**УКРАЇНА**

**(19) UA** **(11) 134033** **(13) U**

**(51)** МПК
***H03K 17/60*** (2006.01)

**МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

**(21)** Номер заявки: **u 2018 12245**

**(22)** Дата подання заявки: **10.12.2018**

**(24)** Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.04.2019**

**(46)** Публікація відомостей про видачу патенту: **25.04.2019, Бюл.№ 8**

**(72)** Винахідник(и):
**Бутенко Володимир Михайлович (UA),**
**Головко Олександра Володимирівна (UA),**
**Курцев Максим Сергійович (UA),**
**Мелешко Василь Васильович (UA),**
**Павленко Євген Петрович (UA),**
**Прогонний Олексій Миколайович (UA),**
**Тимофеєва Лариса Андріївна (UA),**
**Ушаков Михайло Віталійович (UA),**
**Федченко Ірина Іванівна (UA),**
**Чуб Ірина Миколаївна (UA),**
**Чуб Сергій Григорович (UA)**

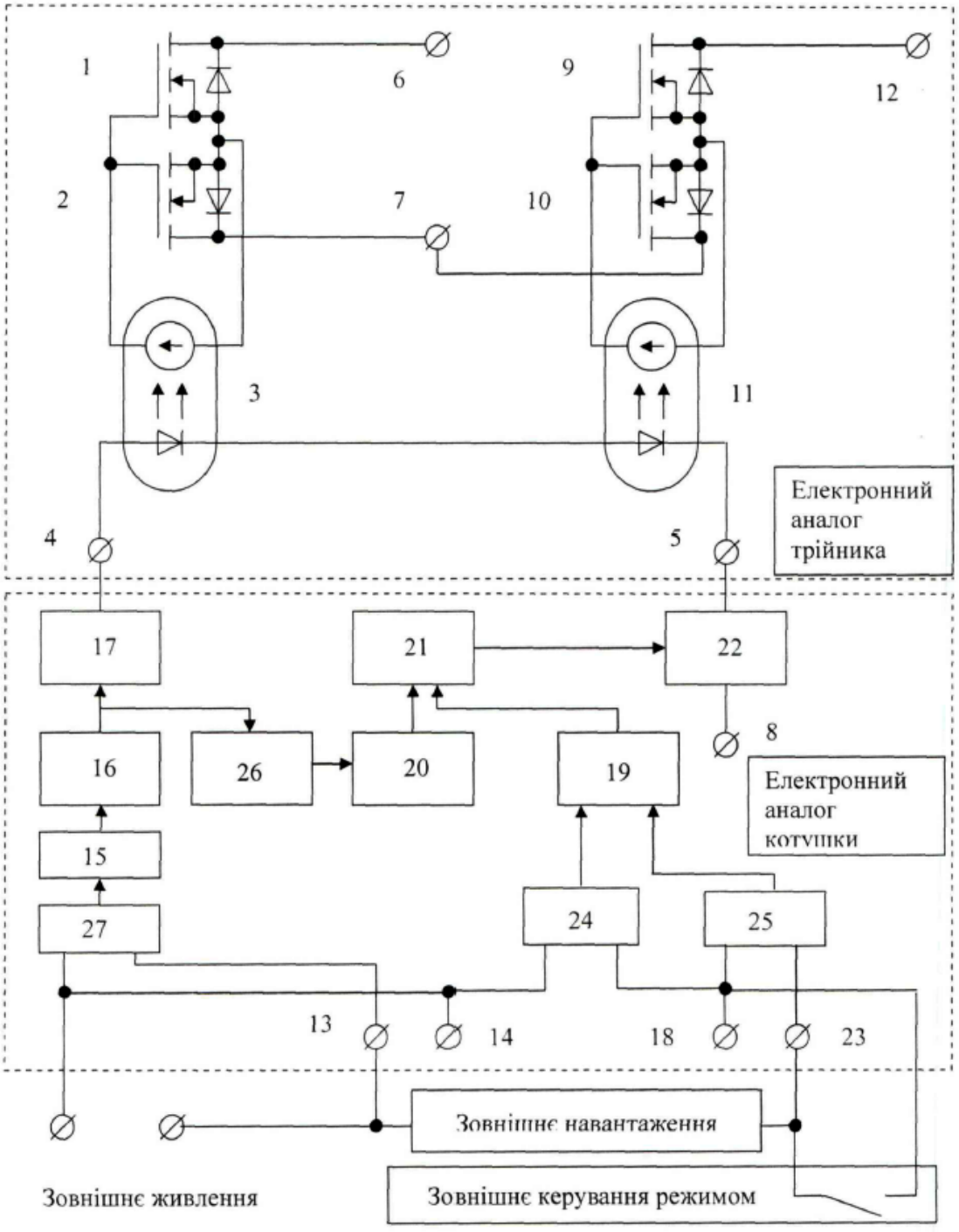
**(73)** Власник(и):
**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**,
пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)

