

Схемотехника точечных тепловых пожарных извещателей

Часть 2.1

Элементарные схемотехнические "кубики"

Прежде чем приступить к рассмотрению особенностей построения тепловых пожарных извещателей, имеющих память сработки, индикацию не только состояния пожарной тревоги, но и дежурного режима, необходимо изучить такие узлы, как элемент памяти – триггер, генератор импульсов, стабилизатор тока, ограничитель напряжения и др., из которых осуществляется построение извещателей, соответствующих современным нормативным требованиям.

Бистабильный элемент

Свойства, которыми должен обладать элемент памяти в извещателе:

- после включения питания должен оставаться в исходном состоянии;
- импульс управления должен переводить элемент в активное состояние.

Таким свойствам удовлетворяет известный радиоэлемент – тиристор [11], а схема бистабильного элемента памяти на тиристоре представлена на рис. 11.

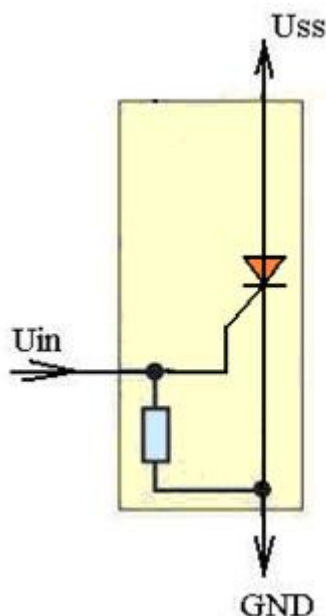


Рис. 11

Тиристор может служить одновременно и выходным элементом извещателя, коммутируя цепь шлейфа пожарной сигнализации. Для обеспечения помехоустойчивости бистабильного элемента между управляющим электродом и катодом тиристора установлен резистор. Чем меньше будет величина сопротивления этого резистора, тем больше будет устойчив этот элемент памяти к помехам по цепи управления.

Недостатком такой схемы является то, что тиристор может самопроизвольно включиться при большой скорости роста напряжения между анодом и катодом, а вернуться в исходное выключенное состояние он может при кратковременном провале питающего напряжения. Для устранения этих недостатков потребуется применение специальной схемы из большого количества элементов.

Лучшие результаты можно получить при использовании аналога тиристора, выполненного на двух транзисторах [12]. Примером такого решения может служить схема бистабильного элемента, приведенная на рис. 12.

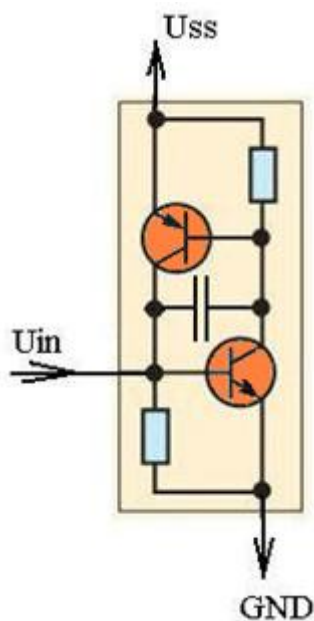


Рис. 12

Такая структура симметрична, что позволяет управлять этим элементом памяти, как относительно общего провода (GND), так и относительно шины питания (U_{ss}). Нагрузка также может быть подключена, как в цепи эмиттера верхнего транзистора, так и в аналогичной цепи нижнего транзистора. Резисторы, подключенные между базами и эмиттерами транзисторов, обеспечивают температурную стабильность элемента памяти и его помехоустойчивость. Конденсатор, выполняющий функцию частотно зависимой отрицательной обратной связи, не позволяет транзисторам переключиться в течение короткого промежутка времени, это также способствует повышению помехоустойчивости бистабильного элемента. Часто в подобных схемах используют иное подключение конденсаторов для обеспечения помехоустойчивости. Схема с двумя конденсаторами приведена на рис. 13.

