

Схемотехника точечных тепловых пожарных извещателей

Часть 4.2

Инновационные решения

Следующим изделием, созданным сотрудниками предприятия "АРТОН" на пути совершенствования тепловых пожарных извещателей, стал извещатель, в основу которого было положено изобретение по патентам Украины № 78376 [37] и России № 2303291 [38]. Это техническое решение, которое представлено на рис. 71, было реализовано в извещателях ТПТ-2. Фотография тепловых извещателей серии ТПТ представлена на рис. 72.

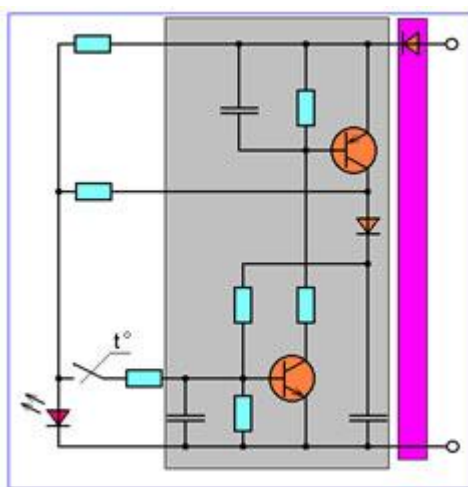


Рис. 71



Рис. 72

Изделие содержит небольшое количество элементов, но сохраняет состояние пожарной тревоги в знакопеременном шлейфе пожарной сигнализации при малой величине емкости конденсатора памяти сработки.

Бистабильный элемент этого извещателя от типового (см. рис. 15 в части 2.1) отличается наличием только двух элементов: диода и конденсатора памяти сработки.

Работает извещатель таким образом. Если температура окружающей среды ниже предельной температуры теплового сенсора, то его сопротивление значительное - несколько МОм. После подачи напряжения питания на входные клеммы благодаря отсутствию заряда на всех трех конденсаторах оба транзистора остаются закрытыми. Диод выпрямителя осуществляет защиту других элементов теплового пожарного извещателя при ошибочном подключении полярности напряжения питания. В нормальном состоянии через выпрямитель и светодиодный индикатор будет проходить ток, ограниченный значением сопротивления резистора в этой цепи. Если значение не превышает 50 мкА, то светодиодный индикатор выполняет только роль ограничителя напряжения на уровне (1,5-2) В, практически не излучая красный свет. Ток потребления тепловым извещателем в дежурном режиме работы не будет превышать указанное значение, так как обратные токи транзисторов значительно меньше этой величины в диапазоне рабочих напряжений шлейфа пожарной сигнализации и в диапазоне рабочих температур.

При достижении температуры окружающей среды предельного значения тепловой сенсор резко изменяет свое сопротивление до значений в несколько десятков Ом. На базе транзистора обратной проводимости выделяется напряжение, достаточной величины для его открытия. Благодаря току коллектора этого транзистора на базе транзистора прямой проводимости также создается падение напряжения, от которого он открывается. После переключения транзистора прямой проводимости значительная часть тока его коллектора будет протекать через резистор и светодиодный индикатор. Значение сопротивления этого резистора выбирается достаточным для нормальной работы светодиодного индикатора, который в состоянии "ПОЖАР" должен обеспечивать надлежащий уровень яркости. Кроме того, значением сопротивления этого резистора в состоянии "ПОЖАР" обеспечиваются надлежащие условия формирования извещения о пожаре в шлейфе пожарной сигнализации. Через диод бистабильного элемента потечет ток, который обеспечит накопление заряда на конденсаторе памяти сработки, а также увеличение базового тока транзистора обратной проводимости. Таким образом, обеспечивается сохранение состояния "ПОЖАР" тепловым извещателем даже при восстановлении высокоимпедансного состояния тепловым сенсором. Кроме того, за счет накопленного заряда на конденсаторе памяти сработки обеспечивается сохранение извещателем состояния "ПОЖАР" при наличии импульсов обратного напряжения на шлейфе пожарной сигнализации с длительностью меньше 0,1 с. Диод бистабильного элемента в этом режиме препятствует разряду конденсатора памяти сработки через светодиодный индикатор. Но отсутствие напряжения питания необходимой полярности на протяжении нескольких секунд при восстановлении высокоимпедансного состояния теплового сенсора возвращает тепловой извещатель в начальное состояние дежурного режима работы.

