

Компоненти систем протипожежного захисту

Розділ 6.3

Димові пожежні сповіщувачі. Частина 3

Огляд відомих технічних рішень

Закордонні схемні рішення

Як показує аналіз зарубіжних патентно-інформаційних матеріалів розвиток димових пожежних сповіщувачів йшов тим же шляхом, що і вітчизняних виробів, тільки з деяким випередженням по термінах. Так в канадському патенті СА 1287140 з пріоритетом 1986 року пропонувався пожежний сповіщувач, блок-схема якого представлена на рис. 1.

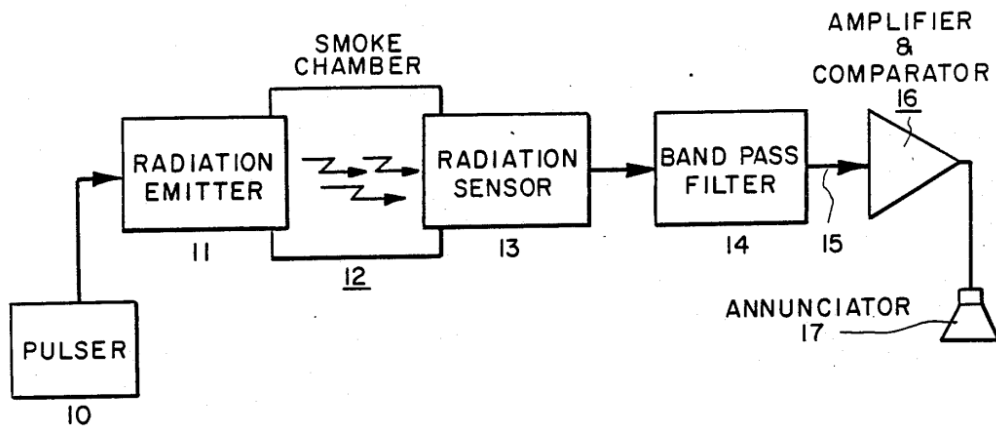


Рис.1

де:

10 - генератор;

11 – ІЧ-випромінювач;

12 - камера димового сенсора;

13 - фотоприймач;

14 - смуговий фільтр;

15 - функціональний зв'язок;

16 - підсилювач і компаратор;

17 - сигналізатор.

Очевидно, тут спостерігається прямий канал обробки відбитого оптичного випромінювання, без будь-якої синхронізації і пам'яті спрацювання. Звуковий сигнал сигналізатором 17 виробляється при наявності диму в камері димового сенсора 12. І сигналізація припиняється, якщо в димову камеру продути, тобто подати в неї чисте повітря.

Прикладом побудови димового сповіщувача без будь-якої логічної обробки сигналу може бути принципова схема, наведена в патенті СА1242256 і на рис. 2.

Кнопка SW1 забезпечує підключення сповіщувача при правильній установці його в базову основу. В іншому випадку шлейф виявляється обірваним. Випрямляч сповіщувача виконано за двохполуперіодичною схемою і містить на своєму виході крім конденсатора C1, супресор D2 і варістор V1. Живлення виробу здійснюється від найпростішого однострижкового стабілізатора напруги.

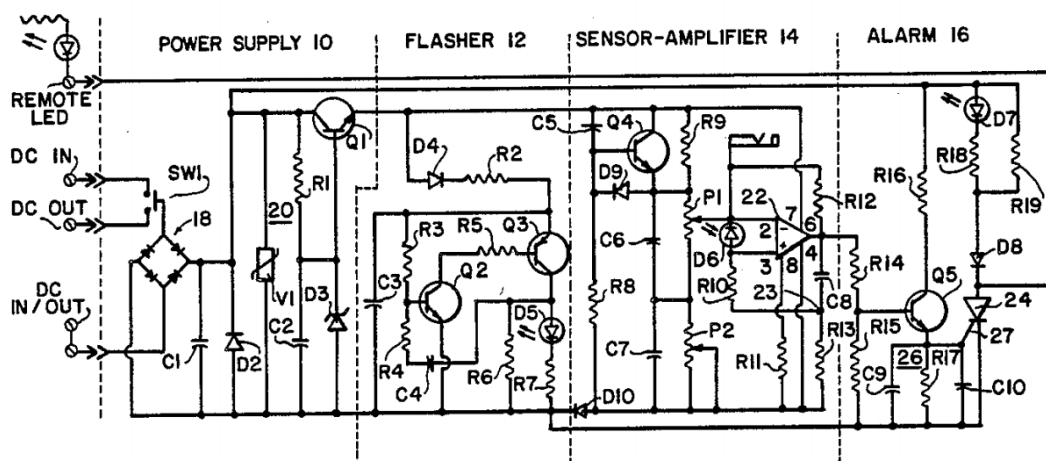


Рис.2

Генератор імпульсів інфрачервоного випромінювання зібраний на двох транзисторах Q2 і Q3. Випромінюючий інфрачервоний світлодіод D5 і фотоприймач D6 природно розташовані в камері димового сенсора (на наведеній схемі вона не показана). Підсилювач 22 виконаний на широко поширеному операційному підсилювачі, а ось в джерелі опорних напруг застосовується транзистор Q4, який в момент включення сповіщувача збільшує значення опорної напруги, що дозволяє сповіщувачу завжди після включення напруги живлення залишатися у черговому режимі роботи. Емітерний повторювач на транзисторі Q5 забезпечує струмове узгодження виходу операційного підсилювача з входом управління тиристора 24. Автори цього технічного рішення відчайдушно намагалися захистити виріб від помилкових спрацювань - це видно по застосуванню двох конденсаторів C9 і C10 паралельно ланцюгу управління тиристором. Випадкові включення тиристора швидше за все відбувалися через великий коефіцієнт підсилення операційного підсилювача 22 і довгому контуру його вхідного ланцюга, підключеного до змінного резистору P1 та до контрольної клеми, який служить антеною для прийому зовнішніх перешкод.

