

ППКП: нормативні вимоги, традиційне побудова, інноваційні рішення

Рівень техніки - це дуже динамічне поняття. Ті вироби, в які ще недавно були впроваджені найпереводіші технічні рішення, сьогодні вже виглядають як «допотопні». В сучасному світі рівень техніки суттєво оновлюється за п'ять - сім років. Природно, що галузеві нормативні документи відстають за часом від провідних світових виробників, що представляють на ринок все нові й нові зразки своєї техніки. В галузі пожежної автоматики основу для побудови системи пожежної сигналізації задає прилад приймально-контрольний пожежний (ППКП). Саме він визначає інтерфейс спілкування з пожежниками сповіщувачами і оповіщувачами, забезпечує електроживленням всі компоненти системи пожежної сигналізації.

В Україні на такі вироби діє галузевий стандарт ДСТУ EN54-2 [1], який був впроваджений в 2005-2006 роках. До цього розробники засобів пожежної сигналізації використовували російські нормативні вимоги, викладені в НПБ 75 [2]. У травні 2009 року в Росії ввели в дію новий нормативний документ по компонентах систем пожежної сигналізації - ГОСТ Р 53325 [3], але в ньому просто були повторені вимоги з норм пожежної безпеки і більше половини функцій, які повинен був би виконувати ППКП, є необов'язковими .

Відповідно до визначення, наведеного в п. 3.49 російського стандарту:

ППКП - це технічний засіб, призначений для прийому та відображення сигналів від пожежних сповіщувачів та інших пристроїв, що взаємодіють з ППКП, контролю цілісності та функціонування ліній зв'язку між ППКП та пожежними сповіщувачами або іншими пристроями.

Доповнюють це визначення функціональні вимоги, викладені в п. 7.2.1.1:

а) прийом електричних сигналів від ручних і автоматичних пожежних сповіщувачів зі світловою індикацією номера шлейфа, в якому відбулося спрацювання сповіщувача (адреси сповіщувача), і включення звукової і світлової сигналізації;

б) автоматичний контроль цілісності ліній зв'язку з зовнішніми пристроями (пожежними сповіщувачами та іншими технічними засобами), світлової і звукової сигналізацію про несправності;

в) переважну реєстрацію та передачу в зовнішні ланцюги сповіщення про пожежу по відношенню до інших сигналів, який формується ППКП;

г) захист органів управління від несанкціонованого доступу сторонніх осіб;

д) автоматичне перемикання електроживлення ППКП і його компонентів (для багатоконтактних ППКП) з основного джерела на резервний і назад з включенням відповідної індикації без видачі помилкових сигналів у зовнішні ланцюга (допускається відсутність у ППКП і його компонентів даної функції, якщо відповідно до технічної документації (ТД) електроживлення здійснюється від резервованого джерела живлення, що виконує цю функцію). При використанні в якості резервного джерела живлення акумуляторної батареї ППКП повинен забезпечувати її зарядження в процесі роботи. Час безперервної роботи ППКП в черговому режимі від незаряджені резервного джерела повинно бути не менше 24 годин;

е) ручне вимикання звукової сигналізації про прийняте повідомлення із збереженням світлової індикації, при цьому виключення звукової сигналізації не повинно впливати на прийом повідомлень від інших зовнішніх пристроїв і на її подальше включення при надходженні нового тривожного сповіщення (пристрій відключення звукової сигналізації не є органом управління ППКП) ;

ж) ручний або автоматичний контроль працездатності і стану вузлів та блоків ППКП з можливістю видачі повідомлення про їх несправності в зовнішні ланцюги;

з) ручне вимикання будь-якої лінії зв'язку із зовнішніми пристроями, при цьому виключення однієї або кількох ліній зв'язку повинно супроводжуватися видачею повідомлення про несправності в зовнішні ланцюги;

и) автоматичну передачу роздільних сповіщень про пожежу, несправності ППКП та несанкціоноване проникнення сторонніх осіб до органів управління ППКП;

к) формування стартowego імпульсу запуск пожежного приладу керування;

л) можливість забезпечення взаємодії з активними (енергоспоживаючими) і пасивними сповіщувачами

м) можливість програмування тактики формування сповіщення про пожежу.

