $m+t$.
Zanim przystąpimy do omówienia własności macierzy $[R_1^j(p)]$ podamy następującą:

LEMAT 1.

Jeżeli $\tilde{Y}_1^j(p)$ są elementami macierzy admitancyjnej $3n$ -parowielownika biernego typu RC, gdzie

$$\tilde{Y}_1^j(p) = \frac{\tilde{P}_1^j(p)}{q(p)},$$

to minory główne macierzy $[\tilde{Y}_1^j(p)]$ posiadają zera wyłącznie na ujemnej półosi rzeczywistej.

Wniosek

Jeżeli w admitancjach $\tilde{Y}_1^j(p) = \frac{P_1^j(p)}{q(p)}$, $1, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ stopień wielomianów $P_1^j(p)$ wynosi m , to wyznacznik $\det[R_1^j(p)]$ posiada mn zer na ujemnej półosi rzeczywistej.

Podamy jeszcze następujący

LEMAT 2

Jeżeli współczynniki wielomianów $[P_1^j(p)]$ są dostatecznie duże, to wyznacznik $\det[R_1^j(p)]$ może mieć mn zer na ujemnej półosi rzeczywistej.

Dokonyamy teraz przekształcenia wyrażenia (4). Podstawiając wzór (10) do relacji (4) otrzymamy

$$R_1^j(p) = q(p)Q(p) \left[\tilde{Y}_1^{k+|n|}(p) - k\tilde{Y}_1^{k+|2n|}(p) \right] Z_k^1(p) \left[\tilde{Y}_{1+n}^j(p) + \tilde{Y}_{1+2n}(p) \right] \quad (11)$$

$$k\tilde{Y}_{u+|n|}^{t+|2n|}(p) + k\tilde{Y}_{u+|2n|}^{t+|2n|}(p) - \tilde{Y}_{u+|n|}^{t+|n|}(p) - \tilde{Y}_{u+|2n|}^{t+|n|}(p) =$$

(12)

$$= q(p)Q(p) \left[\tilde{Y}_{u+n}^s(p) + \tilde{Y}_{u+2n}^s(p) \right] R_s^1(p) \left[\tilde{Y}_1^{t+|n|}(p) - k\tilde{Y}_1^{k+|2n|}(p) \right].$$

Otrzymamy wzór (12) będzie punktem wyjścia w poszukiwaniu reprezentacji macierzy $3n$ -parowielownika biernego typu RC. Pierwszym krokiem na drodze do tego celu będzie rozkład elementów $R_1^j(p)$.

Założmy na wstępie, że $\det[R_1^j(p)]$ ma K pojedynczych ujemnych zer rzeczywistych, tj.

$$\det[R_1^j(p)] = R(p)(p+\sigma_1)(p+\sigma_2)\dots(p+\sigma_K).$$

Oznaczmy

$$b_{(t)}^1 = \begin{cases} b_k^t & \text{dla } k \in \{1, 2, \dots, n\} \wedge 1=t; \\ 1 & \text{dla } k = 1 \neq t; \\ 0 & \text{dla } k \neq 1 \wedge 1 \neq t. \end{cases}$$

Dobierzemy $b_{(t)}^1$ w ten sposób, ażeby dla każdego wskaźnika $1 \in \{1, 2, \dots, n\}$

$$R_1^k(\sigma_t) b_{(t)}^1 = R_1^1(\sigma_t) = 0.$$

Dla $l = t$ otrzymamy

$$R_1^k(\sigma_{|t|}) b_k^t = 0. \quad (13)$$

Rozwiążmy jednorodny układ równań (13) ze względu na $b_1^t, b_2^t, \dots, b_n^t$. Rozwińmy w tym celu wyznacznik $\det[R_1^j(p)]$ według wiersza t

$$\det[R_1^j(p)] = D_{|t|}(p) R_{|t|}^j(p) \Delta_j^{|t|}(p), \quad (14)$$

gdzie

$$\Delta_j^t(p) = \frac{\Delta_j^t(p)}{D_{|t|}(p)},$$

$\Delta_j^t(p)$ - dopełnienie algebraiczne elementu $R_{|t|}^j(p)$;

$D_t(p)$ - największy wspólny czynnik zawarty we wszystkich $\Delta_1^t(p), \Delta_1^t(p), \dots, \Delta_n^t(p)$.

