

**УКРАЇНА**

(19) **UA** (11) **120840** (13) **C2**  
(51) МПК (2020.01)  
**H01H 9/00**  
**H01F 29/04** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

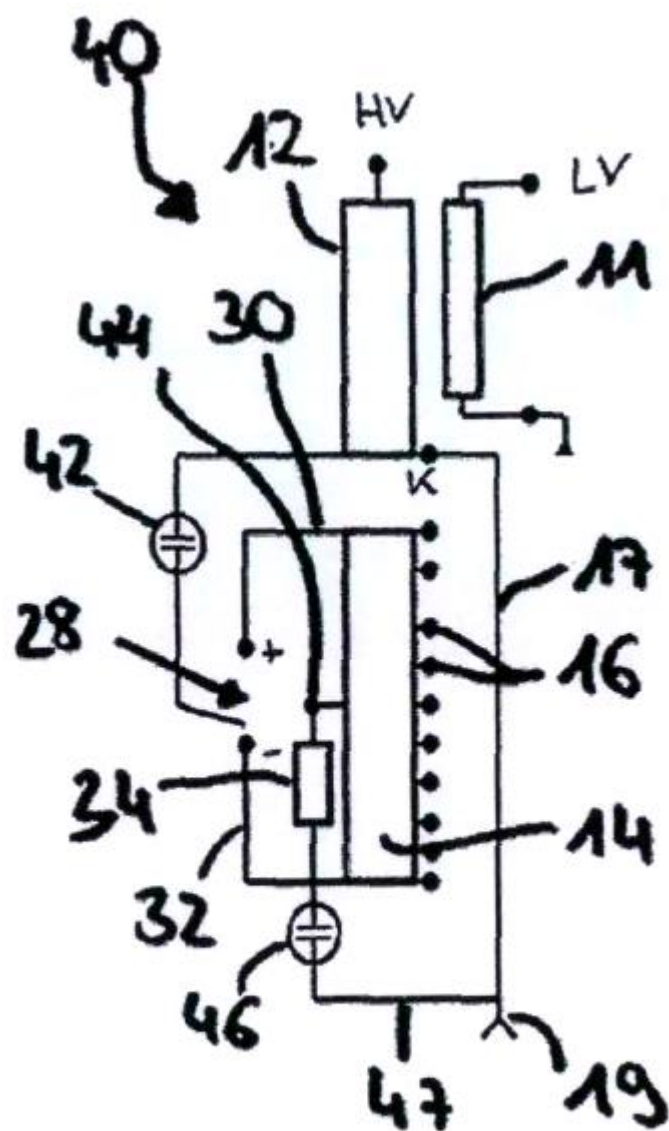
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2016 03115</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Кальтенборн Уве (DE),</b> <b>Штроф Томас (AT),</b> <b>Хурм Крістіан (DE),</b> <b>Савельєв Анатолій (DE),</b> <b>Боймль Герхард (DE),</b> <b>Бірінгер Альфред (DE),</b> <b>Церр Едуард (DE),</b> <b>Альбрехт Вольфганг (DE),</b> <b>Хаусманн Мартін (DE),</b> <b>Штоккер Андреас (DE)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>26.09.2014</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>МАШІНЕНФАБРІК РАЙНХАУЗЕН ГМБХ,</b> Falkensteinstraße 8, 93059 Regensburg, Germany (DE)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.02.2020</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Шамріна Олена Олексіївна, реєстр. №141</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>10 2013 110 652.8</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: DE 2936534 A1, 12.03.1981 GB 2424766 A, 04.10.2006 DE 102012202667 A1, 22.08.2013 WO 2012019514 A1, 16.02.2012 DE 1763020 B1, 26.08.1971 FR 2330197 A1, 27.05.1977 DE 2647302 A1, 27.04.1978 US 4621298 A, 04.11.1986 WO 0137298 A1, 25.05.2001
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>26.09.2013</b>	
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>DE</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>24.06.2016, Бюл.№ 12</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.02.2020, Бюл.№ 4</b>	
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ <b>PCT/EP2014/070585,</b> <b>26.09.2014</b>	

**(54) ПЕРЕМІКАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ІЗ ПРЕСЕЛЕКТОРОМ****(57) Реферат:**

Винахід стосується перемикального пристрою (15) з преселектором (28) для силового трансформатора (10, 40), що містить множину обмоток (12, 14), причому преселектор (28) виконаний із можливістю з'єднання принаймні однієї першої обмотки (12) на вибір із одним із обох кінцевих контактів (30, 32) принаймні однієї другої обмотки (14). У з'єднувальну лінію між преселектором (28) і першою обмоткою (12) включений принаймні один перший перемикач. Це дозволяє здійснювати перемикання преселектора без утворення електричної дуги і разом із цим без газовиділення.

**UA 120840 C2**



ФІГ. 2

Винахід стосується перемикального пристрою, що містить преселектор і, залежно від конкретних обставин, перемикач полярності для з'єднання на вибір кількох обмоток силового трансформатора, тобто трансформатора потужністю понад принаймні 100 кВт, переважно потужністю понад 1 МВт. Трансформатор може містити кілька обмоток, які в регульовальному трансформаторі виконані, наприклад, у формі принаймні однієї основної обмотки і принаймні однієї регульовальної обмотки з множиною відводів. У відповідному винаході перемикальному пристрої передбачений преселектор для додавання або віднімання витків обмоток шляхом з'єднання першої обмотки трансформатора на вибір із одним з обох кінців другої обмотки. Окрім цього, відповідний винаходові перемикальний пристрій містить перемикач полярності, який з'єднує певну точку другої обмотки, наприклад відвід від середньої точки або одного з обох кінців обмотки, через полярний резистор із першою обмоткою або силовим відводом. Ідея перемикачності полярності полягає у встановленні визначеного потенціалу на другій обмотці. Подібна схема відома також із публікації DE 32 24 860. Перемикачності полярності за допомогою полярного резистора в процесі перемикачності преселектора дозволяє значно зменшити утворення електричної дуги і виділення газу в масло, яке оточує ступеневий перемикач. Проте, через полярний резистор постійно протікає струм витoku, що може спричинити нагрівання полярного резистора і навколишнього масла, а також зменшує ефективність роботи трансформатора.

Тому задачею винаходу є розроблення ступеневого перемикача, який дозволяє здійснювати перемикачності преселектора без утворення електричної дуги з меншими втратами порівняно з рівнем техніки.

Цю задачу згідно з винаходом вирішено в перемикальному пристрої згідно з пунктом 1 формули винаходу. Переважні вдосконалені форми винаходу є предметом залежних пунктів формули винаходу. Згідно з винаходом пропонується перемикальний пристрій із преселектором для силового трансформатора, який містить кілька обмоток, причому преселектор виконаний з можливістю з'єднання принаймні однієї першої обмотки на вибір з одним із обох кінцевих контактів принаймні однієї другої обмотки, зазвичай регульовальної обмотки. Згідно з винаходом у з'єднувальній лінії між преселектором і першою обмоткою встановлений принаймні один перший перемикач. Цей перший перемикач забезпечує розв'язку преселектора при перемикачності від першої обмотки, що дозволяє здійснювати перемикачності преселектора без газовиділення. Переважно для цього перший перемикач приводять у дію перед перемикачностями перемикального елемента преселектора.

Як перший перемикач застосовують переважно перемикачі, які самі здійснюють перемикачності без газовиділення, наприклад напівпровідникові перемикачі, варистори, вакуумні перемикачі, термістори. Ці перемикачі можна також комбінувати між собою і/або з механічними силовими перемикачами, переважно шляхом паралельного підключення. Так, наприклад, перший перемикач може бути утворений шляхом паралельного підключення механічного силового перемикача до вакуумного перемикача або паралельного підключення варистора до вакуумного перемикача.

Переважно перший перемикач виконаний у формі вакуумного перемикача або містить вакуумний перемикач. Вакуумні перемикачі відомі в галузі силових пристроїв як працюючі без газовиділення надійні перемикальні елементи. Вони можуть бути також розміщені в масляному баку разом із силовим трансформатором. Як правило, застосовують вакуумні перемикачі, які виконані у формі вакуумних перемикальних елементів.

Перший перемикач може бути утворений переважно діодною схемою або містити діодну схему. Це є переважним зокрема для схем, у яких перемикачності відбувається в момент переходу змінної напруги через нуль. У переважній формі виконання винаходу заземлення частини першого перемикача, з'єднаної з першою обмоткою, забезпечується через варистор і/або конденсатор, і/або RLC-контур, і/або комбінацію RLC-контурів і варисторів. Таким чином можна відводити високочастотні відновні напруги, які утворюються, якщо перемикальний пристрій при перемикачності преселектора не перебуває під навантаженням.

