

Дымовые оптико-электронные точечные пожарные извещатели. Основные схемные решения. Часть 1.3. Блок-схемы

Владимир Баканов,
главный конструктор ЧП «АРТОН»

Вспоминая процесс по интеллектуальной собственности, который проходил с 2004 по 2007 год и был организован обладателем патента RU 2221278 против извещателя ИПД-3.1 можно сказать, что для заключений про использование/не использование этого патента привлекались весьма именитые эксперты. Тому, как они оценивали технические решения, использованные в пожарном извещателе можно было бы посвятить отдельное повествование с обязательными ссылками на материалы дела, чтобы наглядно была видна квалификация этих специалистов, которым по штату положено знать пожарные извещатели досконально. Серия этих статей как раз и посвящена тому, чтобы специалисты отрасли научились читать схемы и понимать назначение основных элементов дымовых пожарных извещателей, хотя бы для того, чтобы отличать одно изделие от другого.

Задолго до окончания процесса, еще в 2005 году, производитель извещателя ИПД-3.1 провел его модернизацию с добавлением к названию буквы «М» и начал поставлять его по другой схеме, выполненной с применением сдвиговых регистров, а не двоичных счетчиков. Это техническое решение также было защищено патентом Украины на изобретение № 80484 [1] и патентом Российской Федерации № 2306614 [2]. Блок-схема дымового пожарного извещателя ИПД-3.1М представлена на рис. 1.

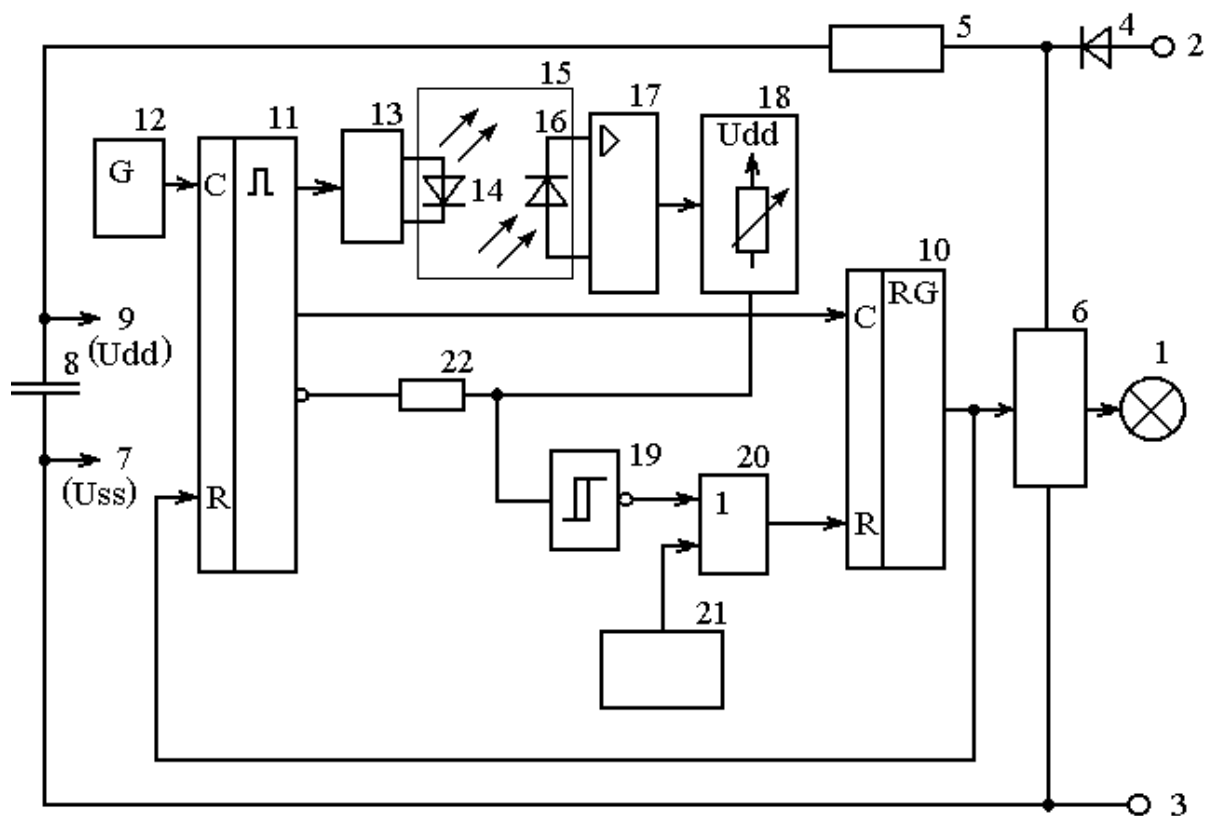


Рис. 1

Где:

10 – сдвиговый регистр;
11 – формирователь импульсов;

18 – коммутатор сопротивления;
21 – схема сброса.

Остальные блоки и элементы аналогичны схемам, приведенным в предыдущей части публикации [3]. Особенностью этого технического решения было то, что все блоки питались от одного накопительного конденсатора 8, который медленно заряжался то шлейфа пожарной сигнализации через токоограничительный элемент 5 и быстро разряжался с помощью токового ключа 13 на инфракрасный излучатель 14. В этом случае работу усилителя 17, коммутатора сопротивления 18, а также порогового элемента 19 нельзя было считать стабильной, так как оценка величины сигнала осуществлялась в процессе резкого снижения величины питающего напряжения.

Усовершенствованием этой схемы стал следующий патент на изобретение Украины № 78855 [4]. Блок-схема извещателя представлена на рис. 2.

