

ՀՏԴ 621.396.218

Դ.Հ. ՀՈՒՍԻԿՅԱՆ, Ա.Հ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

**ՏՊԱՍԱԼԻ ՀԱՐԹԱԿԻ ՄՈՆՏԱԺԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ՏԱՐՐԵՐԻ ԵՎ
ՀԱՂՈՐԴԱՇԵՐՏԵՐԻ ՔԱՆԱԿՆԵՐԻ ՀԱՄԱԴՐՈՒՄԸ**

Առաջարկվում է լավագույն փոխզիջման մեթոդ, որով որոշվում են բազմաշերտ տպասալի (ՔՏ) հարթակի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի և տարրերի քանակները: Մշակված մեթոդը հնարավորություն է տալիս նախագծման վաղ փուլում որոշել ՔՏ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի քանակի և տարրերի քանակի լավագույն փոխհարաբերակցությունը՝ ըստ մոնտաժային դաշտի նվազագույն մակերեսի և առավելագույն լցման գործակցի:

Առանցքային բառեր. ինտեգրալ սխեմա, հարթակ, մոնտաժային դաշտ, հաղորդաշերտերի քանակ:

ՔՏ կոնստրուկցիայի նախագծման վաղ փուլերում, երբ դեռևս գաղափար չունենք կառուցվածքի մասին, անհրաժեշտ են նախագծվող ՔՏ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի միջին քանակը գնահատելու մոտավոր մեթոդներ [1-6]: Ինչպես և կարելի էր սպասել, գնահատանքի նախնական մեթոդները սկզբում նպատակաուղղված էին՝ ստուգելու այս կամ այն կառուցվածքի նախագծային լուծումները՝ ֆիզիկական իրագործելիության տեսանկյունից:

Այս աշխատանքի հիմնական խնդիրները ավտոմատացված նախագծման համակարգերի շրջանակներում տպասալի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի քանակի և տարրերի քանակի լավագույն փոխհարաբերության որոշումն է, որն ապահովում է լցման գործակցի առավելագույն և նվազագույն մոնտաժային դաշտի մակերեսի արժեքները:

Մաթեմատիկական մոդելի միջոցով [7, 8] որոշվել է ՔՏ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի քանակը՝

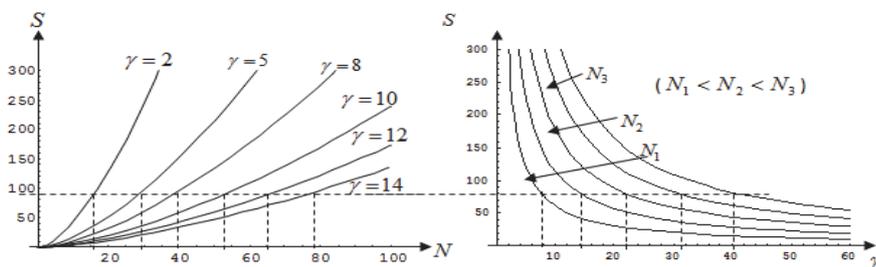
$$\bar{\gamma} = \frac{\sum S_{\text{տ.տ.}}}{K S} = \frac{d_{\min} \bar{L}}{K abN} = \frac{tm_0 d_{\min} (1-p)(N + N^p) N^{0.5(p-1)}}{K \sqrt{ab} (1+p)(N^{0.5} - N^{0.5p})}, \quad (1)$$

որտեղ $\bar{\gamma}$ – ՔՏ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի քանակն է, $(\sum S_{\text{տ.տ.}} = d_{\min} \bar{L})$ - ը՝ էլեկտրական միացումների լարային երկարությունների ընդհանուր մակերեսը, K – ն՝ հաղորդաշերտի հաղորդալարերի խտություն

գործակիցը, S - ը՛ հարթակի մոնտաժային դաշտի ամբողջ մակերեսը, d_{\min} - ն՛ հաղորդալարերի լայնությունը, \bar{L} - ը՛ ԲՏ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի էլեկտրական միացումների լարերի երկարությունների գումարը, $a \times b$ - ն՛ համապատասխանաբար տարրերի միջնակետերի միջև եղած հեռավորությունը հորիզոնական և ուղղահայաց ուղղություններով, N - ը՛ տարրերի քանակը տպասալում, t - ն՛ շրթանների ճյուղավորման գործակիցը ($0,5 \leq t < 1$), m_0 - ն՛ ինտեգրալ սխեմաների էլքերի միջին քանակը, p - ն՛ միջտարրային կապերի խտության գործակիցը ($0,1 \leq p \leq 1$):