### (54) КОМУТАЦІЙНИЙ ПРИСТРІЙ - ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛОГ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО РЕЛЕ СТРУМУ З ВИМІРЮВАЛЬНИМ КОНТРОЛЕМ

**(57)** Реферат:

Комутаційний пристрій - оптоелектронний аналог електромагнітного реле струму з вимірювальним контролем складається з електронних аналогів трійника та котушки. Виконуючий функції трійника двополярний ключ-прототип містить вхідну, додаткову вхідну, вихідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший, другий, третій та четвертий ключові МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, перший та другий оптрони. При цьому перший та другий транзистори із затворами збідненого типу та є нормально відчиненими, а третій та четвертий транзистори - нормально зачиненими. Кожен з оптронів містить пару світлодіод - фотовольтаїчний елемент. Також пристрій містить окремі елементи електронного аналога котушки, а саме: перший та другий випрямлячі, перший та другий згладжуючі фільтри, дільник напруги, стабілізатор струму, електронний ключ, третю допоміжну шину керування, яка може нести сигнали змінного струму, датчик струму, регулювальне навантаження, компаратор, трансформатор напруги, стабілізатор напруги. Додатково до пристрою введено другий датчик контролю струму, об'єднувач та четверта допоміжна шина керування.

UA 134033 U


1
6
9
12
2
7
10
3
11
Електронний аналог трійника
4
5
17
21
22
16
26
20
19
8
Електронний аналог котушки
15
27
24
25
13
14
18
23
Зовнішнє навантаження
Зовнішнє живлення
Зовнішнє керування режимом

Корисна модель належить до інформаційно-вимірювальних компонентів імпульсної техніки та може використовуватись для комутації ланцюгів постійного і змінного струмів у приладах автоматики і вимірювальної техніки.

Існує відомий пристрій (див. Патент України Комутаційний пристрій - оптоелектронний аналог електромагнітного реле Бутенко Володимир Михайлович, Чуб Сергій Григорович, Мойсеєнко Валентин Іванович № 32964 від 10.06.2008, МПК (2006) H03K 17/60), який складається з електронних аналогів трійника та котушки та містить вхідну, додаткову вхідну, вихідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший, другий, третій та четвертий ключові МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому перший та другий транзистори із затворами збідненого типу та є нормально відчиненими, а третій та четвертий транзистори - нормально зачиненими; перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод - фотовольтаїчний елемент, першу та другу допоміжні шини керування, перший та другий випрямлячі, при цьому другий випрямляч є вимірювальним; перший та другий згладжуючі фільтри; стабілізатор струму; дільник напруги; монітор живлення; електронний ключ, при цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно з вхідною та вихідною шинами, витоки третього та четвертого транзисторів під'єднані відповідно до додаткової вхідної та вихідної шин, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона; катод якого з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого, в свою чергу, під'єднаний до додаткової шини керування, перша та друга допоміжні шини керування з'єднані відповідно з першими та другими входами випрямлячів; виходи першого та другого випрямлячів з'єднані відповідно із входами першого та другого згладжуючих фільтрів; вихід першого згладжуючого фільтра з'єднаний із входом стабілізатора струму, вихід якого під'єднаний до шини керування; вихід другого згладжуючого фільтра під'єднаний до входу дільника напруги, вихід якого під'єднаний до входу монітора живлення; вихід монітора живлення під'єднаний до керуючого входу електронного ключа, перший вихід якого з'єднаний з додатковою шиною керування, а другий вихід - із спільною шиною.

Недоліком цього пристрою є неспроможність виконувати функції реле струму, тобто контролювання факту протікання/відсутності струму через зовнішнє навантаження і спрацювання/відпадання у залежності від наявності/відсутності струму через це зовнішнє навантаження.

