

Схемотехніка точкових теплових пожежних сповіщувачів. Частина 4.3. Інноваційні рішення

Недоліком теплових пожежних сповіщувачів з контактним тепловим сенсором є те, що температура спрацьовування такого сповіщувача залежить тільки від температури спрацьовування контактного теплового елемента. Така залежність не дозволяє відповідно до вимог ринку в умовах серійного виробництва оперативно змінювати клас теплового пожежного сповіщувача. Крім того, контактний тепловий сенсор не забезпечує стійкого значення температури спрацьовування сповіщувача в умовах підвищеної вібрації. При використанні в якості сенсора термістора доводиться долати температурну нестабільність інших елементів схеми - в першу чергу напівпровідникових приладів: діодів і транзисторів.

У технічному рішенні, представленому на рис. 77 і захищеному патентами України № 89097 [47] та Росії № 2390848 [48] реалізована спроба: недоліки транзистора - його температурну нестабільність перетворити в перевагу теплового сповіщувача. В основу цього винаходу поставлено завдання - застосування в якості теплового сенсора транзистор, що дозволяє цьому транзистору за рахунок зв'язків з іншими елементами схеми одночасно виконувати декілька функцій, при цьому, встановлення температури спрацьовування сповіщувача забезпечується простим співвідношенням опорів резисторів. Крім того, таке застосування транзистора дозволяє виключити вплив вібрації на температуру спрацьовування сповіщувача.

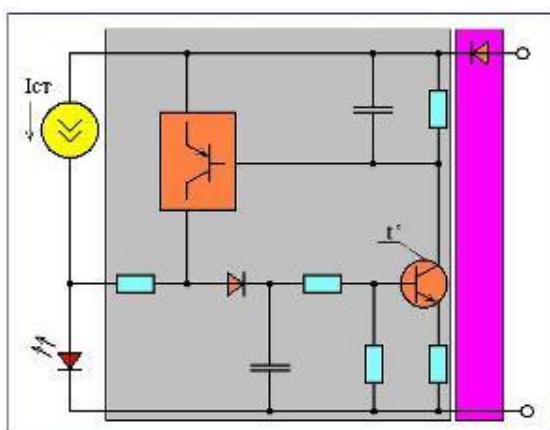


рис. 77

На відміну від схеми, наведеної на рис. 75 в частині 4.2 цей тепловий пожежний сповіщувач містить термонеzáлежний стабілізатор струму, за допомогою якого забезпечується стабільне падіння напруги на світлодіодному індикаторі в черговому режимі роботи у всьому діапазоні можливих напруг на шлейфі пожежної сигналізації. Бістабільний елемент містить транзисторний ключ і термочутливий елемент на транзисторі.

Працює сповіщувач наступним чином. Після подачі напруги живлення на вхідні клеми через термонеzáлежний стабілізатор струму потече струм, величина якого буде стабільною у всьому діапазоні напруги живлення (від 10 до 30 В) і практично незалежною від температури навколишнього повітря. Через світлодіодний індикатор буде протікати більша частина цього струму. Величина струму не перевищує 50 мкА, тому світлодіод буде виконувати роль обмежувача напруги на рівні 1,8 В, практично не випромінюючи світло. Якщо температура навколишнього повітря буде нижче граничної температури спрацьовування сповіщувача, то транзисторний ключ буде закрито. Це стан забезпечується обраним співвідношенням опорів ділянки напруги, підключеного до бази транзисторам - теплового сенсора. У той же час падіння напруги на конденсаторі пам'яті спрацювання буде стабільним у всьому діапазоні напруги живлення. Це падіння напруги буде також термостабільним, тому що температурний коефіцієнт падіння напруги на світлодіодному індикаторі і температурний коефіцієнт падіння напруги на діоді практично рівні один одному.

Таким чином, на базу транзистора - теплового сенсора подається стабільна напруга, яка майже не залежить від напруги живлення і від температури навколишнього повітря. Транзистор знаходиться зовні корпусу сповіщувача, що забезпечує контакт такого теплового сенсора з навколишнім повітрям. Інші елементи сповіщувача розташовані в корпусі сповіщувача, тому їх температура буде залежати від швидкості зміни температури навколишнього повітря. При квазістатичній зміні температури навколишнього повітря всі елементи мають температуру повітря. При значній швидкості росту температури за рахунок малої маси транзистор швидко набирає температуру навколишнього повітря, в той же час інші елементи - більш інерційні, тому що температура в корпусі сповіщувача буде збільшуватися зі значною затримкою. Якщо опір резистора в ланцюзі колектора транзистора буде значно перевищувати опір резистора в ланцюзі його емітера, то

температурна нестабільність граничного значення напруги перемикання транзисторного ключа не зробить значного впливу на температурну інерційність сповіщувача в цілому.

