

Дымовые оптико-электронные точечные пожарные извещатели. Основные схемные решения. Часть 1.4. Блок-схемы

Владимир Баканов,
главный конструктор ЧП «АРТОН»

Как показывает анализ зарубежных патентно-информационных материалов развитие дымовых пожарных извещателей шло тем же путем, что и отечественных изделий, только с некоторым опережением по срокам. Так в канадском патенте СА 1287140 [1] с приоритетом 1986 года предлагался пожарный извещатель, блок-схема которого представлена на рис. 1.

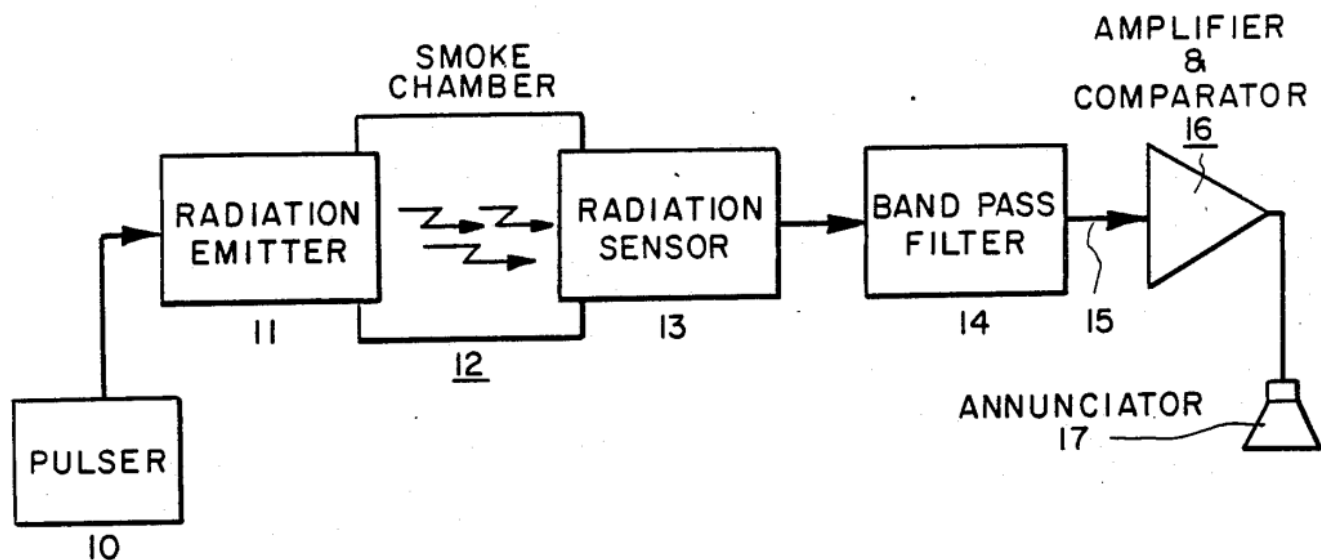


Рис. 1

Где:

10 – генератор;
11 – ИК излучатель;
12 – камера дымового сенсора;
13 – фотоприемник;

14 – полосовой фильтр;
15 – функциональная связь;
16 – усилитель и компаратор;
17 – сигнализатор.

Очевидно, здесь наблюдается прямой канал обработки отраженного оптического излучения, без какой-либо синхронизации и памяти сработки. Звуковой сигнал сигнализатором 17 вырабатывается при наличии дыма в камере дымового сенсора 12. И сигнализация прекращается, если в дымовую камеру продуть, т.е. подать в нее чистый воздух.

Примером построения дымового извещателя без какой-либо логической обработки сигнала может служить принципиальная схема, приведенная в патенте СА1242256 [2] и на рис. 2.

Кнопка SW1 обеспечивает подключение извещателя при правильной установке его в базовое основание. В противном случае шлейф оказывается оборванным. Выпрямитель извещателя выполнен по мостовой схеме и содержит на своем выходе кроме конденсатора C1, супрессор D2 и варистор V1. Питание изделия осуществляется от простейшего однотранзисторного стабилизатора напряжения.

