



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **112302**

(13) **C2**

(51) МПК

H02P 13/06 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

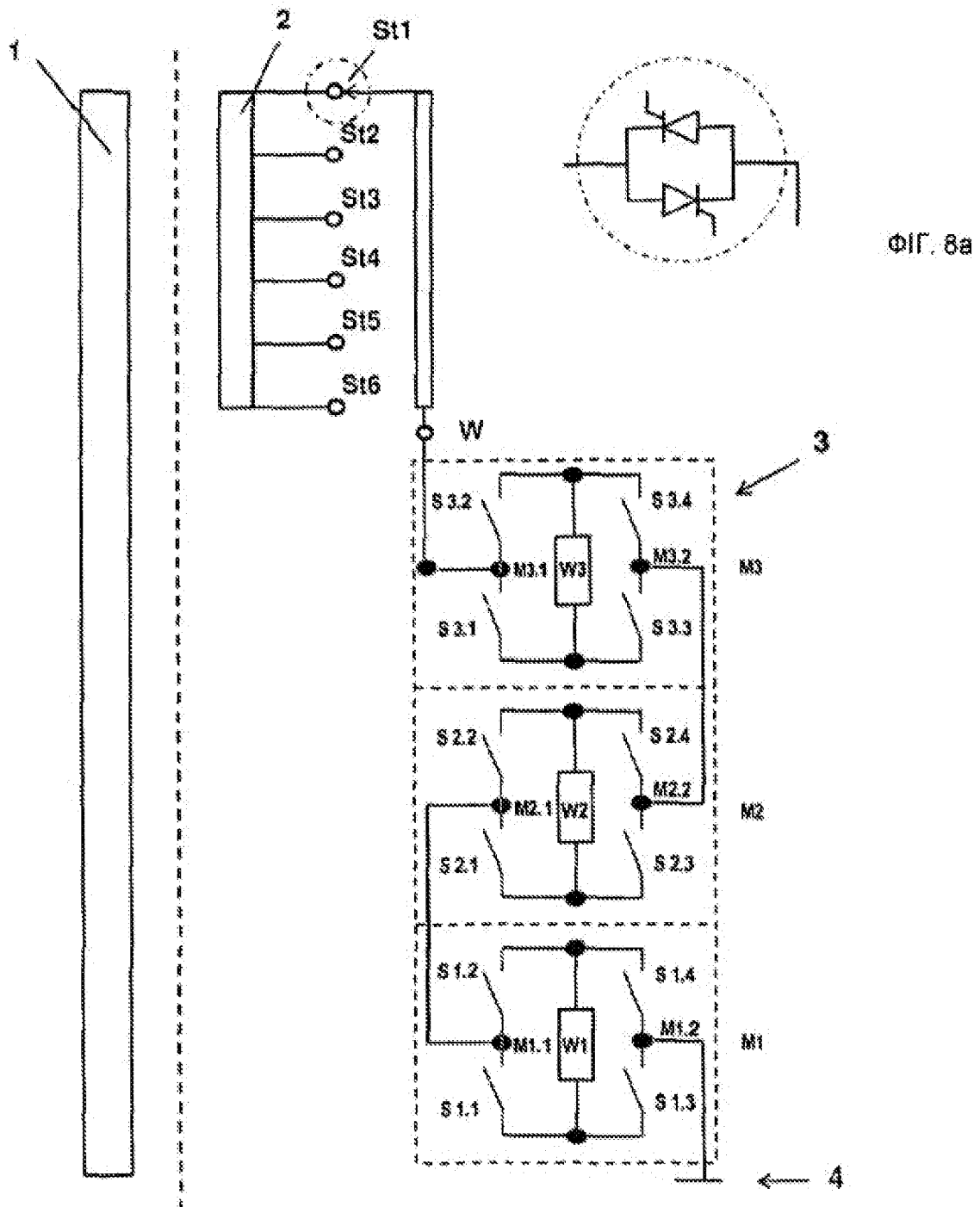
(21) Номер заявки:	а 2013 07720	(72) Винахідник(и):	Біскопінг Маттіас (DE), фон Бло Йохен (DE), Дональ Дітер (DE), Фірекк Карстен (DE)
(22) Дата подання заявки:	10.11.2011	(73) Власник(и):	МАШІНЕНФАБРІК РАЙНХАУЗЕН ГМБХ, Falkensteinstrasse 8, 93059 Regensburg, Germany (DE)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.08.2016	(74) Представник:	Пахаренко Олександр Володимирович, реєстр. №136
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10 2010 054 953.3	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	DE 2248166 A1, 12.00.1973 DE 19747712 C2, 07.06.2000 DE 19848428 A1, 04.05.2000
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	17.12.2010		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.09.2013, Бюл.№ 17		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.08.2016, Бюл.№ 16		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/EP2011/005640, 10.11.2011		

(54) СТУПЕНЕВИЙ ПЕРЕМИКАЧ

(57) Реферат:

Винахід стосується ступеневого перемикача для регулювання напруги за допомогою напівпровідникових перемикальних елементів на регульовальному трансформаторі з регульовальною обмоткою. Ступеневий перемикач має модульну конструкцію, причому кожен модуль містить секцію регульовальної обмотки, виконану з можливістю підключення і відключення за допомогою напівпровідникових перемикальних елементів.