Найбільш близьким до заявленої корисної моделі є пристрій оптоелектронний аналог електромагнітного реле струму (див. Патент України Комутаційний пристрій оптоелектронний аналог електромагнітного реле струму Бутенко Володимир Михайлович, Головко Олександра Володимірівна, Зайченко Ольга Борисівна, Мелешко Василь Васильович, Мірошник Марина Анатоліївна, Мойсеєнко Валентин Іванович, Чуб Ірина Миколаївна, Чуб Сергій Григорович № 116449 від 25.05.2017, МПК (2006) H03K 17/60), який складається з електронних аналогів трійника та котушки, та містить 1) виконуючий функції трійника двополярний ключ-прототип (у подальшому-трійник), а саме: вхідну, додаткову вхідну, вихідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший, другий, третій та четвертий ключові МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому перший та другий транзистори із затворами збідненого типу та є нормально відчиненими, а третій та четвертий транзистори - нормально зачиненими; перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод - фотовольтаїчний елемент; 2) окремі елементи електронного аналога котушки, а саме: перший та другий випрямлячі, перший та другий згладжуючі фільтри, дільник напруги, стабілізатор струму, електронний ключ, третю допоміжну шину керування, яка може нести сигнали змінного струму, датчик струму, регулювальне навантаження, компаратор, трансформатор напруги, стабілізатор напруги. При цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно із вхідною та вихідною шинами, витоки третього та четвертого транзисторів під'єднані відповідно до додаткової вхідної та вихідної шин, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона; катод якого з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого, в свою чергу, під'єднаний до додаткової шини; вихід першого випрямляча під'єднаний до входу першого фільтра, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу

стабілізатора струму, а його вихід під'єднаний до шини керування; вихід другого випрямляча під'єднаний до входу другого фільтра; виходи електронного ключа під'єднані до додаткової шини керування та загальної шини відповідно, перша та друга допоміжні шини керування з'єднані відповідно з першим та другим входами трансформатора напруги, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу першого випрямляча; вихід першого фільтру під'єднаний до входу стабілізатора напруги, вихід якого з'єднаний зі входом дільника напруги, вихід останнього під'єднаний до першого входу компаратора напруги; перший та другий входи датчика струму під'єднані до допоміжної шини керування та третьої допоміжної шини керування відповідно; вихід датчика струму під'єднаний до входу регулювального навантаження, вихід якого поданий на другий випрямляч; вихід другого фільтра під'єднаний до другого входу компаратора, вихід якого, в свою чергу, поданий на вхід електронного ключа.

Недоліком цього пристрою є неспроможність виконувати функцію так званого "холодного контролю", тобто контролювання цілісності ланцюгів зовнішнього відповідального навантаження і його живлення в режимі вимкнутого навантаження (навантаження, яке не споживає струму, достатнього для його спрацювання). До таких відповідальних навантажень, що потребують "холодного контролю", належать зокрема джерела світла залізничних світлофорів. В режимі "холодного контролю" через них пропускається струм з рівнем, недостатнім для висвітлення сигналу, але достатнім для контролювання цілісності відповідних ланцюгів. Пристроями, які відтворюють функцію "холодного контролю", є зокрема так звані вогньові реле. Вони містять дві котушки, одна з яких (котушка струму) керує спрацюванням реле в режимі висвітлення сигналу (режим "гарячого контролю"), інша ж (котушка напруги) керує спрацюванням реле в режимі "холодного контролю".

Ознаками найближчого аналога, які є спільними із суттєвими ознаками корисної моделі, яка заявляється, є: 1) виконуючий функції трійника двополярний ключ-прототип (у подальшому-трійник), а саме: вхідна, додаткова вхідна, вихідна, спільна шини, шина керування і додаткова шина керування, перший, другий, третій та четвертий ключові МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому перший та другий транзистори із затворами збідненого типу та є нормально відчиненими, а третій та четвертий транзистори - нормально зачиненими; перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод - фотовольтаїчний елемент; 2) окремі елементи електронного аналога котушки, а саме: перший випрямляч, перший згладжуючий фільтр, дільник напруги, стабілізатор струму, електронний ключ, третя допоміжна шина керування, яка може нести сигнали змінного струму, датчик струму, компаратор, трансформатор напруги, стабілізатор напруги. При цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїних елементів відповідно першого та другого оптронів; затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно із вхідною та вихідною шинами, витоки третього та четвертого транзисторів під'єднані відповідно до додаткової вхідної та вихідної шин, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона; катод якого з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого, в свою чергу, під'єднаний до додаткової шини; вихід першого випрямляча під'єднаний до входу першого фільтра, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу стабілізатора струму, а його вихід під'єднаний до шини керування; виходи електронного ключа під'єднані до додаткової шини керування та загальної шини відповідно, перша та друга допоміжні шини керування з'єднані відповідно з першим та другим входами трансформатора напруги, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу першого випрямляча; вихід першого фільтра під'єднаний до входу стабілізатора напруги, вихід якого з'єднаний з входом дільника напруги, вихід останнього під'єднаний до першого входу компаратора напруги, вихід якого, в свою чергу, поданий на вхід електронного ключа; перший вхід датчика струму під'єднаний до другої допоміжної шини керування та першої допоміжної шини керування.