(1) կախվածությունը թույլ է տալիս լուծել սինթեզի մի շարք խնդիրներ:

Դիտարկենք $\gamma = f(N)$, երբ $K = const$, $\gamma = f(k)$, երբ $N = const$, $S = f(N)$, երբ $\gamma = const$ և $s = f(\gamma)$, երբ $N = const$ կորերի համակարգը: Ստացված $\gamma = f(N)$ և $s = f(N)$ հաստատունության կորերը համընկնում են [7-8] աշխատանքների արդյունքներին: Հայտնի է, որ տարբեր մակերեսներ ունեն տարբեր մոնտաժային բնութագրեր: Օգտվելով նշված կախվածություններից՝ կարող ենք ուսումնասիրել ԲՏ-ի հարթակի միևնույն N ինտեգրացման աստիճանի կախումը մակերեսներից և հաղորդաշերտերից (նկ. 1):



Նկ. 1. ԲՏ-ի հարթակի S մակերեսի կախվածությունը մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի γ քանակից և ինտեգրալ սխեմաների N քանակից

Հաստատունության (նկ.1) կորերը այն հիմքն են, որոնց վրա հիմնվում են ըստ ԲՏ-ի հարթակի հաղորդաշերտերի քանակը և տարրերի քանակի պարամետրերի կառուցվածքների վեկտորական սինթեզման խնդրի լուծումը [8,9]: Լուծումները որոշվում են երկչափ դեկարտյան կոորդինատների համակարգում, որտեղ օրդինատային առանցքի վրա դրված է ԲՏ-ի հաղորդաշերտերի γ քանակը, իսկ աբսցիսների առանցքի վրա՝ տարրերի N քանակը:

Վեկտորային սինթեզի խնդիրների լուծման մեջ հաստատունության կորերի օգտագործման մեթոդիկայի լուսաբանման համար քննարկենք մի օրինակ

[8,9]: Ընդունենք, որ պահանջվում է լուծել ԲՏ-ի կառուցվածքի սինթեզի խնդիրն ըստ երկու չափանիշի՝

1. ԲՏ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի մակերեսի մինիմումի,
2. ԲՏ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտի հաղորդալարերի խտության գործակցի K մաքսիմումի:

Առաջինը նախագծման հիմնական չափանիշներից մեկն է, երկրորդը որոշվում է հարթակի վրա չօգտագործված մակերեսների փոքրացման պահանջով, ինչը հանգեցնում է ոչ անհրաժեշտ մոնտաժային դաշտի մակերեսի նվազմանը: Սինթեզի խնդրի լուծման համար սկզբնական տվյալներն են նախագծվող ԲՏ-ի սկզբունքային էլեկտրական սխեման, ինտեգրալ սխեմայի հարթակի մոնտաժային դաշտի S, K, N և γ պարամետրերի սահմանափակումները, ընտրված ցուցանիշների սահմանափակումները, ինտեգրալ սխեմայի մեկ տիպաչափի վրա կառուցվածքի կառուցման պահանջը՝ ինտեգրալ սխեմայի տրված երկրաչափական չափսերի դեպքում նրա հարթակի մոնտաժային դաշտի մակերեսը:

Ինչպես հայտնի է, ԲՏ-ի գաբարիտային չափերից ավելի փոքրացումը սահմանափակվում է ներքևից՝ ջերմային ռեժիմի ապահովման պահանջով և հարթակի մոնտաժային դաշտի հաղորդաշերտերի γ քանակով:

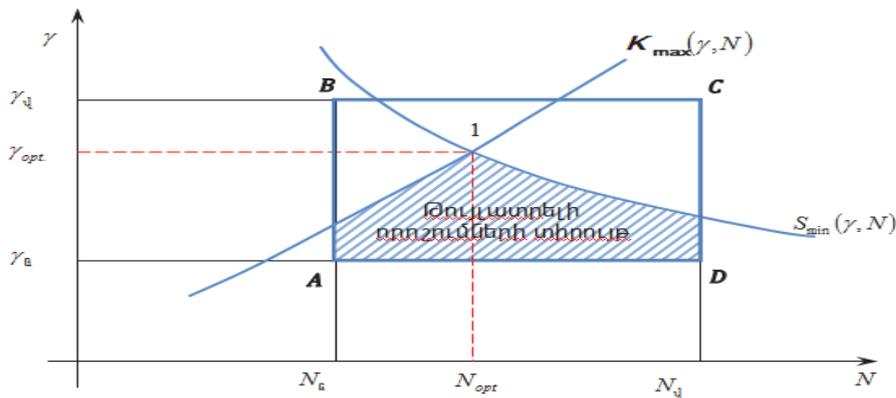
Խնդրի լուծումը՝ γ և N ցուցանիշների վրա S_{\min} և K_{\max} սահմանափակումների առկայության դեպքում: Առաջին հերթին խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ է որոշել թույլատրելի լուծումների տիրույթը (ԹԼՏ): ԲՏ-ի γ և N պարամետրերի սահմանափակումները թույլատրելի լուծումների որոշ տիրույթ են հաստատում (որոշում), որի սահմաններում անհրաժեշտ է որոշել N, S, K և γ պարամետրերի օպտիմալ արժեքները: Այդ տիրույթը ներկայացնում է ABCD ուղղանկյունը (Պարետոյի տիրույթ) [8, 9]: ԹԼՏ սահմանափակված է՝ ըստ Բ-ի հարթակի $S_{\min}(\gamma, N)$ մակերեսով և մոնտաժային դաշտի հարթակի հաղորդաշերտերի խտության $K_{\max}(\gamma, N)$ գործակցով $\gamma(N)$ դաշտում:

ԲՏ-ի հարթակի հաղորդաշերտերի քանակը վերևից սահմանափակված է $\gamma_{\text{վ}}$ առավելագույն արժեքով՝ հարթակի հաղորդաշերտերի քանակը եղած անվանացանկից և ներքևից $\gamma_{\text{գ}}$ մինիմալ հաղորդաշերտեր՝ նույն անվանացանկից: Տարրերի քանակի սահմանափակումները դրվում են ԲՏ-ի ֆունկցիոնալ ծավալի ընտրության վրա՝ ներգործող գործոնները հաշվի առնելով վերևից՝ $N_{\text{վ}}$, իսկ ներքևից՝ $N_{\text{գ}}$ (նկ. 2):

γ և K ցուցանիշների փորձնական արժեքների և ԹԼՏ-ի որոշման համար վերլուծենք այդ ցուցանիշների (կամ նրանց հաստատունության կորերի) վարքը $\gamma(N)$ կորորինատային համակարգի առաջին քառորդում:

Նկ. 1-ից երևում է, որ $K = const.$ հաստատունության կորը աճող $\gamma(N)$ կախվածություն է ներկայացնում:

(1) արտահայտության համակարգչային վերլուծությունները ցույց տվեցին, որ γ -ի հաստատունության կորը K -ից γ -ի $[\gamma(K)]$ նվազող կախվածություն է (նկ.2): Ըստ որում, K -ի աճի հետ γ նվազումը հետզհետե դանդաղում է, և սկսած ինչ-որ պահից՝ N -ի հաստատունության կորը գործնականորեն վերածվում է K առանցքին զուգահեռ ուղու: $N = N_1, N = N_2, N = N_3, N = N_4$ չորս հաստատունության կոր է պատկերված նկ. 2-ում:



Նկ. 2. Մոնոտոնորոշման դաշտի մակերեսի $S(\gamma, N)$ և հաղորդաչների հաղորդակարների խտության $K(\gamma, N)$ գործակցի կորերի (հաստատունության կորերի) հատումը ABCD թույլատրելի որոշումների դաշտում