Если температура среды возвращается к нормальному состоянию, тепловой сенсор восстанавливает свое состояние, а значит, его сопротивление значительно возрастает. Таким требованиям отвечают терморезистор ТРП68-01И2 ТУ 6190-003-42187449-2001 и реле температурное РТ-1-3 К ТУ 4218-001-42187449-2001.

За счет ограничения напряжения, которое прикладывается к тепловому сенсору обеспечивается стабильная работа извещателя в широком диапазоне напряжений питания шлейфа пожарной сигнализации. Кроме того, благодаря ограничению напряжения на тепловом сенсоре достигается стабильность температуры переключения извещателя при применении в качестве теплового сенсора терморезистора ТРП68-01И2. За счет применения диода и конденсатора в бистабильном элементе, а также их связей с другими элементами схемы обеспечивается нормальная работа теплового извещателя в шлейфах со знакопеременным формированием напряжения. Кроме того, за счет используемых связей обеспечивается значительное уменьшение тока базы транзистора обратной проводимости, что, в свою очередь, разрешает значительно уменьшить емкость конденсатора памяти сработки по сравнению с емкостью конденсатора выпрямителя в извещателе СПТ-2Б (см. рис. 54 в части 4.1).

Для реализации функции индикации дежурного режима работы была создана схема для теплового пожарного извещателя ТПТ-3, которая представлена на рис. 73.

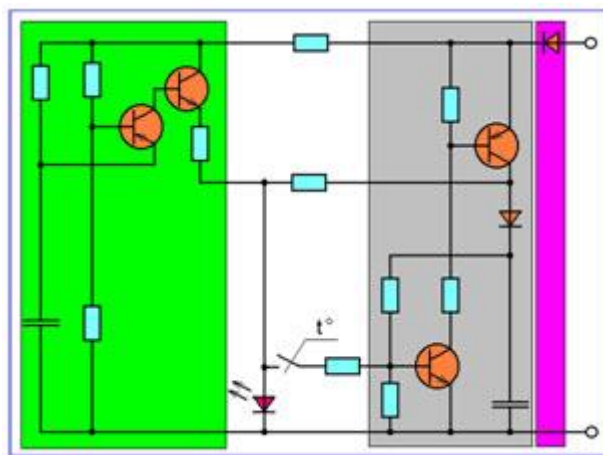


Рис. 73

По существу, к техническому решению, использованному в извещателе ТПТ-2, добавился только один элементарный кубик – генератор импульсов. Однако и это устройство было защищено патентом Украины № 85255 [39] и патентом России № 2351016 [40].

В тепловом пожарном извещателе ТПТ-3 за счет применения незначительного количества элементов с указанными связями обеспечивается соответствие всем требованиям нормативных документов к тепловым пожарным извещателям, а также этот извещатель обеспечивает сохранение своего состояния по окончании действия импульсов напряжения обратного направления, которые создаются приборами приемно-контрольными со знакопеременным питанием шлейфа пожарной сигнализации. В дежурном режиме работы обеспечивается формирование светодиодным индикатором коротких световых импульсов с длительными промежутками между этими вспышками. По такому оптическому сигналу можно судить о работоспособности данного теплового пожарного извещателя и о наличии напряжения питания на шлейфе пожарной сигнализации, к которому подключен извещатель. Кроме того, импульсный режим контроля состояния теплового сенсора дополнительно обеспечивает помехоустойчивость извещателя в целом.

Дальнейшая работа над поставленной задачей привела к новому техническому решению, защищенному патентами Украины № 87559 [41] и России № 2372664 [42], которое представлено на рис. 74.