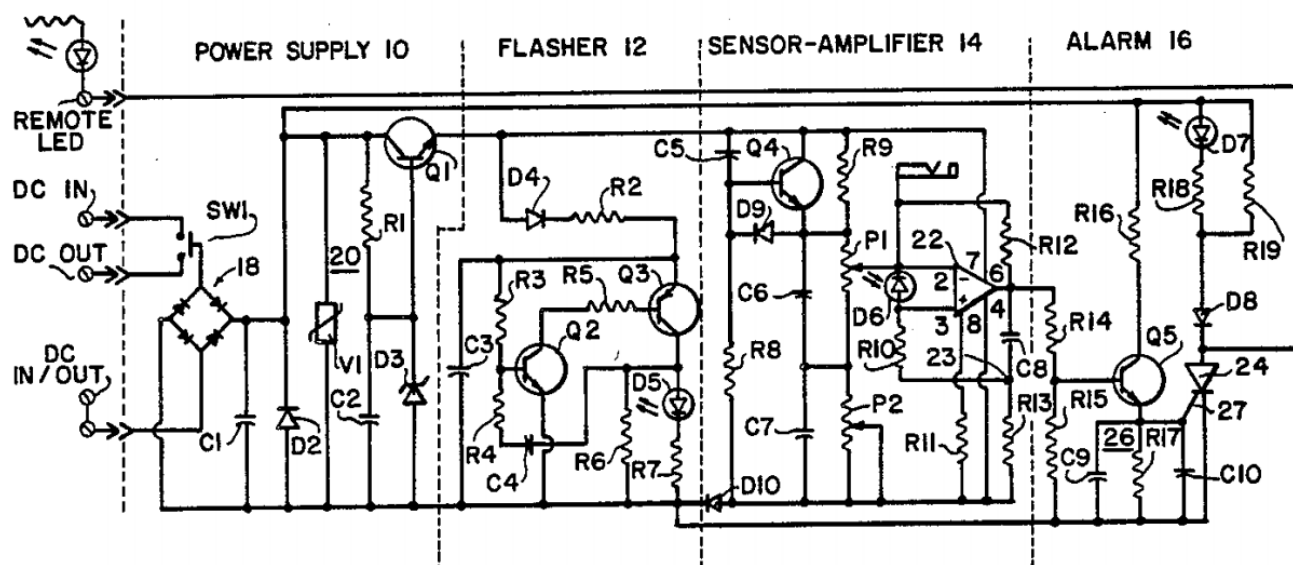


Рис. 2

Генератор импульсов инфракрасного излучения собран на двух транзисторах Q2 и Q3, излучающий ИК-светодиод D5 и фотоприемник D6 естественно расположены в камере дымового сенсора (на приведенной схеме она не показана). Усилитель 22 выполнен на широко распространенном операционном усилителе, а вот в источнике опорных напряжений применяется транзистор Q4, который в момент включения извещателя увеличивает значение опорного напряжения, что позволяет извещателю всегда после включения питающего напряжения оказываться в исходном режиме – дежурном режиме работы. Эмиттерный повторитель на транзисторе Q5 обеспечивает токовое согласование выхода операционного усилителя с входом управления тиристора 24. Авторы этого технического решения отчаянно пытались защитить изделие от ложных срабаток – это видно по применению **двух** конденсаторов C9 и C10 параллельно цепи управления тиристором. Случайные включения тиристора скорее всего происходили из-за большого коэффициента усиления операционного усилителя 22 и длинной цепи его входной цепи, подключенной к переменному резистору P1, которая служит антенной для приема внешних наводимых помех.

В следующем канадском патенте CA 1129034 [3] вместо аналогового полосового фильтра предлагается предварительная логическая обработка сигнала, совместно с опорным частотным сигналом. Это уже элементы синхронного детектирования. Блок-схема пожарного дымового извещателя, в котором используется приведенный патент, представлена на рис. 3. Логические элементы И 14 и 15 обеспечивают перемножение логических сигналов, а двоичный счетчик В выполняет для импульсов роль фильтра низких частот. Остальные элементы извещателя общеизвестны и применяются в большинстве производимых извещателей.

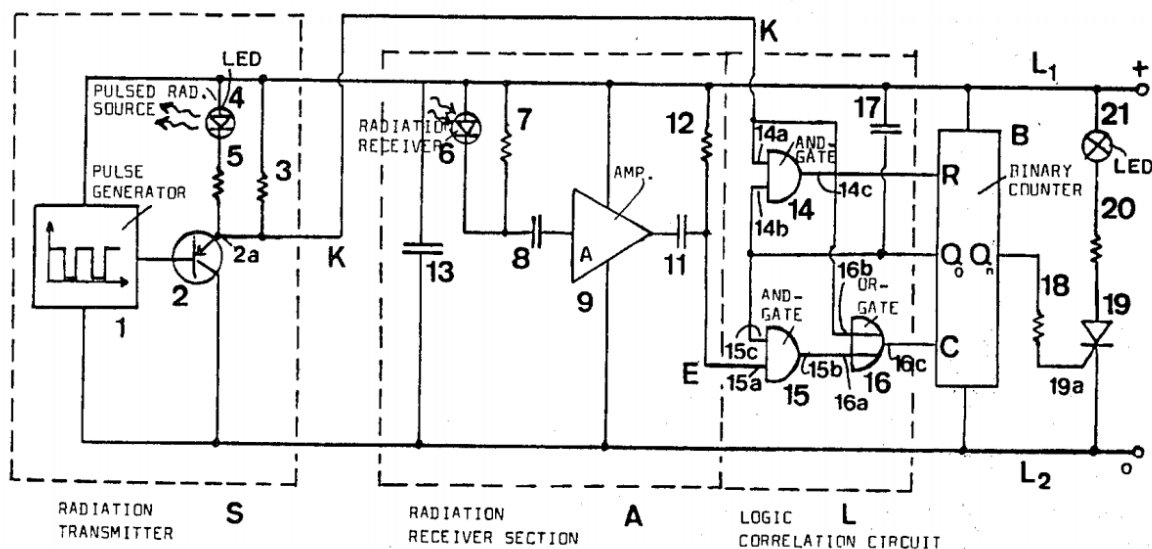


Рис. 3

ИК-излучатель подключен к выходу генератора через эмиттерный повторитель на транзисторе 2. В схеме используется фотovoltaическое включение фотодиода 6, а подключение его к усилителю осуществляется через разделительный конденсатор 8. И в этой схеме авторы даже не показали резистор между управляющим электродом тиристора и его катодом, что является существенным моментом для нормальной работы любого тиристора.

В американском патенте US 4506161 [4] предлагался дымовой пожарный извещатель с памятью сработки и цепью синхронизации, которая обеспечивала повышенную помехоустойчивость устройства. Блок-схема такого извещателя приведена на рис. 4.

