

ОСОБЛИВЕ КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "РУТА"

На правах рукопису

МАРТИНОВ ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЇ
ХАРАКТЕРИСТИК МІКРОЕЛЕКТРОННИХ СЕНСОРНИХ
ПРИСТРОЇВ**

05.27.01 Твердотільна електроніка (включаючи функціональну)

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

ЧЕРНІВЦІ 1997



Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Державному університеті "Львівська політехніка" на електрофізичному факультеті.

Науковий керівник -

доктор технічних наук,
професор З.Ю.Готра

Офіційні опоненти -

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Ащеулов А.А.

кандидат технічних наук
Новосядлий С.П.

Провідна організація -

Львівський науково-дослідний
радіотехнічний інститут (Львів, Україна)

Захист відбудеться "15" травня 1997р. о 14 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 07.02.01 при ОКБ "РУТА" за адресою: 274031, м.Чернівці, вул.Руська 248

З дисертацією можна ознайомитися в науковій бібліотеці ВО "Гравітон".

Автореферат розісланий "14" 04 _____ 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради

Ю.В.Гудима

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність і ступінь дослідженості тематики дисертації. Створення прецизійної виміральної та сенсорної техніки нерозривно пов'язане з вирішенням проблем стабілізації параметрів апаратури і в першу чергу - забезпеченням мінімального температурного дрейфу характеристики перетворення. Поряд з пошуком фізичних механізмів первинного перетворення та відповідних сенсорів, що характеризуються мінімальною температурною нестабільністю, широке застосування мають методи компенсації температурного дрейфу параметрів первинних перетворювачів.

Основними методами подолання температурної нестабільності є компенсація характеристики первинного перетворювача схемою обробки сигналу та стабілізація температури перетворювача. В залежності від фізичного механізму перетворення, класу точності вимірального пристрою та вимог до енергоспоживання застосовують той чи інший метод.

Актуальність проблеми температурної стабілізації характеристик та розробки відповідної елементної бази - спеціалізованих твердотільних ІС термоконтролерів первинних перетворювачів, обумовлюється тенденцією до переходу на так звані "інтелектуальні" сенсори. На даному стані розвитку мікроелектронної сенсорики інтенсивно проводяться науково-дослідні роботи по створенню нового покоління інтегральних сенсорів, що характеризуються структурною розвиненістю, функціональною завершеністю, високою стабільністю та уніфікованістю вихідного сигналу. При цьому має місце процес значного розширення фізичних явищ, що визначають механізм первинного перетворення, розробки нових типів сенсорів, особливо хімічних та біофізичних, зменшення масо-габаритних

параметрів та енергоспоживання вимірювальних систем. Очевидно, що пріоритетними в цій галузі можна вважати роботи по забезпеченню температурної стабільності характеристики перетворення.

Відомі засоби термокомпенсації не задовільняють вимог сучасного ринку сенсорної техніки. Серед основних недоліків існуючої елементної бази термокомпенсації можна відзначити значні структурні затрати, низьку універсальність, високу собівартість. Вирішення проблеми температурної стабілізації характеристик, що відповідає вимогам сьогодення, лежить в площині розробки нового покоління твердотільних ІС, які як спеціалізована елементна база мікроелектронних сенсорних пристроїв, чи частина ІС вищого ступеня інтеграції - однокристальних функціональнозавершених сенсорів, забезпечують високоефективну та універсальну стабілізацію, і характеризуються мінімальними габаритами, енергоспоживанням, собівартістю.

Дисертаційні дослідження є складовими частинами комплексної науково-технічної програми з пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки ДКНТ України (проект 05.44.02/053 - 92 - 95)

Мета роботи - розвиток принципів температурної стабілізації характеристик інтегральних сенсорних пристроїв і розробка вузлів біполярних ІС, що забезпечують структурну термокомпенсацію та термостабілізацію первинних перетворювачів.

Основні завдання наукових досліджень:

- виявлення напрямків подальшого розвитку теорії температурної стабілізації характеристик перетворення інтегральних сенсорних пристроїв та визначення вимог до елементної бази

термокомпенсації у відповідності до тенденцій розвитку сучасної електроніки;

- аналіз структурних засобів синтезу температурних характеристик схем термокомпенсації, розробка та дослідження серії інтегральних температурно-керованих джерел;
- розробка принципів формування заданих температурних характеристик на базі елементів з довільним та апіорі невідомими параметрами;
- розробка та дослідження універсальних біполярних ІС термокомпенсації характеристик сенсорних пристроїв, визначення шляхів забезпечення їх високої відтворювальності та стабільності;
- виявлення алгоритмів побудови сенсорних пристроїв з внутрішнім термостатуванням первинних перетворювачів;
- розробка програмного забезпечення теплового моделювання ІС з гістерезисною тепловою характеристикою.

