

Վ.Շ. ՄԵԼԻՔՅԱՆ, Է.Է. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Կ.Գ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Դ.Դ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Վ.Ս. ՍՈՂՈՄՈՆՅԱՆ

ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ՍԽԵՄԱՆԵՐԻ ՏԱՐԱՆՋԱՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴ

Առաջարկված է էլեկտրոնային սխեմաների կառուցվածքային տարանջատման մոտեցում, որը հնարավորություն է ընձեռում հաշվի առնել խառը էլեկտրատրամաբանական մոդելավորման պահանջները: Մշակված մեթոդն ունի օգտագործողի պահանջներին հարմարվելու հատկություն: Այն թույլ է տալիս ժամանակի յուրաքանչյուր պահին հաշվարկել սխեմայի անցողիկ պրոցեսները միայն նրա ակտիվ մասերի համար: Մեթոդն ապահովում է հաշվարկների համար անհրաժեշտ մեքենայական ժամանակի և հիշողության տնտեսում:

Առանցքային բառեր. էլեկտրոնային սխեմա, էլեկտրատրամաբանական մոդելավորում, կառուցվածքային տարանջատում, տեղեկատվական գրաֆ:

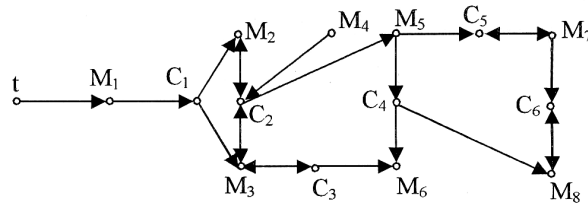
Կառուցվածքային տարանջատման եղանակն առաջարկվել է [1-3] աշխատանքներում: Ստորև առաջարկվում է այդ խնդրի լուծման ավելի ընդհանուր և ձևայնացված մոտեցում, որը, ի տարբերություն հիշատակված աշխատանքների, թույլ է տալիս բացի էլեկտրականներից, հաշվի առնել նաև բոլոր տեսակի կապերը մոդելների միջև և խառը մոդելավորման [4-6] պահանջները, հարմարեցնել հաշվարկը օգտագործողի պահանջներին, ինչպես նաև լավարկել հիշողության ծախսերը:

Կառուցվածքային տարանջատումը հիմնված է հաշվարկի գործընթացում մոդելների միջև շրջանառող տեղեկատվության հոսքերի ուղղությունների վերլուծության վրա: Հետևաբար՝ կարելի է ինտերֆեյսները չառանձնացնել որպես վերլուծվող կառուցվածքի ինքնուրույն մասեր՝ ենթադրելով, որ դրանք ներկառուցված են համապատասխան մոդելների մեջ: Այդ դեպքում հաշվարկվող սխեման բաղկացած կլինի M_i մոդելներից և կապի C_R հավասարումներից (M_i -ի տակ կարող է հասկացվել և՛ կամայական մակարդակի տարրի մոդելը, և՛ մոդելների կամայական համախումբը՝ ենթասխեման):

M_i մոդելում C_R հավասարումներից ստացվում է տեղեկատվություն: Բացի դրանից՝ M_i -ն կարող է բացահայտ ձևով կախված լինել t ժամանակից, եթե դրանից կախված են M_i -ի պարամետրերը: Ընդհանուր դեպքում M_i -ի պարամետրերը կախված են մի շարք գործոններից՝ ջերմաստիճանից, ճառագայթման հոսքից և այլն: Եթե այդ գործոնները հաստատուն են, չեն ազդում սխեմայի տեղեկատվական հոսքերի վրա, իսկ եթե կախված են ժամանակից կամ սխեմայի վիճակից, այդ կախվածությունն արտացոլվում է այդ գործոնների արժեքները հաշվարկող համապատասխան C_R հավակարգով: Այնուհետև այդ կախվածությունը որոշող C_k կապի հավասարումների միջոցով դրանք փոխանցվում են այլ M_i -ներ, որոնց պարամետրերը կախված են տվյալ գործոններից: Այսպիսով՝ C_k -երը վերաբերում են ոչ միայն M_i -ի էլեկտրական հանգույցներին, այլև արտացոլում են մոդելների միջև տեղեկատվական կապի մյուս տեսակները:

M_i -երի և C_k -երի միջև տեղեկատվության փոխանակումը կարող է փոխադարձ լինել: Օրինակ՝ հանգուցային պոտենցիալների մեթոդով ձևավորվող կապի հավասարումներում C_k -ից M_i փոխանցվում են հանգույցների պոտենցիալների արժեքները, իսկ M_i -ից C_k ՝ մոդելի բևեռների հոսանքները և հաղորդականությունների մատրիցը: Սակայն բազմամակարդականի խառը մոդելավորումը [4-6] հաճախ հանգեցնում է տեղեկատվության միակողմանի փոխանցմանը: Էլեկտրական մոդելներում դա կապված է հոսանքի և լարման աղբյուրների հետ: Որպես կանոն, միակողմանի են նաև մոդելների ֆունկցիոնալ և բազմաթիվ այլ կապեր:

Մոդելների միջև տեղեկատվական հոսքերի նկարագրման համար օգտագործվում է սխեմայի տեղեկատվական գրաֆը (ՏԳ) (նկ.1), որի գագաթներն են M_i -ն, C_k -ն և ժամանակն արտահայտող t գագաթը: Գրաֆի ճյուղերը մատնանշում են տեղեկատվության փոխանցման ուղղությունները: Բարդ կառուցվածք ունեցող M_i -ն կարող է ներառվել ՏԳ-ի մեջ՝ որպես ենթագրաֆ: Նախ դիտարկենք այն դեպքը, երբ յուրաքանչյուր M_i -ն կարելի է ներկայացնել ՏԳ-ի միայն մեկ գագաթով (հետագայում պարզ կդառնա, որ դա կարելի է անել, եթե M_i -ի բևեռները տեղեկատվորեն կապված են միմյանց հետ):



Նկ. 1. Տեղեկատվական գրաֆի օրինակ

Տեղեկատվական գրաֆին կարելի է համապատասխանեցնել տեղեկատվական I մատրիցը, որն արտահայտում է հարևան գագաթների միջև տեղեկատվության անմիջական փոխանցումը: I -ի տողերի և սյուների քանակը համապատասխանում է ՏԳ-ի գագաթների քանակին: I_{ii} անկյունագծային տարրերը հավասար են ժամանակի որոշակի t պահին M_i վիճակի վերաբերյալ տեղեկատվության ծավալին, որը չափվում է հիշողության բջիջների այն քանակով, որն անհրաժեշտ է հիշել, որպեսզի տվյալ գագաթի հաշվարկն ընդհատելուց հետո հնարավոր լինի վերսկսել այն: Սովորաբար I_{ii} -ն հավասար է գագաթի վիճակը բնութագրող ներքին փոփոխականների թվաքանակին՝ գումարած լրացուցիչ տվյալների որոշակի քանակություն: Մասնավոր դեպքում կարող է պատահել, որ $I_{ii}=0$: Բայց I մատրիցի կառուցվածքի տեսանկյունից, բոլոր անկյունագծային տարրերը կենթադրվեն կառուցվածքայնորեն ոչ գրոյական՝ անկախ դրանց թվային արժեքից:

I_{ij} ոչ անկյունագծային տարրը կենթադրվի կառուցվածքայնորեն ոչ գրոյական, եթե ՏԳ-ում կա j գագաթից i գագաթ ուղղված ճյուղ: I_{ij} -ի արժեքը հավասար է ժամանակի որևէ t պահին j գագաթի վերաբերյալ տեղեկատվության քանակին, որը պետք է ունենալ i գագաթի հաշվարկի համար՝ պայմանով, որ j գագաթն արդեն հաշվարկված է: Օրինակ՝ հանգուցային պոտենցիալների եղանակով կապի հավասարումների հաշվարկի ժամանակ $C_j \rightarrow M_i$ փոխանցման համար I_{ij} -ն հավասար է M_i -ի վրա անմիջականորեն ազդող հավասարումների համակարգի C_j

հանգուցային պոտենցիալների քանակին: Իսկ $M_j \rightarrow C_i$ փոխանցման համար I_{ij} -ն հավասար է C_i -ի վրա ազդող M_j -ի բևեռային հոսանքների քանակին: Պետք է նշել, որ վերջին դեպքում I_{ij} -ում հաշվի չի առնվում M_j մոդելի Յակոբյան մատրիցի տարրերի քանակը, քանի որ Յակոբի մատրիցը պետք է միայն M_j -ի և C_k -ի համատեղ հաշվարկի ժամանակ: Իսկ տվյալ դեպքում բերված I_{ij} -ի շնորհիվ պետք է ենթադրել, որ M_j -ն արդեն հաշվարկված է և դրա բևեռային հոսանքները հայտնի են:

Եթե I մատրիցում սկզբից տեղադրենք t գազաթը, իսկ այնուհետև M_i -ն և C_k -ն, ապա այն կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$I = M_i \begin{bmatrix} t & M_i & C_K \\ t & 1 & 0 & 0 \\ M_t & M_M & M_C \\ C_K & 0 & C_M & C_C \end{bmatrix}, \quad (1)$$

որտեղ M_M -ը և C_C -ն անկյունագծային մատրիցներ են, M_t -ն՝ վեկտոր, որի ոչ զրոյական բաղադրիչները նշում են ժամանակից բացահայտ ձևով կախված պարամետրեր ունեցող մոդելները, C_M մատրիցն արտացոլում է տեղեկատվության փոխանցումը M_i -ից C_K , M_C մատրիցը՝ փոխանցումը C_K -ից M_i : Բերված օրինակի (նկ. 1) համար C_M -ն և M_C -ն ցույց են տրված նկ. 2-ում:

$$C_M = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 & M_6 & M_7 & M_8 \\ C_1 & I_{C_1 M_1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_2 & 0 & I_{C_2 M_2} & I_{C_2 M_3} & I_{C_2 M_4} & 0 & 0 & 0 \\ C_3 & 0 & 0 & I_{C_3 M_3} & 0 & 0 & I_{C_3 M_6} & 0 \\ C_4 & 0 & 0 & 0 & 0 & I_{C_4 M_5} & I_{C_4 M_6} & 0 \\ C_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & I_{C_5 M_5} & 0 & I_{C_5 M_7} \\ C_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I_{C_6 M_7} & I_{C_6 M_8} \end{bmatrix}$$

$$M_C = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ M_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ M_2 & I_{M_2 C_1} & I_{M_2 C_2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ M_3 & I_{M_3 C_1} & I_{M_3 C_2} & I_{M_3 C_3} & 0 & 0 & 0 \\ M_4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ M_5 & 0 & I_{M_5 C_2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ M_6 & 0 & 0 & 0 & I_{M_6 C_4} & 0 & 0 \\ M_7 & 0 & 0 & 0 & 0 & I_{M_7 C_5} & 0 \\ M_8 & 0 & 0 & 0 & I_{M_8 C_4} & 0 & I_{M_8 C_6} \end{bmatrix}$$

Նկ. 2. C_M և M_C մատրիցները (նկ. 1-ի SQ-ի համար)

I մատրիցի յուրաքանչյուր i -րդ տող իր ոչ զրոյական ոչ անկյունագծային տարրերով ($\Omega \Omega US$) ցույց է տալիս, թե որ գազաթներից է տեղեկատվությունն անմիջապես փոխանցվում i -րդ գազաթ, իսկ j -րդ սյունը՝ որ տեղեկատվությունը հարևան գազաթներ է փոխանցվում j գազաթից:

I մատրիցը կապված է այլ մատրիցների հետ, որոնք հաճախ օգտագործվում են սխեմաների հաշվարկի համար: Այսպես, օրինակ, $C = C_M M_C$ մատրիցն իր $\Omega \Omega US$ -

երով արտացոլում է կապի հավասարումների համակարգի մատրիցի ոչ զրոյական տարրերի կառուցվածքը (առանց հաշվի առնելու LU-բաղադրման պրոցեսում առաջացող՝ նոր ոչ զրոյական տարրերը): Այսինքն՝ C-ն լավարկված կարգավորման ավգորիթմների աշխատանքի համար սովորաբար ելակետային մատրից է:

Կառուցվածքային տարանջատումն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է SQ-ում բացահայտել հետադարձ կապով ընդգրկված փոխկապակցված գազաթների համակարգերը: Այդպիսի գազաթների հավասարումները պետք է լուծվեն միասին, այսինքն՝ կազմեն հավասարումների ընդհանուր համակարգի ենթահամակարգերը: Դրանց կարելի է առանձնացնել՝ կառուցելով կրճատված տեղեկատվական գրաֆ (ԿՏԳ), որի գազաթներին համապատասխանում է սկզբնական SQ-ի հետադարձ կապեր ունեցող գազաթների բազմությունը:

ԿՏԳ-ի և SQ-ի գազաթների միջև համապատասխանությունը կարելի է արտացոլել S մատրիցում, որի տողերի քանակը հավասար է ԿՏԳ-ի գազաթների քանակին, իսկ սյուների քանակը՝ SQ-ի գազաթների քանակին:

S-ի ձևավորումից հետո կարելի է ձևավորել ԿՏԳ-ի տեղեկատվական I_c մատրիցը: Դրա I_{kr}^c տարրերը որոշվում են հետևյալ կերպ. եթե SQ-ի $B_{k1}, B_{k2}, \dots$ գազաթները մտել են ԿՏԳ-ի B_k գազաթի մեջ, իսկ $B_{r1}, B_{r2}, \dots$ գազաթները մտել են B_r -ի մեջ, ապա

$$I_{kr}^c = \sum_i \sum_j I_{k_i r_j}, \quad I_{kk}^c = \sum_i I_{k_i k_i}, \quad I_{rr}^c = \sum_j I_{r_j r_j} \quad (2)$$

Գործնականորեն ավելի հարմար է ԿՏԳ-ը ձևավորել երկու փուլով: Առաջին փուլում միացվում են իրար հետ անմիջապես երկկողմանիորեն կապված SQ-ի գազաթները: Դրանք գտնվում են I-ի սիմետրիկ ՈԶՈՍՏ-երով և միացվում են I-ի տողերի և սյուների համապատասխան գումարման միջոցով: Եթե արդյունքում ստացվում են նոր սիմետրիկ ՈԶՈՍՏ-եր, ապա դրանք վերացվում են համանման ձևով: Արդյունքում ստացվում է հարևան գազաթների միջև միակողմանի կապերով մասնակի կրճատված SQ:

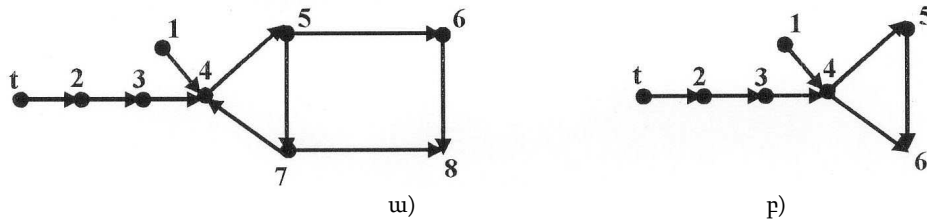
Նկ. 1-ում ցուցադրված օրինակի համար այդպիսի մասնակի կրճատված SQ-ը բերված է նկ. 3.ա-ում: Այնուհետև արդեն այդ գրաֆի համար իրականացվում է հետադարձ կապի ուրվագծերին համապատասխանող գազաթների միավորում, և վերջնականապես ձևավորվում են S և I_c մատրիցները: Նկ. 1-ում բերված օրինակի համար ԿՏԳ-ն ունի նկ. 3բ-ում բերված տեսքը, իսկ դրա մատրիցների կառուցվածքը բերված է նկ. 4-ում: Նկ. 3.ա-ից նկ. 3բ-ին անցման ժամանակ իրականացվել է հետադարձ կապով ընդգրկված 6, 8, 7 գազաթների միավորում:

Տրված օրինակում ստացվեց ստորին եռանկյունային մատրից, որովհետև ԿՏԳ-ի գազաթները համարակալված էին ըստ տեղեկատվության տարածման: Կարելի է ցույց տալ, որ տողերի և սյուների համապատասխան փոփոխությամբ I_c -ն միշտ կարելի է բերել ստորին եռանկյունային տեսքի:

ԿՏԳ-ում կարող են լինել գազաթներ, որոնց չի հասնում տեղեկատվությունը t գազաթից: Այդ դեպքում անցողիկ պրոցեսների հաշվարկի ժամանակ այդ գազաթներին համապատասխանող հավասարումները լուծել պետք չէ: Բավական է վերցնել կայուն ռեժիմում այդ հավասարումների լուծումների արդյունքները:

ԿՏԳ-երում նման գազաթներին կարող են համապատասխանել սնուցման աղբյուրների, ռեժիմային հոսանքի և լարման սխեմաները և այլն: Այդ գազաթները