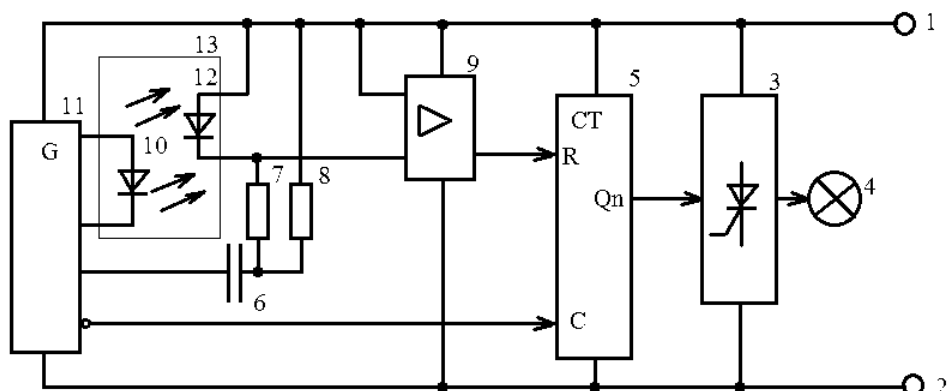
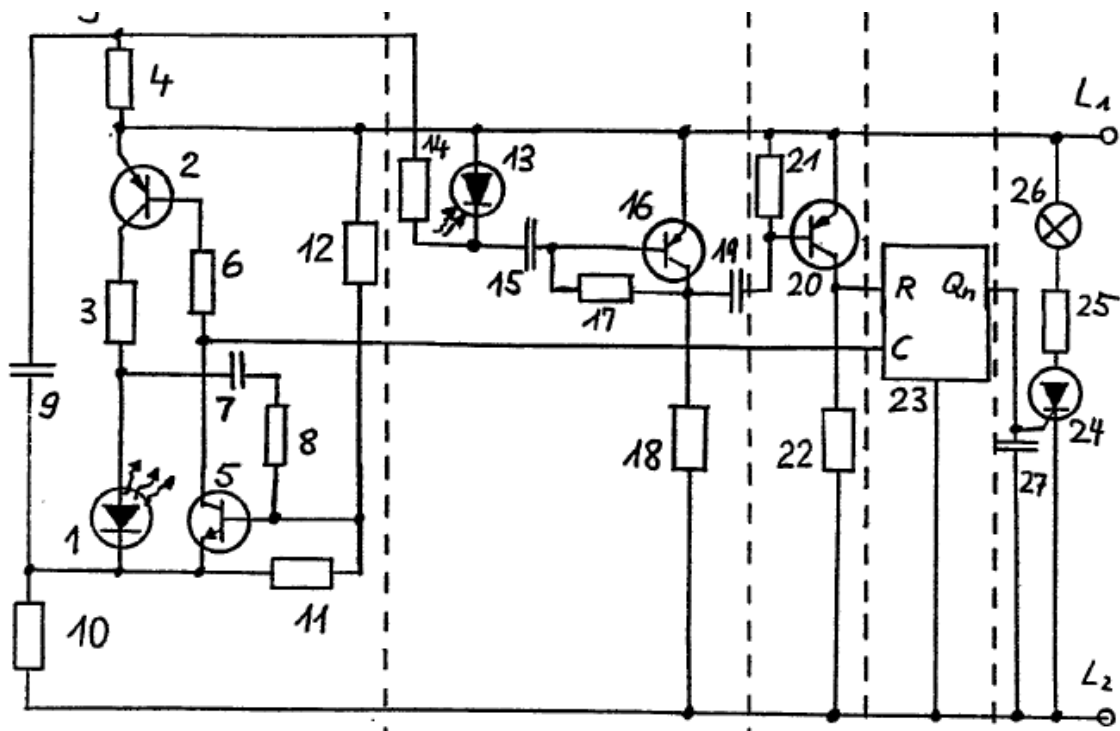


Рис. 4

Где:

- 1, 2 - клеммы;
- 3 - выходной тиристорный каскад;
- 4 - индикатор;
- 5 - счетчик;
- 6 - конденсатор;

- 9 - усилитель
- 10 - ИК излучатель
- 11 - генератор;
- 12 - фотодиод;
- 13 - камера дымового сенсора.



Другое изобретение по патенту US 5670948 [5] представляет собой пожарный дымовой извещатель, состояние которого можно проверять с помощью дополнительного входа и выхода. Блок-схема извещателя, соответствующая техническому решению по приведенному выше патенту приведена на рис. 6.