Weźmy następnie czynnik $(p + \sigma_t)$ nie należący do $D_t(p)$.

Mamy

$$R_{|t|}^j(\sigma_{|t|}) \Delta_j^t(\sigma_{|t|}) = 0. \quad (15)$$

Ponieważ suma elementów jakiegoś wiersza pomnożona przez odpowiednie dopełnienia algebraiczne elementów innego wiersza jest równa zeru, mamy więc

$$R_1^j(\sigma_{|t|}) \Delta_j^t(\sigma_{|t|}) = 0. \quad (16)$$

Rozwiązanie niezerowe jednorodnego układu równań (13) ma postać

$$b_k^t = \Delta_k^t(\sigma_{|t|}). \quad (17)$$

Stopień wielomianu $D_t(p)$ może wynosić najwyżej $r(n-1)$; niezerowe rozwiązanie (17) istnieje więc, jeśli tylko

$$K > r(n-1). \quad (18)$$

Postępując analogicznie można wykazać, że istnieje taki układ elementów

$$\begin{matrix} b_{j(1)}^{k1} & b_{j(2)}^{k2} & \dots & b_{j(n)}^{kn-1} & = & B_{j(1)}^k, \end{matrix} \quad (19)$$

że

$$\bar{R}_1^k(p) \stackrel{\text{def}}{=} R_1^j(p) B_{j(1)}^k \quad (20)$$

ma następującą własność:

$$\bar{R}_1^k(\sigma_{|k|}) = 0 \quad (21)$$

dla każdego $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ przy ustalonym $k \in \{1, 2, \dots, n\}$.

Można również zauważyć, że wyznaczniki $\det [R_1^j(p)]$ i $\det [\bar{R}_1^k(p)]$ mają identyczne zera.

Przyjmijmy następujące oznaczenia:

$$\begin{matrix} E_{(1)}^k & - \text{elementy macierzy odwrotnej do macierzy} & [B_{j(1)}^k t_j], t_j. & B_{j(1)}^k E_{(1)}^k = \delta_{j(1)}^k; \end{matrix}$$

$$E_{(1)}^s(p) = \begin{cases} p + \sigma_s & \text{dla } l = s, \quad s \in \{1, 2, \dots, n\}. \\ 0 & \text{dla } l \neq s. \end{cases}$$

Mamy

$$\bar{R}_1^k(p) = R_1^1(p) E_1^k(p). \quad (23)$$

Można więc $R_1^j(p)$ przedstawić w postaci

$$R_1^j(p) \delta_j^t = R_1^j(p) B_{j(1)}^k E_{(1)}^t = R_1^1(p) E_1^k(p) B_{(1)}^t. \quad (24)$$

Dla ustalonego wskaźnika t otrzymamy

$$R_1^j(p) = R_1^1(p) E_1^k(p) B_{(1)}^j, \quad (25)$$

gdzie stopień $R_1^j(p)$ wynosi $r-1$.

