

Пристрій відноситься до систем телемеханіки та може бути використаний для спорадичної передачі інформації від давачів, стан яких відображається двома дискретними сигналами "1" та "0".

Відомий пристрій для спорадичної передачі телесигналізації (див.: А.с. № 1260996, бюл. № 38, 1986, М.Л. Портнов), який містить комутатори, перетворювач паралельного коду від давачів в послідовний, генератор тактових імпульсів, розподільник, компаратор, тригери та регістри пам'яті.

У такому пристрої періодично зрівнюються поточні сигнали стану давачів з даними, які занесені у пам'ять та відображають раніш зафіксовані стани давачів; при виявленні розбіжності між сигналами формується сигнал "запит", а після одержання від зовнішнього управляючого пристрою сигналу "дозвіл передачі" пристрій надсилає на вихід "інформація" дані, що відображають поточний стан давачів. Використаний у пристрої спосіб формування забезпечує зменшення кількості циклів передачі даних та завантаження каналів зв'язку.

Недоліком пристрою є відсутність ланцюгів контролю роботоздатності ліній зв'язку з давачами, що знижує вірогідність даних, що передаються.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого є пристрій для передачі дискретних сигналів по заявці № 97031345 (див.: Рішення про видачу патенту від 14.11.1997, Є.М. Портнов, М.Л. Портнов).

У відомому пристрої-прототипі забезпечується контроль роботоздатності ліній зв'язку з давачами завдяки проведенню додаткових операцій, які дозволяють виявити коротке замикання чи розрив лінії зв'язку з будь-яким давачем. При цьому стан кожного давача відображається двома сигналами: "1" та "0" чи "0" та "1", що дає змогу виявити в пристрої прийому цих сигналів наявність перетворень із-за дії завод та несправностей апаратури; прийом сигналів "1" та "1" є ознакою короткого замикання, а сигналів "0" та "0" - розриву лінії зв'язку з відповідним давачем. Отже, пристрій-прототип забезпечує комбінований захист інформації, що відображає дискретні сигнали стану давачів.

Недоліком пристрою-прототипу є низька швидкодія, тому що в кожне інформаційне посилання вводяться пари сигналів, які відображають стан усіх давачів, незалежно від кількості давачів, для яких зафіксована зміна стану. Недостатньо висока швидкодія прототипу особливо відчувається у системах телемеханіки, в яких для багатьох пристроїв передачі використовується один, магістральний канал зв'язку з пристроєм пункту управління, в якому приймаються інформаційні посилання з усіх пристроїв передачі даних. Такий зв'язок між пристроями передачі та прийому посилань характерний для систем телемеханіки для залізниць, а також при використанні радіоканалу зв'язку в інших системах.

Метою винаходу є підвищення швидкодії пристрою за рахунок введення в інформаційне посилання тільки даних від давачів, стан яких змінився порівняно з тим, який був переданий раніш та який зберігається в пам'яті пристрою. Спосіб формування інформаційного посилання, що реалізується в запропонованому пристрої, можна охарактеризувати таким чином: інформаційне посилання формується після того, як зафіксована зміна стану одного чи декількох давачів або виявлене коротке замикання чи розрив лінії зв'язку з будь-яким давачем; інформаційне посилання складається з "р" сигналів номерів груп давачів та n/p сигналів номерів об'єктів в групі (n - загальна кількість давачів, що підключені до пристрою), до яких додаються по два сигнали, що відображають новий стан давача та лінії зв'язку з ним; пари сигналів давачів, стан яких не змінився, в інформаційне посилання не включаються; якщо зафіксований виклик даних від зовнішнього пристрою, в інформаційне посилання включається по два сигнали для кожного з давачів незалежно від його поточного стану.

Суттю винаходу є доповнення спільних з прототипом ознак додатковими елементами та зв'язками між ними.

Як і в прототип, в запропонований пристрій включаються блоки вводу, управління, контролю та передачі. Блок вводу запропонованого пристрою, як і прототипу, містить вузли давачів та узгодження, кожний з яких включає перший та другий діоди, перший стабілітрон, та перетворювач паралельного коду в послідовний, до складу якого включений перший мультиплексор-демультиплексор, перший лічильник, другий стабілітрон, перший підсилювач, перший та другий оптронні ключі, елемент затримки, перший-четвертий обмежуючі резистори. Крім того, блоки вводу прототипу та запропонованого пристрою включають: третій-шостий оптронні ключі, другий-четвертий підсилювачі, перший інвертор, п'ятий-сьомий обмежуючі резистори та третій стабілітрон.

Блок управління запропонованого пристрою та прототипу містять: перший генератор тактових імпульсів, розподільник, компаратор, перший-четвертий тригери, перший та другий елементи АБО, перший та другий елементи І.

Блок контролю та передачі запропонованого пристрою та прототипу містять: п'ятий лічильник, перший елемент пам'яті, восьмий тригер, другий мультиплексор, перший та другий формувачі імпульсів, четвертий-сьомий елементи АБО.

Для реалізації мети винаходу в запропонованому пристрої, на відміну від прототипу, у блок управління додатково введені п'ятий-сьомий тригери, керований інвертор та другий генератор тактових імпульсів, а у блок контролю та передачі - дев'ятий-одинадцятий тригери, третій демультиплексор та четвертий мультиплексор, третій-п'ятий формувачі імпульсів, другий...четвертий лічильники, другий та третій елементи пам'яті, восьмий-десятий обмежуючі резистори, п'ятий підсилювач, другий та третій інвертори.

На фіг. 1 наведена структурна схема пристрою та зв'язки між блоками вводу, управління, а також контролю і передачі; на фіг. 2, 3 та 4 наведені схеми блоків вводу, управління, контролю та передачі, відповідно, а на фіг. 5 - приклад часової діаграми інформаційного посилання від запропонованого пристрою.

Пристрій складається з блоків вводу 1, управління 2, контролю та передачі 3. До блоку 1 включається вузол 4 давачів. Для наведеного на фіг. 1 прикладу до пристрою підключено "n" давачів. Давачі 4-1...4-n можуть бути у вигляді контактів або, як наведено на фіг. 1. - безконтактних ключів. Виходи давачів приєднуються до відповідних входів вузла 5 узгодження, що містить елементи 5-1...5-n - по одному для кожного давача. До складу вказаних елементів включені перший 6 та другий 7 діоди та перший стабілітрон 8. Загальні виходи вузлів 4 та 5 об'єднуються, а індивідуальні виходи вузла 5 з'єднуються з відповідними інформаційними входами перетворювача 9 паралельного коду від давачів у послідовний. Перетворювач 9 містить перший 10 мультиплексор-демультиплексор, перший лічильник 11, з'єднаний "m" виходами з адресними входами 10, причому $m = \lceil \log n \rceil$ ($\lceil \cdot \rceil$ - ознака округлення "m" до найближчого цілого числа). Вихід мультиплексора (він є входом, коли 10 працює у режимі демультиплексора) з'єднаний крізь другий 12 стабілітрон з входом першого 13 підсилювача, який підключений виходом до входу першого 14 оптронного ключа. Ключ 14 є комутатором, що передає сигнали, які надійшли на його вхід, до виходу, причому електричний (гальванічний) зв'язок між входом та виходом ключа - комутатора відсутній. Другий 15 оптронний ключ таким же чином відокремлює ланцюги управління лічильником 11. Для завдання робочих сигналів у відокремлених частинах блоку 1 використовуються основне та додаткове джерела живлення (не наведені на фіг. 1) з виводами нульових сигналів 0o та 0d, а також робочих напруг Uo та Ud, відповідно. Робочий режим на входах та виходах оптронних ключів встановлюється за допомогою першого 16, другого 17, третього 18 та четвертого 19 обмежувачів резисторів. Вихід ключа 15 з'єднується з першим, лічильним входом 11 та крізь елемент 20 затримки - з другим, R-виходом лічильника 11.

Для опитування стану давачів та діагностики роботоздатності ліній зв'язку між вузлами 5 та 9 використовуються третій 21, четвертий 22, п'ятий 23 та шостий 24 оптронні ключі, сигнали управління для яких створюються за допомогою другого 25, третього 26 та четвертого 27 підсилювачів, а також першого 28 інвертора. Робочий режим на входах та виходах оптронних ключів встановлюється за допомогою п'ятого 29, шостого 30 та сьомого 31 обмежувачів резисторів, а контрольний режим при опитуванні стану давачів - за допомогою третього 32 стабілітрону.