У європейських нормативних документах серії EN 54 є своє визначення для ППКП і воно в багатьох пунктах співпадає з функціональним призначенням за російськими нормативним вимогам. Так в п. 3.2 ДСТУ EN54-1 [4] говориться:

ППКП розглядається як компонент системи пожежної сигналізації, який можна використовувати для подачі електроживлення на інші компоненти системи і який:

а) використовують:

1) для прийому сигналів від сповіщувачів підключених до системи;

2) для визначення відповідності отриманих сигналів режиму пожежної тривоги;

3) для індикації будь-якого стану пожежної тривоги звуковими та візуальними засобами;

4) для індикації місця небезпеки;

5) для запису необхідної інформації;

б) використовують для моніторингу правильного функціонування системи та видачі попереджень звуковими та візуальними сигналами про будь-які несправності (наприклад, про коротке замикання, обрив у лінії або несправність джерела електроживлення);

в) при необхідності може бути здатним до передачі сигналу про пожежну тривогу, наприклад:

- на звукові та світлові оповіщувачі;

- через пристрій передавання сигналу про пожежу до організації по боротьбі з пожежами;

- через пожежний прилад керування автоматичними засобами протипожежного захисту на автоматичні засоби пожежогашіння.

Основні відмінності в цих визначеннях, з урахуванням виконуваних функцій, зводяться до наступного: по європейським вимогам електроживлення компонентів системи пожежної сигналізації здійснюється через ППКП, причому додаткові джерела електроживлення передбачаються тільки для приладів управління автоматичними засобами протипожежного захисту і самих автоматичних засобів пожежогашіння. Всі ж інші компоненти системи пожежної сигналізації повинні живитися через ППКП. Крім того, для виключення впливу несправностей устаткування або порушення мережевого електропостачання, на вимогу ДСТУ CEN / TS 54-14 [5]:

Резервне джерело живлення повинен забезпечувати функціонування системи пожежної сигналізації,

щонайменше, протягом 72 годин, після чого у нього ще має залишитися досить ємності для живлення системи в режимі тривоги протягом не менше 30 хв. Якщо сигнал про несправності відразу надходить на центральний пульт об'єкта або пункт прийому сигналів про несправності, а максимальний термін для усунення несправності згідно з договором становить не більше 24 год, час роботи від резервного джерела живлення може бути зменшено з 72 до 30 ч. Цей час може бути в подальшому зменшено до 4 годин, якщо цілодобово на місці є запасні частини, персонал для виконання ремонтних робіт і генератор резервного живлення.

Для задоволення цих вимог ППКП зобов'язаний мати резервне джерело живлення з пристроєм підзарядки акумулятора. А також з цієї вимоги однозначно випливає, що відсутність мережевої напруги змінного струму є несправністю основного джерела живлення ППКП, про що він повинен передати відповідне повідомлення в пункт прийому сигналів про несправності.

Яскравим прикладом зазначених нормативних непогодженостей може служити український сертифікати відповідності (http://www.bolid.ru/pictures/serificates_ua.pdf) на компоненти адресної системи пожежної сигналізації відомого російського виробника ЗАТ НВП «БОЛІД». З аналізу цих документів виходить, що в списку присутні пристрої введення-виведення Сигнал-10, Сигнал-20П, Сигнал-20П SMD, які за всіма каталогами виробника мають назви і функції, як прилади приймально-контрольні охоронно-пожежні. Але як прилади приймально-контрольні охоронно-пожежні ці виробни, треба було б сертифікувати на відповідність ДСТУ 4375-3 [6], а не по ДСТУ EN 54-18 [7]. Адже в першому розділі цього документа по пристроїв введення-виведення написано:

Прилади приймально-контрольні пожежні і допоміжне обладнання контролю та індикації (наприклад, дублюючі панелі і панелі виклику пожежної команди) в цьому стандарті не розглядають.

