

Схемотехника точечных тепловых пожарных извещателей

Часть 4.3

Инновационные решения

Недостатком тепловых пожарных извещателей с контактным тепловым сенсором является то, что температура срабатывания такого извещателя зависит только от температуры срабатывания контактного теплового элемента. Такая зависимость не позволяет в соответствии с требованиями рынка в условиях серийного производства оперативно изменять класс теплового пожарного извещателя. Кроме того, контактный тепловой сенсор не обеспечивает устойчивого значения температуры срабатывания извещателя в условиях повышенной вибрации. При использовании в качестве сенсора термистора приходится преодолевать температурную нестабильность других элементов схемы – в первую очередь полупроводниковых приборов: диодов и транзисторов.

В техническом решении, представленном на рис. 77 и защищенном патентами Украины № 89097 [47] и России № 2390848 [48] реализована попытка: недостатки транзистора – его температурную нестабильность преобразовать в преимущества теплового извещателя. В основу этого изобретения поставлена задача – применение в качестве теплового сенсора транзистора, что позволяет за счет связей с другими элементами схемы транзистору одновременно выполнять несколько функций, при этом, установление температуры срабатывания извещателя обеспечивается простым соотношением сопротивлений резисторов. Кроме того, такое применение транзистора позволяет исключить влияние вибрации на температуру срабатывания извещателя.

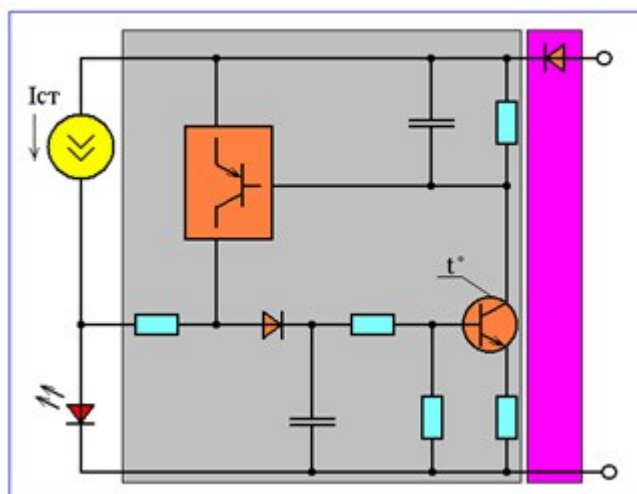


Рис. 77

В отличие от схемы, приведенной на рис. 75 в части 4.2 этот тепловой пожарный извещатель содержит термнезависимый стабилизатор тока, с помощью которого обеспечивается стабильное падение напряжения на светодиодном индикаторе в дежурном режиме работы во всем диапазоне возможных напряжений на шлейфе пожарной сигнализации. Бистабильный элемент содержит транзисторный ключ и термочувствительный элемент на транзисторе.

Работает извещатель следующим образом. После подачи напряжения питания на входные клеммы через термнезависимый стабилизатор тока потечет ток, величина которого будет стабильной во всем диапазоне напряжения питания (от 10 до 30 В) и практически независимой от температуры окружающего воздуха. Через светодиодный индикатор будет протекать большая часть этого тока. Величина тока не превышает 50 мкА, поэтому светодиод будет выполнять роль ограничителя напряжения на уровне 1,8В, практически не излучая свет. Если температура окружающего воздуха будет ниже предельной температуры срабатывания извещателя, то транзисторный ключ будет

закрывает. Это состояние обеспечивается выбранным соотношением сопротивлений делителя напряжения, подключенного к базе транзистора – теплового сенсора. В то же время падение напряжения на конденсаторе памяти сработки будет стабильным во всем диапазоне напряжения питания. Это падение напряжения будет также термостабильным, потому что температурный коэффициент падения напряжения на светодиодном индикаторе и температурный коэффициент падения напряжения на диоде практически равны друг другу.

