

Винахід відноситься до галузі пожежної сигналізації і може бути використаний в системах пожежної сигналізації для виявлення зростання оптичної щільності повітря по інтенсивності розсіювання інфрачервоного випромінювання.

Відомі пожежні сповіщувачі, оптичні датчики диму і пристрої реєстрації диму, що працюють за принципом періодичного випромінювання імпульсів інфрачервоного світла і наступного їхнього прийому, посилення й обробки отриманого сигналу різними способами, формуючи сигнал про наявність чи відсутність диму [див. журнал "Системы безопасности связи и телекоммуникации", 2000, 33, с.65].

Відомий пристрій реєстрації диму [патент Российской Федерации RLJ 2221278, МПК7 G08B17/10, опубл. 2004.01.10], що містить тактовий генератор, випромінювач, зв'язаний через оптичну камеру із світлопоглинаючими стінками з фотоприймачем, схему скидання, формувач сигналу реєстрації диму. Крім того, він містить схему синхронного детектування, схему порівняння і запам'ятовування, що виконана у вигляді першого і другого двоїчних лічильників, причому V-вхід і R-вхід першого двоїчного лічильника схеми порівняння і запам'ятовування з'єднані з відповідними виходами тактового генератора, вихід згаданого першого двоїчного лічильника паралельно зв'язаний із входом випромінювача, V-входом другого двоїчного лічильника схеми порівняння і запам'ятовування і першим входом схеми синхронного детектування, другий і третій входи якої зв'язані відповідно з виходами фотоприймача і схеми скидання, а вихід - з R-входом другого двоїчного лічильника схеми порівняння і запам'ятовування, вихід другого двоїчного лічильника схеми порівняння і запам'ятовування зв'язаний з C-входами обох лічильників і з входом формувача сигналу реєстрації диму.

Недоліком відомого пристрою є низька надійність його роботи, особливо при малому, наприклад, менше 0,1 ма, струмі електроживлення. Логічні вузли, виконані на КМОП мікросхемах, після включення електроживлення при виході на робочу напругу (більше 3 В) значно збільшують споживання струму, особливо ті вузли, що охоплені зворотнім зв'язком: генератори, граничні елементи і т. д. Причому зі збільшенням робочої напруги збільшується струм споживання, наприклад, струм споживання генератора при максимальному значенні робочої напруги може досягати значення одиниць міліампер, тобто перевершувати встановлену межу струму споживання в цілому для сповіщувача в кілька разів.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є обраний за прототип димовий пожежний сповіщувач [Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИП212-41 М; ТУ 4371-005-12215496-00; Паспорт 4371-005-12215496-00 ПС], що містить елемент однобічної провідності, вхід якого з'єднаний з першою клемою для підключення до шлейфу пожежної сигналізації, а вихід з'єднаний з першим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму і входом струмообмежувального елемента, вихід якого підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною, з другою клемою для підключення до шлейфу пожежної сигналізації і з другим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму, вихід якого підключений до індикатора, а вхід - до виходу двоїчного лічильника, до C-входу цього лічильника і до першого входу тактового генератора, перший вихід якого підключений до V-входу двоїчного лічильника і першого входу схеми порівняння, вихід якої з'єднаний з R-входом двоїчного лічильника, другий вхід схеми порівняння підключений до виходу підсилювача, а третій вхід - до виходу схеми скидання по напрузі живлення, до входів підсилювача підключений фотодіод, оптично зв'язаний через камеру із світлопоглинаючими стінками з інфрачервоним випромінювачем, підключеним до виходу струмового ключа, перший вивід живлення якого з'єднаний з першим виводом конденсатора і входом інтегратора, вихід якого підключений до першого виводу живлення підсилювача, другий вивід живлення якого з'єднаний із другим виводом живлення струмового ключа і загальною шиною.

Недоліком відомого сповіщувача також є низька надійність, особливо при малому, наприклад, менше 0,1 ма, струмі електроживлення. Якщо величина струму, що споживається підсилювачем, тактовим генератором, схемою порівняння, схемою скидання по напрузі живлення, двоїчним лічильником, струмовим ключем разом зі струмом витоку конденсатора, досягне величини, заданої струмообмежувальним елементом, то можливе блокування подальшого збільшення падіння напруги, яке може ніколи не досягти величини, рівної чи більшої нижнього значення робочої напруги логічних елементів. Це означає, що, споживаючи від шлейфу пожежної сигналізації встановлене значення струму, сповіщувач може не вийти на черговий режим роботи при будь-якому наступному включенні напруги живлення. Причому факт такої відмови може бути встановлений після того, як сповіщувач не виконає своєї основної функції. До того ж, при будь-якому наступному переключенні напруги живлення в шлейфі пожежної сигналізації може виникнути відмова будь-якого аналогічного сповіщувача, встановленого в цей шлейф пожежної сигналізації чи відновлення чергового режиму роботи сповіщувача хаотичним чином.

При цілком розрядженому конденсаторі струм витоку в початковий момент після включення досягає значення, обмеженого струмообмежувальним елементом, а потім повільно, протягом декількох хвилин, буде досягати значення, рівного

$I_{\text{вит}} = KCU + A$ ,

$I_{\text{вит}}$  - струм витоку конденсатора;

K - коефіцієнт, що залежить від типу конденсатора, наприклад, 0,05 - для конденсаторів типу K50-6;

C - ємність конденсатора, у мікрофарадах;

U - робоча напруга конденсатора у Вольтах;

A - постійне значення струму витоку, наприклад 5 мкА - для конденсаторів типу K50-6.

Наприклад, для конденсатора такого типу з параметрами 47 мкф, 25 В, що використовується у сповіщувачі, величина струму витоку може перевищувати паспортне значення струму споживання усім сповіщувачем ИП212-41М - 50 мкА. Таким чином, при включенні такого сповіщувача падіння напруги на конденсаторі може блокуватися на величині менше 3 В, коли логічні стани на виходах логічних елементів ще не визначені. Зменшити вплив струмів витоку можна вибором типу конденсатора, що використовується, однак цілком виключити вплив струму заряду і струму витоку конденсатора неможливо. Необхідно, щоб струм, що проходить через струмообмежувальний елемент, значно перевищував струм витоку

конденсатора, який застосовується. При наявності в прототипі прямого гальванічного зв'язку між тактовим генератором і струмовим ключем рівень напруги на виході тактового генератора може виявитися достатнім, щоб відкрити струмовий ключ ще до того, як падіння напруги на конденсаторі досягне значення робочої напруги логічних елементів. У цьому випадку струм, що протікає через випромінюючий інфрачервоний діод, додатково зменшить струм заряду конденсатора, а це означає, що падіння напруги на конденсаторі може ніколи не досягти робочої напруги логічних елементів. У такому стані сповіщувач може знаходитися нескінченно довго, не виконуючи своєї основної функції. Сприяти відмові сповіщувача можуть також логічні елементи, охоплені негативним зворотнім зв'язком, наприклад, ті, на яких зібраний тактовий генератор. Саме ці логічні елементи споживають значну частину струму, що протікає через струмообмежувальний елемент, тому що велику частину часу вони знаходяться в активному стані - у процесі переключення. Тому при включенні напруги живлення логічні елементи тактового генератора різко збільшують споживання струму в умовах, коли падіння напруги на конденсаторі досягне значення мінімальної робочої напруги. Це може привести до зменшення падіння напруги на конденсаторі і унеможливлення подальшого зростання падіння напруги на конденсаторі.

В основу винаходу поставлена задача підвищення надійності роботи сповіщувача за рахунок виключення ефекту блокування падіння напруги на логічних елементах на величині, меншій, ніж мінімальне значення робочої напруги цих логічних елементів.

Поставлена задача вирішується тим, що димовий пожежний сповіщувач, що містить елемент однобічної провідності, вхід якого з'єднаний з першою клемою для підключення до шлейфу пожежної сигналізації, а вихід з'єднаний з першим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму і входом струмообмежувального елемента, вихід якого підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною, із другою клемою для підключення до шлейфу пожежної сигналізації і з другим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму, вихід якого підключений до індикатора, а вхід - до виходу двоїчного лічильника, до С-входу цього лічильника і до першого входу тактового генератора, перший вихід якого підключений до V-входу двоїчного лічильника і першого входу схеми порівняння, вихід якої з'єднаний з R-входом двоїчного лічильника, другий вхід схеми порівняння підключений до виходу підсилювача, а третій вхід - до виходу схеми скидання по напрузі живлення, до входів підсилювача підключений фотодіод, оптично зв'язаний через камеру із світлопоглинаючими стінками з інфрачервоним випромінювачем, підключеним до виходу струмового ключа, перший вивід живлення якого з'єднаний з першим виводом конденсатора і входом інтегратора, вихід якого підключений до першого виводу живлення підсилювача, другий вивід живлення якого з'єднаний із другим виводом живлення струмового ключа і загальною шиною, згідно винаходу, додатково містить фільтр високих частот, вихід якого підключений до входу струмового ключа, а вхід - до другого виходу тактового генератора, другий вхід якого підключений до виходу схеми скидання по напрузі живлення, виводи живлення якої з'єднані з відповідними виводами живлення підсилювача, тактового генератора, двоїчного лічильника і схеми порівняння.

За рахунок введення ланцюга керування тактовим генератором від схеми скидання по напрузі живлення забезпечується зменшення споживання струму логічними елементами тактового генератора в перший момент включення напруги живлення. Це зменшення зумовлене тим, що тактовий генератор починає працювати після того, як падіння напруги на логічних елементах перевищить мінімальне значення робочої напруги. Відділення вхідного ланцюга струмового ключа від другого виходу тактового генератора за допомогою фільтра високої частоти забезпечує надійне утримання в закритому стані струмового ключа при відсутності імпульсів на виході тактового генератора, і тим самим - зменшення струму споживання струмовим ключем у момент включення сповіщувача. Відділення ланцюгів живлення струмового ключа від інших елементів схеми за допомогою інтегратора забезпечує створення різниці падінь напруги на струмовому ключі і на логічних елементах схеми сповіщувача. За рахунок цієї різниці потенціалів забезпечується стійка робота сповіщувача, тому що короточасні провали напруги на виводах конденсатора в моменти його розряду струмовим ключем не змінюють потенціалу шини, від якої здійснюється живлення логічних елементів. Усе це дозволяє виключити ефект блокування падіння напруги на логічних елементах на величині, меншій мінімального значення робочої напруги цих логічних елементів, і забезпечити стійкий запуск схеми сповіщувача при кожному включенні напруги живлення.

На фігурі представлена блок-схема димового пожежного сповіщувача.

Димовий пожежний сповіщувач містить індикатор 1, а також клеми 2 і 3 для підключення до шлейфу пожежної сигналізації. До першої клеми 2 підключений вхід елемента 4 однобічної провідності, вихід якого з'єднаний з першим виводом електроживлення формувача 5 сигналу реєстрації диму і входом струмообмежувального елемента 6. Вихід струмообмежувального елемента 6 підключений до першого виводу першого конденсатора 7, виводу живлення струмового ключа 8 і входу інтегратора 9. Вихід інтегратора 9 підключений до першого виводу живлення підсилювача 10, другий вивід живлення якого з'єднаний із загальною шиною 11, другою клемою 3 і другим виводом живлення формувача 5 сигналу реєстрації диму, до виходу якого підключений індикатор 1. Виводи живлення схеми 12 скидання по напрузі живлення з'єднані з відповідними виводами живлення підсилювача 10, тактового генератора 13, схеми порівняння 14, двоїчного лічильника 15. До входів підсилювача 10 підключений фотодіод 16, оптично зв'язаний через камеру 17 із світлопоглинаючими стінками з інфрачервоним випромінювачем 18, підключеним до виходу струмового ключа 8. Вхід формувача 5 сигналу реєстрації диму підключений до виходу двоїчного лічильника 15, до С-входу цього лічильника 15 і до першого входу тактового генератора 13, перший вихід якого підключений до V-входу двоїчного лічильника 15 і першого входу схеми порівняння 14, вихід якої з'єднаний з R-входом двоїчного лічильника 15, другий вхід схеми 14 порівняння підключений до виходу підсилювача 10, а третій вхід - до виходу схеми 12 скидання по напрузі живлення і до другого входу тактового генератора 13. Другий вихід тактового генератора 13 через фільтр 19 високих частот з'єднаний із входом струмового ключа 8. До виходу інтегратора 9 підключена шина 20 живлення, від якої живляться:

підсилювач 10, схема 12 скидання по напрузі живлення, тактовий генератор 13, схема 14 порівняння і двоїчний лічильник 15. На фігурі виводи живлення схеми 12 скидання по напрузі живлення, тактового генератора 13, схеми 14 порівняння і двоїчного лічильника 15 не показані.

