

Компоненти систем протипожежного захисту

Розділ 6.5

Димові пожежні сповіщувачі. Частина 5

Огляд відомих технічних рішень

Вітчизняні патенти по схемним рішенням

Згадуючи процес по інтелектуальній власності, який проходив з 2004 по 2007 рік і був організований власником патенту RU 2221278 проти сповіщувача ИПД-3.1 можна сказати, що для висновків про використання / невикористання цього патенту залучалися досить імениті експерти. Тому, як вони оцінювали технічні рішення, використані в пожежному сповіщувачі можна було б присвятити окреме оповідання з обов'язковими посиланнями на матеріали справи, щоб наочно було видно кваліфікація цих фахівців, яким по штату положено знати пожежні сповіщувачі досконально. Цей семінар якраз і присвячений тому, щоб фахівці галузі навчилися читати схеми і розуміти призначення основних елементів димових пожежних сповіщувачів, хоча б для того, щоб відрізнити один виріб від іншого, переваги та недоліки реальних виробів.

Так як сповіщувач ИП212-41М, принципова електрична схема якого патенту РФ №2221278, містив малу кількість елементів і був одним з найдешевших пожежних димових точкових сповіщувачів, то багато запатентованих технічних рішень використовували саме виріб ИП 212-41М в якості прототипу, а не патент РФ. Так в патенті України на винахід № 75528 приведена блок-схема пожежного сповіщувача, яка представлена на рис. 1.

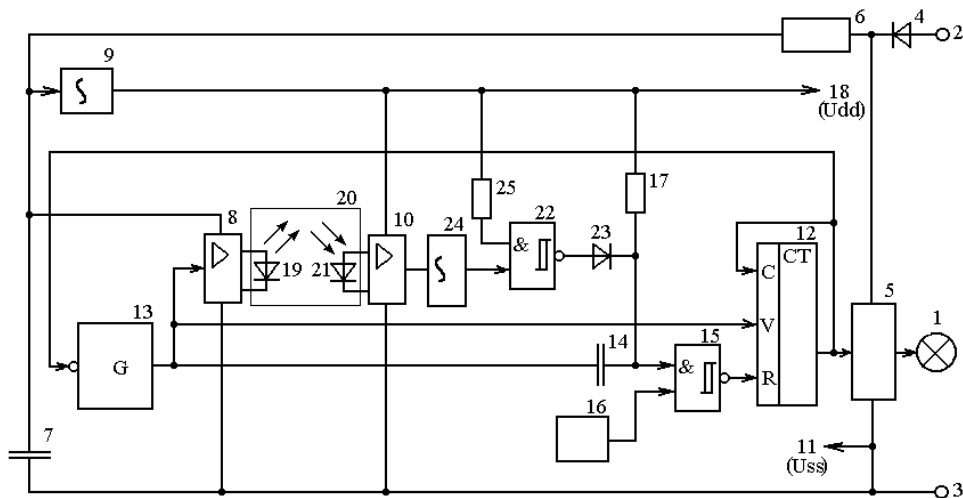


Рис. 1

- | | | |
|-----|---------------------------|-------------------------------|
| де: | 1 - індикатор; | 14 - другий конденсатор; |
| | 2, 3 - клеми сповіщувача; | 15 - перший тригер Шмітта; |
| | 4 - випрямляч; | 16 - вузол скидання; |
| | 5 - вихідний каскад; | 17 - перший резистор; |
| | 6 - стабілізатор струму; | 18 - шина електроживлення; |
| | 7 - перший конденсатор; | 19 - ІЧ-випромінювач; |
| | 8 - транзисторний ключ; | 20 - камера димового сенсора; |
| | 9 - перший інтегратор; | 21 - фотоприймач; |
| | 10 - підсилювач; | 22 - другий тригер Шмітта; |
| | 11 - загальна шина; | 23 - діод; |
| | 12 - бінарний лічильник; | 24 - другий інтегратор; |
| | 13 - генератор; | 25 - другий резистор. |

Головною відмінністю цієї блок-схеми від прототипу є наявність другого інтегратора 24 між виходом підсилювача 10 і компаратором на тригері Шмітта 22, причому другий вхід цього тригера Шмітта 22 підключений на шину живлення 18 через другий резистор 25. Використання нововведених елементів: другого інтегратора 24 і резистора 25, а також нових зв'язків між елементами димового пожежного сповіщувача дозволило підвищити стабільність чутливості сповіщувача, що було підтверджено відповідними розрахунками і випробуваннями.

На рис. 2 представлена блок-схема пожежного сповіщувача, яка була захищена патентом України № 75532, хоча на відміну від прототипу - сповіщувача ИП212-41М було добавлено у схему тільки один резистор - другий резистор 23.

