

Դ.Ա. ՇԱՂԳԱՍՅԱՆ

ՄՕԿ ՏՐԱՆԶԻՍՏՈՐՆԵՐՈՎ ԿԱՌԱՎԱՐՎՈՂ ՌԵԶԻՍՏՈՐԱՑԻՆ
ՄԱՏՐԻՑԻ ՄԽԵՄԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Բարձր արագագործության միկրոէլեկտրոնային սարքերի մուտքի/ելքի հանգույցի դիմադրությունները պետք է համաձայնեցված լինեն արտաքին միջմիացումների ալիքային դիմադրությունների հետ: Համաձայնեցման նպատակով կիրառվում է ՄՕԿ տրանզիստորներով կառավարվող ռեզիստորներից բաղկացած ճյուղերով հանգույց (ռեզիստորային մատրից, ՌՄ), որտեղ ճյուղերի համապատասխան միացումներով կարելի է ապահովել պահանջվող թույլտվածքով համարժեք դիմադրություն: Բերվում են ճյուղերի ռեզիստորների դիմադրությունների որոշման բանաձևերը և կառավարման հանգույցի սխեման:

Առանցքային բառեր. Ռեզիստորային մատրից, կոդային կառավարումով լարման բաժանիչ, կամրջակային սխեմա:

Բարձր արագագործության միկրոէլեկտրոնային սարքերի մուտքի/ելքի հանգույցի դիմադրությունները պետք է համաձայնեցված լինեն արտաքին միջմիացումների ալիքային դիմադրությունների հետ: Համաձայնեցման նպատակով միկրոսխեմաներում նախատեսվում են պահանջվող դիմադրությամբ հանգույցներ (օրինակ՝ JESD79-3B ստանդարտի [1] համաձայն DDR3 հիշողության համակարգերի մուտք/ելք հանգույցներում պետք է նախատեսվեն N-ՄՕԿ և P-ՄՕԿ տրանզիստորներով կառավարվող և $R_x=240(1+\gamma)$ Օմ համարժեք դիմադրությամբ համաձայնեցնող հանգույցներ):

Ներկայումս տեխնոլոգիական գործընթացը թույլ է տալիս ստանալ մինչև $\pm 30\%$ թույլտվածքով ռեզիստորներ՝ առանց լազերային կարգաբերման: Որոշակի թվով զուգահեռ միացվող ռեզիստորների (ռեզիստորային մատրից, ՌՄ) կիրառմամբ կարելի է ապահովել համարժեք դիմադրության պահանջվող ճշգրտությունը: Ռեզիստորների միացումներն իրականացվում են ՄՕԿ դաշտային տրանզիստորներով բանալիների միջոցով (նկ.1), որոնց հոսքուղու երկարությունն ու լայնությունը ցանկալի է ընտրել այնպես, որ բաց վիճակում դրանք աշխատեն վոլտ-ամպերային բնութագրի գծային տիրույթում: Այդ տրանզիստորների հոսքուղու դիմադրությունը տեխնոլոգիական գործընթացների շեղումների հետևանքով կարող է փոխվել մինչև $\pm 40\%$: Հետևաբար, անհրաժեշտ է ՌՄ-ի ռեզիստորների ճյուղերի թիվը (կառավարող կոդի կարգերի թիվը) և դրանց դիմադրություններն այնպես ընտրել, որ հնարավոր լինի ապահովել ստացված համարժեք ռեզիստորի պահանջվող ճշգրտությունը:

ՌՄ-ի ճյուղերի քանակը որոշելու համար նպատակահարմար է օգտվել զուգահեռ միացվող ճյուղերի հաղորդականություններից: Եթե ճյուղերի դիմադրություններն