Powyższy proces można powtórzyć t razy, jeśli

$$K - n(t-1) > (n-1)[r-(t-1)]. \quad (26)$$

Otrzymamy

$$R_1^j(p) = \underset{(t)}{R_1^{j1}(p)} \underset{(t)}{E_{j1}^{j2}(p)} \underset{(t)}{\hat{B}_{j2}^{j3}} \underset{(t-1)}{E_{j3}^{j4}(p)} \underset{(t-1)}{\hat{B}_{j4}^{j5}} \dots \underset{(1)}{E_{j2t-1}^{j2t}(p)} \underset{(1)}{\hat{B}_{j2t}^j} \quad (27)$$

Wykazaliśmy więc następująco

LEMAT 3

Jeżeli wyznacznik $\det[R_1^j(p)]$ ma K zer na ujemnej półosi rzeczywistej oraz

$$K - n(t-1) > (n-1)[r-(t-1)],$$

to jest możliwe przedstawianie $R_1^j(p)$ w postaci

$$R_1^j(p) = \underset{(1)}{P_1^k(p)} \underset{(2)}{P_k^j(p)}, \quad (28)$$

gdzie

$$\underset{(1)}{P_1^k(p)} = \underset{(t)}{R_1^k(p)}; \quad \underset{(2)}{P_k^j(p)} = \underset{(t)}{E_k^{j2}(p)} \underset{(t)}{\hat{B}_{j2}^{j3}} \dots \underset{(1)}{E_{j2t-1}^{j2t}(p)} \underset{(1)}{\hat{B}_{j2t}^j} \quad (29)$$

oraz $\det \underset{(2)}{P_k^j(p)}$ ma tylko nt zer na ujemnej półosi rzeczywistej.

Wniosek 1

Stożę wielomianu $q(p)$ równy $m+1$ jest większy od nt

$$m+1 > nt. \quad (30)$$

Istotnie, podstawiająco za $K = mn$ (Lemat 2) w nierówności (26) otrzymamy (30).

Wniosek 2

Stożę wielomianów $\underset{(1)}{P_1^k(p)}$ wynosi m a stożę wielomianów $\underset{(2)}{P_k^j(p)}$ wynosi t.

Przedstawmy elementy $\hat{R}_g^i(p)$ macierzy odwrotnej do macierzy $[R_1^j(p)]$ w postaci

$$\hat{R}_g^i(p) = \underset{(2)}{\hat{P}_g^t(p)} \underset{(1)}{\hat{P}_t^i(p)}, \quad (31)$$

gdzie

$$\begin{matrix} P_{11}^k(p) & P_{1t}^1(p) & = & \sigma_t^k, \\ (1) & (1) & & \end{matrix} \quad (32)$$

$$\begin{matrix} P_{1k}^j(p) & P_{1s}^k(p) & = & \sigma_s^j. \\ (2) & (2) & & \end{matrix} \quad (33)$$

Następnie przyjmijmy

$$\tilde{y}_{11}^{k+|n|}(p) - k\tilde{y}_{11}^{k+|2n|}(p) = \frac{1}{q(p)} P_{11}^k(p), \quad (34)$$

$$\tilde{y}_{u+n}^s(p) + \tilde{y}_{u+2n}^s(p) = \frac{1}{q(p)} P_{u+}^s(p), \quad (35)$$

gdzie $P_{u+}^s(p)$ są wielomianami stopnia m .
(3)

Po podstawieniu relacji (34) i (35) do wzoru (12) otrzymamy

$$\begin{aligned} k\tilde{y}_{u+|n|}^{t+|2n|}(p) + k\tilde{y}_{u+|2n|}^{t+|2n|}(p) - \tilde{y}_{u+|n|}^{t+|n|}(p) - \tilde{y}_{u+|2n|}^{t+|n|}(p) &= \\ = \frac{q(p)}{q(p)\det [P_s^t(p)]} P_{u+}^s(p) P_s^t(p), & \end{aligned} \quad (36)$$

gdzie

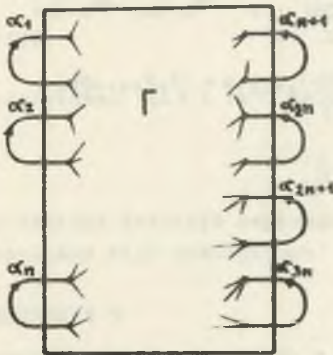
$P_s^t(p)$ - element dołączony do elementu $P_s^t(p)$,
(2d)