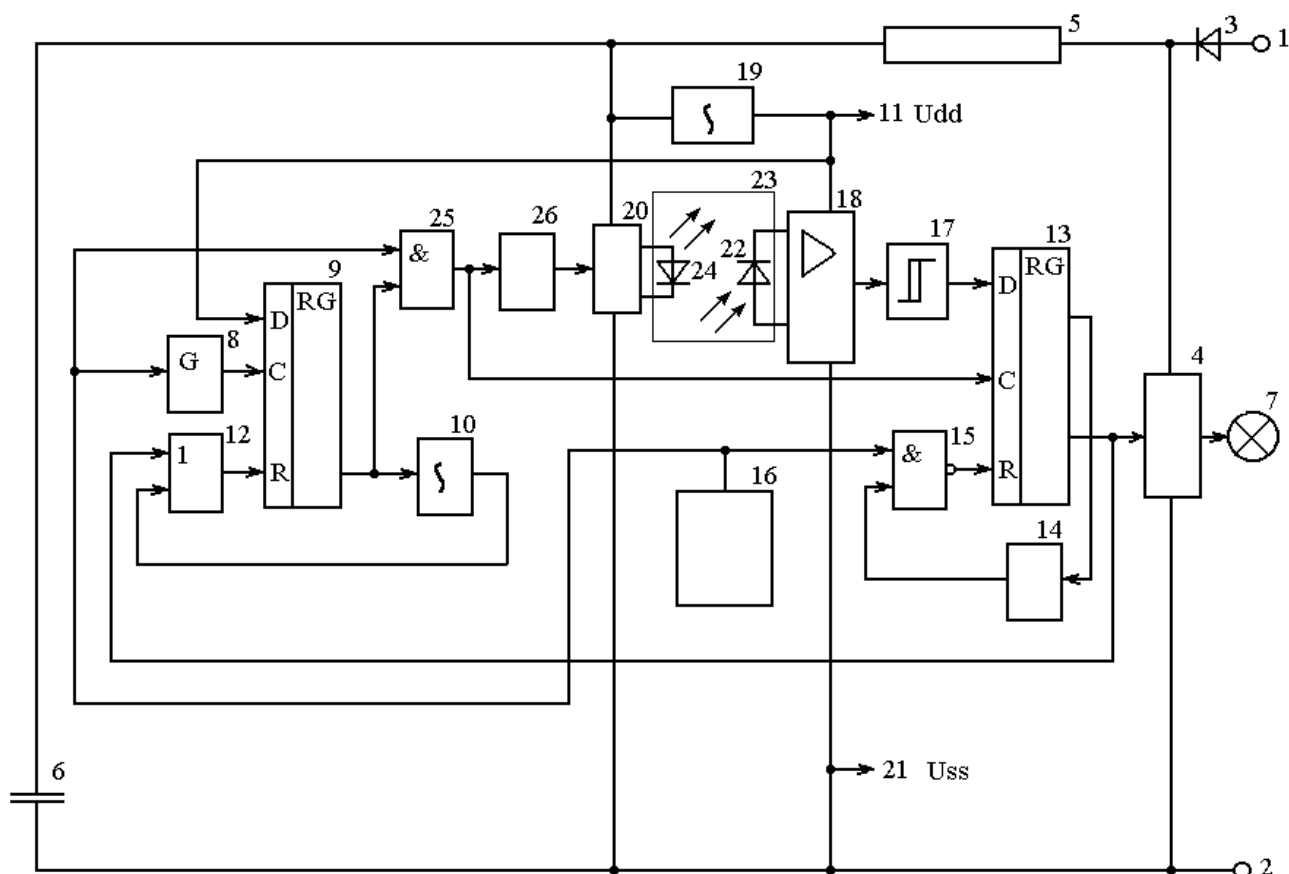


Рис. 2

В этом случае питание логических элементов и усилителя осуществлялось через интегратор 19, который обеспечивал с одной стороны стабильность величины питающего напряжения усилителя 18 и порогового элемента 19. Кроме того, в этой схеме был введен фильтр высокой частоты 26, а тактовый генератор 8 сбрасывался от схемы сброса 16. При таких взаимосвязях схема устойчиво стартовала при каждом включении питающего напряжения. Однако снижение напряжения питания усилителя 18 до минимального напряжения питания логических КМОП микросхем (3 В) требовало

построения многокаскадного усилителя для обеспечения надлежащего коэффициента усиления. Решению этой проблемы было посвящено следующая схема, представленная на рис. 3. Особенностью этой схемы, которая также была защищена патентами на полезную модель Украины № 31708 [5] и на полезную модель России № 80978 [6], является то, что питание усилителя 18 и логических микросхем осуществляется через отдельные интеграторы 27 и 19, а питание всех элементов схемы осуществляется от ограничителя тока и напряжения 5.

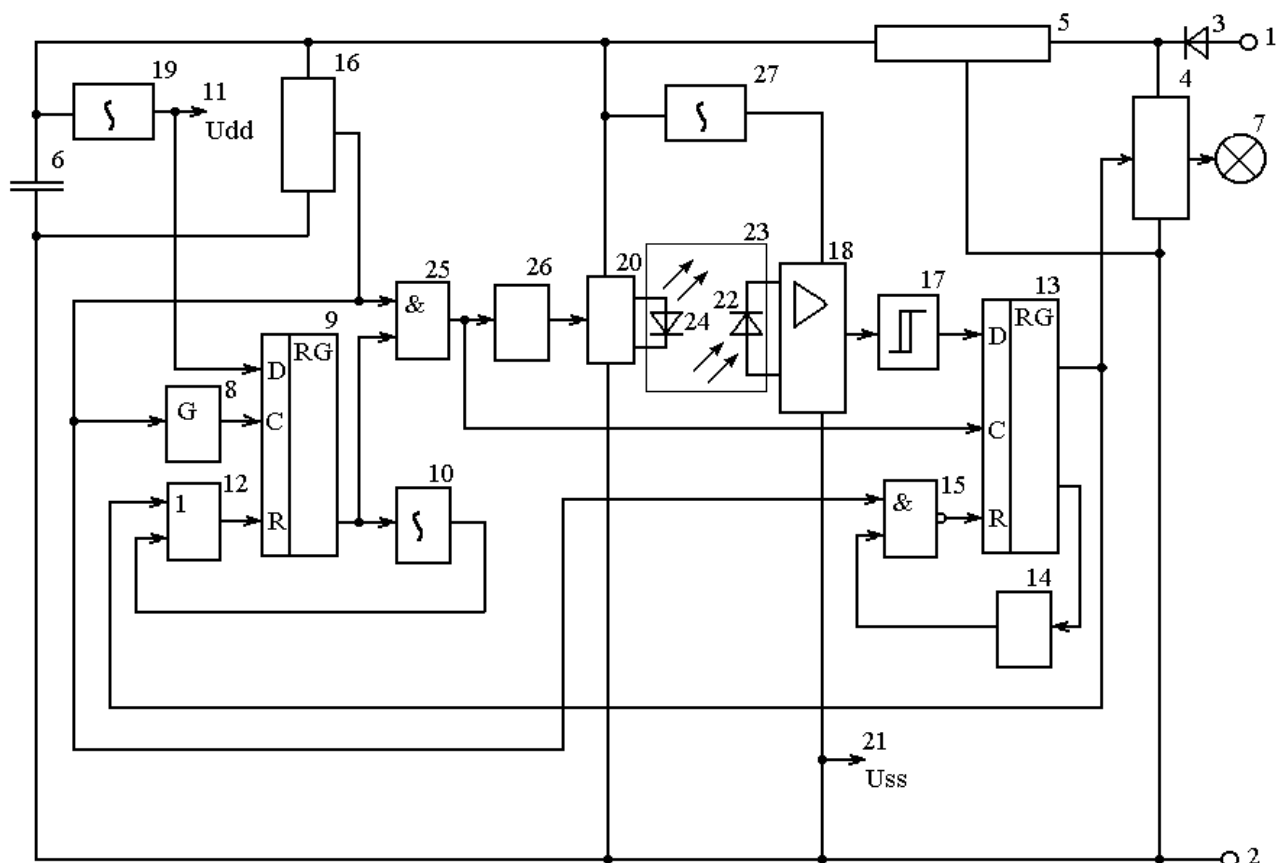


Рис. 3

За счет введения ограничителя 5 тока и напряжения в дежурном режиме работы обеспечивается стабильное падение напряжения на конденсаторе 6. Причем, величина этого напряжения может превышать значение минимального рабочего напряжения логических элементов в 2 - 3 раза. Падения напряжения между шинами 11 и 21 будет оставаться на уровне, который незначительно превышает минимальное рабочее напряжение - 3 В. При этом логические элементы и тактовый генератор 8 будут потреблять наименьшее значение тока, что важно для пожарного извещателя. Подключение усилителя 18 через отдельный интегратор 27 позволяет увеличить его напряжение питания до величины падения напряжения на конденсаторе 6. В дежурном режиме работы падение напряжения на конденсаторе 6 может быть (7 – 8) В. В тоже время разница потенциалов между шинами 11 и 21 для питания логичных КМОП микросхем - (3,5 – 4,5) В. Для выбранного значения напряжения на выходе типовой схемы ограничителя 5 тока и напряжения температурный коэффициент напряжения имеет положительное значение 0,07 (%/°C). Температурная стабилизация напряжения питания усилителя 18, токового ключа 20 и схемы сброса по напряжению питания обеспечивает температурную стабилизацию чувствительности извещателя во всем диапазоне рабочих температур в соответствии с нормативными требованиями стандартов.

