



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **148129** (13) **U**  
(51) МПК  
**Н03К 17/62** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

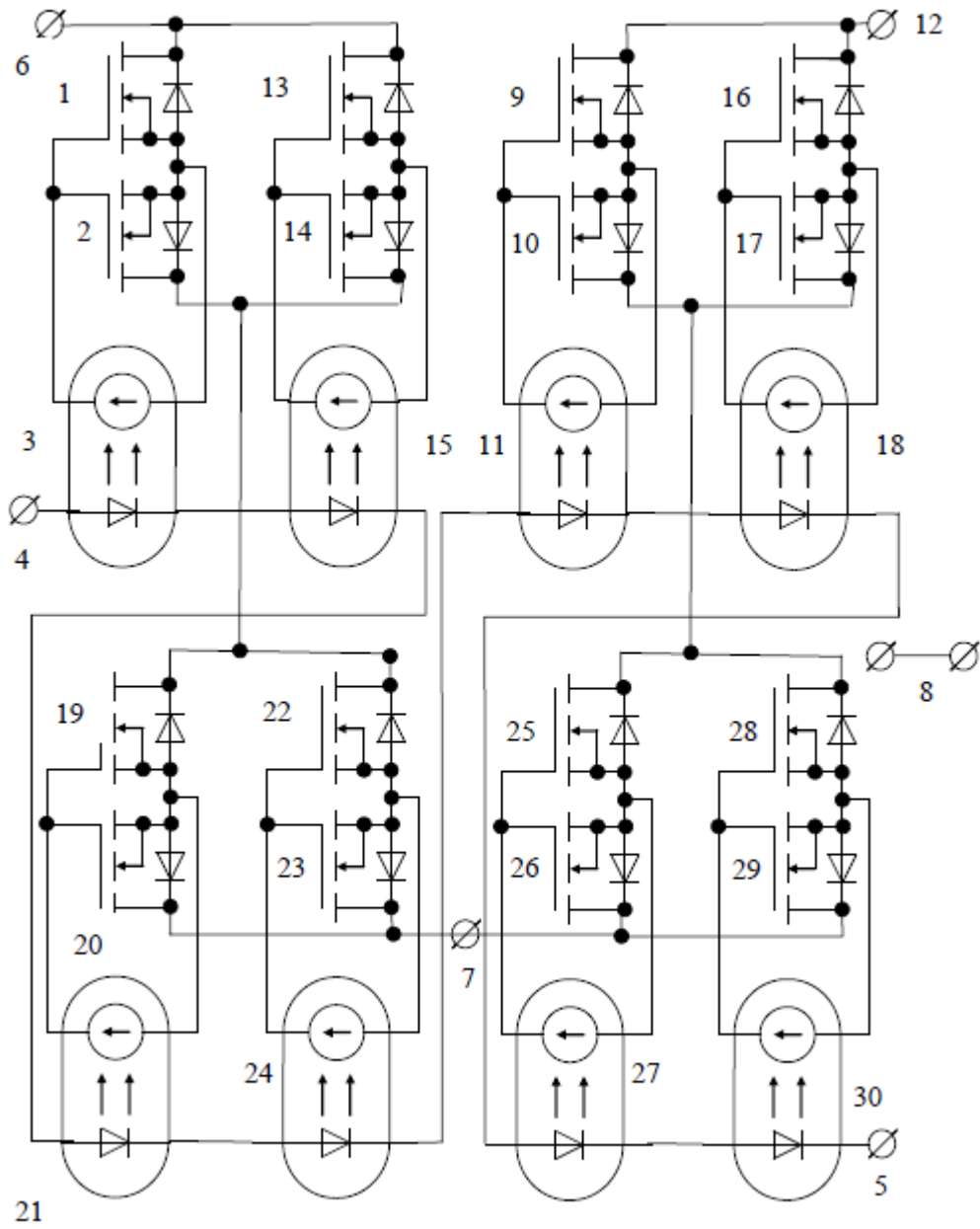
|   |   |
|---|---|
| (21) Номер заявки: <b>u 2021 00721</b>  | (72) Винахідник(и):<br><b>Бутенко Володимир Михайлович (UA),<br/>Бутенко Софія Володимирівна (UA),<br/>Волошина Людмила Володимирівна (UA),<br/>Головко Олександра Володимирівна (UA),<br/>Іщенко Борис Валентинович (UA),<br/>Комарова Ганна Леонідівна (UA),<br/>Слобжанюк Роза Іванівна (UA),<br/>Чуб Андрій Вячеславович (UA),<br/>Чуб Ірина Миколаївна (UA),<br/>Чуб Сергій Григорович (UA),<br/>Щебликіна Олена Вікторівна (UA)</b> |
| (22) Дата подання заявки: <b>18.02.2021</b>                                     | (73) Володілець (володільці):<br><b>УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ<br/>УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО<br/>ТРАНСПОРТУ,<br/>площа Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)</b>   |
| (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>08.07.2021</b>  | (74) Представник:<br><b>Ректор Панченко Сергій Володимирович</b>  |
| (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>07.07.2021, Бюл.№ 27</b> |   |