$$\hat{P}_s^t(p) = \frac{1}{\det [P_s^t(p)]} P_s^t(p).$$

Otrzymane wzory (34), (35) i (36) określają reprezentację macierzy admittancyjnej $3n$ -parowielownika biernego typu RC, który w połączeniu z elementami NIC jak na rys. 1 realizuje dowolną macierz admittancyjną $Y_1^j(p)$ o wymiarach $n \times n$. Jak widzimy, nie wszystkie admittanoje $Y_1^j(p)$ $3n$ -parowielownika typu RC są dane niezależnie. Taka jednak reprezentacja jest zbędna, ze względu na syntetyzowanie układu metodą liczb strukturalnych.

3. Określenie klasy struktur syntetyzowanego n-parowielownika aktywnego typu RC zawierającego n elementów NIC

Biorąc pod uwagę realizację zer i biegunów admitancji własnych i wzajemnych 3n-parowielownika biernego typu RC można stwierdzić, że spełnienie relacji (34), (35) i (36) jest możliwe. Zbadamy teraz, jaki warunek konieczny na strukturę układu poosiąga za sobą fakt, istnienia realizacji układu.



Rys. 2

Niech A jest liczbą strukturalną będącą przeciwobrazem grafu Γ , który odpowiada układowi 3n-parowielownika. W każdej gałęzi grafu umieścimy szeregowo połączony opornik i kondensator. Impedancja Z_1 dowolnej gałęzi układu wyrazi się wzorem

$$Z_1 = R_1 + p^{-1}C_1^{-1} \in Z,$$

gdzie Z jest zbiorem impedancji gałęziowych.

Elementy macierzy admitancyjnej 3n-parowielownika biernego wyrażają się wzorem

$$\tilde{Y}_1^j(p) = \frac{\text{Sim} \left(\frac{\partial A}{\partial \alpha_j}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_1} \right)}{\det \frac{A}{Z}}, \quad 1, j \in \{1, 2, \dots, 3n\} \quad (37)$$

Algorytm (37) odnosi się do układu o grafie Γ , w którym wybrano i zorientowano gałęzie $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{3n}$ jako 3n-wejść 3n-parowielownika biernego typu RC.

Uwzględniając algorytm (37) oraz relacje (9), (34), (35) i (36) możemy napisać

$$\det A = p^{-1}q(p) \det \left[P_S^t(p) \right]_{(2)}; \quad (38)$$

$$\text{Sim} \left(\frac{\partial A}{\partial \alpha_j}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_1} \right) = p^{-1}P_1^j(p) \det \left[P_S^t(p) \right]_{(2)}, \quad 1, j \in \{1, 2, \dots, n\}; \quad (39)$$

$$\text{Sim} \left(\frac{\partial A}{\partial \alpha_{k+|n|}}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_1} \right) - k \text{Sim} \left(\frac{\partial A}{\partial \alpha_{k+|2n|}}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_1} \right) = p^{-1}P_1^k(p) \det \left[P_S^t(p) \right]_{(2)}. \quad (40)$$

$$k, l \in \{1, 2, \dots, n\};$$

$$\frac{\text{Sim}(\frac{\partial A}{\partial \alpha_{u+|n|}})}{Z} + \frac{\text{Sim}(\frac{\partial A}{\partial \alpha_s}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_{u+|2n|}})}{Z} = p^{-1} \frac{P_u^s(p) \det P_r^t(p)}{(3) (2)}, \quad (41)$$

$$k \frac{\text{Sim}(\frac{\partial A}{\partial \alpha_{t+|2n|}}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_{u+|n|}})}{Z} + k \frac{\text{Sim}(\frac{\partial A}{\partial \alpha_{t+|2n|}}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_{u+|2n|}})}{Z} - \frac{\text{Sim}(\frac{\partial A}{\partial \alpha_{t+|n|}}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_{u+|n|}})}{Z} - \quad (42)$$

$$- \frac{\text{Sim}(\frac{\partial A}{\partial \alpha_{t+|n|}}, \frac{\partial A}{\partial \alpha_{u+|2n|}})}{Z} = p^{-1} Q(p) \frac{P_u^s(p) P_s^t(p)}{(3) (2d)}, u, t, s \in \{1, 2, \dots, n\};$$

gdzie l jest stopniem wielomianu $q(p) \det [P_s^t(p)]$.