У переважній формі виконання винаходу перемикач полярності в процесі перемикачності преселектора з'єднує визначену точку другої обмотки з першою обмоткою. Визначеною точкою може бути переважно відвід від середньої точки другої обмотки або на вибір від одного з обох кінців другої обмотки. Проте, в принципі можливим є використання будь-якої точки другої обмотки. Крім цього, згідно з винаходом принаймні один другий перемикач включений або виконаний з можливістю включення в з'єднувальну лінію між перемикачем полярності і першою обмоткою. Таким чином, описані вище в зв'язку з перемикачностями преселектора переваги реалізуються завдяки встановленню першого перемикача також при перемикачності перемикача полярності за допомогою другого перемикача. При цьому перемикачності перемикача полярності

за допомогою другого перемикача також здійснюють без газовиділення. Як другий перемикач може бути застосований перемикач будь-якого типу з описаних вище в зв'язку з першим перемикачем. Переважно перший перемикач виконує також функції другого перемикача, завдяки чому забезпечується можливість його включення на вибір у з'єднувальну лінію між преселектором і першою обмоткою або в з'єднувальну лінію між перемикачем полярності і першою обмоткою. Перевагою цього є те, що для утворення першого і другого перемикачів необхідно застосовувати лише один перемикач. Проте, в кожній з'єднувальній лінії (преселектора, перемикача полярності) може бути встановлений окремий перемикач, наприклад вакуумний перемикач.

Завдяки з'єднанню визначеної точки другої обмотки з першою обмоткою трансформатора за допомогою перемикача полярності при перемиканні преселектора потенціал визначеної точки є таким самим, що й потенціал першої обмотки. Вмикання і вимикання перемикача полярності для перемикання преселектора здійснюють за допомогою другого перемикача. Процес перемикання завдяки застосуванню другого перемикача відбувається без утворення електричної дуги. Перемикання, тобто від'єднання і приєднання преселектора при цьому здійснюють також спочатку за допомогою вакуумного перемикача, і лише після приведення в дію вакуумного перемикача приводять у дію перемикальний елемент преселектора, наприклад реверсор. Таким чином, винахід дозволяє здійснювати перемикання преселектора взагалі без утворення електричної дуги завдяки відсутності різниці потенціалів. При цьому як перемикач полярності, так і преселектор можуть бути оснащені окремими вакуумними перемикачами або одним спільним вакуумним перемикачем згідно з відповідною схемою підключення, що є можливим, оскільки процеси перемикання перемикача полярності і преселектора можуть бути здійснені в різні моменти часу.

Якщо як преселектор, так і перемикач полярності оснащені власними перемикачами, наприклад кожен із них містить окремий вакуумний перемикач, вони можуть бути, наприклад, механічно або електрично з'єднані між собою, завдяки чому підвищується експлуатаційна надійність.

Перемикачем полярності є переважно полярний резистор або інший електронний конструктивний елемент із визначеною навантажувальною характеристикою.

Другий перемикач підключають у з'єднувальну лінію між перемикачем полярності і першою обмоткою таким чином, що перемикач полярності перед перемиканням преселектора з'єднуються з першою обмоткою. Завдяки цьому друга обмотка отримує визначений потенціал. Після цього відбувається розмикання першого перемикача в з'єднувальній лінії між преселектором і першою обмоткою. Тепер перемикальний елемент преселектора не перебуває під напругою і може бути перемкнутий в інше положення. Після перемикання преселектора перший перемикач знову замикається. При цьому завдяки перемикачню полярності значення напруги/струму, які мають бути підключені за допомогою першого перемикача преселектора, залишаються в заданих межах. Насамкінець знову розмикається другий перемикач для з'єднання перемикача полярності з першою обмоткою, внаслідок чого перемикач полярності знову відключається. Процес перемикання преселектора на цьому закінчується. Таким чином, винахід дозволяє здійснювати приведення в дію як перемикача полярності, так і преселектора перемикального пристрою, наприклад ступеневого перемикача, принаймні майже без газовиділення. У переважній вдосконаленій формі виконання винаходу перший і другий перемикачі утворені одним і тим самим перемикачем, який на вибір може бути включений у з'єднувальну лінію між першою обмоткою та преселектором або перемикачем полярності. Цей перемикач далі описаний як вакуумний перемикач, проте, він може бути утворений також іншим перемикальним елементом, як описано вище. Переважно вакуумний перемикач з'єднаний із першою обмоткою, а з вакуумним перемикальним елементом з'єднана перемикальна мостова схема, за допомогою якої вакуумний перемикач може бути з'єднаний як із преселектором, так і з перемикачем полярності. Перевагою цієї переважної форми виконання винаходу є те, що має бути передбачений лише один вакуумний перемикач, наприклад вакуумний перемикальний елемент, для перемикання як преселектора, так і перемикача полярності. У цьому випадку залежно від потреби вакуумний перемикач включають у з'єднувальну лінію між преселектором і першою обмоткою або у з'єднувальну лінію між перемикачем полярності і першою обмоткою.

У переважній вдосконаленій формі виконання винаходу ця перемикальна мостова схема містить чотири мостових перемикачі, із яких перший і другий мостові перемикачі з'єднують перший вивід вакуумного перемикача, з'єднаний із першою обмоткою, з преселектором і з перемикачем полярності, а третій і четвертий мостові перемикачі з'єднують другий вивід вакуумного перемикача з перемикачем полярності і преселектором. Така перемикальна мостова схема дозволяє просто включати вакуумний перемикач у з'єднувальну лінію між

перемикачем полярності і першою обмоткою або в з'єднувальну лінію між преселектором і першою обмоткою.

У переважному вдосконаленому варіанті описаної вище форми виконання як перший, так і третій мостові перемикачі з'єднані між собою так само, як другий і четвертий мостові перемикачі. Це перехресне приведення в дію мостових перемикачів перемикальної мостової схеми є простим способом включення вакуумного перемикача в з'єднувальну лінію між преселектором з першою обмоткою, з однієї сторони, та в з'єднувальну лінію між перемикачем полярності і першою обмоткою, з іншої сторони.

Особлива перевага цієї форми виконання винаходу полягає в тому, що для перемикання як преселектора, так і перемикача полярності без газовиділення застосовують один єдиний перемикач, наприклад вакуумний перемикач, що є вирішальним кроком в напрямку працюючого без газовиділення ступеневого перемикача. Відсутність газовиділення ступеневим перемикачем є важливим аспектом, оскільки подібні ступеневі перемикачі, як правило, встановлюють у спільному масляному баку з регульовальним трансформатором або в окремому масляному баку. Електрична дуга і відповідне газовиділення при перемиканні спричиняє забруднення масла в баку і тому призводить до зменшення його ізоляційних та охолоджувальних властивостей. Це спричиняє зростання обсягу технічного обслуговування, зокрема потреби в заміні масла регульовального трансформатора, що внаслідок погіршення екологічної ситуації потребує витрат, які не можна недооцінювати.

В іншій формі виконання винаходу як у з'єднувальній лінії між преселектором і першою обмоткою, так і в з'єднувальній лінії між перемикачем полярності і першою обмоткою встановлений принаймні один окремий перемикач, наприклад вакуумний перемикач. Хоча ця форма виконання винаходу потребує застосування двох перемикачів, наприклад вакуумних перемикальних елементів, проте схемотехнічні витрати на реалізацію цієї форми виконання винаходу є меншими. Переважно у цій формі виконання винаходу перший і другий перемикачі механічно або електрично з'єднані між собою, що дозволяє спростити процес приведення в дію перемикача полярності в поєднанні з перемиканням преселектора. Відповідно до часової послідовності перемикання перед перемиканням преселектора спочатку за допомогою перемикача полярності з'єднують визначений відвід другої обмотки з першою обмоткою, після чого здійснюють перемикання преселектора і насамкінець знову розмикають з'єднання з перемикачем полярності. Зв'язок між обома вакуумними перемикачами дозволяє просто реалізувати цю послідовність перемикань.

Переважно вакуумний перемикач виконаний у формі вакуумного перемикального елемента, який надійно працює в поєднанні зі ступеневим перемикачем і здійснює перемикання без газовиділення. Визначеною точкою другої обмотки, яка має бути з'єднана з перемикачем полярності, є переважно відвід від середньої точки або від одного з обох кінців другої обмотки на вибір, причому в даному випадку може бути застосований один перемикач, який на вибір з'єднує перемикач полярності з одним із обох кінцевих відводів другої обмотки, як це описано, наприклад, у публікації DE 10 2009 060 132. Проте, в принципі перемикач полярності може бути з'єднаний з будь-якою точкою другої обмотки.

Першою і другою обмотками можуть бути будь-які обмотки, наприклад кілька основних обмоток трансформатора. Вони можуть бути утворені також принаймні однією основною обмоткою і принаймні однією ступеневою обмоткою регульовального трансформатора. В останньому випадку перемикальний пристрій виконаний переважно у формі ступеневого перемикача.

Далі винахід пояснюється на прикладах із посиланням на креслення. На кресленнях зображено:

Фіг.1a-m Схема відповідного винаходу ступеневого перемикача, що містить вакуумний перемикач і мостовий перемикач для попереминого з'єднання вакуумного перемикача як із преселектором, так і з перемикачем полярності шляхом послідовного виконання тринадцятих стадій перемикання,

Фіг.2 Інша форма виконання винаходу, в якій як преселектор, так і перемикач полярності містять вакуумний перемикач у з'єднувальній лінії з основною обмоткою,

Фіг.3 Пристрій згідно з Фіг.2, в якому передбачений також механічний перемикач, з'єднаний із преселектором,

Фіг.4 Перемикальний пристрій із преселектором і першим перемикачем між преселектором і першою обмоткою силового трансформатора,

Фіг.5a-d Різні форми виконання першого перемикача з Фіг.4,

Фіг.6 Схема преселектора у формі поворотного перемикача з вбудованим у перемикальні елементи вакуумним перемикачем, і

Фіг.7a-d Послідовність перемикачів преселектора з Фіг.6 при розмиканні з'єднання з другою обмоткою силового трансформатора.

