



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40295 (13) A

(51) 7 H02J3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОУСТАНОВКА ЕНЕРГОБЛОКА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

(21) 2000116582

(22) 21.11.2000

(24) 16.07.2001

(33) UA

(46) 16.07.2001, Бюл. № 6, 2001 р.

(72) Лисяк Георгій Миколайович, Маліновський Антон Антонович, Никонець Леонід Олексійович

(73) Національний університет "Львівська політехніка", UA, Відкрите акціонерне товариство "Захід-енерго", UA

(57) 1. Електроустановка енергоблока електростанції, що містить трифазний генератор з обмоткою статора, яка має три лінійні та три нейтральні виводи, блочний трифазний двообмотковий трансформатор, кожна з обмоток якого має три лінійні та три нейтральні виводи, та перший струмопровід, при цьому лінійні виводи вторинної обмотки блочного трансформатора приєднані до розподільної установки електростанції, нейтральні виводи вторинної обмотки блочного трансформатора з'єднані у зірку з заземленою нейтраллю, а лінійні виводи обмотки статора генератора приєднані пофазно до лінійних виводів первинної обмотки блочного трансформатора через перший струмопровід, яка **відрізняється** тим, що додатково містить другий струмопровід, при цьому нейтральні виводи обмотки статора генератора приєднані пофазно до нейтральних виводів первинної обмотки блочного трансформатора через другий струмопровід.

2. Електроустановка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що містить додатковий перший і додатковий другий струмопроводи, а генератор виконаний з додатковою обмоткою статора і блочний трансформатор виконаний з додатковою первинною обмоткою, при цьому лінійні та нейтральні виводи додаткової обмотки статора генератора приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів додаткової первинної обмотки блочного трансформатора через додатковий перший і додатковий другий струмопроводи.

3. Електроустановка за пп. 1, 2, яка **відрізняється** тим, що містить додатковий генератор, при цьому лінійні та нейтральні виводи обмотки статора додаткового генератора приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів додаткової первинної обмотки блочного трансформатора через додатковий перший і додатковий другий струмопроводи.

4. Електроустановка за пп. 1-3, яка **відрізняється** тим, що містить перший і другий компенсувальні трифазні реактори, лінійні виводи обмоток яких приєднані пофазно відповідно до першого та другого струмопроводів, а нейтральні виводи обмоток цих реакторів з'єднані у зірку з заземленими нейтраллями.

5. Електроустановка за п. 4, яка **відрізняється** тим, що нейтральні виводи обмоток першого та другого компенсувальних трифазних реакторів з'єднані пофазно між собою та заземлені.

6. Електроустановка за пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що містить перший трифазний трансформатор власних потреб, лінійні виводи вторинної обмотки якого приєднані пофазно до першої розподільної установки власних потреб енергоблока, до якої приєднані пофазно лінійні виводи навантаження власних потреб, при цьому перший і другий струмопроводи виконані відповідно з першим і другим відгалуженнями струмопроводів, через які вони приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів первинної обмотки першого трансформатора власних потреб.

7. Електроустановка за п. 6, яка **відрізняється** тим, що містить другий трифазний трансформатор власних потреб, лінійні виводи вторинної обмотки якого приєднані пофазно до електричного кола між лінійними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і першою розподільною установкою власних потреб, при цьому первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між виводами обмотки статора генератора та відгалуженням струмопроводу.

8. Електроустановка за п. 7, яка **відрізняється** тим, що первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між відгалуженнями струмопроводу та виводами первинної обмотки блочного трансформатора.

9. Електроустановка за п. 8, яка **відрізняється** тим, що первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами вторинної обмотки блочного трансформатора та розподільною установкою електростанції.

10. Електроустановка за п. 9, яка **відрізняється** тим, що первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між нейтральними виводами

(19) UA (11) 40295 (13) A

вторинної обмотки блочного трансформатора та нейтраллю.

11. Електроустановка за пп. 7-10, яка **відрізняється** тим, що містить струмообмежувальний трифазний реактор, обмотка якого увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і місцем приєднання лінійних виводів вторинної обмотки другого трансформатора власних потреб.

12. Електроустановка за п. 11, яка **відрізняється** тим, що струмообмежувальний трифазний реактор виконаний з двоєним з додатковою обмоткою, при цьому одні кінці обмоток реактора через окремі виводи приєднані пофазно відповідно до лінійних виводів вторинних обмоток першого та другого трансформаторів власних потреб, а інші кінці обмоток реактора з'єднані пофазно між собою та через спільні виводи приєднані пофазно до першої розподільної установки власних потреб.

13. Електроустановка за пп. 7-10, яка **відрізняється** тим, що містить трифазне джерело живлення, а вторинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і першою розподільною установкою власних потреб, при цьому первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно між лінійними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і лінійними виводами трифазного джерела живлення.

14. Електроустановка за п. 13, яка **відрізняється** тим, що містить перші та другі комутаційні трифазні апарати, при цьому трифазне джерело живлення приєднане пофазно до виводів первинної обмотки другого трансформатора власних потреб через перші комутаційні апарати, а різноміснні виводи вторинної обмотки другого трансформато-

ра власних потреб з'єднані пофазно між собою другими комутаційними апаратами.

15. Електроустановка за п. 6, яка **відрізняється** тим, що містить другу розподільну установку власних потреб, а вторинна обмотка першого трансформатора власних потреб і навантаження власних потреб виконані з трьома нейтральними виводами відповідно, які приєднані пофазно до другої розподільної установки власних потреб.

16. Електроустановка за пп. 15 і 7-12, яка **відрізняється** тим, що нейтральні виводи вторинної обмотки другого трансформатора власних потреб приєднані пофазно до електричного кола між нейтральними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і другою розподільною установкою власних потреб.

17. Електроустановка за пп. 15 і 13, 14, яка **відрізняється** тим, що нейтральні виводи трифазного джерела живлення приєднані пофазно до електричного кола між нейтральними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і другою розподільною установкою власних потреб.

18. Електроустановка за пп. 15-17, яка **відрізняється** тим, що містить компенсувальні трифазні реактори власних потреб, лінійні виводи обмоток яких приєднані пофазно відповідно до електричних кіл між однойменними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і навантаження власних потреб, при цьому нейтральні виводи обмоток цих реакторів з'єднані у зірки з заземленими нейтралями.

19. Електроустановка за п. 18, яка **відрізняється** тим, що нейтральні виводи обмоток компенсувальних трифазних реакторів власних потреб з'єднані пофазно між собою та заземлені.

20. Електроустановка за пп. 6-19, яка **відрізняється** тим, що містить генераторні трифазні комутаційні апарати у колах струмопроводів.

Винахід відноситься до електроенергетики та може знайти застосування на потужних електростанціях з блочними схемами видавання електроенергії.

Відома електроустановка енергоблока електростанції, що містить трифазний генератор з обмоткою статора, яка має три лінійні та три нейтральні виводи, блочний трифазний двообмотковий трансформатор, кожна з обмоток якого має три лінійні та три нейтральні виводи, та перший струмопровід, при цьому лінійні виводи вторинної обмотки блочного трансформатора приєднані до розподільної установки електростанції, нейтральні виводи вторинної обмотки блочного трансформатора з'єднані у зірку з заземленою нейтраллю, а лінійні виводи обмотки статора генератора приєднані пофазно до лінійних виводів первинної обмотки блочного трансформатора через перший струмопровід [Электрическая часть станций и подстанций: Учеб. для вузов /А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова и др.; под ред. А.А. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с., с. 348-349, рис. 24.2].

Однак надійність такої електроустановки енергоблока електростанції недостатньо висока, тому що в ній мають місце великі значення струмів під час виникнення міжфазних коротких замикань на генераторній напрузі, які призводять до значних електродинамічних і термічних діянь на електро-технічне обладнання й металеві конструкції, а також висока напруженість електричного поля на ізоляції обмоток статорів генераторів і трансформаторів, яка призводить до прискореного старіння ізоляції через тепловий нагрів та іонізаційне руйнування, внаслідок чого зменшується їх парковий ресурс. Виникнення коротких замикань, у тому числі й зовнішніх, призводить до зниження напруги на шинах власних потреб енергоблока, внаслідок чого може порушитися технологічний процес видавання електроенергії й зменшитися час використання установленної потужності енергоблока. Для виключення можливості виникнення в електроустановці енергоблока електростанції міжфазних коротких замикань на генераторній напрузі з'єднання лінійних виводів обмотки статора генератора з лінійними виводами первинної обмотки блочного трансформатора виконують пофазно екрановани-

ми струмопроводами. Але такі струмопроводи не зменшують ймовірності внутрішніх пошкоджень в генераторі, у тому числі й через іонізаційні руйнування ізоляції обмотки статора. Поряд з тим, аналіз причин аварійних вимкнень енергоблоків на електростанціях показує, що значна частина внутрішніх пошкоджень в генераторах завершується виникненням в них міжфазних коротких замикань з великими струмами й значними пошкодженнями генераторів, а також суттєвим зниженням напруги на шинах власних потреб, і, як наслідок, призводить до простоювання енергоблока протягом часу проведення ремонтних робіт. При цьому для збереження роботи електроприймачів власних потреб під час зниження напруги на шинах власних потреб застосовують складні системи резервного живлення.

В основу винаходу поставлено завдання створити електроустановку енергоблока електростанції, у якій уведення нових елементів, нове виконання елементів і зв'язків між ними, дозволило б зменшити значення струмів, електродинамічних і термічних діянь на електротехнічне обладнання й металеві конструкції під час виникнення міжфазних коротких замикань, зменшити напруженість електричного поля на ізоляції обмоток статорів генераторів і трансформаторів, забезпечити підтримання необхідного рівня напруги на навантаженні власних потреб енергоблока під час коротких замикань в розподільній установці електростанції та прилеглий до неї електричній мережі, і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається тим, що електроустановка енергоблока електростанції, що містить трифазний генератор з обмоткою статора, яка має три лінійні та три нейтральні виводи, блочний трифазний двообмотковий трансформатор, кожна з обмоток якого має три лінійні та три нейтральні виводи, та перший струмопровід, при цьому лінійні виводи вторинної обмотки блочного трансформатора приєднані до розподільної установки електростанції, нейтральні виводи вторинної обмотки блочного трансформатора з'єднані у зірку з заземленою нейтраллю, а лінійні виводи обмотки статора генератора приєднані пофазно до лінійних виводів первинної обмотки блочного трансформатора через перший струмопровід, згідно з винаходом, додатково містить другий струмопровід, при цьому нейтральні виводи обмотки статора генератора приєднані пофазно до нейтральних виводів первинної обмотки блочного трансформатора через другий струмопровід.

Уведення другого струмопроводу та нових зв'язків між елементами дозволить зменшити значення струмів, електродинамічних і термічних діянь на обмотки статора генератора і блочного трансформатора та підтримувати необхідний рівень напруги на навантаженні власних потреб під час міжфазних коротких замикань на генераторній напрузі, зменшити напруженість електричного поля на ізоляції обмотки статора генератора та первинної обмотки блочного трансформатора в усіх режимах і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить додатковий перший і додатковий другий струмопроводи, а генератор виконаний з додатко-

вою обмоткою статора і блочний трансформатор виконаний з додатковою первинною обмоткою, при цьому лінійні та нейтральні виводи додаткової обмотки статора генератора приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів додаткової первинної обмотки блочного трансформатора через додатковий перший і додатковий другий струмопроводи.

Це дозволяє підвищити надійність роботи електроустановки енергоблока електростанції, генератор якої може мати одну і більше додаткових обмоток статора.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить додатковий генератор, при цьому лінійні та нейтральні виводи обмотки статора додаткового генератора приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів додаткової первинної обмотки блочного трансформатора через додатковий перший і додатковий другий струмопроводи.

Це дозволяє підвищити надійність роботи електроустановки енергоблока електростанції, який може містити один і більше додаткових генераторів.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить перший і другий компенсуювальні трифазні реактори, лінійні виводи обмоток яких приєднані пофазно відповідно до першого та другого струмопроводів, а нейтральні виводи обмоток цих реакторів з'єднані у зірку з заземленими нейтралями.

Це забезпечує додатково рівномірний розподіл напруженості електричного поля на ізоляції обмотки статора генератора та первинної обмотки блочного трансформатора і тим самим підвищує надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції нейтральні виводи обмоток першого та другого компенсуювальних трифазних реакторів з'єднані пофазно між собою та заземлені.

Це забезпечує додатково зменшення значень струмів через заземлювальний пристрій в усіх режимах і тим самим підвищує надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить перший трифазний трансформатор власних потреб, лінійні виводи вторинної обмотки якого приєднані пофазно до першої розподільної установки власних потреб енергоблока, до якої приєднані пофазно лінійні виводи навантаження власних потреб, при цьому перший і другий струмопроводи виконані відповідно з першим і другим відгалуженнями струмопроводів, через які вони приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів первинної обмотки першого трансформатора власних потреб.