UA 112302 C2



Фиг. 8

Винахід стосується ступеневого перемикача для регулювання напруги за допомогою напівпровідникових перемикальних елементів.

У публікації DE 22 48 166 A вже описаний регульований трансформатор із напівпровідниковими перемикальними елементами. При цьому вторинна обмотка утворена визначеною кількістю секцій регульовальної обмотки, об'єднаних у певну кількість послідовно підключених груп обмоток, причому кожна група обмоток містить дві або три паралельно підключені секції регульовальної обмотки. При цьому для кожної секції регульовальної обмотки передбачений безконтактний перемикальний елемент. У цій публікації описаний також інший варіант, в якому вторинна обмотка трансформатора утворена групою послідовно підключених секцій регульовальної обмотки, причому кожна секція регульовальної обмотки містить чотири безконтактних перемикальних елементи. Пристрій виконаний із можливістю зміни напрямку напруги на клеммах секції регульовальної обмотки на протилежний, а також, на вибір, шунтування всієї секції обмотки.

Із публікації DE 25 08 013 A відомий інший пристрій для ступеневого перемикавання вторинної обмотки трансформатора. І в цьому пристрої вторинна обмотка розділена на секції, причому для перемикавання також можуть бути передбачені напівпровідникові перемикальні елементи.

У публікації DE 197 47 712 C2 описаний ступеневий перемикач аналогічного виду, який підключений до виконаного в формі автотрансформатора ступеневого трансформатора. В ньому також передбачені окремі секції обмотки, виконані з можливістю окремого і незалежного одна від одної підключення. Окрім стаціонарних відводів регульовальної обмотки, в цьому пристрої додатково передбачена можливість підключення чи відключення окремих секцій обмотки.

Із публікації WO 95/27931 відомі різні форми виконання іншого ступеневого перемикача для безрозривного перемикавання навантаження, причому тиристори також використовують як перемикальні елементи. При цьому за допомогою пар включених зустрічно-паралельно тиристорів забезпечується можливість підключення або відключення різних секцій секціонованої обмотки як частини вторинної обмотки відповідного ступеневого трансформатора. Для реалізації якомога більшої кількості ступенів регулювання напруги при обмеженій кількості наявних відводів обмотки в цій публікації запропонований також спосіб цифрової кругової модуляції (discrete circle modulation), в якому керування тиристорами здійснюють таким чином, що одержують проміжні значення вторинної напруги.

У відомих із рівня техніки рішеннях напівпровідникові перемикальні елементи фактично виконують функцію механічної щітки селектора у класичних механічних ступеневих перемикачах. За допомогою напівпровідникових перемикальних елементів можна підключати або відключати окремі відводи регульовальних обмоток. Можливим є також розподіл регульовальної обмотки на секції, кожен з яких можна підключати окремо. Недоліком цього рівня техніки є висока складність схеми і необхідність спеціального узгодження напівпровідникових перемикальних елементів.

Іншим недоліком рівня техніки є те, що у разі відмови окремих напівпровідникових елементів регулювання, або в будь-якому разі задовільне регулювання є неможливим. Задачею винаходу є розроблення ступеневого перемикача простої конструкції, який містить напівпровідникові перемикальні елементи. Крім цього, його конструкція має бути модульною та здатною до розширення. Насамкінець, відповідний винаходові ступеневий перемикач має забезпечувати високу надійність і точність регулювання навіть у разі відмови окремих перемикальних елементів, певною мірою аналогічно роботі в аварійному режимі. Цю задачу вирішено у ступеневому перемикачі з ознаками першого пункту формули винаходу. Залежні пункти формули винаходу стосуються особливо переважних вдосконалених форм виконання винаходу.

Загальна винахідницька ідея полягає у виконанні ступеневого перемикача за принципом модульної конструкції.

Кожен із окремих модулів відповідного винаходові ступеневого перемикача містить електричну секцію регульовальної обмотки, сполучену з регульовальною обмоткою магнітним зв'язком, тобто виконану на відповідному стрижні трансформаторного сердечника. Модулі містять також підключені паралельно з обох сторін до кожної секції шунтувальні ланки, кожна з яких утворена двома включеними послідовно напівпровідниковими перемикальними елементами. Між кожними двома послідовно включеними напівпровідниковими перемикальними елементами кожної шунтувальної ланки передбачений середній відвід.