У наступному канадському патенті СА 1129034 замість аналогового смугового фільтра пропонується попередня логічна обробка сигналу, спільно з опорним частотним сигналом. Це вже елементи синхронного детектування. Блок-схема пожежного димового сповіщувача, в якому використовується наведений патент, представлена на рис. 3. Дослідження логічних елементів «І» 14 і 15 забезпечують перемноження логічних

сигналів, а бінарний лічильник В виконує для імпульсів роль фільтра низьких частот. Інші елементи сповіщувача загальновідомі і застосовуються в більшості відомих сповіщувачів.

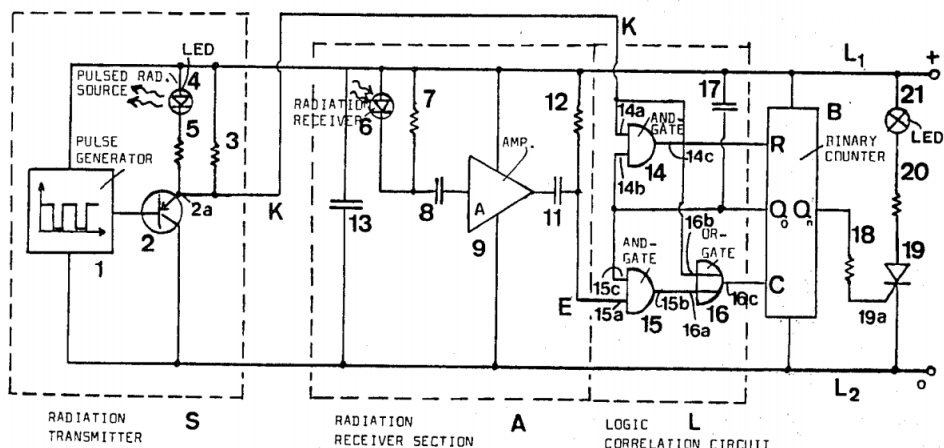


Рис. 3

ІЧ-випромінювач підключений до виходу генератора через емітерний повторювач на транзисторі 2. У схемі використовується фотovoltaгічне включення фотодіода 6, а підключення його до підсилювача здійснюється через роздільний конденсатор 8. І в цій схемі автори навіть не показали резистор між керуючим електродом тиристора і його катодом, що є істотним моментом для нормальної роботи будь-якого тиристора.

В американському патенті US 4506161 пропонувався димовий пожежний сповіщувач з пам'яттю спрацювання і ланцюгом синхронізації, яка забезпечувала підвищену стійкість пристрою. Блок-схема такого сповіщувача приведена на рис. 4.

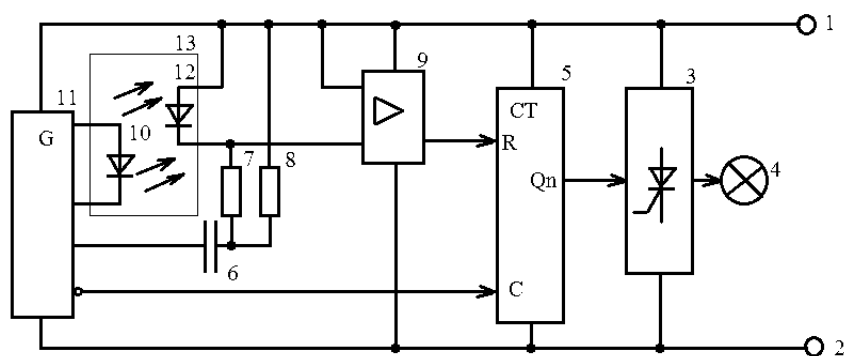


Рис. 4

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| де: 1, 2 - клеми; | 9 - підсилювач |
| 3 - вихідний тиристорний каскад; | 10 – ІЧ-випромінювач |
| 4 - індикатор; | 11 - генератор; |
| 5 - лічильник; | 12 - фотодіод; |
| 6 - конденсатор; | 13 - камера димового сенсора. |
| 7, 8 - резистори; | |

Генератор 11 виробляє імпульси струму, що надходять на ПЧ-випромінювач 10, а також взаємноінверсні імпульси напруги, один з яких подається на фотодіод 12 через резистор 7, а інший - на рахунковий вхід лічильника 5. Лічильник 5, при відсутності сигналу скидання перемикається далі і при досягненні заздалегідь визначеного стану викликає сигнал тривоги. Високочастотні електричні перешкоди, які можуть виникати, якщо джерело випромінювання перешкод забезпечує значний рівень шумового сигналу, щонайбільше можуть генерувати додаткове скидання лічильника 5, так що тільки підвищується стійкість сповіщувача диму від помилкових тривог.

Автори цього винаходу пропонували навіть підключити паралельно до фотодіоду NTC- резистор, так що виходить комбінований сповіщувач детектор диму і тепла, який вже реагував на два різних визначальні чинники пожежі. Двохкаскадний транзисторний підсилювач в цьому виробі двічі інвертує сигнал, що підсилюється, а це не сприяє стійкості роботи схеми, але цю проблему буде розглядатися пізніше при аналізі схемних рішень фотопідсилювачів. Важливим моментом є в цій схемі те, що пам'ять спрацювання виконана на тиристорі, а це означає, що таке рішення не може бути застосовано для роботи в шлейфі пожежної сигналізації із знакозмінним формуванням напруги. Крім того, в цій схемі відсутній випрямляч, так що такий пристрій може вийти з ладу при неправильному підключенні полярності напруги живлення.

Принципова електрична схема сповіщувача за патентом US 4506161 виконана на 4 транзисторах, бінарному лічильнику і одному тиристорі (див. рис. 5). Пунктирними лініями розділені між собою функціональні блоки.