## (54) ДВОПОЛЯРНИЙ КЛЮЧ З КОМПОНЕНТАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

### (57) Реферат:

Двополярний ключ з компонентами інформаційно-вимірювальної техніки для комп'ютерної інженерії систем залізничної автоматики містить вхідну, вихідну, додаткову вхідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший та другий ключові нормально-відкриті МДН-транзистори (метал-діелектрик-напівпровідник-транзистори) з вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу і перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, третій та четвертий ключові нормально-закриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами. Додатково до нього введені п'ятий, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий та десятий ключові нормально-відкриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий, чотирнадцятий, п'ятнадцятий та шістнадцятий ключові нормально-закриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий та восьмий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент. При цьому введення додаткових ключових нормально-закритих МДН-транзисторів із вбудованими вихідними захисними діодами і додаткових оптронів дозволяє виконувати функції трійника (нормально-замкнений або тиловий, нормально-розімкнений або фронтний, рухомий або загальний) контактів електромагнітного (електромеханічного) реле.

UA 148129 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до імпульсної техніки з інформаційно-вимірювальними компонентами та може використовуватись у комп'ютерній інженерії систем автоматики, вимірювальної техніки та спеціалізованих приладів залізничної техніки.

Існує відомий пристрій (див. Патент України № 25511 Двополярний ключ, Бутенко В.М., Чуб С.Г., бюл.№ 12, 2007 р., публ. 10.08.2007, МПК H03K17/62), який містить вхідну, вихідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший та другий ключові нормально-відкриті метал-діелектрик напівпровідник (МДН)-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу і оптрон, який містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, при цьому витоки транзисторів з'єднані між собою та з першим виводом фотовольтаїчного елемента оптрона, затвори транзисторів з'єднані між собою та з другим виводом фотовольтаїчного елемента оптрона, стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно з вхідною та вихідною шинами, шина керування з'єднана з анодом світлодіода оптрона, катод якого підключено до додаткової шини керування.

Недолік цього пристрою - неспроможність виконувати функції трійника контактів (нормально-замкнений контакт, нормально-розімкнений контакт, рухомий контакт) електромагнітного (електромеханічного) реле, тобто: спроможність виконувати функції тільки нормально-замкненого контакту, у якому сигнал із вхідної шини передається на вихідну шину за відсутності напруги керування та не передається на вихідну шину за наявності напруги керування, та неспроможність одночасно виконувати функції нормально-розімкненого контакту, у якому сигнал із додаткової вхідної шини передається на вихідну шину за наявності напруги керування та не передається на вихідну шину за відсутності напруги керування.

Найбільш близьким до передбачуваної корисної моделі є пристрій (див. Патент України № 30066 Двополярний ключ, Бутенко В.М., Блиндюк В.С., Головка О.В., Чуб В.С., Чуб С.Г., бюл. № 3, 2008 р., публ. 11.02.2008, МПК H03K17/62), який містить вхідну, вихідну, додаткову вхідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший та другий ключові нормально-відкриті (метал-діелектрик напівпровідник) МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу і перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, третій та четвертий ключові нормально-закриті МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими выводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими выводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно з вхідною та вихідною шинами, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона, стоки третього та четвертого транзисторів з'єднані відповідно з додатковою вхідною та вихідною шинами, катод світлодіода першого оптрона з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого під'єднаний до додаткової шини керування.

Недолік цього пристрою - його низька надійність: при виході з ладу МДН-транзистора нормальне комутування не відбудеться.