Таким образом, на базу транзистора – теплового сенсора подается стабильное напряжение, которое почти не зависит от напряжения питания и от температуры окружающего воздуха. Транзистор находится снаружи корпуса извещателя, что обеспечивает контакт такого теплового сенсора с окружающим воздухом. Другие элементы извещателя расположены в корпусе извещателя, поэтому их температура будет зависеть от скорости изменения температуры окружающего воздуха. При квазистатическом изменении температуры окружающего воздуха все элементы имеют температуру воздуха. При значительной скорости роста температуры за счет малой массы транзистор быстро набирает температуру окружающего воздуха, в то же время другие элементы – более инерционные, потому что температура в корпусе извещателя будет увеличиваться со значительной задержкой. Если сопротивление резистора в цепи коллектора транзистора будет значительно превышать сопротивление резистора в цепи его эмиттера, то температурная нестабильность предельного значения напряжения переключения транзисторного ключа не окажет значительного влияния на температурную инерционность извещателя в целом. При увеличении температуры окружающего воздуха будет увеличиваться температура транзистора, поэтому будет уменьшаться напряжение база-эмиттер на 2,3 мВ на каждый градус Цельсия. Такое изменение потенциала на эмиттере приведет к росту коллекторного тока транзистора. Когда падение напряжения на коллекторном резисторе достигнет предельного значения напряжения переключения транзисторного ключа, тогда ток в выходной цепи транзисторного ключа приведет к увеличению напряжения на конденсаторе памяти сработки. Вследствие чего, транзистор еще больше откроется. Этот процесс будет самоускоряющимся и извещатель окажется в состоянии „ПОЖАР“. Светодиодный индикатор будет светиться. Даже после окончания действия на извещатель воздуха высокой температуры, и после возвращения потенциала база-эмиттер транзистора в начальное состояние, извещатель будет оставаться в состоянии „ПОЖАР“. В этом состоянии извещатель будет оставаться и в знакопеременном шлейфе. Но отсутствие напряжения питания необходимой полярности на протяжении нескольких секунд и при возобновлении потенциала база-эмиттер транзистора возвращает тепловой пожарный извещатель в начальное состояние дежурного режима работы.

Термнезависимый стабилизатор тока, может быть выполнен по типовой схеме на основе светодиода с транзисторным преобразователем напряжения – ток, когда температурные коэффициенты светодиода и перехода база-эмиттер транзистора практически компенсируют друг друга.

За счет применения транзистора в качестве теплового сенсора обеспечивается стабильность температуры срабатывания извещателя в условиях повышенного уровня вибрации, как в постояннотоковом, так и в знакопеременном шлейфах пожарной сигнализации. Температурный класс извещателя легко можно изменять соотношением сопротивлений делителя напряжения. Это техническое решение положено в основу схемы тепловых пожарных извещателей сертифицированных в Украине серии FT [49], фотографии которых приведены на рис. 78 и 79, а также сертифицированных в России серий RT [50] и КАДЕТ-Т [51]. Именно благодаря этому изобретению появилась возможность реализовать на одной печатной плате максимальные извещатели различных температурных классов: А1, А2, А3, В, а также максимально-инерционные извещатели классов А1S, А2S, BS [52].



Рис. 78



Рис. 79

Проведение работ по совершенствованию этих извещателей привело к появлению нового технического решения, защищенного патентом Украины № 89096 [53] и патентом России № 2420808 [54]. На рис. 80 представлена блок-схема этого технического решения. В отличие от предыдущей схемы в этом извещателе используется стабилитрон вместо цепочки из последовательно соединенных резистора и диода. В дежурном режиме работы извещателя у стабилитрона используется прямая ветвь его вольтамперной характеристики, а в режиме пожарной тревоги – обратная ветвь. Поэтому в режиме пожарной тревоги у такого извещателя вольтамперная характеристика будет подобная характеристике стабилитрона. А в остальном работа схемы подобна работе схемы по предыдущему изобретению.

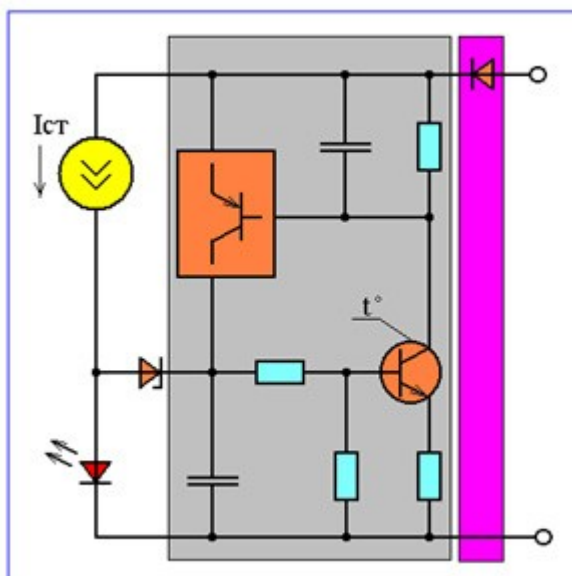


Рис. 80

Появление на рынке дешевых микроконтроллеров с малым количеством выводов позволило их использовать при разработке и производстве тепловых пожарных извещателей. Примером применения микроконтроллера в этом направлении может служить схема, приведенная на рис. 81.

