



УКРАЇНА

(19) UA (11) 158343 (13) U
(51) МПК (2024.01)
H01H 51/00
G01R 27/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

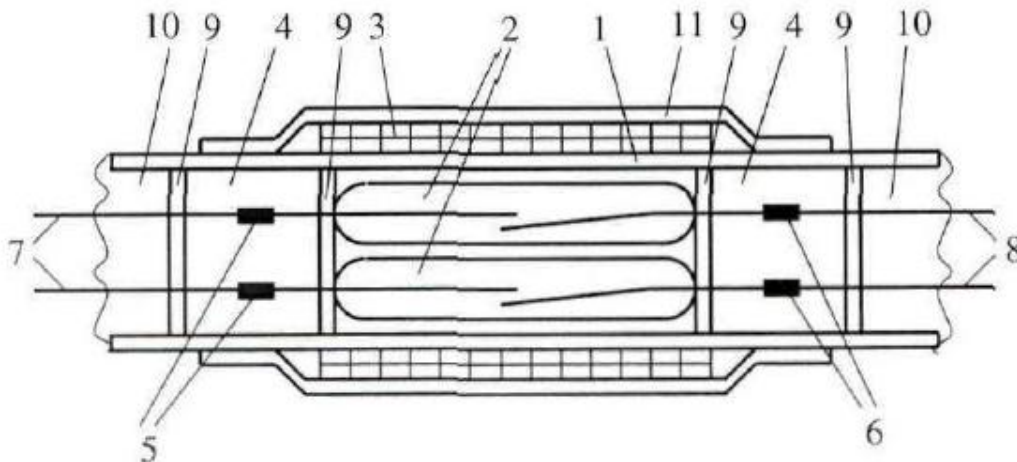
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2024 03089	(72) Винахідник(и): Кочан Орест Володимирович (UA), Биковий Павло Євгенович (UA), Кочан Наталія Романівна (UA), Кочан Роман Володимирович (UA), Саченко Анатолій Олексійович (UA), Кочан Володимир Володимирович (UA), Левків Мар'яна Орестівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.06.2024	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 23.01.2025	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 22.01.2025, Бюл.№ 4	(73) Володілець (володільці): БИКОВИЙ ПАВЛО ЄВГЕНОВИЧ, вул. Старий Поділ, 37, м. Тернопіль, 46008 (UA), ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009 (UA)

(54) РЕЛЕ НА ГЕРКОНАХ

(57) Реферат:

Реле на герконах складається з двох герконів, двох термовирівнювачів, двох пар мідних виводів, корпусу реле та обмотки управління. Обидва термовирівнювачі місць спаю близько розміщених виводів паралельно розміщених герконів з мідними проводами виконані у вигляді двох заповнених теплопровідною пастою на основі окису берилію зон, кожна з яких обмежена корпусом реле та двома дисками із ізоляційного матеріалу, один з яких одягнутий на виводи герконів, а другий - на мідні виводи реле.



UA 158343 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки і приладобудування та може бути використана для побудови багатоточкових вимірювальних і керуючих систем, що взаємодіють із сенсорами фізичних величин, які мають низький рівень вихідного сигналу.

Структура багатоточкової системи [1] містить набір сенсорів [2], вихід кожного з них підключений до окремого входу комутатора (КМ), вихід якого підключений до входу вимірювального каналу (ВК) [3]. У свою чергу ВК, зазвичай, складається підсилювача [4], аналого-цифрового перетворювача [5], засобу керування процесом вимірювання (на сьогодні це найчастіше мікроконтролер [6]) та інтерфейсу [1], який підключає ВК до споживача результатів вимірювання.

Очевидно, що похибки КМ, який входить у склад ВК, безпосередньо визначають похибки ВК у цілому. Тому, при вимірюванні сигналу сенсора, який характеризується низькою чутливістю похибка КМ починає домінувати у ВК. Наприклад, найточніші термопари [2, 8, 9], на основі платини та її сплавів, мають чутливість приблизно 10 мкВ/°С, а найпоширеніші, хромель-алюмель, на основі сплавів нікелю, мають чутливість приблизно 40 мкВ/°С.