В даний час готуються зміни до ГОСТ Р 53325, які наблизять вимоги до ППКП цього документа до вимог європейських стандартів. Але швидше за все повної гармонізації не вийде, так як виробники обладнання однозначно будуть лобювати традиційні рішення, які використовуються в серійних виробках.

Для того, щоб ППКП відповідав вимогам європейських нормативних документів, він повинен містити блоки і зв'язку, які представлені на рис.1.

Пристрої контролю і управління ПКУ сучасних ППКП виконуються на мікроконтролерах з великою кількістю виводів, які мають не тільки логічні входи і виходи, а й аналогові входи. При необхідності кількість логічних або аналогових входів може бути збільшене за допомогою мультиплексорів, а кількість логічних виводів збільшується з допомогою регістрів зсуву з клямкою.

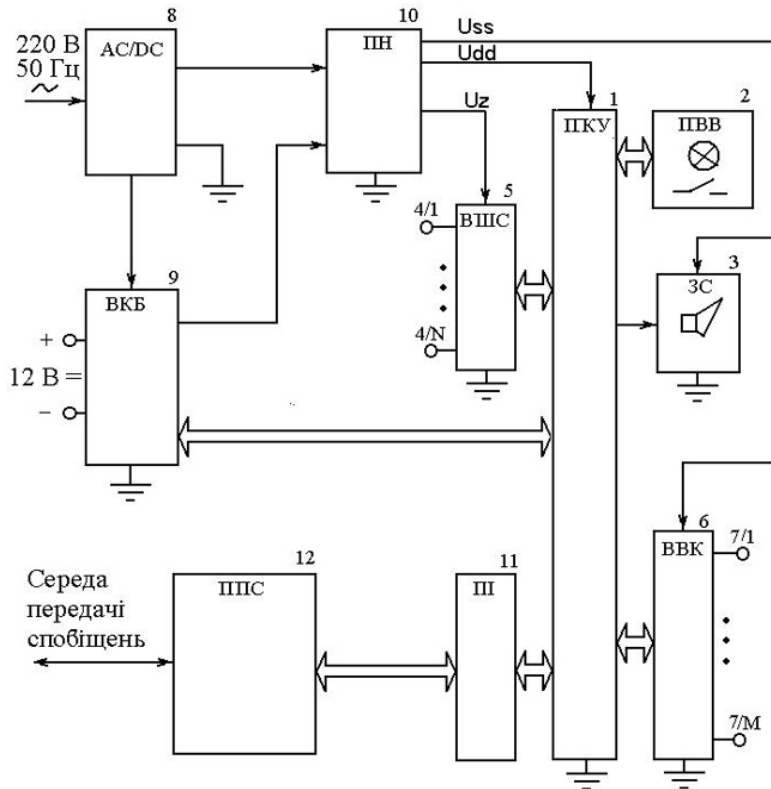


Рис. 1

- 1-ПКУ-пристрій контролю і управління;
- 2 - ПВВ- пристрій вводу виводу;
- 3 - ЗС - звуковий сигналізатор;
- 4/1 - 4 / N - клеми для N шлейфів пожежної сигналізації;
- 5 - ВШС - вузол шлейфів сигналізації;
- 6 - ВВК - вузол вихідних ключів;
- 7/1 - 7 / M - клеми для M ланцюгів управління;
- 8 - АС / DC - перетворювач змінної напруги у постійну;
- 9 - ВКБ - вузол контролю батареї;
- 10 - ПН - перетворювач напруги;
- 11 - ПІ - перетворювач інтерфейсу;
- 12 - ППС - пристрій передачі сповіщень.