Техническое решение микроконтроллерного извещателя реализовано также с использованием патентов Украины и России, соответственно №№ 90314 [55] и 2390850 [56].

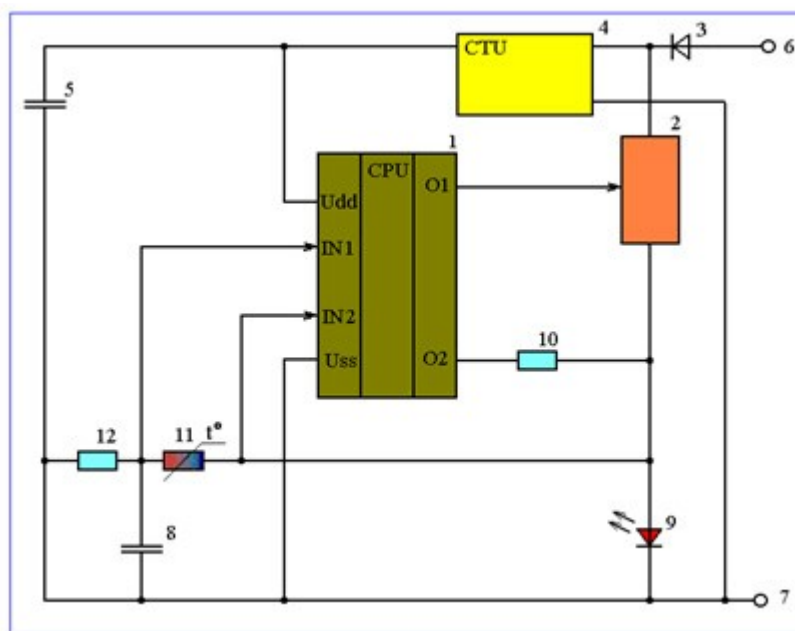


Рис. 81

Микроконтроллерный извещатель работает таким образом. Если температура окружающей среды ниже максимальной температуры использования извещателя, то после подачи напряжения питания на входные клеммы 6 и 7 извещатель должен находиться в дежурном режиме работы. Электрический ток, который проходит через диод 3 и ограничитель 4 напряжения и тока, обеспечивает заряд первого конденсатора 5. Величина ограничений тока ограничителем 4 напряжения и тока достаточная для обеспечения запуска микроконтроллера 1 на его минимальном рабочем напряжении.

В этот момент микроконтроллер 1 устанавливает на своих выходах низкие потенциальные уровни сигнала и переходит в состояние ожидания при минимальном токе потребления. Накопление заряда на первом конденсаторе 5 продолжается до достижения уровня напряжения на нем, которое ограничивается ограничителем 4 напряжения и тока. Этот уровень не должен превышать максимальное рабочее напряжение микроконтроллера 1. За счет низкого потенциального уровня сигнала на своем входе формирователь 2 выходного сигнала будет закрыт. Низкий потенциальный уровень сигнала на втором выходе микроконтроллера 1 также не позволит включение светодиода 9, поэтому на обоих аналоговых входах микроконтроллера 1 будут присутствовать низкие уровни сигнала.

После стабилизации напряжения на первом конденсаторе 5 и после завершения режима ожидания начинается работа микроконтроллера 1. На его втором выходе периодически, с интервалом (1 – 2) с., начинают появляться импульсы высокого уровня. Электрический ток, который будет протекать через первый резистор 10 и светодиод 9, создаст на этом светодиоде 9 прямое падение напряжения, что вызовет излучение света. Величина этого тока будет превышать величину тока ограничения ограничителем 4 напряжения и тока, поэтому начнется разряд первого конденсатора 5. После окончания импульса на втором выходе микроконтроллера 1 напряжение на первом конденсаторе 5 снова достигнет фиксированного значения, которое задается ограничителем 4 напряжения и тока.