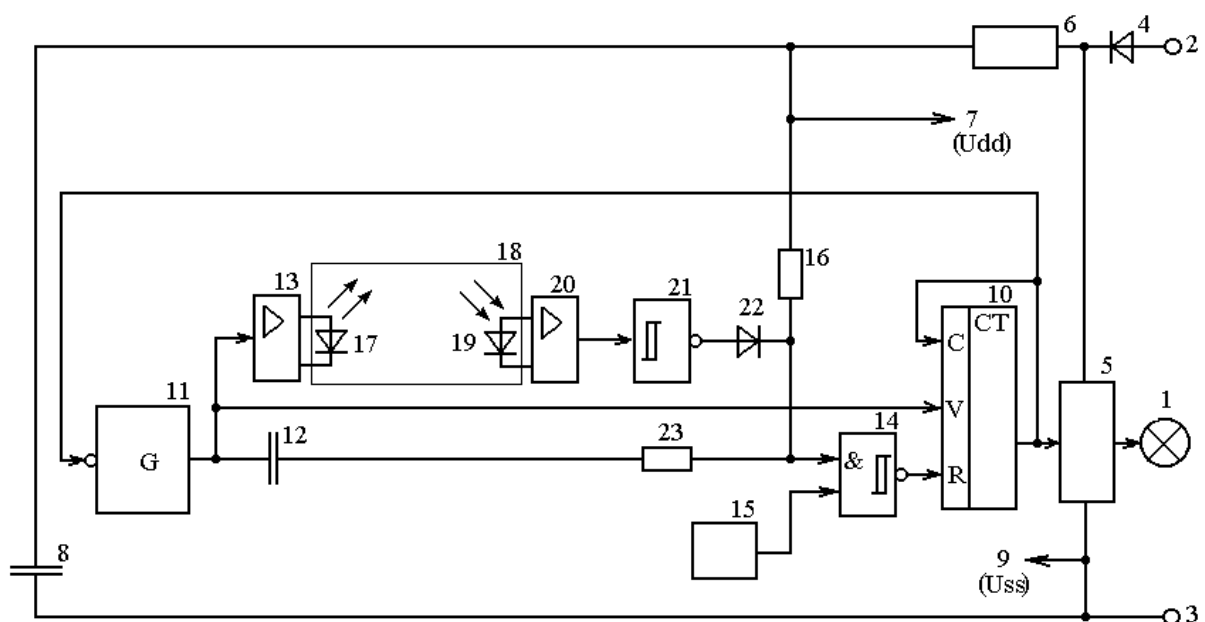


Рис. 2

- | | | |
|-----|---------------------------|-------------------------------|
| де: | 1 - індикатор; | 13 - транзисторний ключ |
| | 2, 3 - клеми сповіщувача; | 14 - перший тригер Шмітта; |
| | 4 - випрямляч; | 15 - вузол скидання; |
| | 5 - вихідний каскад; | 16 - перший резистор; |
| | 6 - стабілізатор струму; | 17 - ІЧ-випромінювач; |
| | 7 - шина електроживлення; | 18 - камера димового сенсора; |
| | 8 - перший конденсатор; | 19 - фотоприймач; |
| | 9 - загальна шина; | 20 - підсилювач; |
| | 10 - бінарний лічильник; | 21 - другий тригер Шмітта; |
| | 11 - генератор; | 22 - діод; |
| | 12 - другий конденсатор; | 23 - другий резистор; |

Використання додаткового другого резистора 23, з його зв'язками і співвідношенням опору цього другого резистора 23 до опору першого резистора 16 і до внутрішнього опору виходу логічного елемента і внутрішнього опору відкритого діода дозволило підвищити стабільність чутливості сповіщувача від виробу до виробу.

Наступне технічне рішення, представлене на рис. 3, було також патентом України № 9400 на корисну модель. Особливістю цієї схеми є те, що генератор має три не пов'язаних між собою виходи. Кожен з цих виходів управляє своїми елементами, забезпечуючи необхідну тривалість імпульсу, а також зсув фаз сигналів одного від іншого.