До складу блоку 2 входять перший 33 та другий 34 генератори тактових імпульсів, виходи яких приєднуються до входів розподільника 35. Розподільник 35 формує імпульси послідовно на першому-сьомому виходах. Цими сигналами синхронізується робота блоків пристрою. В ланцюги синхронізації включені перший 36, другий 37 та третій 38 елементи АБО, а також перший 39 та другий 40 елементи І. Керований інвертор 41, що з'єднаний першим входом з виходом блоку 1, та компаратор 42, що зрівнює поточний та попередній стан опитуваного давача, формують сигнали для елементів обробки даних, до складу яких включені перший 43, другий 44, третій 45, четвертий 46, п'ятий 47, шостий 48 та сьомий 49 тригери.

Блок 3 містить другий 50, третій 51, четвертий 52 та п'ятий 53 лічильники. Виходи 53 з'єднані з групою адресних входів другого 54 мультиплексо-ра, третього 55 демультиплексора та четвертого 56 мультиплексора, а виходи лічильників 50, 51 та 52 є адресними входами для першого 57, другого 58 та третього 59 елементів пам'яті. Управління лічильниками та елементами пам'яті здійснюється сигналами, що формуються на виходах першого 60, другого 61, третього 62, четвертого 63 та п'ятого 64 формувачів імпульсів. Імпульсні вихідні сигнали, що зчитуються з елементів пам'яті 57, 58 та 59 фіксуються восьмим 65, дев'ятим 66 та десятим 67 тригерами. Одинадцятий 68 тригер сприймає сигнал від тригеру 43 блоку 2 та формує інформаційний сигнал для елемента пам'яті 58. У ланцюги управління тригерами, лічильниками та елементами пам'яті встановлені четвертий 69, п'ятий 70, шостий 71, сьомий 72 елементи АБО, другий 73 та третій 74 інвертори. П'ятий 75 підсилювач формує робочі імпульсні сигнали, що надходять до входу оптронного ключа 15 блоку 1. Рівень робочих сигналів, що формуються демультиплек-сором 55, визначається восьмим 76, дев'ятим 77 та десятим 78 обмежувачами резисторами.

Мультиплексори 10, 54 та 56, а також демультиплексор 55 можуть бути реалізовані, наприклад, на елементах К561 КР2, причому число елементів для виконання мультиплексора 10 залежить від загальної кількості давачів. Завдяки тому, що вказані елементи симетричні, вони можуть бути переведені у режим демультиплексора, що викори-стовується у блоці 1. Зауважимо, що кількості та порядкові номери входів-виходів у схемах мульти-плексорів-демультиплексорів, що використовують-ся у блоках, різні, тому на фіг. 2 та 4 наводяться тільки ті з них, що впливають на роботу пристрою.

Введені до блоків пристрою тригери реалізуються, наприклад, на елементах К561 ТМ2. Кожний тригер має входи: S (асинхронне встановлення тригеру у стан "1"), R (асинхронне встановлення у стан "0"), D - інформаційний вхід для синхронного управління тригером сигналом по С-входу, а також прямий та інверсний виходи. Окремі входи чи виходи тригерів можуть не використовуватись, тому в тексті дається номер та назва входу чи виходу тригера.

Розподільник 35 може бути реалізований, наприклад, на елементі К561 ІЕ9. По сигналу на першому, лічильному вході розподільник переходить на формування сигналу "1" на черговому за номером виході. При надходженні сигналу "1" на другий, управляючий вхід розподільник перестає бути чутливим до сигналів на першому вході, а при подачі сигналу на третій R-вхід - переходить у початковий стан, коли сигнал "1" формується на нульовому виході, який не наводиться на фіг. 2. У роботі пристрою не використовуються сигнали розподільника з другого та п'ятого виходів.

Елементи пам'яті 57, 58 та 59 можуть бути реалізовані, наприклад, на схемах К561 РУ2, які забезпечують оперативну пам'ять до 256 однороз-рядних кодів.

Лічильники 50, 51 та 52 можуть бути реалізовані, наприклад, на схемах К561 ІЕ10, які забезпечують перехід у наступний стан при зміні сигналу з "0" на "1" на першому, С-вході, якщо при цьому на другий, СЕ-вхід поданий сигнал "1", або при зміні сигналу з "1" на "0" на другому вході при наявності сигналу "0" на

першому вході. Лічильник 53 може бути реалізований, наприклад, на схемі K561 ІЕ11, що відрізняється від наведених вище тим, що по сигналу "1" на першому вході лічильник встановлюється у кодовий стан, що визначається паралельним кодом на групі інформаційних входів (не показаних на фіг. 4). За сигналом "1" на другому, С-вході лічильник 53 переводиться у наступний кодовий стан.

Формувачі імпульсів 60, 61, 62, 63, 64 можуть бути реалізовані, наприклад, на тригерах, у яких прямий вихід з'єднується крізь інтегруючий RC ланцюг з R-входом. У робочий стан формувачі переводяться сигналом "1" по С-входу. Тривалість імпульсу залежить від значень R та C.

Керований інвертор 41 та компаратор 42 для послідовних кодів можуть бути реалізовані, наприклад, на елементах виключного АБО K561 ЛП2.

Розглянемо роботу пристрою при опитуванні стану давачів. Приймемо, що лічильник 11 вузла 9 знаходиться у початковому стані, тобто сигнали на його виходах 1...m дорівнюють "0", а у мультиплексорі-демультиплексорі 10 з'єднаний перший вхід з виходом. При надходженні сигналу "0" до першого входу блоку 1 на виході інвертору 28 формується сигнал "1", який крізь підсилювач 25 надходить до послідовно включених вхідних ланцюгів ключів 21 та 22. Струм, що проходить по вхідним ланцюгам ключів, залежить від напруги U_0 основного джерела живлення та обмежуючого резистора 31 та встановлюється рівним робочому току ключів. В результаті ключі відкриваються, тобто на другий вихід ключа 21 проходить сигнал U_d з позитивного виходу додаткового джерела живлення, а перший вихід ключа 22 виявляється приєднаним до нульового виходу (0d) вказаного додаткового джерела живлення.

З урахуванням стану першого (4-1) давача вузла 4 сигнали від ключів 21 та 22 проходять по одному з двох ланцюгів. Так, якщо ключ давача 4-1 замкнутий, струм від джерела U_d надходить до виводу 0d крізь ключ 21, відкритий перший канал 10, анод-катод діоду 6, ключ 4-1, загальний вихід давачів вузла 4, ключ 22. Завдяки тому, що опір вказаного ланцюга малий, падіння напруги на ньому виявляється меншою ніж порогова напруга стабілітрону 12, а ланцюг з елементів 12 та 13 залишається у неробочому стані. Крізь вихідний ланцюг ключа 14 струм не протікає, а вихідний сигнал блоку дорівнює "1" (величині U_0 основного джерела живлення). Сигнал від 14 надходить до блоку 2 для подальшої обробки. Якщо ключ давача 4-1 закритий, при опитуванні його стану ланцюг для струму замикається не крізь елемент 10, а крізь елементи 12 та 13. Струм від джерела U_d крізь обмежуючий резистор 17 проходить по вхідному ланцюгу ключа 14; на виході ключа 14 та блоку 1 створюється сигнал "0". Отже, якщо давач, що опитується, знаходиться у замкнутому стані, на вихід блоку 1 подається сигнал "1", у протилежному випадку - сигнал "0".