Причинами, які перешкоджають одержанню бажаного результату спроможності виконувати функції електромагнітного реле з функцією "холодного контролю", є відсутність у складі пристрою необхідних складових частин, які відповідним чином поєднані між собою та з іншими складовими частинами пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу розширити функції пристрою, тобто надати йому спроможність виконувати функції електромагнітного реле з функцією "холодного контролю" шляхом введення до його складу другого датчика струму, об'єднувача та четвертої допоміжної шини керування. За рахунок цього пристрій буде в змозі виконувати функції електромагнітного реле з "холодним контролем".

Поставлена задача вирішується тим, що до комутаційного пристрою - електронного аналога електромагнітного реле струму, яке містить: 1) виконуючий функції трійника двополярний ключ-прототип (у подальшому-трійник), а саме: вхідна, додаткова вхідна, вихідна, спільна шини, шина керування і додаткова шина керування, перший, другий, третій та четвертий ключові МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому перший та другий транзистори із затворами збідненого типу та є нормально відчиненими, а третій та четвертий транзистори - нормально зачиненими; перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод - фотовольтаїчний елемент; 2) окремі елементи електронного аналогу котушки, а саме: перший випрямляч, перший згладжуючий фільтр, дільник напруги, стабілізатор струму, електронний ключ, третя допоміжна шина керування, яка може нести сигнали змінного струму, датчик струму, компаратор, трансформатор напруги, стабілізатор напруги. При цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно із вхідною та вихідною шинами, витоки третього та четвертого транзисторів під'єднані відповідно до додаткової вхідної та вихідної шин, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона; катод якого з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого, в свою чергу, під'єднаний до додаткової шини; вихід першого випрямляча під'єднаний до входу першого фільтра, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу стабілізатора струму, а його вихід під'єднаний до шини керування; виходи електронного ключа під'єднані до додаткової шини керування та загальної шини відповідно, перша та друга допоміжні шини керування з'єднані відповідно з першим та другим входами трансформатора напруги, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу першого випрямляча; вихід першого фільтра під'єднаний до входу стабілізатора напруги, вихід якого з'єднаний з входом дільника напруги, вихід останнього під'єднаний до першого входу компаратора напруги, вихід якого, в свою чергу, поданий на вхід електронного ключа; перший вхід датчика струму під'єднаний до другої допоміжної шини керування та першої допоміжної шини керування, згідно з корисною моделлю, додаються: другий датчик струму 25, об'єднувач 19 та четверта допоміжна шина керування 18. При цьому четверта допоміжна шина керування 18 з'єднана з другим (правим за схемою) входом датчика струму 24 та з першим (лівим за схемою) входом другого датчика струму 25; другий (правий за схемою) вхід другого датчика струму 25 під'єднаний до третьої допоміжної шини керування 23; виходи датчика струму 24 та другого датчика струму 25 під'єднані до першого (лівого за схемою) та другого (правого за схемою) входів об'єднувача 19 відповідно, вихід об'єднувача 19 під'єднаний до другого (правого за схемою) входу компаратора 21.

Доказом наявності причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак корисної моделі та технічним результатом є та обставина, що технічний результат - спроможність виконувати функції електромагнітного реле з функцією "холодного контролю" - може бути досягненим тільки при використанні всієї сукупності суттєвих ознак корисної моделі.

За відсутності у технічному рішенні за корисною моделлю хоча б однієї суттєвої ознаки технічний результат не досягається.

На кресленні зображена схема комутаційного пристрою.