Характеристика методології, методу дослідження предмету і об'єкту. Об'єктом наукових досліджень були вузли та елементи напівпровідникових інтегральних схем. Дослідження, спрямовані на вирішення поставлених задач, базувались на використанні методів математичного та комп'ютерного моделювання електронних кіл та температурних режимів гвердотільних інтегральних схем. Достовірність та обгрунтованість наукових результатів забезпечувалась коректністю проведених розрахунків, результатами моделювань і експериментальних досліджень кристалів ІС, перевіркою функціонування створених пристроїв.

Наукова новизна роботи:

- нові схемотехнічні методи створення інтегральних температурно-керованих джерел з відносною температурною характеристикою,

що забезпечують нульовий рівень сигналу термокомпенсації в заданій (опорній) температурі та відсутність при даній температурі постійного зміщення сигналу в процесі термокомпенсації;

- принципи та засоби формування заданих температурних характеристик на базі елементів з довільними та апріорі невідомими параметрами;
- виявлені причини невідтворювальності характеристик біполярних ІС - термокомпенсаторів та методи забезпечення їх відтворювальності та стабільності;
- розроблені алгоритми функціонування та структура термостатованих сенсорних пристроїв на основі трьохфункціональних елементів - первинний перетворювач - нагрівник - давач температури, визначені спеціальні вимоги до трьохфункціональних елементів;
- методика теплового моделювання ІС з гістерезисною тепловою характеристикою.

Основні положення, що виносяться на захист:

- алгоритми функціонування та схемотехнічні рішення інтегральних температурно-керованих джерел з абсолютною, відносною та поліноміальною характеристиками, стабілізація режиму роботи яких і формування первинного температурного сигналу реалізовані на основі диференціальних транзисторних схем з масштабованою густиною струму.
- спосіб регулювання знаку та величини температурного коефіцієнту напруги інтегральних джерел з відносною характеристикою, що забезпечує нульовий рівень напруги термокомпенсації в заданій (опорній) температурі, а отже спрощує процедуру термокомпенсації.

- структура синтезатора температурних характеристик шляхом мультиплікації температурного коефіцієнту неінформативного параметру первинного перетворювача, або просторово суміщеного з останнім резистивного елементу, з довільними та апріорі невідомими температурними коефіцієнтами.
- системні аспекти функціонування сенсорних пристроїв з внутрішнім термостатування трьохфункціонального елементу - первинний перетворювач - нагрівник - давач температури
- метод комплексного схемотехнічно-теплого моделювання, що передбачає процедуру початкової установки вузлових потенціалів температури, а отже можливість аналізу ІС з гістерезисною температурною характеристикою.

Практична цінність дисертаційної роботи:

- стабілізація режиму та формування первинного температурного сигналу на основі диференціальних схем з масштабованою густиною струму дозволила створити в бізисі біполярних ІС ряд температурно-керованих джерел з високою стабільністю і відтворювальністю характеристик (нестабільність не більше 1%);
- розроблені структури ІС - термокомпенсаторів, що містять температурно-керовані джерела з абсолютною, відносною і параболічною функціональними характеристиками, сигнальні перетворювачі, перемножувачі, стабілізатори, тощо; ІС - термокомпенсатори забезпечують термокомпенсацію характеристик в сигнальному колі чи в колі живлення первинних перетворювачів;
- на основі ІС, що синтезує степеневу функцію, розроблено алгоритм та структурні засоби формування заданих температурних залежностей з використанням сигналу, температурні характеристики якого є апріорі невідомими; розроблені засоби дозволяють проводити термокомпенсацію

характеристики первинного перетворювача на основі його неінформативного сигналу;

- розроблені алгоритми функціонування та елементна база термостатованих сенсорних пристроїв з безпосереднім розігрівом перетворювача робочим струмом дозволяють мінімізувати енергозатрати (потужність термостабілізації межах 0,1...0,5 Вт) і час виходу в режим термостабілізації (1...10 с.), підвищити надійність функціонування пристроїв;
- створене програмне забезпечення вирішує проблему теплового моделювання складних об'єктів мікроелектроніки, що характеризуються гістерезисною температурною характеристикою.