Димовий пожежний сповіщувач працює таким чином. При подачі напруги живлення на вхідні клеми 2 і 3 через елемент 4 однобічної провідності і струмообмежувальний елемент 6 здійснюється заряд накопичувального конденсатора 7. Елемент 4 однобічної провідності здійснює захист інших елементів димового пожежного сповіщувача у випадку помилкового підключення полярності напруги живлення шлейфу пожежної сигналізації. Поки напруга на виводах накопичувального конденсатора 7 недостатня для нормальної роботи димового пожежного сповіщувача, падіння напруги на інтеграторі 9 незначне - значно менше падіння напруги між шиною 20 живлення і загальною шиною 11. Це обумовлено низьким струмом споживання логічних елементів у статичному режимі. Ще до досягнення мінімального значення робочої напруги на виході схеми 12 скидання по напрузі живлення формується низький потенційний рівень, що забороняє роботу тактового генератора 13. Але при цих напругах на виводах тактового генератора 13 присутні потенціали, близькі до половини падіння напруги на виводах живлення тактового генератора 13. Фільтр 19 верхніх частот не дозволяє струмовому ключу 8 відкритися. У момент досягнення мінімального значення робочої напруги всі елементи схеми сповіщувача знаходяться в статичному режимі. На першому виході тактового генератора 13 встановлюється низький потенційний рівень, а на другому - його інверсне значення: високий потенційний рівень. Низький потенційний рівень, що надходить через третій вхід схеми 14 порівняння, встановлює на R-вході двоїчного лічильника 15 високий потенційний рівень. У цьому випадку двоїчний лічильник 15 знаходиться в нульовому стані незалежно від сигналів на інших його входах. Формувач 5 сигналу реєстрації диму закритий і індикатор 1 виключений. У той же час низький потенційний рівень, що надходить з виходу двоїчного лічильника 15 на перший вхід тактового генератора 13 і на C-вхід цього ж лічильника 15, дозволяє роботу тактового генератора 13 і двоїчного лічильника 15.

Оскільки споживання струму тактовим генератором 13 істотно залежить від напруги живлення, для його малого (десятки мікроамперів) значення необхідно, щоб переключення схеми 12 скидання по напрузі живлення здійснювалося при робочій напрузі, близькій до її мінімального значення, але перевищуючій його. У момент зміни стану на виході схеми 12 скидання по напрузі живлення запускається тактовий генератор 13, а на R-вході двоїчного лічильника 15 встановлюється потенційний рівень, що дозволяє зміну станів двоїчного лічильника 15 при перепадах напруги на його V-вході. З цього моменту падіння напруги між шиною 20 живлення і загальною шиною 11 стабілізується, а падіння напруги на накопичувальному конденсаторі 7 продовжує збільшуватись. Приблизно через 1 секунду після дозволу роботи на взаємінверсних виводах тактового генератора 13 з'являється короткий, тривалістю в кілька десятків мікросекунд, імпульс. З такою ж тривалістю і періодичністю близько 1 секунди повторюються імпульси на виводах тактового генератора 13 до появи забороняючих сигналів на його входах. З першого виходу тактового генератора 13 імпульси надходять на перший вхід схеми 14 порівняння і V-вхід двоїчного лічильника 15. З другого виходу тактового генератора 13 через фільтр 19 високої частоти імпульси надходять на вхід струмового ключа 8. Струмовий ключ 8 забезпечує розряд накопичувального конденсатора 7 заданою величиною струму через свій вихід на інфрачервоний випромінювач 18. Величина, на яку розряджається накопичувальний конденсатор 7, залежить від тривалості і періоду імпульсів, що з'являються на виході тактового генератора 13, а також - від відношення струму заряду накопичувального конденсатора 7 через струмообмежувальний елемент 6 до струму розряду цього конденсатора 7 через струмовий ключ 8. Таким чином, встановлене падіння напруги на накопичувальному конденсаторі 7 перевищує потенціал шини 20 живлення на величину падіння напруги на інтеграторі 9. За рахунок цієї різниці потенціалів забезпечується стійка робота сповіщувача, тому що короточасні провали напруги на виводах накопичувального конденсатора 7 у моменти його розряду струмовим ключем 8 за рахунок інтегратора 9 не змінюють потенціалу шини 20 живлення.