При збільшенні температури навколишнього повітря буде збільшуватися температура транзистора, тому буде зменшуватися напруга база-емітер на 2,3 мВ на кожен градус Цельсія. Така зміна потенціалу на емітері призведе до зростання колекторного струму транзистора. Коли падіння напруги на колекторному резисторі досягне граничного значення напруги перемикання транзисторного ключа, тоді струм у вихідному ланцюзі транзисторного ключа призведе до збільшення напруги на конденсаторі пам'яті спрацювання. Внаслідок чого, транзистор ще більше відкриється. Цей процес буде самоприскорюючим і сповіщувач опиниться в стані "ПОЖЕЖА". Світлодіодний індикатор буде світитися. Навіть після закінчення дії на сповіщувач повітря високої температури, і після повернення потенціалу база-емітер транзистора в початковий стан, сповіщувач буде залишатися в стані "ПОЖЕЖА". У цьому стані сповіщувач буде залишатися і у знакозмінному шлейфі. Але відсутність напруги живлення необхідної полярності протягом декількох секунд та при поновленні потенціалу база-емітер транзистора повертає тепловий пожежний сповіщувач в початковий стан чергового режиму роботи.

Термозалежний стабілізатор струму, може бути виконаний за типовою схемою на основі світлодіода зі транзисторним перетворювачем напруги - струм, коли температурні коефіцієнти світлодіода та переходу база-емітер транзистора практично компенсують один одного.

За рахунок застосування транзистора в якості теплового сенсора забезпечується стабільність температури спрацювання сповіщувача в умовах підвищеного рівня вібрації, як у постійно струмовому, так і в знакозмінному шлейфах пожежної сигналізації. Температурний клас сповіщувача легко можна змінювати співвідношенням опорів дільника напруги.

Це технічне рішення покладено в основу схеми теплових пожежних сповіщувачів сертифікованих в Україні серії FT [49], фотографії яких наведено на рис. 78 і 79, а також сертифікованих в Росії серій RT [50] і КАДЕТ-Т [51]. Саме завдяки цьому винаходу з'явилася можливість реалізувати на одній друкованій платі максимальні сповіщувачі різних температурних класів: А1, А2, А3, В, а також максимально-інерційні сповіщувачі класів А1S, А2S, BS [52].



рис. 78



рис. 79

Проведення робіт з удосконалення цих сповіщувачів призвело до появи нового технічного рішення, захищеного патентом України № 89096 [53] та патентом Росії № 2420808 [54]. На рис. 80 представлена блок-схема цього технічного рішення. На відміну від попередньої схеми в цьому сповіщувачі використовується стабілітрон замість ланцюжка з послідовно з'єднаних резистора і діода. У черговому режимі роботи сповіщувача у стабілітрона використовується пряма гілка його вольтамперної характеристики, а у режимі пожежної тривоги - зворотна гілка. Тому в режимі пожежної тривоги у такого сповіщувача вольтамперная характеристика буде подібна характеристикі стабілітрона. А в іншому робота схеми подібна до роботи схеми за попереднім винаходом.

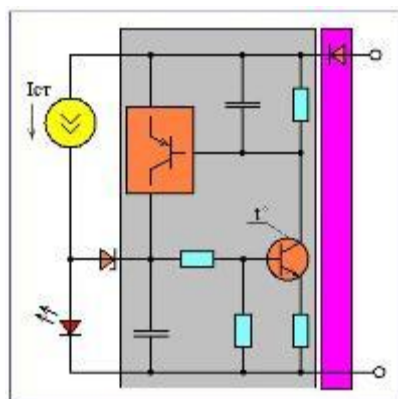


рис. 80

Поява на ринку дешевих мікроконтролерів з малою кількістю виводів дозволило їх використовувати при розробці та виробництві теплових пожежних сповіщувачів. Прикладом застосування мікроконтролера у цьому напрямку може служити схема, наведена на рис. 81. Технічне рішення мікроконтролерного сповіщувача реалізовано також з використанням патентів України та Росії, відповідно № № 90314 [55] та 2390850 [56].