Реалізація і впровадження результатів досліджень.

Результати роботи впроваджені у Львівському науково-дослідному радіотехнічному інституті в процесі розробки та виготовлення серії однокристальних сенсорних ІС.

Апробація результатів роботи. Основні результати представлялись та обговорювались на: II Національній науковій конференції "Інформатика: теорія, технологія, техніка - ІТТТ-95" (Одеса, 1995 р.); науковотехнічній конференції присвяченій 120-річчю Чернівецького університету (Чернівці, 1995 р.); міжнародній науковій конференції присвяченій 150-річчю від дня народження І.Пулюя (Львів, 1995 р.); міжнародній науковотехнічній конференції "Сучасні проблеми автоматизованої розробки і виробництва радіоелектронних засобів та підготовки інженерних кадрів" (Львів, 1996р.); XIX, XX Conference of the Intrnational Society for Hybrid Microelectronics Poland Chapter (Porabka-Kozubnik, 1995; Jurata, 1996); 1-st International Modelling School-Krym Autumn'96 (Alushta, 1996).

Публікації. По результатам проведених досліджень опубліковано 13 наукових робіт.

Конкретна особиста участь автора в одержанні наукових результатів, викладених у дисертації, полягає у самостійній розробці принципів побудови, схемотехніки вузлів ІС, моделюванні, макетуванні електричних схем, проектуванні топології кристалів ІС. Створення, аналіз та дослідження кристалів ІС виконані в співавторстві згідно наведеного списку літератури. Усі висновки і положення, що складають суть дисертації, сформульовані автором особисто.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох глав, висновків, списку літератури та додатку. Об'єм роботи 182 с., в тому числі 130 с. тексту, 48 рис. на 37 с., списку літератури з 158 назв на 15 с., 4 с. додатку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформована мета досліджень, приведено основні наукові та практичні результати, а також положення, що виносяться на захист.

В першій главі дано аналіз структурних методів температурної стабілізації характеристик мікроелектронних сенсорних пристроїв, конкретизовано задачі дисертаційної роботи.

Вирішення проблеми температурної стабілізації характеристик перетворення інтегральних сенсорних пристроїв, що відповідає вимогам сьогодення, лежить в площині розробки нового покоління твердотілих ІС, які як спеціалізована елементна база, чи частина ІС вищого ступеня інтеграції - однокристалльних функціонально завершених сенсорів, забезпечують високо-

ефективну та універсальну стабілізацію, і характеризуються мінімальними габаритами, енергоспоживання, собівартістю.

Дано аналіз схем структурної корекції температурних похибок характеристик первинних перетворювачів та їх елементної бази, розглянуті принципи термокомпенсації на основі формування двохфункціональної характеристики, приведено огляд систем стабілізації температури первинних перетворювачів.

Виявлені напрямки подальшого розвитку теорії температурної стабілізації характеристик перетворення та розробки відповідної елементної бази - спеціалізованих вузлів біполярних ІС. Серед основних вимог до елементної бази: повна структурно-технологічна сумісність з базисом біполярних ІС, нормальне функціонування з низьковольтними однополярними джерелами живлення, мінімальне енергоспоживання та висока універсальність.

В другій главі приводяться результати розробки та досліджень інтегральних температурно-керованих джерел для засобів термокомпенсації, а саме - джерел з абсолютною, відносною та параболічною температурними характеристиками; показано умови забезпечення відтворювальності і стабільності їх параметрів.

Показано, що стабілізація режиму роботи та формування первинного температурного сигналу на основі диференціальних схем з маштабованою густиною струму дозволяє створити ряд інтегральних температурно-керованих джерел, які характеризуються високою стабільністю і відтворювальністю характеристик. Температурно-керовані джерела, як вузли однокристалльних термокомпенсаторів, є універсальною елементною базою для синтезу заданих температурних характеристик.

Зокрема, на рис.1 наведена схема електрична керованого джерела напруги з відносною температурною шкалою, що, на відміну від відомих джерел, забезпечує нульовий рівень сигналу термокомпенсації в заданій (опорній) температурі. Регулювання знаку та величини температурного коефіцієнту напруги джерела з відносною шкалою не призводить до появи постійного зміщення сигналу, а отже спрошує процедуру термокомпенсації.