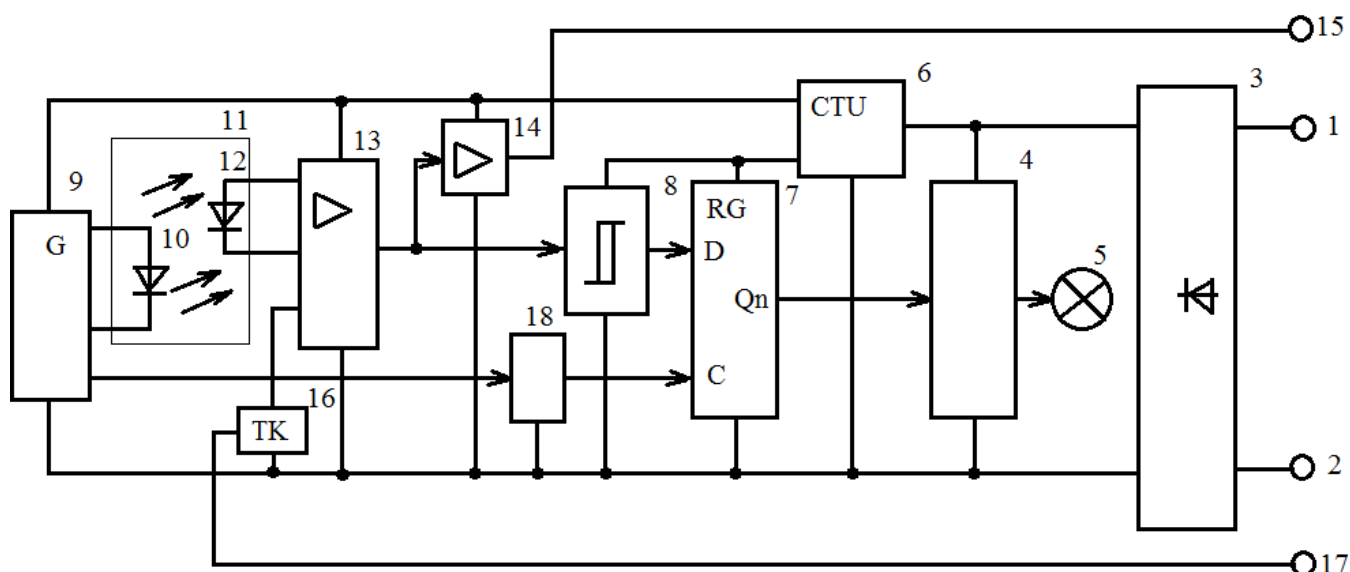


Рис. 6

Где:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1, 2 - клеммы питания; | 11 – камера дымового сенсора; |
| 3 – выпрямитель; | 12 – фотодиод; |
| 4 – выходной каскад; | 13 – первый усилитель; |
| 5 – индикатор; | 14 – второй усилитель; |
| 6 – ограничитель тока и напряжения; | 15 – клемма контроля напряжения; |
| 7 – сдвиговый регистр; | 16. – тестовый ключ; |
| 8. – пороговый элемент; | 17 - тестовая клемма; |
| 9. – генератор; | 18 – согласователь уровня. |
| 10 – ИК излучатель; | |

Уровень выходного сигнала можно проверить на дополнительной клемме 15. Создать тестовое воздействие на извещатель можно с помощью другой дополнительной клеммы (17).

Принципиальная электрическая схема извещателя приведена на рис. 7. Это техническое решение значительно сложнее схемы по предыдущему патенту [US 4506161](#) [6]. Здесь появился выпрямитель DB, с конденсатором C11 и супрессорами Z3, Z4. Питание элементов осуществляется от стабилизатора напряжения с ограничителем тока. В устройстве имеется индикация дежурного режима работы благодаря связи светодиода L2 через резистор R35 с коллектором транзистора Q14 генератора импульсов

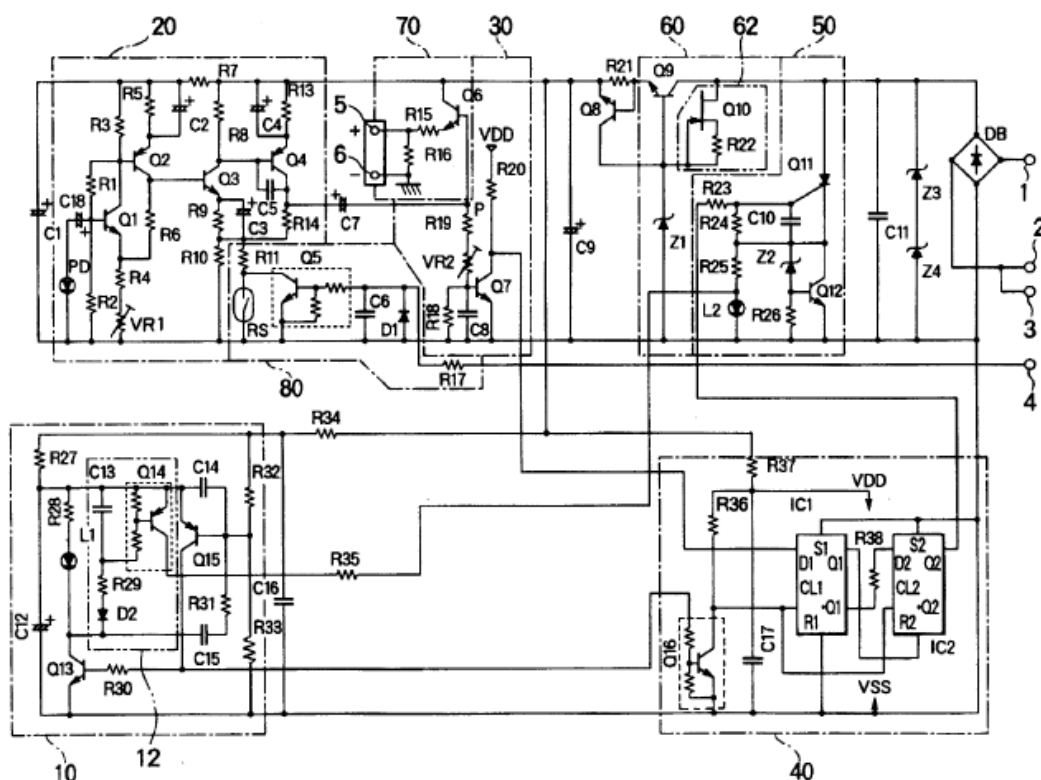


Рис. 7

Из-за этого обстоятельства более сложное решение выходного каскада – для равномерности индикации в дежурном режиме работы и в режиме пожарной тревоги пришлось авторам использовать параллельный стабилизатор напряжения на транзисторе Q12. Более сложным оказался и первый усилитель, который выполнен на 4-х транзисторах Q1 – Q4. Второй усилитель выполнен на эмиттерном повторителе Q6. К контрольным клеммам 5 и 6 может быть подключен вольтметр для измерения амплитуды сигнала на выходе первого усилителя. Настройка чувствительности извещателя осуществляется переменным резистором VR1. Так чтобы определенной оптической плотности воздуха соответствовали необходимые показания вольтметра. Сдвиговый регистр выполнен на КМОП микросхеме содержащей два D-триггера IC1 и IC2. Тестирование извещателя может осуществляться дистанционно с помощью тестового ключа Q5 или вручную магнитом, воздействуя на геркон RS. Компарирование сигнала осуществляется пороговым элементом на транзисторе Q7, порог срабатывания которого настраивается с помощью переменного резистора VR2. Применение мостового выпрямителя с одной стороны упрощает монтаж пожарных извещателей в шлейфах пожарной сигнализации с постоянным напряжением питания, так как не потребности следить за полярностью подключения проводников шлейфа к контактам базы извещателя. С другой стороны, для включения такого извещателя в знакопеременный шлейф необходимо использовать дополнительные элементы, чтобы предотвратить прием сигнала «Неисправность» (КЗ) ППКП при пожарной тревоге выработанной самим извещателем при этом не сохраняя этого состояния при каждом импульсе отрицательной полярности.

