

Վ.Շ. ՄԵԼԻՔՅԱՆ, Ա.Պ. ԿՈՒԼԱԽՍՅԱՆ

ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ԱՌՈՒՄՈՎ ՔՎԱՆՏԱՑՎԱԾ ԵՎ ՄԻՋԻՆԱՑՎԱԾ
ՎԻՃԱԿՆԵՐՈՎ ՏՐԱՄԱԲԱՆԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼՆԵՐ

Նկարագրված են թվային տարրերի տրամաբանական մոդելներ՝ կոդմոնտրոշված հատուկ բազմամակարդակ մոդելավորման ծրագրերին: Բերված են տարբեր բարդության և ճշտության մոդելների տարբերակներ: Քննարկված են ժամանակային պարամետրերի կախվածությունները զանազան գործոններից:

Առանցքային բառեր. տրամաբանական մոդել, թվային տարր, գրգռված վիճակ, կայունացված վիճակ, անցողիկ գործընթացներ:

ՏՐԱՄԱԲԱՆԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼՆԵՐ

Մոդելների ընդհանուր տեսքը: Գերմեն ինտեգրալ սխեմաների (ԳՄԻՍ) խառը բազմամակարդակային մոդելավորման համակարգերում [1, 2], ի տարբերություն ավանդական տրամաբանական մոդելավորման ծրագրերի [3], թվային տարրերի տրամաբանական մոդելներին ներկայացվում են հետևյալ լրացուցիչ սահմանափակումները.

1. այդ մոդելները պետք է լինեն ասինքրոն, այսինքն՝ հաշվի առնեն փոխանցատման հապաղումները, քանի որ աշխատում են ժամանակի մեջ անընդհատ մոդելների հետ համատեղ,

2. տրամաբանական մոդելների ելքերում պետք է ստացվեն ժամանակի մեջ անընդհատ ելքային ազդանշաններ, չնայած դրանց վիճակները քվանտացված են: Այս պահանջը վերաբերում է այն տարրերի տրամաբանական մոդելներին, որոնց ելքերը կապված են նմանակային մոդելների հետ,

3. այն տրամաբանական մոդելների մուտքերում, որոնք կապված են անընդհատ մոդելների հետ, պարտադիր է ինտերֆեյսի առկայությունը, որը պետք է անընդհատ ազդանշանները ձևափոխի տրամաբանական քվանտացված ազդանշանների:

Թվարկված պահանջներից բացի, տրամաբանական մոդելներին ներկայացվում են նաև ավանդական պահանջներ, մասնավորապես, անցողիկ գործընթացների նկարագրման բարձր ճշտություն: Խառը մոդելավորման ժամանակ հաճախ պահանջվում է ավելի բարձր ճշտություն, քան ավանդական տրամաբանական մոդելավորման դեպքում: Բացի դրանից, եզրային տարրերի համար կարևոր է ոչ միայն ժամանակային հարաբերությունների ճշտությունը, այլև ազդանշանների տեսքը և ամպլիտուդը:

Նկարագրվում են մշակված, ժամանակային առումով քվանտացված և միջինացված վիճակներով տրամաբանական մոդելները, որոնք բավարարում են նշված պահանջները:

Ենթադրենք՝ Q -ը մուտքային բառն է, այսինքն՝ թվային տարրի (θS) մուտքային ազդանշանների վեկտորը: Նույն ձևով՝ Q_e -ն ելքային բառն է: Q -ի և Q_e -ի այբուբենները կարող են լինել երկու և ավելի նիշանի: Երկնիշ այբուբենն է $\{0, 1\}$: Այն

կարող է ընդլայնվել X անորոշ ազդանշանով, բարձր դիմադրությամբ վիճակն արտացոլող H նիշով և այլն:

Ներմուծված է S վեկտորը, որը բնութագրում է մոդելի վիճակը: S վեկտորի բաղկացուցիչ մասերը կարող են լինել տվյալ θS -ի հիշողության տարրերի ազդանշանները կամ արհեստականորեն ներմուծված փոփոխականները, որոնք արտացոլում են, օրինակ, վիճակի հերթական համարը: θS -ի տարրեր բաղկացուցիչների այբուբենները կարող են չհամընկնել մեկը մյուսին և Q_U , Q_E վեկտորների այբուբեններին: Տարբերում են **կայուն** (չգրգռված) և **անցողիկ** (գրգռված) վիճակներ: Կայուն վիճակում մոդելը կարող է գտնվել հնարավորին չափ երկար ժամանակ և դուրս կգա այդ վիճակից միայն Q_U -ի որոշակի փոփոխությունների դեպքում: Եթե հետագայում Q_U -ը չի փոխվում, ապա մոդելը գտնվում է գրգռված վիճակում t_q սահմանափակ ժամանակահատվածում, որից հետո անցնում է որևէ կայուն կամ այլ գրգռված վիճակի: Նախատեսված են նաև գրգռված վիճակների վերադարձների դեպքում անցումների օրենքներ: Յուրաքանչյուր գրգռված վիճակ բնութագրվում է նրա սկզբի պահով t_u և նրանում գտնվելու տևողությամբ՝ t_q : Գրգռման ավարտի պահը որոշվում է որպես

$$t_{\psi} = t_u + t_q \quad (1)$$

t_q -ն կարող է սևեռված լինել տվյալ վիճակի համար կամ կախված լինել Q_U -ից, նախկին վիճակից և այլն:

Q_E ելքային բառը բնութագրվում է S վիճակով, մուտքային բառի ընթացիկ և նախորդ արժեքներով, ինչպես նաև Q_E -ի նախորդ արժեքով: Եզրային տարրերի համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև ժամանակի մեջ անընդհատ, բայց վիճակների տեսանկյունից քվանտացված ազդանշանների արժեքների համապատասխանությունը նմանակային ազդանշաններին: Դա կատարվում է հետևյալ կերպ. չգրգռված վիճակում Q_E -ի յուրաքանչյուր նիշին համապատասխանում է պարապ ընթացքի լարման որոշակի սևեռված մակարդակ, օրինակ՝ “0”-ին՝ E_0 , “1”-ին՝ E_1 , X անորոշ վիճակին՝ $E_X = \frac{E_0 + E_1}{2}$ լարումներ և այլն: Այսպիսով՝ չգրգռված վիճակում Q_E

յուրաքանչյուր բառին համապատասխանում է E_E վեկտորը: Իսկ մոդելի որևէ գրգռված վիճակի անցման ժամանակ որոշվում են E_E -ի փոփոխման սկսվելու t_u պահը և փոփոխման ավարտի t_q պահը: Վերջիններս գտնվում են փոխանջատման t_{ψ} պահի մոտակայքում և բավարարում են $t_{\psi} - t_q \leq t_u \leq t_{\psi} \leq t_q$ պայմանը: t_u -ից t_q ժամանակահատվածում E_E վեկտորը անընդհատ փոխվում է նախորդ արժեքից հաջորդ արժեքին: Պարզագույն դեպքում E_E -ի փոփոխման օրենքը գծային է: $t_u \leq t_{\psi} \leq t_q$ պայմանի դեպքում

$$E_{Ei}(t) = E_{Eiu} + (E_{Eiq} - E_{Eiu}) \frac{t - t_u}{t_q - t_u}, \quad (2)$$

որտեղ E_{Eiu} -ն և E_{Eiq} -ն E_E վեկտորի i -րդ տարրի սկզբնական և վերջնական արժեքներն են:

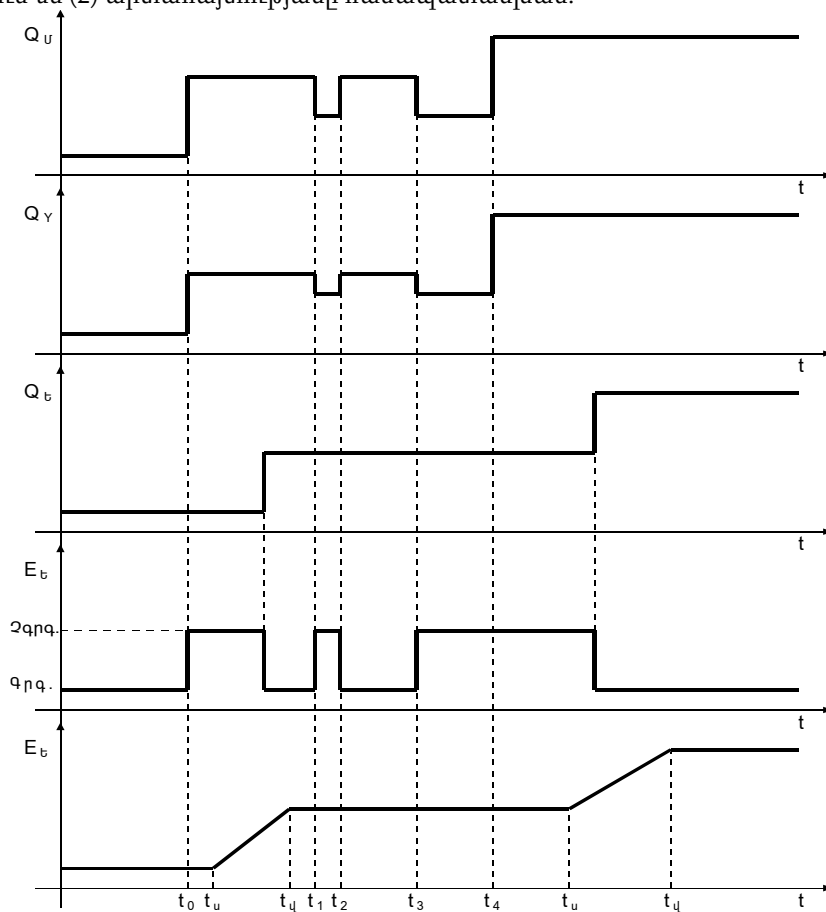
Մոդելը կայունացված վիճակից անցնում է գրգռված վիճակին, եթե ինչ-որ անցողիկ գործընթացների արդյունքում Q_E վեկտորը կամ S -ը սխեմայում դադարում են հավասարվել Q_h և S_h հաստատված արժեքներին:

$$Q_h = Q(Q_U, S, Q_E), \quad S_h = f_S(Q_U, S, Q_E), \quad (3)$$

որտեղ Q -ն և f_S -ը կամայական տրամաբանական ֆունկցիաներ են: Այսպիսով, մոդելն անցնում է գրգռված վիճակի, եթե ժամանակի որևէ t_s պահի Q_E և S_h ֆունկցիաների ինչ-

որ արգումենտներ (օրինակ Q_U -ը) փոխվեն այնպես, որ խախտվեն $Q_b=Q_h$ և $S=S_h$ հավասարությունները: Նկար 1-ը ցույց է տալիս մոդելում անցողիկ պրոցեսների բնույթը:

Երբ մոդելն անցնում է գրգռված վիճակի, $Q_h(t_s)$ և $S_h(t_s)$ արժեքները հիշվում են, որպեսզի իրագործվեն գրգռման ավարտին, իսկ Q_b և S վեկտորները պահպանում են այն արժեքները, որոնք ունեին մինչև գրգռումը: Եթե մոդելի գրգռված վիճակում Q_U -ը չի փոխվում, ապա գրգռված վիճակը պահպանվում է t_q ժամանակահատվածում (նկ. 1-ում՝ t_0 պահին սկսված գրգռումը): Դրանից հետո $t_{ph} = t_u + t_q$ պահին մոդելը փոխանջատվում է չգրգռված վիճակի, իսկ Q_b և S վեկտորները հավասարեցվում են $Q_h(t_u)$ և $S_h(t_u)$ հիշված արժեքներին: Այսպես մոդելավորվում է ԹՏ-ի աշխատանքի t_q մեծությամբ հապաղումը: Եթե Q_E վեկտորի ինչ-որ բաղադրիչներ վերաբերում են սահմանային հանգույցներին, ապա նրանց համապատասխան E_b լարումները փոխվում են (2) արտահայտությանը համապատասխան:



Նկ. 1. Անցողիկ գործընթացները ԹՏ-ի մոդելում

Q_b -ի և S -ի արժեքները փոփոխվում են փոխանջատման պահին: Եթե Q_b և S -ը նոր արժեքների հետ չեն համընկնում, ապա մոդելը հենց նույն պահին նորից անցնում է գրգռված վիճակի: Իսկ եթե Q_b -ն և S -ը բավարարում են

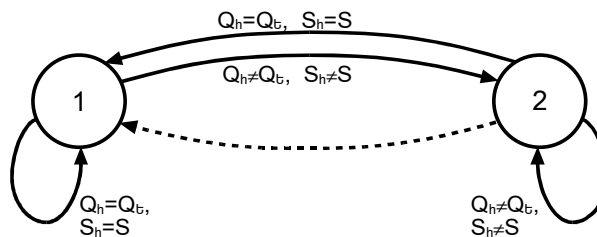
$$Q_E = Q(Q_U, S, Q_E), S = f_S(Q_U, S, Q_E) \quad (4)$$