На Фіг.1a зображений регулювальний трансформатор 10, який застосовують, наприклад, як силовий трансформатор у галузі енергозабезпечення. Трансформатор 10 містить обмотку 11 низької напруги, а також дві обмотки високої напруги в формі основної обмотки 12 як першу обмотку і регулювальну обмотку 14 як другу обмотку із множиною відводів 16. Регулювальний трансформатор 10 оснащений також як перемикальним пристроєм ступеневим перемикачем 15, який містить преселектор 28, селектор 17 ступенів для точного регулювання і силовий перемикач (на цьому кресленні не зображені). В іншій формі виконання винаходу ступеневий перемикач може бути виконаний в формі так званого навантажувального селектора. Основна обмотка 12 з'єднана з перемикальною мостовою схемою 18, утвореною чотирма мостовими перемикачами 20-26 і одним вакуумним перемикачем 38, наприклад вакуумним перемикальним елементом. Вакуумний перемикач 38 утворює як перший перемикач для з'єднання преселектора 28 з основною обмоткою 12, так і другий перемикач для з'єднання перемикача 34 полярності з основною обмоткою 12. Одне плече мостової схеми з'єднане з преселектором 28, який, в свою чергу, може бути підключений до обох кінців 30, 32 регулювальної обмотки 14. З іншим плечем мостової схеми з'єднаний перемикач полярності, який утворений полярним резистором 34, який, у свою чергу, з'єднаний із відводом 36 від середньої точки ступеневої обмотки 14. Вакуумний перемикач 38 включений посередині перемикальної мостової схеми 18. За допомогою перемикальної мостової схеми 18 можна включати вакуумний перемикач 38 на вибір у з'єднувальну лінію між преселектором 28 і основною обмоткою 12 або в з'єднувальну лінію між полярним резистором 34 і основною обмоткою 12.

Зокрема, перемикальну мостову схему 18 застосовують для з'єднання регулювальної обмотки 14 в процесі перемикачів преселектора 28 через полярний резистор 34 з основною обмоткою 12, для того щоб підтримувати визначений потенціал на регулювальній обмотці 14 і таким чином зменшувати утворення різниці потенціалів та ємнісних струмів при перемикачів преселектора 28. Принцип дії окремих мостових перемикачів 20-26 перемикальної мостової схеми 18 в процесі перемикачів преселектора далі описаний із посиланням на Фіг.1a - 1m.

На Фіг.1a зображений нормальний режим роботи трансформатора 10 перед приведенням у дію преселектора 28, в якому основна обмотка 12 через перший мостовий перемикач 20 перемикальної мостової схеми 18 і преселектор 28 з'єднана із першим кінцем 30 ступеневої обмотки. Силовий відвід в процесі роботи забезпечується через селектор 17 ступенів для точного регулювання і силовий перемикач. Перед приведенням у дію преселектора до точки К на основній обмотці 12 підводять селектор ступенів для точного регулювання і з'єднують основну обмотку з точкою 19 силового відводу. Селектор ступенів для точного регулювання позначений лише схематично. Самозрозуміло, селектор ступенів для точного регулювання контактує з одним із відводів 16 регулювальної обмотки 14. Тепер необхідно здійснити перемикачів преселектора 28 з першого кінця 30 ступеневої обмотки 14 на її другий кінець 32.

Для цього, як зображено на Фіг.1b, спочатку замикають третій мостовий перемикач 24, унаслідок чого полярний резистор 34 тепер через ще розімкнутий вакуумний перемикач 38 може бути з'єднаний із основною обмоткою 12.

На Фіг.1c вакуумний перемикач 38 вже замкнутий, унаслідок чого, з однієї сторони, як і раніше, перший кінець 30 ступеневої обмотки 14 через перший мостовий перемикач 20 з'єднаний із основною обмоткою 12, а з іншої сторони – полярний резистор 34 через третій мостовий перемикач 24 і вакуумний перемикач 38 з'єднаний із основною обмоткою 12.

На наступній стадії згідно з Фіг.1d тепер замкнуті також як другий мостовий перемикач 22, так і четвертий мостовий перемикач 26, унаслідок чого преселектор 2, а також полярний резистор 34 через вакуумний перемикальний елемент і відповідно через перший і другий мостові перемикачі 20, 22 з'єднані з основною обмоткою 12.

На наступній стадії згідно з Фіг.1e перший мостовий перемикач 20, а також третій мостовий перемикач 24 розімкнуті, внаслідок чого преселектор 28 тепер з'єднаний із основною обмоткою 12 лише через замкнутий вакуумний перемикач 38, проте з'єднаний з відводом 36 від середньої точки регулювальної обмотки 14 полярний резистор 34 з'єднаний із нею безпосередньо через другий мостовий перемикач 22.

На наступній стадії згідно з Фіг.1f вакуумний перемикач 38 розмикається, завдяки чому основна обмотка 12 тепер лише через другий мостовий перемикач 22 і полярний резистор 34 з'єднана з відводом 36 від середньої точки регулювальної обмотки 14. Преселектор 28 тепер вже не з'єднаний із основною обмоткою 12, унаслідок чого на наступній стадії згідно з Фіг.1g він може бути розімкнутий без утворення при цьому електричної дуги.

Тепер преселектор 28, як зображено на Фіг.1h, можна послідовно перемикаєти із зображеного на Фіг.1g нейтрального положення у зображене на Фіг.1h перемикальне положення, в якому преселектор 28 з'єднаний із другим кінцем 32 регульовальної обмотки 14. Оскільки вакуумний перемикач 38 надалі розімкнутий, утворення електричної дуги при цьому не відбувається, тому цей процес перемикаєння здійснюють без газовиділення. Як і раніше, в процесі цього перемикаєння регульовальна обмотка 14 через її відвід 36 від середньої точки і полярний резистор 34 з'єднана з основною обмоткою 12, що перешкоджає утворенню високих напруг.

Тепер, як зображено на Фіг.1i, вакуумний перемикач 38 замикається, внаслідок чого другий кінець 32 регульовальної обмотки 14 через преселектор 28, замкнутий четвертий мостовий перемикач 26, а також через замкнутий вакуумний перемикач 38 з'єднаний із основною обмоткою 12. Оскільки це з'єднання реалізують за допомогою вакуумного перемикача 38, цей процес перемикаєння також відбувається без утворення електричної дуги, а тому і без газовиділення.

Після підключення преселектора 28 через вакуумний перемикач 38, як зображено на Фіг.1j, тепер може бути знову замкнутий перший мостовий перемикач 20, завдяки чому преселектор 28 безпосередньо через перший мостовий перемикач 20 з'єднаний із основною обмоткою 12. До цього слід ще зауважити, що внаслідок приєднання регульовальної обмотки 14 до основної обмотки 12 через полярний резистор 34 різниця потенціалів і струм перемикаєння через вакуумний перемикач 38 значно зменшуються, тому вакуумний перемикальний елемент порівняно менше навантажується в процесі перемикаєння. На наступній стадії згідно з Фіг.1k тепер другий мостовий перемикач 22 знову розмикається, внаслідок чого полярний резистор 34 лише через замкнутий вакуумний перемикач 38 ще з'єднаний із основною обмоткою 12. Тепер розмикається вакуумний перемикач 38, як зображено на Фіг.1l. Внаслідок чого полярний резистор 34 від'єднується від основної обмотки 12. Таким чином, регульовальна обмотка 14 лише своїм другим кінцем 32 через преселектор 28 і перший мостовий перемикач 20 ще з'єднана з основною обмоткою 12, що відповідає бажаному положенню перемикаєння преселектора. Насамкінець, як це зображено на Фіг.1m, розмикається ще й третій мостовий перемикач 24, завдяки чому знову встановлюється вихідне положення аналогічно Фіг.1a, яке відрізняється лише тим, що основна обмотка 12 тепер через преселектор 28 з'єднана з другим кінцем 32 регульовальної обмотки 14 замість з'єднання з першим кінцем 30 регульовальної обмотки 14 до початку процесу перемикаєння.

Ця послідовність перемикаєнь пояснює, що перемикаєння без утворення електричної дуги як преселектора 28, так і перемикача полярності в процесі перемикаєння преселектора 28 може бути здійснене за допомогою лише одного єдиного вакуумного перемикача 38. На Фіг.2 зображена інша форма виконання винаходу. При цьому елементи, які є ідентичними зображеним на Фіг.1 або функціонують за таким самим принципом, мають однакові позиційні позначення. У схемі згідно з Фіг.2 трансформатор 40 також містить як першу і другу обмотки основну обмотку 12 і регульовальну обмотку 14. Основна обмотка 12 шляхом послідовного включення першого перемикача 42, наприклад вакуумного перемикального елемента, і преселектора 28, може бути з'єднана з першим кінцем 30 або другим кінцем 32 регульовальної обмотки 14. Перемикач полярності утворений полярним резистором 34, який через окремий відвід 44 від середньої точки з'єднаний зі ступеневою обмоткою 14. Полярний резистор через другий перемикач 46 може бути з'єднаний з основною обмоткою 12. Другий перемикач 46 може бути виконаний у формі вакуумного перемикального елемента. У цій схемі як для з'єднання преселектора 28 з основною обмоткою 12, так і для з'єднання полярного резистора 34 з основною обмоткою 12 передбачений окремий перемикач 42, 46, які потім приводять у дію відповідним чином, завдяки чому як преселектор 28, так і перемикач полярності можна перемикаєти без газовиділення. Стосовно приведення в дію преселектора 28 це означає, що перед від'єднанням преселектора 28 перший перемикач 42 розмикають і лише після перемикаєння преселектора 28 перший перемикач 42 знову замикають.

Стосовно приведення в дію другого перемикача 46 це означає, що другий перемикач 46 замикають, перед тим як розмикають перший перемикач 42. Другий перемикач 46 розмикають знову лише тоді, коли преселектор 28 вже здійснив перемикаєння і перший перемикач 42 знову замкнутий. Після замикання другого перемикача 46 регульовальну обмотку через полярний резистор 34 і перемикач полярності 47 з'єднують із точкою 19 силового відводу. На Фіг.3 зображена майже ідентична зображеним на Фіг.2 форма виконання винаходу, причому ідентичні та функціонуючі за однаковим принципом елементи також мають ідентичні позиційні позначення. На відміну від форми виконання згідно з Фіг.2 у схемі на Фіг.3 передбачений додатковий допоміжний перемикач 48, який з'єднаний із преселектором 28 механічним або

електричним зв'язком у формі з'єднувальної лінії 50. Альтернативно може бути забезпечений також електричний або механічний зв'язок між першим і другим вакуумними перемикачами 42, 46, причому цей зв'язок має забезпечувати можливість приведення в дію вакуумних перемикальних елементів 42, 46 із зсувом у часі.

На Фіг.4 зображений регульовальний трансформатор 60, який застосовують, наприклад, як силовий трансформатор у галузі енергозабезпечення. Трансформатор 60 містить дві обмотки високої напруги в формі основної обмотки 62 як першу обмотку і регульовальну обмотку 64 як другу обмотку, що має множину відводів аналогічно Фіг.1. Регульовальний трансформатор 60 містить також виконаний у формі реверсора преселектор 66, відвід 68 якого з'єднаний із основною обмоткою 62, і може здійснювати перемикання між двома перемикальними контактами 70, 72, кожен із яких з'єднаний із одним із обох кінцевих контактів регульовальної обмотки 64. У з'єднувальній лінії між основною обмоткою 14 і реверсором 66 встановлений перший перемикач 74. Перевага цієї відповідної винаходів форми виконання полягає в можливості розмикання першого перемикача 74 в процесі перемикання реверсора 66, завдяки чому забезпечується можливість перемикання преселектора 66 без утворення різниці напруг і тому без газовиділення, тобто без утворення електричної дуги в маслі. Перший перемикач 74 знову замикають лише після перемикання реверсора 66. Перший перемикач 74 переважно здійснює перемикання без газовиділення, як зображено, наприклад, на одній із Фіг.5а - 5е. Зображені на Фіг.5а - 5d конфігурації перемикачів можуть бути застосовані як перший перемикач 74 у перемикальному пристрої згідно з Фіг. 4.

На Фіг.5а перший перемикач зображений у вигляді вакуумного перемикача 76, наприклад відомого вакуумного перемикального елемента. Перевагою цього перемикача є перемикання без газовиділення завдяки герметизації, тому процеси перемикання першого перемикача 74 в зв'язку з процесом перемикання преселектора також відбуваються без газовиділення.

На Фіг.5b як перший перемикач 74 зображений перемикальний пристрій 78 у формі схеми, що містить паралельно включені вакуумний перемикач 80 і механічний силовий перемикач 82. Вакуумний перемикач 80 при цьому може бути застосований для здійснення самого процесу перемикання, в той час як механічний силовий перемикач 82 застосовують для утворення довготривалого контакту з метою щадного режиму експлуатації вакуумного перемикача. Цей перемикальний пристрій 78 має довгий термін експлуатації.

На Фіг.5c зображений перемикальний пристрій 84 згідно з Фіг.5b, причому ідентичні або функціонуючі за однаковим принципом елементи мають однакові позиційні позначення. Додатково до перемикального пристрою 78 на Фіг.5b цей перемикальний пристрій 84 додатково містить варистор 86, за допомогою якого забезпечується заземлення частини перемикального пристрою, яка з'єднана з основною обмоткою 12. Через цей варистор відбувається відведення перенапруги з перемикального пристрою в процесі перемикання, завдяки чому забезпечується захист, наприклад, вакуумного перемикача 80, механічного силового перемикача 82, а також основної обмотки 12 і регульовальної обмотки 14. Якщо замість варистора або додатково до варистора (шляхом паралельного підключення) встановлений також конденсатор або резистор, забезпечується також ефективне відведення високочастотної індукованої напруги в процесі перемикання преселектора.

Насамкінець, на Фіг.5d зображений перемикальний пристрій 92, що містить включені послідовно перший багатопозиційний перемикач 94, паралельну схему із двох включених зустрічно-паралельно діодів 96, 98 і провідника 100 та додатковий перемикач 102. Багатопозиційний перемикач може на вибір здійснювати перемикання на один із обох діодів 96, 98 або на провідник. За допомогою додаткового перемикача 102 можна встановлювати момент пуску для схеми діодів 96, 98. Таким чином, забезпечується можливість перемикання в момент проходження змінної напруги через нуль і завдяки цьому без газовиділення. На Фіг.6 зображений преселектор 04, який може бути встановлений, наприклад, на спільній осі з селектором ступенів для точного регулювання або навантажувальним селектором. Стосовно конфігурації перемикання преселектора 104 дається посилання на Фіг.4 (реверсор 66). Обидва з'єднаних із кінцями регульовальної обмотки перемикальних контакти 70, 72 при цьому встановлені стаціонарно. Преселектор 104 містить виконану з можливістю переміщення в напрямку/проти напрямку, позначеного стрілкою перемикальну групу 106 з трьох перемикальних елементів S1, S0 і S2, які взаємодіють зі стаціонарними перемикальними контактами 70, 72. Обидва зовнішніх перемикальних елементи S1 і S2 через вакуумний перемикач 108 з'єднані із середнім перемикальним елементом S0, який, у свою чергу, з'єднаний із відводом 68 преселектора 104. Цей вивід безпосередньо або через перший перемикач 74 з'єднаний із основною обмоткою 12.



Зовнішні перемикальні елементи S1 і S2 виконані з можливістю переміщення шляхом взаємодії зі стаціонарними перемикальними контактами 70, 72 таким чином, що вони можуть приводити в дію вакуумний перемикач 108. Завдяки цьому забезпечується можливість від'єднання перемикальної групи від стаціонарного перемикального контакту 70, 72 завжди здійснюється через вакуумний перемикач 108 і тому без газовиділення.

Подібна послідовність перемикачів зображена на Фіг.7а-7д. На Фіг.7а зображена перемикальна група 106 у положенні з'єднання. Середній перемикальний елемент при цьому безпосередньо з'єднує стаціонарний перемикальний контакт 70 або 72 з відводом 68 преселектора 104. Обидва зовнішніх перемикальних елементи S1 і S2 виконані в формі миттєвих перемикачів, причому кожен із них містить відповідний встановлений з можливістю обертання язичок 110, який нерухомо з'єднаний із установлювальним важелем 112. Установлювальний важіль 112 взаємодіє з виконавчим елементом 114 вакуумного перемикача, за допомогою якого можна розмикати або замикаєть вакуумний перемикач. Якщо виконавчий елемент 114 не приведений у дію, вакуумний перемикач 108 замкнутий. При цьому струм тече від стаціонарних перемикальних контактів 70, 72 через перемикальний елемент S0 до відводу 86.

При переміщенні перемикальної групи 106 в напрямку, позначеному стрілкою (Фіг. 7b), стаціонарний перемикальний контакт 70, 72 переміщується від третього перемикального елемента S0 і спочатку контактує з язичком 110. При цьому язичок 110 першого зовнішнього перемикального елемента S1 відхиляється вбік. У даному випадку розмикається електропровідне з'єднання між стаціонарними перемикальними контактами 70, 72, і струм тече від стаціонарного перемикального контакту 70, 72 через язичок 110 і вакуумний перемикач 108 до відводу 68. Внаслідок цього встановлювальний важіль 112 цього перемикального елемента S1 обертається і переміщує вгору виконавчий елемент 114 вакуумного перемикача 108 (Фіг.7с), внаслідок чого останній розмикається. Оскільки тепер протікання струму є неможливим, стаціонарні перемикальні контакти 70, 72 від'єднуються від язичка 110. Це розмикання здійснюється за допомогою вакуумного перемикача 108 у герметизованому просторі і тому без виділення газу в масло. На Фіг.7д зображений преселектор 104 в повністю розімкнутому положенні між стаціонарними перемикальними контактами 70, 72.