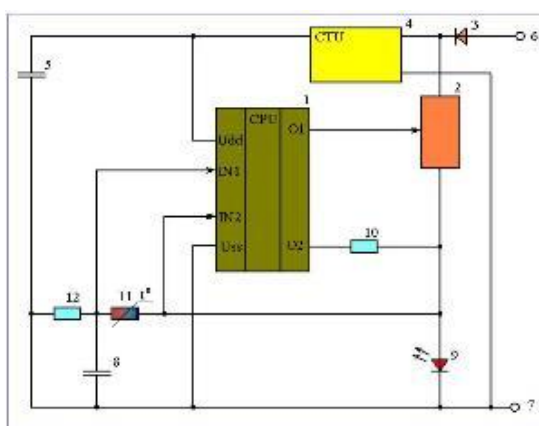


рис. 81

Мікроконтролерний сповіщувач працює таким чином. Якщо температура навколишнього середовища нижче максимальної температури використання сповіщувача, то після подачі напруги живлення на вхідні клеми 6 і 7 сповіщувач повинен знаходитися в черговому режимі роботи. Електричний струм, який проходить через діод 3 та обмежувач 4 напруги і струму, забезпечує заряд першого конденсатора 5. Величина обмежень струму обмежувачем 4 напруги і струму достатня для забезпечення запуску мікроконтролера 1 на його мінімальній робочій напрузі.

У цей момент мікроконтролер 1 встановлює на своїх виходах низькі потенційні рівні сигналу і переходить в стан очікування при мінімальному струмі споживання. Накопичення заряду на першому конденсаторі 5 продовжується до досягнення рівня напруги на ньому, яке обмежується обмежувачем 4 напруги та струму. Цей рівень не повинен перевищувати максимальну робочу напругу мікроконтролера 1. За рахунок низького потенційного рівня сигналу на своєму вході формувач 2 вихідного сигналу буде закрито. Низький потенційний рівень сигналу на другому виході мікроконтролера 1 також не дозволить включення світлодіода 9, тому на обох аналогових входах мікроконтролера 1 будуть присутні низькі рівні сигналу.

Після стабілізації напруги на першому конденсаторі 5 і після завершення режиму очікування починається робота мікроконтролера 1. На його другому виході періодично, з інтервалом (1 - 2) с, починають з'являтися імпульси високого рівня. Електричний струм, який буде протікати через перший резистор 10 і світлодіод 9, створить на цьому світлодіоді 9 пряме падіння напруги, що викличе випромінювання світла. Величина цього струму буде перевищувати величину струму обмеження обмежувачем 4 напруги і струму, тому почнеться розряд першого конденсатора 5. Після закінчення імпульсу на другому виході мікроконтролера 1 напруга на першому конденсаторі 5 знову досягне фіксованого значення, яке задається обмежувачем 4 напруги та струму.

Таким чином, в черговому режимі роботи перший конденсатор 5 буде повільно заряджатися до напруги, яка не перевищує максимальну робочу напругу мікроконтролера 1, і швидко розряджиться (під час дії імпульсу на другому виході мікроконтролера 1) до напруги, яка перевищує мінімальну робочу напругу мікроконтролера 1. Імпульси стабільної амплітуди від світлодіода 9 приходимуть на другий аналоговий вхід мікроконтролера 1 і на дільник напруги, створений термістором 11 і другим резистором 12. Таким чином, на перший аналоговий

вхід мікроконтролера 1 подається сигнал, який обробляється мікроконтролером 1 щодо опорної напруги, яка подається на його другий аналоговий вхід. При зміні температури навколишнього середовища буде змінюватися співвідношення падіння напруги на термісторі 11 та другому резисторі 12. Аналіз цього співвідношення проводиться мікроконтролером 1 на досягнення критичного значення, яке відповідає температурі спрацьовування сповіщувача при квазістатичному зростанні температури.

Нестабільність падіння напруги на світлодіоді 9 не впливатиме на похибку сповіщувача, тому що мікроконтролер 1 здійснює аналіз співвідношення опорів термісторів 11 і другого резистора 12. Так як можливе застосування другого резистора 12 з похибкою опору $\pm 1\%$, а термістора 11 з похибкою початкового опору $\pm 5\%$ та дискретизацією аналогових входів мікроконтролера 1 не менше 8 розрядів забезпечується відтворюваність сповіщувачів відповідно до вимог стандартів ГОСТ Р 53325 і ДСТУ EN54-5.