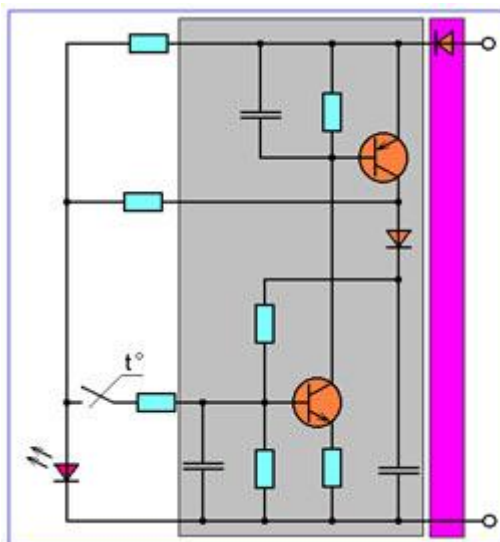


Рис. 74

На первый взгляд изменение в схеме бистабильного элемента незначительное – резистор из коллекторной цепи транзистора обратной проводимости был перемещен в цепь эмиттера. Это позволило увеличить входное сопротивление транзисторного каскада, а это уже позволило еще уменьшить емкость конденсатора памяти сработки и применить конденсатор со стабильно малыми температурными зависимостями. Таким образом, достигается увеличение температурной стабильности времени сохранения состояния пожара при сохранении всех функций теплового извещателя согласно требованиям ГОСТ Р 53325 и ДСТУ EN54-5.

Еще одной проблемой, требующей решения, оказалось применения в качестве теплового сенсора элемента с нормально замкнутыми контактами. Схема, представленная на рис. 75, решала эту проблему, а по техническому решению, реализованному теми же авторами, было получено еще два патента:

- Украины № 86308 [43];
- России № 2386175 [44].

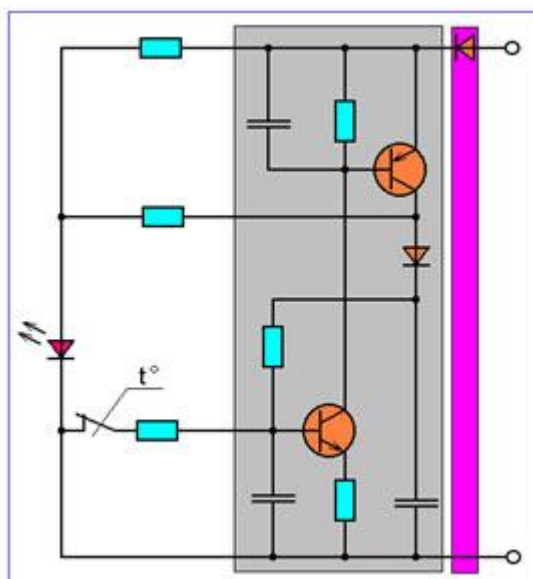


Рис. 75

Работает этот извещатель аналогично предыдущим устройствам со следующими отличиями. В дежурном режиме работы, когда падение напряжения на конденсаторе памяти сработки составляет (1,2-1,5) В, делитель напряжения, созданный резисторами, обеспечивает на базе транзистора обратной проводимости потенциал, который не разрешает этому транзистору быть открытым. В этом случае будет закрыт и транзистор прямой проводимости. При достижении температуры окружающей среды предельного значения тепловой сенсор резко повышает свое сопротивление до значения в несколько Мом. Потенциал на базе транзистора обратной проводимости резко повышается до потенциала на аноде светодиодного индикатора. Этот транзистор открывается и соответственно открывается транзистор прямой проводимости. Потенциал на коллекторе этого транзистора относительно "земляной" клеммы зависит от тока, который протекает между входными клеммами извещателя. Чем больше будет протекать этот ток, тем больше будет и ток базы транзистора обратной проводимости. Таким образом, обеспечивается сохранение состояния "ПОЖАР" тепловым извещателем, даже при снижении температуры окружающей среды до нормальной. Если температура среды возвращается к нормальному состоянию, тепловой сенсор восстанавливает свое состояние, а значит, его сопротивление значительно падает. Таким требованиям отвечает реле температурное РТ-1-Р К ТУ 4218-001-42187449-2001.