ստացվում են α թույլտվածքով, ապա ընդհանուր դեպքում ճյուղի հաղորդականության թույլտվածքը դիմադրության մեծ թույլտվածքի դեպքում՝

$$\beta = \Delta G/G = -\alpha/(1+\alpha) : \quad (1)$$

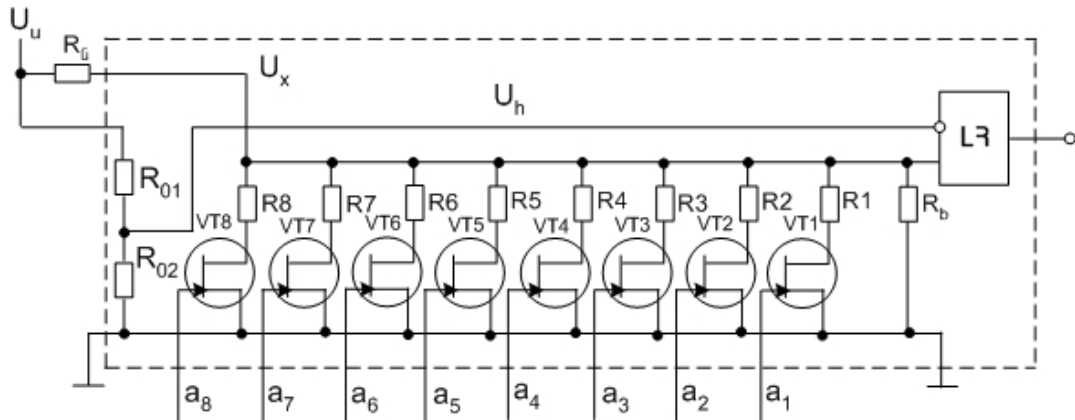
Եթե ΩU -ը բաղկացած է n թվով ճյուղերից, ապա զուգահեռ միացված ճյուղերի հաղորդականությունը՝

$$G = N_x g_0, \quad (2)$$

որտեղ $N_x = \sum_{i=1}^n a_i 2^{i-1}$ -ը կառավարող կոդին համապատասխան տասական թիվն է ($a_i=1$ -ը միացված ճյուղի համար և $a_i=0$ -ն՝ անջատված ճյուղի համար), g_0 -ն՝ հաղորդականության քվանտը (կոդի ցածր կարգի ճյուղի հաղորդականություն):

Քանի որ n -կարգանի կոդով ստացվող ամենամեծ թիվը $N_m=2^n-1$ է, ապա ΩU -ի հաղորդականության ամենամեծ արժեքը՝

$$G_{\max} = (2^n - 1)g_0 : \quad (3)$$



Նկ.1. ΩU -ով հանգույցի սխեման

Ունենալով $G_{\max}$ -ի և g_0 -ի արժեքները, կարելի է որոշել զուգահեռ միացվող ճյուղերի թիվը: Եթե անհրաժեշտ է ստանալ որոշակի R_x համարժեք դիմադրություն, ապա նպատակահարմար է ընտրել հենային ճյուղ (R_b) և, դրան զուգահեռ միացնելով կառավարվող ΩU -ը, ստանալ համարժեք դիմադրություն՝ պահանջվող γ թույլտվածքով: Հենային ճյուղի նվազագույն դիմադրությունը պետք է մեծ լինի պահանջվող R_x դիմադրությունից, հետևաբար՝

$$R_b \geq R_x (1 + \gamma) / (1 - \alpha) : \quad (4)$$

Ընդունելով $\gamma=0,01$, $\alpha=0,3$, $R_x=240$ Օմ, կստանանք $R_b=1,443R_x$, հետևաբար կարելի է ընդունել՝ $R_b=345$ Օմ: Նշված պարամետրերի դեպքում ΩU -ի անվանական հաղորդականությունը կստացվի $G_w=1/R_x=0,004166$ Մմ: Քանի որ հաղորդականության քվանտը պետք է փոքր լինի թույլտվածքից, քվանտի սահմանային արժեքի համար կստանանք