Для діагностики роботоздатності апаратури та лінії зв'язку з давачами після формування на виході блоку 1 сигналу "1" слід перевірити, чи не замкнута лінія зв'язку між давачем та елементом 10, а після формування сигналу "0" - наявність розриву вказаної лінії зв'язку. Перевірка здійснюється завдяки введенню другого етапу опитування того ж самого давача. Другий етап проводиться, коли сигнал на першому вході блоку 1 стає рівним "1". При цьому підсилювач 25 опиняється в неробочому стані, а підсилювач 26 відкривається та створює у вхідному ланцюгу ключа 23 струм, що проходить крізь обмежуючий резистор 29. Якщо на першому етапі опитування встановлено, що ключ давача замкнутий (тобто на виході блоку 1 був сформований сигнал "1"), на другому етапі на третій вхід блоку 1 надходить сигнал "0"; підсилювач 27 та ключ 24 залишаються у неробочому стані, а стабілітрон 32 не шунтується вихідним ланцюгом ключа 24. Як наслідок, створюється ланцюг, що складається з послідовно включених: виводу U_d , стабілітрону 32, елементу 5-1...5-n (відповідно до номеру давача), мультиплексора 10 та елементів 12 та 13. Якщо лінія зв'язку між виходом елементу 5-1...5-n та входом 10 не замкнута, сумарна порогова напруга стабілітронів 32, 8 та 12 перевищує U_d , тому підсилювач 13 залишається у неробочому стані, а на виході ключа 14 формується сигнал "1". При короткому замиканні вказаної лінії зв'язку величина порогової напруги зменшується, тому що із ланцюга виключається стабілітрон 8 - підсилювач 13 та ключ 14 переходять у робочий стан, а на виході блоку 1 з'являється сигнал "0".

У випадку, коли на першому етапі опитування стану давача на виході блоку 1 був сформований сигнал "0", тобто ключ давача був закритий, на другому етапі слід перевірити наявність розриву лінії зв'язку. Тому на другому етапі - діагностики на третій вхід блоку 1 подається сигнал "1", який призводить до переходу в робочий стан підсилювача 27 та ключа 24. Ключем 24 шунтується стабілітрон 32, а сумарна порогова напруга вказаного вище ланцюга зменшується, завдяки чому вона стає меншою U_d . Якщо лінія зв'язку між елементом 5-1...5-n та входом 10 не розімкнена, з'являється струм, який проходить крізь 12 та вхід 13. Ключ 14 переходить у робочий стан, а на виході блоку 1 формується сигнал "0". У випадку, коли лінія зв'язку розірвана, на виході блоку 1 формується сигнал "1".

Отже, якщо лінія зв'язку справна, на обох етапах - опитування та діагностики, для кожного з давачів на виході блоку 1 повинні формуватися однакові сигнали: "1" та "1" - при замкнутому, "0" та "0" - при розімкненому стані давача. Коли виявлене коротке замикання лінії, формуються сигнали "1" та "0"; при розриві лінії зв'язку - сигнали "0" та "1", тобто пристрій забезпечує динамічну діагностику стану лінії зв'язку з давачами. Слід підкреслити, що в процесі діагностики використовується майже уся апаратура блоків, причому ланцюги опитування стану давачів на етапі діагностики працюють по іншому алгоритму, що забезпечує перехід вузлів з робочого у неробочий режим та зворотно, тобто перевірка роботоздатності апаратури проводиться найбільш продуктивно.

Після проведення етапів опитування та діагностики для одного давача робочий сигнал надходить до другого входу блоку 1. Цим сигналом створюється струм у вхідному ланцюгу ключа 15. Ключ відкривається та формує сигнал "1" на обмежуючому резисторі 19 та на першому, С-вході лічильника 11. Лічильник переходить у наступний кодовий стан; при цьому у мультиплексорі-демультиплексорі 10 вихід об'єднується зі входом, який підключений до елементу 5-1...5-n, що з'єднаний з наступним за номером давачем 4-1...4-n. Тривалість робочого сигналу на другому вході блоку 1 менша ніж його затримка

елементом 20, тому на другому, R-вході лічильника 11 сигнал "1" не з'являється, а лічильник не повертається у початковий стан.

Аналогічно наведеному вище проводяться етапи опитування та діагностики для усіх давачів. Коли опитування давачів завершується, на другий вхід блоку 1 надходить сигнал, тривалість якого більша ніж порогова для елемента 20. Тому сигнал "1" з'являється на R-вході лічильника 11, який переходить у початковий стан, а блок 1 виявляється готовим до проведення чергового циклу опитування давачів. Вказаний сигнал, як буде наведено нижче, синхронізує роботу блоку 1 з іншими блоками пристрою.

Видно, що за допомогою введених до складу блоку 1 оптронних ключів 14, 15, 21, 22, 23 та 24 частина пристрою, що з'єднується з давачами, гальванічно (електрично) відокремлюється від іншої частини, завдяки чому стає можливим віддалення давачів на значну відстань без помітного впливу на роботу пристрою сигналів завад у ланцюгах зв'язку з давачами.

Розглянемо роботу блоку 2 управління у зв'язку з іншими блоками пристрою.

Розподільник 35 формує розділені у часі імпульсні сигнали, якими синхронізується робота елементів пристрою. Розподільник 35 працює циклічно, цикл задається сигналами, які формуються другим генератором 34. Один цикл роботи 35 розділяється на такти за допомогою сигналів від першого генератора 33. Частота сигналів 33 обирається якомога більшою - з урахуванням швидкодії елементів пристрою, а частота сигналів 34 - з урахуванням вимог до швидкодії пристрою у цілому. При формуванні сигналу "0" на прямому вході 34 на його інверсному виході з'являється сигнал "1", який переводить 35 (сигналом по третьому, R-входу) у початковий стан. У цьому стані 35 утримується половину періоду сигналу від 34, доки на його прямому виході не з'являється сигнал "1", а на інверсному - "0", після чого 35 стає чутливим до сигналів на першому, С-вході. Фронтом кожного сигналу від 33 розподільник 35 переводиться у наступний стан, тобто сигнал "1" по черзі формується на першому-сьомому виходах. Сигнал "1" з сьомого виходу 35 по ланцюгу зворотного зв'язку подається на другий (управляючий) вхід. Вказаним сигналом 35 переводиться у стан очікування чергового сигналу "1" на R-вході від генератора 34.

Для нормальної роботи пристрою треба обрати частоту сигналів від генератора 33 не менш ніж у 14 разів вищою частоті сигналів від 34. Наприклад, якщо з урахуванням можливих затримок сигналів у ланцюгах пристрою частота 33 обирається рівною 1 МГц, частота сигналів від 34 повинна бути не більшою 75 кГц.

Коли сигнал "1" формується на першому виході 35, проводиться занесення у тригер 47 сигналу, що надійшов на перший вхід блоку 2 від ключа 14, тобто сигналу, що відображає поточний стан давача. Номер давача залежить від коду, який встановлений на виходах лічильника 11 блоку 1. Інформаційний сигнал надходить до першого, D-входу, а тактовий сигнал - до другого, С-входу тригера 47. Тригер 47 запам'ятовує занесений в нього сигнал до появи наступного сигналу "1" на С-вході. Сигнал з першого виходу 35 також подається на перший вхід АБО 36; у першому півтакті сигналу від 33 сигнал "1" подається на обидва входи елемента І-НІ 39. Вихідний сигнал "0" елемента 39 крізь шостий вхід блоку 2 та шостий вхід блоку 3 надходить до синхронізуючого, С-входу елементів пам'яті 57, 58, 59 та до другого, С-входу тригерів 65, 66, 67. Завдяки тому, що на управляючий (У) вхід елемента 57 крізь восьмий вхід блоку 3 та восьмий вхід блоку 2 подається сигнал "0", елемент пам'яті 57 виявляється переведеним у режим зчитування даних з комірки пам'яті, номер якої визначається сигналами на групі адресних (А) входів, що надходять з виходів лічильників 50, 51, 52. Отже, на початку чергового циклу опитування стану давачів з першої комірки пам'яті (сигнали "0" подані на усі входи групи А елемента 57) зчитується сигнал, який відображає стан першого давача, що був зафіксований у попередніх циклах опитування. Зауважимо, що для елемента пам'яті 57 робочим рівнем синхронізуючого сигналу є "0", тому використовується інверсія сигналу елементом І-НІ 39. В першому півтакті сигналу "1" на першому виході 35 на виході 57 з'являється сигнал відображення "старого" стану давача. Через півтакту сигналу від 33 на виході 39 сигнал "0" змінюється на "1", завдяки чому з'являється робочий сигнал на другому, С-вході тригера 65. Підкреслимо, що введена затримка довжиною у половину сигналу від 33 забезпечує нечутливість пристрою до можливих затримок у появі сигналу на виході 57 та реакції на нього тригера 65. Отже, по сигналу "1" від 39 у тригер 65 переноситься зафіксований 57 сигнал стану давача.