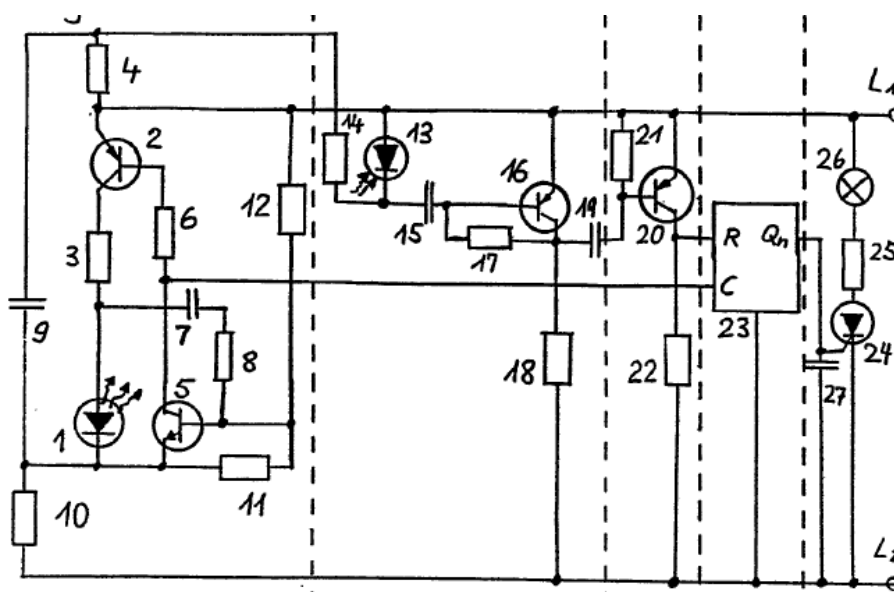


Рис. 5

Інший винахід за патентом US 5670948 є пожежний димовий сповіщувач, стан якого можна перевіряти за допомогою додаткового входу і виходу. Блок-схема

сповіщувача, що відповідає технічному рішенню за наведеним вище патентом приведена на рис. 6.

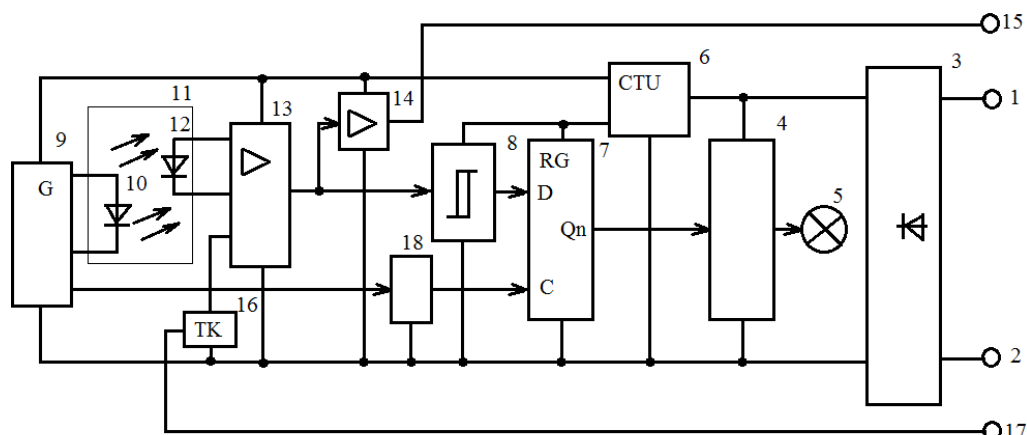


Рис. 6

де:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1, 2 - клеми живлення; | 11 - камера димового сенсора; |
| 3 - випрямляч; | 12 - фотодіод; |
| 4 - вихідний каскад; | 13 - перший підсилювач; |
| 5 - індикатор; | 14 - другий підсилювач; |
| 6 - обмежувач струму і напруги; | 15 - клемма контролю напруги; |
| 7 - зсувний регістр; | 16. - тестовий ключ; |
| 8. - пороговий елемент; | 17 - тестова клемма; |
| 9. - генератор; | 18 - узгоджувач рівня. |
| 10 – ПЧ-випромінювач; | |

Вихідний рівень можна перевірити на додатковій клемі 15. Створити тестовий вплив на сповіщувач можна за допомогою іншої додаткової клемі (17).

Принципова електрична схема такого сповіщувача приведена на рис. 7. Це технічне рішення значно складніше схеми за попереднім патентом US 4506161. Тут з'явився випрямляч DB, з конденсатором C11 і супресорами Z3, Z4. Живлення елементів здійснюється від стабілізатора напруги з обмежувачем струму. У пристрої є індикація чергового режиму роботи завдяки зв'язку світлодіода L2 через резистор R35 з колектором транзистора Q14 генератора імпульсів.

Через ці обставини більш складне рішення вихідного каскаду - для рівномірності індикації в черговому режимі роботи і в режимі пожежної тривоги довелося авторам використовувати паралельний стабілізатор напруги на транзисторі Q12. Більш складним виявився і перший підсилювач, який виконаний на 4-х транзисторах Q1 - Q4. Другий підсилювач виконаний на емітерний повторювачі Q6. До контрольних клем 5 і 6 може

бути підключений імпульсний вольтметр, або осцилограф, для вимірювання амплітуди сигналу на виході першого підсилювача.