Пристрої вводу виводу зазвичай містять світлодіодні індикатори червоного, жовтого і зеленого кольорів світіння, а також кнопки управління. Стандарт допускає застосування і інших пристроїв виведення інформації. Наприклад, це можуть

бути рідкокристалічні індикатори, до яких пред'являються свої вимоги по інформативності, але все одно частина індикаторів повинна бути виконана на основі одиничних світлодіодів заданого кольору світіння. Приклади реалізації передніх панелей ППКП на основі світлодіодних і рідкокристалічних індикаторів, які реалізують основні і допоміжні функції ПБВ наведені на рис. 2 і 3.



Рис. 2



Рис. 3

Доступ до певних функцій ППКП повинен здійснюватися на певних рівнях доступу. Стандартом їх передбачено 4 та визначено функції, доступ до яких може бути здійснений тільки на певному рівні. Російський же ГОСТ Р 53325 взагалі не використовує поняття «рівень доступу». Правда і в європейському документі немає логічного завершення в зазначеному понятті. Так в стандарті відсутні вказівки, що повинен зробити ППКП при багаторазових спробах не санкціонованого доступу, або, скажімо, при спробі розкриття корпусу ППКП. Адже з самого стандарту виключені всі охоронні функції. Немає вказівок і на те, що вирішувати зазначені проблеми має окремий охоронний ППКП. У самому ППКП не передбачається обов'язкових охоронних виходів, немає вимог по передачі охоронної інформації та в ДСТУ EN 54-21 [8]. Кожному розробнику доводиться вирішувати ці проблеми по-своєму. Як мінімум є можливість видати тривожний звуковий сигнал на вбудований в ППКП звуковий сигналізатор ЗС.

ЗС зазвичай виконується на основі п'єзокерамічного випромінювача звуку. Управляє роботою такого ЗС мікроконтроллер ППКП, що дозволяє формувати різні звукові сигнали і за тривалістю, і за кількістю, і за частотою. У ДСТУ EN54-2 є вимоги до рівнів гучності звукових сигналів. Так як мікроконтроллер зазвичай живиться від напруги малої величини - 5 або 3 В, то виникає проблема необхідності посилення частотного сигналу, одержуваного на виході мікроконтроллера.

Традиційне рішення узгодження логічного виходу мікроконтроллера з п'єзокерамічним випромінювачем звуку, виконане на одноступінчастому підсилювачі не забезпечує необхідного рівня сигналу в широкому частотному діапазоні звукових сигналів, так як подвоєна амплітуда напруги, прикладеної до випромінювача не перевершує по величині U_{ss} від якого живиться ЗС.

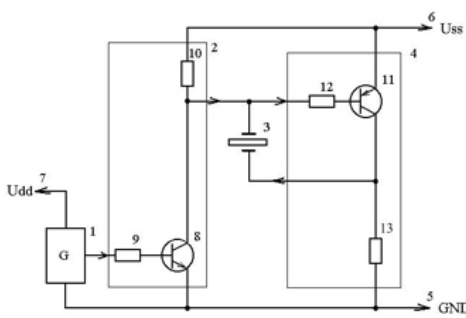


Рис. 4

Отримати звуковий сигнал необхідного рівня гучності може допомогти технічне рішення за патентом України на корисну модель № 49163 [9]. Принципова схема цього технічного рішення представлена на рис. 4.

Два транзисторних ключа 2 і 4 на транзисторах 8 і 11 різної провідності забезпечують подвоєння амплітуди напруги, що прикладається до п'єзокерамічного випромінювача 3. Звуковий сигнал від мікроконтроллера 1 надходить на базу першого транзистора 8. На базу другого транзистора 11 сигнал подається з колектора першого транзистора 8. Коли обидва транзистора відкриті, то до виводів п'єзокерамічного випромінювача 3 буде докладено напруга U_{ss} . При закритих транзисторах 8 і 11 п'єзокерамічний випромінювач 3 буде перезаряджатися зворотним напругою - U_{ss} через резистори 10 і 13.