$$g_u \leq \beta G_w \approx 0,00004124 \text{ Մմ:}$$

Կարգաբերման բարձր ճշգրտություն ապահովելու համար հաղորդականության քվանտի անվանական արժեքը նպատակահարմար է ընտրել քվանտի սահմանային սահմանային արժեքից երկու անգամ փոքր [3], հետևաբար՝ $g_w=0,5\beta G_w= 0,00002062 \text{ ՄՎ}$: Ընդհանուր դեպքում (հաշվի առնելով ամենացածր կարգի ռեզիստորի դիմադրության թույլտվածքը) հաղորդականության քվանտի մեծագույն և նվազագույն արժեքների համար կստանանք՝

$$g_{\text{մ}} = 1/R_{1w}(1-\alpha), \quad g_{\text{ն}} = 1/R_{1w}(1+\alpha), \quad (5)$$

որտեղ $R_{1w}=1/g_w$ -ն ամենացածր կարգի ռեզիստորի անվանական դիմադրությունն է:

Կարգաբերման ճշգրտությունը չփոքրացնելու համար R_{1w} -ն պետք է ընտրել այնպես, որպեսզի հաղորդականության քվանտի մեծագույն արժեքը փոքր լինի անվանական արժեքից ($g_{\text{մ}} \leq g_w$): Հաղորդականության քվանտին (կոդի ամենացածր կարգին) համապատասխան ճյուղի անվանական դիմադրությունը՝

$$R_{1w} \geq 1/g_w(1-\alpha) = 2R_x / \gamma(1-\alpha):$$

Օգտվելով բանաձև (4)-ից՝ հենային ճյուղի հաղորդականության սահմանային արժեքների համար կստանանք՝

$$G_{\text{մլ}} = 1/R_b(1+\alpha) = G_w(1-\alpha)/(1+\alpha)(1+\gamma),$$

$$G_{\text{առ}} = 1/R_b(1-\alpha) = G_w / (1+\gamma): \quad (6)$$

Հետևաբար, ΩU -ը պետք է ապահովի հաղորդականության աճի հետևյալ արժեքը՝

$$\Delta G_{\text{մեծ}} = G_w - G_{\text{մլ}} = G_w(2\alpha + \gamma + \alpha\gamma)/(1+\alpha)(1+\gamma): \quad (7)$$

Ստացված $\Delta G_{\text{մեծ}}$ -ը ստանալու համար ΩU -ի ճյուղերի n թվի համար կստանանք՝

$$2^n - 1 = \Delta G_{\text{մեծ}} / g_{\text{մ}} = G_w(2\alpha + \gamma + \alpha\gamma)/(1+\alpha)(1+\gamma)g_{\text{մ}} \approx 4\alpha / \gamma(1-\alpha) \quad (8)$$

(երբ $\gamma=0,01$, $\alpha=0,3$, ապա $2^n \geq 170$, հետևաբար պետք է ընտրել $n=8$):

Վերևում նշված արժեքների դեպքում ստացվում է $R_{1w}=70 \text{ կՕՄ}$: Հետևաբար մյուս ճյուղերի անվանական դիմադրությունների համար կստանանք՝ $R_{2w}=35 \text{ կՕՄ}$, $R_{3w}=17,5 \text{ կՕՄ}$, $R_{4w}=8,75 \text{ կՕՄ}$, $R_{5w}=4,38 \text{ կՕՄ}$, $R_{6w}=2,19 \text{ կՕՄ}$, $R_{7w}=1,1 \text{ կՕՄ}$, $R_{8w}=0,55 \text{ կՕՄ}$: Եթե դաշտային տրանզիստորով բանալու դիմադրությունն է R_p , իսկ դրա թույլտվածքը՝ (p , ապա տվյալ ճյուղի դիմադրությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով՝

$$R_i = R_{i\text{անվ}}\{1+\alpha-k(\alpha-\alpha)\} = R_{i\text{անվ}}\{+\alpha(1-k)+k\alpha_p\}, \quad (9)$$

