

Схемотехніка точкових теплових пожежних сповіщувачів. Частина 5.1. Максимально-диференціальні та спеціальні сповіщувачі

Як було показано у статті [58] перетворити максимальний тепловий сповіщувач в максимально-диференціальний можна доповненням резистивного мосту ще одним термістором, який перебуватиме в середині сповіщувача і буде захищений від прямого контакту з повітрям. Блок схема такого сповіщувача представлена на рис. 82. При швидкому підвищенні температури опір внутрішнього терморезистора не встигає зменшитися, напруга на входах компаратора зростає і досягає порогу відкриття транзисторів цього компаратора при температурі нижче мінімальної температури спрацьовування для обраного класу сповіщувача. При повільному підвищенні температури у такому сповіщувачі опір терморезисторів зменшується пропорційно один одному, але завдяки резистору, включеному послідовно з внутрішнім термістором, зростає різниця потенціалів на входах компаратора. Тому такий сповіщувач спрацьовує при досягненні певного порогу спрацьовування і у випадку повільного наростання температури.

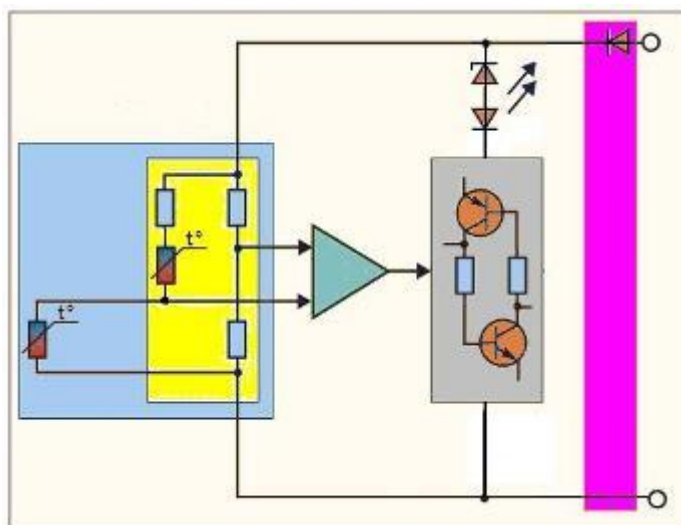


рис. 82

Якщо ж послідовно з термістором не буде резистора, то такий сповіщувач буде чисто диференціальним. При повільному підвищенні температури опорів терморезисторів зменшуються пропорційно один одному, тому не буде збільшуватися різниця потенціалів на входах компаратора.

Такий сповіщувач може зовсім не спрацювати при квазістатичному зростанні температури. Застосування такого рішення може обернутися трагедією, тому чисто диференціальні теплові сповіщувачі недоцільно використовувати.

Принципова електрична схема теплового максимально-диференціального сповіщувача ИП-101-2, розробленого майже півстоліття тому, представлена на рис. 83.

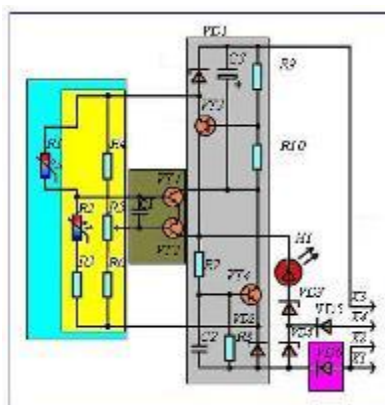


рис. 83

У виробі використовувалися германієві транзистори. Тому для підвищення завадостійкості в ланцюгах емітерів транзисторів бістабільного елемента були включені стабістори VD1 і VD2. У вихідному ланцюгу сповіщувача відсутній струмообмежувальний елемент, тому підключення виробу у шлейф пожежної сигналізації необхідно

проводити обов'язково з зовнішнім резистором, який обмежував би струм споживання сповіщувачем в режимі пожежної тривоги. Але головним недоліком цього виробу є те, що його інерційність не відповідає температурним класам для максимального диференціального сповіщувачів: А1R, А2R та іншим. Ось тому у наступних конструкціях для максимального каналу (граничної температури спрацювання) використовувався окремий контактний сенсор з фіксованою температурою спрацювання. Прикладом такого виробу може служити тепловий максимального-диференційний сповіщувач ИП1101-18 (МАК-ДМ), схема якого наведена на рис. 84, а фотографія - на рис. 85.