Після завершення управління тригером, при появі сигналу "1" на третьому виході 35, "новий" стан давача, що зафіксований тригером 47, зрівнюється компаратором 42 зі "старим" станом, що був зчитаний з комірки пам'яті елемента 57, занесений у тригер 65 та поданий на вхід 42 з другого входу блоку 2 крізь перший вхід блоку 3. Якщо "старий" та "новий" стани давача співпадають, на виході компаратора формується сигнал "0"; зміна стану давача призводить до появи на виході 42 сигналу "1", який подається на другий, D-вхід тригера 43. Сигнал від 42 переноситься у тригер 43 по сигналу "1" на третьому, С-вході тригера 43, тобто при формуванні сигналу "1" на третьому виході розподільника 35. Сигнал від тригера 43 крізь восьмий вхід блоку 2 та восьмий вхід блоку 3 надходить до управляючого входу елемента 57, до першого, S-входу тригера 68 та до інформаційного (І) входу елемента пам'яті 59.

Якщо зафіксована зміна стану давача, тригер 43 переводиться у стан "1", елемент 57 - у режим запису даних. Водночас у стан "1" переводиться тригер 68, завдяки чому на інформаційний вхід елемента 58 та на управляючий вхід елемента 59 подаються сигнали "1". На обидва входи елемента АБО-НІ 70 надходять сигнали "0", тому сигналом "1" з виходу 70 елемент 58 виявляється переведеним у режим запису даних. Слід відмітити, що при фіксації зміни стану давача формуються сигнали "1" на інформаційних виходах елементів 58 та 59, а на інформаційний вхід елемента 57 надсилається сигнал крізь п'ятий вхід блоку 3 та п'ятий вхід блоку 2 з виходу керованого інвертора 41. В розглянутому випадку на другий, управляючий вхід 41 надходить сигнал "0" з шостого виходу 35, тому вихідний сигнал 41 повторює сигнал на його першому вході, тобто дорівнює сигналу від ключа 14. Отже, на третьому такті розподільника 35, якщо

зафіксована зміна стану давача, у комірку елементу 57, номер якої визначається номером опитуваного давача, заноситься сигнал "нового" стану давача, а у відповідні комірки елементів 58 та 59 - сигнали "1". Зауважимо, що сигнали на групі адресних входів елементу 58 відображають номер групи давачів, а елементу 59 - номер давача; стан кожного з давачів відображається двома сигналами, що заносяться у дві сполучені за номерами комірки пам'яті елементу 57.

У випадку, коли не зафіксована зміна стану давача, запис нової інформації у елементи 57 та 59 не проводиться (на управляючому вході елементів - сигнал "0"), а у елемент 58 записується сигнал, що відображає стан триггеру 68. Якщо при опитуванні будь-якого давача однієї групи зафіксована зміна стану, триггер 68 переходить у стан "1" та залишається у цьому стані до завершення опитування усіх давачів групи, доки на його другий, R-вхід не надходить сигнал від формувача 63, коли змінюється кодовий стан лічильника 52. Завдяки цьому у комірку пам'яті елементу 58, що виділяється для усіх давачів однієї групи, записується сигнал "1", якщо змінився стан будь-якого з вказаних давачів, тобто записані у 58 сигнали є ознакою зміни стану одного, декількох чи усіх давачів однієї групи.

Сигнал "1" з виходу 68 використовується як управляючий для елементу 59, тому цей елемент переходить у режим запису даних на весь час, доки опитуються давачі однієї групи, починаючи від моменту, коли зафіксована зміна стану будь-якого давача однієї групи. Інформаційний сигнал для елементу 59 формується тригером 43, тому сигнали "1" записуються у ті комірки пам'яті 59, які відносяться до давачів, стан яких змінився. Сигнали "0" записуються у комірки пам'яті 59, що відносяться до давачів, стан яких не змінився.

Після завершення операцій по аналізу стану давачів та запису даних у елементи пам'яті, коли сигнал "1" формується на четвертому виході 35, водночас сигнал "1" з'являється на виході елементу 1 40, тому що на обидва його входи надходять сигнали "1" - з виходів АБО 37 та тригера 46. Крізь третій вихід блоку 2 та третій вхід блоку 3 сигнал подається на перший, С-вхід лічильника 50. Лічильник переходить у стан "1" - в цей час проводиться діагностика роботоздатності роботи пристрою.

Сигнал "1" від лічильника 50 крізь третій вихід блоку 3 надходить до першого входу блоку 1. На третій вхід блоку 1 крізь дев'ятий вихід блоку 2 надходить сигнал з інверсного виходу триггеру 47, який зафіксував значення сигналу, що відображає поточний стан опитуваного давача. Вже вказувалось, що якщо ключ давача замкнутий, триггер 47 встановлюється в стан "1", а на його інверсному виході з'являється сигнал "0", який не переводить підсилювач 27 та ключ 24 у робочий стан. Внаслідок цього стабілітрон 32 виявляється не зашунтованим, а пристроєм перевіряється наявність чи відсутність короткого замикання лінії зв'язку з давачем. Якщо триггер 47 не переведений у "1", з його інверсного виходу сигнал "1" надсилається до входу підсилювача 27; стабілітрон 32 шунтується ключем 24, а пристрій діагностує наявність чи відсутність розриву лінії зв'язку з давачем. Також вказувалось, що при відсутності несправностей, сигнали на обох етапах - опитування та діагностики, однакові. Але для проведення більш глибокої діагностики елементів пам'яті та вузлів передачі даних необхідно інвертувати сигнал - результат діагностики, для того, щоб пара сигналів, що відображає стан одного і того ж давача, мала вигляд "1" та "0" чи "0" та "1". Інвертування сигналу забезпечується елементом 41 при подачі на його другий вхід сигналу "1" з шостого виходу розподільника 35. Інвертований сигнал крізь п'ятий вихід блоку 2 та п'ятий вхід блоку 3 надходить до інформаційного входу елементу 57. Триггер 43 утримується у стані "1", тому елемент 57 виявляється переведеним у режим запису даних. Синхронізуючий сигнал для 57 формується елементами 36 та 39, тому що вхід 36 з'єднаний з шостим виходом 35. Отже, на шостому такті роботи розподільника 35 у відповідну комірку пам'яті 57 записується другий сигнал з пари, що відображає стан опитуваного давача.

Після завершення операції запису формується сигнал "1" на сьомому виході 35. Крізь елементи 37, 40, третій вихід блоку 2 та третій вхід блоку 3 сигнал "1" надходить до С-входу лічильника 50 та переводить його в наступний стан "0". Перехід сигналу з "1" в "0" фіксується формувачем 62, вихідним сигналом якого переводиться у наступний стан лічильник 51. Водночас сигнал "1" від 62 крізь елемент АБО 72 та підсилювач 75 надходить до четвертого виходу блоку 3 та до другого блоку 1. Як вказувалось, цим сигналом у наступний стан переводиться лічильник 11 блоку 1. Отже, робота лічильників блоків 3 та 1 синхронізована. Крім того, сигнал "1" з сьомого виходу 35 крізь елемент АБО 38 надходить до четвертого, R-входу тригера 43, тобто знімається пам'ять результату аналізу стану раніш опитуваного давача. Пристрій переведений у стан очікування наступного циклу роботи розподільника 35, який залишається у прийнятому стані (формування сигналу "1" на сьомому виході), доки на його третій вхід не надійде сигнал "1" з інверсного виходу генератора 33.

Аналогічно описуваному вище проводяться етапи опитування та діагностики для усіх давачів однієї групи. Після завершення вказаних операцій сигнал "0" з'являється на виході старшого розряду лічильника 51, що є ознакою завершення роботи з давачами однієї групи (для наведеного на фіг. 3 прикладу сигнал "0" з'являється на третьому виході лічильника 51, тому що, як прийнято, в одну групу включено по вісім давачів). Формувач 63, аналогічно тому, як це вказувалось для формувача 62, переходить у робочий стан - вихідний імпульсний сигнал від 63 переводить лічильник 52 у наступний стан та виявляється готовим для проведення операцій опитування давачів наступної групи. Водночас сигнал від 63 подається на другий, R-вхід триггеру 68 - зникає пам'ять наявності зміни стану будь-якого давача раніш опитуваної групи давачів.