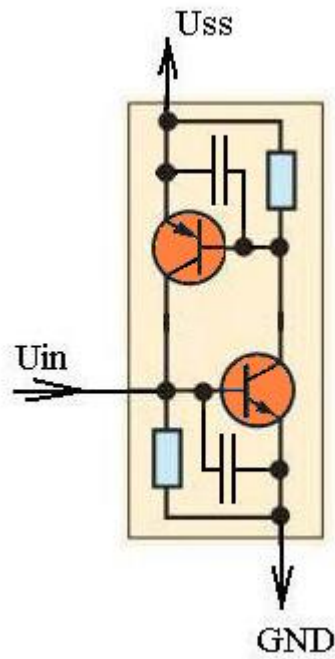


Рис. 13

Для переключения бистабильного элемента необходимо в цепи управления обеспечить такой ток, чтобы падение напряжения на резисторе было достаточным для открытия транзистора. Благодаря своей симметричности бистабильный элемент может иметь два входа управления. Схема с двумя "токовыми" входами представлена на рис. 14, а схема бистабильного элемента в два входа, которые управляются напряжением, представлена на рис. 15.

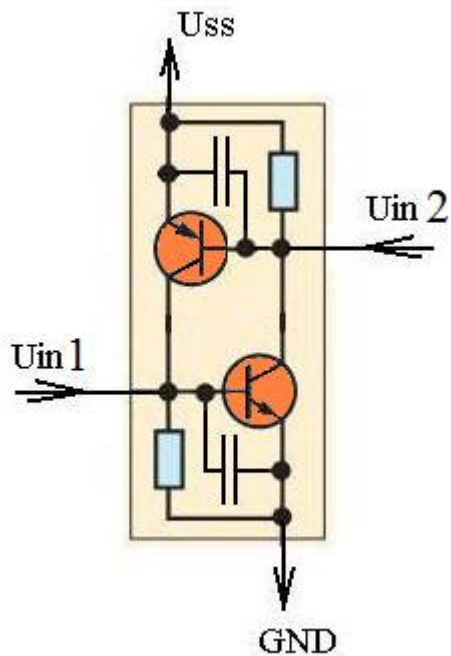


Рис. 14

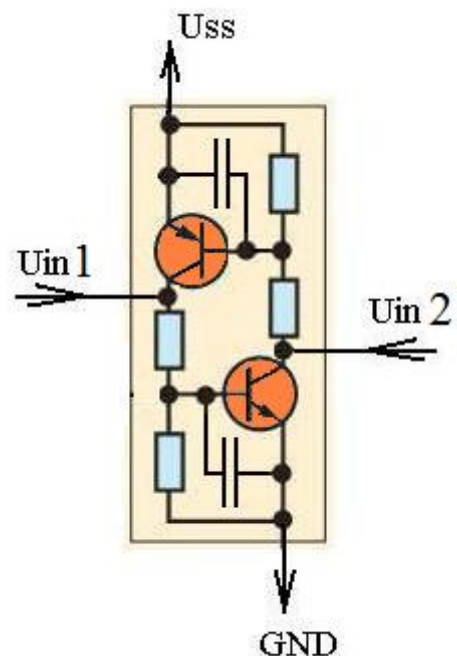


Рис. 15

Генератор импульсов

Свойства, которыми должен обладать генератор импульсов в извещателе:

- инфранизкая частота;
- экономичность;
- достаточность энергии выходного импульса для видимого свечения индикатора.

Самым простейшим решением, удовлетворяющим приведенным условиям является генератор импульсов на однопереходном транзисторе [13] (см. рис. 16). Низкоомная нагрузка, например, светодиод, может быть подключена между выходом U_{out} и общей шиной GND.

При включении питающего напряжения конденсатор разряжен, а однопереходной транзистор выключен. По мере заряда конденсатора растет падение напряжения на нем. При достижении порогового значения транзистор открывается и конденсатор через база-эмиттерный переход быстро разряжается на низкоомную нагрузку. Транзистор закрывается и опять начинается процесс зарядки конденсатора. Основы проектирования такого релаксационного генератора достаточно подробно изложены в [14].