Це дозволяє додатково поширити раніше вказані переваги на первинну обмотку першого трифазного трансформатора власних потреб і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить другий трифазний трансформатор власних потреб, лінійні виводи вторинної обмотки якого приєднані пофазно до електричного кола між лінійними виводами вторинної обмотки першого

трансформатора власних потреб і першою розподільною установкою власних потреб, при цьому первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між виводами обмотки статора генератора та відгалуженням струмопроводу.

Це забезпечує додатково підтримання необхідного рівня напруги на навантаженні власних потреб при зміні навантаження енергоблока без пристроїв РПН трансформаторів, а також під час коротких замикань в розподільній установці електростанції та в прилеглий до неї електричній мережі і тим самим підвищує надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між відгалуженням струмопроводу та виводами первинної обмотки блочного трансформатора.

Це дозволяє зменшити струмове завантаження первинної обмотки другого трансформатора власних потреб і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами вторинної обмотки блочного трансформатора та розподільною установкою електростанції.

Це дозволить у більшій мірі зменшити струмове завантаження первинної обмотки другого трансформатора власних потреб і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між нейтральними виводами вторинної обмотки блочного трансформатора та нейтраллю.

Це дає менші значення напруг на ізоляції первинної обмотки другого трансформатора власних потреб і тим самим підвищує надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить струмообмежувальний трифазний реактор, обмотка якого увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і місцем приєднання лінійних виводів вторинної обмотки другого трансформатора власних потреб.

Це дозволяє додатково знизити рівень струмів під час коротких замикань в електричному колі навантаження власних потреб, а також забезпечити необхідний рівень напруги на навантаженні власних потреб і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції струмообмежувальний трифазний реактор виконаний здвоєним з додатковою обмоткою, при цьому одні кінці обмоток реактора через окремі виводи приєднані пофазно відповідно до лінійних виводів вторинних обмоток першого та другого трансформаторів власних потреб, а інші кінці обмоток реактора з'єднані пофазно між собою та через спільні виводи приєднані пофазно до першої розподільної установки власних потреб.

Це дозволяє додатково забезпечувати необхідний рівень напруги на навантаженні власних потреб енергоблока під час нормальних режимів і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить трифазне джерело живлення, а вторинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і першою розподільною установкою власних потреб, при цьому первинна обмотка другого трансформатора власних потреб увімкнена пофазно послідовно між лінійними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і лінійними виводами трифазного джерела живлення.

Це дозволяє додатково використати трифазне джерело живлення для забезпечення необхідного рівня напруги на навантаженні власних потреб енергоблока і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить перші та другі комутаційні трифазні апарати, при цьому трифазне джерело живлення приєднане пофазно до виводів первинної обмотки другого трансформатора власних потреб через перші комутаційні апарати, а різноименні виводи вторинної обмотки другого трансформатора власних потреб з'єднані пофазно між собою другими комутаційними апаратами.

Це дозволяє забезпечити живлення навантаження власних потреб при несправних трифазному джерелі живлення, або другому трансформаторі власних потреб і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції з першим трансформатором власних потреб містить другу розподільну установку власних потреб, а вторинна обмотка першого трансформатора власних потреб і навантаження власних потреб виконані з трьома нейтральними виводами відповідно, які приєднані пофазно до другої розподільної установки власних потреб.

Це дозволить зменшити значення струмів, електродинамічних і термічних діянь на вторинну обмотку першого трансформатора власних потреб і електротехнічне устаткування власних потреб та підтримувати необхідний рівень напруги на навантаженні власних потреб під час міжфазних коротких замикань на стороні власних потреб, зменшити напруженість електричного поля на ізоляції вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і електроустаткуванні власних потреб в усіх режимах і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції нейтральні виводи вторинної обмотки другого трансформатора власних потреб приєднані пофазно до електричного кола між нейтральними виводами вторинної обмотки першого трансформатора

власних потреб і другою розподільною установкою власних потреб.

Це дозволяє додатково поширити раніше вказані переваги на вторинну обмотку другого трансформатора власних потреб і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції нейтральні виводи трифазного джерела живлення приєднані пофазно до електричного кола між нейтральними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і другою розподільною установкою власних потреб.

Це дозволяє додатково поширити раніше вказані переваги на трифазне джерело живлення і тим самим підвищити надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції з другою розподільною установкою власних потреб містить компенсувальні трифазні реактори власних потреб, лінійні виводи обмоток яких приєднані пофазно відповідно до електричних кіл між однойменними виводами вторинної обмотки першого трансформатора власних потреб і навантаження власних потреб, при цьому нейтральні виводи обмоток цих реакторів з'єднані у зірки з заземленими нейтраллями.

Це забезпечує додатково рівномірний розподіл напруженості електричного поля на ізоляції вторинних обмоток трансформаторів власних потреб, джерела живлення та електроустаткування власних потреб і тим самим підвищує надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що в електроустановці енергоблока електростанції з компенсувальними трифазними реакторами власних потреб нейтральні виводи обмоток компенсувальних трифазних реакторів власних потреб з'єднані пофазно між собою та заземлені.

Це забезпечує додатково зменшення значень струмів через заземлювальний пристрій в усіх режимах і тим самим підвищує надійність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що електроустановка енергоблока електростанції містить генераторні трифазні комутаційні апарати у колах струмопроводів.

Це дозволяє додатково підвищити надійність живлення навантаження власних потреб енергоблока і тим самим надійність роботи.

Технічна суть і принцип дії запропонованого пристрою пояснюються фіг. 1÷20. На фіг. 1 зображена електроустановка енергоблока електростанції з трифазним генератором з однією обмоткою статора, блочним трифазним двообмотковим трансформатором (БТ), розподільною установкою (РУ) електростанції та першим і другим струмопроводами (СП); на фіг. 2 - електроустановка з генератором з додатковою обмоткою статора, з БТ з додатковою первинною обмоткою, з додатковими першим і другим СП; на фіг. 3 - електроустановка з додатковим трифазним генератором; на фіг. 4 і 5 - електроустановки з першим і другим компенсувальними трифазними реакторами; на фіг. 6 - електроустановка з першим і другим відгалуженнями струмопроводів (ВСП), з першим трифазним трансформатором власних потреб (ТВП), з першою розподільною установкою власних потреб (РУ ВП) та

з навантаженням власних потреб (ВП); на фіг. 7-10 - електроустановки з другим ТВП; на фіг. 11 і фіг. 12 - електроустановки з струмообмежувальним трифазним реактором; на фіг. 13 - електроустановка з другим ТВП і з трифазним джерелом живлення; на фіг. 14 - електроустановка з першим і другим комутаційними апаратами; на фіг. 15 - електроустановка з другою РУ ВП; на фіг. 16 - електроустановка з другою РУ ВП і з другим ТВП; на фіг. 17 - електроустановка з другою РУ ВП і трифазним джерелом живлення; на фіг. 18 і фіг. 19 - електроустановки з першим і другим компенсувальними трифазними реакторами ВП; на фіг. 20 - електроустановка з двома генераторними трифазними комутаційними апаратами у колі кожного СП.

Електроустановка енергоблока електростанції (фіг. 1) містить трифазний генератор 1 з обмоткою 2 статора, яка має три лінійні 3 та три нейтральні 4 виводи, блочний трифазний двообмотковий трансформатор (БТ) 5, первинна 6 та вторинна 7 обмотки якого мають по три лінійні 8 і 9 та по три нейтральні 10 і 11 виводи відповідно, перший 12 і другий 13 струмопроводи (СП). Лінійні 3 та нейтральні 4 виводи обмотки 2 статора генератора 1 приєднані пофазно відповідно до лінійних 8 і нейтральних 10 виводів первинної обмотки 6 БТ 5 через перший 12 і другий 13 СП. Лінійні виводи 9 вторинної обмотки 7 БТ 5 приєднані до розподільної установки (РУ) 14 електростанції, а нейтральні виводи 11 цієї обмотки 7 з'єднані у зірку з заземленою нейтраллю 15.

Електроустановка може містити один і більше додаткових перших і додаткових других струмопроводів, а генератор може бути виконаний з однією та більше додатковими обмотками статора і блочний трансформатор може бути виконаний з однією та більше додатковими первинними обмотками, при цьому лінійні та нейтральні виводи додаткових обмоток статора генератора приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів додаткових первинних обмоток блочного трансформатора через додаткові перші та додаткові другі струмопроводи. На фіг. 2 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 1 містить один додатковий перший 16 і один додатковий другий 17 СП, а генератор 1 виконаний з однією додатковою обмоткою 18 статора і БТ 5 виконаний з однією додатковою первинною обмоткою 19, при цьому лінійні 20 і 21 та нейтральні 22 і 23 виводи цих додаткових обмоток 18 і 19 з'єднані між собою пофазно відповідно через додатковий перший 16 і додатковий другий 17 СП.

Електроустановка може містити один і більше додаткових генераторів, які приєднані до відповідних додаткових первинних обмоток блочного трансформатора через відповідні додаткові перші та додаткові другі струмопроводи. На фіг. 3 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 1 містить один додатковий генератор 24, лінійні 25 і нейтральні 26 виводи обмотки 27 статора якого приєднані пофазно відповідно до лінійних 21 і нейтральних 23 виводів додаткової первинної обмотки 19 БТ 5 через додатковий перший 16 і додатковий другий 17 СП.

Електроустановка може містити один і більше перших і других компенсувальних трифазних реакторів з трьома лінійними і трьома нейтральними виводами їх обмоток відповідно, при цьому лінійні виводи обмоток цих реакторів приєднані пофазно відповідно до перших і других струмопроводів, а нейтральні виводи обмоток цих реакторів з'єднані у зірки з заземленими нейтраллями. На фіг. 4 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 1 містить один перший 28 і один другий 29 компенсувальні трифазні реактори, лінійні виводи 30 і 31 обмоток яких приєднані пофазно відповідно до першого 12 і другого 13 СП, а нейтральні виводи 32 і 33 обмоток цих реакторів 28 і 29 з'єднані у зірки з заземленими нейтраллями. Вказані компенсувальні реактори можуть застосовуватися аналогічно і в усіх електроустановках, що містять перший 12 і другий 13, а також додаткові перший 16 і другий 17 СП.

В електроустановці нейтральні виводи обмоток компенсувальних трифазних реакторів можуть бути з'єднані пофазно між собою та заземлені. На фіг. 5 зображений варіант такої електроустановки, яка містить всі елементи електроустановки на фіг. 4, при цьому нейтральні виводи 32 і 33 обмоток першого 28 і другого 29 компенсувальних трифазних реакторів з'єднані пофазно між собою та заземлені. Таке з'єднання нейтральних виводів обмоток компенсувальних трифазних реакторів може використовуватися також при застосуванні цих реакторів в усіх електроустановках, що містять перший 12 і другий 13, а також додаткові перший 16 і другий 17 СП.

Електроустановка може містити один і більше перших трифазних трансформаторів власних потреб (ТВП), лінійні виводи вторинних обмоток яких приєднані пофазно відповідно до однієї та більше перших розподільних установок власних потреб (РУ ВП), до яких приєднані пофазно відповідно лінійні виводи одного і більше навантажень власних потреб (НВП), при цьому перші та другі струмопроводи виконані відповідно з першими та другими відгалуженнями струмопроводів (ВСП), через які вони приєднані пофазно відповідно до лінійних і нейтральних виводів первинних обмоток перших ТВП. На фіг. 6 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 1 містить один перший трифазний двообмотковий ТВП 34, лінійні виводи 35 вторинної обмотки 36 якого приєднані пофазно до першої РУ ВП 37, до якої приєднані пофазно лінійні виводи 38 НВП 39, при цьому перший 12 і другий 13 СП виконані відповідно з першим 40 і другим 41 ВСП, через які ці струмопроводи приєднані пофазно відповідно до лінійних 42 і нейтральних 43 виводів первинної обмотки 44 першого ТВП 34. Таке приєднання може застосовуватися також в усіх електроустановках, що містять перший 12 і другий 13, а також додаткові перший 16 і другий 17 СП з відгалуженнями.

Електроустановка може містити один і більше других трифазних ТВП, лінійні виводи вторинних обмоток яких приєднані пофазно відповідно до електричних кіл між вторинними обмотками перших ТВП і першими РУ ВП, при цьому первинні обмотки других ТВП увімкнені пофазно послідовно

відповідно в електричні кола між обмотками старторів генераторів та відгалуженнями СП. На фіг. 7 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 6 містить один другий трифазний двообмотковий ТВП 45, лінійні виводи 46 вторинної обмотки 47 якого приєднані пофазно до електричного кола між лінійними виводами 35 вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 і першою РУ ВП 37, при цьому первинна обмотка 48 другого ТВП 45 своїми лінійними 49 і нейтральними 50 виводами увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами 3 обмотки 2 статора генератора 1 і ВСП 40. Таке приєднання другого ТВП може використовуватися також в усіх електроустановках, що мають додаткові перший і другий СПВ.