Після завершення операції опитування та діагностики давачів усіх груп сигнал "1" з'являється на додатковому (n+1) виході лічильника 52. Цим сигналом переводиться у робочий стан формувач 64. Тривалість імпульсу на виході 64 обирається більшою, ніж величина затримки сигналу елементом 20 блоку 1. Завдяки цьому при роботі формувача 64 сигнал "1" з'являється на R-вході лічильника 11, тобто водночас встановлюється початковий стан лічильників 11, 50, 51, 52 та синхронізується робота частин пристрою, між якими відсутній гальванічний зв'язок. Якщо в проведеному циклі опитування усіх давачів була зафіксована

зміна стану будь-якого з давачів, тригер 44 сигналом "1" з виходу тригеру 43 (по першому, S-входу) переводиться у стан "1".

Стан тригеру 44 переноситься у тригер 45 по сигналу "1" з додаткового виходу лічильника 52, який крізь другий вихід блоку 3 та третій вхід блоку 2 надходить до другого С-входу тригеру 45. Якщо на перший, D-вхід тригеру 45 поданий сигнал "1" з виходу 44, тригер 45 встановлюється у стан "1" та формує вихідний сигнал "запит" пристрою. Водночас повертається у стан "0" (сигналом "1" на другому, R-вході) тригер 44; пристрій переводиться у режим очікування сигналу "дозвіл передачі". Під час очікування сигналом від тригеру 45 утримується у початковому стані генератор 34 та розподільник 35 - усі операції по опитуванню та діагностиці призупиняються.

Якщо у відповідь на сигнал "запит" від зовнішнього пристрою на четвертий вхід блоку 2 та на другий, С-вхід тригеру 46 надходить сигнал "1" - "дозвіл передачі", тригер 46 переводиться у стан "1". Сигнал 3 прямого виходу тригера 46 крізь десятій вихід блоку 2 подається на вихід "передача" пристрою та на один вхід елементу АБО-НІ 70. На виході 70 з'являється сигнал "0" - елемент пам'яті 58 переходить у режим зчитування даних. Сигнал "0" з інверсного виходу тригеру 46 крізь сьомий вихід блоку 2 та сьомий вхід блоку 3 подається на третій, R-вхід тригеру 66, який стає чутливим до сигналів, які надходять з виходу елементу пам'яті 58, а також на вхід АБО 71. На виході 71 з'являється сигнал "0", завдяки чому зникає сигнал "1" на третьому, R-вході лічильника 53, який стає чутливим до сигналів на його першому та другому входах. Крім того, сигналом "1" від тригера 46 крізь елемент АБО 38 тригер 43 утримується у стані "0", завдяки чому на управляючий вхід елементу 57 надходить сигнал "0", який утримує 57 у режимі зчитування даних. Тригер 47 утримується у стані "0", тому сигнал "1" подається на один вхід АБО-НІ 70, на другий вхід 70 також надходить сигнал "1" від тригеру 46, на виході 70 формується сигнал "0", а елемент 58 утримується у режимі зчитування даних. Після переведення тригеру 68 у стан "0" (сигналом від формувача 63) він залишається у цьому стані, тому що блокується переведення у стан "1" тригеру 43; отже і елемент 59 сигналом "0" на управляючому вході утримується у режимі зчитування даних.

Таким чином, усі елементи пристрою після переведення тригеру 46 у стан "1" виявляються готовими до виводу раніш зафіксованої інформації. Сигнал "1" на вході АБО 69 від тригеру 45 зникає, завдяки чому деблокується робота лічильників 50, 51 та 52.

Розглянемо роботу пристрою у режимі передачі інформації. На початку передачі інформації лічильник 53 знаходиться у початковому стані. Вихідні сигнали 53 подані на групу адресних (А) входів мультиплексорів 54, 56 та демультіплексо-ра 55, завдяки чому виходи 54 та 56 з'єднані з першими входами, а вхідний сигнал 55 подається на перший вихід. На вихід "інформація" пристрою надходять сигнали з п'ятого виходу блоку 3, який з'єднаний крізь формувач 61 та 56 з виходом тригера 66. Тригер 66 фіксує вихідний сигнал елементу пам'яті 58. Завдяки тому, що лічильники 50, 51 та 52 встановлені у початковий стан, на вихід 58 проходить сигнал, що був записаний у першу комірку пам'яті, тобто сигнал, що відображає наявність зміни стану будь-якого давача першої групи. Сигнал з'являється на виході 58 під час подання робочого сигналу на його С-вхід. Вже вказувалось, що робочий сигнал формується елементом І-НІ 39 у першій половині першого такту роботи розподільника 35. На спаді вказаного сигналу робочий рівень з'являється на другому, С-вході тригеру 66. Якщо зафіксована зміна стану давача першої групи, тригер 66 переходить у стан "1" - на вихід "інформація" надсилається сигнал "1". У випадку, коли в першу комірку пам'яті 58 був записаний сигнал "0" (не виявлена зміна стану жодного з давачів першої групи), на інформаційний вихід пристрою подається сигнал "0".

На третьому такті роботи 35 сигнал "1" крізь другий вихід блоку 2 та другий вхід блоку 3 поступає на вхід інвертора 73. На виході 73 та першому виході 55 з'являється сигнал "0", який надходить до другого, управляючого входу лічильника 52. Рівень сигналу фіксується за допомогою обмежуючого резистора 76. Вказаним сигналом лічильник 52 переводиться у наступний стан, тому послідовним сигналом від елементу 39 зчитується інформація, яка була записана у другу комірку пам'яті 58. Таким чином, на вихід "інформація" пристрою надходять сигнали "0" на тактах генератора 34, номери яких визначають групи давачів, в яких не зафіксована зміна стану жодного давача. При зчитуванні інформації з комірки пам'яті 58, яка визначає номер групи, в якій змінився стан одного чи декількох давачів, на вихід "інформація" надсилається сигнал "1", після чого опитування сигналів, записаних у елемент 58, зупиняється, а починається передача даних про стан давачів означеної групи.

Розглянемо цей процес. Сигнал "1" з виходу тригера 66 крізь перший вхід 54 ретранслюється на вихід та переводить у робочий стан формувач імпульсів 60. Сигнал "1" від 60 подається на другий, С-вхід лічильника 53 та переводить його у кодовий стан "1". При цьому вихід 54 з'єднується з другим входом, до якого надходить сигнал з виходу генератора 34 крізь перший вихід блоку 2 та перший вхід блоку 3. У першому кодовому стані елементи 54, 55 та 56 утримується на протязі одного періоду сигналу генератора 34. Це забезпечує передачу на інформаційний вихід пристрою сигналу "1" від тригера 66, тривалість якого теж дорівнює одному періоду сигналів 34, отже тривалість сигналів "0" та "1" на виході "інформація" однакова.

Сигналом "1" від 34, що ретранслюється на вихід 54, переводиться у робочий стан формувач 60, сигналом від якого лічильник 53 переключається у наступний, третій кодовий стан. Від цього моменту на вихід 56 починають проходити сигнали від тригеру 67, який фіксує дані, які зчитуються з комірок пам'яті елементу 59. Завдяки тому, що управління лічильником 52 від початку режиму передачі інформації ще не проводилось, лічильник залишається у початковому стані, тобто інформація зчитується з першої комірки пам'яті елементу 59 у групі, номер якої визначається кодовим станом лічильника 51. Таким чином, після переведення лічильника 53 у третій кодовий стан, на вихід "інформація" подається сигнал, що визначає

наявність чи відсутність зміни стану першого давача групи, номер якої був визначений на попередньому етапі.