Винахід не обмежується описаними прикладами виконання, можливими є інші варіанти в рамках обсягу правової охорони. Щодо форми виконання згідно з Фіг.1 слід зауважити, що полярний резистор 34 замість відводу 36 від середньої точки може бути також з'єднаний через додатковий перемикач із будь-яким із обох кінців 30, 32 ступеневої обмотки 14, чи на її кожному кінці 30, 32 відповідний полярний резистор 34 через відповідний вакуумний перемикач може бути з'єднаний із точкою 19 силового відводу.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Перемикальний пристрій (15) для силового трансформатора (10, 40), що містить першу і другу обмотки (12, 14),
  - преселектор (28), призначений для вибіркового з'єднання першої обмотки (12) із одним із двох кінцевих контактів (30, 32) другої обмотки (14),
  - перший перемикач (42), встановлений у з'єднувальній лінії між преселектором (28) і першою обмоткою (12), при цьому перша обмотка (12) через послідовний ланцюг першого перемикача (42) і преселектора (28) з'єднується з першим кінцем (30) або другим кінцем (32) другої обмотки (14),
  - перемикач полярності (34), що виконаний з можливістю утворення полярного опору (34),
  - другий перемикач (46), який перемикається/з'єднується у лінію з'єднання перемикача полярності (34) і першої обмотки (12),
- причому
  - перемикальний пристрій (15), виконаний з можливістю перемикання преселектора (28) до точки (К) на першій обмотці (12) селектора ступенів для точного регулювання (17) і до з'єднання першої обмотки (12) з точкою силового відводу (19), для розмикання першого перемикача (42) і лише після перемикання преселектора (28) замикання першого перемикача (42), причому
  - перемикач полярності (34) виконаний з можливістю з'єднання середнього відводу (44) другої обмотки (14) під час перемикання преселектора (28) на першу обмотку (12) і точки силового відводу (19) шляхом замикання другого перемикача (46) перед розмиканням першого перемикача (42) і розмикання другого перемикача (46) відбувається знову лише тоді, коли преселектор (28) перемикається, і перший перемикач (42) знову замикається.
2. Перемикальний пристрій (15) за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що

- перший перемикач (74) виконаний у формі вакуумного перемикача (76) або містить вакуумний перемикач (76),

- перший перемикач (74) виконаний у формі паралельного з'єднання (78) механічного силового перемикача (82) з вакуумним вимикачем (80).

5 3. Перемикальний пристрій (15) за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що - перший перемикач (74) утворений діодною схемою (96, 98) або містить діодну схему (96, 98).

4. Перемикальний пристрій (15) за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що з'єднана з першою обмоткою (12) частина першого перемикача (74) заземлена через варистор (86) і/або конденсатор, і/або резистор.

10 5. Перемикальний пристрій (15) за будь-яким із пунктів 1-4, який **відрізняється** тим, що перший перемикач (42) і другий перемикач (46) виконані як вакуумний перемикач (42, 46).

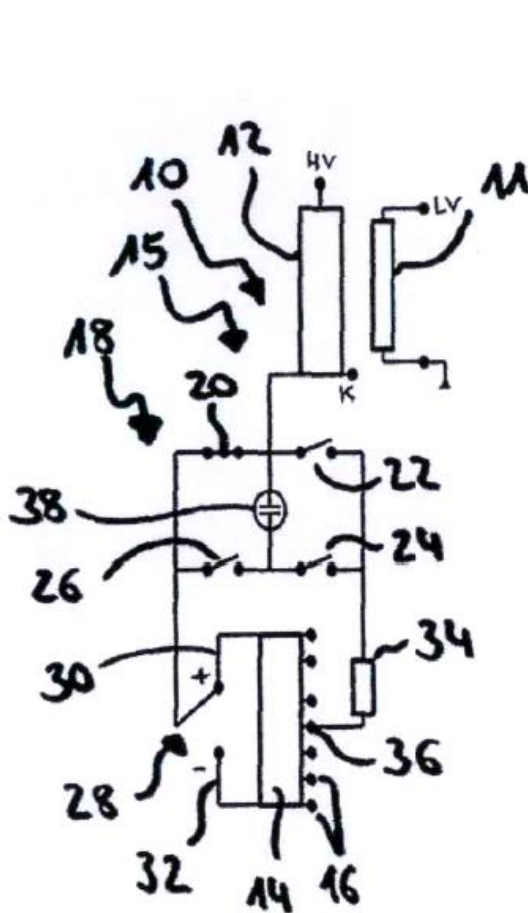
6. Перемикальний пристрій (15) за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що обидва вакуумних перемикачі (42, 46) з'єднані між собою.

15 7. Перемикальний пристрій (15) за будь-яким із попередніх пунктів 5-6, який **відрізняється** тим, що

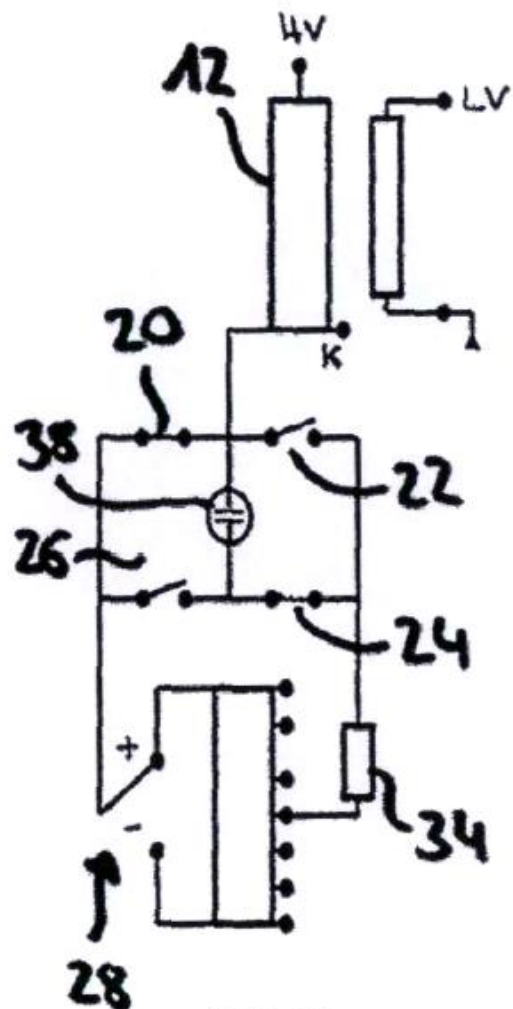
- механічний перемикач (48) встановлений у перемикачі полярності (34, 44, 46, 48),

- механічний перемикач (48) з'єднаний із преселектором (28).

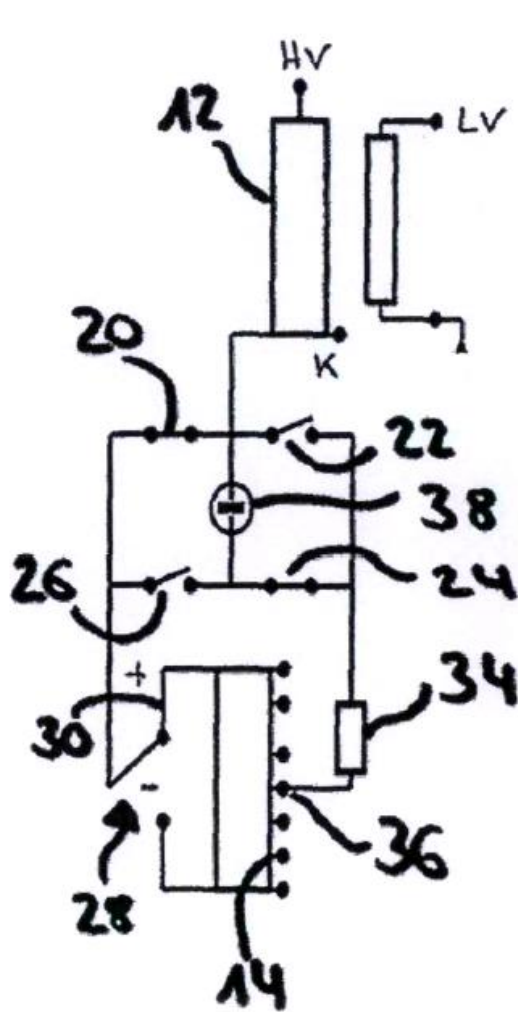
8. Регулювальний трансформатор (10, 40), що містить перемикальний пристрій (15) за будь-яким із попередніх пунктів.