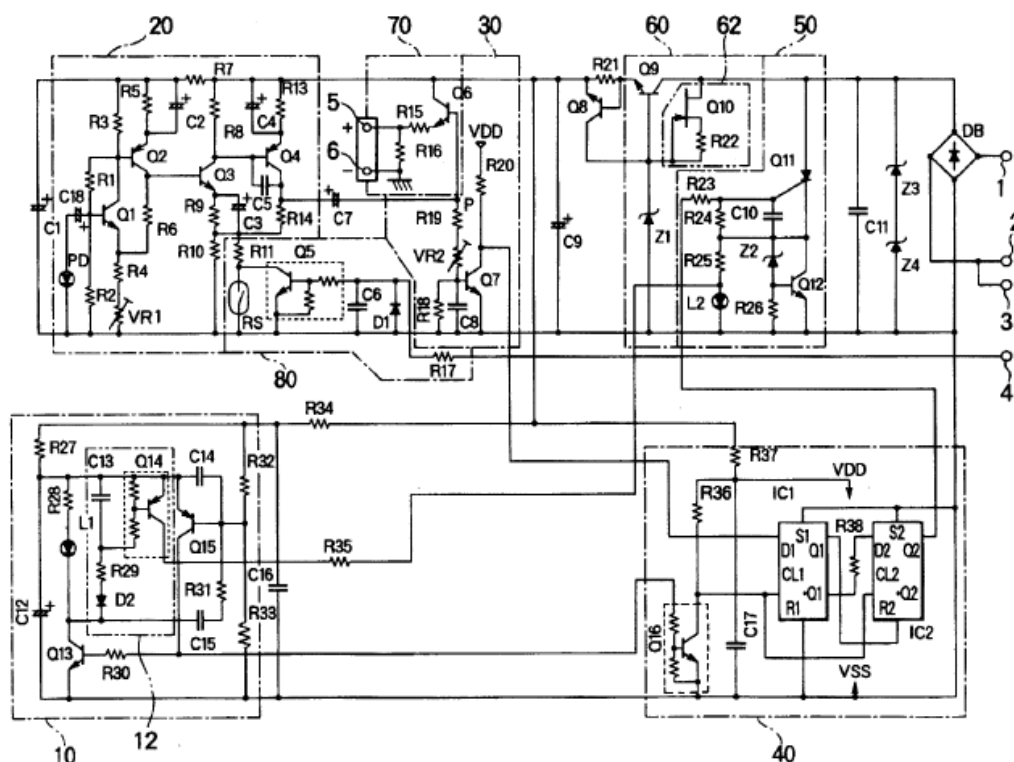


Рис. 7

Налаштування чутливості сповіщувача здійснюється змінним резистором VR1. Так щоб певним значенням оптичної щільності повітря відповідали необхідні свідчення вольтметра. Зсувний регістр виконаний на КМОП мікросхемі містить два D-тригера IC1 і IC2. Тестування сповіщувача може здійснюватися дистанційно за допомогою тестового ключа Q5 або вручну магнітом, впливаючи на геркон RS. Компарування сигналу здійснюється пороговим елементом на транзисторі Q7, поріг спрацьовування якого налаштовується за допомогою змінного резистора VR2. Застосування мостового випрямача з одного боку спрощує монтаж пожежних сповіщувачів в шлейфах пожежної сигналізації з постійною напругою живлення, тому що не потреби стежити за полярністю підключення провідників шлейфу до контактів бази сповіщувача. З іншого боку, для включення такого сповіщувача в знакомінний шлейф необхідно використовувати додаткові елементи, щоб запобігти прийманню сигналу "Несправність" (КЗ) ППКП при пожежній тривозі.

У патенті US 5872517 показано, як з димового пожежного сповіщувача можна отримати комбінований тепло-димовий сповіщувач якщо на тій же друкованій платі сповіщувача розмістити терморезистор, здвоєний операційний підсилювач, пару

транзисторів і десятків резисторів. Модернізована таким чином принципова електрична схема приведена на рис. 8.

Дільниками напруги на резисторах RT3, ..., RT6 встановлюються порогові перемикачів компараторів ICT1 і ICT2. При перемикачці першого компаратора ICT1 формується сигнал пожежної тривоги. Другий компаратор ICT2 відстежує те значення температури, при якій зсувний регістр може бути повернутий в початковий стан. Але сам сповіщувач буде все одно залишатися в стані пожежної тривоги завдяки властивості тиристора Q11, на якому виконаний вихідний каскад сповіщувача.

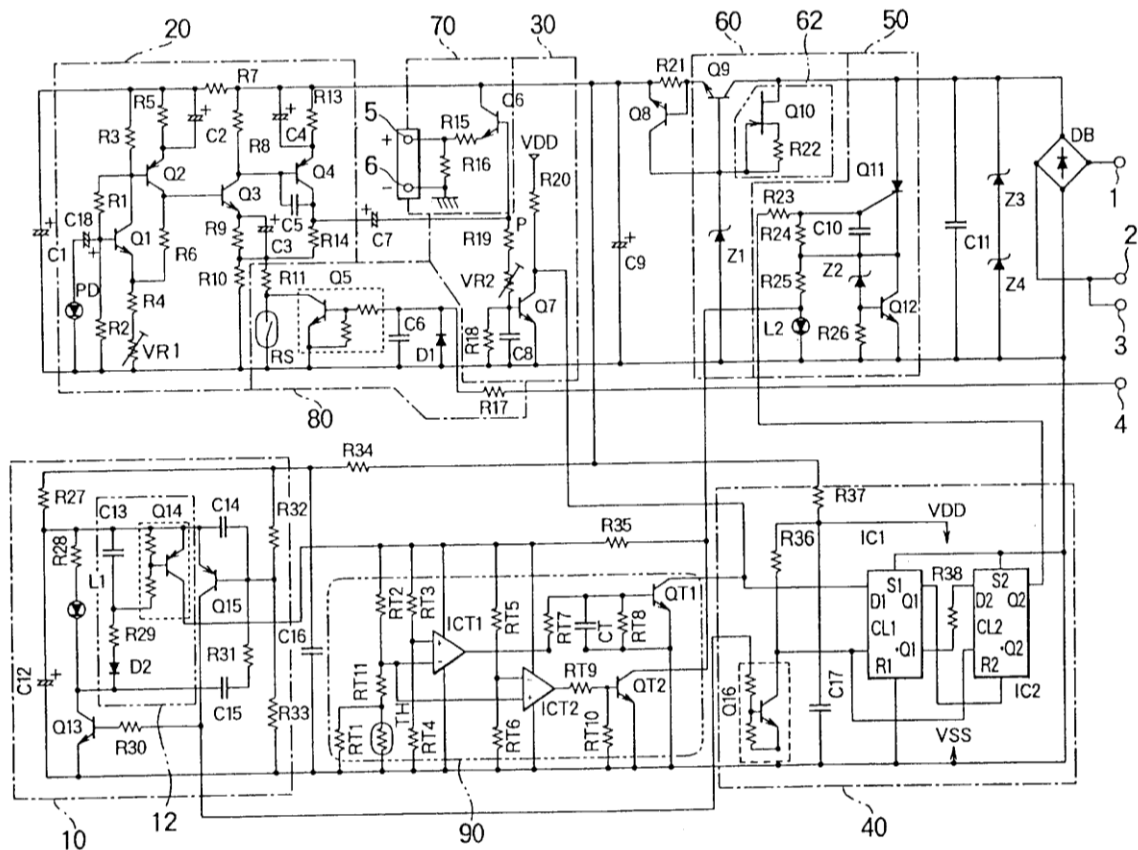


Рис. 8

Кілька спрощена схема пожежних сповіщувачів, у якого видалені блоки тестування і контролю амплітуди імпульсів на виході підсилювача і відповідні клеми. Блок схема такого спрощеного варіанту представлена на рис. 9.

