

Схемотехніка точкових теплових пожежних сповіщувачів. Частина 5.2. Максимально-диференціальні та спеціальні сповіщувачі

Одним з перших російських пожежних сповіщувачів на мікроконтролері був максимально-диференційний тепловий сповіщувач ИП1101-3А-А3Р1 [62]. Виконаний він був на мікроконтролері з обмеженими можливостями без вбудованого аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) і з зовнішньою енергонезалежною пам'яттю. Схема цього виробу представлена на рис. 91, а фотографія - на рис. 92.

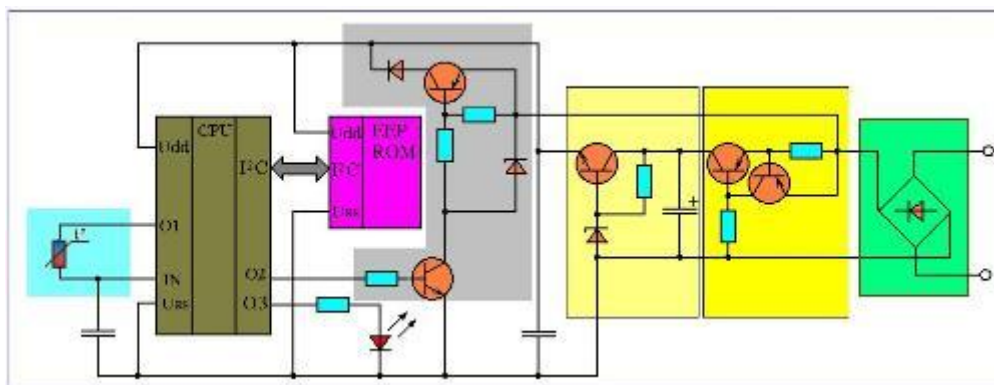


рис. 91

Сповіщувач містить: мостовий випрямляч; обмежувач (стабілізатор) струму; стабілізатор напруги; транзисторний ключ; мікроконтролер; мікросхему EEPROM; світлодіодний індикатор і терморезистор.



рис. 92

Транзисторний ключ виконаний на двох транзисторах і в режимі пожежної тривоги він забезпечував зміну внутрішнього опору сповіщувача, а також на коротко замикав стабілізатор струму і стабілізатор напруги, забезпечуючи збільшення струму споживання мікроконтролером для нормального світіння в цьому режимі світлодіодного індикатора.

В якості теплового сенсора застосовувався терморезистор прямого підігріву ТРП 68-01, який має Z-подібну залежність опору від температури. Так як опір ТРП 68-01 при температурі 25 °С має значний розкид, який досягає $\pm 50\%$, то застосування незалежної пам'яті було необхідно для калібрування виробу у процесі виробництва сповіщувача. За відсутності АЦП використовувався принцип перетворення опору у тривалість імпульсу. З виходу O1 на інтегруючий ланцюг, що складається з терморезистора та конденсатора подавався імпульс, а на вході IN контролювався час затримки сигналу з моменту перепаду на виході O1. За відносною зміною опору терморезистора оцінювалася швидкість зростання температури протягом певного часового проміжку. Для такого аналізу також була потрібна незалежна пам'ять.

Температура зовнішнього середовища вимірювалася сповіщувачем дискретно і оброблялась мікроконтролером, з періодом у вісім секунд. У кожному вимірювальному інтервалі відбувався короткий спалах світлодіода. При досягненні порогового значення температури навколишнього повітря, або при визначенні швидкості росту температури більше 4 °С/хв мікроконтролер переводить транзисторний ключ у стійкий замкнутий стан. При спрацюванні транзисторного ключа, стрибкоподібно збільшується струм шлейфі пожежної сигналізації, що також протікає через стабілітрон та діодний міст.

По мірі вдосконалення мікроконтролерів та при появі у їх складі АЦП змінилася і схема підключення до них теплових сенсорів. Саме таке рішення було запропоновано в японській заявці на винахід JP19930096715 [63], блок-схема якого представлена на рис. 93. У цьому пристрої використовувався зовнішній теплової сенсор на

термісторі (ТН), який послідовно з точним резистором R1 підключався між загальним проводом та шиною живлення. А точка об'єднання термістора з резистором (То) з'єднувалася з аналоговим входом мікроконтролера (А/D). При використанні:

- резистора з допуском $\pm 1\%$;
- термістора з допуском $\pm 2\%$;
- АЦП з дискретністю 8-10 розрядів

забезпечується необхідна для максимально-диференціального сповіщувача похибка вимірювань. Внутрішній сенсор (40) був виконаний на транзисторному каскаді з SMD-компонентів. Колектор транзистора TR підключений до іншого аналогового входу мікроконтролера. У цьому винаході пропонується і інший варіант виконання внутрішнього теплового сенсора - на двох діодах, як це наведено на рис. 94.

