

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

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

Відомий пристрій реєстрації диму [патент Російської Федерації RU 2221278, G08B17/10, опубл. 2004.01.10], що містить дві клеми для підключення до шлейфа пожежної сигналізації, до першої з яких підключений вхід елемента однобічної провідності, вихід якого з'єднаний з першим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму й входом струмообмежувального елемента, вихід якого підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною, другою клемою для підключення до шлейфа пожежної сигналізації та з другим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму, вихід якого підключений до індикатора, а вхід - до виходу двоїчного лічильника, до С-входу цього лічильника й до входу тактового генератора, вихід якого підключений до V-входу двоїчного лічильника й 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 з світлопоглинаючими стінками з інфрачервоним випромінювачем, підключеним до виходу струмового ключа, перший вивід живлення якого з'єднаний з першим виводом конденсатора й входом інтегратора, вихід якого підключений до першого виводу живлення підсилювача, другий вивід живлення якого з'єднаний із другим виводом живлення струмового ключа й загальною шиною. Вхід струмового ключа підключений до виходу тактового генератора, а виводи живлення тактового генератора, схеми порівняння, схеми скидання по напрузі живлення й двоїчного лічильника підключені до виводів конденсатора.

Недоліком відомого пристрою є низька надійність його роботи особливо при малому, наприклад, менше 0,1мА, струмі електроживлення. Логічні вузли, виконані на КМОП мікросхемах після включення електроживлення при виході на робочу напругу (більше 3В) значно збільшують споживання струму, особливо ті вузли, які охоплені зворотним зв'язком: генератори, граничні елементи й т.п. Причому при збільшенні робочої напруги збільшується струм споживання, наприклад, струм споживання тактового 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 пропонованого винаходу є обраний як прототип димовий пожежний сповіщувач [Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИП212-201 "ДЫМ-1" Руководство по эксплуатации ИЦМГ.425231.001 РЭ, ТУ У 31.6-19127306-043:2003], що містить дві клеми для підключення до шлейфа пожежної сигналізації, до першої з яких підключений вхід елемента однобічної провідності, вихід якого з'єднаний з першим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму й входом струмообмежувального елемента, вихід якого підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною, другою клемою для підключення до шлейфа пожежної сигналізації та з другим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму, вихід якого підключений до індикатора, вихід тактового генератора з'єднаний з рахунковим входом першого регістра здви́гу, вихід якого з'єднаний із входом першого інтегратора, інформаційний вхід цього регістра підключений до шини живлення, до якої підключені перші виводи живлення тактового генератора, регістрів здви́гу, граничного елемента, логічних елементів І, АБО, І-НЕ, другі виводи живлення яких з'єднані із загальною шиною, вхід скидання першого регістра здви́гу через елемент АБО з'єднаний з виходом старшого розряду другого регістра здви́гу й входом формувача сигналу реєстрації диму, вихід першого розряду другого регістра здви́гу через перший фільтр високої частоти підключений до першого входу елемента І-НЕ, другий вхід якого підключений до виходу схеми скидання по напрузі живлення, а вихід цього елемента - до входу скидання другого регістра здви́гу, інформаційний вхід якого через граничний елемент підключений до виходу підсилювача, перший вивід живлення якого через другий інтегратор з'єднаний з першим виводом живлення струмового ключа, другий вивід живлення якого з'єднаний із загальною шиною й другим виводом живлення підсилювача, до входів якого підключений фотодіод, оптично зв'язаний через камеру з світлопоглинаючими стінками з інфрачервоним випромінюючим діодом, виводи якого підключені до виходів струмового ключа. Вихід першого регістра здви́гу підключений до входу струмового ключа, а вихід першого інтегратора з'єднаний із входом першого граничного елемента, вихід якого з'єднаний з рахунковим входом другого регістра здви́гу, а через послідовно з'єднані третій інтегратор і третій граничний елемент з'єднаний із другим входом елемента АБО. Виводи живлення тактового генератора, схеми скидання по напрузі живлення, регістрів здви́гу, логічних і граничних елементів підключені до загальної шини й шини живлення, що з'єднана з першим виводом конденсатора.