Ознаками найближчого аналога, які збігаються з суттєвими ознаками корисної моделі, яка заявляється, є: вхідна, вихідна, додаткова вхідна, спільна шини, шина керування і додаткова шина керування, перший та другий ключові нормально-відкриті МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу і перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, третій та четвертий ключові нормально-закриті МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими выводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими выводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, стоки першого та третього транзисторів з'єднані з вхідною та додатковою вхідною шинами відповідно, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона.

Причиною, яка перешкоджає одержанню бажаного результату – надійного комутування, є відсутність додаткових МДН-транзисторів, які б при виході з ладу наявних МДН-транзисторів були б в змозі дублювати комутування.

В основу корисної моделі поставлено задачу - покращити надійність пристрою шляхом включення комутуючих елементів - нормально-відкритих МДН-транзисторів паралельно-послідовно з наявними у найближчого аналога комутуючими елементами – нормально-відкритими МДН-транзисторами, та нормально-закритих МДН-транзисторів паралельно-послідовно з наявними у найближчого аналога комутуючими елементами – нормально-

закритими МДН-транзисторами. За рахунок цього пристрій буде в змозі здійснити нормальне комутування за умов відмови або пошкодження МДН-транзистора.

Поставлена задача вирішується тим, що до двополярного ключа з компонентами інформаційно-вимірjuвальної техніки для комп'ютерної інженерії систем залізничної автоматики (двополярний ключ), який містить вхідну, вихідну, додаткову вхідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший та другий ключові нормально-відкриті МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу і перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, третій та четвертий ключові нормально-закриті МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, стоки першого та третього транзисторів з'єднані відповідно з вхідною та додатковою вхідною шинами, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона, додаються п'ятий, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий та десятий ключові нормально-відкриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий, чотирнадцятий, п'ятнадцятий та шістнадцятий ключові нормально-закриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий та восьмий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, при цьому витоки п'ятого та шостого, сьомого та восьмого, дев'ятого та десятого, одинадцятого та дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого, п'ятнадцятого та шістнадцятого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів третього, п'ятого, четвертого, шостого, сьомого та восьмого оптронів відповідно, затвори п'ятого та шостого, сьомого та восьмого, дев'ятого та десятого, одинадцятого та дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого, п'ятнадцятого та шістнадцятого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів третього, п'ятого, четвертого, шостого, сьомого та восьмого оптронів відповідно, сток п'ятого транзистора з'єднаний зі стоком першого транзистора та під'єднаний до вхідної шини, сток одинадцятого транзистора з'єднаний зі стоком третього транзистора та під'єднаний до додаткової вхідної шини, стоки другого, шостого, сьомого, дев'ятого транзисторів з'єднані між собою, стоки четвертого, дванадцятого, тринадцятого та п'ятнадцятого транзисторів з'єднані між собою, стоки восьмого, десятого, чотирнадцятого та шістнадцятого транзисторів з'єднані між собою та підключені до вихідної шини, катод світлодіода першого оптрона та анод світлодіода третього оптрона, катод світлодіода третього оптрона та анод світлодіода п'ятого оптрона, катод світлодіода п'ятого оптрона та анод світлодіода шостого оптрона, катод світлодіода шостого оптрона та анод світлодіода другого оптрона, катод світлодіода другого оптрона та анод світлодіода четвертого оптрона, катод світлодіода четвертого оптрона та анод світлодіода сьомого оптрона, катод сьомого оптрона та анод світлодіода восьмого оптрона попарно з'єднані між собою, катод світлодіода восьмого оптрона під'єднаний до додаткової шини керування.

Доказом наявності причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак корисної моделі та технічним результатом є та обставина, що технічний результат – спроможність надійного комутування - може бути досягнений тільки при використанні всієї сукупності суттєвих ознак корисної моделі.

На кресленні фіг. 1 зображена схема двополярного ключа.