В патенте US 5872517 [7] показано, как из дымового пожарного извещателя можно получить комбинированный тепло-дымовой извещатель если на той же печатной плате извещателя разместить терморезистор, двоянный операционный усилитель, пару транзисторов и десятков резисторов. Модернизированная таким образом принципиальная электрическая схема приведена на рис. 8.

Делителями напряжения на резисторах RT3, ... ,RT6 устанавливаются пороги переключения компараторов ICT1 и ICT2. При переключении первого компаратора ICT1 формируется сигнал пожарной тревоги. Вторым компаратор ICT2 отслеживается то значение температуры, при которой сдвиговый регистр может быть возвращен в исходное состояние. Но сам извещатель будет все равно оставаться в состоянии пожарной тревоги благодаря свойству тиристора Q11, на котором выполнен выходной каскад извещателя.

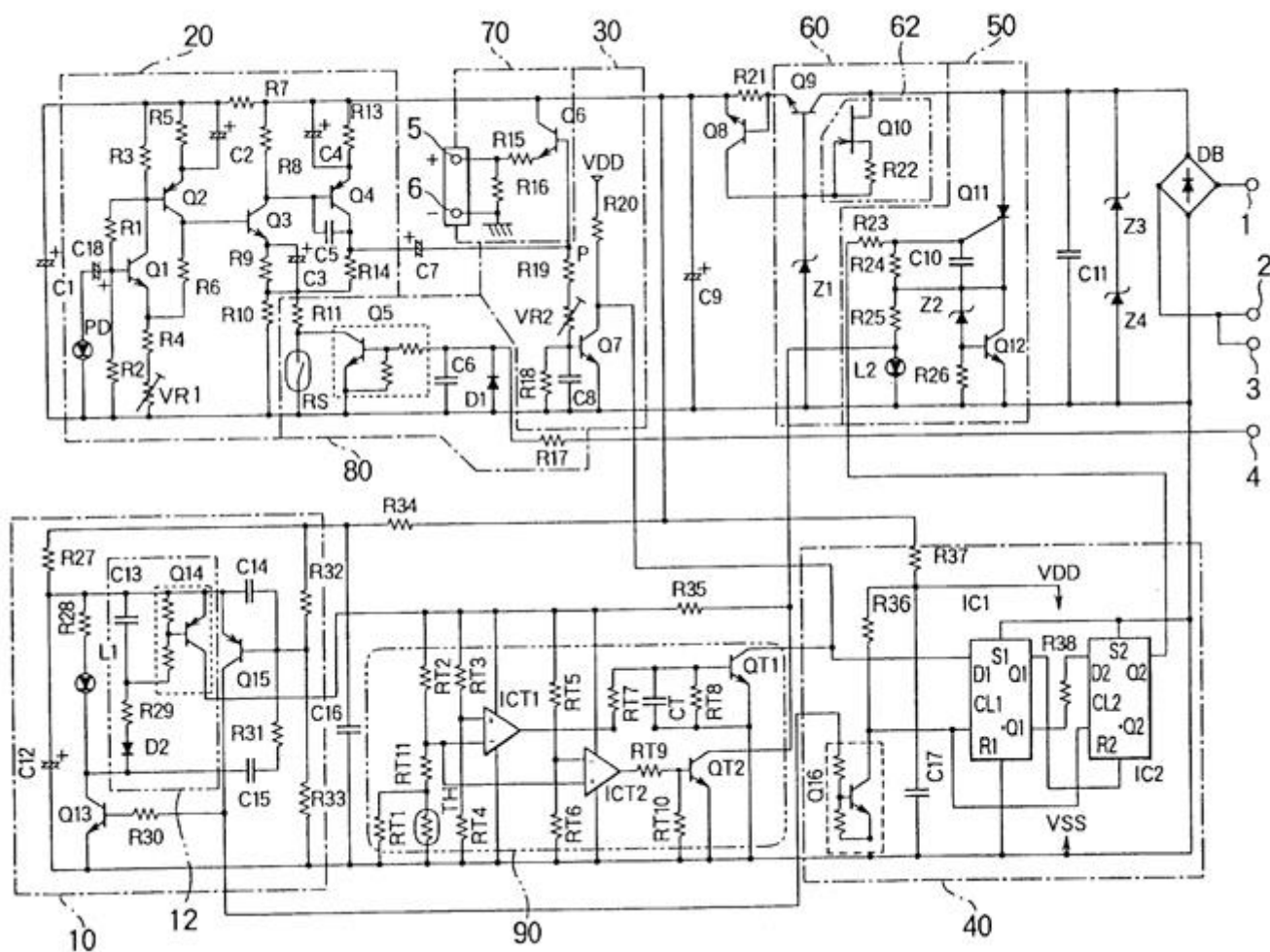


Рис. 8

Несколько упрощенная схема пожарного извещателя, у которого удалены блоки тестирования и контроля амплитуды импульсов на выходе усилителя и соответствующие клеммы. Блок схема такого упрощенного варианта представлена на рис. 9.