Комутаційний пристрій, який складається з електронних аналогів трійника та котушки, містить:

1) виконуючий функції трійника двополярний ключ-прототип (у подальшому-трійник), а саме: вхідну, додаткову вхідну, вихідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший, другий, третій та четвертий ключові МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому перший та другий транзистори із затворами збідненого типу та є нормально відчиненими, а третій та четвертий транзистори - нормально зачиненими; перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, при цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно із вхідною та вихідною шинами, витоки третього та четвертого транзисторів під'єднані відповідно до додаткової вхідної та вихідної шин, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона; катод якого з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого, в свою чергу, під'єднаний до додаткової шини;

2) виконуючі функції електронного аналога котушки реле струму елементи, а саме: перший випрямляч 15, перший згладжуючий фільтр 16, дільник напруги 20, стабілізатор струму 17, електронний ключ 22, датчик струму 24 та другий датчик струму 25, компаратор напруги 21, трансформатор напруги 27, стабілізатор напруги 26, об'єднувач 19 та першу 13, другу 14, третю 23 та четверту 18 допоміжні шину керування. При цьому: вихід першого випрямляча 15 під'єднаний до входу першого фільтра 16, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу стабілізатора струму 17 та входу стабілізатора напруги 26, а вихід стабілізатора струму 17 під'єднаний до шини керування 4; виходи електронного ключа 22 під'єднані до додаткової шини керування 5 та загальної шини 8 відповідно; перша та друга допоміжні шини керування 13 та 14 з'єднані відповідно з першим (лівим за схемою) та другим (правим за схемою) входами трансформатора напруги 27, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу першого випрямляча 15; вихід першого фільтра 16 під'єднаний до входу стабілізатора напруги 26, вихід якого з'єднаний зі входом дільника напруги 20, вихід останнього під'єднаний до першого (лівого за схемою) входу компаратора напруги 21; перший вхід датчика струму 24 під'єднаний до другої допоміжної шини керування 14 та першого входу трансформатора напруги 27; четверта допоміжна шина керування 18 з'єднана з другим (правим за схемою) входом датчика струму 24 та з першим (лівим за схемою) входом другого датчика струму 25; другий (правий за схемою) вхід другого датчика струму 25 під'єднаний до третьої допоміжної шини керування 23; виходи датчика струму 24 та другого датчика струму 25 під'єднані до першого (лівого за схемою) та другого (правого за схемою) входів об'єднувача 19 відповідно, вихід об'єднувача 19 під'єднаний до другого (правого за схемою) входу компаратора 21.

Комутаційний пристрій працює таким чином.

Напруга зовнішнього живлення (див. креслення) завжди присутня на допоміжних шинах керування 13, 14. Якщо зовнішнє навантаження (зокрема джерело світла світлофору) є спроможним пропускати струм, утворюється наступний ланцюг: перша (ліва на кресленні) шина зовнішнього керування - допоміжна шина керування 14 - перший (лівий на кресленні) вхід датчика струму 24 - внутрішній вхідний ланцюг датчика струму 24 та другий (правий на кресленні) вхід датчика струму 24 - перший (лівий на кресленні) вхід другого датчика струму 25 - внутрішній вхідний ланцюг датчика струму 25 та другий (правий на кресленні) вхід датчика струму 25 - третя допоміжна шина керування 23 - через внутрішній ланцюг зовнішнього навантаження - друга (права на кресленні) шина зовнішнього керування. Зовнішнє керування режимом "гарячого" або "холодного" контролю полягає у наступному. В режимі "гарячого контрою" входи другого датчика струму 25 замикаються на коротко від ланцюга зовнішнього керування режимом. Струм від джерела зовнішнього живлення за умови цілісності ланцюгів зовнішнього навантаження проходить через внутрішні ланцюги датчика струму 24 і не проходить через внутрішні ланцюги другого датчика струму 25. На виході датчика струму 24 утворюється сигнал, пропорційний протікаючому струму. На виході ж другого датчика струму 25 такий сигнал не утворюється. Цей сигнал через об'єднувач за схемою "або" 19 надходить до другого (правого за кресленням) входу компаратора напруги 21 в якості вхідного сигналу. Опорний (еталонний) сигнал напруги на першому (лівому за кресленням) вході компаратора блок 21 утворюється наступним чином. Напруга з шин 13, 14 надходить до входи трансформатора напруги блок 27, де перетворюється на напругу необхідного рівня, після чого ця напруга випрямляється за допомогою першого випрямляча блок 15, згладжується першим фільтром блок 16, стабілізується стабілізатором напруги блок 26. Далі ця напруга навантажується на регульований дільник напруги (регулювальний резистор) блок 20, де нормується до необхідного рівня, після чого надходить до першого (лівого за кресленням) входу компаратора напруги 21 в якості опорного сигналу. Компаратор 21 має регульований гістерезис і налаштований таким чином, що коли вхідний сигнал на вході компаратора блок 20 перевищує опорний сигнал, то сигнал високого рівня з виходу блока 21 надходить на вхід електронного ключа блок 22, яким комутується додаткова шина керування 5 на загальну шину 8 і, таким чином, утворюється частина (права за кресленням) ланцюга живлення вхідних ланцюгів оптронів 3, 11. Якщо вхідний сигнал на вході компаратора є нижчим за опорний сигнал, то на виході блока 21 утвориться напруга низького рівня, електронний ключ 22 буде зачиненим і, таким чином, ланцюг живлення вхідних ланцюгів оптронів 3,11 буде розірваний. Інша (ліва за кресленням) частина ланцюга живлення вхідних ланцюгів оптронів 3, 11 утворюється наступним чином. Напруга з виходу блока 16 надходить до входу стабілізатора струму (блока) 17. Величина та полярність цього струму вибрана таким чином, щоб забезпечити впевнене спрацювання оптронів 3 та 11. Таким чином, забезпечуються передумови для спрацювання всіх чотирьох МДН-транзисторів 1, 2, 9, 10.