В електроустановці первинна обмотка другого ТВП може бути увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між відгалуженням СП та первинною обмоткою БТ. На фіг. 8 зображений варіант такої електроустановки, яка містить ті ж елементи, що й електроустановка на фіг. 7, але первинна обмотка 48 другого ТВП 45 своїми лінійними 49 і нейтральними 50 виводами увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між ВСП 40 і лінійними виводами 8 первинної обмотки 6 БТ 5.

В електроустановці первинна обмотка другого ТВП може бути увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між вторинною обмоткою БТ та РУ електростанції. На фіг. 9 зображений варіант такої електроустановки, яка містить ті ж елементи, що й електроустановки на фіг. 7, 8, але первинна обмотка 48 другого ТВП 45 своїми лінійними 49 і нейтральними 50 виводами увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами 9 вторинної обмотки 7 БТ 5 і РУ 14 електростанції.

В електроустановці первинна обмотка другого ТВП може бути увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між вторинною обмоткою БТ та нейтраллю. На фіг. 10 зображений варіант такої електроустановки, яка містить ті ж елементи, що й електроустановки на фіг. 7-9, але первинна обмотка 48 другого ТВП 45 своїми лінійними 49 і нейтральними 50 виводами увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між нейтральними виводами 11 вторинної обмотки 7 БТ 5 і нейтраллю 15.

Електроустановка може містити один і більше струмообмежувальні трифазні реактори, обмотки яких увімкнені пофазно послідовно відповідно в електричні кола між вторинними обмотками перших ТВП і місцями приєднання вторинних обмоток других ТВП. На фіг. 11 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 8 містить струмообмежувальний трифазний реактор 51, який виводами 52 і 53 його обмотки 54 увімкнений пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами 35 вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 і місцем 55 приєднання лінійних виводів 46 вторинної обмотки 47 другого ТВП 45. Такий струмообмежувальний реактор може також застосовуватися в усіх електроустановках, що містять перший 34 і другий 45 ТВП, а первинна обмотка 48 другого ТВП 45 увімкнена пофазно послідовно в електричне коло навантаження енергоблока.

В електроустановці струмообмежувальний трифазний реактор може бути виконаний здвоєним з додатковою обмоткою, при цьому одні кінці обмоток реактора через окремі виводи приєднані пофазно відповідно до лінійних виводів вторинних обмоток першого та другого ТВП, а інші кінці обмоток реактора з'єднані пофазно між собою та через спільні виводи приєднані пофазно до першої РУ ВП. На фіг. 12 зображений варіант такої електроустановки, яка містить ті ж елементи, що й електроустановка на фіг. 11, але реактор 51 виконаний здвоєним з додатковою обмоткою 56, при цьому одні кінці обмоток 54 і 56 реактора 51 через окремі виводи 52 і 57 приєднані пофазно відповідно до лінійних виводів 35 і 46 вторинних обмоток 36 і 47 першого 34 і другого 45 ТВП, а інші кінці обмоток 54 і 56 реактора 51 з'єднані пофазно між собою та через спільні виводи 58 приєднані пофазно до першої РУ ВП 37. Такий здвоєний реактор може також застосовуватися в усіх електроустановках, що містять перший 34 і другий 45 ТВП, а первинна обмотка 48 другого ТВП 45 увімкнена пофазно послідовно в електричне коло навантаження енергоблока.

Електроустановка може містити трифазне джерело живлення, при цьому вторинна обмотка другого ТВП увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами вторинної обмотки першого ТВП і першою РУ ВП, а первинна обмотка другого ТВП увімкнена пофазно послідовно між лінійними виводами вторинної обмотки першого ТВП і виводами трифазного джерела живлення. На фіг. 13 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 7-10 містить трифазне джерело живлення 59, при цьому вторинна обмотка 47 другого ТВП 45 своїми лінійними 46 і нейтральними 60 виводами увімкнена пофазно послідовно в електричне коло між лінійними виводами 35 вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 і першою РУ ВП 37, а первинна обмотка 48 другого ТВП 45 своїми виводами 49 і 50 увімкнена пофазно послідовно між лінійними виводами 35 вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 і лінійними виводами 61 трифазного джерела живлення 59. Трифазним джерелом живлення 59 може бути, зокрема, вторинна обмотка резервного трансформатора ВП електростанції.

Електроустановка може містити перші та другі комутаційні трифазні апарати, при цьому трифазне джерело живлення приєднане пофазно до виводів первинної обмотки другого ТВП через перші комутаційні апарати, а різноименні виводи вторинної обмотки другого ТВП з'єднані пофазно між собою другими комутаційними апаратами. На фіг. 14 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 13 містить перші 62 і другі 63 комутаційні трифазні апарати, при цьому лінійні виводи 61 джерела живлення 59 приєднані пофазно до виводів 50 первинної обмотки 48 другого ТВП 45 через перші комутаційні апарати 62, а різноименні виводи 46 і 60 вторинної обмотки 47 другого ТВП 45 з'єднані пофазно між собою другими комутаційними апаратами 63. Перші 62 і другі 63 комутаційні апарати можуть застосовуватися в усіх електро-

установках, у яких первинна обмотка 48 другого ТВП 45 приєднується до джерела живлення 59.

Електроустановка може містити другу РУ ВП, при цьому вторинна обмотка першого ТВП і НВП виконані з трьома нейтральними виводами відповідно, які приєднані пофазно до другої РУ ВП. На фіг. 15 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 6 містить другу РУ ВП 64, при цьому вторинна обмотка 36 першого ТВП 34 і НВП 39 виконані з трьома нейтральними виводами 65 і 66 відповідно, які приєднані пофазно до другої РУ ВП 64.

В електроустановці нейтральні виводи вторинної обмотки другого ТВП можуть бути приєднані пофазно до електричного кола між нейтральними виводами вторинної обмотки першого ТВП і другою РУ ВП. На фіг. 16 зображений варіант такої електроустановки, яка містить всі елементи електроустановки на фіг. 15 і на фіг. 8, при цьому вторинна обмотка 47 другого ТВП 45 своїми нейтральними виводами 60 приєднана пофазно до електричного кола між нейтральними виводами 65 вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 і другою РУ ВП 64.

В електроустановці нейтральні виводи трифазного джерела живлення можуть бути приєднані пофазно до електричного кола між нейтральними виводами вторинної обмотки першого ТВП і другою РУ ВП. На фіг. 17 зображений варіант такої електроустановки, яка містить всі елементи електроустановки на фіг. 15 і фіг. 13, при цьому незалежне джерело живлення 59 своїми нейтральними виводами 67 приєднане пофазно до електричного кола між нейтральними виводами 65 вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 і другою РУ ВП 64.

Електроустановка може містити компенсувальні трифазні реактори ВП, лінійні виводи обмоток яких приєднані пофазно відповідно до електричних кіл між однойменними виводами вторинної обмотки першого ТВП і НВП, при цьому нейтральні виводи обмоток цих реакторів з'єднані у зірки з заземленими нейтралями. На фіг. 18 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 15 містить компенсувальні трифазні реактори ВП 68 і 69, лінійні виводи 70 і 71 обмоток яких приєднані пофазно відповідно до електричних кіл між однойменними виводами 35 і 38 та 65 і 66 вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 і НВП 39, при цьому нейтральні виводи 72 і 73 обмоток цих реакторів 68 і 69 з'єднані у зірки з заземленими нейтралями.

В електроустановці нейтральні виводи обмоток компенсувальних трифазних реакторів ВП можуть бути з'єднані пофазно між собою та заземлені. На фіг. 19 зображений варіант такої електроустановки, яка містить всі елементи електроустановки на фіг. 18, при цьому нейтральні виводи 72 і 73 обмоток реакторів 68 і 69 з'єднані пофазно між собою та заземлені.

Електроустановка може містити генераторні трифазні комутаційні апарати у колах струмопроводів. На фіг. 20 зображений варіант такої електроустановки, яка додатково до елементів електроустановки на фіг. 6 містить два перші 74 і 75 та два другі 76 і 77 генераторні комутаційні трифазні апарати. Перші комутаційні апарати 74 і 75

увімкнені пофазно послідовно у коло першого СП 12 відповідно між першим ВСП 40 та лінійними виводами 3 обмотки 2 статора генератора 1 і лінійними виводами 8 первинної обмотки 6 БТ 5. Другі комутаційні апарати 76 і 77 увімкнені пофазно послідовно у коло другого СП 13 відповідно між другим ВСП 41 та нейтральними виводами 4 обмотки 2 статора генератора 1 і нейтральними виводами 10 первинної обмотки 6 БТ 5.

Електроустановка енергоблока електростанції працює так.

В електроустановці на фіг. 1 обмотки однойменних фаз обмотки 2 статора генератора 1, первинної обмотки 6 БТ 5 та однойменних фаз першого 12 і другого 13 СП утворюють систему з трьох однофазних гальванічно не зв'язаних між собою електричних кіл зі взаємним зсувом синусоїд фазних е.р.с. генератора 1 на ± 120 ел. град. Тому під час міжфазних коротких замикань як в обмотці 2 статора генератора 1 чи в первинній обмотці 6 БТ 5, так і в СП 12 чи 13, не виникають надструми в елементах та не змінюється рівень напруги між різнойменними виводами 3 і 4 та 8 і 10 обмоток однойменних фаз обмотки 2 статора генератора 1 і первинної обмотки 6 БТ 5. Тут струми міжфазних коротких замикань зумовлені лише наявністю часткових ємностей між гальванічно не зв'язаними фазами та між цими фазами й землею, внаслідок чого їх значення співмірні зі значеннями струмів під час замикання будь-якої фази в одній точці на землю у відомих трифазних електроустановках енергоблоків і значно менші за номінальний струм генератора. Крім того, у запропонованій електроустановці при пофазній симетрії параметрів елементів електричних кіл діючі значення напруг по відношенню до землі будь-якої точки гальванічно не зв'язаних між собою електричних кіл у 2 рази менші в нормальних режимах, а під час замикання однієї з фаз в одній точці на землю діючі значення напруг по відношенню до землі інших точок електричного кола цієї фази у $\sqrt{3}$ разів менші, порівняно з відовими трифазними електроустановками, внаслідок чого сповільнюється процес старіння ізоляції обмотки 2 статора генератора 1 та первинної обмотки 6 БТ 5. В результаті забезпечується вища надійність технологічного процесу видавання електроенергії, збільшення паркового ресурсу електротехнічного обладнання та можливість збільшення часу використання установленної потужності енергоблока електростанції.

В електроустановці на фіг. 2 обмотки фаз додаткової обмотки 18 статора генератора 1, додаткової первинної обмотки 19 БТ 5, та фаз додаткових першого 16 і другого 17 СП утворюють додаткову систему з трьох додаткових однофазних гальванічно не зв'язаних між собою електричних кіл, робота яких аналогічна описаній вище для електроустановки на фіг. 1. Крім того, враховуючи, що між двома системами електричних кіл також відсутній гальванічний зв'язок, під час пошкодження ізоляції між електричними колами однойменних фаз різних систем надструми не виникають. Таке виконання електроустановки може використовуватися на електростанціях, енергоблоки яких містять генератори з розщепленими на дві і більше гілок обмотками статорів, а їх блочні трансформатори виконані з розщепленими на дві і більше первин-

ними обмотками. В результаті забезпечується вища надійність роботи електроустановки енергоблока електростанції.

В електроустановці на фіг. 3 обмотки фаз обмотки 27 статора додаткового генератора 24, додаткової обмотки 19 БТ 5 та фази додаткових першого 16 і другого 17 СП утворюють додаткову систему з трьох додаткових однофазних гальванічно не зв'язаних між собою електричних кіл, робота яких аналогічна описаній вище для електроустановки на фіг. 2. В результаті забезпечується вища надійність роботи електроустановки енергоблока, який містить один і більше додаткових генераторів.

В електроустановці на фіг. 4 наявність компенсуювальних реакторів 28 і 29, приєднаних до СП 12 і 29, забезпечує у нормальних режимах надійну фіксацію потенціалів відповідно лінійних 3 і 8 та нейтральних 4 і 10 виводів обмотки 2 статора генератора 1 і первинної обмотки 6 БТ 5 на рівні половини значення номінальної фазної напруги та фіксацію нульового значення потенціалу посередині цих обмоток при несиметрії значень часткових ємностей гілок електричних кіл фаз на землю між вказаними лінійними та нейтральними виводами обмоток відповідно, що дозволяє продовжити ресурс обладнання, який обмежується допустимим старінням ізоляції (відомо, що ймовірність електричного пробиття ізоляції пропорційна величині прикладеної напруги у 13 чи 14 ступені).