որտեղ $k=R_p/R_{i\text{անվ}}$, $R_{i\text{անվ}}$ -ը տվյալ ճյուղի անվանական դիմադրությունն է:

Վերոհիշյալ $\alpha=0,3$, $\alpha_p=0,4$ և $k=0,3$ արժեքների դեպքում փակագծերում բերված արտահայտության համար կստանանք՝ $(1\pm 0,33)$, եթե $k \leq 0,1$, ապա կստանանք՝ $(1\pm 0,31)$, հետևաբար, վատագույն դեպքում կարելի է ընդունել $R_i = R_{i\text{անվ}}(1\pm 0,33)$:

ΩU -ի դիմադրությունը կարգաբերվում է ΩU -ի ելքային լարման անվանական արժեքի դեպքում, որը հավասար է սնման լարման կեսին: Աշխատանքային պայմաններում այդ լարումը կարող է փոփոխվել լայն սահմաններում (մինչև 50%), որի հետևանքով կփոխվի դաշտային տրանզիստորի դիմադրությունը բաց վիճակում: Այդ դիմադրությունը կփոխվի նաև շրջապատի ջերմաստիճանի փոփոխությունից:

Հետևաբար կարգաբերումից հետո դաշտային տրանզիստորի դիմադրությունը շահագործման պայմաններում կլինի՝

$$R_{in}=R_{in0}(1+\alpha_{in}),$$

որտեղ R_{in0} -ն տրազիստորի դիմադրությունն է սնող լարման անվանական արժեքի դեպքում կարգաբերումից հետո, α_{in} -ն բաց տրանզիստորի դիմադրության հարաբերական փոփոխությունն է շահագործման ընթացքում:

ՌՄ-ի յուրաքանչյուր ճյուղը ռեզիստորի (R_n) և դաշտային տրանզիստորի (R_{in}) հաջորդաբար միացված շղթա է: Եթե ռեզիստորի թույլտվածքն α_n է, ապա ճյուղի համարժեք դիմադրության համար կստանանք՝

$$R_{hամ}=R_n (1+\alpha_n)+ R_{in}(1+\alpha_{in})=(R_n+R_{in})(1+\alpha_{համ}), \quad (10)$$

որտեղ $\alpha_{համ} = \frac{R_n}{R_n + R_{in}} \alpha_n + \frac{R_{in}}{R_n + R_{in}} \alpha_{in}$ -ը ճյուղի դիմադրության համարժեք հարաբերական փոփոխությունն է:

Եթե ընդունենք $R_n=mR_{in0}$ (հիմնականում $m>5$, բայց տվյալ դեպքում կարող է հասնել մինչև 1000 և ավելի), ապա կստանանք՝

$$\alpha_{համ} = \frac{m}{m+1} \alpha_n + \frac{1}{m+1} \alpha_{in} :$$

Բանաձևից հետևում է, որ α_{in} -ի ազդեցությունը $\alpha_{համ}$ -ի վրա անտեսելու համար անհրաժեշտ է ապահովել m -ի մեծ արժեքներ, ինչը գործնականում դժվար է, քանի որ դրա արդյունքում մեծանում է տրանզիստորների գումարային մակերեսը և հետրաբար՝ ունակությունը:

Կարգաբերումից հետո տվյալ ճյուղի R_i ռեզիստորի դիմադրության փոփոխությունը շահագործման ընթացքում կարելի է գործնականում անտեսել: Հետևաբար կարելի է ընդունել, որ ճյուղի համարժեք դիմադրության փոփոխությունը պայմանավորված է տրազիստորի պարամետրերի փոփոխմամբ՝

$$\alpha_{համ} \approx \alpha_{in} / (m+1):$$

Տվյալ ճյուղի հաղորդականության հարաբերական փոփոխությունը՝

$$\beta \approx -\frac{\alpha_{համ}}{1+\alpha_{համ}} = -\frac{\alpha_{in}}{m+1+\alpha_{in}} :$$