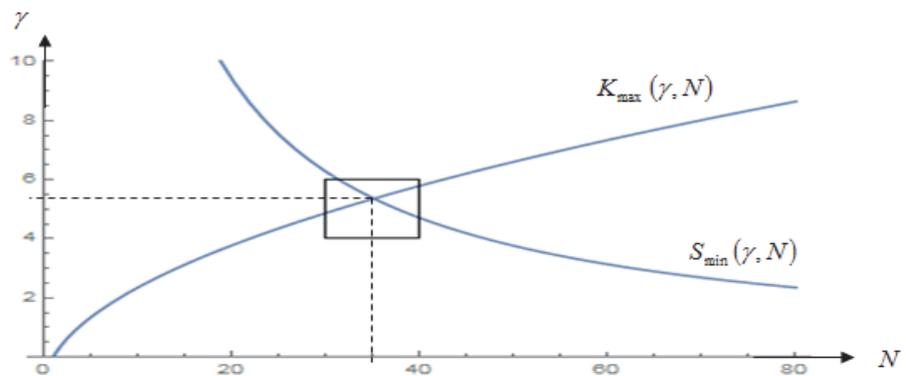
K պարամետրի երկու հաստատունության կորերի համեմատության դեպքում ստացված դատողությունների նմանությամբ այստեղ ևս կարելի է եզրակացնել, որքան ցածր է N -ի հաստատունության կորը, այնքան կառուցվածքի տարրերի փոքր քանակի է այն համապատասխանում: Այստեղից հետևում է, որ ABCD ուղղանկյան մեջ տարրերի նվազագույն քանակը կլինի A կետում: ԹԼՏ-ի որոշման համար պետք է կառուցել $N = N_{\min}$ և $K = K_{\max}$ հաստատունության կորերը՝ յուրաքանչյուր ցուցանիշի համար որպես թույլատրելի լուծումներ առանձնացնելով համապատասխան հաստատունության էքստրեմալային կորից ցածր գտնվող տիրույթը (նկ.2):

1. Դիտարկենք լուծման մեթոդների այն բոլոր հնարավոր տարբերակները, երբ ըստ երկու ցուցանիշի՝ գոյություն ունի միայն մեկ օպտիմալ լուծում:

2. Կմխավորենք այն բոլոր տարբերակները, որոնց լուծման ժամանակ պահանջվում է փոխզիջման որոշ սխեմայի օգտագործում: Առաջին հերթին այս դասին են պատկանում այն բոլոր դեպքերը, երբ $S_{\min}(\gamma, N)$ և $K_{\max}(\gamma, N)$ հաստատունության կորերը հասվում են ABCD ուղղանկյան ներսում: Այս դեպքում 1 հատման (N_{opt}, γ_{opt}) կետում (նկ.1) N, γ պարամետրերի ընտրությամբ կարելի է կառուցվածքում ապահովել երկու ցուցանիշի օպտիմալ արժեքները (նկ.2):

Այլ դեպքեր դիտարկելիս պետք է անմիջապես դիտարկումից դուրս թողնել այն տարբերակները, որոնց դեպքում $S = S_{\min}$ կորը կանցնի A կետից ներքև, կամ $K = K_{\max}$ կորը կանցնի D կետից ներքև: Այս դեպքում օպտիմալ լուծումը չկա, և ԹԼՏ գոյություն չունի:

Չանազան տարբերակների դիտարկման դեպքում պետք է հաշվի առնել, որ ըստ երկու ցուցանիշի՝ միակ օպտիմալ լուծում գոյություն ունի, երբ S_{\min} կորն անցնում է B կետից ներքև և A կետից վերև: Նկ. 3-ում պատկերված է մի հնարավոր տարբերակ, երբ S_{\min} և K_{\max} կորերը երկուսն են՝ ըստ երկու ցուցանիշի՝ օպտիմալը (հասվում են $1(\gamma_{opt}, N_{opt})$ կետում) [8, 9]:



Նկ. 3. Տպասալի մոնոսթային դաշտի նվազագույն մակերեսի և հաղորդաշերտի հաղորդալարերի խտության գործակցի հաստատունության կորերի հատումը, երբ $N=60, p=0.5, t=0.5, k=0.6, m_0=16, a=6, b=4, d=0.1$, և $\gamma_{\min} = 4, \gamma_{\max} = 6, N_{\min} = 30, N_{\max} = 40$ թույլատրելի որոշումների տիրույթում

Տպասալի հարթակի հաղորդաշերտերի քանակը վերևից սահմանափակված է γ առավելագույն արժեքով և ներքևից՝ γ նվազագույն արժեքով: Տարրերի

քանակի սահմանափակումները դրվում են տպասալի կամ ինտեգրալ սխեմայի ֆունկցիոնալ ծավալի ընտրության վրա՝ ազդող գործոնները հաշվի առնելով, վերևից՝ N_{\max} , իսկ ներքևից՝ N_{\min} (նկ.2): Այդ տիրույթը ներկայացնում է (γ, N) դաշտում Պարետոյի տիրույթ [9]՝ ըստ տպասալի հարթակի $S_{\min}(\gamma, N)$ մակերեսով և մոնտաժային դաշտի հարթակի հաղորդաշերտերի խտության $K_{\max}(\gamma, N)$ գործակցով (նկ.2): Երբ $S_{\min}(\gamma, N)$ և $K_{\max}(\gamma, N)$ հաստատունության կորերը հատվում են Պարետոյի տիրույթում, այդ դեպքում հատման (N_{opt}, γ_{opt}) կետը լավագույնն է (նկ. 3):