Двополярний ключ містить вхідну 6, вихідну 7, додаткову вхідну 12, спільну 8 шини, шину 4 керування і додаткову шину 5 керування, перший 1, другий 2, п'ятий 13, шостий 14, сьомий 19, восьмий 20, дев'ятий 22 та десятий 23 ключові нормально-відкриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу, третій 9, четвертий 10, одинадцятий 16, дванадцятий 17, тринадцятий 25, чотирнадцятий 26, п'ятнадцятий 28 та шістнадцятий 29 ключові нормально-закриті МДН-транзистори із вбудованими вихідними захисними діодами, перший 3, другий 11, третій 15, четвертий 18, п'ятий 21, шостий 24, сьомий 27 та восьмий 30 оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, при цьому витоки першого 1 та другого 2, третього 9 та четвертого 10, п'ятого 13 та шостого 14, сьомого 19 та восьмого 20, дев'ятого 22 та десятого 23, одинадцятого 16 та дванадцятого 17, тринадцятого 25 та чотирнадцятого 26, п'ятнадцятого та шістнадцятого 29 транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів першого 3, другого 11, третього 15, п'ятого 21, шостого 24, четвертого 18, сьомого 27 та восьмого 30 оптронів відповідно, затвори першого 1 та другого 2, третього 9 та четвертого 10, п'ятого 13 та шостого

14, сьомого 19 та восьмого 20, дев'ятого 22 та десятого 23, одинадцятого 16 та дванадцятого 17, тринадцятого 25 та чотирнадцятого 26, п'ятнадцятого та шістнадцятого 29 транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів першого 3, другого 11, третього 15, п'ятого 21, шостого 24, четвертого 18, сьомого 27 та восьмого 30 оптронів відповідно, сток п'ятого транзистора 13 з'єднаний зі стоком першого транзистора 1 та під'єднаний до вхідної шини 6, сток одинадцятого транзистора 16 з'єднаний зі стоком третього транзистора 9 та під'єднаний до додаткової вхідної шини 12, стоки другого 2, шостого 14, сьомого 19 та дев'ятого 22 транзисторів з'єднані між собою, стоки четвертого 10, дванадцятого 17, тринадцятого 25 та п'ятнадцятого 28 транзисторів з'єднані між собою, стоки восьмого 20, десятого 23, чотирнадцятого 26 та шістнадцятого 29 транзисторів з'єднані між собою та під'єднані до вихідної шини 7, катод світлодіода першого оптрона 3 та анод світлодіода третього оптрона 15, катод світлодіода третього оптрона 15 та анод світлодіода п'ятого оптрона 21, катод світлодіода п'ятого оптрона 21 та анод світлодіода шостого оптрона 24, катод світлодіода шостого оптрона 24 та анод світлодіода другого оптрона 11, катод світлодіода другого оптрона 11 та анод світлодіода четвертого оптрона 18, катод світлодіода четвертого оптрона 18 та анод світлодіода сьомого оптрона 27, катод світлодіода сьомого оптрона 27 та анод світлодіода сьомого оптрона 30 попарно з'єднані між собою, катод світлодіода восьмого оптрона 30 під'єднаний до додаткової шини керування 5.

Двополярний ключ працює таким чином.

За відсутності напруги керування на шинах 4 і 5 напруга на виході фотовольтаїчних елементів оптронів 3, 11, 15, 18, 21, 24, 27, 30 відсутня, внаслідок чого транзистори 1, 2, 13, 14, 19, 20, 22, 23 відчинені, транзистори 9, 10, 16, 17, 25, 26, 28, 29 зачинені. Сигнал як позитивної, так і негативної полярності передається з 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 колу: шина 6, нормально-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 1, 13, вбудовані захисні діоди транзисторів 2 та 14, нормально-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 19 та 22, вбудовані захисні діоди транзисторів 20 та 23, вихідна шина 7, спільна шина 8 (через зовнішнє навантаження, яке на кресленні не зазначене). Коли сигнал на вхідній шині 6 має негативну полярність, то струм протікає по колу: шина 6, вбудовані захисні діоди транзисторів 1 та 13, нормально-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 2, 14, вбудовані захисні діоди транзисторів 19 та 22, нормально-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 20 та 23, вихідна шина 7, спільна шина 8 (через зовнішнє навантаження, яке на кресленні не зазначене).