Внаслідок цього з'являється струм через світлодіоди оптронів 3 та 11. Цей струм протікає по ланцюгу: вихід блока 17, шина керування 4, світлодіоди оптронів 3 та 11, додаткова шина керування 5, відчинений ключ (блок 22), спільна шина 8. Світлодіоди оптронів 3 та 11 випромінюють світло, фотовольтаїчні елементи обох оптронів виробляють напруги, які прикладені до затворів транзисторів, відповідно 1 і 2, 9 і 10. Ці напруги прикладені таким чином, що транзистори 1 і 2 закриваються, а транзистори 9 і 10 відкриваються. Ланцюг між вхідною 6 та вихідною 7 шинами розривається і сигнал будь-якої полярності із вхідної шини 6 на вихідну шину 7 не проходить. В той же час ланцюг між додатковою вхідною 12 та вихідною 7 шинами замикається і сигнал як позитивної, так і негативної полярності передається з додаткової вхідної шини 12 на вихідну шину 7. Коли сигнал на додатковій вхідній шині 12 має позитивну полярність, то струм протікає по колу: шина 12, нормально-відкритий канал "сток-виток" транзистора 9, вбудований захисний діод транзистора 10, вихідна шина 7, зовнішнє навантаження, його спільна шина (зазначені навантаження та його спільна шина на кресленні не зазначені). Коли сигнал на додатковій вхідній шині 12 має негативну полярність, то струм протікає по колу: спільна шина зовнішнього навантаження, вихідна шина 7, нормально-відкритий канал "сток-виток" транзистора 10, вбудований захисний діод транзистора 9, додаткова вхідна шина 12.

В режимі "холодного контролю" входи другого струму 25 не замикаються на коротко від ланцюгів зовнішнього керування режимом. Входи датчика струму 24 та другого датчика струму 25 з'єднані послідовно щодо струму від ланцюга зовнішнього живлення. На виходах датчика струму 24 та другого датчика струму 25 за умови цілісності ланцюгів зовнішнього навантаження утворюються вихідні сигнали, які через об'єднувач 19 надходять на другий вхід компаратора 21. Датчик струму 24 та другий датчик струму 25 налаштовані наступним чином. Датчик струму 24 має меншу чутливість (менший внутрішній опір) і налаштований на робочий струм (висвітлення сигналу) зовнішнього навантаження. Другий датчик струму 25 має більшу чутливість (суттєво більший внутрішній опір) і налаштований на струм контролювання цілісності ланцюгів зовнішнього навантаження, який є суттєво меншим за робочий струм. Таким чином, в режимі "холодного контролю" вхідний сигнал на другому вході компаратора 25 буде визначатися саме другим датчиком струму 25.

