

Ա. Խ. ՄԻՏԻԹԱՐՅԱՆ

ՀԱՏՈՒԿ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՄԲ ԻՆՏԵԳՐԱԼ ՍԻՆՏԵՄԱՆԵՐՈՒՄ ԿԱՊԱԶԵՐԾՈՂ ԿՈՆԴԵՆՍԱՏՈՐՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ ՍՆՄԱՆ ԴՈՂԵՐԻ ԱՂՄՈՒԿՆԵՐԻ ՃՆՇՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿ

Առաջարկվում է հատուկ պայմաններում՝ ջերմաստիճանային գերլայն տիրույթում, աշխատող ԿՄՕԿ ինտեգրալ սինտեմաներում կապազերծող կոնդենսատորների միջոցով աղմուկների ճնշման մեթոդ: Մեթոդի էությունը կոնդենսատորների տիպի ընտրման միջոցով աղմուկների ճնշման՝ ջերմաստիճանային կախվածության նվազեցումն է: Հետազոտությունը հնարավորություն է տալիս նախագծման ընթացքում կիրառել այնպիսի տարրեր, որոնք կհանգեցնեն համակարգերի պարամետրերի դեգրադացման նվազեցման:

Առանցքային բառեր. աղմուկ, կապազերծող կոնդենսատոր, մետաղական կոնդենսատոր, ՄՕԿ կոնդենսատոր:

Ներածություն: Ժամանակակից ինտեգրալ սինտեմաներում (ԻՍ) թվային համակարգերի հաճախությունը հասել է ԳՀց-երի: Միաժամանակ, տեղի է ունեցել սնման լարման աստիճանական նվազեցում՝ ընդհուպ մինչև 0.5-0.7Վ-ի: Արդյունքում՝ նվազել է համակարգի աղմուկայնությունը: Նախագծման գործընթացում ամենակարևոր բաղկացուցիչներից մեկը դարձել է աղմուկայնության բարձրացումը: Վերջինիս միտված մեթոդները հաշվի առնելիս առաջանում են տիպային խնդիրներ, որոնցից մեկը ջերմաստիճանային լայն տիրույթում սինտեմաների պարամետրերի դեգրադացման նվազեցումն է:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Հատուկ նշանակությամբ ԻՍ-երում անհրաժեշտություն է առաջանում աղմուկների մակարդակը հասցնել նվազագույնի: Խնդիր է դրվում առաջարկել մեթոդ, որը կլուծի լայն ջերմաստիճանային տիրույթում ԻՍ-երում կապազերծող կոնդենսատորների կիրառման հիմնահարցը:

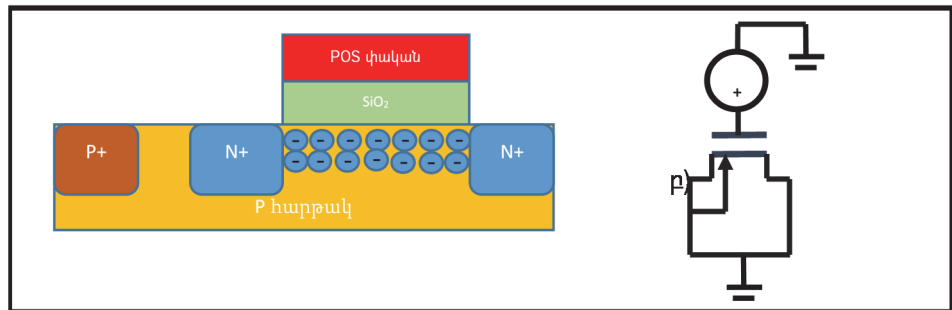
Հետազոտության արդյունքները: ԻՍ-երում սնման դողերի աղմուկների նվազեցման ամենակիրառական մեթոդներից մեկը կապազերծող կոնդենսատորների կիրառումն է: Սակայն հատուկ նշանակությամբ ԻՍ-երում անհրաժեշտ է ապահովել լայն՝ [-60 - +150°C] ջերմաստիճանային աշխատանքային տիրույթ, և ի հայտ է գալիս անհրաժեշտություն՝ ընտրելու այնպիսի կոնդենսատորներ, որոնց արժեքը առավել կայուն կլինի այդ տատանումների նկատմամբ:

Ժամանակակից ԻՍ-երում հիմնական կիրառվող կոնդենսատորները երկուսն են՝

1. մետաղ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ տրանզիստորի հիման վրա կոնդենսատորներ,

2. մետաղական կոնդենսատորներ:

ՄՕԿ տրանզիստորի հիման վրա կոնդենսատոր: Կազմված է պարզագույն տրանզիստորից: Կոնդենսատորի երկու ելուստներից մեկը տրանզիստորի փականն է, իսկ մյուսը՝ ակունքի, արտահոսքի և հարթակի ելուստները՝ որպես մեկ հանգույց: Նկ. 1-ում ներկայացված է կոնդենսատորի կառուցվածքը. [1]



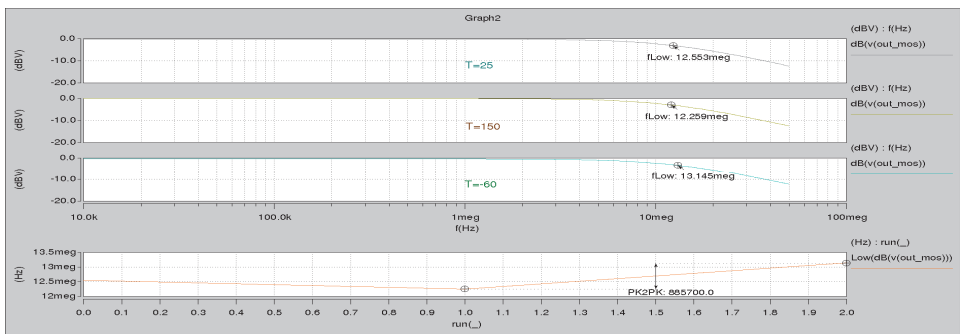
Նկ. 1. ա) ՄՕԿ տրանզիստորի կառուցվածքը: բ) ՄՕԿ տրանզիստորի՝ որպես կոնդենսատորի միացման սխեման

Տրանզիստորի վրա հիմնված կոնդենսատորի առավելագույն ունակության արժեքը ստացվում է շեմային լարումից բարձր լարում կիրառելու դեպքում՝ պայմանավորված հոսքուղու տիրույթում հիմնական լիցքակիրների առկայությամբ: Վերջիններս պայմանավորող գործոններից մեկը արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանն է: Հետևաբար՝ ջերմաստիճանի փոփոխությունն ուղղակիորեն ազդում է ՄՕԿ կոնդենսատորի ունակության արժեքի վրա.

$$V_{th} = V_{fb} - 2V_{fp} + \frac{Q'_{b0}}{C'_{ox}}, \quad V_{fp} = -\frac{kT}{q} \ln \frac{N_a}{n_i},$$

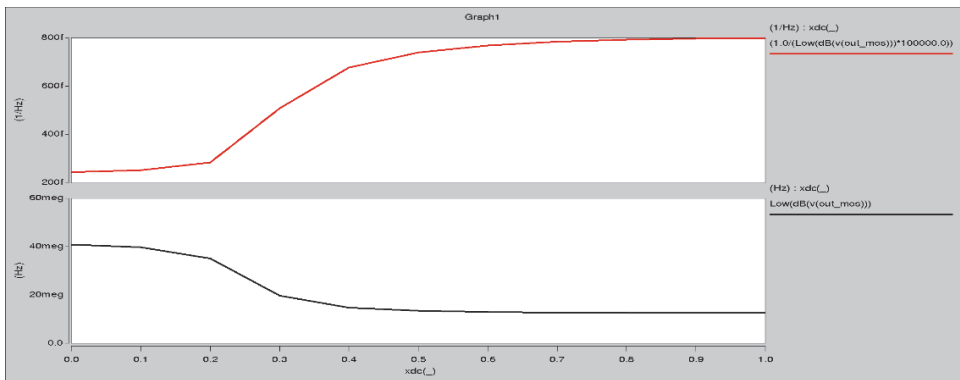
որտեղ V_{th} -ը ՄՕԿ տրանզիստորի շեմային լարման արժեքն է, V_{fp} -ն՝ Ֆերմիի էներգիական մակարդակի դիրքը, Q'_{b0} -ն՝ հոսքուղում կուտակված հիմնական լիցքերի քանակը, C'_{ox} -ը՝ տրանզիստորի փականի միավոր մակերեսի ունակությունը, k -ն՝ Բոլցմանի հաստատունը, T -ն՝ բացարձակ ջերմաստիճանը, N_a -ն՝ ակցեպտորային լիցքերի կոնցենտրացիան, n_i -ն՝ սեփական կիսահաղորդչում հիմնական լիցքերի կոնցենտրացիան [2]:

Նկ.2-ում ցույց է տրված ՄՕԿ կոնդենսատորի ունակության կախվածությունը ջերմաստիճանից: Նկարից հետևում է, որ այն ունի մոտ 8% ճշտություն: Որպես կապագերծող կոնդենսատոր կիրառելու դեպքում հատկապես վտանգավոր կարող է լինել ցածր ջերմաստիճանային տիրույթում աշխատելը. այս տիրույթում ՄՕԿ կոնդենսատորն ունի նվազագույն ունակություն, որից հետևում է աղմուկների նվազագույն ճնշումը սնման դողերի վրա:



Նկ. 2. R-C շղթայի ԱՀԲ-ն իդեալական դիմադրության և ջերմաստիճանի [-60 - +150] °C պայմաններում

Մյուս կարևոր գործոնը, որը կարող է հանգեցնել ՄՕԿ կոնդենսատորի արժեքի տատանման, նրա փական-ակունք լարման արժեքն է: Հայտնի է, որ մինչ-շենային տիրույթում աշխատող տրանզիստորի հոսքուղու տիրույթում լիցքակիրների քանակը խիստ ցածր է: Նկ. 3-ում ցույց է տրված ՄՕԿ կոնդենսատորի ունակության՝ փական-ակունք լարումից կախվածության գրաֆիկը:



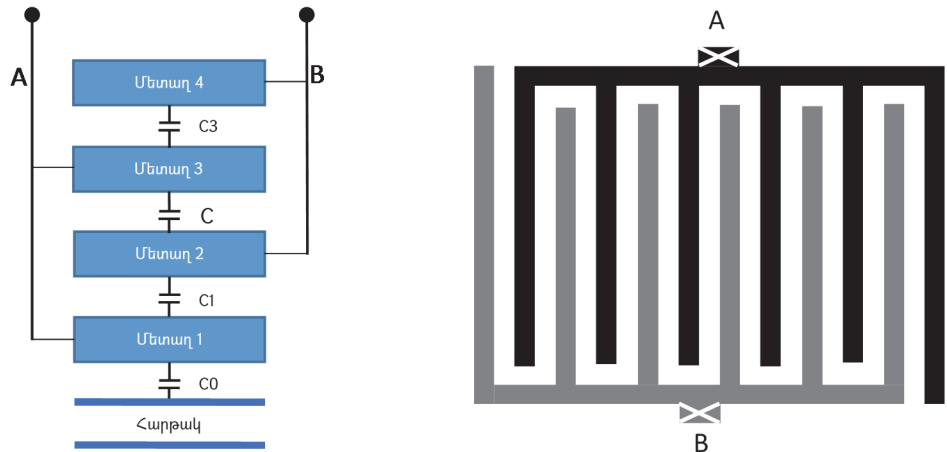
Նկ. 3. ՄՕԿ կոնդենսատորի ունակության կախվածությունը փական-ակունք լարումից

Ինչպես հետևում է նկարից, ունակության արժեքը փոփոխվում է մոտ 4 անգամ: Վերջինից հետևում է, որ արդյունավետ ՄՕԿ կոնդենսատոր ունենալու

համար անհրաժեշտ նախապայման է շեմային լարումից բարձր լարման կիրառումը: Վերջինս կարող է սահմանափակող գործոն լինել ցածր լարման պայմաններում շահագործելիս, հատկապես, երբ գործ ունենք մեծ շեմային լարմամբ տրանզիստորի հետ:

Մետաղական կոնդենսատոր: Տարրի հիմքում ընկած է պարզագույն կոնդենսատորի կառուցվածքը. մետաղական շերտերի և նրանց միջև մեկուսիչ շերտի առկայությունն ապահովում է ինտեգրալ կոնդենսատորի սխեման: Տեխնոլոգիական առումով հեշտ ստացվող տարրեր են, քանի որ պարունակում են ՎՄՕԿ տեխնոլոգիային բնորոշ տեխնոլոգիական նյութեր, ինչպես նաև նոր ֆոտոշաբլոնի կամ տեխնոլոգիական նյութերի կիրառման անհրաժեշտություն չկա: Սակայն միավոր մակերեսում ստացվող ունակության չափը ստացվում է մի քանի անգամ փոքր՝ ի տարբերություն սովորական ՄՕԿ կառուցվածքի:

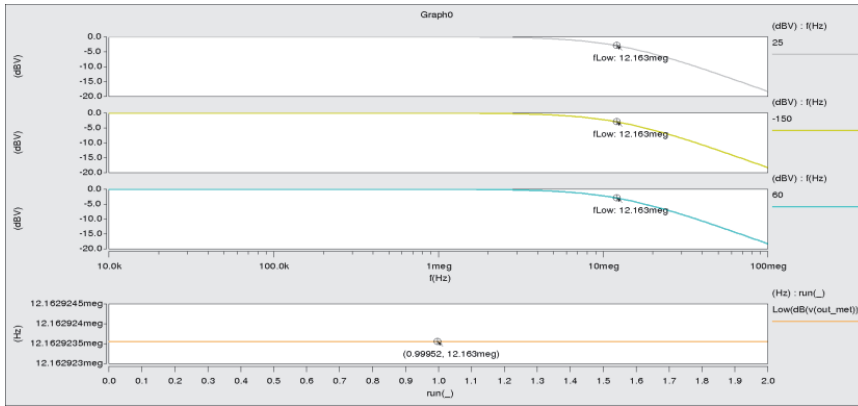
Նկ.4-ում ներկայացված է մետաղական կոնդենսատորի կառուցվածքը և տոպոլոգիան: Սանրաձև կառուցվածքն ապահովում է փոքր մակերեսի վրա ավելի մեծ ունակության ապահովում: Մի քանի մետաղական շերտերի օգտագործման միջոցով ստացվող գումարային ունակությունը հավասարվում է առանձին շերտերի միջև ունակությունների գումարին [3]:



Նկ. 4. ա) Մետաղական կոնդենսատորի ձևավորումը, բ) Մետաղական կոնդենսատորի տոպոլոգիան

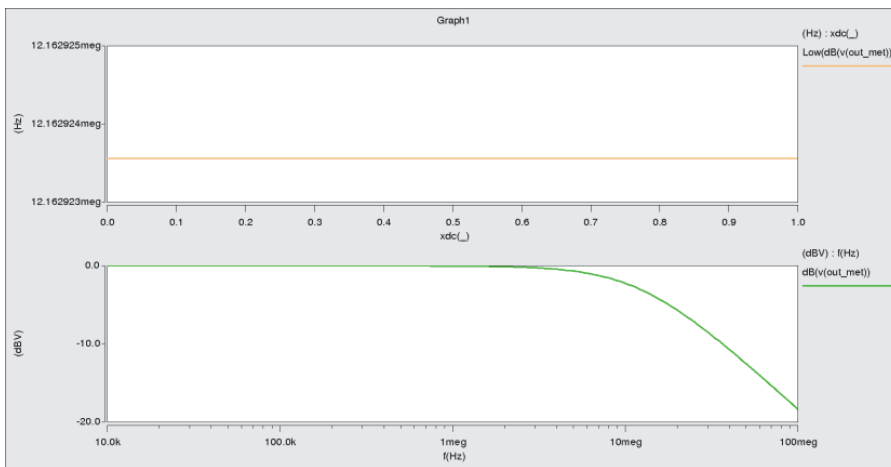
Համեմատության համար կատարվել են միևնույն նմանակումները: Նկ.5-ում ներկայացված է մետաղական կոնդենսատորի հիման վրա R-C շղթայի ԱՀԲ-ն և կտրման հաճախության կախումը ջերմաստիճանից: Արդյունքներից հետևում է,

որ [-60 - +150] °C ջերմաստիճանային տիրույթում մետաղական կոնդենսատորի ունակությունը ջերմաստիճանից գործնականում անկախ է:



Նկ. 5. R-C շղթայի ԱՀԲ-ն իդեալական դիմադրության և ջերմաստիճանի [-60 - +150] °C պայմաններում

Նկ.6-ում ներկայացված է մետաղական կոնդենսատորի ԱՀԲ-ն: Մոդելավորման ընթացքում փոփոխվել է նաև մուտքային լարման շեղման չափը:



Նկ. 6. R-C շղթայի ԱՀԲ-ն իդեալական դիմադրության և լարման 0-14 փրոյություն փոփոխության պայմաններում

Նկ.6-ից հետևում է, որ կոնդենսատորի ունակությունն անկախ է նրա վրա կիրառված լարման արժեքից: Սա ևս ապահովում է նման կոնդենսատորների՝ հատուկ նշանակությամբ սխեմաներում կիրառման առավելությունը:

ՄՕԿ կոնդենսատորի և մետաղական կոնդենսատորի ունակության՝ փարբեր գործոններից կախվածությունը

Գործոնը	ՄՕԿ կոնդենսատորի ունակության փոփոխությունը (%)	Մետաղական կոնդենսատորի ունակության փոփոխությունը (%)
Ջերմաստիճան	8	0
Լարում	400	0