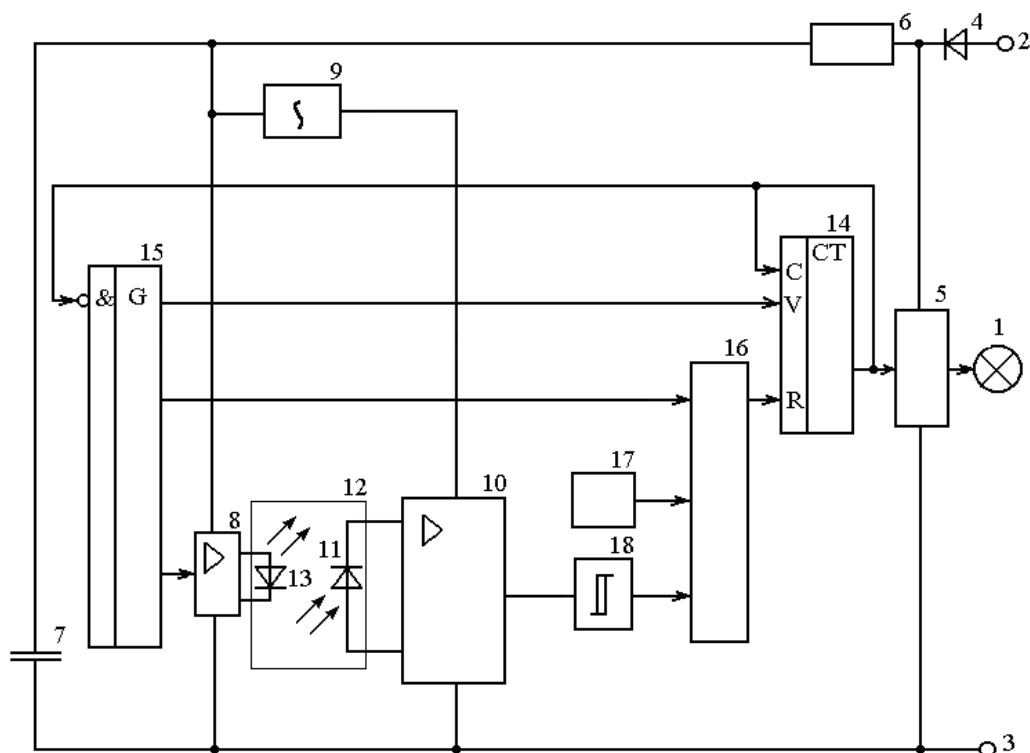


Рис. 3

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| де: 1 - індикатор; | 11 - фотоприймач; |
| 2, 3 - клеми сповіщувача; | 12 - камера димового сенсора; |
| 4 - випрямляч; | 13 – ІЧ-випромінювач; |
| 5 - вихідний каскад; | 14 - бінарний лічильник; |
| 6 - стабілізатор струму; | 15 - генератор; |
| 7 - конденсатор; | 16 - схема порівняння; |
| 8 - транзисторний ключ; | 17 - вузол скидання; |
| 9 - інтегратор; | 18 - компаратор. |
| 10 - підсилювач; | |

Нерозкрита на рис. 3 схема порівняння 16 спільно з вузлом скидання і бінарним лічильником виконує функцію синхронного детектора аналогічно схемі, представлений на рис. 4.

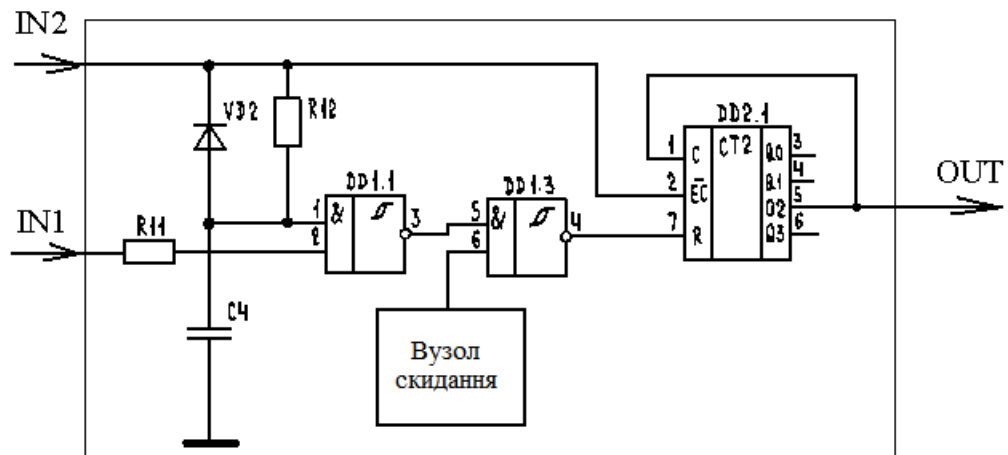


Рис. 4

Позначення елементів на цьому рисунку відповідає схемі електричної принципової сповіщувача ИП212-5М. Синхронний детектор містить:

- інтегратор на елементах VD2, R12 і C4;
- вузол скидання;
- бінарний лічильник DD2.1;
- два елементи 2I-HE DD1.1 та DD1.3.

На першому елементі DD1.1 виконується функція множення опорного і досліджуваного сигналів, а на бінарному лічильнику DD2.1 - функція низькочастотної фільтрації - підрахунку кількості імпульсів. За допомогою інтегратора здійснювалася затримка переднього фронту тактового імпульсу генератора, так як через низьку швидкодію підсилювача імпульс на його виході при задимленості простору затримувався на кілька десятків мікросекунд. За умови логічного множення імпульсів опорного

частотного сигналу з імпульсами, які надходять з виходу підсилювача, будуть оцінюватися тільки справжні сигнали, викликані розсіюванням ІЧ-випромінювання в камері димового сенсора. Шумові сигнали, що з'являються на виході підсилювача фотоприймача в будь-який інший час періоду генератора імпульсів, будуть завжди скидати бінарний лічильник і він ніколи не дорахує до чотирьох, щоб став активним його вихід Q2 (OUT).

Для підвищення достовірності інформації одержуваної від димового сенсора, як цього вимагає класична література, необхідно зменшувати імпеданс вхідного ланцюга підсилювача і звужувати посилюється смугу частот. Саме цим завданням були присвячені патент на корисну модель України № 9923. Блок-схема, що відповідає цим критеріям, представлена на рис. 5. Позначення елементів, крім 19 і 20, відповідає позначенням елементів, представлених на рис. 3.

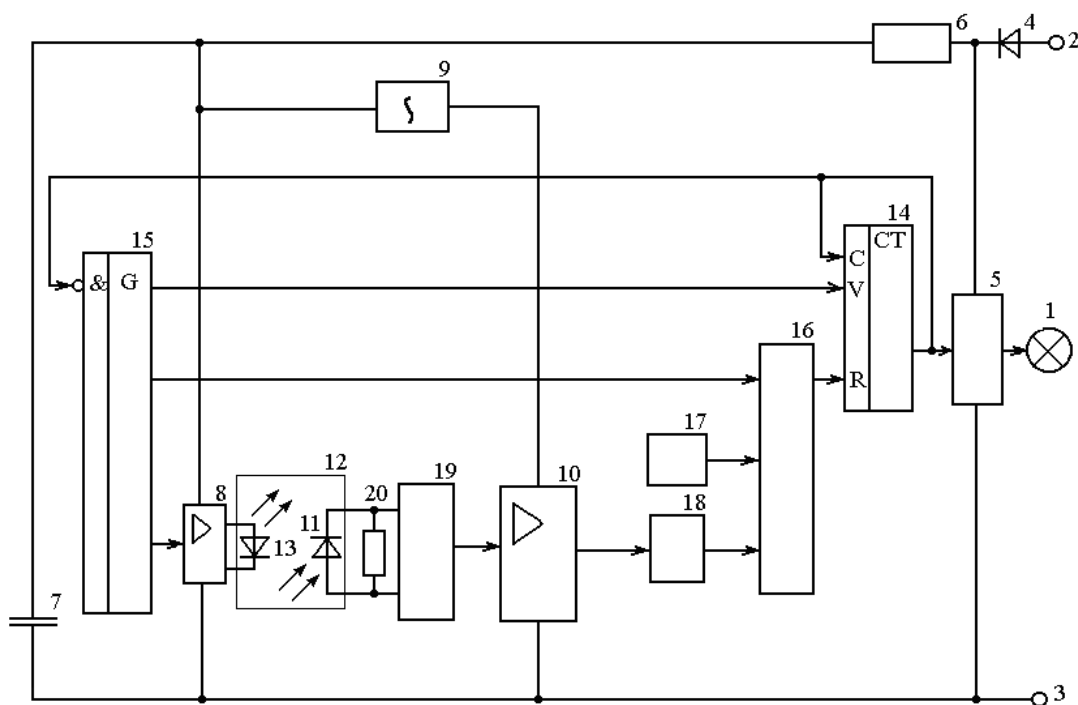


Рис. 6

де: 19 - фільтр високих частот; 20 - резистор.

Фотовольтагічне включення фотодіода 11 дозволяє виділити на резисторі 20 навантаження фото-ЕРС в моменти розсіювання ІЧ-випромінювання в камері димового сенсора, а в решту часу не брати електромагнітні перешкоди від різних джерел через малий імпеданс у цьому ланцюзі.

Фільтр високих частот 18 дозволяє проводити підсилення імпульсів тільки певної тривалості, що дозволяє істотно знизити вплив перешкод від мережі змінного струму.