Недоліком відомого сповіщувача також є низька надійність особливо при малому, наприклад, менше 0,1мА, струмі електроживлення. Якщо величина струму, що споживається підсилювачем, тактовим генератором, граничними й логічними елементами, схемою скидання по напрузі живлення, регістрами здви́гу, струмовим ключем разом зі струмом витоку конденсатора досягне величини заданої струмообмежувальним елементом, то можливо стабілізація напруги на логічних елементах, причому на такій величині, що менше припустимого нижнього значення робочої напруги логічних елементів. Це означає, що споживаючи від шлейфа пожежної сигналізації встановлене значення струму, сповіщувач може не вийти на черговий режим роботи при будь-якому черговому включенні напруги живлення. Причому така відмова сповіщувача може бути встановлена після того, як такий сповіщувач не виконає своєї основної функції. А при будь-якому черговому перемиканні напруги живлення в шлейфі пожежної сигналізації може виникнути відмова будь-якого аналогічного сповіщувача, встановленого в цей шлейф пожежної сигналізації або вихід сповіщувача з такого стану хаотичним чином.

При повністю розрядженому конденсаторі струм витоку в початковий момент після включення досягне

значення обмеженого струмообмежувальним елементом, потім повільно, протягом декількох хвилин буде досягати значення рівного

$$I_{\text{виток}} = KxCx + A$$

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

K - коефіцієнт, що залежить від типу конденсатора, наприклад 0,05 для конденсаторів типу К50-6;

C - ємність конденсатора, у мікрофарадах;

U - робоча напруга конденсатора у Вольтах;

A - постійне значення струму витоку, наприклад 5мкА для конденсаторів типу К50-6.

Наприклад, для використовуваних у сповіщувачі двох конденсаторів з номіналами 47мкФ 25В величина сумарного струму витоку двох конденсаторів може досягати паспортного значення струму споживання всім сповіщувачем ИП212-201 - 150мкА. Таким чином, при підключенні такого сповіщувача напруга на конденсаторі може стабілізуватися на величині менше 3В, коли логічні стани на виходах логічних елементів ще не визначені. Зменшити вплив струмів витоку можна вибором типу використовуваного конденсатора, однак повністю виключити вплив струму заряду й струму витоку конденсатора не можливо. Необхідно, щоб струм, що проходить через струмообмежувальний елемент, значно перевершував струм витоку застосовуваного конденсатора.

При наявності прямого гальванічного зв'язку між логічним виходом першого регістра здвигу й входом струмового ключа, рівень напруги на виході цього регістра здвигу може виявитися достатнім, щоб відкрити струмовий ключ ще до досягнення падіння напруги на конденсаторі значення робочої напруги логічних елементів. У цьому випадку, струм, що протікає через випромінюючий інфрачервоний діод, ще 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 перебувати нескінченно довго, не виконуючи своєї основної функції.

Сприяти такій відмові сповіщувача можуть так само логічні елементи, охоплені негативним зворотним зв'язком, наприклад, на яких зібраний тактовий генератор. Саме ці логічні елементи споживають значну частину струму, що протікає через струмообмежувальний елемент, тому що значну частину часу вони перебувають в активному стані - у процесі перемикання. Тому, при включенні напруги живлення логічні елементи тактового генератора різко збільшують струм споживання, коли падіння напруги на конденсаторі досягне значення мінімальної робочої напруги, що може привести до зменшення падіння напруги на конденсаторі й подальше збільшення падіння напруги на конденсаторі стане неможливим.

В основу винаходу поставлене завдання підвищення надійності роботи сповіщувача за рахунок виключення ефекту стабілізації падіння напруги на логічних елементах на величині меншій мінімального значення робочої напруги цих логічних елементів.