Յուրաքանչյուր ճյուղի հաղորդականությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$G_i=G_{i0}(1+\beta_i)=2^{i-1}q_g(1+\beta_i),$$

որտեղ q_g -ն հաղորդականության քվանտն է, β_i -ն՝ i -րդ ճյուղի հաղորդականության հարաբերական փոփոխությունը:

Գումարային հաղորդականության ամենամեծ արժեքը՝

$$G_{համ} = \sum_{i=1}^n G_i = q_g \sum_{i=1}^n 2^{i-1} (1+\beta_i) = q_g (2^n - 1) [1+\beta_{համ}], \quad (11)$$

որտեղ $\beta_{համ} \approx 2^{-n} (\beta_1 + 2\beta_2 + 4\beta_3 + \dots + 2^{n-1} \beta_n)$:

Տեղադրելով հաղորդականության փոփոխության արժեքը, կստանանք՝

$$\beta_{\text{համ}} \approx 2^{-n} \left(-\frac{\alpha_{\text{տ}}}{m_1 + 1 + \alpha_{\text{տ}}} - \frac{2\alpha_{\text{տ}}}{m_2 + 1 + \alpha_{\text{տ}}} - \dots - \frac{2^{n-1}\alpha_{\text{տ}}}{m_n + 1 + \alpha_{\text{տ}}} \right) =$$

$$= -2^{-n}\alpha_{\text{տ}} \left(\frac{1}{m_1 + 1 + \alpha_{\text{տ}}} + \frac{2}{m_2 + 1 + \alpha_{\text{տ}}} + \dots + \frac{2^{n-1}}{m_n + 1 + \alpha_{\text{տ}}} \right):$$

Քանի որ $\alpha_{\text{տ}} \ll m_i$, ապա

$$\beta_{\text{համ}} \approx -2^{-n}\alpha_{\text{տ}} \left(\frac{1}{m_1 + 1} + \frac{2}{m_2 + 1} + \dots + \frac{2^{n-1}}{m_n + 1} \right): \quad (12)$$

Եթե սխեմայում օգտագործվեն միանման տրանզիստորներ $R_{\text{տ0}}=(50\pm 5)$ Օմ դիմադրությամբ, ապա վերում բերված R_i -ի արժեքների համար կստանանք՝ $m_1 \approx 1300$, $m_2 \approx 650$, $m_3 \approx 320$, $m_4 \approx 160$, $m_5 \approx 80$, $m_6 \approx 40$, $m_7 \approx 20$, $m_8 \approx 11$: Հետևաբար՝

$$\beta_{\text{համ}} \approx -2^{-8}\alpha_{\text{տ}} \left(\frac{2^5}{40} + \frac{2^6}{21} + \dots + \frac{2^7}{12} \right) \approx -2^{-4}\alpha_{\text{տ}}:$$

Եթե $\alpha_{\text{տ1}}=0,4$, ապա համարժեք $R_0=240$ Օմ դիմադրության փոփոխության համար կստանանք $\alpha_0=0,025$ կամ 2,5 %: Այդ փոփոխությունը փոքրացնելու համար նպատակահարմար է հենային ճյուղի R_b ռեզիստորի դիմադրության թույլտվածքը փոքրացնել:

Կարգաբերումը կարելի է իրականացնել $R_b=240$ Օմ դիմադրությամբ ճշգրիտ (նմուշային) ռեզիստորով և կողային կարգաբերումով ՌՄ-ով լարման բաժանիչ ստեղծելու միջոցով, որի բաժանման գործակիցը պետք է ստացվի $K_F=0,5$: Այդ նպատակով հանգույցի մեջ մտցվում է ճշգրիտ լարման բաժանիչ նույն գործակցով (R_{01} , R_{02} և լարումների համեմատիչի (ԼՀ) միջոցով իրականացվում է U_b և U_x լարումների համեմատումը: Կարգաբերման այդպիսի սխեման կարելի է դիտել որպես չհավասարակշռված կամրջակային սխեմա (նկ.2), որի ելքային լարումը ճյուղերի դիմադրությունների փոքր փոփոխությունների դեպքում որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ [2]՝

$$U_b = U_0 \frac{\lambda}{(1+\lambda)^2} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4),$$