Задовго до закінчення процесу, ще в 2005 році, виробник сповіщувача ИПД-3.1 провів його модернізацію з додаванням до назви літери "М" і почав поставляти його за

іншою схемою, виконаною із застосуванням реєстрів зсуву, а не бінарних лічильників. Таке технічне рішення було захищено патентом України на винахід № 80484. Блок-схема димового пожежного сповіщувача ИПД-3.1М представлена на рис. 7.

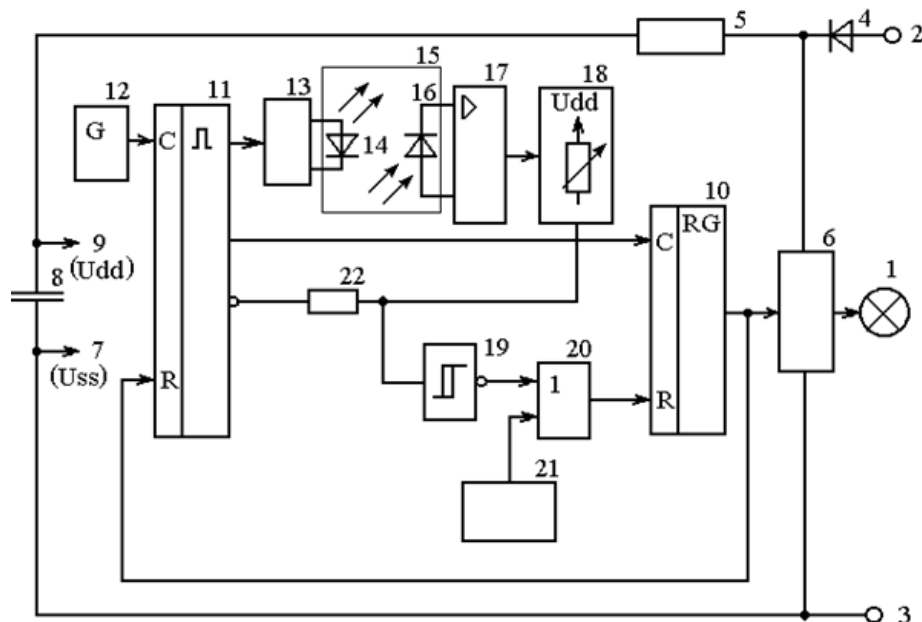


Рис. 7

де: 10 – реєстр зсуву; 18 - комутатор опору;
11 - формувач імпульсів; 21 - вузол скидання.

Решта блоків і елементів аналогічні схемам, наведеним на рис. 3. Особливістю цього технічного рішення було те, що всі блоки живляться від одного накопичувального конденсатора 8, який повільно заряджався то шлейфу пожежної сигналізації через струмообмежувальний елемент 5 і швидко розряджався за допомогою струмового ключа 13 на ІЧ-випромінювач 14. У цьому випадку роботу підсилювача 17, комутатора опору 18, а також порогового елемента 19 можна було вважати стабільною, так як оцінка величини сигналу здійснювалася в процесі різкого зниження величини напруги живлення.

Удосконаленням цієї схеми став наступний патент на винахід України № 78855. Блок-схема цього сповіщувача представлена на рис. 8.

У цьому випадку живлення логічних елементів і підсилювача здійснювалося через інтегратор 19, який забезпечував з одного боку стабільність величини напруги живлення підсилювача 18 і порогового елемента 19. Крім того, в цій схемі був введений фільтр високої частоти 26, а тактовий генератор 8 скидався від вузла скидання 16. При таких взаємозв'язках схема стійко стартувала при кожному включенні напруги живлення.