Եզրակացություն: Մշակվել է ԲՏ-ի հաղորդաշերտերի գնահատման երկպարամետրական մոդել: Օգտվելով ինտեգրալ սխեմայի կառուցվածքային պարամետրերի անալիտիկ կախվածությունից՝ հաղորդաշերտերի քանակից, մոնտաժային դաշտի մակերեսից, տարրերի քանակից, հարթակի մոնտաժային դաշտի խտության գործակցից և հաստատունության կորերից, նախագծման վաղ փուլերում գնահատվել են ԲՏ-ի մի շարք կառուցվածքային պարամետրեր: Ցույց է տրված, որ Պարետոյի տիրույթի որոշումից հետո ամենանպատակահարմարը լավագույն փոխզիջման մեթոդի կիրառումն է՝ ԲՏ կառուցվածքների երկչափանիշային սինթեզման դեպքում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Routing Density Analysis of ASICs, Structured ASICs, and FPGAs Programmable Logic Design Line(0/19/2005) [http://www.soccentral.com/ results.asp](http://www.soccentral.com/results.asp) Category ID=563& Entry ID=16716
2. **Theis T.N.** The Future of Interconnection Technology// IBM J.Res. Develop.-May, 2000.- Vol. 44, No 3. -P. 379-390.
3. **Файзулаев Б.Н., Шагурин И.И.** Быстродействующие матричные БИС и СБИС. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
4. **Барсегян П.Л.** Математические основы конструирования микроэлектронной аппаратуры: Учебное пособие.- М: Изд-во МАИ,1990.-144 с.
5. **Husikyan D.H., Aharonyan A.K.** The New Definition Method of the Conduction Printed Layers, Quantity, Area and Elements Putting Step in the Large Integral Scheme Platform of Basic Crystal //Proceedings of the Sixth International Symposium on CSNDSP, 23-25 July, Graz University of Technology.- Graz, Austria, 2008. - P. 606-608.
6. **Husikyan D.L., Aleksanyan D.M., Husikyan L.D.** Defining the Conducting Layers Number of a Circuit Field of a Basic Construction Board by the Probability Model // 8th IEEE, IET International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing Poznan University of Technology.- Poznan, Poland, 18-20 July, 2012. 10.1109/CSNDSP.2012.6292714.

7. **Усикян Д.О., Алексанян Д.М., Аветисян К.Г., Матевосян О.Т.** Определение числа слоев проводников монтажного поля ИС // Труды Восьмой Международной научно–практической конференции “Современные информационные и электронные технологии “СИЕТ”-2014. -Одесса, Украина, 2014. - С. 252.
8. **Ալեքսանյան Դ.Մ., Հուսիկյան Դ.Հ.** Ինտեգրալ սխեմայի կառուցվածքի սինթեզումը՝ ըստ հարթակի մոնտաժային դաշտի տարրերի և հաղորդաչերտերի քանակների // Հայաստանի գիտությունների ազգային ակադեմիայի և Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ, Տեխնիկական գիտությունների սերիա. - Երևան, 2016. - Հատոր LXIX, N2. - էջ 161-168:
9. **Борисов В.И.** Проблемы векторной оптимизации. – В кн.: Исследование операций / Отв. ред. **А.А. Ляпунов.** – М.: Наука, 1972.- 136 с.

Д.О. УСИКЯН, А.А. МАНУКЯН

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МОНТАЖНОГО ПОЛЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ И КОЛИЧЕСТВА ПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ

Предлагается метод справедливого компромисса, посредством которого определяются количества проводящих слоев и элементов интегральной схемы многослойной печатной платы, а также оптимальное соотношение минимальной площади монтажного поля и максимального коэффициента заполнения.

Ключевые слова: интегральная схема, плата, монтажное поле, количество слоев.

D.H. HUSIKYAN, A.H. MANUKYAN

OPTIMIZATION OF THE MOUNTING FIELD ELEMENTS OF PRINTED CIRCUIT BOARD AND THE NUMBER OF TRANSFERRING LAYERS

The fair compromise method is proposed by which the numbers of the wire layers and MPC are determined. The best ratio of the number of wire layers and elements of the mounting field of the MPC platform by the minimum area of the mounting field and the maximum fill factor is determined.

Keywords: integrated circuit, platform, mounting field, number of wire layers.