հավասարումներին, պարզվում է, որ չգրգռված վիճակը կայուն է և կարող է պահպանվել այնքան ժամանակ, քանի դեռ Q_U -ի փոփոխությունը այն չի խախտել:

Գրգռումների վերադրման օրենքները հետևյալն են. եթե մոդելը գտնվում է գրգռված վիճակում և Q_U -ն փոխվել է ինչ-որ t_i պահի, հաշվարկվում են $Q_h(t_i)$ -ը և $S_h(t_i)$ -ը, իսկ եթե պարզվում է, որ $Q_h(t_i) = Q_E$, $S_h(t_i) = S$, գրգռումը մարում է և Q_E -ն ու S -ը այդպես էլ մնում են անփոփոխ (նկ. 1, t_2 պահը):

Այսպես մոդելավորվում է սխեմայի չգրգռվելու հանգամանքը մուտքային կարճ ազդանշանի դեպքում: Եթե $Q_h(t_i) = Q_h(t_s)$ և $S_h(t_i) = S_h(t_s)$, ապա պահպանվում է նախկին գրգռումը, իսկ եթե $Q_h(t_s) \neq Q_h(t_i) \neq Q_E$ և $S_h(t_s) \neq S_h(t_i) \neq S$, ապա նախկին գրգռումը փոխարինվում է նոր՝ $t_{\text{փ}} = t_i + t_q$ գրգռումով և $Q_h(t_{\text{փ}})$ -ի ու $S_h(t_s)$ -ի փոխարեն հիշվում են $Q_h(t_i)$ և $S_h(t_i)$ արժեքները (նկ. 1 t_4 պահը): Եթե t_i պահին $E_{\text{ե}}$ վեկտորը արդեն սկսել է փոփոխվել, ապա (2) արտահայտության մեջ $E_{\text{ե}, \text{ս}}$ -ի փոխարեն գրվում են $E_{\text{ե}, i}(t_i)$ -ի արժեքները:

Տվյալ մոդելի գրաֆը պատկերված է նկ. 2-ում: Այն ունի երկու գագաթներ՝ $S=1$ և $S=2$: Q_U -ի փոփոխման հետ կապված անցումները պատկերված են հոծ աղեղներով, որոնց վրա գրված են անցման պայմանները: Գրգռված վիճակից ինքնուրույն ելքը ցույց է տրված կետագծային աղեղով:



Նկ. 2. ԹՏ-ի մոդելի անցումների գրաֆը
1 գագաթը չգրգռված վիճակների ամբողջությունն է, 2-ը՝ գրգռված

Մշակված մոդելը կարող է ունենալ տարբեր տարատեսակներ: Պարզագույն տարատեսակում (3) արտահայտությունը պարզեցվում է մինչև

$$Q_h = Q(Q_E), \quad (5)$$

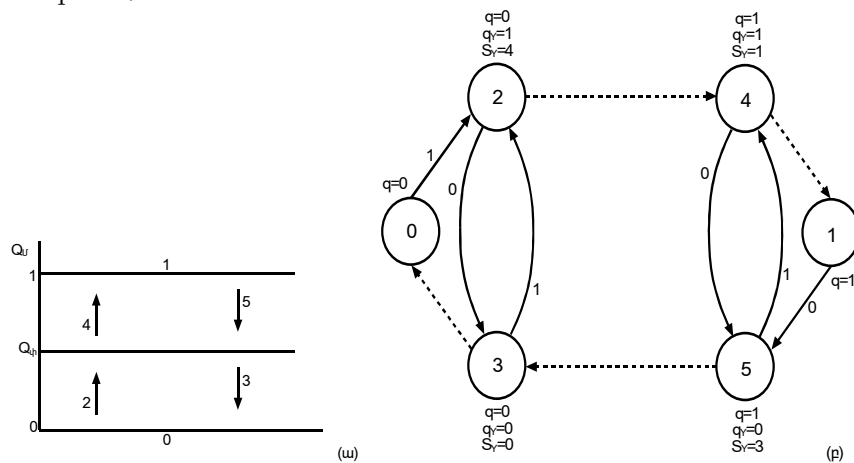
իսկ S վեկտորը բացակայում է:

Այս դեպքում մոդելն արտապատկերում է ԹՏ-ի աշխատանքի վերջնական վիճակը, մուտքային ազդանշանների նկատմամբ հապաղումը, մուտքային կարճ ազդանշանների դեպքում սխեմայի չգործարկման երևույթը: Հաշվի չեն առնվում մուտքերի հապաղումների տարբերությունները և անցողիկ գործընթացները t_q ժամանակահատվածում: Այսպիսով, պարզագույն մոդելի արդյունքը ճիշտ է միայն Q_U -ի փոփոխությունից t_q ժամանակ անց, ընդ որում t_q -ն պետք է համապատասխանի ԹՏ-ի մեծագույն հապաղմանը: Մուտքային ազդանշանի t_{Umin} փոքրագույն տևողությունը մոդելում հավասար է մուտքային ազդանշանի հապաղման ժամանակին, ինչը մի շարք սխեմաների համար համարվում է կոպիտ մոտավորություն: Գրգռումների վերադրման $Q_h(t_s) \neq Q_h(t_i) \neq Q_E$ և $S_h(t_s) \neq S_h(t_i) \neq S$ օրենքները նույնպես բավականին պայմանական են և չեն համապատասխանում մեծ թվով իրական սխեմաների:

Չնայած այս տարբերակի մոտավորությանը, նրա ճշտությունը կարող է բավարարել բավականաչափ մեծ թվով տարրեր պարունակող ԳՄԽՍ-երի մոդելավորման պահանջներին:

Ավելի մեծ հնարավորություններ ունի (3) արտահայտության վրա հիմնված մոդելի տարբերակը: Այդ տարբերակը նկարագրում է հիշողություն ունեցող կամայական վերջավոր ավտոմատ: Կայունության (4) պայմանները կարող են կատարվել S -ի մի քանի արժեքների դեպքում: Հետևաբար, մոդելը կարող է ունենալ մի քանի կայուն վիճակներ, որոնք իրագործվում են կատարվող տրամաբանական ֆունկցիաներով: Այսպիսով՝ մոդելն ի վիճակի է արձագանքել Q_U -ի բազմակի փոփոխություններին: Հետևաբար, այն կարող է վերարտադրել բավականին բարդ թվային շղթաների պահվածքը:

Նկ. 3-ում ցույց է տրված երկնիշ Q_U և q այբուբենով մոդելի տարբերակը, դրա հնարավոր վիճակները պայմանականորեն ցույց են տրված նկ. 3 ա-ում, որտեղ աղեղներով ցույց են տրված վիճակի փոփոխության ուղղությունները: Աղեղների մոտ գրված թվերը համապատասխանում են այս կամ այն վիճակի համարին: 0-ին և 1-ին հավասար S -երը համապատասխանում են տրամաբանական “0”-ի և “1”-ի կայուն վիճակներին: Մոդելի անցումների գրաֆը ցույց է տրված նկ. 3 բ-ում: Շրջանակների ներսի թվերով նշանակված են S գազաթների համարները, կետագծային աղեղներով՝ համապատասխան t_{qi} կայուն վիճակից ինքնուրույն անցումների, իսկ հոծ աղեղներով՝ Q_U -ի փոփոխությամբ պայմանավորված անցումների ուղղությունները: Աղեղների վրա գրված են q_h -ի արժեքները, որոնք առաջացրել են տվյալ անցումը: Գազաթների մոտ նշված են տվյալ վիճակներին համապատասխան q -ի, q_h -ի և S_h -ի արժեքները: Քանի որ յուրաքանչյուր գրգռված վիճակի համապատասխանում են որոշակի q -ի, q_h -ի և S_h -ի արժեքներ, դրանք պահպանել պետք չէ: Գրգռված վիճակը լիովին բնութագրվում է իր S համարով և t_{ψ} փոխանջատման պահով՝ $t_{\psi S} = t_c + t_{qc}$, որտեղ t_c -ն մոդելի՝ S վիճակին անցման պահն է:



Նկ. 3. Երկնիշ այբուբենով մոդելի տարատեսակ
ա) վիճակների սխեմա, բ) անցումների գրաֆ

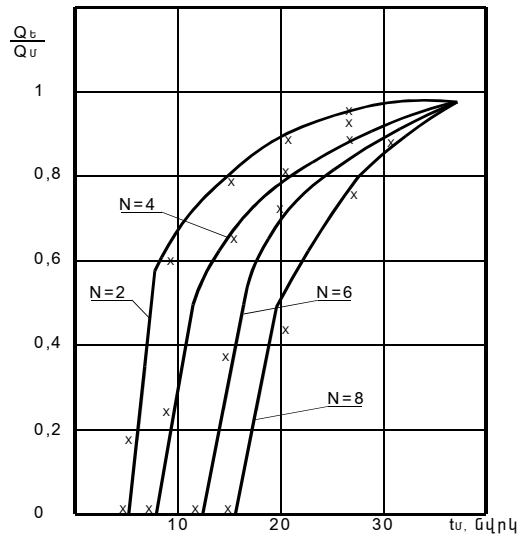
Մոդելի տվյալ տարատեսակում հեշտ է ներմուծել $t_{\Phi S}$ -ի կախվածությունը վիճակից և վիճակի փոփոխման պահերից, ընդ որում՝ այդ կախվածությունները ստացվում են ֆիզիկական փորձերի արդյունքներով: ԹՏ-ի վիճակը ժամանակի ցանկացած պահին կապվում է $q_{\Phi U}$ անընդհատ արժեքի հետ: Համարենք, որ $q_{\Phi U}$ -ի փոփոխման արագությունը $S=1,2,3,4$ վիճակներում տարբեր է, բայց հաստատուն է յուրաքանչյուրում: Այս ենթադրությունից ելնելով և հաշվի առնելով, որ փոխանջատումը տեղի է ունենում $q_{\Phi U}$ -ի q_{Φ} , 0 կամ 1 մակարդակներին հասնելու պահին, կարելի է ստանալ $t_{\Phi S}$ -ի հետևյալ արտահայտությունները՝ կախված t_c պահից և $S(t_c(0))$ նախորդող վիճակից:

$$\begin{aligned}
 t_{\Phi 2} &= \begin{cases} t_c + t_{hun}, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 0, \\ t_c + t_{hun}^{0,1}(t_c + t_h^{0,1} - t_{\Phi 3})/t_h^0, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 3, \end{cases} \\
 t_{\Phi 3} &= \begin{cases} t_c + t_h^0, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 5, \\ t_c + t_h^0(t_c + t_{hun}^{0,1} - t_{\Phi 2})/t_h^0, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 2, \end{cases} \quad (6) \\
 t_{\Phi 4} &= \begin{cases} t_c + t_h^1, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 2, \\ t_c + t_h^1(t_c + t_{hun}^{1,0} - t_{\Phi 5})/t_{hun}^{1,0}, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 5, \end{cases} \\
 t_{\Phi 5} &= \begin{cases} t_c + t_{hun}^{1,0}, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 1, \\ t_c + t_{hun}^{1,0}(t_c + t_h^1 - t_{\Phi 4})/t_h^1, & \text{երբ } S(t_c - 0) = 0 : \end{cases}
 \end{aligned}$$

(6) արտահայտություններում $t_{hun}^{1,0}$ -ը և $t_{hun}^{0,1}$ -ը ազդանշանների տարածման հապաղումներն են, իսկ t_h^0 -ն և t_h^1 -ը՝ ԹՏ-ում փոխանջատումից հետո հաստատված վիճակների տևողությունները: Եթե ԹՏ-ն արդեն փոխանջատվել է, բայց անցողիկ գործընթացները դեռ ավարտված չեն և նոր ազդանշան է գալիս, որը փոխում է ԹՏ-ի վիճակը, ԹՏ-ի հապաղումը կլինի ավելի փոքր: (6) արտահայտությունները հաշվի են առնում 3-ից 2 և 4-ից 5 վիճակներին անցման հապաղումների այդ կրճատումները, ինչպես նաև կայունանալու ժամանակի կրճատումները 2-ից 3 և 5-ից 4 անցումների ժամանակ:

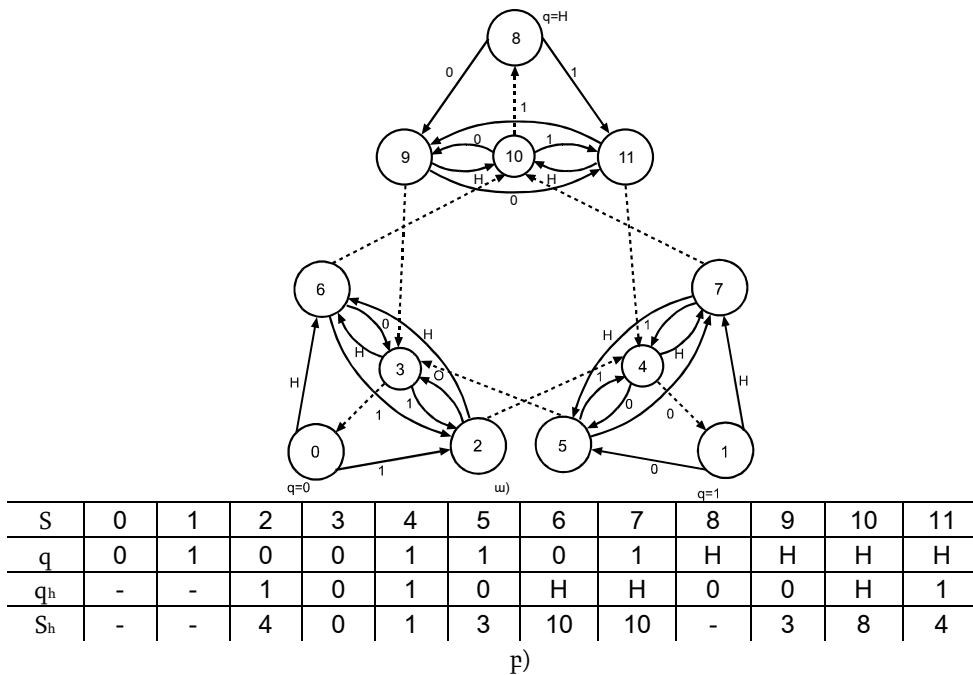
Մոդելի այս տարբերակն օժտված է ԹՏ-ի էլեկտրական մակրոմոդելներին համապատասխան ճշտությամբ: Այն նկարագրում է ԹՏ-ի ոչ լրիվ փոխանջատման երևույթը, ԹՏ-ում ազդանշանի տևողության փոփոխությունը, կարճատև ազդեցությունների մարումը և այլն:

Նկ. 4-ում բերված են N տրամաբանական շրջիչներով շղթայի ելքում ազդանշանի t_c տևողության կախվածությունները մուտքային ազդանշանի տևողությունից: Նկարը ցույց է տալիս մոդելի բավարար ճշտությունը: Շեղումները գտնվում են չափումների ճշտության սահմաններում:



Նկ. 4. Շրջիչներով շղթայի ելքում t_b ելքային ազդանշանի կախվածությունը մուտքային ազդանշանի տևողությունից. x -փորձնական, հոծ գծերը՝ մոդել

Բարձր դիմադրությամբ H վիճակը կարելի է ներմուծել մոդելի մեջ՝ 0 և 1 վիճակների նման: Անցումների համապատասխան գրաֆը բերված է նկ. 5-ում: Մոդելի պարամետրերի համակարգը, որը նախկինում ընդգրկում էր $t_{hun}^{0,1}$, t_h^1 , $t_{hun}^{1,0}$, t_h^0 մեծությունները, համալրվում է նա հինգով՝ $t_{hun}^{0,H}$, $t_{hun}^{H,0}$, $t_{hun}^{1,H}$, $t_{hun}^{H,1}$, t_h^H :