Середній відвід першого модуля відповідного винаходові ступеневого перемикача з'єднаний з нульовою точкою чи силовим відводом.

Середній відвід останнього модуля відповідного винаходові ступеневого перемикача з'єднаний з кінцем обмотки трансформатора, напругу на якій необхідно регулювати.

Інший середній відвід першого модуля з'єднаний з середнім відводом другого модуля, інший середній відвід якого з'єднаний з середнім відводом третього модуля, інший середній відвід якого з'єднаний з середнім відводом четвертого модуля і т. д. до останнього модуля.

Згідно з винаходом електричні обмотки окремих модулів мають різні параметри.

5 Якщо обмотка у першому модулі має певну кількість витків, кількість витків електричної обмотки в другому модулі є кратною кількості витків обмотки у першому модулі. Це стосується також обмоток в інших модулях. Особливо переважним при трьох наявних модулях є співвідношення між кількістю витків окремих обмоток у модулях, яке становить 1 : 3 : 6 або 1 : 3 : 9.

10 Якщо передбачено чотири модулі, особливо переважним є співвідношення між кількістю витків окремих обмоток у цих модулях, яке становить 1 : 3 : 6 : 10.

У рамках винаходу передбачено можливість варіювання кількості окремих модулів, які в сукупності утворюють відповідний винаходові ступеневий перемикач.

15 Відповідний винаходові ступеневий перемикач має кілька переваг: насамперед, немає потреби в особливому конструктивному виконанні регульовальної обмотки, як правило обмотки вищої напруги регульовального трансформатора. Ступеневий перемикач має спрощену модульну конструкцію і може бути легко узгоджений із різними ступенями напруги. Завдяки цьому забезпечується також можливість узгодження даного регульовального трансформатора зі зміненими задачами і діапазонами регулювання. Крім цього, для підключення відповідного винаходові ступеневого перемикача до обмотки трансформатора необхідно лише кілька проводів; потреби в досі застосовуваному провідному каркасі для з'єднання кожного відводу регульовальної обмотки зі ступеневим перемикачем або перемикальними засобами немає. Насамкінець, відповідний винаходові ступеневий перемикач забезпечує резервні можливості утворення окремих часткових напруг; у разі відмови окремих перемикальних елементів, ймовірність якої не можна виключати в будь-якому разі, можливість регулювання в основному зберігається.

Далі винахід пояснюється докладніше за допомогою креслень. На них зображено:

Фіг. 1 Перша форма виконання відповідного винаходові ступеневого перемикача, що містить секційні модулі

30 Фіг. 2 Таблиця підключення відводів такого ступеневого перемикача

Фіг. 3 Таблиця підключення відводів модифікованого ступеневого перемикача

Фіг. 4 Друга форма виконання відповідного винаходові ступеневого перемикача

Фіг. 5 Таблиця перемикачання відводів ступеневого перемикача згідно з фіг. 4

Фіг. 6 Окремий модуль першого відповідного винаходові ступеневого перемикача

35 Фіг. 7 Окремий модуль другого відповідного винаходові ступеневого перемикача

Фіг. 8 Модифікована схема зображеного на фіг. 1 ступеневого перемикача, підключеного до регульовальної обмотки ступеневого трансформатора.

40 На фіг. 1 зображений регульований трансформатор, що містить обмотку 1 низької напруги та обмотку 2 вищої напруги, в даному випадку утворену трьома окремими секціями В1 - В3, до якої підключений відповідний винаходові ступеневий перемикач 3. При цьому пунктирною лінією позначений весь блок ступеневого перемикача 3, який утворений трьома окремими модулями М1, М2, М3.

45 Перший модуль М1 містить першу секцію W1 обмотки, а також дві підключені до неї з обох сторін шунтувальних ланки, кожна з яких утворена двома послідовно підключеними напівпровідниковими перемикальними елементами S1.1 і S1.2 та S1.3 і S1.4 відповідно. Між кожними двома послідовно підключеними перемикальними елементами передбачений середній відвід М1.1 чи М1.2.

50 Окремі напівпровідникові перемикальні елементи в даному випадку, як і на наступних схемах, зображені лише схематично у вигляді простих перемикачів. На практиці вони містять паралельно включені пари тиристорів, біполярних транзисторів із ізолюваним затвором або інших напівпровідникових перемикальних елементів. Кожен перемикач може містити також кілька окремих послідовно або паралельно включених напівпровідникових перемикальних елементів.