Відомі два методи вирішення проблеми комутації сигналів сенсорів, які мають низький рівень вихідного сигналу. Перший з них [1, 2], структурно-алгоритмічний, полягає у перенесенні КМ у ті місця ВК, де сигнал сенсора має значний рівень [1]. Наприклад, при комутації сигналу сенсора після підсилювача, похибка, яку вносить КМ, зменшується у коефіцієнт підсилення разів. Однак цей шлях зменшення похибки, яку вносить КМ, дуже затратний - тоді кожному сенсору потрібен індивідуальний підсилювач високої якості (з малим рівнем адитивної похибки [4], тобто дрейфу нуля та шумів). Однак необхідність мати індивідуальні підсилювачі ускладнює використання найбільш розповсюдженого і дієвого методу зменшення адитивної похибки - автоматичного встановлення нуля [10]. Адже тоді кожному підсилювачу потрібна своя система корекції адитивної похибки, що знову вимагає комутації сигналу низького рівня.

Другий шлях. конструктивно-технологічний [11], передбачає вдосконалення комутуючих елементів КМ. При цьому використання інтегральних комутуючих елементів (зокрема, МОН-ключів [12]) дуже обмежує допустиму напругу завади загального виду. Наприклад, прецизійні засоби вимірювання температури термопарами відомих фірм [13 - 16], мають допустиму напругу завади загального виду не більше 50 В. А напруга цієї завади у електропечах опору може сягати 500 В [17].

Тому для КМ сигналів термопар найчастіше використовують контактні реле. Як показано у [18] реле з відкритими контактами практично не годяться для побудови таких КМ через електрохімічні паразитні електрорушійні сили (е.р.с.) - на контакти реле осідає волога і забруднення з повітря, наприклад, пари сірки, які створюють елементарні батарейки (хоча ці батарейки вкрай неефективні саме як батарейки, але похибку для термопар вони можуть створити у десятки градусів). Тому для побудови прецизійних КМ використовують герметизовані контакти (геркони, магнітно-керовані контакти) [19]. Однак їх контакти виконують з пермалою [19] або подібного сплаву, який у парі з міддю (матеріал з якого виконано решту ВК) має питому термо-е.р.с. від 15 до 40 мкВ/°С [11]. Таким чином, у місцях підключення кожного геркона появляються дві паразитні термопари, чутливість яких сумірна з чутливістю сенсорів.

Однак згадані термопари ввімкнені назустріч, тому термо-е.р.с. однієї компенсує (знищує) термо-е.р.с. іншої. Але через різницю температур, яка з'являється через наявність у конструкції ВК градієнтів температури, викликаних само-нагрівом деталей і зовнішніми тепловими потоками, ця компенсація не повна. Відома конструкція прецизійного реле на герконі [20], у якій температури кінців геркона (робочі кінці паразитних термопар) вирівнюються спеціальним мідним термовирівнювачем. Така конструкція дуже складна (вимагає до 40 оригінальних деталей).

Значно простішою є конструкція реле [21], однак вона вимагає доволі великого металевого термовирівнювача. Розроблена у [11] конструкція геркона і вбудованим термовирівнювачем складна у виготовленні.

Всі попередні технічні рішення були загальними і не враховували того, що, через завади загального виду значної амплітуди, необхідно комутувати обидва електроди термопари [2, 22]. Тому у схемі виникають не дві, а чотири паразитні термопари. При цьому немає принципової різниці у тому, паразитні термо-е.р.с. яких пар з них попарно компенсувати. Відповідно були запропоновані [23, 24] конструкції термовирівнювачів для реле на герконах, які випускалися промисловістю. Тому вирівнюються температури не кінців кожного геркона зокрема, а близько розміщені кінці пари герконів. Таким чином відстань між спаями виводів герконів з мідними виводами реле, між якими треба вирівняти температуру, зменшується у 10 і більше разів. Ці технічні рішення використовувалися і були ефективними, але вони орієнтовані на реле, які вже

не випускаються. Крім цього, у [23, 24] термовирівнювачі відносно до реле є елементами зовнішніми, тому їх якість при випуску реле не можна було перевірити та гарантувати.

Найближчим аналогом до корисної моделі є реле на герконах [25], призначене для комутації сигналів низького рівня. Найближчий аналог містить два геркони, два термовирівнювачі, дві пари мідних виводів, корпус реле та обмотку управління. Термовирівнювачі у найближчому аналогу виконані у вигляді двоканальних втулок (бус) із окису берилію, у каналах яких з натягом розміщені місця спаю мідних виводів з выводами герконів. Отриманий пакет розміщений (вклесний) у циліндричний немагнітний корпус реле, поверх якого розміщена обмотка управління. Недоліком найближчого аналога є використання для вирівнювання температури місць спаю кінців герконів з мідними проводами бус (втулок) з окису берилію (BeO), що поєднує високу теплопровідність із дуже хорошими ізоляційними властивостями. Однак пил окису берилію є дуже токсичним. Тому від виробів з окису берилію на сьогодні масово відмовляються - ці вироби стають важкодоступними.