Таким образом, в дежурном режиме работы первый конденсатор 5 будет медленно заряжаться до напряжения, которое не превышает максимальное рабочее напряжение микроконтроллера 1, и быстро разряжаться (во время действия импульса на втором выходе микроконтроллера 1) до

напряжения, которое превышает минимальное рабочее напряжение микроконтроллера 1. Импульсы стабильной амплитуды от светодиода 9 будут приходить на второй аналоговый вход микроконтроллера 1 и на делитель напряжения, созданный термистором 11 и вторым резистором 12. Таким образом, на первый аналоговый вход микроконтроллера 1 подается сигнал, который обрабатывается микроконтроллером 1 относительно опорного напряжения, которое подается на его второй аналоговый вход. При изменении температуры окружающей среды будет изменяться соотношение падения напряжения на термисторе 11 и втором резисторе 12. Анализ этого соотношения проводится микроконтроллером 1 на достижение критического значения, которое соответствует температуре срабатывания извещателя при квазистатическом росте температуры. Нестабильность падения напряжения на светодиоде 9 не будет влиять на погрешность извещателя, потому что микроконтроллер 1 осуществляет анализ соотношения сопротивлений термистора 11 и второго резистора 12. Так как возможно применение второго резистора 12 с погрешностью сопротивления $\pm 1\%$, а термистора 11 с погрешностью начального сопротивления $\pm 5\%$ и дискретизацией аналоговых входов микроконтроллера 1 не менее 8 разрядов обеспечивается воспроизводимость извещателей соответственно требованиям стандартов ГОСТ Р 53325 и ДСТУ EN54-5.

При достижении температуры окружающей среды статической температуры срабатывания извещателя, или при быстром росте температуры микроконтроллер 1 принимает решение об изменении своего состояния. В состоянии "ПОЖАР" на первом его выходе появляется высокий потенциальный уровень сигнала, по которому происходит переключение формирователя 2 выходного сигнала. Через входы его электропитания проходит ток от шлейфа пожарной сигнализации, подключенного к входным клеммам 6 и 7. В этом случае светодиод 9 будет излучать свет, кроме того, значительно снизится падение напряжения между входными клеммами 6 и 7, но не ниже максимального рабочего напряжения микроконтроллера 1. На втором выходе микроконтроллера 1 устанавливается низкий потенциальный уровень или высокоимпедансное состояние.

Если падение напряжения между входными клеммами 6 и 7 будет превышать минимальное значение рабочего напряжения микроконтроллера 1, то извещатель будет пребывать в состоянии "ПОЖАР" бесконечно долго. Вывести извещатель из этого состояния возможно только отключением напряжения питания шлейфа пожарной сигнализации (напряжение между входными клеммами 6 и 7) на время, которого достаточно для разряда первого конденсатора 5 до величины, при которой на входах электропитания микроконтроллера 1 установится напряжение ниже минимального значения.

В микроконтроллерном извещателе за счет применения дополнительного резистора 12, микроконтроллера 1 с аналоговыми входами и других связей между элементами, когда светодиод 9 выполняет функцию формирователя опорного напряжения, достигается уменьшение погрешности извещателя и соответствие воспроизводимости требованиям нормативных документов. Особенно эти преимущества проявляются при построении максимально-дифференциальных тепловых извещателей, которые будут рассмотрены в следующей части статьи. Но использование микроконтроллеров для построения максимальных тепловых пожарных извещателей становится экономически малоэффективным по сравнению с обычными транзисторными схемными решениями. Хочется отметить, что именно комплект из семи изобретений: UA 89096, UA87559, UA85255, UA86308, UA89550, UA89097 и UA90314 с единым названием «Тепловой пожарный извещатель» завоевал почетное второе место в абсолютной номинации на Всеукраинском конкурсе «Лучшее изобретение 2010 года» [57]. Показательно, что первое место в этом конкурсе было присуждено государственному предприятию КБ «Южное» им. Н.К. Янгеля с их изобретением по ракетно-космическому комплексу. Таким образом, можно справедливо утверждать, что новейшие решения, которые реализуются сейчас в компонентах пожарной сигнализации частного предприятия

«Артон», и в тепловых пожарных извещателях частности, реально вышли на уровень высоких технологий и современных технических решений.

Владимир Баканов
главный конструктор ЧП "Артон"

Литература:

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 И. З. патент України на винахід № 89096 "Тепловий пожежний сповіщувач Мисевича", бюл. № 24, 2009
54. Мисевич И. З. патент Российской Федерации на изобретение № 2420808 "Тепловой пожарный извещатель Мисевича", бюл. № 15, 2011
55. Баканов В. В., Капітанов М. В., Мисевич И. З., Шерепера С. А. 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>