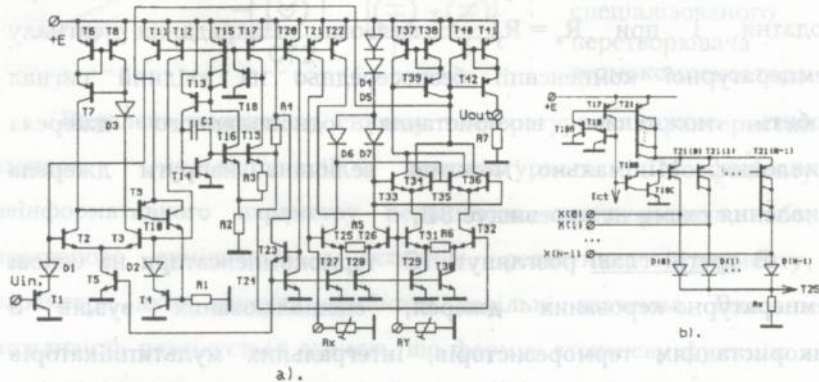


Рис.1 Схема електрична температурно-керованого джерела з відносною шкалою

Вихідна напруга температурно-керованого джерела з відносною шкалою, яка визначається як

$$U_{out} = \frac{R_7}{R_1} \cdot U_{in} + \frac{2 \cdot R_7}{R_5 \cdot R_6} \cdot (R_x - R_y) \cdot \left(\frac{R_y \cdot m \cdot k \cdot \ln(n)}{R_3 \cdot q} \cdot T - U_e \right), \quad (1)$$

де U_{in} - вхідна напруга термокомпенсатора, q - заряд електрона, k - постійна Больцмана, T - абсолютна температура, приведена до відносної температури T_0 , при якій напруга температурної корекції рівна нулю

$$T_0 = \frac{U_e \cdot R_3 \cdot q}{R_y \cdot m \cdot k \cdot \ln(n)} \quad (2)$$

Відносна температура задається зміною резистора R_y (очевидно, що є можливим використання для цього і величини

еталонної напруги U_e), і є незмінною в процесі термокомпенсації. З цієї метою зміна крутизни температурної характеристики, що становить

$$\frac{dU_{out}}{dT} = \frac{2 \cdot R_7 \cdot R_y \cdot m \cdot k \cdot \ln(n)}{R_5 \cdot R_6 \cdot R_3} \cdot (R_x - R_y) \quad (3)$$

забезпечується зміною резистора R_x при незмінній величині R_y . Очевидно, що при $R_x < R_y$ величина ТКУ від'ємна, при $R_x > R_y$ - додатня, і при $R_x = R_y$ - нульова. Накладання сигналу температурної компенсації безпосередньо на вхідний сигнал робить можливим використання однополярного джерела живлення. Мінімально можлива величина напруги джерела живлення схеми не перевищує 3В.

В третій главі розглянуті ІС - термокомпенсатори на основі температурно-керованих джерел, спеціалізованих вузлів з використанням терморезисторів, інтегральних мультиплікаторів температурних коефіцієнтів характеристик; розкриті їх структура, схемотехніка та застосування.

Для забезпечення термокомпенсації сигналу, з врахуванням обумовлених вимог до ІС термокомпенсації та в ході проведеної уніфікації структурних засобів, розроблено спеціалізований перетворювач-термокомпенсатор. Склад термокомпенсатора наведено на рис.2. В склад термокомпенсатора входять вхідний диференціальний підсилювач на OA_1 , OA_2 , струмові перетворювачі CT_1 , CT_2 , перемножувач (X), резистори зворотніх зв'язків R_j , джерело еталонної напруги U_0 , та відповідний тип температурно-керованого джерела напруги $U(T)$ чи струму $I(T)$.

Визначені алгоритми функціонування та структурні засоби адитивної та мультиплікативної термокомпенсації, особливості термокомпенсації прецизійних перетворювачів, формування

двофункціонального диференційного сигналу, термокомпенсації в колі живлення первинного перетворювача.