Задачею корисної моделі є створення такої конструкції реле, яке виконує всі вимоги, що ставилися до розглянутих попередніх технічних рішень - простота конструкції та виготовлення, малі (менше 1 мкВ) паразитні термо-е.р.с, малі габарити та матеріаломісткість. Крім цього, ставляться вимоги можливості перевірки паразитних термо-е.р.с. при випуску пропонованого реле з виробництва, а не лише у складі готового виробу та відмови від бус (втулок) з окису берилію.

Поставлена задача вирішується тим, що реле на герконах, що складається з двох герконів, двох термовирівнювачів, двох пар мідних виводів, корпусу реле та обмотки управління, згідно із корисною моделлю, обидва термовирівнювачі місць спаю близько розміщених виводів паралельно розміщених герконів з мідними проводами виконані у вигляді двох заповнених теплопровідною пастою на основі окису берилію зон, кожна з яких обмежена корпусом реле та двома дисками із ізоляційного матеріалу, один з яких одягнутий на виводи герконів, а другий - на мідні виводи реле.

Конструктивна схема пропонованого реле подана на кресленні, де показані пластиковий корпус реле 1, обидва геркони 2 та обмотка 3 управління (замикання контактів герконів). Дві зони термовирівнювачів 4 (вирівнюють температури спаїв 5 і 6 виводів герконів 2 та виводів реле 7 і 8) заповнені теплопровідною пастою на основі окису берилію. Кожна із цих зон, крім корпусу реле 1, обмежена двома дисками 9, виконаними із ізоляційного матеріалу. Для кріплення елементів реле у корпусі в його два отвори залито термоеклей 10. Обмотка 3 управління захищена термозбіжною плівкою (трубкою) 11.

При ввімкненні пропонованого реле (пропусканні струму через його обмотку управління 3) геркони 2 замикаються (їх контакти під дією створеного обмоткою управління 3 магнітного потоку злипаються) і вимірюваний сигнал з вхідних виводів реле, наприклад 7, поступає на вихідні виводи 8. При цьому паразитні термо-е.р.с. спаїв герконів 2 з вхідними 7, а також вихідними 8 виводами реле компенсуються через те, що їх температури (тобто температури робочих кінців паразитних термодіодів) попарно рівні завдяки тому, що ці спаї розміщені у теплопровідній пасті на основі окису берилію. Тому вимірюваний сигнал поступає на вхід вимірювального каналу без спотворень. Дія значних зовнішніх теплових потоків, наприклад від елементів вимірювального каналу, що нагріваються у процесі роботи, завдяки зонам 4 термовирівнювачів значно (у десятки разів) знижується. Похибка пропонованого реле визначається дією лише невиключеної (залишкової) різниці температур, викликаній дією цих теплових потоків. Через те, що теплопровідна паста на основі окису берилію, незважаючи на дуже хороші ізоляційні властивості, має дуже високу теплопровідність, невиключені (залишкові) різниці температур будуть малими. А значить і паразитні термо-е.р.с. також будуть малими (щонайменше не більшими, за аналогічні паразитні термо-е.р.с. найближчого аналога).

Як видно з креслення, конструкція пропонованого реле проста і не містить деталей складної форми або виготовлених з труднодоступних, токсичних або дефіцитних матеріалів. Кількість деталей у пропонованому реле мала, практично немає деталей, які не беруть прямої участі у функціях, безпосередньо потрібних для забезпечення роботи реле.

Додатковою перевагою пропонованого реле є можливість оцінки його якості безпосередньо після виготовлення. Для цього потрібно лише закоротити два виводи реле з одного боку, нерівномірно нагріти реле на 5-10 °С (потримати його пару хвилин однією стороною над джерелом тепла, наприклад, над паяльником), ввімкнути реле (пропустити струм через обмотку управління) і виміряти залишкову паразитну термо-е.р.с. на не закорочених выводах.