Wprowadźmy następujące oznaczenia:

- b - liczba gałęzi grafu Γ ;
- w - liczba węzłów grafu Γ ;
- γ - liczba cyklomatyczna grafu Γ .

Zgodnie z charakterystyką Eulera dla dowolnego grafu zachodzi związek

$$b - w + 1 = \gamma. \quad (43)$$

Ponieważ stopień funkcji wyznaczkowej $\frac{\partial^{st}}{Z}$ jest równy $m+1+nt$ wobec tego otrzymamy

$$\gamma = m + 1 + nt, \quad b - w + 1 = m + 1 + nt.$$

Równania potrzebne do wyznaczenia elementów układu otrzymamy w wyniku porównania współczynników tożsamości (38), (39), (40), (41) i (42).

Z tożsamości (38) otrzymamy równanie

$$m + 2 + nt.$$

Ponieważ w tożsamościach (39), (40), (41) i (42) dla $1, j, k, s, u, t \in \{1, 2, \dots, n\}$ maksymalny stopień funkcji jednocześnie jest równy $m + nt$ otrzymamy więc równań

$$4n^2(m + nt).$$

Ze względu na to, że w każdej gałęzi układu występuje opornik i kondensator, liczba niewiadomych elementów wynosi

Musi więc być spełniona następująca nierówność

$$2b \geq (4n^2+1)(m+nt)+2. \quad (44)$$

Uwzględniając powyższą nierówność w relacji (43) otrzymamy

$$2w \geq (4n^2-1)(m+nt)+2. \quad (45)$$

W nierówności (44) i (45) wniosek 1, Lemat 3)

$$m > nt-1,$$

gdyż wówczas istnieje reprezentacja $3n$ -parowielownika typu RC. Wykazaliśmy więc następujące

TWIERDZENIE 3

Warunkiem koniecznym ażeby w grafie mocno spójnym Γ można było realizować dowolną macierz admittancyjną stopnia t n -parowielownika aktywnego typu RC z n elementami NIC jest, aby

$$2b \geq (4n^2+1)(m+nt)+2,$$

$$2w \geq (4n^2-1)(m+nt)+2,$$

$$m > nt-1,$$

gdzie b - liczba gałęzi grafu Γ ,

w - liczba węzłów grafu Γ .

Powyższe twierdzenie określa klasę struktur podobnych, w których możliwa jest realizacja dowolnej macierzy admittancyjnej z elementów RC i NIC. Ponieważ wyznaczenie tych struktur wiąże się z określeniem obrazów lub przeciwobrazów liczb strukturalnych, zatem w rozwiązaniu zagadnienia są istotne warunki istnienia obrazu geometrycznego [2]:

1° Liczba strukturalna Λ musi mieć rozkład na czynniki jednowierszowe

$$\Lambda = P_1 P_2 \dots P_{w-1}, \quad (46)$$

2° Dowolny element $\alpha_{1k} \in P_j$ może występować co najwyżej w dwóch liczbach P_1, P_j iloczynu (46).

W zagadnieniach syntezy, przy ustaleniu algorytmu generacji liczb strukturalnych przez maszynę cyfrową, dogodnie jest do tych warunków dołączyć jeszcze dodatkowe warunki podane niżej, które zapewniają, że liczba strukturalna jest różna od zera:

$$3^0 \quad P_1 \neq P_j, \quad i \neq j; \quad i, j, \in \{1, 2, \dots, w-1\}; \quad (47)$$

$$4^0 \quad P_1 \neq \sum_k P_k, \quad k \in \{1, 2, \dots, w-1\}; \quad k \neq 1. \quad (48)$$

W oparciu o wyżej podane warunki, zgodnie z odpowiednio ustalonym programem, maszyna cyfrowa generuje wszystkie możliwe liczby strukturalne prowadzące do grafów moono spójnych i spełniające warunki realizacji.