55 Один середній відвід М1.2 електрично з'єднаний з нульовою точкою 4. Інший середній відвід М1.1 з'єднаний із середнім відводом М2.1 другого модуля М2. Цей другий модуль М2 має ідентичну конструкцію; він також містить секцію W2 обмотки, а також обидві шунтувальних ланки, кожна з яких утворена двома послідовно підключеними напівпровідниковими перемикальними елементами S2.1 і S2.2 та S2.3 і S2.4 відповідно. Між відповідними шунтувальними ланками також передбачені середні відводи М2.1 і М2.2 відповідно.

Підключення середнього відводу M2.1 до першого модуля M1 вже було описано вище; другий середній відвід M2.2 з'єднаний із середнім відводом M3.2 третього модуля M3.

Цей третій модуль M3 має ідентичну конструкцію. Він також містить секцію обмотки W3 та обидві шунтувальних ланки, кожна з яких утворена двома послідовно підключеними напівпровідниковими перемикальними елементами S3.1 і S3.2 та S3.3 і S3.4 відповідно, а також розміщені між ними середні відводи M3.1 і M3.2. Досі ще не описаний середній відвід M3.1 третього і останнього модуля M3 електрично з'єднаний із кінцем обмотки 2 вищої напруги.

Три описаних модулі M1... M3 відрізняються лише параметрами відповідних секцій W1...W3 обмотки.

Секція W2 обмотки в другому модулі M2 в даному випадку налічує втричі більше витків, ніж секція W1 обмотки в першому модулі M1. Секція W3 обмотки в третьому модулі M3 в даному випадку має вшестеро більше витків, ніж секція W1 обмотки в першому модулі M1. На фіг. 2 зображена таблиця підключення відводів відповідного винаходові ступеневого перемикача згідно з фіг. 1. Символ "0" означає, що відповідна секція обмотки не підключена, тобто шунтована. Символ "+" означає, що відповідна секція обмотки підключена до обмотки 2 вищої напруги в однаковому із нею напрямку. Насамкінець, символ "-" означає, що відповідна секція обмотки підключена в напрямку, протилежному обмотці 2 вищої напруги.

У таблиці підключення відводів наведено десять ступенів напруги, які одержують, додаючи до ступенів напруги обмотки 2 вищої напруги інші часткові напруги. Ці часткові напруги одержують шляхом вибору різних варіантів підключення, зустрічного включення або шунтування окремих секцій W1...W3 обмотки. Очевидно, що певні ступені напруги можуть бути сформовані з резервуванням, тобто за допомогою різних перемикальних станів.

Так само (проте, це в таблиці не наведено), можна відводити відповідні часткові напруги від напруги на обмотці 2 вищої напруги в іншому напрямку. Таким чином, у цій формі виконання винаходу можна одержати загалом двадцять один ступінь напруги. У середньому положенні, в даному випадку позначеному літерою "N", ступеневий перемикач не функціонує. При цьому кінець обмотки 2 вищої напруги безпосередньо електрично з'єднаний із нульовою точкою 4.

Описане підключення чи зустрічне включення або шунтування окремих секцій W1 - W3 обмотки згідно з винаходом здійснюють шляхом відповідного підключення напівпровідникових перемикальних елементів S1.1 - S3.4.

На фіг. 3 наведена інша таблиця підключення відводів. При цьому порівняно з вищеописаною формою виконання винаходу змінено лише розміри секції W3 обмотки, кількість витків у якій в даному випадку вдев'ятеро перевищує кількість витків першої секції W1 обмотки. У цьому положенні одержують загалом двадцять сім ступенів напруги.

На фіг. 4 зображена інша форма виконання відповідного винаходові ступеневого перемикача, який містить додатковий модуль M4. Схема каскадного підключення окремих модулів M1 - M4 не змінена. Додатковий модуль M4 також містить паралельно підключені напівпровідникові перемикальні елементи S4.1 і S4.2, а також S4.3 і S4.4, так само як і середні відводи M4.1 і M4.2 між ними. Середній відвід M4.1 також з'єднаний з обмоткою 2 вищої напруги, в той час як середній відвід M4.2 з'єднаний із середнім відводом M3.2 модуля M3.

На фіг. 5 наведена частина таблиці підключення відводів розширеного ступеневого перемикача згідно з фіг. 4. У цій таблиці наведені не всі ступені напруги, які одержують шляхом відповідного підключення окремих напівпровідникових перемикачів. Більш того, як приклад за допомогою ступенів 4, 6 і 10 напруги показано, що вони можуть бути одержані з резервуванням шляхом вибору різних варіантів підключення чи відключення окремих секцій W1 - W4 обмотки. При цьому кількість витків нової секції W4 обмотки модуля M4 вдесятеро перевищує кількість витків першої секції W1 обмотки першого модуля M1.