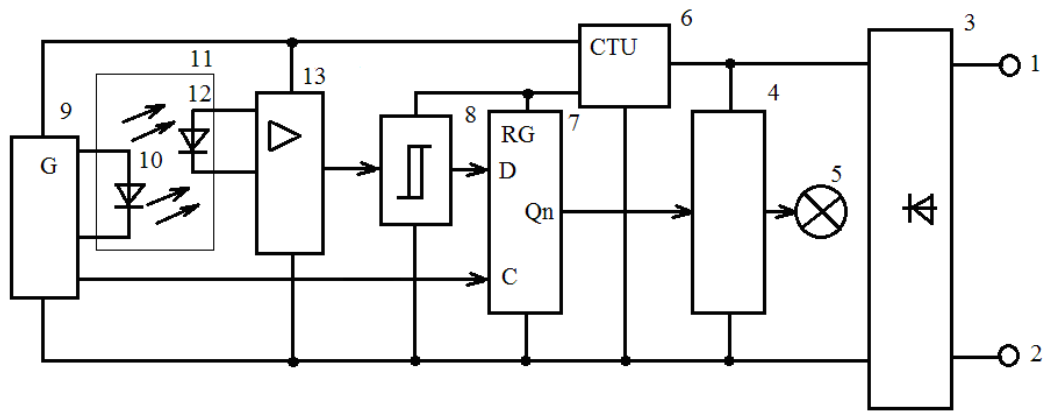


Рис. 9

Принципова схема пожежного димового сповіщувача, відповідного наведеної блок-схемі і наведена на рис. 10, захищена патентом США US 6288647. Тут є істотні відмінності від попередніх двох принципових схем, зокрема оригінальні виконання вихідного каскаду, обмежувача струму і напруги, генератора, регістра зсуву і підсилювача. У чому проявляються ці відмінності будуть розглянуті в наступних семінарах, присвячених окремим елементам і блокам пожежних димових сповіщувачів.

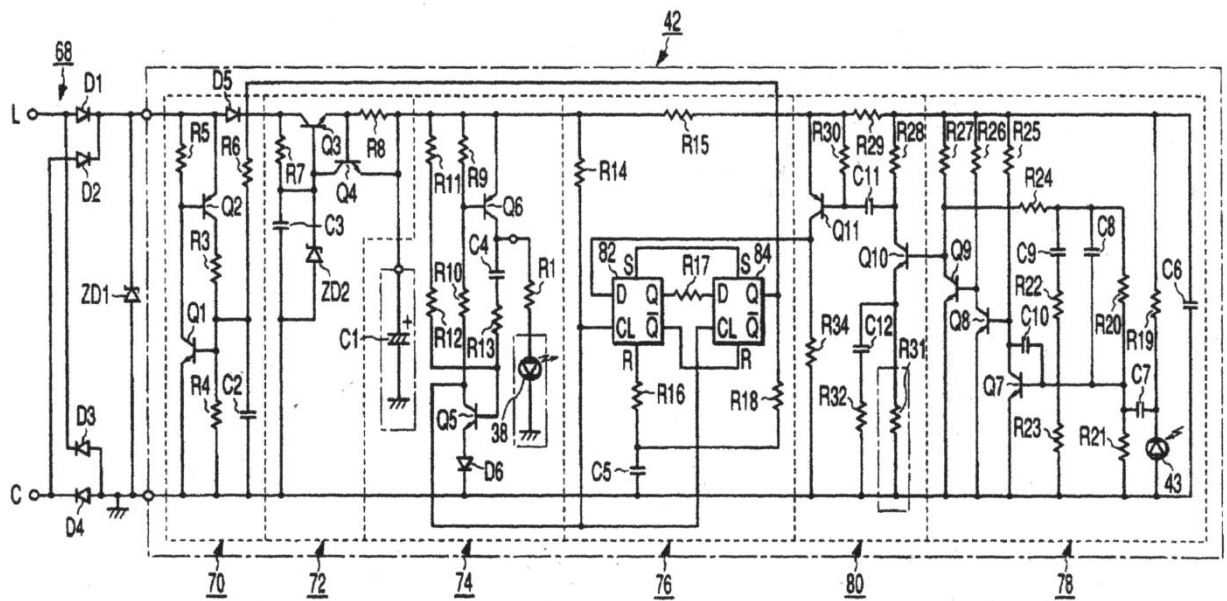


Рис. 10

За подібним принциповим схемам випускалися пожежні димові сповіщувачі декількома фірмами. Прикладами можуть служити сповіщувачі: DE 338-2L фірми DEFENSE, Q01-3 фірми HORING LIN INDUSTRIAL, FEON 2000 фірми ZETA і ін. Істотним недоліком виробів з такою архітектурою блоків є імпульсне споживання струму від шлейфу пожежної сигналізації з частотою роботи генератора, Амплітуда імпульсу струму досягає 75 мкА при середньому значенні споживаного струму 25 мкА. Два - три

десятка таких сповіщувачів можуть створювати в шлейфі випадкові за часом спрацювання, коли все сповіщувачі самі будуть залишатися в черговому режимі роботи.

З появою великих інтегральних схем їх використання знайшло своє відображення в розробці нових пожежних сповіщувачів. Блок-схема пристрою, що містить сигнальний логічний процесор 42, програмну пам'ять 44, аналогово-цифровий перетворювач 38, підсилювач 36, драйвер ІЧ-випромінювача 34, драйвер індикаторного світлодіода 50, вихідний каскад 48, представлена на рис. 11. Ця схема була захищена американським патентом на винахід US 5400014.