При конструировании печатной платы для электронного блока извещателей ТПТ-2 и ТПТ-3 удалось разместить на одной и той же плате несколько вариантов исполнения: с генератором импульсов и без него, с нормально разомкнутым и с нормально замкнутым тепловыми сенсорами. Однако для изготовления тепловых пожарных извещателей определенного температурного класса: А1, А2, А3 или В производителю необходимо было иметь в запасе необходимое количество соответствующих тепловых сенсоров или ограничиться выпуском извещателей только одного класса, например А2.

Применение универсального теплового сенсора, например: термистора, требует использования, как это было показано на рис. 44 в части 3.1, значительного количества элементов. Кроме того, в извещателе ИПК-9 для сохранения режима пожарной тревоги в знакопеременном шлейфе требовался электролитический конденсатор большой емкости. Свободным от этих недостатков оказалось техническое решение, представленное на рис. 76, которое было защищено патентом Украины № 89550 [45] и патентом России № 2390849 [46]. Кроме обычных элементов: теплового сенсора, светодиодного индикатора, выпрямителя, бистабильного элемента в этой схеме присутствует ограничитель тока (см. рис. 37 в части 2.2), а бистабильный элемент выполнен на трех транзисторах. Дополнительный транзистор в бистабильном элементе позволил создать вход с пороговыми свойствами. По существу на двух соединенных эмиттерами транзисторах обратной проводимости был реализован триггер Шмитта [21, с.98, рис.8.12]

