

Անուշ Հարությունյան
 ԱրՊՀ Կիրառական մաթեմատիկայի և
 ինֆորմատիկայի ամբիոն
 Email: anooshik@rambler.ru

**ՊԱՐԶԱԳՈՒՅՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԲԼՈԿ-ՄԽԵՄԱՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ
 ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ԹՎԵՐԻ ՀԱՆՐԱՀԱՇՎԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԻ**

Այն ֆիզիկական համակարգերը, որոնց տոպոլոգիական մոդելը ներկայացվում է գրաֆով, կարող են նկարագրվել կառուցվածքային թվերի հանրահաշվի օգնությամբ: Բարդ ֆիզիկական համակարգի առանձին մասերը ներկայացվում են բազմաբևեռներով (բլոկ-սխեմա), որոնց համակցումով որոշվում է ֆիզիկական համակարգը: Ունենալով յուրաքանչյուր բլոկ-սխեմայի համապատասխան բլոկ-գրաֆ և վերջինիս կառուցվածքային թիվը, կարելի է որոշել ամբողջ գրաֆի կառուցվածքային թիվը, էլնելով բլոկ-գրաֆների միմյանց հետ միացման կառուցվածքից:

Աշխատանքում դիտարկում են "T"-աձև և "Π"-աձև քառաբևեռների տարբեր միակցման դեպքում ստացվող բլոկ-սխեմայի ինչպես նաև երկրբևեռների հետ միակցման կառուցվածքային թվերը:

Բանալի բառեր՝ երկրբևեռ, քառաբևեռ, բլոկ-սխեմա, բլոկ-գրաֆ, ուրվագրաֆ, երկրորդ կարգի կառուցվածքային թիվ, երկրորդ կարգի լրացուցիչ կառուցվածքային թիվ:

Ануш Арутюнян,
 Кафедра прикладной математики и
 Информатики АргУ

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ БЛОК-СХЕМ
 ИСПОЛЬЗУЯ АЛГЕБРУ СТРУКТУРНЫХ ЧИСЕЛ**

Физические системы, у которых топологическая модель может быть представлена в виде графа, могут быть описаны при помощи алгебры структурных чисел. В зависимости от соединения отдельных частей сложной физической системы, которые представлены в виде многополюсников, определяется соответствующая физическая система. Имея для каждой блок-схемы соответствующий блок-граф и его структурное число, можно определить структурное число для всего графа, исходя из структуры соединенных друг с другом блок-графов.

В работе рассматриваются структурные числа полученных схем для всевозможных соединений T-образных, Π-образных четырехполюсников и двухполюсников.

Ключевые слова: двухполюсник, четырехполюсник, блок-схема, блок-граф, скелет, структурное число второго порядка, дополнительно структурное число второго порядка

Anoush Harutyunyan
 The Chair of Applied Mathematics
 and Informatics. ASU

**STUDY OF THE ELEMENTARY ELECTRICAL BLOCK BLOG-SCHEME USING THE ALGEBRA OF
 STRUCTURAL NUMBERS**

Physical systems whose topological model may be represented as a graph may be described by structural numbers algebra. Depending on the connection parts of complex physical systems, which are presented in the form multipoles corresponding physical system is determined. With each flowchart appropriate flow graph and its structural numbers can be determined for the total number of structural graph based on the structure of interconnected flow graphs.

The work deals with the structural number derived schemes for all sorts of connections T-shaped, U-shaped four-pole and two-poles.

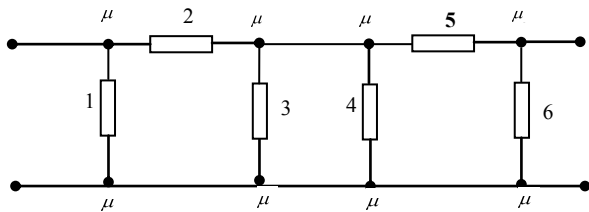
Keywords: two-pole, four-pole, block- scheme, block-graph, skeleton, structural number of second order, supplementary structural number of the second order

Էլեկտրական շղթաների հաշվակն ու ուսումնասիրությունը կարելի է պարզեցնել և ակնառու դարձնել՝ օգտվելով տեղաբանական մեթոդներից: Ցանկացած էլեկտրական շղթայի (սխեմա) համապատասխանության մեջ է դրվում գծային գրաֆ, որի կողերն ու զագաթները համապատասխանում են շղթայի ճյուղերին ու հանգույցներին:

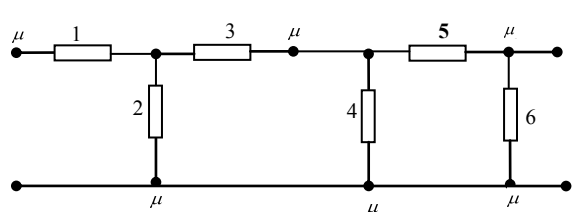
Էլեկտրական ցանցերի (շղթաների) հետազոտումը կառուցվածքային թվերի կիրառմամբ հնարավորություն է ընձեռում, հատկապես բլոկ-սխեմաների և բազմաբևեռների փոխանցման ֆունկցիաների հետազոտման բնագավառում, մշակել միասնական, տեսական և գործնական մեծ արժեք ներկայացնող մեթոդներ: Բարդ էլեկտրական շղթաների հետազոտումը հաճախ նպաստակահարմար է իրագործել մասերով՝ ներկայացնելով այն առանձին բազմաբևեռներով (բլոկներով): Բլոկ-սխեմաները հետազոտելիս դիտարկում են երկու դեպք. ա) բազմաբևեռների (բլոկների) ներքին կառուցվածքները հայտնի են, բ) բազմաբևեռների (բլոկների) ներքին կառուցվածքներն անհայտ են: Առաջին դեպքում բլոկ-գրաֆի բլոկները կարելի է փոխարինել առանձին բազմաբևեռների գրաֆներով ու որոշել յուրաքանչյուր բլոկի կառուցվածքային թիվը և ուսումնասիրությունը կատարել օգտվելով այդ կառուցվածքային թվերից: Երկրորդ դեպքում անհրաժեշտ է օգտվել միայն բազմաբևեռների ընդհանրացված պարամետրերից (մուտքային դիմադրություն կամ հաղորդականություն, լարման կամ հոսանքի փոխանցման ֆունկցիա և այլն): Այս աշխատանքում դիտարկված է առաջին դեպքը: Կատարենք բլոկ-սխեմաների կառուցվածքային թվերի հաշվարկը, երբ նրանց բլոկների ներքին կառուցվածքը հայտնի է: Գրաֆների մոդելավորումը կառուցվածքային թվերի միջոցով թույլ է տալիս գրաֆների հետ կատարվող տոպոլոգիական ձևափոխությունները արտահայտել կառուցվածքային թվերի հանրահաշվի օգնությամբ: Կառուցվածքային թվերի մեթոդը հնարավորություն է տալիս էլեկտրական շղթաների ֆունկցիաները ստանալ սիմվոլիկ (անալիտիկ) տեսքով, որոնց վերլուծությամբ հնարավոր է բացահայտել շղթաների նոր հատկություններ և օրինաչափություններ՝ օգտագործելով այն նոր մեթոդները և մոտեցումները մշակման մեջ:

Նախ դիտարկենք “T”-աձև և “Π”-աձև քառաբևեռներից կազմված բլոկ-սխեմաները:

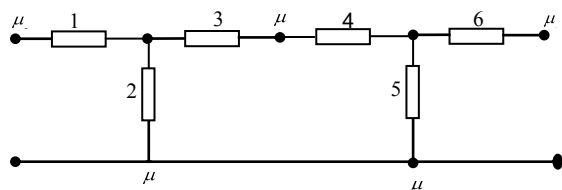
1. “ΠΠ” տեսքի բլոկ-սխեմա՝



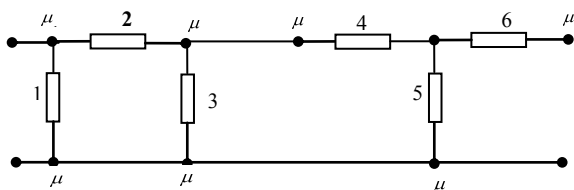
2. “ΠΠ” տեսքի բլոկ-սխեմա՝



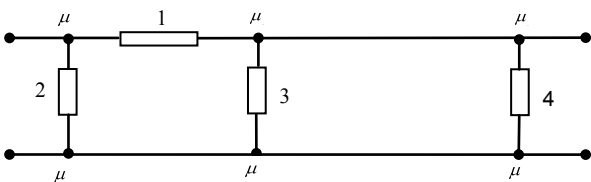
3. “TT” տեսքի բլոկ-սխեմա՝



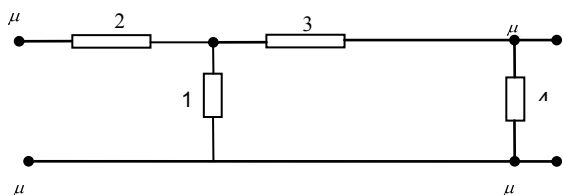
4. “ΠΠ” տեսքի բլոկ-սխեմա՝



5. “Π”-աձև քառաբևեռի միացումը երկբևեռին տեսքի բլոկ-սխեմա



6. “T”-աձև քառաբևեռի միացումը երկբևեռին տեսքի բլոկ-սխեմա



Այժմ բերենք վերը դիտարկված բլոկ-սխեմաների կառուցվածքային թվերը, համարելով, որ բլոկների ներքին կառուցվածքները հայտնի են:

1. ΠΠ-դեպք

Հաշվենք առանձին բլոկների A_1^d, A_2^d լրացուցիչ կառուցվածքային թվերը՝

$$A_1^d = , \quad A_2^d = \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Բլոկ-գրաֆի 2A կառուցվածքային և ${}^2A^d$ լրացուցիչ կառուցվածքային թվերը կլինեն

$${}^2A = \frac{\partial \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}}{\partial \begin{bmatrix} 3 & 4 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial A_1}{\partial 3} & \frac{\partial A_1}{\partial 4} & A_1 \\ A_2 & A_2 & \frac{\partial A_2}{\partial 3} \end{bmatrix} \quad \frac{\partial A_1}{\partial 3} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_1}{\partial 4} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_2}{\partial 3} = \begin{bmatrix} 5 \\ 6 \end{bmatrix}$$

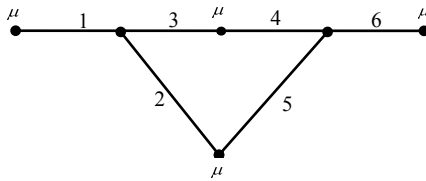
$${}^2A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 5 & 6 \\ 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 4 & 5 & 4 & 4 & 5 & 3 & 3 \\ 6 & 6 & 5 & 6 & 6 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

$${}^2A^d = A_0^d \begin{bmatrix} A_1^d \\ A_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 \\ 5 & 6 & 4 & 5 & 6 & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

Ստուգում՝

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \\ 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 4 & 4 & 3 & 4 & 4 & 5 & 5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

3. TT- դեպք



Նկ.3 “T T” դեպքի բլոկ-Ուրվագրաֆի լրացուցիչ կառուցվածքային թիվը կլինի՝

գրաֆը (ուրվագրաֆը նույնն է)

$$A_0^d = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

A_1, A_2 կառուցվածքային և A_1^d, A_2^d լրացուցիչ կառուցվածքային թվերը կլինեն՝

$$A_1 = \begin{bmatrix} 2 & 3 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} 5 & 6 \end{bmatrix}, \quad A_1^d = , \quad A_2^d = ,$$

Բլոկ-գրաֆի 2A կառուցվածքային և ${}^2A^d$ լրացուցիչ կառուցվածքային թվերը կլինեն

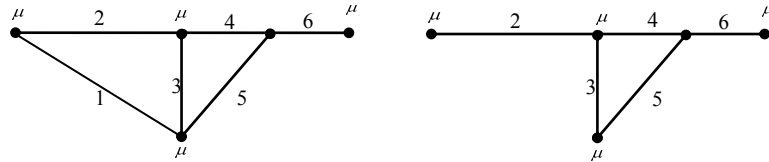
$${}^2A = \frac{\partial \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}}{\partial \begin{bmatrix} 3 & 4 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial A_1}{\partial 3} & \frac{\partial A_1}{\partial 4} & A_1 & A_1 \\ A_2 & A_2 & \frac{\partial A_2}{\partial 3} & \frac{\partial A_2}{\partial 4} \end{bmatrix} \quad \frac{\partial A_1}{\partial 3} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_1}{\partial 4} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_2}{\partial 3} = \begin{bmatrix} 5 \\ 6 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_2}{\partial 4} = \begin{bmatrix} 6 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$${}^2A = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 6 \\ 2 & 5 & 4 \\ 6 & 1 & 1 \\ 4 & 3 & 3 \\ 5 & 2 & 2 \end{bmatrix} \quad {}^2A^d = A_0^d \begin{bmatrix} A_1^d \\ A_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

Ստուգում՝

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ 3 & 4 & 4 \\ 6 & 6 & 6 \\ 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

4. ՊՏ-դեպ



Նկ.4

ա) բոկ գրաֆ

բ) ուրվագրաֆ

“ՊՏ”

դեպի բոկ-գրաֆը (ա) և նրա ուրվագրաֆը (բ)