При поданні на шини 4 і 5 напруги керування світлодіоди оптронів 3, 11, 15, 18, 21, 24, 27 та 30 випромінюють світло, фотовольтаїчні елементи цих оптронів виробляють напруги, які прикладені до затворів транзисторів відповідно 1 та 2, 9 та 10, 13 та 14, 16 та 17, 19 та 20, 22 та 23, 25 та 26, 28 та 29. Ці напруги прикладені таким чином, що транзистори 1 та 2, 13 та 14, 19 та 20, 22 та 23 зачиняються, а транзистори 9 та 10, 16 та 17, 25 та 26, 28 та 29 відчиняються. Коло 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 коло між додатковою вхідною 12 та вихідною 8 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-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 9 та 16, вбудовані захисні діоди транзисторів 10 та 17, нормально-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 25 та 28, вбудовані захисні діоди транзисторів 26 та 29, вихідна шина 7, спільна шина 8 (через зовнішнє навантаження, яке на кресленні не зазначене). Коли сигнал на вхідній шині 12 має негативну полярність, то струм протікає по колу: шина 12, вбудовані захисні діоди транзисторів 9 та 16, нормально-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 10 та 17, вбудовані захисні діоди транзисторів 25 та 28, нормально-відкриті канали "сток-виток" транзисторів 26 та 29, вихідна шина 7, спільна шина 8 (через зовнішнє навантаження, яке на кресленні не зазначене).

На кресленні фіг. 2 наведена узагальнена схема комутуючих елементів пристрою. Вона містить вісім комутуючих схем - електронні контакти: А (транзистори 1 та 2), Б (транзистори 13 та 14), В (транзистори 19 та 20), Г (транзистори 22 та 23), Д (транзистори 9 та 10), Є (транзистори 16 та 17), Ж (транзистори 25 та 26), З (транзистори 28 та 29). При цьому контакти А та Б, В та Г з'єднані паралельно, та під'єднані до вхідної шини 6 та вихідної шини 7, як це зазначено на кресленні фігури 2. Контакти Д та Є, Ж та З з'єднані паралельно, та під'єднані до додаткової вхідної шини 12 та вихідної шини 7, як це зазначено на кресленні фігури 2. Припустимо, що будь-який контакт (А, Б, В, Г, Д, Є, Ж або З) відмовив і не керується сигналами з шин керування 4 та 5.

Будемо розглядати варіанти відмови: постійне замкнення (коротке замкнення) та постійне розімкнення (обрив).

При короткому замкненні контакту А, Б, В, Г, Д, Є, Ж або З за відсутності вхідного сигналу на шини керування 4 та 5 сигнал із вхідної шини 6 вільно пройде до вихідної шини 7, бо всі контакти будуть замкненими, сигнал з додаткової вхідної шини 12 на вихідну шину не пройде, бо ланцюг Д, Є, Ж, З залишиться розірваним через логічно вірний стан інших контактів групи Д, Є, Ж, З. Таким чином, пристрій є нечутливим до зазначеної вище відмови.

При короткому замкненні контакту А, Б, В, Г, Д, Є, Ж або З за наявності вхідного сигналу на шини керування 4 та 5 ланцюг між вхідною 6 та вихідною 7 шинами пристрою буде розірваний через логічно вірне спрацювання трьох останніх контактів з групи А, Б, В, Г. Ланцюг між додатковою вхідною шиною 12 та вихідною шиною 7 буде замкнений. Тобто пристрій нормально спрацював в умовах розглядової відмови.

При обриві контакту А, Б, В, Г, Д, Є, Ж або З за відсутності вхідного сигналу на шини керування 4 та 5 сигнал із вхідної шини 6 вільно пройде до вихідної шини 7 через логічно вірний стан інших контактів з групи А, Б, В, Г. Ланцюг між додатковою вхідною шиною 12 та вихідною шиною 7 залишиться розірваним. Пристрій є нечутливим до цієї відмови.

При обриві контакту А, Б, В, Г, Д, Є, Ж або З за наявності вхідного сигналу на шини керування 4 та 5 ланцюг між вхідною 6 та вихідною 7 шинами пристрою буде розірваний через логічно вірне спрацювання трьох справних контактів з групи А, Б, В, Г. Ланцюг між додатковою вхідною шиною 12 та вихідною шиною 7 буде замкнений через логічно вірне спрацювання трьох справних контактів з групи Д, Є, Ж, З. Тобто пристрій є нечутливим до цієї відмови.

Таким чином, пристрій працює з підвищеною надійністю в умовах певних відмов комутуючих елементів.