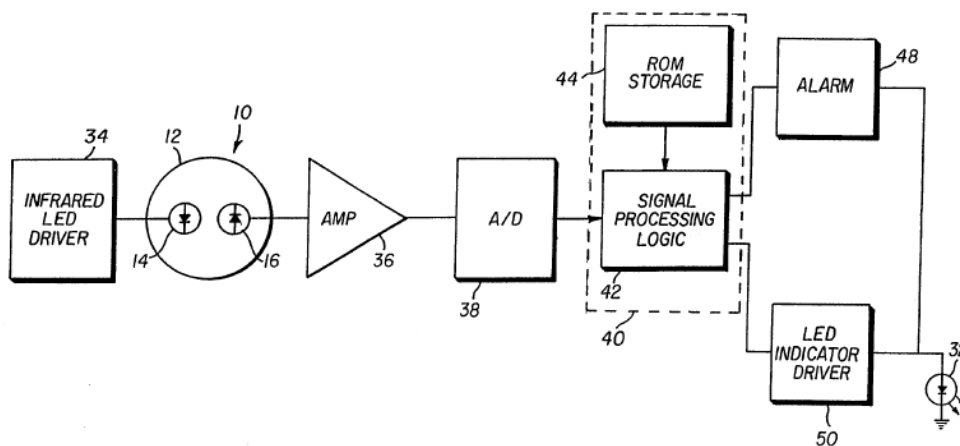


Рис. 11

Додавання до пристрою цифро-аналогового перетворювача 70, а також зміна програмного забезпечення виробу (додавання блоку тестування 46) дозволило створити новий винахід: US 5543777. Блок-схема модернізованого сповіщувача представлена на рис. 12.

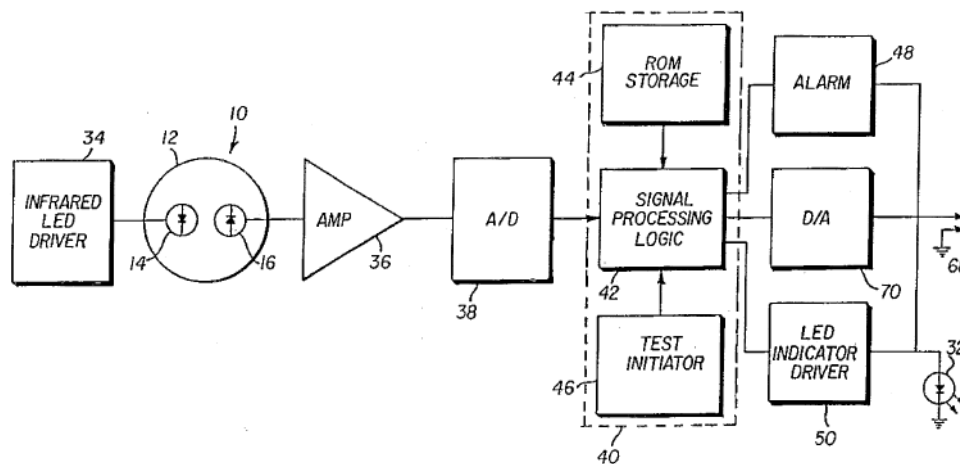


Рис. 12

Тепер за допомогою вольтметра, підключеного до клем 68, його чутливість може бути легко визначена протягом усього терміну служби виробу. Кожен димовий

сповіщувач відкалібрований в процесі виробництва, в результаті калібрування враховуються його конкретні перехідні параметри, а сама інформація про калібрування зберігається в пам'яті сповіщувача.

У черговому патенті US 5691699 з пріоритетом 1996 роки вже використовується мікроконтролер, як основний елемент пожежного сповіщувача. Блок-схема такого сповіщувача представлена на рис. 13.

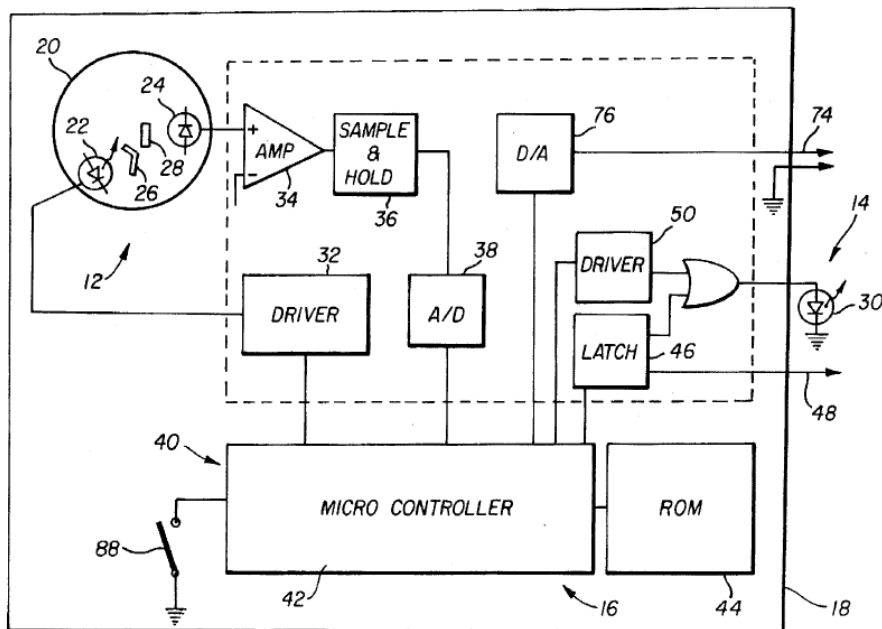


Рис. 12

В цілому схема містить практично такі ж елементи, як і в попередньому технічному рішенні. Додатковими елементами є схема вибірки і зберігання 36 і інтерфейсний модуль 46, який дозволяє передавати інформацію про стани сповіщувача як електричним способом 48, так і оптичним за допомогою світлодіода 30. Прийом оптичної інформації пропонувалося здійснювати за допомогою фотоприймача, представленого на рис. 14. Принципова схема цього приймача оптичної інформації наведена на рис. 15. Приймачем оптичного випромінювання був фотодіод 162, як найбільш швидкодіючий перетворювач оптичного сигналу в електричний. Підсилювач був виконаний на одному транзисторі Q1. Подальша обробка інформації здійснювалася мікроконтролером 166. Стабілізація часових параметрів забезпечувалася кварцованим тактовим генератором мікроконтролера. Відображення інформації здійснювалося на рідкокристалічному дисплеї 164. Електроживлення фотоприймача було автономним - від батареї через інтегральний стабілізатор напруги V1. Виріб не містило вимикача живлення, так як в режимі очікування виріб практично не споживав енергії. Запуск здійснювався тактовою кнопкою, а після відображення отриманої оптичної інформації виріб автоматично поверталася в режим очікування.