В електроустановці на фіг. 5, у якій на відміну від електроустановки на фіг. 4 нейтральні виводи 30 і 31 компенсуювальних реакторів 28 і 29 з'єднані пофазно між собою та заземлені, при однакових параметрах обмоток однойменних фаз цих реакторів струми їх обмоток не протікатимуть через заземлювальний пристрій як при пофазній несиметрії параметрів електричних кіл, так і при несиметричному навантаженні генератора, що підвищує надійність роботи.

В електроустановці на фіг. 6, що містить перший ТВП 34, обмотки фаз первинної обмотки 44 цього ТВП 34 та ВСП 42 і 43 утворюють три однофазні гальванічно не зв'язані між собою електричні кола, з'єднані пофазно з СП 12 і 13, тому робота первинної обмотки 44 першого ТВП 34 та ВСП 40 і 41 аналогічна описаній вище для первинної обмотки 6 БТ 5 та СП 12 і 13 електроустановки на фіг. 1. Крім того, під час виникнення міжфазного короткого замикання у довільному місці електричного кола з боку первинної обмотки 44 ТВП 34, не змінюються значення напруг між виводами 42 і 43 обмоток фаз первинної обмотки 44 та міжфазних напруг між виводами 35 вторинної обмотки 36 ТВП 34, а також міжфазні напруги між виводами 38 навантаження ВП 39, що забезпечує неперервність роботи електроприймачів ВП. В результаті підвищується надійність роботи першого ТВП 34, ВСП 40 і 41 та НВП 39 енергоблока.

В електроустановках на фіг. 7-10, що містять другий ТВП 45, цей ТВП 45 працює у режимі заданого навантаженням енергоблока струму або обмотки 2 статора генератора 1 (фіг. 7), або первинної обмотки 6 БТ 5 (фіг. 8), або вторинної обмотки 7 БТ 5 (фіг. 9 і фіг. 10). Це забезпечує підтримання на необхідному рівні напруги на РУ ВП 37 і на НВП 39 під час коротких замикань як у РУ 14 електрос-

танції, так і в прилеглій до неї електричній мережі. У нормальних режимах енергоблока потужність НВП 39 розподіляється між першим 34 і другим 45 ТВП, при цьому бажаний розподіл досягається при певному коефіцієнті трансформації другого ТВП 45, значення якого в загальному випадку може бути комплексним числом. Під час вказаних вище коротких замикань зменшується напруга між виводами 3 і 4 обмотки 2 статора генератора 1 і зростає струм в електричному колі навантаження енергоблока, а значить зростає струм у первинній 48 і вторинній 47 обмотках другого ТВП 45, що забезпечує підтримання на необхідному рівні напруги на РУ ВП 37, отже і на НВП 39. У запропонованій схемі реалізується параметричний принцип підтримання на необхідному рівні напруги на РУ ВП і на НВП. Це дозволяє використовувати ТВП без пристроїв РПН, що збільшує надійність схеми, бо, як відомо, пристрої РПН трансформаторів є одними з найменш надійних елементів схем. Розподіл потужності навантаження ВП між першим і другим ТВП дозволяє зменшити значення номінальної потужності першого ТВП 34, при цьому зростає його реактанс і зменшується рівень аварійних струмів під час коротких замикань в електричній схемі ВП.

Електроустановка на фіг. 11 додатково до елементів електроустановки на фіг. 8 містить струмообмежувальний трифазний реактор 51. Наявність такого реактора 51 необхідна у тих випадках, коли параметри першого ТВП 34 не забезпечують підтримання необхідного рівня напруги на РУ ВП 37 і НВП 39 під час коротких замикань як у РУ 14 електростанції, так і в прилеглій до неї електричній мережі. Цей реактор 51 також додатково знижує рівень аварійних струмів під час коротких замикань в електричній схемі ВП.

В електроустановці на фіг. 12, на відміну від електроустановки на фіг. 11, реактор 51 виконаний здвоєним. Це дозволяє додатково покращити умови підтримання необхідного рівня напруги на РУ ВП 37 і НВП 39 за рахунок зменшення еквівалентного реактансу здвоєного реактора 51 у колі НВП 39 під час нормальних режимів енергоблока.

В електроустановці на фіг. 13 другий ТВП 45 працює в режимі вольтодобуточного трансформатора, при цьому параметри джерела живлення 59 вибираються такими, щоб в нормальних режимах енергоблока різниця напруг однострумкових виводів джерела живлення 59 і вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 була мінімальною, а в аварійних - максимальною. Тоді в нормальних режимах другий ТВП 45 чинить найменший вплив на рівень напруги на РУ ВП 37 і НВП 39, а в аварійних режимах під час коротких замикань суттєво збільшує цей рівень напруги порівняно з аналогічними режимами у відомих схемах.

Електроустановка на фіг. 14 додатково до елементів електроустановки на фіг. 13 містить комутаційні апарати 62 і 63. При справному стані джерела живлення 59 і другого ТВП 45 перші комутаційні апарати 62 увімкнені, а другі 63 - вимкнені, а при несправному стані джерела живлення 59 або другого ТВП 45 перші комутаційні апарати 62 вмикають, а другі 63 - вмикають, що підвищує надійність живлення НВП 39.

В електроустановці на фіг. 15 обмотки фаз вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 та фази

НВП 39, які з'єднані пофазно між собою відповідно через першу 37 і другу 64 РУ ВП, утворюють систему з трьох однофазних гальванічно не зв'язаних між собою електричних кіл, робота яких аналогічна описаній вище для першої системи з трьох однофазних електричних кіл електроустановки на фіг. 1. Таке приєднання поширює раніше вказані переваги роботи електроустановки на фіг. 1 на частину електроустановки, що містить вторинну обмотку 36 першого ТВП 34 і НВП 39, і може використовуватися в усіх схемах, що містять такі елементи.

В електроустановці на фіг. 16, у якій другий ТВП 45 працює в режимі заданого навантаженням енергоблока струму, обмотки фаз вторинної обмотки 47 другого ТВП 45 утворюють систему з трьох однофазних гальванічно не зв'язаних між собою електричних кіл, приєднаних пофазно відповідно до електричних кіл обмоток фаз вторинної обмотки 36 першого ТВП 34. Тому умови роботи вторинної обмотки 47 другого ТВП 45 аналогічні описаним вище для вторинної обмотки 36 ТВП 34 електроустановки на фіг. 15.

В електроустановці на фіг. 17, у якій другий ТВП 45 працює в режимі вольтодобуточного трансформатора, фази джерела живлення 59 та обмотки фаз первинної обмотки 48 другого ТВП 45 утворюють систему з трьох однофазних гальванічно не зв'язаних між собою електричних кіл, приєднаних пофазно відповідно до електричних кіл обмоток фаз вторинної обмотки 36 першого ТВП 34. Тому умови роботи первинної обмотки 48 другого ТВП 45 та джерела живлення 59 аналогічні описаним вище для вторинної обмотки 36 ТВП 34 електроустановки на фіг. 15.

В електроустановці на фіг. 18 наявність компенсуючих реакторів ВП 68 і 69 забезпечує для елементів електричних кіл з боку вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 умови роботи, аналогічні описаним вище для електроустановки на фіг. 4.

В електроустановці на фіг. 19, у якій на відміну від електроустановки на фіг. 18 нейтральні виводи 72 і 73 реакторів ВП 68 і 69 з'єднані пофазно між собою та заземлені, умови роботи елементів електричних кіл з боку вторинної обмотки 36 першого ТВП 34 аналогічні описаним вище для електроустановки на фіг. 5.

Електроустановка на фіг. 20 додатково до елементів електроустановки на фіг. 6 містить генераторні комутаційні апарати 74-77, наявність яких, чи частини з них, дозволяє поширити переваги відомих електроустановок енергоблоків з комутаційними апаратами в колі генератора щодо підвищення надійності їх роботи та живлення НВП на запропоновані вище електроустановки, які містять перший і другий струмопроводи з відгалуженнями.

Запропонована електроустановка енергоблока електростанції може бути реалізована під час спорудження нових і реконструкції діючих електростанцій. Такі електроустановки дозволяють через відсутність надструмів під час міжфазних коротких замикань і зменшення іонізаційних руйнувань при менших напруженостях електричного поля на ізоляції понизити вартість електротехнічного обладнання, розроблюваного для умов роботи у нових схемах, а також продовжити експлуатацію діючого

обладнання, ресурс якого в умовах тривалої експлуатації відомих схем практично вичерпаний. Підтримання на необхідному рівні напруги на навантаженні власних потреб збільшує живучість електростанцій в аварійних ситуаціях.

Реалізація запропонованих електроустановок вимагає затрат на спорудження додаткових струмопроводів на генераторній напрузі між генератором, блочним трансформатором, а також відгалужень до трансформаторів власних потреб. Проведені попередні розрахунки показали, що питоме збільшення капіталовкладень становитиме при цьому близько 0,055 грн/кВт (тут і надалі всі вартісні показники наведені в цінах 1988 р.).

Скорочення часу аварійного простоювання енергоблока й відповідно зменшення необхідного аварійного резерву в енергосистемі дасть питому економію капітальних затрат для енергоблоків потужністю 180÷200 МВт - (0,43÷1,08) грн/кВт, 250÷320 МВт - (0,2÷0,5) грн/кВт, 500 МВт - (1,5÷11,3) грн/кВт, 800 МВт - (1,6÷4) грн/кВт.

Зменшення обсягів аварійних ремонтів генераторів дасть економію еквівалентних капітальних затрат в межах (0,29÷0,32) грн/кВт.

Техніко-економічна ефективність обмеження значень струмів коротких замикань і підвищення надійності роботи обладнання в системі власних потреб енергоблока електростанції визначається такими основними чинниками:

а) зменшення ймовірності виникнення пожежі від запалювання кабелів;

б) зменшення обсягу пошкодження обладнання під час виникнення коротких замикань і, як наслідок, зменшення вартості ремонтних робіт;

в) підвищення надійності роботи технологічного обладнання електростанції, електропривод механізмів якого живиться від розподільної установки власних потреб енергоблока;

г) зменшення затрат на реалізацію схем живлення електроприводів механізмів власних потреб.

Запропоновані схемно-технічні вирішення можуть знизити ймовірність виникнення джерела запалювання в кабельній електричній мережі власних потреб практично до нуля.

Прийнявши відрахування на капітальний ремонт електродвигунів, які експлуатуватимуться у нових запропонованих схемах, в два рази меншими порівняно з нормою амортизаційних відрахувань на капітальний ремонт електродвигунів, які експлуатуються у відомих традиційних схемах з великими струмами міжфазних коротких замикань (2,9%), одержуємо економію відрахувань, перераховану в еквівалентні капіталовкладення:

$$\Delta K_{\text{екв}} = 0,5 \cdot 0,029 \cdot \frac{1}{0,15} \cdot K_{\text{пит.дв}} = 0,097 K_{\text{пит.дв}},$$

де питома вартість $K_{\text{пит.дв}}$ двигунів в залежності від типу та потужності знаходиться в межах (11÷40) грн/кВт, т.т. $\Delta K_{\text{екв}} = (1,067 \div 3,88)$ грн/кВт.

Економія еквівалентних капітальних затрат при загальній установленій на енергоблок електростанції потужності $S_{\text{уст.дв}}$ двигунів з номінальною напругою 6 кВ становитиме:

$$\Delta K_{\text{екв}\Sigma} = \Delta K_{\text{екв}} \cdot S_{\text{уст.дв}} = (1,067 \div 3,88) S_{\text{уст.дв}}.$$

Покращення технічних умов експлуатації електродвигунів власних потреб повинно збільшити термін їх роботи не менш ніж до 15 років порівняно з терміном у 10 років для відомих традиційних схем. За розрахунковий термін роботи енергоблока електростанції (30 років) необхідно буде лише дворазова, а не триразова, як у традиційних схемах, заміна парку електродвигунів власних потреб. Це дасть питому економію еквівалентних капітальних затрат близько 0,37 грн. на 1 кВт їх установленної потужності.

Відсутність надструмів під час коротких замикань в схемі живлення власних потреб дозволить застосовувати як комутаційні апарати вимикачі навантаження замість значно дорожчих вимикачів типів ВМПЭ-10-1600 чи ВК-10-1600-31,5, за рахунок чого економія на капіталовкладеннях у розподільні установки власних потреб становитиме 28%. Для узагальнюючої оцінки нами було виконане техніко-економічне порівняння типової та альтернативної (за запропонованим винаходом) схем власних потреб енергоблока з генератором 220 МВт Добротвірської ТЕС (Львівська область). Розрахункові затрати типового вирішення становлять 194,59 тис. грн., альтернативного - 189,18 тис. грн.