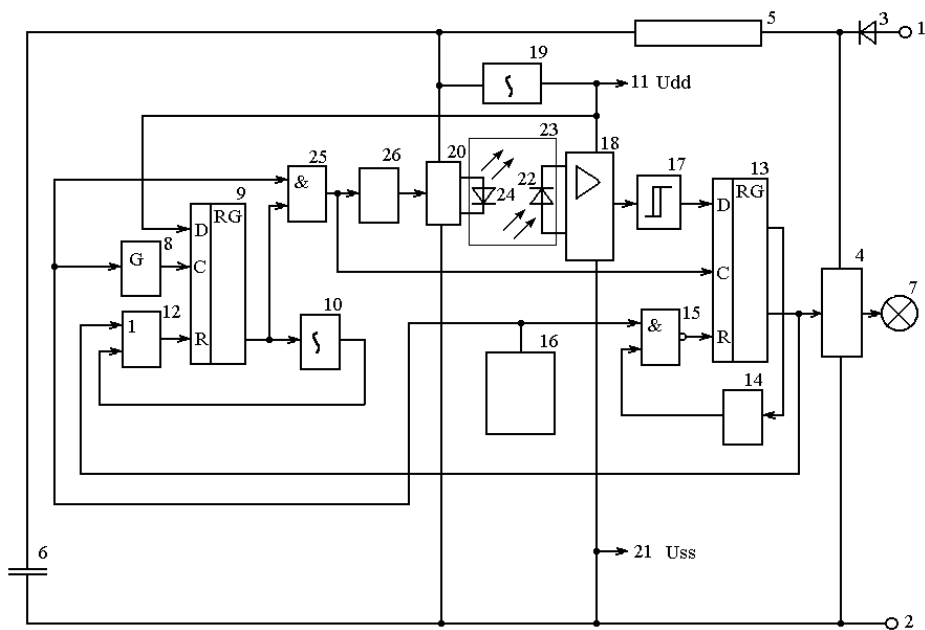


Рис. 8

Однак зниження напруги живлення підсилювача 18 до мінімальної напруги живлення логічних КМОП мікросхем (3 В) вимагало побудови багатокаскадного підсилювача для забезпечення належного коефіцієнта підсилення. Вирішенню цієї проблеми було присвячено наступна схема, представлена на рис. 9. Особливістю цієї схеми, яка також була захищена патентом України на корисну модель № 31708 є те, що живлення підсилювача 18 і логічних мікросхем здійснюється через окремі інтегратори 27 і 19, а живлення всіх елементів схеми здійснюється від обмежувача струму і напруги 5.