На фіг. 6 зображений один окремий модуль відповідного винаходові ступеневого перемикача. Як описано вище, множина модулів "n" може бути об'єднана у відповідний винаходові ступеневий перемикач. Кожен модуль містить секцію Wn обмотки, а також дві паралельних шунтувальних ланки, кожна з яких містить два послідовно підключених напівпровідникових перемикальних елементи Sn.1 і Sn.2 та Sn.3 і Sn.4 відповідно. Між кожними двома перемикальними елементами кожної шунтувальної ланки, як було описано, передбачені середні відводи Mn.1 та Mn.2 відповідно. Як напівпровідникові перемикальні елементи Sn.1 - Sn.4 в даному випадку використані включені зустрічно-паралельно тиристори. У рамках винаходу можливим є також підключення інших відомих напівпровідникових перемикальних елементів.

На фіг. 7 зображений один окремий модуль іншого відповідного винаходові ступеневого перемикача. При цьому кожен напівпровідниковий перемикальний елемент Sn.1 - Sn.4

утворений двома послідовно підключеними окремими напівпровідниковими перемикальними елементами Sn.1a, Sn.1b; Sn.2a, Sn.2b; Sn.3a, Sn.3b; Sn.4a, Sn.4b.

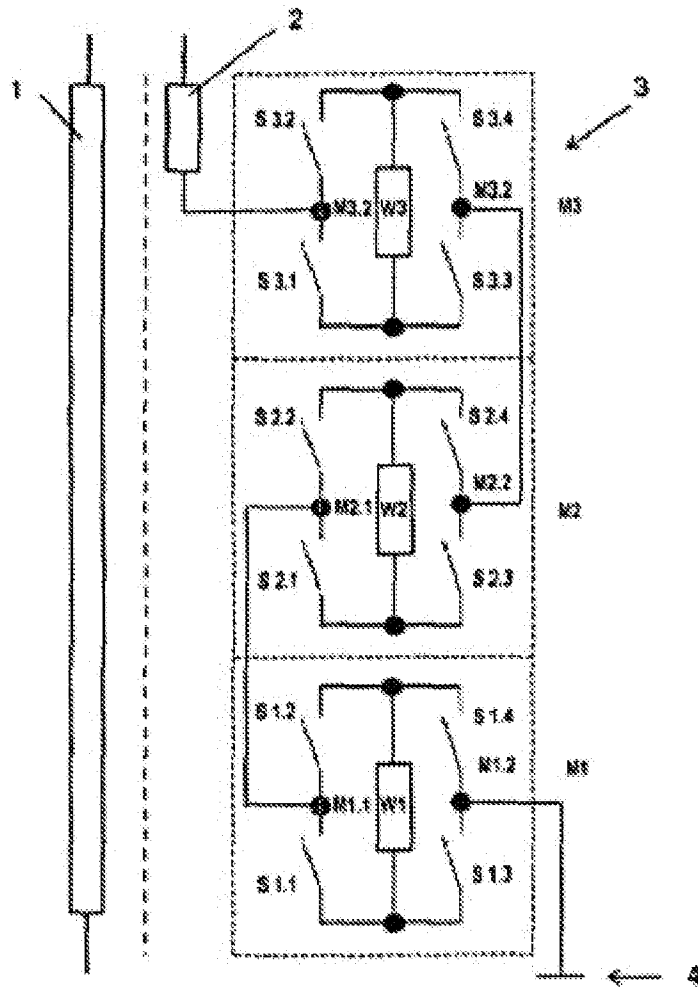
Можливим у рамках винаходу є також послідовне або паралельне підключення більше ніж двох окремих напівпровідникових перемикальних елементів.