Повысить достоверность обрабатываемого дымовым пожарным извещателем сигнала может сужение полосы частот. Реализуется этот принцип с помощью полосового фильтра. Блок-схема дымового пожарного извещателя, выполненного с применением сдвиговых регистров, у которого между усилителем и пороговыми элементами установлен полосовой фильтр, приведена на рис. 4. И по этой схеме также был получен патент на полезную модель Украины № 65792 [7].

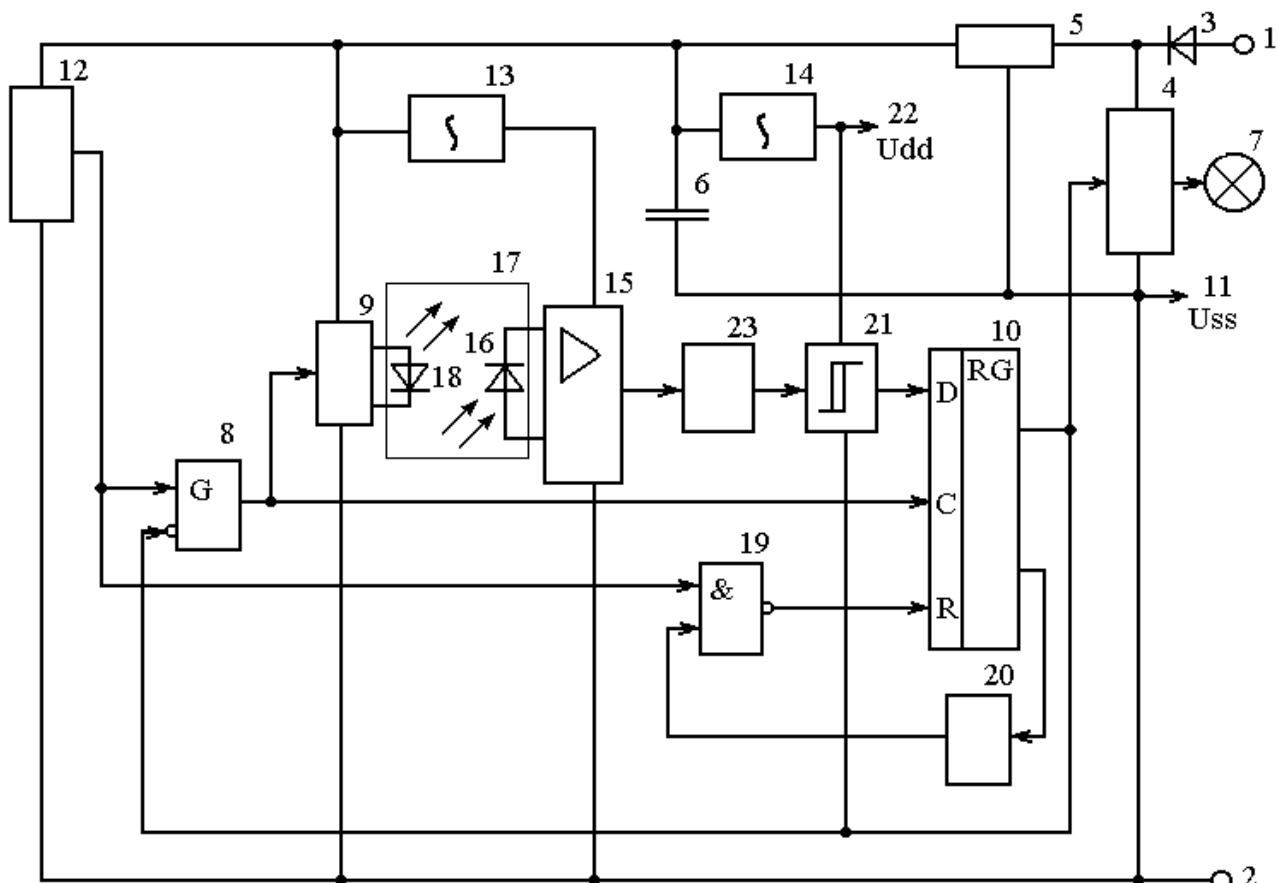


Рис. 4

Пожарные дымовые извещатели СПД-КАДЕТ (для рынка Украины) и КАДЕТ-М (для рынка России) производятся с использованием именно этой блок-схемы.

То, что производитель ИПД-3.1 перешел на производство модернизированного извещателя, вовсе не означает, что ИПД-3.1 производился по схеме, приведенной в патенте RU2221278. Существенным отличием извещателя ИПД-3.1 от технического решения по патенту RU2221278 было наличие индикации дежурного режима работы. Осуществлялась эта индикация тем же индикатором состояния извещателя кратковременными вспышками с периодом тактового генератора – около 1 с. Данная функция осуществляется за счет одной единственной электрической связи индикатора состояния с выходом преобразователя напряжение-ток, который управляет ИК излучателем. Пример блок-схемы, в которой реализована такая функция, приведен на рис. 5. На это техническое решение были выданы патенты на изобретения Украины и Российской Федерации соответственно № 73596 [8] и № 2250505 [9].