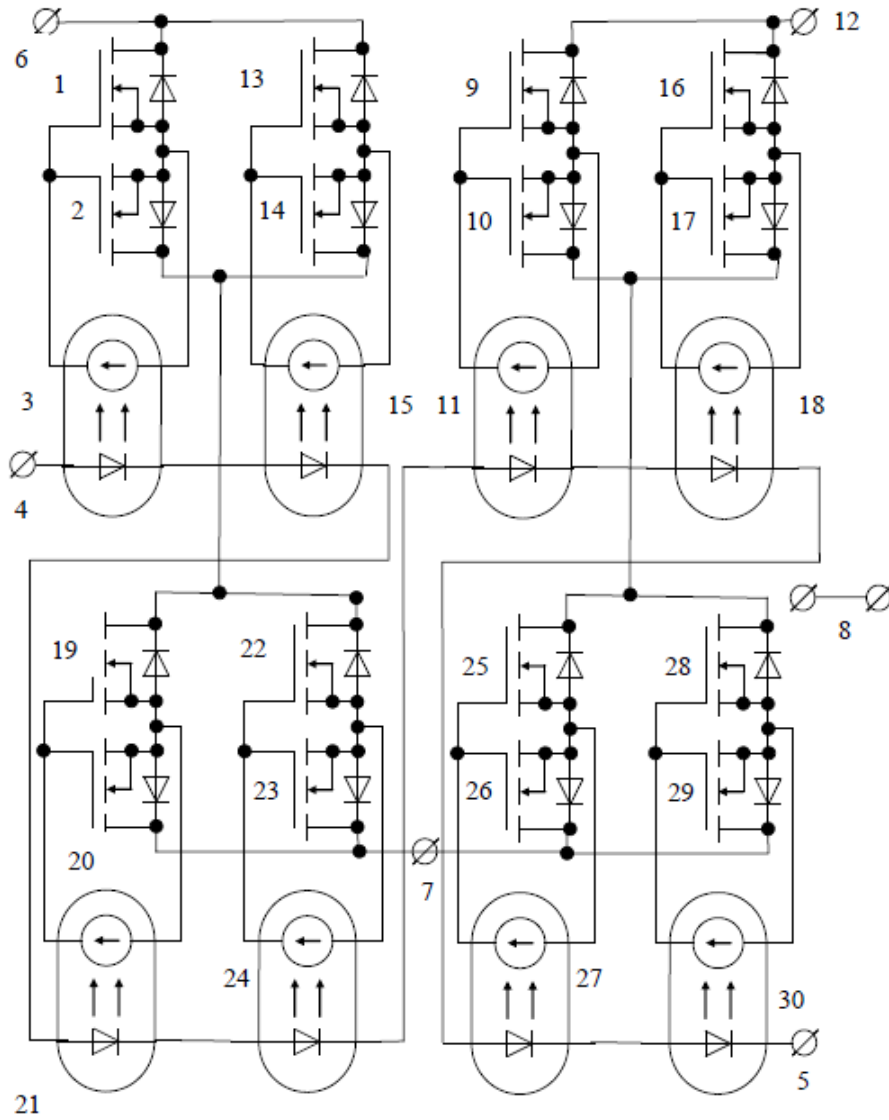
25

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

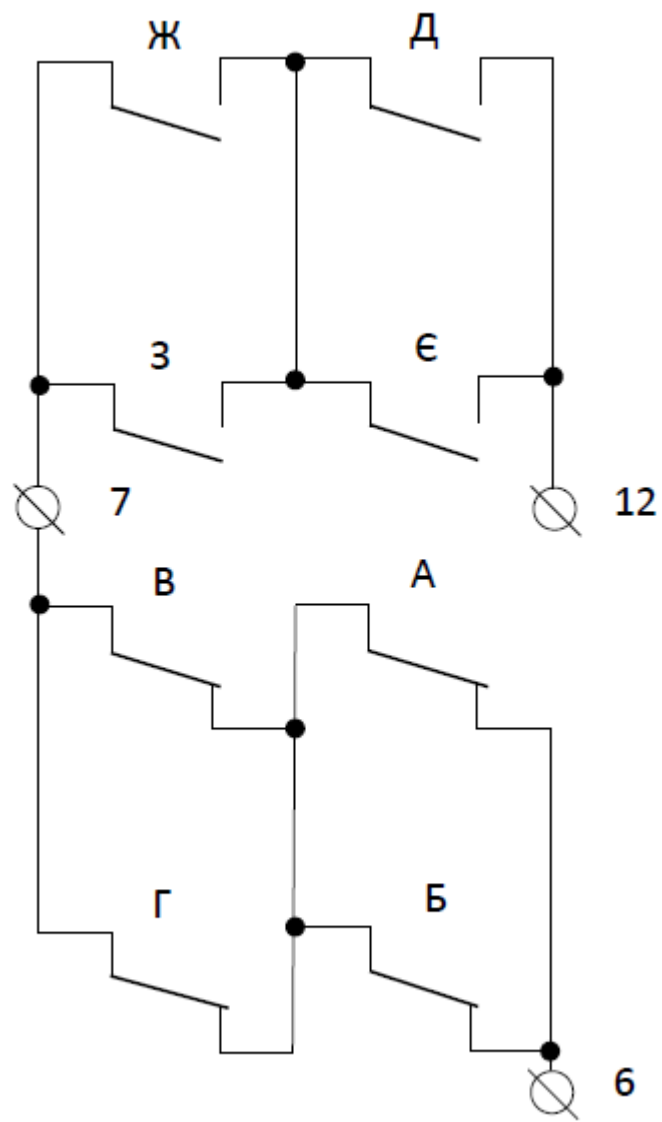
Двополярний ключ з компонентами інформаційно-вимірковальної техніки для комп'ютерної інженерії систем залізничної автоматики, який містить вхідну, вихідну, додаткову вхідну, спільну шини, шину керування і додаткову шину керування, перший та другий ключові нормально-відкриті МДН-транзистори (метал-діелектрик-напівпровідник-транзистори) з вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу і перший та другий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, третій та четвертий ключові нормально-закриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами, при цьому витоки першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, затвори першого та другого, третього та четвертого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів першого та другого оптронів відповідно, стоки першого та другого транзисторів з'єднані відповідно з вхідною та вихідною шинами, шина керування з'єднана з анодом світлодіода першого оптрона, стоки третього та четвертого транзисторів з'єднані відповідно з додатковою вхідною та вихідною шинами, катод світлодіода першого оптрона з'єднаний з анодом світлодіода другого оптрона, катод якого під'єднаний до додаткової шини керування, який **відрізняється** тим, що до нього введені п'ятий, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий та десятий ключові нормально-відкриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами та затворами збідненого типу, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий, чотирнадцятий, п'ятнадцятий та шістнадцятий ключові нормально-закриті МДН-транзистори з вбудованими вихідними захисними діодами, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий та восьмий оптрони, кожен з яких містить пару