ցանկալի է առանձնացնել՝ դրանց շնորհիվով t գագաթի համարին նախորդող համարներ: Դա կարելի է իրականացնել հետևյալ կերպ: Դիցուք, I_c -ն եռանկյունային տեսքի բերելուց հետո t գագաթի համարն է l : Ապա հերթականությամբ, սկսած $l+1$ -ից, դիտարկվում են I_c -ի տողերը և եթե գտնվում է այնպիսի j տող, որի համար $I_{j,l+1}^c = \dots I_{j,j-1}^c = 0$, ապա այն դրվում է t գագաթին համապատասխանող տողից առաջ: Նման փոփոխությունը չի խախտում I_c -ի ստորին եռանկյունային տեսքը:



Նկ. 3. ԿՏԳ-ի ձևավորում ըստ նկ. 1-ի ՏԳ-ի. ա) երկկողմանի կապերի սեղմում, բ) ԿՏԳ

Այսպիսով՝ նկարագրված քայլերից հետո ԿՏԳ-ի գագաթները դառնում են համարակալված այնպիսի հաջորդականությամբ, որ յուրաքանչյուր գագաթի հավասարումների ենթահամակարգի լուծումը կախված է նախորդ գագաթների հաշվարկի արդյունքներից և կախված չէ հաջորդներից: Այլ կերպ ասած՝ ստացվել է սխեմայի տարանջատում, որը թույլ է տալիս առանձնացված հատվածների միջև իրականացնել հաջորդական հաշվարկ առանց մոտարկումների: Ցույց տանք, թե ինչպես կարելի է հաշվարկների ծավալն ու հաջորդականությունը հարմարեցնել այն տեղեկատվությանը, որն օգտագործողը կցանկանար ստանալ հաշվարկի արդյունքում:

$$S = \begin{matrix} & t & M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 & M_6 & M_7 & M_8 & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} t \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad I_c = \begin{matrix} & 1 & t & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ \begin{pmatrix} 1 \\ t \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x & x & 0 & 0 & 0 \\ x & 0 & 0 & x & x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & x \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Նկ. 4. S և I_c մատրիցները (նկ. 3.բ-ի ԿՏԳ-ի համար)

Օգտագործողի պահանջները կարելի է ներկայացնել ՏԳ-ի լրացուցիչ գագաթի միջոցով՝ I մատրիցին աջից ավելացնելով զրոյական սյուն, իսկ ներքևից՝ M տող, որի ոչ զրոյական տարրերը հավասար են ՏԳ-ի այս կամ այն գագաթում պահանջվող տեղեկատվության ծավալին: Եթե պահանջվում է անցողիկ պրոցեսի հաշվարկ, t գագաթին վերաբերող M տողի տարրը ընդունվում է հավասար միավորի: I մատրիցին աջից նույնպես ավելացվում է զրոյական սյուն, իսկ ներքևից՝ M_c տող, որը որոշվում է հետևյալ հարաբերությամբ.

$$M_c = MS^t: \quad (3)$$

Օգտագործողի գագաթի վրա ազդեցություն չթողնող գագաթները հաշվարկելն անիմաստ է: Դրանց կարելի է տալ համարներ, որոնք գերազանցում են

օգտագործողի N_R գազաթի համարը, հետևյալ կերպ՝ N_R-1 -ից սկսած դիտարկվում են N_C տողերը՝ համարների նվազման ուղղությամբ: Եթե գտնվում է այն j գազաթը, որի համար $I_{j+1,j}^c = \dots = I_{N_R,j} = 0$, ապա դրանց շնորհիվում է օգտագործողի գազաթին հաջորդող համար, իսկ I_C -ի տողերը և պոնները համապատասխանաբար տեղափոխվում են: Վերջում N_R -ը գերազանցող համարներով գազաթները չեն դիտարկվում և մնում է արդյունարար I_R մատրիցը, որի հիման վրա էլ պլանավորվում է հաշվարկը: Լուծման հաջորդականությունը կարող է որոշվել գազաթների համարակալման կարգով:

Դիցուք, նկ. 1-ում բերված օրինակում տվյալ պահին օգտագործողի կողմից իրականացվող հաշվարկում պահանջվում է C_1 -ից և C_2 -ից ստացվող տեղեկատվությունն անցողիկ պրոցեսների վերաբերյալ: Այդ դեպքում՝

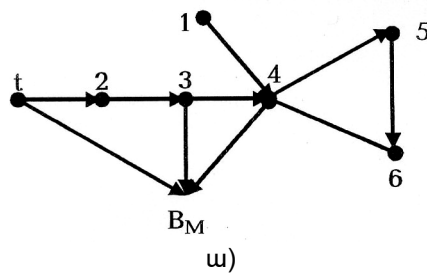
t M₁ M₂ M₃ M₄ M₅ M₆ M₇ M₈ C₁ C₂ C₃ C₄ C₅ C₆

$M = (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ x \ 0 \ 0 \ 0 \ x \ x \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$,

M_c տողն ունի հետևյալ տեսքը.