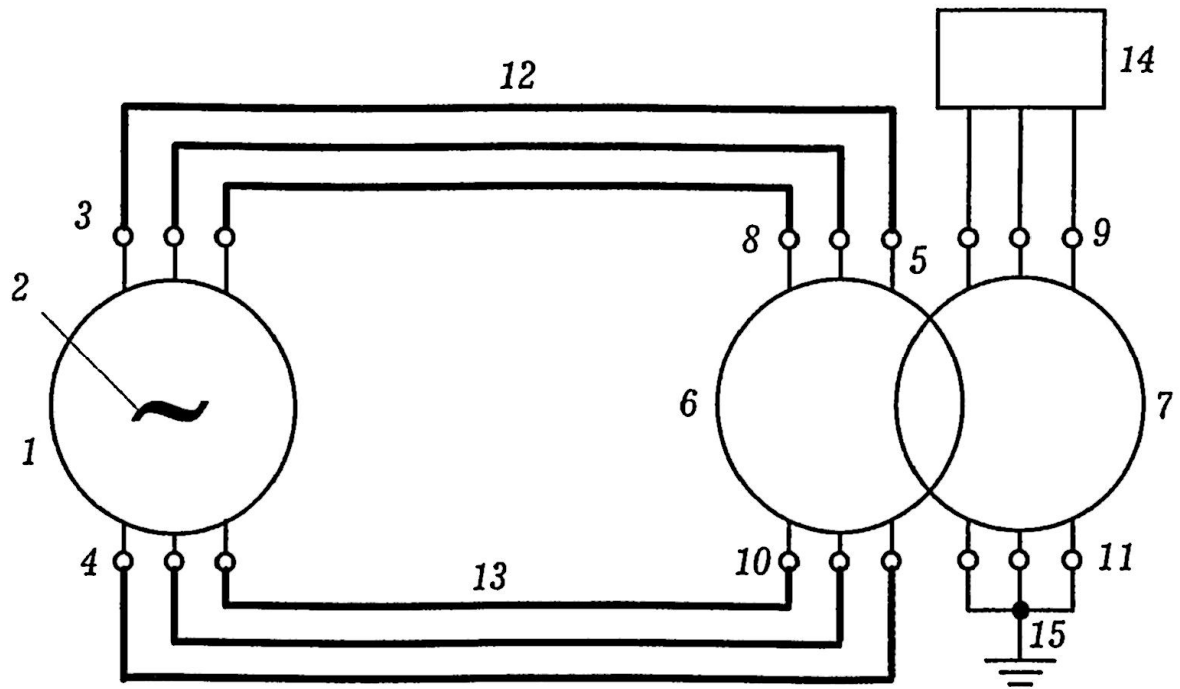


Fig. 1

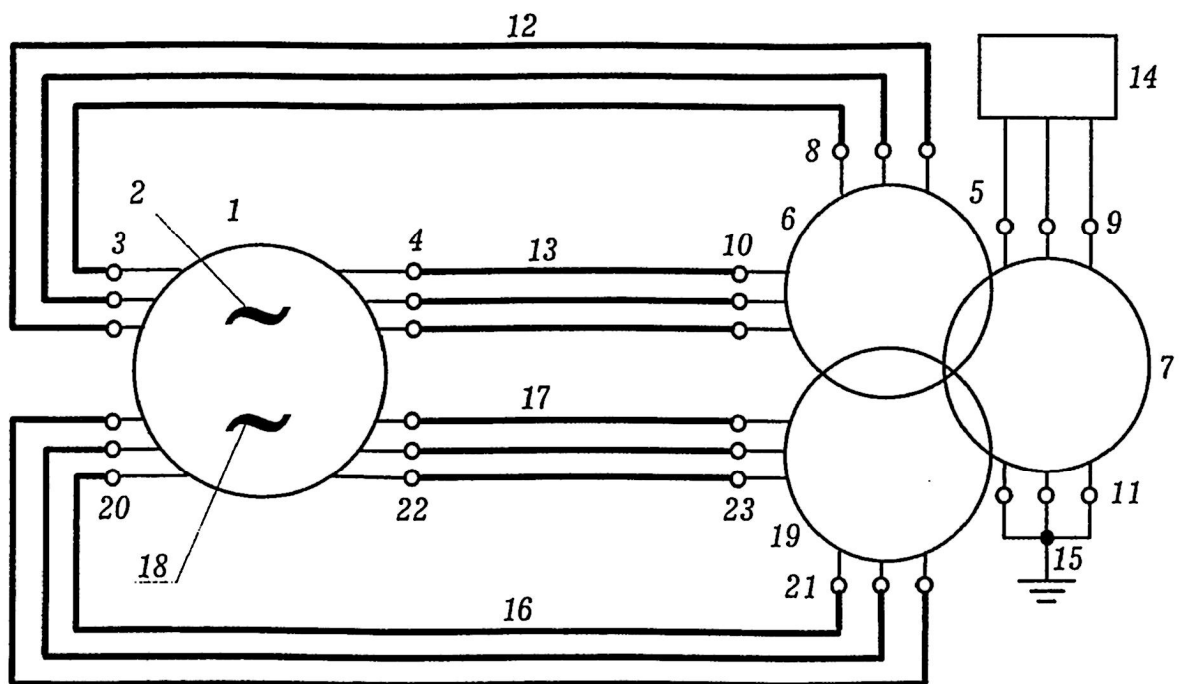


Fig. 2

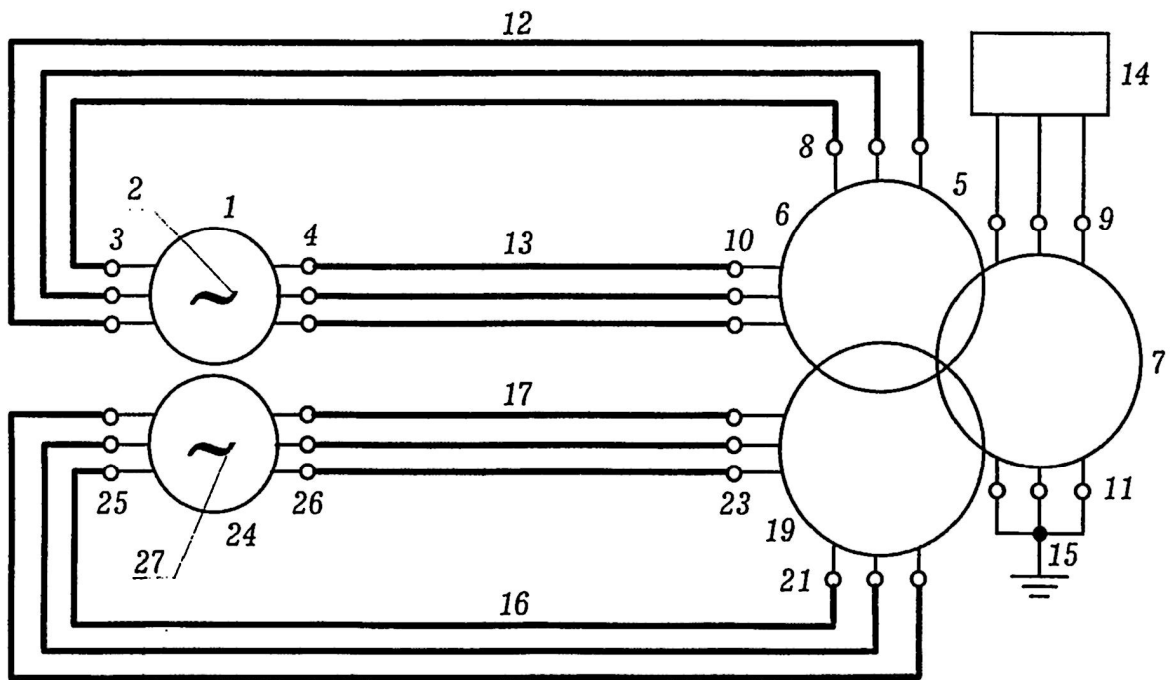


Fig. 3

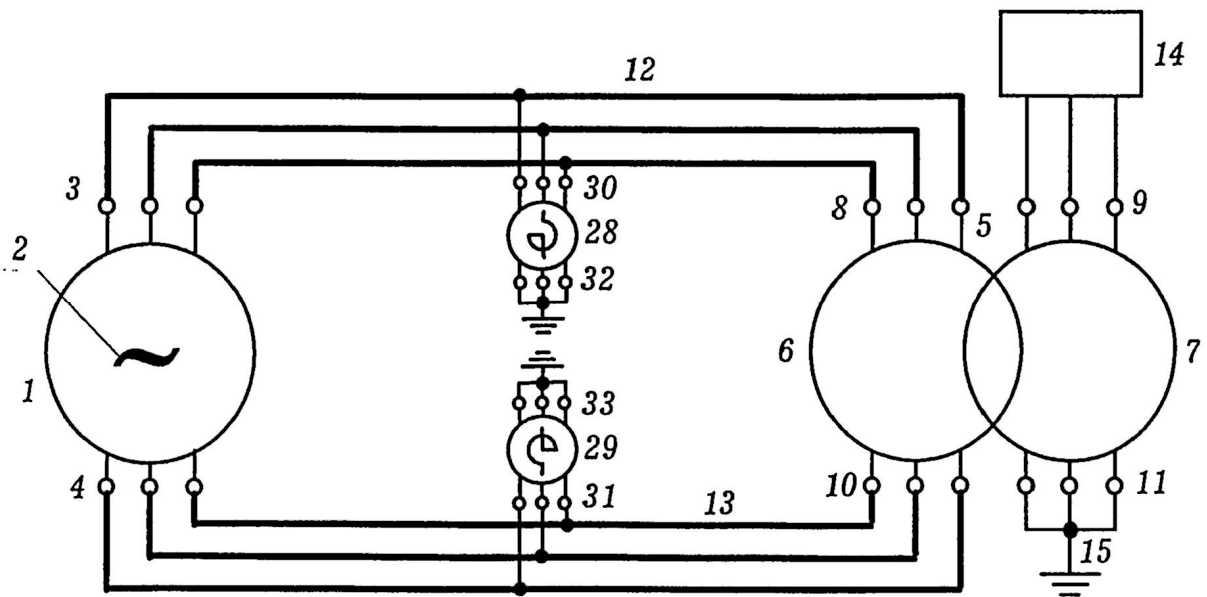


Fig. 4

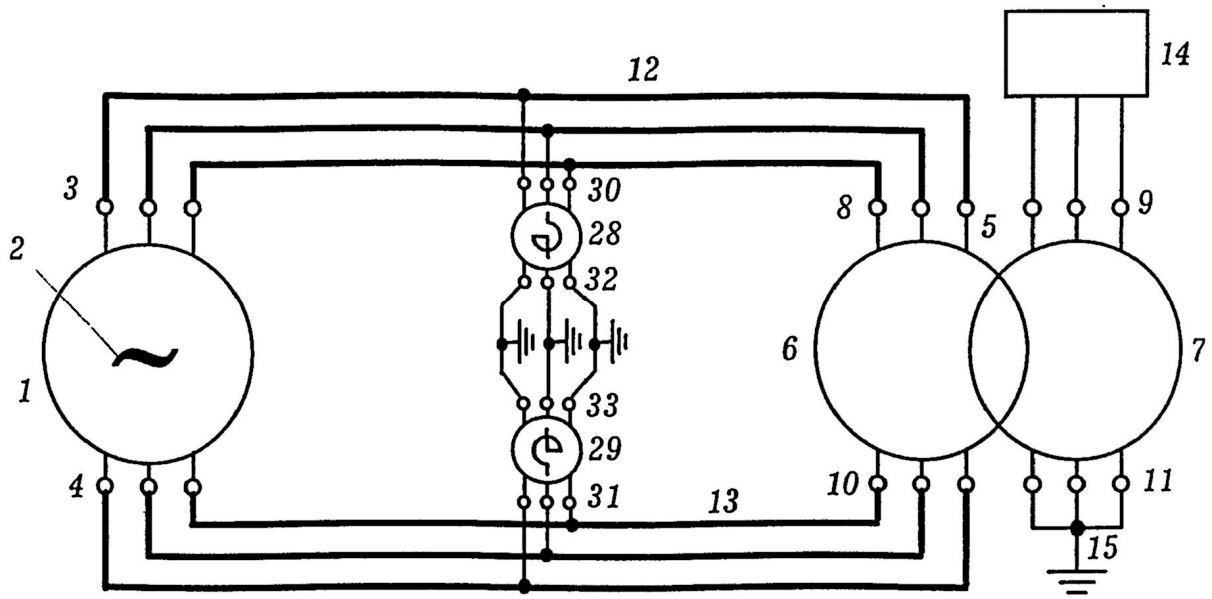


Fig. 5

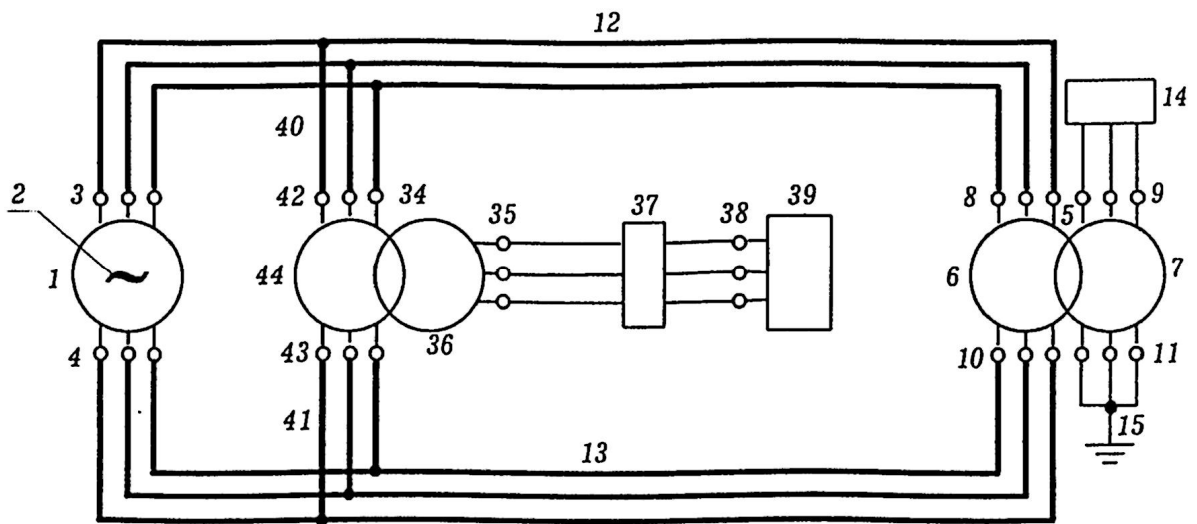


Fig. 6

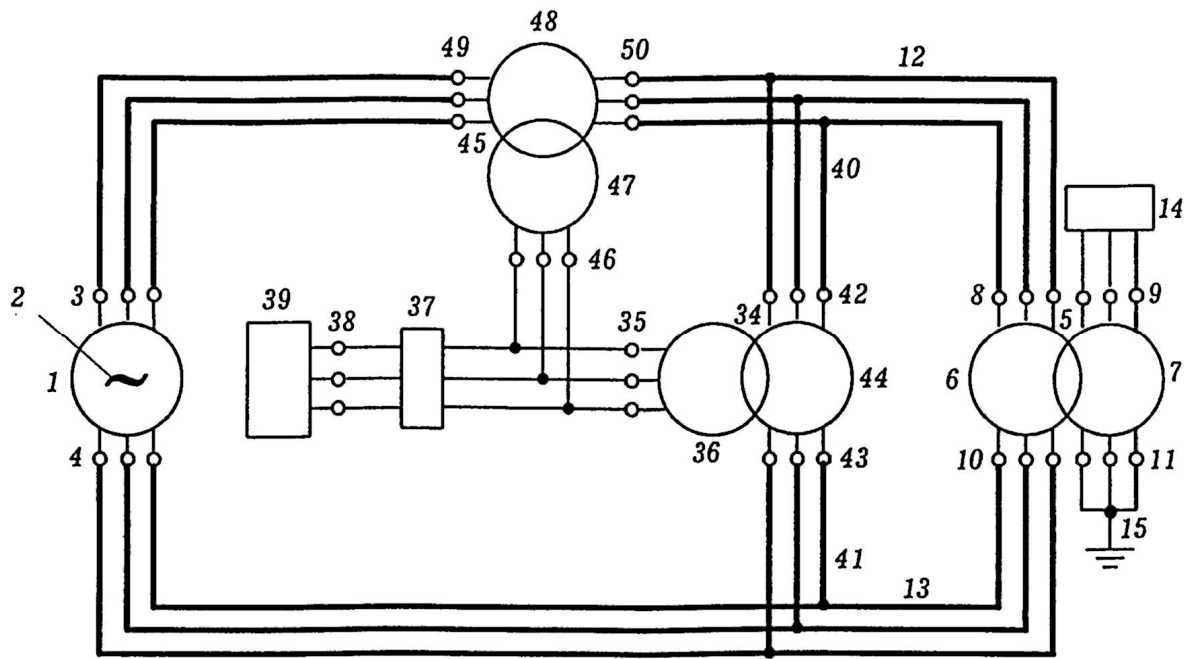


Fig. 7

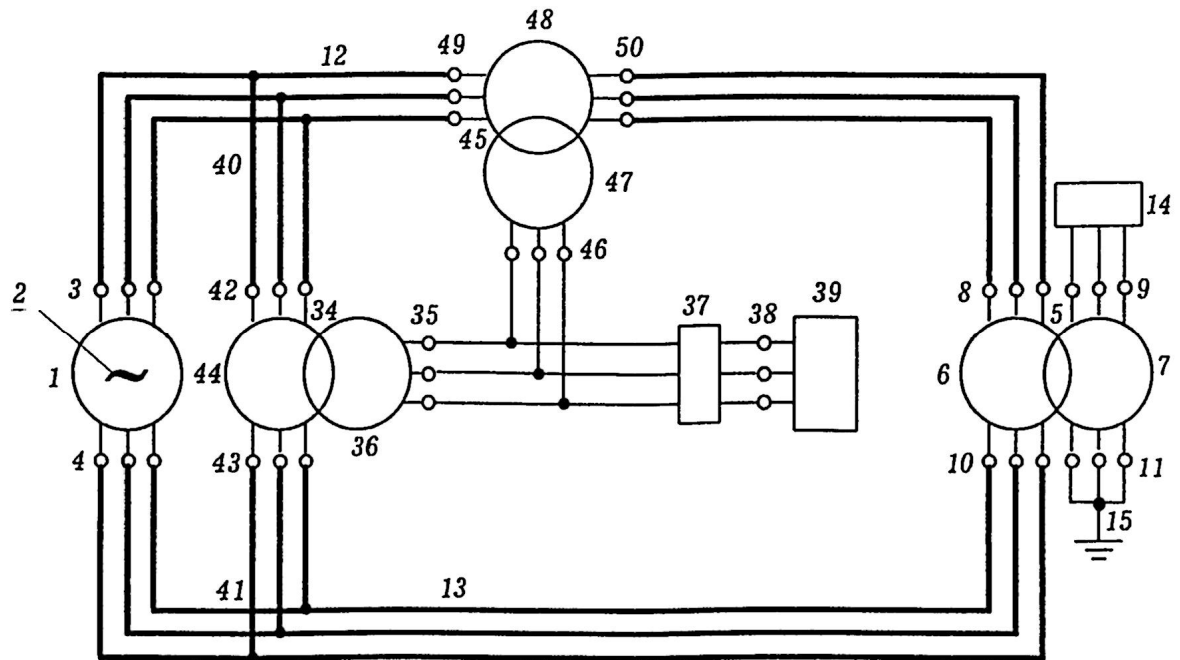


Fig. 8

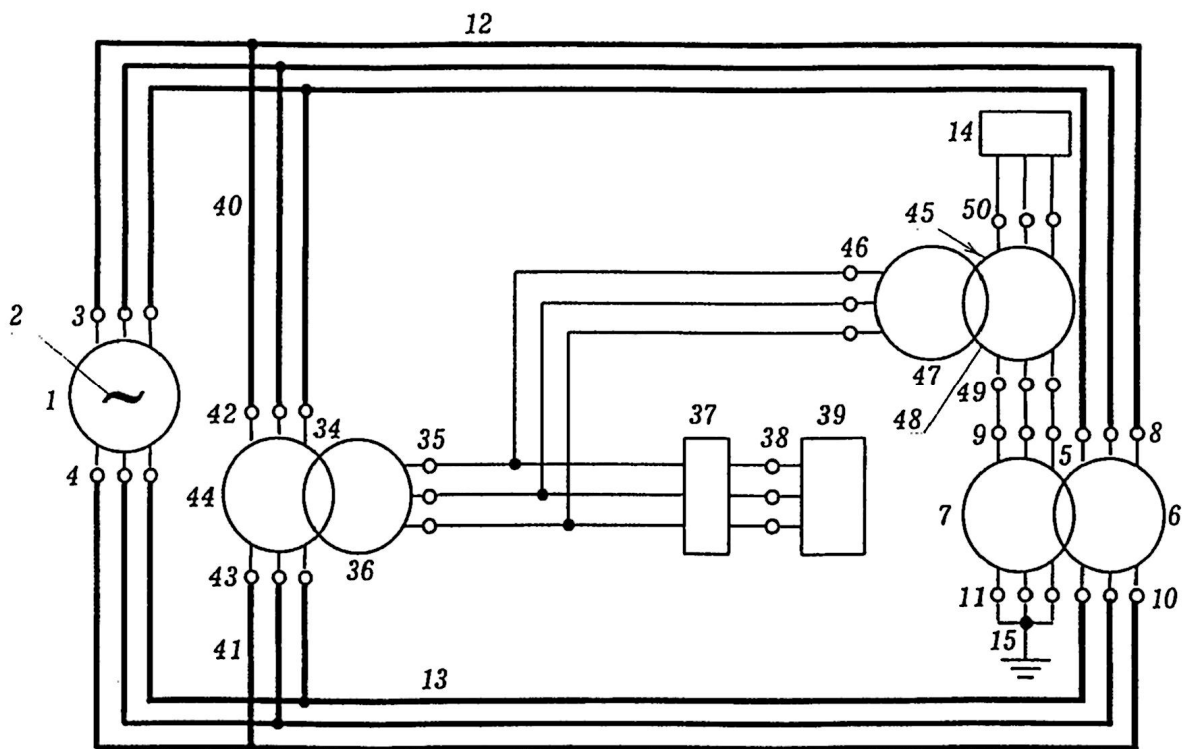


Fig. 9

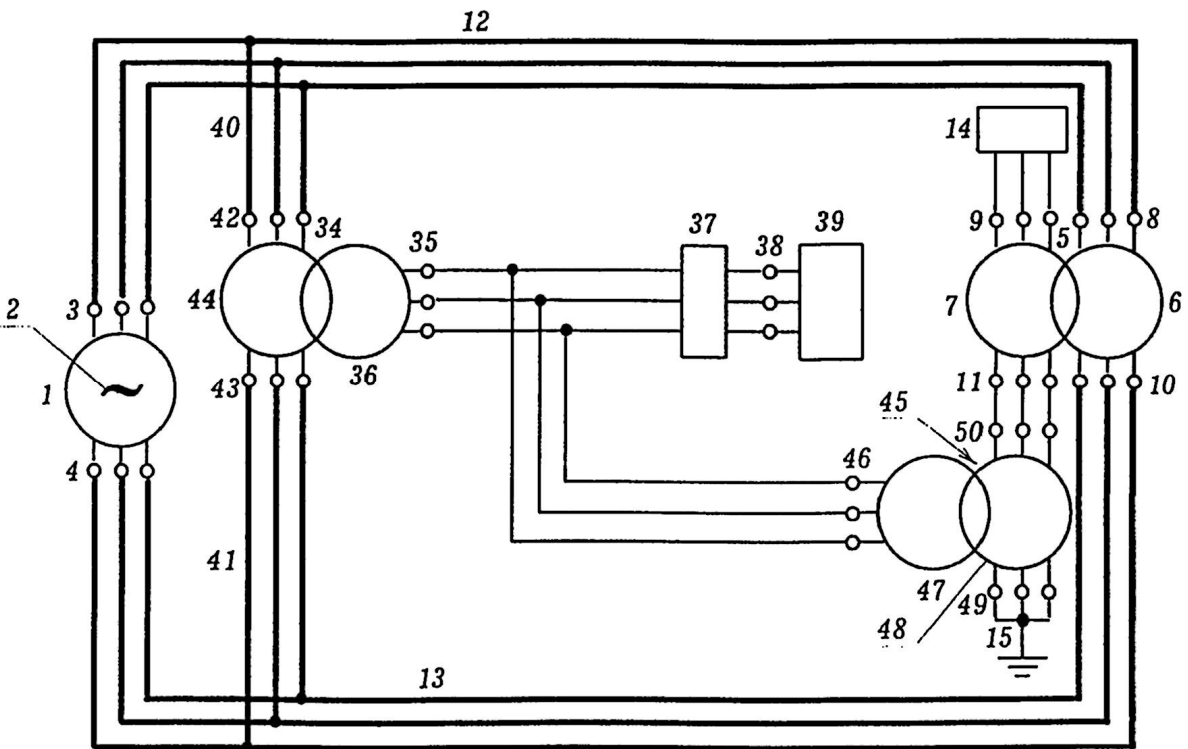


Fig. 10

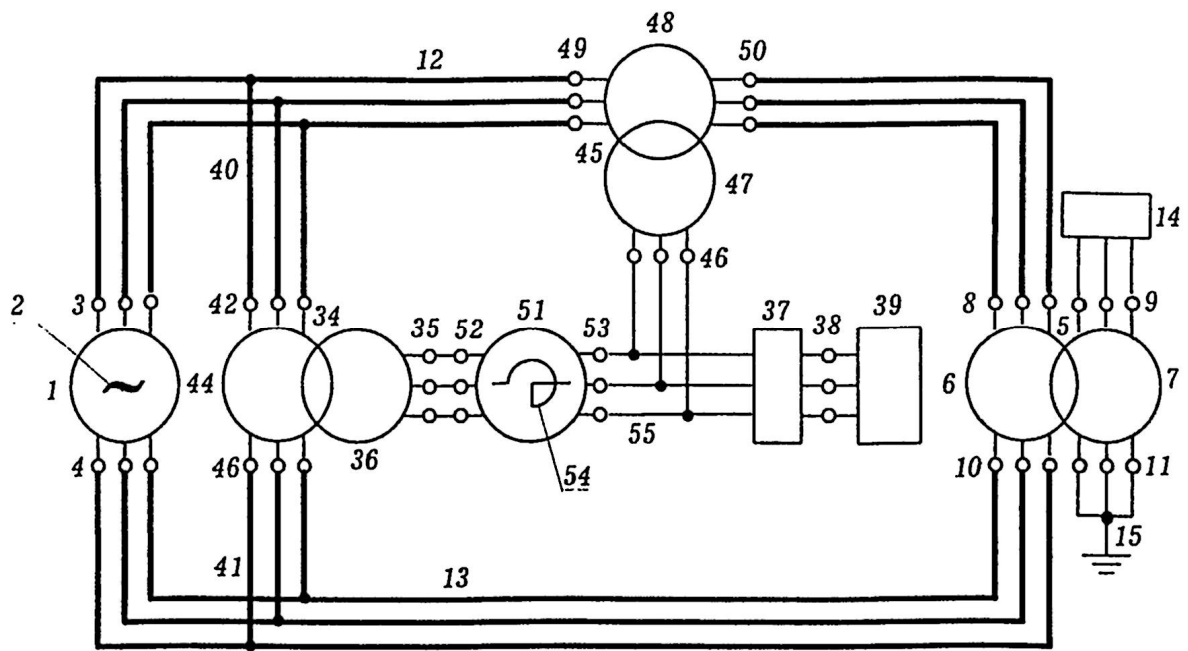


Fig. 11

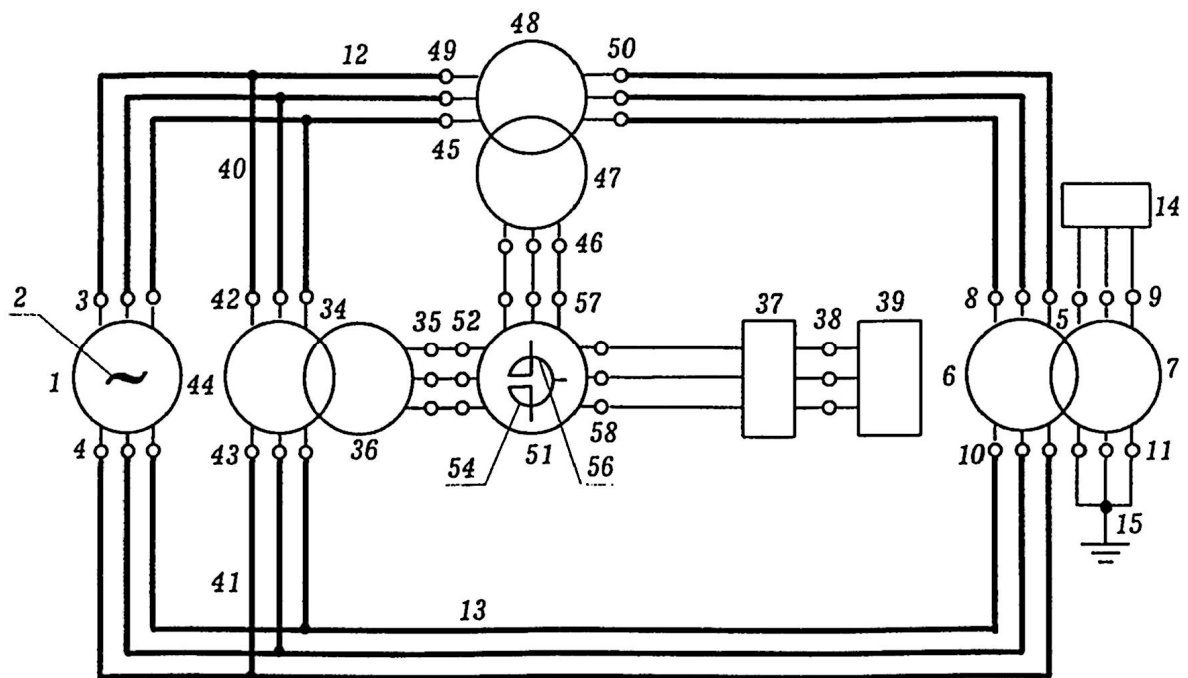


Fig. 12

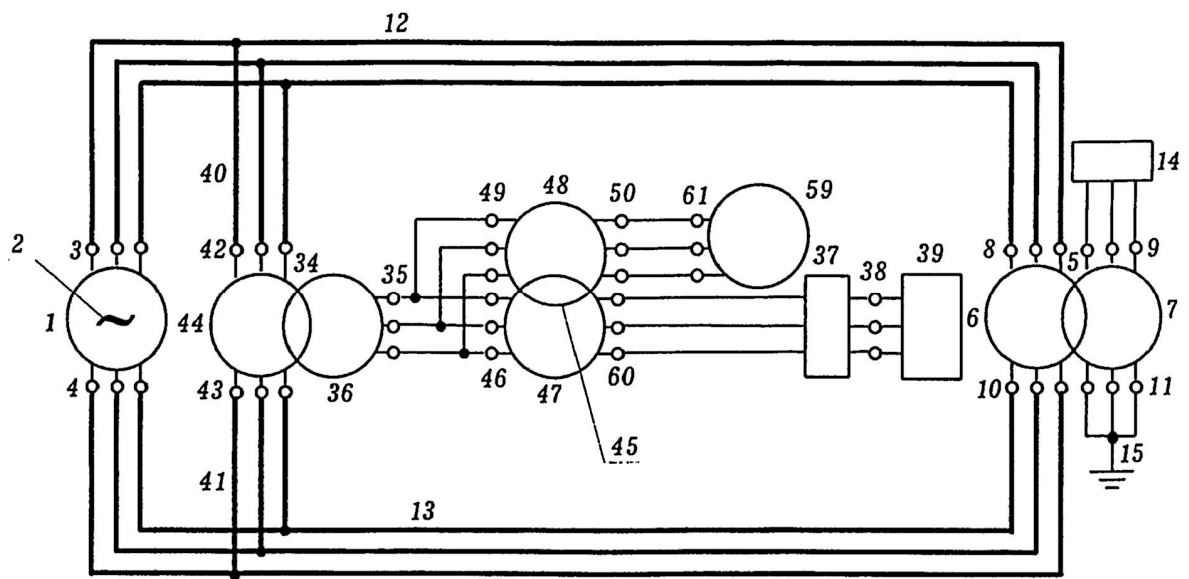


Fig. 13

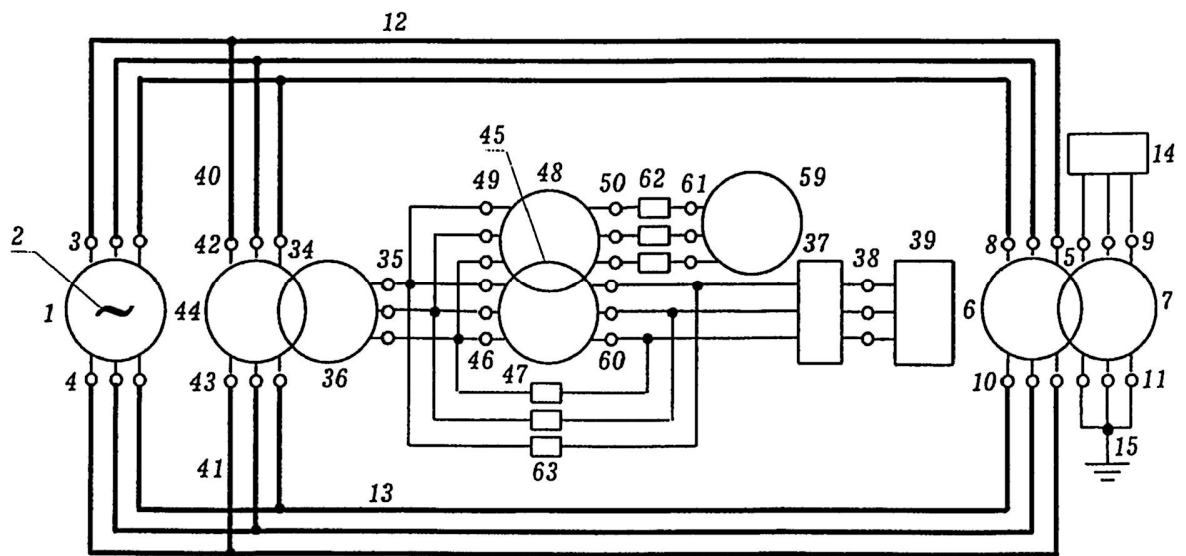


Fig. 14

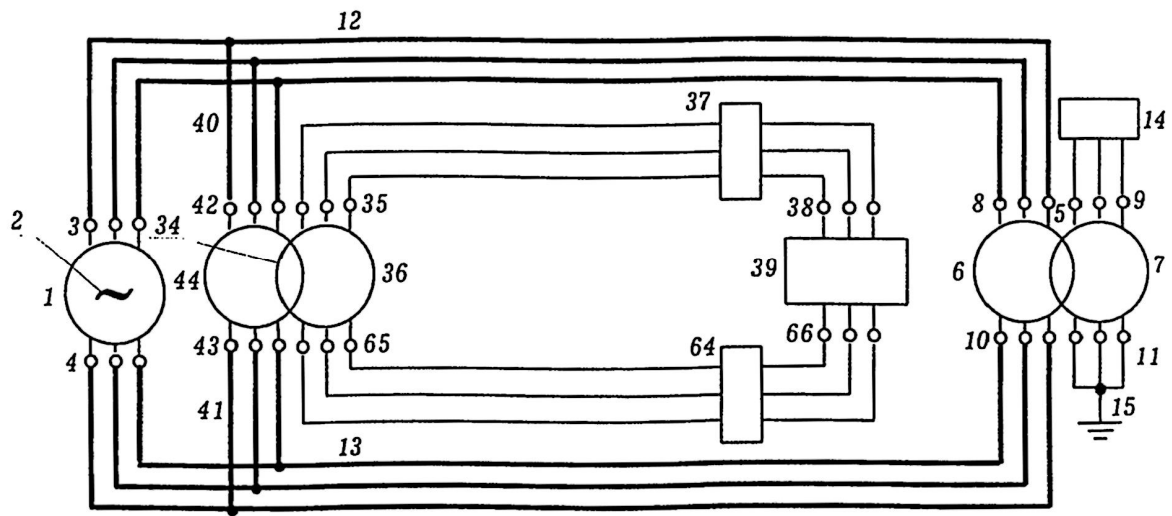


Fig. 15

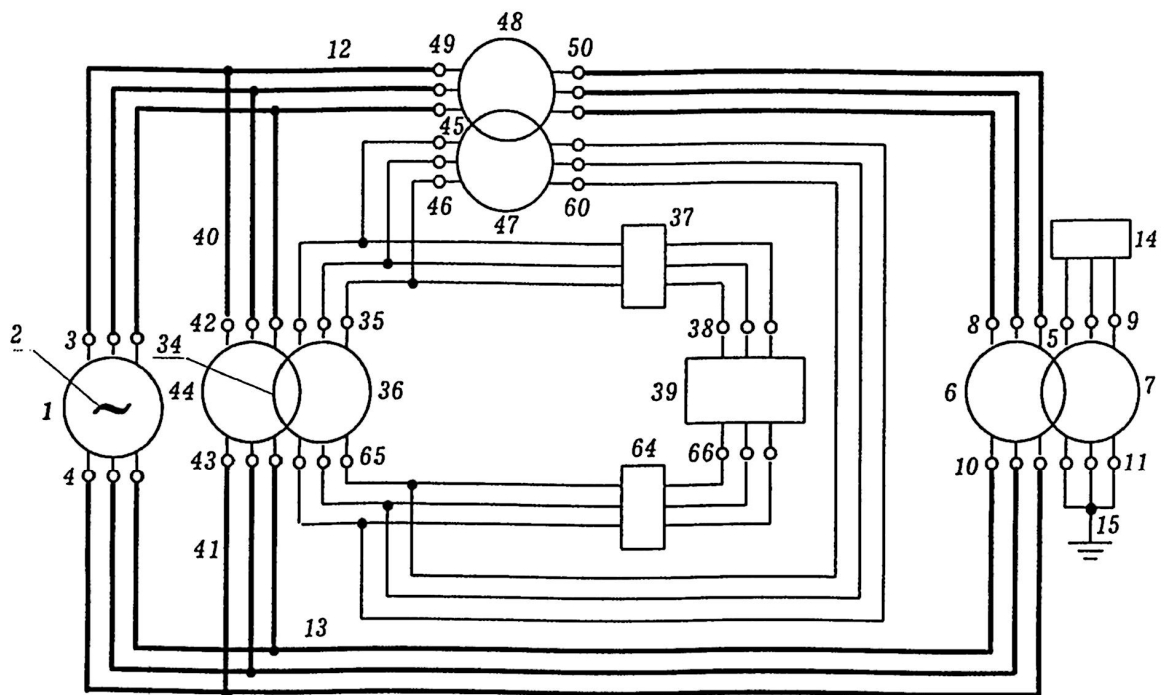


Fig. 16

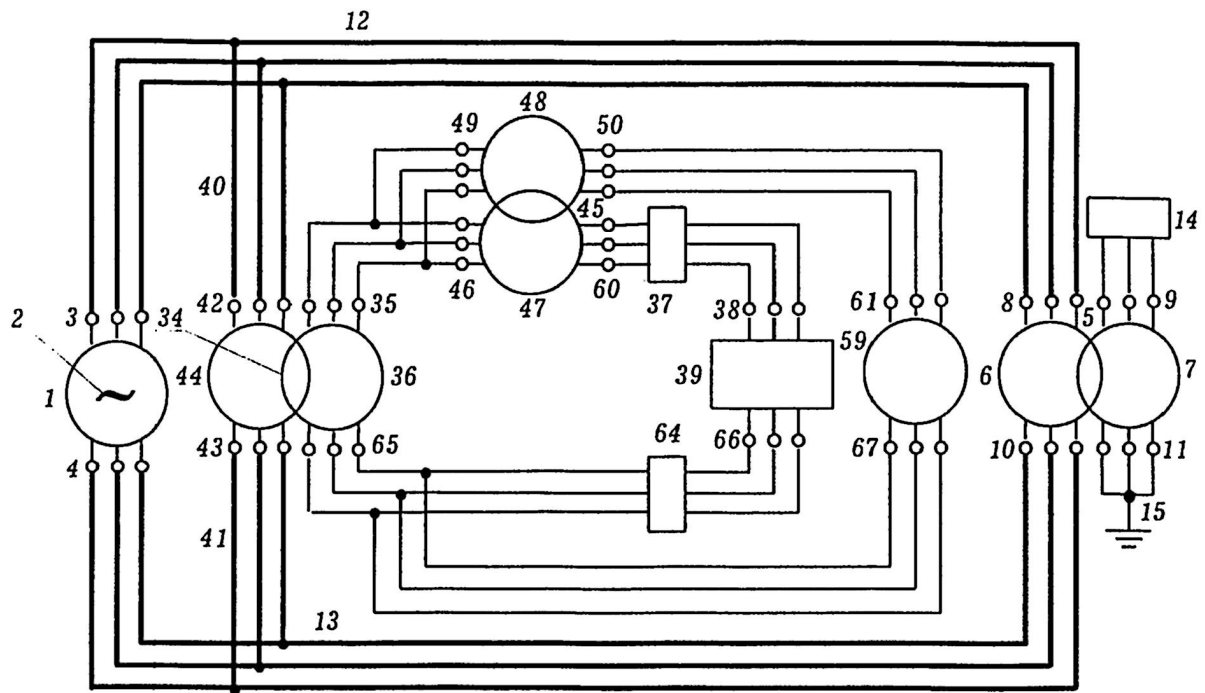


Fig. 17

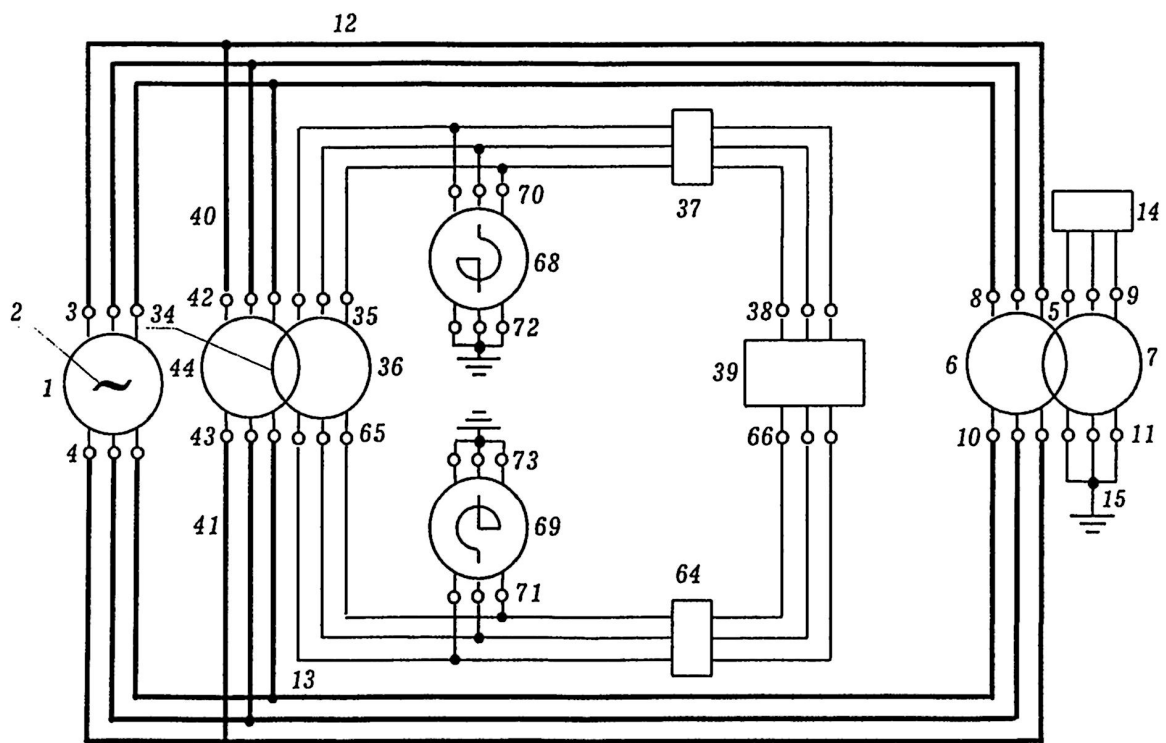


Fig. 18

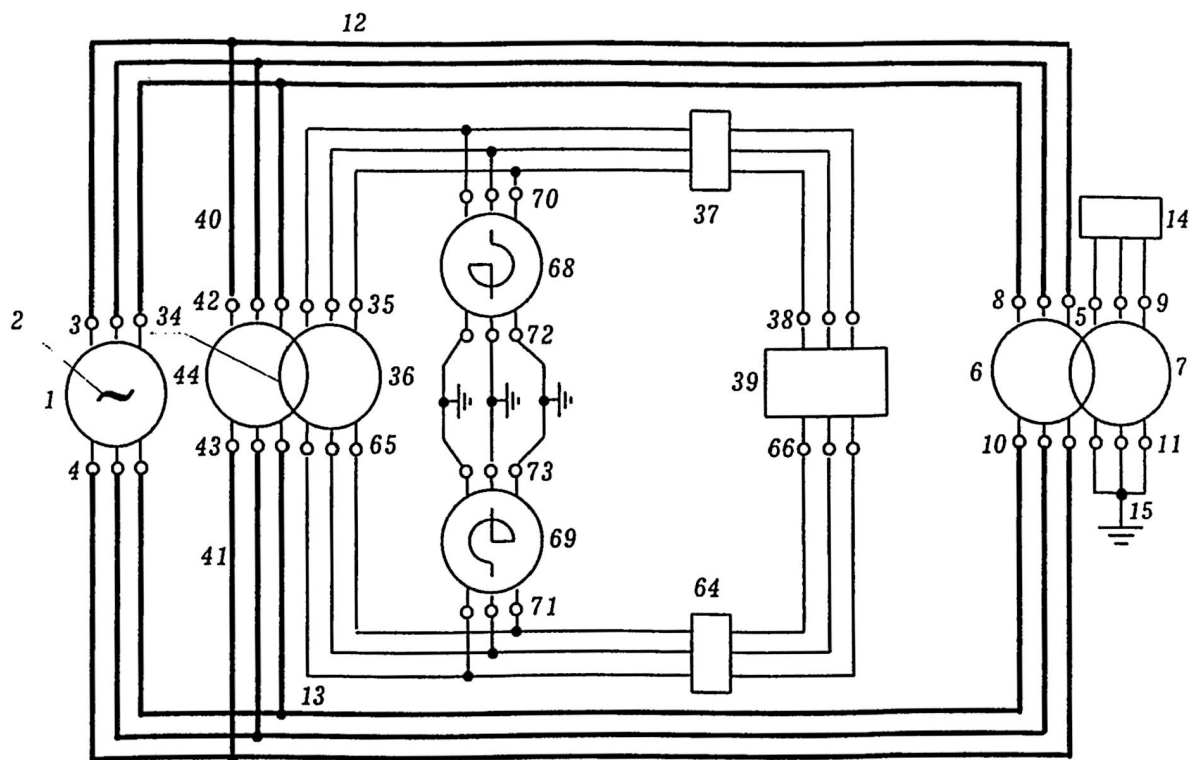


Fig. 19

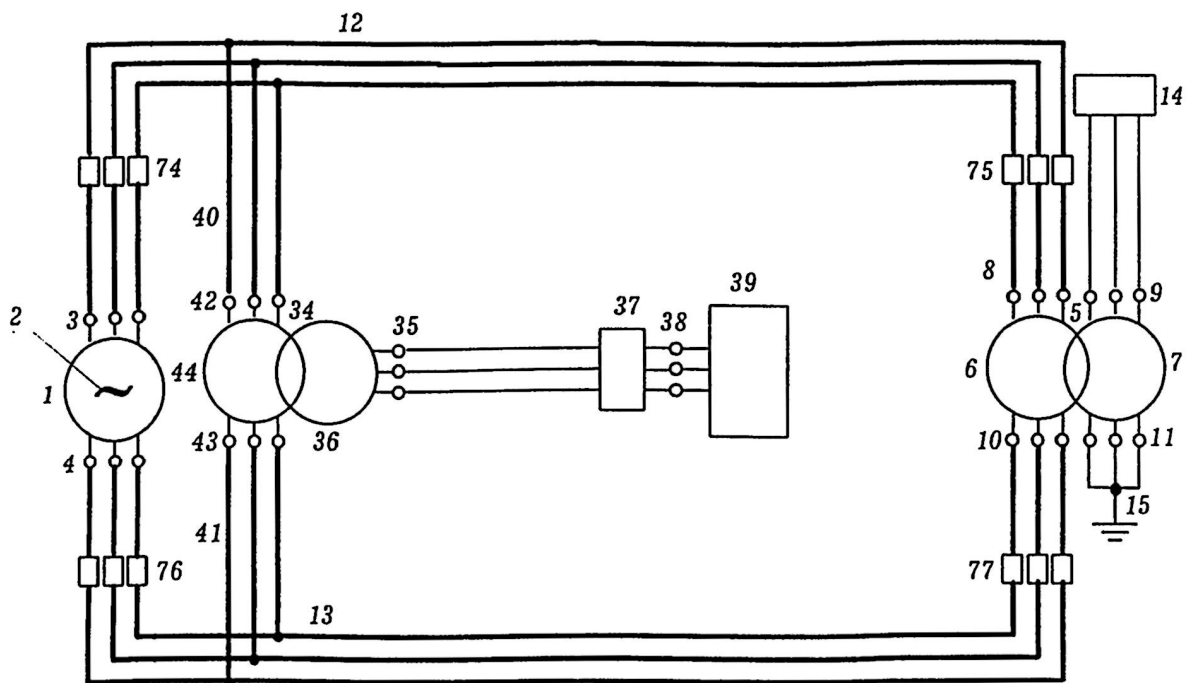


Fig. 20

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