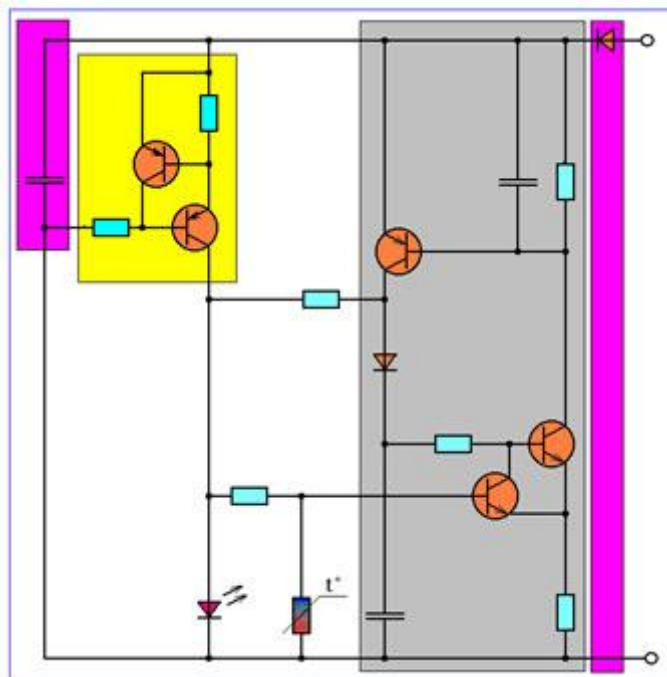


Рис.76

Такой извещатель с термистором работает следующим образом. Если температура окружающей среды ниже предельной температуры срабатывания для выбранного класса извещателя, то значение сопротивления термистора будет большим. После подачи напряжения питания на входные клеммы и благодаря отсутствию заряда на всех трех конденсаторах, бистабильный элемент будет закрытым. В нормальном состоянии часть тока стабильной величины, которая проходит через ограничитель тока, обеспечивает стабильное падение напряжения на светодиодном индикаторе. Значение тока, который проходит через светодиодный индикатор не превышает 50 мкА, поэтому светодиодный индикатор выполняет роль ограничителя напряжения на уровне (1,5 - 2) В, практически не излучая свет. Благодаря высокому сопротивлению термистора на пороговый вход бистабильного элемента подается потенциал, который открывает первый транзистора триггера Шмитта и он надежно закрывает второй транзистор этого триггера. Ток потребления тепловым пожарным извещателем в дежурном режиме работы не будет превышать ток, который протекает через ограничитель тока, так как бистабильный элемент будет выключен. Термистор находится вне корпуса извещателя, а другие элементы - в корпусе. При квазистатическом изменении температуры окружающего воздуха все элементы имеют температуру воздуха. При значительной скорости прироста температуры за счет малой массы термистор быстро набирает температуру окружающего воздуха, в тот же время другие элементы - более инерционные, так как температура в корпусе извещателя будет увеличиваться со значительной задержкой.

Температурная нестабильность напряжения переключения триггера Шмитта существенно зависит от температурного коэффициента напряжения база-эмиттер транзистора этого триггера. В тот же время температурный коэффициент напряжения светодиодного индикатора почти равняется температурному коэффициенту напряжения база-эмиттер. Таким образом, температура переключения триггера Шмитта существенно зависит от температуры окружающего воздуха и мало зависит от температуры в корпусе извещателя. Т.е. температурная инерционность извещателя зависит от инерционности термистора, и почти не зависит от инерционности других элементов схемы извещателя.

В дежурном режиме работы, даже во время действия импульсов обратного напряжения первый транзистор триггера Шмитта будет оставаться открытым, а остальные транзисторы бистабильного элемента будут оставаться закрытыми.

При повышении температуры окружающей среды тепловой сенсор будет уменьшать свое сопротивление, изменяя потенциал на пороговом входе бистабильного элемента. При достижении порогового значения, состоится переключение триггера Шмитта - первый транзистор закроется, а второй транзистор этого триггера откроется. В результате этого переключения откроется и транзистор прямой проводимости бистабильного элемента. Кроме того, за счет накопленного заряда на конденсаторе памяти сработки обеспечивается сохранение состояния "ПОЖАР" при наличии импульсов обратного напряжения заданной скважности и продолжительности. Но отсутствие напряжения питания необходимой полярности на протяжении нескольких секунд и при восстановлении высокого сопротивления термистором возвращает тепловой пожарный извещатель в начальное состояние дежурного режима работы.

Термистор имеет фиксированное значение сопротивления при нормальном значении температуры окружающего воздуха. При увеличении температуры сопротивление термистора уменьшается с заданным коэффициентом. Таким требованиям отвечает термистор фирмы PHILIPS серии 640 и др.

Владимир Баканов
главный конструктор ЧП "Артон"

Литература:

37. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент України на винахід № 78376 "Тепловий пожежний сповіщувач", бюл. № 3, 2007
38. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент Российской Федерации на изобретение № 2303291 "Тепловой пожарный извещатель", бюл. № 20, 2007
39. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент України на винахід № 85255 "Тепловий пожежний сповіщувач", бюл. № 1, 2009
40. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент Российской Федерации на изобретение № 2351016 "Тепловой пожарный извещатель", бюл. № 9, 2009
41. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент України на винахід № 87559 "Тепловий пожежний сповіщувач", бюл. № 14, 2009
42. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент Российской Федерации на изобретение № 2372664 "Тепловой пожарный извещатель", бюл. № 31, 2009
43. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент України на винахід № 86308 "Тепловий пожежний сповіщувач", бюл. № 7, 2009
44. Абушкевич В. А., Баканов В. В., Мисевич І. З. патент Российской Федерации на изобретение № 2386175 "Тепловой пожарный извещатель", бюл. № 10, 2010
45. Абушкевич В. А. патент України на винахід № 89550 "Тепловий пожежний сповіщувач Абушкевича", бюл. № 3, 2010
46. Абушкевич В. А. патент Российской Федерации на изобретение № 2390849 "Тепловой пожарный извещатель Абушкевича ", бюл. № 15, 2010