Традиційні рішення, використовувані у вузлах вхідних шлейфів досить докладно розкриті в статті автора [10]. Там же було показано, що для побудови шлейфу пожежної сигналізації, захищеного від перешкод необхідно застосовувати інноваційні технічні рішення, розкриті в патентах України на корисні моделі № 46864, 46819 [11, 12].

На рис. 5 представлена блок-схема вузла вхідних шлейфів за патентом № 46864.

Особливостями цього рішення є те, що виведення "-Z" заземлений, а транзистор VT1 виконує роль комутатора і обмежувача струму. Управління цим транзистором здійснюється від мікроконтроллера DD1 через транзисторний ключ E1. Контроль за струмом в шлейфі здійснюється за падінням напруги на резисторі R1. Опір цього резистора кілька десятків Ом, тому що за допомогою диференціального підсилювача DA1 забезпечується узгодження сигналів з аналоговим входом мікроконтроллера DD1 за рахунок підсилення наруги.

Застосувавши цю схему, можна контролювати струм в шлейфі пожежної сигналізації при незначному падінні напруги на вимрювальному резисторі R1. Сінфазної складової напруги перешкод практично немає, тому що вивід "-Z" заземлений. До недоліків такого рішення можна віднести складну схему узгодження сигналів на диференціальному підсилювачі DA1, але в багатошлейфном приладі можна застосовувати тільки один підсилювач, послідовно контролюючи напругу на резисторі R1 кожного шлейфу мультиплексором. Виправити цей недолік може й інше рішення, представлено на рис. 6, яке відповідає патенту № 46819.

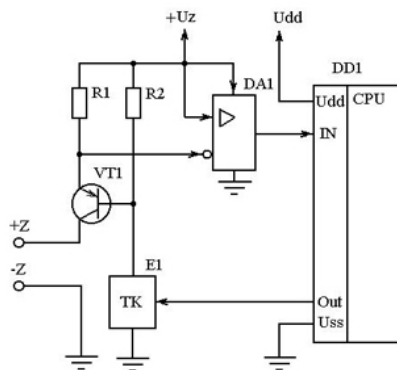


Рис. 5

Узгодження сигналів між входом мікроконтроллера DD1 і

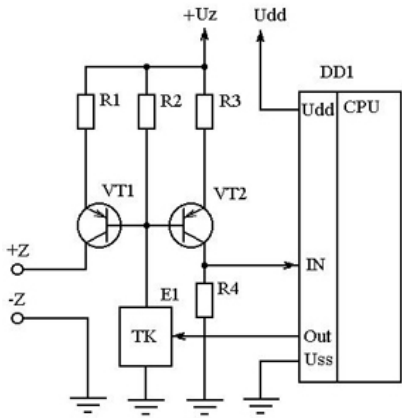


Рис. 6

Значення напруги на клемі +Y відносно загальної шини залежить не тільки від рівня сигналу на входах вихідних ключів, а й від опору навантаження, підключеного до цієї клемі. Від цих же параметрів залежить стан на вході IN мікроконтролера DD1. Якщо в ланцюзі навантаження між клемами +Y і-Y матиме місце обрив, то при закритому вихідному ключі (VT2) буде закритим і біполярний транзистор VT1.

Якщо опір навантаження буде значно менше належного значення, то струм в ланцюзі першого резистора R1 створить умови для відкриття біполярного транзистора VT1, тому на вході IN мікроконтролера буде присутній високий потенційний рівень сигналу. Таким чином, можна ідентифікувати стан несправностей в ланцюгах навантаження вихідних ключів - між клемами +Y і-Y.

Така схема вихідного ключа дозволяє контролювати наявність обриву в ланцюзі підключення оповіщувачів і зовнішніх пристроїв при високому потенційному сигналі на вході вихідного ключа, а при низькому - виявляти коротке замикання в цьому ланцюзі.