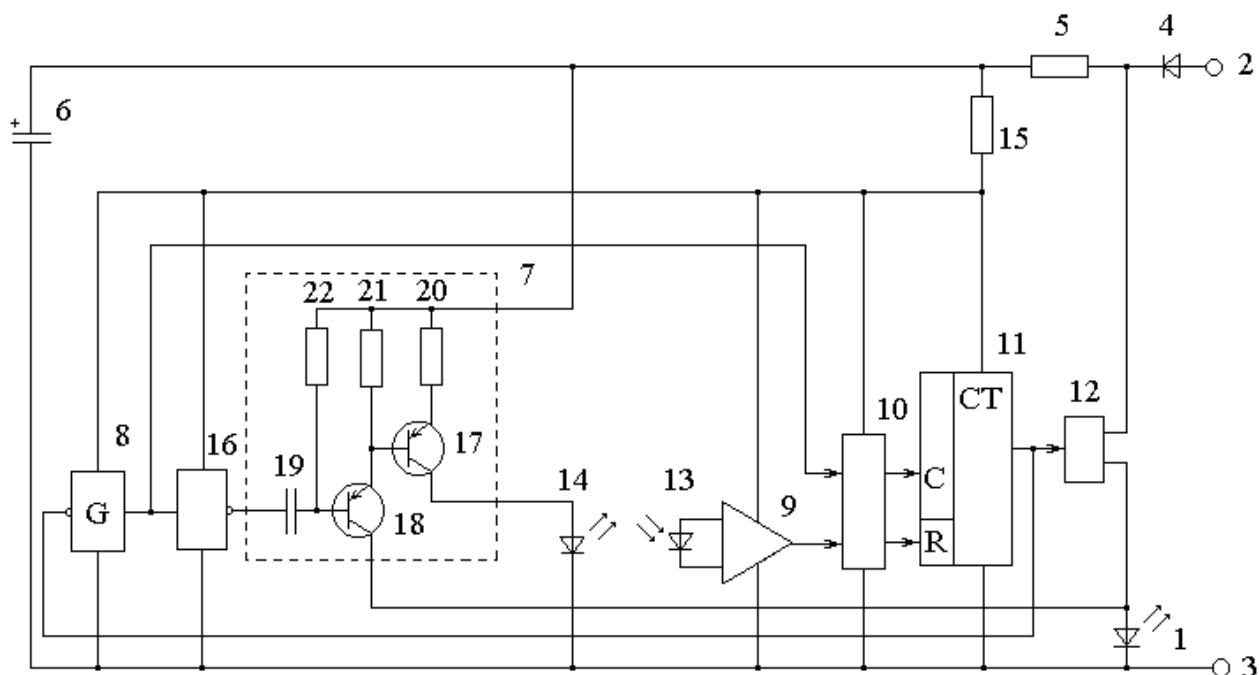


Рис. 5

Где:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 – индикатор; | 11 – двоичный счетчик; |
| 2, 3 – клеммы; | 12 – блок выходного каскада; |
| 4 – выпрямитель; | 13 – фотоприемник; |
| 5 – стабилизатор тока; | 14 – ИК излучатель; |
| 6 – первый конденсатор; | 15 – ограничитель тока; |
| 7 – преобразователь напряжение-ток; | 16 – инвертор; |
| 8 – генератор; | 17, 18 – транзисторы |
| 9 – усилитель; | 19 – второй конденсатор; |
| 10 – схема сравнения; | 20, 21, 22 – резисторы. |

Важным фактором в этом техническом решении является то, что преобразователь напряжение-ток 7 питается от заведомо большего напряжения, чем логические элементы устройства: генератор 8, инвертор 16, двоичный счетчик 11 и схема сравнения 10. Благодаря этому удается обеспечить малое потребление тока изделия в целом, при этом обеспечивая высокую стабильность мощности ИК излучения в широком диапазоне питающих напряжений и рабочих температур. Индикатор состояния, выполненный на светодиоде, также подключен к блоку выходного каскада особым образом: так, чтобы катод этого светодиода был подключен к общему проводу устройства. А объединенные между собой схема сравнения и двоичный счетчик по существу являются амплитудным и синхронным детектором. Благодаря гальваническому разделению через второй конденсатор 19 импульсы с выхода инвертора 16 поступают на базу транзисторного стабилизатора тока, имеющего два выхода коллекторами транзистора 18 и транзистора 17. Коллектор транзистора 18 соединен с анодом светодиода, выполняющего роль индикатора состояния, а коллектор транзистора 17 соединен с анодом ИК излучателя 14.

Полезность этой функции была замечена российскими разработчиками нормативной документации в сфере пожарной сигнализации и уже в 2009 году требование по обязательной индикации дежурного режима всеми пожарными извещателями появилось в ГОСТ Р 53325 [10]:

«4.2.5.1 Извещатели пожарные должны содержать встроенный оптический индикатор, мигающий в дежурном режиме и включающийся в режиме постоянного свечения при передаче тревожного извещения. При невозможности установки оптического индикатора в извещатель пожарный последний должен обеспечивать возможность подключения выносного оптического индикатора или иметь другие средства для местной индикации дежурного режима и режима передачи тревожного извещения».

В новой редакции стандарта [11] трактовка несколько изменилась, но сущность требования не изменилась, а только конкретизировалась:

«4.2.5.1 ИП должны содержать встроенный оптический индикатор, отображающий различные режимы работы. Тревожный режим работы индикатора при передаче извещателем извещения о пожаре (для пороговых извещателей) или принятии приемно-контрольным прибором решения о переходе в режим «Пожар» по сигналу от извещателя (для аналоговых извещателей) должен быть отличным от дежурного режима. При невозможности установки оптического индикатора в извещатель, последний должен обеспечивать возможность подключения выносного устройства индикации или иметь другие средства для местной индикации дежурного и тревожного режимов.

П р и м е ч а н и е - Требование к наличию оптического индикатора у ИПТ класса выше В и у извещателей, предназначенных для работы во взрывоопасных зонах, является рекомендуемым. Требование по индикации дежурного режима для неадресных извещателей распространяется на извещатели, производимые после 01.01.2013 г. Отсутствие горения индикатора не является индикацией дежурного режима».

Казалось бы нет ничего проще, чем выполнить данное требование стандарта, когда значительная часть современных извещателей выпускается с применением микроконтроллеров: подключаешь светодиод с ограничителем тока к выводу микроконтроллера и программным путем управляешь этой индикацией, как угодно! Но так можно было бы сделать, если бы микроконтроллер питался от лабораторного источника питания, а не от шлейфа пожарной сигнализации через ограничитель тока на уровне 0,05 – 0,1 мА. При таких токах получить заметную с метров 5-6 индикацию при освещенности в помещении на уровне 500 лк практически невозможно: нужно применять специальные решения. Некоторые производители пренебрегали такими требованиями и организовывали питание элементов индикации дежурного режима работы непосредственно от шлейфа пожарной сигнализации. Так в извещателях ИП 212-85 производства до 2008 года синхронно со свечением индикатора каждые 12 с на 4 мс увеличивался ток потребления с 77 мкА до 1 мА с последующим спадом этой величины опять до 77 мкА за 50-60 мс. Подобное техническое решение приводило к тому, что несколько таких извещателей в одном шлейфе переводили ППКП в состояние пожарной тревоги, хотя сами извещатели оставались в дежурном режиме работы. Такие ошибки при проектировании извещателей допускались и зарубежными производителями: подобная организации питания для осуществления индикации дежурного режима работы была присуща извещателям FEON 2000 фирмы ZETA и DE 338-2L фирмы DEFENCE.

Если в конструкции извещателя предусмотрена отдельная индикация дежурного режима работы, например, светодиодом зеленого цвета свечения, или двухцветным индикатором с общим

катодом, то осуществить ее можно подключив параллельно ИК излучателю визуальный индикатор по схеме, представленной на рис. 6.

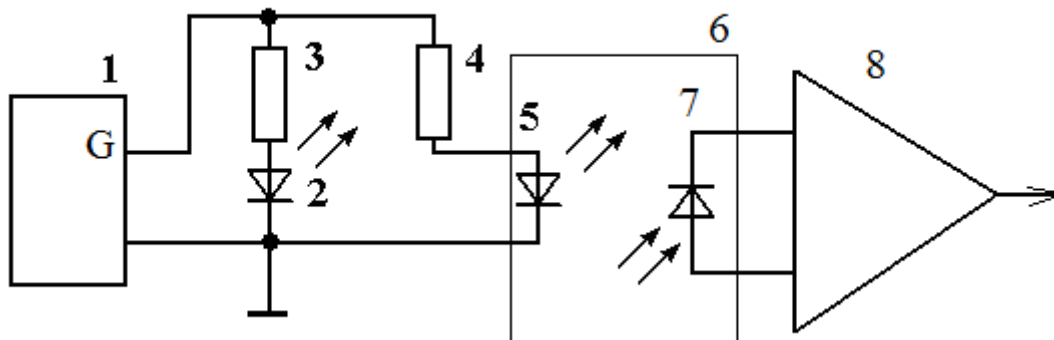


Рис. 6

Где:

1 – генератор;

2 – индикатор дежурного режима работы;

3, 4 – резисторы;

5 – ИК излучатель;

6 – камера дымового сенсора;

7 – фотоприемник;

8 – усилитель.