Пропоноване реле, враховуючи його малі залишкові паразитні термо-е.р.с, малу складність і простоту виготовлення, а також малу вагу, може знайти широке застосування при побудові

вимірювальних систем різного призначення. Зокрема, воно добре підходить для використання у системах вимірювання температури у енергетиці та металургії.

Джерела інформації:

1. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Webster, J. G. (1998). The measurement, instrumentation and sensors handbook. CRC press.
3. Michalski, L., Eckersdorf, K., Kucharski, J., McGhee, J. (2001). Temperature Measurement. Second Edition. John Wiley & Sons Ltd
4. Половников, Д.Е. Операционные усилители. Принципы построения, теория, схемотехника. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
5. Kester, W. A. (2005). Data conversion handbook, Newnes.
6. Gridling, G., & Weiss, B. (2007). Introduction to microcontrollers. Vienna University of Technology.
7. Patterson, D.A.; Hennessy, J.L. (2004). Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface (3rd ed.). Elsevier.
8. Перетворювачі термоелектричні. Номінальні статичні характеристики перетворення: ДСТУ 2837-94 [Чинний від 1986-04-01]. (1994). Київ.
9. International standard Thermocouples : IEC 584-2.[International standard]. (1982). Geneva.
10. Zemelman, M. A. (1964). Precision analog to digital converter with coarse components. Measurement Techniques. 7(9). - 795-804.
11. Белоусов И. (199), Повышение точности многоканальных измерительных устройств с термоэлектрическими преобразователями. (Кандидатська дисертація). Львов.
12. Floyd, T. L., Buchla. D. (2009). Electronics fundamentals: circuits, devices & applications. Prentice Hall Press.
13. NI PXI E4353. Retrieved from <http://www.ni.com/pdf/manuals/375508c.pdf>
14. NETDAQ 2640. Retrieved from https://www.axitesl.com/images/store/files/203321_FLUKENETDAQ2640A.pdf
15. NETDAQ 2645. Retrieved from <http://www.manualsdir.com/manuals/104116/fluke-neidaq-2645a-netdaq-2640a.html>
16. FLUKE 726. Retrieved from <https://www.instrumart.com/assets/Fluke-726-Multifunction-Calibrator-Manual.pdf>
17. Kochan, R.V., Berezky, O.M., Karachka, A.F., Maruschak. I., Bojko. O.V. (2002). Development of the integrating analog-to-digital converter for distributive data acquisition systems with improved noise immunity. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 51(1). - 96-101.
18. Калинчук, Б.А., Пичугин, О.А. Модуляторы малых сигналов. - Л.: Энергия, Ленинградское отделение, 1980.
19. Ahamcd. S, V., Lawrence, V.B. (2012). Design and Engineering of Intelligent Communication Systems (1 ed.). Springer Science & Business Media
20. Швецкий, Б.И. Электронные цифровые приборы. - К.: Техніка, 1991
21. А.с. 748564 СССР, МКИ H01H 51/28, Реле на герконе / В.Ю. Мильченко, М.Г. Рылик, А.А. Саченко и др.(СССР). - № 2649832/24-07; Заявлено 27.07.78; Опубл. 1980, Бюл. № 26.
22. Гордов. А.Н., Малков, Я.В., Эргардт, Н.Н., Ярышев. Н.А. Точность контактных методов измерения температуры. - М.: Изд-во стандартов, 1976.
23. Кочан, Р., Кочан, В. Комутатор сигналов низького рівня. Пат. Україна 82313. МПК 7 H01H 51/00.
24. Кочан, Р., Кочан, О., Кочан, В., Барило Г. Комутатор сигналів низького рівня. Пат. Україна 86967, МПК 7 H01H 51/00.
25. Кочан О.В., Кочан Р.В., Биковий П.Є., Саченко А.О., Кочан В.В, Реле на герконах. Пат. України, 155346, H01H 51/00, G01R 27/00.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Реле на герконах, що складається з двох герконів, двох термовирівнювачів, двох пар мідних виводів, корпусу реле та обмотки управління, яке **відрізняється** тим, що обидва термовирівнювачі місць спаю близько розміщених виводів паралельно розміщених герконів з мідними проводами виконані у вигляді двох заповнених теплопровідною пастою на основі окису берилію зон, кожна з яких обмежена корпусом реле та двома дисками із ізоляційного матеріалу, один з яких одягнутий на виводи герконів, а другий - на мідні виводи реле.