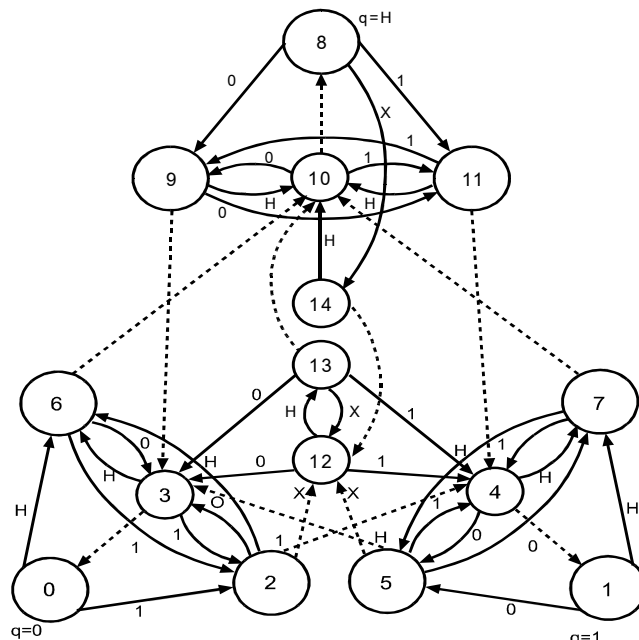


Նկ. 5. H բարձր դիմադրությամբ վիճակներով θS -ի մոդելի տարբերակ

ա) անցումների գրաֆ, բ) q-ի, q_h-ի և S_h-ի արժեքները S գազաթներում

X_h անորոշ վիճակը կարելի է ներմուծել մոդելի մեջ նույն ձևով: Սակայն X վիճակի միացման, նրա կայացման և նրանից դուրս գալու հապաղումները սովորաբար անհայտ են: Հաշվի առնելով այն, որ իրական ԹS-երում X_h-ին վերաբերող ազդանշանների մակարդակների միջակայքը չափազանց նեղ է, կարելի է համարել, որ $t_{hun}^{0,X} = t_{hun}^{0,1}$, $t_{hun}^{1,X} = t_{hun}^{1,0}$, $t_{hun}^X = t_{hun}^{X,0} = t_{hun}^{X,1} = 0$: Այդ դեպքում, անցումների գրաֆի մեջ բավական է ներմուծել երեք նոր գազաթներ (նկ. 6). X-ի կայացման արժեքի (գազաթ 12), X-H փոխանջատման (գազաթ 13) և H-X փոխանջատման (գազաթ 14):

Այդ դեպքում 2 և 5 գազաթներում վիճակը կարող է բնութագրվել երկու տարրեր՝ q_h և S_h արժեքներով. օրինակ՝ 2 գազաթում. q_h=1, S_h=4 կամ q_h=X, S_h=12: Մոդելում ավելացվում են երկու նոր պարամետրեր՝ $t_{hun}^{X,H}$ (բնութագրում է 13 գազաթը) և $t_{hun}^{H,X}$ (բնութագրում է 14 գազաթը): Եթե նրանք անհայտ են, ապա $t_{hun}^{X,H}$ կարելի է ընդունել որպես $t_{hun}^{0,H}$ -ի և $t_{hun}^{1,H}$ -ի միջին, իսկ $t_{hun}^{H,X}$ -ը որպես $t_{hun}^{H,0}$ -ի և $t_{hun}^{H,1}$ -ի միջին:



Նկ. 6. Xc վիճակներով SS-ի մոդելի անցումների գրաֆ

Այսպիսով՝ ներկայացված է ԳՄԻՍ-երի բազմամակարդականի խառը մոդելավորման պահանջներին լիովին բավարարող թվային տարրերի ժամանակային առումով քվանտացված և միջինացված վիճակներով տրամաբանական մոդելների շարք, որոնց տարատեսակները միմյանցից տարբերվում են իրական անցողիկ գործընթացների արտացոլման ճշտությամբ: Դա հնարավորություն է տալիս կոնկրետ հաշվարկային իրավիճակում ընտրել մոդելի անհրաժեշտ տարատեսակ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Maniwa R.** Analog and Mixed-Signal Simulation Tools.-Integrated System Design.1996, V. 2. N5. - P. 58-64.
2. **Saleh R.A., Jou S.-J., and Newton A.R.** Mixed-Mode Simulation and Analog Multilevel Simulation, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA. June 1994. 256 p.
3. **Miszo A.** Digital logic testing and simulation.-New York. John Wiley and Sons, 1987. - 285 p.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 01.06.2003.

В.Ш. МЕЛИКЯН, А.П. КУЛАХСЗЯН ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ С КВАНТОВАННЫМИ И УСРЕДНЕННЫМИ ВО ВРЕМЕНИ СОСТОЯНИЯМИ

Описаны логические модели цифровых элементов, ориентированные на программы специального многоуровневого моделирования. Приведены различные модификации моделей, обладающие разной точностью и сложностью. Рассмотрены зависимости временных параметров моделей от различных факторов.

V.SH. MELIKYAN, A.P. KULAKHSZYAN LOGICAL MODELS WITH QUANTUM AND TIME AVERAGING STATES

Logical models of digital elements oriented on special multilevel simulation are described. Various model modifications having different accuracy and complexity are given. Time model parameter dependence on various factors are considered.