Вихідний ключ ППКП, виконаний за схемою патенту України на корисну модель № 53432 [14], представлений на рис. 8. У цій схемі резистор R2 шунтує транзистор VT1. При вимкненому вихідному ключі в ланцюзі навантаження, а також в ланцюзі дільника напруги на резисторах R3 і R4 протікає струм, за допомогою якого і контролюється величина опору навантаження.

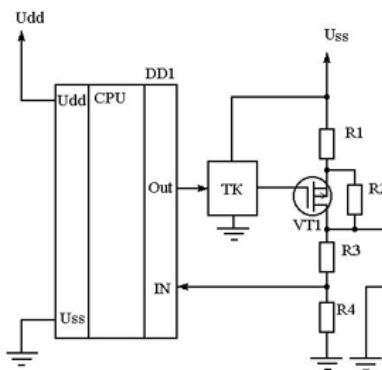


Рис. 8

струмом в шлейфі виконано на транзисторному струмовому джерелі з необхідним коефіцієнтом перетворення. Транзисторний ключ E1 узгоджує рівні сигнали для керування станом транзисторів VT1 і VT2 від мікроконтролера DD1. Особливістю такого технічного рішення також є те, що режими її роботи практично не залежать від вибору напруги на шлейфі, будь то 15 або 24 В

Вимоги до побудови основних вихідних ключів ППКП, які викладені у другій частині стандартів серії ДСТУ EN54, свідчать, що їх не можна побудувати за традиційною схемою «відкритого» колектора або релейного виходу.

Вузол вихідних ключів повинен бути побудований так, щоб захистити елементи цих ключів від перевантажень по струму, виявляти короткі замикання в ланцюгах навантаження цих ключів, а також контролювати цілісність ланцюга навантаження. Вихідний ключ ППКП, виконаний за патентом України на корисну модель № 52649 [13], схема якого представлена на рис. 7, реалізує ці завдання.

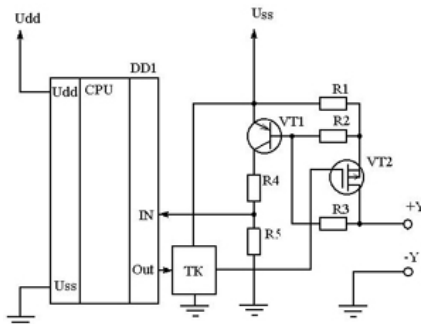


Рис. 7

Застосування операційного підсилювача в якості повторювача напруги, або підсилювача з керованим коефіцієнтом підсилення між аналоговим входом мікроконтролера і дільником напруги на резисторах R3 і R4 дозволяє значно розширити технічні можливості вихідного ключа. Завдяки цим удосконаленням з'являється можливість не тільки значно збільшити опір цього дільника, а й зменшити струм через шунтувальний резистор R2. А застосування підсилювача з керованим коефіцієнтом підсилення дозволяє виявляти коротке замикання в ланцюзі навантаження, коли опір провідників самого шлейфа буде мати не нульове значення. Ці технічні рішення захищені патентами України на корисні моделі № 58163 і 59903 [15, 16] і представлені на рис. 9 і 10.