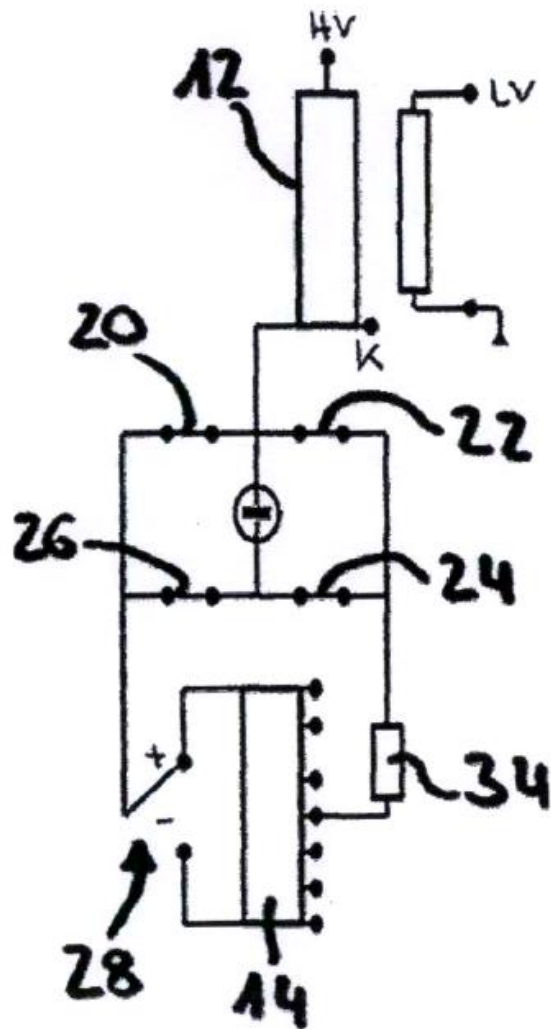
ФІГ. 1a



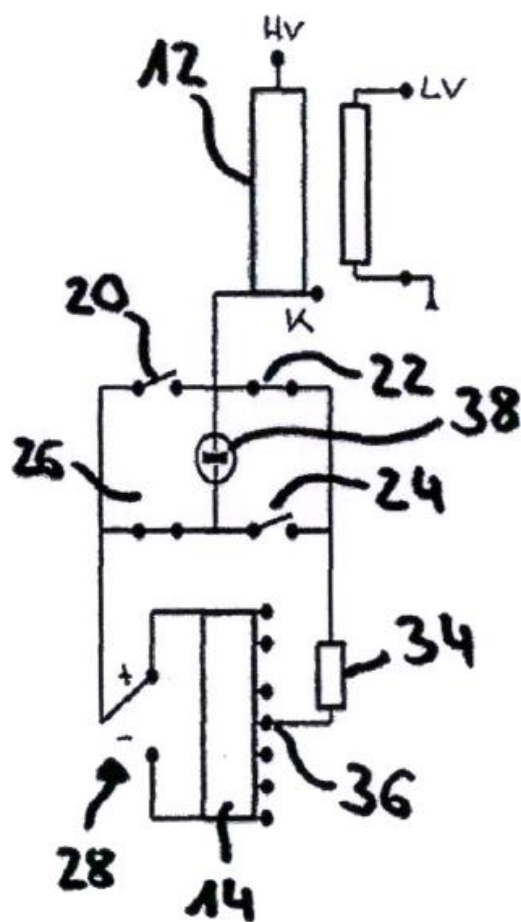
ФІГ. 1b



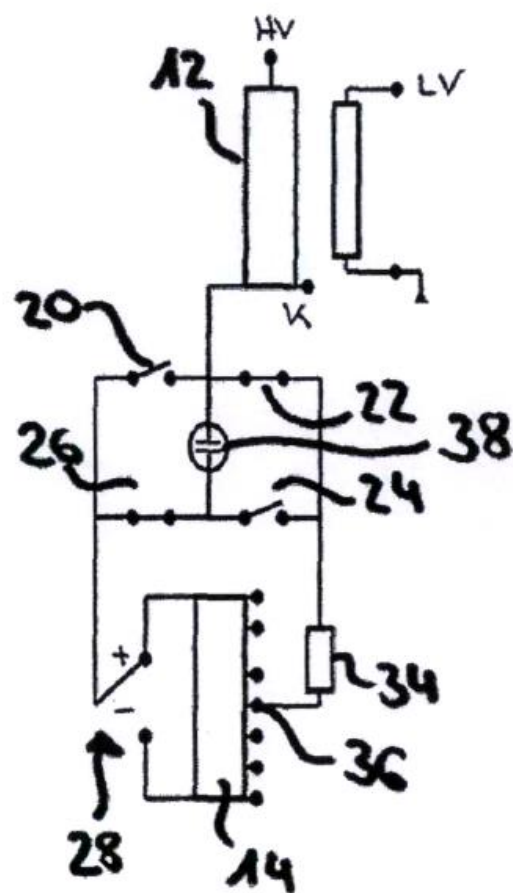
Фиг. 1c



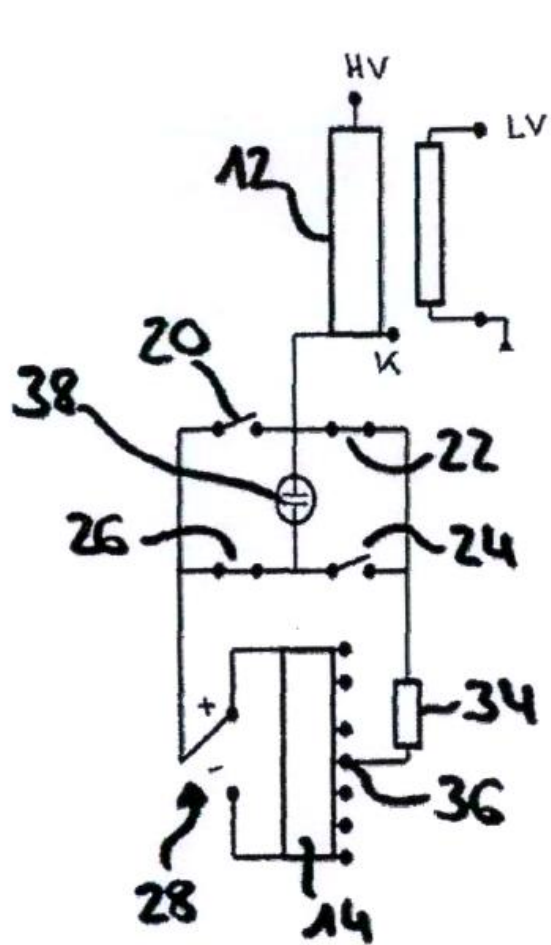
Фиг. 1d



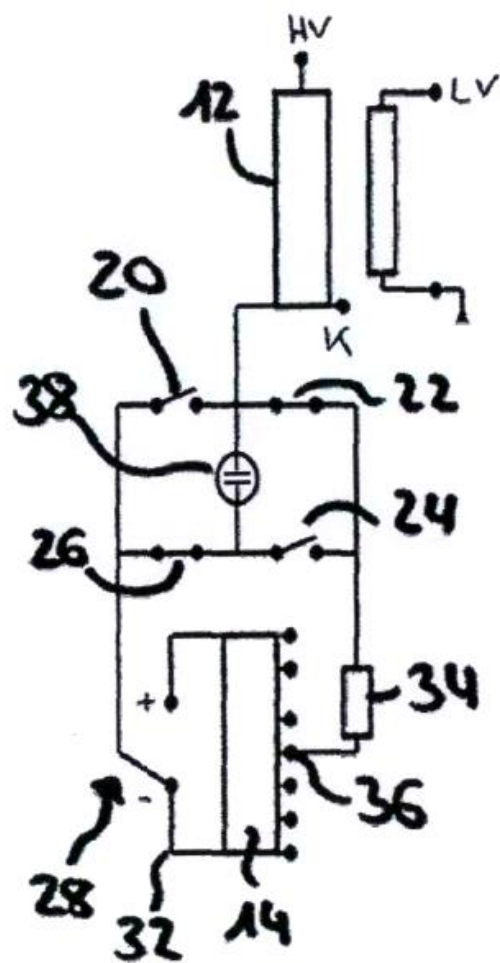