որտեղ $\lambda = R_1/R_2=R_3/R_4$, ε_i - ն i -րդ ճյուղի դիմադրության հարաբերական փոփոխությունն է:

Այդ լարումը կստանա ամենամեծ արժեքը, եթե $\lambda = 1$, որի դեպքում $R_1=R_2$ և $R_3=R_4$ և

$$U_b = 0,25U_0 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4):$$

R_1 և R_2 ռեզիստորների ճշգրիտ տոպոլոգիական տեղաբաշխմամբ կարելի է ապահովել $\varepsilon_1 \approx \varepsilon_2$, հետևաբար կստանանք՝

$$U_b = 0,25U_0 (\varepsilon_3 - \varepsilon_4):$$

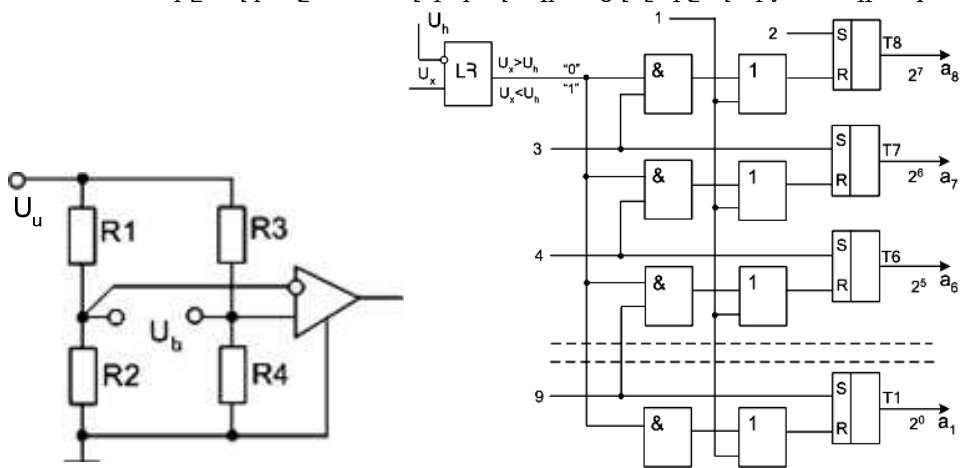
Կարգաբերման նպատակն է ստանալ ε_4 -ի թույլատրելի արժեք ($\varepsilon_4 \leq \gamma$), հետևաբար նպատակահարմար է R3 ռեգիստորն ընտրել փոքր թույլտվածքով $\varepsilon_3 \leq 0,3\varepsilon_4$, այդ դեպքում կարելի է ընդունել՝

$$U_b = 0,25U_0\gamma:$$

Ընդունելով սնող լարումը $U_0=1,75$ Վ, $\gamma=0,01$ դեպքում կստանանք՝ $U_b=0,25U_0\gamma=4,4$ մՎ, հետևաբար լարումների համեմատիչի գրոյի շեղման լարումը (նկատի ունենալով նաև դրա ջերմաստիճանային դրեյֆը) պետք է փոքր լինի 2 մՎ-ից:

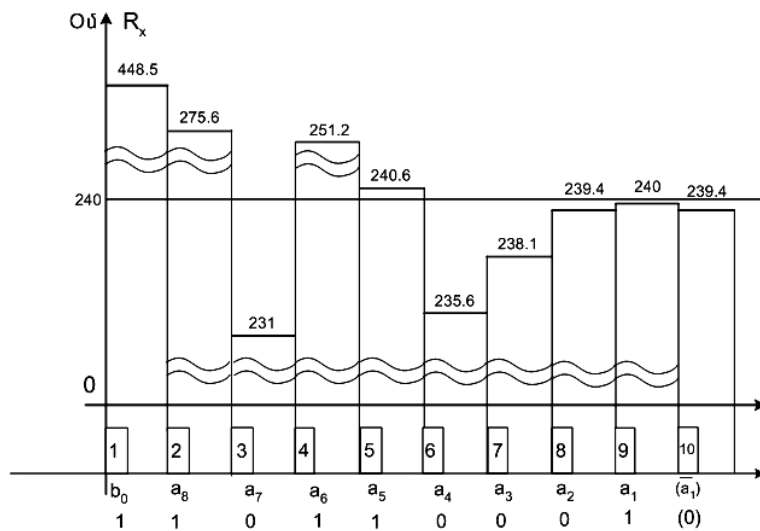
ՌՄ-ի կառավարումը նպատակահարմար է իրականացնել կողախմպուլսային անալոգաթվանշանային կերպափոխիչի աշխատանքի սկզբունքին համապատասխան [3]: Ստացված ՌՄ-ի կառավարման հանգույցի սխեման բերված է նկ.3-ում, իսկ ազդանշանների դիագրամը՝ (երբ $R_b=345$ Օմ)՝ նկ.4-ում: Լարումների համեմատիչի (ԼՀ) մուտքին տրվում է կամրջակի ելքային լարումը և կարգաբերման ընթացքում N_x -ը փոփոխվում է այնքան, մինչև ստացվի $R_4=240(1+\gamma)$ Օմ կամ $U_b \leq 2$ մՎ: Կարգաբերման 1-ին տակտում ազդանշան 1-ով բոլոր տրիգերները (T1-T8) բերվում են “0” վիճակի, a_1 -a8 մուտքերին տրվող ազդանշաններով ՌՄ-ի տրանզիստորային VT1-VT8 բանալիները փակվում են, միացված է մնում միայն հենային R_b ճյուղը: Հետևաբար ՌՄ-ի ելքում կստացվի ամենամեծ լարումը՝ $U_x > U_b$: Հաջորդ՝ կառավարող ազդանշան 2-ով ամենաբարձր կարգի T1 տրիգերը կբերվի “1” վիճակի՝ միացնելով ՌՄ-ի 8-րդ ճյուղը: Եթե ԼՀ-ի մուտքում ստացվի $U_x < U_b$, այդ դեպքում ԼՀ-ի ելքում կստացվի “1” ազդանշան և տրամաբանական 2ԵՎ տարրերով բանալիները կբացվեն և հաջորդ կառավարող ազդանշան 3-ով տրիգեր T8-ը կբերվի “0” վիճակի, իսկ T7-ը՝ “1” վիճակի: Եթե այս դեպքում ստացվի $U_x > U_b$, ապա ԼՀ-ի ելքում կստացվի “0”, 2ԵՎ տարրերը կփակվեն և հաջորդ կառավարող ազդանշան 4-ով տրիգեր T6-ը կբերվի “1” վիճակի: Եթե դարձյալ ստացվի $U_x > U_b$, ապա ազդանշան 5-ով տրիգեր T5-ը կբերվի “1” վիճակի ու եթե ստացվի $U_x < U_b$, ապա ԼՀ-ի ելքում կստացվի “1” ու ազդանշան 6-ով տրիգեր T5-ը կբերվի “0” վիճակի, իսկ T6-ը՝ “1” վիճակի և այսպես շարունակ, մինչև վերջին (a_1) կարգը: Եթե ազդանշան 9-ով տրիգեր T1-ը բերվի “1” վիճակի ու ստացվի $U_x < U_b$, ապա ազդանշան 10-ով T1-ը կբերվի “0” վիճակի ու կարգաբերումը կավարտվի: Տրիգերների վիճակներով կորոշվի կարգաբերող կողը, որը և կգրանցվի հիշողության հանգույցում հաջորդ (11-րդ) ազդանշանով: Նկ.4-ում բերված է աշխատանքի դիագրամը, երբ $R_{bw}=345$ Օմ, և բոլոր ռեգիստորները պատրաստված են $\alpha(30\%)$ թույլտվածքով: Այդ դեպքում ազդանշաններ 2-ից մինչև 5-ով միացվում (անջատվում) են R8-R5 ռեգիստորները ($a_8=1$, $a_7=0$, $a_6=1$, $a_5=1$) և համարժեք դիմադրությունն ստացվում է 240,6 Օմ, հաջորդ ազդանշան 6-ով միացվում է R4-ը ու ստացվում է 235,6 Օմ, դա անջատվում է ($a_5=0$) և միացվում է R3-ը ու ստացվում է 238,1 Օմ, դա նույնպես անջատվում է ($a_4=0$) և միացվում է R2-ը ու ստացվում է 239,4 Օմ, դա նույնպես անջատվում է ազդանշան 8-ով ($a_3=a_2=0$) և հաջորդ ազդանշան 9-ով միացվում է R1-ը և արդյունքում ստացվում է $R_x(240$ Օմ, հաջորդ ազդանշան 10-ով R1-ը անջատվում է և