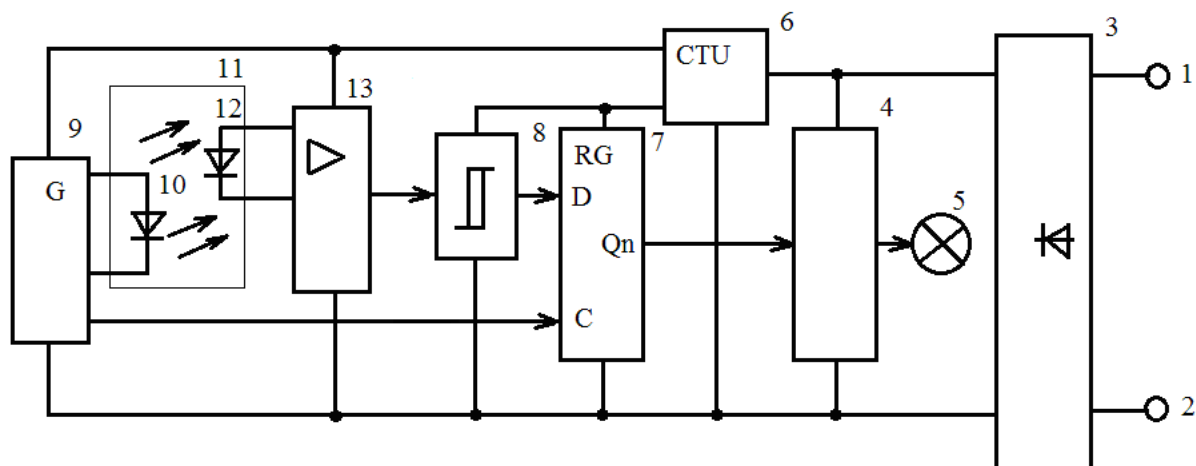
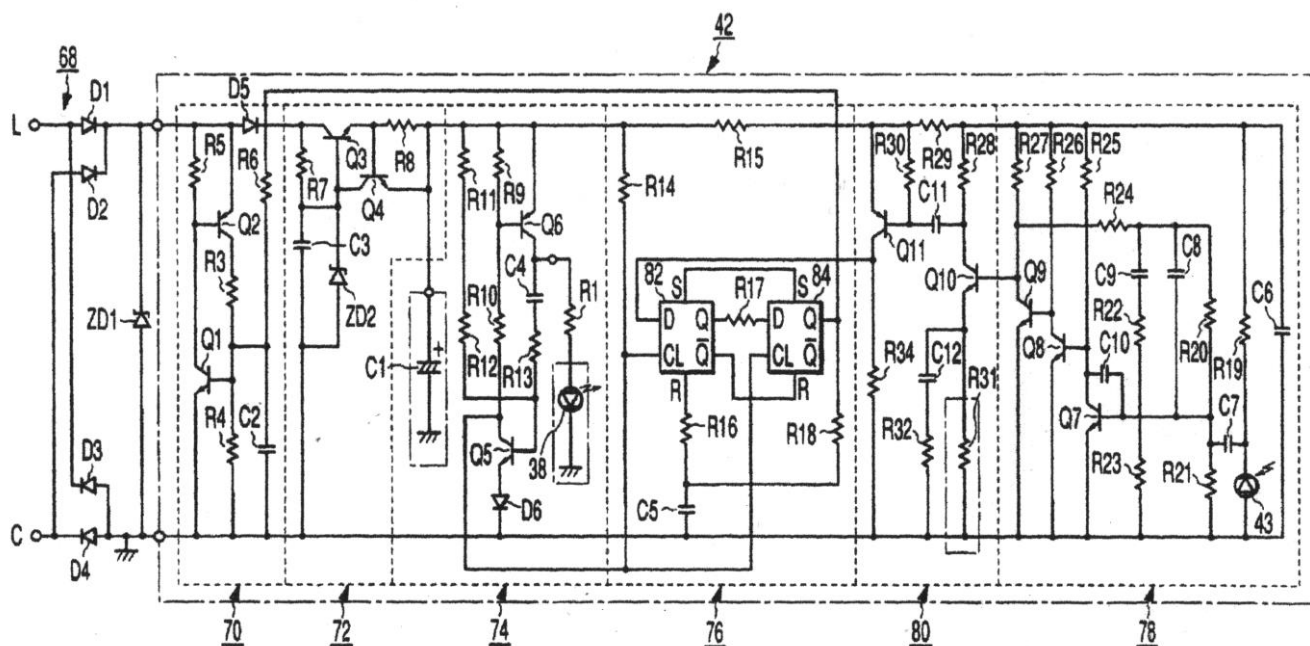


Рис. 9

Принципиальная схема пожарного дымового извещателя, соответствующего приведенной блок-схеме и приведенная на рис. 10, защищена патентом США US 6288647 [8]. Здесь имеются существенные отличия от предыдущих двух принципиальных схем в частности выполнения выходного каскада, ограничителя тока и напряжения, генератора, сдвигового регистра и усилителя. В чем проявляются эти различия будут рассмотрены в последующих статьях, посвященным отдельным элементам и блокам пожарных дымовых извещателей.



Два – три десятка таких извещателей могут создавать в шлейфе случайные по времени сработки, когда все извещатели сами будут оставаться в дежурном режиме работы.

С появлением больших интегральных схем их использование нашло свое отражение в разработке новых пожарных извещателей. Блок-схема устройства, содержащего сигнальный логический процессор 42, программную память 44, аналогово-цифровой преобразователь 38, усилитель 36, драйвер ИК-излучателя 34, драйвер индикаторного светодиода 50, выходной каскад 48, представлена на рис. 11. Эта схема была защищена американским патентом на изобретение US 5400014 [9].

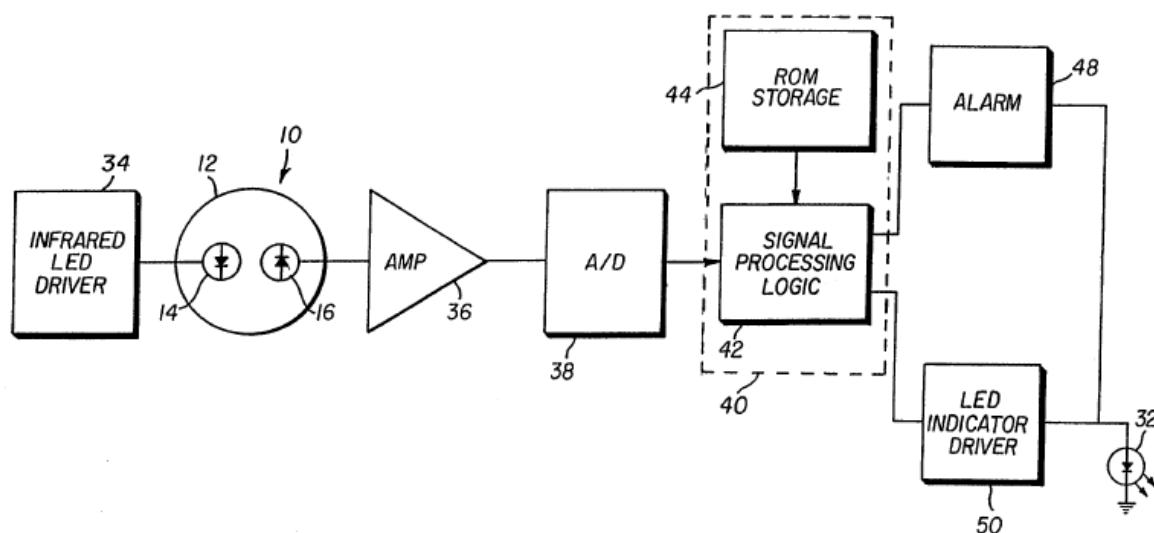


Рис. 11

Добавление к устройству цифро-аналогового преобразователя 70, а также изменение программного обеспечения изделия (добавление блока тестирования 46) позволило создать новое изобретение: US 5543777 [10]. Блок-схема модернизированного извещателя представлена на рис. 12.

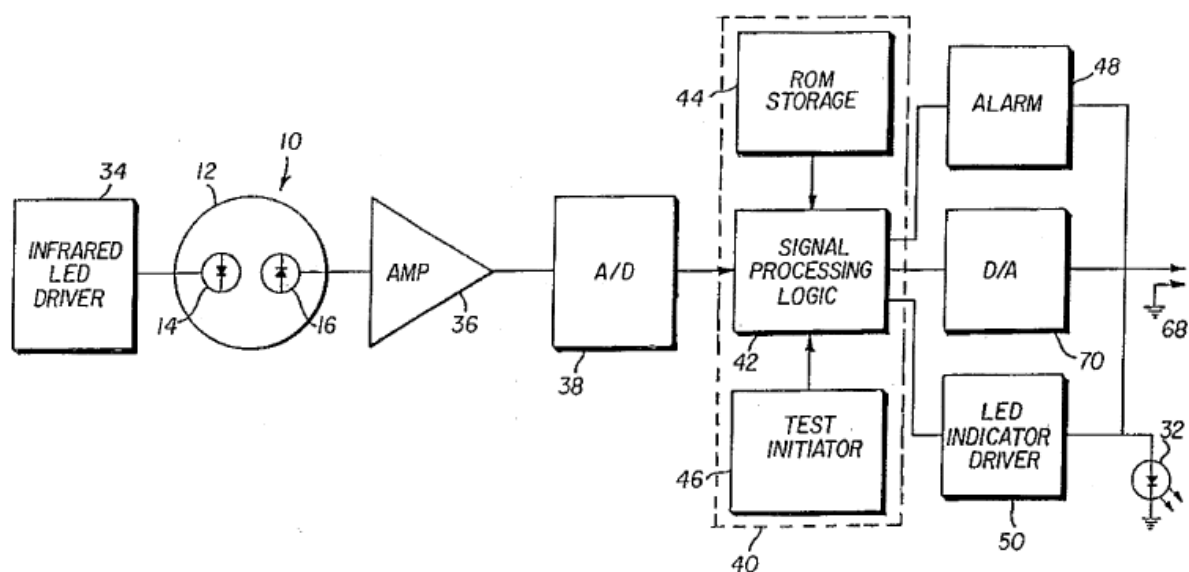
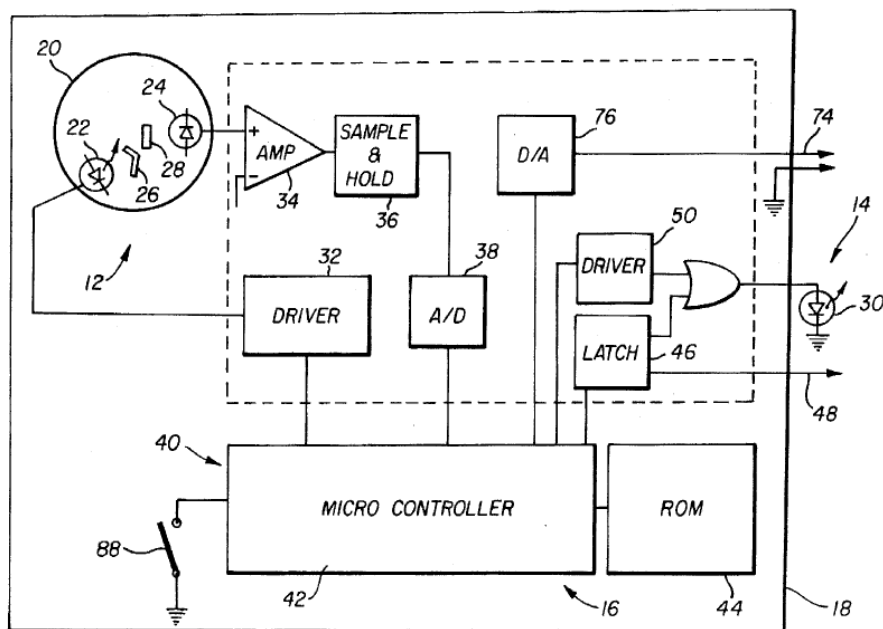


Рис. 12

В очередном патенте US 5691699 [11] с приоритетом 1996 года уже используется микроконтроллер, как основной элемент пожарного извещателя. Блок-схема такого извещателя представлена на рис. 13.