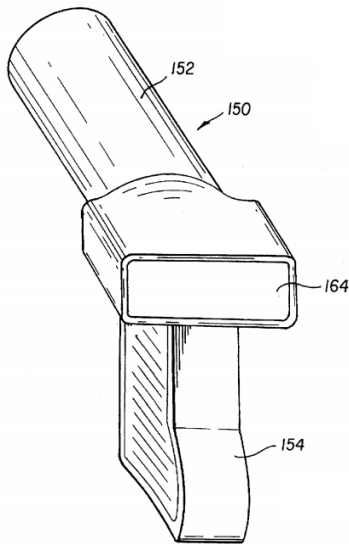


Рис. 14

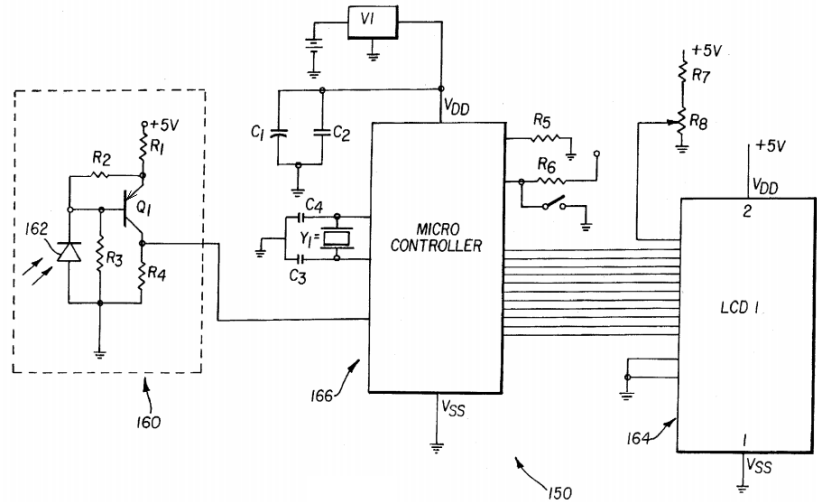


Рис. 15

На всьому пострадянському просторі подібних виробів поки що не виробляють. Можливо, виробники бояться порушити діючий об'єкт інтелектуальної власності? Але ж обмеження по використанню патенту діють на території, на якій цей патент зареєстрований. Є сумніви в корисності цього технічного рішення? Але хіба не спроститься технічне обслуговування бездресної системи пожежної сигналізації з такими інтелектуальними сповіщувачами, якщо фахівець з обслуговування системи зможе дистанційно і безконтактно отримати по кожному сповіщувачу, наприклад, рівень його запиленості? Або просто немає потреби в подібному виробі через нормативні обмеження? Тому що розвиток пожежних сповіщувачів пішов у напрямку адресних систем, а потім у напрямку адресно-аналогових систем, коли уся інформація про стан сповіщувача передається на адресний ППКП, а може відтворюватись на дисплеї приладу на вимогу оператора.

Розвиток техніки в сучасному світі йде настільки стрімко в сторону мініатюризації, так що принципова електрична схема пожежного сповіщувача відрізняється від блок-схеми тільки наявністю декількох деталей: діодів (супресорів), конденсаторів. Всі інші елементи виконані у 14 піновому корпусі інтегральної мікросхеми. Прикладом може служити мікросхема E520.32 німецької фірми ELMOS, фото якої наведено на рис. 16, а принципова схема - на рис. 17.

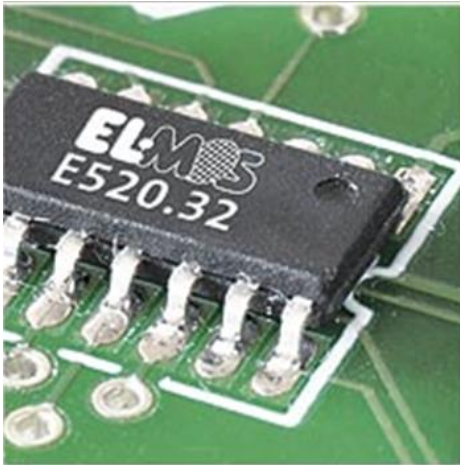


Рис. 16

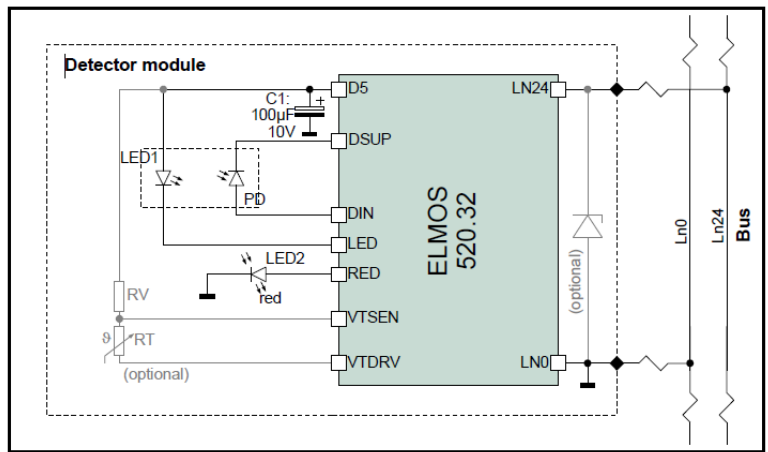


Рис. 17

Сама мікросхема, яка розміщена в 14 піновому корпусі SOIC, являє собою досить складний пристрій, що є адресним мультисенсорним (комбінованим тепло-димовим) сповіщувачем і містить аналогові, цифрові та аналогово-цифрові компоненти, розміщені на одному кристалі. Для того щоб переконатися в цьому досить поглянути на функціональну схему контролера, наведену на рис. 18.