На фіг. 8 зображена особлива форма виконання вже описаного відповідного ступеневого перемикача згідно з фіг. 1. На відміну від зображеної на тій схемі конструкції, в даному випадку обмотка 2 вищої напруги містить відводи St1 - St6, які можуть бути підключені відомим чином. Це може бути здійснене або за допомогою схематично позначеного на кресленні ступеневого селектора або, як окремо зображено на фіг. 8a, за допомогою напівпровідникових перемикальних елементів, які в даному випадку виконані в формі пари включених зустрічно-паралельно тиристорів. До такого звичайного ступеневого перемикача, який здійснює безпосереднє перемикання відводів обмотки, тепер може бути додатково підключений відповідний винаходові ступеневий перемикач, який у даному випадку містить три модулі M1 - M3. Таким чином, у цій формі виконання винаходу забезпечується можливість грубого регулювання напруги шляхом відповідного вибору і підключення одного з відводів St1 - St6 обмотки, а також додаткового дрібноступеневого регулювання напруги за допомогою відповідного винаходові ступеневого перемикача.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Ступеневий перемикач (3) для регулювання напруги в регульовальному трансформаторі з обмоткою (1) низької напруги та обмоткою вищої напруги, що містить принаймні два модулі (M1, M2, M3, M4); причому обмотка (1) низької напруги або обмотка вищої напруги містить регульовальну обмотку (2) і принаймні дві секції (W1, W2, W3, W4) обмоток; кожен модуль (M1...M4) містить відповідну секцію (W1...W4) обмотки, а також дві підключені до неї з обох сторін шунтувальних ланки, кожна шунтувальна ланка містить два послідовно підключених напівпровідникових перемикальних елементи (S1.1, S1.2; S1.3, S1.4; S2.1, S2.2; S2.3, S2.4; S3.1, S3.2; S3.3, S3.4; S4.1, S4.2; S4.3, S4.4); у кожній шунтувальній ланці між її перемикальними елементами (S1.1, S1.2; ... S4.3, S4.4) передбачений середній відвід (M1.1, M1.2; M2.1, M2.2; M3.1, M3.2; M4.1, M4.2); секції (W1...W4) обмотки мають різну кількість витків; у кожному модулі (M1...M4) кожен із двох середніх відводів (M1.1; M2.1, M2.2; M3.1, M3.2; M4.2) з'єднаний із середніми відводами сусідніх модулів, причому ступеневий перемикач виконаний з можливістю з'єднання непідключеного середнього відводу (M1.2) першого модуля (M1) із силовим відводом (4), а непідключеного середнього відводу (M3.1; M4.1) останнього модуля (M3; M4) з регульовальною обмоткою (2); а також формування часткових напруг шляхом вибору різних варіантів підключення, зустрічного включення або шунтування окремих секцій (W1...W4) обмотки; формування ступенів напруги (U_{st}) шляхом додавання принаймні однієї з часткових напруг до ступеневої напруги регульовальної обмотки (2) і/або шляхом віднімання принаймні однієї з часткових напруг від ступеневої напруги регульовальної обмотки (2); формування принаймні двох надлишкових ступенів напруги (U_{st}).
2. Ступеневий перемикач (3) за п. 1, який **відрізняється** тим, що передбачено три модулі (M1...M3); співвідношення між кількістю витків секцій W1-W3 обмоток трьох модулів (M1...M3) становить 1:3:6 або 1:3:9.
3. Ступеневий перемикач (3) за п. 1, який **відрізняється** тим, що передбачено чотири модулі (M1...M4); співвідношення між кількістю витків секцій W1-W4 обмоток чотирьох модулів (M1-M4) становить 1:3:6:10.
4. Ступеневий перемикач (3) за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що кожен із напівпровідникових перемикальних елементів (S1.1, S1.2; ... S4.3, S4.4) містить пару включених зустрічно-паралельно тиристорів або біполярних транзисторів з ізольованим затвором.
5. Ступеневий перемикач (3) за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що принаймні один із напівпровідникових перемикальних елементів (Sn.1-Sn.4) утворений

принаймні двома послідовно включеними окремими напівпровідниковими перемикальними елементами (Sn.1a, Sn.1b; Sn.2a, Sn.2b; Sn.3a, Sn.3b; Sn.4a, Sn.4b).



ФІГ. 1

U _{ST}	W1	W2	W3
		= 3W1	= 6 W1
N	0	0	0
1	+	0	0
2	-	+	0
3	-	-	+
3	0	+	0
3	0	-	+
4	+	+	0
4	+	-	+
5	-	0	+
6	0	0	+
7	+	0	+
8	-	+	+
9	0	+	+
10	+	+	+

$\Sigma = 21$ ступінь

ФІГ. 2

U _{sr}	W1	W2	W3
		≈ 3W1	≈ 9 W1
N	0	0	0
1	+	0	0
2	-	+	0
3	0	+	0
4	+	+	0
5	-	-	+
6	0	-	+
7	+	-	+
8	-	0	+
9	0	0	+
10	+	0	+
11	-	+	+
12	0	+	+
13	+	+	+