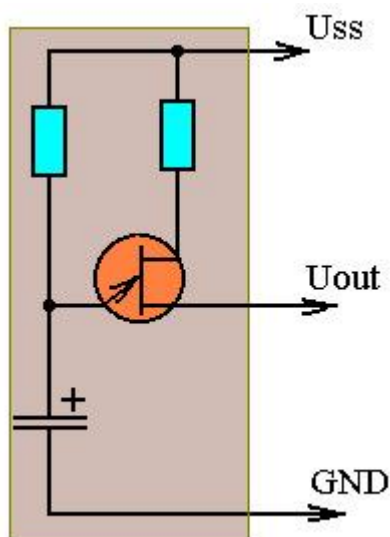


Рис. 16

Опыт показывает, что у отечественного однопереходного транзистора КТ117 достаточно широкий разброс параметров, влияющих на характеристики генератора импульсов. Аналог однопереходного транзистора, выполненный на двух обычных транзисторах разной проводимости [13, с. 137, рис. 3.37], обеспечивает необходимую стабильность параметров генератора импульсов. Схемы генераторов, когда выходом является коллектор или эмиттер второго транзистора представлены на рис. 17 и 18.

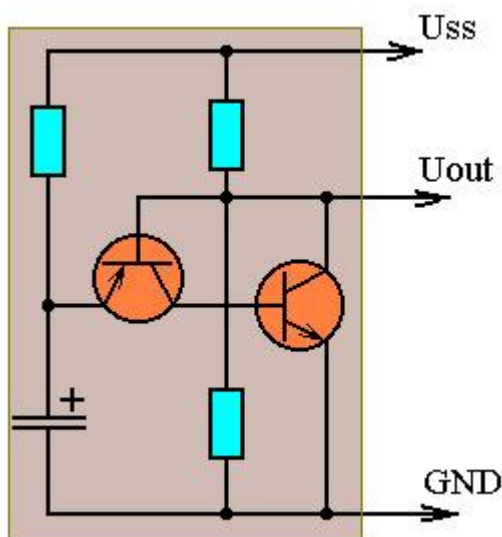


Рис. 17

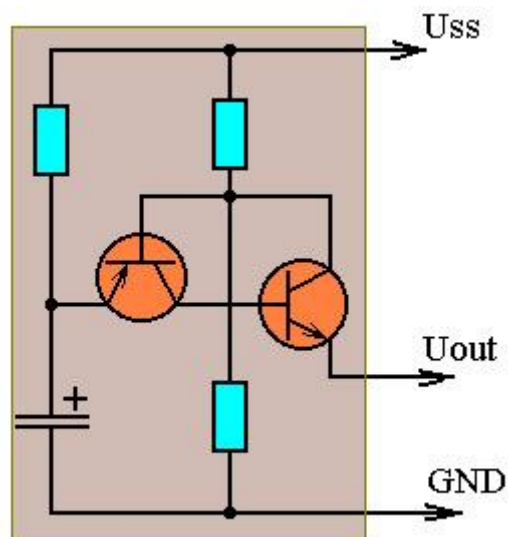


Рис. 18

Порог переключения такой структуры зависит от напряжения на базе первого транзистора. Установить величину этого порогового напряжения можно делителем напряжения на резисторах с достаточно большим сопротивлением. Период генерации определяется постоянной времени RC-цепи и может составлять единицы секунд, в тоже время, разряд конденсатора будет проходить быстро и на низкоомной нагрузке длительность импульса может быть доли миллисекунд. Еще две схемы генераторов импульсов представлены на рис. 19 и 20.