ФИГ. 1е



ФИГ. 1f



Фиг. 1г



Фиг. 1h

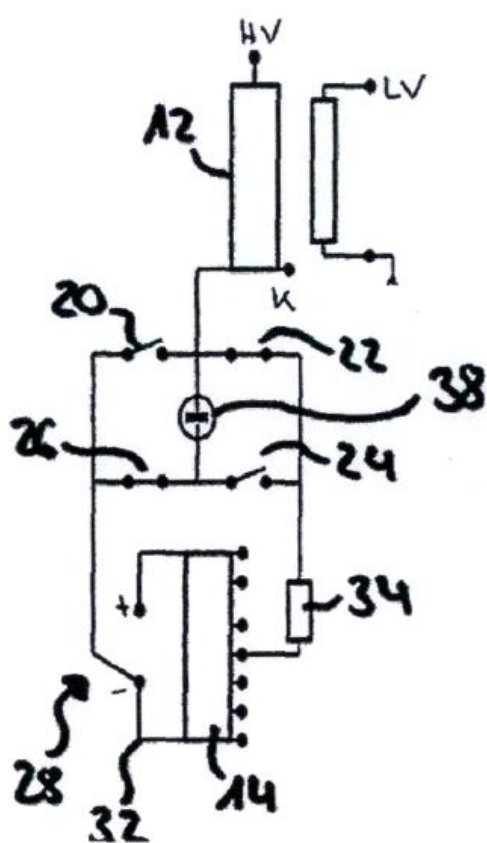


FIG. 1i

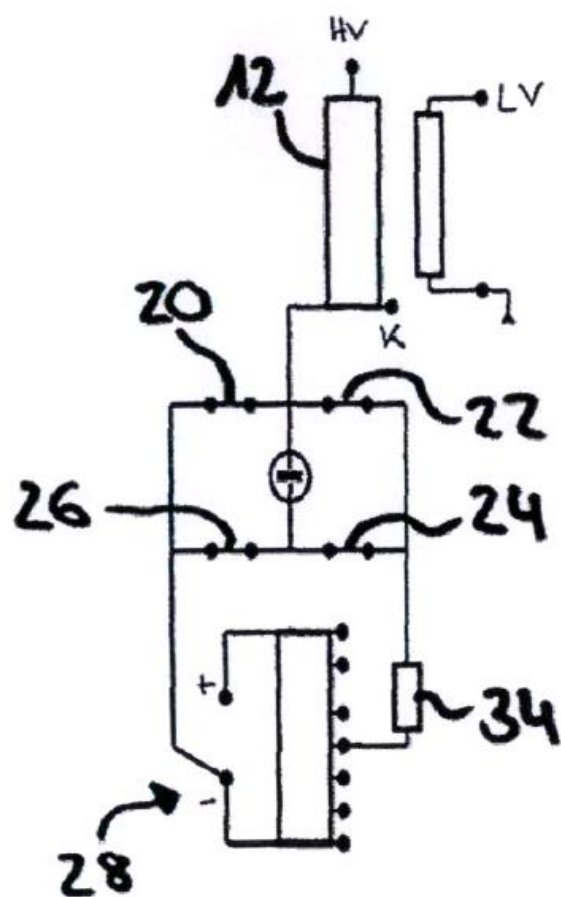
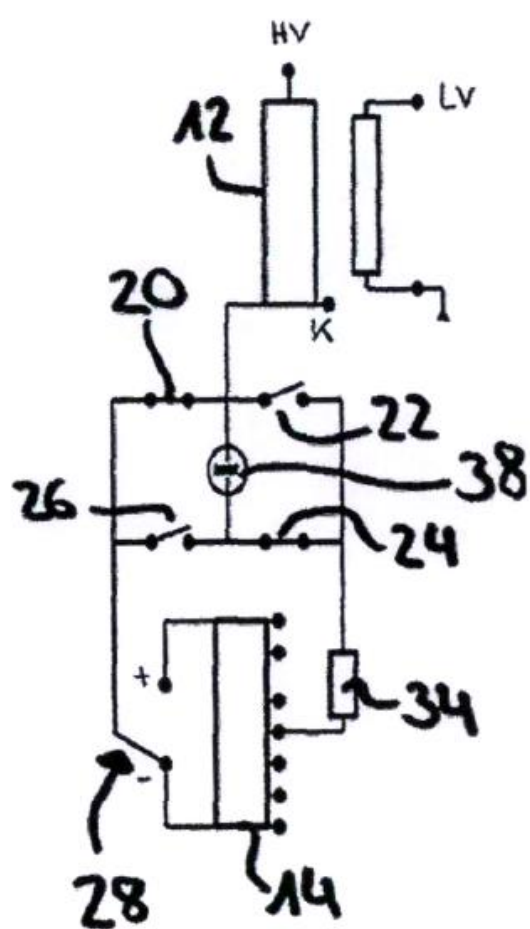
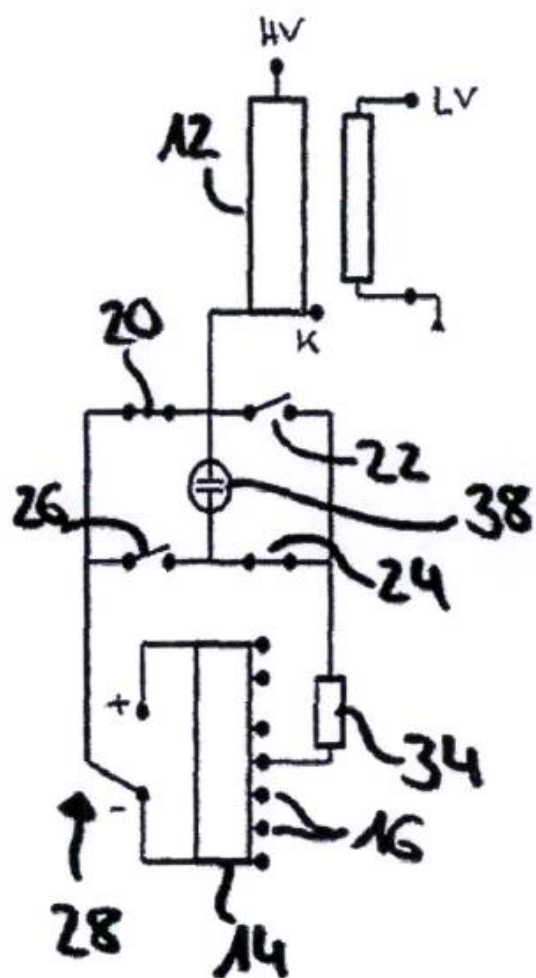