Аналогічно тому, як це вказувалось для груп давачів, для усіх давачів, які не змінили стан, від елементу 59 будуть надходити сигнали "0". У відповідності до них визначається стан тригеру 67 та значення вихідних сигналів пристрою. Сигнали від інвертору 73 ретранслюються на третій вихід 55 та призводять до періодичної зміни кодового стану лічильника 51. Робочий рівень сигналу на другому вході 51 фіксується за допомогою обмежуючого резистору 77. При зчитуванні сигналу з комірки пам'яті 59, що визначає номер давача, стан якого змінився, на виході 59 з'являється сигнал "1", який переноситься у тригер 67 та крізь 56 та 61 надсилається на інформаційний вихід пристрою. Сигнал "1" з виходу 67 ретранслюється крізь третій вхід на вихід 54 та переводить формувач 60 у робочий стан. Сигналом від 60 лічильник 53 переводиться у четвертий кодовий стан, який утримується протягом одного періоду сигналу генератора 34. Черговим сигналом від 34 лічильник 53 переводиться у п'ятий кодовий стан; при цьому вихід 56 приєднується до п'ятого входу, тобто до виходу тригера 65. Починається процес формування на інформаційному виході пристрою даних, що відображають пару сигналів - результатів опитування стану давача та діагностики роботоздатності лінії зв'язку з ним.

Завдяки тому, що управління лічильником 50 від початку режиму передачі інформації ще не проводилось, лічильник залишається у початковому стані, тобто дані зчитуються з комірки пам'яті елементу 57, номер якої визначається встановленими кодовими станами лічильників 51 та 52, причому першим зчитується сигнал - результат опитування стану обраного давача, тому що лічильник 50 знаходиться у стані "0". Зчитаний з комірки пам'яті елементу 57 сигнал заноситься у тригер 65 та ретранслюється на інформаційний вихід пристрою.

Сформований вихідний сигнал утримується на протязі одного періоду сигналу генератора 34; черговий сигнал від 34 крізь 73 та п'ятий вихід 55 подається на другий вхід лічильника 50 (робочий рівень сигналу фіксується за допомогою обмежуючого резистору 78). Лічильник 50 переводиться у стан "1", після чого з елементу 57 зчитується другий сигнал пари, яка відноситься до одного давача. Зчитаний сигнал крізь тригер 65, мультиплек-сор 56 та формувач 61 надсилається до інформаційного виходу пристрою.

Черговий сигнал від тактового генератора 34 призводить до переводу лічильника 50 у стан "0", який фіксується формувачем 62. Сигнал від формувача 62 переводить лічильник 51 у наступний кодовий стан, тобто забезпечує зчитування даних з наступної комірки пам'яті елементу 58. Водночас сигнал від формувача 62 надходить до першого входу лічильника 53; цим сигналом у лічильник 53 заноситься третій кодовий стан, завдяки чому пристрій повертається у режим аналізу сигналів від елементу 59. Отже, після передачі сигналу - ознаки зміни стану давача обраної групи пристрій передає на інформаційний вихід пару сигналів, якими визначається зафіксований стан давача та результат діагностики лінії зв'язку з ним, а після передачі вказаної пари сигналів пристрій продовжує передачу сигналів - ознак зміни (чи відсутності зміни) стану наступних давачів групи та, при необхідності, чергової пари сигналів стану давачів та лінії зв'язку. Вказаний режим роботи пристрою утримується до завершення передачі інформації для обраної групи давачів. Коли формувач 63 зафіксує перехід до нової групи давачів, сигналом "1" на першому вході змінюється на наступний кодовий стан лічильника 52. Водночас формується сигналі "1" на виході АБО 71, яким лічильник 53 (по третьому, R-входу) повертається в початковий стан, який, як вже було вказано, виділяється для аналізу та передачі даних, які зчитуються з наступних комірок пам'яті елементу 58. Отже, пристрій переходить до передачі даних від наступної групи давачів. Якщо передача даних від усіх груп давачів буде закінчена, сигналом "1" з додаткового виходу лічильника 52 крізь третій вхід блоку 2 по третьому, R-входу повертається у початковий стан тригер 46 - ознака передачі даних зникає, а пристрій повертається у режим опитування стану давачів.

На фіг. 5 наведений приклад часової діаграми сигналів на виході "інформація" пристрою. У рядках 1-1, 1-2 та 1-3 показані тактові сигнали від генератора 34, а у рядках 2-1, 2-2 та 2-3 - відповідні їм інформаційні сигнали. Тактові сигнали з першого виходу блоку 2 подаються на відповідний вихід пристрою. Дані, що наведені у рядку 2-2, є продовженням даних, які наведені у строчці 2-1, дані рядка 2-3 є продовженням даних рядка 2-2.

На першому такті у наведеному прикладі передається сигнал "0", що визначає відсутність зміни стану давачів першої групи (1Г); передача сигналу "1" у наступному такті (2Г) є ознакою наявності зміни стану серед давачів другої групи; сигнали "0" на двох наступних тактах визначають, що стан першого (1Д) та другого (2Д) давачів другої групи не змінився; наступний сигнал "1" є ознакою зміни стану третього давача (3Д); на двох наступних тактах передається пара сигналів: С3 (сигнал стану давача 3) та Д3 (сигнал діагностики лінії зв'язку для давача 3) - в наведеному прикладі дані відображають, що ключ третього давача відкритий, а лінія зв'язку з ним робото здатна. Події, що відображені у подальшій частині часової діаграми, означають: у другій групі зафіксована також зміна стану восьмого давача (8Д), ключ восьмого давача розімкнений (С8=0), лінія зв'язку з давачем не розірвана (Д8=1); у третій групі (3Г=0) не зафіксована зміна стану жодного давача; у четвертій групі (4Г=1) змінився стан третього давача (3Д=1), ключ третього давача замкнений (С3=1), лінія зв'язку не закорочена (Д3=0); у п'ятій групі змін стану давачів не зафіксовано; у шостій групі (6Г=1) для першого давача (1Д) зафіксоване коротке замикання лінії зв'язку (С1=1, Д1=1); у сьомій групі (7Г=1) для сьомого давача (7Д) зафіксований розрив лінії зв'язку (С7=0, Д7=0); у восьмій групі (8Г=1) ключ восьмого давача (8Д) замкнувся (С8=1), коротке замикання лінії зв'язку з давачем не виявлене (Д8=0).

Порівняємо час, який витрачається запропонованим пристроєм та прототипом при передачі даних для наведеного прикладу: 64 давача розділені на вісім груп по вісім давачів в кожній. У прототипі час передачі

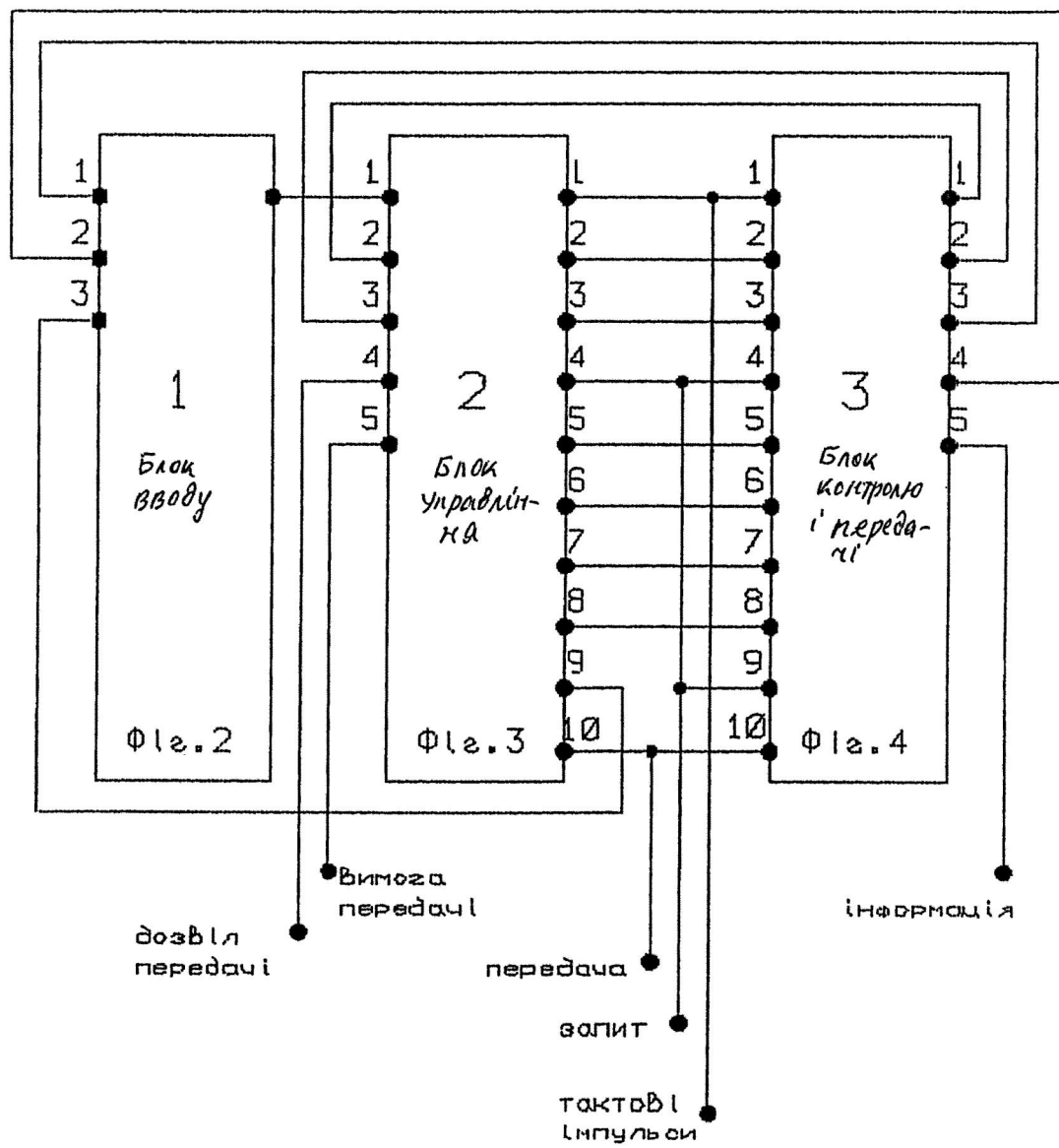
інформаційного посилання (T_p) є постійним та дорівнює $T_p = 2 \cdot 64T$ (T - період імпульсів тактового генератора 34).