На колекторі транзистора TR напруга T_i змінюється пропорційно температурі, так як падіння напруга на база-емітерний перехід кремнієвого транзистора зменшується на 2,3 мВ при збільшенні температури на кожен градус Цельсія. Однак початкова напруга, поступає на аналоговий вхід мікроконтролера буде залежати від безлічі факторів. Так як у складі мікроконтролерної обробки даних відсутній енергонезалежний пам'ять, то в процесі виробництва необхідно проводити регулювання цього транзисторного каскаду при фіксованій температурі в приміщенні.

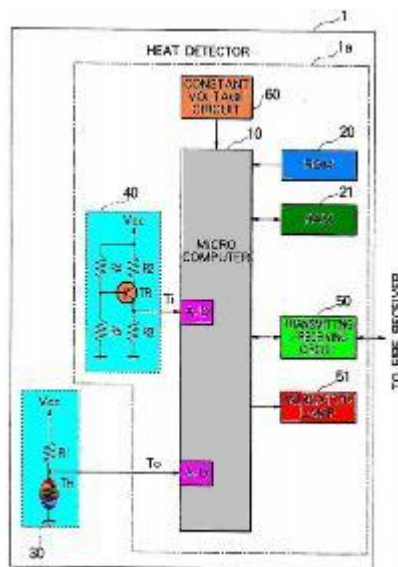


рис. 93

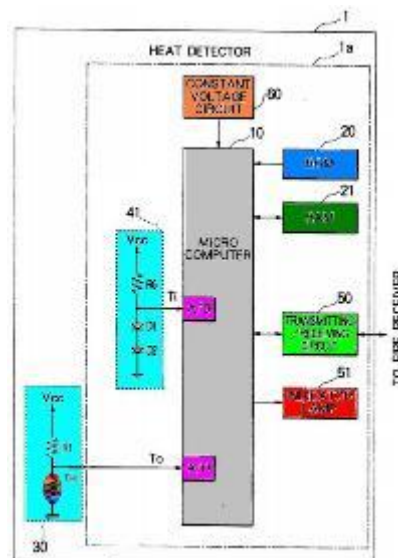


рис. 94

Внутрішній тепловий сенсор за другим варіантом виконання, при стабільному струмі через діоди, має кращу відтворюваність параметрів від виробу до виробу. А застосування двох ідентичних р-п переходів дозволяє збільшити температурний коефіцієнт до 4,6 мВ/°С. Підвищені вимоги, як у першому, так і в другому варіантах виконання внутрішнього теплового сенсора пред'являються до стабілізатора напруги (60) сповіщувача. При використанні мікроконтролерних рішень тяжкість технічного рішення задачі побудови пристрою з заданими параметрами переноситься зі схемотехніки на програмування. Принципові моменти, необхідні для отримання необхідного результату в цьому випадку вже описуються блок-схемами алгоритму. Прикладами реалізації алгоритмів для максимально-диференціального сповіщувача, наведеного на рис. 93 або 94 можуть служити блок-схеми алгоритмів, наведені на рис. 95 і 96. На рис. 95 наведено алгоритм для чисто диференціального теплового сповіщувача, а на рис. 96 - для максимально-диференціального. Аналогічним чином можна було б розробити алгоритм реалізації і для просто максимального теплового сповіщувача, але тут на перший план виходять економічні аспекти такого рішення задачі. Словесний опис алгоритму, представленого на рис. 95, виглядає наступним чином. Після старту запускається програма занулення та запуску програмного лічильника секунд. Потім перевіряється умова: чи закінчилася хвилина з моменту старту програмного лічильника секунд. Якщо НІ, то здійснюється повернення до початку цієї перевірки, якщо ТАК, то проходить перехід до наступного кроку: читання стану зовнішнього теплового сенсора T_o . Потім відразу ж зчитується інформація з АЦП по внутрішньому тепловому сенсору T_i . Після цього запускається програма розрахунку T_d - динамічної різниці між значеннями T_o та T_i . Перевірка отриманого результату здійснюється на наступному етапі, якщо T_d менше або дорівнює обраним критерієм T_k , то здійснюється повернення в початок даної програми. Якщо ж $T_d > T_k$, то

переходимо до програми збільшення вмісту програмного лічильника на одиницю: $c = c + 1$. Після чого здійснюється перевірка стану програмного лічильника секунд. Якщо $c < 60$, то здійснюється повернення в точку перевірки завершення хвилини. В іншому випадку здійснюється запуск програми активації виходів, що відповідають за пожежну тривогу.