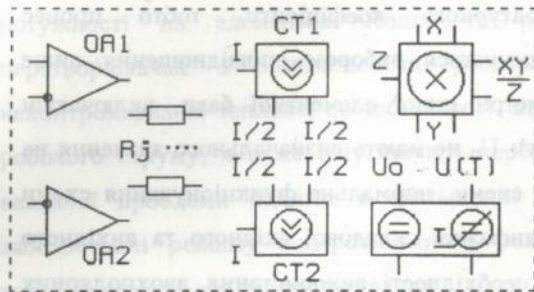


Рис.2 Структура спеціалізованого перетворювача - термокомпенсатора

Виявлена можливість синтезу температурних характеристик шляхом мультиплікації температурного коефіцієнту неінформативного параметру первинного перетворювача, або, просторово суміщеного з останнім, резистивного елементу, параметри яких можуть приймати довільні значення. Вказана можливість реалізується схемою, що формує степеневу функцію з регульованим значенням показника. Схема електрична вузла мультиплікації температурного коефіцієнта приведена на рис.3.

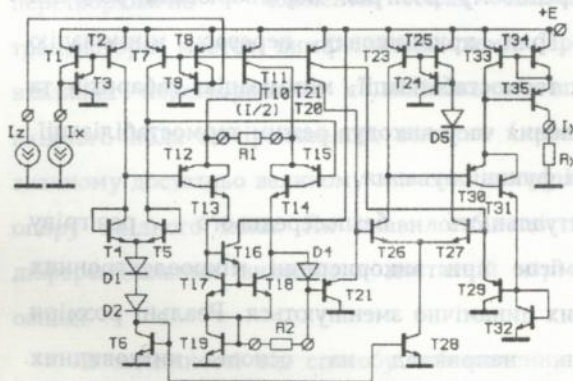


Рис.3 Схема електрична вузла мультиплікації температурного коефіцієнту.

Схема реалізує функцію $U_y = R_y \cdot I_x^k / I_z^{k-1}$, де I_x , I_z - відповідно, вхідний та опорний струми, $k = 2 \cdot R_2 / R_1$ - коефіцієнт мультиплікації. Таким чином, термокомпенсація забезпечується

при довільному співвідношенні температурних коефіцієнтів характеристики перетворення та елементу термокомпенсації, а мультиплікація температурного коефіцієнту, тобто процес термокомпенсації забезпечується вибором співвідношення лише двох резисторів. Параметри іншої елементної бази, включаючи величину опорної напруги U_0 не мають визначального значення на вихідну характеристику схеми, нормальне функціонування схеми при нульових рівнях синфазної складової вхідного та вихідного сигналу не передбачає необхідності використання двохполярних джерел живлення.

В четвертій главі розглянуті принципи побудови та елементна база сенсорних пристроїв з внутрішнім термостатуванням первинних перетворювачів, показано особливості комплексного схемотехнічно-теплого моделювання ІС з гістерезисною тепловою характеристикою.

Стабілізація температури первинних перетворювачів без використання спеціальних елементів термостатування, що базується на безпосередньому розігріві перетворювача робочим струмом, забезпечує ряд принципівих переваг: мінімізацію енергозатрат процесу термостабілізації, мінімізацію габаритів та маси пристрою, зменшення часу виходу в режим термостабілізації, підвищення надійності функціонування.

Особлива актуальність безпосереднього розігріву перетворювача має місце при використанні мікроелектронних сенсорів, габарити яких динамічно зменшуються. Реальні розміри ряду перетворювачів, наприклад на основі нитковидних напівпровідникових структур, не перевищують декілька десятків мікрометрів. Очевидно, що стабілізація температури таких перетворювачів потребує мінімального енергоспоживання. При цьому вирішується проблема підвищення чутливості

перетворювача, що обумовлюється можливістю збільшення робочих струмів. Так безпосереднє збільшення розсіювальної потужності на елементах Хола, чи резистивних мостових перетворювачах з мінімальними розмірами, призводить до неконтрольованої теплової нестабільності, що і вимагає обмеження робочого струму, а отже і чутливості перетворювача. Вирішення вказаної проблеми полягає в збільшенні робочих струмів при забезпеченні режиму контрольованого розігріву перетворювача, тобто внутрішнього термостатування.

Проведений в рамках дисертаційної роботи пошук алгоритмів вирішення вказаних протиріч, виявив можливість термостабілізації вимірювальних систем з трьохфункціональним елементом - первинний перетворювач фізичної величини - нагрівник - давач температури. Алгоритм функціонування полягає в формуванні режиму періодичних циклів "стабілізація температури - вимірювання" на основі первинних перетворювачів з розділеними вхідними та вихідними колами. Серед таких перетворювачів - елементи Хола, двохколекторні магніто-транзистори, мостові вимірювальні схеми. Принциповою ознакою вказаних перетворювачів є мінімальний вплив на параметри вхідного кола вимірювальних величин (крім температури), при значному достатньо великому значенні температурного коефіцієнту опору вхідного кола. Як правило більшість перетворювачів з диференціальним виходом в достатній мірі відповідають даній ознаці.