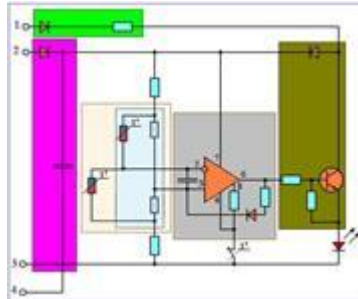


рис. 84



рис. 85

Сповіщувач МАК-ДМ містить:

- випрямляч;
- резистивний міст з двома термісторами;
- компаратор на операційному підсилювачі КР140УД1208;
- транзисторний ключ;
- світлодіодний індикатор;
- вузол керування ЗПІ;
- контактний теплової сенсор.

Контактний теплової сенсор при нормальній температурі замкнутий. Через нього здійснюється живлення компаратора. При подачі на сповіщувач напруги на виході компаратора буде низький потенційний рівень, і транзисторний ключ буде закрито. Світлодіодний індикатор не буде світитися. Не буде світитися і ЗПІ, якщо він буде підключений між 1 і 2 контактами сповіщувача. При зростанні температури зі швидкістю більше 3 °С/хв, ще до досягнення граничної температури перемикавання контактного сенсора опір зовнішнього термістора стане помітно менше опору термістора, встановленого всередині корпусу сповіщувача. Коли напруга на неінвертуючому вході операційного підсилювача стане більше напруги на його інвертуючому вході, тоді на виході КР140УД1208 з'явиться високий потенційний рівень. Так як підсилювач охоплений позитивним зворотним зв'язком, то його перемикавання відбудеться швидко. Відкриється транзисторний ключ і сповіщувач перейде в стан пожежної тривоги. Завдяки стабілітрону в колекторному ланцюзі транзисторного ключа на виводах електроживлення компаратора залишиться напруга, яка свідомо буде більше мінімальної робочої напруги для мікросхеми КР140УД1208. Позитивний зворотний зв'язок розраховується таким чином, що б навіть після повернення опорів терморезисторів у початковий стан сповіщувач залишався в стані пожежної тривоги.

Однак у випадку квазістатичного підвищення температури навколишнього повітря опори термісторів будуть зменшуватися пропорційно один одному, і переключення компаратора не відбудеться. У цьому випадку вся надія залишається на контактному теплового сенсори. Коли температура стане вище граничної, контакти цього сенсора розімкнуться, і виводи електроживлення 4 і 8 операційного підсилювача будуть відключені від загального проводу виробу. Незалежно від стану потенціалів на входах компаратора на його виході відразу ж встановиться високий потенційний рівень сигналу, і сповіщувач перейде в стан пожежної тривоги.

Для того, щоб в максимального-диференціальному теплового сповіщувачі не використовувати контактний теплової сенсор необхідно застосовувати більш складну електронну обробку сигналів. Здійснити таку обробку інформації, що надходить з теплових сенсорів можна, наприклад, за допомогою зчетвереного компаратора LM2901 [59], як це було зроблено в американському патенті US5450066 [60]. Це технічне рішення представлено на рис. 86. Хочеться відзначити, що автору довелося змінити схему підключення термістора R3, щоб опублікована в цьому патенті схема стала працездатною.

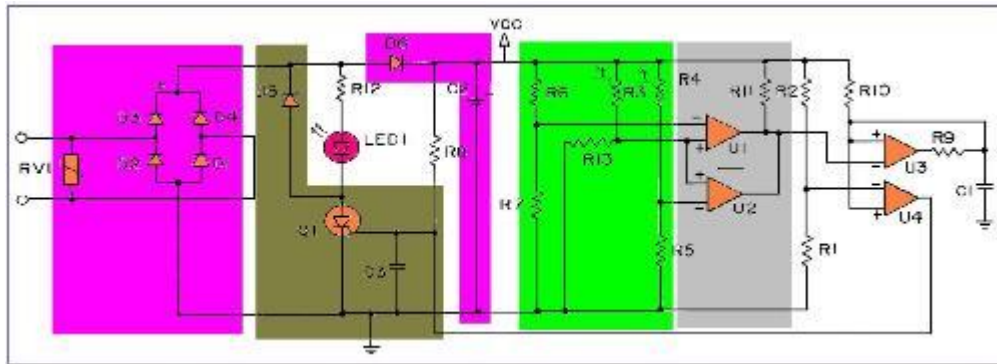


рис. 86

Пристрій містить: два випрямляча; бістабільний елемент на тиристорі (Q1); два резистивних моста; два компаратора (U1 і U2); керований дільник напруги (U3), інвертор (U4) та світлодіодний індикатор.

Термістори розташовані у сповіщувачі так, що R3 знаходиться поза корпусом сповіщувача, а R4 всередині корпусу, як це показано на рис. 87.