Зазначена мета досягається тим, що димовий пожежний сповіщувач, що містить дві клеми для підключення до шлейфа пожежної сигналізації, до першої з яких підключений вхід елемента однобічної провідності, вихід якого з'єднаний з першим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму й входом струмообмежувального елемента, вихід якого підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною, другою клемою для підключення до шлейфа пожежної сигналізації й із другим виводом електроживлення формувача сигналу реєстрації диму, вихід якого підключений до індикатора, вихід тактового генератора з'єднаний з рахунковим входом першого регістра здвигу, вихід якого з'єднаний із входом першого інтегратора, інформаційний вхід цього регістра підключений до шини живлення, до якої підключені перші виводи живлення тактового генератора, регістрів здвигу, граничного елемента, логічних елементів: І, АБО, І-НЕ, другі виводи живлення яких з'єднані із загальною шиною, вхід скидання першого регістра здвигу через елемент АБО з'єднаний з виходом старшого розряду другого регістра здвигу й входом формувача сигналу реєстрації диму, вихід першого розряду другого регістра здвигу через перший фільтр високої частоти підключений до першого входу елемента І-НЕ, другий вхід якого підключений до виходу схеми скидання по напрузі живлення, а вихід цього елемента - до входу скидання другого регістра здвигу, інформаційний вхід якого через граничний елемент підключений до виходу підсилювача, перший вивід живлення якого через другий інтегратор з'єднаний з першим виводом живлення струмового ключа, другий вивід живлення якого з'єднаний із загальною шиною й другим виводом живлення підсилювача, до входів якого підключений фотодіод, оптично зв'язаний через камеру з світлопоглинаючими стінками з інфрачервоним випромінюючим діодом, виводи якого підключені до виходів струмового ключа, який відрізняється тим, що додатково містить логічний елемент І та другий фільтр високих частот, вихід якого підключений до входу струмового ключа, а вхід - до рахункового входу другого регістра здвигу й до виходу логічного елемента І, перший вхід якого підключений до виходу схеми скидання по напрузі живлення й входу тактового генератора, другий вхід логічного елемента І підключений до виходу першого регістра здвигу, а вихід першого інтегратора підключений до другого входу логічного елемента АБО, шина живлення з'єднана з першими виводами живлення підсилювача.

За рахунок введення ланцюга керування тактовим генератором від схеми скидання по напрузі живлення, що дозволяє включити тактовий генератор після того, як спадання напруги на логічних елементах перевищить значення мінімальної робочої напруги, забезпечується зменшення споживання струму логічними елементами тактового генератора в початковий момент включення напруги живлення. Розподіл вхідного ланцюга струмового ключа фільтром високої частоти й логічним елементом І від виходу старшого розряду регістра здвигу забезпечує надійне утримання в закритому стані струмового ключа, і тим самим зменшення струму споживання струмовим ключем у момент вмикання сповіщувача. Розподіл ланцюгів живлення струмового ключа від інших елементів схеми інтегратором забезпечує створення різниці потенціалів на струмовому ключі й на логічних елементах схеми сповіщувача. За рахунок цієї різниці потенціалів забезпечується стала робота сповіщувача, тому що короточасні провали напруги на виводах конденсатора в моменти його розряду струмовим ключем за рахунок другого інтегратора не змінять потенціалу живлення шини, від якої здійснюється живлення логічних елементів. Все це дозволяє виключити ефект стабілізації падіння напруги на логічних елементах на величині меншій мінімального значення робочої напруги цих логічних елементів і забезпечити стійкий запуск схеми сповіщувача при кожному

вмиканні напруги живлення.

На фігурі представлена блок-схема димового пожежного сповіщувача.

Димовий пожежний сповіщувач (див. фігуру) містить клеми 1 й 2 для підключення до шлейфа пожежної сигналізації. До першої клеми 1 підключений вхід елемента 3 однобічної провідності, вихід якого з'єднаний з першим виводом електроживлення формувача 4 сигналу реєстрації диму й входом струмообмежувального елемента 5. Вихід струмообмежувального елемента 5 підключений до першого виводу першого конденсатора 6, другий вивід якого з'єднаний із другою клемою 2, другим виводом живлення формувача 4 сигналу реєстрації диму, вихід якого підключений до індикатора 7. Вихід тактового генератора 8 з'єднаний з рахунковим входом першого регістра здвигу 9, вихід якого з'єднаний із входом першого інтегратора 10, інформаційний вхід цього регістра підключений до шини живлення 11. Вхід скидання першого регістра здвигу 9 підключений до виходу елемента 12 АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом старшого розряду другого регістра здвигу 13. Вихід першого розряду другого регістра здвигу 13 через фільтр 14 високих частот підключений до першого входу елемента 15 І-НЕ. Другий вхід елемента 15 І-НЕ підключений до виходу схеми 16 скидання по напрузі живлення, а вихід - до входу скидання другого регістра здвигу 13. Інформаційний вхід другого регістра здвигу 13 через граничний елемент 17 підключений до виходу підсилювача 18. Перший вивід живлення підсилювача 18 через другий інтегратор 19 з'єднаний з першим виводом живлення струмового ключа 20. Другий вивід живлення струмового ключа 20, з'єднаний із загальною шиною 21 і другим виводом живлення підсилювача 18. До входів підсилювача 18 підключений фотодіод 22, оптично зв'язаний через камеру 23 з світлопоглинаючими стінками з інфрачервоним випромінюючим діодом 24, виводи якого підключені до виходів струмового ключа 20. Вихід схеми 16 скидання по напрузі живлення підключений до входу тактового генератора 8 і до першого входу елемента 25 І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого регістра здвигу 9. Вихід елемента 25 І підключений до рахункового входу другого регістра здвигу 13, а через другий фільтр 26 високої частоти з'єднаний із входом струмового ключа 20. Вихід першого інтегратора 10 підключений до другого входу логічного елемента 12 АБО, шина живлення 11 з'єднана з першими виводами живлення підсилювача 18.