У характеристиках мікросхеми сказано, що до її складу входить потужнострумний драйвер управління ІЧ світлодіодом і підсилювач сигналу фотодіода з високоімпедансним входом.

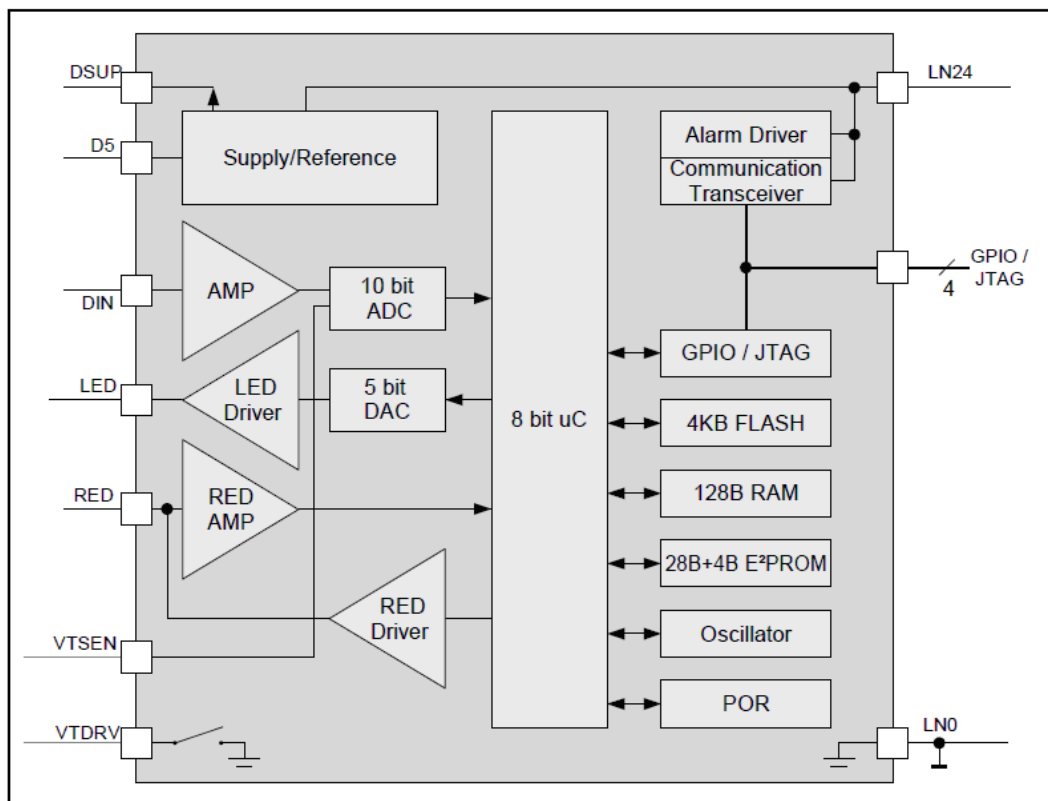


Рис. 18

Струм споживання самої мікросхеми в черговому режимі роботи становить всього близько 90 мкА, що важливо при живленні сповіщувачів від адресного шлейфу сигналізації, в якому можна розмістити до 255 пристроїв.

Драйвер ІЧ світлодіода може віддавати струм до 200 мА з дискретністю 32, а підсилювач струму здатний приймати та перетворювати сигнали від 1,5 до 45 нА, що приходять від фотодіода. Швидкодія підсилювача і 10-розрядного АЦП дозволяють використовувати короткі імпульси ІЧ випромінювача, забезпечуючи високу швидкість виявлення при малих енергетичних витратах. Вузкосмуговий фільтр підсилювача зводить до мінімуму вплив зовнішніх перешкод і ймовірність виникнення фіктивних тривог. Індикатор стану сповіщувача використовується також для прийому інформації від пульта тестування цієї ІМС. Формуванням сигналів індикатора стану і обробкою прийнятих сигналів управляє 8-розрядний мікроконтролер. Можливість програмування мікросхеми E520.32 дозволяє гнучко оптимізувати характеристики розроблюваної системи. Для того, щоб зрозуміти призначення і функціонування окремих вузлів цієї мікросхеми необхідно знати основи аналогової та цифрової схемотехніки, структуру і принципи роботи мікро-ЕОМ і мікроконтролерів, а також основи побудови пожежних сповіщувачів. Наприклад, тільки кваліфікований фахівець зможе довести необхідність використання на схемі E520.32 підсилювача RED AMP падіння напруги на індикаторі стану LED RED.

Література:

1. Ф. И. Шаровар "Устройства и системы пожарной сигнализации" Изд. 2-е, М. Стойиздат, 1985г.
2. <http://www.google.com/patents/CA1287140C?hl=ru&cl=en>
3. <https://www.google.com/patents/CA1242256A1?cl=en>
4. <https://www.google.com/patents/CA1129034A1?cl=en>
5. <https://www.google.com/patents/US4506161?dq=US+4506161&hl=ru>
6. <https://www.google.com/patents/US5670948?dq=US+5670948&hl=ru>
7. <https://www.google.com/patents/US4506161?dq=US4506161&hl=ru>
8. <https://www.google.com/patents/US5872517?dq=US5872517&hl=ru>
9. <https://www.google.com/patents/US6288647?dq=US+6288647&hl=ru>
10. <https://www.google.com/patents/US5400014?dq=US+5400014&hl=ru>
11. <https://www.google.com/patents/US5400014?dq=US+5400014&hl=ru>
12. <https://www.google.com/patents/US5691699?dq=US+5691699&hl=ru>
13. Programmable Smoke Detector Controller E520.32
http://www.elmos.com/fileadmin/2013/02_products/04_sensor/06_smoke-detector/e520-32_elmos_ds.pdf
14. О.І. Воробйов «Системи пожежної сигналізації» Навч. посібник. – Львів: ЛДУБЖ 2018.- 231с.