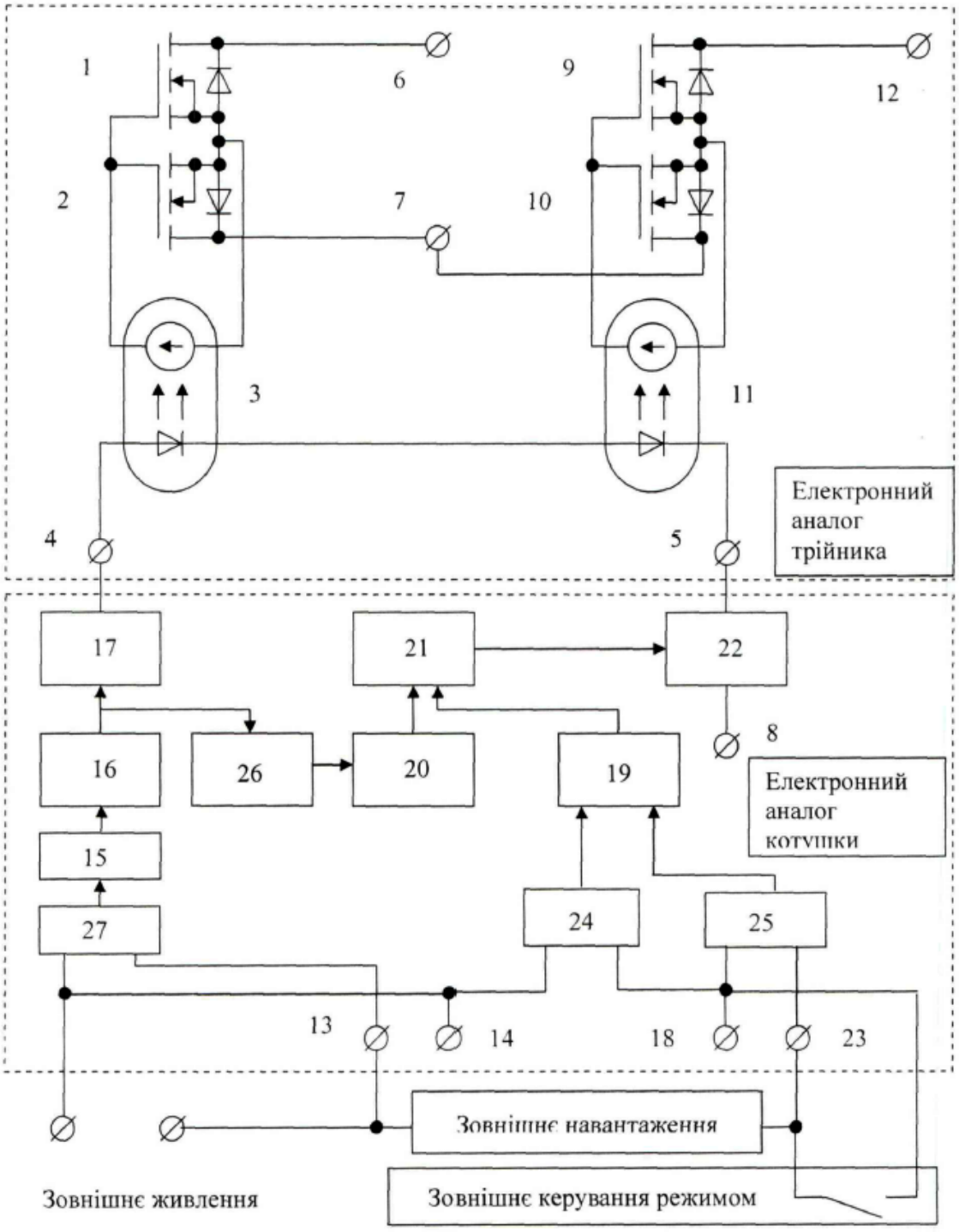
Якщо зовнішнє навантаження не в змозі пропускати струм (зокрема, обрив у ланцюгу джерела світла світлофору), напруга з виходів датчиків струму 24 та 25 буде відсутня, або нижча за мінімально-припустимий рівень незалежно від режиму "гарячого контролю" або "холодного контролю". Це призведе до появи на другому вході компаратора 21 сигналу низького рівня, електронний ключ 22 від'єднає додаткову шину керування 5 від загальної шини 8 і, таким чином, ланцюг живлення вхідних ланцюгів оптронів 3, 11 перерветься. Через це відсутній струм у ланцюгу: вихід блока 17 - світлодіоди оптронів 3 та 11 - блок 22 - спільна шина 8. Керуюча напруга на вході ключа (блок 22) також відсутня, через що він зачинений і унеможливлює протікання струму через зазначений ланцюг. Напруга на виході фотовольтаїчних елементів оптронів 3 та 11 відсутня, транзистори 1 і 2 відкриті, транзистори 9 і 10 закриті. Сигнал як позитивної, так і негативної полярності передається із вхідної шини 6 на вихідну шину 7 і нікуди не передається з додаткової вхідної шини 12. Коли сигнал на вхідній шині 6 має позитивну полярність, то струм протікає по ланцюгу: шина 6, нормально-відкритий канал "сток-виток" транзистора 1, вбудований захисний діод транзистора 2, вихідна шина 7, зовнішнє навантаження, його спільна шина (зазначені навантаження та його спільна шина на кресленні не зазначені). Коли сигнал на вхідній шині 6 має негативну полярність, то струм протікає по ланцюгу: спільна шина зовнішнього навантаження, шина 7, нормально-відкритий канал "сток-виток" транзистора 2, вбудований захисний діод транзистора 1, вхідна шина 6.