1 t 2 3 4 5 6

$M_c = (0 \ 1 \ 0 \ x \ x \ 0 \ 0)$



$$I_C = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & t & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & B_M \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ t \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ B_M \end{matrix} & \begin{pmatrix} x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x & 0 & 0 & x & x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & x & 0 \\ 0 & x & 0 & x & x & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$I_C = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & t & 2 & 3 & 4 & B_M & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ t \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ B_M \\ 5 \\ 6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x & 0 & 0 & x & x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & 0 & x & x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & 0 & x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & 0 & x & x \end{pmatrix} \end{matrix}$$

բ)

Նկ. 5. Նկ. 3 բ-ի ԿՏԳ-ի մեջ օգտագործողի B_M գազաթի ներմուծում

ա) B_M -ով լրացված ԿՏԳ, բ) I_C մատրիցը և B_M -ի տեղափոխության արդյունքը

Նկ. 3.բ-ի ԿՏԳ-ում ավելացվում է օգտագործողի՝ նկ. 5.ա-ում պատկերված B_M գազաթը: Նկ. 5.ա-ում բերված է այդ ԿՏԳ-ի I_h մատրիցը: Տողերի վերոնկարագրյալ տեղափոխությունից հետո այն ստանում է նկ. 5.բ-ում բերված տեսքը, որտեղ նշված է արդյունարար I_R մատրիցը:

Ստացված արդյունքը, հաշվի առնելով S մատրիցի տեսքը, կարելի է մեկնաբանել հետևյալ կերպ: M_4 մոդելը (գազաթ 1) հաշվարկվում է միայն ստատիկ ռեժիմում, և անցողիկ պրոցեսների ընթացքում դրանից ստացվող տեղեկատվությունը չի վերահաշվարկվում: Դա հետևում է այն բանից, որ 1 գազաթը նախորդում է t-ին: Անցողիկ պրոցեսների ժամանակ հաշվարկը կատարվում է հետևյալ հաջորդականությամբ՝ հաշվարկվում է M_i մոդելը (գազաթ 2), հետո լուծվում են C_i կապի հավասարումները (գազաթ 3), այնուհետև լուծվում է $M_2, M_3, M_5, M_6, C_2, C_3, C_4$ հավասարումների համակարգը (գազաթ 4): M_7, C_5 (գազաթ 5), և M_8, C_6 (գազաթ 6) հավասարումների և դրանց լուծման կարիք չկա ոչ ստատիկ և ոչ էլ անցողիկ ռեժիմների համար, քանի որ այն ոչ մի կերպ չի անդրադառնում օգտագործողի կողմից պահանջվող տեղեկատվության վրա: Ավելին՝ եթե նախագծման տվյալ փուլում կատարվում է որևէ հատվածի մշակում (օրինակ՝ 3 և 4 գազաթները պարունակող), ապա ցանկացած փոփոխությունների դեպքում անհրաժեշտություն չկա կրկին հաշվարկել դրանց տեղեկատվություն փոխանցող գազաթները (1 և 2): Բավարար է միայն հիշել առաջին հաշվարկից հետո տեղեկատվությունը և հետագայում օգտագործել այն՝ կրկնելով միայն այն գազաթների հաշվարկը, որոնցում կատարված են փոփոխությունները:

Բերված օրինակն արտացոլում է կառուցվածքային տարանջատման հաշվին ստացվող առավելություններից մի քանիսը՝