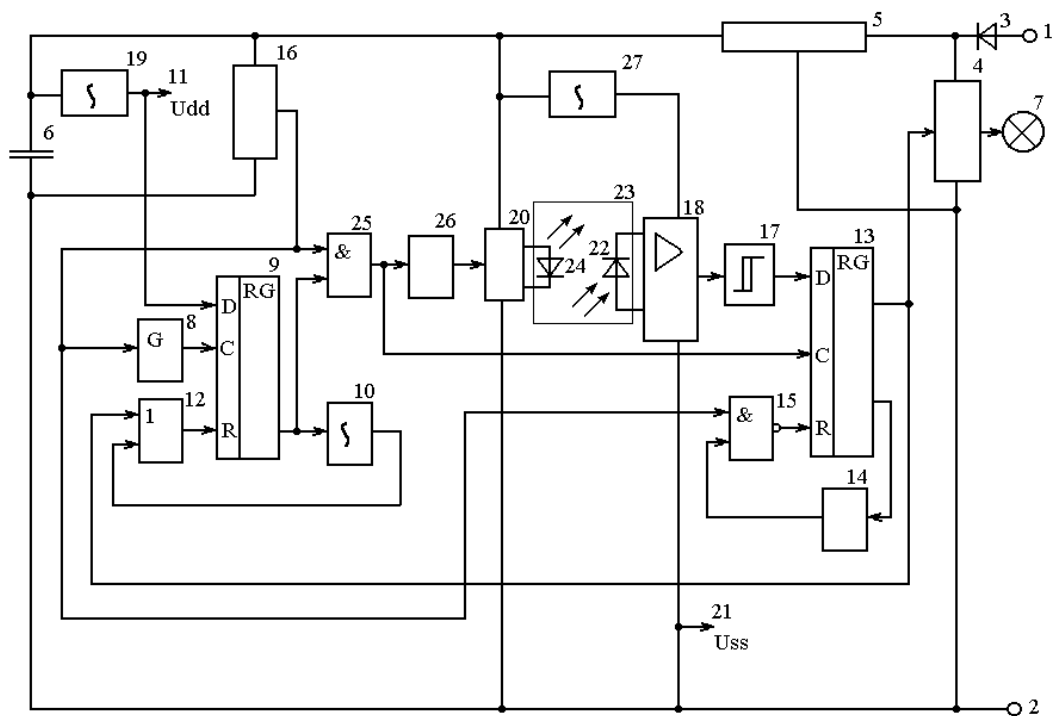


Рис. 9

За рахунок введення обмежувача 5 струму і напруги в черговому режимі роботи забезпечується стабільне падіння напруги на конденсаторі 6. Причому, величина цієї напруги може перевищувати значення мінімальної робочої напруги логічних елементів в 2 - 3 рази. Падіння напруги між шинами 11 і 21 буде залишатися на рівні, який трохи перевищує мінімальну робочу напругу (3,5–4,5) В. При цьому логічні елементи і тактовий генератор 8 споживатимуть найменше значення струму, що важливо для пожежних сповіщувачів. Підключення підсилювача 18 через окремий інтегратор 27 дозволяє збільшити його напругу живлення до величини падіння напруги на конденсаторі 6. У черговому режимі роботи падіння напруги на конденсаторі 6 може бути (7 - 8) В. У той же час різниця потенціалів між шинами 11 і 21 для живлення логічних КМОП мікросхем - (3,5 - 4,5) В. Для цього значення напруги на виході типової схеми обмежувача 5 струму і напруги температурний коефіцієнт напруги має позитивне значення $0,07\% / ^\circ \text{C}$. Температурна стабілізація напруги живлення підсилювача 18, струмового ключа 20 і вузла 16 скидання по напрузі живлення забезпечує температурну стабілізацію чутливості сповіщувача у всьому діапазоні робочих температур відповідно до нормативних вимог стандартів.

Підвищити достовірність оброблюваного димовим пожежним сповіщувачем сигналу може звуження смуги частот. Реалізується цей принцип за допомогою смугового фільтра. Блок-схема димового пожежного сповіщувача, виконаного із застосуванням регістрів зсуву, у якого між підсилювачем і граничним елементом встановлено смуговий фільтр, наведена на рис. 10. І за цією схемою також був отриманий патент на корисну модель України № 65792.

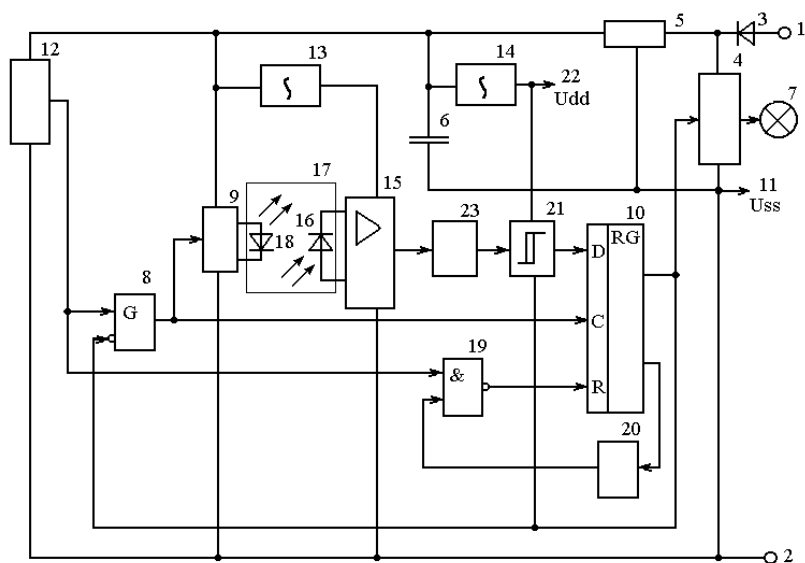


Рис. 10

Пожежні димові сповіщувачі СПД-КАДЕТ (для ринку України) і КАДЕТ-М (для ринку Росії) виробляються з використанням саме цієї блок-схеми.

Те, що виробник ИПД-3.1 перейшов на виробництво модернізованого сповіщувача, зовсім не означає, що ИПД-3.1 проводився за схемою, наведеною в патенті RU2221278. Істотною відмінністю сповіщувача ИПД-3.1 від технічного рішення за патентом RU2221278 була наявність індикації чергового режиму роботи. Здійснювалася ця індикація тим же індикатором стану сповіщувача короткочасними спалахами з періодом тактового генератора - близько 1 с. Ця функція здійснюється за рахунок тільки одного єдиного електричного зв'язку індикатора стану з виходом перетворювача напруга-струм, який управляє ІЧ-випромінювачем. Приклад блок-схеми, в якій реалізована така функція, наведено на рис. 11. На це технічне рішення був виданий патенти на винахід України № 73596.