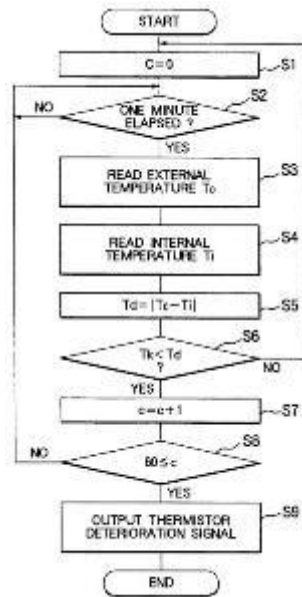


рис. 95

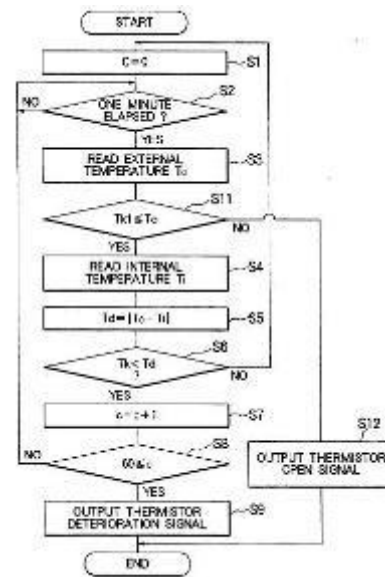


рис. 96

Наступний алгоритм відрізняється тільки наявністю однієї додаткової перевірки зовнішнього сенсора на відповідність критерію досягнення максимальної температури: $T_{k1} \leq T_o$. Якщо температура навколишнього повітря стає вище допустимого значення, то відразу ж стає активним сигнал пожежної тривоги, і виконання програми завершується. Хочеться відзначити, що наведені в описі винаходу алгоритми, швидше за все, є демонстраційними, ніж реально працюючими. Наприклад, при розрахунку динамічної різниці T_d не можна проводити розрахунок модуля цієї величини, адже нас цікавить саме виявлення пожежі, а значить тільки зростання температури, яке виявляється зовнішнім сенсором щодо певної температури, що отримана внутрішнім сенсором. При протилежному результаті має бути здійснено повернення в точку перевірки завершення хвилини. Крім того, алгоритм повинен передбачати модульність побудови та ефективність роботи за перериваннями, при цьому не повинна порушуватися робота програми лічильника секунд, тобто похибка у визначенні часових інтервалів повинна бути мінімальною і практично не впливати на прийняття рішення мікроконтролером про пожежну тривогу.

Виникає закономірне питання: чи потрібен внутрішній сенсор мікроконтролерному пристрою, щоб реалізувати максимально-диференційний тепловий сповіщувач, якщо для роботи самого мікроконтролера використовується термостабілізований тактовий генератор, а мікроконтролер з високою точністю визначає тривалості часових проміжків?

У адресному тепловому пожежному сповіщувачі, виконаному на основі технічного рішення, опублікованого в міжнародній РСТ заявці WO 02/054366 [64], використовувався вже тільки один теплової сенсор на термісторі. Блок-схема цього технічного рішення представлена на рис. 97. За допомогою лазерного тестера прямо на об'єкті, не знімаючи сповіщувач з бази можна було змінити температурний клас сповіщувача і перевірити його працездатність, формуючи в адресний шлейф пожежної сигналізації сигнали про несправність або про пожежну тривогу. Природно, що до вчинення подібних дій ППКП повинен бути переведений в режим тестування, щоб з нього сигнали не надходили на пульт пожежного спостереження. Приймачем лазерного випромінювання в сповіщувачі є червоний світлодіодний індикатор. Зелений ж індикатор використовується для індикації чергового режиму роботи виробу. Прийом інформації, що надходить по шлейфу, сповіщувач здійснює по зміні напруги в цьому шлейфі. Передає ж інформацію сповіщувач для ППКП по шлейфу зміною струму.