світлодіод-фотовольтаїчний елемент, при цьому витоки п'ятого та шостого, сьомого та восьмого, дев'ятого та десятого, одинадцятого та дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого, п'ятнадцятого та шістнадцятого транзисторів попарно з'єднані між собою та з першими виводами фотовольтаїчних елементів третього, п'ятого, четвертого, шостого, сьомого та восьмого оптронів відповідно, затвори п'ятого та шостого, сьомого та восьмого, дев'ятого та десятого, одинадцятого та дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого, п'ятнадцятого та шістнадцятого транзисторів попарно з'єднані між собою та з другими виводами фотовольтаїчних елементів третього, п'ятого, четвертого, шостого, сьомого та восьмого оптронів відповідно, сток п'ятого транзистора з'єднаний зі стоком першого транзистора та під'єднаний до вхідної шини, сток одинадцятого транзистора з'єднаний зі стоком третього транзистора та під'єднаний до додаткової вхідної шини, стоки другого, шостого, сьомого, дев'ятого транзисторів з'єднані між собою, стоки четвертого, дванадцятого, тринадцятого та п'ятнадцятого транзисторів з'єднані між собою, стоки восьмого, десятого, чотирнадцятого та

60

- шістнадцятого транзисторів з'єднані між собою та підключені до вихідної шини, катод світлодіода першого оптрона та анод світлодіода третього оптрона, катод світлодіода третього оптрона та анод світлодіода п'ятого оптрона, катод світлодіода п'ятого оптрона та анод світлодіода шостого оптрона, катод світлодіода шостого оптрона та анод світлодіода другого оптрона, катод світлодіода другого оптрона та анод світлодіода четвертого оптрона, катод світлодіода четвертого оптрона та анод світлодіода сьомого оптрона, катод сьомого оптрона та анод світлодіода восьмого оптрона попарно з'єднані між собою, катод світлодіода восьмого оптрона під'єднаний до додаткової шини керування.



Фиг. 1



Фиг. 2