Розсіяне оптичною камерою 17 із світлопоглинаючими стінками інфрачервоне випромінювання випромінювача 18 надходить на фотодіод 16. Посилені підсилювачем 20 імпульси по своїй амплітуді і фазі істотно залежать від оптичної щільності повітря в оптичній камері 17. Так, при абсолютній прозорості повітря на виході підсилювача 10 присутні трикутні імпульси малої амплітуди, тому що має місце деяке відбивання від стінок оптичної камери 17. Імпульс трикутної форми на виході підсилювача 10 досягає свого максимуму в момент закінчення імпульсу на виході тактового генератора 13. При малій амплітуді цих імпульсів на виході схеми 14 порівняння з'являються імпульси скидання двоїчного лічильника 15. Таким чином, по кожному позитивному перепаду сигналу на своєму V-вході двоїчний лічильник 15 переключається, роблячи підрахунок тільки одного імпульсу, і відразу скидається від імпульсів, що приходять на його R-вхід. У черговому режимі роботи, коли питома оптична щільність повітря нижче встановленого рівня, по кожному імпульсу на виході тактового генератора 13 відбувається скидання двоїчного лічильника 15. На виході старшого розряду двоїчного лічильника 15, до якого підключений вхід формувача 5 сигналу реєстрації диму, залишається низький потенційний рівень, індикатор 1 не світиться. Сповіщувач залишається в черговому режимі роботи, споживаючи від шлейфа пожежної сигналізації, підключеного до клем 2 і 3, струм, величина якого обмежена струмообмежувальним елементом 6.

По мірі збільшення питомої оптичної щільності середовища збільшується амплітуда імпульсів на виході підсилювача 10, поки не досягне граничного значення, при якому на R-вході двоїчного лічильника 15 встановлюється низький потенційний рівень, який дозволяє рахунок імпульсів, що надходять на V-вхід лічильника 15. У цьому випадку по кожному імпульсу на виході тактового генератора 13 стан двоїчного лічильника 15 збільшується на одиницю, поки не відбудеться переключення старшого розряду двоїчного лічильника 15, по якому забороняється подальший рахунок імпульсів, що відповідає стану сповіщувача "ПОЖЕЖА". При наявності високого потенційного рівня на старшому розряді двоїчного лічильника 15 відкривається формувач 5 сигналу реєстрації диму, що забезпечує задане споживання струму від шлейфа пожежної сигналізації, до якого підключений димовий пожежний сповіщувач своїми вхідними клемми 2 і 3.

Крім того, цим сигналом забороняється робота тактового генератора 13. У цьому стані значно зменшується споживання струму тактовим генератором 13, підсилювачем 10 і іншими елементами схеми, у той же час завдяки струму, що протікає через формувач 5 сигналу реєстрації диму, різко зменшується різниця потенціалів між клемми 2 і 3. Якщо це падіння напруги перевищує мінімальне значення робочої напруги, то сповіщувач знаходиться в стані "ПОЖЕЖА" нескінченно довго. Вивести сповіщувач з цього стану можливо тільки відключенням напруги живлення шлейфу пожежної сигналізації на час, достатній для розряду накопичувального конденсатора 7 до величини, при якій на виході схеми 12 скидання по напрузі живлення встановиться низький потенційний рівень.

Запропонований сповіщувач може бути виготовлений з використанням елементів, що серійно випускаються промисловістю, і характеризується більш високою надійністю у порівнянні з відомими аналогічними сповіщувачами.