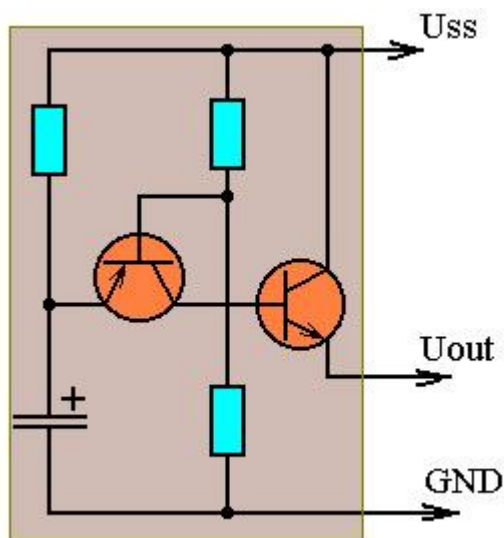


Рис. 19

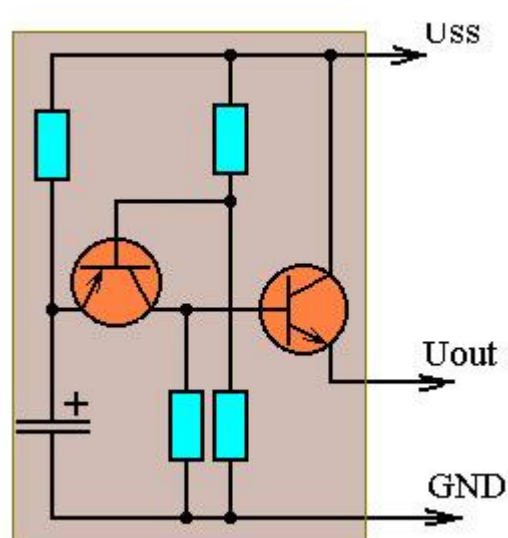


Рис.20

В этом случае выходной ток может быть увеличен за счет использования второго транзистора в качестве эмиттерного повторителя.

Для стабилизации периода работы генератора при изменении питающего напряжения, а оно в шлейфах пожарной сигнализации может меняться в 3-4 раза, можно зафиксировать пороговое напряжения переключения с помощью стабилитрона. Схема этого решения приведена на рис. 21.

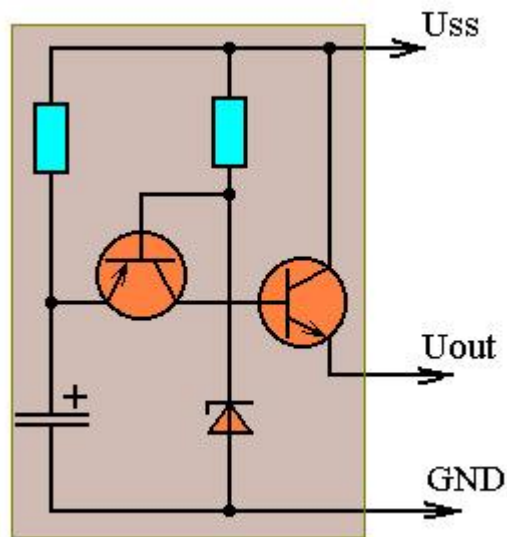


Рис. 21

Расширить функциональные возможности этого узла в пожарном извещателе может схема, приведенная на рис. 22.

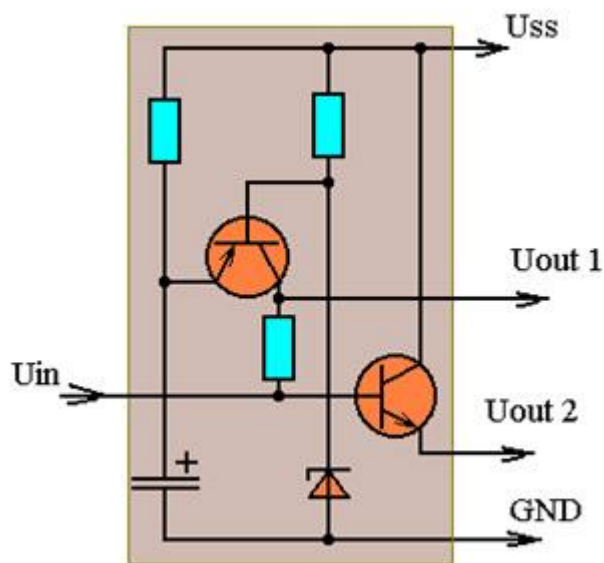


Рис. 22

Она содержит дополнительный вход управления U_{in} , и два выхода $U_{out 1}$ и $U_{out 2}$. На первом выходе формируются импульсы со стабильной амплитудой, а на втором выходе – импульсы тока для светодиодного индикатора.

Вход управления U_{in} может быть использован для управления работой светодиодным индикатором от бистабильного элемента. Благодаря такой организации связей открывается возможность формирования разных видов индикации пожарного извещателя для разных его состояний - дежурного режима работы и режима пожарной тревоги.

Резистивный мост

Применение в качестве тепловых сенсоров терморезисторов выдвигает необходимость использования резистивного моста (мостик Уитстона) [15] для обеспечения стабильности порогов срабатывания пожарного извещателя. Типовая схема моста с терморезистором приведена на рис. 23.

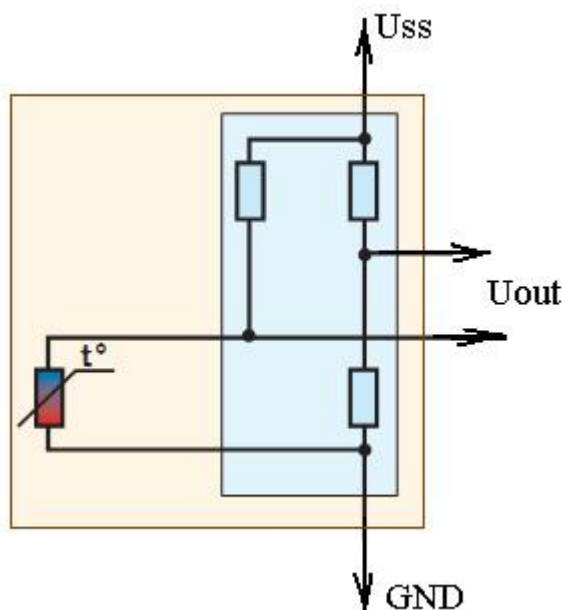


Рис. 23

Номиналы резисторов рассчитываются так, чтобы при достижении пороговой температуры выходной сигнал U_{out} менял свой знак. Изменение знака выходного сигнала будет зависеть только от величины сопротивления терморезистора, и не будет зависеть от напряжения питания U_{ss} приложенного к этому мосту. Для обеспечения стабильности параметров пожарных извещателей резисторы, применяемые в мосте должны быть надлежащего класса точности, например, $\pm 1\%$.

Аналогичные резистивные мосты применяются и с контактными сенсорами, пример такого моста приведен на рис. 24.

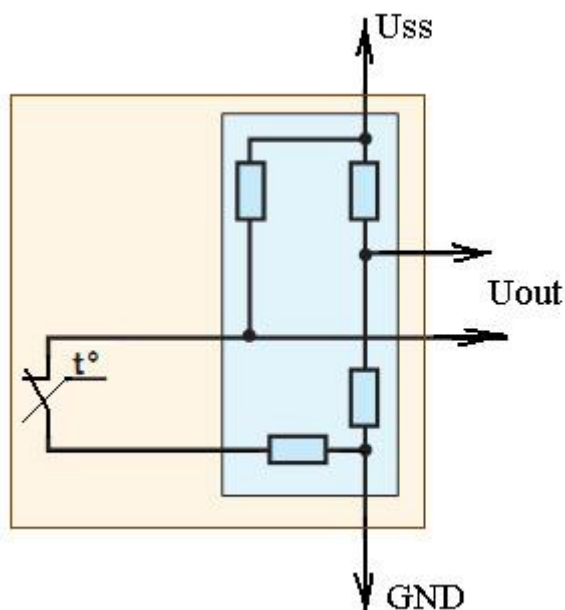


Рис. 24

В этом случае нет требований к классу точности резисторов моста, так как температуру срабатывания извещателя задает контактный сенсор. Но требования к выходному сигналу остаются прежними: при размыкании контактов сенсора должен поменяться знак выходного сигнала U_{out} . В этом случае номиналы резисторов выбираются таким образом, чтобы изменение величины U_{out} при размыкании контактов сенсора было больше чем ± 1 В.

Владимир Баканов – главный конструктор ЧП "Артон"

Литература:

11. Герлах В. Тиристоры, пер. с нем. М. Энергоатомиздат, 1985
12. Ленк Дж. Электронные схемы. Практическое руководство, пер. с англ. М. Мир, 1985, с. 197, рис. 7.7
13. Жека А. А., Батушкина Т. В. 200 практических схем генератора. Справочник, Кишинев. Картя Молдовеняска, 1987, с. 137, рис.3. 36
14. Ленк Дж. Д. Справочник по проектированию электронных схем. Пер. с англ. К. Техніка, 1979, с. 203
15. М. Мэндл 200 избранных схем электроники, М. Мир, с. 189, рис. 9.1