W każdej wygenerowanej strukturze należy wybrać $3n$ wejść $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{3n}$, a następnie skonstruować funkcję wyznacznikową $\det \frac{A_1^d}{Z}$ oraz funkcję jednoznaczności

$$\text{Sim}\left(\frac{\partial A_1^d}{\partial \alpha_k}, \frac{\partial A_1^d}{\partial \alpha_l}\right), \quad k, l, \in \{1, 2, \dots, 3n\}.$$

Elementy $3n$ -parowielownika otrzymany z rozwiązania równań nieliniowych powstałych z porównania współczynników wielomianów (38), (39), (40), (41) i (42).

Sposób przeprowadzania syntezy za pomocą maszyny cyfrowej, umożliwia uwzględnienie różnych kryteriów optymalizacji układu. Fakt ten, jest jedną z zasadniczych zalet omawianej metody. Jeśli przyjmiemy strukturę, która zawiera więcej gałęzi i węzłów, niż to jest konieczne, to możemy wprowadzić nowe związki określające np. równość kondensatorów, określony rozrzut elementów składowych n -parowielownika, odpowiednie stratności kondensatorów itp.

Proces syntezy n -parowielownika aktywnego z elementami RC i NIC można znacznie uprościć jeżeli przyjmą strukturę układu, gdyż nie trzeba przeprowadzić generacji liczb strukturalnych i eliminacji grafów niewłaściwych.

LITERATURA

1. BELLERT S.: Topologiczna analiza i synteza układów liniowych. Zeszyty Naukowe Polit. Warsz. - Elektryka 37, 1967.
2. BELLERT S., WOŹNIAK H.: Analiza i synteza układów elektrycznych metoda liczb strukturalnych. PWN Warszawa 1968.
3. BERGE C.: Theorie des graphes et ses applications Paris 1958.

4. SANDBERG I.W.: Synthesis of Transformerless Active N-port Networks. Bell System Tech. I, Vol. 40. May 1961, pp 761-784.

Przyjęto do druku w styczniu 1972 r.

СИНТЕЗ АКТИВНОГО ПАРПОЛЮСНИКА С "n" ЭЛЕМЕНТОВ "NIC"
МЕТОДОМ СТРУКТУРАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Р е з ю м е

В работе поднято опыт исполнения действительного "n" - парполюсника типа "RC", содержащего "n" элементов "NIC" методом структуральных чисел. Доказано, что существует реализация произвольной адмитансной матрицы активного "n" парполюсника содержащего "n" элементов "NIC" в расположении пассивного "3n" парполюсника типа "RC". Лемма 2 и 3 служит для установления представительства "3n" - парполюсника. Работу суммировано положением определяющим классу похожих структур, в которых возможно исполнение произвольной адмитансной матрицы размером $n \times n$ при помощи "n" элементов NIC а также "3n" парполюсника типа "RC".

SYNTHESIS OF ACTIVE N-PORT NETWORKS OF "N" ELEMENTS "NIC"
BY THE STRUCTURAL NUMBERS METHOD

S u m m a r y

In the paper, an attempt to realize an active n-port RC network including n elements NIC using the structural numbers method is presented. Existence of realization of arbitrary admittance matrix of an active n-port network including n elements NIC in the system of passive 3n-port RC network has been proved. Lemate 2 and the proof of Lemate 3 may be useful in establishing the 3n-port network representation. The work is summarized by a theorem defining the class of similar structures in which realization of any admittance matrix sized $n \times n$ by means of n elements NIC and a 3n-port RC network is possible.