В залежності від способу забезпечення циклічного режиму роботи термостабілізуючих вимірювальних систем з трьохфункціональним перетворювачем, останні можна класифікувати по трьох основних групах: G1. Системи з фіксованою тривалістю такту; G2. Системи з фіксованою

тривалістю періоду вимірювань; ГЗ. Системи з заданим гістерезисом температури стабілізації.

Циклічний режим роботи представляється як комбінація можливих трьох станів трьохфункціонального перетворювача: нагрів струмом заданої величини I_Q при фіксованій тривалості імпульсів, чи тривалості пауз між імпульсами; визначення температури при струмі I_T , що співпадає з струмом розігріву I_Q , чи вимірювальним струмом I_M з відповідним переходом у наступний такт при досягненні заданого порогового значення температури; вимірювання при струмах I_M , чи I_Q та заданій тривалості часу t_M фізичної величини, тощо.

Основними вузлами сенсорних систем з циклічним режимом роботи розігрів - вимірювання температури - вимірювання вхідної величини, структурна реалізація яких групи $G1$ для прикладу наведена на рис.4, є: трьох-функціональний перетворювач (PT), керовані джерела напруги (VS) та струму (CS), синхронізуємий вторинний перетворювач (ST), компаратор напруг (CM), двотактні таймери (TM). Проводиться аналіз режимів роботи відповідних вузлів, оптимізація структурних та схемних рішень.

В рамках даної дисертаційної роботи приведена розробка програмного забезпечення для теплового моделювання складних об'єктів інтегральної електроніки, зокрема однокристальних термоконтролерів, термостатів, функціонально завершених термостатованих сенсорних ІС. Особливістю таких об'єктів є залежність розсіювальної теплової потужності від температури, причому потужність визначається відповідними режимами елементів ІС, що в свою чергу залежать від температури.

В основу розробленого програмного забезпечення покладено принцип поетапного моделювання, одним з етапів якого є схемотехнічне моделювання при заданій температурі за допомогою

ППП "P-SPICE", що передбачає уніфікацію з процесом звичайного схемотехнічного моделювання. Інші етапи моделювання, серед яких - зворотній процес визначення температури, як функції потужності, аналіз моделі об'єкту на наявність локальних екстремумів, організація ітераційного процесу, взаємообмін даних між етапами теплового та схемотехнічного моделювання, вивід даних, тощо, забезпечується розробленим програмним забезпеченням.

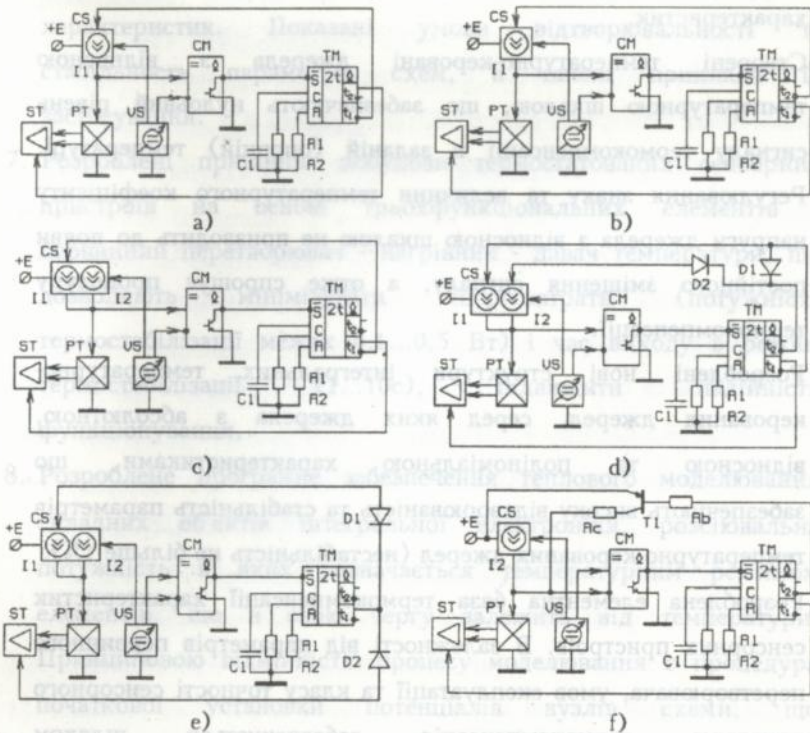


Рис.4 Структурна реалізація систем групи G1.