Именно так была реализована индикация дежурного режима работы с помощью двух двухцветных красно-зеленых индикаторов в извещателе Q01-3 фирмы HORING LID INDUSTRIAL (Тайвань).

При использовании в дымовых точечных пожарных извещателях микроконтроллеров с малым количеством выводов осуществить индикацию дежурного режима работы можно добавкой только 2-3 простых элементов, которые не имеют связей с выводами микроконтроллера.

Примером такого решения может служить схема, приведенная на рис. 7. С помощью одного резистора 15 и одного транзистора 14 обеспечивается формирование импульсов тока через индикатор 1 во время осуществления световых импульсов ИК излучения. Это техническое решение было подтверждено патентом на полезную модель [12].

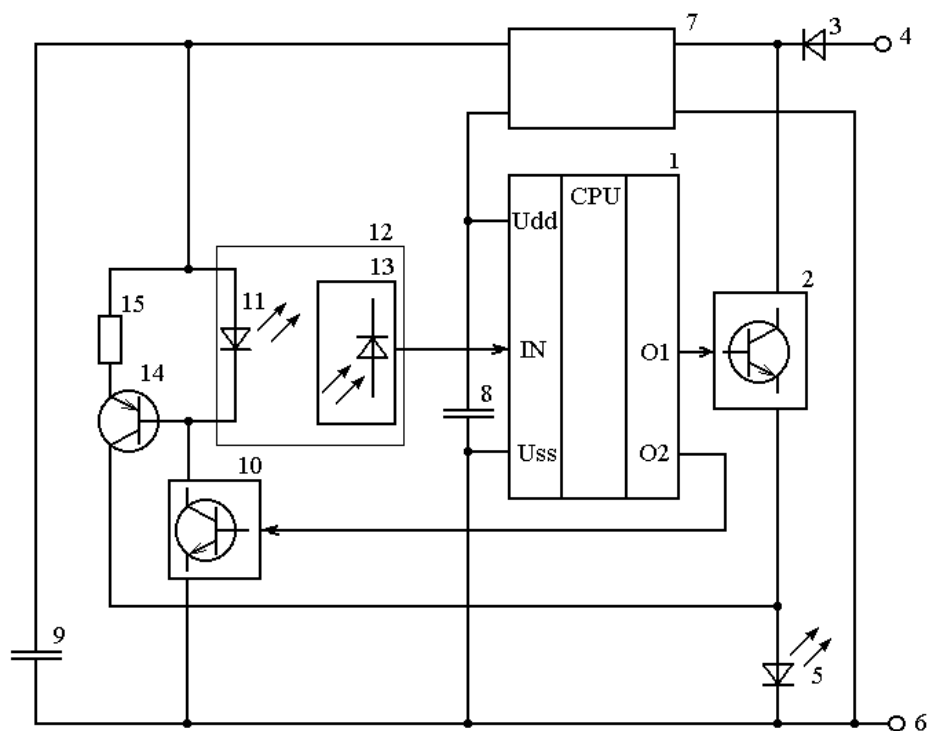


Рис. 7

Где:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 – микроконтроллер; | 8 – первый конденсатор; |
| 2 – блок выходного каскада; | 9 – второй конденсатор; |
| 3 – выпрямитель; | 10 – преобразователь напряжение-ток; |
| 4, 6 - клеммы; | 11 – ИК излучатель; |
| 5 – индикатор; | 12 – камера дымового сенсора; |
| 7 – ограничитель напряжения и тока; | 13 – фотоприемник. |

Особенностью этого решения является также то, что ограничитель напряжения и тока 7 имеет два выхода: от одного осуществляется питание микроконтроллера, а от другого – ИК излучатель 11 и индикатор 1 за счет энергии накопленной на втором конденсаторе 9. Как и в предыдущей схеме, токи через ИК излучатель 11 и индикатор 1 идут параллельными путями, поэтому часть энергии накопленной конденсатором 9 тратится на выполнение дополнительной функции – индикации дежурного режима работы извещателя.

Другое решение организации дежурного режима работы было предложено в изобретении по патентам Украины № 80313 [13] и России № 2305325 [14]. Блок-схема извещателя СПД-А1, применяемого на атомных электростанциях Украины, с использованием этого изобретения представлена на рис. 8.

Для обеспечения дежурного режима работы применена последовательная RC цепь 15, соединяющая анод индикатора 5 с резистором 14, ограничивающим ток через ИК излучатель 11.

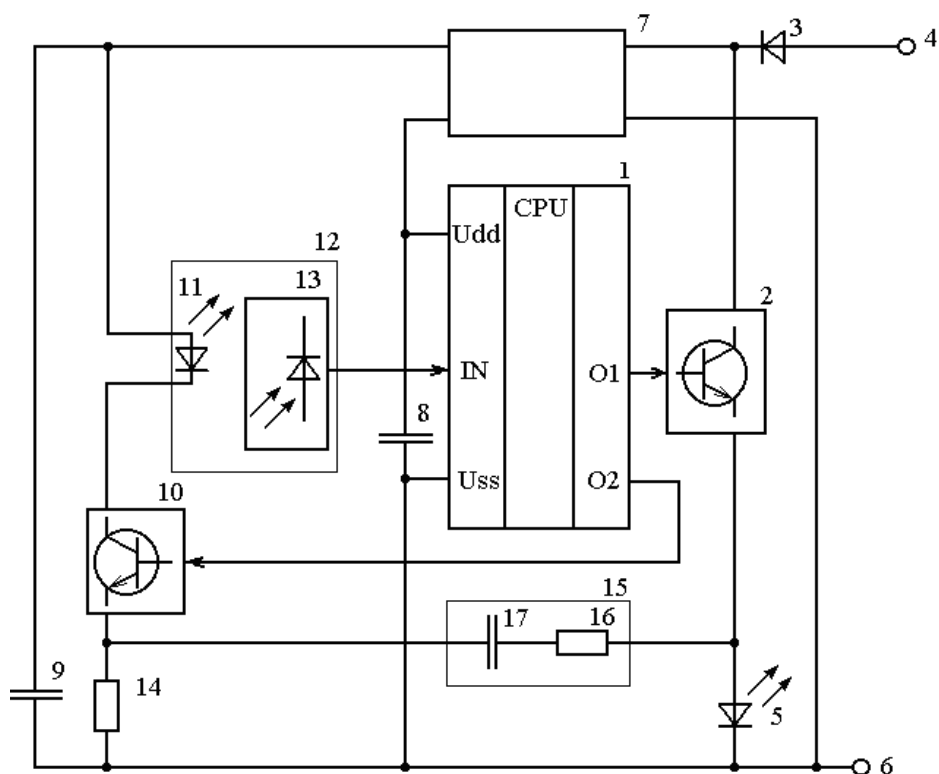


Рис. 8

Где:

14 – первый резистор;
15 – RC цепь;

16 – второй резистор;
17 – конденсатор.