FIG. 1j



ФИГ. 1к



ФИГ. 1l



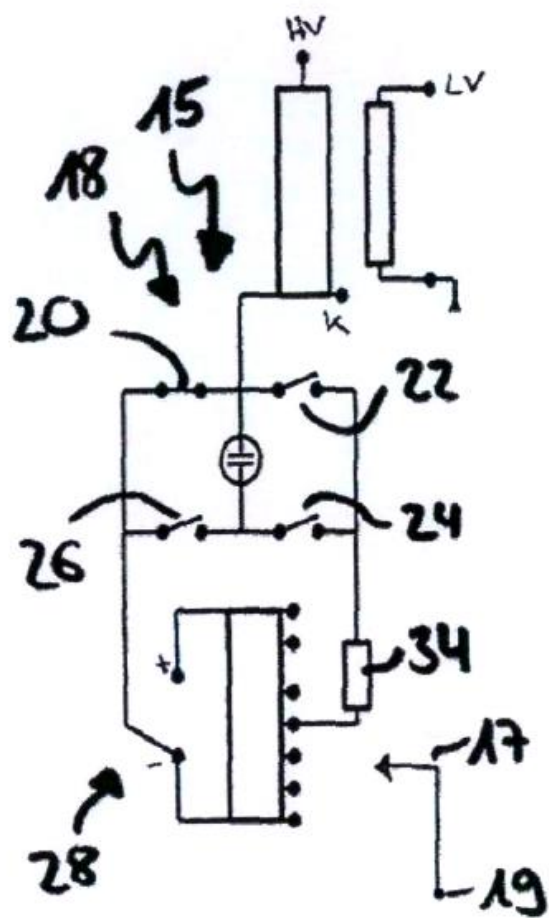


FIG. 1m

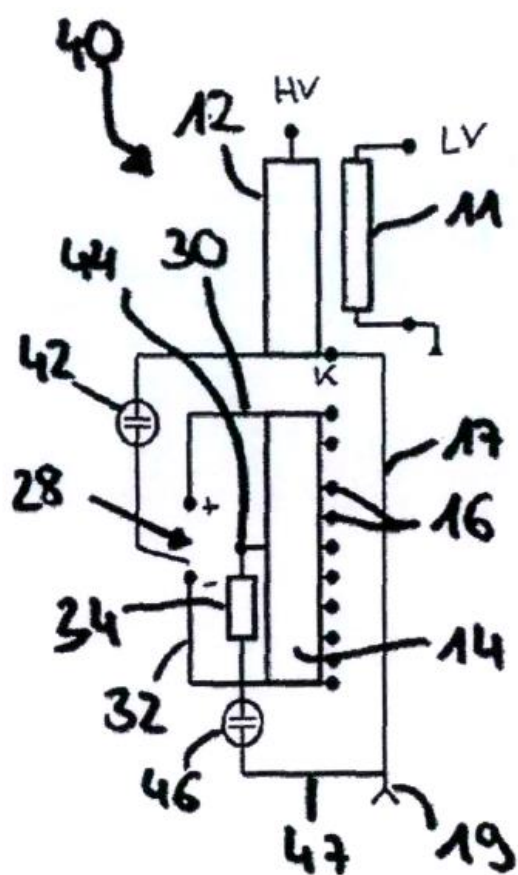


FIG. 2



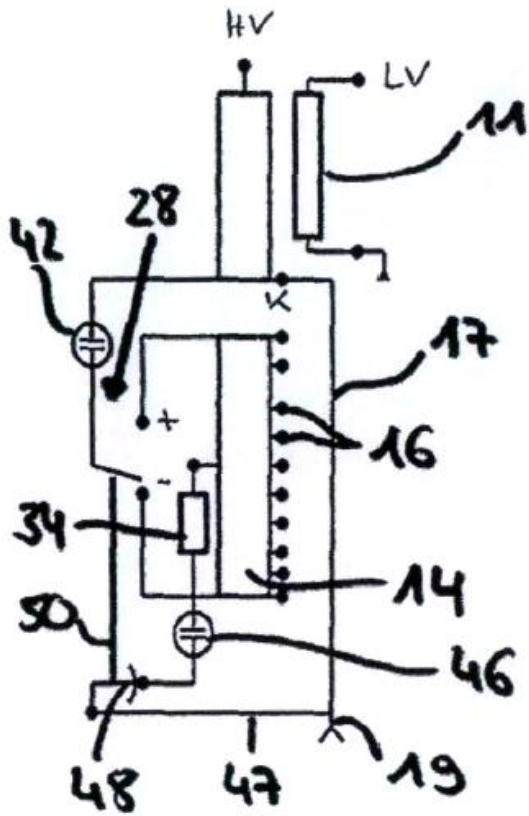


FIG. 3

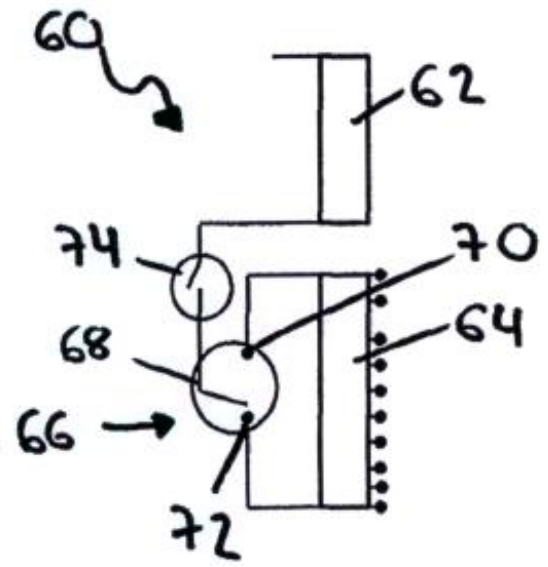


FIG. 4

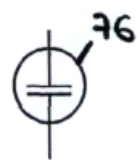


FIG. 5a

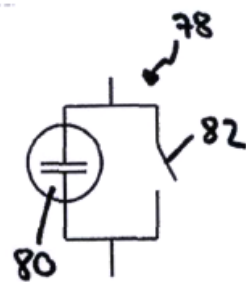


FIG. 5b

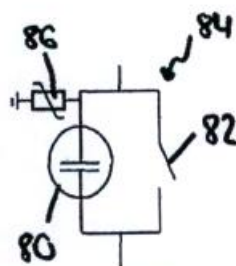


FIG. 5c

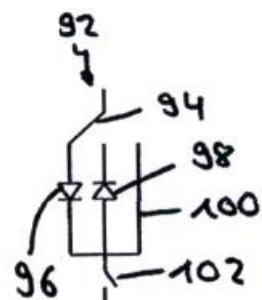


FIG. 5d

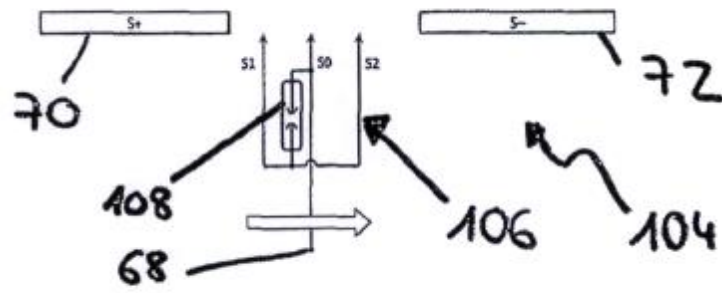


FIG. 6

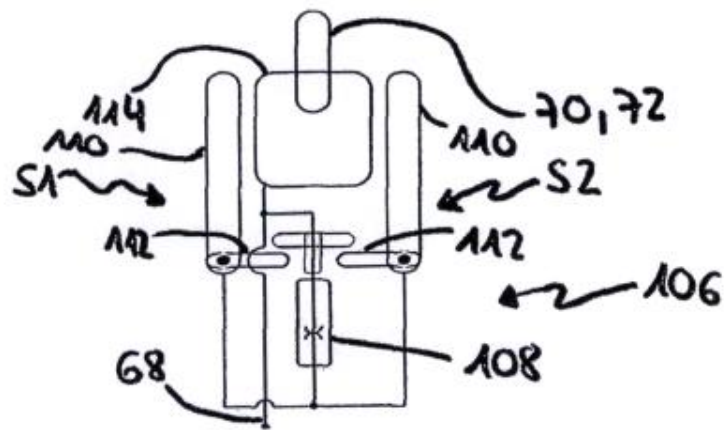


FIG. 7a

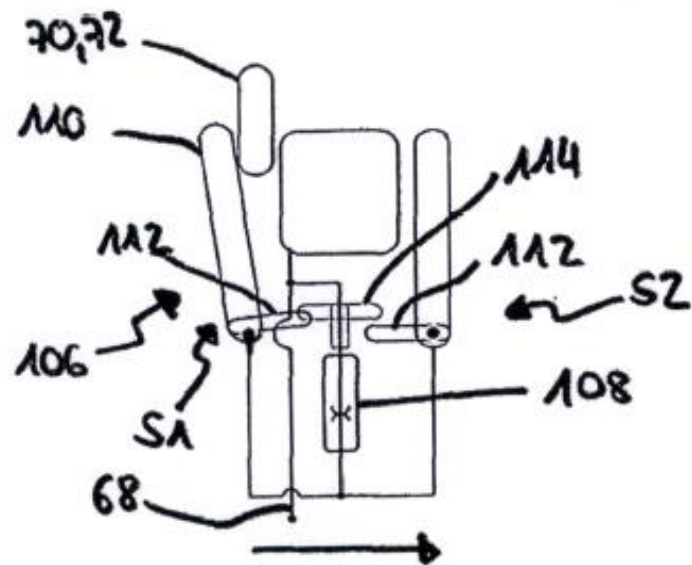
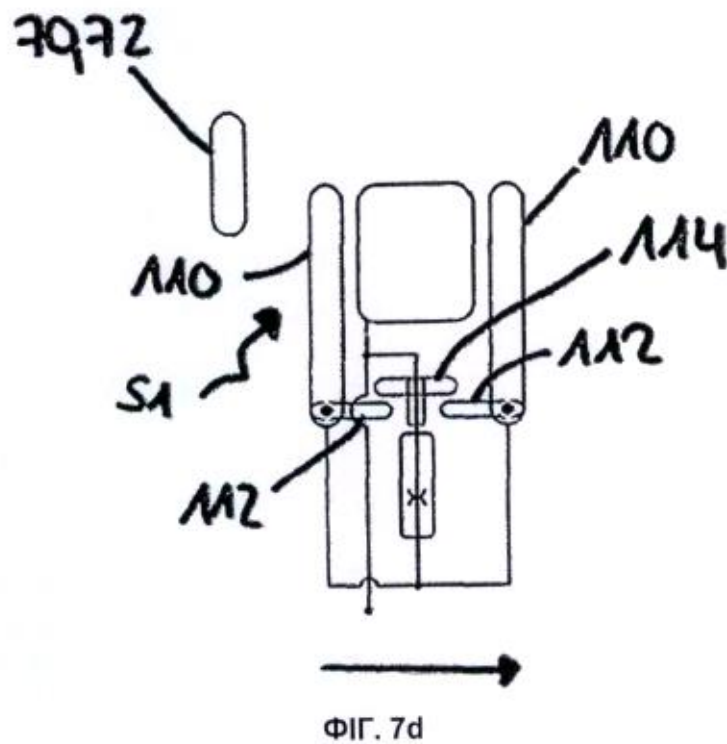
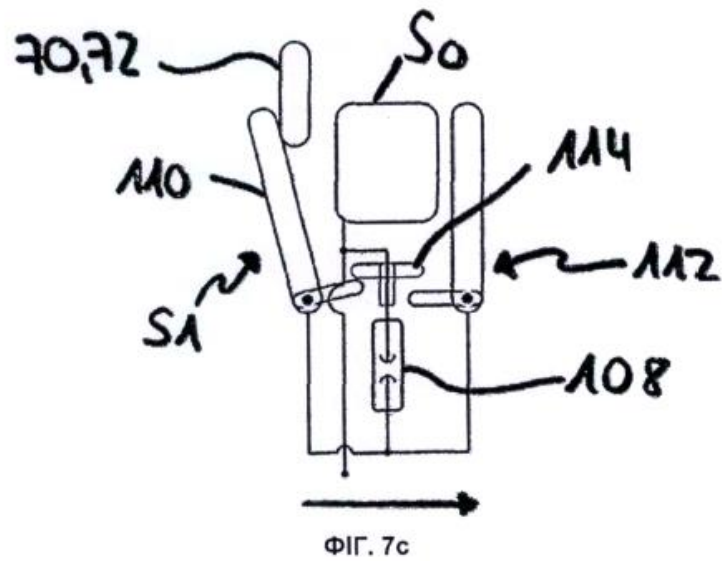


FIG. 7b



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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