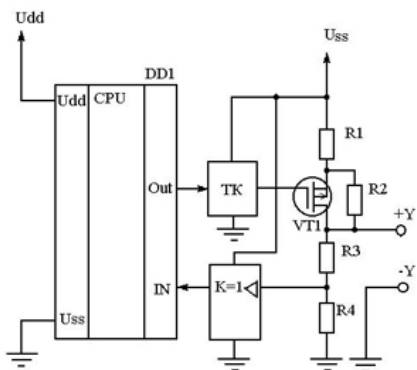


Рис. 9

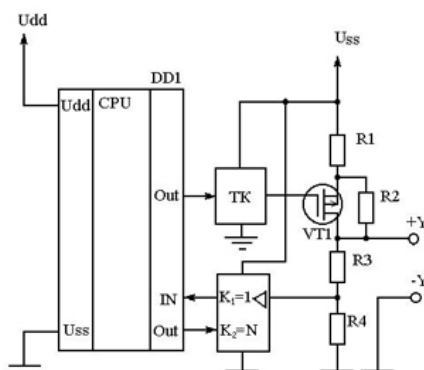


Рис. 10

Як говорилося на самому початку статті - найголовнішою функцією ППКП є забезпечення безперебійним електроживленням інших компонентів системи пожежної сигналізації. Сьогодні ДСТУ EN54-4 пред'являє безліч вимог до УЕП, виконати які можна тільки за допомогою мікроконтролера.

Вузол контролю батареї, вирішальний завдання, поставлені нормативним документом, виконаний за схемою патенту України на корисну модель № 53439 [17] і представлений на рис. 11.

ППКП з таким вузлом контролю батареї працює таким чином.

У нормальному стані операційний підсилювач DA2.1 буде через діод VD1 керувати величиною напруги на виході перетворювача змінної напруги в постійне E1, контролюючи при цьому струм заряду акумуляторної батареї AB. Якщо батарея AB заряджена, то на виході перетворювача E1 встановиться максимальний робочий напруга. Імпульсне вплив з виходу мікроконтролера через транзисторний ключ E2 на ланцюг зворотного зв'язку перетворювача E1 не призведе до ще більшого підвищення напруги на виході цього перетворювача. Якщо ж батарея AB не буде підключена, то напруга на виході перетворювача E1 при таких впливах може імпульсно збільшитися до гранично допустимої величини. За допомогою підсилювача DA2.2 мікроконтролер DD1 забезпечує контроль величини струму заряду акумулятора, а також контроль напрямку струму в ланцюзі батареї AB.

При відсутності мережевої напруги за допомогою дільника напруги на резисторах R1 і R2 забезпечується контроль EPC на клеммах батареї AB. Коли ж напруга досягне мінімального критичного значення, мікроконтролер DD1 забезпечить відключення всіх навантажень і формування попереджувальної сигналізації про розряд батареї AB.

Стабілізатор напруги DA1 забезпечує стабільним електроживленням мікроконтролер DD1, яке також є опорним для його внутрішнього аналогово-цифрового перетворювача.

Для електроживлення ланцюгів шлейфів пожежної сигналізації необхідно використовувати підвищувальний перетворювач напруги. Відомі схеми імпульсних підвищувачів перетворювачів стабільного напруги володіють одним істотним недоліком - такі перетворювачі "бояться" короткого замикання в ланцюзі навантаження. Нове технічне рішення, представлено на рис. 12, захищено патентом України на корисну модель № 9163 [18] і вільно від зазначеного недоліку.

Додатковими елементами такого перетворювача напруги є транзистор VT2, діод VD2, резистори R3 і R4. Резистор R3 забезпечує обмеження струму через діод VD1 при короткому замиканні в ланцюзі навантаження і

"плавний запуск перетворювача при його включенні. Після заряду конденсатора C до величини U_z , яке свідомо більше U_{ss} , транзистор VT2 відкривається і замикає резистор R3. Діод VD2 забезпечує захист транзистора VT2 при короткому замиканні в ланцюзі навантаження.