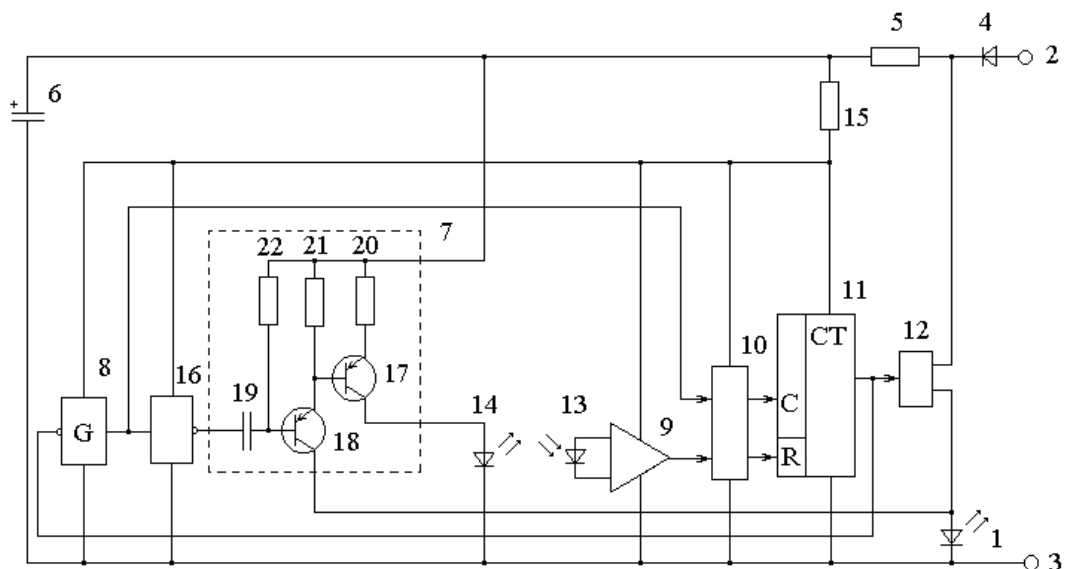


Рис. 11

- | | | |
|-----|---------------------------------|------------------------------|
| де: | 1 - індикатор; | 11 - двійковий лічильник; |
| | 2, 3 - клеми; | 12 - блок вихідного каскаду; |
| | 4 - випрямляч; | 13 - фотоприймач; |
| | 5 - стабілізатор струму; | 14 - ІЧ-випромінювач; |
| | 6 - перший конденсатор; | 15 - обмежувач струму; |
| | 7 - перетворювач напруга-струм; | 16 - інвертор; |
| | 8 - генератор; | 17, 18 - транзистори |
| | 9 - підсилювач; | 19 - другий конденсатор; |
| | 10 - схема порівняння; | 20, 21, 22 - резистори. |

Важливим фактором у цьому технічному рішенні є те, що перетворювач напруга-струм 7 живеться від свідомо більшої напруги, ніж логічні елементи пристрою: генератор 8, інвертор 16, бінарний лічильник 11 і схема порівняння 10. Завдяки цьому вдається забезпечити мале споживання струму виробу в цілому, при цьому забезпечується висока стабільність потужності ІЧ-випромінювання в широкому діапазоні напруги живлення і робочих температур. Індикатор стану, виконаний на світлодіоді, також підключений до блоку вихідного каскаду особливим чином: так, щоб катод цього світлодіода був підключений до загального проводу пристрою. А об'єднані між собою схема порівняння і бінарний лічильник по суті є амплітудним і синхронним детектором. Завдяки електричному поділу через другий конденсатор 19 імпульси з виходу інвертора 16 надходять на базу транзисторного стабілізатора струму, що має два виходи колекторами транзистора 18 і транзистора 17. Колектор транзистора 18 з'єднаний з анодом світлодіода, що виконує роль індикатора стану, а колектор транзистора 17 з'єднаний з анодом ІЧ-випромінювача 14.

Корисність цієї функції була помічена російськими розробниками нормативної документації в сфері пожежної сигналізації і вже в 2009 році вимогу щодо обов'язкової індикації чергового режиму всіма пожежними сповісниками з'явилося у ГОСТ Р 53325.

Література:

1. Баканов В. В. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на винахід № 75528, бюл. №4, 2006 р.
2. Г. Отт "Методы подавления шумов и помех в электронных схемах", М. Мир. 1979 р.
3. Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на винахід № 75532, бюл. № 4, 2006 р.
4. Баканов В. В., Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на корисну модель № 9400, бюл. № 9, 2005 р.
5. Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на корисну модель № 9923, бюл. № 10, 2005 р.
6. Баканов В. В., Михавчук М. І., Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на винахід № 80484, бюл. №15, 2007р.
7. Баканов В. В., Михавчук М. І., Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на винахід №78855, бюл. №5, 2007р.
8. Абушкевич В. В., Баканов В. В., Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на корисну модель № 31708, бюл.№8, 2008р.
9. Абушкевич В. В., Баканов В. В., Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на корисну модель № 65792, бюл.№23, 2011р.
10. Баканов В. В., Михавчук М. І., Мисевич І. З., Циганчук В. В. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на винахід № 73596, бюл. №8, 2005р.
11. Баканов В. В., Циганчук В. В. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на корисну модель № 16629, бюл. №8, 2006р.
12. Баканов В. В., Мисевич І. З. "Димовий пожежний сповіщувач", патент України на винахід № 80313, бюл. №14, 2007р.