В целом схема содержит практически такие же элементы, как и в предыдущем техническом решении. Дополнительными элементами является схема выборки и хранения 36 и интерфейсный модуль 46, который позволяет передавать информацию о состояниях извещателя как электрическим способом 48, так и оптическим с помощью светодиода 30. Прием оптической информации предлагалось осуществлять с помощью фотоприемника, представленного на рис. 14. Принципиальная схема этого приемника оптической информации приведена на рис. 15. Приемником оптического излучения был фотодиод 162, как наиболее быстродействующий преобразователь оптического сигнала в электрический. Усилитель был выполнен на одном транзисторе Q1. Дальнейшая обработка информации осуществлялась микроконтроллером 166. Стабилизация временных параметров обеспечивалась кварцевым тактовым генератором микроконтроллера. Отображение информации осуществлялось на ЖКИ дисплее 164. Электропитание фотоприемника было автономным – от батареи через интегральный стабилизатор напряжения V1. Изделие не содержало выключателя питания, так как в режиме ожидания изделие практически не потребляло энергии. Запуск осуществлялся тактовой кнопкой, а после отображения полученной оптической информации изделие автоматически возвращалось в режим ожидания.

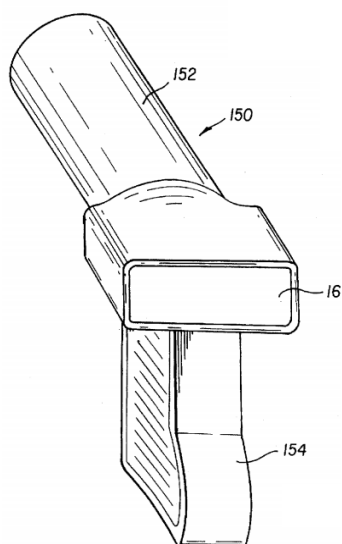


Рис. 14

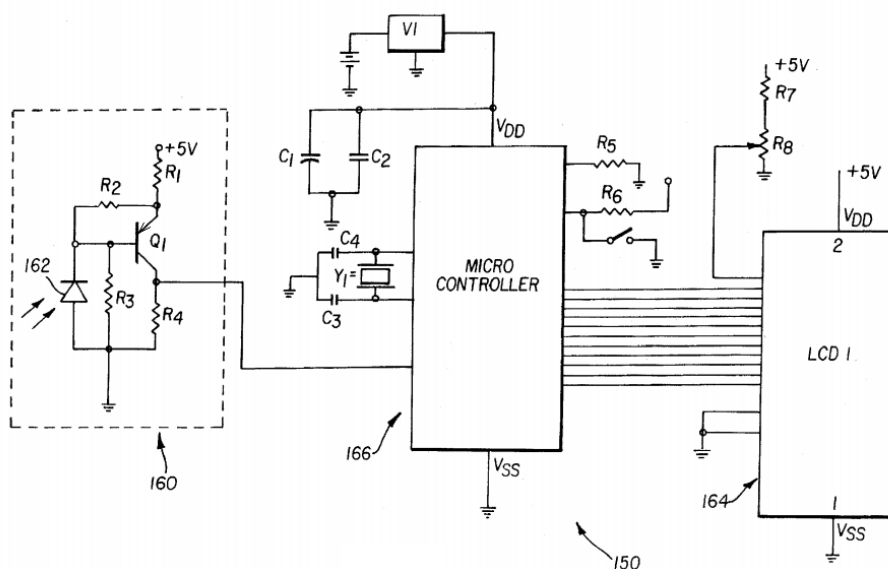


Рис. 15

На всем постсоветском пространстве подобных изделий пока еще не производят. Возможно, производители боятся нарушить действующий объект интеллектуальной собственности? Но ведь ограничения по использованию патента действуют на территории, на которой этот патент зарегистрирован. Имеются сомнения в полезности этого технического решения? Но разве не упростится техническое обслуживание безадресной системы пожарной сигнализации с такими интеллектуальными извещателями, если специалист по обслуживанию системы сможет дистанционно и бесконтактно получить по каждому извещателю, например, уровень его запыленности? Или просто нет потребности в подобном изделии из-за нормативных ограничений?

Литература:

1. <http://www.google.com/patents/CA1287140C?hl=ru&cl=en>
2. <https://www.google.com/patents/CA1242256A1?cl=en>
3. <https://www.google.com/patents/CA1129034A1?cl=en>
4. <https://www.google.com/patents/US4506161?dq=US+4506161&hl=ru>
5. <https://www.google.com/patents/US5670948?dq=US+5670948&hl=ru>
6. <https://www.google.com/patents/US4506161?dq=US4506161&hl=ru>
7. <https://www.google.com/patents/US5872517?dq=US5872517&hl=ru>
8. <https://www.google.com/patents/US6288647?dq=US+6288647&hl=ru>
9. <https://www.google.com/patents/US5400014?dq=US+5400014&hl=ru>
10. <https://www.google.com/patents/US5400014?dq=US+5400014&hl=ru>
11. <https://www.google.com/patents/US5691699?dq=US+5691699&hl=ru>