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ І ВИСНОВКИ

1. Стабілізація режиму роботи та формування первинного температурного сигналу на основі диференціальних схем з маштабованою густиною струму дозволяє створити ряд інтегральних температурно-керованих джерел, які характеризуються високою стабільністю і відтворювальністю характеристик. Температурно-керовані джерела, як вузли однокристалльних термокомпенсаторів, є універсальною елементною базою для синтезу заданих температурних характеристик.
2. Створені температурно-керовані джерела з відносною температурною шкалою, що забезпечують нульовий рівень сигналу термокомпенсації в заданій (опорній) температурі. Регулювання знаку та величини температурного коефіцієнту напруги джерела з відносною шкалою не призводить до появи постійного зміщення сигналу, а отже спрощує процедуру термокомпенсації.
3. Розроблені нові структури інтегральних температурно-керованих джерел, серед яких джерела з абсолютною, відносною та поліноміальною характеристиками, що забезпечують високу відтворюваність та стабільність параметрів температурно-керованих джерел (нестабільність не більше 1%).
4. Розроблена елементна база термокомпенсації характеристик сенсорних пристроїв. В залежності від параметрів первинного перетворювача, умов експлуатації та класу точності сенсорного пристрою термокомпенсація забезпечується шляхом формування заданих температурних залежностей в сигнальному колі та колі живлення перетворювача. Розкриті схемні особливості окремих вузлів термо-компенсаторів та варіанти їх застосування.

5. Виявлена можливість синтезу температурних характеристик шляхом мультиплікації температурного коефіцієнту неінформативного параметру первинного перетворювача, або, просторово суміщеного з останнім, резистивного елементу, параметри яких можуть приймати довільні значення. Вказана можливість реалізується схемою, що формує степеневу функцію з регульованим значенням показника.
6. Розроблена, досліджена та оптимізована структура термокомпенсатора на основі мультиплікатора температурних характеристик. Показані умови відтворювальності та стабільність параметрів схем, а також приклади їх застосування.
7. Розроблені принципи побудови термостатованих сенсорних пристроїв на основі трьохфункціональних елементів - первинний перетворювач - нагрівник - давач температури, що дозволяють мінімізувати енергозатрати (потужність термостабілізації межах 0,1...0,5 Вт) і час виходу в режим термостабілізації (1...10с), підвищити надійність функціонування.
8. Розроблене програмне забезпечення теплового моделювання складних об'єктів інтегральної електроніки, розсіювальна потужність в яких визначається температурним режимом елементів, що в свою чергу залежить від температури. Принциповою відмінністю процесу моделювання є процедура початкової установки потенціалів вузлів схеми, що розраховуються і переносяться з попереднього значення температури.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В РОБОТАХ

1. Голяка Р.Л., Готра З.Ю., **Мартинів Д.О.** Температурно-кероване джерело напруги з відносною шкалою // Тематичний збірник статей "Схемотехніка інтегральних аналогових сенсорних пристроїв". За редакцією З.Ю.Готри, Р.Л.Голяки, В.Каліти. - Львів, видавництво ДУ "Львівська політехніка", 1996.- С.54-64.
2. Голяка Р.Л., Готра З.Ю., Каліта В., **Мартинів Д.О.** Термокомпенсація характеристик сенсорних пристроїв на основі інтегральних мультиплікаторів температурних коефіцієнтів // Тематичний збірник статей "Схемотехніка інтегральних аналогових сенсорних пристроїв". За редакцією З.Ю.Готри, Р.Л.Голяки, В.Каліти. - Львів, видавництво ДУ "Львівська політехніка", 1996.- С.65-78.
3. Голяка Р.Л., Готра З.Ю., Каліта В., **Мартинів Д.О.** Принципи побудови сенсорних пристроїв з внутрішнім термостатуванням первинних перетворювачів // Тематичний збірник статей "Схемотехніка інтегральних аналогових сенсорних пристроїв". За редакцією З.Ю.Готри, Р.Л.Голяки, В.Каліти. - Львів, видавництво ДУ "Львівська політехніка", 1996.- С.79-94.
4. Гладун М.Р., Голяка Р.Л., Готра З.Ю., **Мартинів Д.О.** Елементна база термостабілізації характеристик сенсорних пристроїв // Тематичний збірник статей "Схемотехніка інтегральних аналогових сенсорних пристроїв". За редакцією З.Ю.Готри, Р.Л.Голяки, В.Каліти. - Львів, видавництво ДУ "Львівська політехніка", 1996.- С.95-110.
5. Готра З.Ю., Голяка Р.Л., Бердник М.Я., **Мартинів Д.О.** Однокристалний термостат первинних мікроперетворювачів // Міжнародна наук. конф., присв. 150-річчю від дня народження І.Пулкя. Тези доповідей. - Львів, 1995. - С.215-216.