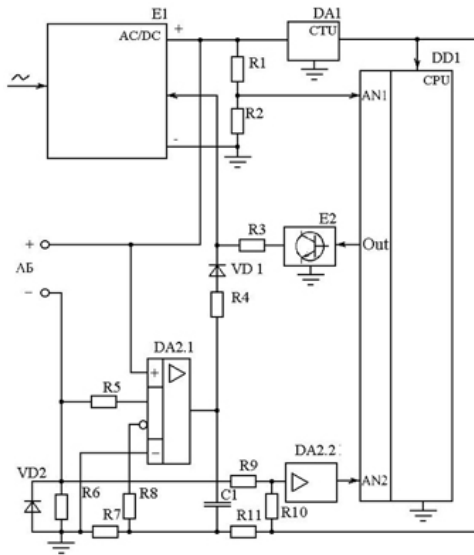


Рис. 11

Найважливішим моментом в конструюванні ППКП є організація передачі і прийому повідомлень на пульті пожежного спостереження (ППН). Відповідно до вимог державного стандарту України ДСТУ EN 54-21 така система передачі інформації повинна бути двосторонньою. Різними можуть бути і середовища передачі повідомлень: це може бути і мережі автоматичної телефонної станції, може бути просто двостороння радіозв'язок, а також різні канали зв'язку, які представляють мобільні оператори та ін.

Поки ще немає жодних нормалей, які б визначали єдині правила передачі і прийому повідомлень від ППКП на УПС. Кожен розробник систем пожежного моніторингу об'єктів веде свою лінію, яка мало орієнтована на можливості ППКП і потреба в інформації, яку можна було б отримати з об'єктового устаткування. Тут доцільно було б застосовувати в складі ППКП певний перетворювач інтерфейсу (ПІ), наприклад, RS 485. Обмін інформацією повинен був би здійснюватися за єдиним протоколом, незалежно від конструктивних особливостей ППКП і УПС, а також середовища передачі повідомлень. Але поки в цьому напрямку немає єдиної думки серед виробників обладнання для систем пожежної сигналізації, автоматизації і моніторингу. А значить, існує величезне поле для творчої діяльності - пошуку і

впровадження нових систем зв'язку між ППКП і ППН.

Література:

1. ДСТУ EN54-2: 2003 Системи пожежної сигналізації. Частина 2 Прилади приймально-контрольні пожежні.
2. НПБ 75-98 Прилади приймально-контрольні пожежні. Прилади управління пожежні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
3. ГОСТ Р 53325-2009 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. ДСТУ EN54-1: 2003 Системи пожежної сигналізації. Частина 1. Вступ.
5. ДСТУ CEN / TS 54-14:2009 Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови Щодо побудова проектування, монтажу, введення в експлуатацію, експлуатування та ТЕХНІЧНОГО обслуговування.
6. ДСТУ 4375-3:2004 Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Прилади приймально-контрольні. Технічні умови.
7. ДСТУ EN 54-18: 2009 Системи пожежної сигналізації. Частина 18. Пристрої вводу виводу.
8. ДСТУ EN 54-21: 2009 Системи пожежної сигналізації. Частина 21. Пристрої передавання пожежної тривоги та попередження про несправність.
9. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 49163 Звуковий оповіщувач", Бюл. № 8, 26.04.2010
10. Баканов В. "Ключ до систем пожежної сигналізації високої надійності", ж. "SECURITY.UA", № 2, 2010 р., с. 10
11. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 46864 "Прилад приймально-контрольний пожежний", Бюл. № 1, 11.01.2010.
12. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 46819 "Прилад приймально-контрольний пожежний" Бюл. № 1, 11.01.2010.
13. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 52649 "Прилад приймально-

контрольний пожежний" Бюл. № 17, 10.09.2010

14. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 53432 "Прилад приймально-контрольний пожежний" Бюл. № 19, 11.10.2010

15. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 58163 "Прилад приймально-контрольний пожежний" Бюл. № 7, 11.04.2011

16. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 59903 "Прилад приймально-контрольний пожежний" Бюл. № 11, 10.06.2011

17. Баканов В. В., Макаров В. Б., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 53439 "Прилад приймально-контрольний пожежний" Бюл. № 19, 11.10.2010

18. Баканов В. В., Мисевич І. З., Семенюк О. Д. Патент України на корисну модель № 9163 "Перетворювач постійної напруги", Бюл. № 9, 15.09.2005

Изменено 25.03.2012 11:52



АВТОР: ВЛАДИМИР БАКАНОВ

главный конструктор ЧП «Артон»