При досягненні температури навколишнього середовища статичної температури спрацьовування сповіщувача, або при швидкому зростанні температури мікроконтролер 1 приймає рішення про зміну свого стану. У стані "ПОЖЕЖА" на першому його виході з'являється високий потенційний рівень сигналу, по якому відбувається перемикання формувача 2 вихідного сигналу. Через входи його електроживлення проходить струм від шлейфу пожежної сигналізації, підключеного до вхідних клем 6 і 7. У цьому випадку світлодіод 9 буде випромінювати світло, крім того, значно знизиться падіння напруги між вхідними клемми 6 і 7, але не нижче максимальної робочої напруги мікроконтролера 1. На другому виході мікроконтролера 1 встановлюється низький потенційний рівень або високоімпедансний стан.

Якщо падіння напруги між вхідними клемми 6 і 7 буде перевищувати мінімальне значення робочої напруги мікроконтролера 1, то сповіщувач буде перебувати в стані "ПОЖЕЖА" нескінченно довго. Вивести сповіщувач з цього стану можливо тільки відключенням напруги живлення шлейфу пожежної сигналізації (напруга між вхідними клемми 6 і 7) на час, якого достатньо для розряду першого конденсатора 5 до величини, при якій на входах електроживлення мікроконтролера 1 встановиться напруга нижче мінімального значення.

У мікроконтролерному сповіщувачі за рахунок застосування додаткового резистора 12, мікроконтролера 1 з аналоговими входами та інших зв'язків між елементами, коли світлодіод 9 виконує функцію формувача опорної напруги, досягається зменшення похибки сповіщувача і відповідність відтворюваності вимогам нормативних документів. Особливо ці переваги проявляються при побудові максимально-диференціальних теплових сповіщувачів, які будуть розглянуті в наступній частині статті. Але використання мікроконтролерів для побудови максимальних теплових пожежних сповіщувачів стає економічно малоефективним в порівнянні з звичайними транзисторними схемними рішеннями.

Хочеться відзначити, що саме комплект зі семи винаходів: UA 89096, UA87559, UA85255, UA86308, UA89550, UA89097 та UA90314 з єдиною назвою «Тепловий пожежний сповіщувач» завоював почесне друге місце в абсолютній номінації на Всеукраїнському конкурсі «Кращий винахід 2010 року» [57]. Показово, що перше місце в цьому конкурсі було присуджено державному підприємству КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля з їх винаходом по ракетно-космічному комплексу. Таким чином, можна справедливо стверджувати, що новітні рішення, які реалізуються зараз в компонентах пожежної сигналізації приватного підприємства «Артон», і в теплових пожежних извещателях зокрема, реально вийшли на рівень високих технологій і сучасних технічних рішень.

Володимир Баканов - головний конструктор ПП "Артон"

Література:

47. Баканов В. В. патент України на Винахід № 89097 "Тепловий пожежний сповіщувач Баканова", бюл. № 24, 2009
48. Баканов В. В. патент Российской Федерации на изобретение № 2390848 "Тепловой пожарный извещатель Баканова", бюл. № 15, 2010
49. http://www.arton.com.ua/products/fire_detectors/conventional_heat_detectors/ft_a1/
50. http://www.arton.com.ua/products/fire_detectors/conventional_heat_detectors/rt_a1/
51. http://www.arton.com.ua/products/fire_detectors/conventional_heat_detectors/kadet_t2/
52. Баканов В., Неплохов И. "Тепловые пожарные извещатели. Часть 1. Клубок нормативных противоречий", ж. "Алгоритм безопасности", № 5, 2011г., с. 34
53. Мисевич І. З. патент України на Винахід № 89096 "Тепловий пожежний сповіщувач Мисевича", бюл. № 24, 2009
54. Мисевич І. З. патент Российской Федерации на изобретение № 2420808 "Тепловой пожарный извещатель Мисевича", бюл. № 15, 2011

55. Баканов В. В., Капітанов М. В., Мисевич І. З., Шерепера С. А. патент України на Винахід № 90314 "Тепловий пожежний сповіщувач", бюл. № 8, 2010
56. Баканов В. В., Капитанов Н. В., Мисевич И. З., Шерепера С. А. патент Российской Федерации на изобретение № 2390850 "Тепловой пожарный извещатель", бюл. № 15, 2010
57. <http://www.youtube.com/watch?v=kL5-3tiqxBI>