$\Sigma = 27$ ступенів

ФІГ. 3

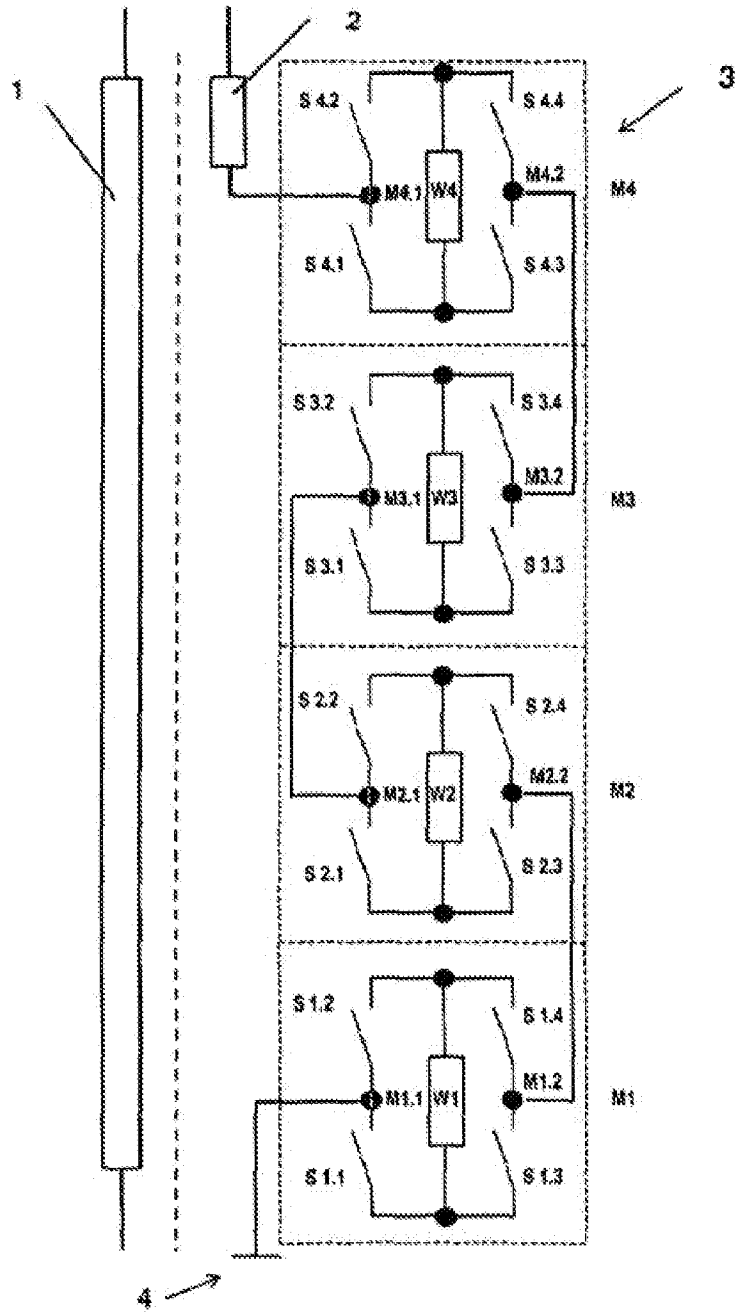
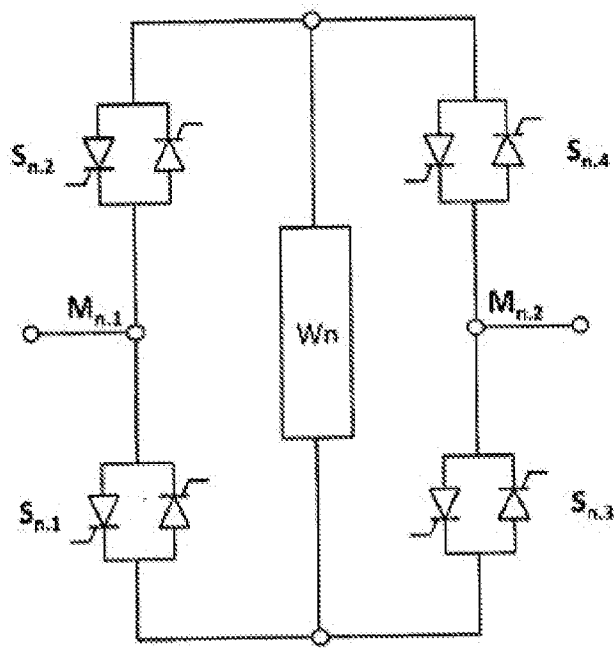