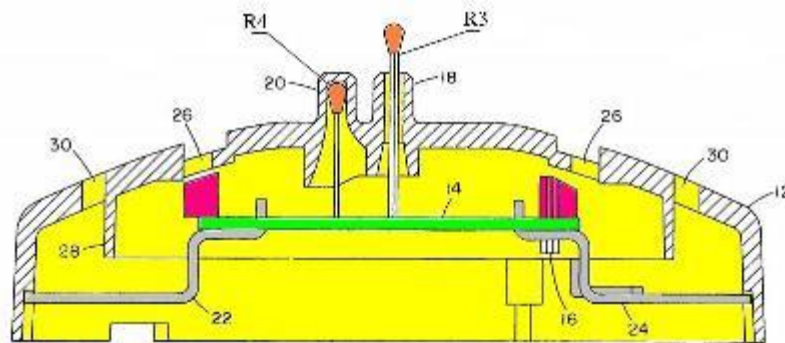


рис. 87

На термісторі R3 і першому компараторі U1 виконаний максимальний канал сповіщувача, а на термісторах R3, R4 і другому компараторі U2 - диференційний канал. При нормальній температурі на об'єднаних виходах цих компараторів буде високий потенційний рівень сигналу. На виході керованого дільника напруги U3 буде низький рівень напруги. Тому на неінвертуючий вхід інвертора U4 буде подаватися напруга завідомо менша, ніж на його інвертуючому вході. У цьому випадку на виході інвертора U4 буде низький потенційний рівень, і тиристор Q1 бістабільного елементу буде надійно закритий. При спрацьовуванні першого або другого компараторів на їх об'єднаних за логікою АБО виходах з'явиться низький рівень напруги. З цього перепаду відбудеться перемикання керованого дільника напруги U3 і на неінвертуючому вході інвертора U4 з'явиться високий рівень сигналу. При надходженні такого сигналу на керуючий електрод тиристора Q1 останній відкривається, включає світлодіодний індикатор і через стабілітрон D5 створює у шлейфі пожежної сигналізації відповідний приріст струму, який ППКП повинен прийняти як сповіщення про пожежну тривогу.

Спробою реалізувати максимально диференційний теплової сповіщувач на двох теплових сенсорах, виконаних на транзисторах і тільки на одному компараторі, став ще один американський патент - US5539381 [61].

Принципова електрична схема цього сповіщувача представлена на рис. 88. Уданій схемі також довелося провести зміни, щоб привести її у працездатний стан: треба було один зайвий електричний зв'язок між стабілізаторами струму прибрати, а у вузлі теплового сенсора, розміщеного на платі всередині сповіщувача навпаки ввести відсутній електричний зв'язок. Створюється враження, що у американських патентах спеціально вводяться помилки у схемах патентів, щоб їх не зміг відтворити фахівець з низькою кваліфікацією.

Сповіщувач складається з: мостового випрямляча (12); стабілізатора струму чергового режиму роботи (16) і стабілізатора струму режиму пожежної тривоги (110); стабілізатора напруги на керованому стабілітроні (18); генератора імпульсів на одноперехідному транзисторі (40); зовнішнього сенсора (20); внутрішнього сенсора (22); компаратора на операційному підсилювачі (76); світлодіодного індикатора (48); вихідного ключа (100) і транзисторного ключа зворотного зв'язку (130).

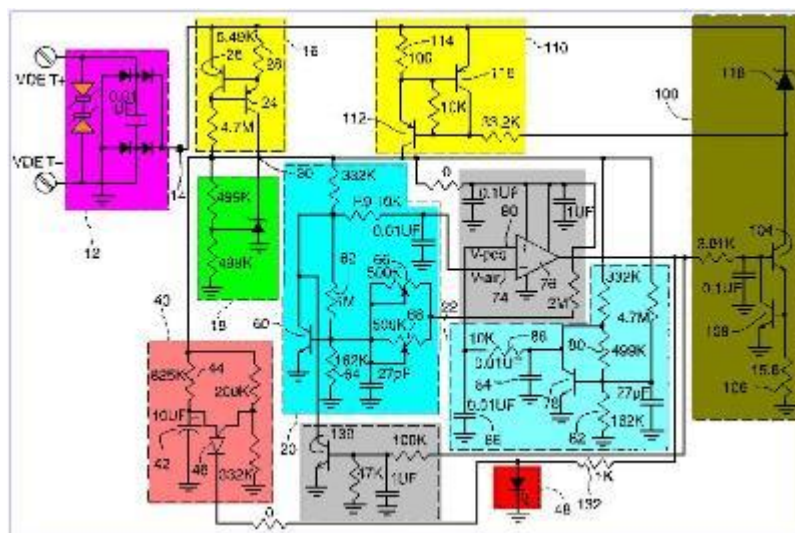


рис. 88

Як зазначено в описі патенту тепловий сповіщувач використовує один компаратор на операційному підсилювачі у поєднанні з тепловими сенсорами, що динамічно змінюються та які забезпечують швидку реакцію на високі швидкості зміни температури. А також фіксований поріг, який вказує, що температура навколишнього середовища перевищує це граничне значення. Входи компаратора з'єднані з виходами однотипних каскадів двох транзисторних термосенсорів.