На фігурі виводи живлення схеми 16 скидання по напрузі живлення, тактового генератора 8, регістрів здвигу 9 й 13, граничного елемента 17, логічних елементів: 12 АБО, 15 І-НЕ, 25 І умовно не показані.

Димовий пожежний сповіщувач працює в такий спосіб. При подачі напруги живлення на вхідні клеми 1 й 2 через елемент 3 однобічної провідності й струмообмежувальний елемент 5 здійснюється заряд накопичувального конденсатора 6. Елемент 3 однобічної провідності здійснює захист інших елементів димового пожежного сповіщувача при помилковому підключенні полярності напруги живлення, що надходить від шлейфа пожежної сигналізації. Поки напруга на виводах накопичувального конденсатора 6 недостатня для нормальної роботи димового пожежного сповіщувача, то падіння напруги на інтеграторі 19 незначне - значно менше падіння напруги між шиною 11 живлення й загальною шиною 21. Це обумовлено низьким споживанням струму логічними елементами у статичному режимі. Ще до досягнення мінімального значення робочої напруги на виході схеми 16 скидання по напрузі живлення формується низький потенційний рівень, що забороняє роботу тактового генератора 8. Але при цих напругах на виходах логічних елементів 12 АБО, 15 І-НЕ, 25 І, а також на виходах регістрів здвигу 9 й 13 будуть присутні потенціали близькі до половини падіння напруги на шині 11 живлення щодо загальної шини 21. Другий фільтр 26 верхніх частот не дозволяє струмовому ключу 20 відкритися. У момент досягнення мінімального значення робочої напруги всі елементи схеми сповіщувача будуть перебувати в статичному режимі. У цьому випадку другий регістр здвигу 13 буде перебувати в нульовому стані незалежно від сигналів на інших його входах. Формувач 4 сигнали реєстрації диму буде закритий й індикатор 7 буде виключений. У той же час низький потенційний рівень, що надходить із виходу старшого розряду другого регістра здвигу 13 через елемент 12 АБО на вхід скидання першого регістра здвигу 9 дозволяє роботу цього регістра здвигу 9.

Споживання струму тактовим генератором 8 істотно залежить від напруги живлення, тому необхідно, щоб перемикання схеми 16 скидання по напрузі живлення здійснювалося при робочій напрузі близькій до його мінімального значення, але такої, що перевищує його. У момент зміни стану на виході схеми 16 скидання по напрузі живлення запускається тактовий генератор 8, а на вході скидання першого регістра здвигу 9 встановлюється потенційний рівень, що дозволяє зміну станів цього регістра 9 при перепадах напруги на його рахунковому вході. З цього моменту падіння напруги між шиною 11 живлення й загальною шиною 21 стабілізується, а падіння напруги на накопичувальному конденсаторі 6 продовжує зростати. Через час близький одній секунді після дозволу роботи на виході першого регістра здвигу 9 з'явиться короткий, тривалістю кілька десятків мікросекунд, імпульс. Тривалість цього імпульсу визначається сталою часу першого інтегратора 10. З такою же тривалістю й періодичністю близько секунди будуть повторюватися імпульси на виході цього регістра 9. Такий стан буде спостерігатися до появи сигналу на вході тактового генератора 8, що забороняє його роботу, або сигналу на вході скидання першого регістра здвигу 9, що забороняє роботу цього регістра здвигу 9.

З виходу першого регістра здвигу 9 імпульси надходять через елемент 25 І та другий фільтр 26 високої частоти на вхід струмового ключа 20. Струмовий ключ 20 забезпечує розряд накопичувального конденсатора 6 заданою величиною струму через свій вихід на інфрачервоний випромінюючий діод 24. Величина, на яку буде розряджатися накопичувальний конденсатор 6, буде залежати від тривалості й періоду імпульсів, які з'являються на виході першого регістра здвигу 9, а також відносин струму заряду накопичувального конденсатора 6 через струмообмежувальний елемент 5 до струму розряду цього конденсатора 6 через струмовий ключ 20. Таким чином, в сталому режимі роботи падіння напруги на накопичувальному конденсаторі 6 буде перевищувати потенціал шини 11 живлення на величину падіння напруги на інтеграторі 19. За рахунок цієї різниці потенціалів забезпечується стійка робота сповіщувача, тому що короточасні провали напруги на виводах накопичувального конденсатора 6 у моменти його розряду струмовим ключем 20 за рахунок інтегратора 19 не змінять потенціалу шини 11 живлення.