Запропонований пристрій має можливість виконувати функцію електромагнітного реле струму з вимірювальним контролем, тобто контролювання факту протікання/відсутності струму через зовнішнє навантаження і спрацювання/відпускання у залежності від наявності/відсутності струму через це зовнішнє навантаження, а також виконувати функцію так званого "холодного контролю", тобто контролювання цілісності ланцюгів зовнішнього навантаження і його живлення в режимі вимкнутого навантаження (навантаження, яке не споживає струму, достатнього для його спрацювання).

Корисна модель цілком відповідає функціям, що виконуються комутаційним пристроєм - оптоелектронним аналогом електромагнітного реле з вимірювальним контролем, тобто комутування сигналів постійної та змінної напруги у залежності від наявності/відсутності вхідного сигналу.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Комутаційний пристрій - оптоелектронний аналог електромагнітного реле струму з вимірювальним контролем, який складається з електронних аналогів трійника та котушки, та містить: 1) виконуючий функції трійника двополярний ключ-прототип (у подальшому-трійник), а саме: вхідну, додаткову вхідну, вихідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший, другий, третій та четвертий ключові МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому перший та другий транзистори із затворами збідненого типу та є нормально відчиненими, а третій та четвертий транзистори - нормально зачиненими; перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод - фотовольтаїчний елемент; 2) окремі елементи електронного аналога котушки, а саме: перший та другий випрямлячі, перший та другий згладжуючі фільтри, дільник напруги, стабілізатор струму, електронний ключ, третю допоміжну шину керування, яка може нести сигнали змінного струму, датчик струму, регулювальне навантаження, компаратор, трансформатор напруги, стабілізатор напруги; при цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів відповідно першого та другого оптронів; стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно із вхідною та вихідною шинами, витоки третього та четвертого транзисторів під'єднані відповідно до додаткової вхідної та вихідної шин, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона; катод якого з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого, в свою чергу, під'єднаний до додаткової шини; вихід першого випрямляча під'єднаний до входу першого фільтра, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу стабілізатора струму, а його вихід під'єднаний до шини керування; вихід другого випрямляча під'єднаний до входу другого фільтра; виходи електронного ключа під'єднані до додаткової шини керування та загальної шини відповідно, перша та друга допоміжні шини керування з'єднані відповідно з першим та другим входами трансформатора напруги, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до входу першого випрямляча; вихід першого фільтра під'єднаний до входу стабілізатора напруги, вихід якого з'єднаний з входом дільника напруги, вихід останнього під'єднаний до першого входу компаратора напруги; перший та другий входи датчика струму під'єднані до допоміжної шини керування та третьої допоміжної шини керування відповідно; вихід датчика струму під'єднаний до входу регулювального навантаження, вихід якого поданий на другий випрямляч; вихід другого фільтра під'єднаний до другого входу компаратора, вихід якого, в свою чергу, поданий на вхід електронного ключа, який **відрізняється** тим, що до нього додаються: другий датчик контролю струму 25, об'єднувач 19 та четверта допоміжна шина керування 18, при цьому четверта допоміжна шина керування 18 з'єднана з другим (правим за схемою) входом датчика контролю струму 24 та з першим (лівим за схемою) входом другого датчика контролю струму 25; другий (правий за схемою) вхід другого датчика контролю струму 25 під'єднаний до третьої допоміжної шини керування 23; виходи датчика контролю струму 24 та другого датчика контролю струму 25 під'єднані до першого (лівого за схемою) та другого (правого за схемою) входів об'єднувача 19 відповідно, вихід об'єднувача 19 під'єднаний до другого (правого за схемою) входу компаратора 21.




Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601