6. Готра З.Ю., Голяка Р.Л., **Мартинів Д.О.**, Халавка А.І.
Однокристалний універсальний термокомпенсатор // Міжнародна наук. конф., присв. 150-річчю від дня народження І.Пулюя. Тези доповідей. - Львів, 1995. - С.259.
7. Готра З.Ю., Голяка Р.Л., Гладун М.Р., **Мартинів Д.О.**
Інтегральна схема контролера магнітодіода // Матеріали наук. конф. присв.120-річчю заснування Чернівецького університету. - Тези доповідей. - Чернівці, 1995. - Том 2. - С.16.
8. Готра З.Ю., Голяка Р.Л., Бердник М.Я., **Мартинів Д.О.**
Термостабільні інтегральні перетворювачі - основа сучасних інформаційно-вимірювальних систем // Друга національна наук.конф. "Інформатика:теорія,технологія,техніка-ІТТТ-95". Матеріали доповідей. - Одеса, 1995. - С.32-33.
9. Gotra Z., Golyaka R., Berdник M., **Martinov D.**, Potencki J.
Thermostable Integrated Transducers // Proceeding XIX ISHM-Poland Annual Conference. Porabka-Kozubnik. - 1995. - P.193-196.
10. Gotra Z., Golyaka R., Gladoun M., **Martinov D.**, Kalita W.
Integrated temperature controlled voltage source // XX ISHM-Poland Conf. -Gdansk.- 1996.- Abstracts.- P.55.
11. Готра З.Ю., Голяка Р.Л., Халавка А.І., **Мартинів Д.О.**
Моделювання ІС з тепловим гістерезисом // Proc. 1-st International Modelling School. - Крим, 1996. - P.27.
12. Готра З.Ю., Халавка А.І., **Мартинів Д.О.** "ThermoSPICE"
програма змішаного теплоелектричного моделювання ІС // Proc. 1-st International Modelling School. Крим, 1996. - P.29.
13. Голяка Р.Л., **Мартинів Д.О.**, Морозов.Ю.В., Забарило А.Ю.
Структурні методи забезпечення прецизійності твердотільних сенсорних пристроїв // Матеріали міжн. науково-технічної конференції "Сучасні проблеми розробки і виробництва радіоелектронних засобів". Львів. - 1996.- С.105-106.

Мартинов Д.А. Методы и средства термостабилизации характеристик микроэлектронных сенсорных устройств. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 - Твердотельная электроника (включая функциональную). Государственный университет "Львівська політехніка", Львов, 1997.

Защищаются 12 научных работ, содержащих результаты теоретических и экспериментальных исследований микроэлектронных устройств для термостабилизации характеристик сенсорной и измерительной техники. Разработаны алгоритмы функционирования и схемотехника биполярных интегральных схем, обеспечивающих термокомпенсацию функций преобразования и стабилизацию температуры первичных преобразователей.

Martinov D.A. Methods and tools of stabilisation of characteristics of microelectronic sensor devices. Dissertation on search of the scientific degree of candidate of technical science by speciality 05.27.01 - Solid-state electronics (including functional). State university "Lviv Polytechnic", Lviv, 1997.

12 scientific publications which contain the results of theoretical and experimental investigations of microelectronic devices for thermostabilization of characteristics of sensor and measurement equipment are being defended. The algorithms of operation and circuitry of bipolar integrated schemes which provide thermocompensation of transformation function and temperature stabilisation of primary transducers are elaborated.

Ключові слова: інтегральна схема, сенсори, термостабілізація, термокомпенсація характеристик.



Підписано до друку 11.04.97
Друк офсетний
Формат 60x90 1/16
Тираж 100 примірників
Друк ТзОВ «Простір М»

435245

AB 37.558