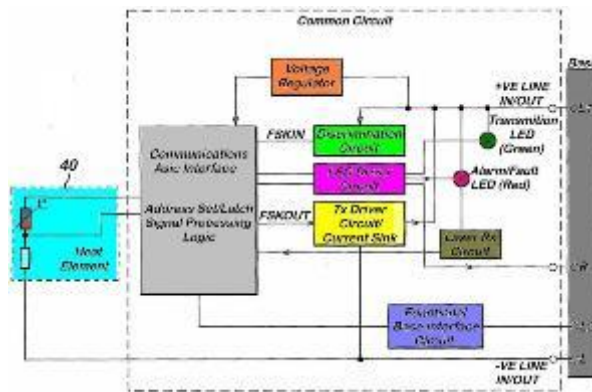


рис. 97

Ще наприкінці минулого століття автор брав участь у розробці мікроконтролерних пожежних сповіщувачів серії ІПК. Крім чисто димових і комбінованих, в цій серії був присутній і тепловий сповіщувач ІПК-7 класу А2R [65]. Принципова електрична схема цього виробу представлена на рис. 98, а фотографія на рис. 99.



рис. 99

В якості теплового сенсора в цьому сповіщувачі використовувався інтегральний сенсор з малою напругою живлення TMP36 в корпусі TO92 [66]. Для узгодження сигналу, що надходить з його виходу до аналогового входу мікроконтролера, використовувався масштабуючий підсилювач. Мікроконтролер з одноразовим програмуванням PIC12C671-041 фірми Microchip у 8-вивідному корпусі забезпечував роботу не тільки теплового, а й димового каналу у комбінованому сповіщувачі. Особливістю цього виробу є відсутність стабілізатора напруги. Функцію стабілізації напруги на своїх виводах електроживлення здійснював сам мікроконтролер, керуючи тривалістю розряду конденсатора C2 на світлодіодний індикатор VD4 в черговому режимі роботи.

П'ятий вивід мікроконтролера використовувався не тільки як вихід, що керує роботою транзисторного ключа, але і як вхід для прийому імпульсів з фотопідсилювача димового каналу в комбінованому сповіщувачі. Включення транзисторного ключа здійснюється сигналом низького потенційного рівня на цьому вході-виході мікроконтролера. При включенні транзистор VT1 забезпечує протікання у ланцюзі його колектору стабільного струму. Тим самим забезпечується обмеження максимально можливого струму споживання сповіщувачем у режимі пожежної тривоги. Напруга на базі цього транзистора з'явиться у результаті випрямлення імпульсів напруги на світлодіодному індикаторі VD4 в черговому режимі роботи. При перемиканні у режим пожежної тривоги потенціал на базі транзистора VT1 ще більше збільшиться, забезпечуючи стійке утримання транзисторного ключа у цьому режимі. При підключенні сповіщувача до знакозмінного шлейфу пожежної сигналізації дана схема включення транзистора VT1 забезпечує утримання транзистора у включеному стані, при цьому мікроконтролер споживає струм в багато разів менший, ніж струм, який комутує його п'ятий вивід.

Головним недоліком цього технічного рішення є висока вартість теплового сенсора TMP36, необхідність застосування масштабуючого підсилювача, а також висока інерційність пластмасового корпусу типу TO92 цього сенсора.

Куди простіше виглядала б схема максимально-диференціального теплового сповіщувача (див. рис. 100) із застосуванням термістора і сучасного мікроконтролера з багаторазовим перепрограмуванням, наприклад, PIC12F675. І що більш істотно: сумарна вартість комплектуючих виробів значно менше, ніж у попередньої схеми.

Природно, що реалізувати тепловий максимально-диференційний сповіщувач можна з використанням схеми, наведеної на рис. 81 в частині 4.3. Саме ця схема, яка відповідає патентам України та Росії, відповідно № 90314 [55] та 2390850 [56], спільно з технічним рішенням за патентом України № 87558 [68] реалізована у

теплових максимально-диференціальних сповіщувачах FTL-A1 R, FTL-A2R , FTL-BR та RTL-A1R, RTL-A2R, RTL-A3R, RTL-BR, які сертифіковані відповідно в Україні та в Росії.

Фотографія цих виробів наведена на рис. 78.