Зовнішній термосенсор (20, див.рис. 88) реагує майже миттєво на зміни теплового режиму навколишнього повітря, так як транзистор (60) знаходиться поза корпусом сповіщувача. Транзистор (78) іншого датчика температури (22) встановлений на друкованій платі як SMD-компонент, тому він повільно реагує на зміни теплового режиму повітря навколо сповіщувача. Різниця між вихідними сигналами теплових сенсорів дорівнює нулю при більш низькій температурі, ніж мінімальна температура спрацювання для обраного класу сповіщувача, якщо швидкість зростання температури перевищує значення 10 °C/хв.

При малій швидкості росту температури навколишнього повітря, спрацювання сповіщувача вже відбувається при більш високій температурі, яка повинна бути в межах від мінімальної температури спрацювання до максимальної температури спрацювання для обраного класу сповіщувача. Таким чином, на виході компаратора з'являється сигнал пожежної тривоги як при швидкому зростанні температури у навколишньому просторі, так і при повільному зростанні, коли тепловий стан цього простору перевищує поріг, незалежно від самої швидкості зміни. Для підтвердження цього висновку автори зазначеного патенту приносять графіки температурної залежності напруги на виходах термосенсорів, які представлені на рис. 89 та 90.

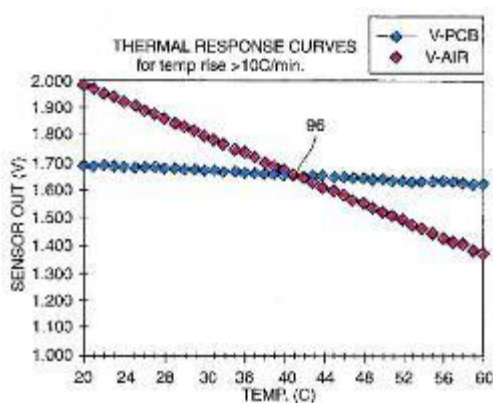


рис. 89

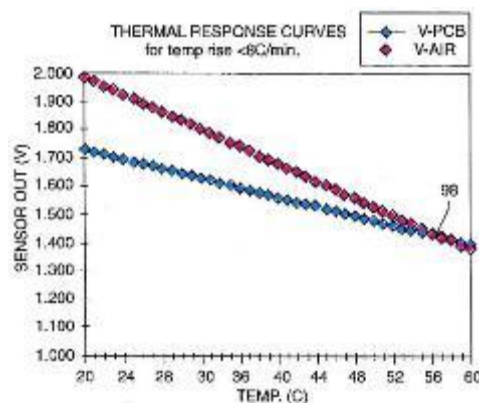


рис. 90

У зазначеному патенті приведено тільки два приклади для швидкостей росту температури $U \geq 10$ °C/хв та для $U \leq 8$ °C/хв. Але чи будуть вірні ці висновки при квазістатичному зростанні температури навколишнього повітря?

Якщо швидкість зміни температури складатиме 0,2 °C/хв, а саме при такій швидкості росту температури перевіряють статичну температуру спрацювання сповіщувача за стандартами EN 54-5 та ГОСТ Р 53325, то

вплив температури на обидва термосенсора буде однаковим, а це означає, що лінії на графіку будуть паралельними, тобто вони ніколи не перетнуться!

Тим самим підтверджується факт, що для побудови максимально-диференціальних сповіщувачів потрібно застосовувати більш складні способи обробки сигналів, що надходять з теплових сенсорів.

Реально вирішити дану проблему можуть мікроконтролерні пристрої з аналогово-цифровими перетворювачами в своєму складі. Саме таким тепловим сповіщувачам буде присвячена наступна частина публікації.

Володимир Баканов - головний конструктор ПП "Артон"

58. Баканов В., Неплохов И. "Тепловые пожарные извещатели. Часть 3. Пути совершенствования", ж. "Алгоритм безопасности", № 3, 2012г., с.26

59. http://www.rlocman.ru/i/File/dat/National_Semiconductor/Comparators/LM2901M.pdf

60. BRIGHENTI DONALD D [US]; STANLEY LAWRENCE G [US]; FEROLI LAWRENCE J [US] "Fire alarm heat detector", US5450066, 1995-09-12

61. JOHNSON KIRK R [US] "Fixed threshold and rate of rise heat detector with dynamic thermal reference", US5539381, 1996-07-23