



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89839 (13) C2

(51) МПК (2009)

G05F 1/14 (2006.01)

H01F 21/12

H02J 3/26

H02M 1/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГ ТРИФАЗНОГО ПРИЙМАЧА

1

(21) a200802130

(22) 19.02.2008

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р.

(72) МУЗИЧЕНКО ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) МУЗИЧЕНКО ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(56) JP 3207223 A, 10.09.1991

EP 0620635 A1, 19.10.1994

US 6011381 A, 04.01.2000

UA 44488 A, 15.02.2002

UA 78874 C2, 25.04.2007

SU 811454, 07.03.1981

SU 842991, 30.06.1981

US 5574418 A, 12.11.1996

(57) 1. Пристрій для стабілізації та регулювання напруг трифазного приймача, виконаний на основі трансформатора або автотрансформатора, який містить магнітопровід, ключі і гальванічно розв'язані обмотки у кожній фазі пристрою, а також блок керування, причому кожен ключ першим виводом приєднаний до одного виводу обмотки, а другий вивід ключа приєднаний до спільної точки ключів, який **відрізняється** тим, що до кожної обмотки приєднані послідовно додаткові обмотки, в результаті чого утворена багатоланкова обмотка, у багатоланковій обмотці кожна її ланка - обмотка розташована на окремому стрижні магнітопроводу, усі обмотки пристрою виконані багатоланковими, та принаймні дві багатоланкові обмотки послідовно з'єднані між собою.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що до кожної обмотки пристрою додана одна додаткова обмотка, кількість витків якої дорівнює кількості витків обмотки, кожна обмотка пристрою послідовно з'єднана з додатковою обмоткою, при цьому кожна обмотка, яка розміщена на одному стрижні магнітопроводу, з'єднана послідовно однойменними виводами з однією додатковою обмоткою, розміщеною на іншому стрижні магнітопроводу, кожні дві обмотки, утворені послідовним з'єднанням обмотки та додатковою обмоткою, названі дволанковою обмоткою, принаймні дві дволанкові обмотки з'єднані між собою послідовно у подільник напруги.

2

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що до кожної обмотки пристрою додані дві додаткові обмотки, кожна обмотка послідовно з'єднана з двома додатковими обмотками, сумарна кількість витків додаткових обмоток дорівнює кількості витків обмотки, кожні три обмотки, утворені послідовним з'єднанням обмотки та двох додаткових обмоток, названа триланковою обмоткою, всі обмотки пристрою виконані триланковими обмотками, принаймні дві триланкові обмотки ввімкнені між собою послідовно у подільник напруги.

4. Пристрій за одним із пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що до пристрою включений принаймні один перший блок перемикавання, кожний перший блок перемикавання у кожній фазі містить одне послідовне з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток, другий вивід ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів - першого виводу першого блока перемикавання, вивід дволанкової обмотки приєднаний до другого виводу першого блока перемикавання, а крайній вивід послідовного з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток приєднаний до нульової фази пристрою.

5. Пристрій за одним із пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що до пристрою включений принаймні один другий блок перемикавання, кожний другий блок перемикавання у кожній фазі містить одне послідовне з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток, другий вивід ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів - першого виводу другого блока перемикавання, вивід дволанкової обмотки приєднаний до другого виводу другого блока перемикавання.

6. Пристрій за одним із пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що до пристрою включений принаймні один третій блок перемикавання, кожний третій блок перемикавання у кожній фазі містить одне послідовне з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток та одну додаткову дволанкову обмотку, яка гальванічно не з'єднана з послідовним з'єднанням дволанкових обмоток, крайні виводи додаткової дволанкової обмотки є другим та третім виводами третього блока перемикавання, другий вивід ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів - першого виводу третього блока перемикавання,

(13) C2

(11) 89839

(19) UA

крайній вивід послідовного з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток приєднаний до нульової фази пристрою.

7. Пристрій за одним із пп. 1, 2, 4, який **відрізняється** тим, що до пристрою включені затискачі лінійних та нульової фаз джерела, затискачі лінійних та нульової фаз приймача та перший блок перемикачів у кожній фазі пристрою, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до першого виводу першого блока перемикачів, нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блока перемикачів та до нульової фази приймача, другий вивід першого блока перемикачів приєднаний до затискача лінійної фази приймача.

8. Пристрій за одним із пп. 1, 2, 4, який **відрізняється** тим, що до пристрою включені затискачі лінійних та нульової фаз джерела, затискачі лінійних та нульової фаз приймача та перший блок перемикачів у кожній фазі пристрою, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до другого виводу першого блока перемикачів, перший вивід першого блока перемикачів приєднаний до затискача лінійної фази приймача, а нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блока перемикачів та до нульової фази приймача.

9. Пристрій за одним із пп. 1, 2, 4, 5, який **відрізняється** тим, що до пристрою включені затискачі лінійних та нульової фаз джерела, затискачі лінійних та нульової фаз приймача, один перший блок перемикачів та принаймні один другий блок перемикачів у кожній фазі пристрою, перший та другий блоки перемикачів між собою ввімкнені послідовно, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до першого (або другого) виводу останнього за порядковим номером другого блока перемикачів, приєднаний до першого (або другого) виводу першого блока перемикачів, другий (або перший) вивід якого приєднаний до затискача лінійної фази приймача, а нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блока перемикачів та до нульової фази приймача.

10. Пристрій за одним із пп. 1, 2, 4, 5, який **відрізняється** тим, що до пристрою включені затискачі лінійних та нульової фаз джерела, затискачі лінійних та нульової фаз приймача, один перший блок перемикачів та принаймні один другий блок перемикачів у кожній фазі пристрою, перший та другий блоки перемикачів між собою ввімкнені послідовно, у кожній фазі пристрою затискач лінійної

фази джерела приєднаний до першого (або другого) виводу першого блока перемикачів, другий (або перший) вивід якого приєднаний до першого (або другого) виводу першого за порядковим номером другого блока перемикачів, другий (або перший) вивід останнього за порядковим номером другого блока перемикачів приєднаний до затискача лінійної фази приймача, а нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блока перемикачів та до нульової фази приймача.

11. Пристрій за одним із пп. 1, 2, 6, який **відрізняється** тим, що до пристрою включені затискачі лінійних та нульової фаз джерела, затискачі лінійних та нульової фаз приймача та третій блок перемикачів, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до першого виводу третього блока перемикачів, нульова фаза джерела приєднана до нульової фази третього блока перемикачів, а другий та третій виводи трьох дволанкових обмоток третіх блоків перемикачів у фазах з'єднані між собою у трикутник або у зірку за схемою зіг'заг або ж за λ -подібною схемою, причому у випадку зірки спільна точка третіх виводів по фазах приєднана до затискача нульової фази приймача, а другий вивід третього блока перемикачів приєднаний до затискача лінійної фази приймача.

12. Пристрій за одним із пп. 1, 2, 6, який **відрізняється** тим, що до пристрою включені затискачі лінійних та нульової фаз джерела, затискачі лінійних та нульової фаз приймача та третій блок перемикачів у кожній фазі пристрою, виводи трьох додаткових дволанкових обмоток трьох третіх блоків перемикачів по фазах з'єднані між собою у трикутник або у зірку за схемою зіг'заг або ж за λ -подібною схемою, причому у випадку зірки спільна точка третіх виводів приєднана до затискача нульової фази джерела, вивід кожного променя зірки, утвореної додатковими дволанковими обмотками, приєднаний до затискача лінійної фази джерела, нульова фаза приймача приєднана до нульової фази третього блока перемикачів, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази приймача приєднаний до першого виводу третього блока перемикачів.

13. Пристрій за одним із пп. 1, 2, 4-6, 12, який **відрізняється** тим, що всі дволанкові обмотки у всіх трьох фазах між собою ввімкнуті за схемою зіг'заг або відкритий зіг'заг, або несиметричний зіг'заг (λ -подібна схема).

Пристрій для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача належить до електроенергетики та електротехніки і може бути використаний: або для зміни рівню трифазних напруг відповідно до вимог електротехнології приймача, або ж для стабілізації напруг приймача у межах, які встановлені: Міждержавним стандартом ГОСТ 13109-97, а для імпортного устаткування - EN 50160-94.

Відомий пристрій для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача [1-18], який виконано на основі трансформатора або автотрансформатора, має у кожній фазі гальванічно зв'язані обмотки, споряджені проміжними виводами. Комутація виводів здійснюється з допомогою ключів, які можуть мати ручне, релейне, контактне, транзисторне або тиристорне виконання. У кожній фазі ключ приєднаний одним виводом до виводу одноланкової обмотки, а другий його вивід приєд-

аний або до вхідного виводу пристрою [2, 7, 9, 11, 13, 14] або до вихідного виводу пристрою [1-7, 10-12, 14-18]. У пристроях [2, 7, 11, 14] використані дві групи ключів, одна з цих груп ключів другими виводами приєднана до вхідного проміжного виводу пристрою, а друга група ключів другими виводами приєднана до вихідного виводу пристрою. Недолік пристрою: у пристрої відсутні міжфазні електромагнітні зв'язки, тому пристрій не перехоплює струми нульової послідовності, не зменшує втрати у джерелі та не покращує якість електричної енергії джерела та приймача. Крім того, пристрій має зайву кількість ключів.

Відомий пристрій для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача [1, 19-21], який виконано на основі двох трансформаторів, або автотрансформатора і трансформатора. Пристрій має у кожній фазі гальванічно розв'язані одноланкові обмотки. Ключі ввімкнені між виводами двох груп гальванічно розв'язаних обмоток, або між виводами гальванічно зв'язаної та гальванічно розв'язаної груп обмоток відповідно. Недолік пристрою: пристрій не покращує якість електричної енергії джерела та приймача та не зменшує втрати енергії у джерелі та приймачі. Крім того, пристрій має зайву масу електротехнічної сталі та міді і підвищену кількість ключів.

Відомий пристрій для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача [10, 22, 23], який виконано на основі одного трансформатора, який має не менше двох гальванічно розв'язаних обмоток, одна з яких споряджена проміжними виводами. Пристрій містить дві групи ключів. Перша група ключів складається з двох ключів, або одного перемикача, які змінюють фазу напруги гальванічно розв'язаної обмотки на 180° , тобто здійснюють реверс фази. Недолік пристрою: пристрій не зменшує втрати енергії у джерелі та не покращує якість енергії джерела та приймача. Крім того, пристрій має підвищену кількість ключів.

Відомий пристрій для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача [2, 24-27], який виконано на основі одного трансформатора або автотрансформатора, який має або надлишкову кількість гальванічно розв'язаних або зв'язаних обмоток, або надмірну кількість ключів. Всі обмотки виконані одноланковими. Пристрій містить не менше двох груп ключів, кожна з яких може містити до дев'яти ключів. Особливість схеми кожної фази полягає у тому, що одночасно у ввімкненому стані знаходиться двоє або більше ключів. Недолік пристрою: пристрій не зменшує втрати енергії у джерелі та не покращує якість електричної енергії джерела та приймача. Крім того, пристрій має зайву кількість ключів, особливо у випадку, якщо пристрій містить меншу кількість гальванічно розв'язаних обмоток.

Відомий пристрій для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача [28] - прототип, виконаний на основі трансформатора або автотрансформатора, який містить тристрижневий магнітопровід, ключі і гальванічно розв'язані одноланкові обмотки у кожній фазі пристрою, а також блок керування, причому кожен один ключ першим виводом приєднаний до одного виводу одноланкової обмотки, а другий вивід ключа приєднаний

до спільної точки ключів. У пристрої - прототипі у кожній схемі фази одноланкові обмотки та перемикачі ввімкнені послідовно і упереміш. Міжфазний зв'язок у пристрої призначений для регулювання фазної напруги по фазі. Пристрій не призначений для взаємної компенсації магнітних потоків, викликаних симетричними складовими струмів нульової послідовності.

Недолік прототипу - втрати електричної енергії в живильному трансформаторі за наявності в приймачі несиметрії струмів основної та вищих гармонік, зниження якості електричної енергії у споживача та постачальника, недостатня жорсткість вихідних характеристик джерела, можливість витоку інформації по проводах мережі, можливість впливу імпульсних завад природного та штучного характеру на надійність роботи приймача.

У зв'язку з цим була поставлена задача - покращити якість електричної енергії приймача та джерела, зменшити втрати енергії у джерелі, збільшити жорсткість вихідних характеристик джерела та або стабілізатора або регулятора, захистити приймач від витоку інформації та захистити приймач від впливу імпульсних завад природного та штучного характеру.

Поставлена задача вирішена шляхом переходу до спільної точки ключів, причому кожен один ключ першим виводом приєднаний до одного виводу одноланкової обмотки, а другий вивід ключа приєднаний до спільної точки ключів,

до пристрою для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача, виконаному на основі трансформатора або автотрансформатора, який містить тристрижневий магнітопровід, ключі і гальванічно розв'язані одноланкові обмотки у кожній фазі пристрою, а також блок керування,

причому кожен один ключ першим виводом приєднаний до одного виводу одноланкової обмотки, а другий вивід ключа приєднаний до спільної точки ключів,

додані додаткові одноланкові обмотки,

до кожної однієї одноланкової обмотки приєднана або приєднані послідовно додаткові одноланкові обмотки, в результаті чого утворена багатоланкова обмотка,

у багатоланковій обмотці кожна одноланкова обмотка розташована на окремому стрижні магнітопроводу,

усі обмотки пристрою виконані багатоланковими,

принаймні дві багатоланкові обмотки послідовно з'єднані між собою,

принаймні один вивід багатоланкової обмотки приєднаний до першого виводу ключа, а другий вивід ключа приєднаний до спільної точки ключів.

До кожної одноланкової обмотки пристрою додана одна додаткова одноланкова обмотка, кількість витків якої дорівнює кількості витків одноланкової обмотки, кожна одноланкова обмотка пристрою послідовно з'єднана з додатковою одноланковою обмоткою, при цьому кожна одна одноланкова обмотка, яка розміщена на одному стрижні магнітопроводу, з'єднана послідовно одноименими виводами з однією додатковою одноланковою обмоткою, розміщеною на іншому стрижні магнітопроводу, магнітний потік у якому випереджає на 120° градусів магнітний потік стриж-

ня, на якому розміщена одноланкова обмотка; кожна пара обмоток, яка утворена однією одноланковою обмоткою та однією додатковою одноланковою обмоткою, названа дволанковою обмоткою, всі обмотки пристрою є дволанковими обмотками, принаймні дві дволанкові обмотки з'єднані між собою послідовно.

До кожної одноланкової обмотки пристрою додані дві додаткові одноланкові обмотки, кожна одноланкова обмотка пристрою послідовно з'єднана з двома додатковими одноланковими обмотками, при цьому кожна з указаних трьох одноланкових обмоток розташована на окремому стрижні магнітопроводу, кожна трійка одноланкових обмоток, яка утворена послідовним з'єднанням однієї одноланкової обмотки та двома додатковими одноланковими обмотками, названа триланковою обмоткою, всі обмотки пристрою виконані вказаними триланковими обмотками, принаймні дві триланкові обмотки ввімкнені між собою послідовно.

Пристрій споряджено принаймні одним першим блоком перемикавання, кожен перший блок перемикавання містить одне послідовне з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток і ключі, до кожного одного виводу дволанкової обмотки приєднаний по одному один перший вивід ключа, другий вивід цього ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів першого блоку перемикавання і першого виводу першого блоку перемикавання, один вивід дволанкової обмотки, яка входить до послідовного з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток, приєднаний до другого виводу першого блоку перемикавання, а крайній вивід послідовного з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток приєднаний до нульової фази пристрою.

Пристрій споряджено принаймні одним другим блоком перемикавання, кожен другий блок перемикавання містить одне послідовне з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток і ключі, принаймні один вивід дволанкової обмотки, яка входить до послідовного з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток, приєднаний по одному до одного першого виводу ключа, другий вивід цього ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів другого блоку перемикавання і першого виводу другого блоку перемикавання, один вивід дволанкової обмотки, яка входить до послідовного з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток, приєднаний до другого виводу другого блоку перемикавання.

Пристрій споряджено принаймні одним третім блоком перемикавання, кожен третій блок перемикавання містить одне послідовне з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток, ключі та одну додаткову дволанкову обмотку, яка гальванічно не з'єднана з послідовним з'єднанням дволанкових обмоток, крайні виводи додаткової дволанкової обмотки є другим та третім виводами третього блоку перемикавання, до кожного одного виводу дволанкової обмотки, яка входить до послідовного з'єднання принаймні двох дволанкових обмоток, приєднаний по одному один перший вивід ключа, другий вивід цього ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів третього блоку перемикавання і першого виводу третього блоку перемикавання, крайній вивід послідовного з'єднання принаймні

двох дволанкових обмоток приєднаний до нульової фази пристрою.

Пристрій споряджено затискачами лінійних та нульової фаз джерела, затискачами лінійних та нульової фаз приймача та першим блоком перемикавання у кожній фазі пристрою, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до першого виводу першого блоку перемикавання, нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блоку перемикавання та до нульової фази приймача, другий вивід першого блоку перемикача приєднаний до затискача лінійної фази приймача.

Пристрій споряджено затискачами лінійних та нульової фаз джерела, затискачами лінійних та нульової фаз приймача та першим блоком перемикавання у кожній фазі пристрою, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до другого виводу першого блоку перемикача, перший вивід першого блоку перемикавання приєднаний до затискача лінійної фази приймача, а нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блоку перемикавання та до нульової фази приймача.

Пристрій споряджено затискачами лінійних та нульової фаз джерела, затискачами лінійних та нульової фаз приймача, одним першим блоком перемикавання та принаймні одним другим блоком перемикавання у кожній фазі пристрою, перший та другі блоки перемикавання між собою ввімкнені послідовно, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до першого (або другого) виводу останнього за порядковим номером другого блоку перемикавання, другий (або перший) вивід першого за порядковим номером другого блоку перемикавання приєднаний до першого (або другого) виводу першого блоку перемикавання, другий (або перший) вивід якого приєднаний до затискача лінійної фази приймача, а нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блоку перемикавання та до нульової фази приймача.

Пристрій споряджено затискачами лінійних та нульової фаз джерела, затискачами лінійних та нульової фаз приймача, одним першим блоком перемикавання та принаймні одним другим блоком перемикавання у кожній фазі пристрою, перший та другі блоки перемикавання між собою ввімкнені послідовно, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до першого (або другого) виводу першого блоку перемикавання, другий (або перший) вивід якого приєднаний до першого (або другого) виводу першого за порядковим номером другого блоку перемикавання, другий (або перший) вивід останнього за порядковим номером другого блоку перемикавання приєднаний до затискача лінійної фази приймача, а нульова фаза джерела приєднана до нульової фази першого блоку перемикавання та до нульової фази приймача.

Пристрій споряджено затискачами лінійних та нульової фаз джерела, затискачами лінійних та нульової фаз приймача та третім блоком перемикавання у кожній фазі пристрою, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази джерела приєднаний до першого виводу третього блоку перемикавання, нульова фаза джерела приєднана до нульової фази третього блоку перемикавання, виводи трьох

дволанкових обмоток третіх блоків перемикання з'єднані між собою у трикутник, або у зірку за схемою зиг'заг або ж за λ -подібною схемою, спільна точка променів зірки приєднана до затискача нульової фази приймача, а вивід кожного променя зірки, утвореної дволанковими обмотками, приєднаний до затискача лінійної фази приймача.

Пристрій споряджено затискачами лінійних та нульової фаз джерела, затискачами лінійних та нульової фаз приймача та третім блоком перемикання у кожній фазі пристрою, виводи трьох дволанкових обмоток третіх блоків перемикання з'єднані між собою у трикутник, або ж за λ -подібною схемою, спільна точка променів зірки приєднана до затискача нульової фази джерела, вивід кожного променя зірки, утвореної дволанковими обмотками, приєднаний до затискача лінійної фази джерела, нульова фаза приймача приєднана до нульової фази третього блоку перемикання, у кожній фазі пристрою затискач лінійної фази приймача приєднаний до першого виводу третього блоку перемикання.

У кожній триланковій обмотці відношення кількості витків кожної додаткової одноланкової обмотки до кількості витків одноланкової обмотки становить 1:2, кожна одноланкова обмотка з'єднана однойменними виводами з першою додатковою одноланковою обмоткою, яка з'єднана з другою додатковою одноланковою обмоткою різнойменними виводами.

Пристрій споряджено принаймні одним першим блоком перемикання, кожен перший блок перемикання містить одне послідовне з'єднання принаймні двох триланкових обмоток, до кожного одного виводу триланкової обмотки приєднаний по одному один перший вивід ключа, другий вивід цього ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів першого блоку перемикання та першого виводу першого блоку перемикання, один вивід однієї триланкової обмотки, яка входить до послідовного з'єднання принаймні двох триланкових обмоток, приєднаний до другого виводу першого блоку перемикання, а крайній вивід послідовного з'єднання принаймні двох триланкових обмоток приєднаний до нульової фази першого блоку перемикання.

Пристрій споряджено принаймні одним другим блоком перемикання, кожен другий блок перемикання містить одне послідовне з'єднання принаймні двох триланкових обмоток, до кожного одного виводу триланкової обмотки приєднаний по одному один перший вивід ключа, другий вивід цього ключа приєднаний до спільної точки з'єднання ключів першого блоку перемикання та першого виводу другого блоку перемикання, один вивід однієї триланкової обмотки, яка входить до послідовного з'єднання принаймні двох триланкових обмоток, приєднаний до другого виводу другого блоку перемикання.

У дволанковій обмотці кожен провідник однієї одноланкової обмотки оточений провідниками іншої дволанкової обмотки.

У триланковій обмотці кожен провідник одноланкової обмотки оточений провідниками двох додаткових одноланкових обмоток.

Розглянемо графічні матеріали.

На Фіг.1 подана принципова схема багатоланкової обмотки.

На Фіг.2,а та б показані принципові схеми варіантів виконання дволанкової обмотки.

На Фіг.3,а та б показані принципові схеми варіантів виконання триланкової обмотки.

На Фіг.4 приведена принципова схема першого блоку перемикання, наприклад, триключового, виконаного із дволанкових обмоток.

На Фіг.5 представлена принципова схема другого блоку перемикання, наприклад, триключового, виконаного із дволанкових обмоток.

На Фіг.6 показана принципова схема третього блоку перемикання, наприклад, триключового, виконаного із дволанкових обмоток.

На Фіг.7 наведена блок-схема заміщення першого блоку перемикання, виконаного із дволанкових обмоток.

На Фіг.8 подана блок-схема заміщення другого блоку перемикання, виконаного із дволанкових обмоток.

На Фіг.9 подана блок-схема заміщення третього блоку перемикання, виконаного із дволанкових обмоток.

На Фіг.10 показана принципова схема першого блоку перемикання, наприклад, триключового, виконаного із триланкових обмоток.

На Фіг.11 показана принципова схема другого блоку перемикання, наприклад, триключового, виконаного із триланкових обмоток.

На Фіг.12 показана принципова схема третього блоку перемикання, наприклад, триключового, виконаного із триланкових обмоток.

На Фіг.13 дана блок-схема заміщення першого блоку перемикання, виконаного із триланкових обмоток.

На Фіг.14 дана блок-схема заміщення другого блоку перемикання, виконаного із триланкових обмоток.

На Фіг.15 дана блок-схема заміщення третього блоку перемикання, виконаного із триланкових обмоток.

На Фіг.16 представлена блок-схема пристрою, який містить перший блок перемикання, виконаний із дволанкових обмоток.

На Фіг.17 представлена блок-схема пристрою, який містить перший блок перемикання, виконаний із дволанкових обмоток, другий вивід якого приєднаний до затискача лінійної фази джерела.

На Фіг.18 представлена блок-схема пристрою, який містить послідовно ввімкнені між собою два другі та один перший блоки перемикання, при чому другий вивід першого блоку перемикання приєднаний до затискача приймача.

На Фіг.19 представлена блок-схема пристрою, який містить послідовно ввімкнені між собою один перший та два другі блоки перемикання, при чому другий вивід першого блоку перемикання приєднаний до затискача джерела.

На Фіг.20 представлена блок-схема пристрою, який містить послідовно ввімкнені між собою два другі та один перший блоки перемикання, при чому перший блок перемикання ввімкнений послідовно між двома другими блоками перемикання.

На Фіг.21 представлена блок-схема пристрою, який містить послідовно ввімкнені між собою дру-

гий та один третій блоки перемикавання, при чому другий та третій вивід третього блоку перемикавання приєднані до затискачів приймача.

На Фіг.22 показана принципова схема пристрою, який містить другий та перший блоки перемикавання, виконані з дволанкових обмоток.

На Фіг.23 показана принципова схема пристрою, який містить другий та третій блоки перемикавання, виконані з дволанкових обмоток.

На Фіг.24 подана принципова схема пристрою, який містить третій блок перемикавання, другий та третій виводи якого приєднані до затискачів джерела.

На Фіг.1 позначено: 1-4 одноланкові обмотки багатоланкової обмотки.

На Фіг.2,а та б позначені: 5, 6 - виводи дволанкової обмотки; 7, 8 - одноланкові обмотки дволанкової обмотки: • - початковий вивід одноланкової обмотки.

На Фіг.3,а та б позначені: 9, 10 - виводи триланкової обмотки; 11, 12, 13 - одноланкові обмотки триланкової обмотки: • - початковий вивід одноланкової обмотки.

На Фіг.4 позначено: 14 - перший вивід першого блоку перемикавання, виконаного із дволанкових обмоток; 15-17 - ключі; 18, 20, 22 - одноланкові обмотки; 19, 21, 23 - додаткові одноланкові обмотки; 24 - другий вивід першого блоку перемикавання 25, виконаного із дволанкових обмоток; Оп - вивід нульової фази першого блоку перемикавання.

На Фіг.5 позначено: 26 - перший вивід другого блоку перемикавання, виконаного із дволанкових обмоток; 27-29 - ключі; 30, 32 - одноланкові обмотки; 31, 33 - додаткові одноланкові обмотки; 34 - другий вивід другого блоку перемикавання 35, виконаного із дволанкових обмоток.

На Фіг.6 позначено: 36 - перший вивід третього блоку перемикавання, виконаного із дволанкових обмоток; 37-39 - ключі; 40, 42, 44 - одноланкові обмотки; 41, 43, 45 - додаткові одноланкові обмотки; 46 та 47 - додаткова дволанкова обмотка; 49, 50 - другий та третій виводи третього блоку перемикавання 48, виконаного із дволанкових обмоток; Оп - вивід нульової фази третього блоку перемикавання.

На Фіг.7 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.4.

На Фіг.8 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.5.

На Фіг.9 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.6.

На Фіг.10 позначено: 51 - перший вивід першого блоку перемикавання, виконаного із триланкових обмоток; 52-54 - ключі; 55, 58, 61 - одноланкові обмотки; 56, 57, 59, 60, 62, 63 - додаткові одноланкові обмотки; 64 - другий вивід першого блоку перемикавання 65, виконаного із триланкових обмоток; Оп - вивід нульової фази першого блоку перемикавання 65.

На Фіг.11 позначено: 66 - перший вивід другого блоку перемикавання, виконаного із триланкових обмоток; 67-69 - ключі; 70, 73 - одноланкові обмотки; 71, 72, 74, 75 - додаткові одноланкові обмотки; 76 - другий вивід другого блоку перемикавання 77, виконаного із триланкових обмоток.

На Фіг.12 позначено: 78 - перший вивід третього блоку перемикавання, виконаного із триланкових обмоток; 79-81 - ключі; 82, 85, 88 - одноланкові обмотки; 83, 84, 86, 87, 89, 90 - додаткові одноланкові обмотки; 91-93 - додаткова триланкова обмотка; 94, 95 - другий та третій виводи третього блоку перемикавання 96, виконаного із триланкових обмоток; Оп - вивід нульової фази третього блоку перемикавання.

На Фіг.13 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.10.

На Фіг.14 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.11.

На Фіг.15 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.12.

На Фіг.16 позначено: А1 та О1 - затискачі лінійної та нульової фази джерела; А2 та О2 - затискачі лінійної та нульової фази приймача; інші позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.7.

На Фіг.17 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.7 та Фіг.16.

На Фіг.18 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.7, Фіг.8 та Фіг.16.

На Фіг.19 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.7, Фіг.8 та Фіг.16.

На Фіг.20 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.13, Фіг.14 та Фіг.16.

На Фіг.21 позначення елементів співпадають із позначеннями Фіг.14, Фіг.15 та Фіг.16.

На Фіг.22 позначено: А1, В1, С1, О1 та А2, В2, С2, О2 - затискачі лінійних та нульової фаз джерела та приймача відповідно; 100-105 ключі; 107, 108, 110, 112, 114 - одноланкові обмотки схеми 116 кола фази А; 106, 109, 111, 113, 115 - одноланкові додаткові обмотки схеми 116 кола фази А; 117 та 118 - схеми електричних кіл фаз В та С відповідно; Оп - затискач нульової фази першого блоку перемикавання; 97 - кабель зв'язку між затискачами джерела та блоком керування 98; 99 - кабель зв'язку між блоком керування та керуючим виводом кожного ключа пристрою; решта позначень співпадають з позначеннями Фіг.4 та Фіг.5.

На Фіг.23 позначено: 137-139 - схеми електричних кіл у фазах А, В, С - відповідно; 119-124 ключі; 125, 127, 129, 131, 133, 135 - одноланкові обмотки схеми 137 кола фази А; 126, 128, 130, 132, 134, 136 - одноланкові додаткові обмотки схеми-137 кола фази А; Оп - затискач нульової фази третього блоку перемикавання; решта позначень співпадають з позначеннями Фіг.5, Фіг.6 та Фіг.22.

На Фіг.24 позначено: 151-153 - схеми електричних кіл у фазах А, В, С - відповідно; 140-142 ключі; 143, 145, 147, 149 - одноланкові обмотки схеми 151 кола фази А; 144, 146, 148, 150 - додаткові одноланкові обмотки схеми 151 кола фази А; Оп - затискач нульової фази третього блоку перемикавання; решта позначень співпадають з позначеннями Фіг.6 та Фіг.22.

Склад і будова пристрою. Основними елементами всякого пристрою для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача є тристрижневий магнітопровід, ключі і гальванічно розв'язані одноланкові обмотки у кожній фазі пристрою, а також блок керування. Кожен один ключ першим виводом приєднаний до одного виводу однолан-

кової обмотки, а другий вивід ключа приєднаний до спільної точки ключів.

Відмінною ознакою пристрою є багатоланкова обмотка. Якщо аналоги пристрою містять одноланкові обмотки, то даний пристрій побудований на багатоланкових обмотках. На Фіг.1 показана багатоланкова обмотка, яка складається з послідовно ввімкнених одноланкових обмоток 1-4. У багатоланковій обмотці особливістю є те, що кожна з одноланкових обмоток розміщена на окремому стрижні магнітопроводу.

Багатоланкова обмотка при використанні тристрижневого магнітопроводу може бути виготовлена дволанковою (Фіг.2) або триланковою (Фіг.3).

Дволанкова обмотка складається з двох одноланкових обмоток 7 та 8, які з'єднані між собою послідовно однойменними виводами, наприклад, кінцевими (Фіг.2,а). Початкові виводи одноланкових обмоток позначені значком •. У кожній дволанковій обмотці одноланкові обмотки мають однакову кількість витків. У кожній дволанковій обмотці одноланкові обмотки розташовані на різних стрижнях магнітопроводу. Так, якщо обмотка 7 розташована на першому стрижні магнітопроводу, то обмотка 8 розташована на третьому стрижні, магнітний потік якого випереджає на 120 градусів магнітний потік у першому стрижні. Розміщення обмоток на різних стрижнях показане методом зміщень зображень одноланкових обмоток по горизонталі. Так, зображення одноланкової обмотки 8, розміщеної на третьому стрижні, зсунуте вправо по горизонталі відносно зображення одноланкової обмотки 7, розміщеної на першому стрижні. У дволанковій обмотці одноланкові обмотки можуть бути з'єднані між собою початковими виводами (Фіг.2,б). Виводи дволанкової обмотки позначені як 5 та 6.

Триланкова обмотка складається з трьох одноланкових обмоток 11, 12 та 13 (Фіг.3). У триланковій обмотці одноланкова 11 та перша додаткова одноланкова 12 обмотки з'єднані між собою послідовно однойменними виводами, наприклад, кінцевими. Перша 12 та друга 13 додаткові одноланкові обмотки з'єднані між собою послідовно різнойменними виводами, зокрема: на Фіг.3,а кінцевий вивід обмотки 12 з'єднаний з початковим виводом обмотки 13; на Фіг.3,б початковий вивід обмотки 12 з'єднаний з кінцевим виводом обмотки 13. У кожній триланковій обмотці одноланкові обмотки мають не однакову кількість витків. Так, одноланкова обмотка 11 має удвічі більше витків ніж кожна з одноланкових обмоток 12 та 13. У кожній триланковій обмотці одноланкові обмотки розташовані на різних стрижнях магнітопроводу. Так, зображення одноланкової обмотки 13, розміщеної на третьому стрижні (Фіг.3,а), зсунуте максимально вправо по горизонталі відносно зображення одноланкової обмотки 11, розміщеної на першому стрижні. Зображення одноланкової обмотки 12, розміщеної на другому стрижні, зсунуте вліво по горизонталі відносно зображення одноланкової обмотки 13, розміщеної на третьому стрижні. Триланкові обмотки також мають два варіанти з'єднання одноланкових обмоток (Фіг.3,а та б). Виводи триланкової обмотки позначені як 9 та 10.

Дволанкові або триланкові обмотки є елементами виконання блоків перемикання. На Фіг.4-Фіг.6 показані принципові схеми першого, другого та третього блоків перемикання, виконаних на дволанкових обмотках. А на Фіг.10-Фіг.12 показані принципові схеми першого, другого та третього блоків перемикання, виконаних на триланкових обмотках. Кожний пристрій для стабілізації або регулювання напруг трифазного приймача може бути виконаний за схемою одного із трьох блоків, або їх довільної комбінації, включаючи реверсивну заміну перших та других виводів кожного із блоків перемикання.

Перший блок перемикання 25, який виконано на дволанкових обмотках (Фіг.4), містить: дволанкові обмотки, утворені одноланковими обмотками 18, 20, 22 та додатковими одноланковими обмотками 19, 21, 23; ключі 15-17; перший 14 та другий 24 виводи першого блоку перемикання 25; вивід нульової фази першого блоку перемикання Оп. Блок, показаний на Фіг.4, має три дволанкові обмотки. Блок може мати довільну кількість ключів та дволанкових обмоток. Кількість ключів дорівнює кількості дволанкових обмоток.

Другий блок перемикання 35, який виконано на дволанкових обмотках (Фіг.5), містить: дволанкові обмотки, утворені одноланковими обмотками 30 та 32, а також додатковими одноланковими обмотками 31, 33; ключі 27-29; перший 26 та другий 34 виводи другого блоку перемикання 35. Блок, показаний на Фіг.5, має дві дволанкові обмотки. Блок може мати довільну кількість ключів та дволанкових обмоток, кількість яких на одиницю менша від кількості ключів.

Третій блок перемикання 48, який виконано на дволанкових обмотках (Фіг.6), містить: дволанкові обмотки, утворені одноланковими обмотками 40, 42, 44, 46 та додатковими одноланковими обмотками 41, 43, 45, 47; ключі 37-39; перший вивід 36 третього блоку перемикання 48, а також другий 49 та третій 50 вихідні виводи третього блоку перемикання 48; і вивід нульової фази третього блоку Оп. Блок має чотири дволанкові обмотки. Три дволанкові обмотки послідовно з'єднані між собою. Четверта додаткова дволанкова обмотка гальванічно розв'язана від послідовного з'єднання трьох дволанкових обмоток. Блок може мати довільну кількість ключів та дволанкових обмоток. Кількість ключів дорівнює кількості дволанкових гальванічно зв'язаних обмоток.

З метою покращення візуального сприйняття суті блоків перемикання та спрощення побудови пристрою для стабілізації та регулювання трифазної напруги приймача на Фіг.7, Фіг.8 та Фіг.9 показані схеми заміщення першого, другого та третього блоків перемикання відповідно. На Фіг.7 подана схема заміщення першого блоку перемикання 25, який має перший 14 та другий 24 виводи, а також вивід нульової фази Оп. На Фіг.8 подана схема заміщення другого блоку перемикання 35, який має перший 26 та другий 34 виводи. На Фіг.9 показана схема заміщення третього блоку перемикання 48, який має перший вивід 36, другий 49 та третій 50 вихідні виводи третього блоку перемикання 48, а також вивід нульової фази Оп.

Перший блок перемикання 65, який виконано на триланкових обмотках (Фіг.10), містить: триланкові обмотки, утворені одноланковими обмотками 55, 58, 61 та додатковими одноланковими обмотками 56, 57, 59, 60, 62, 63; ключі 52-54; перший 51 та другий 64 виводи першого блоку перемикання 65; вивід нульової фази блоку Оп. Блок має три триланкові обмотки. Блок може мати довільну кількість ключів та триланкових обмоток. Кількість ключів дорівнює кількості триланкових обмоток.

Другий блок перемикання 77, який виконано на триланкових обмотках (Фіг.11), містить: триланкові обмотки, утворені одноланковими обмотками 70 та 73, а також додатковими одноланковими обмотками 71, 72, 74 та 75; ключі 67-69; перший 66 та другий 76 виводи другого блоку перемикання 77. Блок має дві триланкові обмотки. Блок може мати довільну кількість ключів та триланкових обмоток, кількість яких на одиницю менша від кількості ключів.

Третій блок перемикання 96, який виконано на триланкових обмотках (Фіг.12), містить: триланкові обмотки, утворені одноланковими обмотками 82, 85, 88, 91 та додатковими одноланковими обмотками 83, 84, 86, 87, 89, 90, 92, 93; ключі 79-81; перший вивід 78 третього блоку перемикання 96, а також другий 94 та третій 95 виводи третього блоку перемикання 96; і вивід нульової фази блоку Оп. Блок має чотири триланкові обмотки. Три триланкові обмотки послідовно з'єднані між собою. Четверта триланкова обмотка гальванічно розв'язана від послідовного з'єднання трьох триланкових обмоток. Блок може мати довільну кількість ключів та триланкових обмоток. Кількість ключів дорівнює кількості триланкових гальванічно зв'язаних обмоток.

З метою покращення візуального сприйняття суті блоків перемикання, виконаних на триланкових обмотках, та спрощення побудови пристрою для стабілізації та регулювання трифазної напруги приймача на Фіг.13, Фіг.14 та Фіг.15 показані схеми заміщення першого, другого та третього блоків перемикання відповідно. На Фіг.13 подана схема заміщення першого блоку перемикання 65, який має перший 51 та другий 64 виводи, а також вивід нульової фази Оп. На Фіг.14 подана схема заміщення другого блоку перемикання 77, який має перший 66 та другий 76 виводи другого блоку перемикання 77. На Фіг.17 показана схема заміщення третього блоку перемикання 96, який має перший вивід 78, другий 94 та третій 95 виводи третього блоку перемикання 96, а також вивід нульової фази блоку Оп.

Детальний розгляд складу та будови багатоланкових обмоток (Фіг.1-Фіг.3), а також блоків перемикання стабілізаторів та регуляторів (Фіг.4-Фіг.15) дають можливість перейти до пояснення будови пристроїв для стабілізації та регулювання трифазних напруг приймача.

На Фіг.16 показана блок-схема пристрою для стабілізації та регулювання трифазних напруг приймача, який містить у кожній фазі: А1 та О1 - затискачі лінійної та нульової фази джерела; А2 та О2 - затискачі лінійної та нульової фази приймача; перший блок перемикання 25, облаштований першим 14 та другим 24 виводами першого блоку пе-

ремикання 25, а також виводом нульової фази Оп. Затискачі джерела А1 та О1 приєднані до вхідних виводів 14 та Оп першого блоку перемикання, а вихідні виводи першого блоку перемикання приєднані до затисків А2 та О2 приймача.

На Фіг.17 показана блок-схема пристрою для стабілізації та регулювання трифазних напруг приймача, який містить у кожній фазі: А1 та О1 - затискачі лінійної та нульової фази джерела; А2 та О2 - затискачі лінійної та нульової фази приймача, перший блок перемикання 25, облаштований першим 14 та другим 24 виводами першого блоку перемикання 25, а також виводом нульової фази Оп. Затискачі джерела А1 та О1 приєднані до вхідних виводів 24 та Оп першого блоку перемикання, а вихідні виводи 14 та Оп першого блоку перемикання приєднані до затисків А2 та О2 приймача.

На Фіг.18 показана блок-схема пристрою для стабілізації та регулювання трифазних напруг приймача, який містить у кожній фазі два другі блоки перемикання 35 та один перший блок перемикання 25. Блоки між собою ввімкнені послідовно. Затискач А1 джерела приєднаний до першого виводу 26 першого за порядковим номером другого блоку перемикання 35, другий вивід його 34 приєднаний до першого виводу 26 такого ж другого блоку 35, другий вивід 34 якого приєднаний до першого виводу 14 першого блоку, а вихідний вивід 24 блоку 25 приєднаний до затискача лінійної фази приймача. Затискачі нульових фаз джерела, приймача та перших блоків перемикання з'єднані між собою.

На Фіг.19 показана блок-схема пристрою для стабілізації та регулювання трифазних напруг приймача, який містить у кожній фазі один перший блок перемикання 25 та два другі блоки перемикання 35. Блоки між собою ввімкнені послідовно. Затискач джерела А1 приєднаний до першого виводу 14 першого блоку перемикання 25, другий вивід 24 якого приєднаний до першого виводу 26 першого за порядковим номером другого блоку перемикання, другий вивід 34 якого приєднаний до першого виводу 26 такого ж другого блоку перемикання 35, другий вивід 34 якого приєднаний до затискача А2 приймача.

На Фіг.20 показаний варіант виконання пристрою для стабілізації та регулювання трифазних напруг приймача, який містить у кожній фазі також один перший блок перемикання 65 та два другі блоки перемикання 77, виконані на основі триланкових обмоток. Блоки між собою ввімкнені послідовно, причому перший блок перемикання ввімкнений між двома другими блоками перемикання послідовно.

На Фіг.21 показаний варіант виконання пристрою для стабілізації та регулювання трифазних напруг приймача, який містить у кожній фазі другий 77 та третій 96 блоки перемикання, виконані на основі триланкових обмоток. Затискач лінійної фази джерела А1 приєднаний до першого виводу 66 другого блоку перемикання 77, другий вивід 76 якого з'єднаний із першим виводом 78 третього блоку перемикання 96. Затискачі нульових фаз джерела О1 та приймача О2, а також третіх блоків перемикання 96 з'єднані між собою, а другий 94 та

третій 95 виводи третього блоку 96 приєднані до затискачів приймача.

Детально розглянемо блок-схему пристрою, один із варіантів якого показаний на Фіг.22. Пристрій містить: А1, В1, С1, 01 та А2, В2, С2, 02 - затискачі лінійних та нульової фази джерела та приймача відповідно; перший 25 та другий 35 блоки перемикавання у кожній схемі 116, 117 та 118 фази; блок керування 98 та кабелі зв'язку 97 та 99 блоку керування із затискачами джерела та керуючими виводами ключів, наприклад, 100-105 у схемі 116 фази А. Перший блок перемикавання 25 виконаний за допомогою трьох дволанкових обмоток: 110-111, 112-113, 114-115 та ключів 103-105. Другий блок перемикавання 35 виконаний за допомогою двох дволанкових обмоток: 106-107 та 108-109, а також ключів 100-102. У кожній дволанковій обмотці одноланкова та додаткова одноланкова обмотки між собою з'єднані однойменними виводами. При цьому у межах одного пристрою між собою одноланкова та додаткова одноланкова обмотки можуть бути з'єднані як початковими (106 та 107), так і кінцевими (108 та 109) виводами. Кожна одна дволанкова обмотка приєднана одним виводом до першого виводу ключа, другий вивід якого приєднаний до спільної точки ключів блоку. Між собою послідовне з'єднання першого та другого блоків перемикавання може бути представлене у вигляді чотирьох варіантів:

- другий вивід другого блоку перемикавання приєднаний до першого виводу першого блоку перемикавання (Фіг.22);
- перший вивід другого блоку перемикавання приєднаний до першого виводу першого блоку перемикавання (на Фіг.22 не показано);
- другий вивід другого блоку перемикавання приєднаний до другого виводу першого блоку перемикавання (на Фіг.22 не показано);
- перший вивід другого блоку перемикавання приєднаний до другого виводу першого блоку перемикавання (на Фіг.22 не показано).

У варіанті, показаному на Фіг.22, у кожній схемі 116, 117, 118 фази затискач лінійної фази джерела, наприклад, А1 приєднаний до першого виводу 26 другого блоку перемикавання, другий вивід 34 другого блоку перемикавання приєднаний до першого виводу 14 першого блоку перемикавання, другий вивід 24 якого приєднаний до затискача лінійної фази приймача А2. Затискачі нульової фази джерела, перших блоків перемикавання та приймача з'єднані між собою.

У варіанті, показаному на Фіг.23, у кожній схемі 137, 138, 139 фази пристрій містить другий 35 та третій 48 блоки перемикавання, виконані на основі дволанкових обмоток. У пристрої затискач лінійної фази джерела, наприклад, А1 приєднаний до другого виводу 34 другого блоку перемикавання, перший вивід 26 другого блоку перемикавання приєднаний до першого виводу 36 третього блоку перемикавання, а затискач нульової фази джерела 01 приєднаний до виводу нульової фази Оп третіх блоків перемикавання. Другий 49 та третій 50 виводи третього блоку перемикавання 48 є виводами гальванічно розв'язаної дволанкової обмотки 135-136; подібні до 135-136 дволанкові обмотки у фазах А, В, С між собою з'єднані у зірку за схемою зігзаг

або за λ -подібною схемою. Треті виводи 50 третіх блоків перемикавання 48 у фазах А, В, С з'єднані між собою і утворили спільну точку зігзагу або λ -подібною схеми. Треті виводи 50 приєднані до нульової фази приймача 02. Другий вивід 49 третіх блоків перемикавання 48 по одному приєднаний до затискача лінійної фази приймача 02.

У варіанті, показаному на Фіг.24, у кожній схемі 151, 152, 153 фази затискач лінійної фази джерела, наприклад, А1 приєднаний до другого виводу 49 третього блоку перемикавання 48. Треті виводи 50 третього блоку перемикавання у фазах А, В, С з'єднані між собою і приєднані до нульової фази джерела 01. Перший вивід 36 кожного третього блоку перемикавання 48 приєднаний по одному до одного із затискача лінійної фази приймача Виводи нульових фаз Оп третіх блоків перемикавання 48 з'єднані між собою і приєднані до затискача нульової фази приймача 02.

Робота пристрою. Роботу пристрою розглянемо на прикладі варіанту виконання, блок-схема якого показана на Фіг.22. Пристрій містить у кожній фазі по одному першому 25 та одному другому 35 блоку перемикавання. Після приєднання пристрою до трифазного джерела на нього подають напругу. Усі ключі залишаються розімкнутими (закритими). Блок керування 98 з допомогою кабелю зв'язку 97 вимірює величину напруги прямої послідовності або середнє значення фазних або лінійних напруг, порівнює виміряне з заданим значенням напруги приймача і вибирає порядкові номери ключів, необхідні для забезпечення потрібної напруги приймача. Блок керування 98 через кабель зв'язку 99 подає сигнали на ввімкнення двох ключів у кожній схемі 116, 117, 118 фази пристрою. Блок керування 98 у фазі А вибирає один ключ із групи ключів 100-102 другого блоку перемикавання 35, наприклад, ключ 101; другий ключ блок керування 98 вибирає із групи ключів 103-105 першого блоку перемикавання 25, наприклад, ключ 104. Блок керування 98 вибирає подібні ключі у фазах В та С. Блок керування 98 подає сигнали на керуючі виводи указаних ключів. Таким керуючим виводом може бути вивід тиристора, симістора або котушки контактора. Вказані ключі відкриваються і подають трансформовану напругу необхідної величини на затискачі приймача А2, В2, С2, 02 приймача. Вхідна напруга джерела, наприклад, трифазної мережі змінюється за випадковим законом; одночасно змінюється і вихідна напруга пристрою і вона може вийти за межі допустимих значень. Тому при відхиленні вхідної напруги на задану величину блок керування визначає і включає нову комбінацію ключів, необхідних для підтримання напруги приймача у заданих межах.

Регулювання або стабілізація відбувається у першому та другому блоках перемикавання. При перемиканні ключів другого блоку 35 змінюється, як правило, вихідна напруга пристрою з меншою різницею рівнів, ніж при перемиканні ключів першого блоку 25. При одночасному перемиканні ключів першого 25 та другого 35 блоків перемикавання забезпечується найбільша кількість рівнів вихідної напруги. Для досягнення неперервності вихідної напруги при комутації ключів порядок перемикавання ключів такий: при подачі команди з

блоку керування 98 на збільшення рівню вихідної напруги спочатку відключаються ключі у фазі А, наприклад, 101-104. Після знеструмлення фази А (з боку джерела) живлення фази А2 приймача здійснюється від пристрою за рахунок параметричної генерації напруги у другому виводі 24 першого блоку перемикачів 25. Це забезпечує неперервне живлення приймача у міжкомутаційний проміжок часу. Саме ця параметрична генерація напруги у знеструмленій фазі А дає можливість без перерви живити фазу приймача і переключитися на нову ступінь регулювання. Одразу після знеструмлення фази А блок керування 98 подає команду на ввімкнення наступної комбінації двох ключів нового рівню напруг у фазі А, наприклад, 100 та 103. Після завершення комутації ключів у фазі А подібна комутація відбувається у фазі В, а потім - у фазі С.

Розглянемо регулювання вихідної напруги у першому блоці перемикачів фази А (обмотки 110-115). За умови, при якій ключ 105 відкритий, вихідна напруга $U_{вих}$ визначається величиною коефіцієнту трансформації напруг обмоток, а саме:

$$U_{вих}(105) = U_{вх} \cdot (W_{110} + W_{111} + W_{112} + W_{113} + W_{114} + W_{115}) / (W_{114} + W_{115}) \quad (1)$$

де $U_{вх}$ - вхідна напруга; W_{110} - кількість витків обмотки 110. Вираз (1) свідчить про істотне збільшення вихідної напруги порівняно із вхідною у першому блоці перемикачів. За умови, при якій ключ 104 відкритий, вихідна напруга визначається виразом (2):

$$U_{вих}(104) = U_{вх} \cdot (W_{110} + W_{111} + W_{112} + W_{113} + W_{114} + W_{115}) / (W_{112} + W_{113} + W_{114} + W_{115}) \quad (2)$$

Якщо відкритий ключ 103, вихідна напруга дорівнює вхідній. Отже три ключі першого блоку перемикачів забезпечують три рівні вихідних напруг ($Kp1=3$, де $Kp1$ - кількість рівнів, утворених ключами першого блоку перемикачів).

Сумісна дія першого та другого блоків перемикачів забезпечує 9 рівнів:

$$Kp1,2 = Kp1 \cdot Kp2 = 3 \cdot 3 = 9 \quad (3)$$

де $Kp2$ - кількість рівнів, утворених ключами другого блоку перемикачів.

У варіанті, показаному на Фіг.22, максимальний коефіцієнт трансформації має місце при відкритих ключах: 102 та 105 у схемі 116 фази А, а мінімальний - при відкритих ключах 100 та 103.

Ефективність і область застосування. Через масові застосування несиметричних та нелінійних приймачів фазні напруги трифазного джерела, наприклад, трифазної розподільчої мережі стають неоднаковими за величиною, а у спектрі фазних струмів крім основної гармоніки з'являються вищі гармоніки струму. Ці вищі гармоніки струму викликають дедалі більші втрати електричної енергії, зокрема, приводять до перегріву магнітопроводу та баку, а також до загорання ізоляції обмоток живильного трансформатора розподільчої мережі. Крім цього, несиметрія та вищі гармоніки напруг

викликають збій у роботі електронної апаратури приймача.

Метою винаходу є покращення якості електричної енергії приймача та джерела, зменшення втрат енергії у джерелі, збільшення жорсткості вихідних характеристик джерела та стабілізатора або регулятора, захисту приймача від витоків інформації та захисту приймача від впливу завад природного та штучного характеру. Ця мета досягається тим, що кожна обмотка пристрою виконана багатоланковою, а кожна одноланкова обмотка в ній розміщена на окремому стрижні магнітопроводу. Магнітні потоки, які наводяться в одноланкових та додаткових одноланкових обмотках, направлені назустріч і взаємно компенсуються. Через це пристрій набуває нової властивості: опір нульової послідовності знижується у десятки разів. А при виконанні тісного магнітного зв'язку цей опір практично рівний активній (резистивній) складовій опору проводу обмоток пристрою. Тісний магнітний зв'язок передбачає конструкцію виконання котушки, при якому провідник одноланкової обмотки оточений провідниками додаткової одноланкової обмотки (або двох додаткових одноланкових обмоток) і навпаки. При тісному магнітному зв'язку опір нульової послідовності пристрою можна вважати рівним нулеві при першому ступені наближення. Таку властивість мають кожні три дволанкові або триланкові обмотки, наприклад, 106 та 107, 114 та 115. Тому заявлений пристрій від 3 до 20 разів зменшує напруги нульової послідовності основної та вищих гармонік, причому і у джерелі, і у приймачі. Крім того, заявлений пристрій від 3 до 20 разів зменшує струми нульової послідовності основної та вищих гармонік у живильному трансформаторі мережі і, як наслідок, різко зменшує нагрів та збільшує коефіцієнт корисної дії живильного трансформатора. Пристрій забезпечує задовільну якість енергії джерела та приймача. При цьому приймач може бути як несиметричним, так і нелінійним. Пристрій грає роль пастки для струмів нульової послідовності основної та вищих гармонік. Пристрій перехоплює струми нульової послідовності і взаємно їх компенсує. Через це струми нульової послідовності не доходять до живильного трансформатора мережі і не нагрівають його магнітопровід та бак.

Описане виконання пристрою надає йому ще ряд важливих властивостей, наприклад, генерації напруги в обірваній лінійній або нульовій фазі мережі. При обриві фази джерела, наприклад, А1 міжфазні електромагнітні зв'язки генерують у фазах А1 входу та А2 виходу пристрою практично номінальну напругу, що підвищує живучість системи електропостачання в аварійних режимах.

Друга важлива властивість - збільшення жорсткості вихідних характеристик джерела та виходу пристрою. Завдяки цій властивості зменшуються коливання напруг джерела та приймача, а також зменшується небаланс напруг. Ця властивість виникає внаслідок зменшення опору нульової послідовності при приєднанні пристрою.

Третя важлива властивість - захист приймача від витоків інформації. Виток інформації легше виконати по несиметричних каналах зв'язку; таким каналом може бути трифазна мережа живлення.

Приєднання пристрою до трифазної мережі від 10 до 23 раз подавляє несиметричну заваду у трифазній мережі.

Четверта важлива властивість - захист приймача від впливу імпульсних завад природного та штучного характеру. Такими завадами є високовольтні імпульси напруги, наприклад, грозові. Подібні імпульси можуть бути створені штучно з метою пошкодження банку даних комп'ютерів, серверів та іншої важливої апаратури. Приєднання заявленого пристрою до джерела трифазних напруг зменшує амплітуди вказаних імпульсів від трьох до восьми і більше разів.

П'ята важлива властивість - зменшення напруги зміщення нейтралі відносно потенціалу землі у 3-20 разів. Це дає можливість зменшити протипожежну безпеку приймача та зменшити загрозу виникнення небезпечної напруги дотику.

Пристрій, показаний на Фіг.22, доцільно застосовувати за умови, коли середнє значення діапазону вхідних напруг менше номінального значення, встановленого стандартами ГОСТ 13109-97 або EN 50160-94. Якщо середнє значення діапазону вхідних напруг більше номінального значення, встановленого стандартами, слід використати варіант виконання, схема якого показана на Фіг.24 і інших подібних.

Комутаційні процеси у самому пристрої не викликають істотних коливань напруг та потужності у після комутаційний період у трифазній мережі. Тому у пристрої можуть бути використані як швидкодіючі напівпровідникові ключі, так і електро механічні розщеплювачі, наприклад, контактори, швидкодія яких не менша 0,2с.

Описаний варіант виконання гальванічної розв'язки джерела та приймача, показаний, наприклад, на Фіг.23 та Фіг.24, дозволяє зекономити до 27% міді та сталі. Такі варіанти виконання пристрою значно полегшують подавлення високочастотної складової завади спектру гармонік напруг у діапазоні 10кГц-1000МГц.

Даний пристрій може бути застосований у мережах загального призначення для стабілізації або регулювання напруги несиметричного та нелінійного приймача, К-фактор струмів спектру якого може складати від 4 до 25.

Перелік посилань

1. Golaski F.W., Telega T.J. Tap-changing series-multiple transformer system. Патент США №3818402, МПК H01F21/00. Виданий 18.07.1974.
2. Липковский К.А., Тонкаль В.Е., Музыченко А.Д., Озерянский А.А. Устройство для регулирования переменного напряжения. Авт. свид. СРСР №428366, МПК G05F1/14, Опубл. 24.04.1975.
3. Carpenter R.B., Drabkin M. Regulated A.C. power supply. Патент США №4591779, МПК G05F5/04. Виданий 27.05.1986.
4. Okamura M. AC power regulator with tap changer. Патент США №5119012, МПК G05F1/16. Виданий 02.06.1992.
5. Klinkenberg J.R., Duecker A.C. Means and method for controlling electrical transformer voltage regulating tapchangers. Патент США №5136233, МПК G05F1/20. Виданий 04.08.1992.
6. Bilger H., Ravot J.-F. Three-phase transformer with in Phase Regulating Winding for the Regulation of

phase Voltages. Патент США №5977761, МПК H01F30/12. Виданий 02.11.1999.

7. Degenoff R.C., Raedy S. Regulator with asymmetrical voltage increase/decrease capability for utility system. Патент США №5990667, МПК G05F1/16. Виданий 23.11.1999.

8. Hammond H. Variable output three-phase transformer. Патент USA. No 6087738. Виданий 11.07.2000.

9. Ghosh R., Besmen M.E. Voltage selection apparatus and method. Патент США №61082261, МПК H02J3/24. Виданий 22.08.2000.

10. Bair R.H., Elwood B.M., Region S.M. Voltage control device for increasing or decreasing voltage a load. Патент США №6100673, МПК G05F1/14. Виданий 08.08.2000.

11. Persson N., Schenstrom J. Method and a device for controlling a secondary voltage in a transformer device connected to a power network and comprising an on-load tap-changer. Патент США №6313614, МПК G05F1/14. Виданий 06.11.2001.

12. Suzuki F. Power controlling unit and thermal processing unit. Патент США №6351105, МПК G05F1/14. Виданий 26.02.2002.

13. Kramer W.O., Daneshpooy A. Static voltage regulator and controller. Патент США №6351106, МПК G05F1/16. Виданий 26.02.2002.

14. Kronberg J.W. Digitally-controlled stabilizer. Патент США №6417651, МПК G05F1/14. Виданий 09.07.2002.

15. Hammond P. Hybrid tap-charging transformer with full range of control and high resolution. Патент USA. No 6472851. Виданий 29.10.2002.

16. Hauer H. Limiting ring current in short circuit between adjacent partial windings by increasing leakage impedance. Патент США №6924631, МПК G05F1/14. Виданий 02.08.2005.

17. Matsumura K. Switching power supply control device and switching power supply. Патент USA No 7132818. МПК G05F1/10;1/652. Виданий 7.11.2006.

18. Fattohi S. Dual controlled output voltage anti-saturation, auto-transformer circuit methodology. Патент США №7154251, МПК G05F1/147. Виданий 26.11.2006.

19. Chung J.C. Alternating current power control device. Патент США №5808454, МПК G05F1/14. Виданий 15.09.1998.

20. Lace M. Voltage compensation system. Патент США №5883503, МПК G05F1/24. Виданий 16.03.1999.

21. Rajda J., Wu R., Static voltage regulator. Патент США №6137277, МПК G05F5/00. Виданий 24.10.2000.

22. Bellin M., Trainor J. Voltage regulator control system with multiple control programs. Патент США №5550460, МПК G05F1/14. Виданий 27.08.1996.

23. Rostron J.R. Voltage based var compensation system. Патент США №5900723, МПК G05F1/70. Виданий 04.05.1999.

24. Owen D.W. Transformer with tapped subwindings. Патент США №4255734, МПК H01F21/12. Виданий 10.03.1981.

25. Imoto M. Electric adjuster. Патент США №5821739, МПК G05F1/16. Виданий 13.10.1998.

26. Schrade G. AC voltage regulator. Патент США №4853608, МПК G05F1/20. Виданий 01.08.1989.

23

89839

24

27. Wein F. Regulating transformer. Патент США №4325020, МПК H01F29/02. Виданий 13.04.1982.
 28. Andrei R.G. Three-phase Auto Transformer with two Tap Changers for ratio and Phase-Angle Control.

Патент США №6011381, МПК G05F1/14. Виданий 04.01.2000.

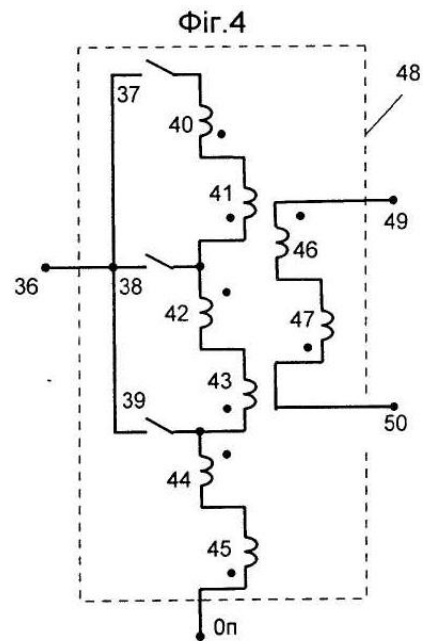
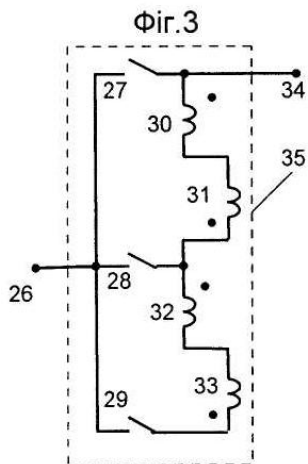
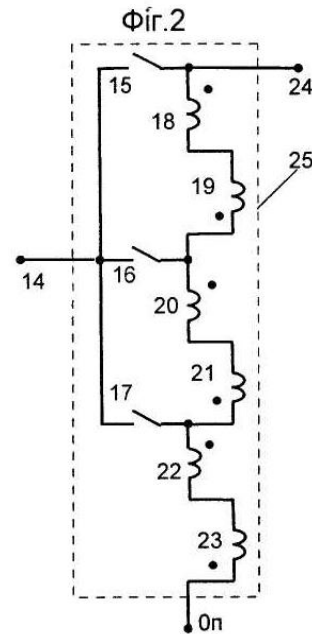
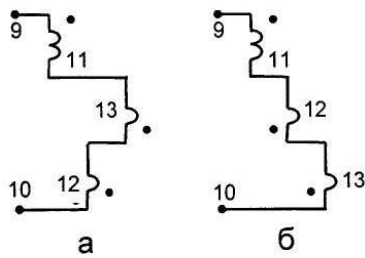
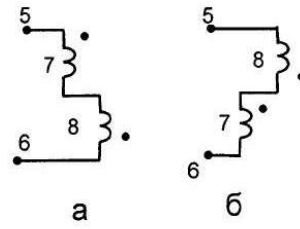
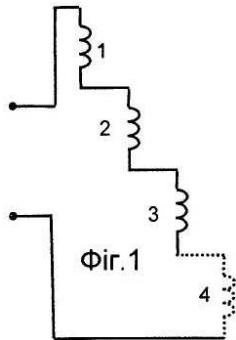


Fig. 5

Fig. 6

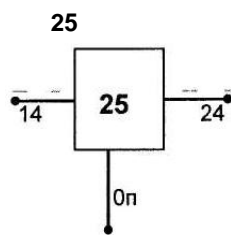


Fig.7

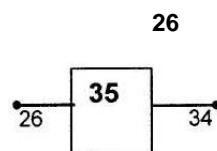


Fig.8

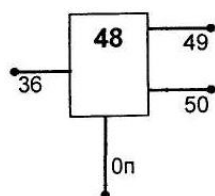
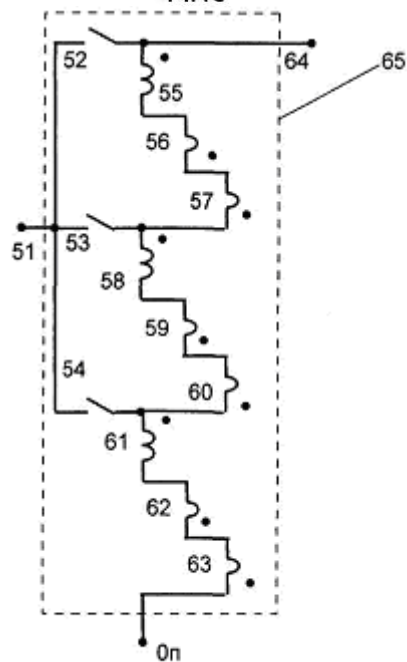


Fig.9

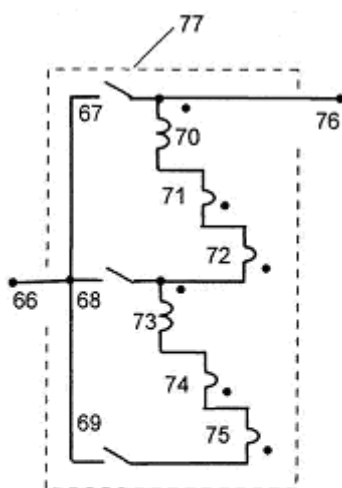


Fig.11

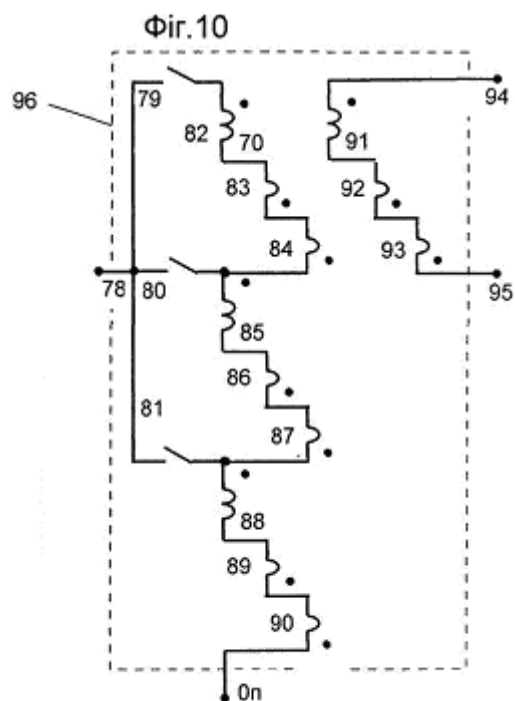


Fig.12

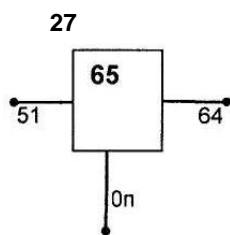


Fig.13

89839

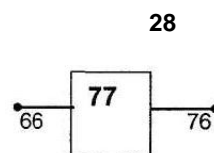


Fig.14

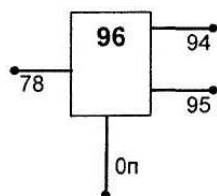


Fig.15

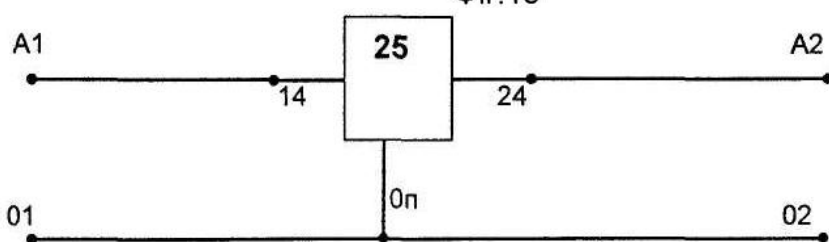


Fig.16

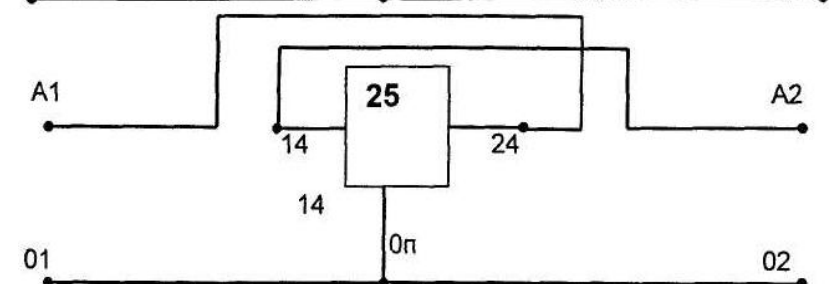


Fig.17

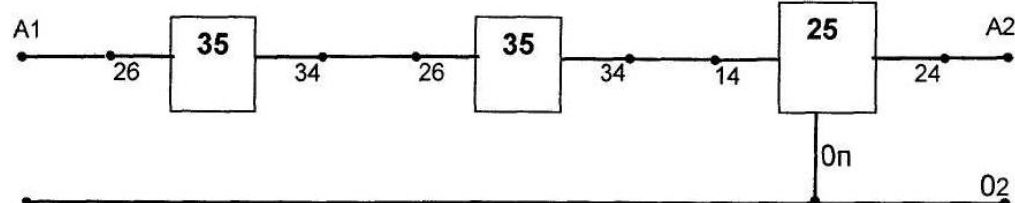


Fig.18

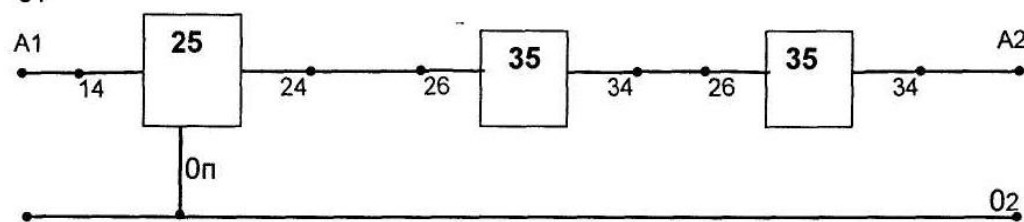


Fig.19

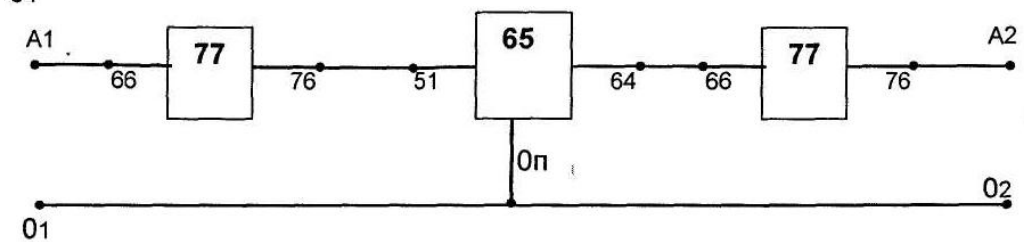
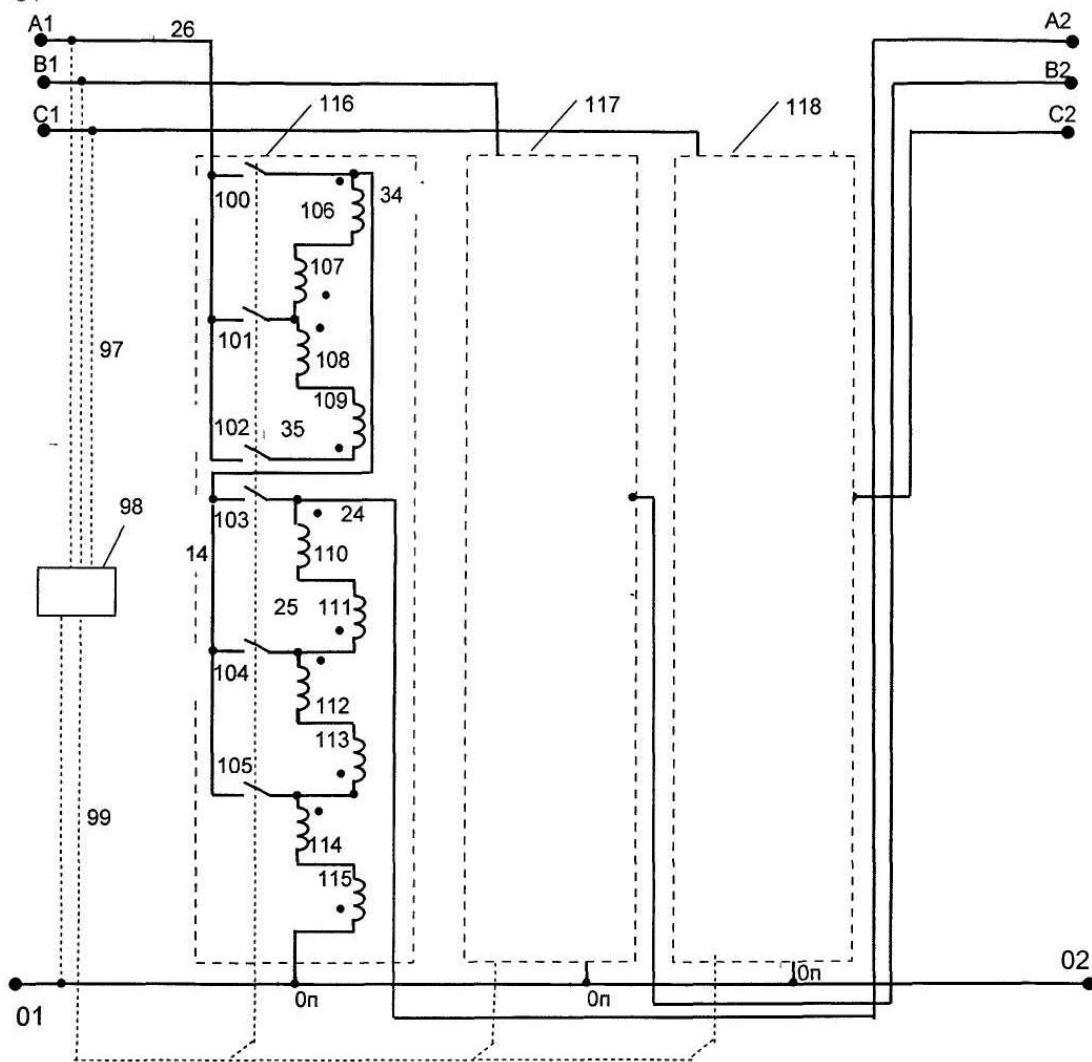
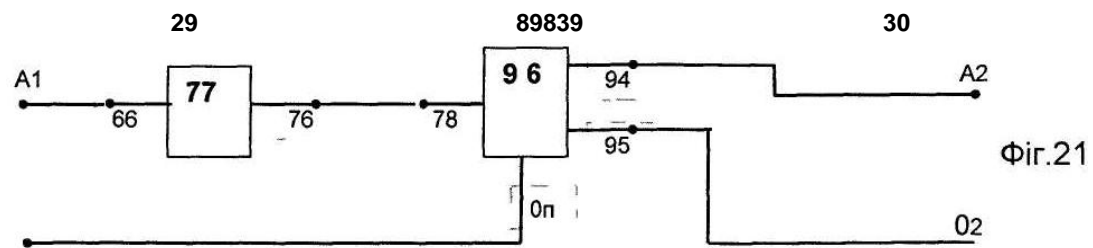


Fig.20



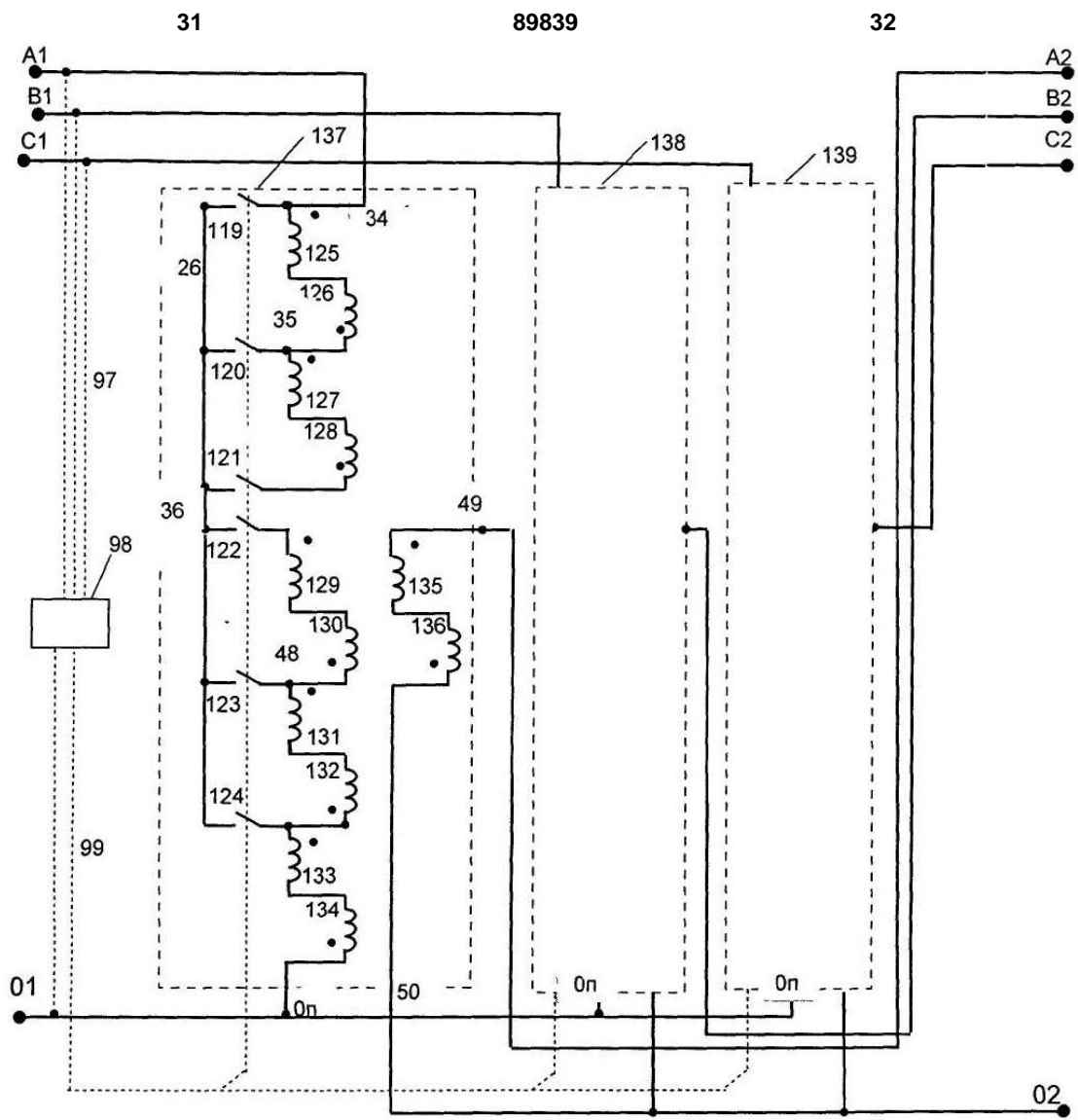


Fig.23

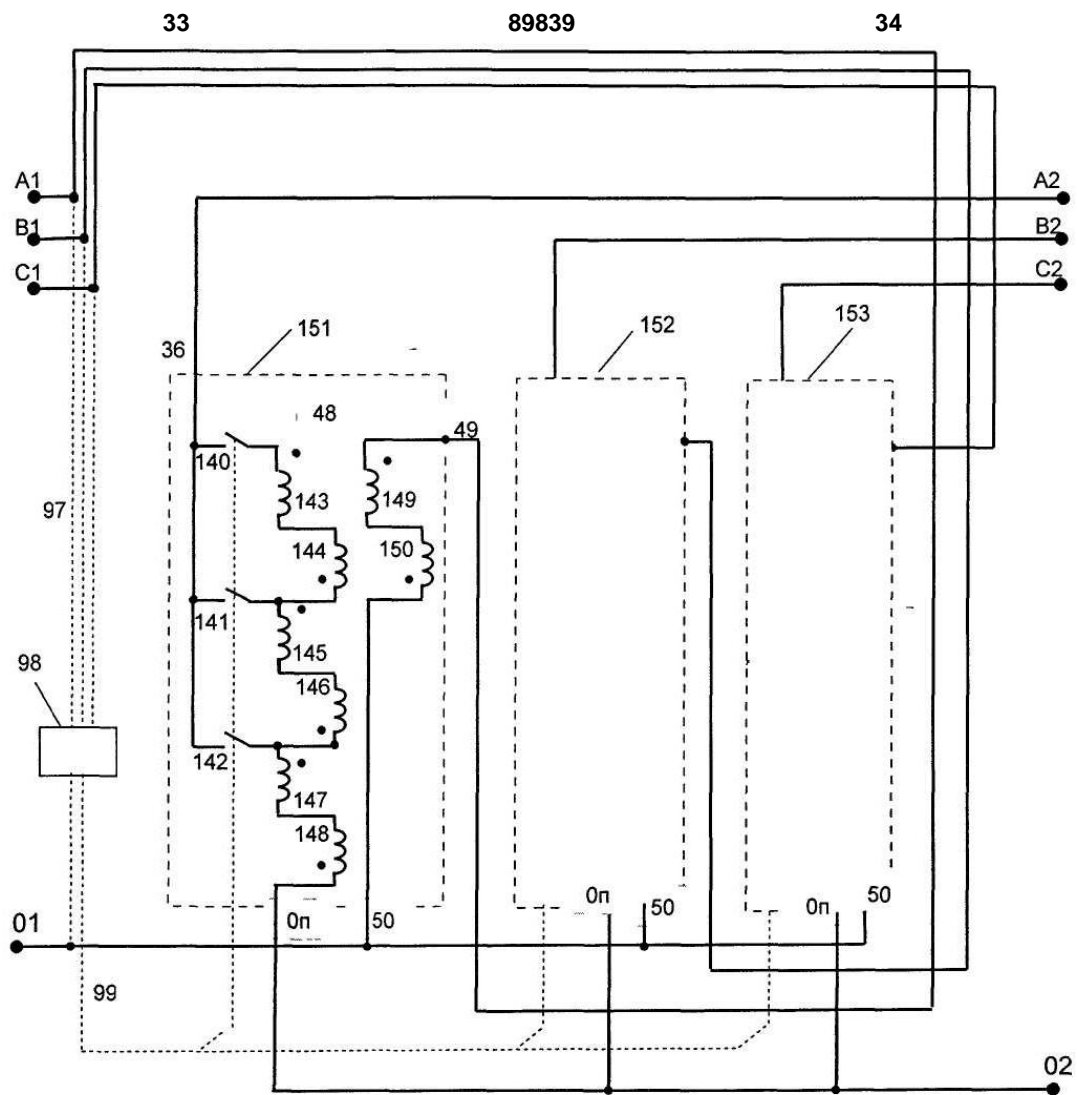


Fig.24