Եզրակացություն: Առաջարկվել են որպես կապագերծող ունակություն ԿՄՕԿ տեխնոլոգիայում կիրառվող 2 տիպի կոնդենսատորներ հատուկ նշանակությամբ՝ [-60 - +150]°C ջերմաստիճանային տիրույթում աշխատելու համար: ՄՕԿ տրանզիստորի հիման վրա կոնդենսատորի ջերմաստիճանային կախվածությունը 8% է, մինչդեռ մետաղական կոնդենսատորինը ձգտում է 0-ի: Միաժամանակ, ՄՕԿ կառուցվածքով կոնդենսատորն ունի կիրառված լարման արժեքից խիստ կախվածություն: Հետևաբար՝ առավելագույն կայունություն ստանալու համար առաջարկվում է օգտագործել մետաղական կոնդենսատորներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Razavi B.** Design of Analog CMOS Integrated Circuits.-Los Angeles, The McGraw-Hill companies, Inc., 2001. – P.38-39.
2. **Baker J.R.** CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation. - 3rd Edition. - John Wiley and & Sons, Inc., Publication, 2010. – P.168-197.
3. **Schneider M.C. and Galup-Montoro C.** CMOS Analog Design Using All-Region MOSFET Modeling.- Cambridge University Press, 2010. – P.102-103.

А.Х. МХИТАРЯН

МЕТОД ПОДАВЛЕНИЯ ШУМОВ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗВЯЗЫВАЮЩИХ КОНДЕНСАТОРОВ

Предложен метод подавления шумов в комплементарных металл-оксид-полупроводниковых (КМОП) интегральных схемах (ИС) с применением шумоподавляющих развязывающих конденсаторов. Суть метода заключается в выборе типа конденсатора в ИС, емкость которого будет иметь малую зависимость от температуры. В результате уменьшается зависимость шумоподавления системы от температуры.

Ключевые слова: шум, развязывающий конденсатор, металлический конденсатор, МОП конденсатор.

A.KH. MKHITARYAN

**A METHOD FOR NOISE REJECTION IN SPECIAL-PURPOSE
INTEGRATED CIRCUITS, USING DECOUPLING CAPACITORS**

A method for noise rejection in complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) Integrated circuits (IC), using decoupling capacitors is proposed. The essence of the method is the selection of the capacitor type which will operate independently of temperature. Thus, the noise rejection parameters will be weakly dependent on temperature.

Keywords: noise. decoupling capacitor, metal capacitor, MOS capacitor.

ՀՏԴ 621.382.3

Կ.Հ. ՍԱՖԱՐՅԱՆ

**ՍՆՈՒՑՄԱՆ ԶԱՆՑԵՐՈՒՄ ԱՐՄՈՒԿՆԵՐԻ ԱՌԿԱՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ
ԿԱՊԱԶԵՐԾՈՂ ՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԲԱՇԽՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿ**

Առաջարկվում է կապազերծող ունակություններով ինտեգրալ սխեմաներում հզորության ծախսի նվազարկման եղանակ, որը հնարավորություն է ընձեռում նվազեցնել սնուցման ցանցերում աղմուկները մինչև 40%, մակերեսի 10% մեծացման հաշվին: Ի տարբերություն գոյություն ունեցող այլ եղանակների՝ այս դեպքում ունենում ենք ավելի հուսալի սնուցման ցանց: Սույն եղանակի դեպքում, որպես համեմատման սխեմա ընտրվել է EMMC թեստ-սխեման, և կատարվել է համամատություն գոյություն ունեցող այլ եղանակների հետ:

Առանցքային բաներ. կապազերծող ունակություն, հատակագիծ, համապիտանի հաջորդական դող, թեստ-սխեմա, սնուցման ցանց, աղմուկներ:

Ներածություն: Ժամանակակից ինտեգրալ սխեմաների (ԻՍ) կարևորագույն խնդիրներից են սնուցման ցանցերի աղմուկների գնահատումը և նվազարկումը: Ներկայիս ինտեգրալային սխեմաներում միաժամանակյա փոխանցատուները լարման անկման և հոսանքի կտրուկ փոփոխման պատճառով առաջացնում են աղմուկներ սնման ցանցերում [1]: Սնուցման ցանցերում աղմուկները կարող են առաջացնել տրամաբանական տարրերի խափանում, քանի-որ ներկայիս ԻՍ-երում սնուցման լարման մակարդակը բավականին փոքր է: Գոյություն ունեն սնուցման ցանցերում աղմուկների գնահատման և նվազարկման տարբեր մոտեցումներ [2]: Տոպոլոգիական օպտիմալացումը, մետաղների չափերի ճիշտ ընտրությունը, կապազերծող ունակությունների տեղաբաշխումը առավել օգտագործվող մեթոդներ են սնուցման ցանցերի աղմուկները նվազեցնելու համար: