

# Схемотехника точечных тепловых пожарных извещателей

## Часть 5.1

### Максимально-дифференциальные и специальные извещатели

Как было показано в статье [58] превратить максимальный тепловой извещатель в максимально-дифференциальный можно дополнением резистивного моста еще одним термистором, который будет находиться в середине извещателя и будет защищен от прямого контакта с воздухом. Блок схема такого извещателя представлена на рис. 82. При быстром повышении температуры сопротивление внутреннего терморезистора не успевает уменьшиться, напряжение на входах компаратора возрастает и достигает порога открывания транзисторов этого компаратора при температуре ниже минимальной температуры срабатывания. При медленном повышении температуры в таком извещателе сопротивление терморезисторов уменьшается пропорционально друг другу, но благодаря резистору, включенному последовательно с внутренним термистором, возрастает разность потенциалов на входах компаратора. Поэтому такой извещатель срабатывает при достижении определенного порога срабатывания и в случае медленного нарастания температуры.

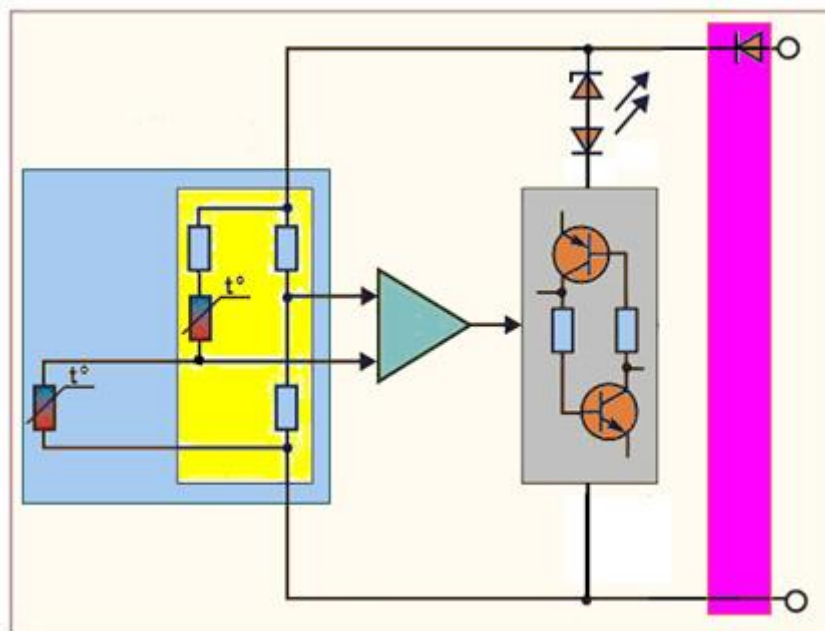


Рис. 82

Если же последовательно с термистором не будет резистора, то такой извещатель будет чисто дифференциальным. При медленном повышении температуры сопротивления терморезисторов уменьшаются пропорционально друг другу, поэтому не будет увеличиваться разность потенциалов на входах компаратора.

Такой извещатель может вовсе не сработать при квазистатическом росте температуры. Применение такого решения может обернуться трагедией, поэтому чисто дифференциальные тепловые извещатели нецелесообразно использовать.

Принципиальная электрическая схема теплового максимально дифференциального извещателя ИП-101-2, разработанного почти полвека назад, представлена на рисунке 83.

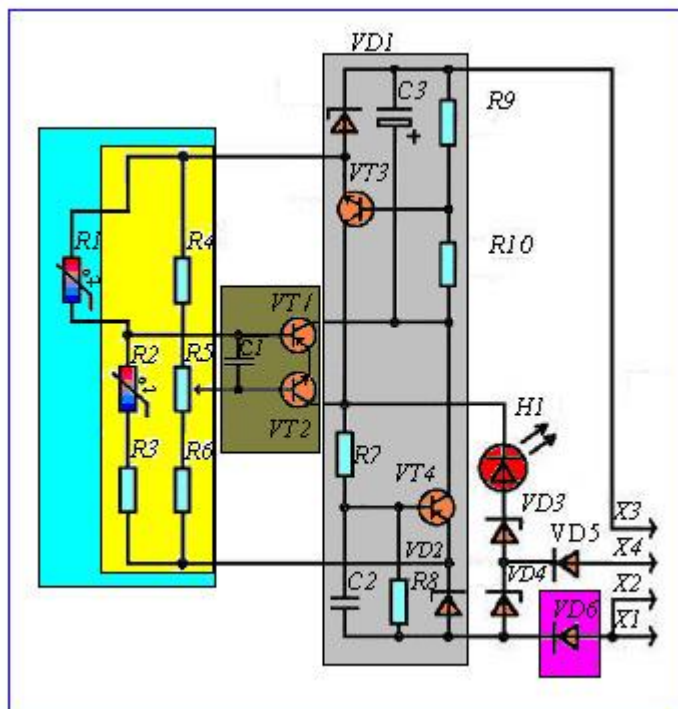


Рис. 83

В изделии использовались германиевые транзисторы. Поэтому для повышения помехоустойчивости в цепях эмиттеров транзисторов бистабильного элемента были включены стабилитроны VD1 и VD2. В выходной цепи извещателя отсутствует токоограничительный элемент, поэтому подключение изделия в шлейф пожарной сигнализации необходимо проводить обязательно с внешним резистором, который ограничивал бы ток потребления извещателем в режиме пожарной тревоги. Но главным недостатком этого изделия является то, что его инерционность не соответствует температурным классам для максимально-дифференциальных извещателей: А1R, А2R и др. Вот поэтому в последующих конструкциях для максимального канала (пороговой температуры срабатки) использовался отдельный контактный сенсор с фиксированной температурой срабатывания. Примером такого изделия может служить тепловой максимально-дифференциальный извещатель ИП101-18 (МАК-ДМ), схема которого приведена на рис. 84, а фотография – на рис. 85.

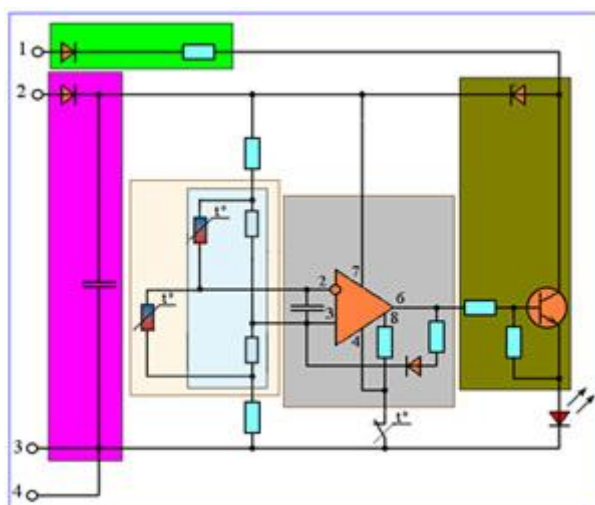


Рис. 84



Рис. 85

Извещатель МАК-ДМ содержит:

- выпрямитель;

- резистивный мост с двумя термисторами;
- компаратор на операционном усилителе КР140УД1208;
- транзисторный ключ;
- светодиодный индикатор;
- узел управления ВУИ;
- контактный тепловой сенсор.

Контактный тепловой сенсор при нормальной температуре замкнут. Через него осуществляется питание компаратора. При подаче на извещатель питающего напряжения на выходе компаратора будет низкий потенциальный уровень, и транзисторный ключ будет закрыт. Светодиодный индикатор не будет светиться. Не будет светиться и ВУИ, если он будет подключен между 1 и 2 контактами извещателя. При росте температуры со скоростью больше 3°C/мин, еще до достижения пороговой температуры переключения контактного сенсора сопротивление внешнего термистора станет заметно меньше сопротивления термистора, установленного внутри корпуса извещателя. Когда напряжение на неинвертирующем входе операционного усилителя станет больше напряжения на его инвертирующем входе, тогда на выходе КР140УД1208 появится высокий потенциальный уровень. Так как усилитель охвачен положительной обратной связью, то его переключение произойдет быстро. Откроется транзисторный ключ и извещатель перейдет в состояние пожарной тревоги. Благодаря стабилитрону в коллекторной цепи транзисторного ключа на выводах питания компаратора останется напряжение, которое заведомо будет больше минимального рабочего напряжения для микросхемы КР140УД1208. Положительная обратная связь рассчитывается таким образом, что бы даже после возврата сопротивлений терморезисторов в исходное состояние извещатель оставался в состоянии пожарной тревоги.

Однако в случае квазистатического повышения температуры окружающего воздуха сопротивления термисторов будут уменьшаться пропорционально друг другу, и переключение компаратора не произойдет. В этом случае вся надежда остается на контактный тепловой сенсор. Когда температура станет выше пороговой, контакты этого сенсора разомкнутся, и выводы питания 4 и 8 операционного усилителя будут отключены от общего провода питания извещателя. Вне зависимости от состояния потенциалов на входах компаратора на его выходе сразу же установится высокий потенциальный уровень сигнала, и извещатель перейдет в состояние пожарной тревоги.

Для того, чтобы в максимально-дифференциальном тепловом извещателе не использовать контактный тепловой сенсор необходимо применять более сложную электронную обработку сигналов. Осуществить такую обработку информации, поступающей с тепловых сенсоров можно, например, с помощью счетверенного компаратора LM2901 [59], как это было сделано в американском патенте US5450066 [60]. Это техническое решение представлено на рис. 86. Хочется отметить, что автору пришлось изменить схему подключения термистора R3, чтобы опубликованная в этом патенте схема стала работоспособной.

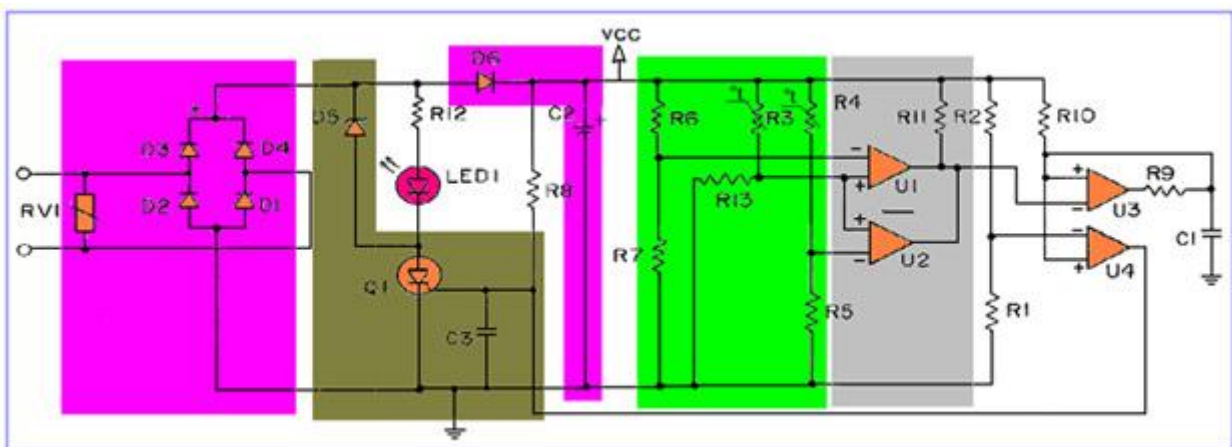
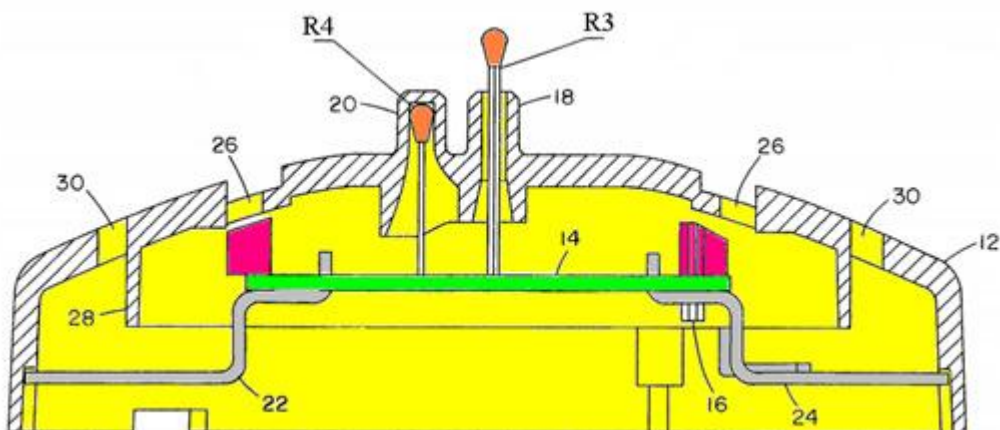


Рис. 86

Устройство содержит: два выпрямителя; бистабильный элемент на тиристоре (Q1); два резистивных моста; два компаратора (U1 и U2); управляемый делитель напряжения (U3), инвертор (U4) и светодиодный индикатор.

Термисторы расположены в извещателе так, что R3 находится вне корпуса извещателя, а R4 внутри корпуса, как это показано на рис. 87.



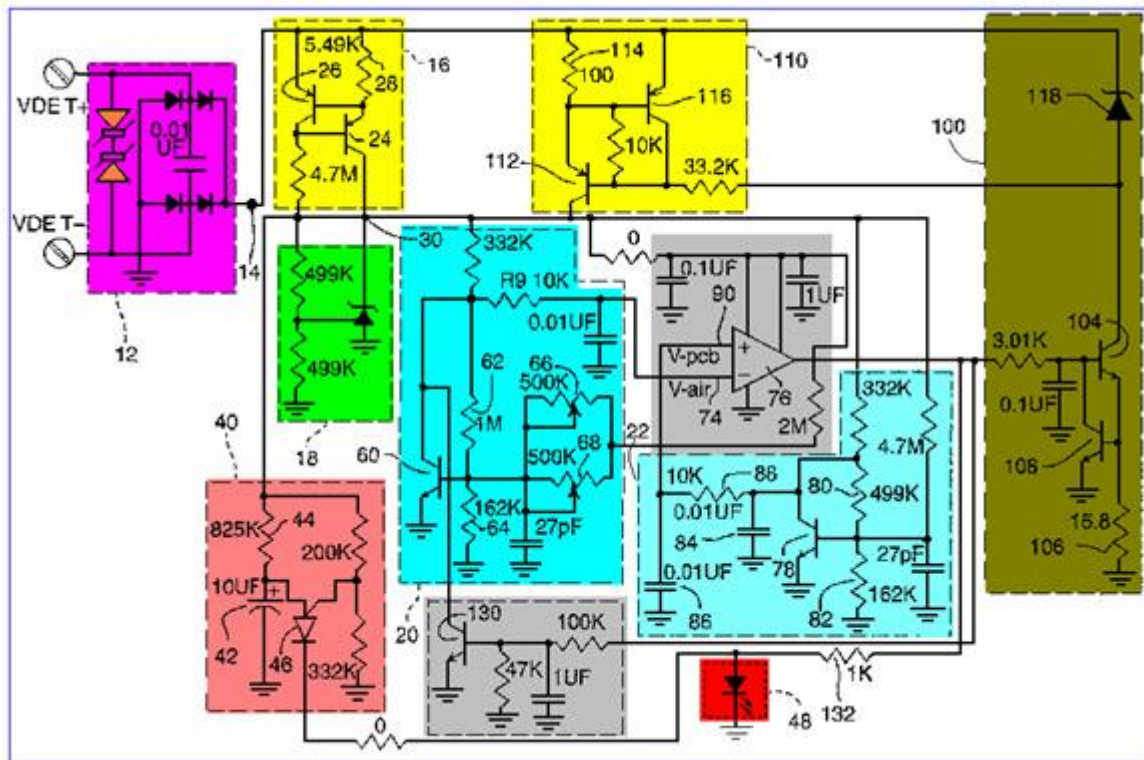
**Рис. 87**

На термисторе R3 и первом компараторе U1 выполнен максимальный канал извещателя, а на термисторах R3, R4 и втором компараторе U2 – дифференциальный канал. При нормальной температуре на объединенных выходах этих компараторов будет высокий потенциальный уровень сигнала. На выходе управляемого делителя напряжения U3 будет низкий уровень напряжения. Поэтому на неинвертирующий вход инвертора U4 будет подаваться напряжение заведомо меньшее, чем на его инвертирующий вход. В этом случае на выходе инвертора U4 будет низкий потенциальный уровень, и тиристор Q1 бистабильного элемента будет надежно закрыт. При срабатывании первого или второго компараторов на их объединенных по ИЛИ выходах появится низкий уровень напряжения. По этому перепаду произойдет переключение управляемого делителя напряжения U3 и на неинвертирующем входе инвертора U4 появится высокий уровень сигнала. При поступлении такого сигнала на управляющий электрод тиристора Q1 последний открывается, включает светодиодный индикатор и через стабилитрон D5 создает в шлейфе пожарной сигнализации соответствующий прирост тока, который ППКП должен принять как извещение о пожарной тревоге.

Попыткой реализовать максимально дифференциальный тепловой извещатель на двух тепловых сенсорах, выполненных на транзисторах и только одном компараторе, стал еще один американский патент - US5539381 [61].

Принципиальная электрическая схема этого извещателя представлена на рис. 88. В данной схеме также пришлось провести изменения, чтобы привести ее в работоспособное состояние: надо было одну лишнюю электрическую связь между стабилизаторами тока убрать, а узле теплового сенсора, размещенного на плате внутри извещателя наоборот ввести недостающую связь. Создается впечатление, что в американских патентах специально вводятся ошибки в публикуемых схемах, чтобы ее не смог повторить специалист с низкой квалификацией.

Извещатель состоит из: мостового выпрямителя (12); стабилизатора тока дежурного режима работы (16) и стабилизатора тока режима пожарной тревоги (110); стабилизатора напряжения на управляемом стабилитроне (18); генератора импульсов на однопереходном транзисторе (40); внешнего сенсора (20); внутреннего сенсора (22); компаратора на операционном усилителе (76); светодиодного индикатора (48); выходного ключа (100) и транзисторного ключа обратной связи (130).



**Рис. 88**

Как указано в описании патента тепловой извещатель использует один компаратор на операционном усилителе в сочетании с динамически изменяющимися тепловыми сенсорами, которые обеспечивает быструю реакцию на высокие скорости изменения температуры. А также фиксированный порог, указывающий, что температура окружающей среды превышает это пороговое значение. Входа компаратора соединены с выходами однотипных каскадов двух транзисторных термосенсоров.

Внешний термосенсор (20, см. рис. 88) реагирует почти мгновенно на изменения теплового режима окружающего воздуха, так как транзистор (60) находится вне корпуса извещателя. Транзистор (78) другого датчика температуры (22) установлен на печатной плате как SMD-компонент и он медленно реагирует на изменения теплового режима воздуха окружающего извещатель. Разница между выходными сигналами тепловых датчиков становится равна нулю при более низкой температуре, чем минимальная температура срабатывания для выбранного класса извещателя, если скорость роста температуры превышает значение  $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ .

При малой скорости роста температуры окружающего воздуха, срабатывание извещателя уже происходит при более высокой температуре, которая должна быть в пределах от минимальной температуры срабатывания до максимальной температуры срабатывания для выбранного класса извещателя. Таким образом, на выходе компаратора появляется сигнал пожарной тревоги как при быстром росте температуры в окружающем пространстве, так и при медленном росте, когда тепловое состояние этого пространства превышает порог, независимо от самой скорости изменения. Для подтверждения этого вывода авторы указанного патента приводят графики температурной зависимости напряжения на выходах термосенсоров, которые представлены на рис. 89 и 90.

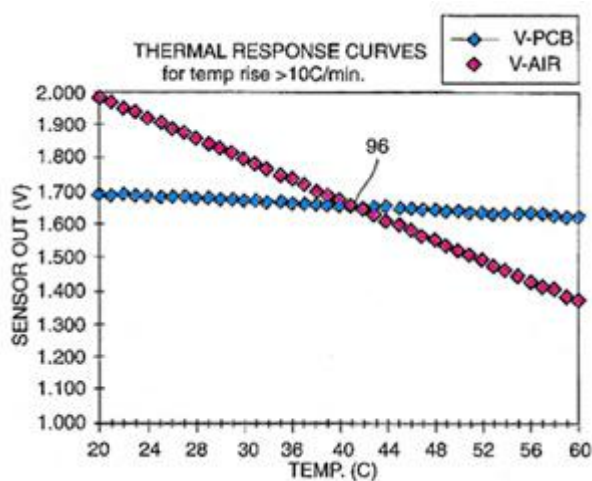


Рис. 89

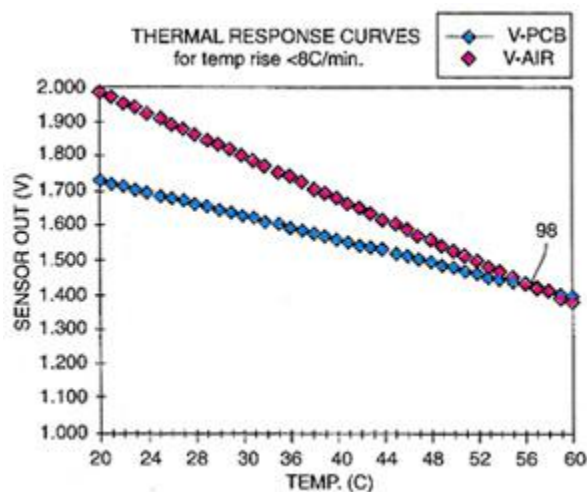


Рис. 90

В указанном патенте приведены только два примера для скоростей роста температуры  $U \geq 10^\circ\text{C}/\text{мин}$  и для  $U \leq 8^\circ\text{C}/\text{мин}$ . Но будут ли верны эти выводы при квазистатическом росте температуры окружающего воздуха?

Если скорость изменения температуры составит  $0,2^\circ\text{C}/\text{мин}$ , а именно при такой скорости роста температуры проверяют статическую температуру срабатывания извещателя по EN 54-5 и по ГОСТ Р 53325, то влияние температуры на оба термосенсора будет одинаковым, а это означает, что линии на графике будут параллельными, т.е. они никогда не пересекутся!

Тем самым подтверждается факт, что для построения максимально-дифференциальных извещателей нужно применять более сложные способы обработки сигналов, поступающих с тепловых сенсоров.

Реально решить данную проблему могут микроконтроллерные устройства с аналого-цифровыми преобразователями в своем составе. Именно таким тепловым извещателям будет посвящена следующая часть публикации.

**Владимир Баканов**  
главный конструктор ЧП "Артон"

#### Литература:

58. Баканов В., Неплохов И. "Тепловые пожарные извещатели. Часть 3. Пути совершенствования", ж. "Алгоритм безопасности", № 3, 2012г., с.26
59. [http://www.rlocman.ru/i/File/dat/National\\_Semiconductor/Comparators/LM2901M.pdf](http://www.rlocman.ru/i/File/dat/National_Semiconductor/Comparators/LM2901M.pdf)
60. BRIGHENTI DONALD D [US]; STANLEY LAWRENCE G [US]; FEROLI LAWRENCE J [US] "Fire alarm heat detector", US5450066, 1995-09-12
61. JOHNSON KIRK R [US] "Fixed threshold and rate of rise heat detector with dynamic thermal reference", US5539381, 1996-07-23