Ուրվագրաֆի լրացուցիչ կառուցվածքային թիվը կլինի՝

$$A_0^d = \begin{bmatrix} 4 & 5 \end{bmatrix}$$

A_1, A_2 կառուցվածքային և A_1^d, A_2^d լրացուցիչ կառուցվածքային թվերը կլինեն՝

$$A_1 = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 3 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}, \quad A_1^d = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}, \quad A_2^d = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$$

Բոկ-գրաֆի 2A կառուցվածքային և ${}^2A^d$ լրացուցիչ կառուցվածքային թվերը կլինեն

$${}^2A = \frac{\partial \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}}{\partial \begin{bmatrix} A_0^d \\ 4 & 5 \end{bmatrix}} = \frac{\partial \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}}{\partial} = \begin{bmatrix} \frac{\partial A_1}{\partial} & A_1 & A_1 \\ A_2 & \frac{\partial A_2}{\partial} & \frac{\partial A_2}{\partial} \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_1}{\partial} = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_2}{\partial 4} = \begin{bmatrix} 6 \\ 5 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial A_2}{\partial} = \begin{bmatrix} 6 \\ 5 \end{bmatrix}$$

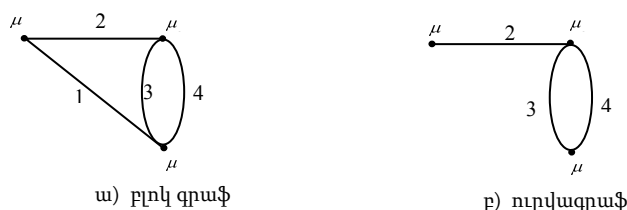
$${}^2A = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 6 & 5 & 5 & 5 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 \\ 5 & 2 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$${}^2A^d = A_0^d \begin{bmatrix} A_1^d \\ A_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 5 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 4 & 4 & 4 & 5 & 5 & 5 \\ 2 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

Ստուգում՝

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 4 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

5. “Պ”-աձև քառաբևեռի միացումը երկբևեռին:



ա) բոկ գրաֆ

բ) ուրվագրաֆ

Նկ.5 Դիտարկված դեպքի բլոկ-գրաֆը (ա) և նրա ուրվագրաֆը (բ)

$$A_0^d = \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix} \quad A_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 3 \end{bmatrix} \quad A_1^d = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \quad A_2^d = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

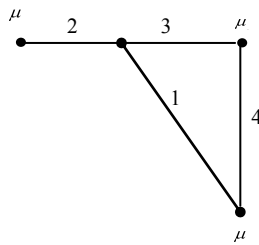
$${}^2A = \frac{\partial \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}}{\partial A_0^d} = \begin{bmatrix} \frac{\partial A_1}{\partial A_0^d} & A_1 \\ A_2 & \frac{\partial A_2}{\partial A_0^d} \end{bmatrix} \quad \frac{\partial A_1}{\partial A_0^d} = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} \quad \frac{\partial A_2}{\partial A_0^d} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$${}^2A^d = A_0^d \begin{bmatrix} A_1^d \\ A_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 4 & 4 & 4 \\ 2 & 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

Ստուգում՝

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 \\ 4 & 1 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

6. “T”-աձև քառարկեղի միացումը երկրենոին:



Նկ.6 Դիտարկված դեպքի բլոկ-գրաֆը

(ուրվագրաֆը նույնն է)

$$A_0^d = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix} \quad A_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad A_1^d = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \quad A_2^d = \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2A = \frac{\partial \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}}{\partial A_0^d} = \frac{\partial \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix}}{\partial \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial A_1}{\partial 3} & \frac{\partial A_1}{\partial 4} & A_1 \\ A_2 & A_2 & \frac{\partial A_2}{\partial A_0^d} \end{bmatrix} \quad \frac{\partial A_1}{\partial 3} = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \quad \frac{\partial A_1}{\partial 4} = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \quad \frac{\partial A_2}{\partial A_0^d} = \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2A = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^2A^d = A_0^d \begin{bmatrix} A_1^d \\ A_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Ստուգում՝

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 2 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}$$

Գրականություն

1. Беллерт С., Возняцки Г. Анализ и синтез электрических цепей методом структурных чисел. – М.: Мир, 1972.
2. Акопджанян Г.Д., Сафарян В.С. Исследование электрических цепей методом структурных чисел: Учебное пособие, ГИУА, Ереван, 1995.
3. Акопджанян Г.Д., Сафарян В.С. Анализ электрических блок-схем с применением алгебры структурных чисел: Моделирование, оптимизация, управление, вып. 4, Ереван-2001.
4. Атабеков Г.И. Основы теории цепей, 1966.