Розсіяне оптичною камерою 23 зі світлопоглинаючими стінками інфрачервоне випромінювання

інфрачервоного діода 24 надходить на фотодіод 22. Посилені підсилювачем 18 імпульси по своїй амплітуді й фазі будуть істотно залежати від оптичної щільності повітря в оптичній камері 23. Так при абсолютній прозорості повітря на виході підсилювача 18 будуть присутні трикутні імпульси малої амплітуди, тому що буде мати місце деяке відбиття від стінок оптичної камери 23. Імпульс трикутної форми на виході підсилювача 18 буде досягати свого максимуму в момент закінчення імпульсу на виході першого регістра здвигу 9. При малій амплітуді цих імпульсів на виході граничного елемента 17 буде присутній низький потенційний рівень сигналу. Таким чином, по кожному позитивному перепаді сигналу на своєму рахунковому вході другий регістр здвигу 13 буде переносити низький потенційний рівень від першого розряду до старшого. Таким чином на обох його виходах буде присутній низький потенційний рівень. Цей низький потенційний рівень надходить на вхід формувача 4 сигнали реєстрації диму, тому індикатор 7 не буде світитися. Сповіщувач буде залишатися в черговому режимі роботи, споживаючи від шлейфа пожежної сигналізації, що підключений до клем 1 й 2 струм, величина якого обмежена струмообмежувальним елементом 5.

При збільшенні питомої оптичної щільності середовища буде збільшуватися амплітуда імпульсів на виході підсилювача 18, поки не досягне граничного значення, при якому відбудеться перемикання граничного елемента 17. Якщо по кожному позитивному перепаді на рахунковому вході другого регістра здвигу 13 на його інформаційному вході будуть присутні імпульси, то буде відбуватися заповнення цього регістра 13 логічними "1". Після заповнення цього регістра здвигу 13 логічними "1" на виході старшого розряду з'явиться сигнал, що змінює стан формувача 4 сигналу реєстрації диму, індикатора 7, що відповідає стану сповіщувача - "ПОЖЕЖА". Цим же сигналом також скидається в нульовий стан перший регістр здвигу 9. Якщо в процесі заповнення другого регістра здвигу 13 на першому розряді відбудеться перемикання сигналу на низький рівень, то через перший фільтр 14 високої частоти негативний імпульс надійде на вхід елемента 15 І-НЕ. Імпульс із виходу цього елемента скине другий регістр здвигу 13 у нульовий стан, а якщо в моменти перепадів на рахунковому вході другого регістра здвигу 13 будуть присутні імпульси на його інформаційному вході, то заповнення цього регістра почнеться спочатку.

При наявності високого потенційного рівня на старшому розряді другого регістра здвигу 13 відкривається формувач 4 сигналу реєстрації диму, що забезпечує задане споживання струму від шлейфа пожежної сигналізації, до якого підключений димовий пожежний сповіщувач своїми клемми 1 та 2. Завдяки струму, що протікає через формувач 4 сигналу реєстрації диму, різко зменшується різниця потенціалів між клемми 1 та 2. Якщо це падіння напруги буде перевищувати мінімальне значення робочої напруги, то сповіщувач буде перебувати в стані "ПОЖЕЖА" нескінченно довго. Вивести сповіщувач із цього стану можливо тільки відключенням напруги живлення шлейфа пожежної сигналізації на час достатній для розряду накопичувального конденсатора 6 до величини, при якій на виході схеми 16 скидання по напрузі живлення встановиться низький потенційний рівень.

За рахунок введення:

- ланцюга керування тактовим генератором 8 від схеми 16 скидання по напрузі живлення;
- гальванічного поділу вхідного ланцюга струмового ключа 20 фільтром 26 високої частоти;

- поділу ланцюгів живлення струмового ключа 20 від інших елементів схеми інтегратором 19 забезпечується стійкий запуск при включенні напруги живлення та підвищення надійності роботи сповіщувача, тому що виключається ефект "стабілізації" падіння напруги на логічних елементах на величині меншій мінімального значення робочої напруги.