արդյունքում ստացվում է $R_x=239,4 \text{ Օմ}$, իսկ դրան համապատասխան կոդը՝ $N_x=10110000$, որը ազդանշանի 11-ով կարող է գրանցվել հիշողության ռեգիստրում:



Նկ.2. Կարգաբերման համարժեք հաշվարկային սխեման

Նկ.3. ՌՄ-ի կառավարման հանգույցի սխեման



Նկ.4. Ռեգիստրային հանգույցի աշխատանքի դիագրամը

Տրանզիստորային բանալիների կառավարման համար անհրաժեշտ է ունենալ միմյանց հաջորդող իմպուլսային ազդանշաններ, որոնցից ժամանակի տվյալ պահին պետք է տրվի կառավարման սխեմայի համապատասխան մուտքին (նկ.3-ում 1,2,...,10): Նման սխեմաների կառուցման սկզբունքները բերված են [4]-ում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. JESD79-3A DDR3 SDRAM Specification, JEDEC SOLID STATE TECHNOLOGY ASSOCIATION, September, 2007.
2. Электрические измерения неэлектрических величин / Под ред. **П.В.Новицкого**. - М.: Энергия, 1975. - 576 с.
3. **Ратхор Т.С.** Цифровые измерения. АЦП/ЦАП.- М.: Техносфера, 2006.-392с.
4. **Букреев И.Н., Мансуров Б.М., Горячев В.И.** Микроэлектронные схемы цифровых устройств.- М.: Сов. радио, 1975.-368с.

ՀղձՀ. Նյութը ներկայացվել է 10.07.2008:

Д.А. ШАХКАМЯН

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ РЕЗИСТОРНОЙ МАТРИЦЫ, УПРАВЛЯЕМОЙ МОП ТРАНЗИСТОРАМИ

Рассматриваются вопросы выбора схемы и расчета параметров кодоуправляемой резисторной матрицы, предназначенной для получения резистора с требуемыми номинальным сопротивлением и допуском. Приведены расчетные формулы и схема управления матрицей.

Ключевые слова: резисторная матрица, кодоуправляемый делитель напряжения, мостовая схема.

D.A. SHAGHGAMYAN

DEVELOPMENT OF RESISTOR MATRIX SCHEME CONTROLLED BY MOS TRANSISTORS

The impedance values of memory I/O devices should be matched with those of transmission lines to enable high-speed operation. A block containing parallel connected resistors (resistor matrix, RM) is used for matching purposes. The required value of impedance variation is formed via appropriate parallel connections of resistors. The formulas for calculation of branch resistances are given and the control circuit diagram is provided.

Keywords: resistor matrix, code-controlled voltage divider, bridge scheme.