Хотілося б зупинитися ще на одному класі пожежних теплових сповіщувачів - це автономні теплові пожежні сповіщувачі або інакше - пожежні сигналізатори тепла. Як і пожежні сигналізатори диму, такі вироби могли б знайти застосування в житлових приміщеннях. Особливо ефективно було б їх використання на кухнях і у вбудованих гаражах. Такі рекомендації щодо застосування пожежних сигналізаторів тепла дає британський стандарт BS 5839 [69]. Передбачає можливість виробництва та перевірки параметрів теплових автономних сповіщувачів і російський стандарт ГОСТ Р 53325. Але у зведених правилах СП 5.13130.2009 [70] немає вказівок, де необхідно встановлювати такі автономні сповіщувачі. В Україні взагалі немає ніяких нормативних вимог до такої продукції. Але у світі такі вироби не тільки виробляються, а й удосконалюються. Прикладом такого вдосконалення пожежного сигналізатора тепла є винахід за американським патентом US6288638 [71]. Принципова електрична схема цього виробу наведена на рис. 101. Тепловий автономний сповіщувач, виконаний на основі спеціалізованої мікросхеми, яка аналогічна відомій мікросхемі MC145010DW, яку широко застосовують у пожежних сигналізаторах диму. Сповіщувач призначений для роботи від мережі змінного струму AC 120 V через стабілізатор напруги, та має: мережевий індикатор зеленого кольору, вхід-вихід INTERCOM для об'єднання сповіщувачів в локальну мережу, вбудоване резервне джерело електроживлення, звуковий оповіщувач, індикатор пожежної тривоги червоного кольору та схему контролю працездатності.

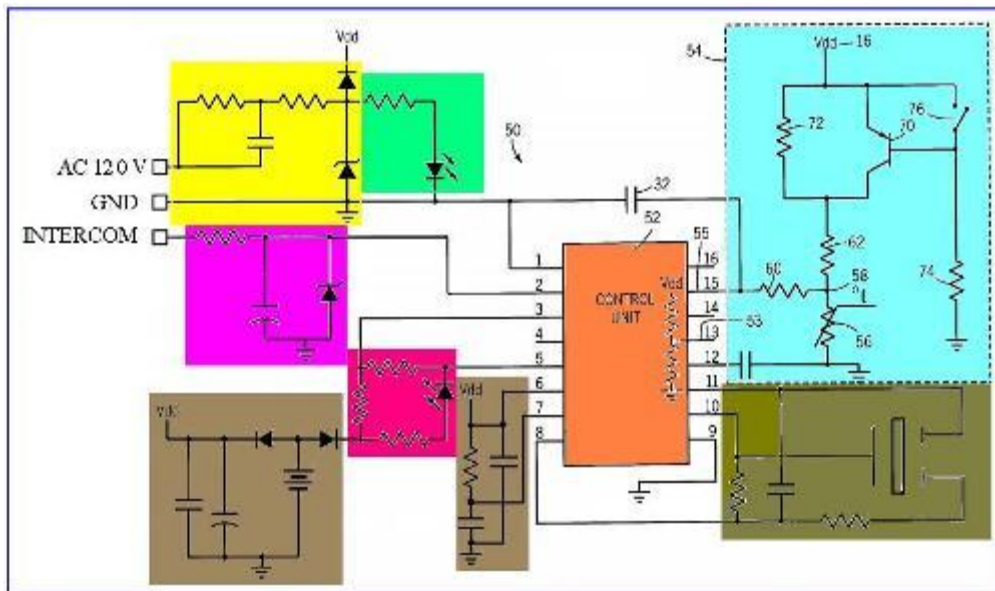


рис. 101

Особливістю застосованої схеми контролю працездатності є те, що вона забезпечує достовірну перевірку виробу навіть при низьких температурах навколишнього середовища. Термістор підключається безпосередньо між входом контролю напруги блоку управління та "землею". Схема контролю працездатності включає в себе паралельне з'єднання тестового резистора і транзистора, які вже послідовно з резистором живлення підключаються між входом контролю напруги блоку управління та шиною живлення Vdd. При нормальних робочих умовах, базовий струм транзистора забезпечує його насичення, при цьому він замикає тестовий резистор. Після натискання на кнопку, база транзистора з'єднується з його емітером, і транзистор переходить у режим відсічення. Таким чином, коли кнопка натиснута, тестовий резистор включається послідовно з резистором живлення, цим самим імітується збільшення температури навколишнього середовища для перевірки автономного теплового сповіщувача.

На рис. 102 приведена ще одна схема контролю температури, яка не має прямого відношення до пожежних теплових сповіщувачів. Швидше її можна застосувати як контрольний пристрій у технологічному процесі виробництва самих теплових сповіщувачів або як сенсор з індикацією у пристроях попередження техногенної небезпеки. У цій схемі використовується широко поширений зчетверений операційний підсилювач LM2902 [72]. І це технічне рішення також захищене чинним патентом на винахід US4994792 [73].