У запропонованому пристрої час, що витрачається на передачу інформаційного посилання, залежить від кількості давачів, стан яких змінився між суміжними циклами опитування, а також від розміщення цих давачів у групах. Будемо вважати неімовірною подією зміну стану більш ніж у п'ятьох давачів. В цьому разі мінімальне значення буде дорівнювати: $T_{\min} = (8+8+2 \cdot 5)T = 26T$ для випадку, коли усі давачі розміщені в одній групі, а максимальне значення часу: $T_{\max} = (8+8 \cdot 5+2 \cdot 5)T = 58T$, коли усі п'ять давачів входять у п'ять різних груп. Отже, середній час передачі $T_{\text{сер}} = 42T$ - у три рази менший часу передачі у прототипі. Ясно, що виграш у часі передачі збільшується, якщо число давачів, які змінили стан у короткий проміжок часу, що дорівнює одному циклу опитування давачів, буде менше наведеного у прикладі.

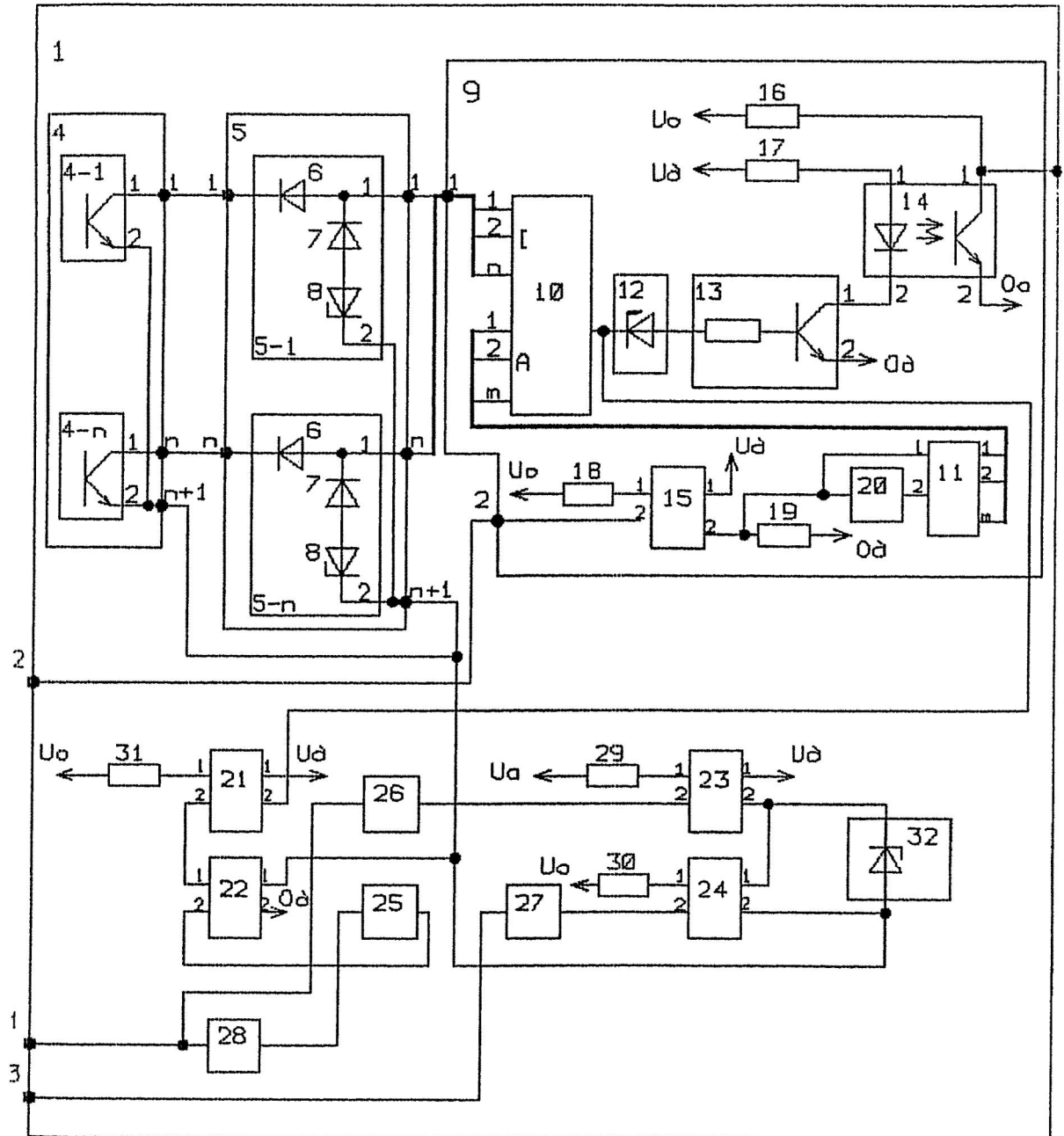
Крім спорадичної передачі даних (при фіксації зміни стану давача), пристрій забезпечує передачу інформації про поточний стан усіх давачів по команді "вимога передачі" від зовнішнього пристрою. Важливо підкреслити, що передача по виклику реалізована таким чином, що водночас проводиться перевірка роботоздатності апаратури та ліній зв'язку з давачами аналогічно тому, як це вказувалось вище. Для реалізації передачі по виклику у пристрій вводяться тригери 48 та 49. Сигнал "вимога передачі" крізь п'ятий вхід блоку 2 надходить до другого, С-входу тригера 48, у якого перший, Д-вхід приєднується до виводу U_o . Тому тригер 48 по зовнішньому сигналу переходить у стан "1", який переноситься у тригер 49 після завершення чергового циклу опитування давачів, тобто при появі сигналу "1" на додатковому виході лічильника 52. Тригер 49 утримується у стані "1" на протязі всього чергового циклу опитування давачів та переводиться у початковий стан по сигналу "1" від тригера 46 -формуваця сигналу "передача". Під час вказаного циклу опитування давачів сигнал "1" від тригера 46 утримує (по першому, S-входу) тригер 43 у стані "1", цим самим імітується зміна стану кожного давача. Як вже вказувалось, пристрій проводить опитування давачів, діагностику стану ліній зв'язку та готує інформаційне посилання.