1. Կարելի է առանց ճշտության որևէ կորստի հրաժարվել սխեմայի մի մասի հաշվարկից, եթե տվյալ առաջադրանքում օգտագործողին անհրաժեշտ է տեղեկատվություն ոչ թե ամբողջ սխեմայի ելքից, այլ ինչ-որ միջանկյալ կետից:
2. Կարելի է խուսափել անցողիկ պրոցեսների հաշվարկից սխեմայի այն մասերում, որտեղ կանխավ հայտնի է դրանց բացակայությունը: Ճիշտ է, նույն բանը կարելի է անել՝ կիրառելով լատենտությունը հաշվի առնելու եղանակները, բայց դրանք պահանջում են լրացուցիչ հաշվարկներ:

Հիմնական առավելությունը, որը թույլ է տալիս հավասարումների լրիվ համակարգի լուծումը փոխարինել դրա առանձին ենթահամակարգերի հաջորդական լուծումներով, խնդրի տարանջատումն է: Յուրաքանչյուր ենթահամակարգի լուծումը կարելի է իրականացնել դրա համար առավելագույնս ընդունելի մեթոդներով, լավարկված ժամանակային քայլերով: Ակնհայտ է նաև համակարգչային հիշողության տնտեսումը, քանի որ յուրաքանչյուր ենթահամակարգի հաշվարկի համար կարելի է օգտագործել հիշողության միևնույն հատվածները: Որոշ դեպքերում մեքենայական ժամանակի և հիշողության նկատելի տնտեսումը կարող է կապված լինել նաև ԿՏԳ-ի տարբեր գազաթների մեջ մտնող հավասարումների կապն արտահայտող Յակոբիի մատրիցի տարրերը հաշվարկելու և հիշողության մեջ պահելու անհրաժեշտության վերացմամբ: Այդ պատճառով Յակոբիի մատրիցի տարրերի քանակը հաշվի չի առնվում I և I_c մատրիցների տարրերի մեջ մտնող տեղեկատվության ծավալների հաշվարկման ժամանակ:

Դիտարկված կառուցվածքային տարանջատումն ավելի արդյունավետ է, եթե օգտագործվում են շատ միակողմանի ուղղված M_i -ներ և սխեմայում բացակայում է ընդհանուր հետադարձ կապը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Stievano I.S., Canavero F.G., Maio I.A.** Parametric Macromodels of Digital I/O Ports // IEEE Trans. Advanced Packaging. - 2002. - Vol. 25, №. 2. -P. 255-264.
2. **Stievano I.S., Chen Z., Becker D., Canavero F.G., Katopis G., Maio I. A.** Macromodeling of Digital I/O Ports for System EMC Assessment // Proc. of Design, Automation and Test in Europe Conference, DATE, Paris, F. – 2002. –P. 4-8.
3. **Архангельский А. Я.** Моделирование больших электронных схем методами структурной и событийной декомпозиции. – М.: МИФИ, 1986. -24с.
4. **Архангельский А. Я., Меликян В. Ш.** Смешанное схемотехническое и функционально-логическое моделирование аналого-цифровых схем // Электронное моделирование / АН СССР. - Киев. -1984. -Т. 6. - С. 35-39.
5. **Saleh R., Antao B., Singh J.** Multilevel and Mixed-Domain Simulation of Analog Circuits and Systems // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. - 1996. - Vol. 15, No.1 -P. 68-81.
6. **Saleh R., Shyh-Jye Jou.** Mixed Mode Simulation and Analog Multilevel Simulation // Kluwer Academic Publishers. -1994.

Հղեց: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 12.04.2003:

**В.Ш. МЕЛИКЯН, Э.Э. МКРТЧЯН, К.Г. МКРТЧЯН, Д.Д. ОГАНЕСЯН,
В.С. СОГОМОНЯН**

МЕТОД РАЗЪЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Предлагается подход к структурной декомпозиции электронных схем, позволяющий учесть требования смешанного электро-логического моделирования. Разработанный метод имеет свойство адаптации к требованиям пользователя, позволяет рассчитывать только активные фрагменты схемы в каждый момент времени и обеспечивает экономию машинного времени и памяти, необходимых для расчетов.

**V.SH. MELIKYAN, E.E. MKRTCHYAN, K.G.MKRTCHYAN,
D.D. HOVHANNISSYAN, V.S. SOGHOMONYAN**

METHOD OF ELECTRONIC CIRCUIT DISCONNECTION

An approach to structural decomposition of electronic circuits that permits to take into account the demand for mixed electrological simulation is proposed. The method developed has a property of adoption to the user's requirements, allows to calculate only active fragments of the circuit at every moment and provides machine time and memory economy necessary for calculations.