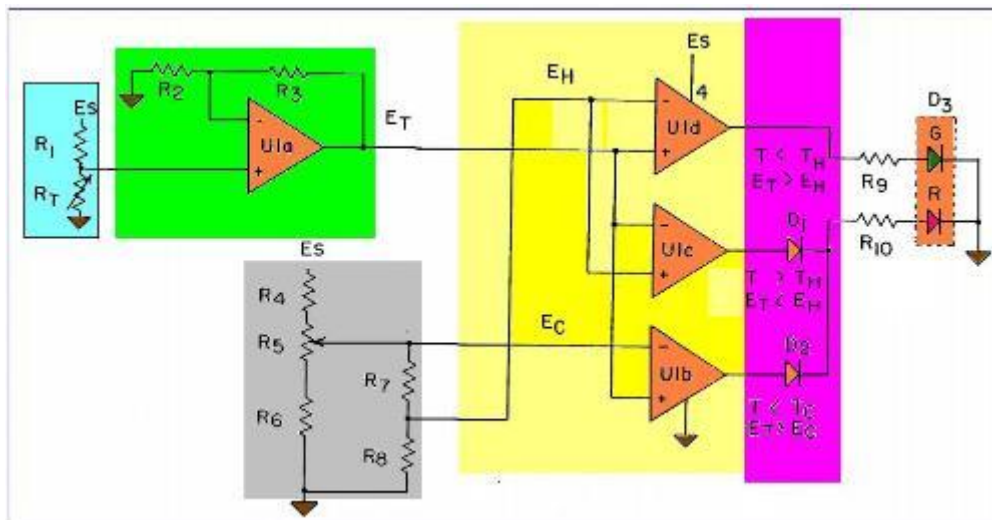


рис. 102

В описі до патенту говориться, що він може використовуватися для контролю температури потоку рідини або повітря. У ньому використовується регульований змінний дільник напруги для вибору бажаного для контролю діапазону температур. З теплового сенсора на термісторі інформація через масштабуючий підсилювач надходить на багаторівневий компаратор. А далі через дешифратор на індикатор для визначення, чи є контрольована температура вище, нижче або в бажаному діапазоні.

Останні технічні рішення наведені тут для того, щоб показати, що в галузі розробки компонентів СПС та зокрема теплових пожежних сповіщувачів є достатньо місця для творчості, творчості виконаної на рівні винаходів!

Володимир Баканов - головний конструктор ПП "Артон"

Література:

62. Извещательпожарныйтепловоймаксимально-дифференциальный ИП101-3А-А3R1, Паспорт.
http://www.aktivsb.ru/images/IZV_POJ/doc/ip-101-3a-a3r1_.pdf
63. MOCHIZUKI MIKIO (JP) JP19930096715 "Heatdetector", 1993-03-31
64. PENNEY STEVE J [GB]; TAYLOR PAUL J [GB] WO 02/054366 "Firedetector", 2004-06-17
65. Извещательпожарныйтепловой ИПК-7 ТУ У 22847240.003-99, Паспорт АКПИ.425238.002ПС2
66. LowVoltageTemperatureSensors TMP35/TMP36/TMP37 <http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/49119/AD/TMP36GRT.html>
67. CMOS Microcontrollerwith A / D Converterand EEPROM DataMemory PIC12C671-04I
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30561C.pdf>
68. Капітанов М. В. патент України на винахід № 87558 "Пожежний сповіщувач", бюл.14, 2009
69. BS 5839-1:2013 "Firedetectionandfirealarmsystemsforbuildings. Codeofpracticefordesign, installation, commissioningandmaintenanceofsystemsinnon-domesticpremises",
<http://shop.bsigroup.com/en/ProductDetail/?pid=000000000030260279>
70. СП 5.13130.2009 Системыпротивопожарнойзащиты. УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ. Нормы и правила проектирования
71. TANGUAY WILLIAM P [US]; CORSELLO KEITH [US] US6288638
"Heatdetectorhavinganincreasedaccuracyalarmtemperaturethresholdandimprovedlowtemperaturetestingcapabilities", 2001-09-11
72. LowPowerQuadOperationalAmplifiers LM124-N/LM224-N/LM324-N/LM2902-N
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm124-n.pdf>
73. ZIEGLER JR ELDON W [US] US4994792 "Fluidtemperaturemonitoringsystem", 1991-02-19