Обозначение остальных элементов соответствует рис. 7.

Таким образом, весь ток разряда второго конденсатора 9 проходит через ИК излучатель 11. А так как промежутки времени между импульсами индикации большие – около 1 с, то конденсатор 17 – RC цепи успевает разрядиться за счет собственных токов утечки.

Для мультисенсорных дымовых пожарных извещателей, которые имеют функцию компенсации дрейфа чувствительности [15], например, для двухточечных извещателей серии ИП-2 [16], требуется более широкая индикация, чем в рассмотренных выше случаях.

Возникает противоречивая постановка задачи: для привлечения внимания индикация должна быть импульсной, в то же время, извещатель должен оставаться в своем режиме работы – в дежурном режиме или в режиме пожарной тревоги, при этом токи потребления в каждом из режимов не должны меняться.

Решить эту противоречивую задачу позволяет изобретение по патентам Украины № 85270 [17] и Российской Федерации № 2356095 [18]. Блок-схема извещателя ИП-2.1, в котором внедрено данное изобретение, представлена на рис. 9. Стабилитрон, или параллельный стабилизатор

напряжения 14 обеспечивает в режиме пожарной тревоги стабилизированное напряжение при возможном изменении тока через него.

Индикаторы 5/1, ... , 5/n-3 могут светиться импульсно или постоянно, а ток потребления извещателем в этом режиме работы существенно меняться не будет.

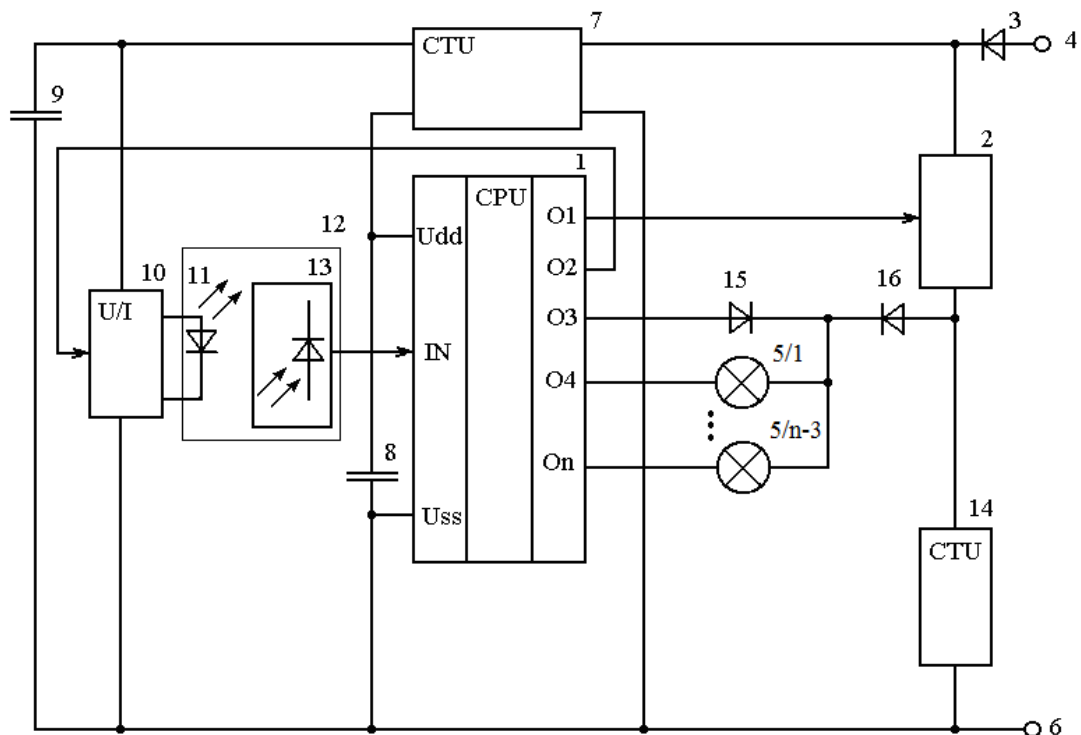


Рис. 9

Где:

14 – параллельный стабилизатор напряжения; 15, 16 – диоды.

Обозначение остальных элементов соответствует рис. 7.

В остальных режимах работы извещателя, кроме режима пожарной тревоги, когда блок выходного каскада 2 выключен, работа индикаторов 5/1, ... , 5/n-3 возможна только в импульсном режиме за счет энергии накопленной на первом конденсаторе 8. В этом случае необходимо, чтобы работа всех индикаторов была синхронизированной, в противном случае потребителю будет трудно разобраться в алгоритме свечения таких индикаторов.

Возвращаясь к извещателям с одним индикатором состояния, необходимо оговорить еще одну проблему: восстановление исходного дежурного режима работы после сработки изделия. Еще недавно в нормативном документе приводилось конкретное значение времени отключения питающего напряжения – 3 с. Восстановление питания через этот промежуток времени должно привести к восстановлению дежурного режима работы. Сегодня по требованию п. 4.2.1.3 ГОСТ Р 53325-2012 это время надлежит указывать в технической документации, и оно должно обеспечивать согласованную работу извещателей с ППКП. С другой стороны, никто не отменял

применение ППКП со знакопеременным формированием напряжения в шлейфе пожарной сигнализации. Возникает, таким образом, еще одно крайнее условие – извещатель не должен возвращаться в исходное состояние дежурного режима работы при провалах питающего напряжения до 0,3 с. Обеспечить выполнение этих условий поможет схема, которая приведена на рис. 10 и соответствует патентам на полезные модели Украины № 13221 [19] и Российской Федерации № 55184 [20].