Отже, можна констатувати, що введення нових елементів та зв'язків між ними, а також нового способу формування інформаційного посилання дозволяють не менш ніж втричі збільшити швидкодію запропонованого пристрою, при цьому не зменшуються можливості пристрою виявляти не-роботоздатність апаратури та ліній зв'язку з давачами.

Пристрій для передачі дискретних сигналів за заявкою № 97031345 (див.: Рішення про видачу патенту від 14.11.1997) - прототип запропонованого пристрою, є водночас і базовим зразком.



Фіг. 1



Фиг. 2

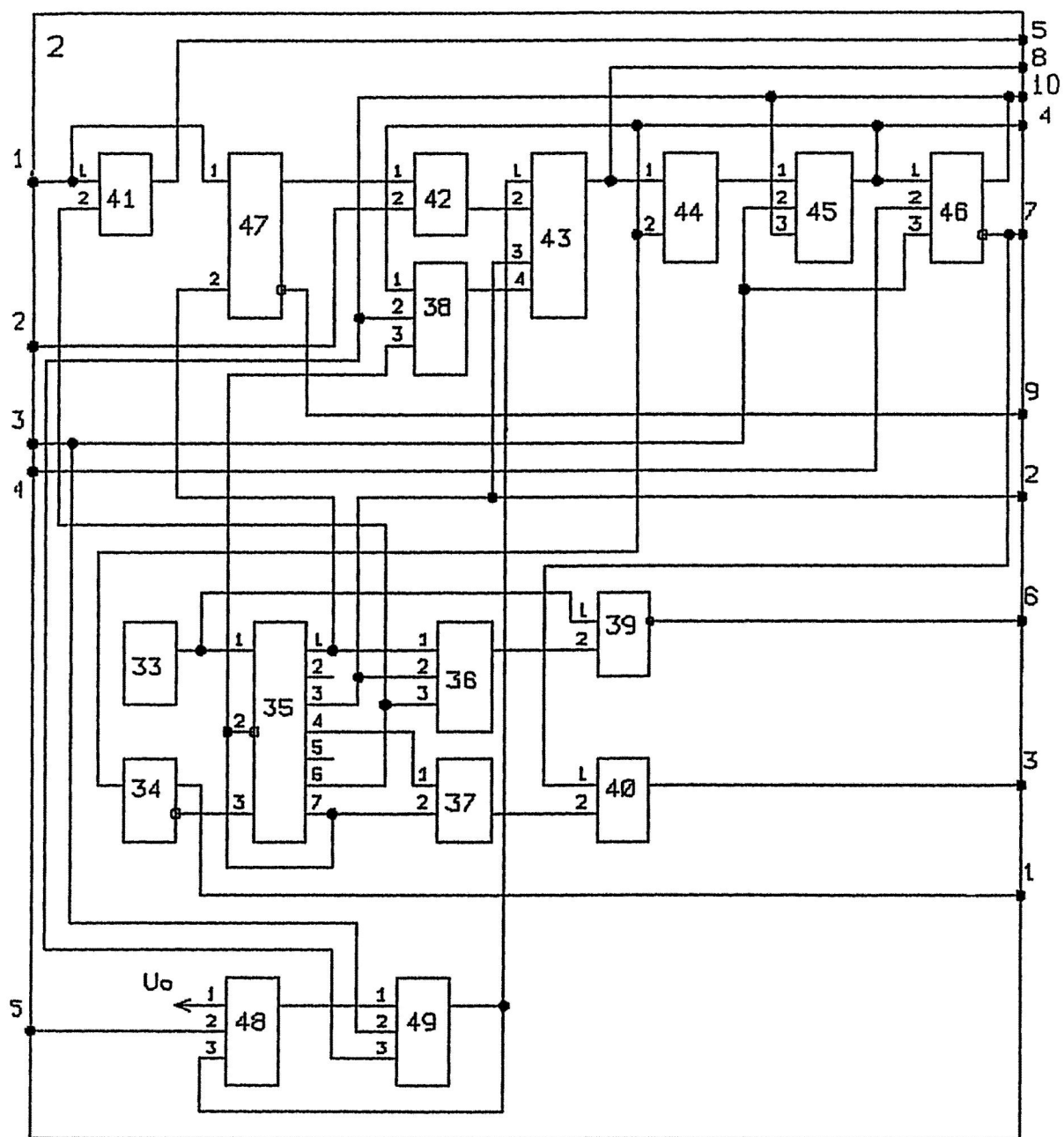


Fig. 3

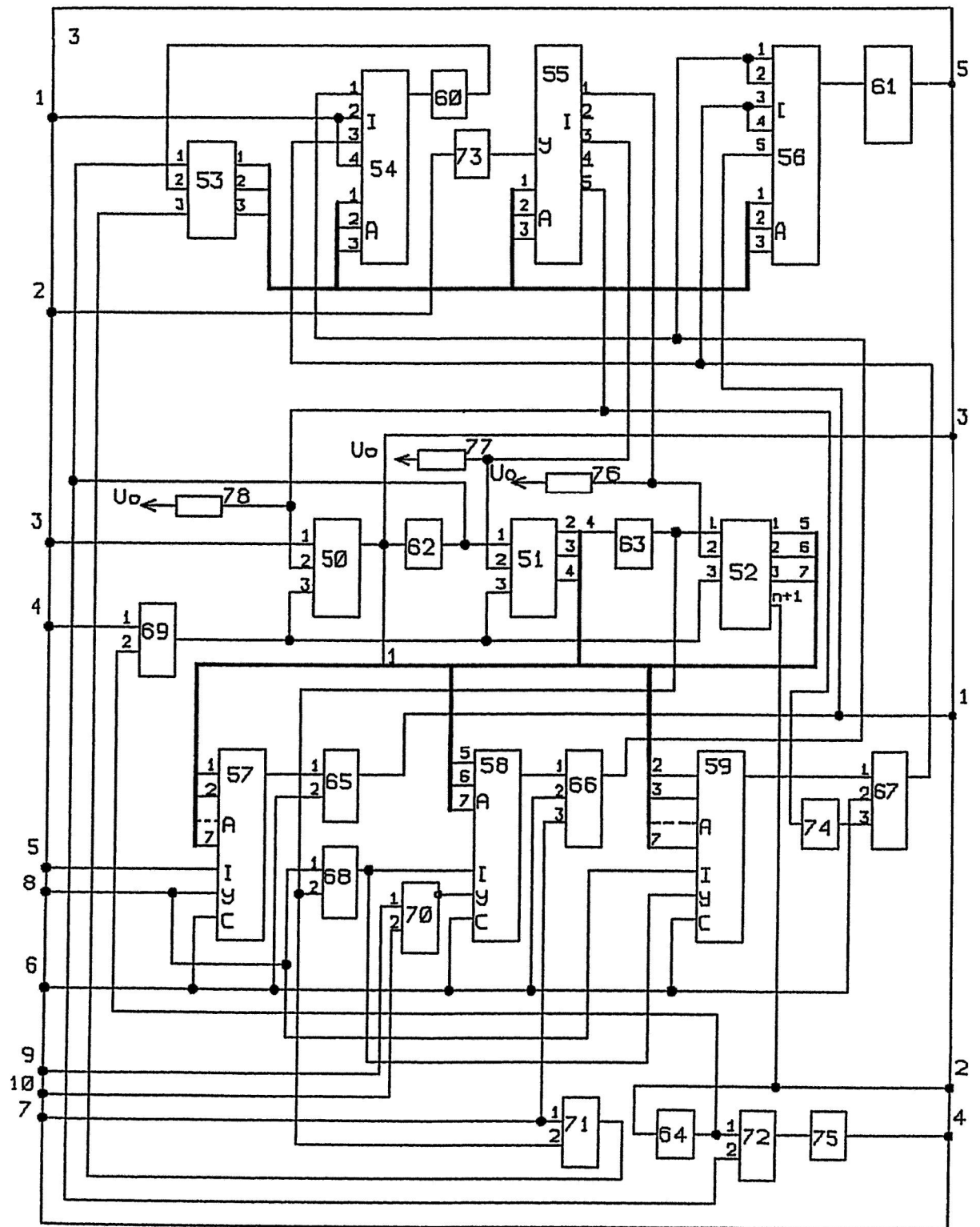


Fig. 4



Фиг. 5