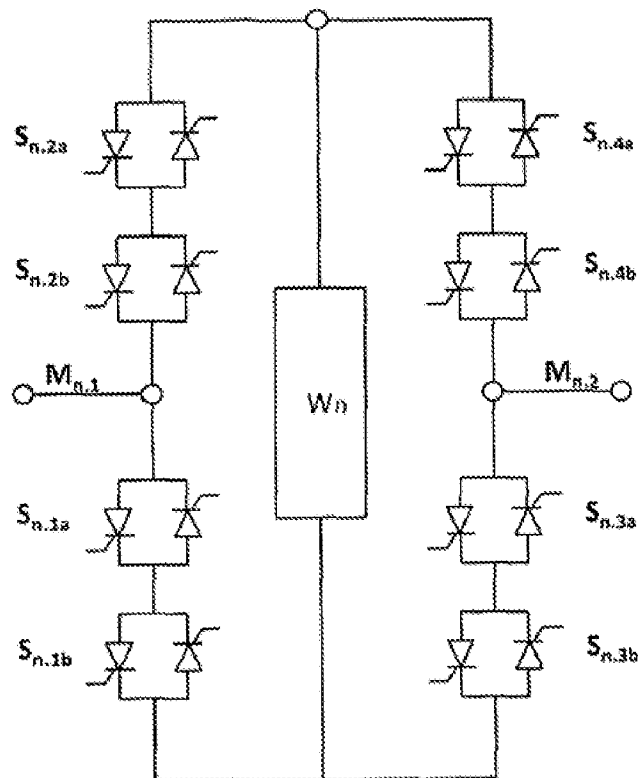
FIG. 4

U_{ST}	W1	W2	W3	W4
		$= 3W1$	$= 6 W1$	$= 10 W1$
N				
1	0	0	0	0
2				
3				
4 {	+	+	0	0
	0	0	-	+
5				
6 {	0	0	+	0
	-	-	0	+
7				
8				
9				
10 {	+	+	+	0
	0	0	0	+
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20	+	+	+	+

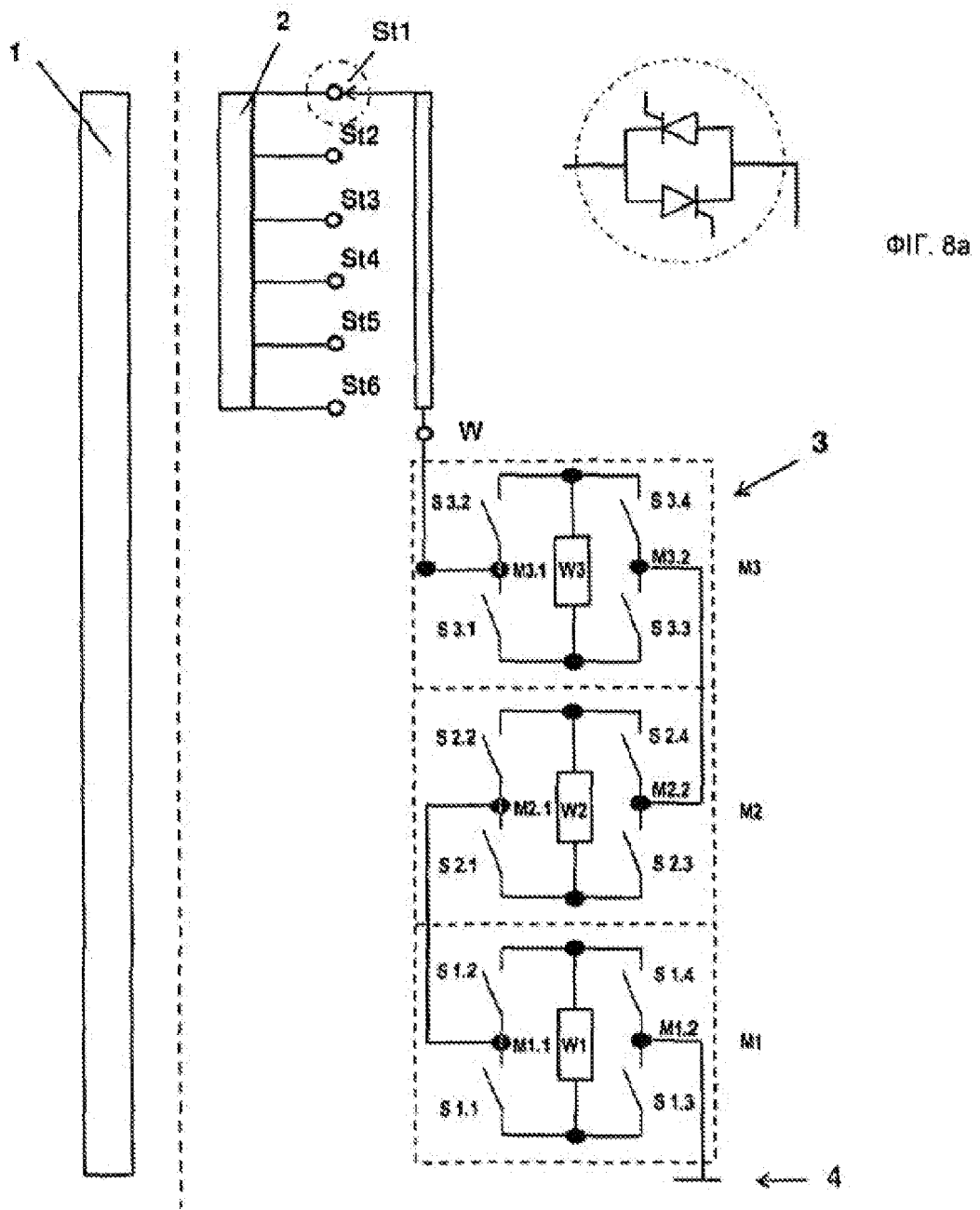
ФІГ. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



ФІГ. 8

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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