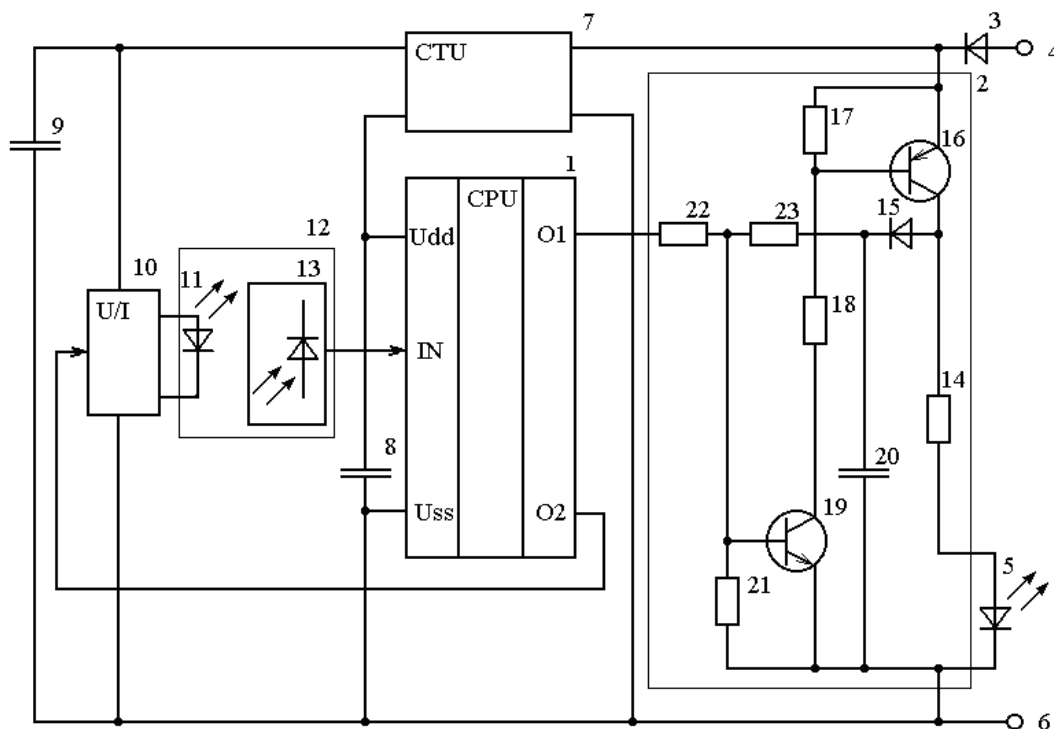


Рис. 10

Где:

14, 17, 18, 21, 22, 23 – резисторы;
15 – диод;

16, 19 – транзисторы;
20 – конденсатор.

Выполнение блока выходного каскада 2 на основе бистабильного элемента позволяет не сохранять состояние пожарной тревоги в самом микроконтроллере 1. Микроконтроллер 1 не будет вырабатывать импульсы управления бистабильным элементом 2 при чистом воздухе в камере дымового сенсора 12 и всегда будет вырабатывать такие импульсы, если задымленность пространства достигнет определенного предела. Запоминание же сигнала пожарной тревоги осуществляется бистабильным элементом 2. Работа этого элемента подробно описана в статье автора [21], при рассмотрении принципиальных решений, которые используются в тепловых пожарных извещателях. Главной особенностью этого технического решения является то, что извещатель сохраняет любое свое состояние в знакопеременном шлейфе пожарной сигнализации и в то же время устойчиво сбрасывает состояние пожарной тревоги, если прерывание питания будет более длительным, чем 3 с.

Следующие две блок-схемы пожарных извещателей с микроконтроллерами посвящены стабилизации режимов работы таких изделий. Схема, приведенная на рис. 11, обеспечивает

температурную стабилизацию мощности ИК излучения. Это решение защищено патентами на изобретения Украины № 81529 [22] и России № 2306613 [23].

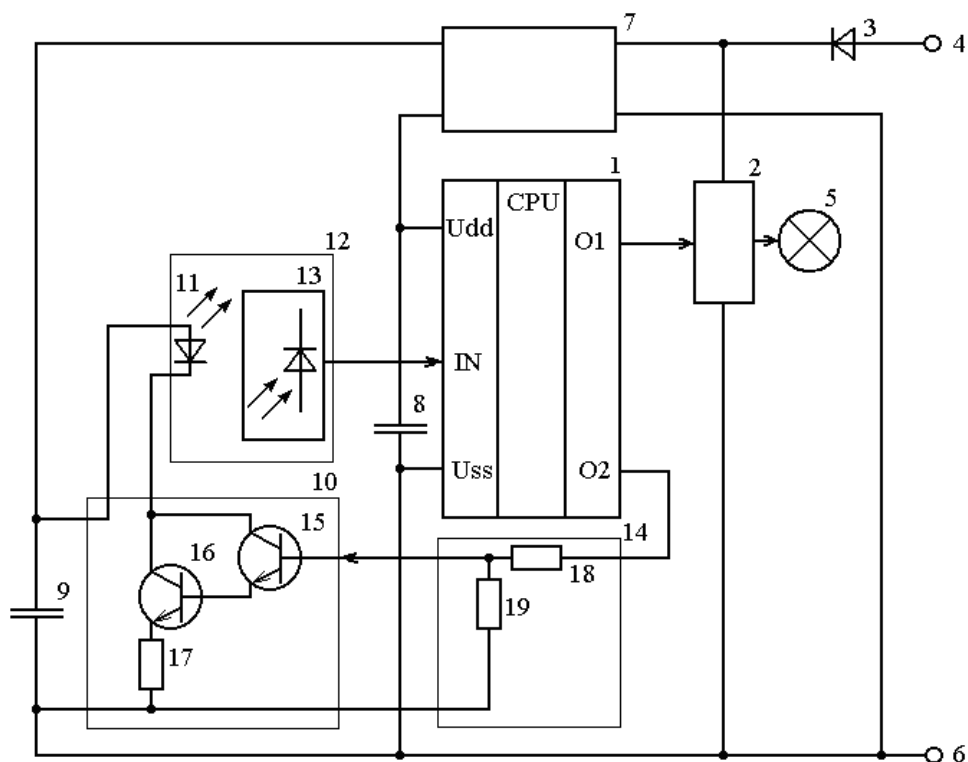


Рис. 11

Где:

14 – делитель напряжения;
15, 16 – транзисторы;

17 – 19 – резисторы.

Обозначение остальных элементов соответствует рис. 7.

За счет введения делителя 14 напряжения с фиксированным коэффициентом деления на эмиттерном резисторе 17 устанавливается расчетное падение напряжения при нормальной температуре окружающего воздуха. Условие для расчета этого напряжения выбирается таким, чтобы отношение суммарной температурной нестабильности напряжения база – эмиттер транзисторов 15 и 16 к падению напряжения на эмиттерном резисторе 17 равнялось абсолютному значению температурного коэффициента мощности излучателя 11. Уменьшение мощности излучения излучателя 11 с ростом температуры, как правило, составляет около 1% на каждый °C [24]. При такой зависимости увеличение температуры окружающего воздуха на 30 °C приводит к потере чувствительности извещателей без температурной компенсации на 30 %, что составляет половину допустимой температурной нестабильности чувствительности дымовых пожарных извещателей согласно нормативных документов EN54-7 и ГОСТ Р 53325. Известно также, что температурная нестабильность одного перехода база - эмиттер транзистора из кремния составляет 2,1 мВ на каждый °C [25]. Таким образом, при термостабильной амплитуде импульсов на выходе блока 1 обработки и управления и двух транзисторной схеме Дарлингтона, для полной

компенсации уменьшения мощности излучателя 11 падение напряжения на эмиттерном резисторе 17 должно составлять около 0,42 В.

В основу следующего изобретения по патентам Украины № 85273 [26] и Российской Федерации № 2356094 [27] было поставлено задание: обеспечить согласование сигналов фото-ЭДС с аналоговым входом микроконтроллера широкого применения, при обеспечении малого ($\leq 0,1$ мА) потребления тока дымовым пожарным извещателем. Блок-схема такого извещателя представлена на рис. 12.

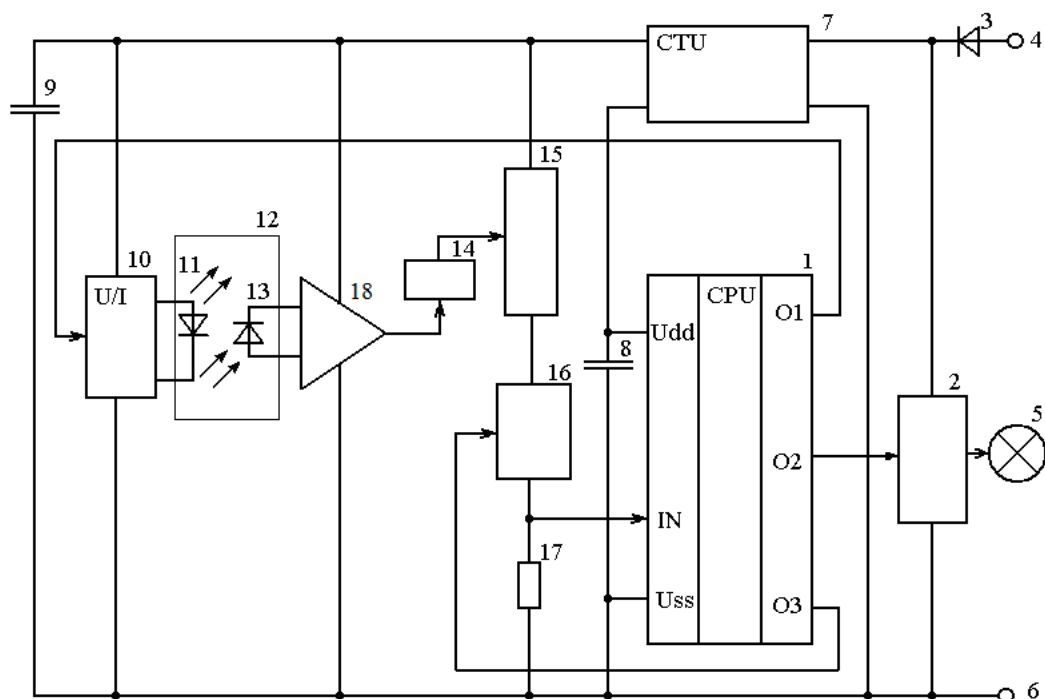


Рис. 12

где:

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| 14 - высокочастотный фильтр; | 17 – резистор; |
| 15 – токовое зеркало; | 18 – усилитель. |
| 16 – аналоговый ключ; | |

Обозначение остальных элементов соответствует рис. 7.

Цель изобретения достигается за счет применения усилителя 18, фильтра высокой частоты 14, токового зеркала 15, аналогового ключа 16 и резистора 17 с их связями с другими элементами схемы. Использование этих элементов обеспечивает согласование сигналов фото-ЭДС с аналоговым входом микроконтроллера 1, как по уровню сигнала, так и по импедансу этой цепи.

Для нормальной работы аналогово-цифрового преобразователя микроконтроллера требуется, чтобы сопротивление внешней цепи, подключенной к аналоговому его входу, было не более 10 кОм. Диапазон значений потенциала на этом входе может быть от 0 до 3 или до 5 В. Таким образом, величина тока через резистор 17 может достигать значения 0,3 (0,5) мА, что в несколько раз превышает общее потребление тока извещателем. Поэтому токовое зеркало 15 выполняет также функцию и токового усилителя с фиксированным коэффициентом усиления, например, 10.

Аналоговый ключ 16 подключает резистор 17, как нагрузку для токового зеркала 15 только на время измерения аналогового сигнала: 10-20 мкс. При таком подходе обеспечивается корректная обработка микроконтроллером 1 аналогового сигнала при сохранении малого тока потребления извещателем.

Литература:

1. Баканов В.В., Михавчук М.И., Мисевич И.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на винахід № 80484, бюл. №15, 2007р.
2. Баканов В.В., Михавчук М.И., Мисевич И.З. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на изобретение № 2306614, бюл. № 26, 2007 г.
3. Баканов В.В. «Дымовые оптико-электронные точечные пожарные извещатели. Основные схемные решения. Часть 1.2. Блок-схемы», <http://daily.sec.ru/2014/05/07/Dimovie-optiko-elektronnie-tochechnie-posharnie-izveshateli-Osnovnie-shemnie-resheniya-CHast-12-Blok-shemi.html>
4. Баканов В.В., Михавчук М.И., Мисевич И.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на винахід №78855, бюл. №5, 2007р.
5. Абушкевич В.В., Баканов В.В., Мисевич И.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на корисну модель № 31708, бюл.№8, 2008р.
6. Абушкевич В.В., Баканов В.В., Мисевич И.З. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на полезную модель № 80978, бюл. №6, 2009г.
7. Абушкевич В.В., Баканов В.В., Мисевич И.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на корисну модель № 65792, бюл.№23, 2011р.
8. Баканов В.В., Михавчук М.И., Мисевич И.З., Циганчук В.В. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на винахід № 73596, бюл. №8, 2005р.
9. Баканов В.В., Михавчук М.И., Мисевич И.З., Циганчук В.В. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на изобретение № 2250505, бюл. № 1, 2005 г.
10. ГОСТ Р 53325-2009 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний.
11. ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний.
12. Баканов В.В., Циганчук В.В. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на корисну модель № 16629, бюл. №8, 2006р.
13. Баканов В.В., Мисевич И.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на винахід № 80313, бюл. №14, 2007р
14. Баканов В.В., Мисевич И.З. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на изобретение № 2305325, бюл. № 24, 2007 г.
15. Баканов В. «Проблема компенсации дрейфа чувствительности дымовых пожарных извещателей», ж. Технологии защиты, № 3, 2013 г., с. 62
16. Баканов В. «Трёхрежимные пожарные извещатели», ж. Технологии защиты, № 5, 2013 г., с. 50
17. Баканов В.В., Капітанов М.В., Мисевич И.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на винахід № 85270, бюл. №1, 2009 р.
18. Баканов В.В., Капитанов Н.В., Мисевич И.З. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на изобретение № 2356095, бюл. № 14, 2009 г.

19. Абушкевич В.А., Баканов В.В., Мисевич І.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на корисну модель № 13221, бюл. №3, 2006р.
20. Абушкевич В.А., Баканов В.В., Мисевич І.З. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на полезную модель № 55184, бюл. №21, 2006 г.
21. Баканов В. «Схемотехника точечных тепловых пожарных извещателей. Часть 4.2. Инновационные решения»,<http://daily.sec.ru/2013/08/12/Shemotehnika-tochechnih-teplovih-posharnih-izveshateley-CHast-42-Innovatsionnie-resheniya.html>
22. Абушкевич В.А., Баканов В.В., Мисевич І.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на винахід № 81529, бюл. №1, 2008 р.
23. Абушкевич В.А., Баканов В.В., Мисевич І.З. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на изобретение № 2306613, бюл. № 26, 2007 г.
24. Иванов В.И. и др. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справочник М. Энергоатомиздат 1988, с. 71
25. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. т. 1, с. 115
26. Баканов В.В., Капітанов М.В., Мисевич І.З. «Димовий пожежний сповіщувач», патент України на винахід № 85273, бюл. №1, 2009 р.
27. Баканов В.В., Капитанов Н.В., Мисевич І.З. «Дымовой пожарный извещатель», патент Российской Федерации на изобретение № 2356094, бюл. № 14, 2009 г.